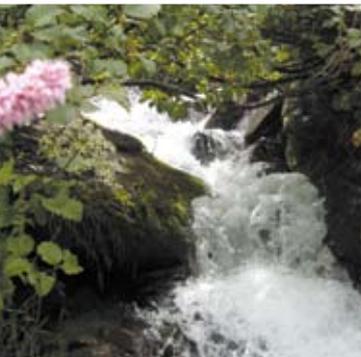
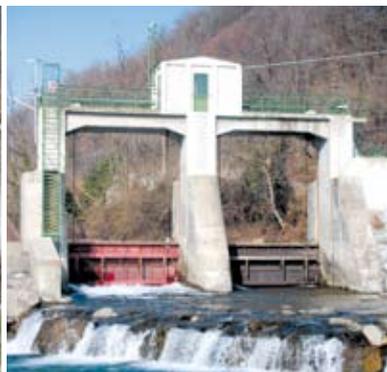


# Manuale per il censimento delle opere in alveo





# Manuale per il censimento delle opere in alveo



**Provincia di Torino**  
**Area Risorse Idriche e Qualità dell'Aria**  
Servizio Pianificazione Risorse Idriche



**Regione Piemonte**  
**Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo,  
Economia Montana e Foreste**  
Settore Pianificazione Difesa del Suolo

**A cura di:**

*Gianna Betta, Luca Iorio,  
Elena Porro, Chiara Silvestro*



## CONTRIBUTI DI:

### Testi:

- *Elena Ardito, Gianna Betta, Luca Iorio, Stefania Giannuzzi, Elena Porro, Nuna Tognoni, Sandra Zaccheo* - Provincia di Torino (Servizio Pianificazione Risorse Idriche)
- *Roberto Del Vesco, Francesca Rossi, Massimiliano Senesi, Chiara Silvestro* - Regione Piemonte

### Disegni:

- *Luca Iorio, Sandra Zaccheo* - Provincia di Torino (Servizio Pianificazione Risorse Idriche)
- *Alessandro Ghelli* - Regione Piemonte

### Fotografie:

- *Gianna Betta, Stefania Giannuzzi, Luca Iorio, Sandra Zaccheo* - Provincia di Torino (Servizio Pianificazione Risorse Idriche)
- Archivio GEV Provincia di Torino
- Archivio SICOD - Regione Piemonte
- Archivio Catasto Sbarramenti di Competenza Regionale - Regione Piemonte
- *Francesca Rossi, Chiara Silvestro* - Regione Piemonte (Settore Pianificazione Difesa del Suolo)
- *Luca De Antonis e Vincenzo Molinari* - Regione Piemonte (Direzione Ambiente) per le fotografie a pag. 43, 58, 73, 75, 89, 91
- Fotografia Passaggio fenditure verticali pag. 151 da: *Pini Prato E., Gianaroli M., Comoglio C.* (2006) / Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei Passaggi per Pesci. Il caso di studio del Panaro / Provincia di Modena
- Fotografie Passaggio a bacini successivi pag. 151, Passaggio tecnico a rallentamento pag.152 e Scala Denil pag. 152 da: Regione Emilia Romagna, Provincia di Modena (1984) / Progettazione di passaggi artificiali per la risalita dei pesci nei fiumi con Atti del Seminario Tecnico Regionale di Modena, 7 dicembre 1984 / Modena

### Si ringraziano:

- *Giulia Bodrato, Gianni Ercole, Lorenzo Masoero, Luca De Antonis, Sabrina Mantovani, Davide Patrocco, Daniela Pelissetti* della Regione Piemonte
- *Guglielmo Filippini* della Provincia di Torino
- *Carlo Troisi* dell'Arpa Piemonte (Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche)
- *Maria Rita Minciardi, Gian Luigi Rossi* dell'Enea - Sezione Biologia Ambientale e Conservazione della Natura
- *Maurizio Rosso, Andrea M. Lingua* del Politecnico di Torino
- *Giovanni Badino* dell'Università di Torino
- *Davide Pagliai* della Provincia di Modena
- *Riccardo Lussignoli, Gro, Pietro Novarino, Renato Sella*
- un particolare ringraziamento alle Guardie Ecologiche Volontarie dei gruppi di Beinasco, di Coazze e di Moncalieri (Val Sangone) e dei gruppi di Lanzo, Val Ceronda, Torino e Ciriè (Valle Stura) per l'impegno profuso nelle attività di censimento svolte sul Torrente Sangone e sul Torrente Stura di Lanzo e per i preziosi suggerimenti di campo raccolti nei contenuti del Manuale. Si ringraziano, inoltre, tutte le GEV che hanno partecipato con entusiasmo al corso di formazione.

ISBN: 88-901200-3-7

Settembre 2008

# PREFAZIONE

---

*Sempre più frequentemente si torna a parlare di “cattivo uso” e mancata manutenzione del territorio per dare spiegazione ai disastri che interessano le nostre valli durante eventi meteorici più o meno intensi; la gestione degli ambienti fluviali rappresenta uno degli elementi che più spesso viene messa in discussione in tali casi.*

*Ci è ormai ben chiaro che solo un diverso modo di gestire i nostri corsi d'acqua può contribuire a prevenire tali eventi calamitosi e a garantire un corretto utilizzo della risorsa acqua, che contemperi le necessità ambientali e di uso umano, con quelle di sicurezza del territorio.*

*Un'azione in sinergia vede le nostre Amministrazioni già fortemente impegnate nella sperimentazione di uno strumento di pianificazione e gestione condivisa degli ambienti fluviali, che è il Contratto di Fiume. Solo con questo nuovo modo di operare pensiamo di poter dare concretezza ad un sistema di corretta gestione delle politiche territoriali ed ambientali in modo integrato.*

*La conoscenza del territorio e dei suoi elementi di “pressione” sono informazioni fondamentali a supporto delle scelte che devono essere fatte per il raggiungimento di obiettivi sia di miglioramento della qualità ambientale, sia di sicurezza delle popolazioni, traguardo verso cui tutte le Amministrazioni devono tendere.*

*Ed è proprio nell'ambito delle esperienze di Contratto che si è dato avvio ad un progetto di collaborazione tra Regione Piemonte e Provincia di Torino che ha come finalità quella di conoscere nel dettaglio gli elementi che interferiscono con il fiume. L'attenzione si è, in particolare, focalizzata sulle opere idrauliche che, pur essendo state costruite per esigenze di pubblica utilità (sicurezza idraulica ed utilizzo della risorsa), nel loro insieme possono condizionare la funzionalità dei corsi d'acqua. Gli strumenti informativi a disposizione delle Amministrazioni consentono già una buona mappatura di tali opere, ma la verifica diretta in campo fornisce un ritorno di informazioni insostituibile. La passione e l'impegno dei gruppi volontari sono stati fondamentali per dare avvio a questi progetti di “lettura dei territori fluviali”, che rappresentano il punto di partenza di un lavoro che, nel prossimo futuro, potrà veder interessati altri territori ed altri gruppi piemontesi.*

*In particolare, con le Guardie Ecologiche Volontarie (GEV) della Provincia di Torino, è stato dato avvio ai programmi di “censimento” delle opere idrauliche presenti sul Torrente Sangone e sul Torrente Stura di Lanzo.*

*Proprio da queste prime esperienze abbiamo maturato quanto sia assolutamente necessario fornire un'adeguata formazione a chi, come le GEV, può impegnarsi in tali progetti.*

*È nato così questo Manuale che si è accompagnato ad un corso di formazione teorico/pratico destinato alle GEV, che ha formato e formerà nuovi gruppi di volontari che auspichiamo possano diventare “gli occhi” ed il presidio guidato dei nostri Enti sul territorio.*

*A quanti hanno già collaborato e a quanti lo faranno in futuro manifestiamo il nostro sincero grazie.*

**L'Assessore alle Risorse Idriche,  
Qualità dell'Aria, Energia  
e Difesa del Suolo della Provincia di Torino**

**L'Assessore allo Sviluppo della Montagna  
e Foreste, Opere Pubbliche,  
Difesa del Suolo della Regione Piemonte**

Dorino Piras

Bruna Sibille

# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	6
<b>Il dissesto idrogeologico e la sistemazione dei bacini</b> .....	9
<b>Cenni di ecologia e morfologia dei corsi d'acqua</b> .....	15
<b>L'impatto delle opere sull'ecosistema fluviale</b> .....	19
<b>Le opere</b> .....	29
<b>Le opere di difesa</b> .....	31
<b>OPERE IDRAULICHE</b> .....	35
<b>OPERE TRASVERSALI</b> .....	40
<b>OPERE LONGITUDINALI</b> .....	54
<b>SCOLMATORE E CANALE DI GRONDA</b> .....	73
<b>CASSA DI ESPANSIONE, VASCA DI LAMINAZIONE</b> .....	75
<b>PONTE</b> .....	77
<b>ATTRAVERSAMENTO E GUADO</b> .....	83
<b>OPERA SPECIALE</b> .....	87
<b>OPERE DI VERSANTE</b> .....	89
<b>OPERE SUPERFICIALI</b> .....	89
<b>OPERE PROFONDE</b> .....	92
<b>Le opere di derivazione delle acque superficiali</b> .....	95
<b>CHE COS'È UNA DERIVAZIONE</b> .....	95
<b>DERIVAZIONI AD USO ENERGETICO (IDROELETTRICO)</b> .....	97
<b>DERIVAZIONI AD USO AGRICOLO (IRRIGUO)</b> .....	100
<b>OPERE DI UNA DERIVAZIONE</b> .....	102
<b>OPERE DI SBARRAMENTO</b> .....	103
<b>PASSAGGI ARTIFICIALI PER L'ITTIOFAUNA</b> .....	108
<b>OPERE DI PRESA</b> .....	112
<b>OPERE DI CONVOGLIAMENTO DELLE ACQUE</b> .....	115
<b>RILASCIO A VALLE DELLO SBARRAMENTO</b> .....	118
<b>SCHEDE TECNICHE</b> .....	121
<b>OPERE DI SBARRAMENTO</b> .....	121
<b>PASSAGGI ARTIFICIALI PER L'ITTIOFAUNA</b> .....	146
<b>OPERE DI PRESA</b> .....	156
<b>RILASCIO</b> .....	161

<b>Le opere di immissione nelle acque superficiali</b> .....	165
<b>SCHEDA TECNICA</b> .....	169
<b>I sistemi informativi</b> .....	173
<b>Il Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa - SICOD</b> .....	175
<b>IL RILEVAMENTO</b> .....	179
<b>LA RESTITUZIONE</b> .....	182
<b>Il Sistema Informativo Catasto Sbarramenti di competenza regionale</b> .....	183
<b>I Catasti delle Derivazioni e degli Scarichi della Provincia di Torino e il SIRI della Regione Piemonte</b> .....	185
<b>Appendice</b> .....	191
<b>Cenni sulle coordinate e i sistemi di riferimento</b> .....	193
• La rappresentazione cartografica della Terra .....	193
• Le coordinate .....	196
<b>La carta topografica</b> .....	201
• La rappresentazione degli oggetti .....	202
• Le curve di livello .....	203
• Determinare la quota di un oggetto sulla carta .....	206
• La scala di una carta .....	209
<b>Orientare la carta e valutare l'azimut</b> .....	211
• Individuare la posizione di un punto con distanziometro e bussola .....	212
<b>Posizionarsi sulla carta: la triangolazione</b> .....	215
<b>IL GPS</b> .....	219
• Limiti di impiego e fonti di errore del sistema .....	223
<b>Guida alla compilazione delle schede</b> .....	225
Scheda di rilevamento delle opere idrauliche .....	226
Scheda di rilevamento delle derivazioni .....	231
Scheda di rilevamento delle immissioni .....	237
<b>La normativa di riferimento</b> .....	241
<b>GLOSSARIO</b> .....	245
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	254

# INTRODUZIONE

Il Manuale nasce dall'esperienza maturata negli ultimi dieci anni dalla Regione Piemonte e dalla Provincia di Torino che, con finalità diverse ma sullo stesso territorio, svolgono una concreta e attenta attività di ricognizione. Il lavoro rappresenta anche la fase conclusiva di un percorso formativo dedicato alle Guardie Ecologiche Volontarie della Provincia di Torino, originatosi dall'entusiasmo dei funzionari tecnici di entrambi gli Enti. Siamo infatti consapevoli della necessità di parlare un linguaggio comune e di diffondere una cultura condivisa tra tutti i soggetti che effettuano, sul medesimo territorio, attività di rilevamento, studio e monitoraggio.

L'attività di formazione, organizzata con lezioni teoriche ed uscite in campo è stata ampiamente favorita dalla attenta ed entusiasta partecipazione delle GEV, che fa ben sperare sui risultati del futuro lavoro di rilevamento che svolgeremo sui corsi d'acqua del territorio torinese.

Questo Manuale si identifica come uno strumento di lavoro a supporto delle attività di censimento in sito e farà parte del corredo di strumenti che ogni gruppo di volontari ha a disposizione. Ha quindi un risvolto estremamente pratico e riprende gli argomenti illustrati durante le lezioni.

La sezione più consistente descrive puntualmente sia le opere di difesa sia le opere di derivazione e di immissione, sulla base delle classificazioni che la Regione Piemonte e la Provincia di Torino propongono in materia.

Il Manuale presenta le diverse opere sotto forma di schede, seguendo l'impostazione data durante le lezioni, per consentire una maggiore facilità di comprensione e reperimento delle informazioni.

Ogni scheda è corredata da fotografie, la maggior parte delle quali derivante dall'attività di rilevamento dei funzionari di entrambi gli Enti, per meglio chiarire i concetti e favorire il riconoscimento delle opere in sito. Inoltre, sono descritte le dimensioni da rilevare e riportare sulla scheda di campagna.

Ogni sezione è facilmente individuabile attraverso il colore:

- blu per le opere di difesa
- verde per le opere di derivazione
- arancione per le opere di immissione.

Gli stessi colori sono richiamati nelle schede di rilevamento, che si trovano al fondo del Manuale, precedute da una descrizione sulle modalità di compilazione.

Un capitolo apposito è dedicato alla descrizione dei sistemi informativi, che raccolgono in modo organizzato tutti i dati rilevati in sito. Questa sezione ci è sembrata utile per sottolineare che il lavoro di rilevamento, impegnativo e complesso, non è fine a se stesso. Alimenta e consente, infatti, la validazione di una consistente base dati, fondamentale per permettere alle strutture competenti, agli amministratori e a chi opera sul territorio, di pianificare le azioni e prendere le decisioni più idonee.

Ecco quindi la descrizione dei diversi Sistemi Informativi: il SICOD, il Sistema Informativo Catasto Sbarramenti di competenza regionale, il SIRI e il Catasto Provinciale delle opere di derivazione e di scarico.

Il Manuale si conclude con un'appendice che raccoglie alcune informazioni di base sugli aspetti geografici del lavoro di rilevamento. Sono contenuti cenni sulla cartografia, sui sistemi di riferimento, i concetti alla base del funzionamento del GPS, le azioni pratiche per orientare una carta, misurare un azimut e individuare la propria posizione.

Sono stati raccolti anche i principali riferimenti normativi relativi alle derivazioni, alle immissioni, agli sbarramenti, ai lavori pubblici, oltre che ai provvedimenti di ambito regionale dedicati agli argomenti trattati.

Il glossario sarà di aiuto per la comprensione dei termini tecnici, non di uso comune, citati nel testo e scritti in corsivo.

Questo Manuale, scritto a più mani, è volutamente sviluppato con un linguaggio semplice, talvolta elementare, perché sia comprensibile a tutti, anche a chi non ha particolare dimestichezza con gli argomenti tecnici trattati. Non dimentichiamo infatti che l'obiettivo è quello di sviluppare un linguaggio comune, il più possibile diffuso.

Non abbiamo avuto la pretesa di esaurire ed entrare nell'estremo dettaglio dei numerosi argomenti trattati, pertanto certi temi potranno risultare non del tutto esaustivi. Non va dimenticato, infatti, che l'obiettivo del lavoro è di fornire uno strumento di supporto alle attività di rilevamento delle opere in alveo sulla base delle nozioni trasmesse e degli strumenti forniti alle GEV, a tal proposito. La trattazione più approfondita di alcuni temi va quindi oltre a quanto visto a lezione e sperimentato in campo.

Il contenuto del Manuale sarà scaricabile sia dal sito della Provincia di Torino sia dal portale Sistemapiemonte nelle pagine del SICODWEB, agli indirizzi:

**[www.provincia.torino.it/ambiente/risorse\\_idriche](http://www.provincia.torino.it/ambiente/risorse_idriche)**

**[www.sistemapiemonte.it/sicod/index.shtml](http://www.sistemapiemonte.it/sicod/index.shtml)**



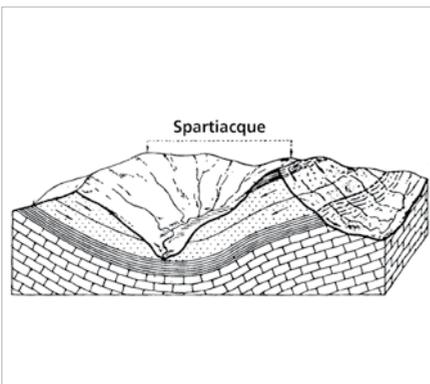


# Il dissesto idrogeologico e la sistemazione dei bacini

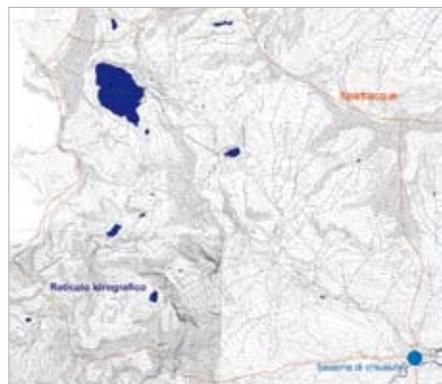
Prima di parlare nel dettaglio di ciò che andremo a rilevare lungo i corsi d'acqua, partiamo dalla definizione di **bacino idrografico**, cioè di quel contenitore geografico all'interno del quale si realizzano le opere che verranno descritte in questo Manuale.

Il bacino idrografico è una porzione di territorio che, grazie alla conformazione della sua superficie topografica, raccoglie le acque delle precipitazioni meteoriche, le acque di fusione dei ghiacciai e delle nevi convogliandole, direttamente o attraverso gli affluenti, verso un unico collettore, un *impluvio*, che dà origine ad un corso d'acqua.

Un bacino può essere definito, misurato e descritto una volta che sia stata scelta una **sezione di chiusura**, ovvero un luogo di convergenza delle acque, ubicato lungo un impluvio, attraverso il quale passa tutta l'acqua raccolta in superficie. Attraverso questa sezione passa tutta l'acqua raccolta dal bacino. A partire dalla sezione di chiusura è possibile tracciare lo **spartiacque** del bacino. Si tratta della linea che collega tra loro i punti a maggiore quota e separa un bacino dall'altro.



Schema di bacino idrografico in tre dimensioni.  
Da Desio A. (1973) / Geologia applicata all'ingegneria / modificata



Schema di bacino idrografico

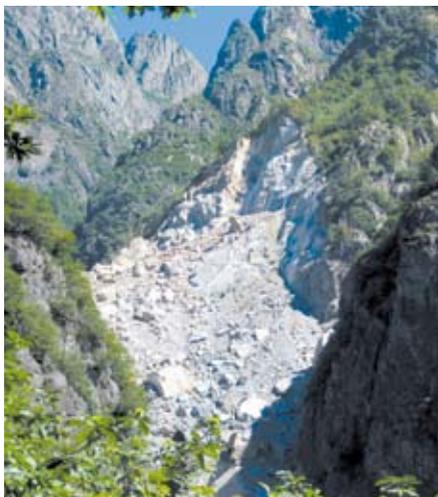
All'interno di un bacino idrografico i diversi impluvi, ruscelli, corsi d'acqua, fiumi, si dispongono spazialmente a formare il **reticolo idrografico**, la cui struttura dipende da *fattori geologici* e *geomorfologici* caratteristici di ogni bacino, come la presenza di faglie e fratture, la litologia del substrato e le forme che si sviluppano a seguito dell'azione dei fattori climatici. All'interno del reticolo idrografico ogni corso d'acqua ha poi un proprio andamento, che dipende sia dai fattori descritti in precedenza sia dalle condizioni dinamiche del corso d'acqua stesso (portata, velocità ...).



Val di Susa vista da Giaglione

La conformazione e la struttura di un bacino non sono costanti nel tempo. La superficie terrestre infatti è in continua evoluzione, si modifica, evolve, soprattutto in territori geologicamente “giovani” come quelli alpini. All'interno dei bacini si possono attivare così processi naturali che coinvolgono sia i versanti sia i torrenti. Sono processi che hanno diverse manifestazioni, in funzione di dove ci si trova: in zona montana o di pianura.

In ambito montano, l'instabilità dei versanti origina frane di diverso tipo; il materiale sciolto reso disponibile dalle frane e dall'azione glaciale, in associazione all'*acclività* dei versanti e alle precipitazioni alimenta il trasporto solido lungo i torrenti e ne accentua le capacità erosive. Con il diminuire della pendenza, dai fenomeni erosivi si passa a processi di deposizione, allagamento e trascinamento, processi caratteristici degli ambienti pianeggianti di fondovalle.



Frana di crollo



Calanchi



Effetto dell'erosione al piede della scarpata con conseguente smottamento

I processi sopra descritti possono attivarsi in modo occasionale, oppure ripetersi con caratteristiche simili ma con intensità diverse, determinando condizioni di **dissesto idrogeologico**, intendendo con questo termine “qualsiasi disordine o situazione di squilibrio che l'acqua produce nel suolo e/o nel sottosuolo” (termine istituzionalizzato in seguito alla creazione del Gruppo nazionale per la difesa delle catastrofi idrogeologiche GNDCI nel 1984).

L'evoluzione dell'ambiente naturale, che modella la superficie terrestre, non è eliminabile. Con essa si trova ad interagire l'uomo con le sue numerose attività: dal taglio dei boschi in montagna, all'edificazione lungo i corsi d'acqua; dall'asportazione di materiale litoide alla modifica dell'andamento naturale dei torrenti; dalla variazione dell'uso del suolo all'occupazione di aree interessate dalla dinamica fluviale.



Sito di lavorazione inerti lungo la sponda di un torrente durante un evento alluvionale

Per far fronte alle proprie esigenze l'uomo cerca, quindi, da un lato di difendere i territori colonizzati, dall'altro, nei limiti del possibile, di modificare la naturale evoluzione del territorio, limitando gli effetti del dissesto idrogeologico.

Queste azioni si esplicano su diversi fronti e con numerosi mezzi. Si parla infatti di azioni di previsione, prevenzione e mitigazione.

La **previsione** consiste nello studio delle cause e dei meccanismi che generano gli eventi calamitosi di una determinata area. Grazie al supporto della ricerca scientifica e tecnologica, delle reti di monitoraggio e delle banche dati relative agli eventi del passato, tali attività permettono di individuare le aree pericolose, instabili, potenzialmente soggette agli effetti del dissesto idrogeologico.

Questa conoscenza permette di studiare le azioni volte alla **prevenzione** del pericolo, individuando misure ed interventi mirati all'attenuazione degli effetti negativi delle modifiche del territorio sulle infrastrutture antropiche. Si opera così a livello normativo, dettando regole per l'uso del suolo e, a livello operativo, con la costruzione di opere e manufatti finalizzati a contenere e mitigare i danni conseguenti agli eventi calamitosi. La pianificazione delle azioni a scala locale e di bacino, la diffusione delle informazioni e la crescita di una corretta cultura del territorio, sia tra i cittadini che tra gli amministratori, unite ad azioni concrete sono le uniche strade per una convivenza consapevole e matura con la naturale storia evolutiva del territorio.

Il presente lavoro è finalizzato ad approfondire gli aspetti legati alle azioni concrete di difesa dal dissesto idrogeologico, quelle che tecnicamente sono chiamate **azioni strutturali**. Si tratta di interventi i cui obiettivi sono duplici:

- contenere e limitare l'azione di erosione e degrado dei versanti nelle parti alte dei bacini, per frenare l'apporto di materiale solido lungo i corsi d'acqua;
- proteggere le aree significative e strategiche per valore dei terreni e presenza di infrastrutture.

Le prime sono azioni di **mitigazione**, generalmente più diffuse sulle testate dei bacini, quindi in zone collinari e montane. Si tratta di interventi il cui scopo è quello, ad esempio, di ridurre l'erosione superficiale dei suoli con operazioni di rivegetazione e regimazione delle acque di *ruscellamento* superficiale.



Tentativo di rimboschimento con uso di tecniche di ingegneria naturalistica

Oppure sono interventi volti alla stabilizzazione dei versanti in frana, quando le dimensioni dei movimenti siano contenute e sia possibile l'accesso ai luoghi. Si realizzano anche interventi sui torrenti, che hanno come obiettivo il contenimento dell'erosione di fondo e delle sponde e la creazione di aree di accumulo e di trattenuta del detrito.



Sistemazione di versante soggetto a crolli con vallo paramassi in terra rinforzata

Interventi di difesa dall'erosione, dall'*esondazione* e dal *sovralluvionamento* sono spesso localizzati sui fondovalle, dove la disponibilità di terreni adatti ad ospitare le svariate attività antropiche spinge l'uomo a concentrare su di esse abitati, impianti, aree industriali, depositi...



Argine di contenimento dei livelli di piena in pianura

Da queste esigenze derivano svariate tipologie di opere di difesa, che saranno descritte nei capitoli seguenti. In letteratura si possono trovare varie classificazioni delle opere di difesa. In questo Manuale faremo riferimento alla tecniche più diffuse nell'ambito regionale piemontese, dalle quali deriva la classificazione alla base del Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa (SICOD), che è il catasto delle opere di difesa della Regione Piemonte.

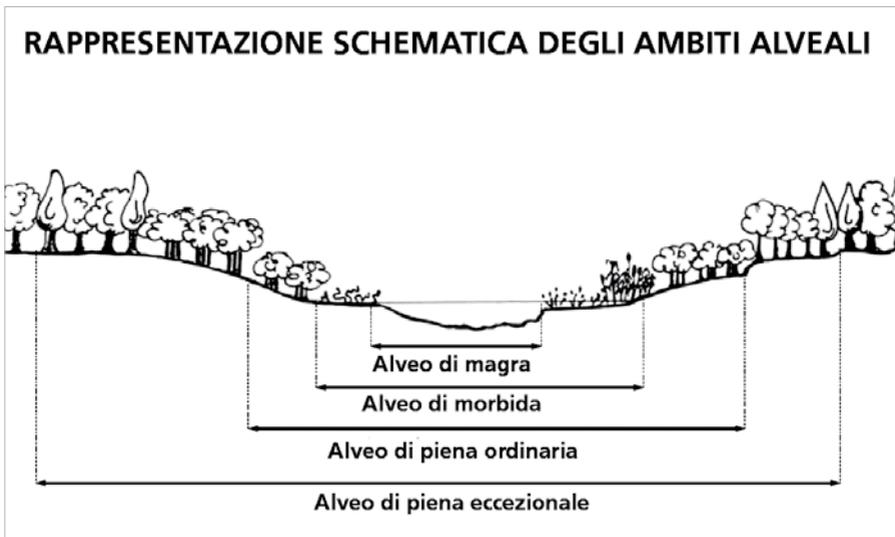
Ricordiamo che alle azioni strutturali si affiancano quelle definite **non strutturali** (qui non descritte) che comprendono misure quali: la pianificazione urbanistica e territoriale con limitazione dell'uso del suolo; le misure di protezione civile; le azioni di formazione e di informazione rivolte agli operatori locali ed alla popolazione; ...

# Cenni di ecologia e morfologia dei corsi d'acqua

L'**alveo** di un fiume è lo spazio che può essere occupato dall'acqua e, ad ampia scala, potrebbe essere ricondotto ad un canale lungo e stretto, modellato dall'acqua corrente.

In realtà, un corso d'acqua è un insieme "vivo" e delicato di *ecosistemi* sui quali influiscono molteplici fattori che raggiungono, nella maggior parte dei casi, un equilibrio dinamico.

Il fiume è in continua evoluzione: lo spazio che può essere occupato dall'acqua è variabile in funzione della *portata* naturale e della stagionalità climatica; si viene così a determinare una caratteristica morfologia della sezione trasversale che rende individuabili diversi alvei, come rappresentato nella figura.



Schema tratto da Minciardi *et al* (2003) / Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino / modificato

La sezione trasversale dell'alveo viene modellata dall'azione erosiva dell'acqua, che è massima durante le piene, momenti nei quali vengono create le forme d'insieme e che, nel caso delle *piene eccezionali*, inducono modificazioni anche all'esterno del canale principale di deflusso.

Nei periodi di *magra*, invece, le portate minime svolgono una più blanda modificazione delle forme, creando così un *alveo di magra* all'interno di quello detto *alveo di morbida* che, a sua volta, è compreso in quello di *piena ordinaria*.



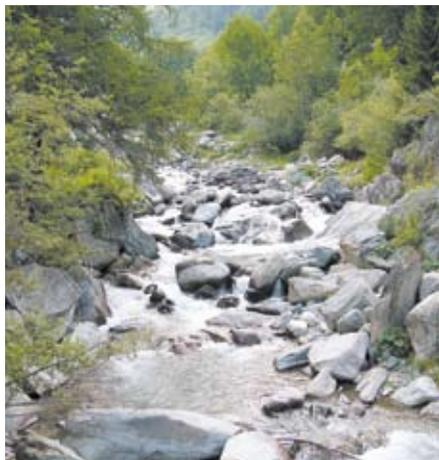
Fiume Dora Baltea a Mazzè durante la piena del 29 Maggio 2008

Le zone morfologicamente distinte, grazie alle diverse condizioni dovute anche alla lunghezza del periodo di sommersione da parte delle acque, sono caratterizzate da *formazioni vegetali* ben distinguibili. Queste ultime formano una serie di fasce contigue e parallele tra loro ed all'alveo, ecologicamente interconnesse, che creano una *continuità laterale* fino alla connessione con il territorio circostante, non più influenzato dalla presenza del fiume. Tale *vegetazione*, detta *ripariale*, rappresenta una zona ad elevato valore naturalistico, per la differenziazione di *microhabitat* e per la sua *biodiversità*.

In uno stesso corso d'acqua, anche da monte verso valle, si rinvencono ambienti diversi, le cui caratteristiche sono dovute all'influenza di differenti fattori tra cui pendenza, portata, velocità della corrente, profondità, temperatura, chimismo e torbidità delle acque. Si possono individuare e descrivere schematicamente tratti con diversa morfologia dell'alveo.

Il **tratto montano**, più acclive, ha attività prevalente di “erosione” dovuta al veloce scorrimento delle acque, mentre allo **sbocco in pianura** le zone di erosione si alternano a quelle di deposito, per arrivare poi ad ambiti di prevalente deposito.

A **valle dello sbocco in pianura** l'alveo si presenta suddiviso in diversi rami, dove prevale l'attività di deposito che dà origine, lungo il suo percorso, ad isole fluviali più o meno estese.



Esempio di tratto montano – torrente Campiglia



Esempio di tratto intermedio – torrente Ceronda



Esempio di tratto di pianura – fiume Po a Carignano

Tali diversità ambientali portano all'insediamento di *biocenosi* diverse.

Osservandoli dalla sorgente al tratto terminale, i corsi d'acqua si possono, quindi, sinteticamente rappresentare come una serie continua di ecosistemi, ciascuno strettamente correlato alle caratteristiche di quelli contigui, che crea una *continuità* cosiddetta *longitudinale*.

Dal punto di vista ecologico è dunque possibile suddividere e classificare un corso d'acqua in base alle comunità che ospita (macrobentonica, ittica, vegetale, ...).

Ad esempio, sulla base della *comunità macrobentonica* presente, si possono distinguere le zone del *Crenon* (zona delle sorgenti), del *Rithron* (zona intermedia) e del *Potamon* (zona planiziale). Anche in funzione delle *popolazioni ittiche* presenti si può identificare una zonazione longitudinale che, per il bacino occidentale del Po, è rappresentata, dalla sorgente alla foce, dalle zone a trota fario, a trota marmorata e/o temolo, a ciprinidi reofili ed a ciprinidi limnofili, con zone di transizione anche molto vaste. Analogamente, le comunità vegetali acquatiche variano lungo l'asta fluviale in funzione di diversi fattori, quali la velocità della corrente e la ricchezza in nutrienti delle acque.

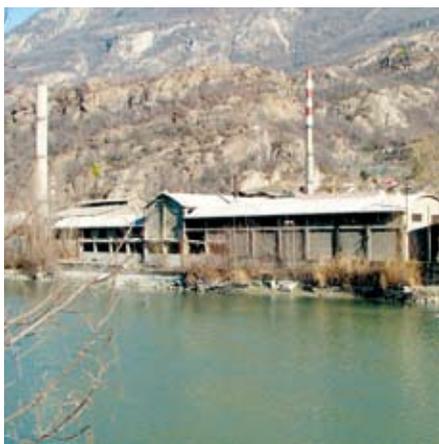
# L'impatto delle opere sull'ecosistema fluviale

Come dettagliatamente descritto nel capitolo relativo al dissesto idrogeologico, il bacino idrografico si può definire sinteticamente come la regione drenata da un corso d'acqua e dai suoi affluenti; ecco perché tale unità geografica rappresenta la dimensione territoriale ottimale per lo studio delle problematiche e dei fenomeni legati alle acque superficiali.

Il bacino, con le sue peculiarità geografico-ambientali, riveste una notevole importanza per gli ecosistemi acquatici, esercitando un'influenza sulle caratteristiche dei corpi idrici quali portata,

tipo di alimentazione, qualità delle acque e regolarità idrologica.

Tutto ciò che "modifica" il bacino, dunque, influisce più o meno pesantemente sulle caratteristiche dei corsi d'acqua. In particolare l'attività dell'uomo, nei tempi recenti sempre più intensa, grava sull'integrità degli ecosistemi fluviali sia direttamente, con le opere idrauliche, le opere di scarico delle acque reflue, la sottrazione di risorsa idrica, l'asportazione della vegetazione ripariale, sia indirettamente attraverso le variazioni dell'uso del suolo verso attività via via più impattanti.



La costruzione di edifici lungo le sponde modifica l'uso del suolo, sottrae spazio agli habitat ripari e alle aree di pertinenza fluviale

Tutte queste alterazioni, modificando le condizioni e, conseguentemente, gli *habitat*, hanno ripercussioni sia sulla naturalità dell'ambiente sia sulla *funzionalità fluviale*.

Tra le pressioni che possono gravare direttamente sulla qualità degli ecosistemi fluviali vanno sicuramente annoverate tutte le **forme di artificializzazione dell'alveo**. Se si tiene presente che la diversità ambientale ed il mosaico di habitat presenti negli alvei e nelle *piane inondabili* sono il risultato delle na-

turali dinamiche fluviali, si può facilmente intuire come possano mantenersi solo grazie ai rinnovamenti derivanti dal periodico rimaneggiamento idraulico generato dalle piene.

È di fondamentale importanza sia il mantenimento della continuità laterale, sia di quella longitudinale del corso d'acqua.

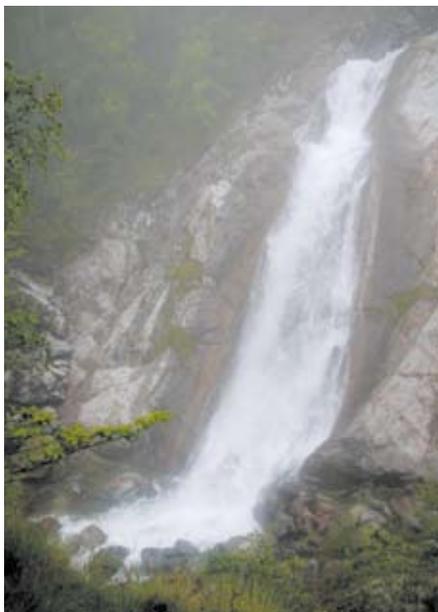
La **continuità laterale**, attraverso le oscillazioni stagionali del livello idrico, consente di instaurare continui rapporti tra il corso d'acqua e la piana. Tale continuità è però assai frequentemente ostacolata dall'artificializzazione delle sponde, in alcuni casi estesa anche per chilometri, realizzata a fini talora non giustificati.

La **continuità longitudinale** dei corsi d'acqua è invece estremamente frammentata da opere trasversali all'alveo di diversa tipologia e realizzate per i più vari motivi ma a volte senza una reale efficienza. Spesso sia le opere trasversali sia le longitudinali sono realizzate in maniera non coordinata tra loro, causando talvolta effetti non solo poco efficaci, ma anche pericolosi dal punto di vista della sicurezza idraulica.

I **manufatti abbandonati** rappresentano un ulteriore pericolo perché, non essendo mantenuti, sono maggiormente soggetti a scalzamento ed erosione e rappresentano inoltre inutili artificializzazioni ed interruzioni dell'ecosistema fluviale.



Opera soggetta a scalzamento



Un esempio di ostacolo naturale

Negli ambiti alpini, i tratti montani e pedemontani dei torrenti sono frammentati soprattutto da opere di sistemazione idraulico-forestale e da sbarramenti per uso idroelettrico (il cui effetto sull'ecosistema non è paragonabile ad eventuali ostacoli naturali quali salti e cascate), mentre i tratti a quota minore sono interessati prevalentemente da sbarramenti ad uso irriguo e da opere volte a contrastare l'incisione dell'alveo oppure finalizzate alla difesa idraulica.



Alcune opere quali le briglie possono causare importanti interruzioni della continuità longitudinale

Queste interruzioni, talvolta poste a breve distanza l'una dall'altra, sono un ostacolo spesso insormontabile per la fauna ittica, impedendone gli spostamenti migratori verso monte con conseguenze gravissime sulla biodiversità. Più in generale, creano una “compartimentazione” dell'ecosistema acquatico interrompendo quel *continuum fluviale* che garantisce, tra l'altro, la funzionalità ecologica del corso d'acqua.

Di seguito viene riportata una schematizzazione di alcune delle principali e possibili alterazioni morfologiche dovute alle più comuni opere di artificializzazione degli alvei.

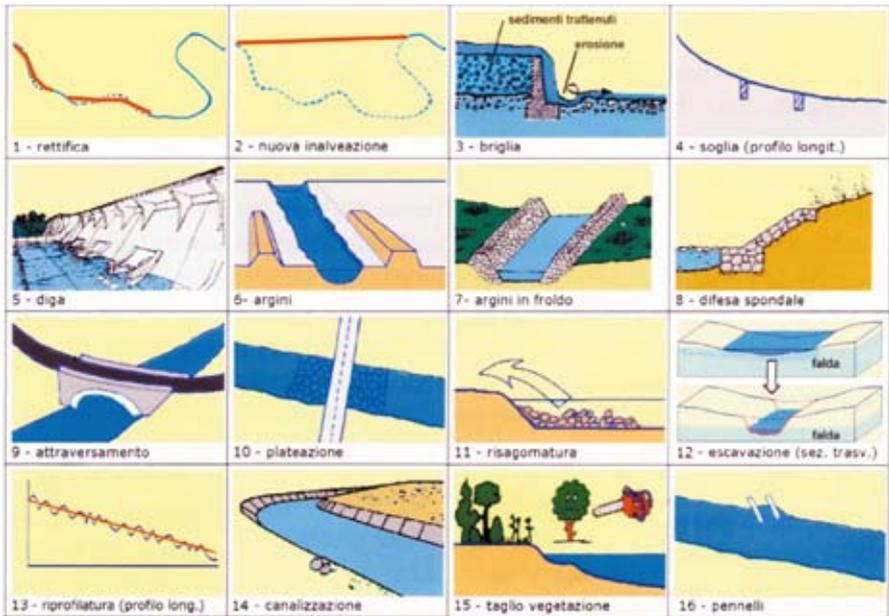


Figura tratta da AAVV (2007) / IFF - Indice di Funzionalità Fluviale / (G. Sansoni) modificata

In sintesi, tutte le opere che inducono una **rettificazione dell'alveo**, impoverendone la naturale sinuosità, comportano un accorciamento del percorso ed una riduzione della *scabrezza*, aumentando di conseguenza la velocità della corrente e la pendenza. Il principale effetto diretto è l'aumento dell'erosione che si propaga verso monte (*erosione regressiva*) e dell'accumulo dei materiali asportati verso valle (*sedimentazione*). Le conseguenze si manifestano sia in termini di sicurezza delle strutture e di aumentato rischio idraulico, sia in termini di alterazione degli habitat naturali.

Le **difese spondali**, opere finalizzate ad ostacolare l'erosione spondale, oltre a diminuire la scabrezza dell'alveo, interrompono bruscamente le interazioni tra ambiente acquatico e terrestre, con perdita degli habitat tipicamente ripari e con gravi alterazioni del mosaico di habitat della *fascia perifluviale*. Le stesse conseguenze sono riscontrabili in presenza di argini, anche se con impatto minore via via che questi si allontanano dall'alveo.



Difese spondali lungo un piccolo corso d'acqua



Traversa di derivazione

Le opere che in qualche modo creano **sbarramenti trasversali** al flusso della corrente, siano esse briglie, soglie o traverse di derivazione, smorzano localmente la pendenza dell'alveo, riducendo la velocità dell'acqua e causando la sedimentazione anche dei materiali di modesta *granulometria*, con conseguente *banalizzazione* del fondo e riduzione della diversità ambientale. In molti casi queste strutture ostacolano i movimenti migratori dell'ittiofauna, a meno che non siano dotate di adeguate scale di risalita.

Se gli sbarramenti sono finalizzati alla derivazione delle acque superficiali causano la diminuzione delle portate a valle dello sbarramento, con riduzione della superficie dell'*alveo bagnato* e in genere del *corridoio fluviale*, e conseguente sottrazione di spazio vitale per le biocenosi. Le derivazioni che

prevedono la restituzione in alveo dell'intera *portata derivata*, quali le derivazioni idroelettriche, hanno tratti sottesi generalmente piuttosto estesi, restituendo l'acqua prelevata anche diversi chilometri a valle della traversa. Considerando che tali impianti interessano spesso corsi d'acqua montani di piccole dimensioni, la sottrazione di risorsa idrica per tratti estesi può influire sull'equilibrio ecosistemico anche dell'intera asta a valle. Tali situazioni sono aggravate nei casi, non poco frequenti, di impianti posti "in cascata" (l'impianto a valle preleva l'acqua dallo scarico di quello posto immediatamente a monte), quindi senza una reale restituzione in alveo da parte delle singole centrali. Questa condizione si rileva sul territorio anche per numerosi impianti contigui, lasciando tratti anche di molti chilometri privi di acqua o con la presenza del solo *Deflusso Minimo Vitale* (vedi approfondimento "Il deflusso minimo vitale" a pag. 120).



Diga del Lago della Rossa – Usseglio

Tra gli sbarramenti, le dighe possono creare situazioni di particolare compromissione: l'assenza delle naturali piene stagionali e dei relativi apporti solidi, compreso gran parte di quello in sospensione, provoca un'accentuata erosione dell'alveo a valle.

Danni molto rilevanti possono essere causati nei casi in cui il regime di rilascio della diga segua oscillazioni molto frequenti, ad esempio se la portata rilasciata a valle varia anche diverse volte in una giornata, creando gravi stress alle comunità animali e vegetali.

Inoltre creano ostacoli difficilmente superabili dall'ittiofauna: l'intera portata, infatti, viene trattenuta e restituita a quote più basse, provocando a valle rilevanti alterazioni di temperatura e qualità chimica delle acque.



Tratto di corso d'acqua a valle della diga di Pourrieres in Val Chisone

Gli **attraversamenti**, come ponti e passerelle, hanno un impatto più o meno rilevante anche in base alle tipologie costruttive. In particolare, la presenza di spalle e pile molto ravvicinate può aumentare il rischio idraulico per gli effetti del restringimento dell'alveo, che da un lato ostacola il deflusso e dall'altro può intercettare grossi oggetti galleggianti (tronchi, natanti, ...) ostruendo le luci del ponte.



Esempio di ponte caratterizzato da luce singola e piuttosto ristretta

Le suddette problematiche possono sicuramente essere affrontate attraverso un'adeguata progettazione delle opere, sia singolarmente sia a scala più vasta, tenendo conto degli effetti sinergici e di quelli antitetici dell'insieme di strutture su tratti significativi di corso d'acqua o sull'intero bacino.

Le problematiche legate alle **opere di scarico** nelle acque superficiali sono di natura diversa, non tanto legate al manufatto in sé, quanto al tipo di refluo scaricato, che può apportare sostanze talvolta pericolose per le biocenosi.

L'impatto sull'ecosistema può essere più o meno rilevante anche in funzione di altri parametri, quali la quantità di acqua presente in alveo, che può garantire



Esempio di scarico di acque reflue

o meno un'adeguata diluizione delle sostanze riversate. In pratica, può capitare che un refluo potenzialmente meno inquinante, ma riversato in un tratto di corso d'acqua con portata scarsa o nulla, sia più dannoso per l'ecosistema rispetto ad uno scarico in assoluto più pericoloso ma che riversa in un'abbondante massa d'acqua.

Anche la zona dell'alveo nella quale avviene il recapito del refluo può influire sull'impatto del refluo stesso sul corpo idrico. In particolare se in un corso d'acqua caratterizzato da portata abbondante, ma con alveo molto ampio, il recapito avviene a margine in una zona non occupata dall'acqua, l'effetto di diluizione sarà comunque nullo, con l'ulteriore rischio di infiltrazione nel sottosuolo.



L'immissione apporta nutrienti che determinano lo sviluppo delle specie erbacee presenti



Esempio di immissione su porzione di alveo asciutta



Sviluppo di periphyton nei pressi di uno scarico

Gli scarichi di origine civile o fognaria, se non adeguatamente depurati, possono apportare oltre ad elevati livelli di carica batterica (pericolosi anche per l'uomo), anche carichi eccessivi di sostanze "nutrienti", quali fosforo e azoto, che causano eccessivo sviluppo di *periphyton*, visibile spesso anche ad occhio nudo nei pressi del manufatto, alterando l'equilibrio ecosistemico.

Alcune tipologie di scarico, in particolare quelle relative agli impianti di raffreddamento, pur non riversando acque modificate dal punto di vista chimico,

possono alterare l'ambiente fisico a causa della temperatura del reflu, superiore a quella dell'acqua presente nel corpo recettore.

In alcune situazioni anche i manufatti possono rappresentare un problema; nel momento in cui l'attività di scarico viene definitivamente interrotta, la tubazione viene abbandonata. Le **tubazioni inattive** sono facilmente asporta-

bili dalle piene o comunque possono rappresentare veicolo preferenziale per scarichi abusivi che, in quanto tali, non sono trattati e controllati risultando di conseguenza potenzialmente più pericolosi.

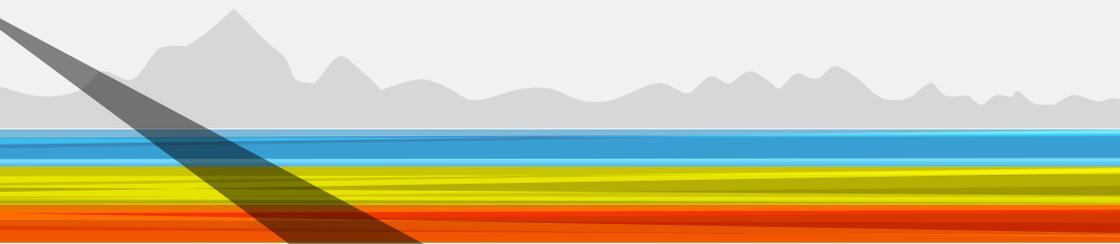


Manufatto di scarico abbandonato in alveo

Le **opere di restituzione**, infine, pur non convogliando acque in qualche misura alterate, possono determinare rilevanti problematiche nel momento in cui l'immissione avviene con marcate fluttuazioni di portata. In questo caso l'impatto non è legato ad un'alterazione qualitativa, bensì ad un'irregolarità nell'apporto. Comunemente, come detto, gli impianti idroelettrici con riserva d'acqua (dighe) scaricano le portate turbinate con forti variazioni giornaliere, in funzione delle diverse necessità di produzione energetica, che determinano grandi stress alle *comunità biotiche*.



Restituzione a valle di una centrale idroelettrica



# Le opere

**Le opere di difesa**

**Le opere di derivazione  
delle acque superficiali**

**Le opere di immissione  
nelle acque superficiali**



# Le opere di difesa

Come già accennato all'inizio di questo Manuale, la sistemazione dei bacini idrografici ha l'obiettivo di contenere gli effetti del dissesto idrogeologico, impedendone, dove possibile, la manifestazione.

Gli interventi che si realizzano sul territorio hanno finalità diverse: proteggere le sponde dall'erosione, impedire l'approfondimento del fondo alveo, correggere la pendenza, trattenere il materiale solido per ridurre il volume di sedimenti trasportato e magari stabilizzare il piede di versanti instabili, contenere all'interno dell'alveo il volume liquido e solido per ridurre il sovralluvionamento, correggere il profilo longitudinale del corso d'acqua, ...

Queste manifestazioni spesso interagiscono con le attività antropiche, per salvaguardare le quali è necessario, talvolta, intervenire anche in aree molto lontane dalle zone di interesse o con interventi distribuiti sull'intero bacino.

Si realizzano così svariate tipologie di opere, con caratteristiche differenti a seconda della loro funzione e localizzazione: alcune più peculiari della parte montana di un bacino ed altre più tipiche dei tratti di pianura.

Nella trattazione che segue le opere sono descritte seguendo la classificazione del Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa SICOD della Regione Piemonte, che raccoglie in maniera organizzata le informazioni relative alle opere di difesa. I tipi di opere e le loro caratteristiche sono state desunte dalle tipologie più diffuse nell'ambito della nostra regione.



Forte Giaura – Valle Roia (Francia)

# OPERE

## OPERE IDRAULICHE

### Opere trasversali

#### BRIGLIA

Scheda BR

#### SOGLIA

Scheda SO

#### PENNELLO

Scheda PE

### Opere longitudinali

#### DIFESA DI SPONDA

Scheda DS

#### ARGINE

Scheda AR

#### CANALIZZAZIONE

Scheda CA

### Scolmatore e canale di gronda

Scheda SC

### Opera speciale

Scheda SP

### Cassa di espansione vasca di laminazione

Scheda CV

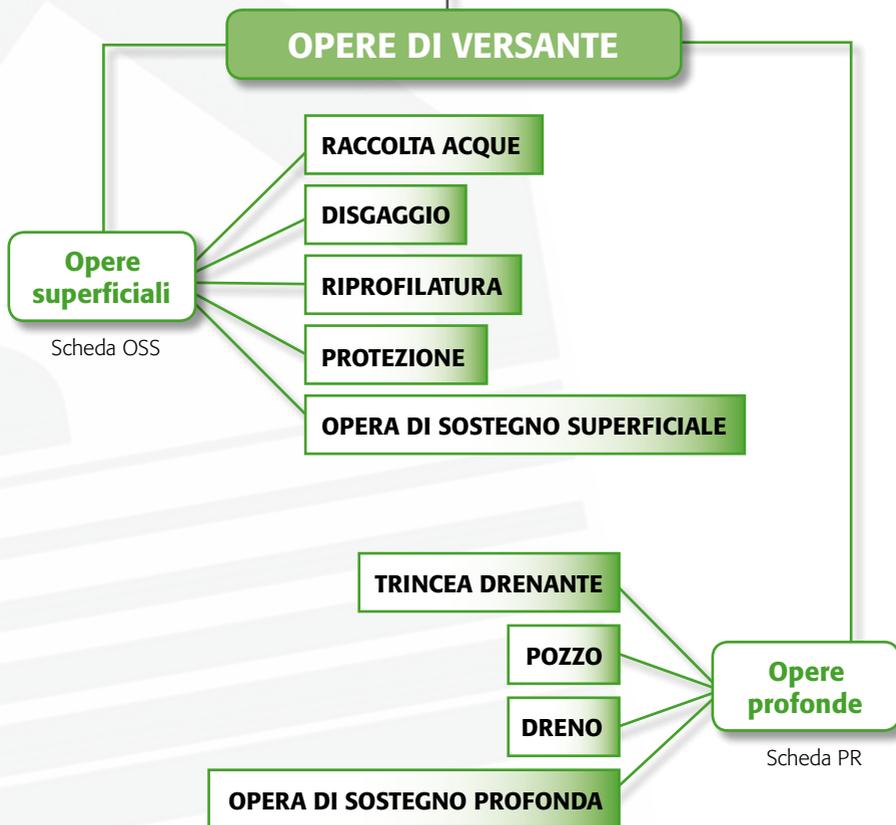
### Ponte

Scheda PO

### Attraversamento e guado

Scheda AG

# DI DIFESA



Le opere di difesa sono molte. Per cercare di classificarle, la prima distinzione è stata fatta tra due grandi classi: le **opere idrauliche**, che vengono realizzate lungo un corso d'acqua e le **opere di versante**, finalizzate alla stabilizzazione o alla difesa dai fenomeni di instabilità dei versanti.

All'interno delle due classi si distinguono poi alcune categorie di opere, che ora descriviamo.

Per le opere di versante, la descrizione presente in questo Manuale è data solo per completezza di informazione sul SICOD.

Il testo è organizzato in modo da presentare la descrizione di ogni opera sotto forma di una scheda, che ne fornisce una breve descrizione sulle funzioni principali che esercita e sulle caratteristiche geometriche che rileviamo in sito. Le immagini serviranno per facilitare la comprensione delle descrizioni, il riconoscimento in sito e presentare i casi più frequenti sullo stato dell'opera richiesto dal monitoraggio.



Serie di briglie e controbriglie per trattenere il materiale solido trasportato dal torrente

## OPERE IDRAULICHE

Le opere idrauliche si compongono di due categorie principali: le **opere trasversali** e le **opere longitudinali**. Vi sono poi ancora opere come gli scolmatori, le casse di espansione, che sono a sé stanti. Queste ultime non saranno oggetto di rilevamento e verranno descritte per completezza di informazione. Nel SICOD, fanno parte della classe delle opere idrauliche anche infrastrutture non strettamente di difesa, ma fondamentali per l'impatto che esercitano sul corso d'acqua: gli attraversamenti e i ponti, il cui censimento permette di avere una visione completa di ciò che interferisce con il corso d'acqua.

### MONITORAGGIO

Il SICOD raccoglie anche informazioni relative alla funzionalità delle opere, cioè alla capacità di un'opera di difesa di assolvere al compito per il quale è stata progettata. Il monitoraggio è definito relativamente alle sole opere idrauliche. Per quelle di versante, infatti, si tratta spesso di opere interrato o di insiemi di strutture di cui è troppo aleatorio e complesso giudicare "a vista" la funzionalità in relazione al dissesto, senza avere a disposizione dati misurati, derivanti da una serie temporale di misure.

Per opere realizzate con tecniche naturalistiche, è possibile comunque esprimere un giudizio sullo stato di conservazione del manufatto e sull'efficienza della componente vegetale.

Per le opere idrauliche la funzionalità può essere invece definita anche visivamente. Il giudizio che esprimiamo è in relazione allo stato di conservazione dell'opera e al suo probabile comportamento in caso di piena. Per ogni struttura quindi cerchiamo di definire la sua capacità di rispondere all'azione dell'acqua a partire dalle sue condizioni (erosione, interrimento, dissesto strutturale...), che effettivamente possiamo vedere.

Il monitoraggio si riferisce pertanto alla condizione e allo stato di conservazione in cui si trova l'opera al momento del sopralluogo. Non diamo informazioni sull'efficienza dell'opera in relazione al sistema torrente, considerazione che non potrebbe derivare dalla semplice osservazione visiva.

Ad esempio una scogliera completamente interrata e sommersa dal detrito, ovvero totalmente scalzata rispetto al piano di fondazione originario è giudicata inefficiente in quanto non più in grado di svolgere quell'azione antiersiva per cui era stata realizzata. Sarà necessario almeno un intervento di svuotamento o, nel caso opposto, di sottomurazione, per

portarla alle originarie condizioni di lavoro. Ma è possibile che, nell'assetto generale del corso d'acqua, quella difesa sia comunque ormai posta in una posizione, dove non ha più alcuna utilità. Questo giudizio, a scala più generale e che implica un ragionamento sul complesso del sistema difensivo, non è espresso dal monitoraggio che si effettua per il SICOD. Al massimo, se lo percepiamo, lo possiamo indicare nelle note.

### **Il monitoraggio ha un carattere strettamente puntuale.**

Pur non essendo opere di difesa idraulica, per i ponti valutiamo la funzionalità del manufatto in quanto opera che consente l'attraversamento di mezzi e persone e non la sua capacità di farsi attraversare dall'acqua, ovvero la sua efficienza idraulica, che si può determinare solo con valutazioni di tipo idraulico e non con considerazioni fatte "a vista". Fanno eccezione rari casi, magari dopo eventi alluvionali, di attraversamenti completamente interrati, in cui la *luce* libera è scomparsa.

La necessità di intervento suggerita è riferita quindi solo al miglioramento della funzionalità dell'opera, sempre svincolata dall'intero contesto del corso d'acqua. Questo consente anche di chiarire che, con il monitoraggio, non si esprimono giudizi in merito alla bontà o meno di aver costruito un'opera di difesa in un dato sito. Questo tipo di giudizio comporterebbe indagini più approfondite ed estese ad un tratto significativo del corso d'acqua e sulla azione dell'opera, in quel punto, nel tempo.

Tenendo presente queste importanti considerazioni, il monitoraggio indica lo stato dell'opera, lo stato di efficienza e la necessità di intervento.

Con lo **stato dell'opera** intendiamo valutare se l'opera è:

- in **dissesto strutturale**, cioè quando è compromessa la struttura;



Ponte in dissesto strutturale

- **interrata / in deposito**, quando il materiale solido accumulato contro o sull'opera impedisce la funzione per cui era stata realizzata;



Difesa di sponda interrata a seguito di intervento di pulizia dell'alveo

- **scalzata o erosa**, se l'acqua ha scavato le fondazioni o le ha rese sospese;



Spalla erosa di un ponte

- **sifonata**, quando l'acqua si è aperta una via di scorrimento al di sotto delle fondazioni, mettendo a rischio la stabilità stessa dell'opera.



Briglia in dissesto strutturale per sifonamento

Sulla base dello stato dell'opera, è così possibile definire l'**efficienza**, cioè se l'opera è in grado di svolgere la funzione per cui è stata realizzata. Quindi ad esempio se una difesa di sponda svolge il suo compito di protezione dall'erosione o l'argine quello di contenere i livelli di piena.

Nei casi ritenuti opportuni, in base allo stato rilevato dell'opera, si suggerisce un intervento possibile (**necessità di intervento**), distinguendo tra:

- la **manutenzione** e il **ripristino** intendendo quelle azioni mirate a migliorare l'attuale stato dell'opera, ad esempio risistemando l'assetto dei massi di una scogliera o ripristinando il paramento di un muro di una briglia eroso, ...;
- il **prolungamento** o **completamento** quando sia necessario il prolungamento dell'opera magari perché si è attivata una nuova erosione in continuità dell'opera o quando l'opera è rimasta incompleta;
- la **pulizia** in genere segnalata per quelle opere sulle quali è cresciuta a dismisura la vegetazione, che può anche mettere a rischio la stabilità del paramento delle scogliere o degli argini o delle briglie;

- la **sottomurazione** quando si presentano fenomeni di erosione e scalzamento delle fondazioni;
- lo **svuotamento** che indichiamo quando registriamo un interrimento e l'ostruzione della luce di un ponte a causa dell'accumulo di materiale solido;
- la **ricostruzione** che è sempre segnalata nel caso in cui l'opera sia in dissesto strutturale. Ancora una volta sottolineiamo che, questa indicazione si riferisce al solo fatto che l'opera è danneggiata e non si intende suggerire nulla sull'opportunità che l'opera sia ricostruita in quel punto. Questa indicazione non viene fornita in casi eclatanti, come ad esempio per i ponti distrutti di cui sono ancora visibili alcuni elementi della struttura, ma accanto ai quali è stato ricostruito un nuovo manufatto.

## OPERE TRASVERSALI

Le opere trasversali sono così chiamate perché realizzate perpendicolarmente alla direzione di scorrimento della corrente.

Sono opere caratteristiche delle parti montane e collinari di un bacino ed hanno funzioni di trattenuta del materiale solido, stabilizzazione del fondo alveo e delle sponde. Possono però essere presenti, con obiettivi un po' differenti, anche nelle zone di pianura.

Fanno parte di questa categoria: le briglie, le soglie e le traverse, i pennelli.

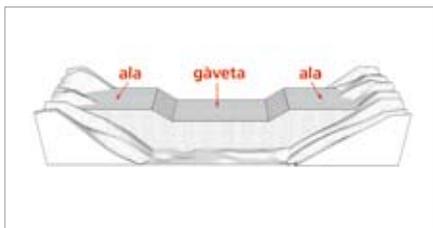
### Scheda BR

#### • Briglia

La briglia è un'opera destinata alla correzione dell'assetto dei corsi d'acqua. Spesso una briglia assolve a tre compiti. Il suo scopo principale è generalmente di trattenere il materiale solido trasportato dalla corrente, creando dei veri e propri bacini di accumulo (**briglia di sbarramento**). Essendo un'opera fissa e stabile lungo il torrente, ha anche la funzione di stabilizzare il fondo alveo, impedendone l'abbassamento. Infine, il progressivo riempimento alle sue spalle, modifica la pendenza del corso d'acqua, annullandone la capacità erosiva (**briglia di accumulo**) e favorendo la stabilizzazione delle sponde.

Esistono molti tipi diversi di briglia per forma e dimensioni, in relazione all'obiettivo da raggiungere o alle caratteristiche geografiche del territorio.

Dal punto di vista costruttivo, la briglia è come un muro di sbarramento. La rappresentazione più caratteristica della briglia è quella con le ali e la gaveta.



Rappresentazione schematica di una briglia di trattenuta

Le **ali** sono la parte del manufatto che si attesta sui versanti orografici sinistro e destro. A volte l'ala può spingersi molto addentro al versante per ragioni di stabilità.

La **gaveta**, non sempre presente, è la parte ribassata del coronamento, può avere sezione trapezia, per favorire ed indirizzare il passaggio della corrente nei periodi di regime ordinario e non favorire fenomeni di aggiramento.

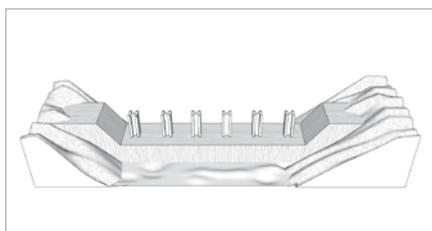
Alla base del manufatto è in genere prevista una **platea di dissipazione** (classificata dal SICOD come canalizzazione fondo alveo) per evitare lo scalzamento del piede della briglia, causato dal salto d'acqua che si viene a determinare.

Il SICOD distingue due tipologie di briglia:

- **di trattenuta**: trattiene completamente il materiale solido portato dall'acqua;



Briglia di trattenuta



Rappresentazione schematica di una briglia filtrante

- **filtrante**: consente il passaggio dei materiali più fini attraverso apposite aperture o pettini.



Briglia filtrante



Briglia filtrante a pettine

Tipologie ibride vanno ricondotte a queste due, in base alla funzione prevalente.



Briglia ibrida, classificata di trattenuta per la funzione prevalente

Le caratteristiche geometriche che rileviamo sono:

larghezza (m): dimensione misurata nella direzione di scorrimento dell'acqua;

lunghezza (m): dimensione del corpo della briglia, nella direzione perpendicolare allo scorrimento dell'acqua. Spesso coincide con la larghezza della sezione d'alveo. Non si tiene conto della lunghezza delle ali di ammorsamento, quando si prolungano all'interno del *terreno di imposta*, anche perché non è una misura rilevabile;

altezza (m): misurata alla gaveta. Per le briglie filtranti non si considera l'altezza dei pettini. L'altezza è sempre quella della parte in elevazione, senza *taglioni* e fondazioni.

Le opere possono essere realizzate in cemento armato, veri e propri muri, o in legname e pietrame secondo le tecniche di ingegneria naturalistica, o in massi a secco o cementati. Sono davvero molte le soluzioni costruttive.



Briglia in legname e pietrame



Briglia ad arco con paramento in metallo

## MONITORAGGIO



Briglia costruita con muri cellulari, danneggiata



Briglia (opera militare) sospesa per erosione e scalzamento delle fondazioni



Briglia interrata prossima al termine della sua capacità di trattenuta

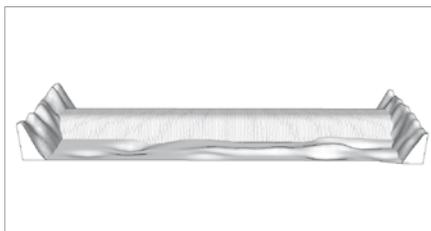


Briglia in dissesto strutturale

## Scheda SO

### • Soglia

La funzione della soglia è di stabilizzare il fondo dell'alveo. Generalmente non emerge sensibilmente dall'alveo ed è progettata per realizzare la pendenza di equilibrio, fissando localmente l'altimetria: impedisce l'erosione di fondo e quindi l'approfondimento, fenomeno pericoloso in presenza di altre opere, come ponti o difese longitudinali.

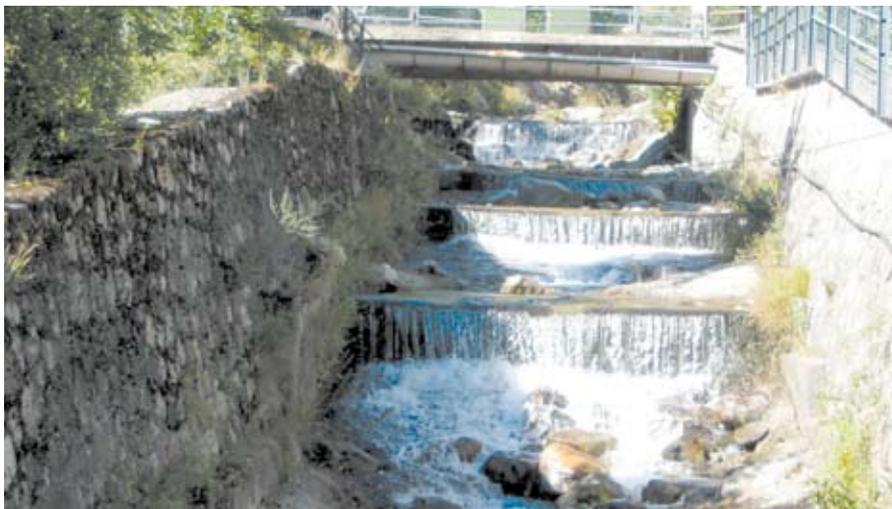


Rappresentazione schematica di una soglia



Soglia o salto di fondo in pietrame e profilati in acciaio

La soglia può spesso far parte di una sequenza di soglie, che fissano il profilo di equilibrio, soprattutto in associazione ad opere longitudinali di cui si vuole impedire l'erosione. È frequente la presenza di una soglia a valle di un ponte, per impedire che il corso d'acqua si approfondisca, mettendo in crisi le fondazioni del manufatto.



Batteria di soglie a protezione del ponte e delle opere longitudinali dall'erosione

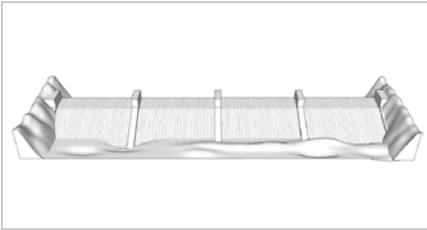


Soglia a valle di un ponte per impedire l'erosione delle pile



Combinazione di soglia e ponte

Una particolare tipologia di soglia è la traversa.

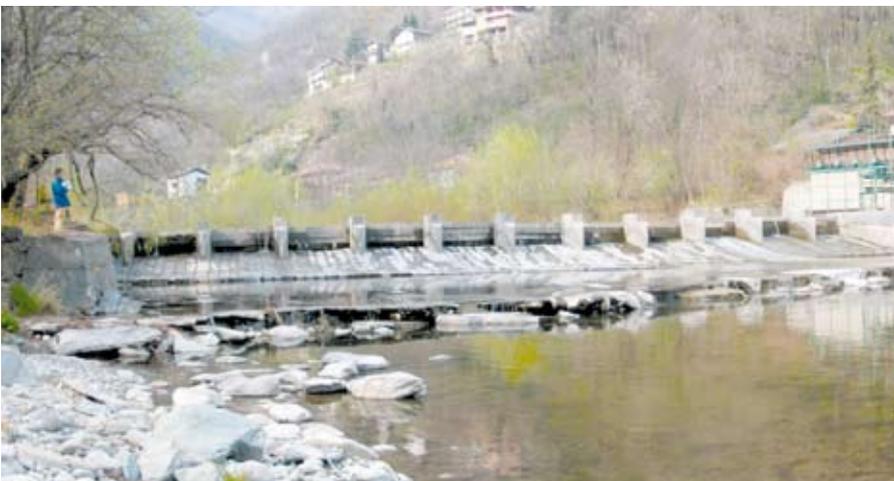


Rappresentazione schematica di una traversa

- **Traversa:** qualsiasi opera trasversale destinata alla derivazione d'acqua. Il suo scopo principale è quello di derivare una certa portata d'acqua dal corso principale, ma anche di fissare la quota di fondo alveo, obiettivo tipico della soglia.



Traversa di derivazione



Traversa di derivazione

Il significato delle caratteristiche geometriche da rilevare è:

larghezza (m): dimensione misurata nella direzione di scorrimento dell'acqua;

lunghezza (m): dimensione del corpo della soglia, nella direzione perpendicolare allo scorrimento dell'acqua;

altezza (m): della parte in elevazione, senza taglioni e fondazioni.

I materiali con cui sono realizzate le traverse sono il cemento armato, i massi di cava, ma sono possibili anche altre combinazioni e altri materiali.

Quando le traverse costituiscono dei veri e propri sbarramenti con organi di manovra consistenti e paratoie, il SICOD le classifica come Opere Speciali. In questo manuale la loro descrizione puntuale e dettagliata è affidata al capitolo "Le opere di derivazione delle acque superficiali".

## MONITORAGGIO



Traversa in dissesto per erosione del rivestimento esterno



Soglia interrata e non più efficiente

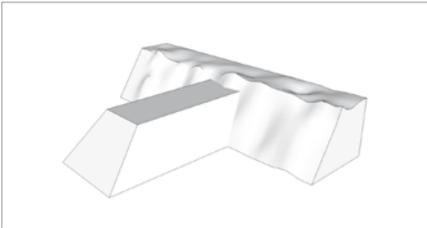


Soglia in dissesto strutturale

## Scheda PE

### • Pennello

Il pennello è un'opera trasversale che ha la funzione di indirizzare la corrente, allontanandola dalla sponda in cui si intesta. Questo consente di proteggere la sponda dall'azione erosiva dell'acqua e, in base alla disposizione e all'ambito, di favorire l'accumulo di sedimenti lungo la sponda, ricostituendola.



Rappresentazione schematica di un pennello



Pennello in massi d'alveo cementati



Pennello in gabbioni



Pennello in gabbioni

Il significato delle caratteristiche geometriche che rileviamo è:

larghezza (m): dimensione minore;

lunghezza (m): dimensione maggiore;

altezza (m): della parte in elevazione, senza taglioni e fondazioni.

I pennelli possono essere realizzati in batteria, cioè ne viene costruita una serie e l'azione di protezione è svolta dall'insieme dei pennelli.

I pennelli sono realizzati in cemento armato, in massi di cava o d'alveo a secco o cementati, con tecniche di ingegneria naturalistica, in gabbioni.

## MONITORAGGIO



Batteria di pennelli in dissesto strutturale



Pennello in calcestruzzo in dissesto strutturale



Pennello in calcestruzzo in dissesto strutturale



Pennello eroso

## OPERE LONGITUDINALI

Le opere longitudinali sono disposte parallelamente alla direzione di scorrimento dell'acqua.

Sono molto frequenti lungo un corso d'acqua sia nelle parti montane che di pianura del bacino. In funzione dell'ambito in cui devono operare, possono variare le tipologie, ma il loro obiettivo resta quello di difendere dall'erosione le sponde e/o di contenere i livelli idrici all'interno della zona attiva dell'alveo o sulle aree che si è progettato di destinare alla piena.

Fanno parte di questa categoria: le difese di sponda, gli argini, le canalizzazioni, ciascuna poi con le proprie tipologie.

### Scheda DS

#### • Difesa di sponda

La difesa di sponda è un'opera che ha il compito di proteggere le sponde dall'erosione del corso d'acqua.

Sotto questo nome distinguiamo alcune tipologie:



Rappresentazione schematica di scogliera

- **scogliera**: è una struttura flessibile costituita da massi di grandi dimensioni ( $0,5-1 \text{ m}^3$ ) reperiti da cave o in alveo. Gli spazi tra i massi possono essere intasati con calcestruzzo o terra, per favorirne la coesione;



Scogliera in massi d'alveo a secco



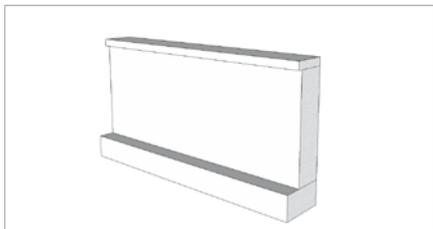
Scogliera in massi di cava a secco



Scogliera in massi di cava cementati



Scogliera di massi d'alveo cementati

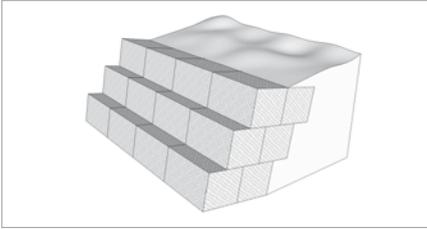


- **muro**: struttura rigida realizzata in calcestruzzo o in pietrame, con paramento verticale;

Rappresentazione schematica di difesa spondale tipologia muro



Difesa spondale realizzata con muro in cemento armato rivestito, con scogliera a protezione delle fondazioni



Rappresentazione schematica di difesa in gabbioni

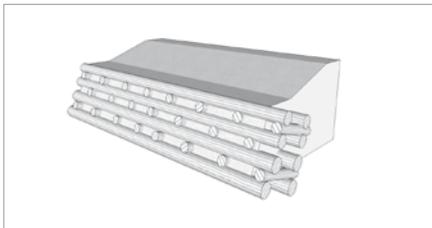
- **gabbionata**: struttura flessibile costituita da parallelepipedi o cilindri (*gabbioni*) realizzati in rete metallica zincata, riempiti di pietrame reperibile in loco;



Gabbionata



Gabbionata



Rappresentazione schematica di difesa spondale con un tipo di intervento in ingegneria naturalistica

- **ingegneria naturalistica**: sono comprese con questo termine tutte le opere che impiegano materiale vegetale vivo in associazione a inerti quali legname, massi, acciaio. La varietà è davvero molto ampia.



Difesa di sponda con palificata a doppia parete e scogliera

Il significato delle caratteristiche geometriche che rileviamo è il seguente:

lunghezza (m): dimensione longitudinale dell'opera;

altezza (m): dimensione della parte in elevazione misurata sulla verticale, senza tagli e fondazioni.

Per gli interventi realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica, si intende l'altezza di sponda, misurata sulla verticale, interessata dagli interventi.

## MONITORAGGIO



Muro in dissesto strutturale per erosione, quindi inefficiente



Gabbionata in dissesto strutturale, quindi inefficiente



Gabbionata interrata e sommersa dalla vegetazione che necessiterebbe di pulizia e svuotamento



Scogliera interrata



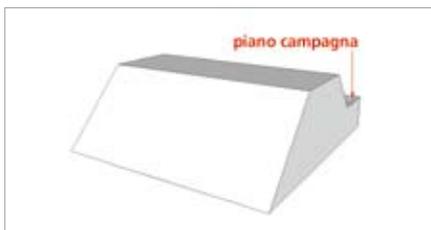
Scogliera con fondazioni sospese a causa dell'erosione. È necessaria una sottofondazione

## Scheda AR

### • Argine

L'argine è una qualsiasi opera longitudinale, la cui quota di *coronamento* è maggiore della quota del piano campagna che protegge. Il suo obiettivo principale è di contenere la portata di piena di progetto e il materiale solido trasportato ed evitare l'esondazione.

Distinguiamo le seguenti tipologie di argine:

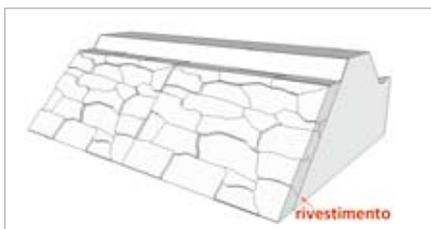


Rappresentazione schematica di argine inerbito

- **inerbito**: si intende l'argine in terra classico, caratteristico dei grandi corsi d'acqua, realizzato in terra sul quale viene fatta crescere l'erba;



Argine inerbito



Rappresentazione schematica di un argine rivestito

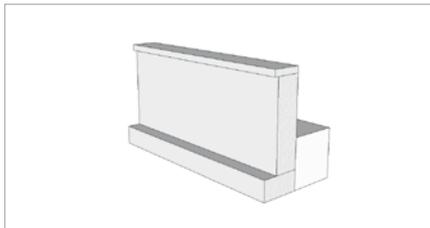
- **rivestito**: è come l'argine inerbito ma, sul paramento lato fiume, sono state realizzate opere di protezione antierosiva (*materassi tipo Reno*, scogliera, gettate di cemento, ...);



Argine rivestito in massi di alveo



Argine rivestito con gettata di cemento



Rappresentazione schematica di argine realizzato con muro

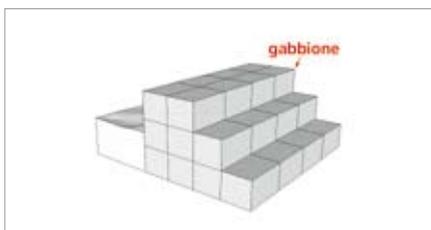
- **muro**: realizzato in calcestruzzo o in pietra;



Argine tipologia muro visto dal lato del piano campagna



Argine tipologia muro visto dal lato del torrente

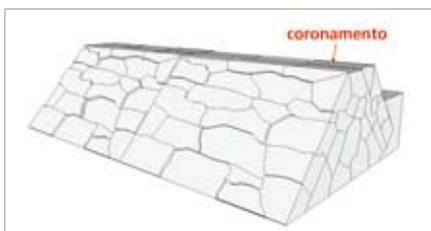


Rappresentazione schematica di argine in gabbioni

- **gabbioni**: si rimanda a quanto detto per le difese di sponda in gabbioni; in questo caso però il coronamento dell'opera è ad una quota superiore a quella di piano campagna.



Argine in gabbioni



- **massi**: si tratta di veri e propri rilevati realizzati con massi di grande pezzatura (in genere di cava), cementati o a secco.

Rappresentazione schematica di argine in massi



Argine in massi di cava a secco



Argine in massi a secco

Il significato delle caratteristiche geometriche che rileviamo è il seguente:

lunghezza (m): dimensione longitudinale dell'opera;

altezza (m): differenza di quota tra il coronamento dell'argine e la quota del piano campagna, misurata quindi a tergo dell'argine, sul lato verso terra.

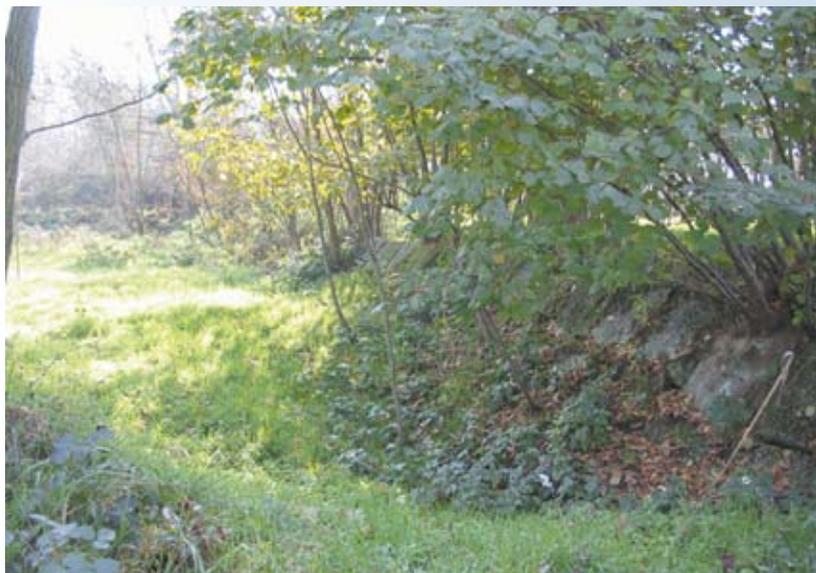
Nella nostra regione, nelle zone montane e collinari, gli argini hanno funzione di contenimento dell'acqua e del materiale solido trasportato dalla piena, per il solo periodo di transito, che è breve. Ecco perché è possibile incontrare argini realizzati con materiali filtranti (gabbioni, massi a secco).

In pianura, dove il transito della piena può anche durare giorni, queste tipologie non sono impiegate. Gli argini sono impermeabili, costruiti in terra con impiego di argilla o muri (centri abitati).

## MONITORAGGIO



Argine rivestito con paramento in massi d'alveo eroso, da ripristinare con adeguata manutenzione

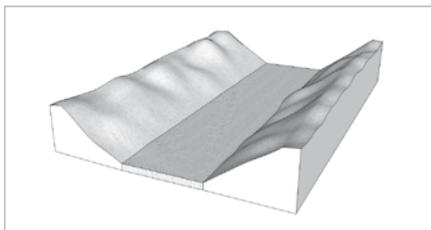


Argine rivestito con vegetazione da tagliare

## Scheda CA

### • Canalizzazione

La canalizzazione è la pavimentazione del fondo e delle sponde di un torrente, volta ad impedire approfondimenti dell'alveo e/o a favorire il transito del materiale solido trasportato dall'acqua. Ma con questo termine si intende anche la realizzazione di un manufatto artificiale (**tombinatura**) per consentire il passaggio dell'acqua al di sotto di infrastrutture (piazze, ferrovie, ...). Si distingue quindi tra tre tipologie di canalizzazione:



- **a sezione aperta fondo alveo:** con scopo antierosivo, in genere a protezione dall'erosione di difese di sponda o per aumentare la velocità dell'acqua o per proteggere il piede delle briglie;

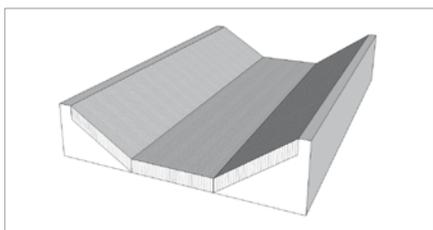
Rappresentazione schematica di canalizzazione del solo fondo alveo



Canalizzazione solo fondo alveo tra due ponti, per evitare fenomeni erosivi e per facilitare il transito del materiale solido trasportato dall'acqua



Canalizzazione del solo fondo alveo



- **a sezione aperta:** l'intera sezione è rivestita dallo stesso tipo di protezione, nota anche con il nome di **cunettone**;

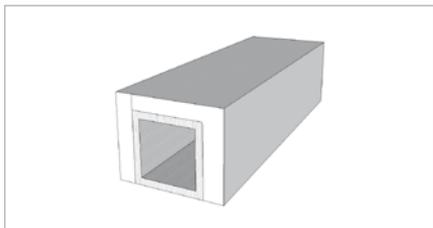
Rappresentazione schematica di canalizzazione a sezione aperta



Attraversamento tipologia tubazione e canalizzazione a sezione aperta in massi d'alveo



Canalizzazione in massi di cava cementati intervallata da soglie



- **a sezione chiusa:** si tratta di un vero e proprio manufatto che prevede il passaggio del corso d'acqua al suo interno.

Rappresentazione schematica di canalizzazione a sezione chiusa



Canalizzazione a sezione chiusa realizzata con tubazione



Canalizzazione a sezione aperta e chiusa

Le caratteristiche geometriche rilevate sono:

lunghezza (m): dimensione longitudinale dell'opera;

larghezza (m): della sezione, quindi misurata in senso trasversale rispetto alla direzione di scorrimento dell'acqua. Se questa non è regolare (ad esempio forma trapezia) si indica la minore;

altezza (m): del rivestimento delle sponde, quando si tratta di canalizzazione a sezione aperta. La dimensione è misurata sulla verticale;

sezione (m<sup>2</sup>): se si tratta di una tombinatura. Può essere un dato utile quando le sezioni non sono regolari;

diametro (m): delle tombinature a sezione circolare.

I materiali con cui sono realizzate le canalizzazioni sono in genere: massi di cava o d'alveo cementati o a secco, acciaio nel caso delle tubazioni, cemento armato, gabbioni.

## MONITORAGGIO



Canalizzazione erosa a valle di una soglia



Canalizzazione erosa ed asportata

Le due tipologie di opere che seguono (scolmatore e canale di gronda; cassa di espansione, vasca di laminazione) non sono oggetto di rilevamento da parte delle GEV, ma vengono comunque descritte perché facenti parte del SICOD.

## Scheda SC

### SCOLMATORE E CANALE DI GRONDA

Lo scolmatore e il canale di gronda sono veri e propri canali artificiali, il cui scopo è di allontanare una parte della portata di piena di un corso d'acqua, recapitandola verso un altro canale o restituendola più a valle nello stesso corpo idrico. Si realizzano laddove il corso d'acqua, che ha una sezione insufficiente a smaltire la portata di piena, interferisce con abitati ed infrastrutture, e non è permessa l'esonazione.

I due termini indicano due opere differenti. Lo **scolmatore** si attiva solo in caso di piena, l'*incile* è ad una quota superiore a quella del corso d'acqua e la sua portata è regolata.

Il **canale di gronda** è sempre attivo, avendo l'incile alla stessa quota del fondo alveo del corso d'acqua su cui si innesta.

Il SICOD distingue tra le seguenti tipologie:

- **a cielo aperto**: si tratta di un vero e proprio canale lunghezza(m): sviluppo planimetrico dell'opera;



Canale di gronda con sponde realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica

larghezza (m): della sezione. Se questa non è regolare (ad esempio forma trapezia) si indica la minore;  
 altezza (m): delle sponde misurata sulla verticale;  
 pendenza (%): del tracciato dell'intera opera. Non sempre è un dato rilevabile con facilità.

• **in galleria:** il tracciato è realizzato con una galleria naturale o artificiale

lunghezza (m): sviluppo planimetrico dell'opera;

larghezza (m): distanza tra i *piedritti*;

altezza (m): della sezione misurata in chiave;

pendenza(%): del tracciato dell'intera opera. Non sempre è un dato rilevabile con facilità.

• **intubato:** la portata viene scolmata attraverso un manufatto artificiale a sezione chiusa

lunghezza (m): sviluppo planimetrico dell'opera;



Scolmatore a cielo aperto ed intubato con vegetazione sul fondo da eliminare

larghezza (m): della sezione, dimensione perpendicolare allo scorrimento dell'acqua;

altezza (m): della sezione;

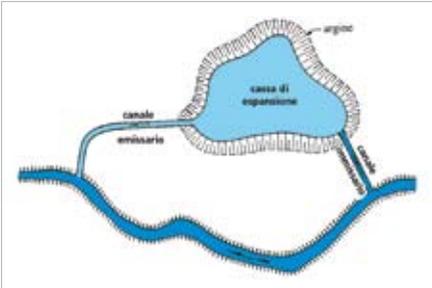
diametro (m): nel caso si tratti di una tubazione;

pendenza (%): del tracciato dell'intera opera. Non sempre è un dato rilevabile con facilità.

### CASSA DI ESPANSIONE, VASCA DI LAMINAZIONE

La cassa di espansione e la vasca di laminazione sono tecnicamente delle aree di invaso finalizzate al controllo delle piene, nelle quali viene immagazzinata una parte del volume idrico dell'onda di piena. Il volume d'acqua immagazzinato viene restituito al corso d'acqua nel tempo e con una portata calibrata alla sua capacità di deflusso.

La **cassa di espansione** è un serbatoio realizzato in parallelo al corso d'acqua, collegato ad esso tramite un canale immissario ed emissario. Entra in funzione solo in caso di piena.



Schema molto semplificato di cassa di espansione



Cassa di espansione



Vasca di laminazione ottenuta sfruttando uno sbarramento naturale, completato con una briglia

La **vasca di laminazione** (o cassa in linea) è realizzata sbarrando il corso d'acqua, è quindi sempre attraversata dalla corrente sia in magra che in piena. È quindi dotata solo di un manufatto in uscita, in genere munito di una *luce di fondo a battente* (che può essere dotata di un organo di regolazione) e di uno *stramazzone* in superficie.



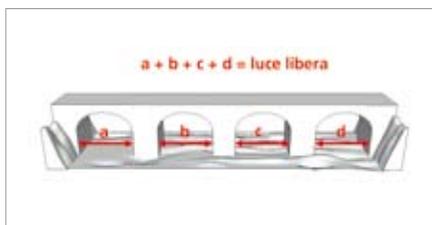
Manufatto di scarico di una vasca di laminazione con luce di fondo a battente

Lunghezza (m):	sviluppo planimetrico dell'opera, parallelo al corso d'acqua;
larghezza (m):	dimensione trasversale al corso d'acqua;
altezza (m):	elevazione massima delle opere di contenimento, misurata sulla verticale;
<i>capacità di invaso</i> (m <sup>3</sup> ):	volume d'acqua invasabile sul quale è stata progettata l'opera. Questo dato è desumibile solo dall'analisi degli elaborati di progetto.

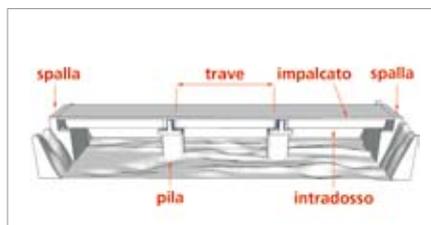
## Scheda PO

### PONTE

Pur non essendo un'opera di difesa, si tratta di un manufatto importante per l'interferenza esercitata sul corso d'acqua e, in alcuni casi, per l'importanza strategica. Si intende per ponte un manufatto la cui **luce libera** è **maggiore o uguale a 6 m**.



Rappresentazione schematica di ponte ad arco a quattro campate



Rappresentazione schematica di ponte a travata a tre campate

La luce libera è la dimensione orizzontale destinata al passaggio dell'acqua. Nel caso di un ponte ad unica campata è la distanza compresa tra le spalle, per ponti a più campate è la somma delle singole luci, misurate tra una pila e l'altra.

Le caratteristiche geometriche misurate sono:

- lunghezza totale (m): dimensione trasversale alla direzione di scorrimento dell'acqua. Nel caso di ponti a travata è la lunghezza delle travi, per quelli ad arco è la distanza tra spalla e spalla (compresa la spalla);
- luce libera totale (m): larghezza della sezione destinata al deflusso, al netto delle pile o di altri ostacoli. Nel caso di ponte ad un'unica campata è la distanza tra l'intradosso della spalla destra e quello della spalla sinistra;
- larghezza impalcato (m): dimensione del ponte nel senso della corrente, compresi i marciapiedi e gli sbalzi;
- altezza dell'intradosso da fondo alveo (m): distanza tra l'intradosso dell'impalcato e il fondo alveo. Nel caso di impalcato non orizzontale è la distanza minore. Questa dimensione si misura dal lato di monte, in genere. Se le luci sono più di una, questa distanza è

rilevata nella sezione in cui scorre l'acqua al momento del rilevamento. Per i ponti ad arco l'altezza è valutata in chiave;

altezza rilevati d'accesso (m): si intende l'altezza massima dei rilevati in destra e sinistra, se presenti, quando la quota del ponte è maggiore di quella del piano campagna. Questo dato ha carattere puramente indicativo, ma tiene conto del fatto che i rilevati d'accesso possono interferire con il regime idraulico del corso d'acqua, costituendone, a volte, un ostacolo.

Il SICOD individua diverse tipologie di ponti:

- **ferroviario:**



- **autostradale:**



- **stradale:** si intendono tutti i ponti idonei al transito di mezzi, anche se ad una sola corsia, quindi anche i ponti delle piste forestali, l'importante è che la luce sia maggiore o uguale a 6 m;



- **ponte canale:** manufatto che consente l'attraversamento di condotte, canali e di qualsiasi sottoservizio;



- **pedonale:** passerelle riservate al solo transito pedonale.



Con il termine di struttura intendiamo fornire un'indicazione sul tipo di impalcato:

- **a travata:**



- ad arco:



## MONITORAGGIO



Ponte in dissesto strutturale a seguito di un evento alluvionale



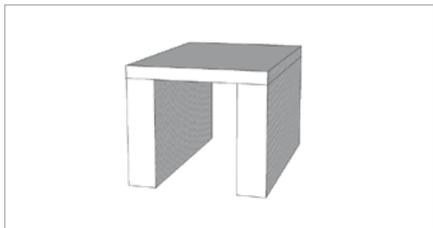
Ponte completamente interrato che necessita di svuotamento



Erosione sotto le fondazioni della spalla sinistra

### ATTRAVERSAMENTO E GUADO

Per attraversamento si intende un manufatto che mette in comunicazione le due sponde e ha una **luce inferiore a 6 m**: consente il passaggio dell'acqua al di sotto di un'infrastruttura.



Rappresentazione schematica di un attraversamento

Il guado è invece un'opera di attraversamento, realizzata per essere sormontata anche dalla piena ordinaria. Le tipologie previste per questa categoria sono:

- **attraversamento**: è il classico ponticello;



- **attraversamento scatolare:** è un manufatto costituito da un parallelepipedo completo di tutti i lati, quindi anche il fondo alveo fa parte del manufatto;



- **attraversamento tubazione:** è costituito da un tubo di vario materiale;



- **guado**: opera di attraversamento sormontabile dall'acqua.



Le caratteristiche geometriche da rilevare hanno il significato seguente:

lunghezza (m): dimensione parallela al senso di scorrimento dell'acqua;

larghezza (m): dimensione nella direzione perpendicolare al senso di scorrimento dell'acqua;

altezza (m): misurata dal fondo del rio. Se il manufatto non è orizzontale, rileviamo l'altezza minore;

sezione (m<sup>2</sup>): è un dato ridondante se sono state rilevate altezza e larghezza, ma può essere utile nel caso di tubazioni a sezione non circolare (tipo Finsider);

diametro (m): della tubazione.

## MONITORAGGIO



Attraversamento parzialmente interrato

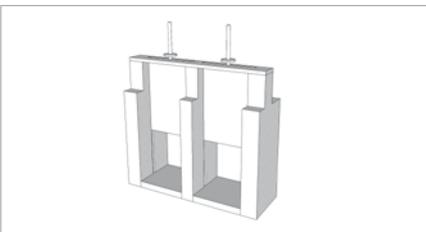


Sbocco di un attraversamento in dissesto strutturale

### OPERA SPECIALE



Opera speciale di sbarramento



Schema molto semplificato di opera speciale

Con questo termine si raggruppano tutte le opere di difesa particolari, che non rientrano nelle precedenti tipologie e tutte le opere che interferiscono con i corsi d'acqua, ma che non sono opere di difesa, naturalmente esclusi i ponti e gli attraversamenti. Nel primo caso si fa riferimento ad esempio ai sifoni, alle gallerie drenanti, a combinazioni parti-

colari di interventi. Nel secondo caso ci si riferisce invece a costruzioni nate con altri scopi, ma che interferiscono pesantemente con il territorio, come ad esempio le grandi traverse di derivazione o gli sbarramenti artificiali.

Per queste ultime opere, che saranno anche quelle più frequentemente incontrate, il SICOD richiede pochi dati, per definire a grandi linee l'ingombro complessivo.

Per quel che riguarda le caratteristiche geometriche, relativamente alle opere di presa il significato delle grandezze è il seguente:

lunghezza (m): ingombro nel senso perpendicolare alla corrente;

larghezza (m): ingombro nella direzione parallela alla corrente;

altezza (m): ingombro dell'opera in elevazione;

sezione (m<sup>2</sup>): dato riferito a gallerie drenanti e pozzi collettori.

In questa attività di ricognizione lungo i corsi d'acqua, queste opere sono oggetto di rilevamento specifico, in quanto derivazioni e il metodo di rilevamento è ampiamente descritto nei capitoli "Le opere di derivazione delle acque superficiali" e "Guida alla compilazione delle schede".

## OPERE DI VERSANTE

Questa classe di opere viene brevemente illustrata di seguito, per dare un'informazione completa sul panorama di opere che classifichiamo nel SICOD. Il rilevamento delle Guardie Ecologiche Volontarie non se ne occupa. Pertanto all'interno della scheda non vi sarà la rappresentazione schematica delle varie opere, né l'indicazione delle dimensioni da rilevare.

Le opere di versante comprendono gli interventi il cui obiettivo è quello di contrastare un movimento di versante. L'azione di difesa si può esplicare con opere che migliorano le caratteristiche geotecniche dei terreni in cui agiscono, ad esempio drenando l'acqua che si infiltra nel terreno, aumentandone la resistenza con l'ausilio di rinforzi (**interventi attivi**); oppure con interventi finalizzati a resistere e proteggere dal potenziale movimento franoso. In questo ultimo caso si tratta di interventi anche consistenti, progettati per sopportare il manifestarsi del movimento franoso (**interventi passivi**).

La classe delle opere di versante si divide in due categorie: le **opere superficiali** e le **opere profonde**.

### Scheda OSS

## OPERE SUPERFICIALI

In questa categoria si è cercato di comprendere la maggior parte degli interventi di sistemazione di quei dissesti di versante detti **superficiali**, che coinvolgono cioè strati superficiali di terreno. Si realizzano quindi opere che non vanno in profondità, ma interessano la porzione più superficiale dell'area dissestata.



Canaletta per l'allontanamento delle acque di scorrimento superficiali realizzata in legname e pietrame

- **Raccolta acque:** rientrano in questa tipologia tutte le forme di convogliamento, adduzione, controllo dello scorrimento delle acque superficiali. Si tratta di interventi finalizzati all'allontanamento controllato delle acque meteoriche, come le canalette di vario tipo, i fossi in terra, realizzati in genere a corollario di altri interventi di stabilizzazione di un versante.



Versante su cui sono in atto operazioni di disgaggio a cura di squadre di tecnici specializzati

- **Disgaggio:** questa operazione consiste nell'abbattimento delle masse instabili di un versante. Si tratta quindi di singoli interventi puntuali che possono essere effettuati per mezzo di sistemi meccanici (*martellone*) o con l'ausilio di mezzi chimici (cementi espandenti, esplosivo). È un intervento attivo di difesa da fenomeni di crollo, in quanto si opera direttamente per evitare che l'instabilità si manifesti.



Versante riprofilato con successioni di gradoni realizzati con materiale di riporto

- **Riprofilatura:** è un intervento volto a ridisegnare la geometria di un versante secondo un profilo stabile. La riprofilatura può essere ottenuta con gradonatura dei pendii, in modo da realizzare una pendenza complessiva di equilibrio. Il profilo finale può essere ottenuto mediante prevalente movimentazione del materiale in posto oppure, in specifiche situazioni, con apporto di materiale proveniente da altri siti. In quest'ultimo caso si parla di **ricarica**. Anche questo è un intervento di difesa attiva.



Opera di ingegneria naturalistica: palificata a doppia parete. La sua funzione è di sostenere la scarpata di monte della strada

- **Sostegno superficiale:** sotto questo nome generico comprendiamo le opere che svolgono un'azione di sostegno di un versante o parte di esso. Possono agire come elemento di contrasto alle forze destabilizzanti ed è il caso dei muri a gravità, muri tirantati e/o su fondazioni indirette. Oppure agiscono come elemento riqualificante del ver-



Palificata a doppia parete con funzione di riprofilatura e ricarica del versante



Rete paramassi che, in questo caso, ha contenuto una colata detritica

sante stesso (palificate vive di sostegno a doppia parete, muri cellulari, terre rinforzate). Le opere di ingegneria naturalistica nelle loro varie tipologie, volte a preservare il versante da azioni di dilavamento ed erosione diffusa, sono comprese in questa tipologia.

- **Opera di protezione:** si tratta di quegli interventi che proteggono da fenomeni di caduta massi, colate e valanghe. In questa tipologia sono compresi sia gli interventi passivi che attivi. Le opere paramassi e paravalanghe come la galleria, il vallo e la rete sono interventi di difesa passivi, cioè finalizzati a resistere e a difendersi al manifestarsi del dissesto, piuttosto che a prevenirlo.

Le chiodature, la posa di reti addossate ai versanti, i ponti da neve, le rastrelliere, le opere di ingegneria naturalistica specifiche sono opere attive, cioè che concorrono ad impedire con la loro azione che il dissesto si manifesti.

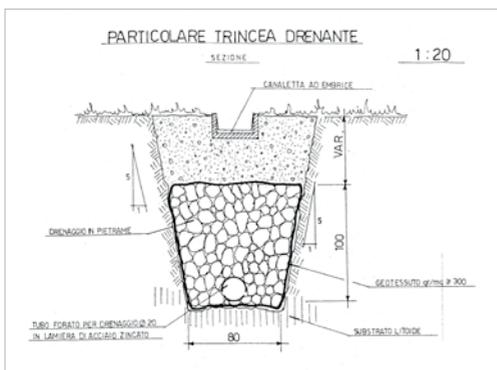
## Scheda PR

### OPERE PROFONDE

Fanno parte della categoria quegli interventi che sono realizzati nel sottosuolo, quindi difficilmente rilevabili dalla superficie. I dati raccolti in questo caso, per la maggior parte, provengono dall'analisi di elaborati progettuali.

Comprendiamo in questa categoria soprattutto gli interventi finalizzati a raccogliere le acque di scorrimento profonde, quelle che si infiltrano e che devono essere intercettate per prevenire o evitare che si manifestino nuovamente mo-

vimenti di versante traslativi quali *planari* o *rotazionali* di notevoli proporzioni.



Schema di trincea drenante

captazione dell'acqua intercettata. La parte più superficiale della trincea è riempita di materiale impermeabile, per impedire alle acque superficiali di raggiungere il sistema drenante profondo e limitarne la capacità di convogliamento delle acque sotterranee. Il sistema di trincee drenanti è generalmente realizzato con struttura a lisca di pesce, con un ramo centrale lungo la massima pendenza e rami laterali collegati.



Pozzo in fase di scavo

- **Trincea drenante:** la trincea tipo più diffusa in Piemonte consiste in uno scavo di profondità variabile in funzione della potenza del volume da stabilizzare, riempito per metà o tre quarti da materiale filtrante di idonea pezzatura all'interno del quale è ubicato un tubo filtrante o altro dispositivo idoneo alla

- **Pozzo:** anche questo è un intervento destinato al drenaggio delle acque di infiltrazione profonde. Può essere realizzato come opera isolata o in batteria, insieme ad altri pozzi, tra loro connessi. Il pozzo è rivestito con un'armatura filtrante a tergo della quale viene sistemato il materiale anidro, con funzioni filtranti.



Allontanamento delle acque di infiltrazione con una batteria di dreni suborizzontali a canna drenante

drenare secondo una geometria variabile da caso a caso. Possono essere suborizzontali, con inclinazione verso l'alto, a ventaglio, ...

I dreni sifone invece sono una tipologia particolare, dove la canna drenante non scarica direttamente l'acqua raccolta allo sbocco, ma la adduce all'interno di un pozzetto in cui è collocato un sifone. Questo permette di monitorare l'efficacia del drenaggio e la quantità di acqua drenata, attraverso l'attivazione del sifone.

- **Dreno:** è un'opera in grado di allontanare dall'interno di un versante l'acqua di infiltrazione attraverso tubi di piccolo diametro, trivellati nel versante con andamento suborizzontale, inclinati verso monte di  $10^\circ - 30^\circ$  e disposti in batteria. Sono state individuate due tipologie di dreni: **a canna drenante** e **dreno sifone**. Nel primo caso i dreni vengono, a seguito di perforazione, infissi nel volume di terreno da



Micropali e tiranti a sostegno del pendio

- **Opera di sostegno profonda:** si intende comprendere in questa tipologia le opere finalizzate al sostegno di un versante o di una struttura compromessa da un fenomeno di instabilità, con l'impiego di armature sistemate all'interno del terreno.

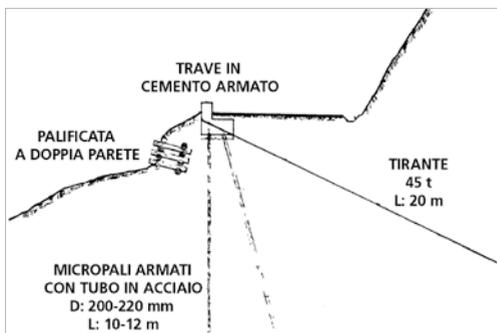
Il SICOD, nell'ambito delle opere di sostegno profonde, distingue tra:



Diaframma di palancole a sostegno della sponda



Sezione tipo di consolidamento versante con pali e tiranti



Sostegno della scarpata con micropali e tiranti

**Diaframma:** opera di sostegno realizzata infiggendo nel terreno delle *palancole* tra loro collegate, in modo da formare una struttura continua con funzione di contenimento. Il diaframma può essere utilizzato anche come opera di difesa dall'erosione lungo le sponde dei corsi d'acqua di pianura.

**Palo:** opera realizzata attraverso perforazione di grande diametro. Il foro viene poi rivestito con apposita armatura e iniettato, oppure direttamente gettato. Nelle sistemazioni di versante i pali vengono realizzati in batteria.

**Micropalo:** tubo di acciaio di diametro inferiore rispetto al palo (varia da 60 a 250 mm) in cui si effettuano delle iniezioni di malta cementizia in prossimità di apposite valvole. L'iniezione ha lo scopo di ancorare l'armatura metallica al terreno e ai micropali adiacenti, infatti si realizzano sempre batterie di micropali con funzione di sostegno.

In base alle esigenze, è possibile che le teste dei micropali vengano annegate in un cordolo di calcestruzzo e che quest'ultimo e/o l'insieme dei micropali siano coadiuvati da tiranti, che lavorano per assorbire il momento flettente a cui li sottopone la spinta del terreno a tergo.



# Le opere di derivazione delle acque superficiali

## CHE COS'È UNA DERIVAZIONE

Con il termine di derivazione si intende un qualsiasi prelievo di acqua da corpi idrici superficiali, sotterranei o sorgenti, esercitato mediante opere mobili o fisse (regolamento regionale 10/R del 29 luglio 2003).

Le derivazioni sono classificate in base all'uso dell'acqua prelevata e alla portata derivata.

Tutti i prelievi d'acqua devono essere preventivamente autorizzati con specifici atti di *concessione* che, a seconda dell'uso richiesto e fatto salvo quanto previsto da eventuali norme speciali, possono avere validità massima compresa tra 15 e 40 anni.

Date le finalità del presente Manuale, questo lavoro si limita a presentare e a trattare le opere di derivazione da **corpi idrici superficiali**.

## GLI USI DELLE ACQUE PUBBLICHE

Il regolamento regionale 10/R del 29 luglio 2003, all'art.3 classifica l'**uso delle acque pubbliche** secondo le seguenti tipologie:

- **agricolo**: qualunque uso dell'acqua, ivi compresi quello irriguo e quello antibrina, effettuato da un'azienda agricola e funzionale all'attività dell'azienda stessa;
- **civile**: l'uso dell'acqua per il lavaggio di strade e superfici impermeabilizzate, lo spurgo di fognature, l'irrigazione di aree verdi pubbliche, la costituzione di scorte antincendio;
- **domestico**: l'utilizzazione di acqua destinata all'uso igienico e potabile, all'innaffiamento di orti e giardini, all'abbeveraggio del bestiame, purché tali usi siano destinati al nucleo familiare e non configurino un'attività economico-produttiva o con finalità di lucro;

- **energetico**: l'uso dell'acqua finalizzato alla produzione di energia elettrica o di forza motrice;
- **lavaggio di inerti**: l'uso dell'acqua finalizzato al lavaggio degli inerti;
- **piscicolo**: l'uso dell'acqua finalizzato all'allevamento di specie ittiche;
- **potabile**: l'uso dell'acqua per approvvigionamento idrico alle persone, comunque effettuato;
- **produzione di beni e servizi**: gli usi dell'acqua direttamente connessi con il processo produttivo o con l'attività di prestazione del servizio, ivi comprese le infrastrutture sportive e ricreative, nonché gli usi dell'acqua per l'innevamento artificiale o per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione o l'immissione sul mercato di prodotti o di sostanze destinate al consumo umano;
- **riqualificazione di energia**: l'uso dell'acqua, sostanzialmente a ciclo chiuso, finalizzato ad incrementare l'energia potenziale della stessa con l'obiettivo di renderla idonea alla produzione di energia elettrica nelle cosiddette ore piene;
- **zootecnico**: l'uso dell'acqua destinato alla gestione dell'allevamento, purché di volume annuo superiore a mille metri cubi.

Sulla base della **portata d'acqua derivata**, e del volume annuo prelevato si distinguono grandi e piccole derivazioni.

Secondo la legislazione vigente (R.D. 1775/33, D.Lgs 152/06) sono considerate **grandi derivazioni** quelle che eccedono i **1000 l/s** per gli **usi irrigui** e i **100 l/s** per gli **altri usi**. Per le derivazioni ad uso idroelettrico, il limite tra piccole e grandi derivazioni non è definito in termini di portata derivata massima, bensì di *potenza nominale media* annua: si parla di grandi derivazioni laddove le portate derivate consentono lo sviluppo di una potenza nominale media annua **> 3.000 kW**.

La maggior parte delle derivazioni che incontriamo sul territorio della nostra regione sono realizzate a fini idroelettrico ed irriguo. In questo Manuale, pertanto, si è scelto di presentare nel dettaglio queste due tipologie di prelievo.

## DERIVAZIONI AD USO ENERGETICO (IDROELETTRICO)

Per uso idroelettrico si intende l'utilizzazione dell'*energia potenziale idraulica* di un corpo idrico per produrre energia elettrica.

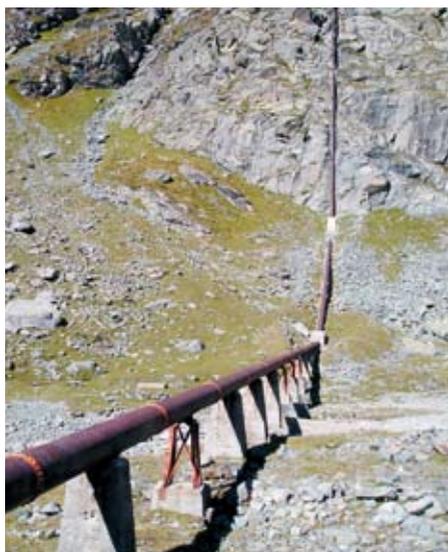
Il principio su cui si basa tale utilizzazione è quello per cui una certa massa d'acqua, per il fatto di trovarsi ad una determinata quota, possiede in sé una quantità di energia ben definita (detta *energia potenziale*, ovvero l'energia della massa d'acqua in quiete a quella quota). L'acqua, nel passare da una quota di monte ad una di valle, “perde” una parte di tale energia, “trasformandola” in un'altra forma detta *energia cinetica*, che dipende dalla velocità e dalla massa dell'acqua che cade.

La massa d'acqua, a valle del suo percorso, avrà una minore quantità di energia totale per le perdite di carico dovute all'attrito (in alveo o in condotta) e ad eventuali ostacoli incontrati; la forma in cui la stessa sarà disponibile sarà inoltre cambiata poiché, contestualmente alla diminuzione di energia potenziale, si sarà verificato un aumento di quella cinetica.

Nel caso delle derivazioni a scopo idroelettrico, si cerca di utilizzare la differenza di energia potenziale dell'acqua tra due punti posti a quote diverse, il cosiddetto **salto**, per produrre **energia elettrica**.

L'acqua derivata per scopi idroelettrici viene generalmente restituita interamente al corso d'acqua attraverso apposite opere. Il tratto di asta fluviale

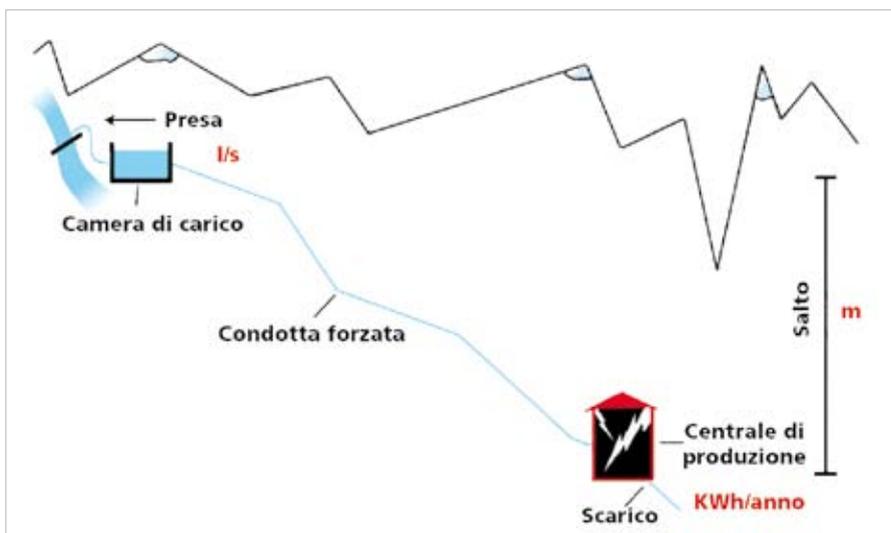
compreso tra il punto di presa ed il punto di restituzione è definito tratto sotteso e, a seconda delle caratteristiche costruttive dell'impianto, può estendersi anche per alcuni chilometri, in genere per disporre di un salto adeguato. In alcuni casi l'acqua, anziché essere restituita in alveo, può essere scaricata direttamente alla presa di un altro impianto posto più a valle, generando i cosiddetti “impianti in cascata”. A volte, per la presenza di più impianti così progettati, il tratto sotteso del corso d'acqua può raggiungere anche molti chilometri. In altri casi, come per esempio quando la centrale è ubicata nel corpo della traversa, il tratto sotteso è invece nullo.



Esempio di condotta forzata

Un impianto idroelettrico è generalmente così composto:

- **opera di sbarramento**, diga o traversa (con organi di rilascio del DMV e scala di risalita per l'ittiofauna);
- **opera di presa**, la cui configurazione dipende dalla tipologia del corso d'acqua, dall'*orografia* della zona e dalle caratteristiche di erodibilità del bacino e dei sedimenti trasportati;
- **opere di convogliamento delle acque**, costituite da canali o condotte forzate. La scelta è funzione dell'*orografia* e conseguentemente della tipologia dell'impianto, a basso o ad alto salto;
- **edificio di centrale**, contenente le opere elettromeccaniche (gruppo pompa o turbina-alternatore, trasformatore, contatori, quadri elettrici e sistemi di controllo);
- **opere di restituzione**, delle acque derivate nel corso d'acqua principale.



Schema raffigurante un generico impianto idroelettrico ad acqua fluente

Si possono individuare due tipologie impiantistiche:

### • Impianti con riserva d'acqua

Permettono di eseguire una regolazione dei volumi d'acqua derivati in quanto immagazzinano parte degli apporti idrici nell'invaso a servizio dell'opera; possono quindi produrre energia idroelettrica nei momenti di maggiore richiesta.

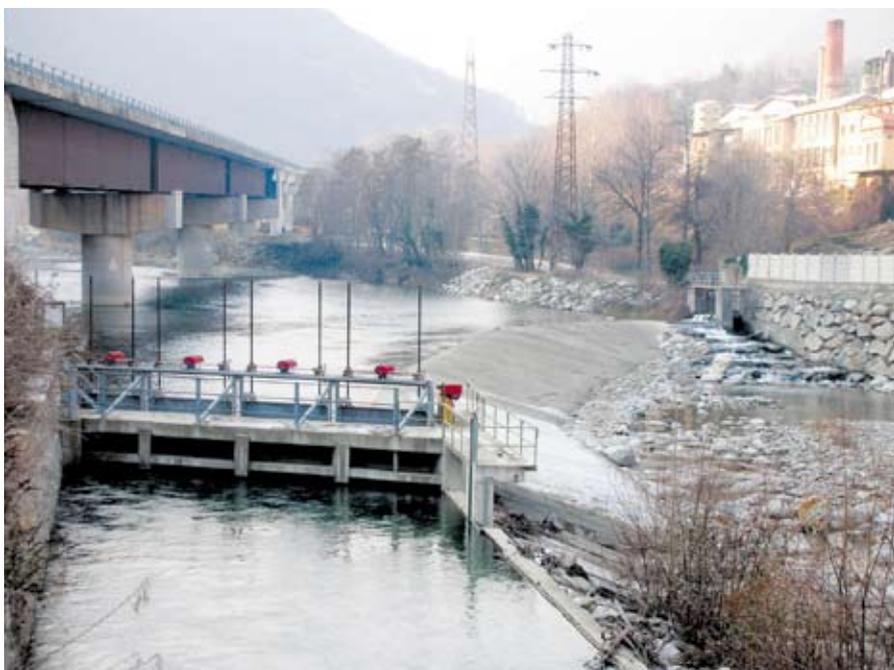


Diga di Pian Telesio – Locana

In funzione della durata di riempimento dell'invaso si possono suddividere in **derivazioni a bacino**, se permettono l'accumulo d'acqua per un periodo di poche settimane, e in **derivazioni a serbatoio**, se sono in grado di accumulare acqua per un periodo superiore (anno idrologico).

- **Impianti ad acqua fluente**

Sono quelli privi di qualsiasi capacità di regolazione e, pertanto, la portata utilizzata è pari alla quantità d'acqua derivabile dal fiume, al netto del rilascio del DMV da garantire, e fino alla portata massima derivabile attraverso le opere di presa. La restituzione dell'acqua in alveo avviene attraverso apposite opere.



Derivazione a servizio di impianto idroelettrico ad acqua fluente

## DERIVAZIONI AD USO AGRICOLO (IRRIGUO)

Per distribuire l'acqua dai corpi idrici alle zone da irrigare, la soluzione più semplice e tradizionale è quella di scavare canali a *pelo libero* (**canali adduttori o derivatori**), collegati e alimentati dal corso d'acqua attraverso organi di presa.



Esempio di rete di distribuzione irrigua: in blu il canale derivatore principale, in azzurro la rete secondaria

In funzione della presenza o meno di un'opera di sbarramento, si possono distinguere due diverse tipologie (derivazioni irrigue dirette e con sbarramento).

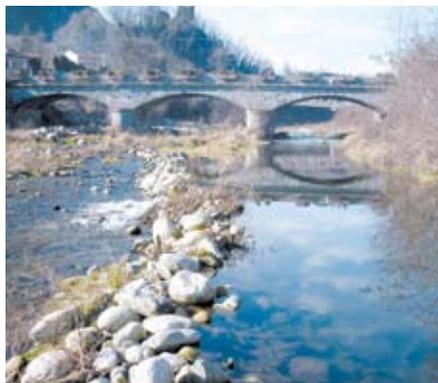
In alcuni casi si rende necessario immagazzinare le acque fluenti superficiali durante i periodi di maggior deflusso, per poterle utilizzare nel corso della stagione irrigua. A tale scopo si realizzano veri e propri **serbatoi stagionali**, che consistono in invasi artificiali opportunamente regolati.

Le **derivazioni irrigue dirette** si realizzano nei casi in cui il pelo libero del corso d'acqua da cui si deriva si trova ad un livello superiore rispetto a quello del canale adduttore; in questo caso non si rende necessario lo sbarramento e la derivazione può essere realizzata semplicemente aprendo luci di ingresso sulla sponda o sull'argine del corso d'acqua. Oltre agli organi di presa possono esserci strutture ausiliarie (paratoie) atte ad assicurare la regolarità della *captazione* e a ridurre i fenomeni d'interramento.

Le **derivazioni irrigue con sbarramento** si realizzano qualora la quota del pelo libero del corso d'acqua sia insufficiente ad alimentare la derivazione; in tal caso il livello idrico viene innalzato mediante una traversa che, in funzione delle caratteristiche di portata e di trasporto solido del corso d'acqua, potrà essere di tipo fisso, mobile o precario.



Derivazione irrigua con traversa di tipo fisso



Derivazione irrigua con sbarramento precario



Esempio di attingimento tramite tubo in gomma

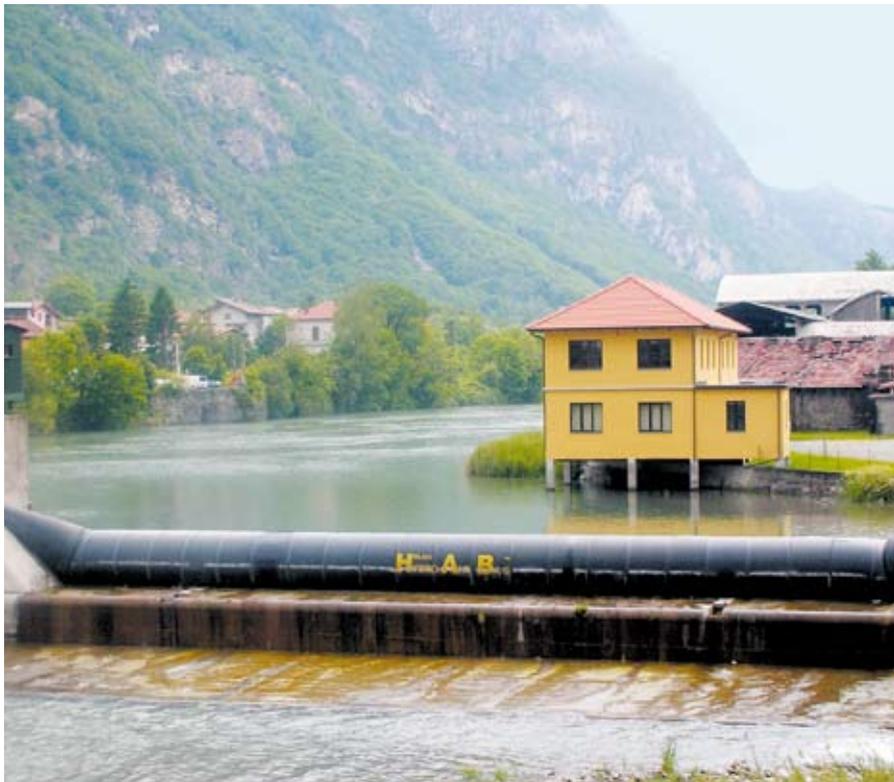
Tra i prelievi ad uso irriguo, molti sono a carattere provvisorio, definibili **attingimenti**. L'attingimento è una derivazione da corpo idrico superficiale utilizzata per prelievi saltuari o di soccorso di durata determinata e definita, che prevede l'impiego di opere mobili o semifisse, di sifoni oppure di altri congegni elevatori posti sulle sponde o sugli argini.

Secondo il regolamento regionale 10/R del 2003, un attingimento, per essere tale, deve rispettare le seguenti condizioni:

- la portata dell'acqua attinta non deve superare i 60 l/s, e il volume complessivo annuo non deve essere superiore ai 300.000 m<sup>3</sup>;
- non devono essere intaccati gli argini, né essere pregiudicate le difese del corso d'acqua;
- non devono essere alterate le condizioni del corso d'acqua con conseguente riduzione della risorsa disponibile per le concessioni esistenti e deve essere salvaguardato e garantito il DMV nel corso d'acqua.

La **licenza di attingimento** è rilasciata per una durata non superiore a un anno, salvo rinnovo per non più di cinque volte, e può essere revocata per motivi di pubblico interesse.

## OPERE DI UNA DERIVAZIONE



Opera di sbarramento caratterizzata da particolare traversa a gommone

Vengono di seguito elencate e illustrate le diverse tipologie di opere che costituiscono una derivazione, tenendo conto che non esiste, ad oggi, una classificazione ufficiale di questi manufatti. I sopralluoghi in campo, insieme all'attività istruttoria sulle concessioni di derivazione di acqua pubblica, hanno reso possibile procedere ad una catalogazione delle diverse tipologie di opere connesse alla derivazione individuabili sui corsi d'acqua del territorio. Una generica derivazione può essere costituita dalle seguenti opere:

- **opere di sbarramento;**
- **opere di presa;**
- **opere di convogliamento.**

## OPERE DI SBARRAMENTO

### • Le dighe

Le dighe costituiscono lo sbarramento tipico per l'alimentazione degli impianti a serbatoio o a bacino. Sono opere che, oltre ad intercettare il corso d'acqua, creano un accumulo utile ai fini della regolazione delle portate.



Vista da valle dello sbarramento della diga di Pian Telessio – Locana

### • Le traverse

Sono opere costruite trasversalmente al flusso della corrente. Non hanno il compito di creare un invaso ma semplicemente di rialzare i livelli idrici a monte per alimentare la presa della derivazione, in modo continuo o periodico.

Si possono individuare diverse tipologie di traverse, le principali delle quali vengono di seguito descritte:

- traverse fisse (prive di organi di regolazione);
- traverse mobili (con organi di regolazione);
- sbarramenti precari (a carattere temporaneo).

TIPOLOGIA	DENOMINAZIONE	SCHEDA
Traversa fissa	Traversa semplice	S1
	Traversa con rialzo	S1
	Traversa a trappola	S2
	Traversa a trappola rialzata	S2
Traversa mobile	Traversa con paratoie piane	S3
	Traversa con paratoie a settore	S4
	Traversa con paratoie a ventola	S5
	Traversa con paratoie cilindriche	S6
	Traversa con paratoie miste	S7
Sbarramento precario	Traversa precaria	S8



Esempio di traversa fissa



Traversa fissa con rialzo in legno

Le **traverse fisse** sono tipiche dei corsi d'acqua montani e si presentano in genere sotto forma di sbarramenti costituiti da materiali diversi. Questa tipologia di traversa è progettata per essere tracimata dall'acqua nel caso di piena o di portate superiori a quelle derivabili dall'impianto e, a tale scopo, è sagomata opportunamente per contenere i fenomeni erosivi a valle e per assicurare la necessaria protezione contro gli scalzamenti.

Qualora presente, una paratoia sghiaiatrice permette di riversare in alveo, a valle della traversa, il materiale solido trasportato dalla corrente ed evitare che lo stesso si depositi all'imbocco dell'opera di presa.



Paratoia sghiaiatrice

Nella categoria delle traverse di tipo fisso rientrano anche le cosiddette traverse derivanti comunemente definite “a trappola”, nelle quali è la stessa opera di sbarramento che funge anche da opera di presa (attraverso una griglia).



Traversa a trappola con griglia a piano alveo

Si tratta di un'opera cava che raccoglie al suo interno l'acqua filtrata da una griglia; i ciottoli, ed in genere il materiale più grossolano, rimangono all'esterno e possono defluire verso valle.

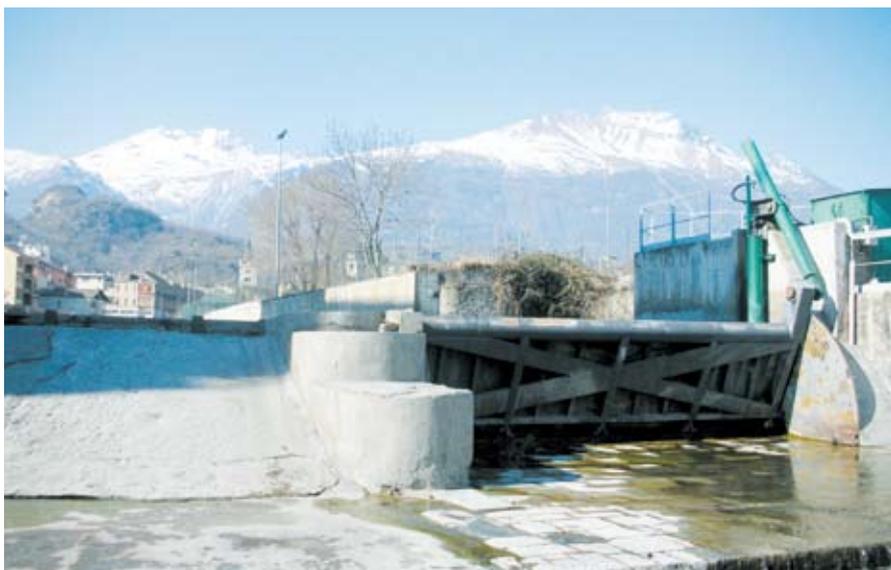
La traversa a trappola può essere a piano d'alveo, se totalmente incassata, oppure rialzata (trappola rialzata), se emerge dal fondo alveo.



Traversa mobile con paratoie piane

Le **traverse mobili** sono più tipiche dei corsi d'acqua di pianura o comunque dei corsi d'acqua soggetti a forti piene. Sono in genere costituite da una parte fissa in muratura o calcestruzzo (platea e pile di guida) su cui si innestano organi mobili (paratoie) che possono essere di vario tipo e che sono tenuti aperti durante gli eventi di piena in modo da non creare ostacolo al deflusso delle acque.

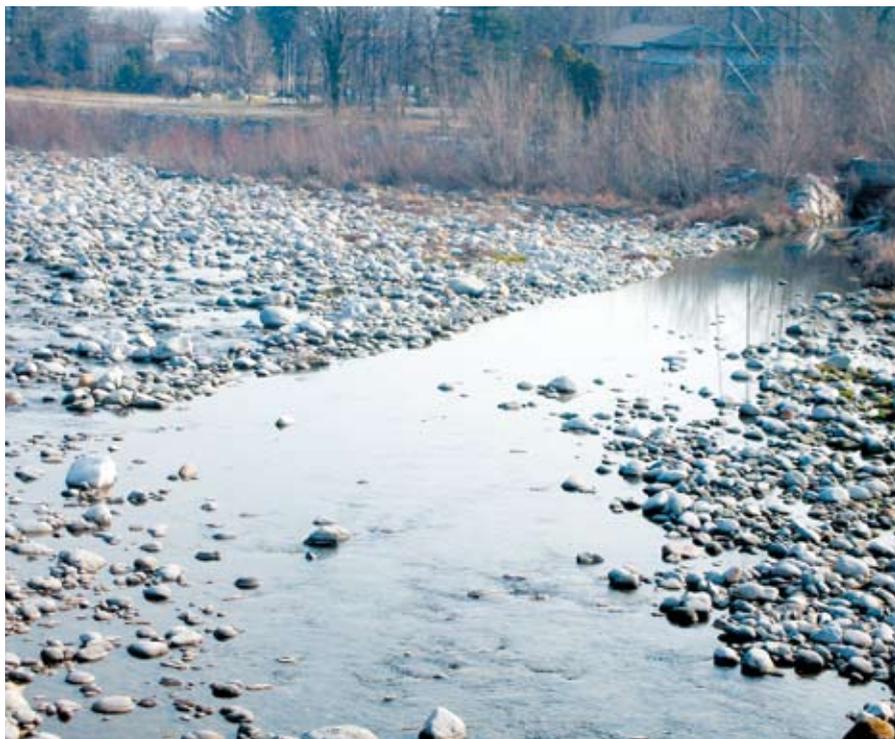
Molto spesso il medesimo sbarramento è caratterizzato in parte da traversa fissa (es. soglia in pietra o calcestruzzo) e in parte da traversa mobile dotata di organi di regolazione.



Traversa mobile, in parte costituita da soglia fissa in calcestruzzo

Gli **sbarramenti precari** si possono incontrare soprattutto nei corsi d'acqua di pianura e di media montagna e sono realizzati mediante l'accumulo in alveo di materiali sciolti (ad esempio ciottoli o cumuli di terra). Tali sbarramenti sono a servizio di opere di presa spesso sprovviste di organi di regolazione; nel caso questi ultimi siano presenti sono generalmente a movimentazione manuale.

Tali sbarramenti vengono rimodellati ogni anno e sono utilizzati nella gran parte dei casi per prese ad uso irriguo, con funzionalità soltanto stagionale.



Sbarramento precario in ciottoli d'alveo a servizio di una presa irrigua

## PASSAGGI ARTIFICIALI PER L'ITTIOFAUNA

Per assicurare la compatibilità ambientale dei prelievi idrici e, in senso lato, la tutela degli ambienti acquatici, la normativa regionale e provinciale impone, oltre alla garanzia di un'adeguata quota di rilascio a valle delle derivazioni (deflusso minimo vitale), la realizzazione di appositi passaggi per la fauna ittica. La finalità di queste opere è di ristabilire quanto più possibile la continuità longitudinale dell'habitat fluviale, consentendo alla fauna acquatica (essenzialmente ittiofauna) di superare un ostacolo (un dislivello) quale ad esempio una traversa a servizio di una derivazione o una briglia di sistemazione idraulica. In questo modo sono assicurati i naturali spostamenti migratori della fauna ittica di un corso d'acqua.

### LA MIGRAZIONE DEI PESCI

La **migrazione** dei pesci, come per altri animali, consiste in spostamenti in massa da un ambiente ad un altro (da molto brevi e frequenti a lunghi ed addirittura unici in un ciclo vitale). Si distinguono tre principali forme di migrazione tutte essenziali alla sopravvivenza delle *popolazioni ittiche*:

- la migrazione **trofica** – verso aree caratterizzate da migliore disponibilità di cibo, indispensabile per le fasi del ciclo vitale di crescita e sviluppo;
- la migrazione **riproduttiva** – da zone adatte alla crescita o allo svernamento a zone caratterizzate da condizioni idonee alla deposizione e alla schiusa delle uova;
- la migrazione di **svernamento** – verso zone in cui trovano adeguate condizioni e abbondanza di ripari per poter trascorrere la stagione avversa.

Le capacità natatorie dei pesci sono quantificabili in termini di **velocità** e **resistenza** e, all'interno di una stessa specie, dipendono essenzialmente dalla lunghezza del corpo del singolo individuo e dalla temperatura dell'acqua. Un individuo di taglia maggiore è in grado di sviluppare una spinta propulsiva superiore rispetto ad un altro individuo di dimensioni inferiori; inoltre acque più calde consentono scatti migliori. In ultimo, come facilmente intuibile, all'aumentare della velocità di nuoto diminuisce la resistenza allo sforzo.



Esempio di passaggio artificiale per l'ittiofauna

I **passaggi per pesci**, detti anche **scale di risalita** o **scale di rimonta**, sono realizzati con una serie di precisi accorgimenti al fine di permettere ai pesci presenti nel corso d'acqua lo spostamento da monte verso valle e, soprattutto, da valle verso monte rispetto all'opera di sbarramento.

La funzionalità di una scala di risalita dipende strettamente dal suo posizionamento rispetto all'ostacolo in alveo e da una serie di specifiche caratteristiche costruttive e dimensionali. Gli obiettivi sono attirare i pesci e ricreare sul manufatto condizioni *idrodinamiche* compatibili con le capacità natatorie e di salto specifiche delle specie ittiche presenti. Principalmente:

- l'imbocco del dispositivo di risalita deve essere posto in prossimità dello sbarramento in modo da risultare di comodo accesso ai pesci che, impegnati in una risalita, si fermano a ridosso dell'ostacolo;
- le portate defluenti nella scala devono essere tali da richiamare e indirizzare i pesci sulla stessa;
- le caratteristiche costruttive del passaggio (materiali, dimensioni, pendenza) devono garantire la riduzione della velocità di scorrimento ed una certa omogeneità di condizioni di deflusso (è fondamentale tener conto della resistenza alla velocità della corrente delle specie per le quali si realizza il manufatto).

Si distinguono tre principali categorie di passaggi:

- **passaggi semi-naturali**;
- **passaggi tecnici**;
- **passaggi speciali**.

TIPOLOGIA	DENOMINAZIONE	SCHEDA
Passaggio seminaturale	Rampe di risalita in pietrame	IT1
	Scale rustiche	IT1
Passaggio tecnico	Passaggi a bacini successivi	IT2
	Passaggi a rallentamento	IT2

### • I passaggi semi-naturali

Comprendono tutti quei manufatti di risalita realizzati con l'obiettivo di simulare il più possibile le condizioni naturali di un corso d'acqua. Sono impiegati comunemente massi e ciottoli di diversa pezzatura, con o senza l'ausilio del calcestruzzo, in modo da creare microambienti diversificati e caratterizzati da aree a diversa corrente. Se realizzati correttamente consentono l'insediamento e gli spostamenti anche alla fauna macrobentonica.

A seconda del dislivello che occorre superare si realizzano:

- le **rampe in pietrame** (dislivello contenuto);
- le **scale rustiche** (dislivello elevato).

### • I passaggi tecnici

Si tratta di passaggi realizzati in genere in muratura, eventualmente con porzioni metalliche o in legno, simili a comuni opere di ingegneria civile. Non imitano situazioni naturali, bensì si mostrano marcatamente artificiali, caratterizzati da soluzioni progettuali diverse, spesso riconducibili a scivoli o a scale: per le caratteristiche intrinseche non consentono comunemente la risalita alla fauna macrobentonica.

Come per i passaggi semi-naturali, le finalità principali sono il rallentamento della velocità di deflusso e la diversificazione di aree a corrente rapida e aree a corrente lenta.

A seconda della soluzione tecnica prescelta si distinguono principalmente:

- le **scale a bacini successivi**;
- le **scale a rallentamento**.



Passaggio a bacini successivi visto da valle

### • I passaggi speciali

Comprendono opere particolari, anche di notevoli dimensioni, realizzate per consentire il superamento dell'ostacolo senza però ripristinare in alcun modo la continuità longitudinale del corso d'acqua. In questo caso, a differenza delle precedenti tipologie, la risalita dei pesci è generalmente passiva, attuata per mezzo di **sistemi a chiuse** (con meccanismo del tutto simile a quello delle chiuse da navigazione) o da veri e propri **ascensori**.

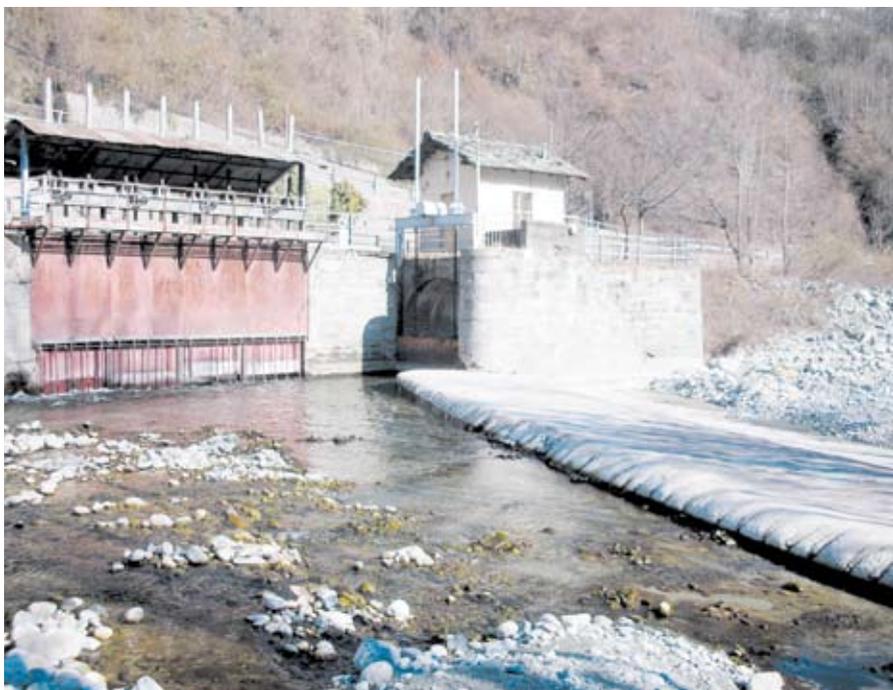
Si tratta di strutture complesse e molto costose adatte a dislivelli elevati, non superabili per mezzo delle tipologie di passaggi sopraelencate. In considerazione del fatto che essi non trovano particolare riscontro applicativo, non si ritiene di approfondire gli aspetti tecnici di queste opere in un'apposita scheda.

## OPERE DI PRESA

Le opere di presa **Scheda P** sono generalmente composte da una o più **luci d'ingresso** dell'acqua, da **opere di filtraggio** (griglie dotate di sgrigliatori), da **bacini di calma** (canali sghiaiatori e dissabbiatori) e da **dispositivi di regolazione** delle portate derivabili (paratoie, sfioratori, aste idrometriche).

La luce d'ingresso è ubicata generalmente su una delle due sponde a monte dello sbarramento dove il livello idrico risulta innalzato, nella concavità di un'ansa naturale del corso d'acqua, oppure direttamente in alveo (nel caso delle traverse con soglia a trappola).

Le derivazioni degli impianti idroelettrici ad acqua fluente, così come quelle irrigue e industriali, sono generalmente dotate di **opere di presa a pelo libero**.



Esempio di opera di presa a pelo libero

Le derivazioni con serbatoio di regolazione (invaso) hanno, invece, **opere di presa in pressione** dove una bocca di derivazione munita di griglia si raccorda direttamente con una condotta in pressione.

Le opere di presa a pelo libero possono variare molto nelle dimensioni e nelle caratteristiche, in funzione delle peculiarità del corso d'acqua, del tra-

sporto solido, del tipo di sbarramento, dell'uso a cui è destinata la risorsa e della necessità o meno di consentire la regolazione delle portate derivabili.



Griglia a protezione di un'opera di presa

A protezione dell'opera di presa dal trasporto solido che accompagna il deflusso si adottano appositi dispositivi di filtraggio e di sedimentazione. Le **griglie** all'imbocco delle luci di presa trattengono foglie e corpi galleggianti. I **canali sghiaiatori** intercettano il trasporto grossolano che viene scaricato in alveo a valle della traversa con manovre di "cacciata d'acqua" o in continuo. I **canali dissabbiatori**, generalmente posti a valle del canale sghiaiatore, fanno defluire l'acqua a velocità ridotta in

modo da consentire, lungo il percorso, la sedimentazione del materiale solido in sospensione. Le stesse canalizzazioni di derivazione possono a volte funzionare da dissabbiatori oppure, in alternativa, possono esserci apposite vasche dissabbiatrici.



Scarico del canale sghiaiatore a valle di una traversa mobile



Opera di presa con in evidenza il canale dissabbiatore

La regolazione dei livelli idrici, e quindi della portata da derivare, è praticata attraverso specifici dispositivi collocati in prossimità delle luci d'ingresso (paratoie con annessi sensori di livello e/o aste idrometriche) o in corrispondenza degli organi di derivazione (sfioratori, stramazzi, luci sotto battente).

## OPERE DI CONVOGLIAMENTO DELLE ACQUE

L'acqua derivata viene immessa nei **canali di derivazione**, la cui natura costruttiva varia essenzialmente al variare dell'uso della derivazione e della morfologia del territorio.



Canale derivatore irriguo realizzato in terra



Canale derivatore irriguo rivestito in muratura e massi



Condotta di derivazione in pressione a servizio di una stazione di pompaggio

Nelle derivazioni ad uso irriguo, la rete di distribuzione è in genere costituita da canali derivatori e canali distributori a pelo libero realizzati in terra, rivestiti in muratura oppure prefabbricati. Quando è necessario il superamento di un dislivello tra il punto di captazione e l'area di distribuzione, si impiegano condotte in pressione o parzialmente in pressione costituite da tubazioni metalliche o in materiale plastico.

Le derivazioni ad uso idroelettrico e industriale, caratterizzate dall'aver opere di presa a pelo libero, hanno in genere canali adduttori in cemento oppure tubazioni interrato, singole o affiancate, nelle quali la presenza di specifici dispositivi consente la regolazione delle portate derivate.

Possono esistere, inoltre, soluzioni miste che prevedono canali con tratti in galleria scavati nella roccia, altri in muratura a mezza costa ricavati nel pendio del terreno ed altri ancora realizzati in elevazione e definiti ponti-canale, atti a superare corsi d'acqua ed avvallamenti o a creare salti utili per la produzione idroelettrica.



Esempio di ponte-canale

## OPERE ACCESSORIE ALLE DERIVAZIONI IDROELETTRICHE

Nelle derivazioni ad uso idroelettrico agli organi di derivazione precedentemente descritti si aggiungono le opere deputate alla trasformazione dell'energia potenziale dell'acqua in energia elettrica. Al termine del canale



adduttore, o in alcuni casi nelle immediate vicinanze dell'opera di sbarramento, è ubicata la **vasca di carico**, struttura di modesta capacità avente la funzione di assorbire momentanee eccedenze di portata o fornirne di maggiori in caso di necessità. In questo modo è in grado di ridurre gli effetti delle brusche variazioni di portata operate a valle. Le vasche di carico sono inoltre

dotate di *sfioratori di superficie* o di *sifoni* atti a smaltire l'eventuale portata eccedente.

Dalla vasca di carico si dipartono le **condotte forzate** che trasportano l'acqua alle macchine della centrale. Sono costituite da tubazioni (fuori terra o interrate) in genere in lamiera di acciaio a sezione circolare, dotate di valvole in testa ed al piede che, se necessario, permettono di interrompere il passaggio dell'acqua.



Cantiere di posa di una condotta forzata

Nella **centrale** sono installati i gruppi di produzione di energia elettrica con le relative apparecchiature di protezione, comando e controllo, nonché i vari servizi ausiliari. La centrale può presentarsi con edificio sotterraneo, semi interrato oppure sopra terra; in quest'ultimo caso la struttura, in muratura o calcestruzzo, potrebbe essere rivestita in modo da limitare al minimo l'impatto sul paesaggio.

Semplificando il funzionamento di una centrale idroelettrica si può dire che, a mezzo di una **turbina idraulica**, l'energia potenziale dell'acqua, poi energia cinetica, viene trasformata in energia meccanica; successivamente l'**alternatore** ad essa collegato provvede a trasformare l'energia meccanica in energia elettrica, sotto forma di corrente alternata.



Centrale di produzione e centrale di trasformazione e smistamento

## RILASCIO A VALLE DELLO SBARRAMENTO

I corsi d'acqua, soprattutto quelli a carattere torrentizio, hanno *regimi idrologici* contraddistinti da spiccate variazioni naturali di portata a carattere stagionale o anche giornaliero, conseguenti principalmente alla variazione delle condizioni climatiche. Le installazioni finalizzate alla derivazione delle acque sono, in questo senso, in grado di variare la capacità di prelievo, in funzione delle disponibilità e delle necessità. Le diverse possibilità di prelievo rientrano entro limiti determinati dal dimensionamento delle opere e da quanto disposto dal *disciplinare di concessione*. Per questo rivestono notevole importanza tutti quegli accorgimenti progettuali che consentono di smaltire verso valle le portate naturali in eccesso.

Ciascuna opera di derivazione è quindi progettata in modo da captare una determinata quantità d'acqua; la risorsa non derivata rimane in alveo e viene fatta defluire verso valle attraverso appositi organi di rilascio.

Il **rilascio** **Scheda R** può avvenire con diverse modalità e a diversi livelli del complesso di derivazione anche in contemporanea. In particolare:

- **dall'opera di sbarramento;**
- **dall'opera di presa / adduzione;**
- **dalla sponda opposta all'opera di presa.**

La più diffusa applicazione pratica è senz'altro rappresentata dagli **stramazzi** e dalle **luci a battente**.

Tuttavia, a fronte della varietà di tipologie di opere di derivazione presenti sul territorio, è possibile disporre di un ampio spettro di soluzioni, la cui scelta dipende dalla specificità di ogni sito e dall'onerosità degli interventi strutturali che si rendono necessari.

### • Rilascio dallo sbarramento

L'acqua da rilasciare non viene intercettata, ma lasciata defluire verso valle direttamente alla traversa, per semplice sfioro superficiale o mediante soluzioni progettuali diverse.

Negli sbarramenti precari la via di rilascio principale si può attuare per mezzo di una sezione di deflusso sagomata nel corpo dell'accumulo del materiale in alveo, oppure attraverso la posa di un tratto di tubazione, sempre all'interno del corpo dello sbarramento, in grado di collegare monte e valle.



Rilascio da sezione di deflusso su sbarramento

- **Rilascio dall'opera di presa / adduzione**

Parte dell'acqua intercettata dalla canalizzazione di presa ritorna in alveo grazie a dispositivi differenti, fissi o mobili: in questo caso il rilascio avviene in genere poco più a valle rispetto all'opera di sbarramento.

- **Rilascio dalla sponda opposta all'opera di presa**

Questo tipo di soluzione presuppone un aggiramento dello sbarramento. Essa consiste nella realizzazione di una sezione di rilascio collegata ad un tratto di canalizzazione o di tubazione con lunghezza e pendenza ridotte, sufficienti a collegare la sezione a monte dello sbarramento con quella a valle.

Secondo la normativa vigente è reso obbligatorio rilasciare a valle delle captazioni idriche una portata di **Deflusso Minimo Vitale (DMV)**. La quota di DMV rilasciata deve essere prioritaria rispetto alla quantità di acqua da captare e deve essere garantita immediatamente a valle del prelievo: ciò comporta che, se le portate naturali in alveo sono prossime ai valori di DMV, il concessionario debba interrompere il prelievo.

## IL DEFLUSSO MINIMO VITALE (DMV)

Il regolamento regionale 8/R del 2007 definisce il **DMV** come “la portata minima istantanea che deve essere presente in alveo immediatamente a valle dei prelievi, al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati”. Il valore di DMV rappresenta, dunque, la portata minima che il concessionario deve garantire nel corso d’acqua a valle delle opere di captazione, mediante opportuni accorgimenti e dispositivi. Nei periodi durante i quali la disponibilità idrica nel corso d’acqua sia pari o inferiore al DMV, il concessionario è tenuto ad interrompere il prelievo.

Secondo il Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte, del quale il succitato regolamento rappresenta norma di attuazione, il DMV è condizione necessaria per il rilascio delle nuove concessioni di derivazione di acqua pubblica e per i provvedimenti di rinnovo delle concessioni.

Occorre precisare, però, che non tutte le opere di derivazione del territorio regionale ad oggi in funzione rilasciano le portate di DMV previste dalla normativa: infatti, molte delle installazioni risalgono a parecchi anni fa, cioè a quando i disciplinari di concessione non imponevano ancora il rilascio del DMV. A fronte di ciò, la normativa regionale di riferimento offre indicazioni specifiche relativamente alle modalità e soprattutto alle tempistiche grazie alle quali giungere ad una piena regolarizzazione della situazione esistente: il Reg. 8/R impone che tutte le derivazioni in atto da corpi idrici naturali rilascino, anche con soluzioni provvisorie, il DMV di base entro il 31 dicembre 2008 e stabilisce il termine ultimo per l’adeguamento delle opere di presa al 31 dicembre 2010.

## SCHEDE TECNICHE

### OPERE DI SBARRAMENTO

#### Scheda S1

**Tipologia: Traversa fissa**

**Denominazione: “Traversa semplice” – “Traversa con rialzo”**

#### **Breve descrizione generale**

Sbarramento fisso costituito da muratura, massi cementati o altro materiale stabilizzato, e caratterizzato da asse rettilineo (o curvilineo per estendere la soglia di sfioro) in genere disposto perpendicolarmente all'andamento del corso d'acqua. In relazione alle caratteristiche geomorfologiche dell'alveo, al trasporto solido e alla specifica necessità di derivazione si avrà un determinato dimensionamento dell'opera ed una sua precisa configurazione. In linea generale, sulla base del dislivello che si produce tra i livelli idrici di monte e di valle, si ha una diversa *capacità d'invaso*.



Traversa fissa in muratura

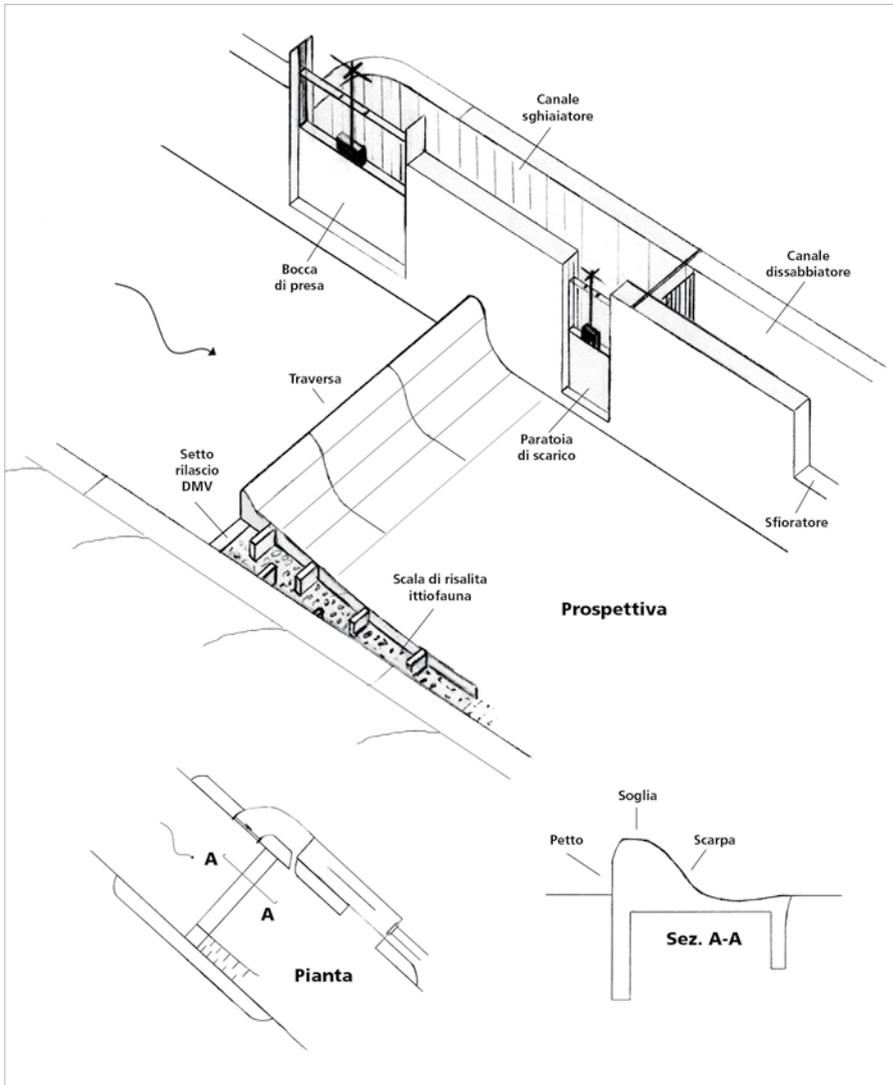
La forma delle traverse fisse dipende strettamente dal fatto che, per la loro natura, esse sono destinate ad essere periodicamente tracimate (superate dall'acqua). Analizzando il profilo tipo di uno sbarramento fisso (vedi sez. A-A a pag. 123) si possono distinguere:

- una parete verso monte, grossomodo verticale, detta **petto**;
- una parete piana orizzontale detta **soglia**;
- una parete a pendenza decrescente detta **scarpa**.

La progettazione di una traversa deve tenere in considerazione l'insieme delle possibili alterazioni che il suo inserimento può determinare alle dinamiche del corso d'acqua in condizioni di portate ordinarie e, soprattutto, in condizioni di portate di piena. Principalmente: variazione del *profilo di corrente*, mutamento del trasporto solido con accumulo a monte dell'opera ed erosione a valle della stessa.



Traversa fissa in muratura con paratoia sghiaiatrice



Rappresentazione schematica di una generica traversa fissa

In considerazione del fatto che a monte di una generica opera di sbarramento si ha la tendenza al deposito delle portate solide (soprattutto in corrispondenza dell'opera di presa), in presenza di una traversa fissa si rende spesso necessaria l'installazione di un'apposita paratoia di scarico, detta comunemente **callone** o **paratoia sghiaiatrice**. Essa viene periodicamente

aperta (oppure aperta in continuo) per consentire la pulizia dei sedimenti accumulati in corrispondenza dell'opera di presa: quando le aperture sono discontinue si parla di “cacciate” della paratoia sghiaiatrice.

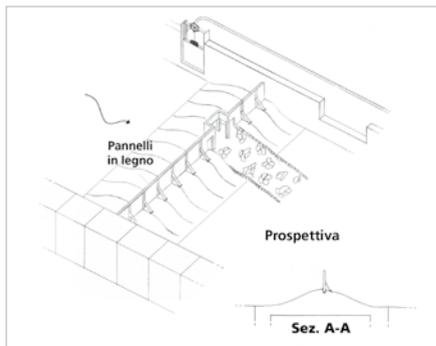


Traversa fissa con paratoia sghiaiatrice e bocca di presa multipla: si noti l'accumulo di detriti a monte dell'opera di sbarramento

In determinate situazioni, al fine di incrementare la capacità d'invaso e di conseguenza le potenzialità di presa, si prevede l'installazione di un rialzo sulla sommità della traversa. Esso, nella maggior parte dei casi, risulta costituito da tavole o panconi di legno fissati alla struttura muraria in modo differente a seconda delle specifiche scelte progettuali.



Traversa fissa con rialzo costituito da tavole di legno



Raffigurazione schematica di una generica traversa fissa dotata di rialzo

## Scheda S2

### Tipologia: Traversa derivante fissa

### Denominazione: “Traversa a trappola” – “Traversa a trappola rialzata”

#### Breve descrizione generale

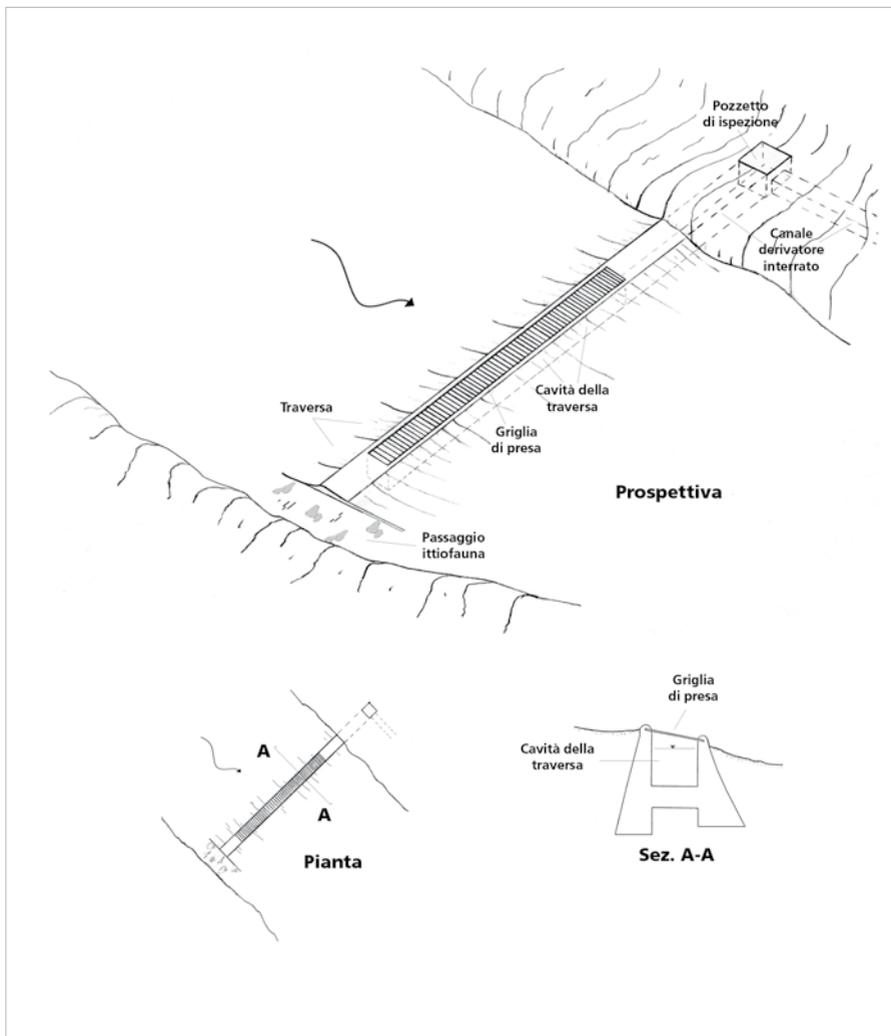
Traversa fissa, in muratura, con asse rettilineo perpendicolare alla direzione di deflusso.

Detta tipologia di sbarramento è definita comunemente **a trappola** in quanto è la traversa stessa che, dotata sulla soglia di apposita griglia metallica sub-orizzontale, consente la derivazione (il dispositivo di presa è inserito nel corpo della traversa). L'acqua, attraverso la griglia, entra in una cavità (singola o doppia) ricavata all'interno della traversa che conduce agli organi di presa in genere interrati, a lato del corso d'acqua.



Traversa a trappola vista da valle

Questo tipo di opera ha per sua natura la tendenza a favorire l'ingresso del materiale solido nelle strutture di adduzione e, per questo, rivestono un ruolo di primaria importanza gli **organi sghiaiatori** e **dissabbiatori** dell'opera di presa (vedi **Scheda P**), soprattutto in previsione di un utilizzo idroelettrico delle portate derivate.



Raffigurazione schematica di una traversa a trappola con griglia a piano alveo

I principali vantaggi di tali opere risiedono nel fatto che in questo modo si riducono le problematiche (di carattere idraulico e non solo) connesse all'inserimento di una generica opera trasversale in alveo come ad esempio uno sbarramento classico in muratura. Le traverse a trappola con soglia a piano alveo non creano una **ritenuta** e determinano un'interruzione della continuità longitudinale del corso d'acqua ridotta, se paragonata ad altre opere trasversali.



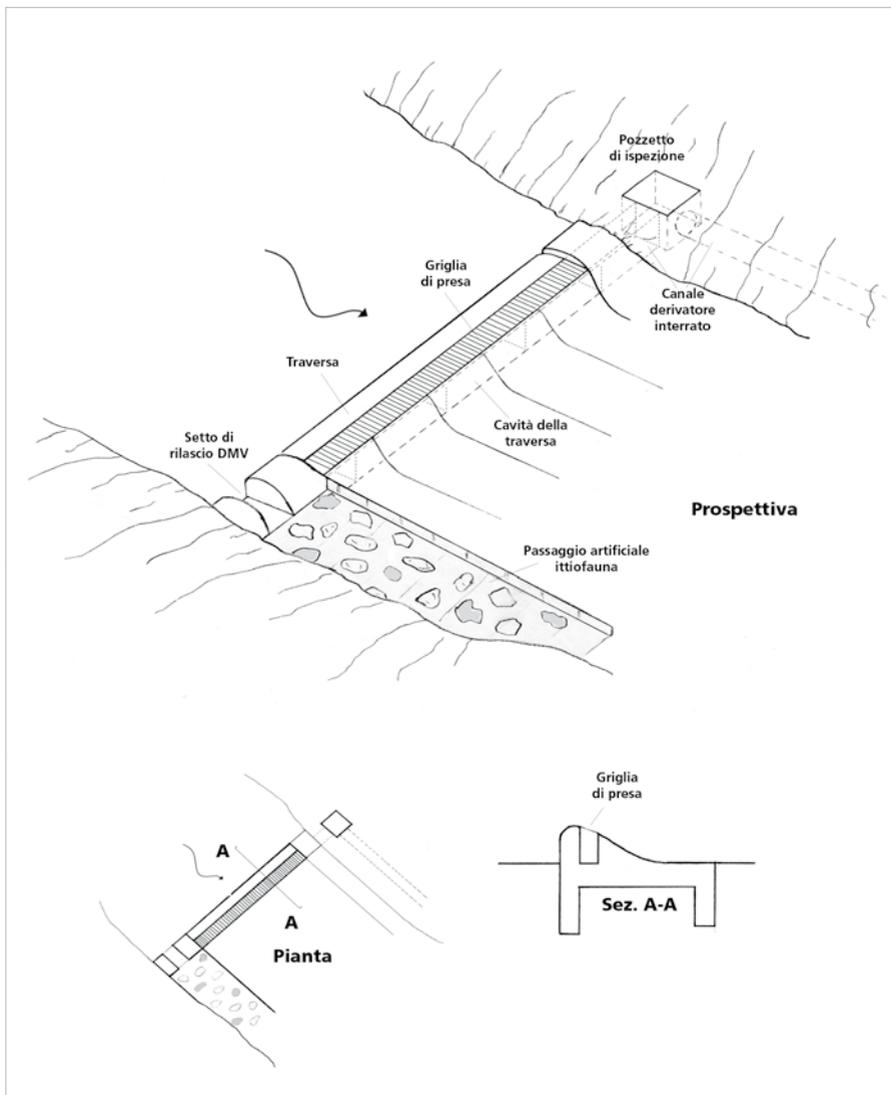
Traversa a trappola con griglia di presa a piano alveo



Griglia di presa, particolare

Viceversa, il fatto di avere un corpo totalmente incassato in alveo può determinare problematiche in relazione alla garanzia del rilascio del Deflusso Minimo Vitale (DMV). In assenza di una ritenuta, le naturali modificazioni nella morfologia dell'alveo, conseguenti essenzialmente al susseguirsi dei fenomeni di piena, possono determinare uno spostamento della via di deflusso principale, allontanandola dalla prevista sezione di rilascio. In questo modo può accadere che le portate di magra transitino in corrispondenza della griglia e, di conseguenza, vengano totalmente captate. Si rendono perciò necessari periodici interventi di controllo e manutenzione.

In determinati casi, al fine di ovviare a tale problema, si adotta una soluzione progettuale analoga, con la sola differenza di prevedere una soglia leggermente rialzata. In questo modo la ritenuta, seppur modesta, fa sì che le portate di rilascio transitino con maggiore probabilità, costantemente, attraverso l'apposita sezione (setto ribassato nello sbarramento).



Rappresentazione schematica di una traversa a trappola rialzata

## Scheda S3

**Tipologia:** Traversa mobile

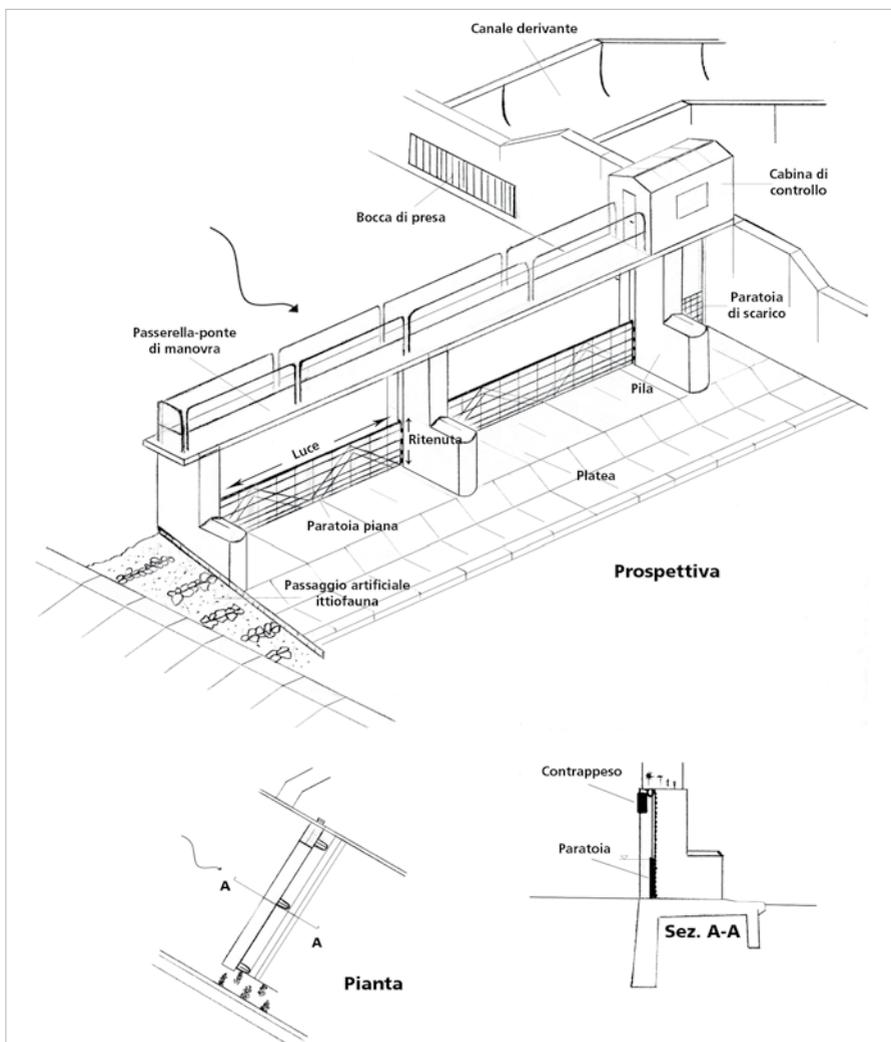
**Denominazione:** “Traversa con paratoie piane”



Sbarramento con paratoie piane

### **Breve descrizione generale**

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua costituito da una struttura muraria, composta essenzialmente da una platea e da una serie di pile, sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili, nel caso specifico, le **paratoie piane**.



Rappresentazione schematica di una traversa mobile dotata di paratoie piane

A seconda della **luce** e della **ritenuta** si hanno diverse tipologie di paratoie con differenti organi di sollevamento. In relazione alla necessità di invaso, le paratoie piane possono essere in legno o in metallo (essenzialmente acciaio), con la parte a contatto con l'acqua, detta **scudo**, rinforzata da semplici traverse o travi composte o reticolari. Le paratoie sono inserite all'interno di apposite scanalature delle pile murarie, comunemente rivestite in acciaio, definite **gargami**; opportune guarnizioni in acciaio, teflon o gomma assicurano la tenuta.



Paratoie piane in posizione aperta viste da monte

Il sollevamento avviene lungo la verticale mediante specifici organi con meccanismi diversi, in relazione alle dimensioni delle paratoie e alla ritenuta: possono essere impiegate semplici aste rigide, filettate o dentate, manovrate manualmente nel caso di paratoie di modeste dimensioni. Viceversa, in caso di opere di dimensioni maggiori, sono previste aste filettate mosse da appositi **argani**



Contrappeso dotato di asta graduata utile alla regolazione dell'apertura della paratoia

**idraulici** oppure funi o catene dotate di avvolgitori e azionate da motori elettrici o a pressione d'olio. Nel caso di opere di sbarramento con ritenute considerevoli, al fine di ridurre l'attrito tra paratoie e gargami, spesso si ricorre ad appositi rulli o ruote; inoltre, comunemente, si fa ricorso ad adeguati contrappesi che limitano ulteriormente lo sforzo in fase di sollevamento.



Particolare di paratoia piana vista da valle



Argano di sollevamento

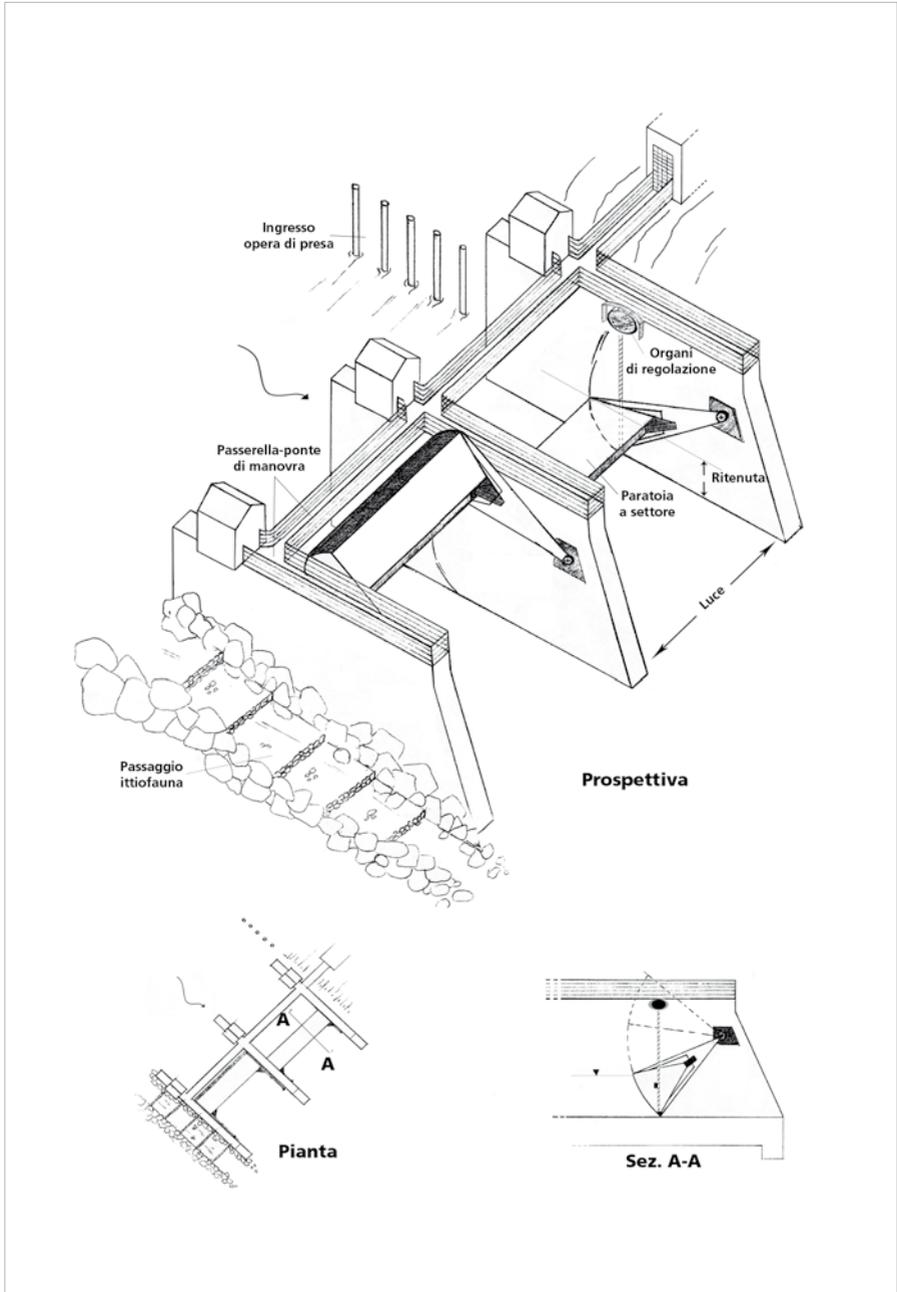
**Scheda S4****Tipologia: Traversa mobile****Denominazione: “Traversa con paratoie a settore”**

Paratoia a settore

**Breve descrizione generale**

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua costituito da una struttura muraria in cemento armato, composta essenzialmente da una platea e da una serie di pile, sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili, nel caso specifico, le **paratoie a settore**. Si tratta di una particolare tipologia di opera di sbarramento, molto impiegata, in cui la paratoia ha la forma di un **settore circolare**, definito genericamente come la porzione di un cerchio racchiusa tra due raggi ed un arco di circonferenza.

La paratoia, mossa dagli organi di sollevamento che agiscono con una trazione sulla verticale (in genere catene dotate di avvolgitori e motori elettrici o idraulici), ruota intorno ad un perno fisso assicurato alle pile laterali della struttura muraria: il movimento di apertura ricorda quello della visiera di un casco da moto.



Raffigurazione di uno sbarramento con paratoie a settore



Sbarramento mobile con paratoie a settore in posizione di massima apertura

A differenza delle paratoie piane, lo sforzo di sollevamento è inferiore; inoltre, a seconda della geometria dell'opera, l'apertura dello sbarramento può essere più o meno facilitata dalla spinta determinata dall'acqua.

Questa tipologia di paratoia, oltre al vantaggio di essere caratterizzata da sforzi di sollevamento contenuti, è spesso preferita, rispetto ad altre soluzioni, per l'assenza di dispositivi meccanici delicati sotto il livello di ritenuta e di dispositivi complessi richiedenti

frequente manutenzione. In ultimo, un ulteriore vantaggio sta nel fatto che il funzionamento di questa traversa può essere facilmente automatizzato in modo che, al superamento di un determinato e prefissato livello idrico, le paratoie si aprano automaticamente (**paratoie autolivellanti**).



Paratoie a settore

## Scheda S5

**Tipologia: Traversa mobile**

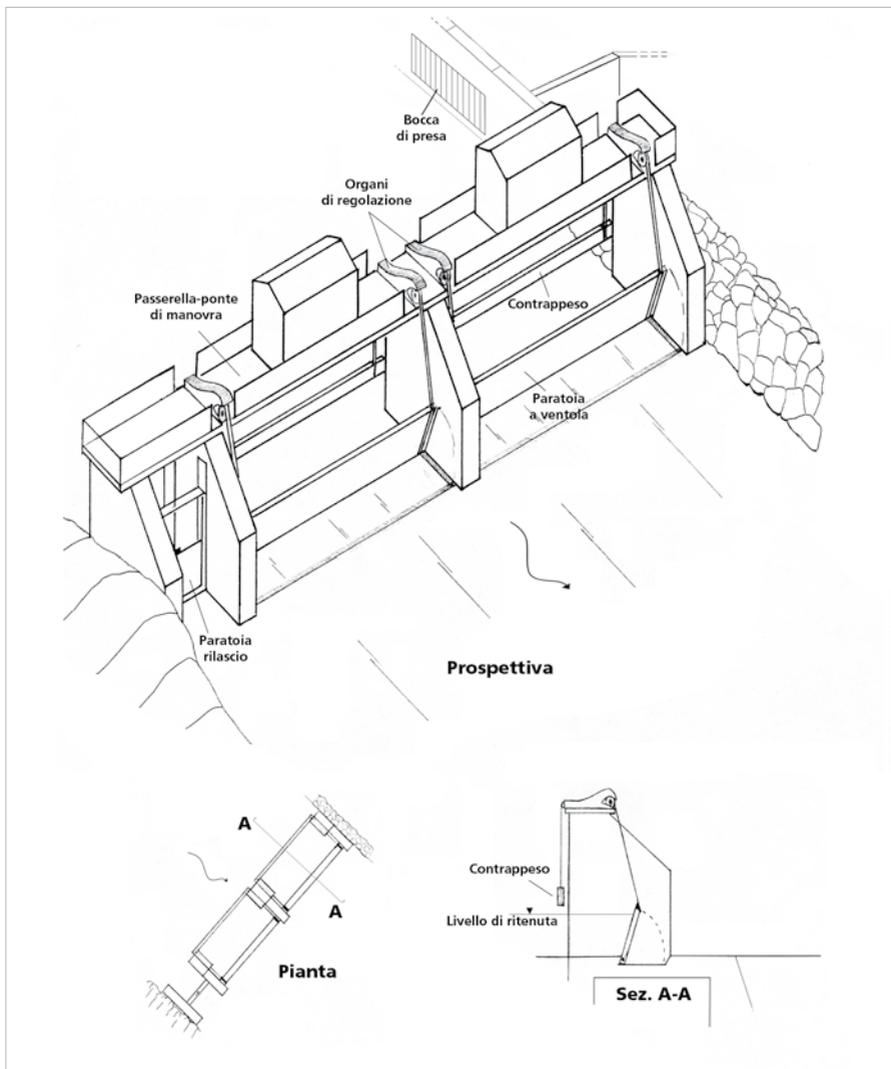
**Denominazione: “Traversa con paratoie a ventola”**



Invaso determinato da paratoia a ventola

### **Breve descrizione generale**

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua, costituito da una struttura muraria in cemento armato sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili, nel caso specifico le **paratoie a ventola**. Esse sono caratterizzate da una struttura metallica generalmente piana, rinforzata, in grado di ruotare intorno ad un asse orizzontale fissato a cerniera alla platea: generalmente nella posizione di chiusura (massima ritenuta) la paratoia risulta inclinata di circa 30° rispetto alla verticale; viceversa, in posizione di libero deflusso (completa apertura) essa è disposta in posizione orizzontale.



Raffigurazione schematica di una traversa con paratoie a ventola

Il movimento della paratoia avviene grazie ad argani meccanici di varia natura: molto spesso il funzionamento è totalmente automatico, assistito da organi di regolazione di emergenza. Per effetto dell'aumento della pressione conseguente all'incremento del livello di ritenuta, in assenza di regolazione e controllo, se previsto, la paratoia a ventola si abbassa automaticamente liberando il deflusso.

Il punto probabilmente più critico di questo tipo di installazioni risiede nell'asse di rotazione della ventola, laddove sono disposte le **cerniere**: occorre, infatti, garantire il costante funzionamento del sistema, tenendolo al riparo da occlusioni e rischio ghiaccio.



Particolare di una paratoia a ventola

Le paratoie a ventola, per lo specifico principio di funzionamento, consentono una regolazione dei livelli a monte dello sbarramento piuttosto semplice evitando, allo stesso tempo, ad alcune problematiche ad essa connesse. Infatti, a differenza delle altre tipologie di paratoia, l'inizio delle manovre di apertura avviene dall'alto con il grande vantaggio di consentire una migliore e più semplice regolazione e, allo stesso tempo, di far defluire a valle dello sbarramento i materiali galleggianti accumulati.



Paratoia a ventola vista da valle

## Scheda S6

**Tipologia: Traversa mobile**

**Denominazione: “Traversa con paratoie cilindriche”**

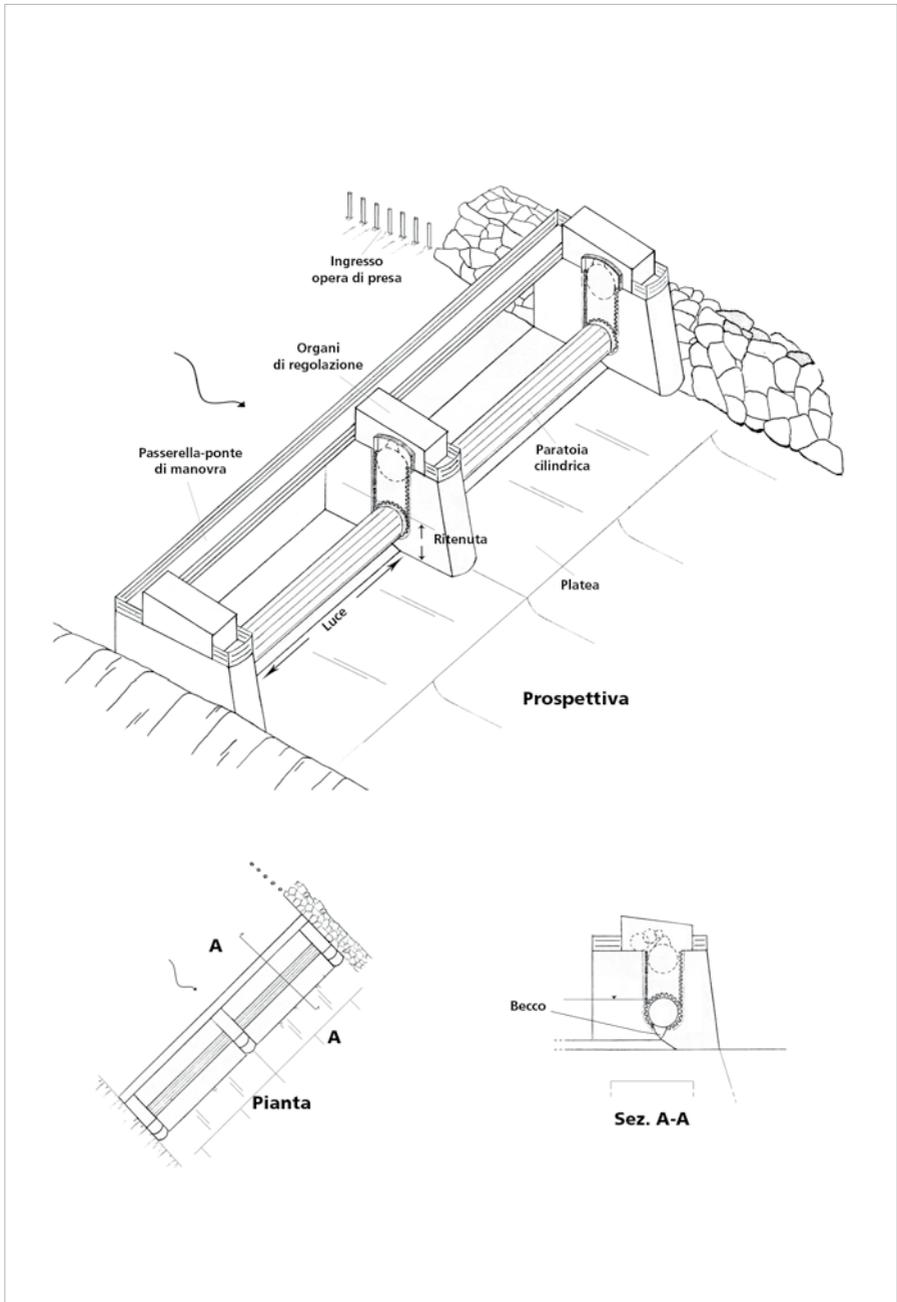
### **Breve descrizione generale**

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua, costituito da una struttura muraria in cemento armato sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili, nel caso specifico le **paratoie cilindriche**. Esse sono costituite da un tubo-cilindro metallico orizzontale, caratterizzato da una struttura interna irrigidita che garantisce al complesso una notevole resistenza alle flessioni. Determinate soluzioni progettuali prevedono la predisposizione di un **becco** o di uno scudo aggiuntivi che, sagomati in modo opportuno, consentono un incremento del livello di ritenuta (vedi sez. A-A a pag. 139).

Il sollevamento avviene per rotolamento delle paratoie: ciascun cilindro mobile è infatti dotato, alle estremità laterali, di ruote dentate coassiali (caratterizzate dal medesimo asse di rotazione) che ingranano su apposite dentiere delle pile laterali. La paratoia si solleva facendo rotolare le ruote dentate lungo i piani inclinati delle dentiere.

Gli organi di sollevamento possono essere di diversa natura e, a seconda della soluzione prescelta, possono agire su una oppure su entrambe le estremità della paratoia. In genere sono impiegate catene azionate da appositi motori (argani) posti sulla sommità delle pile.

Per le caratteristiche intrinseche e la relativa facilità di sollevamento, questa tipologia di paratoia è adatta a luci molto ampie (sino a 50m) anche se preferibilmente caratterizzate da ritenute non eccessive. Per questi motivi le paratoie cilindriche sono comunemente impiegate negli sbarramenti dei grandi fiumi di pianura, mentre non trovano riscontro in ambito montano.

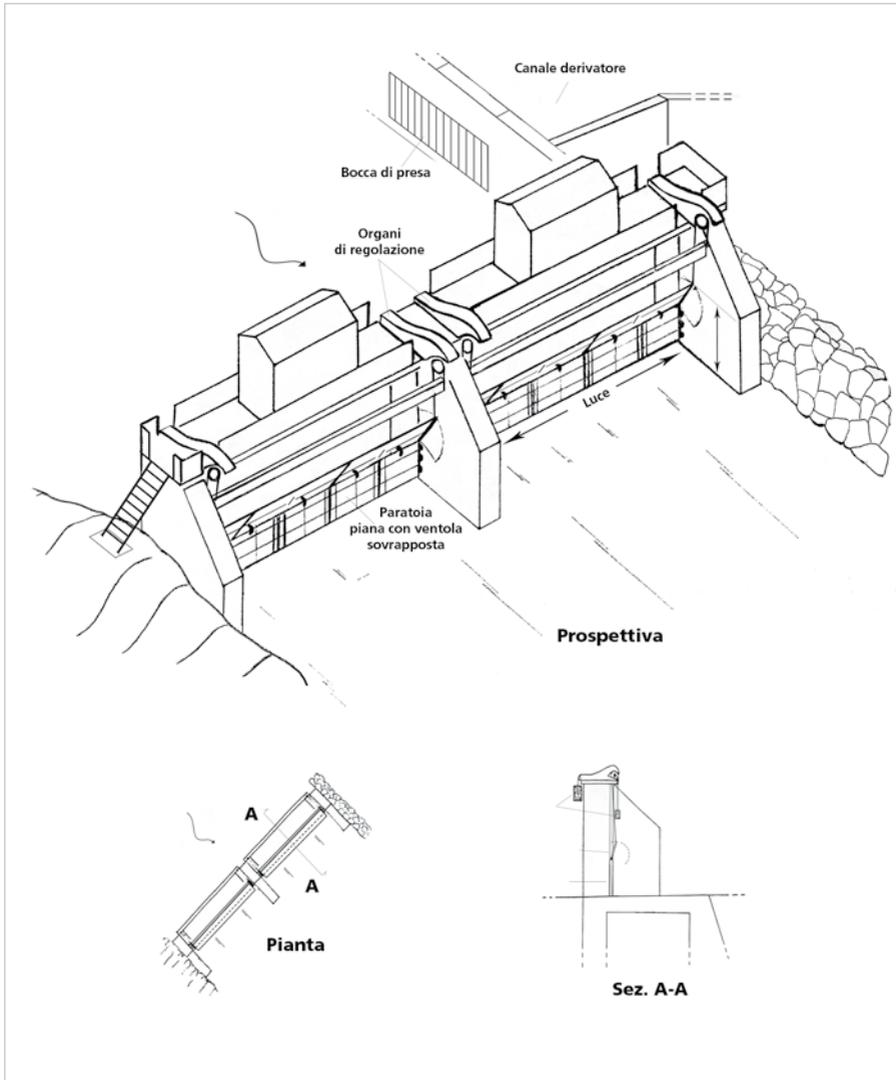


Raffigurazione schematica di una traversa con paratoie cilindriche

## Scheda S7

**Tipologia: Traversa mobile**

**Denominazione: "Traversa con paratoie miste"**



Rappresentazione schematica di una traversa mobile con paratoie miste: ventola su piana

## Breve descrizione generale

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua, costituito da una struttura muraria in cemento armato, sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili. Nel caso specifico, questi ultimi sono costituiti da una combinazione di due diverse tipologie di paratoia mobile. Tale accorgimento consente di migliorare le caratteristiche dello sbarramento soprattutto in termini di gestione, di capacità di regolazione e, più in generale, di efficacia della derivazione. La razionale fusione di diverse tipologie di paratoia, in una stessa opera di sbarramento, fa sì che siano mantenuti i pregi di ciascun tipo di organo mobile, eliminandone allo stesso tempo gli inconvenienti. In linea generale, ai suddetti vantaggi si contrappongono i maggiori costi realizzativi.

Tipicamente i più frequenti esempi di paratoie miste sono:

- **paratoia a ventola su paratoia piana;**
- **paratoia a ventola su paratoia a settore.**



Paratoia mista caratterizzata da una paratoia a settore con sovrapposta una paratoia a ventola

La combinazione tra paratoia piana (o a settore) e paratoia a ventola offre, ad esempio, grandi vantaggi in termini di gestione dell'opera. La ventola installata sulla paratoia piana (con l'asse di rotazione disposto in corrispondenza della porzione sommitale della paratoia) consente una regolazione dei livelli dell'invaso ottimale e più precisa, anche automatizzata e, allo stesso tempo, l'eliminazione dei materiali galleggianti accumulati. La paratoia piana (o a settore), dal canto suo, fa sì che si possano raggiungere ritenute e volumi d'invaso maggiori.



Paratoia mista con combinazione di ventola su piana

## Scheda S8

**Tipologia: Sbarramento precario**

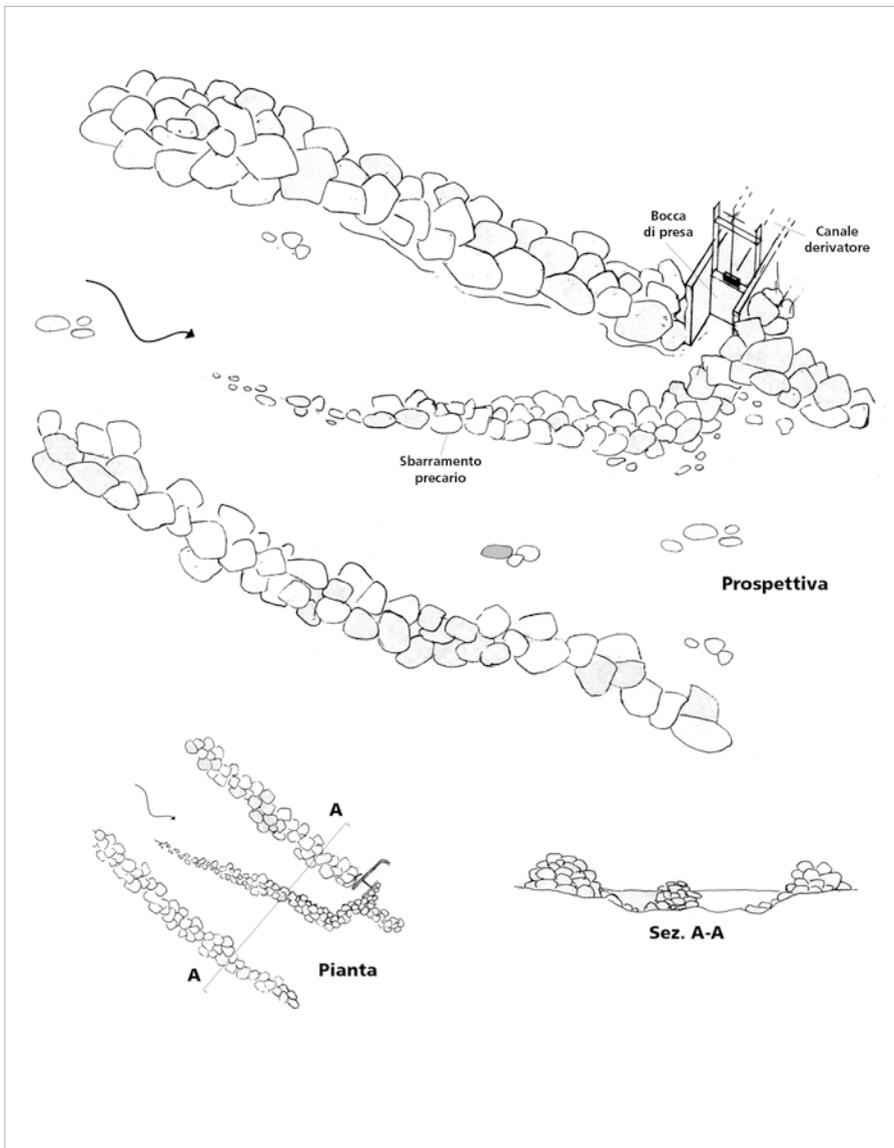
**Denominazione: “Traversa precaria costituita da ciottoli”**



Sbarramento precario costituito da semplice accumulo di ciottoli d'alveo

### **Breve descrizione generale**

Sbarramento con asse più o meno rettilineo, spesso non perpendicolare rispetto alla direzione di deflusso e che, nella maggior parte dei casi, interessa solo un ramo parziale del corso d'acqua. È definito **precario** in quanto contraddistinto da soluzioni a carattere spiccatamente temporaneo, quali il **semplice accumulo di materiali sciolti**, che necessitano di periodici interventi di sistemazione. A seconda delle caratteristiche dell'opera e del corpo idrico in cui essa è inserita, si hanno diversi tempi di persistenza in alveo: nello specifico ciò che incide maggiormente sullo stato e sulla durata della traversa è il **regime idrologico** del corso d'acqua (alternanza di portate di piena e di morbida).



Rappresentazione schematica di un generico sbarramento precario a servizio di una presa irrigua

Nella maggior parte dei casi gli sbarramenti precari sono costituiti da semplici accumuli di ciottoli sciolti, eventualmente con l'ausilio di tavole in legno o teli di nylon per aumentarne il potere di ritenuta.



Sbarramento precario caratterizzato da ciottoli d'alveo e nylon

Dato il carattere temporaneo, dette opere di sbarramento sono, nella maggior parte dei casi, a servizio di derivazioni irrigue, in ambito di media montagna. Il principale difetto di tali sbarramenti sta nel fatto che il rilascio del DMV risulta di difficile regolazione e controllo.



Nonostante sia un semplice accumulo di ciottoli sciolti l'effetto di ritenuta è consistente

## PASSAGGI ARTIFICIALI PER ITTIOFAUNA

### Scheda IT1

**Tipologia: Passaggi semi-naturali**  
**Denominazione: Rampe in pietrame**  
**Scale rustiche**



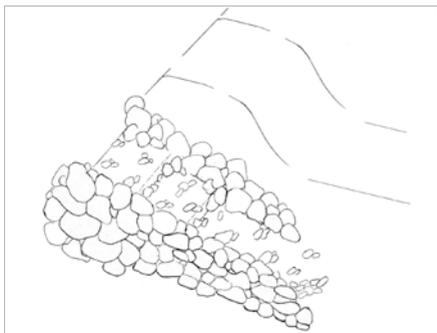
Rampa in pietrame

#### **Rampe in pietrame • Breve descrizione generale**

Sono realizzate in massi disposti in modo più o meno disordinato, in relazione alla soluzione progettuale adottata, a formare una sorta di piano inclinato: a seconda che vi sia o meno l'impiego del calcestruzzo, l'opera assume una connotazione più artificiale o, viceversa, realmente più simile ad un alveo naturale.



Rampa in pietrame



Rappresentazione di una generica rampa in pietrame



Rampa in pietrame vista da monte



Rampa in pietrame a lato di una traversa a trappola

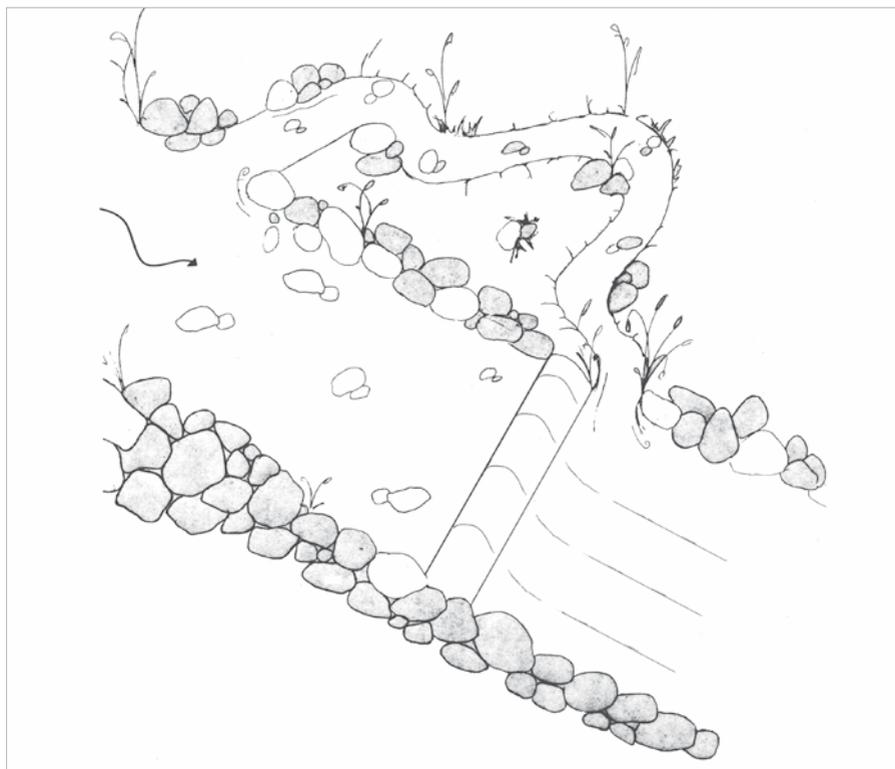
Le **rampe in pietrame** vengono realizzate in corrispondenza dell'opera di sbarramento e possono occupare una porzione laterale dell'alveo oppure l'intera sezione trasversale.

Sono adatte a dislivelli contenuti e necessitano di portate e velocità di deflusso specifiche. Tra i vantaggi si segnalano la buona integrazione con l'ambiente fluviale, i ridotti costi di manutenzione ed esercizio e soprattutto l'adattabilità del manufatto a diverse specie ittiche ed anche *invertebrate*.

### Scale rustiche • Breve descrizione generale

Le **scale rustiche** sono veri e propri canali laterali con funzione di by-pass rispetto ad un ostacolo: a differenza delle rampe in pietrame, consentono il superamento di dislivelli elevati.

Dal punto di vista naturalistico, molto probabilmente, sono la soluzione preferibile in relazione all'ottimo inserimento nel sistema fluviale e alla massima adattabilità verso i pesci (di dimensioni e specie diverse) e verso le comunità macrobentoniche. Le scale rustiche, se realizzate con attenzione, possono costituire habitat semi-naturali per specie adattate a vivere in acque rapide.



Rappresentazione schematica di una scala rustica

Altri vantaggi sono da ricercare nella relativa semplicità di progettazione (in termini di calcoli idraulici) e nei bassi costi di manutenzione.

Tra gli svantaggi si ricorda che, per la realizzazione di questo tipo di passaggi, occorre disporre di una superficie inevitabilmente piuttosto estesa; inoltre, in determinate situazioni, si rende necessario prevedere la realizzazione di opere accessorie quali, ad esempio, passerelle pedonali o ponti.

## MONITORAGGIO



Rampa in pietrame in pessime condizioni, scalzata alla base e praticamente in asciutta

## Scheda IT2

**Tipologia: Passaggi tecnici**

**Denominazione: Passaggi a bacini successivi**

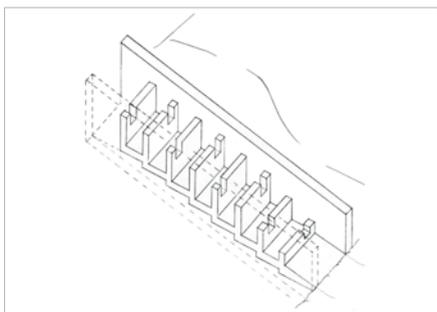
**Passaggi a rallentamento**



Particolare di passaggio a bacini

### **Passaggi a bacini successivi • Breve descrizione generale**

I **passaggi a bacini** consentono il superamento di un dislivello grazie ad una successione di vasche (o bacini) comunicanti, disposte su un piano inclinato o lungo una vera e propria scala a gradoni.



Passaggio tecnico in cui i bacini successivi sono connessi da stramazzi superficiali

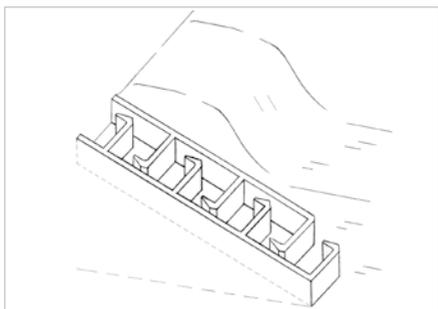
Le vasche sono separate da traverse dotate di fenditure laterali, di stramazzi superficiali o di luci sommerse che permettono il deflusso delle acque e, al medesimo tempo, il passaggio dei pesci. Sulla base della tipologia di vasche e traverse, si distinguono differenti scale a bacini, tutte però caratterizzate da **tratti a corrente veloce** (salti o passaggi stretti) e **tratti a corrente lenta** (bacini) in cui i pesci possono trovare riposo.



Passaggio a fenditure verticali



Passaggio tecnico a bacini successivi in cui le vasche sono connesse da luci sommerse



Passaggio a bacini successivi connessi da fenditure verticali



Passaggio a bacini successivi

Tipicamente costituiscono vie di passaggio, anche piuttosto lunghe, che aggirano l'ostacolo, ma possono altresì essere realizzate sull'opera di sbarramento stessa. Il dimensionamento della scala deve essere tale da consentire un adeguato assorbimento dell'energia cinetica dell'acqua fluente.

Questa tipologia di passaggi ha il vantaggio di essere adatta ad un'ampia varietà di specie ittiche e, in taluni casi, anche alla fauna macrobentonica; inoltre funziona bene anche in presenza di portate ridotte.

Tra gli svantaggi si segnala il fatto che sono richiesti frequenti interventi di manutenzione in relazione alla tendenza delle vasche ad accumulare detriti e al potenziale rischio di ostruzione delle vie di deflusso, in presenza di materiale galleggiante.

### Passaggi a rallentamento • Breve descrizione generale

I **passaggi a rallentamento** (detti anche **scale Denil** dal nome del ricercatore che nel 1908 ideò tale sistema) sono caratterizzati da una successione di particolari deflettori (o pannelli rallentatori) sagomati a U che, disposti lungo il piano inclinato del passaggio, riducono le velocità di deflusso.

Il moto dell'acqua su una scala a rallentamento, vorticoso e turbolento per effetto dei deflettori, entro certi limiti di pendenza, consente la risalita a diverse specie ittiche anche con capacità natatorie non eccelse. Occorre però fare un'importante puntualizzazione: detti sistemi non prevedono aree di riposo e perciò i pesci sono costretti a percorrere le rampe per intero, con scatti prolungati e di notevole intensità. Ne consegue che, in relazione alle ridotte capacità di resistenza dei pesci alle massime velocità di nuoto utili (sono in grado di scattare alla massima velocità per non più di pochi secondi), i passaggi a rallentamento non possono essere troppo estesi. Talvolta, per superare determinati dislivelli, si rende necessario spezzare il passaggio in due o più rampe a rallentamento distinte, con interposte apposite **vasche di riposo**.



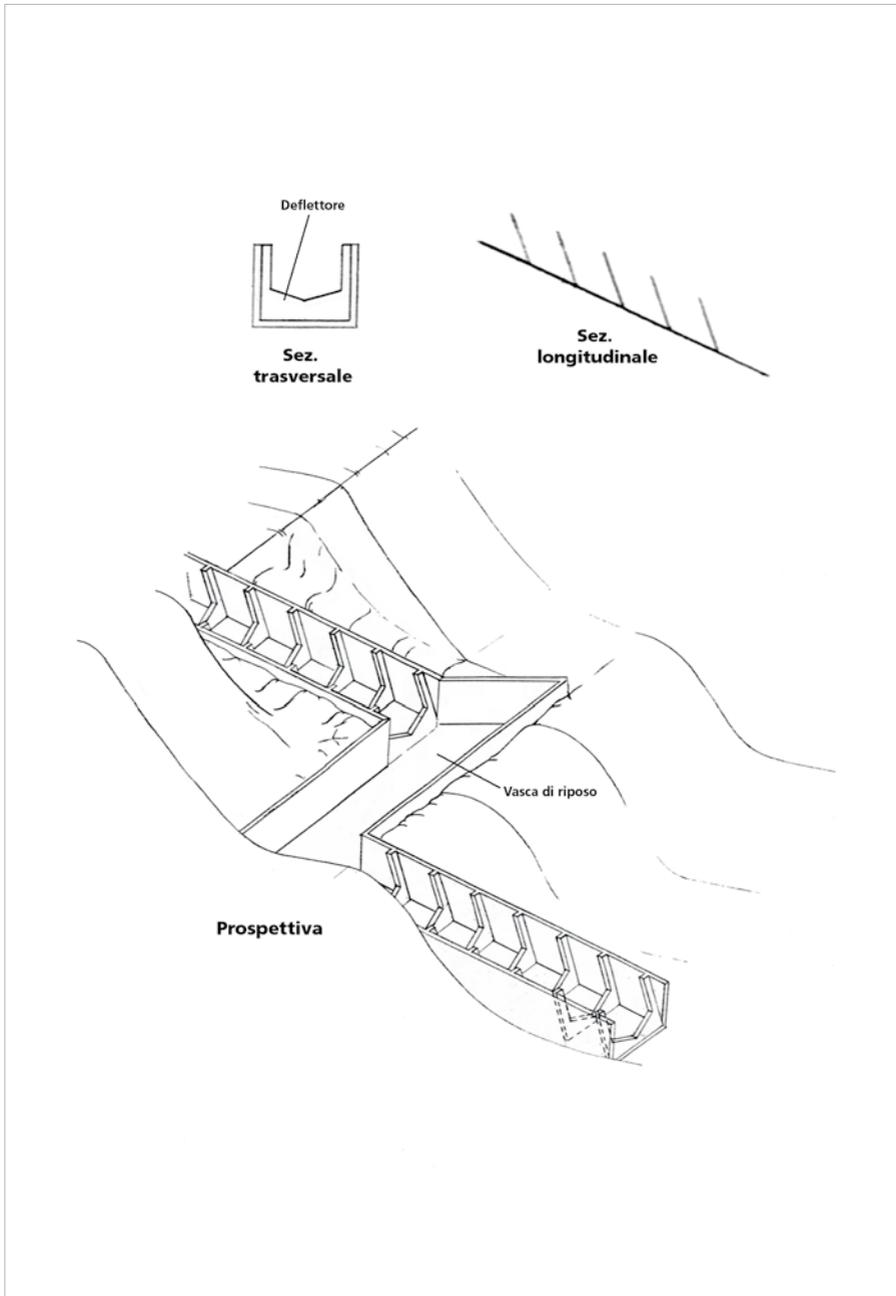
Passaggio tecnico a rallentamento



Scala Denil

A differenza delle scale a bacini successivi, i passaggi a rallentamento consentono il superamento di dislivelli inferiori e, in linea generale, si mostrano più selettivi verso i pesci. Sono inaccessibili alla fauna macrobentonica.

I passaggi a rallentamento risultano in genere di più facile realizzazione e, con semplici accorgimenti progettuali, possono essere resi compatibili con la discesa delle canoe.



Rappresentazione schematica di una scala Denil caratterizzata da due rampe distinte con interposta una vasca di riposo

## MONITORAGGIO



Passaggio a bacini successivi scalzato ed in parte asportato nella porzione terminale



Passaggio a bacini successivi costituito da doppia rampa in parte asciutta e con marcati segni di dissesto strutturale



Passaggio a bacini successivi: la poca acqua presente rende la scala del tutto impraticabile ai pesci

## OPERE DI PRESA

### Scheda P



Bocca di presa multipla con griglia e sgrigliatore automatico su carrello mobile

#### Breve descrizione generale

Con **opera di presa** si intende l'insieme dei manufatti e delle installazioni atte, in primo luogo, al **prelievo** d'acqua da un corpo idrico superficiale e, in secondo luogo, all'**allontanamento della frazione solida** dalla portata derivata. Sulla base dell'uso cui la risorsa idrica derivata è destinata si differenziano diverse tipologie di opera di presa, caratterizzate essenzialmente da elementi differenti e più o meno complessi. In linea generale si può affermare che le opere finalizzate alla *chiarificazione* delle portate derivate assumono notevole importanza per le derivazioni ad uso idroelettrico; viceversa le necessità irrigue non richiedono acque particolarmente limpide.

Le caratteristiche del sistema "opera di presa" dipendono strettamente dalle peculiarità del corso d'acqua in termini idrologici, geomorfologici e di trasporto solido.



Organi di regolazione delle bocche di presa



Doppia bocca di presa con paratoia

Comunemente, gli elementi di cui si può comporre un'opera di presa superficiale (o a pelo libero) sono:

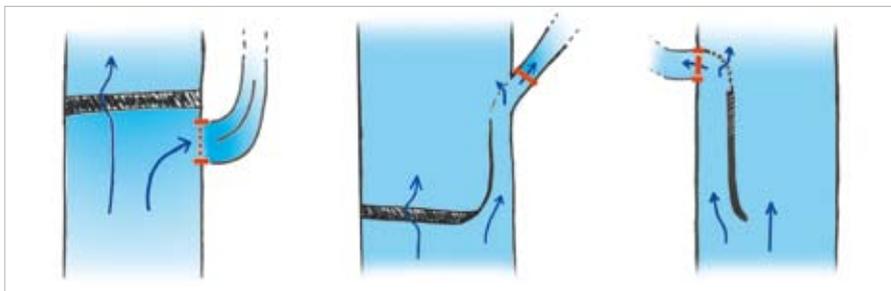
- **bocca di presa** (una o più luci di ingresso);
- **opere di filtraggio** (griglie);
- **bacini di calma** (canali sghiaiatori e dissabbiatori);
- **dispositivi di regolazione delle portate derivabili** (paratoie, sfioratori).

Come già accennato, sulla base delle caratteristiche del corso d'acqua da cui si vuole derivare e della destinazione d'uso della risorsa idrica captata, tali elementi possono essere tutti presenti o, viceversa tutti assenti (ad esclusione della bocca di presa).

La **bocca di presa** o **luce d'ingresso** può essere singola o multipla ed è, in genere, localizzata su una delle due sponde, a monte dello sbarramento: un caso particolare è rappresentato dalle traverse derivanti o a trappola in cui il dispositivo di presa è inserito direttamente nel corpo della traversa (vedi **Scheda S2**).

In campo, l'elevata varietà di configurazioni delle opere di presa spesso complica le cose nel momento in cui occorre distinguere la luce d'ingresso dal resto della canalizzazione. In questo Manuale, definiamo bocca di presa la sezione del sistema di canalizzazione dell'opera di presa oltre la quale le

portate prelevate si allontanano dall'alveo e che, in genere, risulta regolare e dotata di dispositivi di filtrazione o di regolazione delle portate quali griglie o paratoie (vedi schema a pag. 158).



Schema raffigurante tre diverse configurazioni di opere di derivazione: in rosso è evidenziata la bocca di presa

L'ampiezza e le specificità delle luci di ingresso dipendono essenzialmente dalle caratteristiche del corso d'acqua e dalle precise necessità di derivazione. Elemento fondamentale è la quota della bocca di presa: da essa, infatti, dipendono in modo rilevante quantità e qualità di prelievo.

Generalmente si possono distinguere differenti tipologie di bocche di presa, a seconda che siano luci semplici, libere da ulteriori dispositivi, oppure munite di griglia, di paratoia o di entrambe.



Canalizzazione in muratura dell'opera di derivazione con bocca di presa dotata di paratoia metallica

Le **opere di filtraggio**, comunemente costituite da **griglie** metalliche inclinate, disposte alla bocca di presa e/o lungo la canalizzazione del sistema di presa, trattengono i materiali grossolani trasportati dal flusso in ingresso. Gli impianti più recenti prevedono, inoltre, l'installazione di **sgrigliatori** automatizzati, talvolta equipaggiati da appositi nastri trasportatori, che perio-



Canale derivatore con griglia e apposito sgrigliatore



Canale sghiaiatore dotato di doppio scarico di fondo



Canale dissabbiatore con canale di spurgo parallelo

dicamente consentono la pulizia delle suddette griglie: tipicamente il meccanismo di azione è del tipo **a pettine**. Ulteriori mezzi di chiarificazione sono rappresentati dai **bacini sghiaiatori** e **dissabbiatori** anche detti **bacini di calma** o **di sedimentazione**, dove l'acqua derivata rallenta in modo da consentire la *decantazione* delle portate solide. Alla base della progettazione di questi dispositivi vi sono specifiche considerazioni sul moto delle particelle in sospensione: in linea generale, il bacino dovrà avere dimensioni tali da garantire alle acque derivate tempi di permanenza sufficienti alla sedimentazione.

Frequentemente l'effetto desiderato si ottiene grazie alla predisposizione di due bacini successivi: il primo, sghiaiatore o sgrossatore, atto all'eliminazione della frazione solida più grossolana;

il secondo, dissabbiatore, finalizzato all'asportazione delle particelle più fini. I bacini di calma sono provvisti di scaricatori di fondo dotati di paratoie e finalizzati allo spurgo del materiale che si accumula.

Il complesso "opera di presa" comprende anche particolari dispositivi accessori, finalizzati alla regolazione delle portate derivate, importanti in condizioni ordinarie per il controllo della derivazione e fondamentali, in condizioni di piena, per la sicurezza stessa dell'impianto. Comunemente si impiegano



Sfioratore di regolazione

sistemi semplici costituiti da **paratoie piane**, disposte lungo l'opera di presa e da **sfiatori laterali**.

Le paratoie possono intervenire regolando o interrompendo il flusso in ingresso; lo sfiatore laterale (vedi **Scheda R**) è dimensionato in modo da garantire la restituzione al corso d'acqua delle eventuali portate derivate in eccesso. Il principio di funziona-

mento dello sfiatore è quello dello stramazzo laterale: esso, infatti, non è altro che un setto ribassato, più o meno esteso, realizzato lungo una sponda della canalizzazione che rilascia, per sfioro superficiale, le portate eccedenti rispetto a quelle derivabili in concessione (troppo pieno).



Canale derivatore a valle di una bocca di presa multipla

## RILASCIO

### Scheda R

#### Breve descrizione generale

Si parla in linea generale di **rilascio** per indicare le portate che fluiscono a valle di una derivazione, comprendendo sia la quota di DMV imposta dalla normativa vigente, sia la **portata in eccesso** rispetto alle possibilità e alle necessità di derivazione.

Solo in pochi casi è possibile verificare in campo il rispetto del DMV ovvero che la portata rilasciata, o parte di essa, sia effettivamente quella imposta dalla normativa. Ciò è dovuto al fatto che, allo stato attuale, ancora poche delle installazioni presenti sul territorio, finalizzate alla derivazione dai corpi idrici superficiali, sono dotate dell'apposita **asta di controllo** (con tacca DMV evidente) recentemente imposta dalla normativa in vigore.



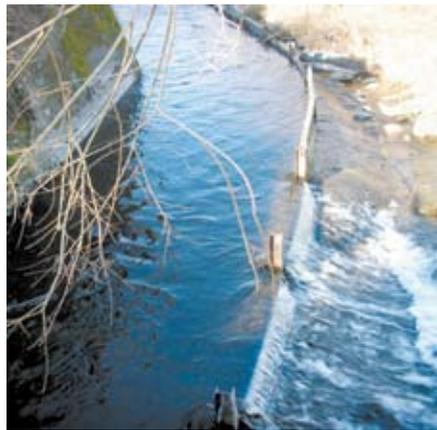
Sezione di rilascio a stramazzo con in evidenza l'asta graduata di controllo

Essenzialmente il rilascio può avvenire in corrispondenza dello sbarramento, in corrispondenza della canalizzazione dell'opera di presa o dalla sponda opposta rispetto all'opera di presa. Una condizione non esclude l'altra ed è assai frequente ad esempio che, in regime di *morbida*, si abbia sia rilascio dallo sbarramento, sia rilascio dalla canalizzazione dell'opera di presa.

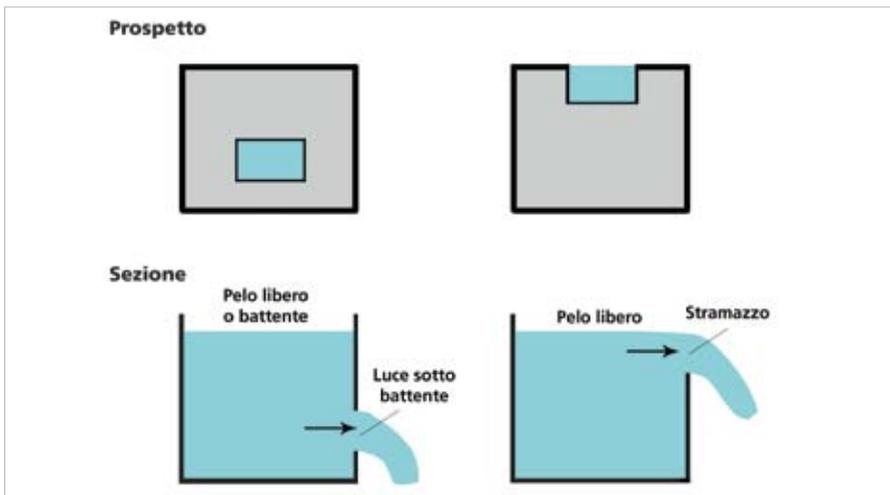
La normativa regionale impone che, in presenza di una scala di risalita per ittiofauna, il rilascio o quota parte del medesimo interessi tale manufatto al fine di garantirne il costante funzionamento.



Rilascio in corrispondenza dell'opera di sbarramento: sotto ribassato direttamente connesso a scala di risalita per ittiofauna



Rilascio per sfioro superficiale in corrispondenza di un tratto di canalizzazione del sistema di presa



Rappresentazione schematica di stramazzo e luce sotto battente

Le principali soluzioni progettuali o dispositivi idraulici che consentono di rilasciare in alveo le portate in arrivo sono rappresentate dagli stramazzi e dalle luci sotto battente.

Con **stramazzo** si intende una luce caratterizzata dall'aver solo la parte inferiore del contorno bagnata dall'acqua e, allo stesso tempo, posta in posizione soggiacente rispetto alla superficie dell'acqua a monte. Un esempio di applicazione pratica del suddetto dispositivo di rilascio può essere un setto ribassato (incisione di forma variabile) realizzato lungo una traversa in muratura: in corrispondenza del setto si ha un livello di ritenuta inferiore rispetto al livello di ritenuta dello sbarramento, che garantisce il rilascio.



Rilascio da stramazzo direttamente connesso a rampa di risalita in pietrame

Con **luce a (sotto) battente** si intende, invece, una luce posta per intero al di sotto del pelo libero o *battente d'acqua* e il cui contorno risulta completamente bagnato: per le caratteristiche appena riportate il rilascio da luce sotto battente è un rilascio in pressione. Esempi pratici di luci sotto battente possono essere aperture o fori praticati nell'opera di sbarramento o lungo la canalizzazione dell'opera di presa, o anche paratoie in posizione semi aperta.



Rilascio da foro in paratoia piana



Rilascio da sfioratore di regolazione delle portate massime derivate posto lungo il sistema di canalizzazione dell'opera di presa

Una caratteristica importante di questi dispositivi idraulici è che consentono, in condizioni idonee di deflusso, di quantificare con precisione le portate effluenti (rilasciate): sia per gli stramazzi, sia per le luci sotto battente esiste una relazione univoca tra le portate che fluiscono e il carico o livello idrico a monte. In pratica, in base al battente d'acqua sul dispositivo è possibile quantificare le portate che defluiscono attraverso la sezione: si possono così installare le aste graduate per la verifica del DMV di cui si è parlato in precedenza.

Una situazione comune in cui si realizza uno stramazzo (nel caso specifico laterale) finalizzato al rilascio in alveo delle portate in eccesso è quella dello **sfioratore di regolazione**. Esso è predisposto lungo il sistema di canalizzazione dell'opera di presa, spesso in corrispondenza dei tratti dissabbiatori e sghiaiatori e consente una regolazione delle portate derivate: oltre un certo livello (quota derivata) le acque ritornano al corso d'acqua per sfioro superficiale.

Il rilascio in corrispondenza della sponda opposta all'opera di presa si realizza, solitamente, per mezzo di un vero e proprio canale by-pass, e cioè di un manufatto (talvolta interrato) che, aggirando l'ostacolo, collega la sezione di monte con quella a valle dello sbarramento.

In linea generale tale soluzione è perseguita per le opere di sbarramento dei grandi fiumi di pianura, in cui le portate di rilascio ammontano a svariati  $m^3/s$ . Le scale rustiche per la risalita dell'ittiofauna (vedi **Scheda IT1**) non sono altro che canali by-pass appositamente studiati per la fauna acquatica, finalizzati alla ricostituzione della continuità longitudinale dei corsi d'acqua e che tipicamente rilasciano specifiche portate, in sponda opposta all'opera di presa.

# Le opere di immissione nelle acque superficiali

I corsi d'acqua ricevono svariati apporti liquidi derivanti dalle attività antropiche, diversi tra loro in termini qualitativi e quantitativi; si parla generalmente di **immissioni**.

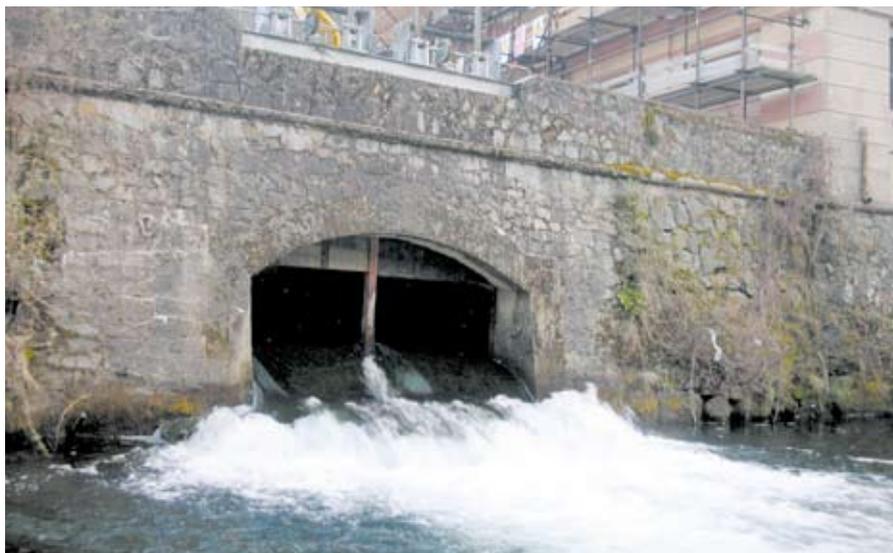


Manufatto di immissione in calcestruzzo

Essenzialmente si distinguono:

- gli **scarichi**, intesi come apporto di acque reflue (vedi approfondimento “Scarico delle acque reflue”);
- le **immissioni di acque meteoriche**, che convogliano in un corpo idrico, tramite manufatto, la parte di precipitazione che, non assorbita o evaporata, ha dilavato superfici scolanti (vedi approfondimento “Acque meteoriche”);
- le **restituzioni**, che comprendono le immissioni delle acque derivate ed utilizzate a scopo idroelettrico, irriguo e in impianti di potabilizzazione.

In termini pratici e puramente indicativi, in campo, è possibile differenziare scarichi, acque meteoriche e restituzioni sulla base delle caratteristiche qualitative e quantitative delle acque conferite al corpo idrico. In generale, infatti, gli scarichi e le acque meteoriche apportano alla rete idrografica acque in qualche misura alterate; viceversa le restituzioni, per la maggior parte connesse a produzione idroelettrica, convogliano al corpo idrico acque con portate anche consistenti (spesso pari ad alcuni  $m^3/s$ ), ma di qualità per lo più inalterata.



Galleria di restituzione

Inevitabilmente le immissioni sono una fonte di pressione per i corpi idrici, con effetti variabili a seconda delle caratteristiche delle acque scaricate e delle peculiarità dei corpi recettori stessi. Gli effetti possono essere conseguenti ad un'alterazione chimica delle acque, a modificazioni della temperatura, del trasporto solido o, ancora, alla semplice fluttuazione delle portate, dovuta a forti variazioni delle quantità immesse.

Durante le verifiche in campo è quindi possibile individuare, ed è necessario distinguere, tra le seguenti tipologie di opere di immissione:

- **manufatti per lo scarico di acque reflue;**
- **manufatti per l'immissione di acque meteoriche;**
- **opere di restituzione.**

## SCARICO DELLE ACQUE REFLUE

L'art. 74 del D.Lgs 152/06 così come modificato dall'art. 2 del D.Lgs 4/08, definisce **scarico** “qualsiasi immissione effettuata esclusivamente tramite un sistema stabile di collettamento che collega senza soluzione di continuità il ciclo di produzione del refluo con il corpo recettore, in acque superficiali, sul suolo, nel sottosuolo e in rete fognaria, indipendentemente dalla loro natura inquinante, anche sottoposte a preventivo trattamento di depurazione”.

Da questa definizione sono escluse le **restituzioni**, previste dall'articolo 114 dello stesso D.lgs, relative alle “acque utilizzate per la produzione idroelettrica, per scopi irrigui e in impianti di potabilizzazione, nonché dalle acque derivanti da sondaggi o perforazioni diversi da quelli relativi alla ricerca ed estrazione di idrocarburi (...)”.

Si distinguono le seguenti tipologie di acque reflue (D.Lgs 152/06):

- **acque reflue domestiche:** acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche;
- **acque reflue industriali:** qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diverse dalle acque reflue domestiche e dalle acque meteoriche di dilavamento;
- **acque reflue urbane:** acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali di dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato urbano.

Il D.Lgs 152/06 prevede che tutti gli scarichi devono essere autorizzati prima della loro attivazione.

## ACQUE METEORICHE

Il regolamento regionale 20 febbraio 2006, n.1/R definisce:

- **acque meteoriche di dilavamento:** la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;
- **acque di prima pioggia:** quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;
- **acque di lavaggio:** le acque utilizzate per il lavaggio delle superfici scolanti e qualsiasi altra acqua di dilavamento di origine non meteorica.

Lo stesso regolamento 1/R riporta la disciplina cui sono sottoposte tali tipologie di acque. Sono considerate scarico, e quindi sottoposte a procedimento autorizzativo solo le acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate (fognature bianche). Le acque di prima pioggia, provenienti da particolari insediamenti (elencati dall'art. 7 del regolamento) sono immissioni che per la loro attivazione richiedono l'approvazione di uno specifico "Piano di prevenzione e gestione".

Per le altre fattispecie è necessario solo il rispetto dei regolamenti edilizi comunali.

# SCHEDA OPERE DI IMMISSIONE

## Scheda I

### Breve descrizione generale

Le **opere di immissione** nei corpi idrici possono avere finalità diverse:

- per lo scarico delle acque reflue;
- per l'immissione di acque meteoriche;
- per la restituzione delle acque derivate per scopi idroelettrici, irrigui o potabili.



In primo piano manufatto di scarico di acque reflue e in secondo piano traccia di immissione di acque meteoriche

I **manufatti di scarico** sono opere finalizzate all'immissione delle **acque reflue** nei corpi idrici superficiali. Queste immissioni possono avvenire essenzialmente con tubi a sezione circolare chiusa, realizzati in calcestruzzo, materiali plastici o metallici, o con canali in muratura a cielo aperto o in galleria, spesso a sezione trapezoidale.

I manufatti a cielo aperto sono in genere "incassati" nel suolo o protetti da massi, al fine di raccordare idraulicamente lo scarico con la sponda del corpo recettore e, allo stesso tempo, di fornire al canale un'adeguata protezione dalle piene del fiume.



Protezione con pietrame di un manufatto di scarico

Le acque reflue possono avere varia origine: è infatti possibile che provengano da un'abitazione privata, da pubblica fognatura o da un insediamento industriale. In base alla provenienza cambia, ovviamente, anche la qualità dell'acqua scaricata, che potrà in alcuni casi presentare delle caratteristiche di evidente alterazione: potrà apparire ad esempio oleosa, schiumosa, torbida o colorata, a seconda dei processi cui è stata sottoposta e delle sostanze con cui è venuta a contatto. L'eventuale presenza di sedimento e/o di odori particolari costituisce senz'altro un elemento utile all'identificazione del tipo di acqua scaricata e quindi all'individuazione della sua ipotetica provenienza.

Una peculiarità che comunemente contraddistingue gli scarichi di origine domestica, soprattutto se non sufficientemente o per nulla depurati, è la presenza, nelle vicinanze dell'immissione, di aree con **anomale proliferazioni algali**.



Esempio di anomala proliferazione algale connessa ad un'opera di scarico

Inoltre, come detto, gli scarichi possono essere accompagnati da **cattivi odori**, essenzialmente dovuti alla presenza, nei reflui, di sostanze di origine organica. Dette caratteristiche possono aiutare nel momento in cui occorre distinguere gli scarichi propriamente detti dalle immissioni di acque meteoriche o dalle restituzioni.



Manufatto di restituzione a cielo aperto

Così come avviene per gli scarichi di reflui, anche le **immissioni di acque meteoriche** avvengono attraverso tubazioni a sezione circolare / ovale chiusa o canali in muratura a cielo aperto o in galleria. La qualità di tali acque dipende dalle condizioni e dagli utilizzi delle superfici che vengono dilavate dall'evento meteorico. In particolare sono i primi 5 mm di pioggia quelli potenzialmente più inquinati. Solo per lo smaltimento di questa frazione è infatti richiesto, agli insediamenti ritenuti potenzialmente più pericolosi (es. impianti gestione rifiuti, distributori carburante, ...), un piano di prevenzione e gestione delle aree esterne e delle acque.



Galleria di restituzione

Le **opere di restituzione** sono manufatti che consentono il ritorno alla rete idrografica delle acque derivate ed utilizzate (principalmente per fini idroelettrici). Si tratta di dispositivi che convogliano acque comunemente inalterate, in quantità talvolta rilevanti e spesso soggette a forti variazioni di portata (impianti idroelettrici con riserva d'acqua).

Tipicamente si tratta di canalizzazioni in galleria, generalmente caratterizzate da dimensioni superiori rispetto ai manufatti di scarico. Date le portate in gioco e l'irregolarità con la quale molto spesso le medesime vengono immesse in alveo, frequentemente, nei pressi di questi manufatti, viene evidenziato il pericolo di onde improvvise con apposita segnaletica.



Galleria di restituzione con annesso segnale di pericolo

Per tutte le tipologie di immissione, si potrà osservare che, in alcuni casi, l'acqua scaricata s'immette direttamente nella corrente fluida favorendo, se è presente acqua in alveo e nel caso di acque reflue, la diluizione delle sostanze inquinanti scaricate. In altri casi, invece, l'immissione può avvenire in un corpo recettore privo di acqua o, comunque, in una porzione di alveo asciutta, rischiando, in caso di scarichi di acque reflue inquinate, di compromettere le acque sotterranee.

# I sistemi informativi

**Il Sistema Informativo Catasto  
Opere di Difesa • SICOD**

**Il Sistema Informativo  
Catasto Sbarramenti  
di competenza regionale**

**I Catasti delle Derivazioni e degli  
Scarichi della Provincia di Torino  
e il SIRI della Regione Piemonte**



# Il Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa SICOD

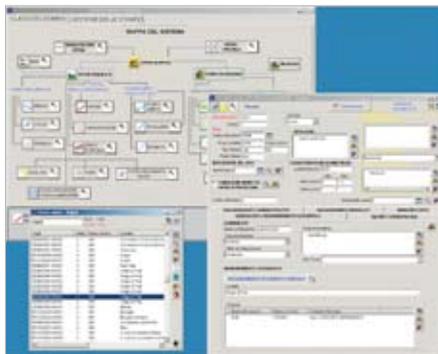


Il **Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa** raccoglie, organizza e gestisce informazioni relative alle opere di difesa presenti sul territorio regionale, siano esse opere idrauliche o di versante.

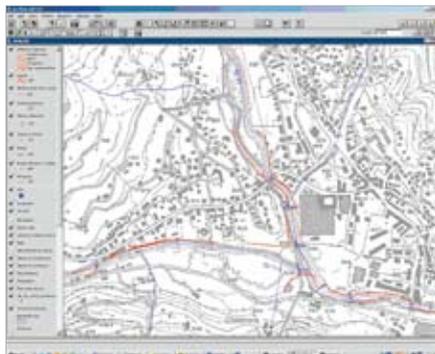
Il SICOD è un *GIS* cioè un sistema in grado di localizzare geograficamente sulla base cartografica una articolata serie di informazioni relative alle opere di difesa realizzate sul territorio.

Il SICOD è costituito da due componenti:

- una componente alfanumerica, che gestisce informazioni di tipo descrittivo articolate in schede tecniche, le cui informazioni vengono organizzate in un complesso archivio virtuale che chiamiamo *database*;
- una componente geografica, dedicata alla rappresentazione, con l'ausilio di simboli, delle opere sul territorio.



Come si presenta la componente alfanumerica del SICOD



La componente geografica del SICOD

La componente alfanumerica raccoglie informazioni di contenuto tecnico, come le caratteristiche geometriche, i materiali costruttivi e la funzionalità delle opere, oltre ad alcuni dati progettuali (se disponibili) ed amministrativi, consentendo la descrizione di ogni singola opera. Completano le informazioni anche le fotografie e gli eventuali dettagli grafici di progetto. I dati possono essere richiamati con interrogazioni predefinite, che consentono di incrociare informazioni a carattere differente, ad esempio amministrativo e tecnico, o amministrativo e geografico, ...

La componente geografica ubica le opere descritte dalle schede sulla base cartografica regionale (CTR scala 1:10.000), rappresentandole con una specifica simbologia.

Le due componenti, alfanumerica e geografica, sono integrate tra loro affinché la consultazione delle informazioni possa avvenire in entrambi gli ambienti. È quindi possibile passare semplicemente dall'informazione alfanumerica a quella geografica (e viceversa) ed avere così il massimo livello di conoscenza sulla singola opera e sul territorio.

Proprio perché il SICOD è un sistema informativo geografico, che consente la sovrapposizione di svariati livelli di dati, le informazioni delle opere di difesa possono integrarsi con altri dati geografici disponibili sul territorio, consentendo di acquisire una più ampia conoscenza dell'area di indagine.

I dati che alimentano il SICOD provengono da **tre canali di informazione**:



#### • elaborati progettuali

L'analisi dei progetti consente di reperire, oltre ai dati tecnici, anche informazioni di carattere amministrativo, come la fonte e la consistenza del finanziamento, gli estremi di approvazione, gli estratti grafici. Questo tipo di analisi non fornisce però informazioni relative allo stato di efficienza delle opere e alla loro effettiva realizzazione.

Analisi degli elaborati progettuali



Apertura del SICOD LT

## • SICOD LT

Si tratta di uno strumento che consente l'archiviazione organizzata dei dati relativi alle opere idrauliche. È pensato come strumento di supporto per la redazione della carta delle opere idrauliche censite, elaborato richiesto dalla circolare regionale 7LAP/96, facente parte della documentazione a corredo dei piani regolatori comunali. Lavora quindi su base comunale e consente la stampa dei dati archiviati sotto forma

di tabelle già adatte ad essere utilizzate negli elaborati di piano. Il SICOD LT è scaricabile dal sito della Regione Piemonte e, una volta compilato, viene inviato alla Direzione regionale che provvede all'utilizzo dei dati.

## • sopralluoghi

Il rilevamento diretto in sito delle caratteristiche geometriche, dello stato di efficienza e della localizzazione geografica delle opere permette non solo di verificare e completare le informazioni provenienti dalle fonti precedenti, ma anche di censire le opere presenti sul territorio e non diversamente documentate. È l'unica strada che garantisce un alto livello di affidabilità alle informazioni relative ad ogni singola opera.



Sopralluogo di rilevamento

I dati così raccolti sono inseriti nel SICOD e sono periodicamente sottoposti ad una procedura di validazione, che ne verifica la coerenza sulla base dei rapporti logici che le mettono in relazione, riducendo l'incidenza degli inevitabili errori che occorrono durante la fase di inserimento.

Tutte le **opere verificate e rilevate in sito**, vengono messe a disposizione sul SICODWEB, attraverso il portale per il cittadino [www.sistemapiemonte.it](http://www.sistemapiemonte.it), nella sezione territorio.



Pagina di apertura del servizio SICODWEB

Il SICODWEB permette la visualizzazione delle informazioni contenute nel SICOD e verificate in sito, attraverso una navigazione in ambiente geografico, consente di effettuare interrogazioni, visualizzare le fotografie e i dati tecnici relativi ad ogni opera.



Pagina per lo scarico dei dati

Dal servizio è inoltre possibile scaricare sul proprio computer i dati consultati, in maniera del tutto libera e gratuita. È consentito l'accesso anche alla documentazione riguardante il SICOD e le sue applicazioni, fornendo un panorama completo di conoscenza del sistema informativo e delle sue applicazioni.

## IL RILEVAMENTO

L'attività di rilevamento, che è l'attività preminente e più significativa, viene effettuata da squadre di tecnici appositamente dedicate, che effettuano i sopralluoghi, elaborano i dati ed aggiornano il sistema.

Il rilevamento è svolto in maniera sistematica sul territorio, verificando le opere presenti su entrambe le sponde e per l'intero sviluppo del corso d'acqua e sui versanti.



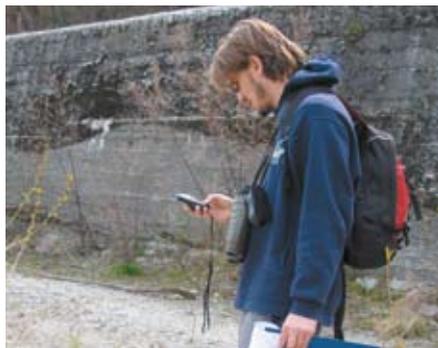
La squadra di rilevamento

La squadra di rilevamento è composta di due persone, di cui una ha il compito di ubicare le opere sulla carta e raccogliere i dati nelle schede di campagna appositamente realizzate per il SICOD.

L'altra persona, invece, ha il compito di misurare le opere, fotografarle e fornire ogni altra informazione utile alla prima per ubicare correttamente le opere in carta.



Ubicazione delle opere in carta e registrazione dati



Operazioni di misurazione

Gli strumenti a disposizione della squadra sono:

- un GPS che viene utilizzato, quando le condizioni ambientali lo consentono, nei casi in cui non si riesca a posizionare il dato con i riferimenti a disposizione sul terreno e sulla carta, o per determinare l'azimut;



Uso del GPS

- una rotella metrica per misurare piccole distanze, altezze di attraversamenti, piccoli diametri;
- un telemetro ipsometro a puntamento laser. Si tratta di un binocolo da qualche anno passato dall'uso militare a quello civile, che consente, grazie ad un sofisticato sistema interno, di ottenere le dimensioni delle opere (altezza, lunghezza, diametro,...), l'azimut, le distanze, l'angolo tra due oggetti e numerosi altri tipi di misure;
- una macchina fotografica digitale.



Misure con telemetro ipsometro

Questi strumenti consentono precisioni perfettamente coerenti con la scala di restituzione dei dati che è 1:10.000, dove quindi 1 m nella realtà corrisponde a 0.1 mm sulla carta!

Descriviamo ora le operazioni che effettuiamo durante un sopralluogo di rilevamento SICOD.

La prima operazione è orientare la carta, cioè disporla nello spazio coerentemente al territorio che rappresenta, avvalendosi eventualmente anche della bussola.

Individuiamo così, sulla carta, il punto dove ci troviamo e la posizione dell'opera che stiamo per rilevare.

È importante ricordare che la base topografica utilizzata è la Carta Tecnica Regionale, realizzata nel 1991. La CTR non è una rappresentazione recente del territorio, di conseguenza ciò che descrive non sempre coincide con la reale situazione dei luoghi: ad esempio il corso d'acqua può avere un andamento diverso e dove la carta indica un'ansa a destra, può esserci un'ansa a



Bussola

sinistra, o invece una rettifica. Anche il tessuto urbano ha subito numerose modifiche nell'ultimo decennio, che non sono rappresentate nella cartografia del '91.

Può essere quindi necessario, se vi è una buona ricezione dai satelliti, utilizzare il GPS, essendo comunque consapevoli dei suoi limiti di impiego.



Squadra di rilevamento al lavoro



Impiego della bindella metrica

Si passa quindi alla misura dell'opera. Per ogni opera di difesa rileviamo i parametri geometrici, che sono stati specificati nel dettaglio, opera per opera, nel capitolo "Le opere di difesa". L'operazione viene effettuata con l'ausilio del telemetro ipsometro, e i valori letti dal misuratore sono riportati sulle schede "di terreno" che compila il secondo rilevatore, cui spetta anche il compito di riportare correttamente l'opera in carta. Si completa la misura con le fotografie ed eventuali altre informazioni che servono per meglio localizzare o caratterizzare l'opera.

L'ultima informazione raccolta è il monitoraggio, che viene effettuato soltanto sulla categoria delle opere idrauliche, sia perché i versanti e le loro sistemazioni sono monitorati da altro ente, sia perché le opere di versante sono spesso opere profonde di cui è impossibile verificare lo stato.

Con il monitoraggio definiamo lo stato dell'opera, ovvero le condizioni oggettive in cui si trova (erosione, interramento, dissesto strutturale, ecc), lo stato di efficienza e quindi di funzionalità

e gli eventuali interventi necessari a ripristinare o recuperare la funzionalità, se possibile (manutenzione, sottofondazione, ricostruzione, ...).

La definizione dell'efficienza è strettamente riferita all'opera in sé ed alla funzione che svolge nel punto in cui si trova, non alla sua efficacia nel sistema complesso di interazione con la dinamica del corso d'acqua. È un'informazione strettamente puntuale, come meglio specificato nel capitolo "Le opere di difesa".

## LA RESTITUZIONE

I dati che raccogliamo durante i sopralluoghi integrano e/o rettificano le eventuali informazioni provenienti dalle altre fonti come il SICOD LT e i progetti, oppure alimentano ex novo la base dati del Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa.

Il rilevatore che si è occupato di segnare materialmente sulla carta i dati raccolti durante il sopralluogo, li inserisce anche nel SICOD. Questa è la via migliore per evitare di introdurre errori o inesattezze che potrebbero manifestarsi dall'interpretazione delle carte e delle schede manoscritte da parte di terzi che magari non sono nemmeno stati sul posto.

All'interno del SICOD, le opere sono archiviate attribuendo a ciascuna un codice, che la identifica in maniera univoca e consente anche di risalire al compilatore.

Può accadere che di un'opera giungano informazioni in tempi diversi. È il caso di un'opera rilevata su terreno di cui successivamente reperiamo il progetto, oppure, nella maggior parte dei casi, quando su un'opera vengono effettuati più sopralluoghi, in tempi diversi.

Il SICOD archivia tutte le informazioni, generando delle schede di dati storici, che permettono di tenere traccia dell'evoluzione di un'opera nel tempo. Le schede storiche sono concatenate alle informazioni più recenti, in modo che si possa passare dall'una all'altra in una successione temporale. Tenendo memoria dei dati di un'opera, soprattutto del monitoraggio, il SICOD ci permette di verificarne il comportamento nel tempo, di seguirne ad esempio l'evoluzione in relazione al corso d'acqua ed agli eventi. Trattandosi di un sistema informativo, anche nella componente geografica le informazioni storiche hanno una propria rappresentazione.

Periodicamente i dati inseriti nel SICOD sono controllati, validati ed infine divulgati tramite il SICODWEB.

# Il Sistema Informativo Catasto Sbarramenti di competenza regionale



Pagina di apertura del servizio

Il Catasto Sbarramenti della Regione Piemonte nasce per organizzare in maniera efficiente i dati sugli sbarramenti ed invasi di accumulo, in applicazione della L.R. 25/03. La Regione, infatti, ha competenza sulle opere di accumulo idrico con sbarramenti artificiali di altezza minore di 15 metri e volumi accumulati inferiori a un milione di metri cubi, costruite per i diversi utilizzi: irriguo, idroelettrico, antincendio, pesca,

turistico - ricreativo... Si deve inoltre occupare anche del controllo della sicurezza degli stessi impianti.

Da questa attività derivano molti dati sui diversi invasi, che vengono archiviati nel **Sistema Informativo Catasto Sbarramenti di competenza regionale**. Questo *database* è peraltro previsto dal regolamento di attuazione della legge di riferimento (art.26 D.P.G.R. 09 novembre 2004, n.12/R).

Come tutti i sistemi informativi, anche questo organizza le informazioni relative alle dighe ed agli invasi di competenza regionale, integrando la componente descrittiva delle informazioni di tipo generale, tecnico ed amministrativo, con la componente geografica relativa alla localizzazione degli impianti.

I dati sugli sbarramenti sono estrapolati dai progetti e dalle perizie tecniche e sono verificati con appositi sopralluoghi, prima del caricamento nel sistema, per garantirne un alto grado di affidabilità.

Durante l'esercizio degli impianti poi, l'attività di controllo effettuata direttamente dalla Regione fornisce ulteriori dati.

A tutti gli utenti, le informazioni sono rese disponibili nella sezione alfanumerica attraverso funzionalità di ricerca, visualizzazione, inserimento, modi-

fica, esportazione e stampa dei dati. È inoltre possibile allegare direttamente documenti e fotografie.

Nella sezione geografica si visualizzano i contenuti estratti dalla ricerca alfanumerica ed è possibile interrogare la mappa, effettuare ricerche geografiche, inserire e modificare la localizzazione degli invasi, scaricare i dati, stampare la legenda e le carte.

La restituzione dei dati, nella sezione geografica, è a scala della CTR (scala 1:10.000). Qui sono anche rappresentate, senza legami con le sezioni alfanumeriche, la maggior parte delle dighe di competenza statale (Registro Italiano Dighe) o che hanno ricadute dirette sul nostro territorio regionale.

Come il SICOD, il Sistema Informativo Catasto Sbarramenti è accessibile dalla pagina del portale Sistemapiemonte ([www.sistemapiemonte.it/territorio/dighe/index.shtml](http://www.sistemapiemonte.it/territorio/dighe/index.shtml)) nella sezione territorio, oppure è raggiungibile direttamente dalle pagine del sito web regionale dedicato al Settore regionale che si occupa specificatamente della materia ([www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/difesasuolo/dighe/index.htm](http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/difesasuolo/dighe/index.htm)).

L'obiettivo del Catasto Sbarramenti è di rendere disponibili le informazioni raccolte sugli impianti al maggior numero di persone possibile. Questo per permettere la collaborazione tra tutti gli utenti abilitati che si occupano delle problematiche legate agli sbarramenti artificiali, anche se con approcci differenti e per diversi scopi.

Un bacino di accumulo può, infatti, essere utilizzato per usi agricoli, ma è anche una riserva antincendio e magari anche una risorsa turistico – ricreativa: per ogni sua funzione sono coinvolti soggetti differenti, che devono però poter condividere le stesse informazioni di base. Il sistema informativo è quindi un punto di incontro, un mezzo per diffondere informazioni tra enti diversi: uno strumento di collaborazione!

L'accesso al sistema avviene individuando una serie di profili, in base ai quali, sono resi disponibili vari livelli di dati o vengono consentite operazioni di aggiornamento e implementazione degli stessi.

Per esempio, le amministrazioni comunali possono allegare le ordinanze emanate per la sicurezza della pubblica incolumità, gli agenti del Corpo Forestale dello Stato possono comunicare i propri verbali di accertamento delle violazioni e le sanzioni comminate, i funzionari dei Vigili del Fuoco possono indicare gli invasi di interesse e creare una rete alternativa contro gli incendi.

Il Catasto Sbarramenti è di particolare interesse anche per diverse strutture provinciali, in particolar modo i dati geografici e i dati tecnici correlati sono impiegati per definire le azioni di intervento della Protezione Civile oppure gli studi sull'ottimizzazione delle reti irrigue esistenti.



# I Catasti delle Derivazioni e degli Scarichi della Provincia di Torino e il SIRI della Regione Piemonte

Con il riparto di competenze in materia di gestione del demanio idrico previsto dalla L.R. 44/2000, le Province sono diventate competenti per il rilascio delle concessioni per piccole derivazioni di acque superficiali e sotterranee, nonché delle concessioni per grandi derivazioni, prima di competenza dello Stato. Le Province, a seguito della L.R. 48/93, sono inoltre competenti per il rilascio delle autorizzazioni allo scarico di acque reflue urbane e di acque reflue provenienti da insediamenti industriali.

Durante le attività istruttorie legate al rilascio di tali atti, si producono e si raccolgono grandi quantità di **informazioni territoriali** e **tecnico-amministrative**: nasce pertanto l'esigenza di disporre di uno strumento capace di raccogliere e visualizzare in modo strutturato tutti i dati utili alla gestione delle procedure. La razionalizzazione, la disponibilità e l'aggiornamento sistematico delle informazioni garantiscono all'Amministrazione quel grado di conoscenza necessario per operare con l'obiettivo di una gestione funzionale ed integrata della risorsa acqua del proprio territorio. Sono così nati il Catasto delle Derivazioni ed il Catasto degli Scarichi Idrici.

Gli oggetti censiti nel **Catasto delle Derivazioni Idriche** sono così distinti:

- **opere di captazione** (pozzi, prese, sorgenti, trincee drenanti e fontanili);
- **opere di adduzione** (canali di adduzione, condotte di adduzione, condotte forzate e gallerie);
- **opere di restituzione** (canali e condotte di restituzione);
- **opere di utilizzo** (centrali idroelettriche, centrali idroelettriche con pompaggio, aziende piscicole, usi industriale, irriguo, igienico e lavaggio di inerti);
- **opere infrastrutturali** (torrini piezometrici, attraversamenti, demodulatori, modulatori, raccordi logici, vasche e serbatoi);
- **misuratori** (portata).

Nel **Catasto degli Scarichi Idrici** sono raccolte le informazioni di carattere amministrativo e tecnico relative alle seguenti tipologie di scarichi autorizzati dalla Provincia di Torino:

- **scarichi autorizzati di acque reflue** (scarichi di pubbliche fognature e scarichi provenienti da insediamenti produttivi);
- **sfioratori / scaricatori di piena** (scarichi autorizzati localizzati lungo le reti fognarie miste che si attivano in caso di eventi meteorici rilevanti).

Il Catasto è costituito da una componente alfanumerica (che gestisce i dati descrittivi) e da una componente geografica che permette una rappresentazione degli oggetti sul territorio.

Dalla consapevolezza dell'importanza di divulgare anche all'esterno i dati esistenti, la Provincia di Torino in collaborazione con il CSI Piemonte ha realizzato un **applicativo di consultazione on-line** del Catasto delle derivazioni idriche e degli scarichi, disponibile per la consultazione libera da parte del pubblico all'indirizzo:

[www.provincia.torino.it/ambiente/risorse\\_idriche/territorio/index](http://www.provincia.torino.it/ambiente/risorse_idriche/territorio/index)

Rec.	Comune	Codice catasto	Tipo reflue	Codice ISAT	Categoria	Altezza P.A.E.	Portata annua	Tipo dispersione	Tipo recipiente	Corpo idrico riceettore
1	LEINI	TQ1723108	PRODUTTIVO		+190m slg	NO	300		CORPO IDRICO SUPERFICIALE	S. SORDANO
2	SETTIMO TORINESE	FD1723069	METEORICHE	31.30.0	+190m slg	NO	0		CORPO IDRICO SUPERFICIALE	REALERA DI SETTIMO

Applicativo di consultazione on-line della Provincia di Torino: cartografia interattiva

L'applicativo è realizzato con un sistema **WebGIS**, che permette di visualizzare i dati cartografici sulla mappa e di interagire con essi attraverso vari strumenti a disposizione (ricerche predefinite).

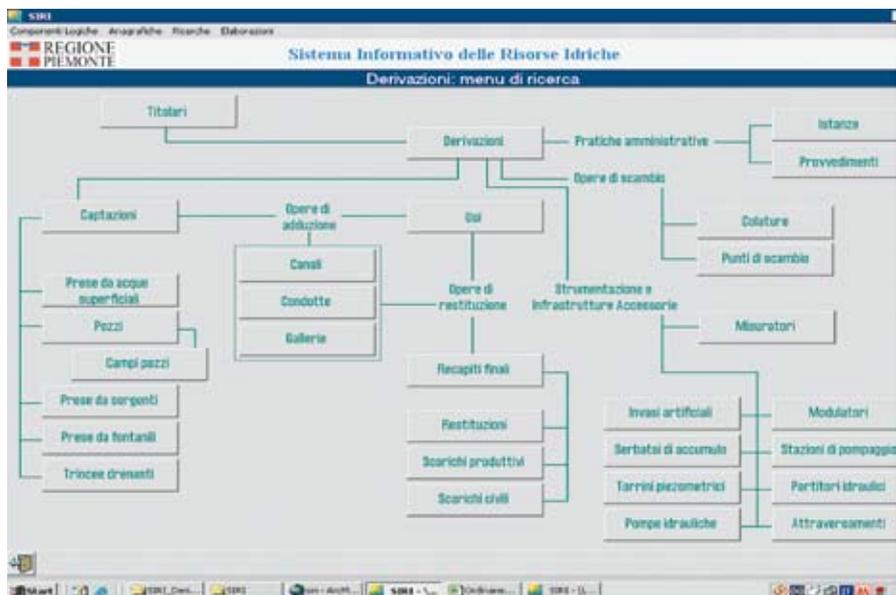
Ad oggi le informazioni contenute nei Catasti provinciali sono riversate e gestite anche nell'ambito del **SIRI** (Sistema Informativo Risorse Idriche) della Regione Piemonte. Questo strumento rappresenta la base conoscitiva di riferimento su scala regionale dei **fattori di pressione** (utenze idriche, infrastrutture irrigue, scarichi, infrastrutture di acquedotto, fognatura e depurazione) ma anche dello **stato qualitativo** e **quantitativo** della risorsa idrica elaborato sulla base dei dati raccolti dalle reti di monitoraggio (vedi approfondimento "La rete di monitoraggio").

Tale strumento si propone di creare una banca dati condivisa fra i diversi enti, in grado di descrivere in modo compiuto il ciclo dell'acqua, inteso come "**prelievo-trasporto-uso-restituzione-scarico**". Allo stesso modo il SIRI diventa un punto di riferimento per tutti coloro che intendono approfondire aspetti relativi allo stato quali-quantitativo delle acque con dati consultabili sul sito regionale al seguente indirizzo:

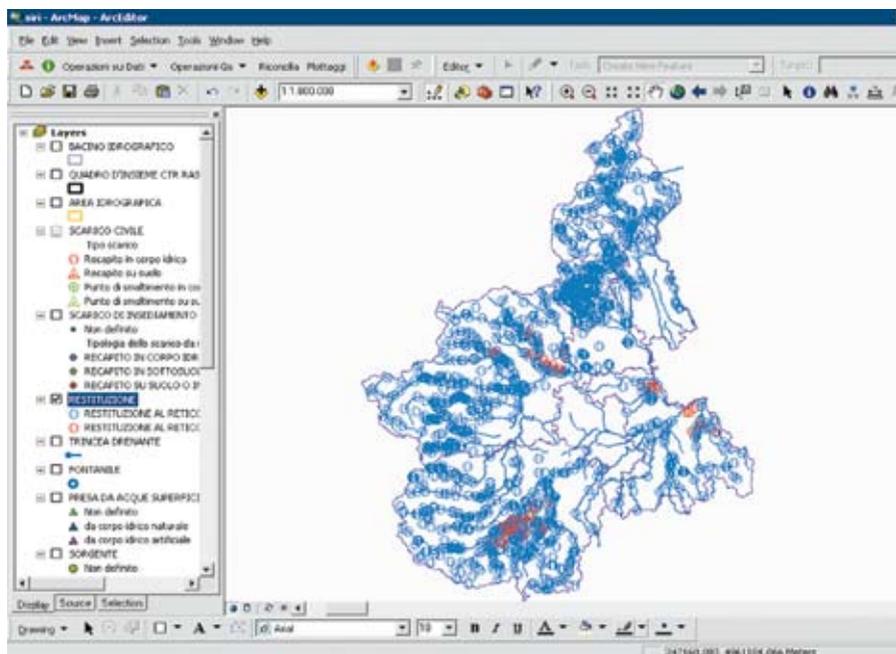
[www.regione.piemonte.it/acqua](http://www.regione.piemonte.it/acqua)



Pagina di apertura del SIRI della Regione Piemonte



Menu di ricerca SIRI relativo alle derivazioni



Componente geografica interattiva del SIRI

## LA RETE DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio dei corsi d'acqua rappresenta un indispensabile strumento sia per la verifica dello stato della risorsa, sia per la progettazione delle azioni di risanamento. Il D.Lgs 152/2006 pone l'accento su tale principio ed introduce i criteri con cui progettare i programmi di monitoraggio e i parametri che devono essere verificati. Il tutto viene recepito e dettagliato all'interno del **Piano di Tutela delle Acque (PTA)** della Regione Piemonte approvato nel marzo 2007.

Il sistema di monitoraggio rappresenta lo strumento primario per verificare l'evolversi dello stato della risorsa e misurare il grado di efficacia e congruità degli interventi posti in essere dal PTA per il raggiungimento degli specifici obiettivi di qualità ambientale.

La **rete di monitoraggio regionale**, come illustrato nel PTA stesso, è stata sviluppata con criteri di territorialità, gerarchizzazione e flessibilità distinguendo tre livelli per rispondere alle esigenze funzionali ed agli obiettivi degli enti:

- rete regionale (di conoscenza generale a macro scala) costituita da stazioni di rilevamento manuali ed automatiche che permettono di conoscere la situazione ambientale complessiva dei singoli corsi d'acqua e la sua evoluzione nel tempo, ai fini di una pianificazione a scala generale;
- rete provinciale (di controllo) finalizzata ad approfondimenti mirati sulle fonti antropiche di impatto per una corretta gestione e pianificazione del territorio di competenza; i punti di monitoraggio (manuale ed automatico, di tipo qualitativo e quantitativo) si integrano nella maglia delle stazioni di interesse regionale consentendo di migliorare la qualità dell'informazione ambientale generale;
- rete comunale riguardante prevalentemente le acque sotterranee, costituisce un elemento conoscitivo fondamentale per la salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile e in tutte quelle situazioni considerate rilevanti.

Ad oggi la rete regionale delle acque superficiali integra dati di tipo qualitativo e quantitativo. È organizzata con stazioni di monitoraggio in continuo, in cui le centraline posizionate lungo la rete idrografica raccolgono dati sulla quantità dell'acqua che transita e sulla sua qualità chimico-fisica, e con stazioni di rilevamento manuale in cui viene anche effettuato il controllo biologico mediante l'applicazione dell'Indice Biotico Esteso - IBE (si indaga la comunità macrobentonica).

La rete di monitoraggio delle acque superficiali d'interesse provinciale è in fase di realizzazione e, ad oggi, è costituita da alcune centraline fisse di rilevamento dei dati quantitativi con particolare interesse per le portate di magra. Inoltre, sui ponti più importanti per la viabilità provinciale, sono state installate aste graduate a servizio degli operatori di Protezione Civile durante gli eventi di piena.



# Appendice

**Cenni sulle coordinate e i sistemi di riferimento**

**La carta topografica**

**Orientare la carta e valutare l'azimut**

**Posizionarsi sulla carta: la triangolazione**

**Il GPS**

**La normativa di riferimento**

**Guida alla compilazione delle schede**

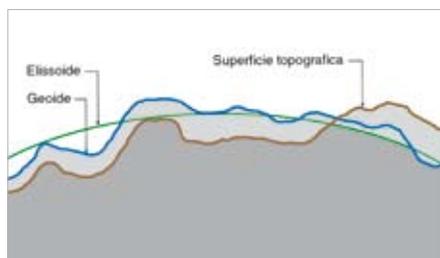


# Cenni sulle coordinate e i sistemi di riferimento

## • La rappresentazione cartografica della Terra

L'esigenza, fin dai tempi antichi, di descrivere le caratteristiche morfologiche e topografiche della Terra ha determinato la nascita della Cartografia. Le rappresentazioni cartografiche sono proiezioni, sul piano, di oggetti giacenti sulla superficie terrestre. La difficoltà principale nel passaggio da punti che si trovano su una superficie come quella terrestre, a punti di un piano è ulteriormente aggravata dalla forma della Terra. Essa infatti è simile ad una sfera ma non lo è. Per avere una superficie il più possibile prossima a quella della Terra, si è assunto come riferimento il **Geoide**. Si tratta di un solido la cui superficie è perpendicolare in ogni punto alla direzione della forza di gravità in quel punto. Tale superficie è comunque molto complessa, anche dal punto di vista matematico, poiché entrano in gioco grandezze geometriche e fisiche. In ogni punto infatti è necessario conoscere la direzione della forza di gravità, che è funzione però dalla densità dei materiali costituenti il nostro pianeta. Il Geoide è quindi difficilmente utilizzabile.

È stato allora necessario definire altre superfici di riferimento, approssimate al Geoide ma caratterizzate da espressioni matematiche più semplici: usualmente è utilizzata la superficie dell'ellissoide. Lo scostamento tra la superficie del Geoide e quella dell'ellissoide è detto **ondulazione** del Geoide.



Rapporti tra superficie terrestre, Geoide ed ellissoide

Nel corso degli anni, con lo sviluppo delle nuove tecnologie di calcolo e delle conoscenze, sono state impiegate diverse superfici ellissoidali, che tendono ad approssimare la forma della terra in modo sempre più preciso, dando origine a vari **sistemi di riferimento geodetico**.

Un riferimento geodetico, ovvero il tipo di ellissoide con le sue caratteristiche geometriche e la sua posizione rispetto al Geoide, viene chiamato **datum** ed è un'informazione fondamentale perché sulla base del datum vengono effettuate le misure. Le informazioni geografiche sono tra loro sovrapponibili correttamente solo se hanno alla base lo stesso datum.

Dal punto di vista pratico, definire il datum consiste nel definire un ellissoide orientato localmente, un ellissoide che, almeno per un'area circoscritta, coincide con la superficie della Terra. Scelto un ellissoide tra i vari possibili, questo si ottiene imponendo che, in un determinato punto (**punto di emanazione**) della sua superficie, siano soddisfatte determinate condizioni, che, semplificando molto, consistono nel definire le coordinate geografiche di quel punto (latitudine e longitudine) per via astronomica, cioè facendo riferimento alle stelle e ai meridiani celesti. Le coordinate così individuate diventano le coordinate geografiche ellissoidiche del punto di emanazione.

Nel punto di emanazione la normale alla superficie ellissoidica coincide con la verticale della superficie terrestre: il Geoide e l'ellissoide sono tangenti nel punto di emanazione.

Un ellissoide così orientato approssima molto bene la superficie terrestre per un intorno molto vasto delle dimensioni di uno Stato o anche di un continente. L'ondulazione del Geoide può essere comunque di alcune decine di metri.

Dal punto di vista pratico, ad ogni datum è associata una rete geodetica, costituita di punti per i quali sono state definite in maniera molto precisa le coordinate geodetiche geografiche ellissoidiche. Ogni Stato gestisce la propria rete geodetica: per l'Italia questo compito è affidato all'Istituto Geografico Militare. Ai vertici della rete sono associate anche le corrispondenti coordinate nel piano della rappresentazione cartografica.

L'Italia dispone di tre sistemi geodetici:

- il **sistema ROMA40** che utilizza l'ellissoide di Hayford e ha come punto di emanazione Roma Monte Mario con i dati astronomici del 1940. Il meridiano fondamentale è quello passante per Monte Mario. La rete geodetica associata dispone di caposaldi del I, II, III, IV ordine;
- il **sistema ED50** che utilizza lo stesso ellissoide ma orientato a Postdam (Germania centrale) con dati del 1950. Il meridiano fondamentale è quello di Greenwich. La rete di capisaldi è europea.  
Entrambi i sistemi sono impiegati sulle cartografie nazionali e regionali;
- il sistema geodetico catastale che qui non trattiamo.

Negli anni '90 è stato messo a punto un sistema geodetico mondiale, che si basa sull'utilizzo dei satelliti.

Per definire il datum globale ci si basa su un ellissoide costruito su una terna di assi cartesiani geocentrica e solidale alla Terra. L'origine degli assi XYZ è nel *centro di massa* della Terra. L'asse Z passa per i poli e coincide con l'asse di rotazione terrestre, gli assi X e Y sono sul piano equatoriale con l'asse X orientato secondo il meridiano di Greenwich. Il sistema di riferimento ruota insieme alla Terra.

Questo datum è noto come **WGS84** (*World Geodetic System*) e dispone di una rete di punti internazionale, che ogni paese ha poi provveduto ad infittire. L'IGM, per l'Italia, ha originato la rete IGM95, dove le coordinate dei punti sono state definite riferendosi alle coordinate orbitali dei satelliti del sistema GPS, negli anni '90.

Perciò quando si riportano le coordinate di uno o più punti è importante conoscere a che datum ci si riferisce. Come abbiamo visto, infatti, ogni datum corrisponde ad un ellissoide ben definito, con propria forma e dimensione, posizionato in una certa maniera rispetto alla superficie fisica della Terra (orientamento). Le coordinate di uno stesso punto riferite ad un datum piuttosto che ad un altro possono portare a differenze consistenti, anche di un centinaio di metri.

## • Le coordinate

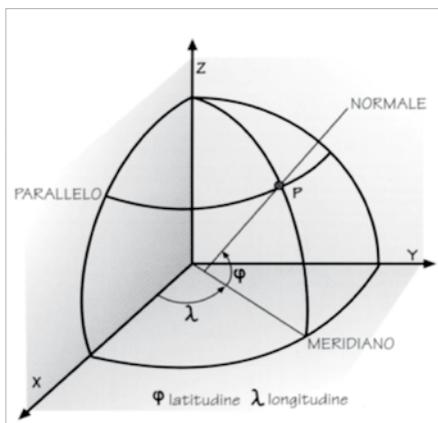
Se vogliamo conoscere la localizzazione di un oggetto sulla carta, che rappresenta la superficie della terra, facendo riferimento ad un ellissoide, non è sufficiente avere informazioni sul sistema di riferimento rispetto al quale sono posizionati i punti. È necessario definire dei parametri che collochino in maniera univoca gli oggetti sulla superficie a due dimensioni della carta. È come avere descritto e disegnato la struttura di una città: ci sono le strade, le piazze, i fiumi, le case, i palazzi e ponti, si tratta di attribuire a ciascuno l'indirizzo, in modo che sia univocamente determinato.

Gli oggetti rappresentati su una carta, sono puntualmente individuati nello spazio attraverso le **coordinate**: all'interno di uno stesso datum le coordinate possono essere definite in vari modi. I sistemi di coordinate sono molti e sono tra loro equivalenti, nel senso che è possibile passare da uno all'altro con formule opportune.

I sistemi di coordinate qui descritti sono: le coordinate geografiche e le coordinate cartografiche ellissoidiche.

Le **coordinate geografiche** di un punto sono la latitudine e la longitudine. Sono angoli e quindi sono espressi in gradi, primi, secondi e decimi di secondo. La **latitudine** è l'angolo che si forma tra la normale alla superficie dell'ellissoide di riferimento passante per un punto e il piano equatoriale. I punti di ugual latitudine stanno sullo stesso **parallelo**. Si distingue tra una latitudine sud e nord rispetto all'Equatore.

La **longitudine** è l'angolo che si forma tra il piano meridiano di riferimento ed il piano meridiano passante per un punto posto sulla superficie terrestre.



Le coordinate geografiche di un punto sulla superficie terrestre

I punti di egual longitudine sono posti sullo stesso **meridiano**. La longitudine è est oppure ovest rispetto al meridiano di riferimento.

Una notevole semplificazione si ottiene dall'impiego delle **coordinate cartografiche**, che permettono un facile utilizzo della cartografia disponibile. Queste coordinate sono la trasformazione delle coordinate geografiche (angoli) in coordinate piane (metri).

I punti dell'ellissoide sono proiettati su un cilindro, la cui superficie si può svol-

gere su un piano. In questo piano viene individuato un sistema di assi cartesiani. Le coordinate sono espresse in metri.

Sin qui abbiamo parlato di coordinate piane, cioè per individuare un punto su un piano, infatti non è stata introdotta la quota, la terza dimensione, valore che comunque è riportato sulla carta.

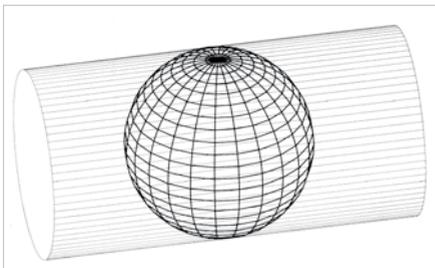
Abbiamo così velocemente descritto i concetti generali che stanno alla base della cartografia. Vediamo ora di riportare questi concetti alla cartografia in uso nel nostro paese.

Disegnare una carta significa rappresentare la superficie terrestre, in tre dimensioni, su un supporto a due dimensioni.

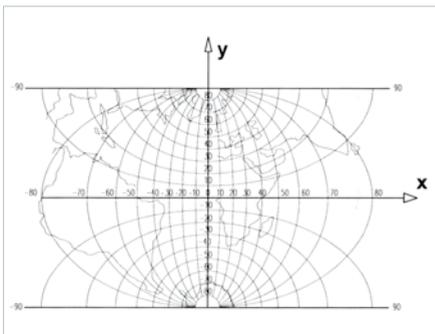
Si tratta di effettuare una proiezione della superficie terrestre, o meglio della superficie che noi abbiamo scelto per approssimare quella terrestre, su un piano.

Anche in questo caso ci sono vari modi di fare questa operazione.

Una delle possibili proiezioni è la proiezione conforme di Gauss, che consiste nel proiettare i punti della superficie dell'ellissoide (Ellissoide Internazionale proposto da Hayford nel 1909) dal suo centro verso un cilindro tangente all'ellissoide stesso nel meridiano centrale. Questa proiezione è



Schema del concetto di proiezione cilindrica: la sfera è all'interno del cilindro e ad esso tangente

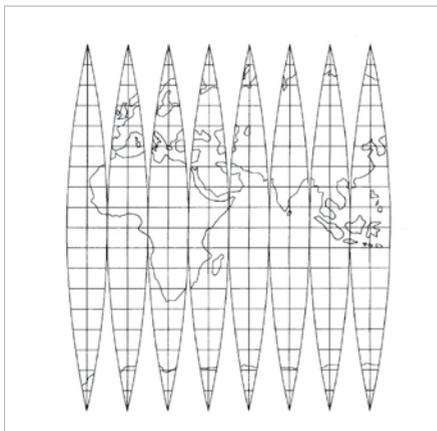


Reticolo geografico piano con meridiani e paralleli secondo la proiezione di Gauss

nota anche come proiezione cilindrica inversa o **Universale Trasversa di Mercatore (UTM** in inglese *Universal Transvers Mercatore*).

È una proiezione **conforme** perchè gli angoli misurati sulla carta corrispondono a quelli misurati sul terreno. Sono invece deformate le lunghezze. Il meridiano di riferimento, tangente al cilindro e l'Equatore formano sulla mappa segmenti di retta che si intersecano ad angolo retto nell'origine del sistema, in quanto non sono deformati dalla proiezione. Gli altri meridiani e paralleli sono invece curve complesse che accentuano la loro curvatura man mano che ci si allontana dal centro.

Per limitare le deformazioni, la rappresentazione cartografica del sistema UTM limita l'ampiezza dei fusi (porzioni di ellissoide comprese tra due

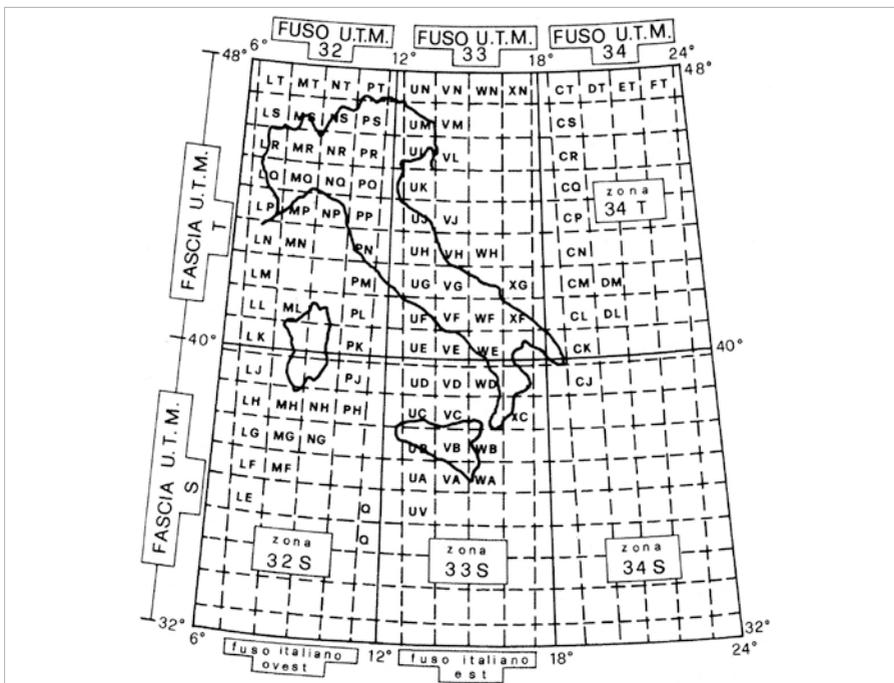


La suddivisione in fusi adottata dal sistema UTM

meridiani) a 6°, individuando così 60 **fusi** (numerati da 1 a 60 con l'antimeridiano di Greenwich assunto come meridiano fondamentale). Nel senso dei paralleli invece il globo è stato suddiviso in 20 **fascie** da 8° ciascuna, individuate dalle lettere da C a X.

Il meridiano passante per Greenwich è il **meridiano fondamentale**, cioè tangente al cilindro di proiezione e non deformato, origine delle ascisse, mentre l'Equatore è il parallelo di riferimento, tangente al cilindro, origine delle ordinate e non deformato dalla proiezione.

L'incrocio delle fasce e dei fusi origina delle superfici trapezoidali denominate **zone**, identificate quindi da un numero e una lettera.



Suddivisione del territorio italiano in fusi, fasce e zone

Il territorio nazionale italiano ricade prevalentemente all'interno dei fusi 32 e 33 del sistema UTM e tra le fasce T ed S. I meridiani centrali dei nostri fusi sono posti rispettivamente a  $9^\circ$  E e  $15^\circ$  E rispetto al meridiano centrale di Greenwich, mentre le fasce sono delimitate dai paralleli  $32^\circ$ ,  $40^\circ$  e  $48^\circ$ . Il Piemonte, in particolare, è compreso nella zona 32T.

La cartografia italiana si avvale della proiezione di Gauss-Boaga, adottata a Roma nel 1940.

Fu proposta dal Prof. Boaga a partire dal 1940 ed utilizza una particolare realizzazione della rappresentazione di Gauss. Si usa il datum Roma40 con il meridiano di riferimento (non tangente al cilindro) passante per l'osservatorio astronomico di Monte Mario, situato nei pressi di Roma. Nel sistema di proiezione Gauss-Boaga, l'origine della longitudine è determinata dal meridiano passante per il vertice di Roma Monte Mario, mentre l'origine della latitudine rimane il piano equatoriale. Questo punto, individuato come vertice per il calcolo delle coordinate di tutti i vertici della rete geodetica italiana, è anche il punto di emanazione. In questo modo si è stabilito l'orientamento dell'ellissoide e quindi il datum chiamato Roma40. La rappresentazione di tutta l'Italia è realizzata mediante due fusi: il fuso ovest (meridiano di tangenza  $9^\circ$  a est di Greenwich) e il fuso est (meridiano di tangenza  $15^\circ$  a est di Greenwich) sostanzialmente coincidenti con i fusi 32 e 33 della rappresentazione UTM. I fusi hanno ampiezza di  $6^\circ$  con una estensione verso oriente di  $30'$ . In questo modo il fuso ovest si sovrappone in parte al fuso est, semplificando il collegamento tra le zone di contatto dei due fusi. L'estensione del fuso est permette di comprendere la parte più orientale del nostro territorio, nella regione Puglia. Per evitare valori negativi in ascissa e per distinguere punti appartenenti al fuso Est e al fuso Ovest, sono state definite due false origini corrispondenti al meridiano centrale di ogni fuso, attribuendo ai punti sul meridiano centrale del fuso ovest un valore di  $X=1500$  km e  $X=2520$  km per il fuso Est.

Nel 1950, a seguito di un accordo tra gli Stati dell'Europa Occidentale, si decise di unificare le reti geodetiche nazionali. Venne adottato un sistema universale di rappresentazione, basato anch'esso sulla proiezione UTM, (60 fusi di ampiezza di  $6^\circ$  di longitudine e  $160^\circ$  di latitudine). Per evitare valori negativi in ascissa si decise di spostare l'origine delle ascisse, istituendo una falsa origine e attribuendo ai punti sul meridiano centrale di ogni fuso un valore convenzionale di  $X$  pari a 500 chilometri. Come punto di riferimento per il calcolo delle coordinate geografiche venne scelto un vertice a Postdam, in prossimità di Bonn, circa baricentrico rispetto alla posizione dei vari Stati.

In tale punto, a differenza del vertice di Roma Monte Mario, non venne imposta la coincidenza tra la normale all'ellissoide e la verticale terrestre, ma un valore definito per la differenza. Si venne a creare così un nuovo datum: **ED50, European Datum 1950**.

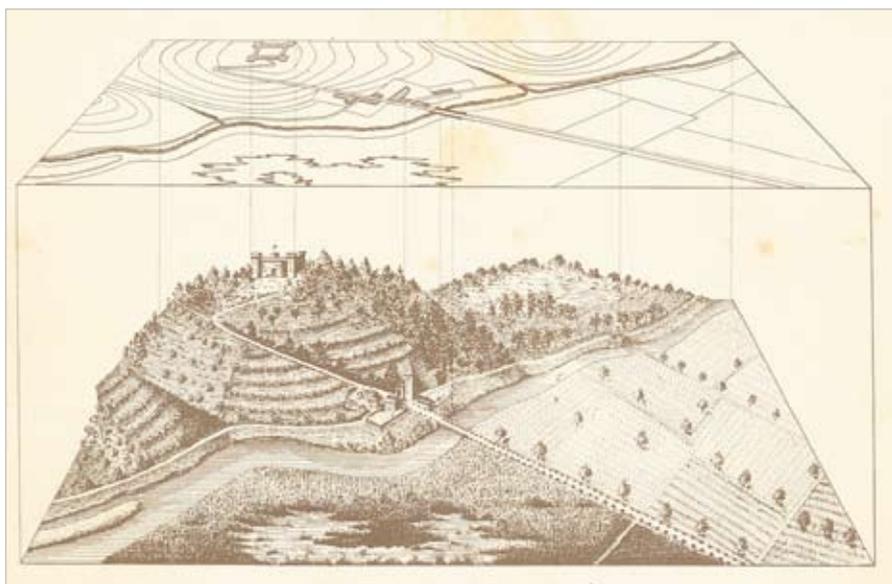
Per questo nuovo riferimento il territorio italiano ricade ancora nei fusi 32, 33 e parte nel 34. I fusi 32 e 33 non coincidono però con i fusi Est ed Ovest del sistema Gauss-Boaga, in quanto il sistema di riferimento Gauss-Boaga è riferito ad elementi della rete geodetica italiana, orientata secondo il meridiano di Monte Mario (datum Roma40), mentre il sistema UTM ED50 ad elementi della rete geodetica internazionale, orientata secondo il meridiano passante per l'osservatorio geofisico ed astrofisico di Postdam (datum ED50).

Quindi la posizione di un punto, ovvero le sue coordinate nel sistema di proiezione UTM, se riferita al datum Roma40 è rappresentata da valori diversi rispetto ai valori riferiti al datum ED50.

Oggi, internazionalmente, ci si avvale del datum WGS84: il sistema geodetico mondiale. L'ellissoide di riferimento approssima la superficie del Geoid nel suo complesso, non soltanto nell'intorno del punto di emanazione. Questo sistema è utilizzato dal sistema GPS.

# La carta topografica

La carta topografica è la rappresentazione, su una superficie piana - il foglio di carta - del territorio, osservato da un punto di vista immaginario posto molto in alto rispetto al terreno.



Modello di rappresentazione su carta di una superficie topografica con i suoi elementi  
Tratta da E. Tirone, C. Aimonetti, (1956) / Disegno Topografico a tratti ed all'acquarello / Paravia

Su di essa si rappresenta in due dimensioni una realtà a tre dimensioni. Si tratta a tutti gli effetti di un disegno, a colori o in bianco e nero. In particolare, la Carta Tecnica Regionale (CTR) e quella Provinciale (CTP) sono disegni in bianco e nero.

Di seguito parleremo in generale delle carte, ma gli esempi saranno specificatamente riferiti alla carta tecnica regionale e provinciale.

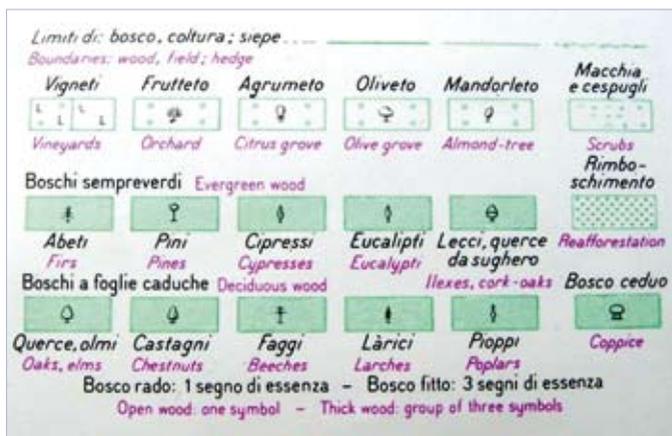
## • La rappresentazione degli oggetti

Sulla carta, per ovvie ragioni di praticità e spazio, gli oggetti presenti sul territorio sono rappresentati con simboli convenzionali. La forma di questi simboli è tale da richiamare alla mente la reale forma caratteristica di ogni oggetto.

Possiamo allora trovare:

- Case e costruzioni
- Ferrovie
- Strade
- Autostrade
- Sentieri
- Ponti
- Gallerie
- Boschi
- Piloni
- Corsi d'acqua

A differenza delle carte dell'IGM, per la CTR non esiste una legenda analitica per interpretare i simboli grafici della carta (formato raster). La simbologia è però molto intuitiva e, con l'abitudine alla lettura, il nostro cervello impara a tradurre automaticamente le informazioni, permettendoci di operare una corretta interpretazione.



Stralcio di legenda dalla carta IGM 1:50.000

Per qualsiasi informazione in merito ai contenuti della CTR ci si può rivolgere al Settore Cartografico della Regione Piemonte, autore della CTR.

## • Le curve di livello

La carta, oggetto piano a due dimensioni, oltre a rappresentare simbolicamente la realtà, fornisce anche un'informazione sulle differenti altezze del terreno, dando un'idea di tridimensionalità, permettendoci di capire se una superficie è pianeggiante, montuosa, depressa.

A tale proposito sulle carte vengono rappresentate le **curve di livello o isoipse**. Sono linee, disposte ad una certa distanza l'una dall'altra (chiamata equidistanza), che uniscono i punti del terreno con uguale quota altimetrica, rispetto ad un livello di riferimento, che nel caso delle carte, è il livello del mare, anche se il mare è fisicamente molto lontano dalla zona rappresentata.

L'**equidistanza** è la differenza di quota tra una curva di livello e l'altra e dipende dalla scala di rappresentazione.

Pur essendo costante la differenza di quota tra una curva di livello e l'altra, la distanza grafica tra di esse può variare e ci permette di capire se la superficie del terreno è ripida o piana. Quando il terreno è molto ripido, infatti, le curve di livello sono tra loro molto ravvicinate, fitte, viceversa quando è poco inclinato sono più distanti.

Nel caso delle montagne, dove ci sono pareti così ripide da arrivare ad essere verticali, le curve di livello sarebbero così ravvicinate, che risulterebbero illeggibili. Pertanto in questi casi si ricorre al disegno, alle sfumature di grigio, che rappresentano in maniera semplificata ma molto reale le balze rocciose.

### IL CONCETTO DI CURVA DI LIVELLO

Le curve di livello rappresentano quindi la forma del terreno. Per meglio visualizzare questo concetto, possiamo pensare di prendere il modellino della forma di un rilievo e porlo dentro un contenitore, come nella figura di pag. 204 (a).

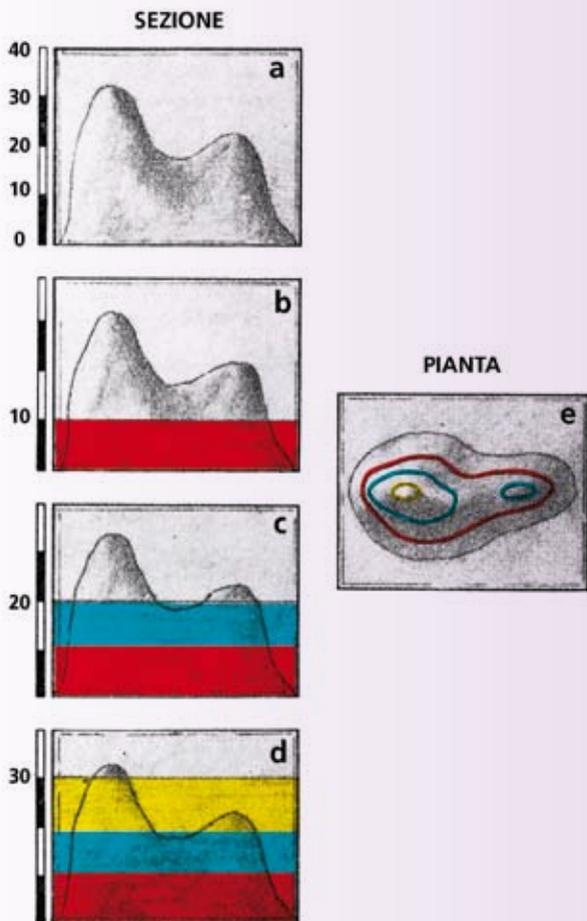
Si introduce dell'acqua per un'altezza di 10 cm (b). L'acqua disegna sul modellino un contorno, che corrisponde al perimetro del modello a 10 cm dal fondo del contenitore. È un contorno allungato e andulato che rappresenta il fianco del rilievo.

Altri 10 cm d'acqua (c) danno origine ad una forma doppia, derivante dall'intersezione del piano d'acqua con i due piccoli rilievi.

Infine, aumentando il volume dell'acqua di 10 cm ancora (d), rimane il contorno della punta più alta.

Ogni aumento di 10 cm del livello dell'acqua rappresenta una curva di livello, che unisce tra loro i punti del fianco del rilievo, che si trovano tutti alla stessa quota di 10, 20, 30 cm rispetto al fondo del contenitore.

I punti che stanno su ciascun perimetro inoltre, hanno una differenza di quota rispetto ai punti dei perimetri adiacenti pari a 10 cm (equidistanza). Ma conosciamo anche la differenza di quota tra punti appartenenti a perimetri non adiacenti: la distanza, ad esempio, tra il perimetro più corto (30 cm d'acqua) e il primo (10 cm) è di 20 cm.



Modello per la rappresentazione delle curve di livello e della forma del terreno.

Da Cecioni E. (1987) / Uso della carta topografica / modificato

Con le curve di livello è possibile anche individuare gli impluvi che poi originano i letti dei torrenti. In corrispondenza di un'incisione, infatti, le curve di livello formano un angolo il cui vertice è rivolto verso l'alto.

Le curve di livello parallele indicano un pendio regolare e se la loro distanza è costante anche la pendenza è regolare.



Le isoipse direttrici, più marcate rispetto alle altre, riportano la quota sul livello del mare

Ad ogni curva di livello, che rappresenta l'altimetria, corrisponde quindi una quota. Possiamo così, attraverso di esse, individuare le quote degli oggetti rappresentati sulla carta. In particolare ve ne sono alcune marcate più spesse (**direttrici**) che riportano scritto il valore della quota che rappresentano, cioè l'altezza rispetto al livello zero del mare. Le curve di livello intermedie tra le due più spesse corrispondono ad incrementi di quota pari all'equidistanza. In questo modo è possibile risalire alla quota di un oggetto, ricavandola dalla quota della curva di livello più prossima o, in alcuni casi, che lo interseca.

Nella Carta Tecnica Regionale (CTR) l'equidistanza è 10 m. Si osserva, ad esempio, la linea marcata (direttrice) con indicata la quota 300 m (metri sul livello del mare), 4 linee sottili e di nuovo una linea marcata che indica la quota 350 m s.l.m. Le quattro isoipse sottili suddividono la differenza di quota di 50 m tra le due linee direttrici in incrementi di quota pari a 10 m, indicano quindi ciascuna le quote 310, 320, 330, 340 m s.l.m.

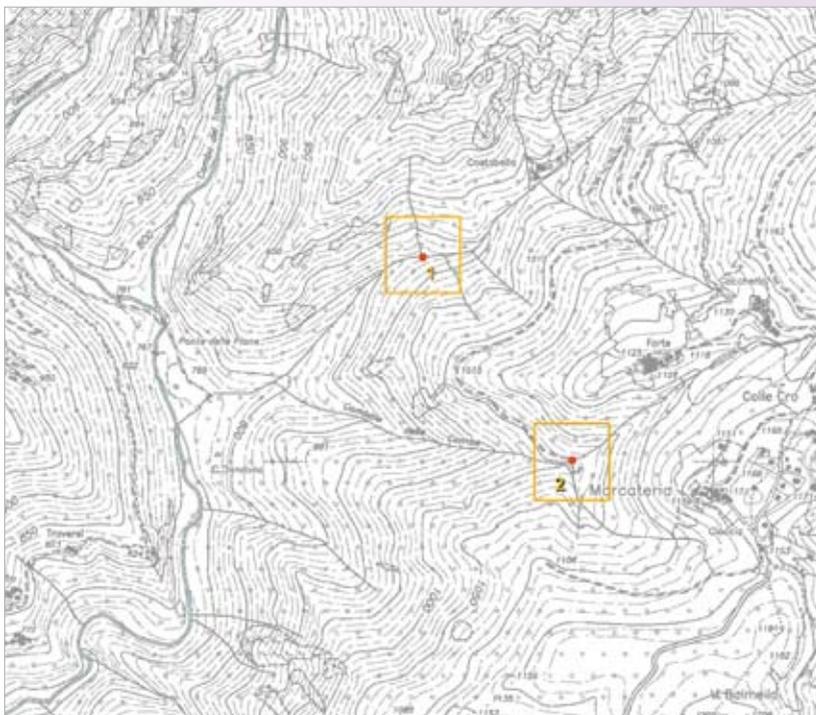
Nelle Carte dell'**Istituto Geografico Militare**, che sono ad un'altra scala di rappresentazione (ad esempio 1:25.000), meno di dettaglio, l'equidistanza è 25 m.

## • Determinare la quota di un oggetto sulla carta

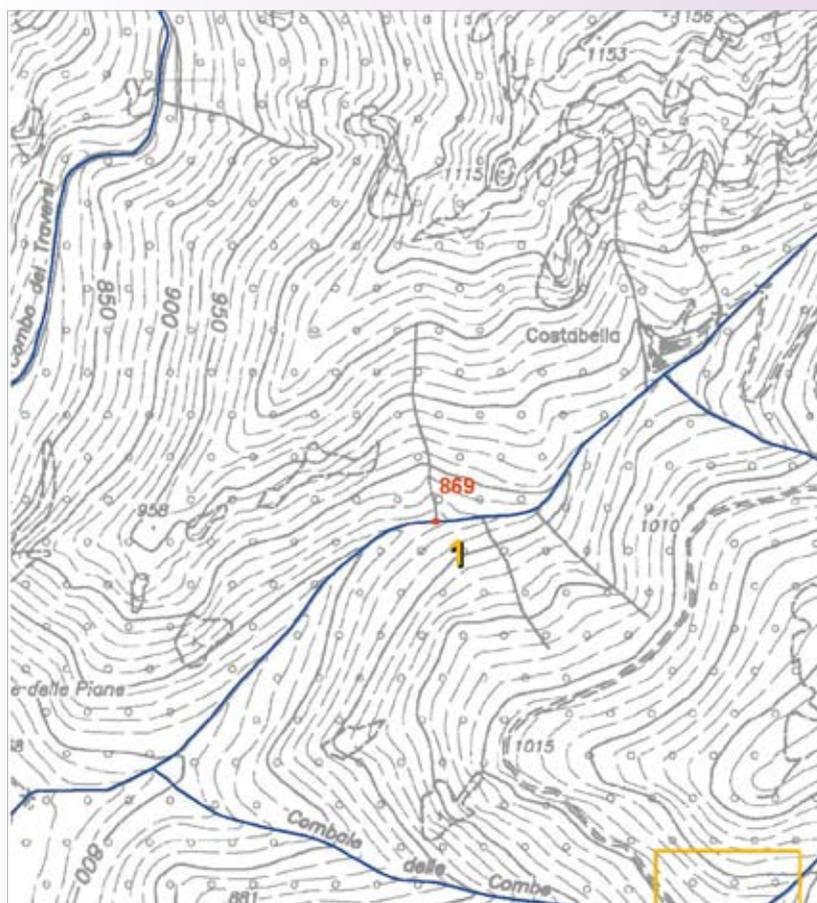
Il caso più semplice è quello in cui l'oggetto cade su una curva di livello, la sua quota è quella individuata dalla isoipsa. A volte per gli oggetti più caratteristici, come cime, città, paesi, chiese, la carta porta scritto accanto il valore della quota. Più spesso capita di dovere determinare la quota di un oggetto che non ha nessuna indicazione e cade tra due curve di livello. In tal caso la quota è intermedia tra quella delle due isoipse. Per determinarla si legge la quota della curva direttrice più vicina in basso a cui si aggiungono tanti valori di equidistanza quante sono le isoipse che separano la direttrice dall'oggetto in questione. A questo valore si aggiungerà ancora metà o parte del valore dell'equidistanza.

### COME DETERMINARE LA QUOTA

Vogliamo determinare la quota dei due punti (1 e 2) indicati in figura, riferendoci alle isoipse. La base topografica di riferimento è la CTR, che qui non è rappresentata nella scala sua originale per evidenti ragioni di grafica del Manuale.

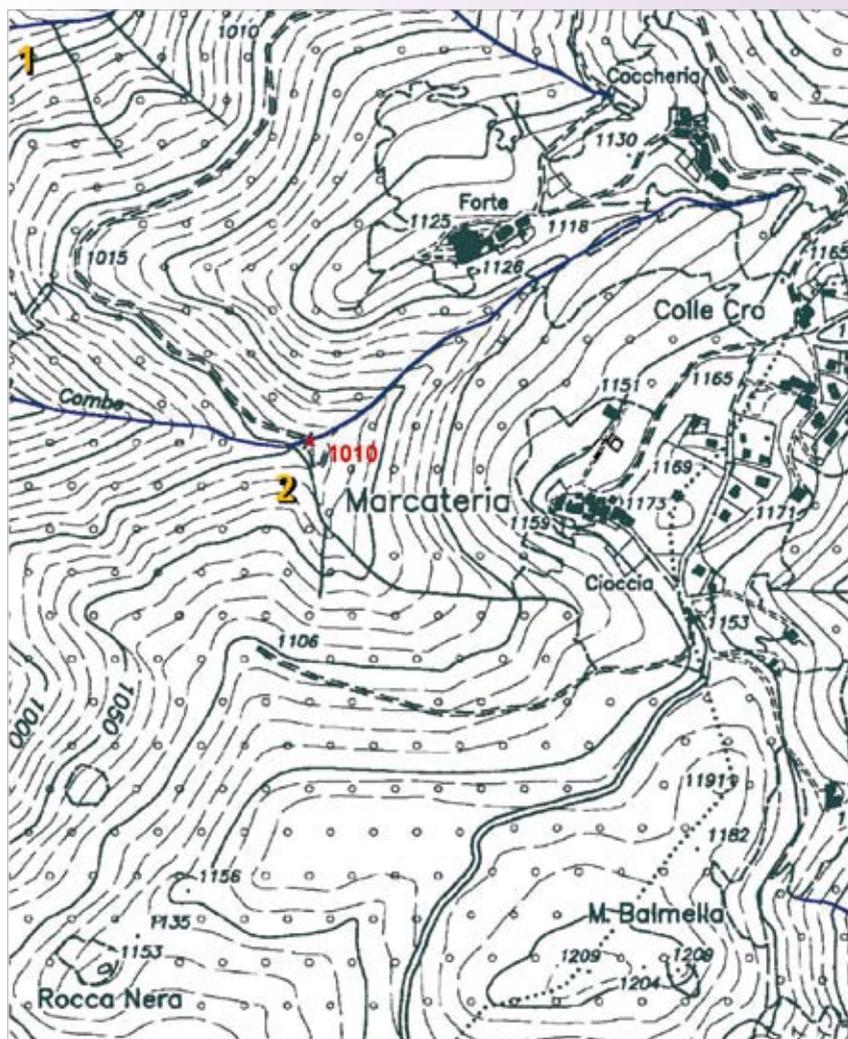


Guardiamo l'ingrandimento del punto 1. La quota cercata corrisponde al punto di confluenza dei due torrenti. A ben vedere, il punto non ricade su nessuna curva di livello, ma in prossimità di esse. Le linee direttrici più marcate sono quelle delle quote 850 e 900 m s.l.m. La linea direttrice degli 850 m è a sinistra del punto, quella dei 900 m a destra. Tra la direttrice 900 m e il punto 1 si contano tre curve di livello. Il punto 1 cade molto prossimo alla terza isoipsa. Siccome la differenza di quota tra le isoipse è di 10 m, l'isoipsa più prossima al punto è 870 m s.l.m. e ragionevolmente il punto 1 è a quota 869 m. Lo stesso ragionamento si fa partendo dalla direttrice 850 m, solo che in questo caso conto solo due isoipse e il punto 1 è più lontano dalla seconda (860 m) e molto prossimo alla terza.



Nel caso del punto 2, invece, vogliamo determinare la quota del punto in cui termina la strada tratteggiata. In questo caso, il punto 2 cade sulla isoipsa prossima alla direttrice 1000 m. La direttrice successiva è 1050 m, quindi il punto ricade esattamente sulla isoipsa 1010 m.

La figura ci aiuta anche a vedere che la carta indica valori di quota accanto agli abitati, alle cime e agli attraversamenti. Anche questi riferimenti sono utili per risalire alla quota di un punto prossimo che ci interessa.



## • La scala di una carta

Con i segni grafici convenzionali e con le curve di livello è possibile leggere già un gran numero di informazioni presenti sulla carta. Ma le potenzialità della carta sono ulteriormente ampliate con l'utilizzo della scala grafica.

La carta topografica ha una caratteristica molto importante: il suo aspetto metrico. I particolari topografici sono rappresentati a misura cioè con le loro vere dimensioni, ma ridotte in **scala**.

Questo significa che è possibile determinare le distanze reali, cioè ad esempio sapere quanto distano tra loro due punti.

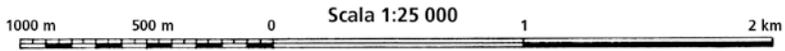
Le lunghezze misurate sul terreno (lunghezze reali) si riportano infatti sulla carta (lunghezze grafiche), ma ridotte in modo noto, attraverso la **scala numerica**. La scala infatti è il rapporto tra la lunghezza grafica misurata sulla carta e la lunghezza reale corrispondente e dice quante volte il disegno del terreno rappresentato sulla carta è più piccolo del terreno reale.

Così ad esempio se la scala è 1:25.000 significa che bisogna moltiplicare per 25.000 le lunghezze che misuriamo sulla carta per avere le lunghezze reali. Nel caso della CTR la scala è 1:10.000. Quindi se misuro in carta un segmento di 5,7 cm significa che nella realtà quel segmento corrisponde ad una distanza 10.000 volte maggiore cioè  $5,7 \times 10.000 = 57.000$  cm ovvero di 570 m.

La scala permette anche di effettuare l'operazione inversa, cioè di verificare in carta una distanza misurata sul terreno. In questo secondo caso basta dividere la distanza misurata reale per il numero posto al denominatore della frazione e, se il caso, effettuare l'equivalenza.

Ad esempio se misuro sul terreno una distanza di 235 m, alla scala 1:10.000 questa distanza corrisponderà ad un segmento di 2,35 cm, infatti occorre dividere  $235:10.000=0,0235$  m pari a 2,35 cm.

Va ricordato che: tanto più il numero al denominatore della frazione che indica la scala è piccolo, tanto più la carta è di dettaglio, ovvero a grande scala; viceversa, tanto più il numero al denominatore è grande, tanto più la carta è di scarso dettaglio, ovvero a piccola scala.



Esempio di scala grafica

Sulle carte è sempre disegnata la **scala grafica**. Si tratta di un segmento sul quale sono individuate delle suddivisioni, ognuna indicante una distanza reale. Sulla scala posso riportare il segmento misurato sulla carta per leggere immediatamente il valore della distanza reale, senza effettuare alcun calcolo.

# Orientare la carta e valutare l'azimut

Dopo avere imparato a leggere una carta, quando si effettua un lavoro di rilevamento sul terreno, è importante sapersi orientare con e sulla carta. In entrambi i casi è di grande aiuto l'uso della bussola. Con questo strumento si possono fare molte operazioni, ma in questo Manuale si farà riferimento soltanto all'impiego funzionale al lavoro di rilevamento delle opere lungo i corsi d'acqua. Si rammenta che esistono anche altri sistemi per orientarsi ed orientare una carta, facilmente reperibili in bibliografia.

Innanzitutto va detto che orientare la carta significa disporla in modo che il suo disegno sia esattamente posizionato come il terreno che rappresenta. L'operazione non è difficile, basta sapere che tutte le carte in uso per il rilevamento sono disposte lungo l'asse nord - sud nel verso di lettura. Sarà quindi sufficiente ruotare la carta in modo che il suo senso di lettura sia parallelo all'ago della bussola. Sulle carte, generalmente, troviamo anche l'indicazione del N. Basta quindi che facciamo coincidere questa direzione con quella indicata dalla bussola. Effettuata questa operazione siamo sicuri di avere disposto spazialmente il disegno del terreno esattamente come è nella realtà a scala 1:1.



Orientamento spaziale della carta con la bussola

## • Individuare la posizione di un punto con distanziometro e bussola

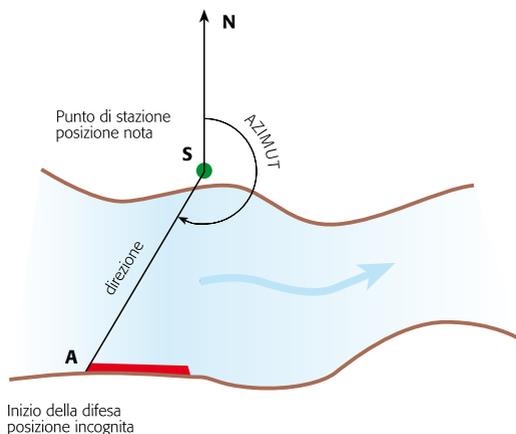
Il caso più frequente che ci può capitare, nel nostro lavoro di rilevamento sul terreno, è di dovere individuare la posizione di un punto rispetto alla nostra posizione nota sulla carta.

Un esempio pratico ci potrà essere d'aiuto.

La nostra posizione è conosciuta perché è individuata da un punto GPS o da un punto noto e ben chiaro sulla carta. Interessa però segnalare il punto di inizio di una difesa longitudinale presente sulla sponda opposta che, ad esempio, non possiamo raggiungere.

Sono necessari due elementi:

1. la distanza tra il nostro punto individuato dal GPS (punto di stazione S) e il punto di interesse (inizio della difesa sulla sponda opposta A): la direzione;
2. l'azimut del punto A.



Misuriamo la direzione con il distanziometro mirando sul punto A. È quindi necessario definirne l'azimut.

Ma cos'è l'**azimut**? È un angolo, il cui vertice sta nel punto (S) in cui effettua la misura. I due lati dell'angolo sono formati dal segmento (S – A) che collega il punto di stazione, con quello di interesse e dalla linea che collega lo stesso punto di misura con il nord magnetico.

In sostanza si tratta dell'angolo che la direzione di interesse forma con il N, calcolato in senso orario.  
La determinazione dell'azimut avviene con la bussola.



Puntamento del bersaglio con la bussola

La bussola usata per il rilevamento e a disposizione delle squadre è dotata di un mirino, che permette di tragguardare, dal punto di stazione, il punto di interesse, nell'esempio citato, l'inizio della difesa.



Si ruota la ghiera in modo che la freccia rossa disegnata sul fondo coincida con l'ago magnetico

Ora facciamo ruotare la ghiera girevole della bussola in modo che la freccia rossa e nera posta sul fondo della cassa o l'indicazione N presente sulla ghiera, coincidano con l'ago magnetico. In questa operazione è necessario mantenere lo strumento orizzontale ed è possibile aiutarsi con lo specchio, se la bussola ne è dotata.



Letture dell'azimut in corrispondenza della tacca

In corrispondenza del mirino, o della tacca presente sulla bussola, si legge l'angolo, in gradi sessagesimali. Questo numero è proprio l'angolo che il N magnetico forma con il segmento che collega il punto di stazione S e il punto di interesse A: l'azimut cercato.



GPS sulla pagina della bussola

La stessa operazione è possibile con l'utilizzo della bussola elettronica del GPS. Per determinare l'azimut, è necessario disporre il GPS esattamente sul segmento che congiunge il punto di interesse con il punto di stazione da dove misuro. Sul GPS sono indicate due tacche di mira. *Traguardiamo* il punto di cui dobbiamo determinare la posizione con le due tacche di mira, mantenendo il GPS in posizione orizzontale. La pagina del GPS è sulla funzione bussola, che indica un valore numerico in gradi. Questo numero è il valore dell'azimut cercato.

# Posizionarsi sulla carta: la triangolazione

Nelle pagine precedenti abbiamo visto che la carta rappresenta il territorio, le sue strutture in maniera simbolica, l'andamento della superficie topografica attraverso le curve di livello, la rete idrografica, le montagne e gli altri elementi naturali. Le distanze e le proporzioni sono corrispondenti a quelle reali perché la carta è una rappresentazione proporzionata, in scala, del territorio.

Abbiamo anche visto che, con una bussola, possiamo orientare la carta in modo che sia coincidente con il territorio che rappresenta e sia possibile mettere in relazione gli oggetti che si vedono sulla superficie topografica con quelli rappresentati in carta.

Con il GPS possiamo conoscere la nostra posizione nello spazio: lo strumento registra le coordinate del punto in cui ci troviamo. Questa operazione però non è sempre possibile quando si lavora sul terreno. Ad esempio quando non è chiara la visuale del cielo e il segnale dei satelliti è debole.

In questi casi, a volte, con la bussola, la misura dell'azimut e la carta è comunque possibile identificare il punto in cui ci troviamo. La triangolazione è uno dei metodi possibili e richiede pochi passaggi come descritto di seguito.

Va ricordato che il metodo è applicabile con una buona visuale del territorio che ci circonda, per individuare sul terreno i “punti di riferimento”, riscontrabili con chiarezza anche in carta (campanili, piloni, vette, caschine, ponti, incroci,...)

Illustriamo la procedura per passaggi.

## 1. Determinazione dell'azimut

Identificato un particolare sul terreno (ad esempio un pilone), si porta la bussola all'altezza dell'occhio e si riguarda in direzione di questo oggetto.

Tenendo la bussola in posizione orizzontale (alcune bussole sono dotate di una piccola bolla) si deve ruotare la ghiera in modo tale da far coincidere il N indicato sulla ghiera con il nord indicato dall'ago.

In corrispondenza della tacca segnata sul bordo della bussola, si legge un numero: l'azimut in gradi sessagesimali.

## 2. Tracciamento delle direzioni sulla carta

Si appoggia la bussola sulla carta e la si muove in modo tale che il nord (N) indicato sulla ghiera e quindi la freccia rossa e nera e le linee nere sul fondo della cassa siano parallele al nord della carta, ovvero siano allineate lungo la direttrice N-S.



Dopo aver individuato il pilone, si appoggia la bussola sulla carta in modo tale che la N della ghiera e la freccia sul fondo della cassa coincidano con il nord della carta

Con questa posizione, si pone il lato lungo della bussola in modo che passi per il punto scelto come riferimento (come nella foto: il pilone).

Utilizzando il lato lungo della bussola come righello, si traccia una linea che passa per il particolare del terreno verso il quale abbiamo tragiurato. Abbiamo così tracciato il segmento rappresentante la direzione che collega il nostro punto di stazione con l'oggetto di riferimento, orientata sul piano secondo l'azimut.

Si ripete la stessa operazione per un altro riferimento, ben visibile e identificabile anche sulla carta (ad esempio un ponte) tracciamo così un'altra linea usando il lato lungo della bussola orientato secondo l'azimut misurato.

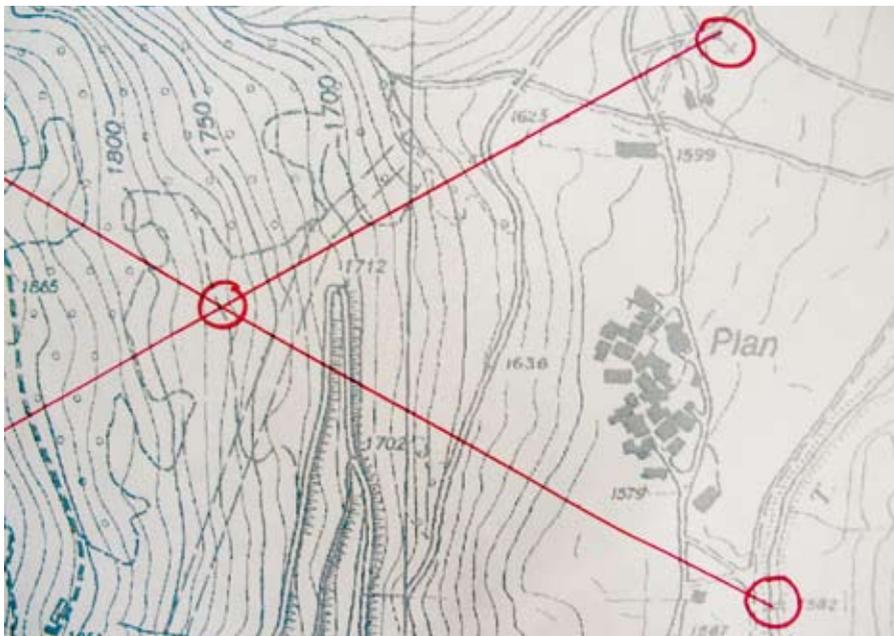


Si punta un altro oggetto di riferimento (ponte). Si posiziona la bussola con la N della ghiera ed il nord della carta coincidenti. Si traccia una nuova linea

Le linee così tracciate si intersecano, individuando sulla carta il punto da dove stiamo effettuando le misure e quindi il nostro punto di stazione.

Per essere più accurati è utile ripetere l'operazione per un terzo punto di riferimento.

I punti scelti come riferimento non devono essere troppo vicini tra di loro e non devono poter essere collegati con un segmento passante per la nostra posizione. È il caso di azimut complementari, cioè a  $180^\circ$  di differenza. Il punto di stazione rimane indefinito sul segmento di direzione che collega i due punti di riferimento.



Il punto di intersezione delle 2 linee individua la nostra posizione sulla carta

La triangolazione è comunque un metodo poco preciso, perchè il traguardo di oggetti lontani con la bussola non è un'operazione di precisione. Possono, ad esempio, verificarsi errori di attribuzione tra il riferimento individuato sulla carta e quello reale corrispondente (specie quando si riguardano le montagne).

Spesso può accadere che i riferimenti siano troppo lontani e fuori dalla rappresentazione cartografica che abbiamo a disposizione.

Sarebbe meglio effettuare una poligonale a partire da un punto le cui coordinate ci sono note, ad esempio un punto ben definito sulla carta, oppure il punto più prossimo dove il GPS riceve correttamente il segnale dei satelliti.

# IL GPS

Il GPS (*Global Position System*) è un sistema formato da una costellazione di 24 satelliti ed alcune basi a terra, che consente di individuare la propria posizione su qualunque punto della superficie terrestre. I satelliti inviano un flusso continuo di informazioni che permette all'utente, dotato di un apposito ricevitore, di definire la sua posizione, ovvero le coordinate del punto in cui si trova.



Ricevitore GPS

Il sistema di navigazione NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*) è di proprietà del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti e consta di 24 satelliti, che si muovono su sei orbite di raggio 20.200 chilometri. I piani orbitali sono inclinati di  $55^\circ$  rispetto all'Equatore per garantire una copertura globale e continua su tutta la superficie terrestre e rendere visibili, da qualsiasi punto della terra, almeno quattro satelliti. L'orbita su cui si muovono i satelliti è costantemente controllata e i parametri orbitali (**effemeridi**) sono continuamente calcolati da terra e trasmessi al satellite.

Componente fondamentale del satellite GPS è il sistema di orologi di bordo. Per avere misure molto precise della distanza tra satellite e ricevitore, gli orologi devono avere un'accuratezza di misura dell'ordine del nanosecondo. Ogni satellite ha a bordo una coppia di orologi atomici e tre al quarzo di altissima precisione e stabilità.

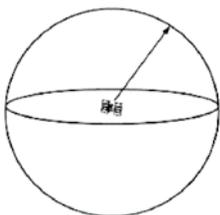
Il principio di funzionamento del GPS si basa su un metodo di posizionamento sferico, che consiste nel misurare il tempo impiegato da un segnale radio a percorrere la distanza satellite – ricevitore.

La posizione dei satelliti è nota con grande precisione. La distanza si calcola in funzione del tempo impiegato dal segnale inviato dai satelliti a raggiungere il ricevitore, tenendo conto della velocità di propagazione del segnale.

Tale procedimento, chiamato **trilaterazione**, utilizza solo informazioni di distanza ed è simile alla triangolazione, dal quale tuttavia si differenzia per il fatto di fare a meno di informazioni riguardanti gli angoli.

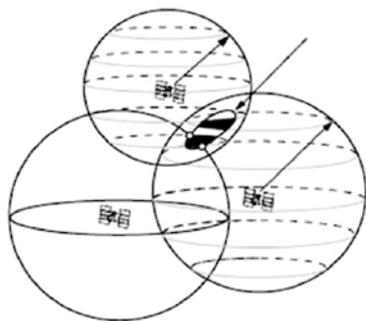
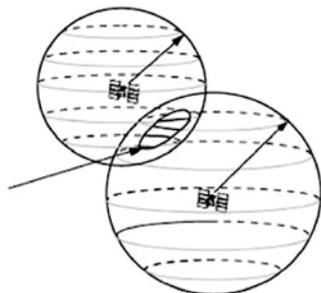
Per capire il principio di funzionamento alla base del GPS bastano due concetti:

1. per conoscere la propria posizione assoluta è necessario conoscere la distanza da quattro punti noti nello spazio;
2. la velocità è data dallo spazio diviso il tempo impiegato a percorrere quello spazio.



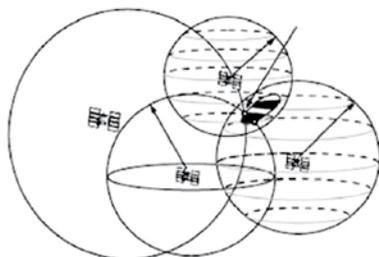
Conoscere la distanza da un solo punto noto dello spazio equivale a trovarsi sulla superficie di una sfera che ha per centro il punto noto dello spazio (satellite).

Conoscere un'altra distanza da un punto noto, equivale a trovarsi sul cerchio che deriva dall'intersezione di due sfere, ognuna delle quali ha come centro il punto noto. Siamo sul perimetro di un cerchio derivante dall'intersezione di due sfere che hanno per raggi le distanze tra noi e i rispettivi centri – punti noti.



Se c'è un terzo punto noto, la distanza tra noi e questo punto è il raggio di una terza sfera che, intersecando le altre due, individua sul cerchio della precedente intersezione due punti, in uno dei quali siamo posizionati.

La conoscenza di una quarta distanza permette di determinare univocamente il punto in cui ci troviamo, definendo anche la terza dimensione spaziale.



La posizione del satellite è nota in ogni istante con precisione ed è memorizzata all'interno del ricevitore GPS, nell'Almanacco, che viene inviato periodicamente dal satellite al ricevitore.

La posizione dei satelliti è continuamente monitorata da terra e se un satellite si allontana dalla sua traiettoria viene immediatamente corretto.

Per conoscere le distanze dai satelliti, ovvero i raggi delle sfere, ci si avvale di un segnale radio che i satelliti emettono in continuo e lo si confronta con un identico segnale calcolato a terra. Essendo nota la velocità di trasmissione del segnale (un'onda elettromagnetica nel vuoto viaggia alla velocità della luce: 300.000 km/s) è pertanto possibile determinare la distanza.

C'è però una difficoltà: il segnale del satellite arriva al nostro ricevitore GPS, con un certo ritardo, perché ha compiuto il percorso satellite – ricevitore prima di essere registrato. A noi interessa conoscere esattamente quanto tempo prima il segnale è partito e quindi registrare il ritardo tra i due segnali. Questo ritardo rappresenta il tempo che il segnale ha impiegato a percorrere la distanza tra satellite e ricevitore, proprio la lunghezza del raggio che identifica la sfera, di cui il satellite è il centro. Si è pensato quindi di inviare nel segnale un codice binario, che permette questa comparazione e la conseguente quantificazione del ritardo.

## I SISTEMI GLONASS E GALILEO

GLONASS (*Global'naja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistema, GLObal NAVigation Satellite System*) è un sistema satellitare di posizionamento globale equivalente al GPS degli Stati Uniti e al sistema di posizionamento europeo Galileo, non ancora attivo. È stato realizzato dall'ex Unione Sovietica più o meno in concomitanza con il GPS americano. Il primo satellite lanciato risale al 1982 e la costellazione si è completata, con 24 satelliti, nel 1997. I satelliti orbitano ad una quota di 19.100 chilometri. A causa della grave situazione economica della Russia, nel 2002 erano operativi solo otto satelliti e la rete era pressoché inutilizzabile. Il sistema dovrebbe tornare pienamente operativo nel 2009.

Il sistema di posizionamento Galileo è un sistema globale di posizionamento per uso civile sviluppato in Europa come alternativa al GPS.

Il programma Galileo fu avviato ufficialmente il 26 maggio 2003 con un accordo tra l'Unione Europea e l'Agenzia Spaziale Euroupea (ESA). Diversamente dal sistema GPS, Galileo è rivolto al settore civile – commerciale: sarà sempre disponibile sia ai civili che ai militari con la massima accuratezza. La sua entrata in servizio è prevista per il 2013 e conterà su 30 satelliti orbitanti ad una quota di 24.000 chilometri.

Maggiore è il numero di satelliti disponibili, più alta sarà la precisione dei dati forniti all'utente. La precisione dei dati ricevuti può essere incrementata grazie all'uso dei sistemi come il WAAS (statunitense) o l'EGNOS (europeo). Essi garantiscono, per gli strumenti compatibili, un incremento nella accuratezza della misura valutabile intorno a due metri per le coordinate piane  $x$  e  $y$ .

Il sistema WAAS si basa su tre elementi principali: una rete di satelliti geostazionari (posizioni fisse rispetto alla superficie della Terra), una rete di stazioni terrestri di elaborazione dei ritardi del segnale emesso dai satelliti GPS e le stazioni centrali di elaborazione.

Le stazioni a terra rilevano l'errore dei dati trasmessi dai satelliti GPS (imputabile in massima parte alla ionizzazione degli strati più bassi dell'atmosfera). Per fare questo confrontano i dati della loro posizione ricevuti dai satelliti, con i dati della loro posizione calcolati in base alle orbite dei satelliti e alla loro posizione certificata.

Infatti, se conosciamo esattamente la posizione a terra (la stazione) e calcoliamo la posizione del satellite in un preciso istante (le traiettorie dei satelliti sono note) è possibile calcolare il ritardo del segnale e confrontarlo con il ritardo reale del segnale inviato dal satellite. La differenza tra i due valori quantifica l'errore dovuto alla trasmissione del segnale nell'atmosfera.

Queste stazioni a terra sono sparse su tutto il territorio europeo ed elaborano un modello di errore valido per una certa area nel loro intorno.

I dati calcolati sono inviati ad una stazione centrale che li elabora correggendo l'errore del segnale ricevuto dai singoli satelliti e trasmettendo il fattore di correzione ad una rete di punti di posizione nota molto fitta.

Il fattore di correzione è valutato per ogni satellite della costellazione e aggiornato in tempo reale, dato che le condizioni dell'atmosfera variano continuamente. Questi valori vengono inviati ai satelliti WAAS / EGNOS, che li ritrasmettono a terra ai nostri ricevitori GPS abilitati. Il GPS seleziona i dati correttivi relativi ai punti più prossimi alla sua posizione e li applica al segnale dei satelliti che sta ricevendo in quel momento, migliorando l'affidabilità della nostra misura di posizione.

L'area di copertura del sistema è estesa, oltre che all'Europa, anche a tutto il nord Africa.

La precisione che il GPS ottiene per le coordinate planimetriche è comunque sempre migliore della precisione della quota. Il ricevitore, infatti, ha al suo interno un modello geodetico che meglio si approssima all'area sulla quale stiamo lavorando (dispone di diversi tipi di datum). Il modello approssima anche il livello medio del mare. Ma il livello del mare cambia ogni giorno a causa delle maree, per cui si considera una media su un periodo di venti anni. Anche questo valore medio però è piuttosto approssimato, in quanto il livello del mare non è mai stabile.

In pratica, per le quote, è utile avere un altimetro o almeno inserire il valore di quota nel GPS se questa è nota.

## • Limiti di impiego e fonti di errori del sistema

Nella realtà il segnale inviato dai satelliti è soggetto a parecchie interferenze, dovute a vari fattori, che si ripercuotono come errore sulla misura.

Il segnale subisce un ritardo causato prima dalla troposfera e poi dalla ionosfera, che lo perturbano.

La ionosfera è una zona di gas molto rarefatti, ionizzati in modo differente a seconda dell'ora, della stagione e della latitudine. Questo strato è, ad esempio, quello che consente alle onde radio a bassa frequenza di essere continuamente riflesse verso terra: si comporta come se fosse uno schermo metallico ed è per questo che le basse frequenze viaggiano per ogni dove.

Il segnale del GPS, che non è a bassa frequenza, si propaga ad una velocità diversa da quella che avrebbe nel vuoto e la sua velocità è funzione dello stato della ionosfera, che varia durante il giorno.

Gli apparecchi di uso più comune non sono in grado di correggere questo errore, che influisce in maniera rilevante sulla misura.

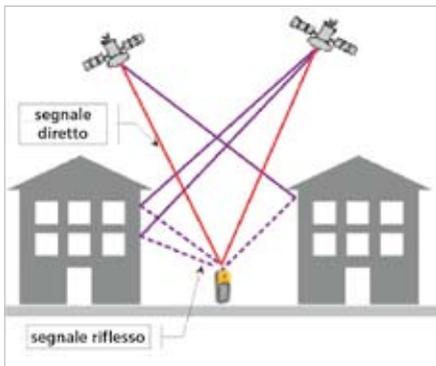
Un altro errore significativo viene introdotto anche dall'atmosfera. Ma se l'errore dovuto al passaggio del segnale nelle parti alte è all'incirca sempre lo stesso, nelle parti basse dell'atmosfera, invece, il discorso cambia. Infatti qui è presente il vapor d'acqua che, con le sue particelle polarizzate di acqua, ritarda il segnale. Dato che la quantità di vapor d'acqua è estremamente variabile, praticamente non è quantificabile né eliminabile l'errore conseguente.

L'errore è tanto più grande quanto più è spesso lo strato di atmosfera attraversato.

Queste operazioni sono possibili solo attraverso un post processamento dei dati, che non è previsto dalle attività descritte nel Manuale. Non va comunque dimenticato che le operazioni di rilevamento sui fiumi hanno come obiettivo la conoscenza di tutto quello che si può incontrare lungo un corso d'acqua e non hanno la pretesa di fornire risultati validi per modelli di dettaglio del territorio. Le precisioni ottenute, con gli strumenti a disposizione, sono più che sufficienti.

Una fonte di errore piuttosto comune e insidioso è il **multipath**. Il segnale emesso dal satellite può raggiungere direttamente il ricevitore GPS, ma può anche subire una o più riflessioni sugli oggetti che circondano il ricevitore. Quindi il segnale riflesso ricevuto introduce un ritardo che falsifica la misura e non è individuabile.

È una situazione tipica quando ci si trova ad operare in montagna, nelle valli strette.



Ricezione di segnale diretto e riflesso. Effetto *multipath*

Altre fonti di errore possono essere dovute a piccoli errori dell'orologio di bordo del ricevitore ed errori sulle effermeridi.

Per quanto riguarda i limiti di impiego del GPS va ricordato che, essendo il segnale inviato dai satelliti molto debole, non attraversa le rocce, i palazzi, i metalli o i boschi con fitto fogliame. Il suo uso in ambienti chiusi è quasi impossibile.

In montagna, in valli strette, è necessario avere angoli di apertura sul cielo dell'ordine dei  $40^{\circ}$ - $45^{\circ}$  e non inferiori. Questo per evitare il *multipath* e per avere sempre a disposizione il numero minimo di satelliti visibili e stabili nello spicchio di cielo. Risulta inoltre difficoltoso ricevere il segnale in zone coperte da vegetazione: una fitta copertura boscosa può rendere difficili o impossibili le misure. Questo vale anche durante i mesi invernali. Anche in questo caso ci sono problemi di *multipath* e di schermatura prodotta dai rami.

A volte è possibile aggirare i problemi morfologici di posizionamento semplicemente spostandosi, prendendo il punto GPS in una posizione favorevole e poi definendo la posizione del punto di interesse attraverso una poligonale ottenuta con bindella metrica e bussola (distanza e azimuth).

È meglio non effettuare misure durante i temporali, in quanto i campi elettromagnetici disturbano il segnale. Così è bene evitare misure sotto cavi dell'alta tensione e di usare il cellulare mentre si effettua la misura.

Appena acceso, il GPS richiede un certo tempo per agganciare il segnale dei satelliti. Il tempo è variabile da qualche minuto fino anche a mezz'ora (per ricevitori di alta precisione). In genere dipende da dove è stato utilizzato l'apparecchio l'ultima volta, se vicino o lontano dalla zona che si intende rilevare in quel momento.

Anche gli sbalzi repentini di temperatura possono influire sulle prestazioni del ricevitore.

Per quanto riguarda il sistema di acquisizione differenziale WAAS / EGNOS, la prima acquisizione, che può durare molti minuti, deve essere effettuata con una vista del cielo più libera e ampia possibile. Bisogna anche tener presente che l'attivazione della correzione differenziale WAAS / EGNOS aumenta i consumi del GPS diminuendo la durata delle batterie.

# Guida alla compilazione delle schede

A conclusione di questo Manuale, dedichiamo ancora alcune pagine di aiuto alla compilazione delle schede di rilevamento.

Le schede sono tre, una per ogni categoria di opere da rilevare. Si distinguono facilmente, oltre che per i contenuti, anche per i colori, che richiamano quelli adottati in questo Manuale:

- blu per le opere idrauliche
- verde per le opere di derivazione
- arancione per le opere di immissione.

Prima di passare alla descrizione di ogni singola scheda, vale la pena ricordare alcune cose fondamentali, che ci permetteranno di effettuare un lavoro utile e chiaro.

Per facilitare la comprensione delle informazioni rilevate e mantenere un'omogeneità con il lavoro di rilevamento già attuato dalle GEV, **si compila una scheda per ogni opera**, anche se questo indubbiamente comporta la produzione di un notevole numero di schede.

La documentazione di campagna (schede, foto e carte) che produrremo, a seguito dei sopralluoghi, verrà utilizzata da terzi che non sono stati sul posto e che elaboreranno i dati rilevati. È quindi importantissimo che le informazioni siano riportate nella maniera più chiara possibile, pensando a chi dovrà leggerle senza conoscere il territorio.

Infine, rileviamo solo gli oggetti che vediamo. Non aggiungiamo nulla che sia frutto della nostra interpretazione. I commenti o le ipotesi possono essere riportate nelle note. Le misure sono strettamente limitate a quanto effettivamente visibile. I **dati** devono essere i più **oggettivi** possibile.

## • Scheda di rilevamento delle opere idrauliche

La prima parte della scheda, molto simile per tutte e tre le schede di campo, è dedicata alla raccolta di dati utili a:

- identificare il rilevatore (data, ora, rilevatore);
- localizzare geograficamente il luogo del rilevamento (corso d'acqua, comune);
- localizzare puntualmente l'opera (coordinate GPS, azimuth direzione, riferimenti utili all'individuazione del punto);
- identificare univocamente l'opera (scheda n., foto).

Vediamo singolarmente le voci più significative.

• **Scheda n.** Il numero riportato in questa riga individua l'opera in maniera univoca. Non è importante seguire una numerazione in successione per i diversi tipi di opere, importante è che ogni oggetto rilevato abbia un numero proprio, diverso da quello di altre opere. È l'unico modo per identificare l'opera.

• **Coordinate GPS.** Vanno riportate su questa riga le coordinate lette dal GPS, quando è in ricezione nella maniera corretta.

Nel caso di opera trasversale, ponte, attraversamento, la localizzazione richiede un solo punto. Riportiamo quindi i valori di longitudine e latitudine letti nella prima pagina del GPS, quella in cui vediamo il segnale di ricezione dei satelliti. Qui il GPS fornisce anche il valore dell'accuratezza della misura, informazione utile per stimare la bontà del dato registrato. Se l'accuratezza supera i 5 m è bene segnalare, oltre alle coordinate, anche il suo valore, scrivendo A = e il numero.

Se l'opera è longitudinale (argine, difesa di sponda o canalizzazione) i punti GPS saranno due: uno per il punto di inizio a monte e uno per il punto terminale di valle.

Se il posizionamento del punto di interesse avviene tramite definizione di distanza e azimuth, le coordinate registrate sono quelle del punto di stazione da cui si sta determinando il punto non raggiungibile.

### SETTAGGIO DEL GPS PER LA REGISTRAZIONE DELLE COORDINATE

Le coordinate rilevate dal GPS sono funzione del sistema di riferimento utilizzato: datum e proiezione. I dati del servizio SICODWEB, del SIRI e quelli visualizzabili dal servizio di consultazione on line della Provincia di Torino fanno riferimento al datum WGS 84 e alle coordinate UTM.

Nel sistema informativo SICOD però, al momento, i dati sono acquisiti con datum ED50 e coordinate UTM.

Il GPS fornisce questo dato se i suoi parametri sono stati settati con questi riferimenti. Prima di andare in campagna a rilevare è quindi importante verificare che il datum sia ED50 e il sistema di coordinate UTM. In questo modo le coordinate sono nella forma 32 T 0348257, 4928134. Questi parametri si possono verificare nelle pagine di setup dello strumento.

Se il sistema di riferimento non fosse UTM e il datum non ED50 è importante che venga segnalato con quale riferimento è stato effettuato il censimento. Diversamente, chi tratterà i dati si troverà a localizzare in maniera errata le opere o a non potere utilizzare i dati perché privi di senso rispetto alla base cartografica di riferimento.

- **Azimut direzione.** Questi dati sono utili all'individuazione di un punto che non riusciamo fisicamente a raggiungere, per poter rilevare con il GPS la sua posizione.

La direzione è la distanza che misuriamo con il telemetro (distanziometro) tra il rilevatore e il punto di interesse irraggiungibile. Essendo una misura di lunghezza deve essere identificata con la sua unità di misura: metri.

L'azimut è invece l'angolo che determiniamo con la bussola mirando il bersaglio, valutato rispetto al nord magnetico in senso orario. Essendo un angolo sarà espresso in gradi.

Siccome questi dati sono riportati sulla stessa riga, è importantissimo che ciascuno venga seguito dalla propria unità di misura. Così scriveremo, ad esempio:

azimut direzione: 75 m, 37°N

- **Foto.** Per ogni opera scatteremo una o più fotografie. La foto completa le informazioni raccolte nella scheda, serve per facilitare l'interpretazione e il riconoscimento dell'opera. È importantissimo che il numero/nome del *file* sia riferito correttamente all'opera descritta nella scheda.

La parte generale di localizzazione dell'opera è seguita da una fascia azzurra, comune a tutte le opere idrauliche e per questo messa in testa alla scheda. Sono i dati relativi al **monitoraggio** e ai **materiali**.

Ogni opera avrà a corredo anche queste informazioni semplicemente barrando sulla casella che le rappresenta.

## OPERE IDRAULICHE / SCHEDA RILEVAMENTO



N. SCHEDA ..... DATA ..... ORA ..... RILEVATORE .....

CORSO D'ACQUA ..... COMUNE .....

COORDINATE GPS .....

AZIMUT DIREZIONE .....

RIFERIMENTI UTILI ALL'INDIVIDUAZIONE DEL PUNTO .....

FOTO: .....

Monitoraggio:  SCALZATA/EROSA  INTEGRA  CALCESTRUZZO  MASSI D'ALVEO CEMENTATI  MATTONI

INTERRATA  DISSESTO STRUTTURALE  GABBIONI  MASSI D'ALVEO A SECCO  MATERIALE VIVO

SIFONATA  LEGNAME E PIETREME  MASSI DI CAVA A SECCO  ACCIAIO

MASSI  MASSI DI CAVA CEMENTATI

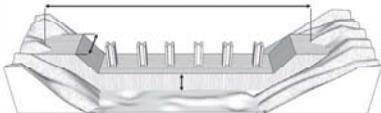
## OPERE TRASVERSALI

## BRIGLIA &gt;&gt;&gt; BR

DI TRATTENUTA

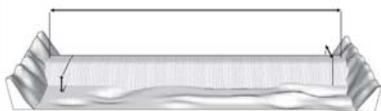


FILTRANTE

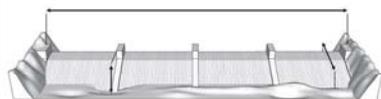


## SOGLIA &gt;&gt;&gt; SO

SOGLIA



TRAVERSA



## PENNELLI &gt;&gt;&gt; PE

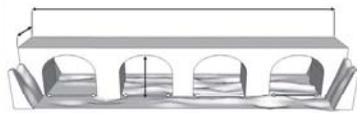


NUMERO ELEMENTI DELLA BATTERIA: \_\_\_\_\_

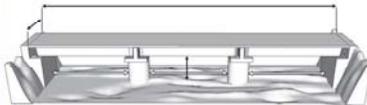
## PONTI E ATTRAVERSAMENTI

## PONTI &gt;&gt;&gt; PO

AD ARCO



A TRAVATA



N. CAMPATE \_\_\_\_\_ FERROVIARIO

LUCE LIBERA TOT. \_\_\_\_\_ m STRADALE

ALT. RILEVATO SX \_\_\_\_\_ m AUTOSTRADALE

ALT. RILEVATO DX \_\_\_\_\_ m PEDONALE

\_\_\_\_\_ m PONTE CANALE

## ATTRAVERSAMENTI &gt;&gt;&gt; AG

TUBAZIONE



ATTRAVERSAMENTO



GUADO

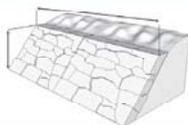
DIMENSIONI: \_\_\_\_\_

## OPERE LONGITUDINALI

### DIFESA DI SPONDA >>> DS

SPONDA:  SX  DX

SCOGLIERA



MURO



INGEGNERIA NATURALISTICA



GABBIONI



### CANALIZZAZIONE >>> CA

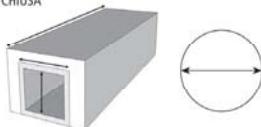
SEZIONE APERTA SOLO FONDO



A SEZIONE APERTA



A SEZIONE CHIUSA



NOTE

### ARGINE >>> AR

SPONDA:  SX  DX

INERBITO



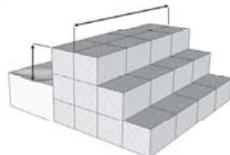
MASSI / MASSI CEMENTATI



RIVESTITO



GABBIONI



MURO



### OPERA SPECIALE

#### OPERA SPECIALE >>> SP

SPONDA:  SX  DX



Il resto della scheda è destinato alla descrizione delle opere attraverso l'individuazione della tipologia corretta e delle caratteristiche geometriche. La classificazione è quella presentata in questo Manuale e a lezione, pertanto non ci si soffermerà ulteriormente.

Le misure da rilevare sono state descritte nel capitolo “Le opere di difesa”, e qui sono indicate dalle linee di quota riportate sui disegni schematici richiamati anche all'interno del testo.

La tipologia di opera si individua barrando la casella corrispondente. Per le opere longitudinali è importantissimo ricordarsi di indicare la sponda: destra e sinistra si individuano guardando il corso d'acqua verso valle, nel senso di scorrimento della corrente.

Al fondo della scheda il campo note permette di aggiungere informazioni ritenute importanti per facilitare la comprensione dell'opera, la sua localizzazione o qualsiasi altra particolarità o commento.

Il lavoro di rilevamento è un lavoro lungo e impegnativo. Le opere possono essere davvero molte. È importante essere molto precisi nella loro localizzazione e riconoscimento (tipologia) in modo che si possa avere un'idea di quello che è presente sul territorio. Per quanto riguarda le misure, attività che impegna molto tempo, se risultano complesse e di non facile acquisizione è meglio soprassedere, limitandosi soltanto al posizionamento delle opere e alla loro classificazione.

Per quanto riguarda il monitoraggio dell'opera, sono richieste poche informazioni relative allo “stato dell'opera” (vedi approfondimento a pag. 35). Queste valutazioni saranno utili per successivi approfondimenti, che verranno effettuati da personale esperto.

## • Scheda di rilevamento delle derivazioni

La scheda si compone di 5 sezioni principali:

- 1 di informazione generale sull'opera e sul corpo idrico interessato;
- 4 specifiche, relative ciascuna agli elementi caratteristici di un'opera di derivazione.

È inoltre presente così come per la scheda delle Opere idrauliche, una parte di informazioni di corredo concernenti l'operatore e il sito di rilevamento ed un campo note generico per specificazioni, dettagli e curiosità spesso molto utili per una migliore comprensione dei dati raccolti. Il **numero della scheda** (da riportare alla prima voce in alto) individua l'opera in maniera univoca: è fondamentale che ogni opera di derivazione rilevata abbia un numero proprio, diverso da quello delle altre opere di derivazione.

Il rilevamento prevede l'acquisizione di numerose **informazioni**, comprese **misure** e **foto**, per definire un quadro sufficientemente completo in grado di descrivere e monitorare la singola opera nel modo più efficace possibile (deve essere compilata una scheda per ogni opera di derivazione). È auspicabile che venga acquisito il maggior numero di informazioni possibile, ma il tutto senza pregiudicare l'**assoluta sicurezza** in cui deve operare il rilevatore. Il lavoro di rilevamento, inoltre, deve risultare nel complesso speditivo e per questo si suggerisce di evitare eccessivi dispendi di tempo e di energia ad esempio per il censimento di componenti ausiliari o per approfondimenti che sono di competenza di altri soggetti (es. enti deputati al controllo). Per quanto riguarda le misure richieste si evidenzia che queste possono essere, ragionevolmente, anche solo stimate: il fine è di apprezzare il dimensionamento dell'opera, non di disporre di una misura precisa al centimetro.

Per quanto concerne le **foto**, sono indispensabili al completamento delle informazioni raccolte, per un corretto e completo rilevamento delle opere: come si vede dalla scheda è richiesta una foto per ciascuno dei componenti principali dell'opera di derivazione (sbarramento, bocca di presa, canale derivatore, luci o sezioni di rilascio, passaggi ittiofauna). È preferibile scattare un numero ridotto di immagini per ciascuna derivazione, focalizzando bene l'attenzione sugli elementi da evidenziare: fondamentale risulta riportare sulla scheda, nell'apposito campo, il numero/nome identificativo corrispondente alla foto specifica (es. DSCN5273, visualizzabile nel momento in cui si scaricano le foto sul pc).

**DERIVAZIONI / SCHEDA RILEVAMENTO**



N. SCHEDA ..... DATA ..... ORA ..... RILEVATORE .....  
 CORSO D'ACQUA ..... COMUNE .....  
 COORDINATE RILEVATE / AZIMUT DIREZIONE .....  
 RIFERIMENTI UTILI ALL'INDIVIDUAZIONE DEL PUNTO .....

**INFORMAZIONI GENERALI**

- Presenza di acqua nel corpo idrico?  SI  NO
- Rilascio a valle della derivazione?  SI  NO
- D.M.V. rispettato? (Indicare solo in presenza di asta graduata con tacca D.M.V. evidente)
- Lo sbarramento (se presente) occupa tutta la sezione dell'alveo?  SI  NO

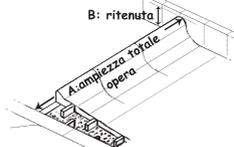
- Misuratore di portata derivata presente?  SI  NO
- Manufatto di risalita ittiofauna presente?  SI  NO
- Stima del tratto sotteso (se è noto il punto di restituzione) ..... m
- Restituzione presso .....
- Scheda immissioni allegata .....

**SBARRAMENTO / TRAVERSA**

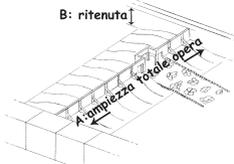
FOTO N°: .....

**FISSO**

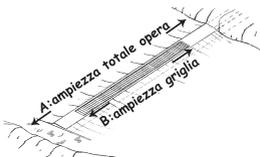
IN MURATURA O ALTRO



IN MURATURA CON RIALZO SU SOMMITÀ



A TRAPPOLA CON SOGLIA A PIANO ALVEO



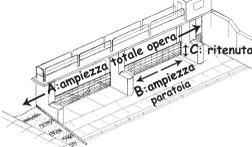
A TRAPPOLA CON SOGLIA RIALZATA



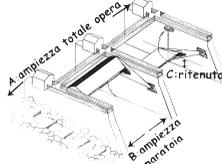
**MOBILE**

in parte costituito da traversa fissa?  SI  NO

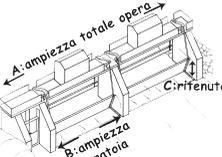
CON PARATOIE PIANE



CON PARATOIE A SETTORE



CON PARATOIE A VENTOLA



CON PARATOIE CILINDRICHE



CON PARATOIE MISTE

**PRECARIO** costituito da:

CIOTTOLI



ALTRO (specificare)

NOTE:

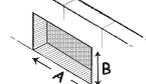
DIMENSIONI: A: ..... B: ..... C: .....  
 MONITORAGGIO:  BUONO STATO  PESSIMO STATO

**OPERA DI PRESA**

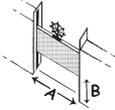
**BOCCA DI PRESA**

FOTO N°: .....

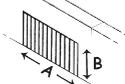
SEMPLICE - LIBERA



MUNITA DI PARATOIA



MUNITA DI GRIGLIA



ALTRO (specificare) .....

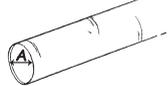
DIMENSIONI: A: ..... B: .....

**CANALIZZAZIONE OPERA DI PRESA (se visibile)**

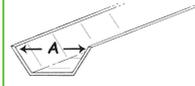
- CANALE SGHIAIATORE / DISSABBIATORE
- PARATOIA DI SCARICO
- SFIORATORE DI REGOLAZIONE DELLA PORTATA
- GRIGLIA
- PARATOIA DI REGOLAZIONE
- CANALE DERIVATORE**

FOTO N°: .....

IN CONDOTTA



A CIELO APERTO



DIMENSIONE: A: .....

**RILASCIO in corrispondenza di:**

FOTO N°: .....

**SBARRAMENTO**

- PER SFIORO SOPRA LO SBARRAMENTO
- DA STRAMAZZO SUPERFICIALE
- DA LUCE SOTTOBATTENTE (in pressione)
- PARATOIA SEMIAPERTA
- FORO IN PARATOIA
- ALTRO (specificare) .....

**CANALIZZAZIONE DELL'OPERA DI PRESA**

- DA LUCE SOTTOBATTENTE (in pressione)
- PARATOIA SEMIAPERTA
- FORO IN PARATOIA
- ALTRO (specificare) .....
- DA SFIORATORE DI REGOLAZIONE
- ALTRO .....

**SPONDA** (opposta all'opera di presa)

- CANALE BY-PASS
- TUBAZIONE INTERRATA

**ALTRO** (specificare) .....

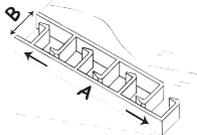
MONITORAGGIO:  LUCE LIBERA  LUCE OSTRUITA  ALTRO (specificare) .....

**PASSAGGIO ARTIFICIALE ITTIOFAUNA**

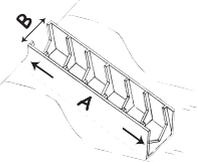
FOTO N°: .....

**PASSAGGIO TECNICO**

A BACINI SUCCESSIVI

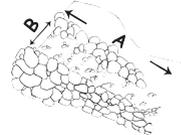


A RALLENTAMENTO

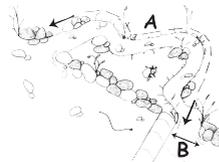


**PASSAGGIO SEMI-NATURALE**

RAMPA IN PIETRAMME



SCALA RUSTICA



DIMENSIONI: A: ..... B: .....

MONITORAGGIO:  FUNZIONANTE  OSTRUITO  ASCIUTTO  SCALZATO  ALTRO (specificare) .....

NOTE: .....

## IN CAMPO

Localizziamo l'opera di derivazione orientando correttamente la carta e rilevando le coordinate GPS ed eventualmente, se necessario, completando i dati con azimuth e distanza tra noi e l'opera. Per convenzione e semplicità rileviamo le coordinate posizionandoci in corrispondenza del manufatto di sbarramento, sulla sponda in cui è predisposta l'opera di presa: è sufficiente rilevare un unico punto. Nel caso in cui non si possa raggiungere la posizione suddetta (perché ad esempio interna ad una proprietà privata) possiamo aiutarci con strumenti quali la bussola e il distanziometro (o telemetro) per la misurazione di azimuth e distanza: così, a partire dalle coordinate di un dato punto, è possibile localizzare correttamente e con buona precisione l'opera. Spesso la sponda più facilmente raggiungibile è quella opposta all'opera di presa: in questo caso sarà sufficiente indicare che le coordinate rilevate si riferiscono al lato opposto rispetto a tale manufatto (sempre in corrispondenza dello sbarramento).

Talvolta può essere utile riportare sulla carta il punto da cui viene effettuato il rilevamento.

- **Informazioni generali.** Include una serie di semplici domande a risposta chiusa: alcune di esse, in caso di risposta negativa, escludono direttamente la compilazione di campi successivi (es. passaggio artificiale ittiofauna).

È inoltre richiesta la stima indicativa del tratto sotteso dalla derivazione in esame con specificazione del punto di restituzione. Ovviamente indichiamo dette informazioni solo se a noi note (ad esempio perché conosciamo bene il corso d'acqua ed il territorio circostante). Nel caso particolare in cui fossimo a conoscenza del punto di restituzione e, se per esso avessimo già compilato un'apposita scheda immissioni, ne indichiamo il riferimento alla voce "scheda immissioni allegata" (es. S.I. n°4 del 23/10/08).

- **Sbarramento.** Distinguiamo innanzi tutto se si tratta di sbarramento fisso, mobile o precario e all'interno della tipologia (colonna) selezionata identifichiamo l'opera specifica: es. traversa mobile – con paratoie a settore.

Molto spesso i manufatti di sbarramento presentano una porzione fissa connessa ad una porzione dotata di organi di regolazione mobili: in questo caso a meno che l'organo mobile non sia ridotto ad una semplice e secondaria paratoia piana (molto frequente e finalizzata allo spurgo dell'invaso), l'opera nel complesso si considera mobile.

Identificata la tipologia di traversa, la scheda richiede l'indicazione delle misure del manufatto così come segnalate sulla figura selezionata. I valori vanno riportati in fondo alla sezione nel campo tratteggiato avendo cura

di rispettare la corrispondenza tra le lettere. Nel caso in cui l'opera presenti paratoie di diversa dimensione riportiamo l'ampiezza della/e paratoia/e più imponente/i.

La sezione "Sbarramento/Traversa" si chiude con un campo note all'interno del quale possiamo indicare eventuali ulteriori elementi utili alla descrizione e al riconoscimento dell'opera.

• **Opera di presa.** Analizza il complesso d'adduzione suddividendo la bocca di presa dal sistema di canalizzazione. Innanzi tutto selezioniamo la tipologia di bocca di presa che più si avvicina alle caratteristiche del manufatto in esame ed eventualmente, se riteniamo che esso non sia compreso tra le scelte disponibili, spuntiamo la voce "altro", specificando le particolarità dell'opera. In caso di bocca di presa multipla, se possibile, indichiamo sulla figura il numero di bocche presenti. Successivamente concentrando la nostra attenzione sul sistema di canalizzazione indichiamo le voci relative agli elementi che riconosciamo distinguendo, per il canale derivatore, se si tratta di opera di convogliamento in condotta o a cielo aperto.

Anche in questa sezione sono richieste alcune misure da riportare negli appositi campi tratteggiati: nello specifico, nel box dedicato alla bocca di presa, con "A" si intende l'ampiezza della singola luce e con "B" la misura della massima apertura possibile (es. paratoia tutta aperta). Per quanto concerne il canale derivatore misuriamo esclusivamente l'ampiezza massima del manufatto avendo cura di misurare un tratto in cui la sezione sia sufficientemente regolare e costante. Molto spesso il canale derivatore propriamente detto (a sezione costante) parte a valle dei vari organi ed elementi atti all'eliminazione della frazione solida dalle portate derivate (sghiaiatori, dissabbiatori, griglie).

• **Rilascio a valle della derivazione.** Occorre osservare l'opera nel suo complesso in modo da comprendere dove avviene il rilascio al momento del rilievo. La scheda permette di individuare se il rilascio avviene dallo sbarramento, lungo la canalizzazione dell'opera di presa, dalla sponda opposta all'opera di presa e/o da un altro punto della derivazione. Ovviamente una risposta non esclude l'altra: per esempio possiamo osservare portate di rilascio dallo sbarramento e allo stesso tempo dallo sfioratore di regolazione posto lungo il primo tratto di canalizzazione dell'opera di presa. All'interno di ciascun campo selezionato (sbarramento, canalizzazione, sponda) possiamo inoltre ulteriormente specificare la modalità con cui le portate vengono rilasciate. La sezione si chiude con un campo tratteggiato di monitoraggio all'interno del quale possiamo indicare se la via di rilascio è libera o ostruita.

Nota: il rilevamento relativo alle portate di rilascio non è finalizzato alla valutazione del Deflusso Minimo Vitale.

- **Passaggio artificiale per ittiofauna.** Quando la derivazione è completa anche di questo manufatto il rilevamento prevede di effettuare una prima macro distinzione tra passaggio tecnico e passaggio semi-naturale e, successivamente, di indicare l'opera specifica. Anche in questo caso la figura riportata sulla scheda indica due dimensioni da segnalare all'interno del campo tratteggiato avendo cura di rispettare la corrispondenza delle lettere (A per estensione e B per ampiezza). Nel medesimo campo sotto la voce "monitoraggio" riportiamo indicazioni di massima sullo stato dell'opera e sul suo funzionamento al momento del rilievo.

**❗ Raccomandazione:** il censimento è un'attività di osservazione e non di controllo.

## • Scheda di rilevamento delle immissioni

### IMMISSIONI / SCHEDA RILEVAMENTO



N. SCHEDA ..... DATA ..... ORA ..... RILEVATORE .....  
 CORSO D'ACQUA ..... COMUNE .....  
 COORDINATE RILEVATE / AZIMUT DIREZIONE .....  
 RIFERIMENTI UTILI ALL'INDIVIDUAZIONE DEL PUNTO .....

#### INFORMAZIONI GENERALI

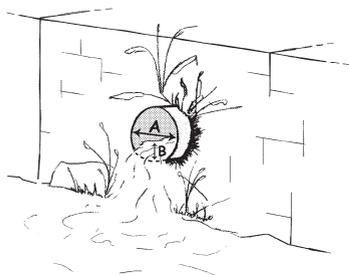
- PRESENZA DI ACQUA NEL CORPO RECCETTORE?  SÌ  NO SE SÌ, IMMISSIONE  DIRETTAMENTE IN ACQUA  
 IN PORZIONE DELL'ALVEO ASCIUTTA
- TIPOLOGIA DI IMMISSIONE?  SCARICO (\*)  
 RESTITUZIONE  
 ACQUE METEORICHE
- IMMISSIONE ATTIVA?  SÌ  NO SE NO, VI SONO TRACCE RECENTI?  SÌ  NO

FOTO N°: .....

#### MANUFATTO

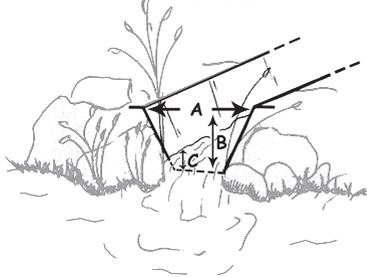
FOTO N°: .....

TIPOLOGIA:  CONDOTTA



A (DIAMETRO TUBAZIONE): .....  
 B (PROFONDITÀ FLUSSO): .....

CANALE  A CIELO APERTO  
 IN GALLERIA



A (AMPIEZZA CANALE): .....  
 B (ALTEZZA CANALE): .....  
 C (PROFONDITÀ FLUSSO): .....

MATERIALI:  CALCESTRUZZO / GRES  METALLO  
 MATERIA PLASTICA  ALTRO (specificare) .....

#### SCARICO (\*)

FOTO N°: .....

- PROVENIENZA NOTA?  SÌ  NO Se SÌ, lo scarico proviene da:  ABITAZIONE PRIVATA  AREA INDUSTRIALE  
 PUBBLICA FOGNATURA
- MONITORAGGIO REFLUO:  LIMPIDO  SCHIUMOSO  ALTRO (specificare) .....  
 TORBIDO  OLEOSO .....  
 COLORATO  PRESENZA DI SEDIMENTO .....
- SÌ PERCEPISCONO ODORI PARTICOLARI?  SÌ  NO Se SÌ, quali? .....

NOTE:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

La scheda si compone di 3 sezioni principali:

- 1 raccoglie informazioni generali sull'immissione e sul corpo idrico interessato;
- 1 relativa al manufatto;
- 1 di informazioni sullo scarico inteso come tipologia specifica di immissione.

È presente una parte iniziale relativa ad indicazioni di corredo concernenti l'operatore e il sito di rilevamento ed un campo generico conclusivo dedicato alle eventuali note di dettaglio.

Il **numero della scheda** individua l'opera in maniera univoca: è fondamentale che ogni opera di immissione rilevata abbia un numero proprio, diverso da quello delle altre opere di immissione.

In linea generale valgono le stesse indicazioni già riportate per la scheda "derivazioni": la priorità deve essere quella di operare in **assoluta sicurezza** ed in modo speditivo.

All'interno della scheda sono richieste numerose **informazioni**, comprese **misure e foto**, al fine di costituire un quadro sufficientemente completo in grado di descrivere e monitorare l'immissione al momento del rilievo (per ogni opera di immissione compiliamo una scheda).

## IN CAMPO

Localizziamo l'immissione orientando la carta e rilevando le coordinate GPS. Anche in questo caso è sufficiente rilevare un unico punto con il GPS posizionandosi sulla sponda in corrispondenza (o comunque in prossimità) dell'immissione: nel caso in cui non si possa raggiungere la posizione corretta, come sempre, possiamo aiutarci con altri strumenti quali la bussola e il telemetro. L'operatore che a posteriori riceverà la scheda del rilevamento avrà così a disposizione, per localizzare correttamente l'immissione lungo il corso d'acqua, le coordinate GPS, le informazioni di azimuth (gradi) e distanza (m) ed eventualmente le indicazioni riportate alla voce "riferimenti utili all'individuazione del punto".

- **Informazioni generali.** Comprende 3 diverse domande sull'immissione e sul corpo idrico recettore: in particolare all'interno di questo campo distinguiamo la tipologia di immissione scegliendo tra "scarico", "restituzione" e "acque meteoriche".

- **Manufatto.** Distinguiamo tra condotta e canale e, nel secondo caso, ulteriormente tra canale in galleria e canale a cielo aperto. Sulla figura sono

riportate alcune misure da indicare, negli appositi spazi della scheda, prestando attenzione alla corrispondenza tra le lettere. Il campo si chiude con un riquadro tratteggiato all'interno del quale indichiamo il materiale con cui è costruito il manufatto. L'informazione completa potrebbe ad esempio essere canale a cielo aperto (all'incirca 70 cm di ampiezza x 40 cm di altezza c.a e 20 cm di profondità flusso) in calcestruzzo.

• **Scarico.** Consente la descrizione del refluo in termini di provenienza, natura e caratteristiche. Innanzi tutto, nel caso in cui conoscessimo la provenienza del refluo la segnaliamo nella scheda utilizzando la voce corrispondente; successivamente indichiamo le caratteristiche più evidenti che potranno essere molto utili per comprendere meglio la natura dell'immissione monitorata (esempio refluo schiumoso e colorato con odore acre).

❗ **Raccomandazione:** in caso di osservazione di immissioni che potrebbero ragionevolmente provocare un danno al fiume (es. scarico colorato in modo anomalo con schiuma), si deve immediatamente segnalare la situazione critica utilizzando i numeri di telefono dedicati alle emergenze igienico-sanitarie ambientali in regione. In nessun caso devono essere attivate altre procedure d'intervento che potrebbero, tra l'altro, mettere a rischio la sicurezza dell'operatore.

L'Arpa garantisce la copertura dell'intero territorio regionale 365 giorni all'anno, per 24 ore al giorno.

Per attivare il servizio di pronta reperibilità contattare:

- il **Dipartimento Arpa territorialmente competente** nei seguenti orari:  
dal lunedì al venerdì  
dalle ore 8.00 alle ore 16.00
- **Dipartimento di Torino**  
Sede e recapito:  
via Pio VII, 9 - 10135 Torino  
tel. 011.19680111 - fax 011.19681471
- il **118** nei seguenti orari:  
dal lunedì al venerdì  
dalle ore 16.00 alle ore 8.00



# La normativa di riferimento

## • Normativa Acque / Derivazioni / Immissioni

**Direttiva 2000 / 60 / CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000** che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

**R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775** – “Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici”.

**D.Lgs. 2 febbraio 2001, n. 31** – “Attuazione della direttiva 98 / 83 / CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”.

**D.Lgs. 2 febbraio 2002 n. 27** – “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98 / 83 / CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”

**D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152** – “Norme in materia ambientale”.

**D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4** – “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale”.

**Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 24 Marzo 1982** – “Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento”.

**Decreto del Ministero dell'Ambiente della Tutela e del territorio 28 luglio 2004** – “Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale, di cui all'articolo 22, comma 4, del D.lgs 152 / 99”.

**L.R. 26 marzo 1990, n. 13** – “Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi civili”.

**L.R. 17 novembre 1993, n. 48** – “Individuazione, ai sensi della legge 8 giugno 1990 n. 142, delle funzioni amministrative in capo a Province e Comuni in materia di rilevamento, disciplina e controllo degli scarichi delle acque di cui alla legge 10 maggio 1976, n.319 e successive modifiche ed integrazioni”.

**L.R. 13 aprile 1994, n. 5** – “Subdelega alle Province delle funzioni amministrative relative alle utilizzazioni delle acque pubbliche”.

**L.R. 14 dicembre 1998, n. 40** – “Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione”.

**L.R. 26 aprile 2000, n. 44** – “Disposizioni normative per l’attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 ‘Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del Capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59’.

**L.R. 29 dicembre 2000, n. 61** – Disposizioni per la prima attuazione del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 in materia di tutela delle acque.

**L.R. 6 ottobre 2003, n. 25** – “Norme in materia di sbarramenti di ritenuta e bacini di accumulo idrico di competenza regionale. Abrogazione delle leggi regionali 11 aprile 1995, n. 58 e 24 luglio 1996, n.49”.

**Deliberazione del Consiglio Regionale 13 marzo 2007, n. 117–10731** – “Piano di Tutela delle Acque” – Regione Piemonte.

**Decreto del Presidente della Giunta Regionale 29 luglio 2003, n. 10 / R** – “Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (Legge Regionale 29 dicembre 2000, n. 61)”.

**Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 novembre 2004, n. 12 / R** – “Regolamento regionale di attuazione della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25”.

**Decreto del Presidente della Giunta Regionale 6 dicembre 2004, n. 15 / R** – “Disciplina dei canoni regionali per l’uso di acqua pubblica (Legge regionale 5 agosto 2002, n. 20) e modifiche al regolamento regionale 29 luglio 2003, n. 10 / R”.

**Decreto del Presidente della Giunta Regionale 10 ottobre 2005, n. 6 / R** – “Misura dei canoni regionali per l’uso di acqua pubblica (Legge regionale 5 agosto 2002, n. 20) e modifiche al regolamento regionale 6 dicembre 2004, n. 15 / R”.

**Decreto del Presidente della Giunta Regionale 20 febbraio 2006, n. 1 / R** – “Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne”.

**Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 giugno 2007, n. 7 / R** – “Prima definizione degli obblighi concernenti la misurazione dei prelievi e delle restituzioni di acqua pubblica (Legge Regionale 29 dicembre 2000, n. 61)”.

**Decreto del Presidente della Giunta Regionale 17 luglio 2007, n. 8 / R** – “Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (Legge Regionale 29 dicembre 2000, n. 61)”.

**Decreto del Presidente della Giunta Regionale 29 gennaio 2008, n. 1 / R** – “Modifiche ed integrazioni al regolamento regionale 9 novembre 2004, n. 12 / R, di attuazione della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25”.

**Deliberazione della Giunta Regionale 12 aprile 2005, n. 65–15352** – “Approvazione manuale tecnico per la progettazione, costruzione e gestione degli sbarramenti ed invasi di competenza regionale”.

**Deliberazione della Giunta Provinciale di Torino 18 luglio 2000, n. 746** – 151363 / 2000 – “Criteri tecnici per la progettazione e realizzazione dei passaggi artificiali per l’ittiofauna”.

## • Normativa Opere di Difesa

**R.D. 25 luglio 1904, n. 523** – “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”.

**R.D. 9 dicembre 1937, n. 2669** – “Regolamento sulla tutela di opere idrauliche di I e II categoria e delle opere di bonifica”.

**L. 18 maggio 1989, n. 183** – “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.

**L. 7 agosto 1990, n. 253** – “Disposizioni integrative alla L. 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.

**L. 3 agosto 1998, n. 267** – “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ad a favore delle zone colpite dai disastri franosi nella regione Campania”.

**D.lgs. 12 aprile 2006, n. 163** – “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, forniture, servizi in attuazione delle Direttive 2004 / 17 / CE, 2004 / 18 / CE”.

**D.L. 11 giugno 1998, n. 180** – “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ad a favore delle zone colpite dai disastri franosi nella regione Campania”.

**D.P.R. 7 gennaio 1992** – “Atto di indirizzo e coordinamento per determinare i criteri di integrazione e di coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle autorità di bacino e delle regioni per la redazione dei piani di bacino di cui alla L. 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.

**D.P.R. 14 aprile 1993** – “Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni recante criteri e modalità per la redazione dei programmi di manutenzione idraulica e forestale”.

**D.P.R. 18 luglio 1995** – “Approvazione dell’atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino”.

**D.P.C.M. 23 marzo 1990** – “Atto di indirizzo e coordinamento ai fini dell’elaborazione e della adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all’art. 31 della L. 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”.

**D.P.C.M. 29 settembre 1998** – “Atto di indirizzo e coordinamento per l’individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all’art. 1, commi 1 e 2, del decreto legge 11 giugno 1998, n. 180”.

**D.P.C.M. 24 maggio 2001** – “Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino idrografico del Po”.

**Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11 Marzo 1988** – “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il col-

laudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".

**Deliberazione della Giunta Regionale 1 ottobre 2001, n. 47-4052** – “Istituzione del Catasto Opere di Difesa e del Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa SICOD”.

**Deliberazione della Giunta Regionale 15 luglio 2002, n. 45-6656** – “Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico”.

**Circolare del Presidente della Giunta Regionale 8 maggio 1996, n. 7 / LAP** – L.R. 5 dicembre 1977, n. 56 e s.m.i. – “Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici”.

**CNR – UNI 10007 1 luglio 1963** – “Costruzione e manutenzione delle strade. Opere murarie”.

## GLOSSARIO

---

**Acclività:** pendenza.

**Alveo bagnato:** porzione dell'alveo in cui è presente l'acqua.

**Alveo di magra:** porzione dell'alveo di un corso d'acqua che permane bagnata con portate di magra.

**Alveo di morbida:** porzione dell'alveo di un corso d'acqua allagata in condizione di portate di morbida e tipicamente colonizzata da vegetazione erbacea pioniera.

**Alveo di piena ordinaria:** alveo inondato dalle piene ordinarie (con tempo di ritorno da 2 a 5 anni) tipicamente più esteso dell'alveo di morbida (sempre che il corso d'acqua non presenti arginature).

**Alveo di piena straordinaria o eccezionale:** porzione dell'alveo occupata nelle condizioni idrologiche episodiche di piena eccezionale.

**Ambiente fluviale:** ambiente caratterizzato dalla presenza di corsi d'acqua di rilevante portata e/o che influenzano la regione geografica circostante.

**Ambiente ripario:** zona d'interfaccia fra l'ambiente acquatico in senso stretto e il territorio circostante, contigua al corso d'acqua, interessata dalle piene e/o direttamente interconnessa con la falda freatica fluviale.

**Àrgano:** organo meccanico in grado di sviluppare una trazione verticale, per sollevare carichi, o orizzontale per trascinarli. È utilizzato, ad esempio, per il sollevamento di una paratoia.

**Banalizzazione:** semplificazione della naturale morfologia del corso d'acqua conseguente ad interventi antropici.

**Battente d'acqua:** distanza verticale tra il pelo libero dell'acqua e un punto immerso.

**Biocenosi:** insieme delle popolazioni di specie animali e vegetali che coesistono nello spazio e nel tempo in un dato ambiente ed interagiscono tra loro.

**Biodiversità:** indica una misura della varietà delle forme di vita animali e vegetali nei diversi habitat del pianeta.

**Capacità di invaso:** Volume d'acqua trattenuto a monte di uno sbarramento (diga).

**Captazione:** prelievo da un corpo idrico superficiale o sotterraneo.

**Centro di massa:** punto di un corpo in cui si può considerare concentrata la sua massa. È noto comunemente come baricentro. In un campo gravitazionale uniforme

come quello terrestre, il moto di caduta del baricentro è il moto del punto materiale in cui sia concentrata tutta la massa del corpo, sotto l'azione della forza peso.

**Chiarificazione:** trattamento a cui possono essere soggette le acque derivate e le acque reflue, comprendente operazioni meccaniche di sedimentazione (attraverso bacini di calma) e grigliatura (mediante griglie) e finalizzato all'eliminazione delle particelle solide in sospensione.

**Comunità biotica:** insieme delle popolazioni di una data area.

**Comunità / fauna macrobentonica:** comunità costituita da organismi invertebrati, di dimensioni maggiori di 1 mm, che vivono almeno una parte del loro ciclo vitale sul substrato di fondo dei corsi d'acqua. Appartengono a questa comunità Insetti, Crostacei, Molluschi, Tricliadi, Hirudinei, Nematomorfi, Nemertini e Oligocheti.

**Concessione:** provvedimento amministrativo con cui la pubblica amministrazione conferisce - trasferisce ex novo posizioni giuridiche, di cui è titolare, al destinatario privato. Differisce da autorizzazione in quanto non si limita a rimuovere un limite ma attribuisce facoltà nuove al privato (es. concessione a derivare il bene demaniale acqua).

**Corridoio fluviale:** area che comprende il corso d'acqua e la zona riparia. Tali elementi svolgono un'importante funzione in termini di connessione del territorio (corridoio ecologico).

**Continuità fluviale (longitudinale - laterale - trasversale):** rappresenta la naturale e ininterrotta sequenza di modificazioni cui l'ecosistema fiume va incontro longitudinalmente, lungo la sua estensione da monte a valle, o lateralmente da una sponda all'altra. Lateralmente variano velocità della corrente, altezza d'acqua, tipologia e granulometria del substrato, formazioni vegetali, comunità faunistica, ...; allo stesso modo dalla sorgente alla foce le variazioni lungo l'ecosistema fiume sono molteplici e piuttosto evidenti. In un corso d'acqua, inoltre, condizioni come la velocità della corrente o la temperatura dell'acqua, altrettanto determinanti per le comunità biotiche, si modificano anche trasversalmente (verticalmente dal fondo alveo alla superficie dell'acqua).

**Continuum fluviale:** sequenza di graduali modificazioni dell'ecosistema "fiume" lungo il percorso che va dalla sorgente alla foce.

**Coronamento:** parte sommitale di un'opera di difesa o di uno sbarramento.

**Crenon:** porzione iniziale di un corso d'acqua, sorgentizia e ruscellante, povera di sostanza organica e per questo oligotrofica.

**Database:** in italiano banca dati, base di dati, indica un archivio di dati, riguardanti uno stesso argomento o più argomenti correlati tra loro, strutturato in modo tale da

consentire la gestione dei dati stessi (l'inserimento, la ricerca, la cancellazione ed il loro aggiornamento) da parte di applicazioni software. La banca dati contiene anche le informazioni sulla rappresentazione dei dati e sulle loro relazioni.

**Decantazione:** processo meccanico di chiarificazione delle acque basato sulla sedimentazione spontanea.

**Deflusso Minimo Vitale (DMV):** portata minima istantanea che deve essere presente immediatamente a valle delle derivazioni per mantenere vitali le condizioni di funzionalità e qualità degli ecosistemi acquatici.

**Disciplinare di concessione:** atto adottato dall'autorità amministrativa contenente gli obblighi e le condizioni cui dovrà essere vincolata la concessione di derivazione d'acqua (quantità derivabile, uso, periodo in cui è consentito il prelievo, modalità di presa, durata della concessione, canone, ...).

**Ecosistema:** unità funzionale di base in ecologia, comprendente la componente biotica (esseri viventi), quella abiotica (ambiente fisico), i flussi di energia e le loro interazioni.

**Energia cinetica:** energia legata al movimento, che un corpo possiede in virtù del suo movimento. Per l'acqua, l'energia cinetica è responsabile del suo scorrere e dipende dalla sua massa e dal quadrato della sua velocità.

**Energia potenziale idraulica:** energia legata all'altezza, che un corpo possiede in virtù della posizione che occupa. Per la massa d'acqua in quiete, dipende dalla sua posizione iniziale (quota) e dal suo punto di arrivo.

**Erosione regressiva:** effetto esercitato dalle acque che producono un'erosione che progredisce verso monte, provocando un arretramento. Per esempio, l'abbassamento della quota di fondo alveo, generato dai moti turbolenti alla base di una cascata, provoca fenomeni di erosione regressiva che si spingono verso monte. Oppure le escavazioni in alveo possono provocare fenomeni erosivi in arretramento che mettono in pericolo le opere e le infrastrutture presenti.

**Esondazione:** straripamento delle acque di un corso d'acqua oltre il limite delle sue sponde. Nel caso di corsi d'acqua arginati lo straripamento si manifesta quando l'acqua supera la quota di coronamento degli argini o quando danneggia la loro struttura, invadendo i terreni circostanti.

**Fattori geologici:** insieme di caratteristiche geologiche di un dato ambiente che influiscono sulla sua struttura, forma, comportamento. Ad esempio: tipo di terreno, faglie, fratture, ...

**Fattori geomorfologici:** insieme di caratteristiche legate alla forma del territorio. Sono fattori geomorfologici l'acclività dei versanti, i terrazzi fluviali, la pendenza del fondo alveo, ...

**Fascia perifluviale:** fascia di territorio localizzata topograficamente a lato del corso d'acqua, immediatamente esterna all'alveo di morbida in cui si collocano, se presenti, le formazioni riparie arbustive ed arboree.

**Formazione vegetale:** comunità di organismi vegetali appartenenti a specie diverse che costituisce un'entità con caratteristiche fisionomiche (aspetto) e strutturali omogenee.

**Funzionalità fluviale:** efficienza con cui il corso d'acqua svolge le naturali funzioni di riciclo della sostanza organica, di autodepurazione nonché quella di corridoio ecologico.

**Gabbione:** parallelepipedo di rete metallica a doppia torsione riempito di ciottoli o pietrame.

**GIS:** Geographical Information System (sistema informativo geografico), è un insieme di moduli software specializzati, che tratta dati geografici e consente di eseguire analisi sui dati, integrando tra loro anche informazioni di natura differente. È uno strumento che analizza, gestisce, trasforma dati spaziali provenienti dal mondo reale. I dati, oltre alle informazioni geografiche, portano con sé informazioni alfanumeriche che costituiscono un database.

**Granulometria:** in geologia è la caratteristica di una roccia, di un suolo o di un terreno che identifica le singole particelle in base alla loro dimensione.

**Habitat:** è il complesso delle condizioni ambientali in cui vive una particolare specie animale o vegetale.

**Idrodinamica:** branca dell'idraulica e della meccanica che studia il movimento (moto) dei liquidi.

**Intradosso:** lato inferiore di una struttura o lato interno tra due elementi. Per i ponti l'intradosso è la superficie inferiore dell'impalcato. Per un ponte ad unica campata, la luce libera è la distanza tra l'intradosso delle spalle, cioè tra le superfici interne dei muri costituenti le spalle.

**Impluvio:** solco scavato e percorso dalle acque di scorrimento superficiale, che qui si raccolgono.

**Incile:** nome con il quale si identifica l'imbocco di un canale o di una derivazione. È la prima sezione di un canale che si origina da un corso d'acqua o da un lago.

**Invertebrati:** gruppo di animali accomunati dall'assenza di uno scheletro interno (molluschi, artropodi, anellidi, ...).

**Luce:** dimensione lineare trasversale alla direzione di scorrimento dell'acqua, della sezione di deflusso di un'opera trasversale in alveo (es. opera di sbarramento, ponte).

**Luce a (sotto) battente:** apertura completamente sommersa sotto il pelo libero del serbatoio a monte. In questo caso il battente è l'altezza d'acqua tra la superficie liquida libera del serbatoio e il bordo superiore dell'apertura.

**Magra:** è la situazione idrologica in cui il corso d'acqua ha portate nettamente inferiori a quelle medie. Tipicamente i torrenti alpini sono caratterizzati da una magra principale nel periodo invernale.

**Materasso tipo Reno:** struttura modulare formata da elementi parallelepipedi di notevole grandezza e piccolo spessore, realizzati con rete metallica e riempiti con ciottoli o pietrame di cava. Sono come gabbioni molto schiacciati che hanno funzione prevalente di rivestimento di una sponda o di un paramento.

**Martellone:** martello picconatore idraulico utilizzato in svariate applicazioni: demolizioni, scavo di gallerie, trincee, frantumazione nelle cave, lavori stradali.

**Microhabitat:** complesso delle condizioni ambientali puntuali in cui si insediano determinate specie. I corsi d'acqua e gli ambiti perifluviali sono ambienti estremamente eterogenei nei quali le caratteristiche ambientali variano notevolmente anche a piccola scala (per esempio dell'ordine di decine di centimetri): per esempio variazioni nella velocità della corrente e nella tipologia e granulometria di substrato si riscontrano alla scala di microhabitat.

**Morbida:** condizione idrologica di portata ordinaria, tendenzialmente consistente. Può essere distinta in morbida alta (giorni successivi alla piena), morbida media (stato ordinario) e morbida bassa (periodo precedente alla magra).

**Orografia:** insieme dei rilievi montuosi di un territorio

**Palanca:** elemento di sostegno in acciaio laminato a caldo o a freddo, con incastri maschio – femmina connessi tra loro in modo da formare una parete continua. La messa in posto avviene per infissione nel terreno.

**Pelo libero o superficie libera:** superficie di un corpo idrico (lago o fiume) a contatto con l'atmosfera, caratterizzata da un valore costante di pressione, che è appunto la pressione atmosferica. Si parla di pelo libero anche in riferimento alla superficie libera di canali e vasche artificiali.

**Periphyton:** indica genericamente una complessa comunità di microrganismi che vivono aderenti a substrati sommersi di diversa natura. Fanno parte del periphyton alghe, funghi, batteri e protozoi.

**Piana inondabile:** piana immediatamente esterna all'alveo di morbida, inondata dalle piene ordinarie e formata dal fiume grazie alle periodiche migrazioni laterali dell'alveo. È caratterizzata da strati superficiali di substrato fine (sabbioso-limoso) ed è colonizzata da vegetazione arbustiva ed arborea. Per i frequenti inter-

scambi con le acque fluviali e gli habitat che ospita, ha un'importanza ecologica molto rilevante.

**Piena eccezionale:** condizione idrologica episodica del corso d'acqua in situazioni eccezionali coincidenti con le massime portate. La frequenza della piena può anche essere centenaria (tempi di ritorno dell'ordine di centinaia di anni) e le acque possono raggiungere anche le porzioni più lontane della zona perfluviale.

**Piena ordinaria:** condizione idrologica con tempo di ritorno da 2 a 5 anni che porta l'acqua ad invadere la zona perfluviale e la piana inondabile (se esistente).

**Piedritto:** elemento architettonico portante che sostiene il peso di altri elementi. Sulla sezione di una galleria i piedritti sono le porzioni verticali sulle quali appoggia la calotta.

**Planare:** movimento gravitativo tipico delle zone collinari piemontesi (Langhe), che si manifesta con la traslazione di porzioni anche molto rilevanti di terreno lungo una superficie piana o debolmente ondulata di passaggio tra strati di diversa composizione litologica. Coinvolge versanti di modesta inclinazione.

**Popolazione ittica:** insieme delle specie di pesci che condividono lo stesso ambiente.

**Portata:** quantità d'acqua che passa attraverso una sezione nell'unità di tempo [ $m^3/s$ ].

**Portata derivata:** volume di acqua prelevato nell'unità di tempo. Può essere misurata in  $l/s$  o  $m^3/s$ .

**Potamon:** porzione di un corso d'acqua, a corrente lenta, tipicamente localizzata nelle aree di pianura alluvionale, fino alla foce. E' caratterizzata dalla presenza di ricche comunità planctoniche (organismi di piccole dimensioni trasportati dalla corrente), di vegetazione igrofila (tipica di ambiente umido) e di comunità ittiche a ciprinidi.

**Potenza nominale media (kW):** potenza idraulica media teoricamente sviluppata da un impianto idroelettrico nell'anno sulla base della portata e del salto; è la potenza utilizzata ai fini fiscali.

**Producibilità (kWh/anno):** energia prodotta dall'impianto calcolata moltiplicando la potenza idraulica media per il numero di ore annue in cui l'impianto idroelettrico funziona e per il coefficiente di rendimento specifico dell'impianto stesso.

**Profilo di corrente:** sulla sezione longitudinale di un generico corso d'acqua o canale, è la linea che mostra l'andamento del pelo libero dell'acqua. A parità di portata, il profilo di corrente è influenzato dalla pendenza del fondo alveo e da tutti gli ostacoli che si oppongono al naturale defluire dell'acqua.

**Regime idrologico:** andamento delle portate di un corso d'acqua in un dato tempo (es. anno).

**Rettificazione:** riduzione più o meno spinta della naturale sinuosità di un corso d'acqua con conseguente aumento di pendenza e di velocità nel tratto interessato.

**Rithron:** porzione intermedia di un corso d'acqua, caratterizzata da pendenze superiori al 2 per 1000 e corrente forte. Corrisponde alla zona ittica a trote e temoli.

**Ritenuta:** in generale volume idrico accumulato a monte dell'opera di sbarramento o più specificamente il dislivello che si viene a creare tra il pelo libero a monte di un'opera di sbarramento e il pelo libero a valle della stessa.

**Rotazionale:** movimento franoso dovuto a forze che producono un momento di rotazione attorno ad un punto posto al di sopra del centro di gravità della massa in movimento. La superficie di scorrimento e rottura è facilmente visibile e si presenta concava verso l'alto.

**Ruscellamento:** scorrimento diffuso dell'acqua su una superficie, prima di incanalarsi in un impluvio. Può originare piccole incisioni e dilavamento, asportando particelle di terreno.

**Salto:** differenza di quota tra il pelo libero del canale a monte del punto di utilizzo (organo motore o turbina) e il pelo libero del canale a valle del punto di utilizzo.

**Scabrezza (di fondo o delle sponde):** irregolarità della superficie che determina turbolenze nel flusso dell'acqua e influisce sulla velocità della corrente.

**Scaricatore di piena:** valvola di sicurezza che entra in funzione quando l'ingresso di acque meteoriche nella rete fognaria mista eccede una certa soglia. Questi manufatti sono dimensionati, di norma, in modo che lo sfioro abbia inizio ad una portata pari a cinque volte la portata media giornaliera in tempo secco (art.6 L.R. 13/1990). Le acque in eccesso sono quindi recapitate in un corpo recettore.

**Sedimentazione:** processo che determina la deposizione sul fondo del materiale solido trasportato in sospensione dall'acqua.

**Sfioratore di superficie:** opera d'arte che lascia passare l'acqua di un serbatoio o di un canale quando questa risulti in eccesso rispetto ad un livello fissato in progetto (troppo pieno).

**Sifone:** dispositivo idraulico costituito da una condotta a "U" (dritta o rovesciata) utile per spostare un liquido da un livello ad un altro superando un ostacolo rilevato o depresso.

**Sovralluvionamento:** accumulo di materiale solido in alveo la cui quota supera la quota del piano campagna, rendendo il corso d'acqua pensile rispetto al territorio circostante.

**Stramazzo:** apertura in uno sbarramento che, a pressione atmosferica, consente il passaggio del liquido per sormonto. Si parla anche di luce a battente nullo; l'apertura è costituita dal solo bordo inferiore e dai bordi laterali.

**Taglione:** struttura di fondazione in muratura di notevole profondità. Si presenta come un dente che viene realizzato spingendosi in profondità nel letto del torrente per tutto lo sviluppo longitudinale della fondazione. Il suo obiettivo è di proteggere le fondazioni dalla tendenza all'erosione e all'approfondimento del corso d'acqua.

**Terreno di imposta:** terreno sul quale verrà impostata, realizzata la fondazione di un'opera.

**Traguardare:** puntare un oggetto tra i due mirini di uno strumento di rilevamento (ad esempio la bussola).

**Vegetazione ripariale:** tipologia di vegetazione che si interpone tra le fitocenosi tipicamente acquatiche e le fitocenosi del territorio circostante, non più influenzate dalla presenza del corso d'acqua.

**Webgis:** è un GIS (sistema geografico informativo) reso pubblico sul web, sviluppato appositamente per la comunicazione e la condivisione dei dati.



## BIBLIOGRAFIA

- AAVV (1986) / Seminario su: idraulica del territorio montano – Atti. Bressanone 8-13 ottobre 1984 / Istituto di idraulica "G. Poleni", Padova.
- AAVV (1993) / Manuale tecnico di ingegneria naturalistica / Assessorato all'Ambiente della Regione Emilia Romagna e Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Veneto, Bologna.
- AAVV (1995) / Quaderni di ingegneria naturalistica. Sistemazioni in ambito fluviale / Il Verde Editoriale, Milano.
- AAVV (1996) / Manuale di ingegneria civile / Zanichelli, ESAC, Roma.
- AAVV (1997) / Le sistemazioni idraulico – forestali tra revisione e sviluppo / Editoriale Bios, Cosenza.
- AAVV (2000) / Inland flood hazards. Human, riparian and aquatic communities / Cambridge University Press, Cambridge.
- AAVV (2003) / Nuovo Colombo – Manuale dell'Ingegnere – volume 2° – Idraulica e costruzioni idrauliche / HOEPLI.
- AAVV (2007) / IFF – Indice di Funzionalità Fluviale / Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici.
- Anselmo V., Comedini M. (2004) / Atlante delle opere di sistemazione fluviale / APAT, Roma.
- Arredi F. (1988) / Costruzioni idrauliche / UTET, Torino.
- Autorità di bacino del fiume Po (1997) / Piano stralcio per la difesa idrogeologica e della rete idrografica del bacino del fiume Po. Quaderno delle opere tipo vol I e II / Parma.
- Badino G., De Biaggi E., Delmastro G.B., Forneris G., Lodi E., Maio G., Marconato A., Marconato E., Perosino G.C., Pinna Pintor N., Spina F. (1992) / Carta ittica relativa al territorio della regione piemontese / Regione Piemonte, Torino.
- Badino G., Forneris G., Perosino G.C. (1991) / Ecologia dei fiumi e dei laghi / Regione Piemonte, Torino.
- Baggiani F., Comar M., Gherbaz F., Nussdorfer G. (1992) / Manuale di rilievo ipogeo / Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Trieste.
- Beach M.H. (1984) / Fish pass design – criteria for design and approval of fish passes and other structures to facilitate the passage of migratory fish rivers / Fisheries Research Technical Report, MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft / (78) 46 pp.
- Benini G. (1990) / Sistemazioni idraulico – forestali / UTET, Torino.
- Betta G. (1999) / Valutazione della qualità ambientale mediante l'uso di indicatori vegetali: Stura di Ala e Stura di Lanzo / Università degli Studi di Torino – Tesi di Laurea.
- Betta G., Porro E., Zugolaro C., Cotignoli P., Di Marcantonio V., Fontolan B., Busso P. (2005) / Bacino del Sangone – Un progetto integrato per la tutela e la riqualificazione / Provincia di Torino, Torino.
- Biancotti A. (1994) / Corso di Geografia Fisica / Nuove edizioni del Giglio, Genova.
- Carloni G.C. (1998) / Geologia Applicata / Pitagora Editrice, Bologna.
- Casadio M., Elmi C. (1999) / Il manuale del geologo / Pitagora Editrice, Bologna.
- Castiglioni G.B. (2000) / Geomorfologia / UTET, Torino.
- Cecioni E. (1987) / Uso della carta topografica / IGM, Firenze.
- Cella G.D., Siccardi F., Verrini A. (2001) / Quaderni didattici della SSI e AGSP: l'utilizzo del GPS in speleologia / Erga Edizioni, Genova.
- Comoglio C. (2001) / Proposta di linee guida per la predisposizione dei dossier di compatibilità ambientale dei prelievi idrici da corsi d'acqua naturali / Collana Ambiente n°23, Regione Piemonte, Torino.
- Comoglio C., Pini Prato E., Rosso M. (2006) / Proposta di linee guida per l'adeguamento delle opere di presa esistenti al rilascio del deflusso minimo vitale / Regione Piemonte, Torino.
- Da Deppo L., Datei C., Salundin P. (1995) / Sistemazione dei corsi d'acqua / Ed. Libreria Cortina, Padova.
- Da Deppo L., Datei C. (1999) / Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali / Editoriale Bios, Cosenza.
- De Antonis L., Molinari V. (2003) / Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di ingegneria naturalistica / Regione Piemonte, Torino.
- De Antonis L., Molinari V. (2008) / Ingegneria naturalistica: nozioni e tecniche di base / Regione Piemonte, Torino.
- Di Fidio M. (1995) / I corsi d'acqua. Sistemazioni naturalistiche e difesa del territorio / Pirola, Milano.
- Di Rosa G. (2000) / Rischio idrogeologico e difesa del territorio / Flaccovio Editore, Palermo.

- Evangelisti G. (1982) / Impianti idroelettrici vol. 1 e 2 / Patron Editore, Bologna.
- Ferro V. (2002) / La sistemazione dei bacini idrografici / McGraw Hill, Milano.
- Forneris G., Forneris S., Perosino G.C. (2004) / Interventi di Sistemazione Idraulica – Difesa dei fiumi, difesa dai fiumi. Riflessioni e suggerimenti tecnici / Provincia di Torino.
- Forneris G., Perosino G.C. (1995) / Elementi di Idrobiologia / Provincia di Torino.
- Giupponi C. (1999) / I sistemi informativi geografici per la gestione agroambientale del territorio – quaderni del progetto PANDA / Ministero Politiche Agricole Forestali, Roma.
- Ghetti A. (1987) / Idraulica / Libreria Cortina, Padova.
- Ghetti P.F. (2001) / Indice Biotico Esteso (I.B.E.) – I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti – Manuale di applicazione / Provincia autonoma di Trento.
- Ghiotti G., Benedini M. (2000) / Il dissesto idrogeologico / Carocci Editore, Roma.
- Greppi M. (2003) / Idrologia / Hoepli, Milano.
- Iorio L. (2006) / Applicazione del metodo South River Habitat Survey nei torrenti del Parco Nazionale del Gran Paradiso / Università degli Studi di Torino – Tesi di Laurea.
- Larinier M. (1983) / Guide pour la conception des dispositifs de franchissement des barrages pour les poisson migrateurs / Bulletin Français de Pisciculture / le Conseil Supérieur de la Pêche (numéro spécial).
- Maione U. (1998) / La sistemazione dei corsi d'acqua montani / Editoriale Bios, Cosenza.
- Maione U. Brath A. (1997) / La difesa idraulica dei territori fortemente antropizzati – Atti del corso di aggiornamento del 6-10 ottobre 1997 / Editoriale Bios, Cosenza.
- Marazza E. (1911) / Le traverse mobili cilindriche – Atti della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino / Torino.
- Minciardi M.R., Rossi G.L., Azzollini R., Betta G. (2003) / Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino / Provincia di Torino, ENEA.
- Mosca P., Rosso M., Botta I., (2005) / Studio finalizzato alla redazione di un manuale tecnico relativo alle traverse fluviali e alle casse di espansione adibite alla laminazione delle piene / DITIC, Politecnico di Torino.
- Mulle C., (2007), / Opere idrauliche. Azienda speciale per la regolazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo / Provincia autonoma di Bolzano – Alto Adige Ripartizione opere idrauliche, Bolzano.
- Odum E.P., (2001) / Ecologia – un ponte tra scienza e società / Edizione italiana a cura di Silvano Focardi, Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova.
- Pini Prato E., Gianaroli M., Comoglio C. (2006) / Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei Passaggi per Pesci. Il caso di studio del Panaro / Provincia di Modena.
- Pini Prato E. (2007) / Descrittori per interventi di ripristino della continuità fluviale: Indici di Priorità di Intervento / Biologia Ambientale / 21 (1).
- Regione Emilia Romagna, Provincia di Modena (1984) / Progettazione di passaggi artificiali per la risalita dei pesci nei fiumi con Atti del Seminario Tecnico Regionale di Modena / Modena, 7 dicembre 1984.
- Rosso R. (2002) / Manuale di protezione idraulica del territorio / CUSL, Milano.
- Sansoni G. (2007) / Tutela dell'ambiente fluviale per l'ittiofauna / Biologia Ambientale / 21 (2).
- Silvestro C. (1999) / Quaderni didattici della SSI e AGSP: il rilievo delle grotte / Erga Edizioni, Genova.
- Silvestro C., Ambrogio S., Senesi M. (2005) / Il Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa e la diffusione della cultura del territorio – Atti della IX Conferenza nazionale ASITA / Catania.
- Silvestro C., Del Vesco R., (2007) / Pianificazione e fruizione del territorio attraverso la condivisione e l'integrazione dei dati territoriali: i sistemi informativi Catasto Sbarramenti e Catasto Opere di Difesa della Regione Piemonte – Atti della XII Conferenza nazionale ASITA / Torino.
- Silvestro C., Del Vesco R., (2007) / I sistemi informativi Catasto Sbarramenti e Catasto Opere di difesa della Regione Piemonte – Dossier Piemonte strumenti per la conoscenza del territorio / Mondo GIS editore, Roma.
- Supino G. (1965) / Le reti idrauliche / Patron Editore, Bologna.
- Strahler A.N. (1993) / Geografia Fisica / Piccin.
- Testi E. (1970) / Come nasce una carta / IGM, Firenze.
- Tirone E., Aimonetti C. (1956) / Disegno Topografico a tratti ed all'acquarello / Paravia, Torino.
- Tonini D. (1996) / Elementi di idrografia e idrologia / Libreria universitaria, Venezia.
- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R., Cushing C.E., (1980) / The River Continuum Concept / Can. J. Fish. Aquat. Sci. / 37: 130-137.

Progetto grafico e videoimpaginazione: Visual Grafika - Torino  
Stampato presso il Centro Stampa della Regione Piemonte

# Manuale per il censimento delle opere in alveo

La necessità di parlare un linguaggio comune e di diffondere una cultura condivisa per il nostro territorio, ha portato la Regione Piemonte e la Provincia di Torino a collaborare nel percorso di formazione dei volontari che svolgono attività di rilevamento lungo i corsi d'acqua. A completamento di queste attività, è stato pensato questo Manuale, scritto con un linguaggio semplice e non certamente esaustivo degli argomenti trattati. È uno strumento di lavoro e consultazione, per facilitare il riconoscimento delle opere da censire, acquisire la terminologia tecnica corretta e ricordare le nozioni basilari per operare in sito. Il Manuale è anche un mezzo per far conoscere gli strumenti che i nostri Enti hanno realizzato per gestire e diffondere i dati raccolti e creare una rete di collaborazione tra tutti coloro che operano sul territorio.

A tutti quelli che utilizzeranno il Manuale per le attività di campagna: buon lavoro!