

**Eventi alluvionali di maggio in Piemonte:
intervista alla Presidente Sibille,
gli interventi dell'Aipo, l'attività dell'Arpa piemontese**

Inaugurata la cassa d'espansione del Belbo

**Il progetto di sistemazione
a corrente libera del Po**

**Recupero ambientale:
lo stagno del rospo nero**

Direttore dell'Aipo

Luigi Fortunato

Direttore responsabile

Sandro Maria Campanini

Comitato di redazione

*Sandro Bortolotto
Francesco Cerchia
Claudia Chicca
Carlo Condorelli
Domenico Danese
Angelo Ferrari
Mario Giannini
Fabrizio Giuffredi
Leonardo Lanzi
Luigi Mille
Bruno Mioni
Romano Rasio
Ugo Prost*

Composizione e stampa

*Tipografie Riunite Donati s.r.l.
Borgo S. Chiara, 6/a
Parma*

Aipo Informa

*Notizie dall'Agenzia
Interregionale per il fiume Po*

Anno III

N° 3-4 - luglio-dicembre 2008

Periodico trimestrale edito
dall'Agenzia Interregionale
per il fiume Po

Via Garibaldi 75
43100 Parma
Tel. 0521.7971
www.agenziapo.it

Recapiti della redazione:
tel. 0521.797280
fax 0521.797296
sandro.campanini@agenziapo.it

Autorizzazione
del Tribunale di Parma
n. 1/2006 del 2/2/2006



≡ Eventi alluvionali di maggio in Piemonte: gli interventi dell'Aipo	pag. 1
Intervista alla Presidente dell'Aipo, Bruna Sibille	” 1
L'azione dell'Aipo	” 3
≡ Eventi alluvionali in Piemonte: le attività di previsione e monitoraggio	” 6
<i>Arpa Piemonte</i>	
≡ Inaugurata la cassa d'espansione del torrente Belbo	” 13
≡ Il progetto di sistemazione a corrente libera del Po tra Cremona e Foce Mincio	” 16
<i>Ing. Mirella Vergnani</i>	
≡ Lo stagno del rospo nero: un esempio di recupero ambientale	” 23
<i>Ing. Sandro Bortolotto Dott. Mario Giannini</i>	
≡ Ricordo dell'Ing. Giandomenico Cammarata	” 24

Eventi alluvionali di maggio in Piemonte: gli interventi dell'Aipo

Gli eventi alluvionali in Piemonte del maggio-giugno 2008 hanno rappresentato la prima situazione critica che mi sono trovato ad affrontare in qualità di nuovo Direttore di Aipo. E' stato per me particolarmente importante, anche al fine di organizzare al meglio possibile le risposte operative necessarie, partecipare direttamente ai numerosi incontri con Enti locali e Autorità nel territorio piemontese, in stretto coordinamento con la Presidenza e la dirigenza dell'Agenzia.

Pur nella difficoltà oggettiva della situazione, ritengo che il metodo della collaborazione, del dialogo e del confronto sia stato un elemento di grande

importanza nella corretta individuazione delle iniziative da assumere. In questo numero di "Aipo Informa", insieme ad altri importanti contributi, viene illustrato in sintesi il lavoro fin qui svolto e quello in corso da parte di Aipo per l'attuazione degli interventi nelle aree colpite dagli eventi di piena e sono accennati alcuni obiettivi di tipo più strutturale.

E' nostro intendimento, nelle prossime edizioni del periodico, riprendere il filo del discorso per affrontare, in modo più ampio e strategico, l'azione di Aipo oltre alla pur imprescindibile risposta alle emergenze.

Ing. Luigi Fortunato
Direttore dell'Aipo

particolare l'individuazione dei comuni danneggiati, disposizioni tecniche per gli interventi nei corsi d'acqua, rimborsi delle spese sostenute e formazione del programma degli interventi.

In attuazione, nonché ad integrazione di tali provvedimenti, l'Aipo ha redatto un proprio programma d'intervento che, utilizzando risorse immediatamente disponibili e le procedure "straordinarie" definite dalle Ordinanze stesse, consentirà nei prossimi mesi di approvare e appaltare interventi nelle aree danneggiate per un valore complessivo di circa 7 milioni di euro.

Forti criticità sono però, purtroppo, ancora presenti in ordine alle risorse e alle azioni amministrative che avrebbero dovuto essere rese disponibili dallo Stato centrale: in termini di risorse, a fronte di danni alle opere pubbliche valutate in 570 milioni di euro e danni ai privati e alle attività produttive valutati in 27 milioni di euro, sono stati resi disponibili fino ad ora [18 novembre, ndr] solo 22,5 milioni di euro.

Mentre si prosegue nel completamento delle opere ed interventi, è inevitabile interrogarsi sul futuro. Quali sono – a grandi linee – le strategie che seguirete, innanzitutto come Aipo, nella gestione dei corsi d'acqua piemontesi?

Il Piemonte si è organizzato per reagire con tempestività e ordine all'emergenza ben consapevole che essa era purtroppo conseguenza anche di una non oculata gestione del territorio.

Dunque alla risposta immediata occorre affiancare un ragionamento sulle "ragioni strutturali" di questa fragilità. In particolare, per quanto riguarda il quadro delle competenze Aipo, ciò significa affrontare la necessità di rafforzamento delle sue strutture, pensando sia all'integrazione del personale tecnico qualificato sia alla riorganizzazione del reticolo idrografico.

Proprio in questi giorni stiamo infatti ponendo le basi per la revisione del

Intervista alla Presidente dell'Aipo, Bruna Sibille

Presidente, qual è la sua valutazione sulla reazione, nel suo complesso, del sistema istituzionale piemontese, e in particolare dell'Aipo, di fronte al sopraggiungere degli eventi alluvionali e alle loro conseguenze?

Sicuramente, come è stato attestato diffusamente, c'è stata una risposta tempestiva ed organizzata da parte di tutti soggetti pubblici. Il responsabile della Protezione civile nazionale, Guido Bertolaso, ha riconosciuto al Piemonte un livello di eccellenza per prestazione ed interventi. Questo giudizio positivo deriva anche dalla capacità di azione coordinata delle strutture di Protezione civile e dell'Aipo, anche con i gruppi di volontari, con i quali si erano svolte esercitazioni. La stessa Aipo ha effettuato una presenza continua ed assidua del proprio servizio di piena nonostante – occorre ricordare – quest'ultima alluvione abbia interessato territori vallivi non dotati di opere di difesa "classificate" e dunque prive di un "servizio di piena" a termini di legge.

Ci può ricordare le iniziative più significative messe in campo a livello piemontese?

Innanzitutto è da ribadire la positiva verifica che ha avuto tutto il sistema

di risposta all'emergenza messo in campo dalle strutture di vigilanza ed allarme dell'Arpa Piemonte e della Protezione Civile sia della Regione che della Provincia e dei Comuni.

Ma, soprattutto, l'attività è continuata immediatamente nei giorni successivi con la rapida ricognizione dei danni e delle necessità di ripristino; gli Uffici Aipo dell'area idrografica piemontese hanno, in particolare, verificato con le comunità locali alcune situazioni che richiedevano intervento urgente ed indifferibile e si è proceduto all'attivazione di interventi cosiddetti "di somma urgenza" per un valore complessivo di circa 2 milioni di euro. L'intervenuta nomina della Presidente della Regione Piemonte, Mercedes Bresso, a Commissario Straordinario, ha permesso di condurre un proficuo e approfondito lavoro di organizzazione della "ricostruzione", prevedendo tutte le misure per il rimborso dei danni subiti e delle spese sostenute sia dai Comuni che dai privati ed il rapido ripristino delle condizioni ordinarie.

Nei cinque mesi trascorsi dall'emergenza la Presidente Bresso ha provveduto all'emanazione di dieci Ordinanze Commissariali inerenti in



Seduta del Comitato di Indirizzo a Torino

reticolo di competenza Aipo assegnato escludendo la porzione montana dei corsi d'acqua non interessata alle fasce fluviali del PAI (Piano d'Assetto Idrogeologico).

Per quanto riguarda gli interventi nell'area idrografica piemontese è stata avviata una riorganizzazione e una nuova impostazione delle modalità d'intervento basata su tre punti di fondo: la ricognizione, analisi e controllo delle opere esistenti, la definizione delle criticità e la progettazione delle modalità d'intervento.

Per quest'ultima si assume l'indispensabilità della progettazione tenendo a riferimento tratti significativi di corsi d'acqua e non criticità puntuali.

Questo dovrebbe permetterci di definire interventi di maggiore efficacia che sappiano raggiungere la riduzione del rischio anche attraverso il controllo degli insediamenti territoriali.

In particolare, oltre agli interventi già progettati e richiamati nella relazione della Direzione Aipo, s'intende procedere alla progettazione di fattibilità per opere "strutturali" sulle aste del Pellice, del Chisone, della Dora Riparia, finalizzati a superare le criticità locali ma anche a ridurre gli effetti delle piene sull'intero reticolo idrografico e sui nodi urbani strategici, quali la città di Torino.

Il tema della gestione ottimale del territorio è comunque fondamentale per consentire il raggiungimento di migliori condizioni di sicurezza: anche in occasione di quest'ultimo evento si è dovuto prendere atto

che l'entità dei danni, per quanto attiene al rischio idraulico, era diretta conseguenza della presenza di manufatti insediativi (abitazioni, attività produttive e terziarie) in aree improprie (nelle fasce fluviali di diretta pertinenza del corso d'acqua, le zone A del PAI) e dell'inadeguatezza delle infrastrutture interferenti quali in particolare ponti in condizioni di criticità.

Ci siamo soffermati sul Piemonte, considerato ciò che è accaduto, ma l'occasione è preziosa per un "flash" sul bacino del Po nel suo complesso. Su quali linee intendete operare?

In primo luogo occorre rimarcare che, particolarmente in quest'ultimo periodo, abbiamo inteso condurre un'azione riorganizzatrice e di sviluppo dell'Agenzia perseguendo con determinazione improrogabili azioni nelle seguenti direzioni: maggiore integrazione con le strutture regionali (revisione del reticolo, integrazione operativa sugli interventi e sulla formazione dei programmi); rafforzamento degli strumenti tecnici di supporto alla progettazione e alla realizzazione (in Piemonte realizzazione del sistema di gestione informatizzata delle opere e in tutta l'Agenzia totale riorganizzazione della struttura e dotazione informatica); rivisitazione del "modello organizzativo" delle strutture e del personale provvedendo a migliorare e meglio distribuire la dotazione di personale e risorse delle diverse aree regionali.

Ciò deve consentire di agire con aumentata incisività sui settori che producono nel tempo i maggiori effetti ma che necessitano di una struttura capillare fortemente organizzata e di programmazione certa e continuativa: la manutenzione delle opere e dei corsi d'acqua e l'azione integrata e sussidiaria con le comunità locali.

Sul piano dei lavori le indicazioni strategiche vanno nella direzione d'individuare interventi "forti" progettati su tratti di corsi d'acqua significativi (limitando il più possibile la diffusione di interventi "micro" atti a tamponare situazioni puntuali) in grado di raggiungere le condizioni di sicurezza in modo coerente con la salvaguardia dei valori ambientali e il rafforzamento delle reti e delle dotazioni produttive.

In questa direzione vanno i Programmi di gestione dei sedimenti che permetteranno di movimentare gli inerti dagli alvei fluviali in forma continuativa e controllata garantendo la manutenzione ed il buon funzionamento idraulico, nonché di recuperare territori fluviali degradati e, ove possibile, il ripristino degli equilibri ecosistemici possibili: significativi esempi in questo senso sono già disponibili per l'intero tratto di Po, da Torino al Delta, con importanti progettazioni in corso per la sistemazione di aree critiche in Piemonte (Crescentino, Casale), in Lombardia (Pavia, Cremona), in Emilia (Piacenza) e per i corsi d'acqua piemontesi dell'Orco, del Pellice e Chisone, in cui particolarmente pesanti sono gli effetti degli eccessi d'uso antropico con le caratteristiche idrografiche naturali.

In merito alle ipotesi di sistemazione più strutturale riguardanti il tratto medio e basso del Po, anche ai fini di un rilancio della navigabilità fluviale, gli studi da poco conclusi e quelli in corso di svolgimento restituiranno elementi conoscitivi e ipotesi progettuali che dovranno essere oggetto di un'attenta valutazione.

L'importante è che su una materia come questa, che attiene al futuro del più importante fiume italiano e di uno dei principali corsi d'acqua europei, si apra un confronto nel merito, senza pregiudiziali di sorta e con il contributo di tutti i soggetti interessati.

L'azione dell'Aipo

Nelle giornate tra il 28 maggio e il 2 giugno 2008, come noto, si verificarono nel settore occidentale del Piemonte eventi alluvionali anche di notevole entità: a seguito di concentrati fenomeni pluviometrici con conseguenti innalzamenti dei livelli idrici di tutti i corsi d'acqua alpini, si determinarono situazioni di piena con locali esondazioni di corsi d'acqua, scalzamenti ed erosioni di sponda anche di gravi dimensioni.

Per quanto riguarda l'Aipo, fin dalle prime ore del 28 maggio il personale in servizio negli uffici di Alessandria e Torino provvedeva al controllo dei valori idrometrici a livello strumentale in collegamento con la rete regionale dell'Arpa Piemonte e dalla stessa serata il personale veniva messo in reperibilità attivando il servizio di piena lungo gli argini del Po siti in comune di Moncalieri e lungo le arginature del Po da Crescentino fino alla confluenza Scrivia.

Nelle stesse giornate l'intero personale Aipo degli uffici di Alessandria e Moncalieri, supportato da personale temporaneamente dislocato dalla sede centrale di Parma, procedeva, anche a seguito di segnalazione delle comunità locali, a sopralluoghi nei tratti di corsi d'acqua di competenza e al presidio di punti di particolare criticità in collaborazione con i Servizi Tecnici e della Protezione Civile della regione Piemonte.

In tale contesto, venivano emergendo situazioni in cui i danneggiamenti alle opere presenti sul reticolo idrografico di competenza potevano ingenerare potenziale ed immediato pericolo per le infrastrutture e gli insediamenti abitati. In queste si sono posti in essere interventi di somma urgenza per un importo complessivo di circa 2.000.000 di euro; tali interventi hanno interessato prevalentemente i corsi d'acqua Pellice e Chisone nei tratti montani.

Alla copertura di tale cifra si è fatto fronte, in quella fase, con le somme a disposizione nell'ambito dell'accantonamento di quota parte dei fondi trasferiti ordinariamente per le manutenzioni. Già in sede di pronto intervento si è, inoltre, proceduto ad una prima stima dei costi connessi alle opere Aipo, tempestivamente trasmessa agli uffici regionali, ammontante ad un totale di circa 30 milioni di euro.

Con una comunicazione della Direzione dell'Aipo inviata alla Presidente della Regione Piemonte Mercedes Bresso, Commissario per l'emergenza, e alla stessa Presidente dell'Agenzia, sono state messe in evidenza alcune istanze, individuate anche in base alla ricognizione generale dei danneggiamenti effettuata dagli uffici competenti, alla più precisa delimitazione dei corsi d'acqua interessati delle Province di Torino e di Cuneo e alla necessità di attuare le indicazioni procedurali e strategiche delle ordinanze del P.C.M. n. 3683 ("Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito la Regione Piemonte e la regione Autonoma Valle d'Aosta nei giorni 29 e 30 maggio 2008") e del Commissario Delegato n. 1 DA 1400 e n. 2 DA 1400. Nella missiva si affermava che il quadro delle necessità di intervento si può articolare – ai fini dell'applicazione delle citate norme – su due linee, entrambe caratterizzate da urgenza e da una forte pressione da parte degli Enti locali, al fine di conseguire ragionevoli livelli di sicurezza.

La prima linea riguarda interventi già coperti da finanziamento su fondi precedenti all'alluvione, in gran parte progettati, su cui si indicava come opportuno, in ragione della necessità di realizzazione urgente per fronteggiare l'aggravamento delle condizioni di dissesto indotte dall'alluvione, l'attivazione delle procedure autorizzative

semplificate di cui alle citate ordinanze e che sarebbero state pertanto da inserire nel 1° programma di intervento. Per tali interventi, ammontanti complessivamente a circa 7.374.000 euro ed interessanti quasi o tutti i corsi d'acqua coinvolti dal recente evento alluvionale, l'Aipo potrebbe attivare direttamente, a seguito dell'inserimento nel Programma di cui all'articolo 1, comma 4 della citata Ordinanza PCM, le procedure di progettazione (ove ancora necessario), approvazione e di affidamento lavori.

Vi sono, in seconda istanza, interventi "strutturali" di più ampio respiro volti alla riduzione o eliminazione di situazioni di rischio evidenziatesi ovvero già definiti come necessari dagli strumenti di pianificazione vigenti (PAI), resi ormai improrogabili dalla consapevolezza della loro strategicità per la difesa di beni esposti di altissimo valore, per i quali si chiede l'attivazione di nuovo finanziamento sia per la parte relativa alla progettazione che alla realizzazione.

Queste segnalazioni in parte riprendevano quanto già indicato nell'imminenza dell'evento con la citata "prima stima" dei danni, in parte si aggiungevano a tali prime indicazioni, a seguito di un'attenta valutazione delle priorità, anche in relazione alle risorse finanziarie auspicabili per fronteggiare le situazioni critiche presenti. Si tratta, infatti, di nodi idraulici fondamentali quali, ad esempio, la cassa di espansione sul fiume Dora Riparia a protezione della città di Torino o



gli interventi di sistemazione di criticità di centri importanti come Savigliano, Susa e Bussoleno nei quali si sono verificati ingentissimi danni per i quali, concludeva la Direzione, dovrebbero essere resi disponibili rapidamente fondi per la progettazione e, a partire dal 2009, le conseguenti risorse per la realizzazione.

Il quadro degli impegni finanziari Aipo

1) Una prima parte di opere finanziate riguarda gli interventi di somma urgenza, per un totale di circa 1,5 milioni di euro.

Chisone:

lavori in sponda destra in comune di Inverso Pinasca, 203.826 euro; difesa spondale a protezione dell'abitato di Perosa Argentina, sponda sinistra, nel tratto a valle del ponte di Pomaretto, 84.477 euro; lavori in località Le Balze in comune di Rinasca (To) SR 23, 196.987 euro.

Pellice:

lavori in sponda sinistra a valle dell'ex ponte ferroviario in comune di Bricerasio (To), 199.241 euro; lavori in sponda destra a protezione dell'abitato di Fenile a valle del ponte di Bibiana in comune di Campiglione Fenile (To), 244.000 euro; lavori in sponda destra in comune di Torre Pellice a monte del ponte Bianco a difesa della spalla dello stesso, 34.000 euro; lavori per la difesa spondale a protezione dell'abitato di Torre Pellice, località palazzotto del ghiaccio in sponda sinistra, 95.721 euro; lavori in comune di Villafranca Piemonte, località Airaudi (To), 192.257; lavori in comune di Villar Pellice, 192.099 euro.

2) Una seconda parte degli interventi riguarda aree già oggetto di programmi di azione con risorse Aipo, tra cui quelli relative ai fiumi Pellice, Chisone, Dora Riparia e Mellea (per quest'ultimo corso d'acqua la gestione dell'intervento stata affidata al Comune con una convenzione), sono stati programmati 5,2 milioni di euro per l'effettuazione dei lavori, in appalto entro l'anno 2008.

Pellice:

sistemazione idraulica a monte del ponte di Bibiana, 200.000 euro; re-



alizzazione opere di difesa, di completamento e ricalibratura della sezione di deflusso del torrente nel tratto compreso dal ponte dell'Albertenga ed il ponte Bianco in comune di Torre Pellice, 300.000 euro.

Chisone:

difese spondali nei comuni di Perosa Argentina, Pomaretto e Villar Perosa, 1.000.000 di euro; lavori di sistemazione idraulica per la mitigazione del rischio idrogeologico nell'area R.M.E. Ponte Inverso, 774.685 euro; intervento su sponda in erosione a valle del ponte Porte in comune di San Germano Chisone e Villar Perosa, 200.000 euro.

Dora Riparia:

lavori di sistemazione idraulica per la mitigazione del rischio idrogeologico

nell'area R.M.E. confluenza torrente Cenischia, 1.549.370 euro.

Maira:

Lavori di completamento opere di difesa idraulica del capoluogo in comune di Racconigi, 1.000.000 di euro; lavori di manutenzione dell'alveo in comune di Cavallermaggiore, 75.000 euro.

Mellea:

pulizia del torrente nel comune di Savigliano, 100.000 euro.

3) Un'altra tranche di interventi hanno priorità elevata nell'ambito della programmazione triennale dell'Aipo; necessitano di approfondimento dal punto di vista progettuale e saranno appaltati entro il 2009, per un totale di quasi 2,2 milioni di euro.

Varaita:

interventi di arginatura prevista dal PAI in comune di Lagnasco, 1.000.000 di euro; lavori di sistemazione idraulica e di difesa spondale del fiume Po e del Torrente Varaita nei comuni di Moretta e Faule (Cn), 200.000 euro; completamento opere di pulitura nel tratto del Comune di Venasca a monte del ponte di Garrola fino al confine con il comune di Brosasco, 100.000 euro; intervento nel comune di Busca, 35.000 euro.

Dora Riparia:

lavori di sistemazione idraulica del fiume nei comuni di Bussoleno e San Giorio e di pulizia dalla vegetazione in comuni vari, interventi di 250.000 e 70.000 euro.

Pellice:

manutenzione difese a monte del Ponte della Furca, comune di Villar Pellice, 150.000 euro; difesa di infrastrutture in comune di Villafranca Piemonte, 150.000 euro.

Chisone:

ripristino di difesa in sponda sinistra in comune di Villar Perosa, 120.000 euro.

Po:

lavori di sistemazione idraulica e ricalibratura del fiume Po nei comuni di Sanfront, Rifreddo, Martiniana Po e Revello, 100.000 euro.

4) Nell'ambito del programma triennale Aipo 2009-2011 sono inoltre programmati interventi di riassetto complessivo di aste fluviali, dove si intende avviare una progettazione estesa all'intero corso del fiume: in particolare ciò riguarda il Pellice e Chisone nel loro tratto medio e basso, e Varaita, Mellea, Dora Riparia. Per questi interventi strutturali volti a ridurre i rischi per il futuro, e per i quali sono necessari circa 20 milioni di euro, vengono chiesti fondi extra Aipo (allo Stato, tramite la Regione Piemonte) e si utilizzano risorse della programmazione propria dell'Agenzia.

Pellice:

- Comuni di Bobbio Pellice, Villar Pellice, Torre Pellice - Progetto generale per il ripristino delle difese spondali e per la sistemazione idraulica del

medio corso del torrente, 2.400.000 euro

- Comuni di Lucerna San Giovanni, Bibiana, Campiglione Fenile, Brichezzio, Villafranca Piemonte - Progetto generale per il ripristino delle difese spondali e per la sistemazione idraulica del basso corso del torrente: 2.600.000 euro.

Chisone:

- Comuni di Perosa Argentina, Inverso Rinasca, Rinasca, San Germano Chisone, Porte, Villar Perosa - progetto per il consolidamento, il potenziamento delle difese spondali e per la riduzione delle situazioni di rischio, 2.500.000 euro.

Mellea:

- Comune di Savigliano - Ripristino delle difese spondali, sistemazione

idraulica del torrente Mellea e realizzazione delle opere di arginatura previste dal Pai, 6.000.000 di euro;
- Comuni vari - Interventi di ripristino delle difese spondali e pulizia idraulica del torrente nel tratto fra il comune di Centallo e Savigliano, 500.000 euro.

Dora Riparia:

- Comune di Bussoleno - Completamento delle opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno, 2.000.000 di euro.

- Comune di Avigliana - Opere di arginatura del fiume a protezione dell'abitato di Avigliana, 1.000.000 di euro.

- Progettazione della cassa di espansione della Dora Riparia a monte di Torino: 400.000 euro.

**Gesso:**

- Comune di Cuneo - Lavori di ricalibratura con movimentazione e rimozione di materiale alluvionale anche con compensazione, 300.000 euro.

Stura di Demonte:

- Comuni di Demonte e Cuneo, lavori di difesa spondale in sponda sinistra a monte del ponte Perdiana, in destra a monte del ponte Misto e in sinistra a monte del ponte vecchio, a protezione di abitati ed edifici industriali, 750.000 euro.

Varaita:

Comuni vari - Interventi di ripristino delle difese spondali e pulizia idraulica del torrente Varaita nel tratto fra i comuni di Brosasco e Polonghera, 700.000 euro.

Maira:

Comuni vari - Interventi di ripristino delle difese spondali e pulizia idraulica del torrente Maira nel tratto fra il comune di Busca e Cavallerleone, 500.000 euro.

Eventi alluvionali in Piemonte: le attività di previsione e monitoraggio

Arpa Piemonte - Area delle attività regionali per l'indirizzo e il coordinamento in materia di previsione e monitoraggio ambientale

Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche

Si ringrazia per la preziosa collaborazione l'Arpa Piemonte e il suo Direttore, Ing. Silvano Ravera

Introduzione

Nelle giornate del 28 e 29 maggio 2008 precipitazioni intense e diffuse hanno investito il Piemonte coinvolgendo soprattutto la fascia alpina e prealpina della regione e determinando condizioni di elevata criticità sui versanti e sulla rete idrografica. Le precipitazioni sono state particolarmente intense nel corso dell'intero evento nei tratti montani delle valli Susa, Chisone, Germanasca e Pellice ed hanno coinvolto il cuneese con maggiore intensità dal pomeriggio di Giovedì 29 maggio.

In queste zone le precipitazioni hanno determinato un generalizzato superamento delle soglie pluviometriche di moderata ed elevata criticità, generando l'innescio di fenomeni franosi sui versanti e l'innalzamento dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua sino a valori di pericolo, con conseguente sviluppo di fenomeni d'erosione ed inondazione.

Nell'ambito della gestione dell'emergenza Arpa Piemonte, attraverso il proprio Centro Funzionale, ha svolto attività di previsione e monitoraggio dei fenomeni meteorologici, idrologici e idrogeologici a supporto del sistema

di protezione civile, sia nella fase che ha preceduto l'evento, con attività prevalentemente previsionale a medio termine, volta ad una corretta quantificazione e localizzazione delle criticità attese, sia in corso d'evento, con attività di monitoraggio e previsione a breve termine allo scopo di fornire un costante aggiornamento della situazione. La valutazione continua della situazione in atto, con operatività h24, ha consentito di comprendere, per i corsi d'acqua principali, la formazione, l'entità e l'evoluzione delle onde di piena nel reticolato idrografico e di verificarne la criticità in base al confronto con un sistema predefinito di soglie.

Arpa Piemonte, a partire dal 28 maggio, con l'emissione di un bollettino di allerta meteoidrologica che prevedeva livelli di elevata criticità in alcune aree del Piemonte, ha immediatamente dato avvio alle attività di supporto alla gestione dell'emergenza e alla successiva ricostruzione del quadro conoscitivo dei dissesti attraverso sopralluoghi tecnici articolati con l'intento di raggiungere la maggiore copertura territoriale nelle aree colpite e contemporanea flessibilità al fine

di dirottare i tecnici disponibili laddove emergessero le maggiori difficoltà.

Inquadramento meteorologico

La configurazione meteorologica a grande scala che ha caratterizzato l'evento in esame risulta relativamente ricorrente e frequente tra le situazioni potenzialmente foriere di precipitazioni intense e/o persistenti sul territorio piemontese. Rientra in tale classe la situazione di blocco meteorologico che si è verificata nei giorni precedenti l'evento; alle ore 12 UTC del 28 maggio risultano ancora presenti le due strutture sinottiche che hanno caratterizzato lo scenario meteorologico europeo a partire dal 24 maggio: l'area di bassa pressione sull'Europa occidentale e l'anticiclone esteso tra l'Africa settentrionale e l'Europa orientale (Figura 1 sinistra). Quando la struttura depressionaria è riuscita ad estendersi verso il Mediterraneo centrale determinando un cedimento dell'area di alta pressione ed il conseguente termine della situazione di blocco meteorologico, creando un minimo secondario molto prossimo al territorio piemontese, si sono verificate le precipitazioni intense (Figura 1 destra).

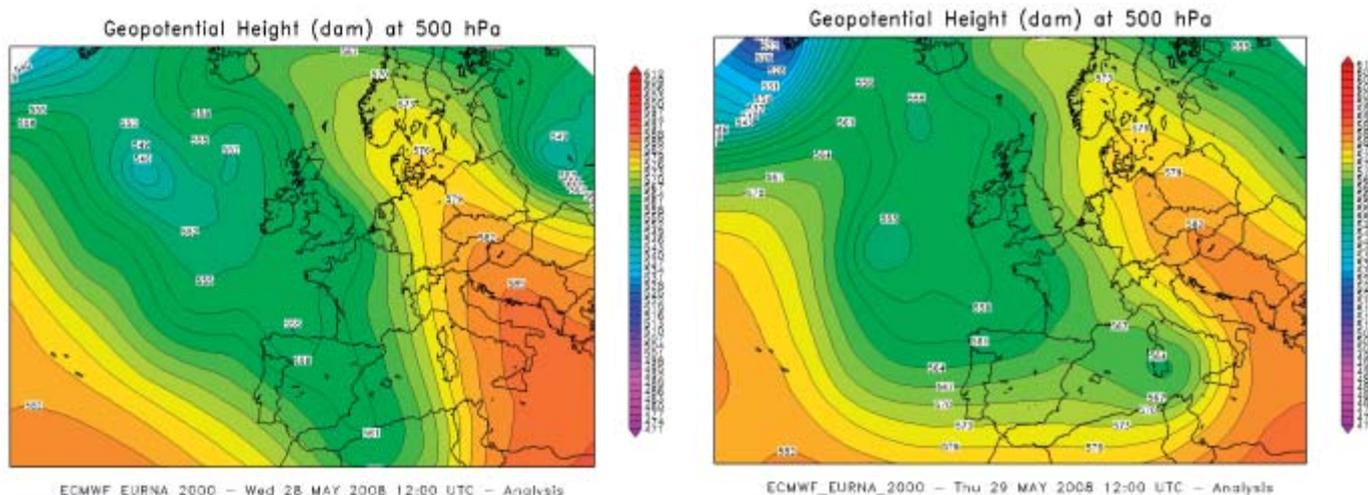


Figura 1 - Analisi dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa del 28 maggio (a sinistra) e 29 maggio 2008 (destra) alle ore 12 UTC

Nella prima parte della giornata del 30 maggio il minimo depressionario risale ulteriormente verso nord localizzandosi sul nordovest italiano alle ore 12 UTC e colmandosi gradualmente (Figura 2).

Le precipitazioni

A partire dal 27 fino al 30 tutti i bacini alpini che vanno dal Toce allo Stura di Demonte sono stati interessati a più riprese da precipitazioni. La prima fase è caratterizzata da valori generalmente moderati e localmente forti nei bacini dell'Orco, dello Stura di Lanzo, della Dora Riparia, del Chisone e del Pellice. Il massimo registrato dalle stazioni pluviometriche di Arpa Piemonte costituenti la rete meteorologica regionale, si segnala a Lago Agnel (Ceresole Reale) dove sono caduti a 111.2 mm in un giorno. Segue poi una pausa e la seconda fase inizia la sera del 28 Maggio culminando il 29, quando la pioggia giornaliera raggiunge i valori più elevati dell'evento nei bacini sopra citati. Si registrano infatti 312.2 mm a Colle Barant (Bobbio Pellice).

In figura 3 si riporta il pluviogramma e la cumulata relativi a tale stazione.

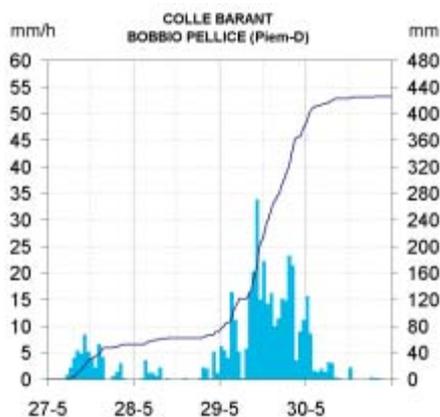


Figura 3 - Ietogramma e pioggia cumulata nella stazione di Colle Barant.

Nel corso della giornata, le precipitazioni si estendono alle valli cuneesi in particolare in Val Grana con 191.8 mm a Castelmagno e in Valle Stura di Demonte con 177.8 mm a San Giacomo di Demonte. Infine, il giorno 30 si hanno precipitazioni residue che vanno ad esaurirsi nel corso della giornata.

Per tutta la durata dell'evento, la quota neve è sempre stata prossima a 3000 m; conseguentemente la maggior parte delle precipitazioni in fase liquida

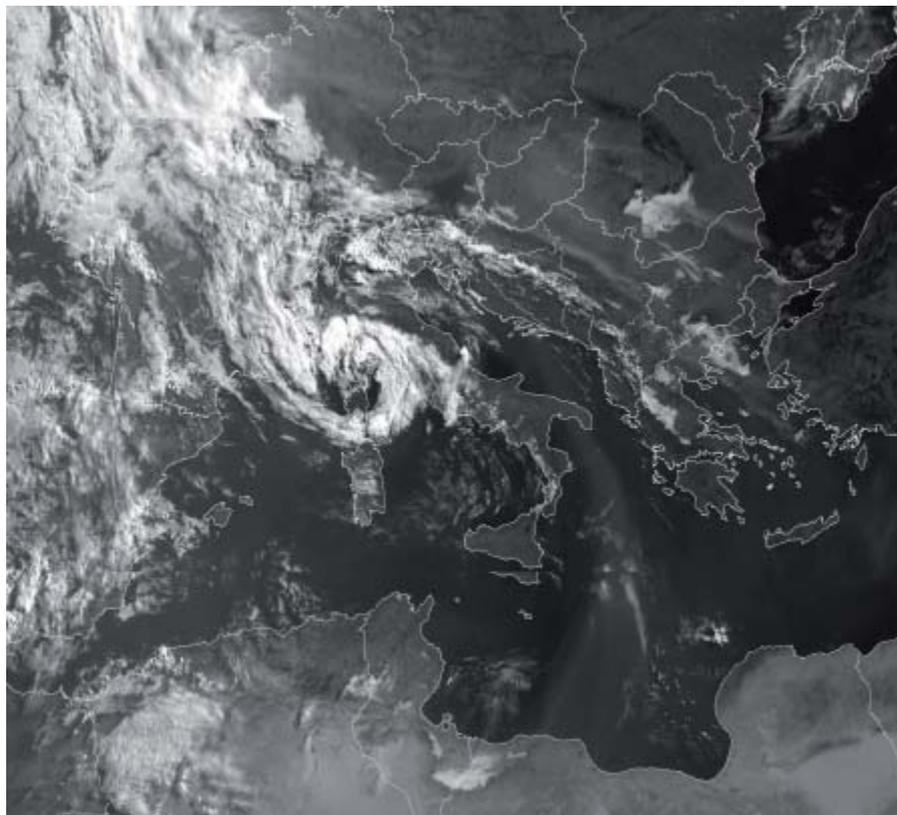


Figura 2 - Immagine da satellite nel canale del visibile alle ore 7 UTC dello stesso giorno, con il fronte occluso posizionato sulle regioni tirreniche e nord-occidentali italiane.

ha costituito un'aggravante al fenomeno. Complessivamente, nel corso dell'evento un considerevole numero di stazioni dell'arco alpino ha registrato oltre 200 mm. In particolare in Val Pellice a Colle Barant (Bobbio Pellice) sono caduti 425.8 mm e a Massello in Val Germanasca 336.8 mm. In figura 4 si riportano le Isoiete di precipitazione cumulata totale dell'evento.

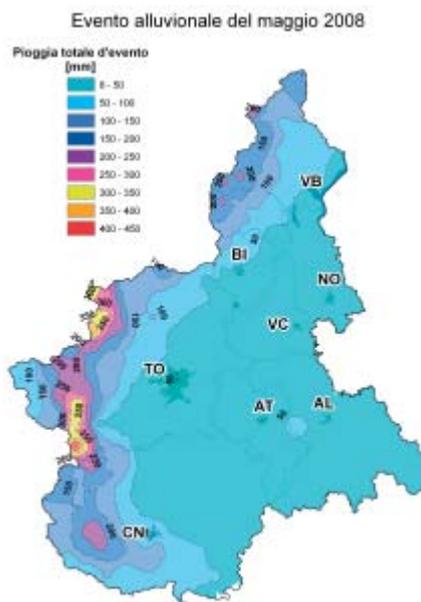


Figura 4 - Isoiete di precipitazione cumulata totale dell'evento.

La caratterizzazione in termini statistici dell'evento è ottenibile dal confronto dei valori di altezza e durata delle precipitazioni registrate in corso d'evento con quelli relativi alle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) utilizzate nel sistema di allerta regionale; tale confronto ha evidenziato come l'evento sia stato particolarmente gravoso per le piogge di durata compresa tra 12 e 24 ore per le quali si sono abbondantemente superati i valori di altezza di precipitazione relativi a tempi di ritorno di 50 anni.

Le piene nei corsi d'acqua

I primi gravosi fenomeni di piena si registrano nella mattinata del 29 lungo i torrenti: Dora Riparia, con colmo a Susa (TO) di 3.34 m a cui corrisponde una portata di circa 250 m³/s, Germanasca, Chisone, con colmo a S. Martino (TO) di 3.38 m a cui corrisponde una portata di circa 650 m³/s e Pellice, con colmo a Villafranca (TO) di 3.82 m a cui corrisponde una portata di circa 1100 m³/s. Sempre nella mattina del 29 si registrano le piene dei torrenti Chiusella e Stura di Lanzo che portano i livelli prossimi ai valori di attenzione.

La successiva intensificazione delle piogge provoca ulteriori significative piene dalla serata del 29 fino alla prima mattina del 30 coinvolgendo: il Toce, l'alto Sesia, la Dora Baltea nel tratto di pianura, con livelli di attenzione a Tavagnasco laminati a valle, l'Orco, nuovamente la Dora Riparia e il Chisone, con livelli che permangono a lungo in condizioni di elevata criticità in entrambi i corsi d'acqua, ma soprattutto le valli alpine del cuneese: Varaita, con colmo a Rossana (CN) di 2.51 m a cui corrisponde una portata di circa 250 m³/s; Grana e Stura di Demonte, con colmo a Gaiola (CN) di 2.66 m a cui corrisponde una portata di circa 400 m³/s a Fossano (CN) di 3.14 m a cui corrisponde una portata di circa 550 m³/s. Infine, sebbene non si disponga di misurazioni dirette di livello idrico, sia le piogge osservate nel bacino, sia le portate al colmo stimate a Carignano, inducono a ritenere che anche nell'alta valle del Po si sia avuta la formazione di un'onda di piena significativa.

Livelli prossimi ai valori di pericolo vengono inoltre raggiunti nella propagazione dell'onda di piena della Dora Riparia a Torino dalle prime ore della notte e si mantengono fino alla mattinata del 30.

Il perdurare delle precipitazioni nell'Ossola per tutta la giornata del 30 porta inoltre al superamento della soglia di attenzione per il Lago Maggiore.

Dall'analisi statistica relativa ai valori del colmo di piena risulta che le portate statisticamente più significative sono quelle della Dora Riparia nelle stazioni di Susa e Torino in cui si stima un tempo di ritorno di 40 anni; le piene di Chisone, Pellice e Varaita raggiungono tempi di ritorno tra 30 e 20 anni. Un po' più alti i tempi di ritorno relativi alla Stura di Demonte dove si arriva ai 50 anni a Gaiola e a Fossano.

La piena del Po

Il carattere esteso e la distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni hanno portato alla formazione di un'importante onda di piena lungo l'asta di Po a valle della confluenza con il Pellice fino a valle della confluenza con la Dora Baltea.

L'onda di piena che si è formata nella parte di bacino a monte di Torino

raggiunge il colmo a Carignano (TO) la mattina del 30 con una portata pari a 1200 m³/s, e a Torino la sera dello stesso giorno con una portata pari ancora a circa 1200 m³/s. A Crescentino (VC) i livelli del Po vengono dapprima influenzati dall'arrivo delle onde di piena della Stura di Lanzo, dell'Orco e soprattutto della Dora Baltea, con una importante crescita già dalla mattina del 30. Il successivo arrivo dell'onda formata nell'alto Po mantiene a lungo il livello sui valori di attenzione.

In misura minore viene interessata l'asta di Po a valle del Sesia grazie proprio allo scarso contributo del fiume Sesia medesimo. In questo modo l'onda di piena viene laminata già a Isola S. Antonio, con un colmo di circa 5400 m³/s, e soprattutto a Ponte Becca, con un colmo di circa 4900 m³/s. La piena di Po non ha superato i 10 anni di tempo di ritorno lungo tutta l'asta fino alla sezione di Ponte Becca, tuttavia i maggiori effetti si sono riscontrati fino a Torino dove si deve sottolineare la lunga durata del colmo di circa 18 ore.

In figura 5 si riportano gli idrogrammi di portata nelle diverse stazioni sul Po.

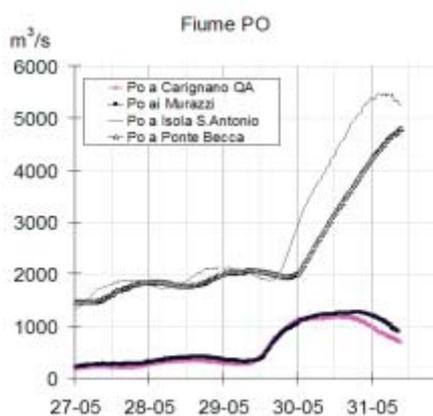


Figura 5 - Idrogrammi di portata lungo il Fiume Po.

Confronto con eventi storici

L'evento in esame può essere messo in relazione con alcuni eventi primaverili passati che per zona di interesse e magnitudine dei fenomeni presentano alcune somiglianze. Si tratta del 12-15 Giugno 1957 e del 18-21 Maggio 1977 che hanno coinvolto in particolare la media Valle di Susa e la Valle Pellice. Più recente, ma di minor magnitudine si ricorda anche il 10-13 Giugno 2000.

Il confronto delle portate al colmo registrate nel corso dell'evento, con i dati storici, mostra una similitudine con l'evento del giugno 1957, mentre evidenzia valori significativamente inferiori in relazione all'alluvione dell'ottobre 2000 per quanto riguarda Dora Baltea, Orco, Stura di Lanzo e Po.

L'evento dell'ottobre 2000, nel quale si sono registrati i quantitativi maggiori su tutto l'arco alpino nord-occidentale, ha interessato un territorio molto più esteso pertanto è opportuno focalizzare il confronto riferendosi agli eventi tardo primaverili che hanno investito le medesime zone.

In questo contesto, l'evento del 27-30 maggio 2008 denota precipitazioni abbondanti simili all'evento del giugno 2000 per i bacini di Orco, Stura di Lanzo, Dora Riparia e Pellice e quantitativi inferiori nei bacini di Alto Po, Varaita e Maira.

Analisi dei processi e degli effetti al suolo

Secondo quanto previsto dalle Procedure Tecniche di Arpa Piemonte (U.RP.T090 - Organizzazione del Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche a seguito di eventi o calamità naturali), il personale dell'Agenzia ha effettuato una analisi dei processi e degli effetti al suolo causati dall'evento alluvionale.

Ciò ha consentito la realizzazione in tempi brevi la sezione Processi-Effetti del Rapporto d'Evento, il quale definisce un primo quadro di quanto accaduto sul territorio regionale, privilegiando le aree più significativamente colpite.

Le informazioni contenute nel rapporto, reso pubblico come tempestivo e utile contributo informativo alle fasi di gestione e pianificazione degli interventi di ripristino della normalità, sono dedotte dai risultati dei sopralluoghi effettuati dal personale dell'Agenzia unitamente a ulteriori dati disponibili (segnalazioni di altri enti, rassegna stampa, ecc.).

Le risultanze dei sopralluoghi speditivi effettuati sono state presentate sotto forma di:

- descrizione sintetica organizzata per ambito provinciale e, ove possibile, per ambito vallivo;
- schede di rilevamento dei processi e degli effetti al suolo.

L'areale interessato dall'evento alluvionale coincide con i bacini idrografici del Piemonte occidentale, a partire dal bacino del Torrente Stura di Demonte a sud fino al bacino del torrente Orco a nord. ►

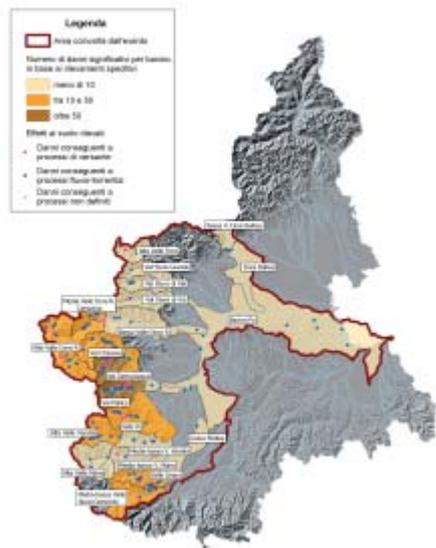


Figura 6 - Inquadramento geografico dei bacini maggiormente colpiti dall'evento alluvionale.

La ripartizione dei danni per bacini principali evidenzia le aree maggiormente colpite con diffusi effetti sulla viabilità e le strutture antropiche (Figura 6).

Le conseguenze più gravi si sono registrate per i bacini del Cenischia, della Media e Bassa Dora Riparia, Chisone, Pellice, Germanasca, Po, Varaita, Maira, Grana e Mellea.

Anche altri settori del territorio piemontese, variamente distribuiti, risultano in diverso modo coinvolti dall'evento ma con effetti di minore intensità.

Dall'analisi dei sopralluoghi effettuati dal personale dell'Agenzia operante sul territorio, sono state acquisite oltre 400 segnalazioni di danni, per ognuno dei quali sono stati indicati il processo che lo ha determinato, la tipologia, la gravità, la distribuzione e una breve descrizione di quanto accaduto. I dati sono stati raccolti in schede appositamente predisposte

ed organizzate in ambiente GIS all'interno di una base dati geografica. Si è così realizzata una prima base dati, facilmente aggiornabile, utile a definire un primo quadro d'insieme dell'evento.

Quadro di sintesi degli effetti sul territorio

Gli effetti al suolo presentano una distribuzione arealmente discontinua; questo sembra essere strettamente correlabile con il carattere impulsivo delle precipitazioni (valori di intensità estremamente variabile) e con la loro diffusione non uniforme.

A fronte di un singolo episodio con conseguenze estremamente gravi (località Garin in Val Pellice, Figura 7a e 7b, Figura 8a e 8b), gli effetti al suolo, seppur diffusi, non sono comunque confrontabili, in termini di gravità e diffusione sull'intero territorio regionale, con quelli degli eventi dell'ottobre 2000 e del novembre 1994.



Figura 7a e 7b - Processo di trasporto in massa del Rio Cassarot (comune di Villar Pellice, loc. Garin) che ha causato la morte di 4 persone. Tratto di strada provinciale coinvolta dalla colata detritica con diversi mezzi coinvolti (a sinistra Fig. 7a). Zona in cui era presente l'edificio completamente distrutto all'interno del quale si trovavano tre delle quattro vittime (a destra Fig. 7b).

È comunque probabile che anche un minimo prolungarsi delle precipitazioni avrebbe potuto produrre effetti di gravità ben maggiore, anche in virtù del fatto che l'evento è sopravvenuto al termine di un periodo di piogge prolungate che hanno determinato generalizzate condizioni di saturazione dei bacini.

Un primo rilevamento ha consentito di evidenziare che i fenomeni più ricorrenti sono stati quelli legati alle dinamiche torrentizie e in subordine fluviali con danni alla viabilità, agli edifici e ai terreni agricoli.

Le attivazioni di bacini idrografici laterali, di dimensioni anche ridotte, hanno creato asportazione di tratti di strada e degli attraversamenti sul reticolato minore, così come alluvionamenti su taluni apparati di conoide. Numerose erosioni laterali o di fondo attivate dalle piene torrentizie nei fondovalle hanno prodotto ripetute interruzioni della viabilità corrente a fianco dei corsi d'acqua provocando danni all'edificato, agli attraversamenti o alle infrastrutture presenti. Frequenti e diffuse le interruzione della viabilità (statali, provinciali, comunali)

dovute a diverse cause (cedimenti ed erosioni a spese del piano viabile, asportazione di scogliera a protezione delle soprastanti sedi stradali, distacchi di materiale sovrastante il piano viario che hanno provocato la parziale o totale ostruzione della carreggiata, alluvionamenti indotti da tributari minori che hanno rilasciato il loro deposito sulla sede stradale, ecc).

Infine si sono verificate esondazioni, tracimazioni ed allagamenti in alcune aree di pianura.

Per quanto attiene alle dinamiche lungo i versanti e lungo la rete idro-



Figura 8a e 8b - Comune di Villar Pellice, loc. Garin: rilievo aree colpite dall'evento alluvionale su immagine 3D da foto aerea post-evento (proprietà Ministero dell'Ambiente). In figura 8a (a sinistra) le linee blu indicano il corso pre-evento del Rio Casserot e più in basso la fascia di deflusso di piena ordinaria del T. Pellice. In figura 8b (a destra) si evidenziano le area di esondazione ad opera del trasporto in massa del Rio Cassarot (in blu) e del Torrente Pellice (tratteggio giallo).

grafica minore si riscontrano riattivazioni di alcuni fenomeni conosciuti storicamente ma con significativi ampliamenti degli effetti, laddove i volumi ed i meccanismi di trasporto sono stati amplificati da frane superficiali nelle porzioni superiori dei bacini. I fenomeni franosi a carico della coltre superficiale (colamenti da lenti a veloci) si sono verificati in localizzati contesti geografici, in alcuni bacini

alpini con particolare densità di distribuzione. I dati raccolti sono stati confrontati con quelli relativi agli eventi passati tratti dal Sistema Informativo Geologico dell'Agenzia, costituito da una complessa struttura di **Sottosistemi** specializzati nell'archiviazione e la gestione delle informazioni relative ad un particolare ambito tematico (Figura 9).

34.000 frane censite nel sistema SI-FraP, oltre 8000 segnalazioni di attività fluvio-torrentizia);

- **Sottosistema Geotecnica:** raccoglie informazioni relative alla meccanica delle terre e delle rocce (1.200 settori di indagine, 5.390 campioni, 6.700 sondaggi, 10.000 prove di laboratorio, 6.700 stratigrafie, 15.000 STP).

Il sistema informativo permette quindi la creazione di strumenti e metodologie per l'archiviazione, l'elaborazione e la diffusione di tutte le informazioni utili ai fini della valutazione e previsione dei rischi naturali e nella gestione e pianificazione del territorio. Grazie ai dati contenuti nel sistema informativo geologico è stato per esempio possibile mettere a confronto l'evento del maggio 2008 con due eventi alluvionali che hanno gravemente interessato il territorio regionale in passato:

- L'evento del giugno 1957 (Figura 10a) viene ricordato come uno dei più gravi registrati in Piemonte, sia per l'estensione dei territori interessati sia per l'entità dei danni causati. Si riconosce come maggiormente colpita la porzione centro-occidentale della regione e precisamente i bacini montani delle province di Torino e Cuneo (parte settentrionale).

- L'evento del maggio 1977 (Figura 10b), ben confrontabile con quello oggetto del presente rapporto, interessò il bacino dei torrenti Pellice e Germanasca, l'alta Valle Chisone e più localmente la media valle della Dora Riparia, subordinatamente l'alta Valle Po e la Valle Maira.

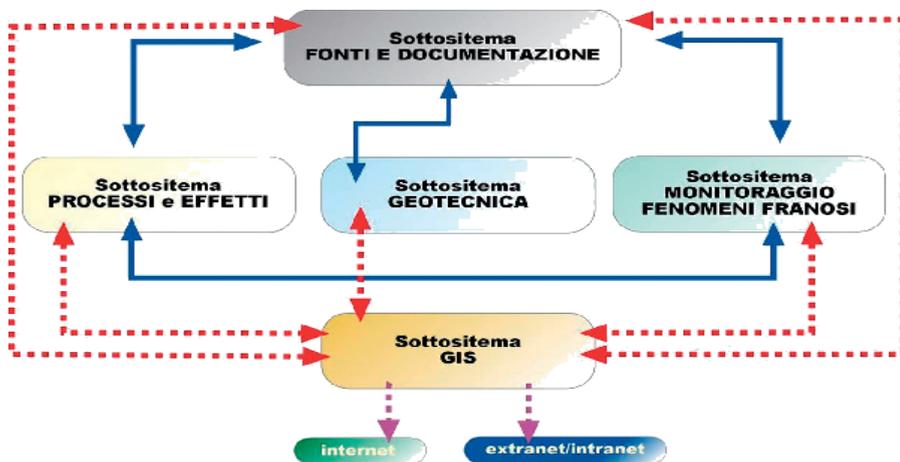


Figura 9 - Architettura del Sistema Informativo Geologico di Arpa Piemonte.

- **Sottosistema Fonti e Documentazione:** raccoglie informazioni di tipo storico e bibliografico utilizzate come base documentale dagli altri sottosistemi (dati dal 1600 ad oggi, circa 10.000 fonti documentali, più di 600 cartografie);
- **Sottosistema Monitoraggio:** dati relativi alla rete di monitoraggio frane gestita da Arpa Piemonte (circa 300

siti strumentati mediante inclinometri, piezometri, tecniche GPS, stazioni fisse, ecc, con oltre 1.500 strumenti di misura attivi);

- **Sottosistema Processi-Effetti:** raccoglie informazioni su attività fluviale, attività torrentizia e in conoide, movimenti franosi, danni a viabilità, edifici e infrastrutture causati anche nel corso di eventi alluvionali (oltre

Monitoraggio Movimenti Franosi

L'Agenzia gestisce la Rete Regionale di Controllo dei Movimenti Franosi (ReRCOMF), costituita attualmente da circa 300 sistemi di monitoraggio, installati su altrettante frane del territorio alpino e collinare piemontese. I singoli sistemi di misura sono per lo più costituiti da strumentazione a lettura manuale (inclinometri, piezometri e capisaldi topografici); in alcuni casi essi sono invece dotati di strumentazione e lettura automatizzata (inclinometri fissi, estensimetri e piezometri). Per la maggior parte dei siti l'Agenzia dispone ormai di un ricca sequenza di dati (serie storica) grazie ai quali è possibile interpretare le risultanze strumentali più recenti. Durante l'evento alluvionale di maggio 2008 si sono manifestate per lo più frane di tipo superficiale a carico delle coperture detrico-colluviali e fenomeni di crollo (frane "istantanee rapide" che si innescano ed esauriscono nel corso dell'evento che le ha attivate, e che pertanto risultano difficilmente monitorabili).

Alcune importanti ed estese frane attive delle vallate alpine torinesi e cuneesi incluse nell'Inventario Fenomeni Franosi in Italia - IFFI (frane "permanenti o più lente"), che in occasione dell'evento alluvionale non hanno determinato particolari effetti in superficie, hanno invece fatto evidenziare, grazie al controllo operato con i sistemi di monitoraggio strumentale, accelerazioni dei movimenti profondi nelle settimane successive all'evento.

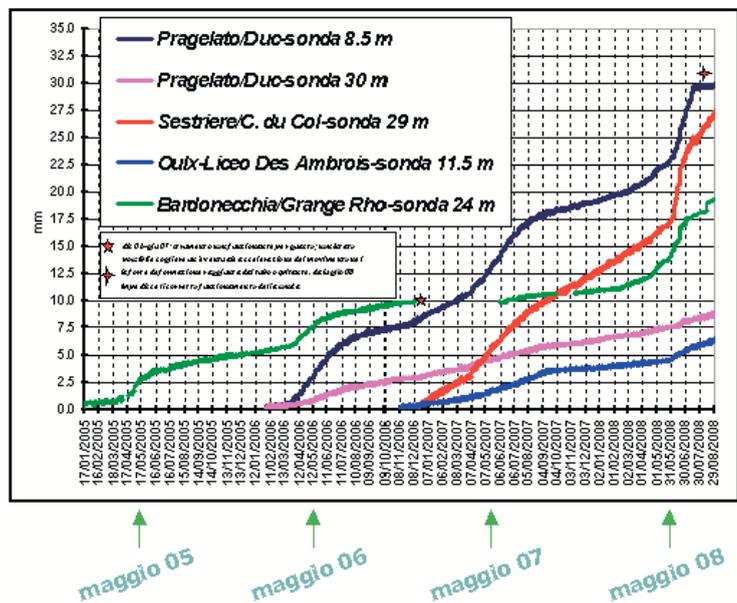


Figura 10a e 10b - Sintesi della localizzazione degli effetti al suolo in occasione degli eventi alluvionali del maggio 1957 (a sinistra) e giugno 1977 (a destra) (Fonte Sistema Informativo Geologico di Arpa Piemonte).



Figura 11 - Il grafico rappresenta i movimenti (in mm) registrati da cinque sonde inclinometriche fisse presenti nell'area coinvolta dall'evento di maggio 2008, a partire dalla data della loro installazione. Tutti i fenomeni monitorati (scivolamenti, fenomeni complessi e deformazioni gravitative profonde del versante - DGPV) manifestano un andamento dei movimenti nel tempo di tipo continuo, con accelerazioni in periodo primaverile (presumibilmente connesse, in contesto montano, all'effetto di fusione del manto nevoso).

Osservando l'andamento storico di tali fenomeni, si può evidenziare come le frane di Pragelato/Duc, Sestriere/Champlas di Col e Bardonecchia/Grange Rho abbiano manifestato un'accelerazione dei movimenti rispettivamente alle profondità di 8.5, 29 e 24 m a seguito dell'evento alluvionale del 28-30 maggio 2008. Come tipico delle frane permanenti in ambiente alpino, l'entità assoluta degli spostamenti è comunque piuttosto modesta.



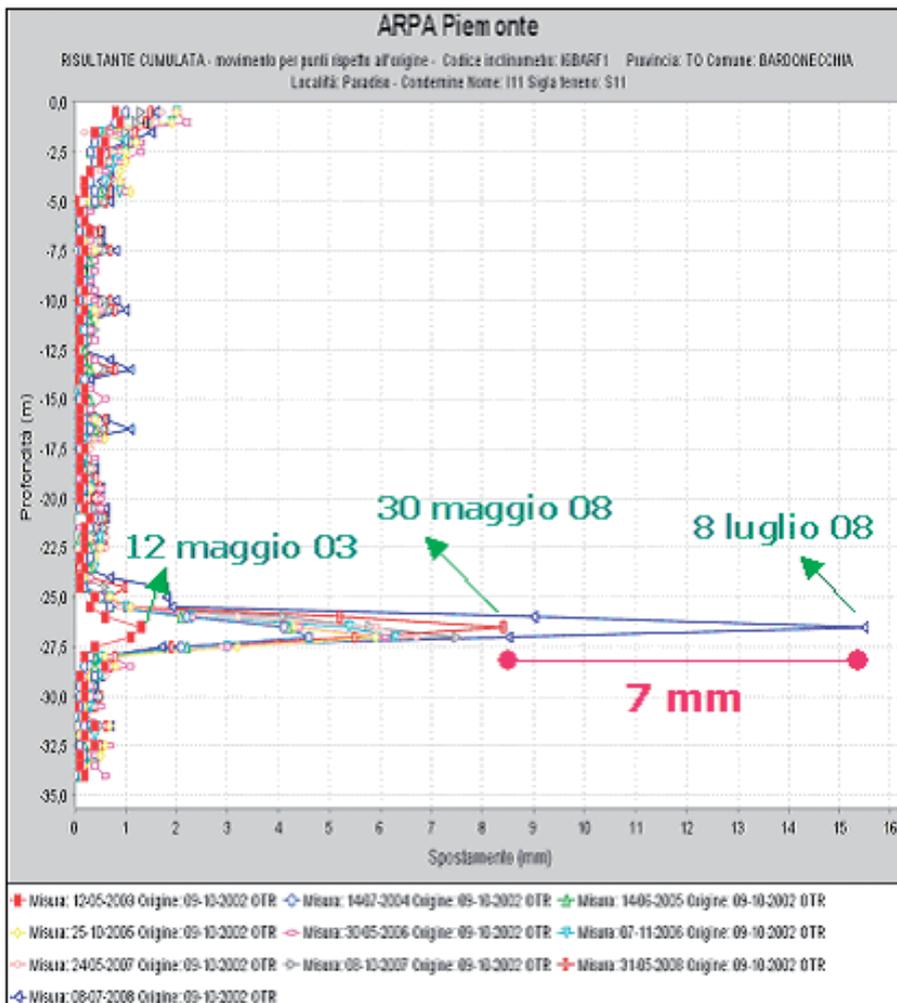
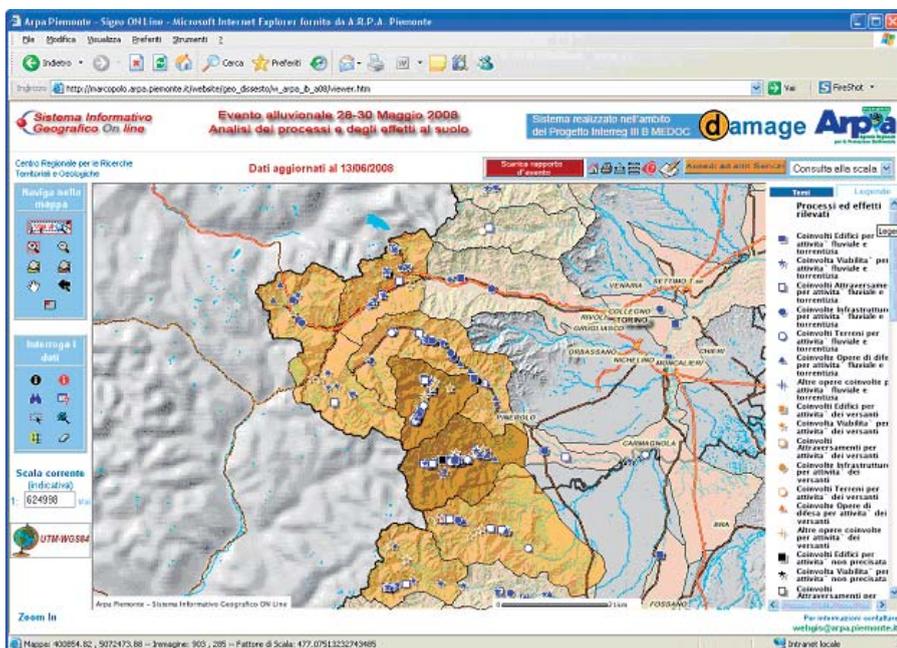


Figura 12 - Il grafico riporta le risultanze, a partire dalla misura di origine (ottobre 2002), delle misure inclinometriche manuali effettuate su un fenomeno franoso di tipo complesso incluso nell'area coinvolta dall'evento alluvionale del maggio 2008. Ogni curva, caratterizzata da un diverso colore, rappresenta gli spostamenti registrati dallo strumento rispetto all'origine (coincidente con l'asse delle ordinate), in occasione di ciascuna lettura di esercizio. Si noti come alla profondità di 26.5 m, dove si riconosce un movimento in atto, tra la penultima lettura (31/05/08) e l'ultima (08/07/08) si siano registrati circa 7 mm di spostamento, rispetto ai totali 15.5 mm registrati in quasi 6 anni di attività dello strumento. Come tipico delle frane permanenti in ambiente alpino, l'entità assoluta degli spostamenti è comunque piuttosto modesta.



Nei settori coinvolti dall'evento alluvionale Arpa Piemonte ha svolto due principali attività di monitoraggio:

- su 4 frane alpine dotate di postazioni inclinometriche fisse (automatizzate) ha verificato con cadenza bisettimanale, attraverso un sito internet dedicato, l'andamento dei dati strumentali (Figura 11), inviando periodici report alle amministrazioni comunali territorialmente interessate;
- su 35 frane alpine ha provveduto ad avviare una campagna straordinaria di letture inclinometriche manuali (Figura 12) e di letture topografiche, conclusasi nei mesi di luglio-agosto, con la trasmissione delle risultanze strumentali ai comuni ed ai Settori Regionali competenti.

Il Sistema Informativo Geografico e la diffusione WebGIS

Il sistema informativo di Arpa Piemonte si configura come un insieme complesso di componenti finalizzate a sostenere i processi di raccolta, elaborazione, organizzazione e diffusione dei flussi informativi ambientali all'interno dell'Agenzia, verso gli altri enti piemontesi e i cittadini.

Il Sistema Informativo Geografico si delinea quindi come strumento fondamentale per l'organizzazione, l'analisi e l'elaborazione delle informazioni su base territoriale.

L'opera di costante strutturazione ed organizzazione di tutte le informazioni geotematiche storiche ed in tempo reale all'interno del Sistema Informativo Geografico di Arpa ha quindi consentito:

- l'immediata georeferenziazione di tutti i processi ed effetti rilevati in corso d'evento;
- l'organizzazione di tutte le schede di rilevamento in una banca dati;
- il confronto e l'analisi spaziale delle risultanze dei rilievi con i dati storici e del sistema informativo geologico;
- la produzione e diffusione di un servizio informativo geografico in rete (WebGIS) finalizzato a garantire la consultazione della cartografia su scala regionale dei processi rilevati (Figura 13).

Figura 13 - Il servizio WebGIS per la diffusione delle informazioni sull'evento alluvionale del 28-30 maggio 2008.

Inaugurata la cassa d'espansione del Torrente Belbo

E' stata inaugurata il 7 novembre 2008 la cassa d'espansione del torrente Belbo, realizzata dall'Aipo nei territori dei comuni di Canelli (At) e S. Stefano Belbo (Cn).

Si tratta di un'opera di fondamentale importanza per la sicurezza idraulica della vallata del Belbo. L'inaugurazione ha assunto un particolare significato perché in quegli stessi giorni si ricorda la tragica alluvione che colpì il Piemonte del 1994.

Alla cerimonia hanno preso parte la presidente dell'Aipo e Assessore regionale piemontese alla Difesa del suolo Bruna Sibille, il Direttore dell'Aipo ing. Luigi Fortunato, i Sindaci dei Comuni di Canelli e S. Stefano Belbo, Piergiuseppe Dus e Giuseppe Artuffo, il vicesindaco di Nizza Monferrato Sergio Perazzo, il Prefetto di Asti Antonio De Bonis, gli Assessori della Provincia di Asti, Pier Franco Ferraris, Antonio Baudo e Annalisa Conti, rappresentanti della Provincia di Cuneo, delle Comunità montane, delle Forze dell'Ordine e Militari, dei Vigili del Fuoco, della Protezione civile, dell'Impresa LIS, insieme a tutti coloro che, a vario titolo, hanno operato nel complesso iter di progettazione e realizzazione dell'opera. La benedizione è stata impartita dal Vescovo di Acqui, Mons. Pier Giorgio Micchiardi.

Le Autorità che si sono avvicendate nel saluto ai presenti hanno sottolineato l'intesa che si è venuta a creare tra gli enti locali e tra essi e l'Aipo, la Regione, le Province.

Una capacità di operare assieme che ha contribuito alla costruzione della cassa d'espansione ma che può e deve continuare per i nuovi progetti sull'asta del Belbo, anche attraverso lo strumento del contratto di fiume. A spiegare caratteristiche e funzionamento dell'opera è stato, a nome dell'Agenzia, l'ing. Gianluca Zanichelli. Ha quindi preso la parola la Presidente dell'Aipo, Bruna Sibille, che ha ringraziato tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione della nuova struttura, ricordando anche l'impegno



profuso dal compianto Ing. Piero Teslesca nel corso del suo mandato alla Direzione Aipo. "Trovandoci qui oggi - ha quindi detto la Presidente - ci uniamo a tutti coloro che in questi giorni ricordano i lutti e le distruzioni dell'alluvione del 1994. Nello stesso tempo guardiamo al cammino di ricostruzione e di rilancio che abbiamo percorso e ci sentiamo impegnati affinché eventi del genere non si ripetano più.

Quest'opera è una risposta concreta e di lungo periodo anche ai tragici avvenimenti di allora.

La sua realizzazione è stata resa possibile dall'impegno congiunto di Aipo, istituzioni del territorio insieme a Regione, Province e dalla condivisione da parte dei cittadini."

La Presidente Sibille ha poi affermato che "è necessario interrogarsi sulle scelte da compiere per far sì che i corsi d'acqua sopravvivano ai cambiamenti climatici e quindi prevedere interventi capaci di rilanciarne la funzione sotto tutti i punti di vista, in modo che siano sempre più una risorsa per l'ambiente, il territorio, le attività economiche."

La cassa d'espansione del Belbo in sintesi

L'avvio del progetto

A seguito dei drammatici eventi alluvionali del novembre '94, dopo i primi interventi di messa in sicurezza dell'asta del Belbo, si iniziò a studiare, conformemente alla pianificazione di bacino, la realizzazione di casse d'espansione finalizzate alla laminazione delle piene.

Il progetto prese avvio dallo studio idrologico di tutta l'asta del Belbo effettuato dal Politecnico di Milano nel 2000 su incarico dell'allora Magistrato per il Po (dal 2003 Aipo). A seguito di approfondimenti, venne

individuata come prioritaria l'area situata nei territori comunali di Santo Stefano Belbo (Cn) e Canelli (At). Al fine valutare con maggior precisione il funzionamento dell'opera, fu inoltre commissionata un'apposita modellazione fisica presso il Politecnico di Torino.

L'Aipo, tramite la propria struttura interna, ha quindi dato corso ai diversi gradi di progettazione dell'opera ed alla sua realizzazione, per un importo pari a circa 18 milioni di euro. I lavori, eseguiti dall'Impresa LIS srl di Seravalle Sesia (Vc), hanno avuto inizio



gresso in calcestruzzo della lunghezza di 96 m, posto in continuità col sistema arginale, ed entra in funzione già per valori di portata inferiori ai vent'anni di tempo di ritorno (560 m³/sec.).

Attraverso lo sfioratore intermedio oltre un determinato valore di livello (m157.30 s.l.m.), inizia l'invaso della seconda cassa, che prosegue fino al riempimento completo.

Per portate superiori alla piena centennale (820 m³/sec.), il livello raggiunto nella seconda cassa oltrepassa quello dello sfioratore d'emergenza ed una parte del volume invasato viene restituito in Belbo.

nell'ottobre 2005 e sono terminati nell'ottobre 2008, entro il termine contrattuale.

Il sistema di laminazione occupa l'area golenale di "Fascia B" a monte dell'abitato di Canelli per una superficie di circa 40,5 ettari ed un volume massimo d'invaso di 1.800.000 m³.

Caratteristiche tecniche dell'opera

La cassa è di tipo in derivazione e prevede due bacini in serie: il primo di capacità 950.000 m³, è comunicante, tramite uno sfioratore intermedio, con il secondo bacino, di capacità 850.000 m³, per un totale di 1.800.000 metri cubi. L'opera di derivazione è costituita da uno sfioratore laterale regolato da un restringimento artificiale dell'alveo, che ne riduce la larghezza da 38 m a 21 m.

Il manufatto di *troppo pieno* è uno sfioratore in calcestruzzo disposto nel settore di valle della cassa.

Ognuno dei due bacini è dotato di un proprio scarico di fondo con doppio sistema d'intercettazione a paratoie piane. Le arginature di contenimento sono realizzate in materiale limoso e rese perfettamente impermeabili mediante interposizione di mantellate in calcestruzzo, opportunamente rinverdite ai fini di un miglior inserimento ambientale.

Funzionamento idraulico

La cassa di monte viene invasata attraverso lo sfioratore laterale d'in-





Cassa d'espansione del torrente Belbo: caratteristiche dimensionali

Superficie imbriferà del bacino del torrente Belbo alla sezione d' ingresso cassa	270 km ²
Massima piena (Tr=1000 anni) di cui derivata	1.300 m ³ /s 240 m ³ /s
Volume d'invaso di massima ritenuta	1.800.000 m ³
Volume d'invaso di massima piena	2.100.000 m ³
Altezza massima dei rilevati arginali	6 m
Volume dei rilevati arginali	c.a 340.000 m ³
Manufatto sfioratore laterale d'ingresso lunghezza altezza massima di ritenuta	91,20 m 3,20 m
Manufatto sfioratore intermedio lunghezza altezza massima di ritenuta	19,00 m 3,50 m
Manufatto sfioratore d' emergenza lunghezza altezza massima di ritenuta	120,60 m 3,90 m
Volume dei manufatti in calcestruzzo	c.a 40.000 m ³

Il progetto di sistemazione a corrente libera del Po tra Cremona e Foce Mincio

Ing. Mirella Vergnani (Aipo - Ufficio programmazione e pianificazione di bacino, servizio piena e polizia idraulica)

Sommario

Uno dei problemi principali relativi alla navigabilità del fiume Po è la persistenza di zone di basso fondale, che si instaurano per lo più in prossimità dei punti di inflessione tra una curva e la successiva, che impediscono la navigazione nei periodi di magra del fiume.

Vengono qui presentati il progetto preliminare degli interventi necessari per la sistemazione a corrente libera del fiume Po nella tratta compresa tra Isola Serafini e foce Mincio ed i risultati degli studi condotti su modello matematico e su modello fisico relativi all'uso di pennelli per la riduzione delle barre forzate responsabili delle zone di basso fondale.

Le simulazioni svolte hanno permesso da un lato di ottenere dei criteri progettuali per la disposizione planimetrica dei pennelli e dall'altro di progettare e di verificare gli interventi specifici nella tratta Cremona-Foce Mincio.

Infine sono state condotte simulazioni numeriche per verificare l'impatto della riattivazione di alcune lanche sul comportamento di alcuni sistemi di opere.

Introduzione

Il Sistema idroviario padano-veneto rappresenta una delle priorità per il futuro dei trasporti nell'area padana ed è, infatti, inserito da tempo nelle reti di trasporto europee. Negli ultimi anni sono stati compiuti grandi passi in avanti: con l'apertura alla navigazione nel giugno 2002 del canale navigabile Mantova-Venezia (Fissero-Tartaro-Canalbiano) è diventato possibile raggiungere da Mantova i porti marittimi, attraverso il Po di Brondolo o il Po di Levante, per 365 giorni all'anno e 24 ore al giorno, prescindendo quindi dalla situazione idrologica del fiume Po.

La navigazione sul Po per le chiatte è divenuta, tuttavia, problematica nell'ultimo decennio a causa della formazione di una serie di barre che durante i periodi di magra ne hanno ridotto i tiranti minimi a valori molto bassi. Questi depositi si presentano soprattutto in prossimità dei punti di inflessione tra due curve susseguenti. La loro ampiezza è tale da ridurre localmente il pescaggio disponibile e di conseguenza impedire la navigabilità nel fiume per un elevato numero di giorni. Pertanto, la sistema-

zione della tratta di fiume Po compresa tra Cremona e foce Mincio diventa uno degli obiettivi di assoluta priorità per aumentare l'efficacia della rete e l'appetibilità trasportistica della navigazione interna italiana. A tal fine, la Regione Lombardia ha commissionato, nel febbraio 2005, all'Agenzia Interregionale per il fiume Po un progetto di sistemazione dell'asta di Po da Isola Serafini a foce Mincio con l'obiettivo finale di consentire il transito di un'unità di navigazione per 340 giorni all'anno con un pescaggio massimo disponibile pari a 2 m. In questo modo la sistemazione del tratto renderebbe effettivamente operativo il Sistema idroviario padano-veneto.

Progetto preliminare di sistemazione a corrente libera del tratto Cremona-foce Mincio

Per la redazione del progetto è stata condotta una prima fase conoscitiva durante la quale sono stati raccolti i dati e la documentazione necessaria alla definizione del quadro di base per le successive attività di progettazione. In particolare è stato predisposto un catasto delle opere idrauliche presenti sul fiume, sulla base di:



Figura 1 - Esempio di scheda del catasto opere

- dati e/o catasti reperibili da precedenti studi ed osservazioni;
- sopralluoghi volti ad identificare la consistenza e lo stato di conservazione delle opere analizzate;
- analisi dei dati relativi agli interventi realizzati nel tratto in esame nel recente passato, con particolare riferimento agli interventi che possono aver influenzato l'evoluzione morfodinamica del corso d'acqua e conseguentemente la navigazione;
- dati topografici disponibili.

La caratterizzazione idrologica del bacino del fiume Po è stata redatta considerando:

- i dati idrologici disponibili;
- i dati disponibili circa i punti di basso fondale (intendendo con questo i punti che non raggiungano le caratteristiche individuate dal progetto), la frequenza con cui si verificano e le cause che li provocano;
- l'esame dei progetti di sistemazione del fiume Po esistenti (a corrente libera e non).

Questa fase ha permesso di avere un quadro conoscitivo completo delle diverse problematiche della via navigabile, dei possibili obiettivi raggiungibili sulla base dell'idrologia del bacino.

Le zone di basso fondale oggetto di interventi di sistemazione sono 20. Ognuna si configura come un insieme di nuove opere, pennelli, difese radenti e abbassamenti e/o demolizioni delle opere esistenti.

Tra le varie possibilità di sistemazione, l'intervento tramite l'inserimento di pennelli in alveo è risultato il più adatto sia da un punto di vista tecnico sia da un punto di vista ambientale. L'inserimento di pennelli in alveo è spesso insidioso, poiché la loro non corretta disposizione può creare effetti opposti a quelli voluti. Il problema principale consiste quindi nella determinazione del corretto posizionamento degli stessi in prossimità della parte terminale delle curve e all'inizio della controcurva successiva, nonché nella determinazione della distanza ottimale tra i diversi pennelli.

Il criterio progettuale che si è adottato si è basato innanzitutto sulla individuazione della quota di sommersione dei pennelli. Essa è stata assunta come la quota raggiunta dal fiume con una portata $Q=800$ mc/s. Tale portata è stata considerata come portata formativa dell'alveo nei periodi



Figura 2 - Progetto di sistemazione del "basso" n. 19

di magra. Per quanto riguarda la posizione planimetrica dei pennelli, si è partiti dall'individuazione della posizione ottimale del profilo del talweg per poi disporre, di conseguenza, opportune schiere di pennelli. La distanza, la lunghezza dei pennelli e la loro forma possono essere progettate sulla base di una serie di regole elementari più o meno empiriche. Tuttavia, vista la rilevanza del corso d'acqua si è ritenuto necessario procedere ad una verifica globale delle opere progettate per mezzo di un modello numerico. A tale scopo si è utilizzato il modello MODAIPO (Modello per lo studio dell'Alveo Inciso del PO) messo a punto specificatamente per questo progetto dal Centro Universitario Difesa del suolo in Ambiente Montano (CUDAM) dell'Università degli Studi di Trento in collaborazione con l'Aipo.

Modello matematico bidimensionale

MODAIPO è un modello bidimensionale a fondo mobile che integra alle differenze finite le equazioni di conservazione della massa solida, di quella liquida e delle quantità di moto in due direzioni ortogonali orizzontali. La discretizzazione è operata su maglia rettangolare regolare, mentre i contorni irregolari sono riprodotti con la tecnica delle celle tagliate.

Lo studio su modello oltre che per verificare gli obiettivi progettuali nasce dalla necessità di valutare il pro-

getto di sistemazione in un ambito più vasto non solo ai fini della navigazione, ma anche per un progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza, di qualità ambientale e paesaggistica del fiume. Il campo di applicazione del modello va quindi dalla previsione della tendenza evolutiva dell'alveo alla verifica della risposta morfologica del fondo a lungo termine in relazione a possibili interventi di sistemazione.

1.1. Analisi delle soluzioni di progetto

La posizione, il numero e l'interasse dei pennelli per ogni zona di basso sono stati inizialmente individuati utilizzando da un lato le indicazioni ottenute dall'analisi su tratti tipo, dall'altro i criteri progettuali presenti in letteratura. E' stato quindi applicato il modello numerico a fondo mobile usando la portata formativa costante pari a 800 mc/s per un tempo pari a circa 40 giorni (tempo reale). Al fine di verificare l'efficacia dell'intervento si è successivamente eseguita una simulazione a moto permanente e a fondo fisso con la portata di magra e si è verificato che i tiranti nelle zone precedentemente soggette a bassifondi fossero adeguatamente aumentati. Nelle situazioni in cui gli interventi progettati non raggiungevano lo scopo prefissato, le indicazioni del modello numerico sono servite per modificare l'intervento la cui efficacia è stata successivamente riverificata.



Figura 3 - Progetto di sistemazione del "basso" n. 33

Il basso si trova nel passaggio tra la curva n. 44 e la successiva curva n. 43, a monte del ponte dell'Autostrada A7 Cremona-Brescia, nelle vicinanze della località Bosco Parmigiano. In Figura 5a sono riportati i tiranti che si sono ottenuti per il tratto in oggetto con la portata di magra: si può notare la presenza di una barra che dalla sponda sinistra arriva in sponda destra riducendo il tirante disponibile al di sotto dei 2.5 m. Le cause a cui imputare la formazione e la persistenza della barra sono la presenza di un tratto rettilineo, la sovrapposizione di due opere longitudinali nel passaggio tra le due curve ed il brusco allargamento in destra a valle della curva n. 44.

In un primo momento si è ipotizzato di accelerare la corrente in prossimità del basso con la realizzazione di 2 pennelli trasversali ortogonali alla corrente localizzati in sponda destra in prossimità del basso, di lunghezza $P1=20$ m e $P2=40$ m con interasse $P1-2=200$ m. Sulla sponda opposta è stato previsto il prolungamento verso monte dell'opera longitudinale esistente per 560 m al fine di eliminare il brusco allargamento della sezione dovuto alla varice esistente. In tale modo la larghezza dell'alveo è pari a circa 170 m. Alla fine della simulazione precedente, protratta per circa 1000 ore sul reale, è stata eseguita una prova a 400 mc/s al fine di verificare i tiranti idrici in questa condi-

zione. Le simulazioni hanno mostrato che la presenza dei pennelli riusciva effettivamente ad asportare una porzione consistente del basso, mentre si veniva a creare all'inizio della curva a valle del basso una nuova barra di fondo che tendeva a persistere e che avrebbe potuto provocare un conseguente innalzamento del fondo con problemi alla navigabilità. Si è deciso quindi di aggiungere un terzo pennello di lunghezza $P3=40$ m collocato a $P2-3=200$ m a valle del pennello P2, orientato in direzione normale alla sponda.

La simulazione eseguita con la nuova configurazione ha mostrato che l'inserimento del terzo pennello migliora sensibilmente le condizioni di navigabilità all'ingresso della curva. Il risultato finale è riportato in Figura 4b.

Modello fisico

Le analisi condotte sul modello matematico bidimensionale hanno evidenziato che sarebbe stato conveniente, al fine di ottimizzare i costi degli interventi, analizzare su modello fisico alcune tipologie di opere previste nella progettazione, in particolar modo i pennelli, e verificare l'efficacia di alcune modalità costruttive.

L'Aipo ha incaricato il Centro Universitario per la Difesa Idrogeologica dell'Ambiente Montano (CUDAM) dell'Università degli Studi di Trento di realizzare uno studio su modello fisico a fondo mobile di opere trasversali in grado di migliorare la navigabilità del Po.

I pennelli o repellenti sono opere trasversali che allontanano il vivo della

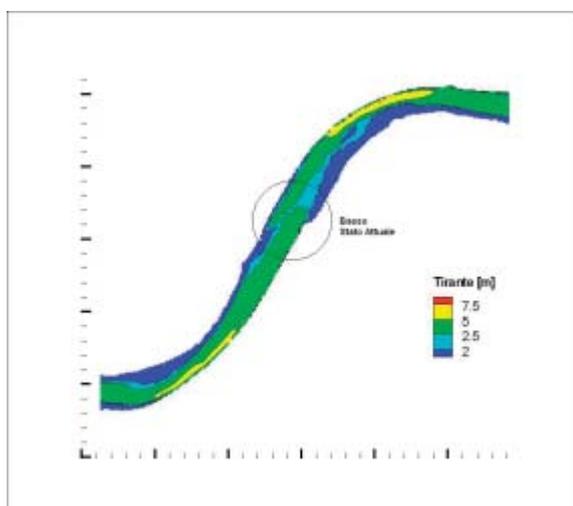


Figura 4a - Esempio di basso allo stato attuale

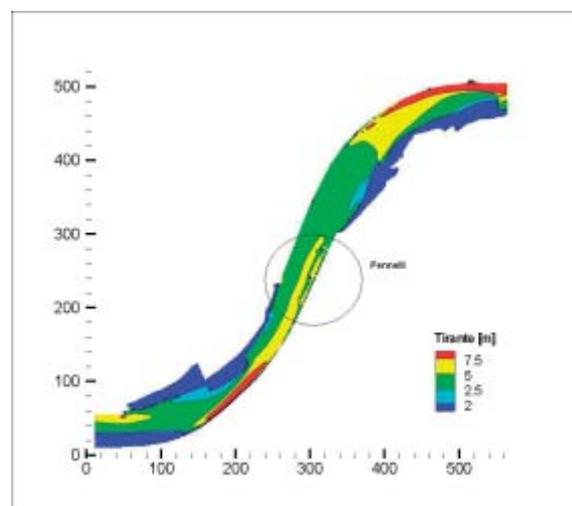


Figura 4b - Risultato finale con l'inserimento del terzo pennello

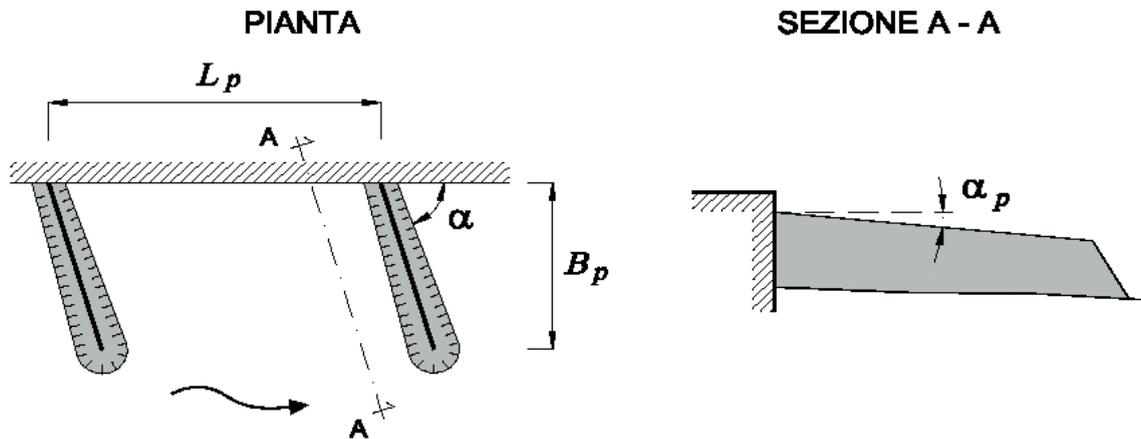


Figura 5 - Parametri che influenzano il comportamento dei pennelli

corrente dalla sponda ove sono radicati, ne proteggono una zona più o meno ampia a monte e soprattutto a valle e modificano nelle loro adiacenze le dinamiche di scavi e depositi in alveo. Tutto ciò in dipendenza da alcuni parametri significativi, quali (figura 5):

- collocazione planimetrica;
 - angolo di inclinazione rispetto alla sponda: α ;
 - sporgenza all'interno dell'alveo: B_p ;
 - distanza tra due pennelli successivi: L_p ;
 - angolo digradante rispetto all'orizzontale della linea di sommità: α_p ;
 - forma (rettilinei a testa rettangolare, rettilinei a testa arrotondata, a baionetta, a T, ad L, a mazza da hockey).
- La presenza di pennelli in serie crea tra gli stessi e la sponda zone d'alveo inattive ai fini del deflusso, nelle quali parte del materiale trasportato dalla corrente ha tendenza a depositarsi, creando delle superfici atte alla crescita della vegetazione, con ulteriore funzione di difesa spondale. La stabilità di tali opere può essere però compromessa da due fattori:
- la forza della corrente che li investe;
 - gli scavi localizzati a ridosso della struttura.

Il CUDAM ha quindi realizzato una serie di prove su modello fisico a fondo mobile per valutare l'efficienza e la stabilità dei pennelli in funzione di alcuni dei parametri e dei fattori suddetti, così da giungere a dare delle utili indicazioni per la progettazione e la realizzazione di tali opere.

1.2. *Caratteristiche del modello e del materiale utilizzato per il fondo mobile*
 Il modello fisico, 16 m di lunghezza per 2 m di larghezza, è stato realizzato

presso il Laboratorio di Idraulica dell'Università degli Studi di Trento. Si è scelto di non distorcere il modello e di adottare come unica scala geometrica:

$$\lambda_\chi = 1/40 = 0.025 \text{ (scala geometrica) (4.1)}$$

In base alla teoria della similitudine di Froude è possibile, inoltre, definire i rapporti fra alcune grandezze fisiche significative in funzione del rapporto di scala geometrica ottenendo:

$$\lambda_u = \lambda_\chi^{1/2} = 0.158 \text{ (scala delle velocità) (4.2)}$$

$$\lambda_Q = \lambda_\chi^{5/2} = 0.0001 \text{ (scala delle portate) (4.3)}$$

Nel caso in esame, per questioni tecniche, economiche e logistiche, il modello non ha riprodotto fedelmente un tratto specifico del fiume Po, ma piuttosto una situazione tipo, dalla sponda alla mezzera, di 640 m di lunghezza per 80 m di larghezza, il più possibile aderente alla realtà e fisicamente basata, nella quale i fe-

nomeni di erosione e ripascimento in corrispondenza ai pennelli fossero privilegiati.

Infatti, se si fosse deciso di riprodurre un tratto reale del corso d'acqua, per non rendere esagerate le dimensioni del modello ed essendo da evitare la via della distorsione, si sarebbe dovuto lavorare con scale molto elevate. Questo avrebbe potuto comportare una eccessiva riduzione dei tiranti idrici sul modello, così da far entrare in gioco effetti dovuti alla tensione superficiale dell'acqua. Inoltre, come già detto, si sarebbero creati dei problemi per la similitudine riguardante la riproduzione del materiale d'alveo. Infatti, non si sarebbe riusciti a trovare del materiale lapideo con dimensioni tanto ridotte e che non presentasse al suo interno forze coesive rilevanti. L'utilizzo di materiale troppo fine avrebbe portato, inoltre, alla formazione di forme di fondo non presenti nel prototipo e che avrebbero inficiato

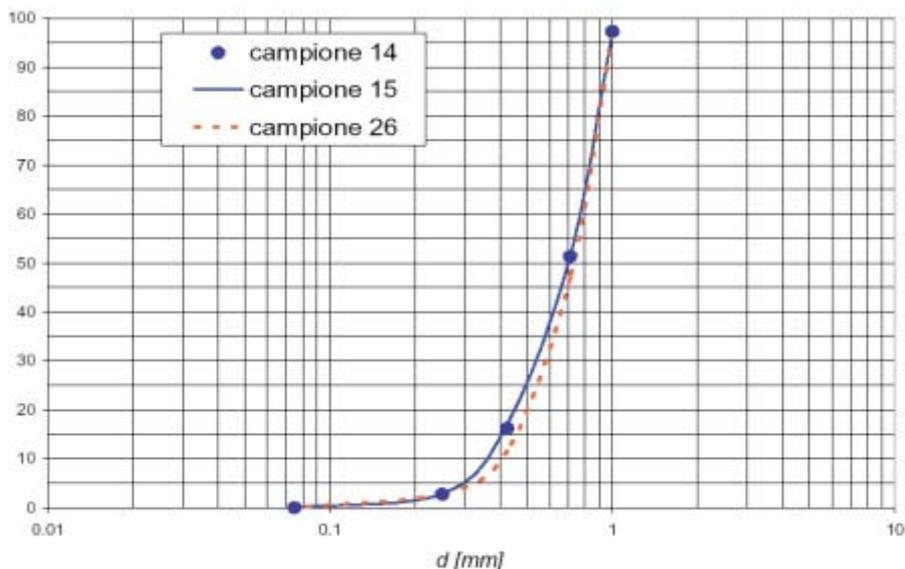


Figura 6 - Curva granulometrica delle resine impiegate nel modello



Figura 7 - Vista frontale di un pannello con fondazione rigida

i risultati del modello. Nel caso in oggetto sono stati utilizzati dei granuli di materiale plastico, resine artificiali rese inerti, con densità $\rho_s=1.2$, dalla forma pressoché sferica e distribuzione pressoché uniforme (figura 6): con un $d_{50} = 0.7$ mm e un $d_{90} = 0.95$ mm. L'utilizzo di tale materiale ha consentito di avere condizioni di trasporto solido significativo, senza formazione di forme di fondo anomale, ripples, soprattutto in condizioni prossime a quella di moto incipiente nella zona indisturbata di monte (clear water).

I pennelli oggetto di studio sono stati realizzati in due differenti tipologie, rigidi e flessibili, differenziati in base alla struttura della fondazione.

Si è deciso di utilizzare inizialmente la tipologia dei pennelli rigidi (figura 7) per verificare che i risultati del modello fossero compatibili con le formule di letteratura. Queste in genere sono relative appunto a pennelli rigidi, non sono state reperite formule relative a pennelli in materiale sciolto. La prima tipologia presentava uno zoccolo in materiale plastico, poggiante sul fondo del modello al di sotto del materiale mobile, e con la base superiore al livello del fondo indisturbato. Questo per riprodurre una fondazione profonda e rigida, con lo sviluppo in pianta perfettamente combaciante con la struttura soprastante (pennello rigido). La parte dell'opera al di sopra del livello del materiale del fondo mobile è stata realizzata con mattoni pieni, per quanto riguarda il nucleo centrale, ricoperti

con del materiale lapideo, costituito da ghiaia di porfido, per riprodurre correttamente la scabrezza superficiale delle strutture.

La seconda tipologia, dovendo riprodurre una tecnica costruttiva innovativa, ha richiesto per la sua realizzazione una analisi preventiva della corretta riproduzione in scala delle modalità di realizzazione impiegate nel Po. Infatti, si tratta di strutture realizzate con materiale lapideo poggianti direttamente sul fondo mobile, avendo come pseudo-fondazione dei tappeti filtranti zavorrati, realizzati in materiali geosintetici e zavorrati con elementi prismatici di calcestruzzo

collegati al telo sottostante mediante chiodi in materiale sintetico. I tappeti sono realizzati nelle dimensioni più adatte per rispondere alle esigenze del progetto, dopodiché vengono calati in acqua ed i vari pezzi vengono opportunamente giuntati fra loro, per costituire un tutt'uno. L'ingombro in pianta di questi tappeti è più elevato rispetto a quello della struttura soprastante, per far sì che tale protezione sia in grado di adattarsi alla forma delle erosioni localizzate che inevitabilmente si formano, proteggendo così il piede dell'opera (fondazioni flessibili). Per riprodurre su modello il tappeto zavorrato sono stati utilizzati una serie di rettangoli, opportunamente giuntati fra loro, di un tessuto filtrante, con una flessibilità sufficientemente bassa da riprodurre in scala la flessibilità del tessuto utilizzato nel prototipo. A questo tessuto sono stati incollati dei prismi di plexiglass riproducenti dal punto di vista geometrico il più possibile le dimensioni di quelli reali. Per la riproduzione del materiale lapideo, si sono utilizzati dei frammenti di mattoni di Leca (figura 8).

L'utilizzo dei materiali suddetti è stato dettato da precise esigenze di carattere tecnico. Infatti, i pesi specifici del materiale del fondo e dei materiali costituenti l'opera dovevano essere il più possibile simili, per evitare uno sprofondamento eccessivo del rilevato sia in fase di costruzione all'asciutto, che successivamente in presenza



Figura 8 - Una fase della realizzazione di un pennello flessibile

del tirante idrico richiesto per lo svolgimento della prova. La pezzatura dei frammenti per la riproduzione del pennello vero e proprio (figura 9) è stata valutata anche dal punto di vista di diametro stabile in relazione alle condizioni idrodinamiche in prossimità dell'opera.

La scala adottata per la realizzazione del modello ha consentito di adottare per lo svolgimento delle prove la configurazione data da una serie di tre pennelli (figura 10), in cui il primo fosse sufficientemente lontano dalla zona di immissione così da garantire l'instaurarsi di corrette condizioni di alimentazione. La numerazione assegnata ai pennelli è la seguente: pennello 1 = monte, pennello 2 = intermedio, pennello 3 = valle.



Figura 9 - Vista frontale di un pennello flessibile

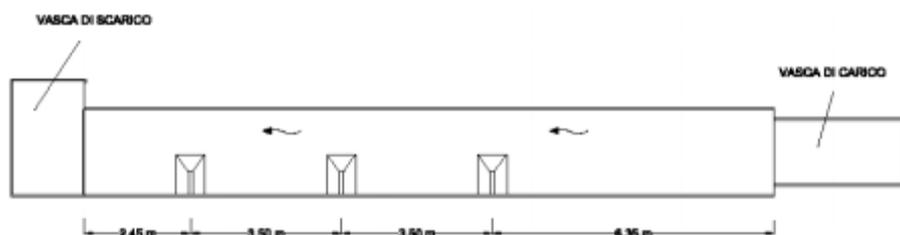


Figura 10 - Schema di configurazione con tre pennelli

Una prima configurazione (configurazione A) ha visto la presenza di tre pennelli rigidi, rettangolari, con la testa sagomata a spigoli vivi. L'interasse dei pennelli è stato fissato prendendo come riferimento la consuetudine empirica che vuole tale

distanza compresa tra quelle data da un angolo di 9° e quella data da un angolo di 14° , partendo dalla sommità del pennello ed intersecando la sponda.

Una seconda configurazione (configurazione B) ha visto sempre la pre-

senza di tre pennelli rigidi, ma il numero 1 presentava la forma della testa arrotondata (figura 11). Tutti gli altri parametri sono rimasti immutati rispetto alla configurazione A.

La terza configurazione (configurazione B1) ha visto sostituire, rispetto alla configurazione B, il pennello rigido 2 con un pennello flessibile.

La quarta configurazione (configurazione C) ha visto il pennello 1 e 2 flessibili mentre il numero 3 è stato mantenuto rigido.

La quinta configurazione (configurazione D) ha visto la presenza di soli 2 pennelli flessibili con l'interasse aumentato di un 25% rispetto alle configurazioni precedenti.

Lo studio ha permesso la valutazione di alcuni aspetti del comportamento dei pennelli che non potevano essere analizzati con il modello numerico, vista la forte tridimensionalità del campo di moto in prossimità di essi. Innanzitutto si è valutata l'entità degli scavi in presenza di pennelli con fondazione rigida rispetto a quelli realizzati con la tecnica dei tappeti zavorrati. Il modello ha evidenziato come la differenza tra le due configurazioni di pennelli (rigidi e flessibili) in termini di valore non sia marcata. Differente risulta essere invece lo sviluppo planimetrico, che vede situarsi lo scavo, in presenza dei pennelli flessibili, prevalentemente nella zona a valle della struttura, senza interessare la zona di monte a ridosso del pennello come invece si osserva per i pennelli rigidi, sia in relazione al primo che al secondo pennello. Per quanto riguarda



Figura 11 - Vista frontale del pennello rigido con testa arrotondata

Configurazione	Pennello 1	Pennello 2	Pennello 3	Interasse [m]
A	rigido, testa rettangolare	rigido, testa rettangolare	rigido, testa rettangolare	3.50
B	rigido, testa arrotondata	rigido, testa rettangolare	rigido, testa rettangolare	3.50
B1	rigido, testa arrotondata	flessibile, testa rettangolare	rigido, testa rettangolare	3.50
C	flessibile, testa rettangolare	flessibile, testa rettangolare	rigido, testa rettangolare	3.50
D	flessibile, testa rettangolare	flessibile, ftesta rettangolare	non presente	4.35

Figura 12 - Schematizzazioni delle configurazioni adottate

la conformazione della testa dei pennelli risulta che quella con gli spigoli vivi aiuta a collocare planimetricamente lo scavo in posizione più favorevole verso il centro del corso d'acqua. Per quanto detto, risulta che la modalità di realizzazione dei pennelli tramite l'utilizzo dei tappeti zavorrati apporti alcuni benefici. Infatti, essendo la struttura più elastica e non fornendo un ostacolo rigido alla corrente, si adatta di volta in volta alle mutate condizioni del fondo.

Nel corso della stessa prova, però, si vede anche che si sono avuti dei crolli, seppur limitati, nella parte anteriore della struttura. Per quanto riguarda l'interasse, la prova effettuata variando tale parametro, risulta essere vantaggioso un aumento dello spazio fra i pennelli, in quanto anche il secondo pennello pare lavorare meglio in termini di abbassamento del fondo mobile nella zona antistante ad esso. In conclusione:

- i pennelli zavorrati assolvono il compito di aumentare la zona di ripascimento tra di essi;
- i pennelli zavorrati sono in grado di indurre l'abbassamento dell'alveo nella zona di fronte ad essi, tuttavia tale effetto risulta più confinato rispetto ai pennelli rigidi;
- i pennelli zavorrati danno origine in loro prossimità ad uno scavo localizzato di minor entità rispetto a quello originato dai pennelli rigidi;
- è stato osservato un crollo, anche se di limitata entità, nella parte anteriore del primo pennello, cioè quello mag-

giormente investito dalla corrente; nessun problema di tal genere invece è stato riscontrato per il secondo pennello. Quanto detto suggerisce un supplemento di analisi per quanto riguarda una possibile estensione della zona ricoperta dai tappeti zavorrati, soprattutto nella zona antistante ai pennelli, onde prevenire il crollo osservato nel corso di una delle prove già effettuate. Inoltre risulta che un aumento della distanza tra i pennelli porti effetti benefici per l'erosione indotta.

Conclusioni

Accanto agli studi sopra illustrati l'Ufficio Tecnico Programmazione, Pianificazione di Bacino, Polizia Idraulica e Servizio di Piena per affinare ulteriormente le conoscenze e procedere nelle fasi della progettazione della sistemazione a corrente libera ha realizzato un nuovo pennello, località Pieve di Coriano, dove si è testato l'utilizzo dei tappeti zavorrati e si sta procedendo all'esecuzione di un intervento pilota per l'abbassamento di pennello in sponda destra di Po in comune di Colorno per verificare le modalità esecutive per l'abbassamento di tali opere. Quest'ultima ha la necessità di un intervento di manutenzione straordinaria dovuto a un cedimento nella parte centrale della struttura. Il progetto, in linea con gli obiettivi promossi dal Piano di Gestione dei Sedimenti dell'Autorità di bacino, prevede il consolidamento del tratto (circa 200 m) ripristinando l'opera, non alla quota del progetto origi-

nario, ma alla quota di sfioro per una portata $Q=800$ mc/s permettendo così la riattivazione della lanca retrostante. Gli elementi tecnici raccolti sia nell'ambito delle simulazioni su modello matematico e fisico che sul campo consentono di proseguire nella progettazione definitiva degli interventi di sistemazione. Si sta ora cercando, attraverso la Regione Lombardia promotrice del progetto, di far finanziare un primo stralcio degli interventi di sistemazione all'interno del Progetto strategico speciale Valle del fiume Po.

Bibliografia

- Armanini, A., 2005, Principi di idraulica fluviale. Editoriale Bios.
- CUDAM, Università degli Studi di Trento, 2007, Modello matematico bidimensionale dei tratti di magra del fiume Po. Relazione della terza fase della Convenzione CUDAM, Università degli Studi di Trento, 2008, Modello fisico a fondo mobile di opere fluviali trasversali funzionali alla navigazione. Relazione prima della Convenzione.
- Engelund, F., 1965, Criterion for occurrence of suspended load. La Houille Blanche, No. 8, Dec: 802.
- Engelund, F., 1966, Hydraulic resistance of alluvial streams. ASCE, J. of Hydr. Div., 92, HY2: 315-326. Closure: 1967, 93, NY4: 297-96.
- Engelund, F., Fredsøe, 1982, Sediment ripples and dunes. Ann. Rev. Fluid Mech., Vol. 14: 13-37.
- Meyer-Peter, E., and Müller, R., 1948, Formulas for bed-load transport. Proc. 2nd Meeting IAHSR, Stockholm, Sweden:1-26.
- Rijn, L.C., van, 1984, Sediment Transport, Part III: Bed Forms and Alluvial Roughness. J. of Hydr. Engrn., Vol. 110, No. 12, Dec.: 1733-1754.

Lo stagno del rospo nero: un esempio di recupero ambientale

Ing. Sandro Bortolotto (Aipo - Dirigente Area Po Veneto)

Dott. Mario Giannini (Aipo - Dirigente Ufficio Aspetti Ambientali)

Il termine “cava” normalmente evoca immagini negative, di distruzione del territorio e di oltraggio al paesaggio. Non è sempre così.

L'Ufficio Aipo di Rovigo da anni è impegnato in un'ottica di progettazioni integrate, che si concretizzano non solo nella realizzazione delle opere di difesa idraulica, ma in significativi miglioramenti ambientali.

Ne è esempio significativo la realizzazione dello “Stagno del rospo nero” (la denominazione è provvisoria), in località Panarella del comune di Papozze. La frazione di Panarella si trova in sinistra idrografica del Po, di fronte all'incile del Po di Goro, immediatamente a monte del territorio del delta del Po.

L'argine maestro del grande fiume si presenta in questo tratto di sezione insufficiente e di quota inferiore alle previsioni del P.A.I., non garantendo il franco di un metro sul livello della massima piena di progetto.

L'Agenzia Interregionale per il Po Aipo - Ufficio di Rovigo ha quindi redatto il progetto di adeguamento dell'argine sinistro, “(RO-E-1385) Lavori di adeguamento della sagoma arginale in sinistra Po di Venezia fra gli stanti 464 e 468 in località Panarella in Comune di Papozze”, che interessano un primo tratto di circa 800 metri. Tra i problemi di natura tecnica affrontati nella progettazione uno dei più delicati è stato quello di individuare la zona di prelievo del materiale terroso e le modalità esecutive dello scavo (in termini tecnici sgradevoli la “cava” di approvvigionamento). Nei progetti di sistemazione arginale del Po questa parte progettuale risulta particolarmente delicata perché interessa diversi aspetti, tra questi la necessità di rinvenire materiale idoneo alle attività ad una distanza breve dal luogo dei lavori, per contenere l'impatto sulla viabilità, il disturbo sulla fauna selvatica e i danni sulla flora spontanea. Si deve ricordare che l'area interessata dall'intervento è ricompresa nella Zona di Protezione



Lo stagno

Speciale Delta Po nella quale insiste un regime speciale di protezione con cui ogni attività umana si deve confrontare e adeguare.

La scelta è caduta su di un'area demaniale golenale, antistante il tratto di argine da sistemare, di scarso pregio ambientale perché di quota troppo alta per consentire una vegetazione

si innalzano sempre più rispetto al normale livello del fiume, tendendo così a perdere le caratteristiche tipiche dell'ambiente fluviale. Questo fenomeno, nel tempo, ha portato a una progressiva riduzione degli ambienti umidi golenali, ricchi di biodiversità, banalizzando buona parte delle golene.

La gola di Panarella aveva seguito tale sorte e si presentava, sotto l'aspetto geotecnico, assolutamente idonea per il prelievo del materiale terroso; l'assoluta omogeneità del materiale con quello dell'argine esistente lascia supporre che la stessa area golenale sia stata, in passato, fonte di prelievo per la costruzione del baluardo di difesa, nel contempo l'assenza di rilevanti emergenze naturalistiche escludeva la possibilità di impatti ambientali significativi. Era quindi possibile operare temperando l'esigenza di reperimento di materiale litoide per l'adeguamento dell'argine con l'opportunità di recuperare l'area di cava ad un livello superiore di naturalità, incrementando quindi la biodiversità della zona. Nel progetto si è dunque prevista la costruzione di uno stagno di forma irregolare e profondità variabile, rispettoso ovviamente della distanza di sicurezza dall'argine.



Golena prima dell'intervento

rigogliosa, tant'è che risultava coperta da semplice vegetazione erbacea. Le aree golenali, nel tratto del basso corso del Po e delta, sono periodicamente allagate durante le piene maggiori da acque ad alta torbidità che, rallentando, decantano depositando ampi strati di limo e argilla. Con il passare degli anni e il susseguirsi delle piene e morbide le golene



Penisola



Raro giunco acuto palustre

Passando dal progetto alla fase esecutiva si è avuta particolare cura nel rispettare la vegetazione esistente, coanformando gli scavi attorno alle essenze più pregiate presenti.

Il risultato attuale è quello visibile nelle foto: si noti il particolare della penisola con la pianta e della sponda vegetata lato fiume dove si è seguita una linea di scavo volutamente irregolare (anche l'altimetria è variabile) attorno alla vegetazione ripariale. Lo stagno è stato rapidamente colonizzato da alghe e anfibii, il gracidiare delle rane in certe ore è addirittura assordante e con il procedere dell'evoluzione naturale dello stagno, invaso periodicamente dalle acque del Po,

l'area diventerà luogo di alimentazione, sosta e riproduzione di numerose specie animali in particolare uccelli che già oggi iniziano a frequentare lo stagno. Le foto sono dei primi di



Gallinelle d'acqua

giugno del 2008, con un livello idrometrico significativo.

I programmi dell'Ufficio di Rovigo prevedono di completare la sistemazione con la realizzazione di una barriera verde lato argine, con piantumazioni di essenze tipiche deltizie, che probabilmente verranno messe a dimora dal Servizio Forestale della Regione Veneto, con cui c'è un costante contatto. Lo stagno dovrà poi essere ampliato verso valle, in concomitanza con la ripresa dei lavori di rinforzo arginale. Il tutto senza che siano stati affrontati (ad oggi) costi significativi per la sistemazione ambientale e con un evidente recupero di naturalità dell'area.



L'ing. Giandomenico Cammarata in occasione dell'inaugurazione della cassa di espansione del torrente Parma (25 novembre 2005).

RICORDO DELL'ING. GIANDOMENICO CAMMARATA

Il 27 giugno 2008 si è spento a Parma l'ing. Giandomenico Cammarata, già Presidente del Magistrato per il Po dal 1977 al 1985. Nato a Palermo nel 1920, dopo la laurea in Ingegneria vinse il concorso che lo portò ai vertici del Genio Civile di Enna. Ispettore a Catania e poi a Palermo, per il Belice, proseguì la sua prestigiosa carriera amministrativa diventando Vice Capo di Gabinetto del Ministro dei Lavori pubblici, fino alla nomina, nel 1977, a Presidente del Magistrato per il Po. Si trasferì quindi con la famiglia nella città di Parma. Al Po e ai problemi del suo bacino si dedicò con passione e professionalità da tutti riconosciute, impegnandosi con determinazione per attuare gli interventi finalizzati alla difesa idraulica del bacino padano. In quegli anni fu tra coloro che con maggiore convinzione promossero l'idea di realizzare opere di difesa attiva dal pericolo di alluvione, cioè dispositivi e bacini in grado di raccogliere temporaneamente la grande massa di acqua provocata dall'evento di piena di un fiume: le "casce di espansione" o "di laminazione". A partire dal periodo della sua Presidenza al Magispo, furono quindi progettate e via via realizzate casce di espansione lungo molti e "pericolosi" corsi d'acqua emiliani: Panaro, Secchia, Crostolo, Enza, Parma. Proprio in occasione dell'inaugurazione della cassa di espansione del torrente Parma, avvenuta il 26 novembre 2005 – quando al Magistrato per il Po era succeduta, da due anni, la nuova Agenzia Interregionale – l'ing. Cammarata intervenne per ricordare

le prime fasi decisionali e di progettazione dell'opera e l'impegno portato avanti per la sicurezza della città di Parma. Alla notizia della sua scomparsa il Comitato di indirizzo, il Direttore e tutto il personale Aipo – in particolare coloro che avevano collaborato con lui negli anni della sua Presidenza al Magispo – hanno espresso ai suoi familiari sentimenti di amicizia e di profondo cordoglio, ricordandone le alte doti umane e professionali.

**La Redazione
invita lettrici e lettori ad inviare
le loro foto relative ai corsi
d'acqua e agli ambienti fluviali
del bacino del Po.
Saranno pubblicate
citando l'autore.**

"Il Po in inverno" di Flavia Ferrari.



L'Agenzia Interregionale per il fiume Po

Aipo

Le sedi nel territorio

L'Aipo è un Ente strumentale delle Regioni Emilia-Romagna, Lombardia, Piemonte, Veneto, che la guidano attraverso un Comitato di indirizzo formato dai quattro Assessori regionali competenti in materia di difesa idrogeologica, uno dei quali svolge la funzione di Presidente. Ha personalità giuridica pubblica ed è dotata di autonomia amministrativa, organizzativa, contabile e patrimoniale. L'Aipo – istituita nel 2003, assumendo i compiti dell'ex Magistrato per il Po – svolge in particolare le seguenti funzioni, ai fini della sicurezza dei territori del bacino:

- programmazione operativa degli interventi
- progettazione e attuazione degli interventi
- gestione del servizio di piena
- istruttoria per il rilascio dei provvedimenti di concessione delle pertinenze idrauliche demaniali
- monitoraggio idrografico al fine di garantire l'unitarietà a scala del bacino idrografico.

Le principali attività dell'Aipo consistono nella progettazione ed esecuzione degli interventi sulle opere idrauliche di prima, seconda e terza categoria sull'intero bacino del Po e nei compiti Polizia Idraulica e Servizio di Piena sulle opere idrauliche di prima, seconda e terza categoria arginata.

Dal 1° gennaio 2007, l'Aipo ha inoltre assunto in avvalimento l'esercizio di funzioni e attività in materia di navigazione interna del sistema idroviario padano-veneto e di demanio fluviale dell'ex Azienda porti di Cremona e Mantova, in virtù di una convenzione triennale con la Regione Lombardia.

SEDE CENTRALE

PARMA

Via Garibaldi, 75
43100 Parma
Tel. 0521.7971
e-mail: segreteria@agenziapo.it
Segreteria Presidenza
e Comitato di indirizzo: 0521.797327
Segreteria Direttore: 0521.797320
Fax: 0521.797296
Ufficio stampa: 0521.797280
e-mail: sandro.campanini@agenziapo.it

UFFICI DECENTRATI

● TORINO

Via Pastrengo, 2/ter
10024 Moncalieri (TO)
Tel 011.642504 - Fax 011.645870
e-mail: ufficio-to@agenziapo.it

● ALESSANDRIA

Piazza Turati, 1
15100 Alessandria
Tel. 0131.254095 - 0131.266258
Fax 0131.260195
e-mail: ufficio-al@agenziapo.it

● MILANO

Piazzale Morandi, 1
20121 Milano
Tel. 02.777141 - Fax 02.77714222
e-mail: ufficio-mi@agenziapo.it

● PAVIA

Via Mentana, 55
27100 Pavia
Tel. 0382.303701 - 0382/303702
Fax 0382.26723
e-mail: ufficio-pv@agenziapo.it

● CREMONA

Via Carnevali, 7
26100 Cremona
Tel. 0372.458021 - Fax 0372.28334
e-mail: ufficio-cr@agenziapo.it

● MANTOVA

Vicolo Canove, 26
46100 Mantova
Tel. 0376.320461 - Fax 0376.320464
e-mail: ufficio-mn@agenziapo.it

● PIACENZA

Via S. Franca, 38
29100 Piacenza
Tel. 0523.385050 - Fax 0523.331613
e-mail: ufficio-pc@agenziapo.it

● PARMA

Via Garibaldi, 75
43100 Parma
Tel. 0521.797336-337
Fax 0521.797335
e-mail: ufficio-pr@agenziapo.it

● REGGIO EMILIA

Via Emilia S.Stefano, 25
42100 Reggio Emilia
Tel. 0522.433777-433951
Fax 0522.452095
e-mail: ufficio-re@agenziapo.it

● MODENA

Via Fonteraso, 15
41100 Modena
Tel. 059.235222 - 059.225244
Fax 059.220150
e-mail: ufficio-mo@agenziapo.it

● FERRARA

Corso Cavour, 77
44100 Ferrara
Tel. 0532.205575 - Fax 0532.248564
e-mail: ufficio-fe@agenziapo.it

● ROVIGO

Corso del Popolo, 129
45100 Rovigo
Tel. 0425.203111 - Fax 0425.422407
e-mail: ufficio-ro@agenziapo.it

UFFICIO GESTIONE NAVIGAZIONE LOMBARDA

Via Della Conca, 3
26100 Cremona
Tel. 0372.592011 - Fax 0372.592028

Unità Operativa di Cremona
Tel. 0372.35458 - Fax 0372.31442

Unità Operativa di Mantova
Via S. Leone, 43
Governolo di Roncoferraro (Mn)
Tel. 0376.668666 - 0376.669100
Fax 0376.668652

Informazioni sull'Aipo,
numeri telefonici interni,
ubicazione degli uffici,
gare d'appalto,
comunicati stampa,
aggiornamenti sul livello del Po
e molto altro sul sito internet

<http://www.agenziapo.it>