

iPo interazioni

previsione, gestione, informazione e responsabilità
negli eventi idrologici estremi

CONVEGNO

giovedì 18 ottobre 2012, ore 9.30 - 17.30

Centro Incontri Regione Piemonte
Torino, Corso Stati Uniti 23

iPo interazioni

previsione, gestione, informazione e responsabilità
negli eventi idrologici estremi

Prima sessione: La previsione

Stefano Tibaldi

DG Arpa Emilia-Romagna

Il sistema di allertamento nazionale - 1

- Il Sistema nazionale per la sorveglianza e l'allerta ha un'architettura di tipo distribuito, costituita dai Centri Funzionali statali e regionali, approvato con la Legge n. 267/1998, nella seduta del 15/01/2002.
- Il Nuovo assetto organizzativo è definito nella **Direttiva del P.C.M. del 27/02/2004**, "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile" che individua le procedure e disciplina i compiti e le funzioni del nuovo sistema d'allerta.

Il sistema di allertamento nazionale - 2

- Il **servizio di previsione e monitoraggio** degli eventi avviene tramite la rete dei **Centri Funzionali Regionali** con il concorso dei Centri di Competenza. La fase di previsione è articolata secondo tre macro-settori:
- 1) **previsione meteorologica**: assimilazione dei dati osservati e/o all'elaborazione della previsione
- circa la natura e l'intensità degli eventi meteorologici attesi;
- 2) **previsione degli effetti** che il manifestarsi di tali eventi dovrebbe determinare al suolo;
- 3) **valutazione del livello di criticità** complessivamente atteso nelle zone d'allerta, ottenuto anche confrontando le previsioni elaborate con i valori delle soglie adottate

La direttiva e il ruolo delle azioni di contrasto

- Le azioni di contrasto sono definite sulla base degli scenari di previsione.
- La Direttiva 27/2/2004 stabilisce le **responsabilità** disciplinando i compiti e le funzioni all'interno di un sistema d'allertamento nazionale distribuito.
- Stabilisce in maniera organica le **componenti che concorrono alla gestione di un evento** (previsione, presidio territoriale, governo delle piene) ed i collegamenti funzionali
- Sancisce il principio che l'attività di **previsione in tempo reale** concorre ad attivare preventivamente le azioni di preparazione alla gestione delle emergenze tra cui anche il presidio idraulico

I Bacini a carattere Inter-regionale

- Il sistema dei CF (nazionale e regionali) è efficiente nel rispondere alle criticità a scala regionale
- Problemi nel caso di situazioni di crisi a scala inter-regionale. Diversi soggetti operano nello stesso momento e gli ambiti di intervento possono sovrapporsi generando problemi nelle modalità di gestione del sistema di allertamento.
- Nel caso di corsi d'acqua di dichiarato carattere inter-regionale, è necessario che il sistema di governo delle piene sia garantito da una procedura condivisa che non alteri le funzioni e le competenze di Regioni e Province.
- Ai fini della unitaria gestione dell'evento all'interno del bacino idrografico è auspicabile quindi che gli strumenti di pianificazione dell'emergenza siano tra loro coordinati e non si verifichino inutili e dannose sovrapposizioni

L'Istituzione del Centro Previsionale per l'asta principale del fiume Po - 1

- La Dir. P.C.M. 27/02/2004 e il D.Lgs. 49/2010 stabiliscono che le Regioni, con il concorso, se del caso, del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale devono assolvere al governo delle piene.
- Nel caso del fiume Po, i soggetti deputati ad intervenire in caso di eventi di piena che coinvolgano i territori di più regioni sono il DPCN, l'AIPo, le strutture regionali attraverso i Centri Funzionali Decentrati e con il supporto dei Centri di Competenza e delle strutture regionali di Protezione Civile.
- Le Regioni, il DPCN, AIPo e AdbPo si sono impegnati negli ultimi anni per realizzare uno strumento modellistico condiviso che permetta un anticipo temporale adeguato per la definizione degli scenari e le conseguenti azioni di contrasto.
- Con uno specifico accordo, stipulato nel 2005, è stato realizzato un sistema di modellazione e previsione delle piene fluviali dell'asta principale del fiume Po integrato ai modelli previsionali dei Centri Funzionali regionali (sistema FEWS-PO)
- Creazione di una piattaforma informatica in grado di gestire più catene idrologico-idrauliche inizializzate da valori di precipitazione osservata e/o dati meteo previsti.

L'Istituzione del Centro Previsionale per l'asta principale del fiume Po - 2

- Il DPCN sta elaborando una proposta di direttiva recante “indirizzi operativi per l'istituzione dell'Unità di Comando e Controllo del bacino del fiume Po ai fini del governo delle piene” in base alla quale è prevista l'istituzione di un “Centro previsionale per l'asta principale del fiume PO” costituita dalla sede di Parma dell'AIPO ed in coordinamento con i Centri Funzionali di Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna e Valle d'Aosta, con il compito di assicurare il funzionamento di FEWS-PO attraverso il supporto operativo della struttura di ARPA SIMC Emilia-Romagna (Area Idrologia) di Parma in qualità di Centro di Competenza per la modellistica idrologica.
- Il Centro previsionale per l'asta principale del fiume Po valuta gli scenari d'evento di piena attesi e/o in atto per l'asta principale del fiume Po e si esprime sui livelli di criticità. In particolare, nel caso si evidenzia una situazione tale da determinare una criticità a scala di bacino, emette un “Bollettino di previsione di criticità idrometrica sul bacino del Po” che costituisce il documento tecnico di riferimento a supporto del governo delle piene.

La gestione dell'incertezza - 1

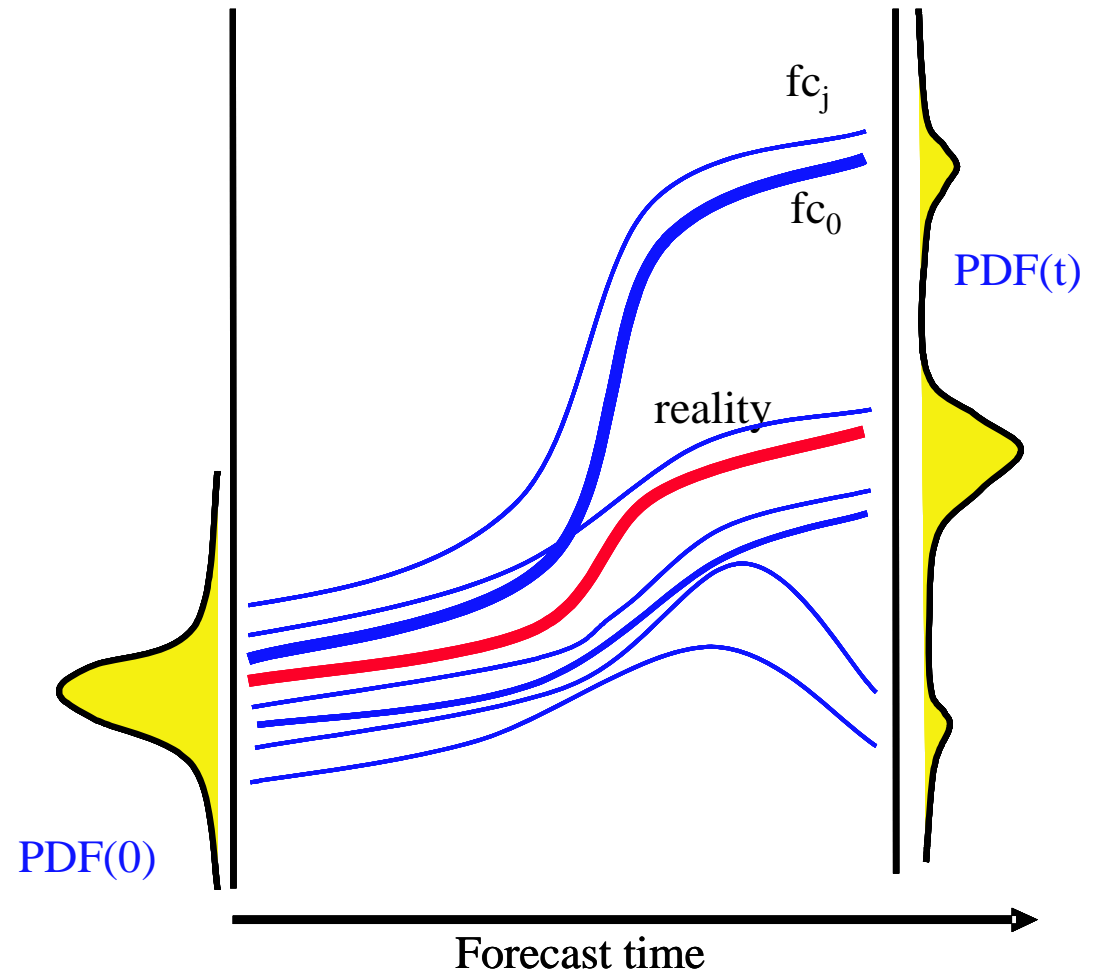
- Le misure non strutturali per la difesa dalle inondazioni si sono consolidate su bacini di diversa scala sia a livello Europeo che Internazionale.

Il nostro paese possiede un sistema di allertamento innovativo in Europa, caratterizzato da un decentramento dei sistemi di valutazione delle condizioni di rischio e che si fonda sulla rete dei Centri Funzionali

- Analogamente a quanto accade per il disegno delle infrastrutture idrauliche, anche per l'emissione di allerte idrometeorologiche c'è la possibilità di utilizzare stime in probabilità degli effetti dannosi. Tale procedura di stima deve integrare tra loro: a) l'incertezza insita nelle previsioni meteorologiche numeriche, b) la loro trasformazione nell'input ai modelli idrologici e, c) la modellazione della risposta di versante e d'asta.

Previsioni di Ensemble

- Approccio probabilistico
- Disponibilità di scenari alternativi
- Probabilità associate alle occorrenze di eventi specifici (superamenti di date soglie)



La gestione dell'incertezza - 2

- Cresciuta esperienza nel settore dell'accoppiamento di modelli idro e meteorologici.
- Crescente interesse per le ricadute operative legate al problema scientifico, piena coscienza della impossibilità di affrontare il problema dell'allertamento in termini solamente deterministici. Anche i decisori, destinatari finali dei risultati della catena previsionale, comprendono il valore di una previsione alla quale venga associata una misura dell'incertezza.
- Per le sezioni di asta principale di Po è necessario un utilizzo differenziale degli strumenti modellistici previsionali. Le previsioni idrologiche in probabilità, guidate da previsioni meteorologiche di ensemble, permettono di definire gli scenari di livelli e portate a medio termine (3-7 giorni) quantificandone l'incertezza predittiva
- Gli strumenti modellistici guidati da input deterministici (sia osservazioni che corse deterministiche di modelli meteorologici) forniscono la base per procedure e azioni di allertamento affette da una minore incertezza.
- I modelli idraulici di propagazione dell'onda di piena legati alle osservazioni idrometriche permettono una quantificazione, affetta da incertezza pressoché trascurabile, dei livelli idrometrici nelle sezioni di asta situate più a valle.

La gestione dell'incertezza - 3

- Il sistema di previsione delle piene dell'asta di Po realizzato da AIPO in collaborazione con ARPA-SIMC della Regione Emilia-Romagna e con i Centri Funzionali delle Regioni Piemonte, Lombardia, Valle D'Aosta e Veneto, è uno dei più avanzati a livello internazionale e costituisce uno strumento completo per supportare le strutture di Protezione Civile operanti sul bacino padano
- La disponibilità di previsioni di livelli e portate sul bacino del Po tramite questo sistema consente di ottenere informazioni ad ampio spettro riguardanti sia lo stato corrente del fiume nei tratti arginati (osservazioni idrometriche in telemisura, misure pluviometriche tramite centraline o misure da radar meteorologico) sia lo stato futuro in termini di deflussi in alveo (previsioni ottenute tramite il modello meteorologico ad Area Limitata COSMO-I7 e il sistema di previsioni di Ensemble COSMO-LEPS).

La gestione dell'incertezza - 4

- Uso di tre catene modellistiche idrologico-idrauliche: 1) MIKE 11 - NAM/HD, 2) HEC – HMS/RAS e 3) Topkapi/SOBEK.
- La metodologia presentata nelle "Linee guida per l'utilizzo del sistema di modellistica idrologico - idraulica per la previsione e il controllo delle piene fluviali dell'asta principale di Po" può essere applicata a ciascuna di queste tre catene, o alla singola catena che, a valle di una fase di valutazione delle prestazioni previsionali, si ritenga più adatta per l'utilizzo operativo.
- L'utilizzo della catena modellistica suggerito nelle "Linee guida" utilizza l'approccio della “macchina a stati” basato sui tre stati di Previsione, Vigilanza e Monitoraggio. In questo approccio sono definiti i passaggi di stato, le modalità di controllo e l'utilizzo del sistema in funzione delle incertezze previsionali, in funzione dei valori delle variabili idrometeorologiche osservate e previste e in funzione dei tempi di risposta caratteristici delle sezioni rappresentative per i tratti in esame.
- Un tale approccio suggerisce l'utilizzo di differenti output modellistici in funzione dell'orizzonte previsionale e delle incertezze insite nella procedura di previsione stessa

La gestione dell'incertezza - 5

- I tre stati del sistema, **Previsione, Vigilanza e Monitoraggio**
- Nelle tre fasi utilizzate in questo schema l'incertezza associata alla previsione diminuisce passando dallo stato Previsione a quello di Vigilanza e fino a quello di Monitoraggio caratterizzato dai livelli più bassi di incertezza.
- Nello stato di “**Previsione**” il decisore ha la possibilità di conoscere gli scenari a lungo termine dati dagli output probabilistici valutati con la loro incertezza. La quantificazione di questa incertezza deriva dall'utilizzo delle previsioni meteorologiche probabilistiche di ensemble. Questi scenari hanno un orizzonte temporale dell'ordine dei 3-7 giorni per le sezioni in asta principale di Po.

La gestione dell'incertezza - 6

- A causa dell'elevata incertezza e del lungo orizzonte temporale, nella fase di **previsione** non è possibile prefigurare azioni dirette di allertamento, ma SOLO SUGGERIRE la messa in atto di azioni di preavviso per le strutture tecniche deputate al presidio territoriale.
- Il secondo stato del sistema, quello di **Vigilanza**, utilizza gli output del sistema modellistico guidato dalle precipitazioni osservate. In questo caso il livello di incertezza nella previsione è dovuto alla parte di incertezza insita SOLO nella modellazione idrologico-idraulica. Le uscite modellistiche utilizzate in questa fase, caratterizzate da minore incertezza, sono valide su orizzonti temporali dell'ordine di 1-3 giorni. Esse costituiscono un valido supporto per procedure di allertamento a livello di bacino. Visto l'orizzonte temporale caratteristico di queste previsioni e l'incertezza relativamente contenuta, da esse possono essere fatte discendere tempestive (ossia con un anticipo di almeno 12-24 ore) azioni di allertamento delle amministrazioni locali e della popolazione

La gestione dell'incertezza - 7

- La fase di **Monitoraggio** è il terzo stato del sistema, guidato dalle osservazioni idrometriche. In questo stato, caratterizzato da una incertezza minima, dipendente solo dal modello di propagazione dell'onda di piena utilizzato, sono “previsti” i livelli e le portate nelle principali sezioni di interesse dell'asta principale di Po. L'informazione ottenibile in questa fase permette di gestire la piena. Problema: talvolta i tempi sono troppo limitati per poter costituire la base di procedure di allertamento alla popolazione.
- Il sistema modellistico, attraverso l'utilizzo di tutti gli output previsionali disponibili, consente ai decisori di valutare con adeguato anticipo le possibili condizioni di criticità riguardanti l'asta principale di Po.
- Si passa da una previsione incerta a medio lungo termine che permette di mettere in atto procedure di preavviso delle strutture tecniche deputate al presidio territoriale, a previsioni di incertezza inferiore seppure non trascurabili sulle quali poter basare l'allerta fino al monitoraggio e alla piena gestione della piena

Le cose da fare (1)

- Predisporre il sistema previsionale meteo-idro in modo da produrre regolarmente "Previsioni in probabilità" (nel senso di probabilità di superamenti di date soglie meteopluviometriche e idrauliche) correggendo su base empirico-statistica, e per quanto possibile, gli errori sistematici che alterano le distribuzioni di probabilità degli osservabili previsti e quindi la loro affidabilità e credibilità.

Le cose da fare (2)

- Formulare i piani di intervento di protezione civile in termini di stati del sistema e relative transizioni tra stati determinati in modo oggettivo e non ambiguo dai risultati quantitativi di monitoraggi e previsioni (fact-based decision making). Per fare ciò è indispensabile realizzare studi/indagini costo-beneficio dei vari scenari di intervento. Tali studi/ indagini devono prevedere forti interazioni e percorsi comuni tra chi sviluppa e chi usa gli strumenti di monitoraggio e previsione, chi sviluppa e chi utilizza gli strumenti di ausilio alle decisioni, chi realizza e chi mette in opera i piani di intervento.

Le cose da fare (3)

- Aumentare l'accettazione e quindi la capacità di utilizzo reale da parte dei decisori finali di "Previsioni in probabilità" attraverso interventi di vera e propria formazione culturale e professionale mediante appositi e mirati percorsi di apprendimento e aggiornamento continui del personale preposto allo sviluppo e alla gestione dei sistemi di previsione, allertamento e intervento e percorsi di comunicazione e formazione alla popolazione soggetta al rischio.

Le cose da fare (4)


- Potenziare la struttura tecnica di AIPO garantendo allo stesso tempo la manutenzione ordinaria ed evolutiva del sistema di monitoraggio osservativo e del sistema modellistico-previsionale (Domanda: quanto costa, forse troppo? Seconda domanda: quanto costerà quando tuonerà il cannone e non sarà stato fatto? Costo del non fare!)

Le cose da fare (5)

- Realizzare l'unità di Comando e Controllo con annesso Centro Previsionale per l'asta del Po: non costa praticamente nulla (che non è poco in tempi di spending review), è un organo che prende decisioni sulla base di fatti e conoscenze tecniche (e quindi dovrebbe piacere ad un governo di tecnici, o no?) e sinceramente non si capisce bene perchè non sia stata ancora realizzata a otto anni dalla sua formalizzazione nel testo della Direttiva.

Le cose da fare (6)

- Ma ancor di più: promuovere ogni azione che porti alla massima possibile integrazione operativa tra personale tecnico delle Regioni, di AIPO e del DPCN al fine di garantire una capacità di gestione ottimale delle situazioni di crisi, prevedendo periodiche e realistiche simulazioni ed esercitazioni.



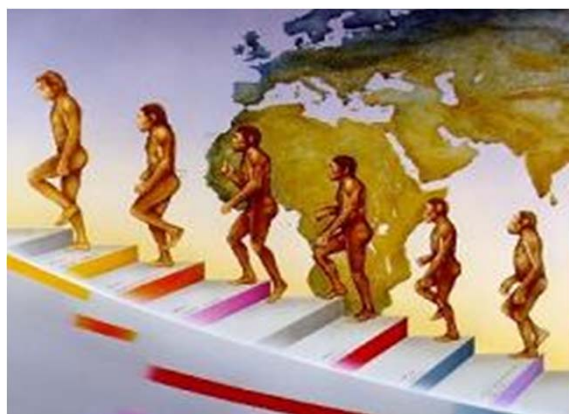
Direi che di cose da fare per
oggi ne abbiamo già
abbastanza, quindi
grazie per l'attenzione

LE ATTIVITÀ DA SVILUPPARE

- Uso delle “Previsioni in probabilità”
- Aggiornamenti professionali: Il “previsore idrologo” dall’università alla pratica
- Formazione interdisciplinare con un linguaggio condiviso tra tecnici e decisori

SERVIZIO METEOROLOGICO NAZIONALE DISTRIBUITO

Il Servizio Meteorologico Nazionale Distribuito è di imminente costituzione, così come previsto dal D.Lgs .112/1998 (Bassanini), allo scopo sostanziare e consolidare l'esistenza di una rete nazionale di servizi meteorologici, formata dai servizi regionali e dalle strutture nazionali, che opera già da diversi anni sul territorio italiano, configurandosi come un sistema meteorologico nazionale federato.



Opportuno aggiungere una componente idro-geologica ?

L'aggiornamento delle competenze del sistema meteorologico nazionale distribuito, allargandole anche al settore idrologico e geologico, garantirebbe risultati più rapidi e immediatamente utilizzabili nella prevenzione dei dissesti idrogeologici, risolvendo le attuali inefficienze organizzative e gestionali.

Le piene del PO: aspetti rilevanti - 1

- Il bacino del Po è caratterizzato da una complessa configurazione orografica ed idrografica
- Da considerare i contributi dei corsi d'acqua alpini e collinari (Piemonte), alpini regimati da laghi (Lombardia) e appenninici (Emilia) che presentano regimi idrologici distinti.
- Da considerare anche la variabilità del sistema climatico e le modifiche d'uso del suolo e delle risorse idriche.
- Le piene riguardanti il reticolo principale e l'asta del Po derivano da molteplici elementi in relazione alle precipitazioni, allo stato dei bacini, ai tributari, all'asta principale, al delta ed alle infrastrutture.
- I sistemi meteorologici di scala sub-sinottica sono i fattori più influenti nell'innesco delle piene.

Le piene del PO: aspetti rilevanti - 2

- Lo stato di saturazione dei bacini influenza sia i volumi di afflusso che i tempi di corrivazione;
- Vanno tenute in considerazione anche le condizioni del manto nevoso
- Il decorso delle piene lungo il Po è connesso alla diversa distribuzione spazio-temporale dei deflussi provenienti dai tributari.
- A loro volta, il riempimento dei tributari principali influisce sulla laminazione e sui tempi di traslazione dei colmi. La sincronizzazione dei picchi sugli affluenti provoca effetti sull'asta principale
- Onde di piena transitanti nei tributari che singolarmente non presentano caratteri di eccezionalità possono produrre onde di piena eccezionali, se risulta alto il numero di affluenti coinvolti, se è alta sincronizzazione dei picchi e se verso valle si incontrano condizioni di riempimento importanti.
-
- L'effetto del grado di riempimento è importante anche sull'asta principale, dove si osserva un notevole diversificazione delle sezioni idrauliche. con

Le diverse tipologie di piena - 1

- *Primo tipo (piemontese)*: contributo di Sesia, Tanaro e Ticino, cui si associano anche i tributari dell'arco alpino occidentale e talora, con deflussi più modesti, anche alcuni corsi d'acqua dell'Appennino Pavese (Staffora e Scuropasso). Il settore di bacino coinvolto è quello occidentale o centro-occidentale. Rientrano in questo tipo gli eventi del 1705, 1755, 1857, 1907, 1994 e 2000 tutti avvenuti nella stagione autunnale
- *Secondo tipo (lombardo)*: contributo di Ticino, Lambro, Adda e Oglio; il bacino coinvolto è quello centrale, percorso dagli emissari lacustri lombardi. Sono assegnabili a questa tipologia le piene del 1807, 1812 e 1868 (autunnali)
- *Terzo tipo (piemontese-lombardo)*: contributi di Sesia e Tanaro, con portate elevate per gli apporti straordinari di Belbo, Bormida e Orba, e dagli apporti notevoli di Adda e Oglio, poco inferiori ai livelli massimi. Si possono associare talvolta i tributari piemontesi (Scrivia o Dora Baltea) e altri corsi d'acqua lombardi (Olona e Lambro). Saltuariamente sono presenti moderati contributi da singoli corsi d'acqua appenninici emiliani. Ricadono in questo scenario le piene del 1801, del 1917 e del 1926 (autunnali e primaverili)

Le diverse tipologie di piena - 2

- *Quarto tipo (intero bacino padano):* Contribuiscono alla piena un numero elevato di corsi d'acqua del sistema idrografico padano: il contributo iniziale perviene dagli affluenti del settore occidentale (Sesia e Tanaro). Più a valle, in sinistra di Po, contributi da Olona e Lambro, a cui si associano Adda e dell'Oglio; tra i corsi d'acqua del versante appenninico è importante l'apporto dei tributari dal Parma al Panaro e, meno spesso, dei torrenti dell'Oltrepò Pavese e del Piacentino. Rappresentativi di questo tipo gli eventi del 1839, del 1872, del 1879 e del 1951 (quasi tutti autunnali).
- Gli eventi più recenti.
 - Ottobre 2000: interessati i principali corsi d'acqua del reticolo idrografico piemontese (Dora Baltea, Dora Riparia e Sesia) e lombardo occidentale
 - Autunno 2002: interessati i bacini lombardi con aggiunta dei bacini di Orba e Scrivia , Trebbia e Nure e con minore intensità, poi Tanaro-Bormida e Sesia.
 - Novembre 2011: esclusivo apporto degli affluenti piemontesi del torinese (Pellice, Chisola, Varaita, Stura di Lanzo, Banna,...) del cuneese (Stura di Demonte) e dell'alessandrino (alto Tanaro, Scrivia, Orba, Bormida)

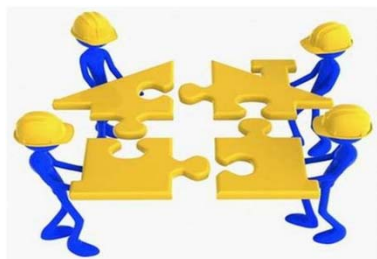
REALIZZARE UN SISTEMA EFFICIENTE DI MONITORAGGIO E PREVISIONE



Non deve costare troppo, non rispetto al costo dei danni che potrebbe farci risparmiare, ma rispetto al risparmio complessivo percepito da chi ha veramente il potere di decidere la realizzazione.



Occorre ottimizzare e valorizzare le competenze e le risorse economiche e umane esistenti presso gli enti in funzione degli obiettivi



Le caratteristiche di interfunzionalità e multifunzionalità di un servizio di monitoraggio e previsione possono già trovare adeguata risposta attraverso il coordinamento di strutture nazionali e regionali esistenti e funzionanti.

MONITORAGGIO E PREVISIONE

LA MODELLISTICA PREVISIONALE DEL PO

PRECIPITAZIONI
TEMPERATURE
LIVELLI/PORTATE

Osservati/Telemisura

MODELLI
METEOROLOGICI

LM/Ensemble

Il sistema integrato è stato realizzato con le seguenti caratteristiche:

-fornire le informazioni relative all'insorgenza ed evoluzione del rischio idrogeologico ed idraulico, legate al manifestarsi di eventi meteoidrologici particolarmente intensi tali da generare situazioni di dissesto per il territorio nonché di pericolosità per la popolazione

VALIDAZIONE, INTERPOLAZIONE
E TRASFORMAZIONE DATI

Prima catena

Seconda catena

Terza catena

Catena configurabile
dall'utente

- avere caratteristiche di interfunzionalità e multifunzionalità per poter servire altrettanto bene le necessità della pianificazione di bacino e della programmazione in materia di difesa del suolo e di gestione delle risorse idriche.



I Bollettini di previsione e di monitoraggio della criticità idrometrica sul bacino del Po - 1

- La procedura prevede un confronto verso le ore 12.00 tra i diversi centri funzionali ed AIPO per l'elaborazione di un "bollettino di previsione di criticità idrometrica sul bacino del fiume Po".
- L'emissione di tale bollettino è prevista per le ore 13.00 e riporta le previsioni meteo sinottiche per l'intero bacino elaborate dal settore meteo del CFC del DPCN e, per ciascuna sezione di riferimento sull'asta di Po, il livello di criticità e lo scenario di-evento atteso per le successive 24 e 48 ore.
- In corso d'evento, a seguito del superamento osservato dei livelli di criticità su una delle sezioni di riferimento sull'asta di Po, oltre al bollettino di previsione (emesso ogni giorno alle ore 13.00 per tutta la durata dell'evento) si attiva un ulteriore confronto tra i Centri Funzionali, l'Area Idrologia di ARPA SIMC, ed AIPO per l'elaborazione di un "bollettino di previsione di criticità per il bacino del fiume Po", che contiene elementi idro-pluviometrici sugli affluenti, la previsione di criticità a +24, +36 e +48 sulle sezioni di riferimento dell'asta di Po;
- In base all'evoluzione dei fenomeni, il bollettino di monitoraggio viene emesso alle ore 18.00 con eventuale aggiornamento alle ore 9.00 del mattino successivo.

I Bollettini di previsione e di monitoraggio della criticità idrometrica sul bacino del Po - 2

CRITICITA'

- Formalizzare le procedure di emissione dei diversi bollettini
- Potenziare la struttura “tecnica” di AIPO aumentando la consistenza di organico
- raccordare le soglie idrometriche adottate nel sistema di allertamento e i livelli di guardia utilizzati da AIPO per il servizio di piena;
- Definire contenuti tecnici uniformi per le comunicazioni verso gli organi di stampa;

Monitoraggio e previsione delle piene del fiume PO

Accordo Nazionale e Interregionale tra Pubbliche Amministrazioni

DPCN

AdBPo

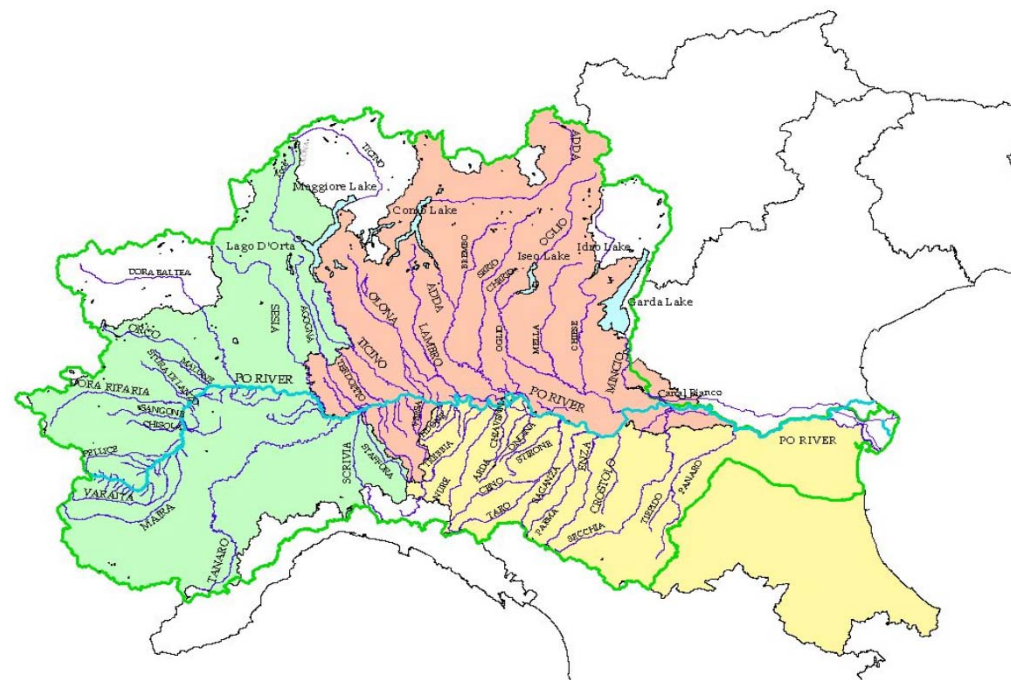
AIPO

Regione Emilia- RomagnaLombardia Region

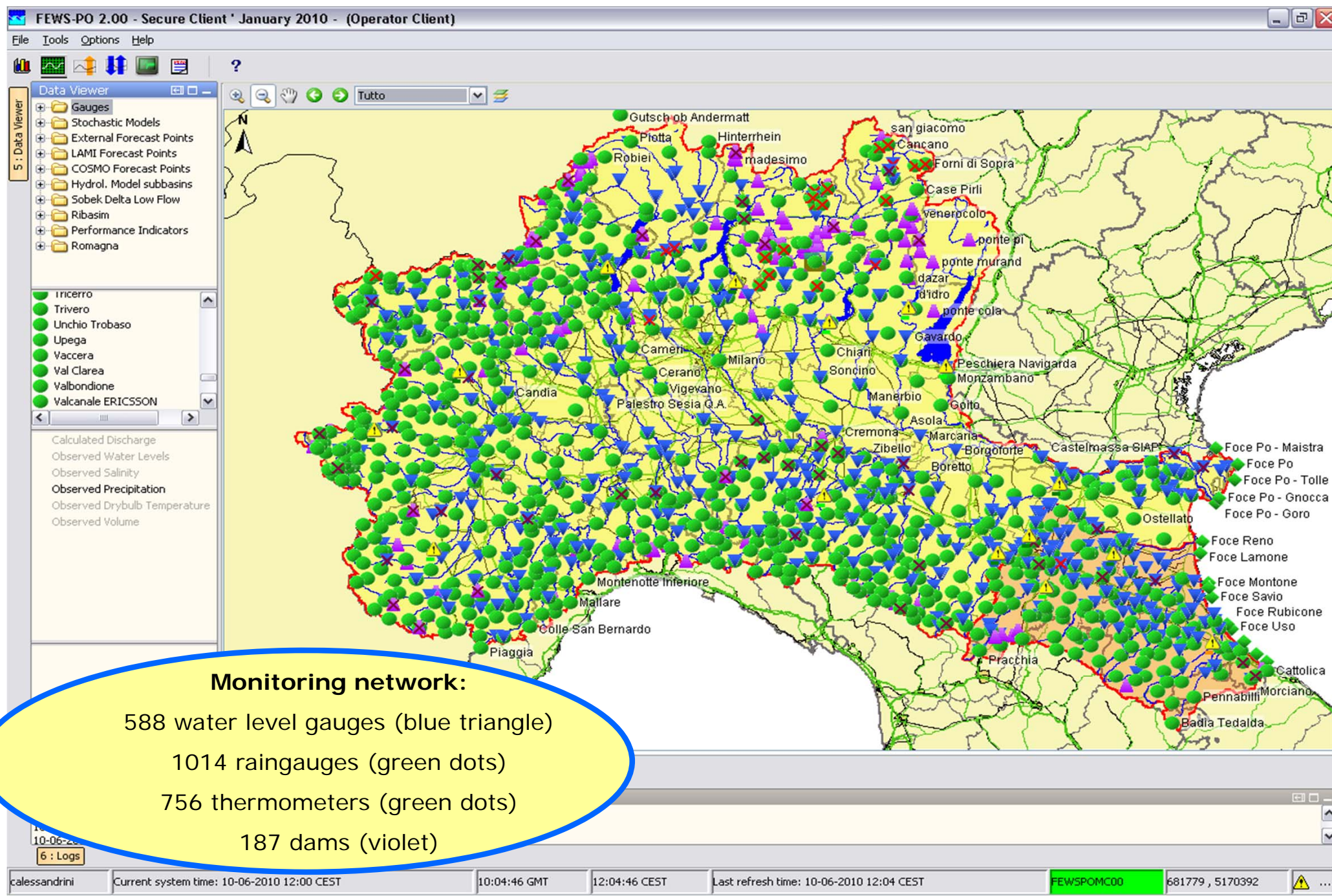
Regione Piemonte

Regione Autonoma Valle d'Aosta

Regione Veneto



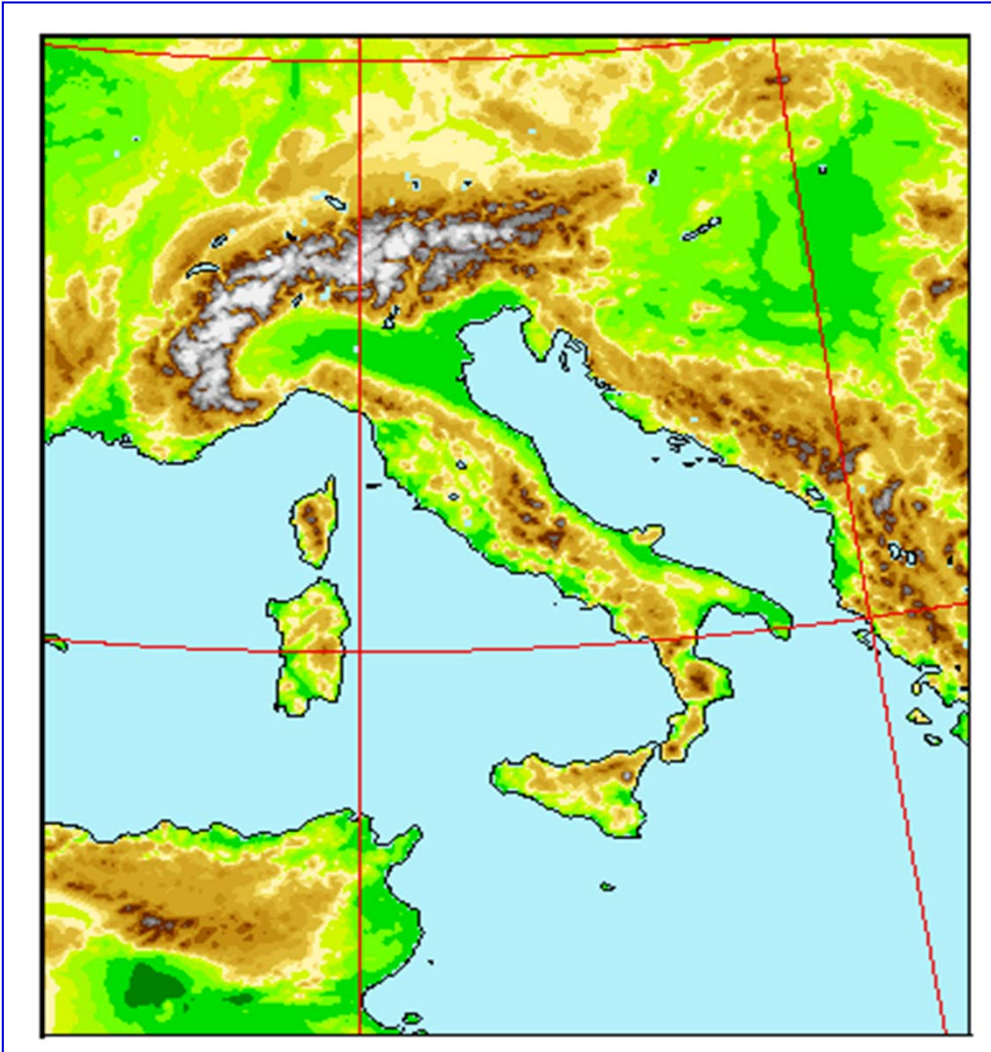
SISTEMA DI MONITORAGGIO AL SUOLO IN TEMPO REALE



Input Meteorologico: I Sistemi RADAR



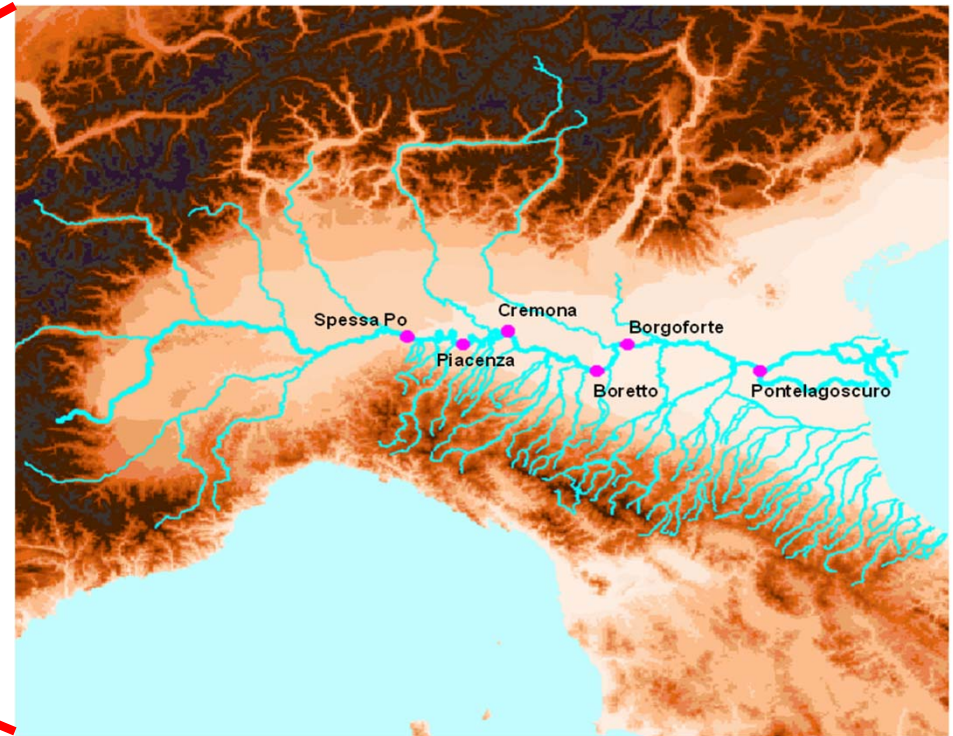
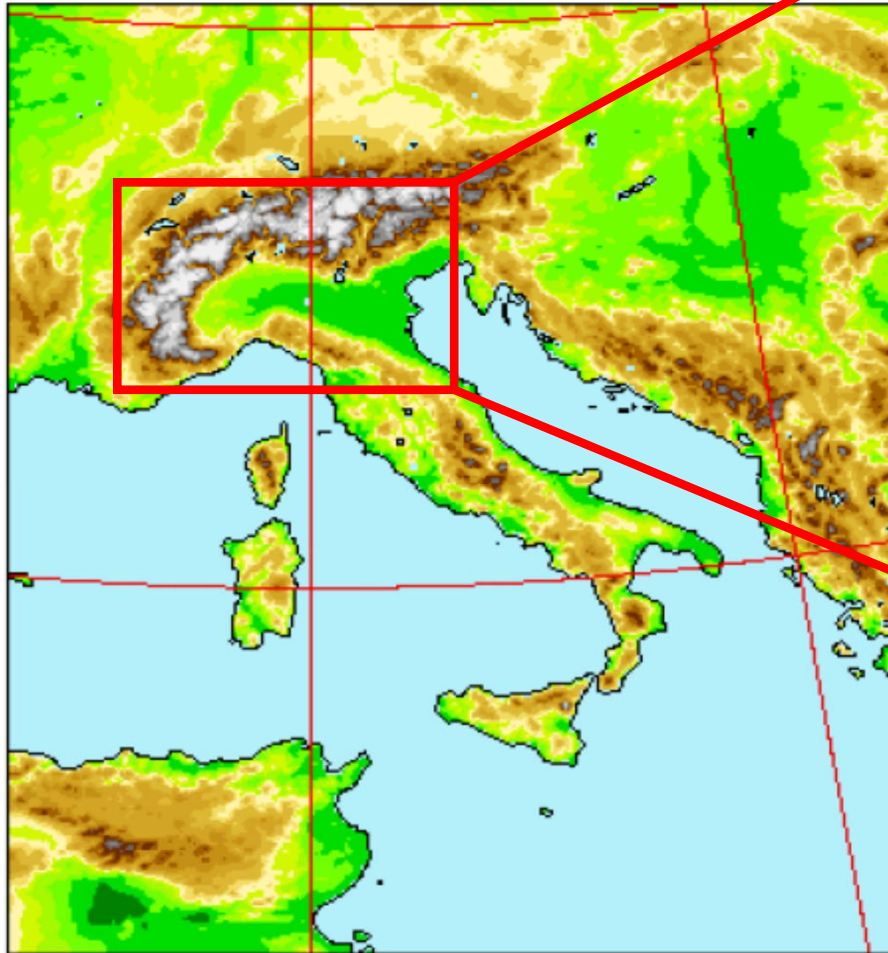
L'INPUT METEOROLOGICO: IL SISTEMA COSMO-LAMI



- COSMO-LAMI: DUE VOLTE AL GIORNO (00UTC e 12UTC) per **72 hours** con risoluzione spaziale di 7 km e 40 livelli verticali
- Le **boundary conditions** per COSMO-LAMI fornite dal modello globale IFS di ECMWF ogni ora

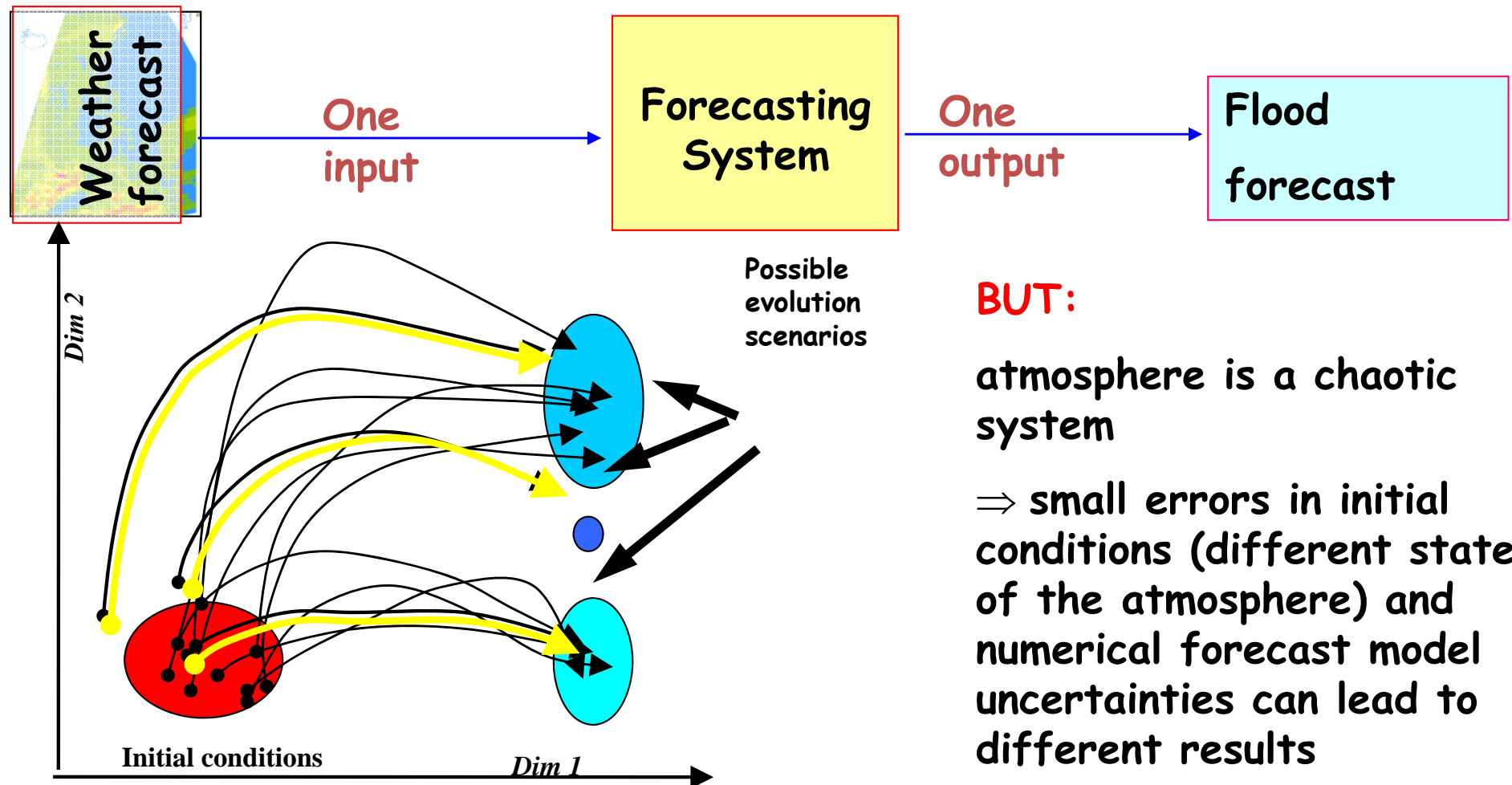
La previsione meteorologica

COSMO-I7 Spatial Domain



- Initial and Boundary conditions from ECMWF IFS;
- 2 runs by day at 00 and 12 UTC;
- 3 forecasting days (72 hours);
- Horizontal resolution of about 7 km;
- 40 vertical levels;

Il sistema di previsione probabilistico



BUT:

atmosphere is a chaotic system

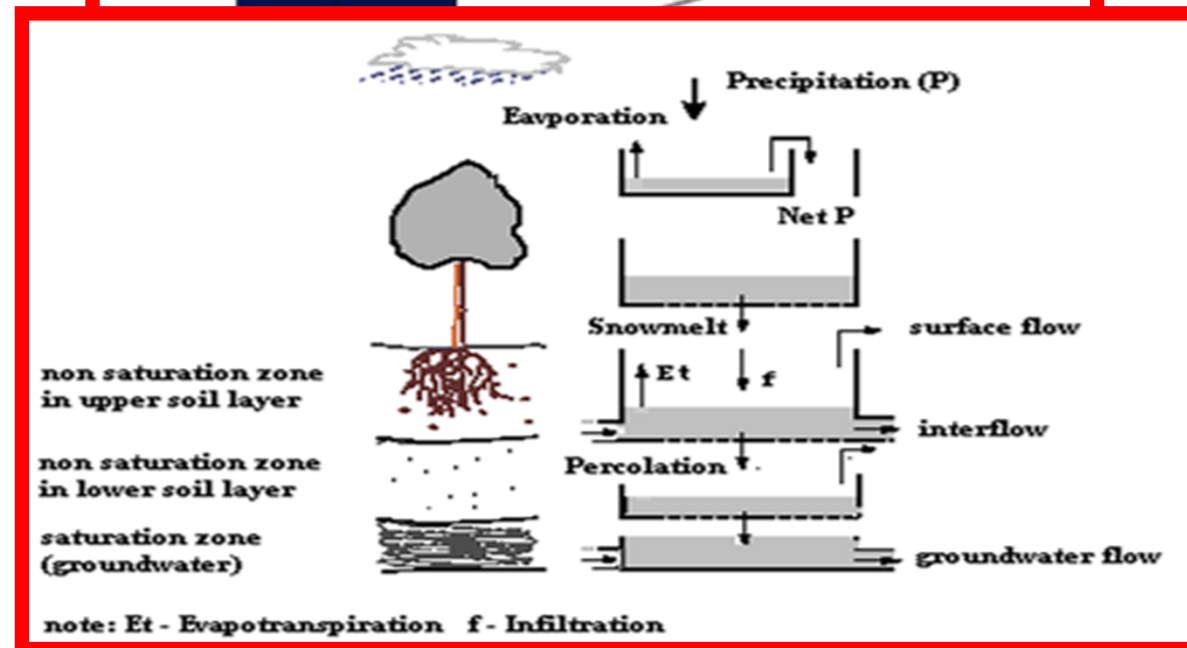
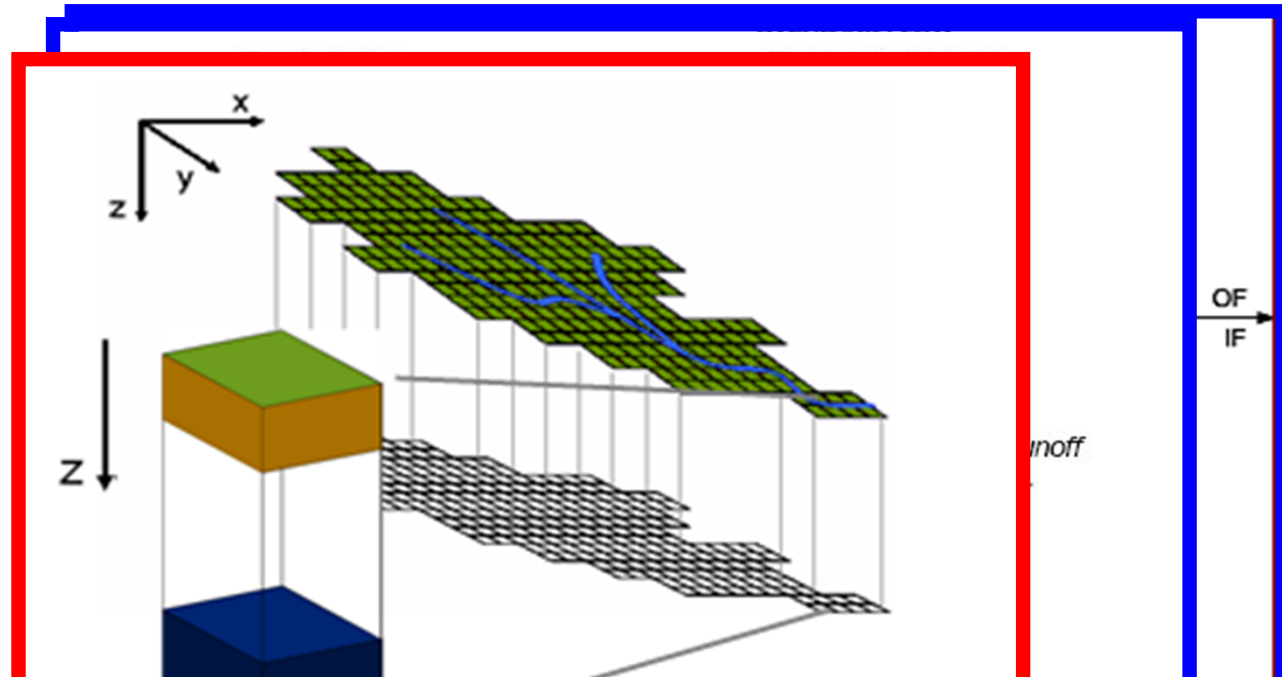
⇒ small errors in initial conditions (different states of the atmosphere) and numerical forecast model uncertainties can lead to different results

I modelli Idrologici

- **MIKE11-NAM**
(conceptual lumped)

- **HEC-HMS**
(Conceptual/empirical
lumped/distributed)

- **TOPKAPI**
(Physically based,
distributed)



I modelli idraulici

- MIKE11-HD
- HEC-RAS
- SOBEK

