

La Cooperazione al cuore del Mediterraneo



Programma cofinanziato per la Francia Europea da Sviluppo Regionale
Programma cofinanziato con il Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale

MARITTIMO - IT ER - MARITIME
INNOVATION - COOPERATION - GROWTH



La modellistica ambientale sostiene i processi di previsione e gestione, consente di ottimizzare le conoscenze e razionalizzare le risorse: è un aspetto qualificante del lavoro delle Agenzie, il futuro oggi.

Simulazioni affidabili, ottenute da algoritmi sempre più sofisticati, e condizioni al contorno puntuali, rilevate dalle reti di monitoraggio, permettono un'azione più efficace e un'ottimale gestione del territorio, anche durante le emergenze.

"Simulare conviene" presenta le eccellenze del Sistema delle Agenzie per l'Ambiente nel campo della modellistica: al mattino la plenaria con l'illustrazione delle potenzialità e l'analisi dei vantaggi; al pomeriggio le sessioni tematiche sui modelli già utilizzati: meteo, correnti marine e moto ondoso, dispersione di inquinanti in aria e acqua, rumore, fragilità del territorio.

SIMULARE CONVIENE!

I modelli ambientali strumento di previsione e pianificazione

Genova, mercoledì 22/05/2013

Villa Bombrini - Via Ludovico Antonio Muratori, 5

Modellistica idrologica operativa in Emilia-Romagna



Servizio
Idro
Meteo
Clima

ARPA Emilia-Romagna – SIMC - Area Idrologia
Via Garibaldi, 75 – 43100 PARMA

Simulare conviene!

Simulare e prevedere le piene di Po e affluenti, oltre che cercare di rispondere all'obiettivo di diminuire danni e costi di gestione dell'emergenza con azioni non strutturali, ha permesso anche di conseguire "economie di scala" in vari ambiti, quali ad esempio:

- *Messa a sistema e condivisione di dati di rilievo di Po e affluenti, prima in possesso di varie amministrazioni e ora confluite in un database appositamente sviluppato (fase I del progetto) e successivamente nel sistema di previsione*
- *La modellistica Mike11 del Piemonte, già disponibile prima dell'avvio del progetto, è stata recepita nel sistema FEWSPo dopo opportuno aggiornamento in base ai nuovi rilievi disponibili*
-

Simulare conviene! (2)

Condivisione di tecnologie, metodologie e conoscenze

- *Il sistema FEWSPO (espressamente citato nel recente decreto di istituzione dell'UCC) si è dimostrato un buon sistema per la condivisione di una piattaforma unica di gestione della modellistica (numerica e stocastica) sull'intero bacino del Po*
- *La recente firma dell'accordo interregionale per la gestione e manutenzione evolutiva del sistema FEWSPO rappresenta un esempio virtuoso di condivisione di costi e ottimizzazione di risorse.*

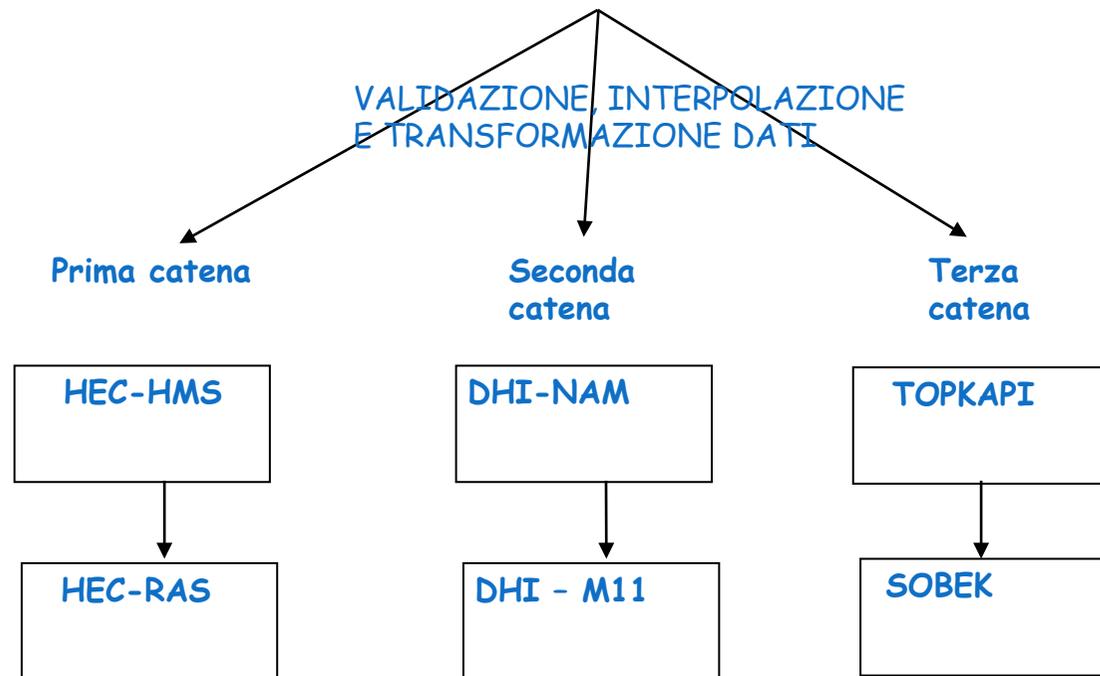
Le catene modellistiche

PRECIPITAZIONI
TEMPERATURE
LIVELLI/PORTATE

Osservati/Telemisura

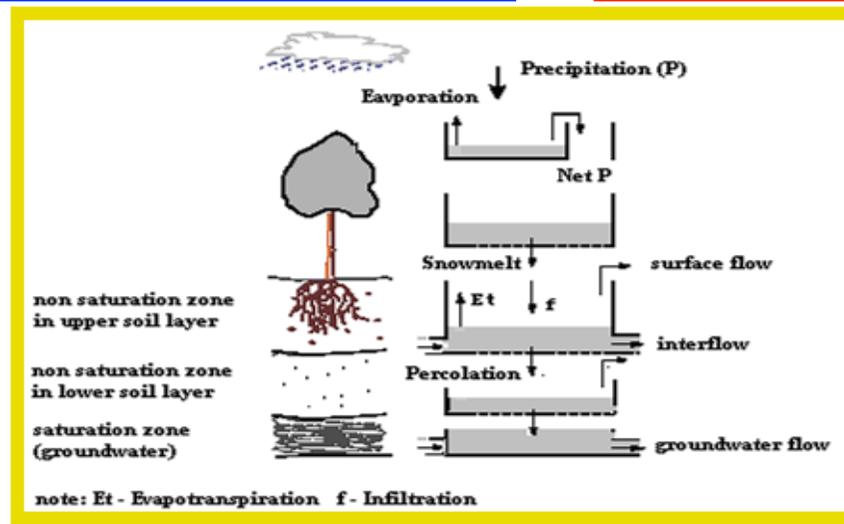
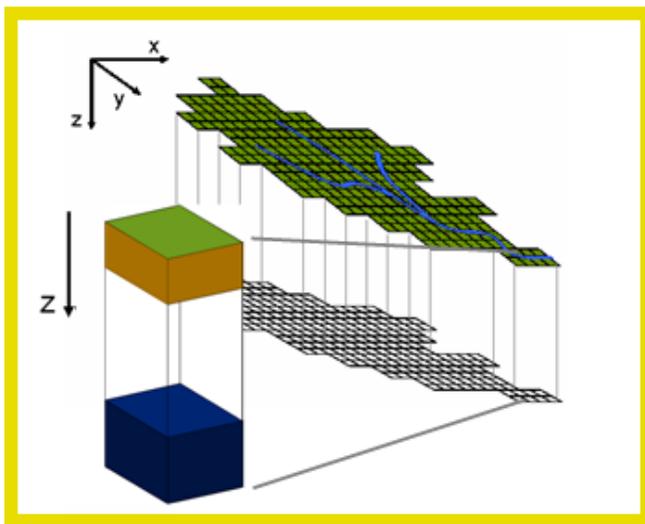
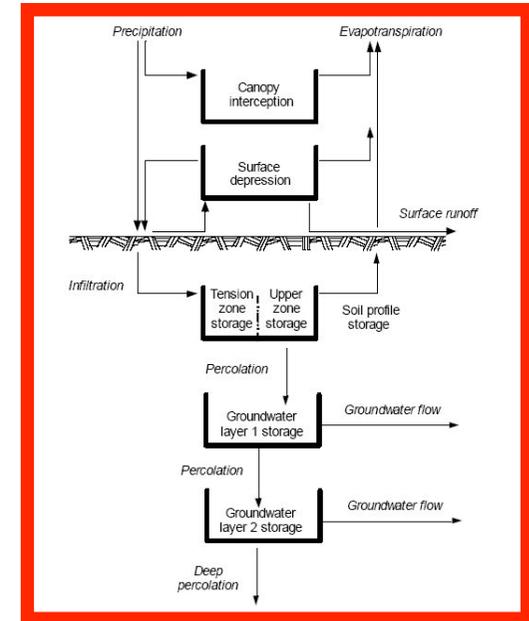
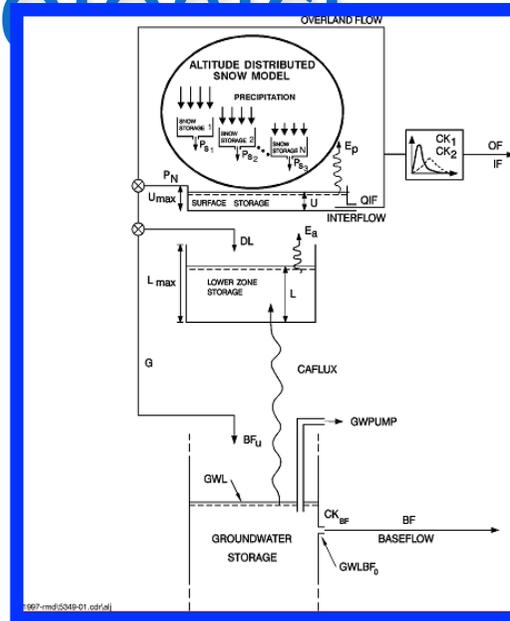
MODELLI
METEOROLOGICI

LM/Ensemble



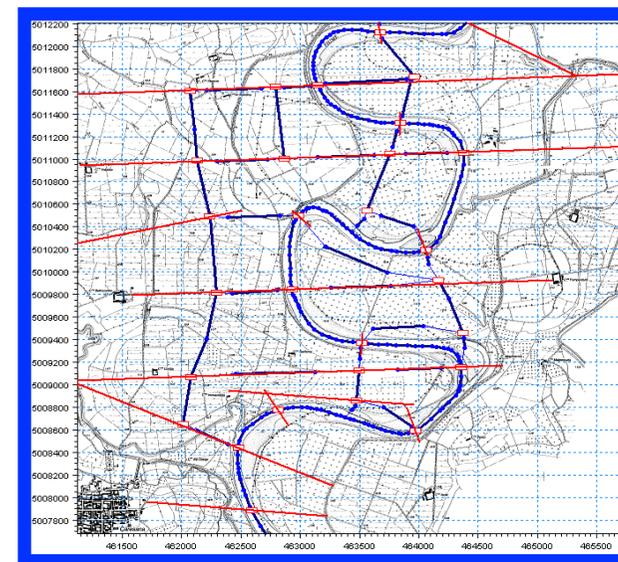
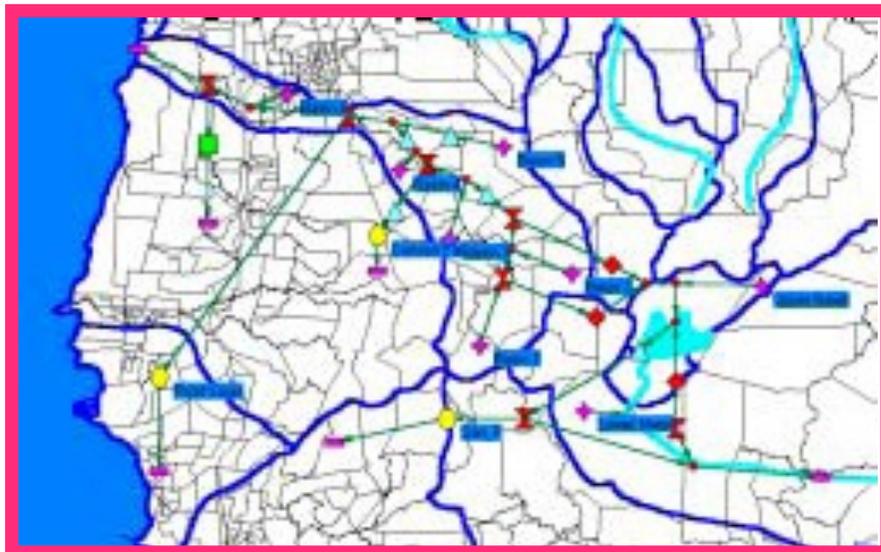
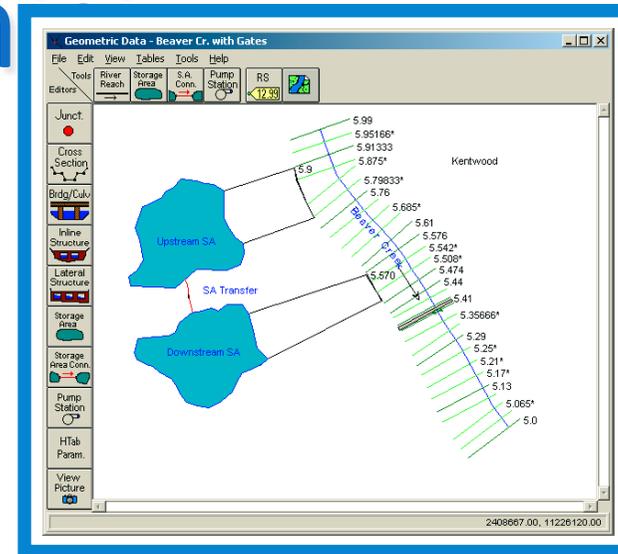
I modelli idrologici

- HEC – HMS
- DHI – NAM
- TOPKAPI



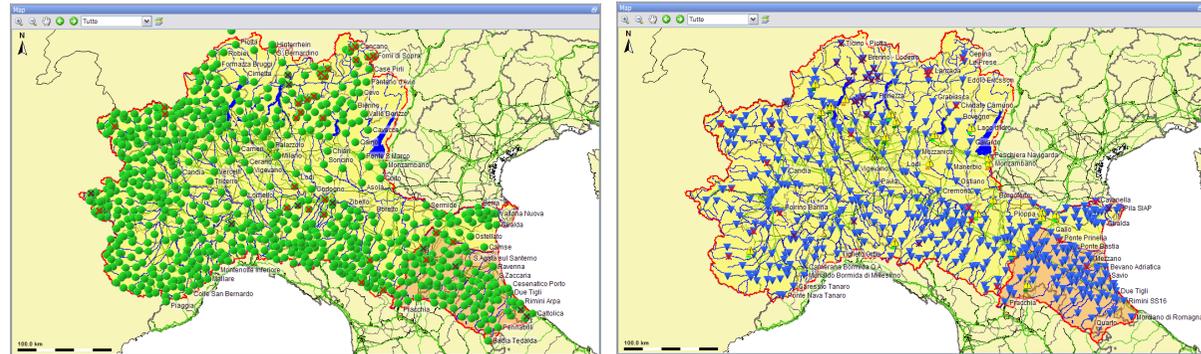
I modelli idrodinamici

- HEC – RAS
- DHI – MI1
- Delf Hydraulics - Sobek



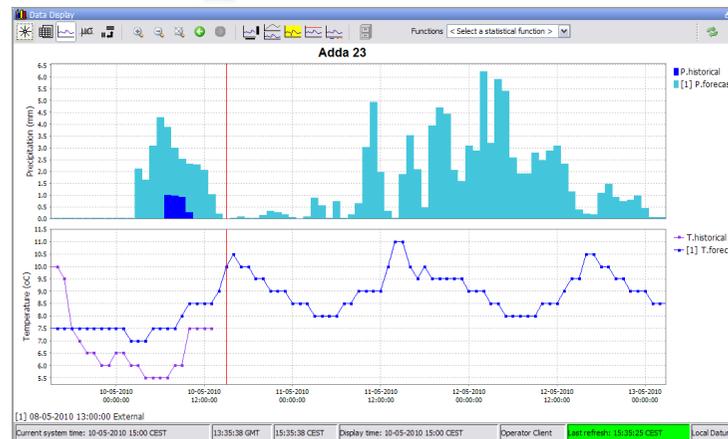
Dati in telemetria

- Piogge
- Temperature
- Livelli



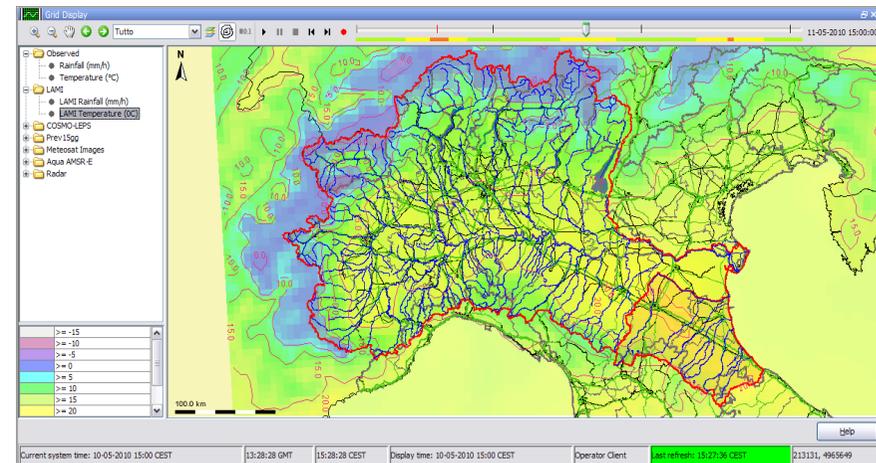
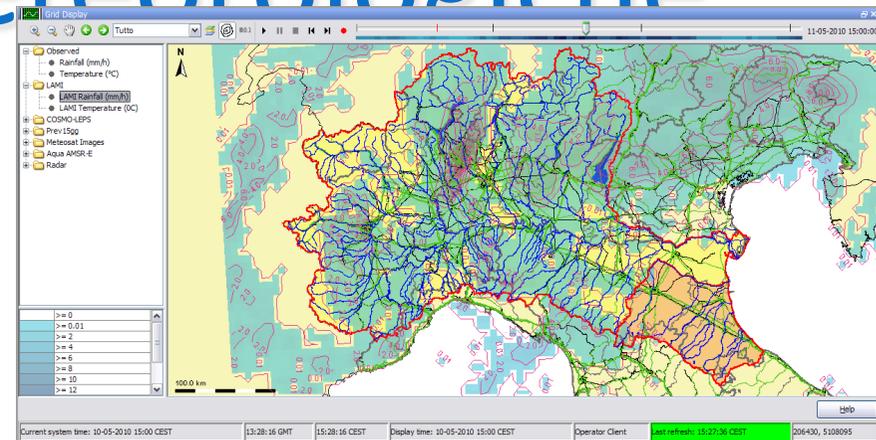
Dati previsionali

- Piogge
- Temperature
- Livelli



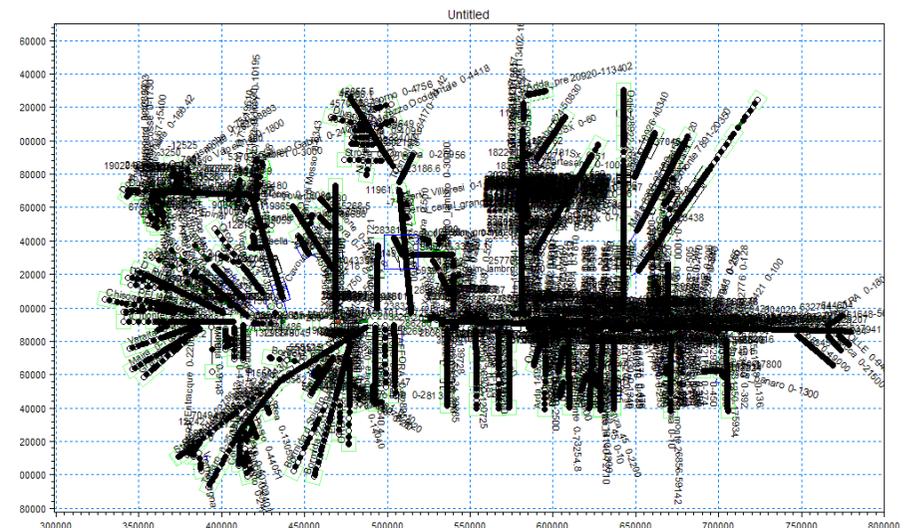
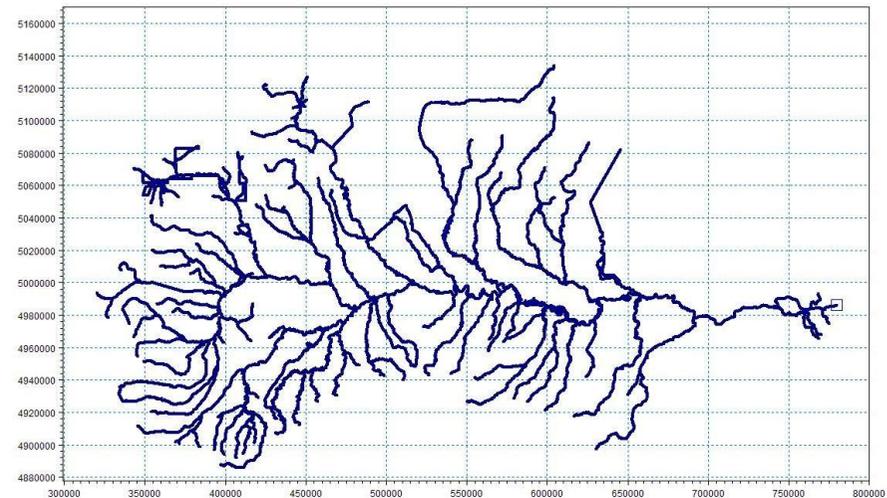
Le previsioni meteorologiche

- COSMOI₇
- COSMO (ensemble)
- COSMOI₂
- RUC



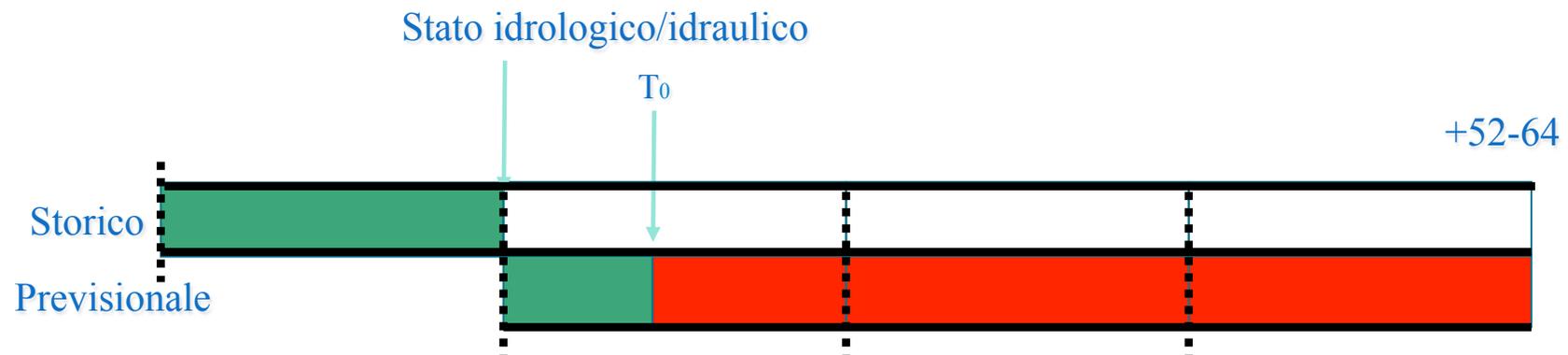
Modello Po: alcuni numeri

- ~400 bacini idrologici
- ~400 rami
- ~120 corsi d'acqua
- ~250 strutture
- ~50 control structure
- ~11380 sezioni



La catena previsionale

- Run storico (1 al giorno)
- Run previsionale (ogni 180 min)



La catena previsionale

Time (hours)		6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	
Meteorological modelling	LEPS/LM Det																					
	COSMO I7																					
	COSMO I2																					
	RUC																					
														Hydrological/hydraulic modelling								
														Mike NAM-HD11								
														Hec HMS-RAS								
														Topkapi Sobek								

16 scenari LEPS x 3 catene idrologiche/idrauliche x 4 run al giorno = 192 run LEPS/giorno

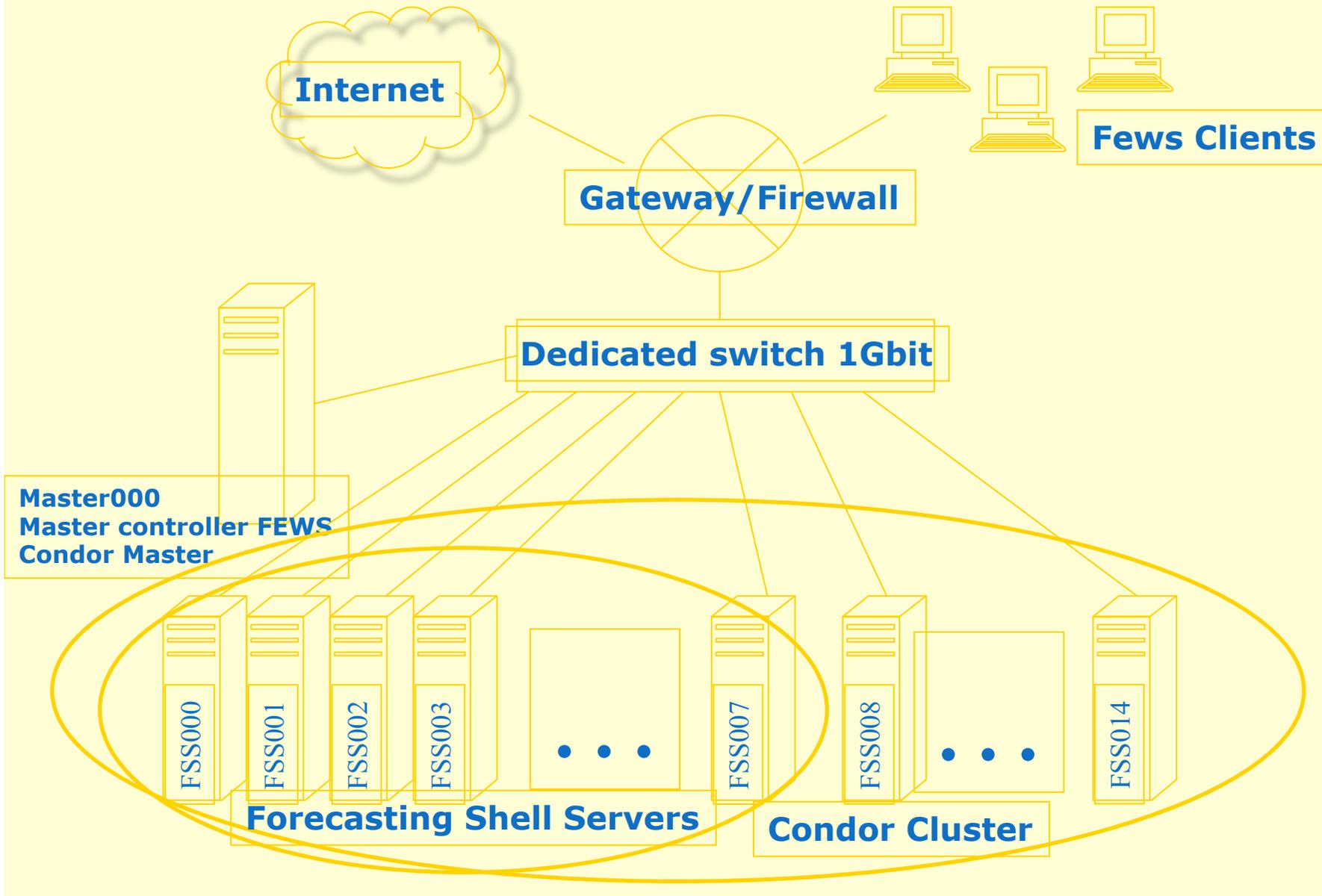
1 scenario COSMOI7 x 3 catene idrologiche/idrauliche x 8 run al giorno = 24 run COSMOI7

1 scenario COSMOI2 x 1 catene idrologiche/idrauliche x 24 run al giorno = 24 run COSMOI2

1 scenario RUC x 1 catene idrologiche/idrauliche x 24 run al giorno = 24 run RUC

264 run /giorno

The FEWSPo System



The FEWSPO System: HARDWARE



16 Servers (multi processor – 4 GB ram each)

**A total of more than 140 CPU cores
3 TB Storage (> 10 yrs)**

“Business continuity” scheme

Normal power



Emergency power system



UPS
Uninterruptible Power Supply

FEWSPo system



Altre applicazioni

Propagazione dello sversamento di idrocarburi nel fiume Lambro

- Nessun corso d'acqua in allerta/allarme
- Situazione ordinaria sugli affluenti
- Stato di esaurimento di onda di piena da 3000 m³/s sull'asta Po



Emissione bollettini di previsione

Propagazione dello sversamento di idrocarburi nel fiume Lambro



Servizio IdroMeteoClima
 Area Idrologia
 Arpa Emilia Romagna
 Via Garibaldi, 75
 43121 Parma

SITUAZIONE IDROMETRICA DEL FIUME PO ALLE ORE 17:00 DEL GIORNO 25/02/2010

In figura 1 sono riportati i valori di portata stimata a partire dai valori idrometrici osservati su alcune sezioni del fiume PO raffigurate in Fig. 1. Si forniscono anche delle valutazioni “indicative” di previsione di portata realizzate presso l’Area Idrologia di ARPA-SIMC. Si sottolinea il carattere “sperimentale” di tali previsioni.

Stazione	Portata (mc/s)												
	25/02/10	25/02/10	26/02/10	26/02/10	26/02/10	26/02/10	27/02/10	27/02/10	27/02/10	27/02/10	28/02/10	28/02/10	28/02/10
Data	25/02/10	18.00	0.00	6.00	12.00	18.00	0.00	6.00	12.00	18.00	0.00	6.00	12.00
Ora	16.00	18.00	0.00	6.00	12.00	18.00	0.00	6.00	12.00	18.00	0.00	6.00	12.00
Spessa Po	750	730	740	740	740	790	920	1030	1050	1050	1000	940	880
Piacenza	1010	1000	990	990	1000	1040	1110	1190	1290	1330	1320	1290	1230
Cremona	1220	1180	1160	1150	1160	1180	1230	1300	1410	1500	1550	1550	1510
Boretto	1490	1450	1420	1410	1390	1390	1440	1490	1520	1560	1620	1670	1710
Borgoforte	1690	1700	1690	1670	1670	1650	1670	1730	1780	1830	1880	1940	2000
Pontelagoscuro	2010	2010	1990	1980	1970	1960	1950	1940	1950	1970	2010	2040	2080

Tabella 1. Valori osservati e previsti alle principali sezioni idrometriche del fiume Po.

L'inquinante si propagerà lungo il corso del PO con la tempistica raffigurata in tabella 2 e figura 2, durante una fase di esaurimento delle portate idriche.

Stazione	Data e ora	Tempo parziale [ore]
Piacenza	-	-
Isola Serafini	-	-
Cremona	-	-
Boretto	25/02/2010 20:00	-
Borgoforte	26/02/2010 06:00	10:00
Pontelagoscuro	27/02/2010 08:00	26:00
Confluenza mare	28/02/2010 Pomeriggio	-

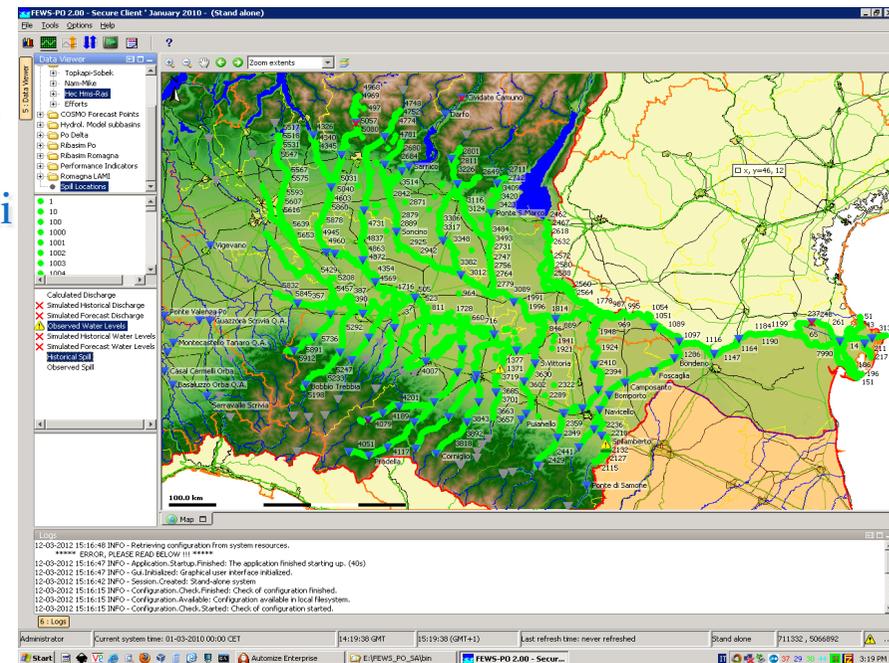
Tabella 2. Tempi di transito dell'inquinante alle principali sezioni idrometriche del fiume Po (*).

(* Si precisa che il trasporto dell'inquinante è attualmente caratterizzato da un processo di dispersione lungo il corso d'acqua. Per tale motivo i tempi di transito sono stati modificati tenendo conto delle osservazioni a vista dei maggiori quantitativi dell'inquinante nelle sezioni idrometriche indicate, restando comunque confermati i tempi parziali.

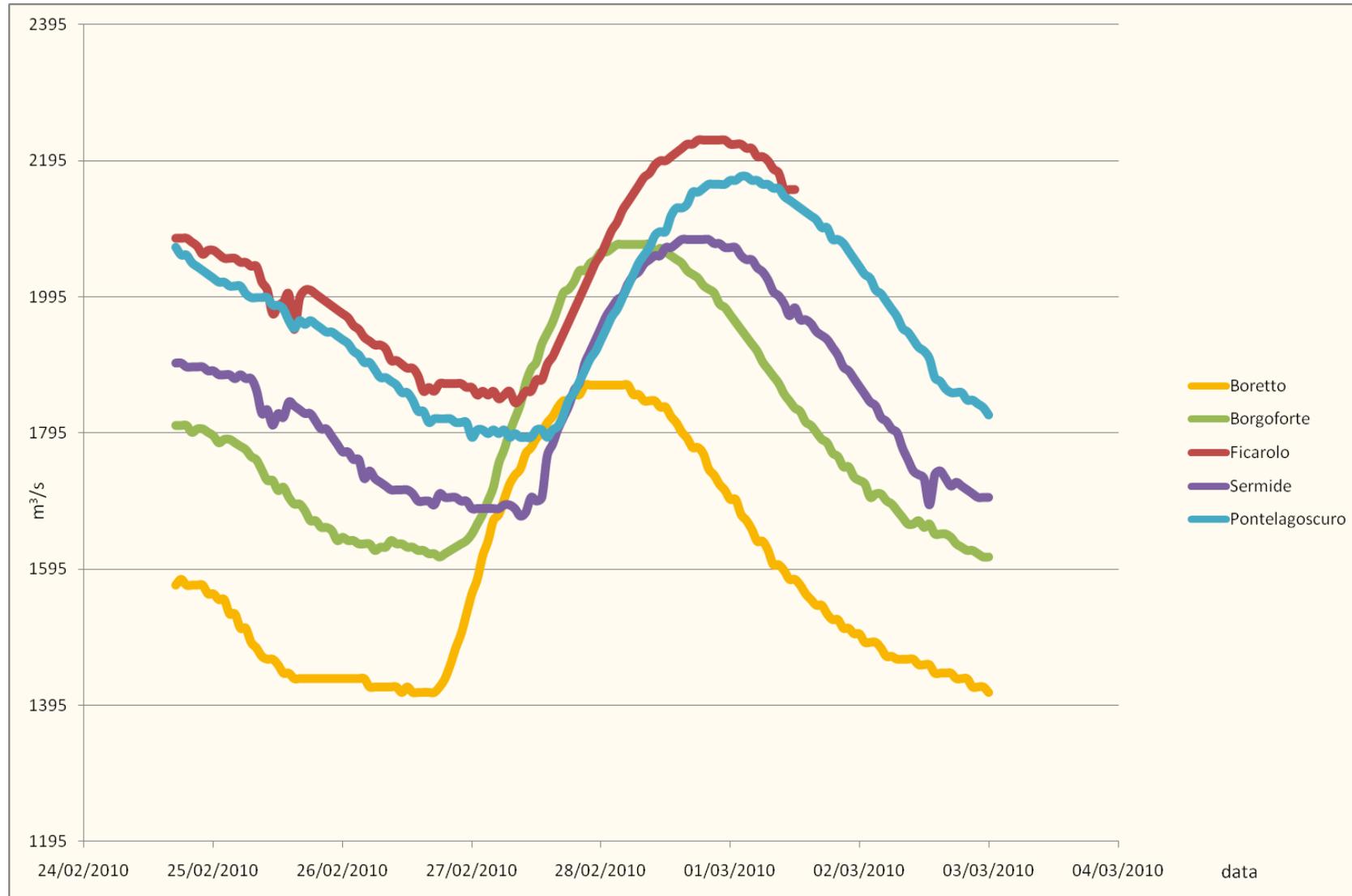
Altre applicazioni

Propagazione dello sversamento di idrocarburi nel fiume Lambro

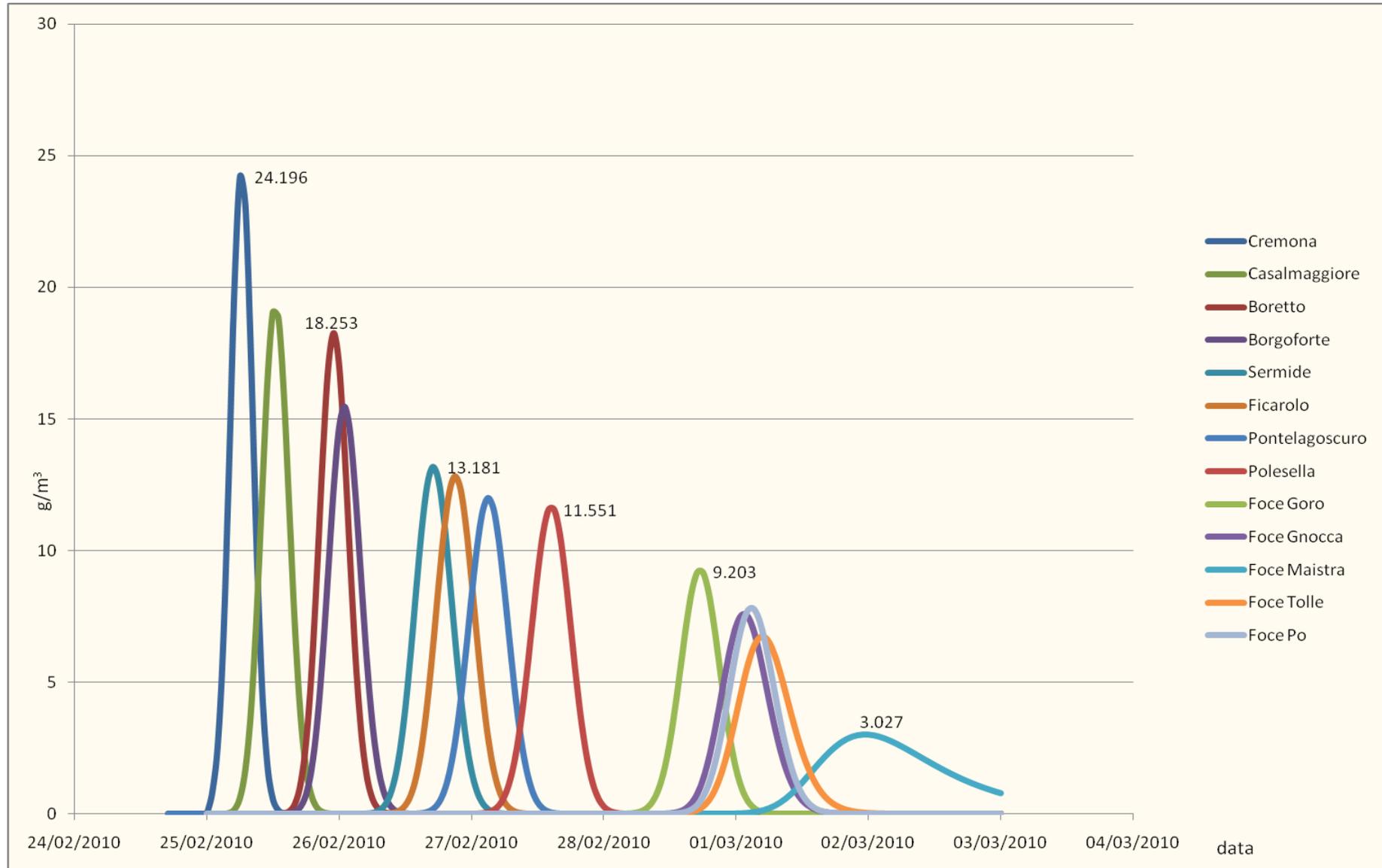
- In tempo differito è stata utilizzata la modellistica di propagazione al fine di simulare l'evento di sversamento. La simulazione è stata effettuata inserendo di un quantitativo di concentrazione di inquinante nel modello DELWAQ e un “tempo stimato di sversamento”.
- Le ipotesi effettuate nella simulazione consistono in:
 - sversamento totale di 500 tonnellate di idrocarburi immesse nel fiume Po all' altezza di Cremona;
 - tempo simulato di sversamento: 7 ore.



Andamento della portata [m³/s] nelle sezioni principali del fiume Po durante l'evento di sversamento



Andamento della concentrazione degli idrocarburi [g/m³] nelle sezioni principali del fiume Po e nei rami del Delta



Problematica del cuneo salino

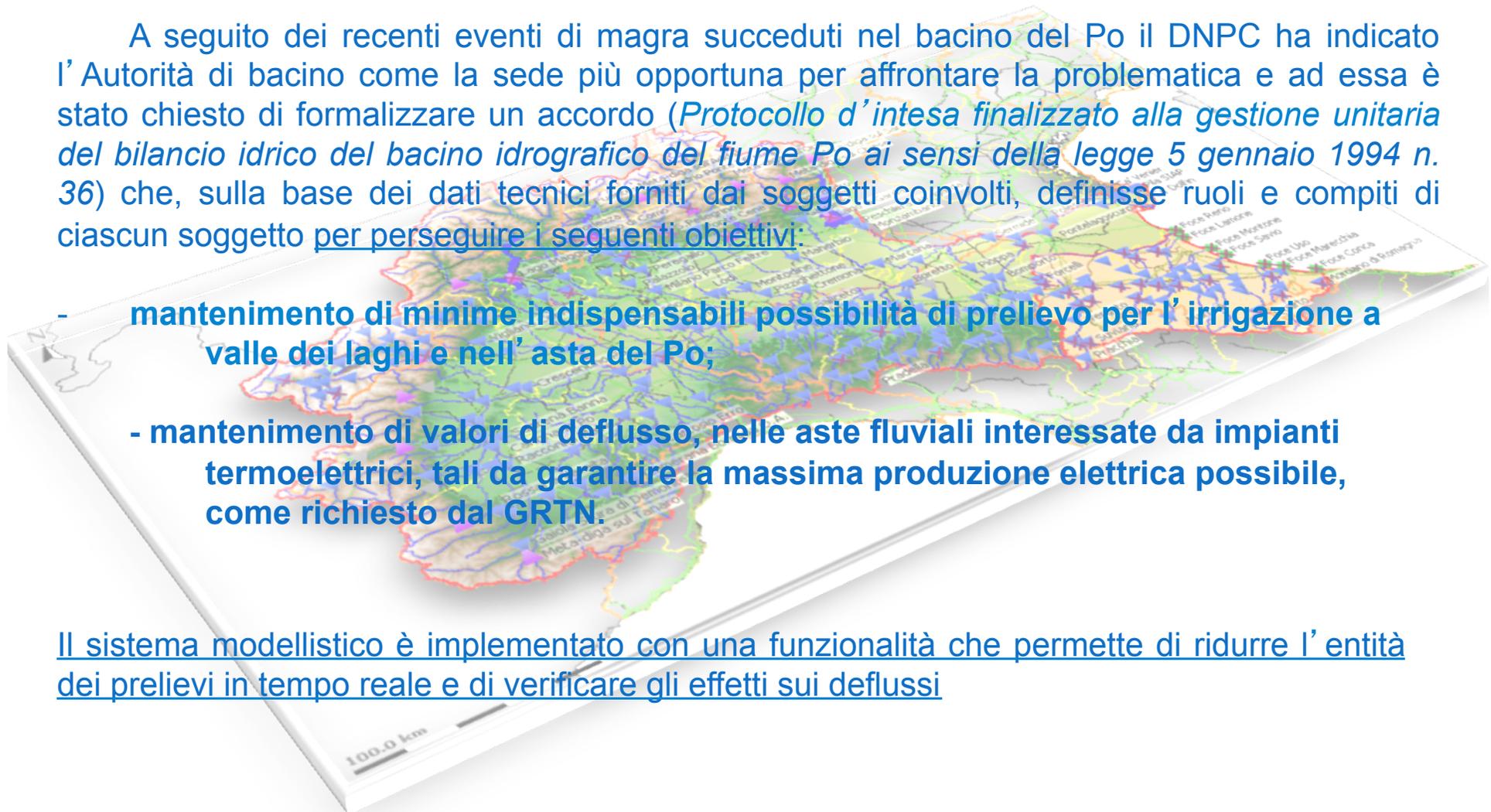


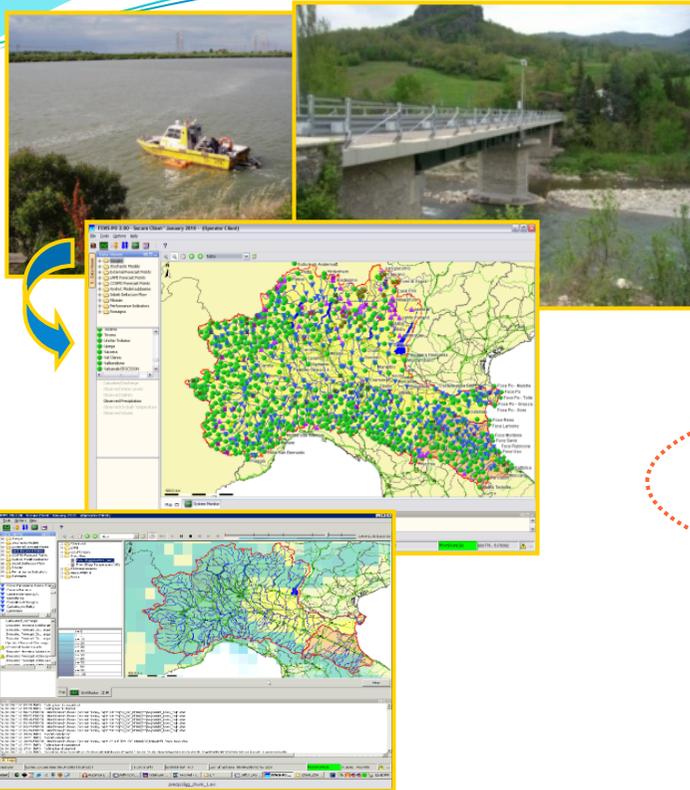
Sistema di modellistica per la gestione delle risorse idriche del Bacino del Fiume Po e dell'area Romagnola

A seguito dei recenti eventi di magra succeduti nel bacino del Po il DNPC ha indicato l'Autorità di bacino come la sede più opportuna per affrontare la problematica e ad essa è stato chiesto di formalizzare un accordo (*Protocollo d'intesa finalizzato alla gestione unitaria del bilancio idrico del bacino idrografico del fiume Po ai sensi della legge 5 gennaio 1994 n. 36*) che, sulla base dei dati tecnici forniti dai soggetti coinvolti, definisse ruoli e compiti di ciascun soggetto per perseguire i seguenti obiettivi:

- **mantenimento di minime indispensabili possibilità di prelievo per l'irrigazione a valle dei laghi e nell'asta del Po;**
- **mantenimento di valori di deflusso, nelle aste fluviali interessate da impianti termoelettrici, tali da garantire la massima produzione elettrica possibile, come richiesto dal GRTN.**

Il sistema modellistico è implementato con una funzionalità che permette di ridurre l'entità dei prelievi in tempo reale e di verificare gli effetti sui deflussi





PRECIPITAZIONI
TEMPERATURE
LIVELLI/PORTATE

Osservati/Telemisura

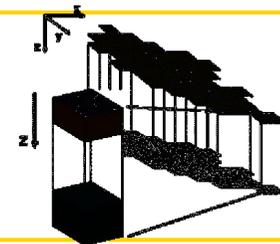
MODELLI
METEOROLOGICI

Previsione +15 gg
Previsioni Stagionali

VALIDAZIONE, INTERPOLAZIONE
E TRASFORMAZIONE DATI
(DEWS drought early warning system)

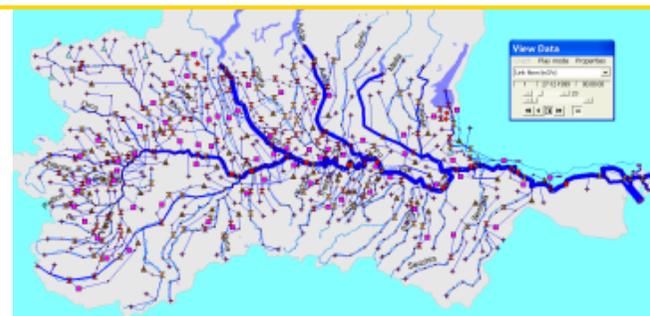
MODELLO IDROLOGICO

TOPKAPI



MODELLO DI BILANCIO
IDRICO

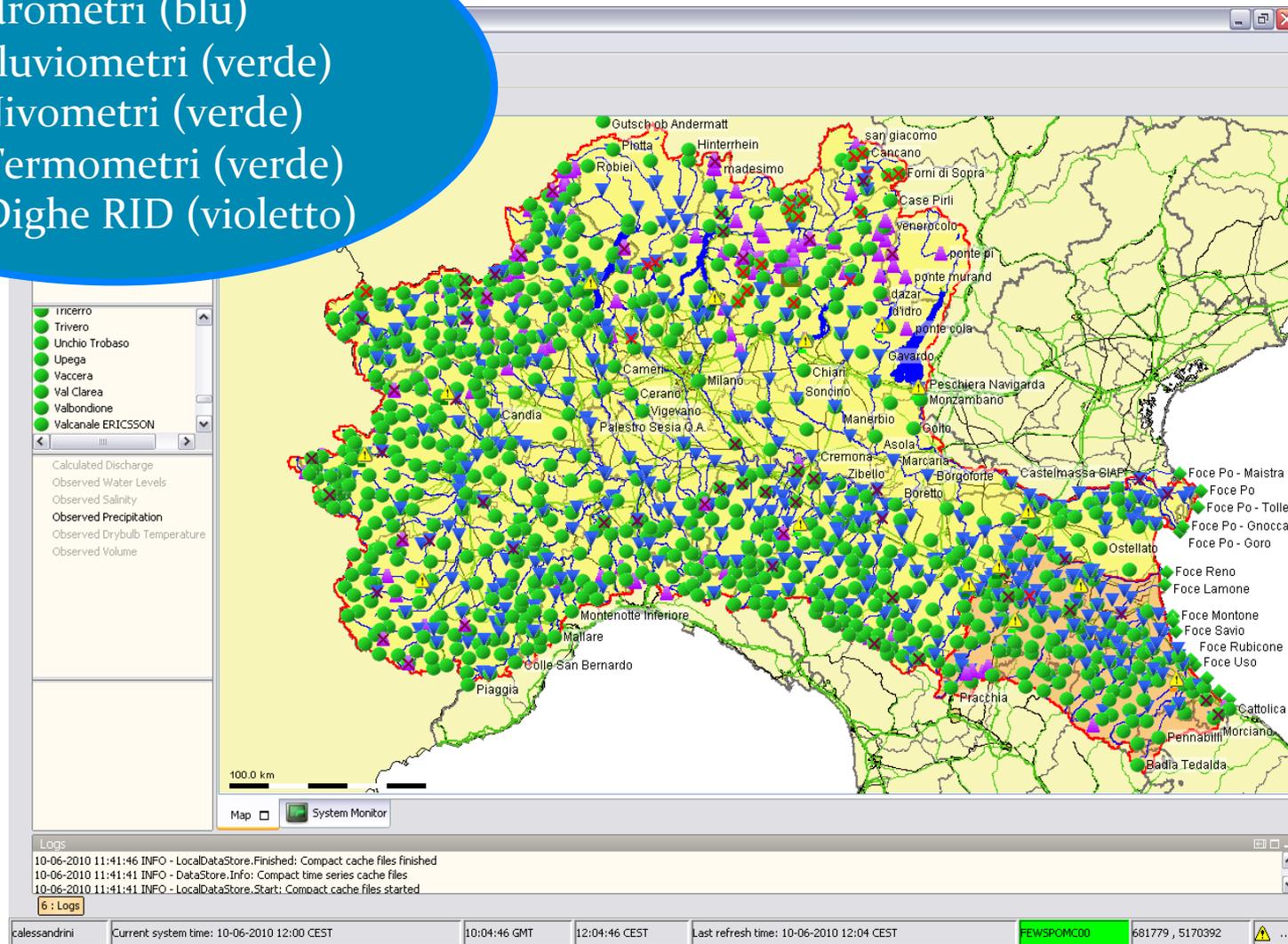
RIBASIM



SCHEMA DEL SISTEMA MODELLISTICO

Rete di monitoraggio :

- 431 Idrometri (blu)
- 1145 Pluviometri (verde)
- 160 Nivometri (verde)
- 834 Termometri (verde)
- 193 Dighe RID (violetto)



RETE OSSERVATIVA

Le previsioni stagionali

Le previsioni stagionali sono definite mediante un'anomalia rispetto alla media climatica trimensile; è stato quindi scelto di generare un set di precipitazioni giornaliere sintetiche (utilizzando Weather Generator) da cui campionare gli scenari che meglio interpretano le previsioni stagionali

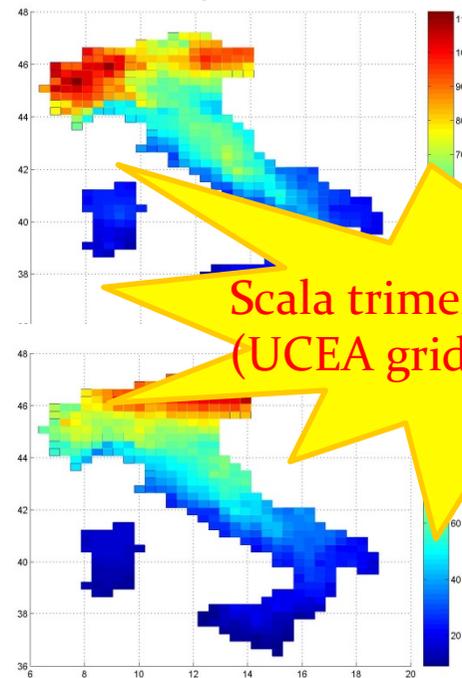
Previsioni stagionali: anomalia di precipitazione/temperatura rispetto al clima.

Modello Afflussi-Deflussi, gira
a scala giornaliera

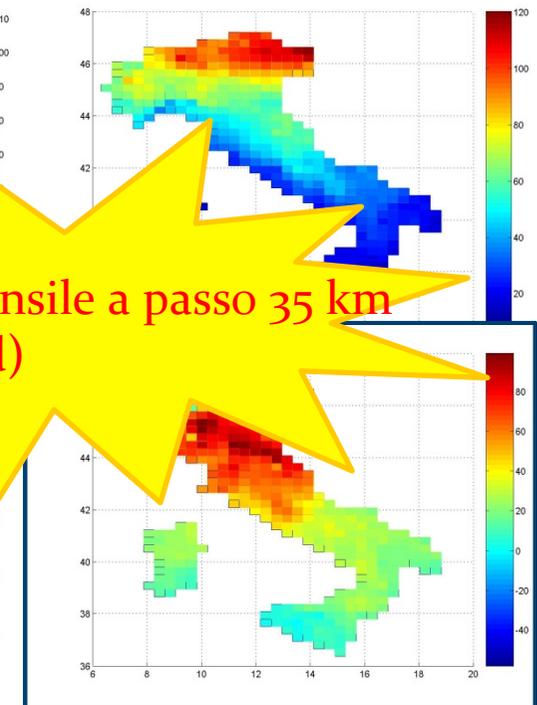


Scala giornaliera a
passo 250 m (grid)

Climate May



Climate June



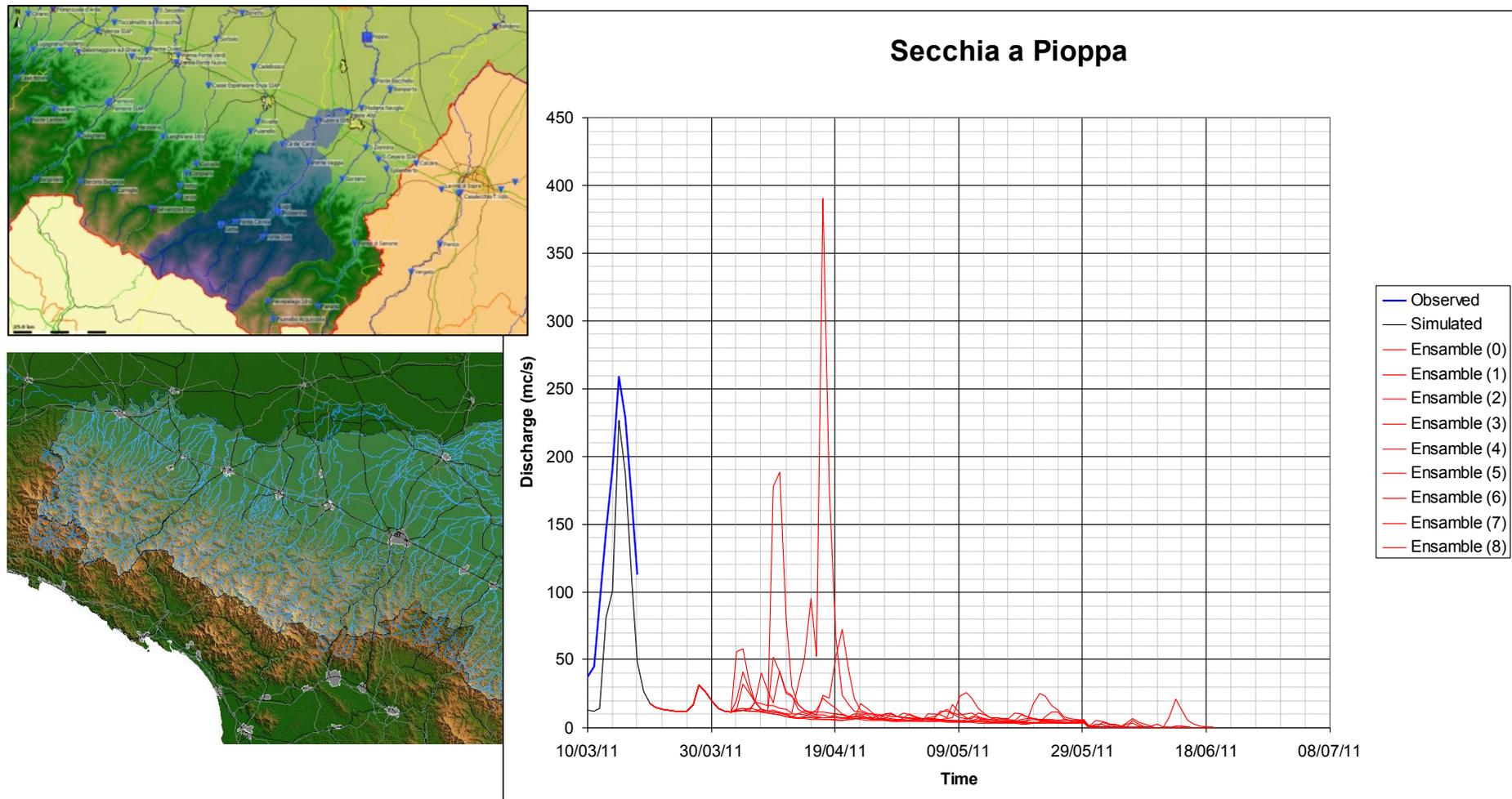
Scala trimensile a passo 35 km
(UCEA grid)

Climate July

Anomaly

Previsione a + 3 mesi

Gli spaghetti plot generati permettono all'operatore, non solo di simulare scenari a scala stagionale, ma anche stimare l'incertezza della previsione stagionale fornendo all'operatore una buona sensibilità sui risultati.



Modello idrologico TOPKAPI

Modello idrologico di tipo distribuito e fisicamente basato

Rappresenta gli idrogrammi di portata a partire dall'input meteorologico e dalle caratteristiche fisiche e morfologiche del bacino idrografico.

Non è necessario descrivere in maniera accurata la geometria della sezione dell'alveo, ma è sufficiente darne una rappresentazione schematica.

Cartografia Tematica:



Modello Digitale del Terreno



Tipi di suolo



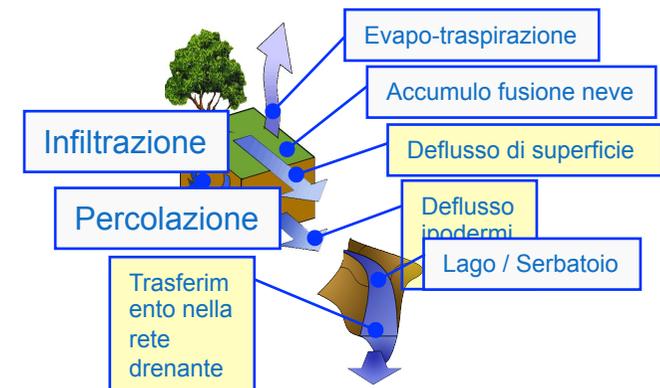
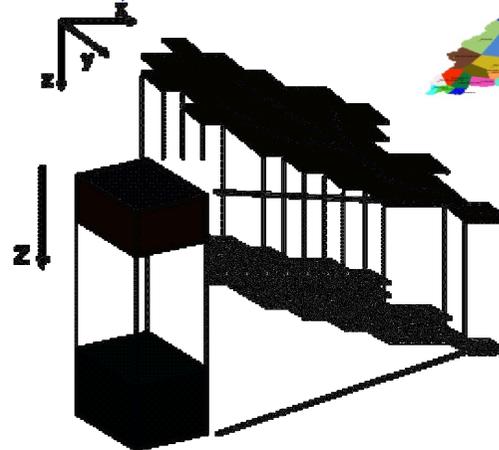
Coefficienti di drenaggio del suolo



Uso del suolo e copertura vegetale



Temperature medie mensili (ETP)

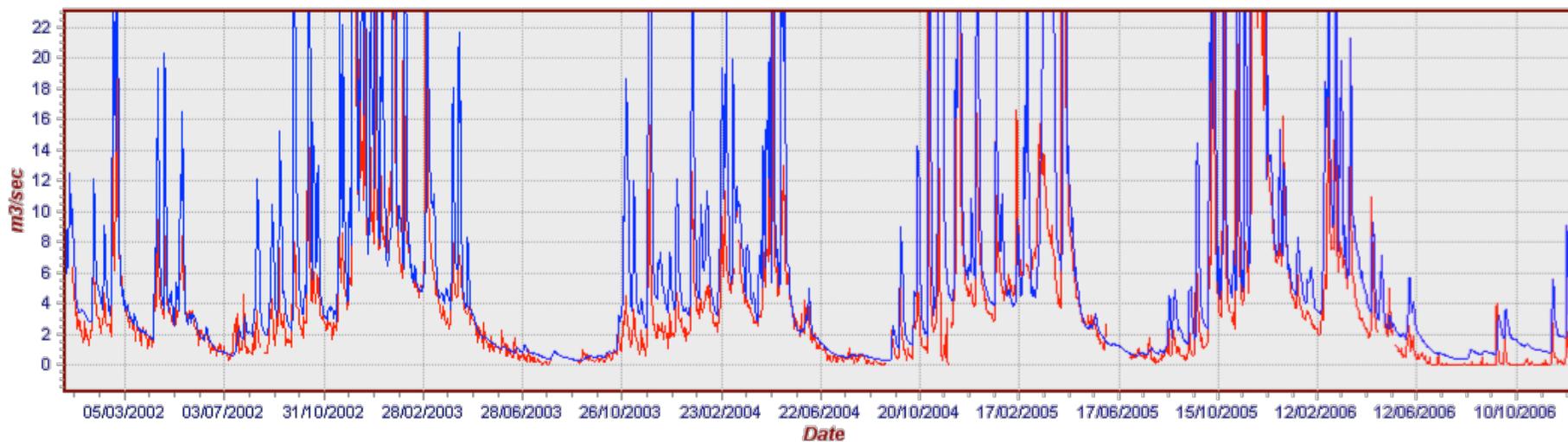
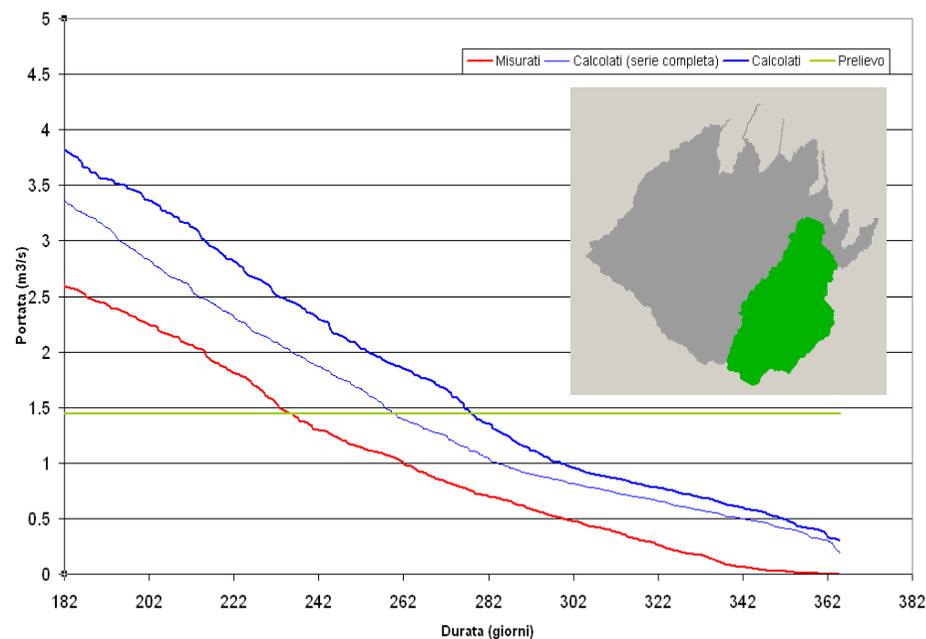


Risultati calibrazione TOPKAPI: Savio a San Carlo

San Carlo – Fiume Savio

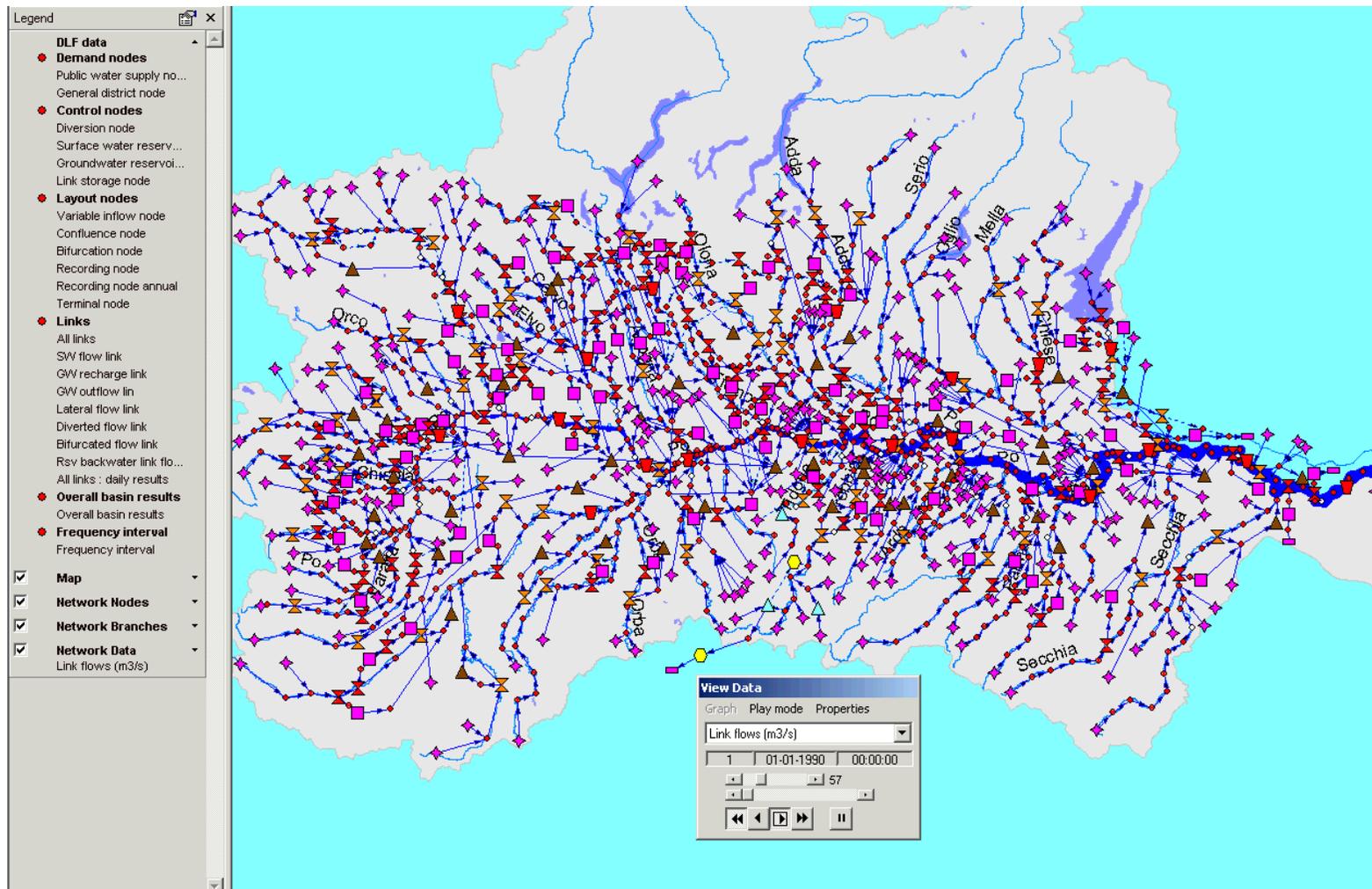
Superficie (km ²)	588
Altitudine media (m)	513
Prelievo annuale (m ³ /s)	1.475
Prelievo estivo (m ³ /s)	0
Prelievo invernale (m ³ /s)	0

Curve di durata



Modello di bilancio idrico RIBASIM

Il modello di bilancio idrico RIBASIM (River Basin Simulation) è un sistema informatico per la simulazione del ciclo idrico in un bacino idrografico. Il modello è in grado di simulare il ciclo idrico in un bacino idrografico, considerando i processi di precipitazione, infiltrazione, evaporazione, deflusso superficiale e sotterraneo, e l'uso dell'acqua. Il modello è in grado di simulare il ciclo idrico in un bacino idrografico, considerando i processi di precipitazione, infiltrazione, evaporazione, deflusso superficiale e sotterraneo, e l'uso dell'acqua.



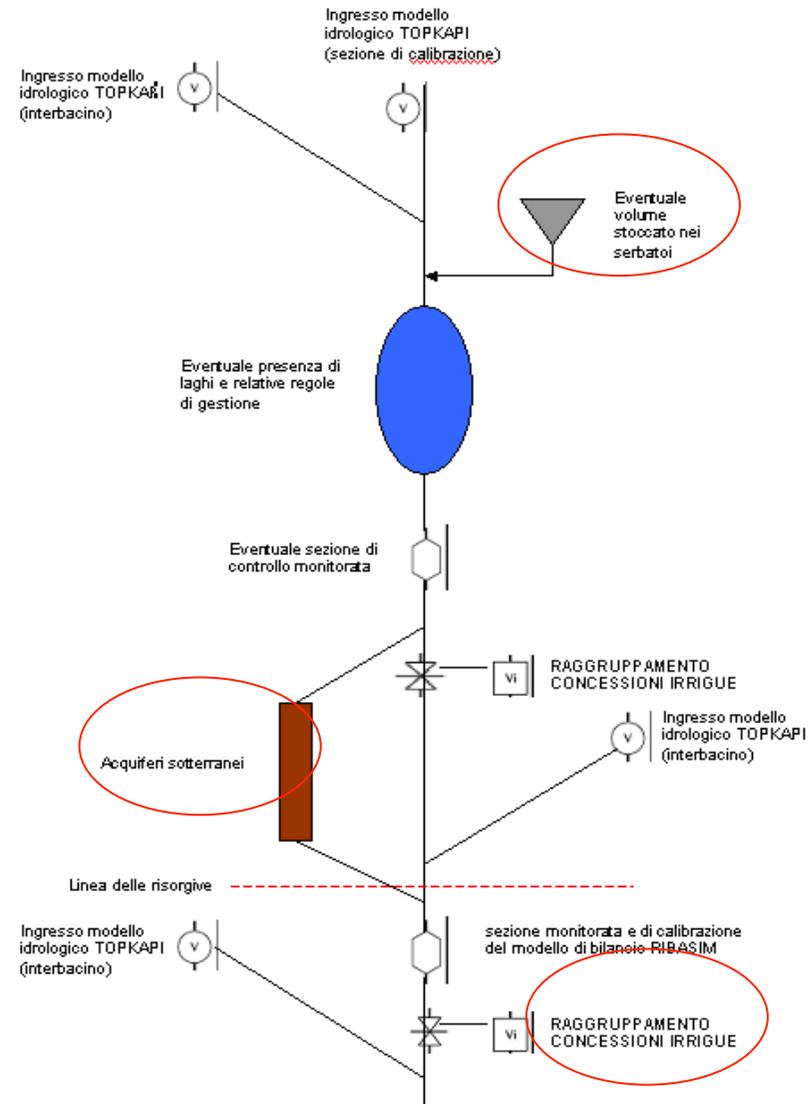
Componenti del modello RIBASIM

La definizione topologica del sistema idrografico, essendo la modellazione di tipo concentrato e fisicamente basata, necessita di una serie di **link** e **nodi** che permettano la schematizzazione della rete idrografica del territorio di indagine.

Il *network* è stato realizzato a partire da nodi alimentati dal modello idrologico (*Variable Inflow*) posti a monte di tutte le altre componenti che giocano un ruolo nel bilancio idrico.

Tali componenti sono poi state schematizzate, lungo i tratti a valle, suddividendo i corsi d'acqua in tratti omogenei dal punto di vista idromorfologico oppure in presenza di misuratori di portata utilizzabili per il controllo delle performance del modello stesso.

RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DI UN AFFLUENTE DI PO NEL MODELLO DI BILANCIO RIBASIM

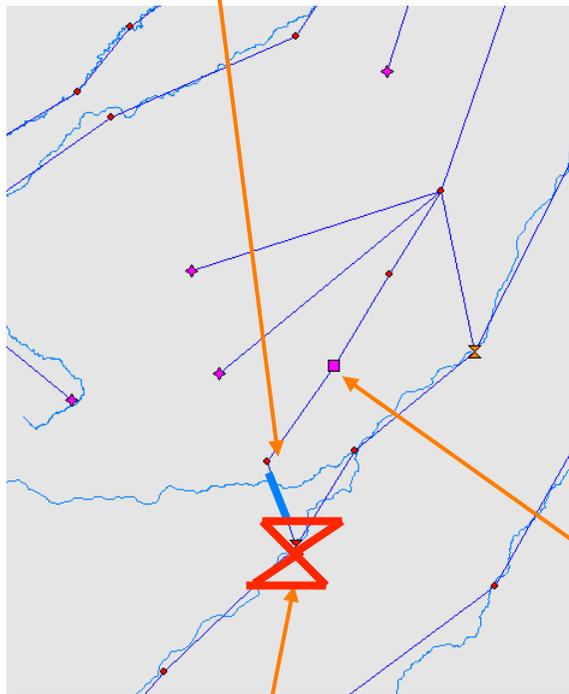


Sistemi di derivazione

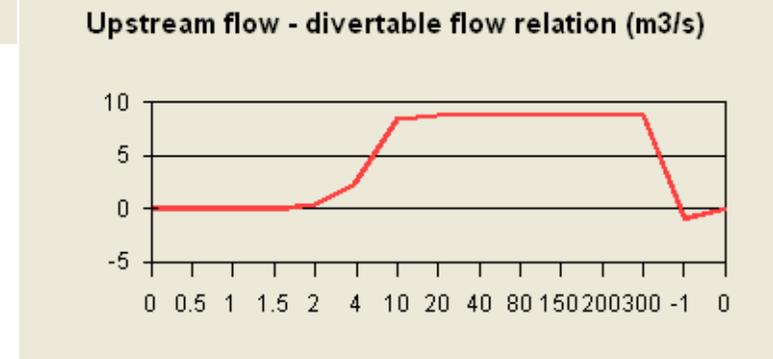
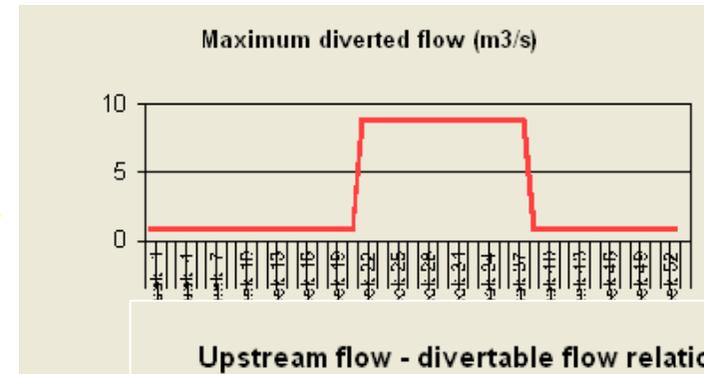
Regola di derivazione massima (dato di concessione) e regola condizionata all' acqua disponibile

Sono stati schematizzati tutti i sistemi di derivazione ad uso irriguo, idroelettrico, potabile ed industriale

Diversion link from Taro



Operation Rules
 Minimum of the two functions



General District

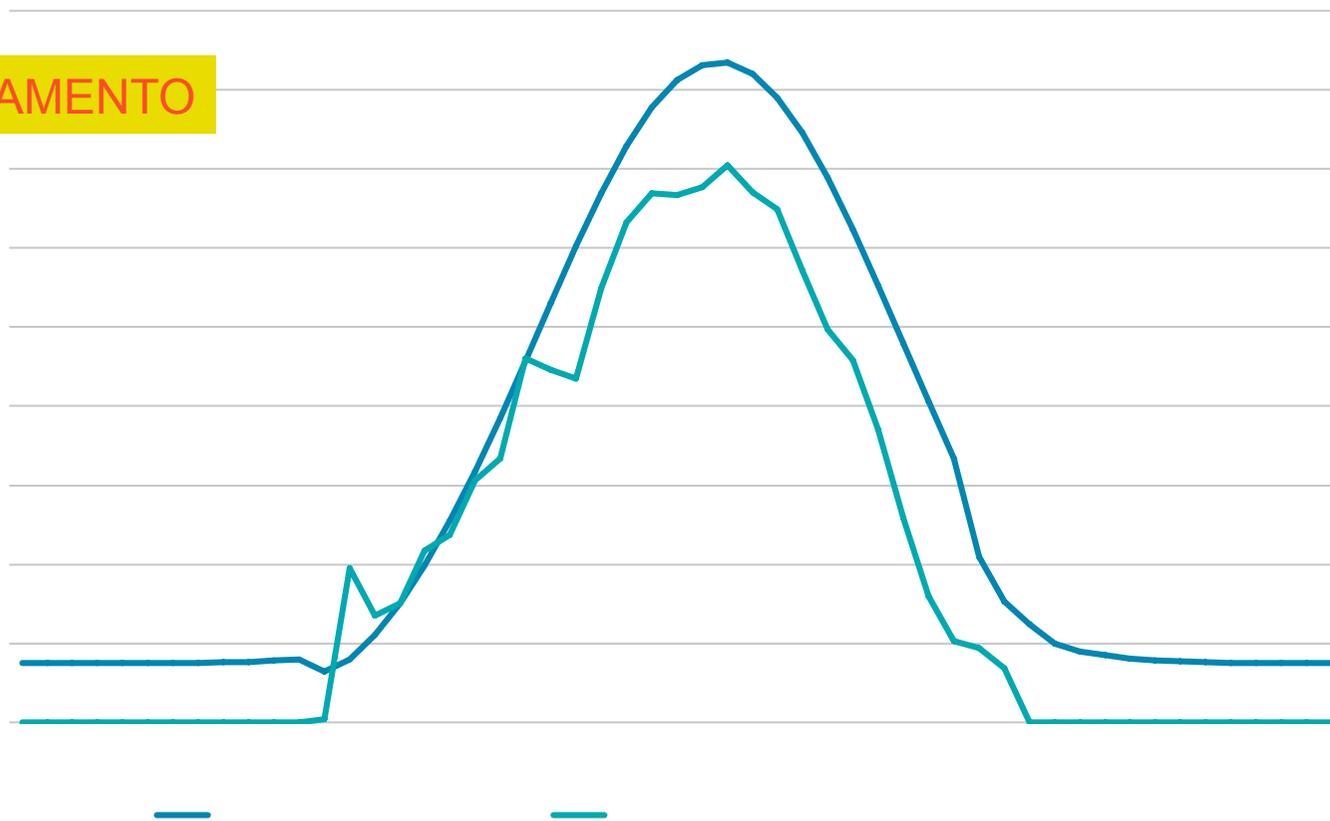
Time series

Diversion node from Taro to Bonifica
 Parmense and Consorzio Naviglio Taro

General district								
Node		General	Physical		Management			Water quality
Index	Name	Node active	Demand time series index	Discharge time series index	Priority fraction [%]	Allocation priority part 1	Allocation priority part 2	Look-up table index
2417	DiLanzo/VisCan	Yes	215	215	100	1	1	Table...
2465	Dis_Orco	Yes	206	206	100	1	1	Table...
2495	Is_UpDoraBilte	Yes	207	207	100	1	1	Table...
2535	Dis_Elvo	Yes	208	208	100	1	1	Table...
2575	Dis_UpSesia	Yes	209	209	100	1	1	Table...
2620	Dis_DownSesia	Yes	210	210	100	1	1	Table...
2660	s_CanaleCavou	Yes	211	211	100	1	1	Table...
2692	Is_PonteValen	Yes	216	216	100	1	1	Table...
2730	s_CanaleCavou	Yes	212	212	100	1	1	Table...
3055	s_CanaleCavou	Yes	301	301	100	1	1	Table...
3146	Dis_Curone	Yes	308	308	100	1	1	Table...
3331	UpSturaliDemc	Yes	313	313	100	1	1	Table...
3346	IsDiDemonteVier	Yes	314	314	100	1	1	Table...
3390	Is_CanaleElenas	Yes	302	302	100	1	1	Table...
3485	Dis_Tanaro	Yes	304	304	100	1	1	Table...
3502	NaviglioVillore	Yes	311	311	100	1	1	Table...
3550	Is_CanaleElenas	Yes	303	303	100	1	1	Table...
3612	Is_NaviglioGranc	Yes	312	312	100	1	1	Table...
3640	Is_AgognaRive	Yes	305	305	100	1	1	Table...
3662	Dis_Scrivias	Yes	310	310	100	1	1	Table...
3706	Dis_Orba	Yes	309	309	100	1	1	Table...
3710	Dis_Bornida	Yes	306	306	100	1	1	Table...

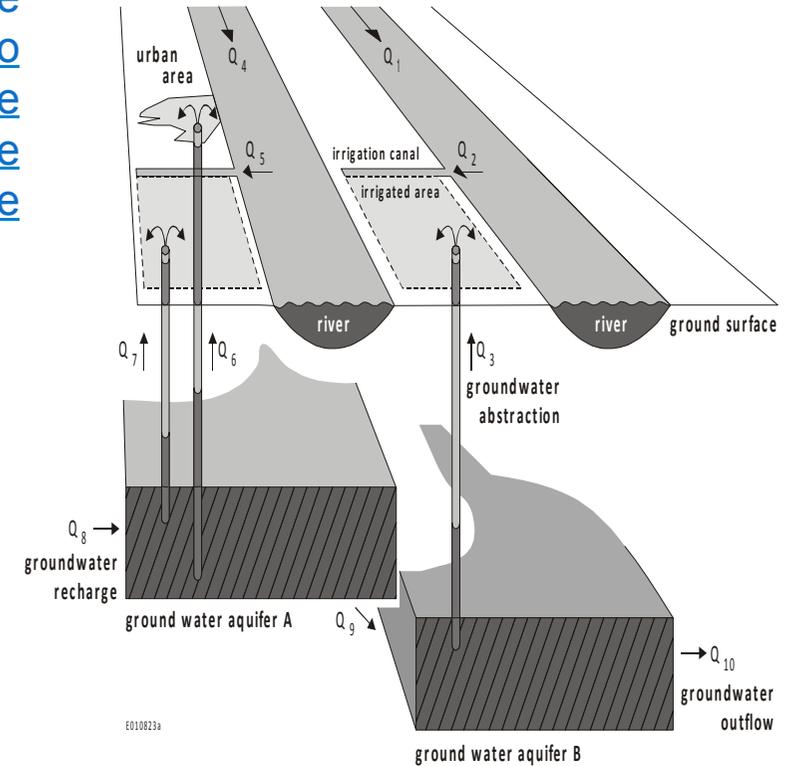
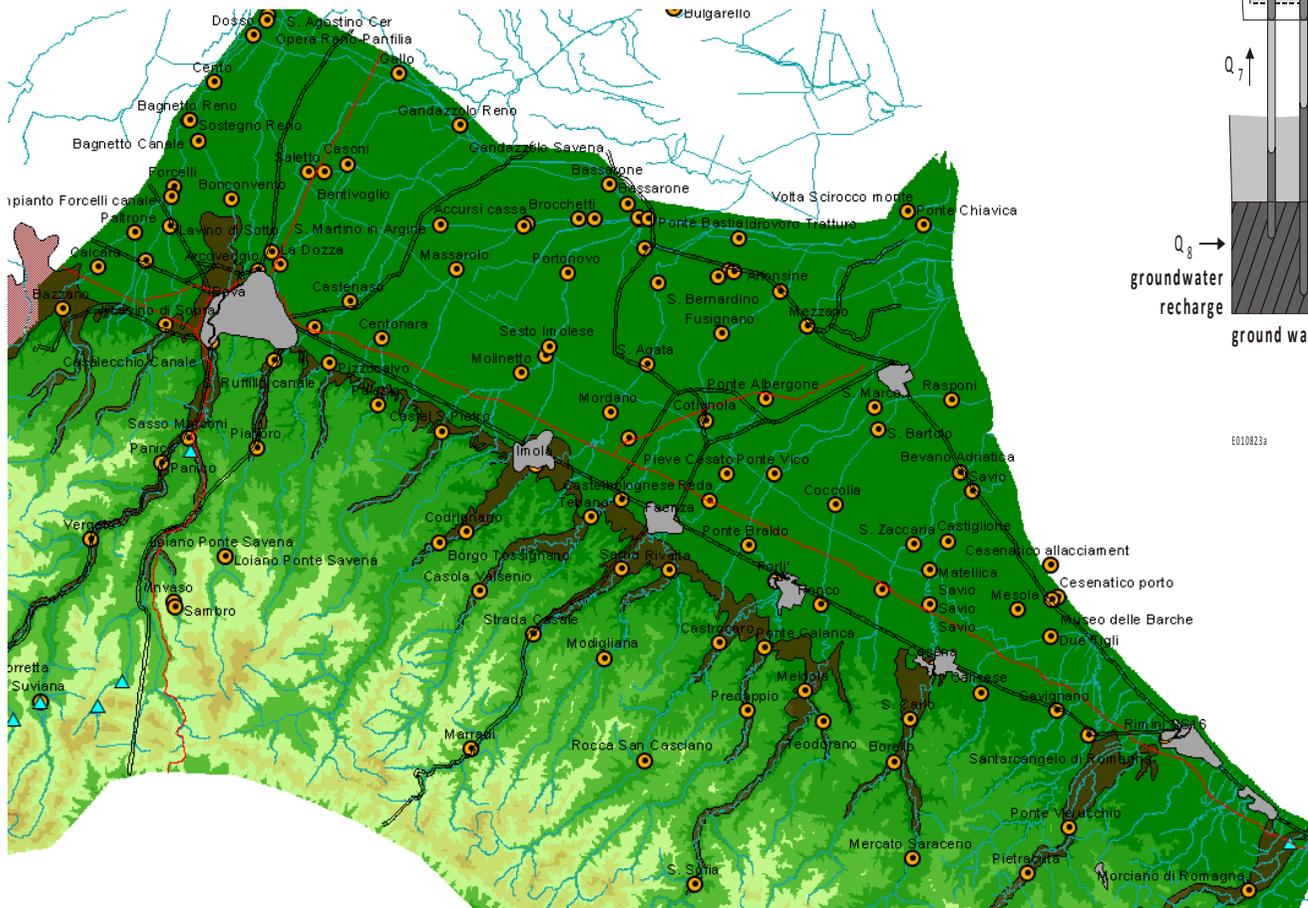
Disponendo di dati osservati per i sistemi di derivazione dal fiume Po ed essendo le portate derivate da tali sistemi circa $\frac{1}{4}$ degli utilizzi totali dell'intero bacino le regole di derivazione sono state costruite sulla base dell'involuppo dei volumi sottratti.

AGGIORNAMENTO



E' stato considerato un eccesso di derivazione di circa 15 mc/s in modo da essere in condizioni di sicurezza rispetto la serie storica considerata

RIBASIM contiene un modulo per la simulazione delle acque sotterranee che computa il bilancio idrico dell'acquifero considerando le caratteristiche dell'acquifero stesso, gli ingressi esterni, le ricariche della falda, le estrazioni di acqua di falda e le perdite laterali.

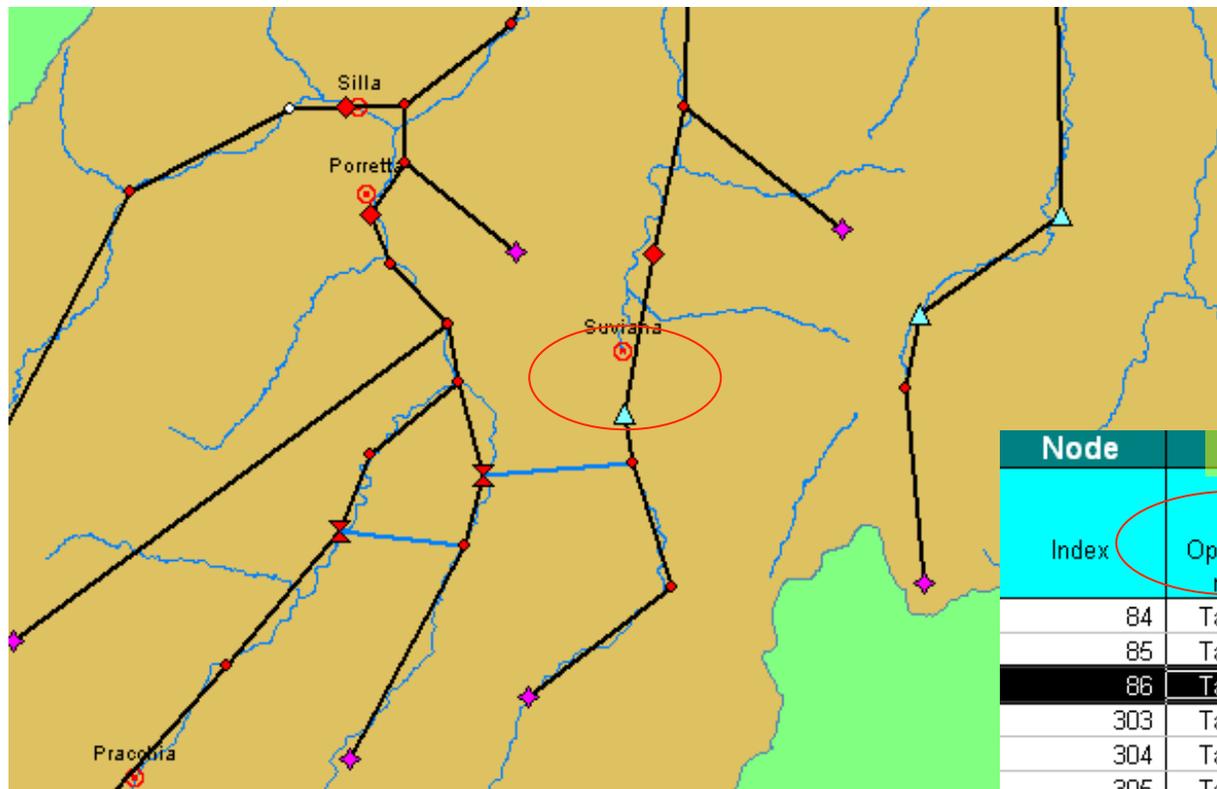


Modellazione degli scambi con la falda

Sistemi di invaso

Gli invasi artificiali nella regione Emilia Romagna sono stati schematizzati con una serie di regole basate sulle caratteristiche fisiche dell'impianto e degli organi di rilascio. Una "funzione obiettivo" fissa i volumi ottimali cui tendere in funzione della stagionalità a seconda degli usi del serbatoio

Node index	Level - Surface area - Volume relation	Physical characteristics			
		Length [m]	Initial level [m]	Full reservoir level [m]	Spillway Nethead - Gate discharge relations
84	Table...	158.00	840.90	846.18	Table...
85	Table...	68.00	518.21	522.26	Table...
86	Table...	101.00	465.00	471.50	Table...
303	Table...	101.00	15.00	17.00	Table...
304	Table...	101.00	317.00	322.90	Table...
305	Table...	101.00	528.00	559.60	Table...

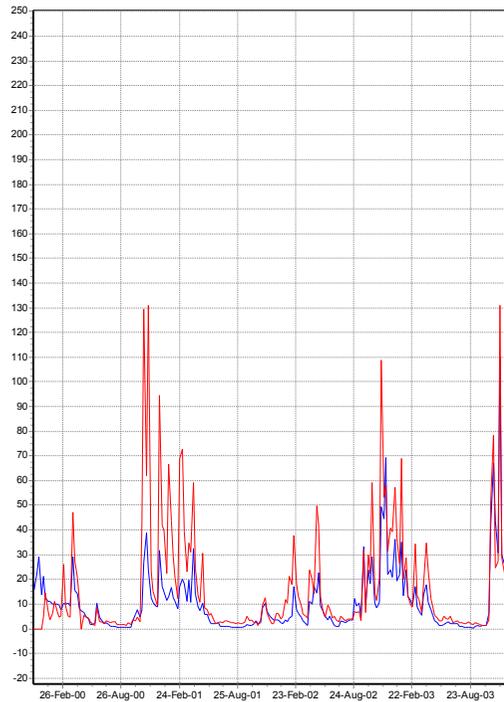
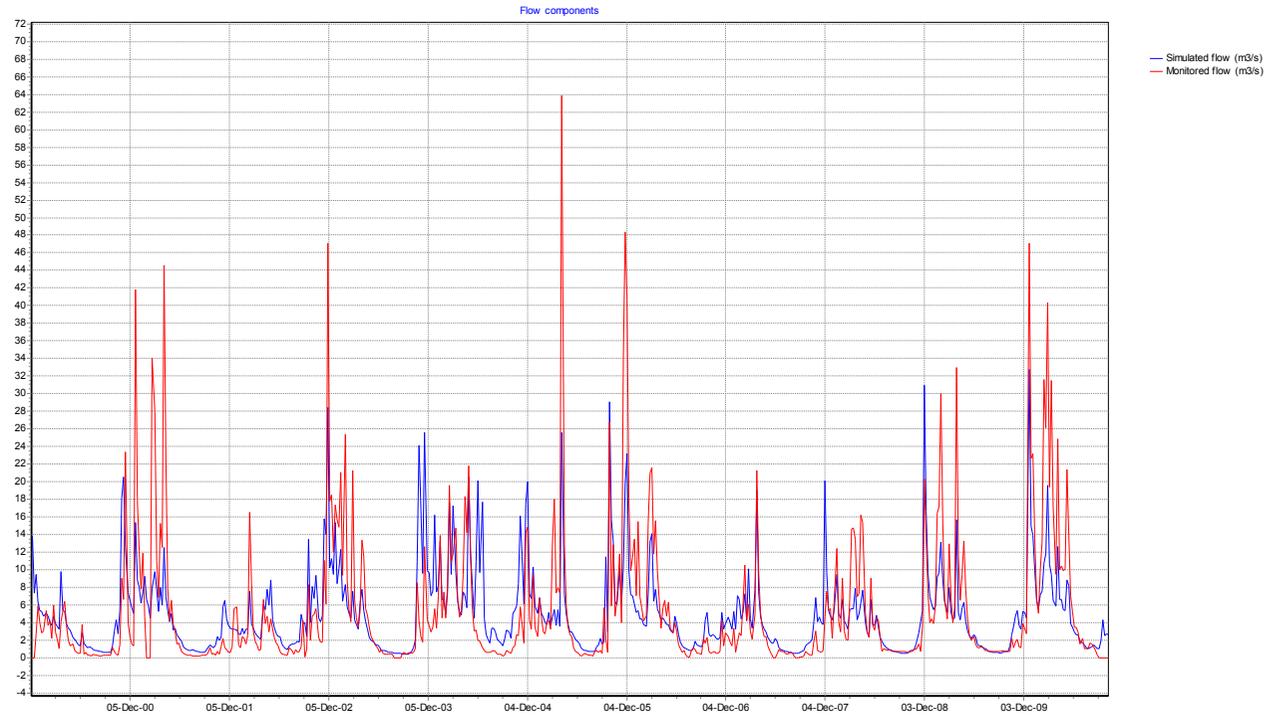


Node Index	Main gate characteristics	
	Gate level [m]	Nethead-Gate discharge relation
84	832.00	Table...
85	510.00	Table...
86	445.00	Table...
303	12.00	Table...
304	308.00	Table...
305	480.00	Table...

Node Index	Rule curves		Operation switches		
	Operation rules	Apply hedging based on storage	Apply "special" reservoir operation	Online adjustable gates	Operate on expected inflow
84	Table...	Yes	No	Yes	No
85	Table...	Yes	No	Yes	No
86	Table...	Yes	No	Yes	No
303	Table...	Yes	No	Yes	No
304	Table...	Yes	No	Yes	No
305	Table...	Yes	No	Yes	No

Calibrazione del modello RIBASIM

Lamone a Reda



Reno a Casalecchio

Applicazioni tipiche della modellistica

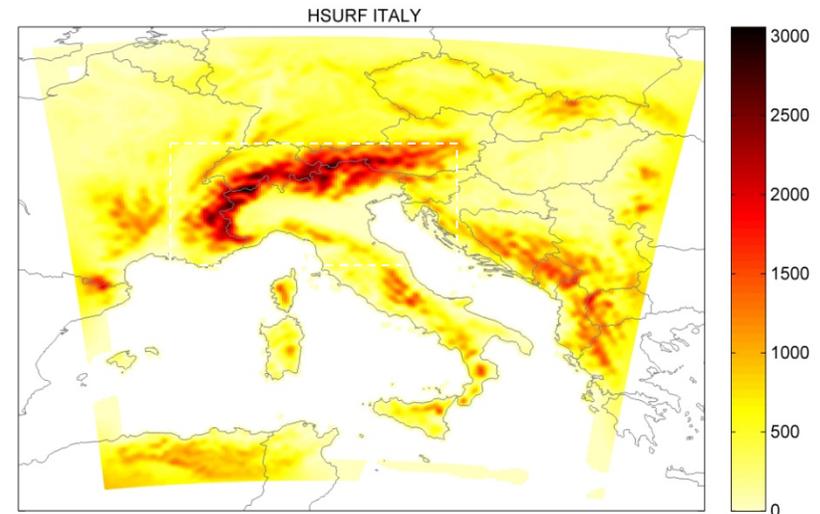
1. Pianificazione di bacino a lungo termine: la preparazione di piani di bacino a lungo e medio termine, come ad esempio su orizzonti temporali dai 10 ai 25 anni
2. Programmazione di allocazione della risorsa a breve termine (semestrale o annuale): preparazione di piani operativi stagionali per il bacino
3. Programmazione di operazioni stagionali: basate sulla situazione reale in campo, sulla precipitazione e sulle previsioni aggiornate è possibile programmare un' allocazione della risorsa per le settimane o i mesi successivi

Diventa quindi uno strumento utile sia per la conoscenza del territorio sia come supporto decisionale durante gli eventi siccitosi

Applicazione della modellistica per scenari di impatto dovuti al cambiamento climatico

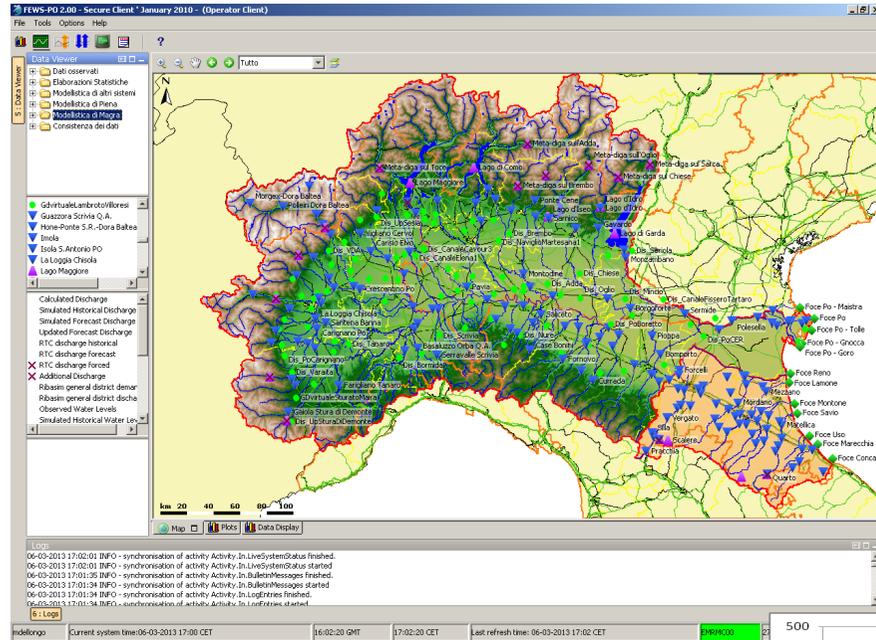
La divisione “Impatto al suolo e coste” del consorzio CMCC (*Centro Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici*) fornisce a ARPA SIMC delle mappe giornaliere su di una griglia di 8 km di precipitazione e temperatura sul bacino padano dal 1971 al 2040 (2100).

Come GCM viene utilizzato CMCC-MED e come RCM viene utilizzato COSMO-CLM, la catena di magra ha fornito l'andamento delle portate medie giornaliere

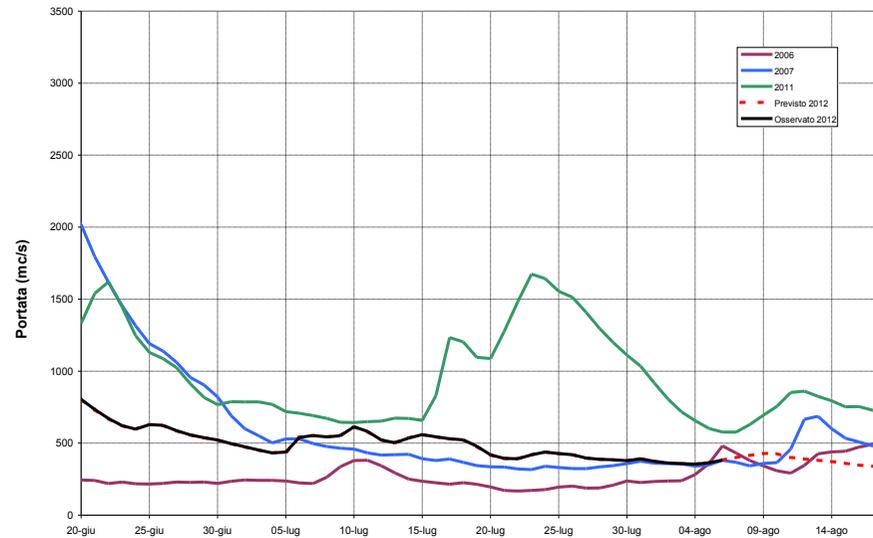


 cmcc Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici	Validazione catena modellistica	Validazione GCM	Scenari futuri	Scenari futuri
Periodo di riferimento	1971-2000	1971-2000	2001-2100	2001-2100
Condizioni iniziali e al contorno	ERA40 Reanalysis	CMCC-MED	CMCC-MED rcp 4.5	CMCC-MED rcp 8.5
RCM	COSMO - CLM	COSMO - CLM	COSMO - CLM	COSMO - CLM
Modello idrologico	TOPKAPI	TOPKAPI	TOPKAPI	TOPKAPI
Modello di bilancio a scala di bacino	RIBASIM	RIBASIM	RIBASIM	RIBASIM

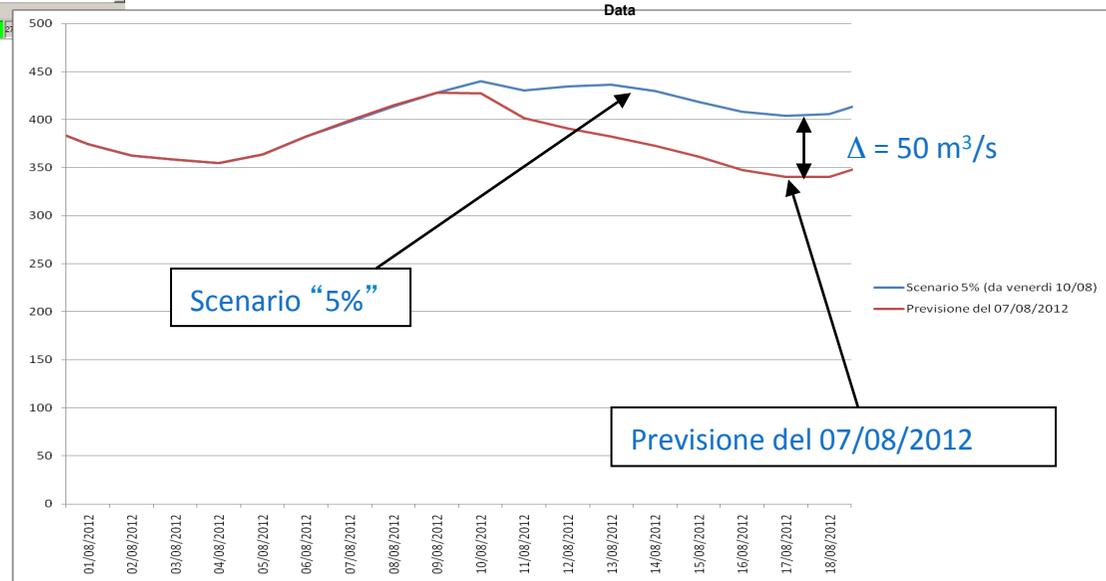
Applicazione in tempo reale durante la siccità dell' estate 2012



Portate medie giornaliere a Pontelagoscuro



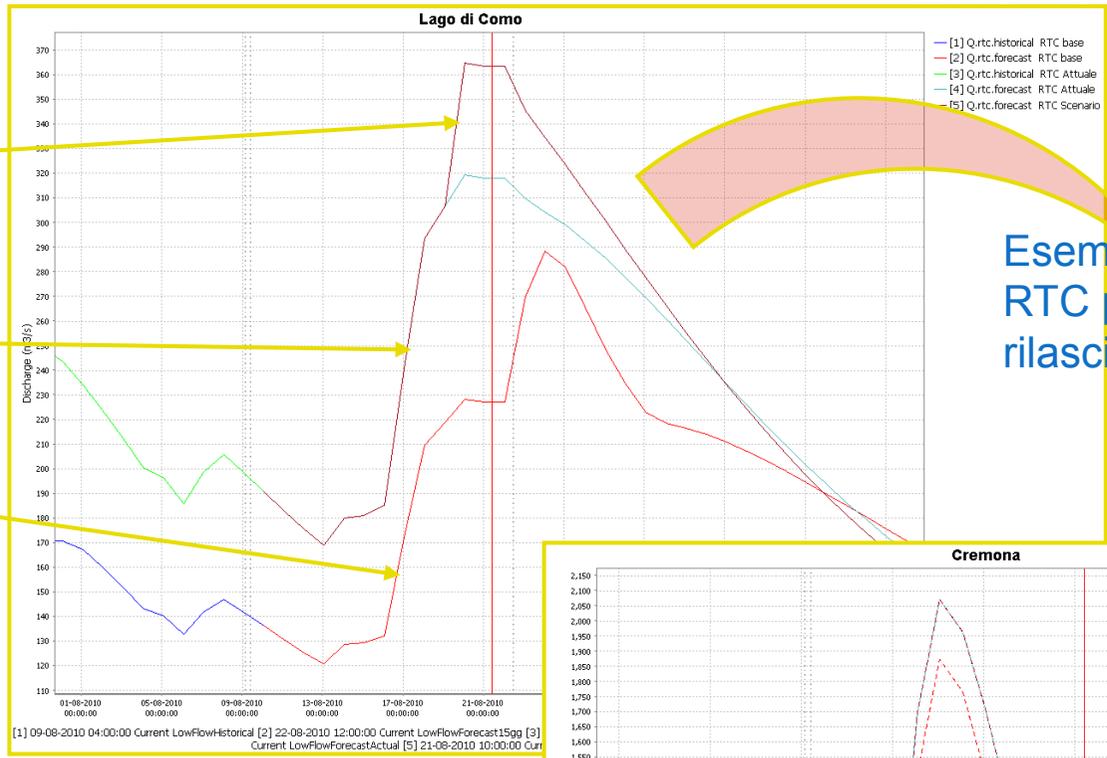
Alla riunione della Cabina di Regia del Fiume Po l' 08 Agosto 2012, su richiesta dell' AdBPo, è stata eseguita una simulazione di scenario ipotizzando un aumento del rilascio dai grandi laghi alpini del 5% (rispetto al rilascio attuale e previsto per i successivi 15 giorni) ed una uguale (in percentuale) diminuzione dei prelievi a partire da venerdì 10/08/2012.



Modalità
scenario

Modalità
corrente

Modalità
base



Esempio dell' utilizzo del modulo
 RTC per modificare la portata
 rilasciata da un serbatoio

Effetto della manovra alla sezione
 di Cremona lungo l' asta del Fiume
 Po



[1] 09-08-2010 04:00:00 Current LowFlow-Historical [2] 22-08-2010 12:00:00 Current LowFlow-Forecast15gg [3] 09-08-2010 10:00:00 Current LowFlow-HistoricalActual [4] 21-08-2010 10:00:00 Current LowFlow-ForecastActual [5] 21-08-2010 10:00:00 Current LowFlow-ForecastScenario

La Cooperazione al cuore del Mediterraneo



Programma cofinanziato per la Francia Centrale
di Sviluppo Regionale
Programma cofinanziato con il Fondo Europeo
per lo Sviluppo Regionale



MARITTIMO - IT FR - MARITIME



La modellistica ambientale sostiene i processi di previsione e gestione, consente di ottimizzare le conoscenze e razionalizzare le risorse: è un aspetto qualificante del lavoro delle Agenzie, il futuro oggi.

Simulazioni affidabili, ottenute da algoritmi sempre più sofisticati, e condizioni al contorno puntuali, rilevate dalle reti di monitoraggio, permettono un'azione più efficace e un'ottimale gestione del territorio, anche durante le emergenze.

“Simulare conviene” presenta le eccellenze delle Agenzie delle Agenzie per l'Ambiente nel campo della modellistica: al mattino la plenaria con l'illustrazione delle potenzialità e l'analisi dei vantaggi; al pomeriggio le sessioni tematiche sui modelli già utilizzati per le correnti marine e moto ondoso, dispersione di inquinanti in aria e acqua, rumore, fragilità del territorio.

SIMULARE CONVIENE!

I modelli ambientali strumento di previsione e pianificazione

Genova, mercoledì 22/05/2013

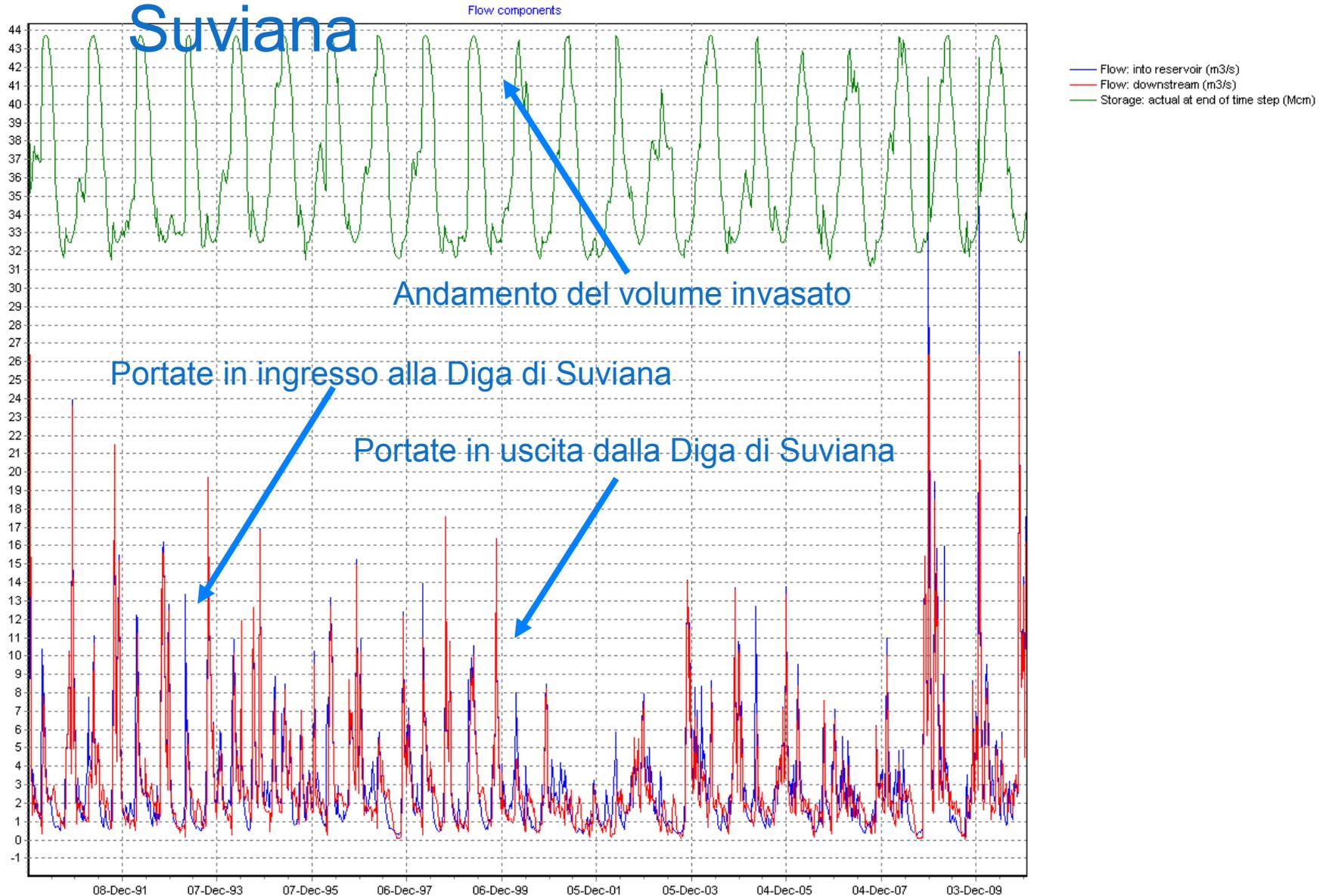
Villa Bombrini - Via Ludovico Antonio Muratori, 5

...Grazie per l'attenzione!

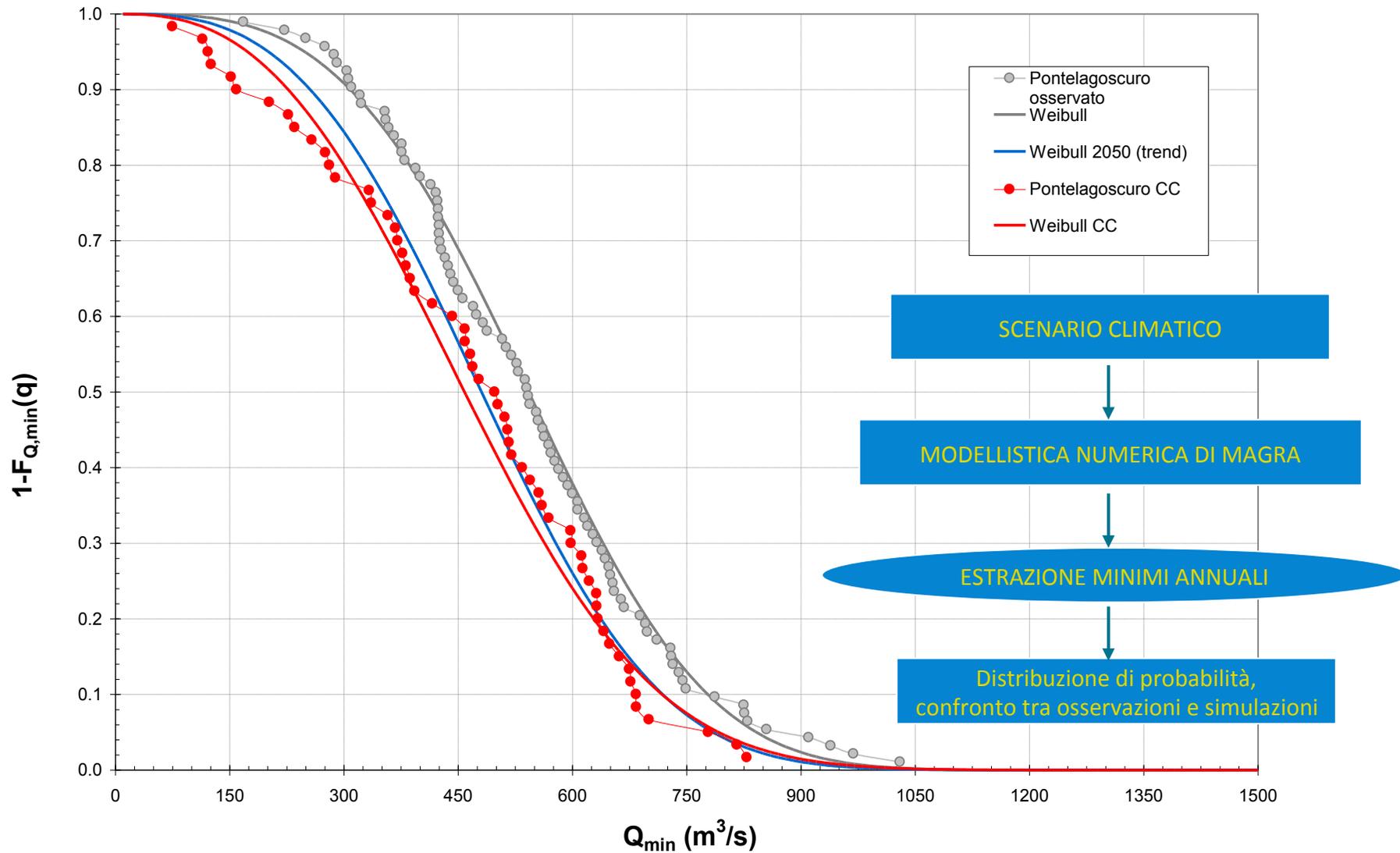




Comportamento dell' invaso di Suviana



Distribuzione dei minimi annuali osservati (1970-2000) e simulati (2000-2050)



Gestione della risorsa idrica: riduzione della portata derivata

Utilizzando l'interfaccia FEWS è possibile operare una diminuzione di prelievo in real time ai diversi sistemi di derivazione mediante un fattore di riduzione ed è quindi possibile verificarne gli effetti di aumento di portata in alveo (scenario)

