

Aspetti idrologici esperienze operative in atto

**Dr. Ing. Silvano Pecora
Area Idrologia - Parma
Servizio IdroMeteoClima
ARPA EmiliaRomagna**

Decreto Legislativo 112/98

- L'art. 92 c. 4 del D. Lgs. 31 marzo 1998 n. 112 dispone che gli Uffici periferici del Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali siano trasferiti alle Regioni ed incorporati nelle strutture operative regionali competenti in materia;
- Il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 24/7/2002 trasferisce gli Uffici compartimentali e le sezioni distaccate del SIMN del DSTN, con decorrenza 1 ottobre 2002, con rinvio ad un successivo decreto del Dipartimento della Funzione Pubblica, di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze, per l'assegnazione del personale alle Regioni;
- Il Decreto della Presidenza del consiglio dei Ministri, Dipartimento della Funzione Pubblica, di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze, del 5/8/2002 assegna alla Regione Emilia-Romagna n. 19 unità di personale appartenenti agli Uffici periferici del DSTN – SIM con decorrenza 1 ottobre 2002.

D.G.R. 2515/2001

- La Delibera della Giunta Regionale n. 2515 del 26/11/2001 affida all'Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente, Struttura tematica Servizio Meteorologico Regionale (ARPA-SMR) la gestione tecnico operativa delle funzioni già svolte dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, rinviando ad un successivo provvedimento la messa a disposizione dei beni, del personale e dei mezzi finanziari che lo Stato mette a disposizione della Regione Emilia-Romagna in conseguenza del trasferimento.

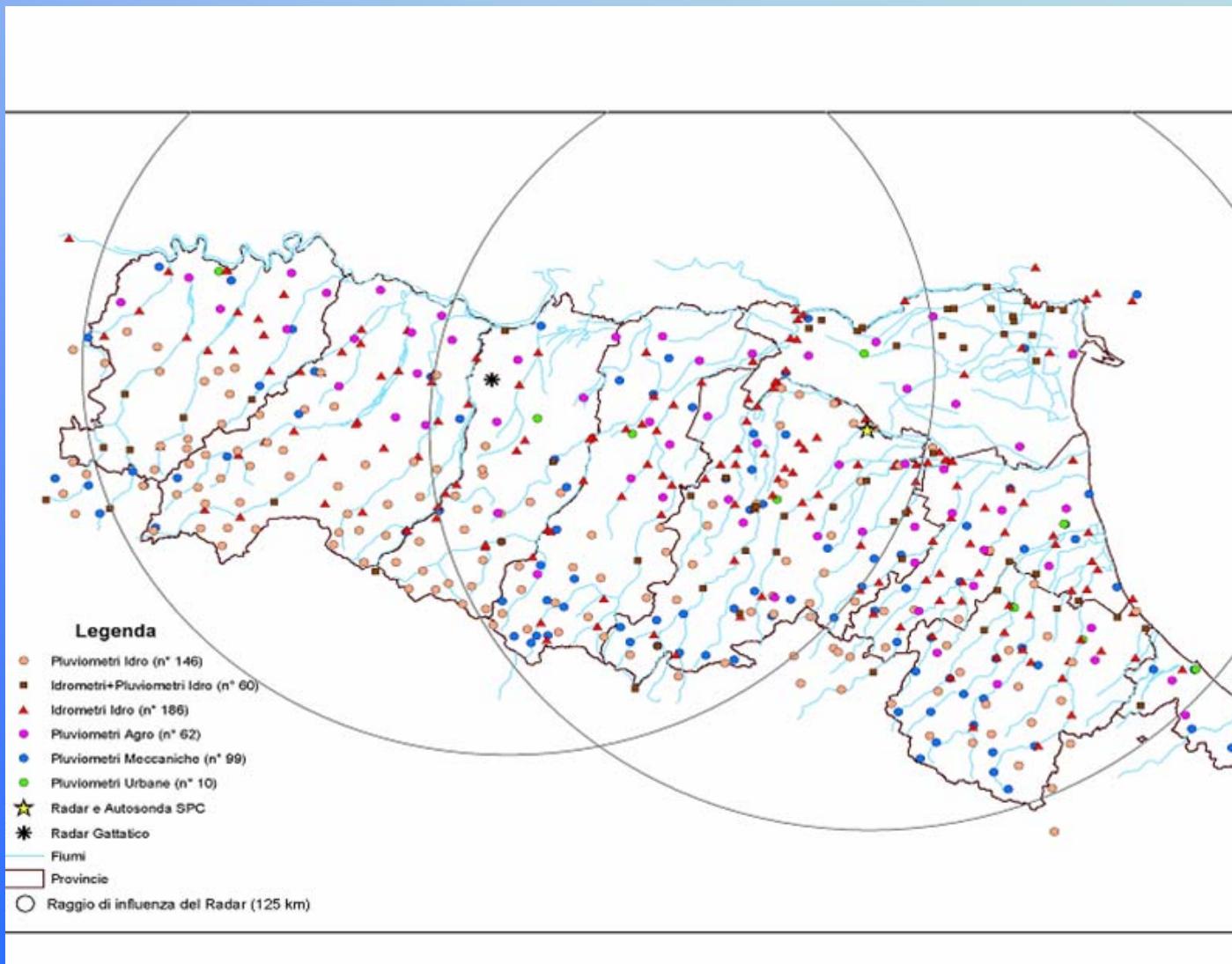
Il Servizio Idrografico

- **Nato il 31/3/1912** - L'Ufficio Idrografico del Po fu istituito in Parma con Decreto Reale del 31.03.1912.
- **Studio e Ricerca** - La sua creazione, raccomandata dagli studiosi, dai tecnici e dagli esperti di idraulica fluviale, e in particolare dalla Commissione appositamente nominata nel 1910 per gli studi sul regime idraulico del Po, era volta a dare le indispensabili unitarietà e sistematicità agli studi e alle indagini relative al comprensorio del più grande fiume italiano.
- **Monitoraggio** - L'Ufficio Idrografico del Po possedeva una larga rete di monitoraggio, comprendente stazioni di misura meccaniche e in telemisura, utilizzate per ottenere osservazioni corrette e continue delle grandezze idrologiche, opportunamente archiviati in una banca dati.
- **Pubblicazioni** - L'Ufficio Idrografico ha prodotto un gran numero di pubblicazioni periodiche e speciali, che sono state utilizzate per la progettazione di tutte le opere idrauliche ricadenti nel bacino del fiume Po.

Le competenze istituzionali

- rilievo sistematico e alle elaborazioni delle grandezze del clima terrestre;
- rilievo sistematico dei corsi d'acqua;
- rilievo sistematico ed alle elaborazioni delle grandezze relative ai deflussi superficiali, al trasporto solido, ai deflussi sotterranei e delle sorgenti, nonché all'osservazione e lo studio dell'erosione superficiale;
- rilievo sistematico ed alla elaborazione delle grandezze relative al clima marittimo, allo stato dei litorali ed ai livelli marini;
- pubblicazione sistematica degli elementi osservati ed elaborati;
- pubblicazione di cartografie tematiche;
- esame e parere sulle domande di grandi derivazioni e sui progetti di opere civili idrauliche e di bonifica di competenza statale;
- collaborazione con le regioni, gli enti competenti e le amministrazioni locali, alla tutela delle acque dall'inquinamento mediante l'accertamento della misura della quantità e qualità dei corpi idrici;
- struttura operativa nazionale del Servizio nazionale della protezione civile.

LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA



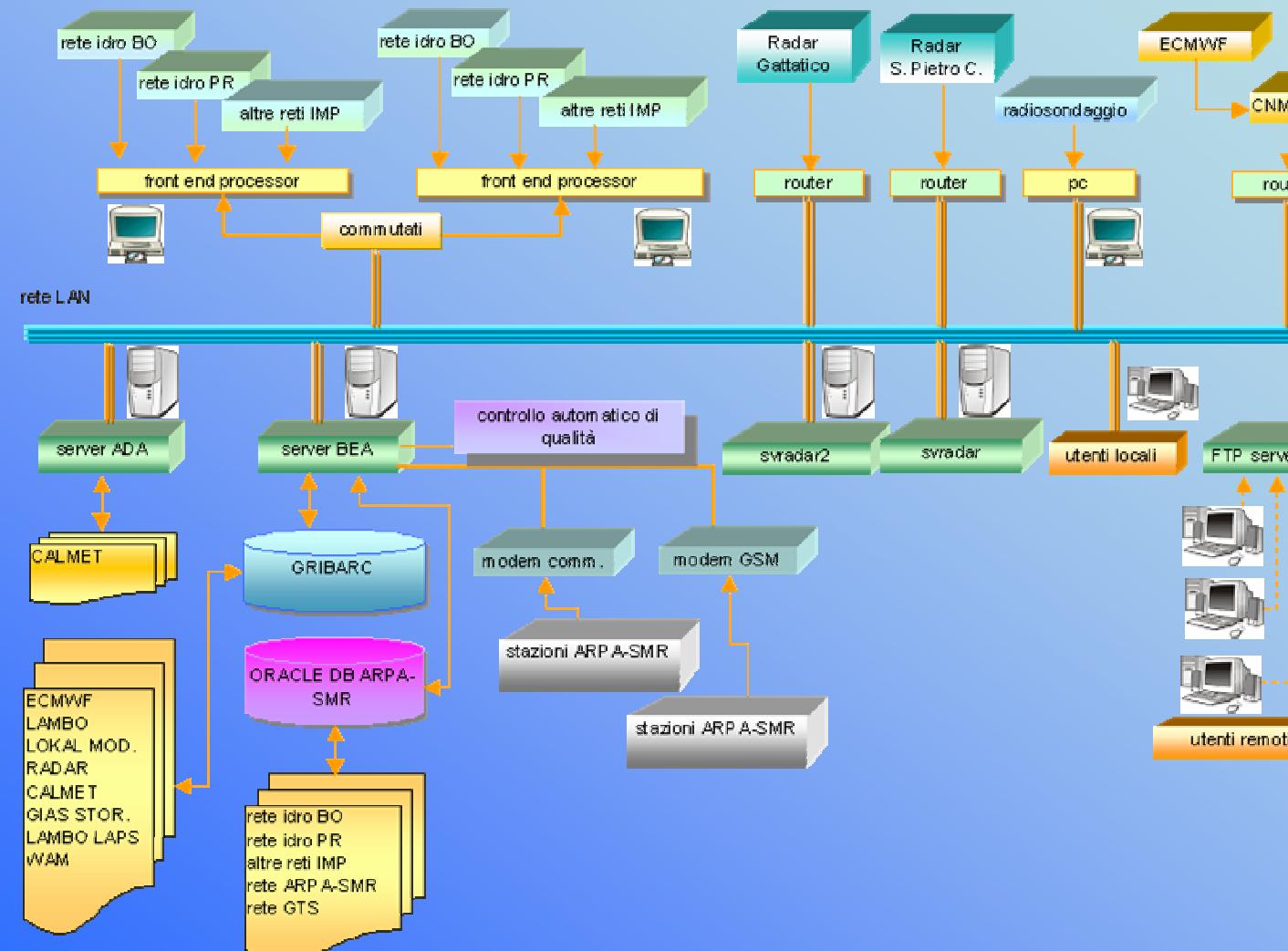
LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

		Rete idrometeo	Rete meteo	Rete urbana	TOTALE
	Stazioni rete RIRER	403	67	10	480
Sensori	PRECIPITAZIONE	214	67	10	291
Sensori	LIVELLO IDROMETRICO	254	0	0	254
Sensori	TEMPERATURA ARIA	119	67	10	196
Sensori	VELOCITA' VENTO	7	22	10	39
Sensori	RADIAZIONE SOLARE	1	3	10	14
Sensori	PRESSIONE ATMOSFERICA	4	13	1	18
Sensori	UMIDITA' RELATIVA	4	66	10	80
Sensori	ALTEZZA NEVE	13	1	0	14

		Rete idrometeo	Rete meteo	Rete urbana	TOTALE
	Stazioni RIRER di RER *	311	67	10	388
Sensori	PRECIPITAZIONE	159	67	10	236
Sensori	LIVELLO IDROMETRICO	182	0	0	182
Sensori	TEMPERATURA ARIA	114	67	10	191
Sensori	VELOCITA' VENTO	5	22	10	37
Sensori	RADIAZIONE SOLARE	1	3	10	14
Sensori	PRESSIONE ATMOSFERICA	4	13	0	17
Sensori	UMIDITA' RELATIVA	4	67	10	81
Sensori	ALTEZZA NEVE	13	1	0	14
Ditte		250 CAE, 61 SIAP, 50 Vaisala, 17 altre, 10 Vaisala			

* esclusi i Consorzi di Bonifica

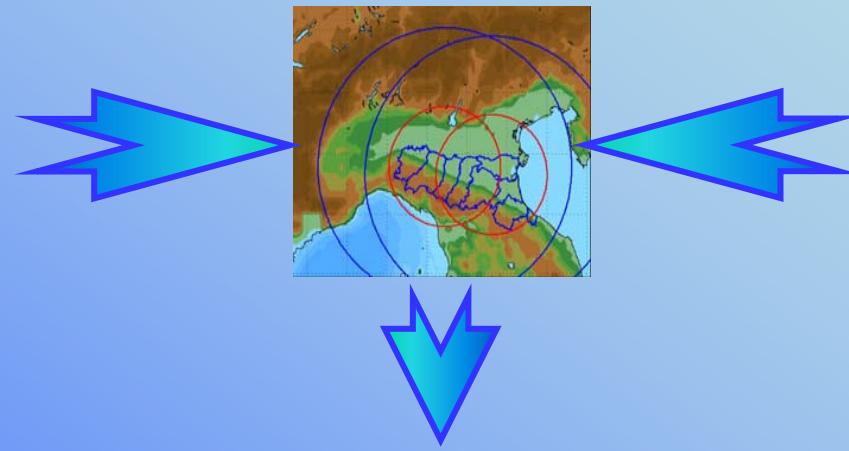
FLUSSO DEI DATI IN RIRER



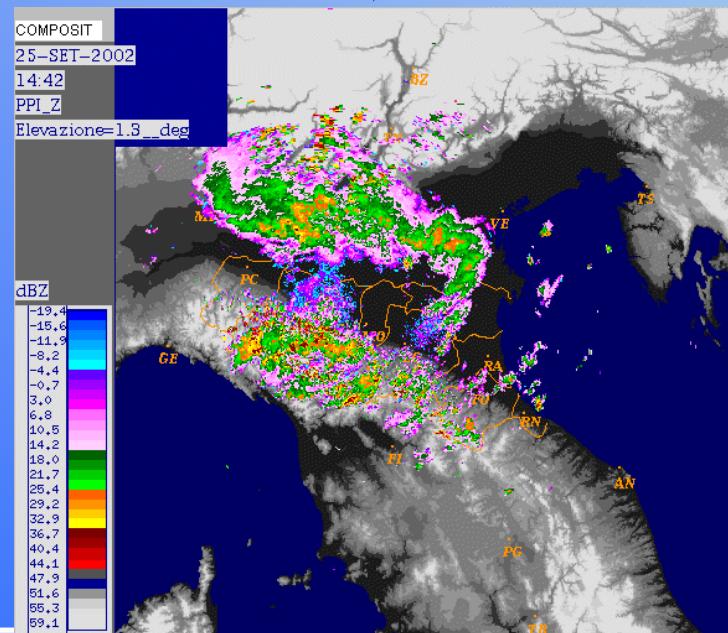
Composito radar



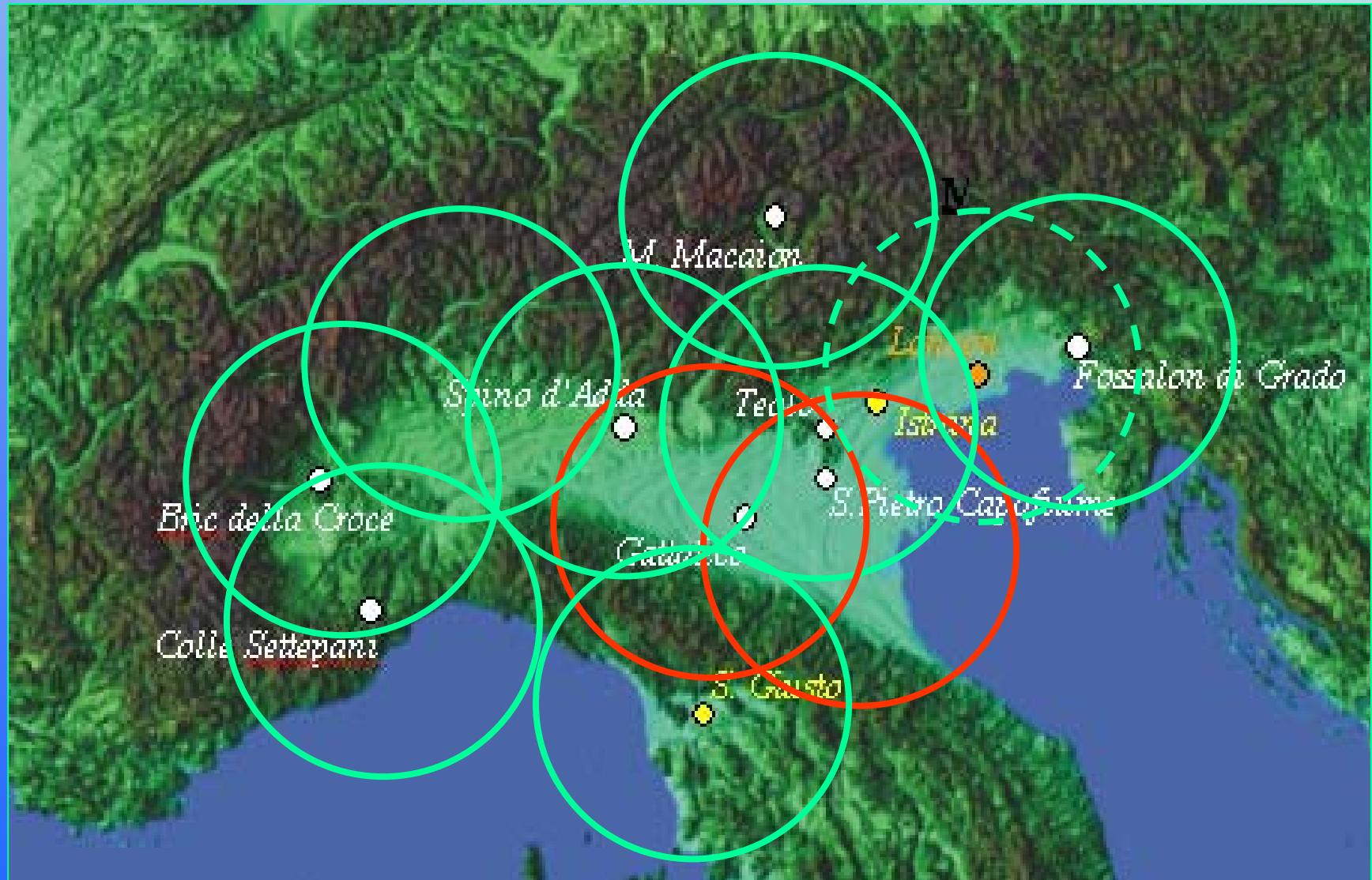
Gattatico



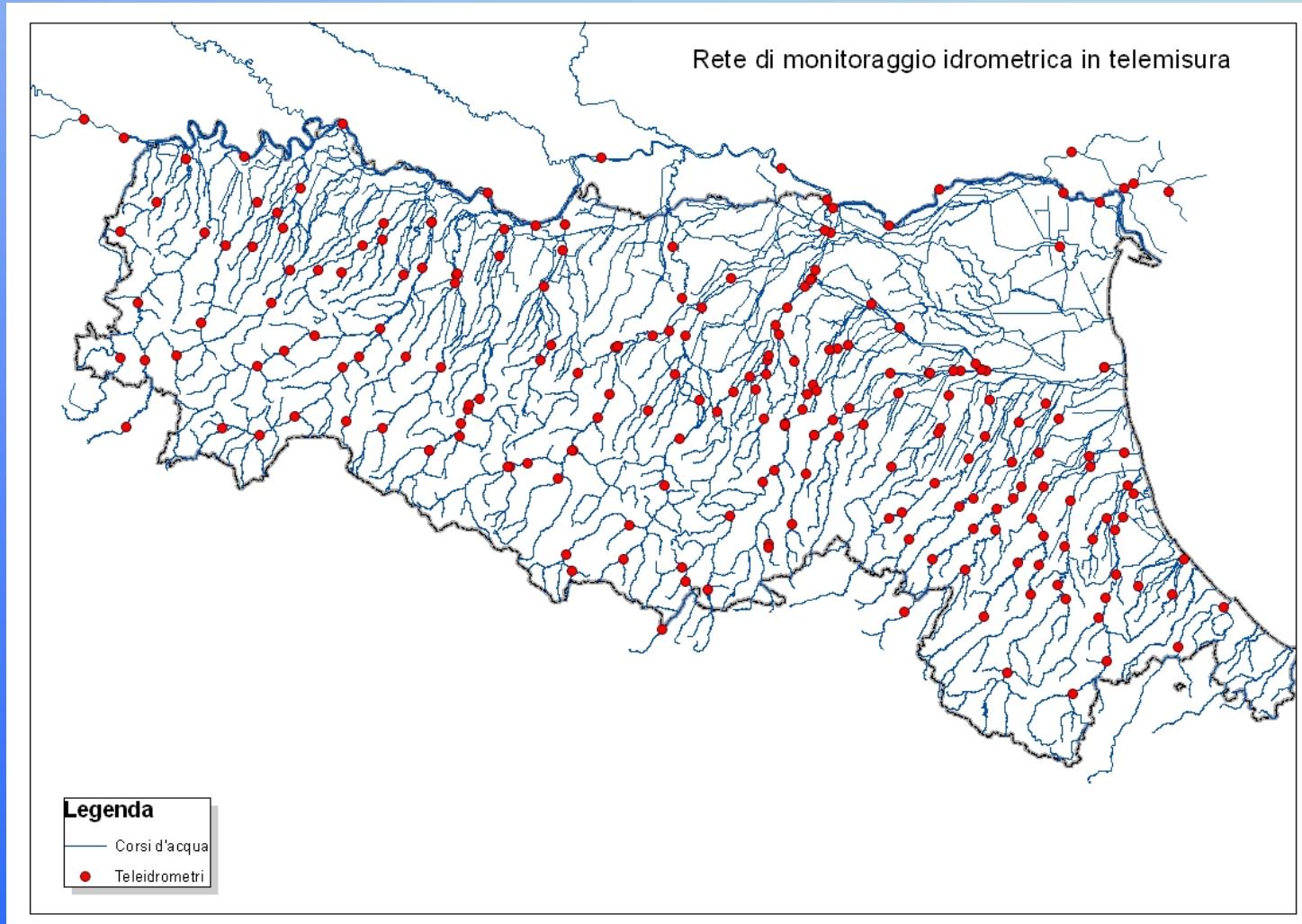
San Pietro
Capofiume



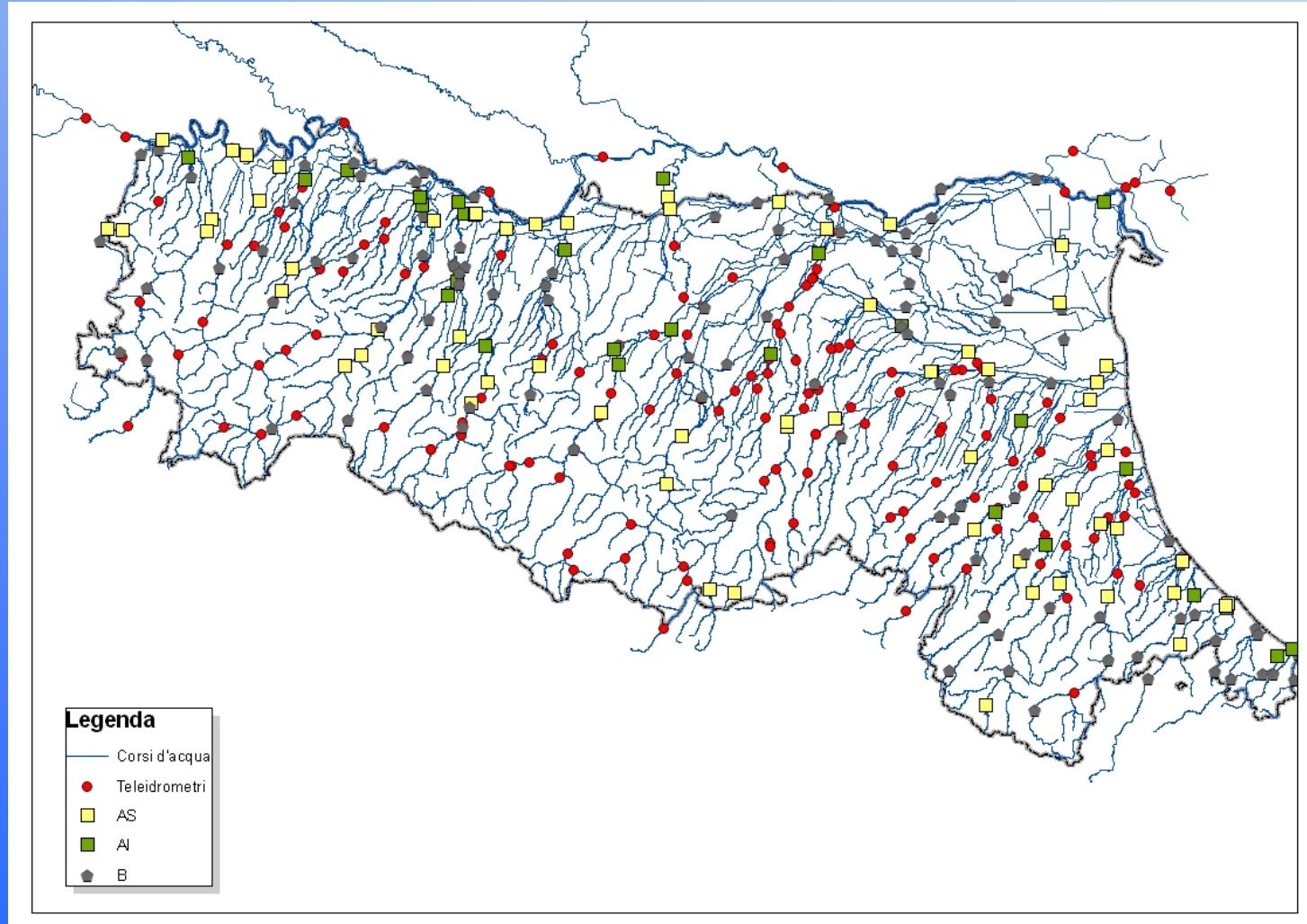
La rete radar



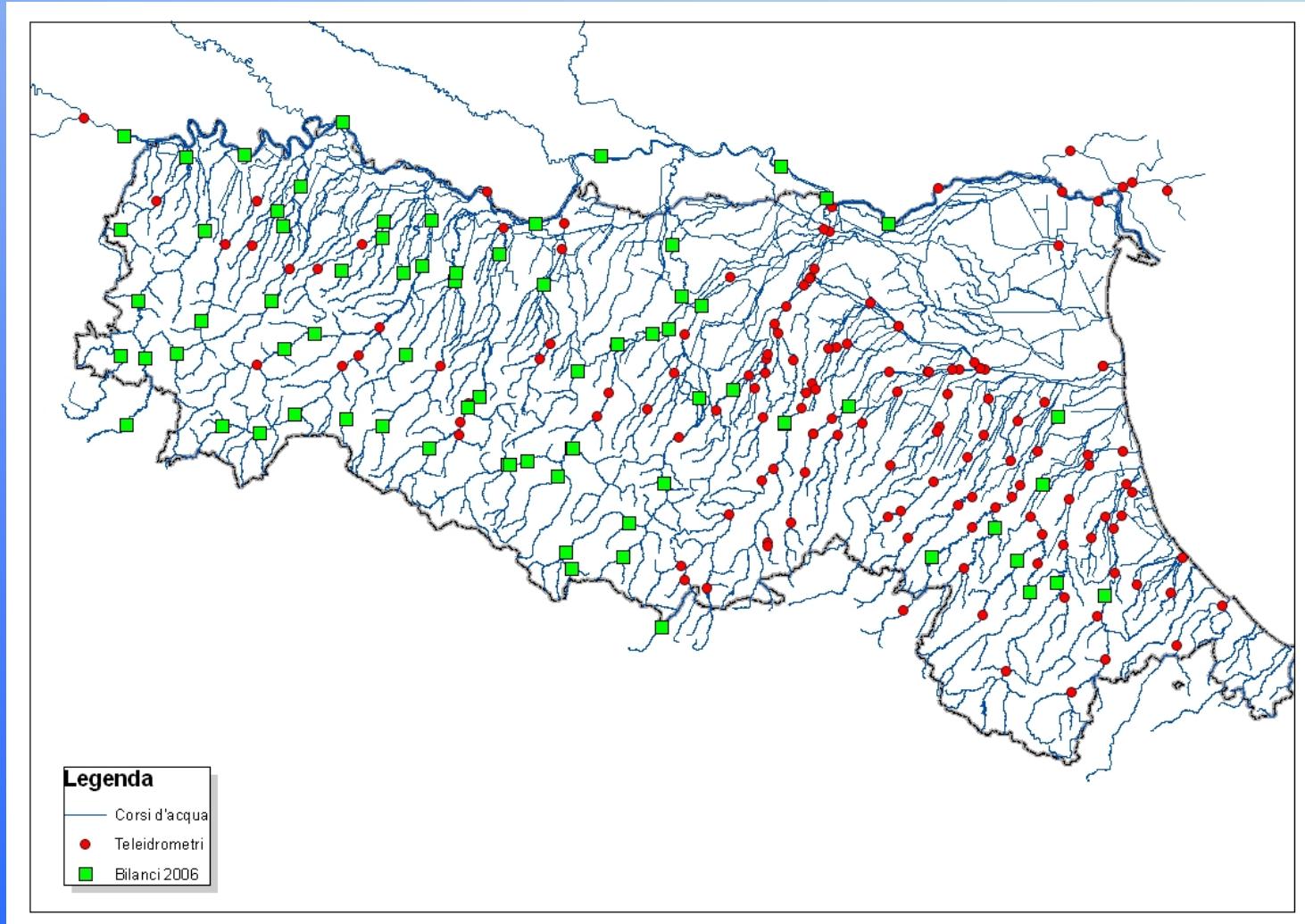
LA RETE DI MONITORAGGIO IDROMETRICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA



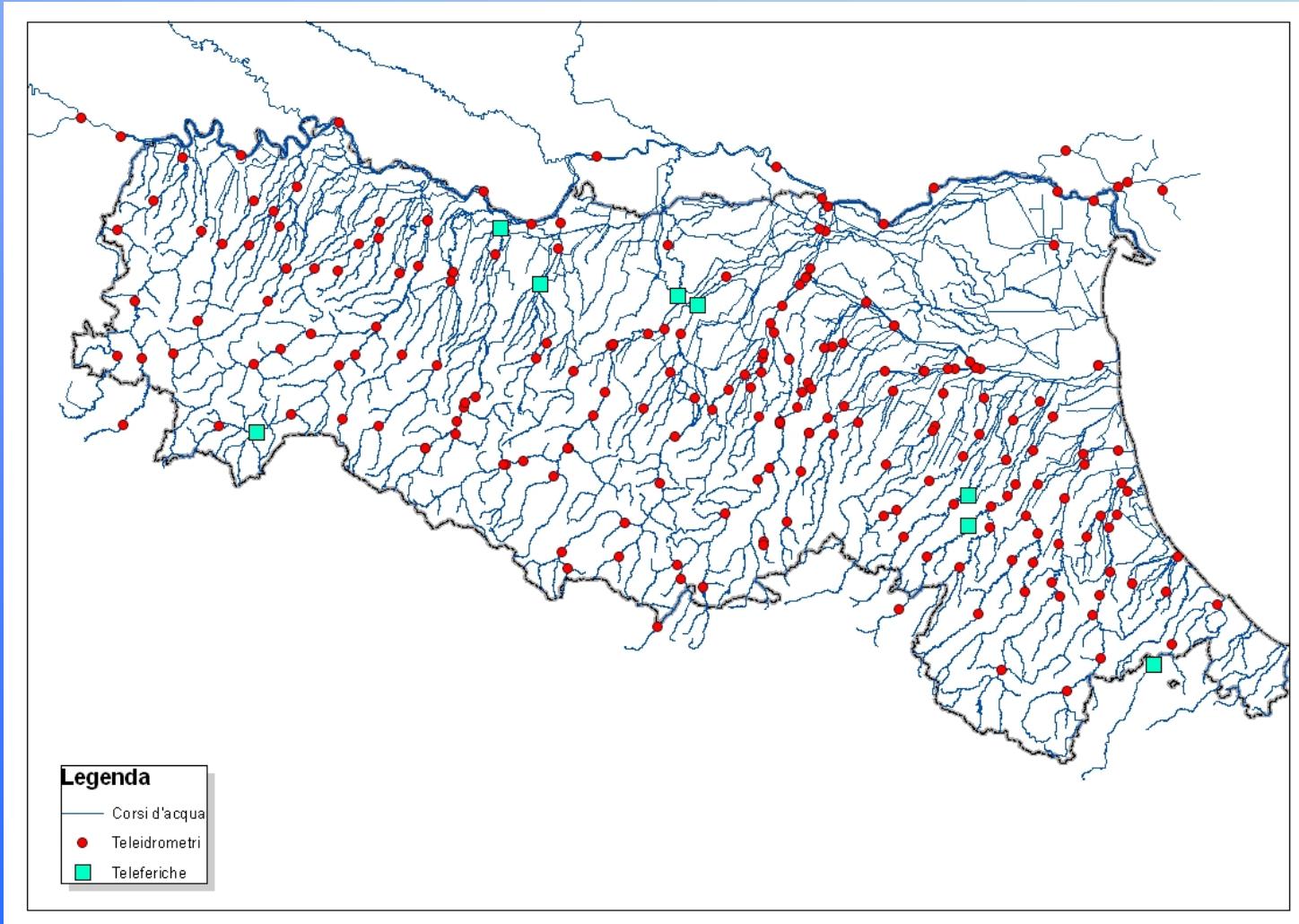
LA RETE DI MONITORAGGIO IDROMETRICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA



LA RETE DI MONITORAGGIO IDROMETRICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA



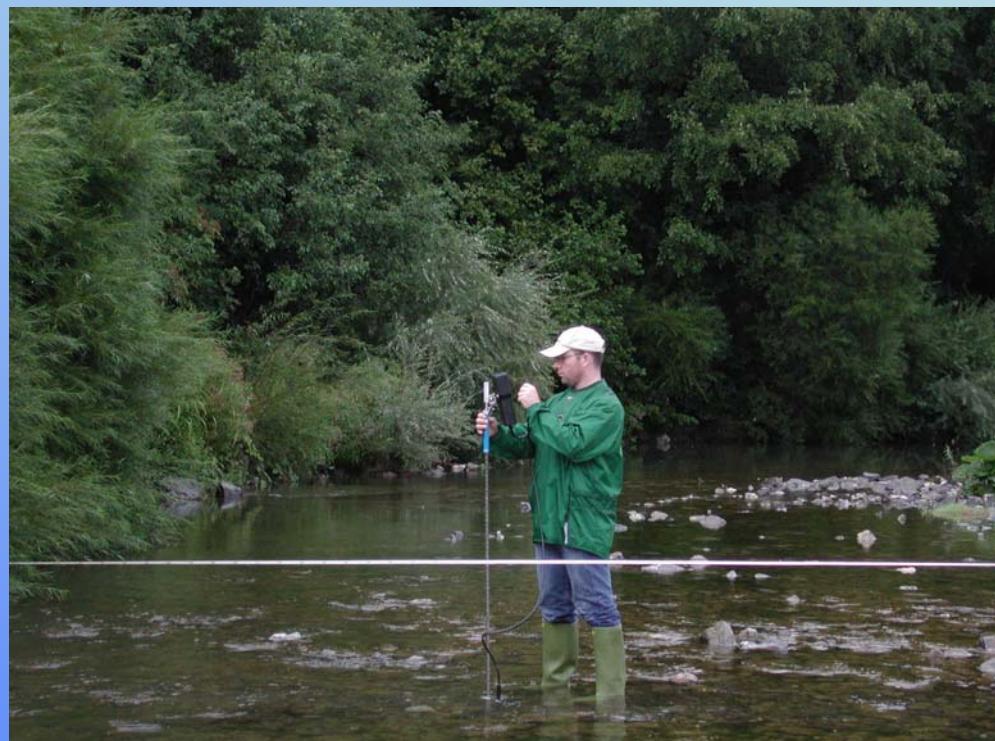
LA RETE DI MONITORAGGIO IDROMETRICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA



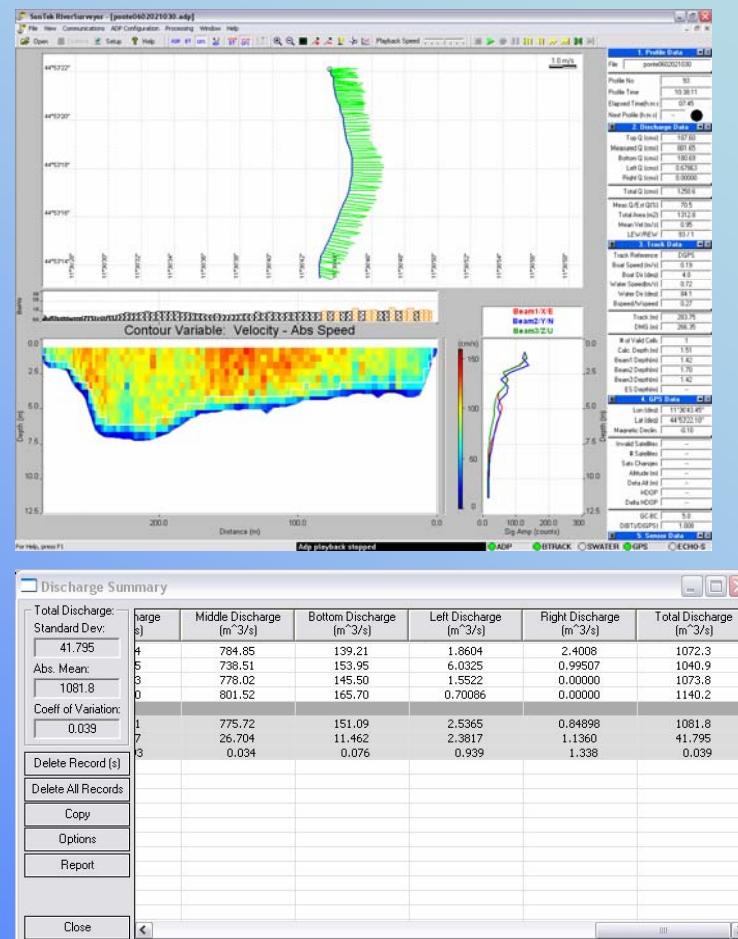
STRUMENTAZIONE IDROMETRICA



MI SURE DI PORTATA



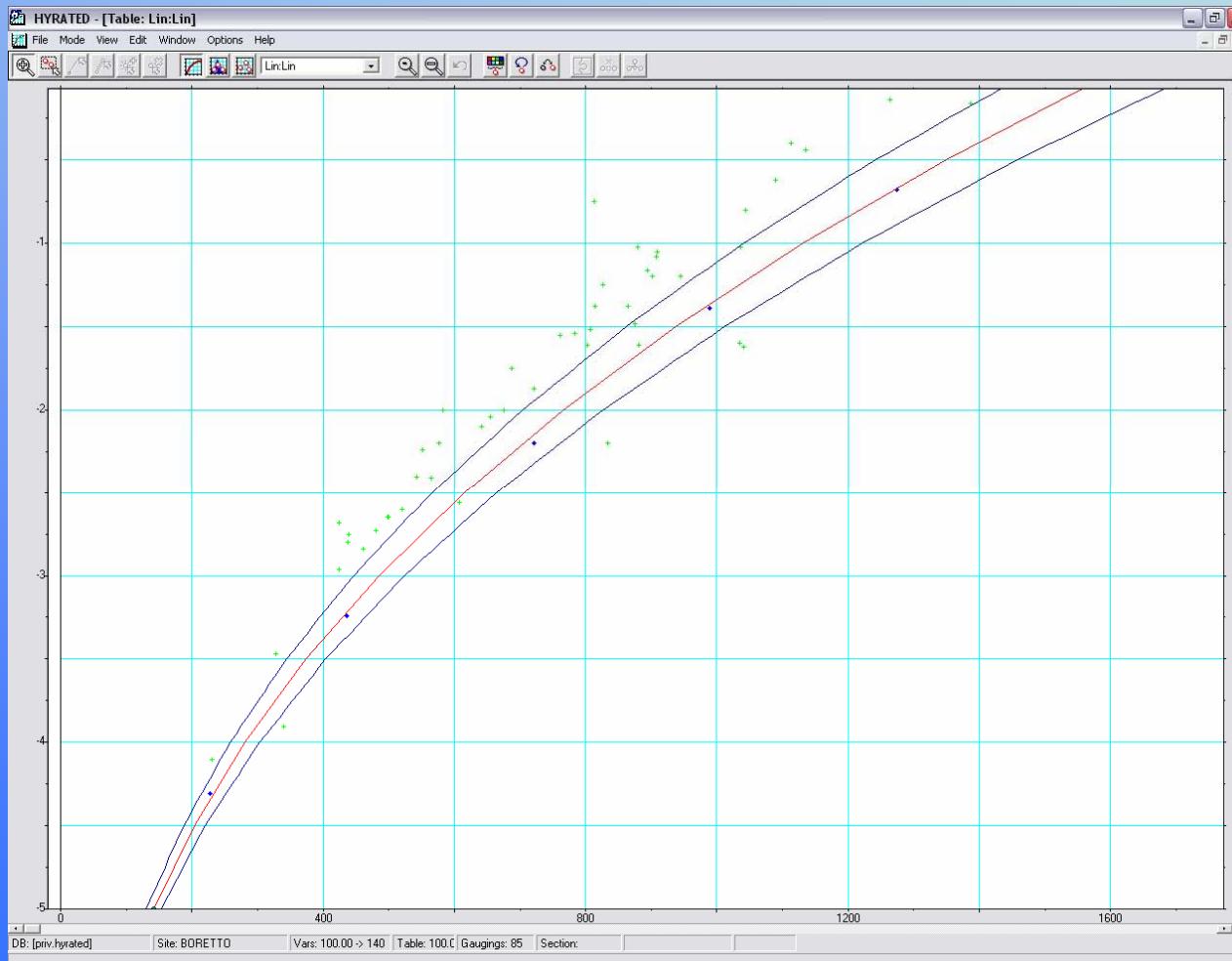
MI SURE DI PORTATA



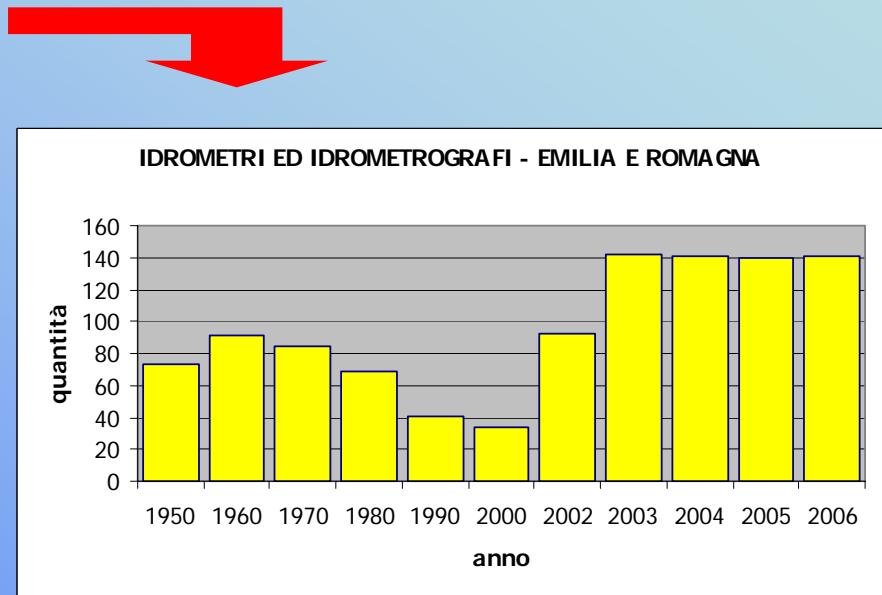
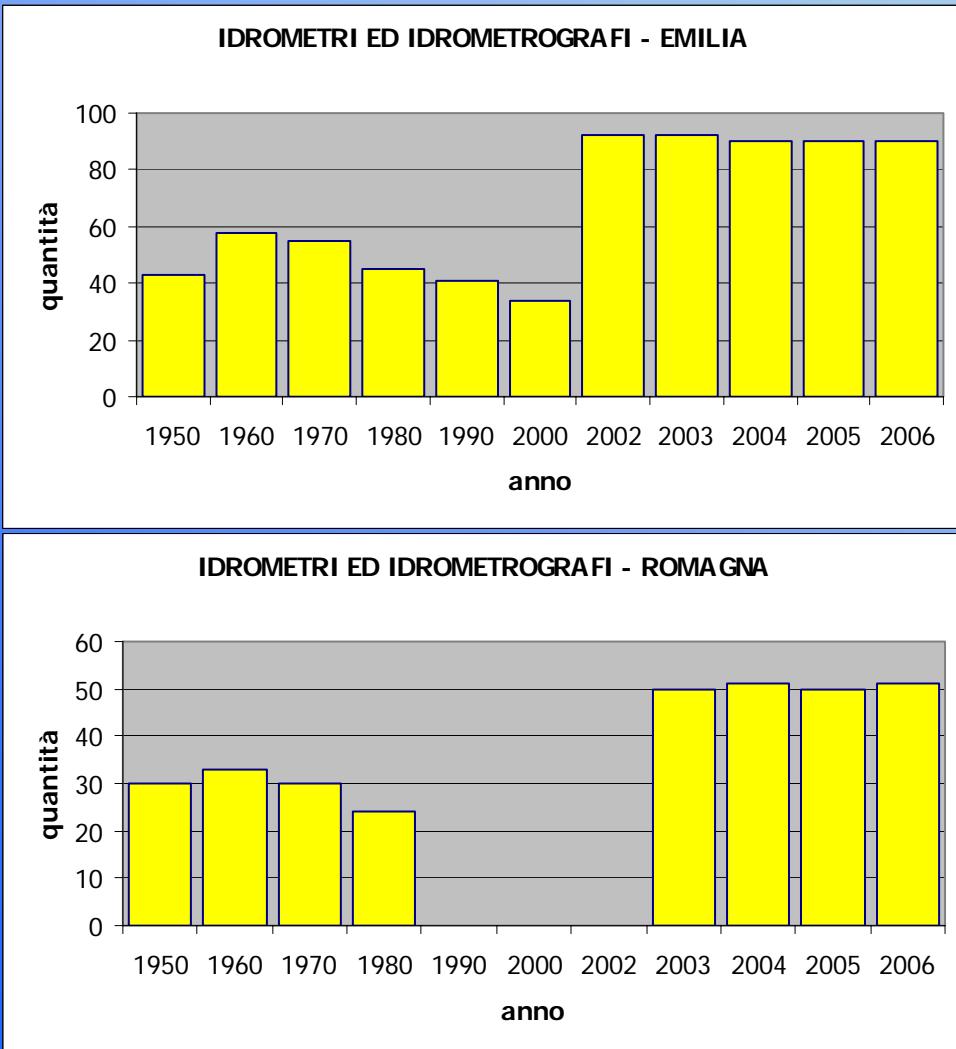
MI SURE DI PORTATA



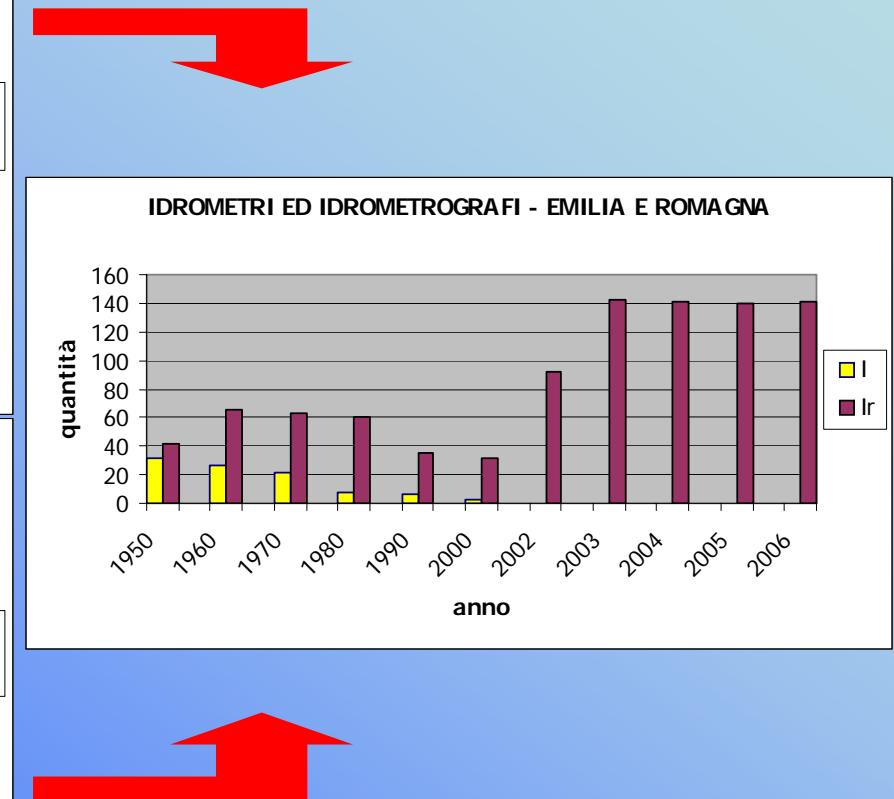
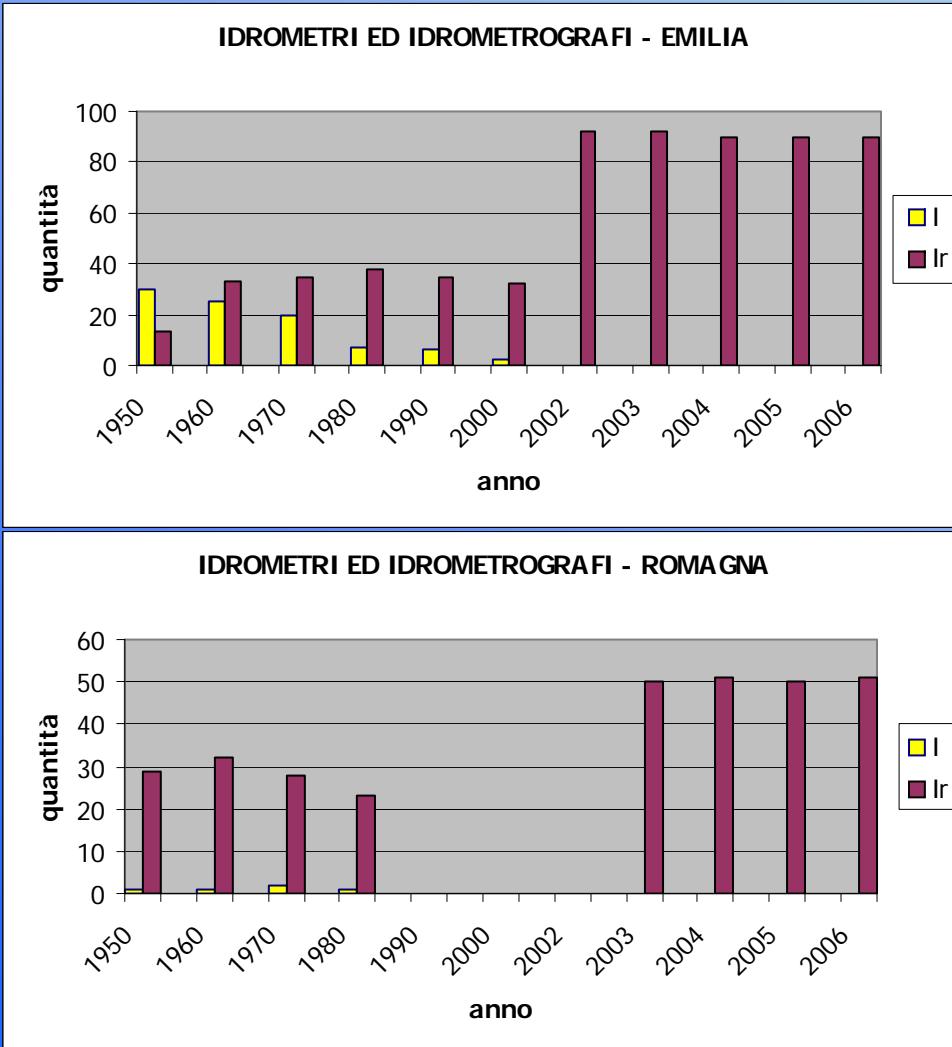
SCALE DELLE PORTATE



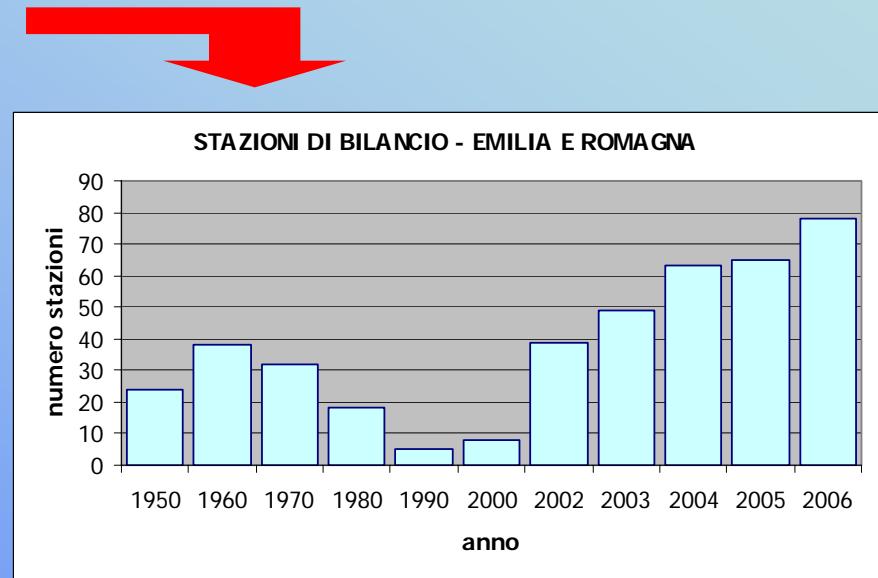
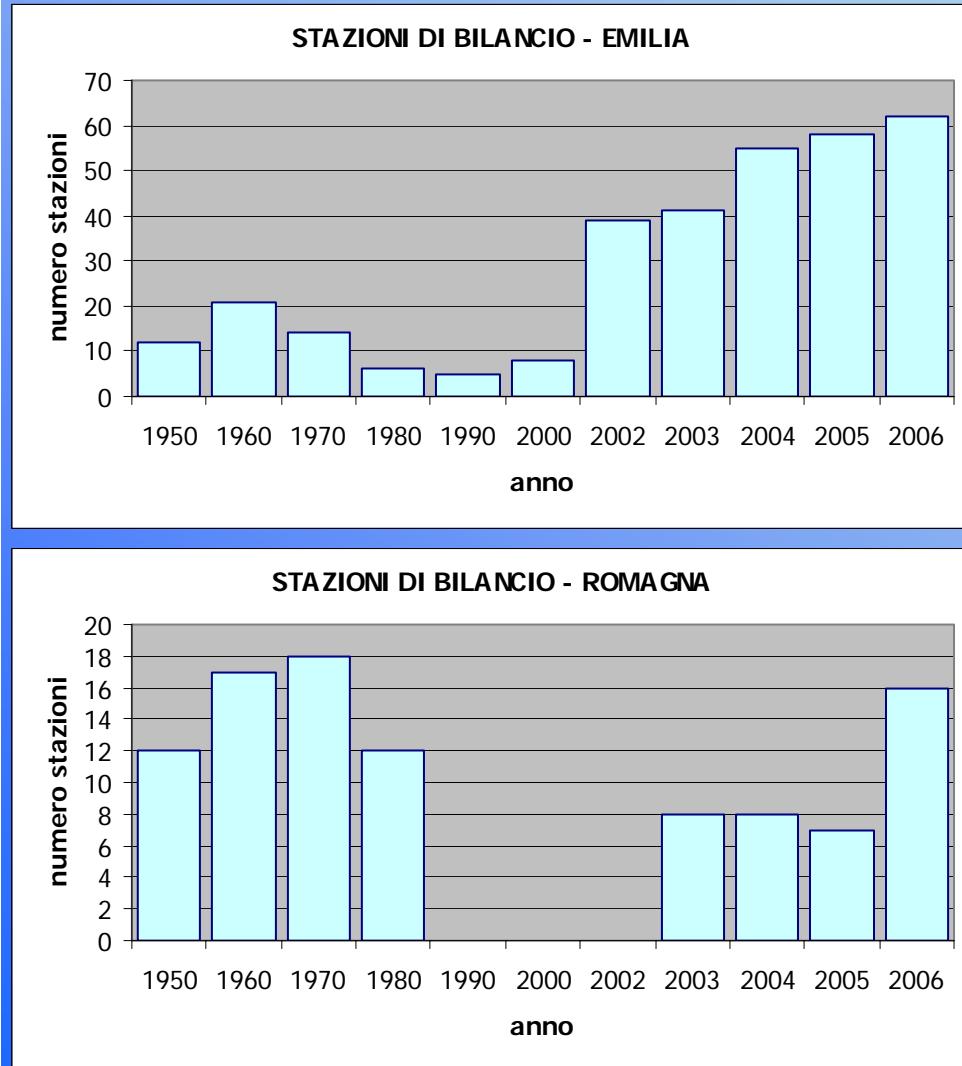
IDROMETRI ED IDROMETROGRAFI



DETTAGLIO IDROMETRI ED IDROMETROGRAFI



STAZIONI DI BILANCIO



GLI ANNALI IDROLOGICI

Parte I

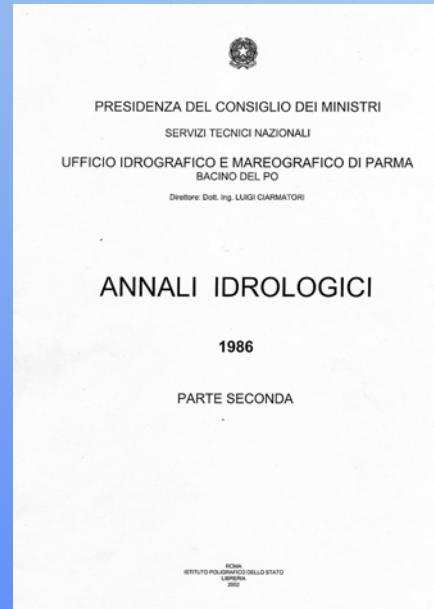
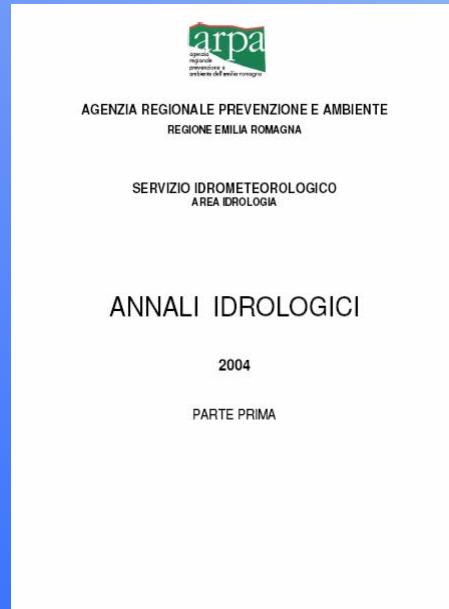
Annali pubblicati fino al 1996 dall'ex Idrografico di Parma

Annali pubblicati fino al 1989 dall'ex Idrografico di Bologna

Parte II

Annali pubblicati fino al 1987 dall'ex Idrografico di Parma

Annali pubblicati fino al 1979 dall'ex Idrografico di Bologna



GLI ANNALI IDROLOGICI EMILIA-ROMAGNA

Parte I Annali pubblicati dal 1990 al 2008

Parte II Annali pubblicati dal 1990 al 2008

Arpa Servizio IdroMeteo - Windows Internet Explorer

http://www.arpa.emr.it/documenti.asp?anno=08&annof=08&parola chiave=sim_annali&cerca=sì&idlivello=64&pag=1

Arpa Servizio IdroMeteo

PROTEZIONE CIVILE
PROTEZIONE CIVILE
ADGB
AIAM

- 2006 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 2006 sim_annali](#)
- 2005 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 2005 sim_annali](#)
- 2004 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 2004 sim_annali](#)
- 2003 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 2003 sim_annali](#)
- 2002 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 2002 sim_annali](#)
- 2001 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 2001 sim_annali](#)
- 2000 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 2000 sim_annali](#)
- 1999 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1999 sim_annali](#)
- 1998 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1998 sim_annali](#)
- 1997 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1997 sim_annali](#)

Liberiamo l'Aria
Mare
Natura e Aree protette
Pollini
Radiazioni
Reti di monitoraggio
Rifiuti
Rumore
Siccità e
desertificazione
Strumenti di
sostenibilità

APAT
ERMES AMBIENTE

1 2 >>>

Fine Siti attendibili 100%

Arpa Servizio IdroMeteo - Windows Internet Explorer

http://www.arpa.emr.it/documenti.asp?anno=08&annof=08&parola chiave=sim_annali&cerca=sì&idlivello=64&pag=2

Arpa Servizio IdroMeteo

Sicurezza e desertificazione
Telerilevamento
Saperne di più
Atti Amministrativi

nodo Tutti

cerca

DI DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE
PROTEZIONE CIVILE
ADGB
AIAM

- 1996 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1996 sim_annali](#)
- 1995 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1995 sim_annali](#)
- 1994 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1994 sim_annali](#)
- 1993 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1993 sim_annali](#)
- 1992 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1992 sim_annali](#)
- 1991 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1991 sim_annali](#)
- 1990 , Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia - Meteo e clima - [Annali idrologici 1990 sim_annali](#)

Aria
Aziende pericolose
Balneazione
Calore
Campi elettromagnetici
Ecosistemi urbani
Liberiamo l'Aria
Mare
Natura e Aree protette
Pollini
Radiazioni
Reti di monitoraggio
Rifiuti
Rumore
Siccità e
desertificazione
Strumenti di
sostenibilità

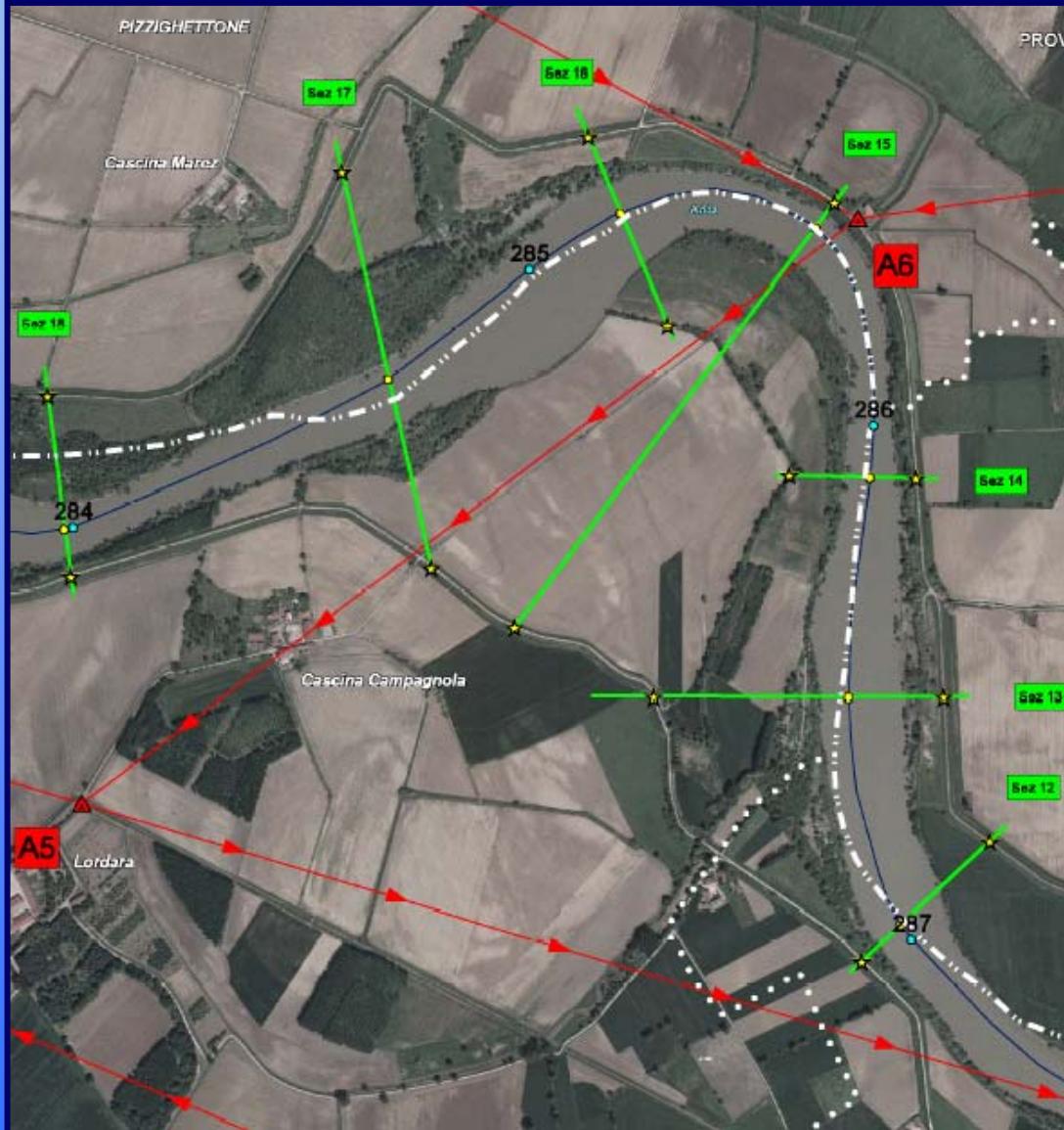
APAT
ERMES AMBIENTE

<precedente 1 2

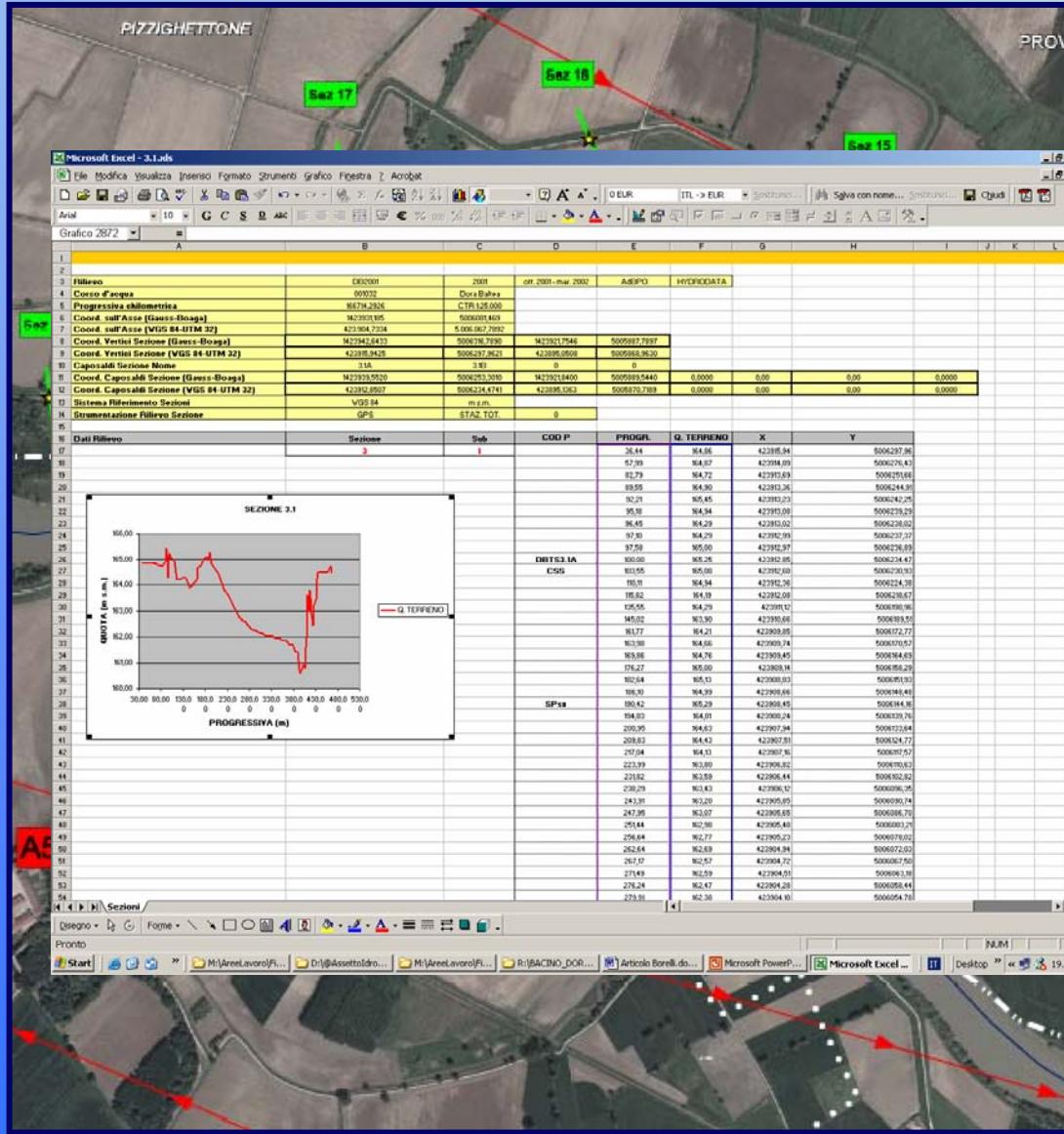
a cura di: Servizio Idrometeorologico - ultimo aggiornamento: 29/10/2007
Arpa Emilia-Romagna - P.IVA 04290860370 Credits - Disclaimer - Privacy WS-XHTML WS-MASH WS-WCAG 1.0

Fine Siti attendibili 100%

RILIEVI TOPOGRAFICI

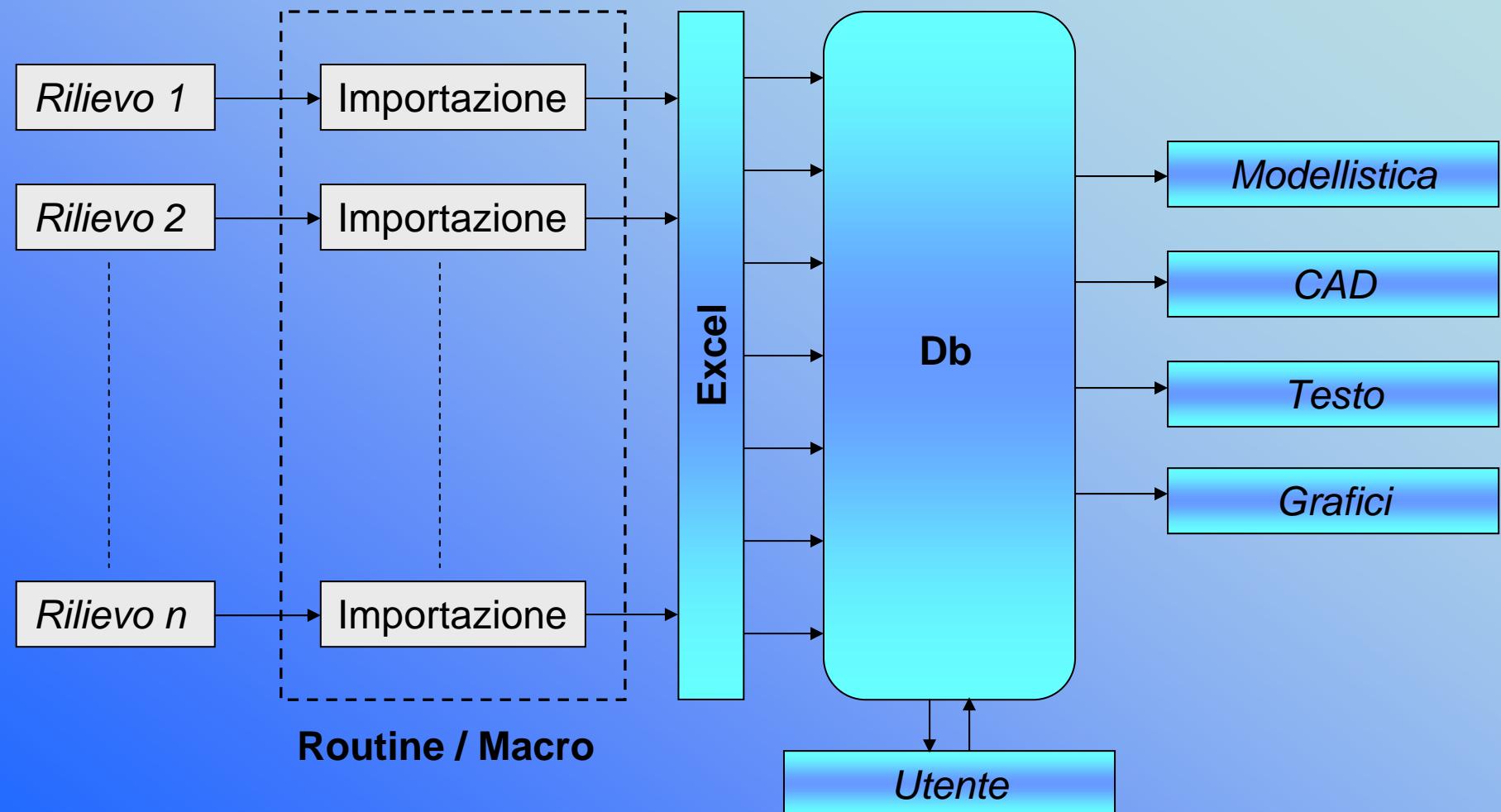


RILIEVI TOPOGRAFICI



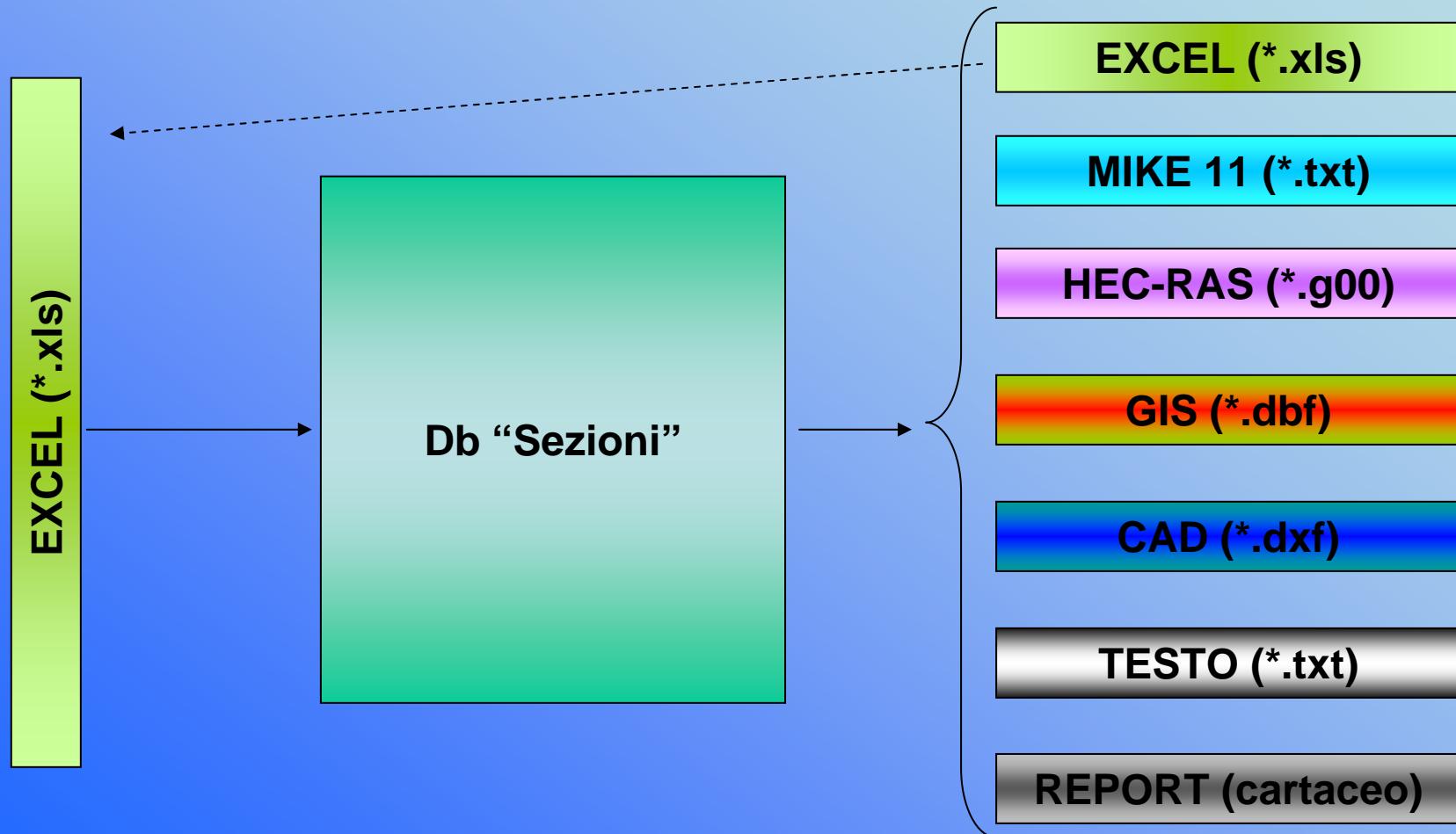
IL DATABASE “SEZIONI”

FLUSSO DEI DATI:

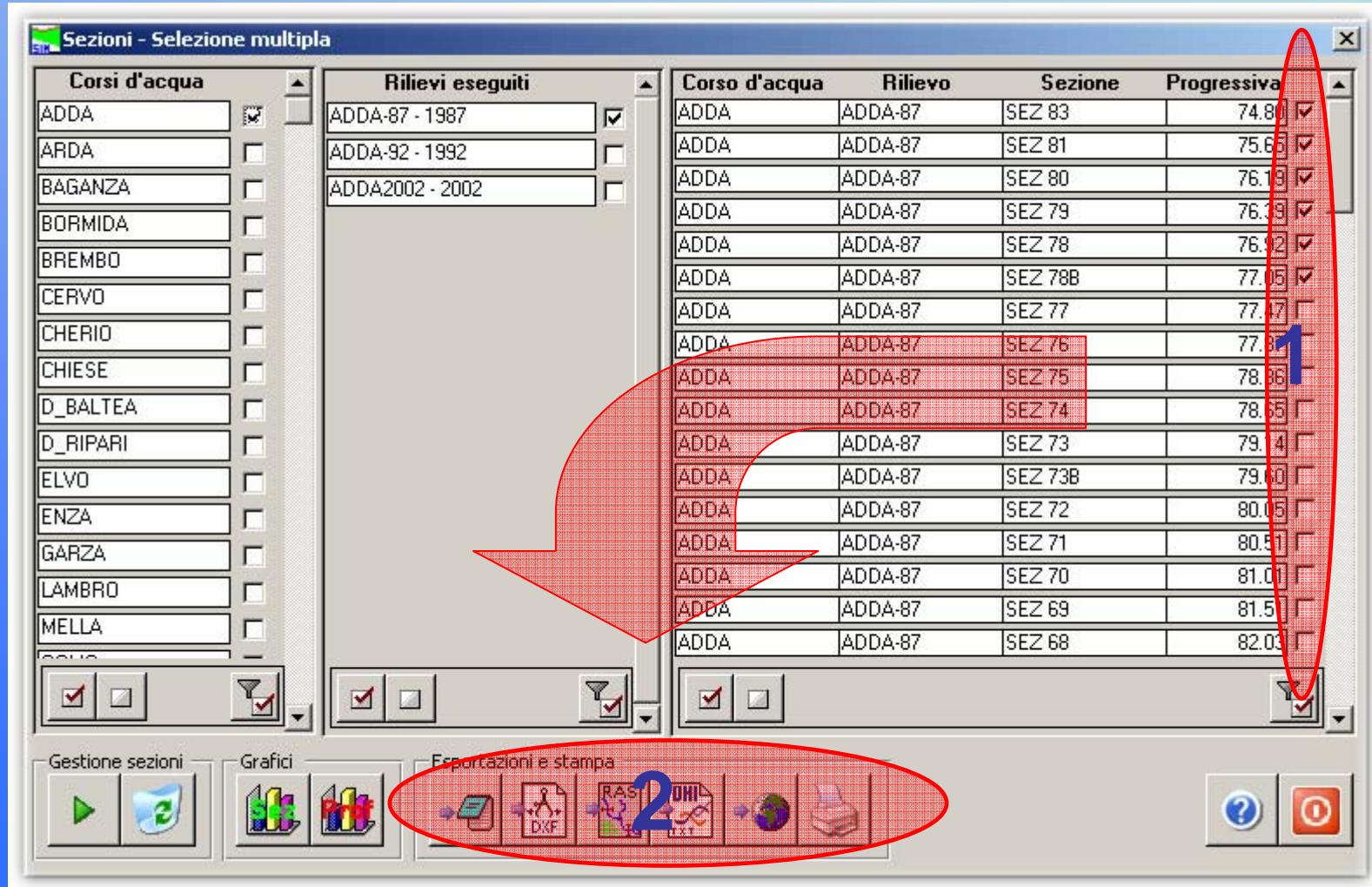


IL DATABASE “SEZIONI”

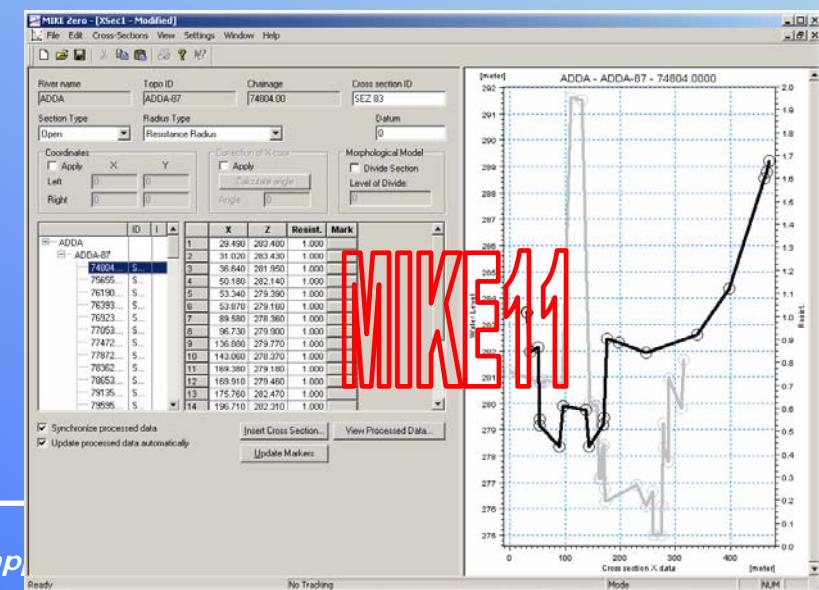
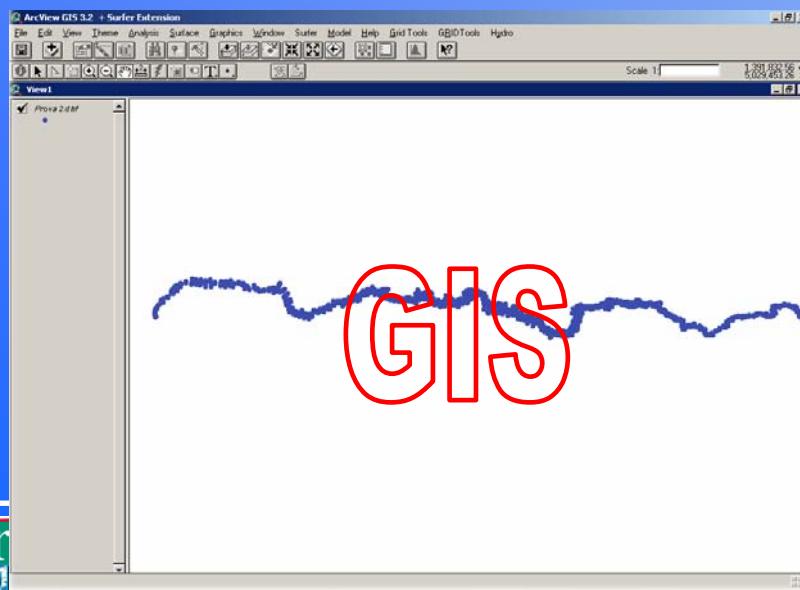
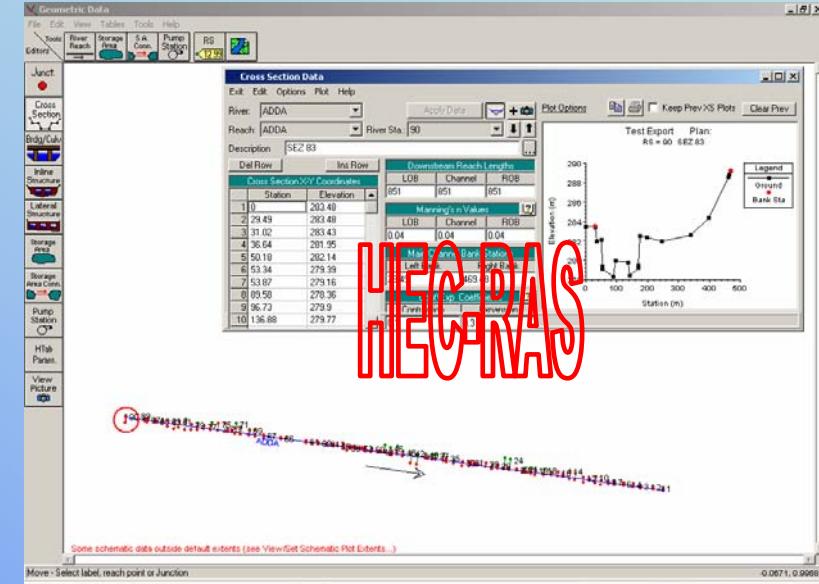
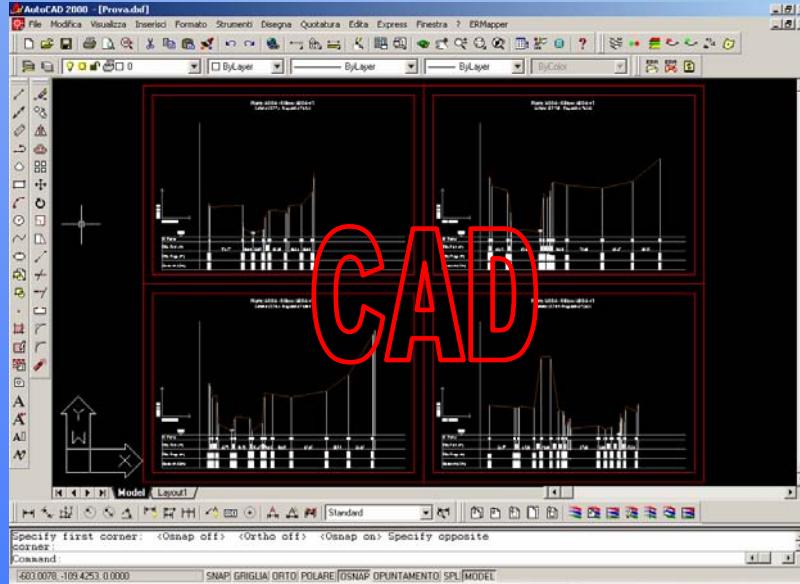
IMPORT / EXPORT:



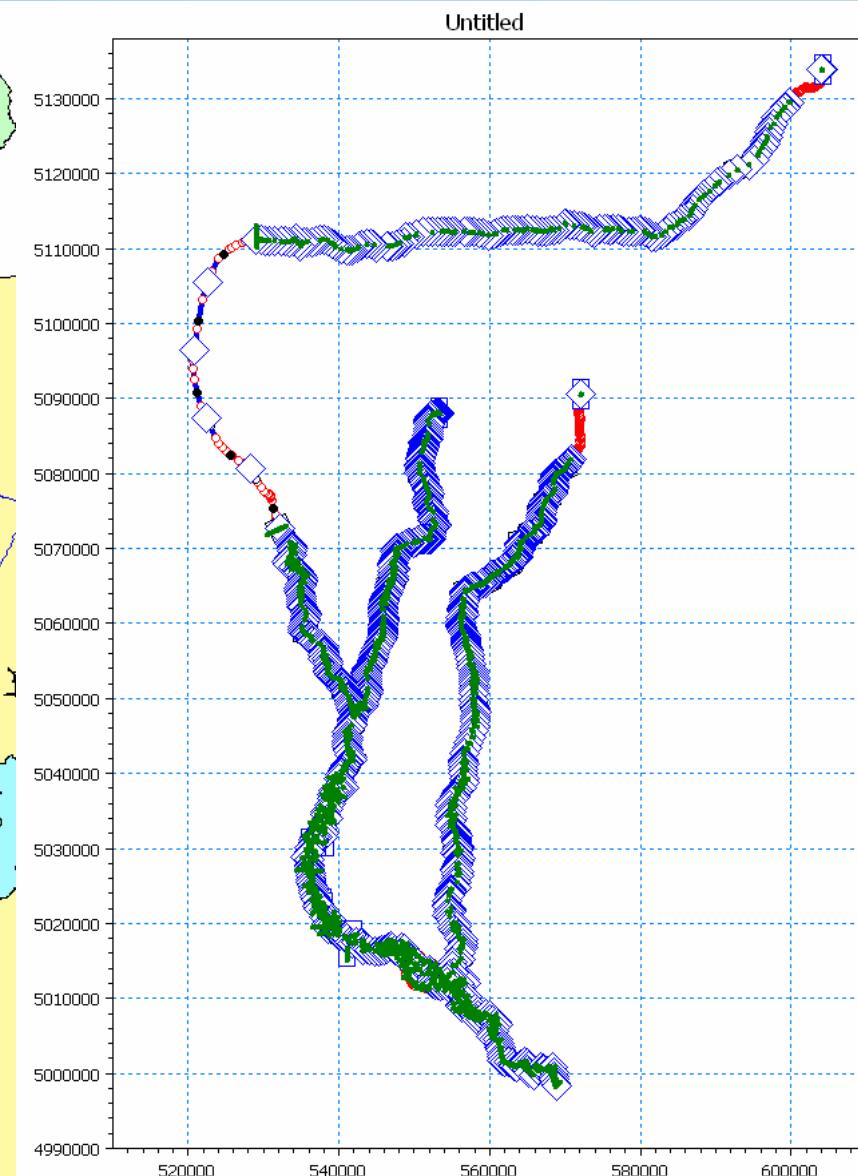
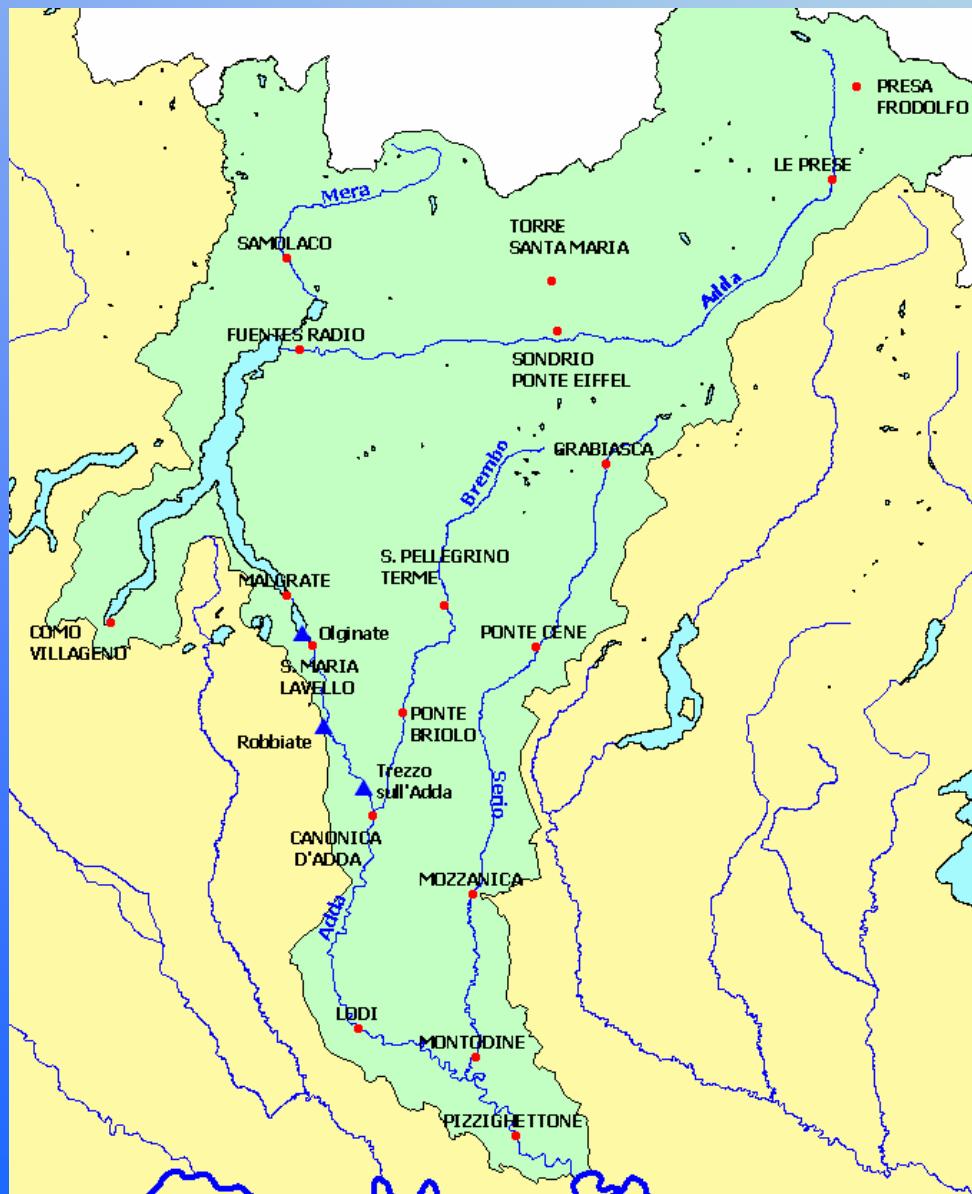
BROWSER SEZIONI

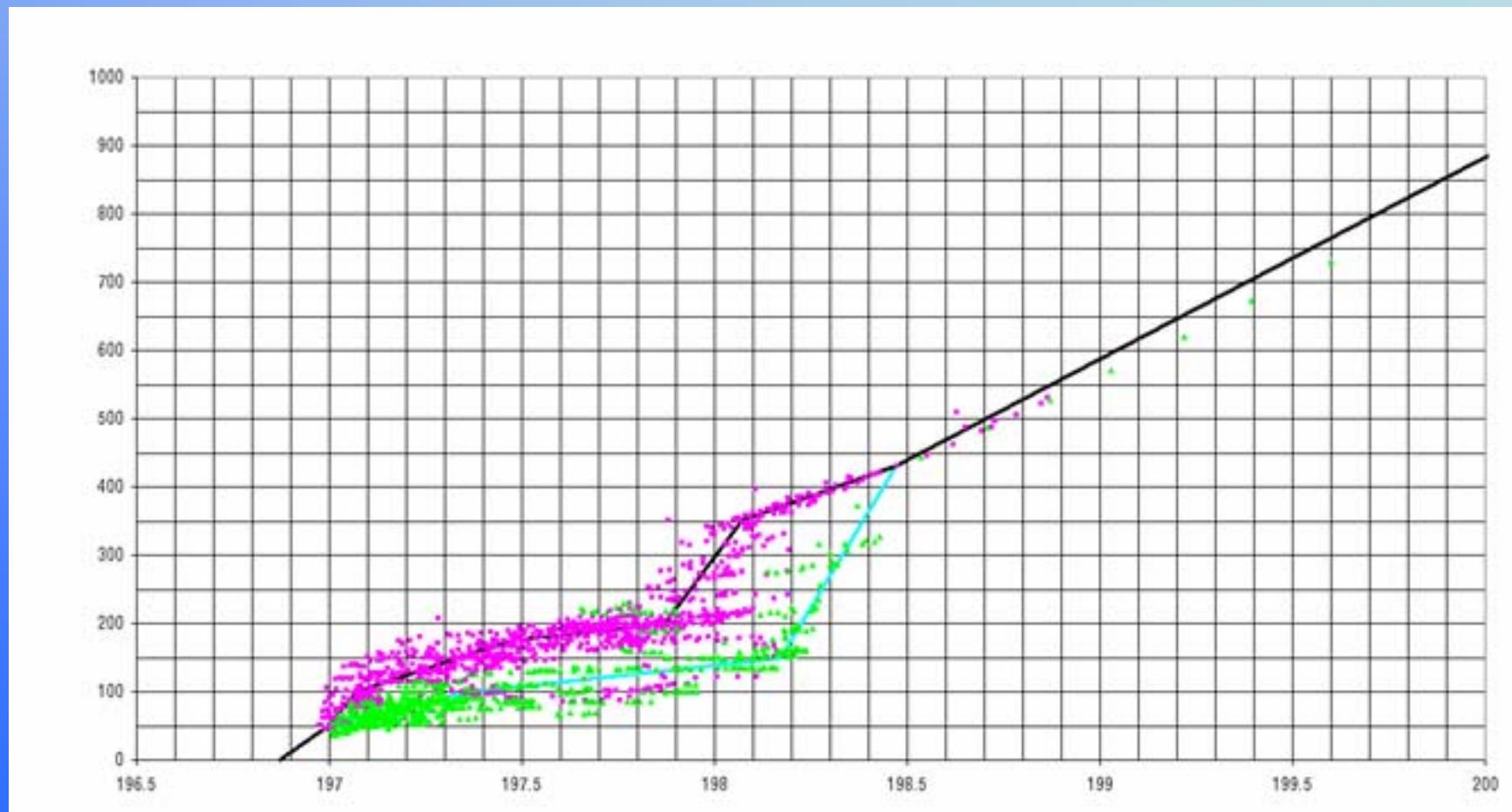


ESEMPI DI ESPORTAZIONE

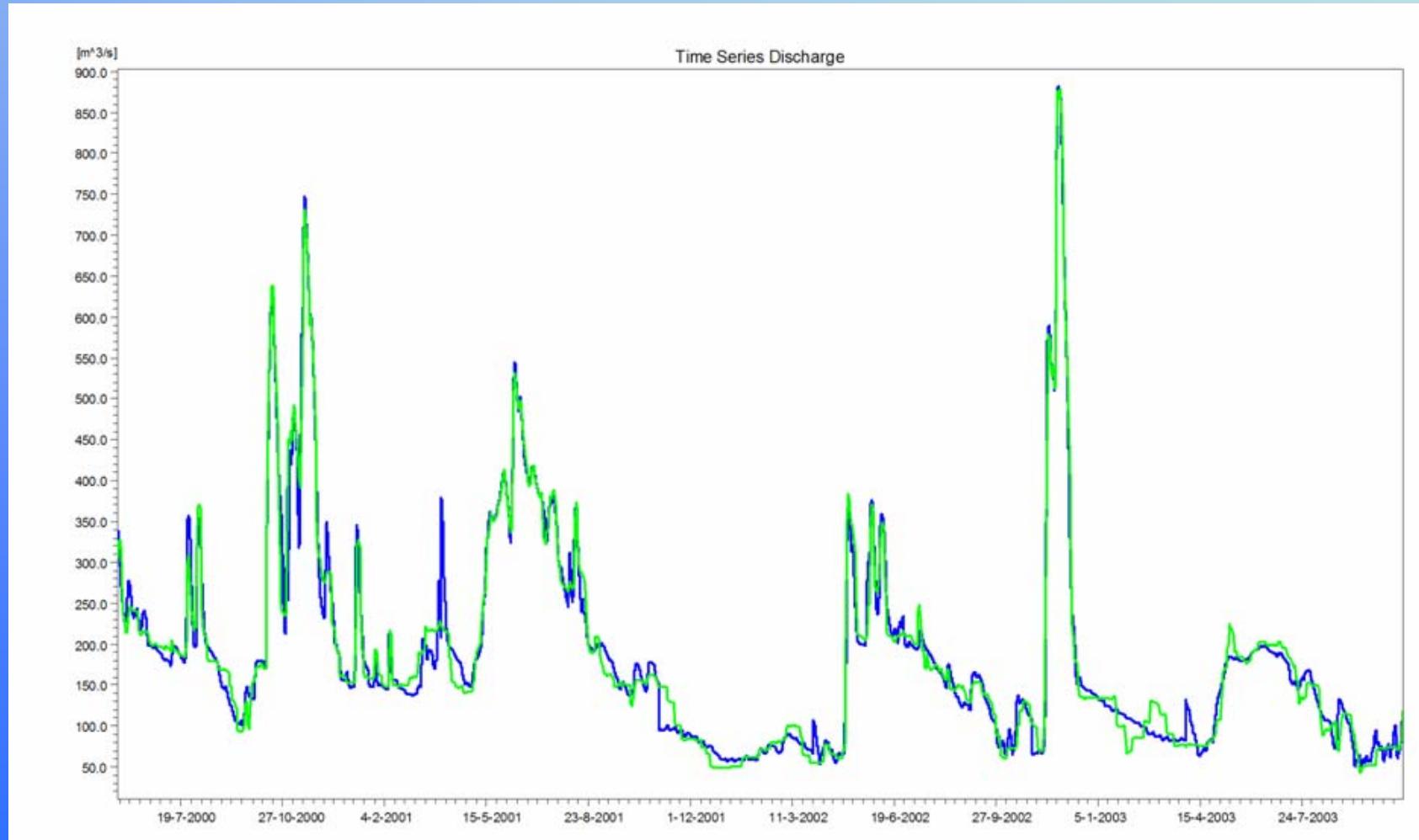


Modello Mike su Adda e Lago di Como



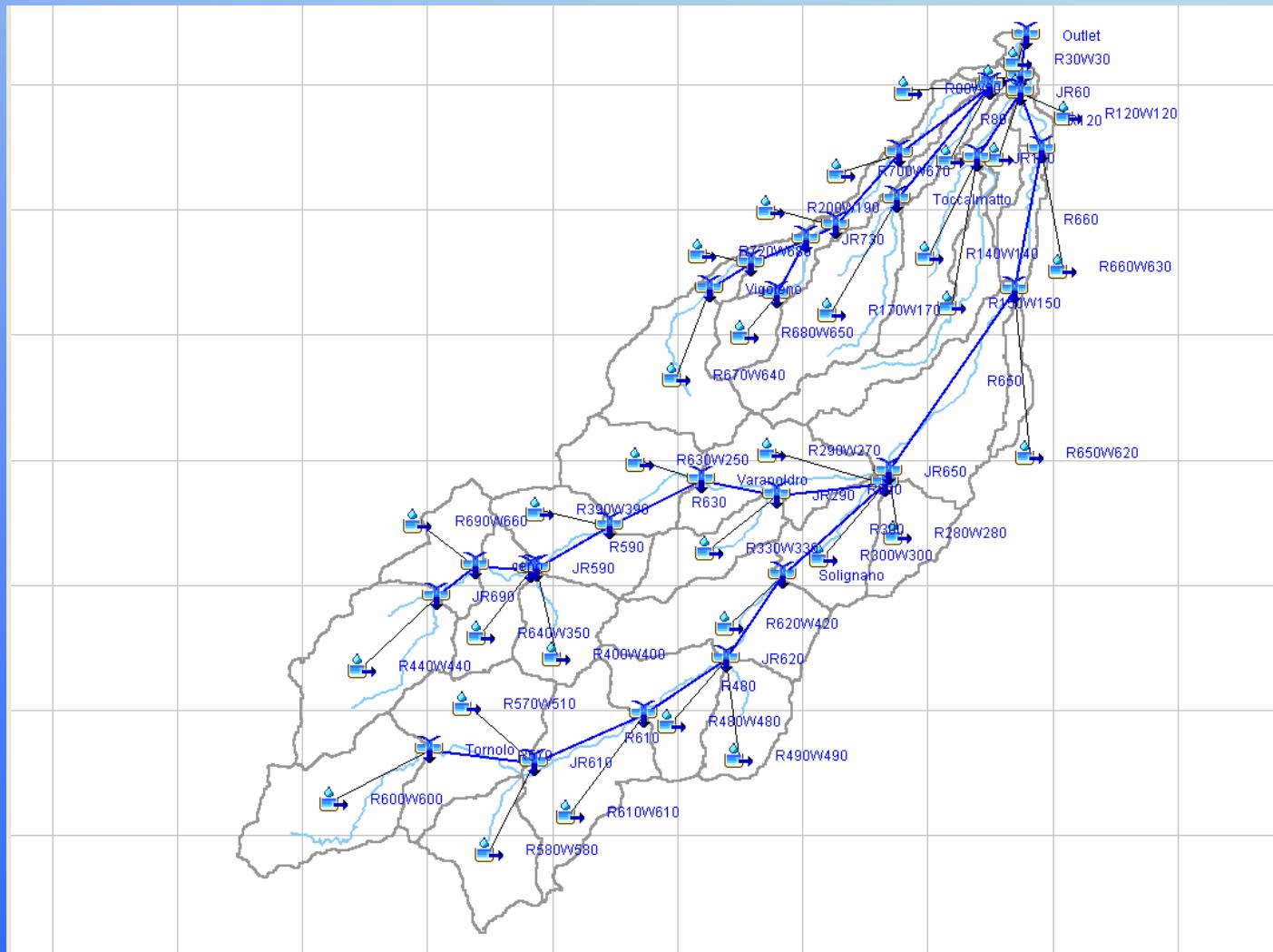


**Dati di misura di livello e portata in uscita dal Lago di Como e relazioni
adottate nel modello numerico**

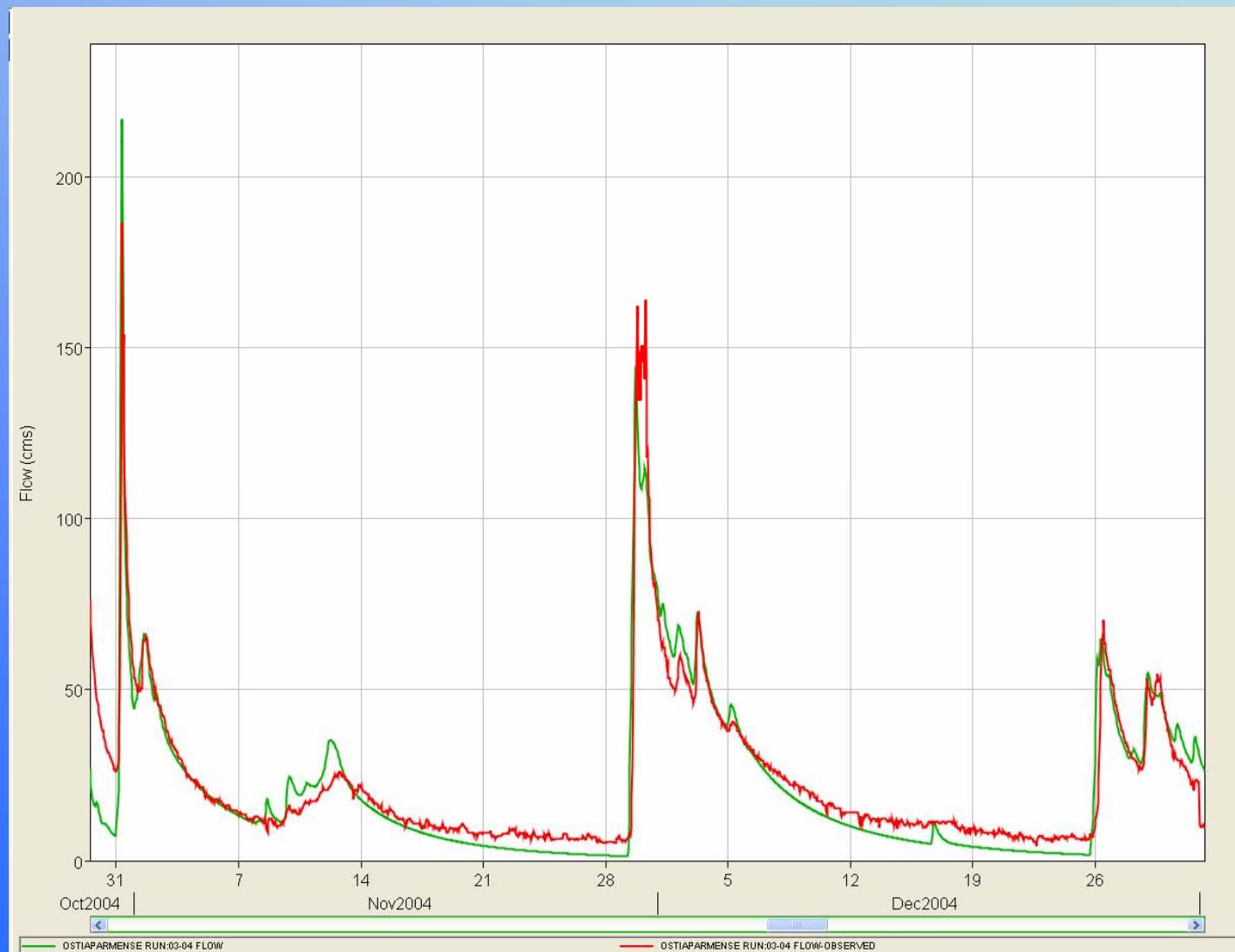


Confronto tra la serie di portata rilasciata dal Lago – media giornaliera (colore verde) e la serie simulata (colore blu)

HEC bacino Taro



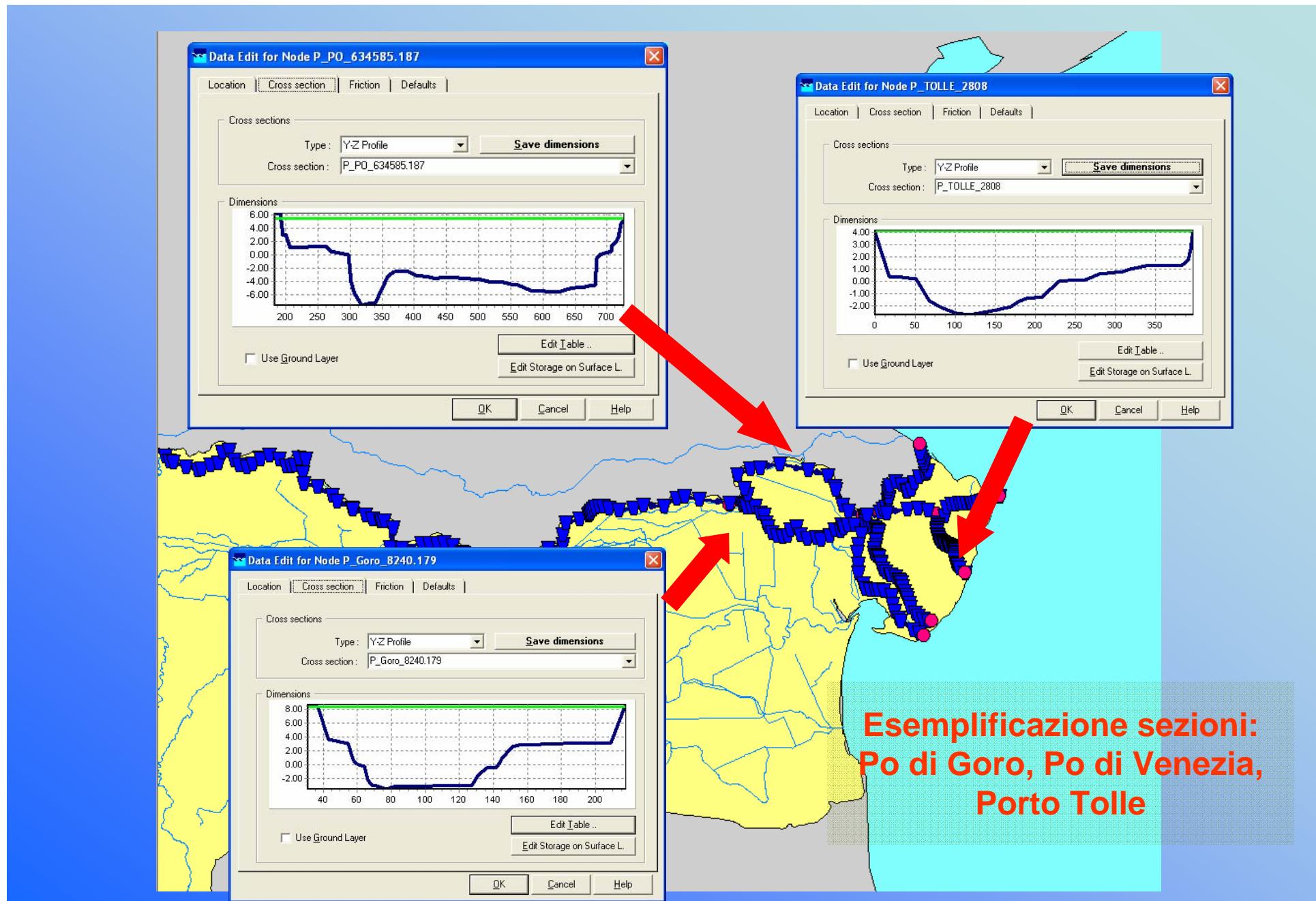
Calibrazione HEC Taro a Ostia Parmense



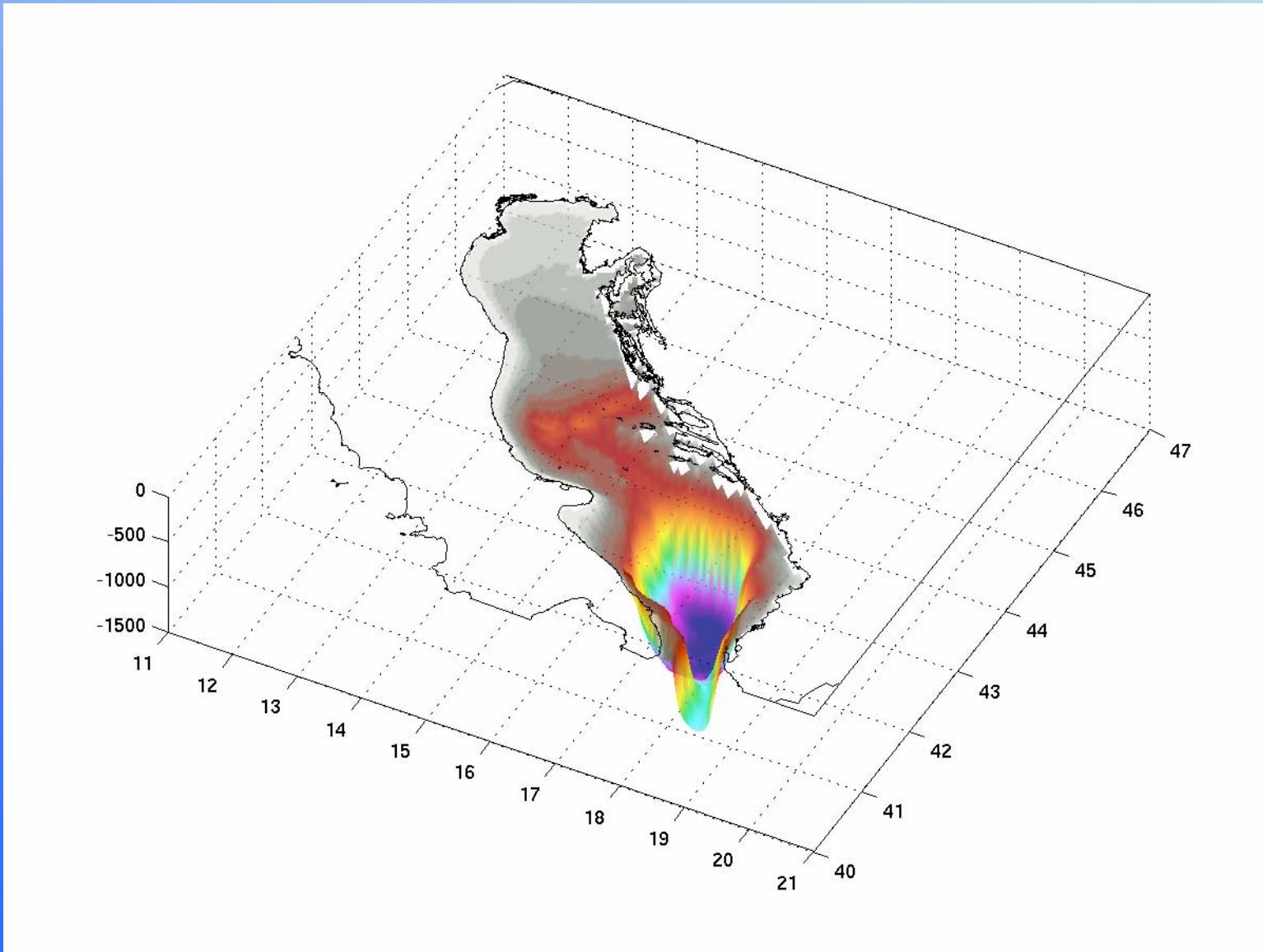
Modello numerico per la risalita del cuneo salino nei rami del Delta

Schematizzazione del delta
del fiume Po in Sobek
(DELFT-Hydraulics software)

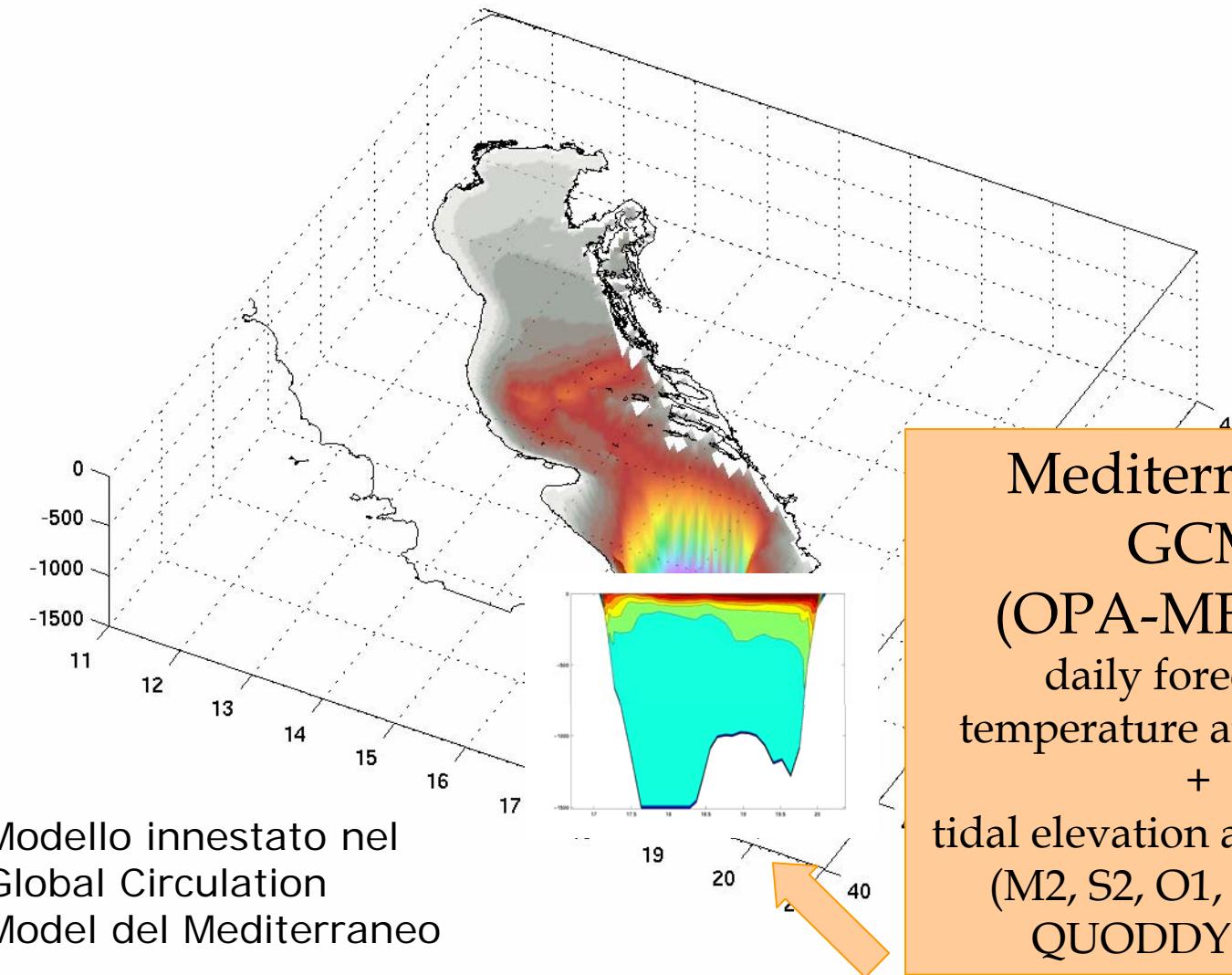




ADRIA-ROMS

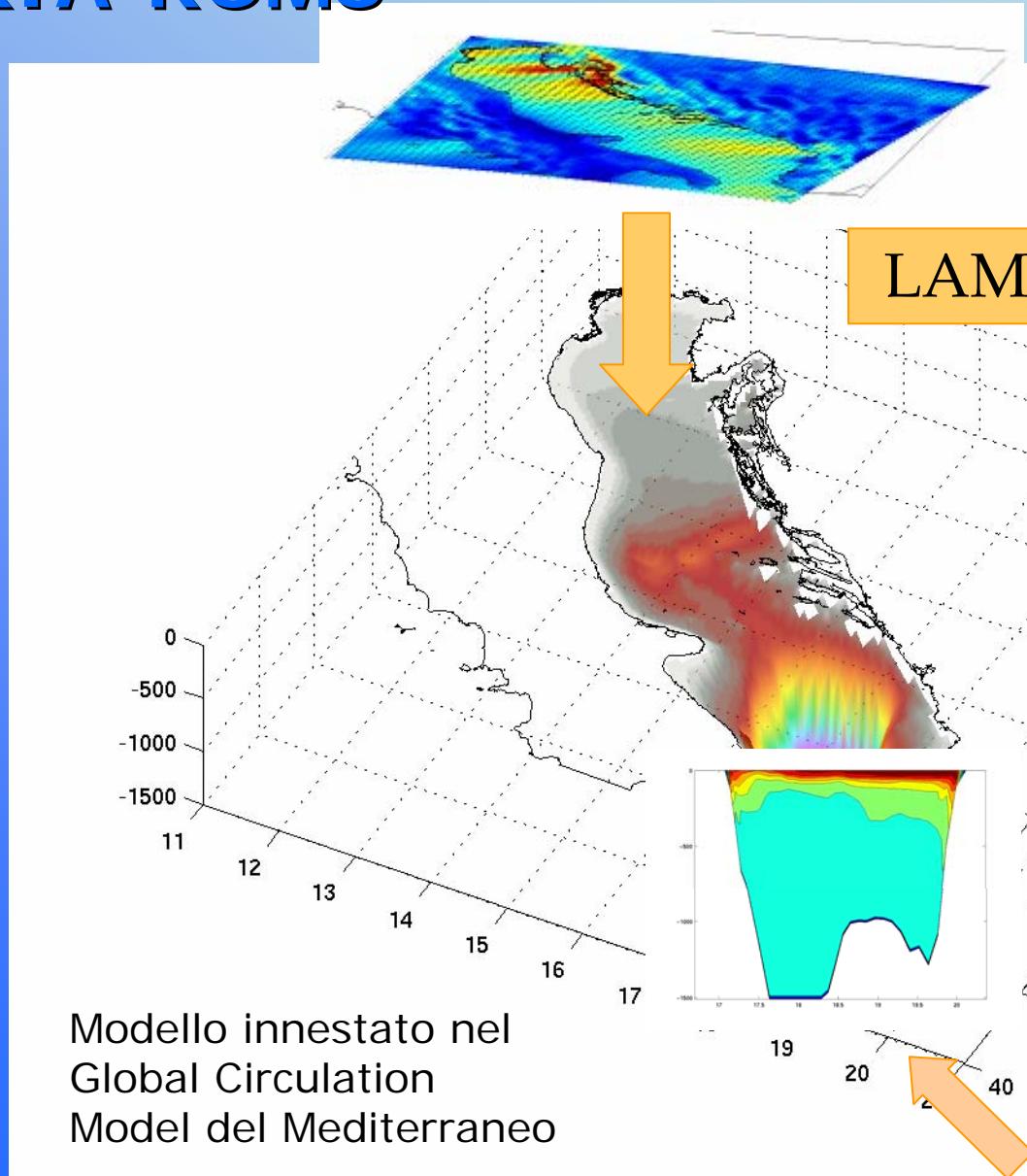


ADRIA-ROMS



ADRIA-ROMS

Forzanti astronomiche e meteorologiche



- wind 10 m
- mean sea level pressure
- air temperature 2 m
- dew temperature 2 m
- total cloud cover
- net short-wave radiation

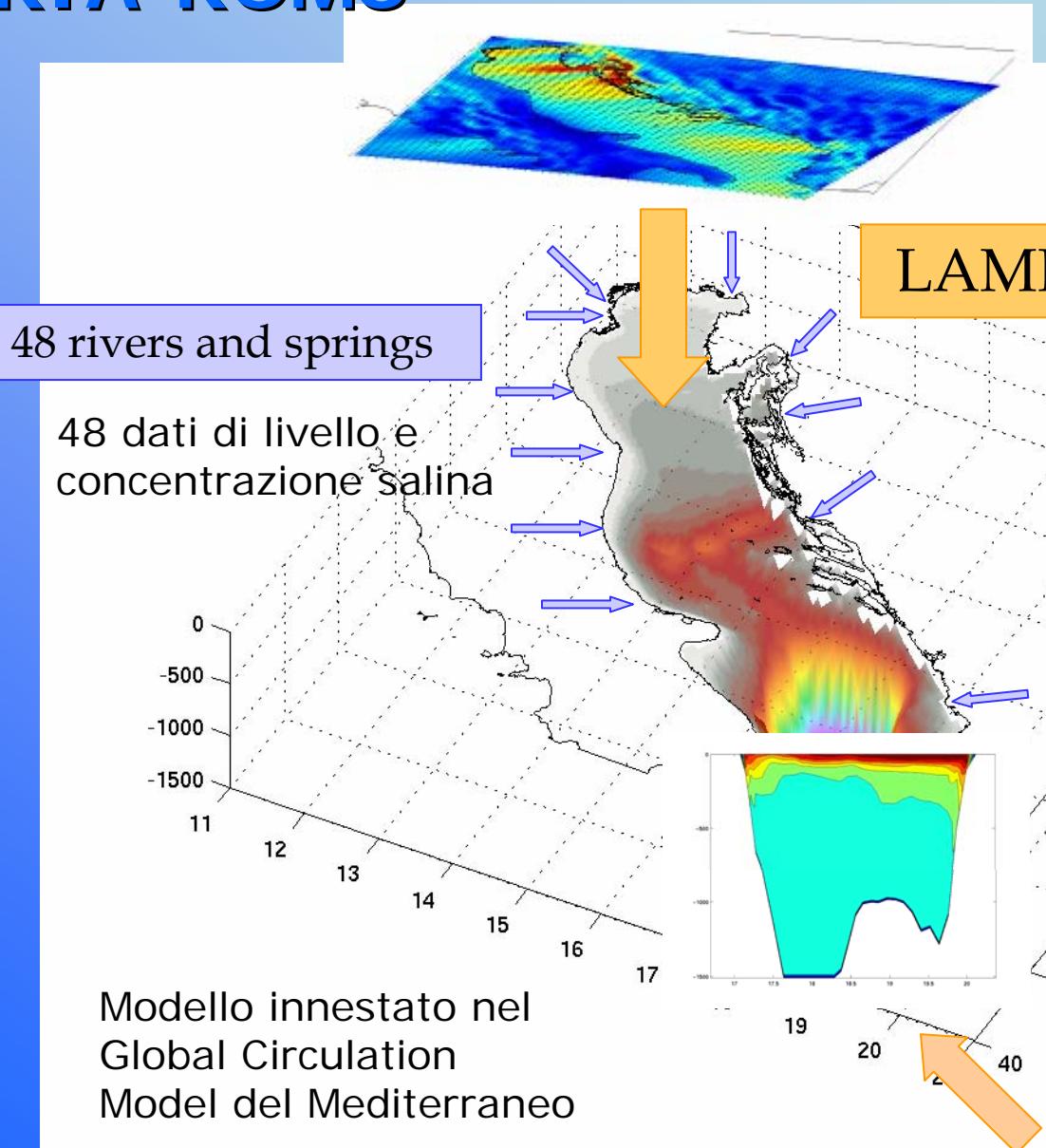
Mediterranean GCM
(OPA-MFSTEP)

daily forecasted
temperature and salinity

+
tidal elevation and currents
(M2, S2, O1, K1) from
QUODDY model

ADRIA-ROMS

Forzanti astronomiche e meteorologiche



- wind 10 m
- mean sea level pressure
- air temperature 2 m
- dew temperature 2 m
- total cloud cover
- net short-wave radiation

Mediterranean GCM
(OPA-MFSTEP)

daily forecasted temperature and salinity
+
tidal elevation and currents (M2, S2, O1, K1) from QUODDY model

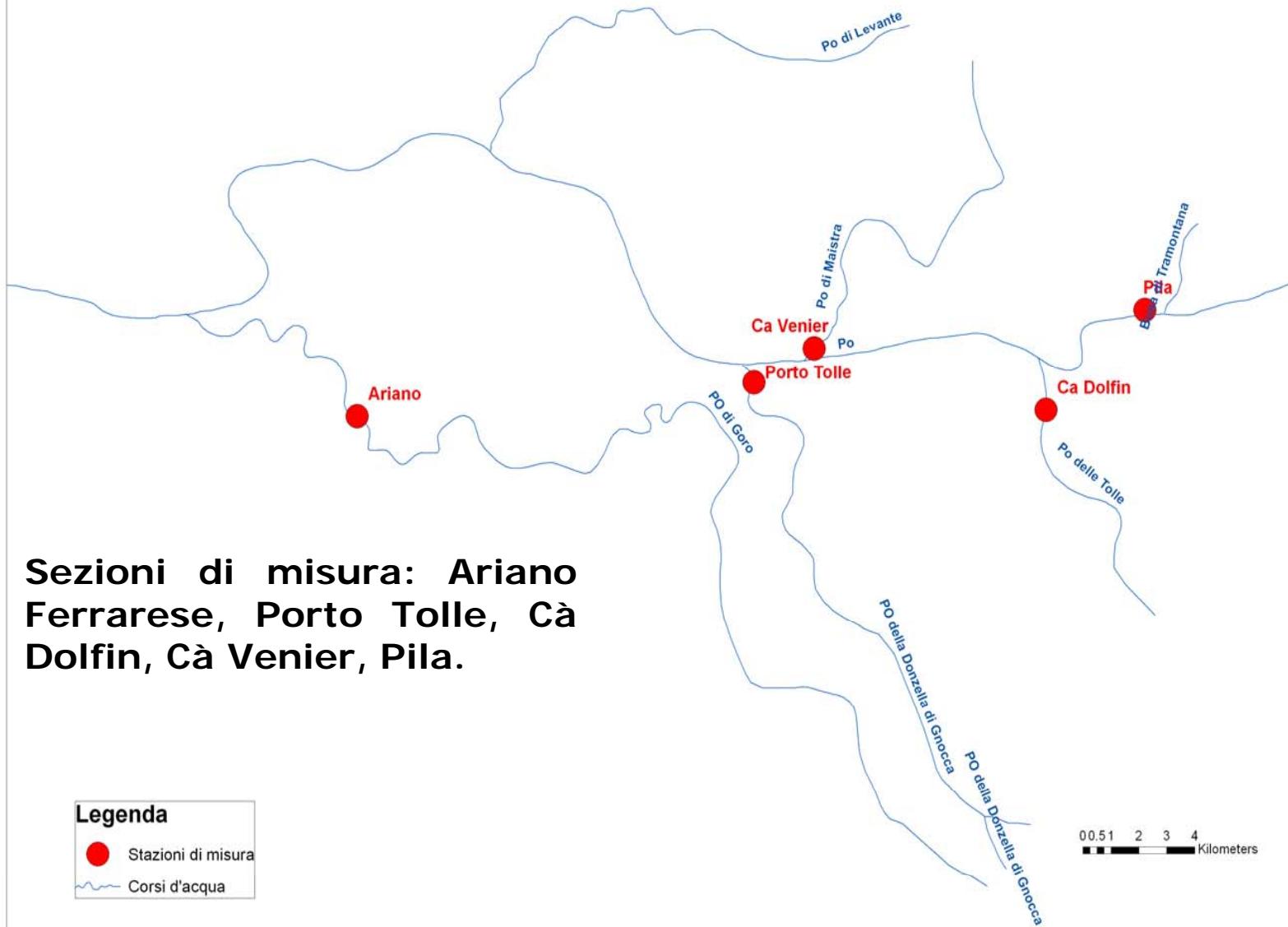
Campagna Misura Ripartizione Portate

Lo studio della componente idrodinamica è condizione necessaria alla creazione di una modellistica in tempo reale per la previsione della risalita del cuneo salino.

A tale scopo è stata effettuata una campagna di misura della ripartizione delle portate nel delta dai seguenti Enti:

- ARPA SIM Emilia-Romagna;
- ARPA Veneto;
- ARNI ;
- Provincia di Ferrara;
- Consorzio di Bonifica Delta Po Adige;
- Consorzio di Bonifica I° Circondario Polesine di Ferrara.

CARTOGRAFIA DEL DELTA DEL FIUME PO PER IL MONITORAGGIO DELLA RIPARTIZIONE DELLE PORTATE



Misure di portata

La misura è stata effettuata in continuo il 30 Maggio 2007 durante un emiciclo di marea, a partire dalle ore 7.00 GMT fino alle ore 15.30 circa GMT.

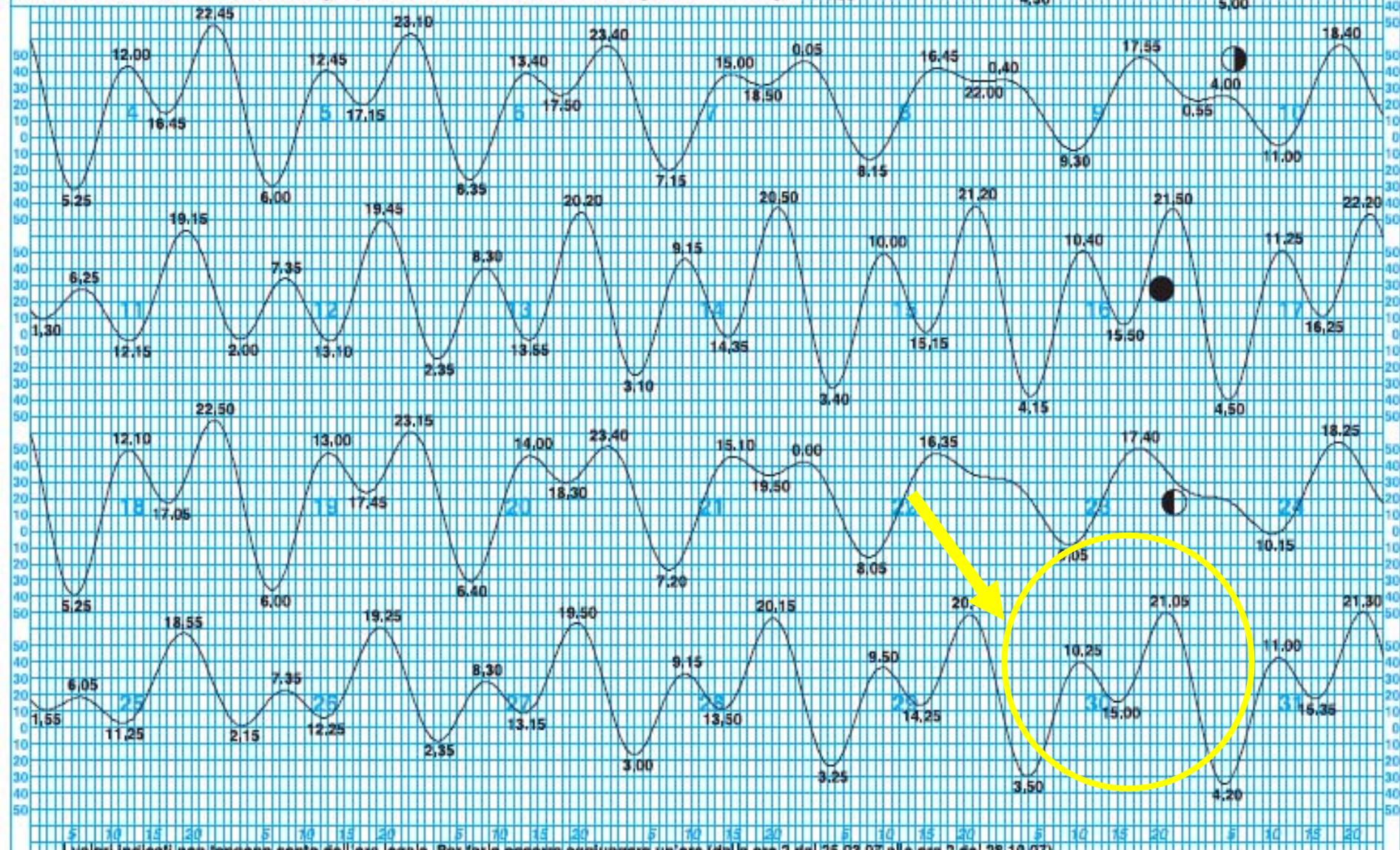
E' stata utilizzata strumentazione doppler da natante, posizionando una barca per ogni ramo del delta. Ad ogni misura di portata è stata registrata l'altezza misurata dal teleidrometro ed è stata letta l'asta idrometrica in corrispondenza della sezione.





Curve di marea per il Bacino di S.Marco - Venezia
Maggio 2007 (T.M.E.C.)

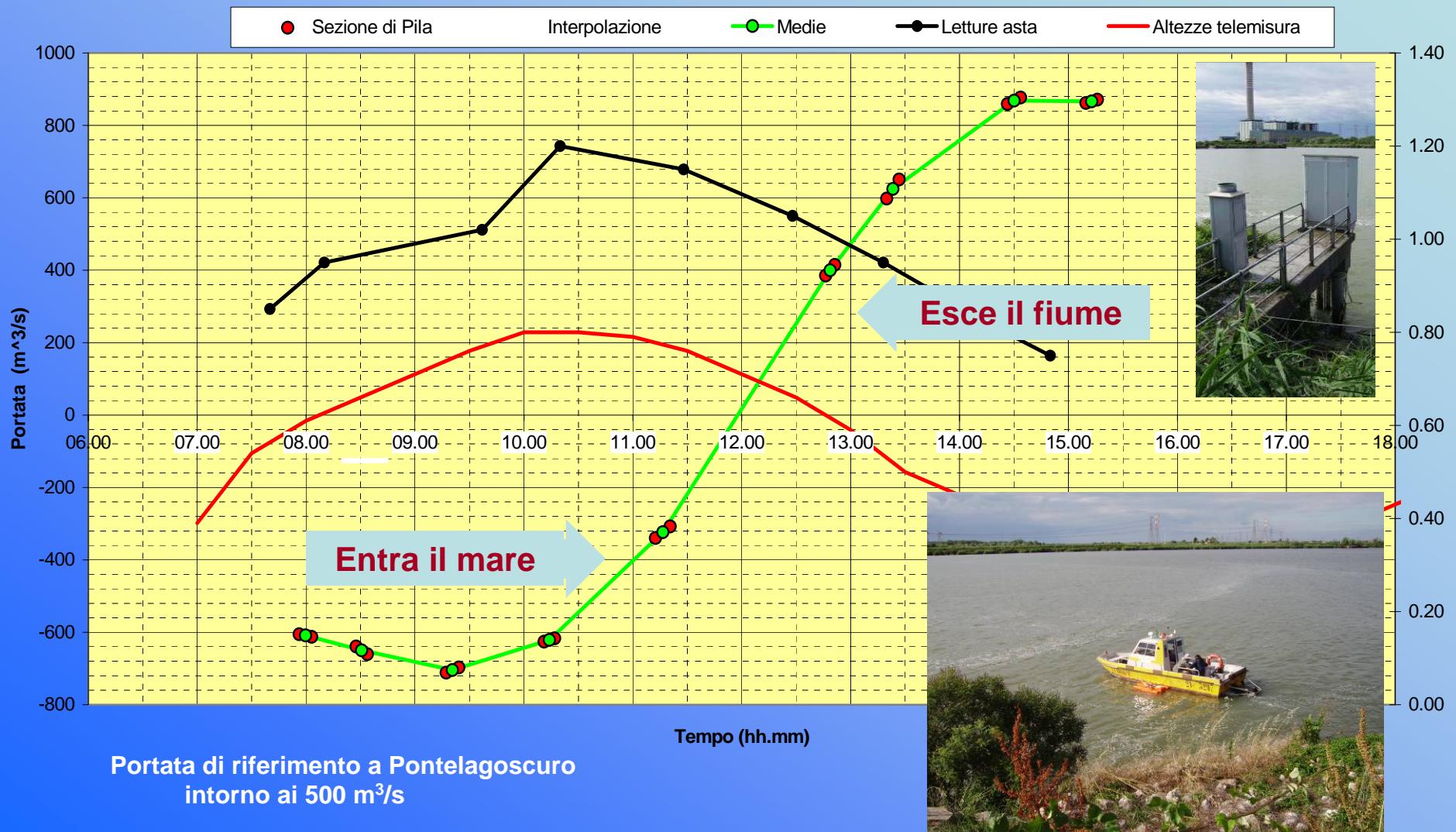
Le altezze di marea sono espressse in centimetri e sono riferite al piano fondamentale della Rete altimetrica dello Stato (1897) più basso di circa 23 cm sul l.m.m. attuale. I dati previsti valgono per condizioni normali e variano col variare degli elementi meteorologici.



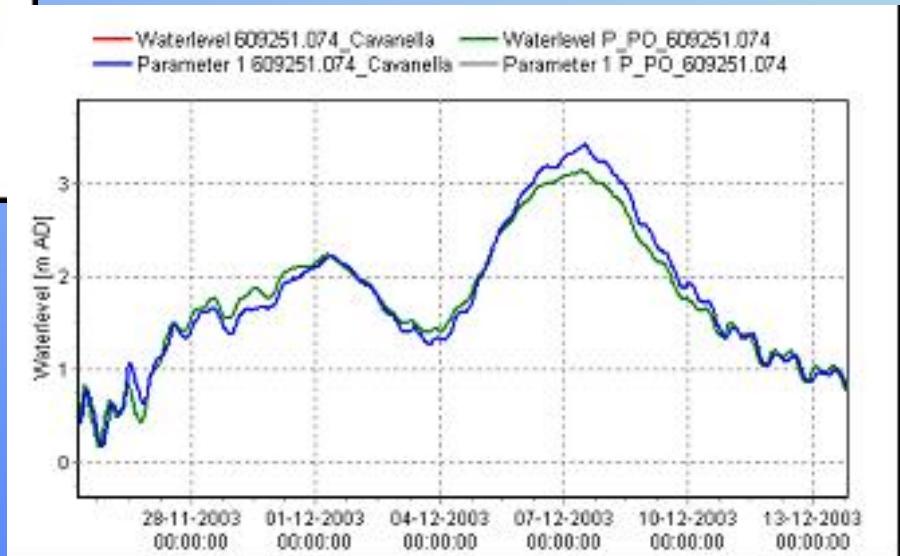
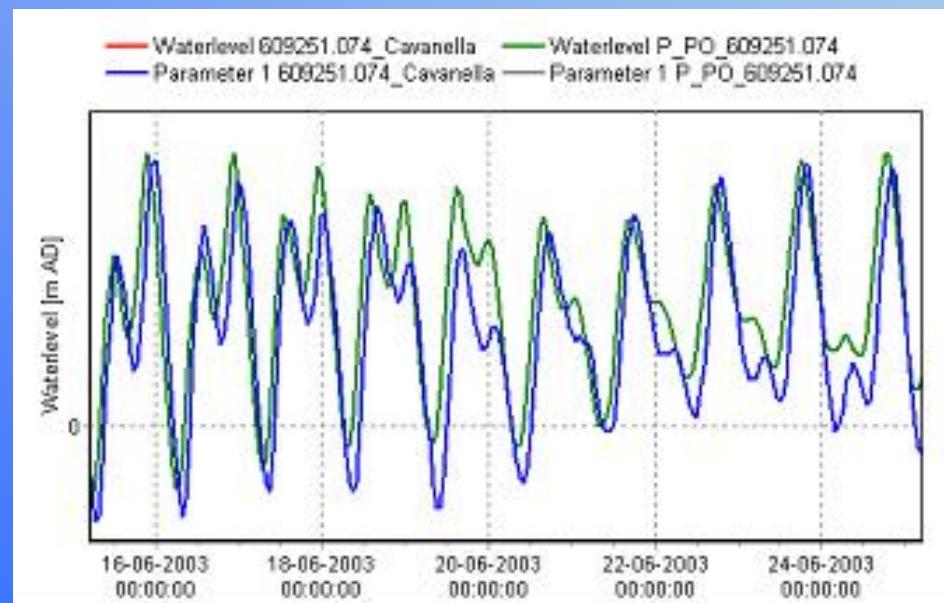
I valori indicati non tengono conto dell'ora legale. Per farlo occorre aggiungere un'ora (dalle ore 2 del 25.03.07 alle ore 2 del 28.10.07).

Risultati Misure Portata

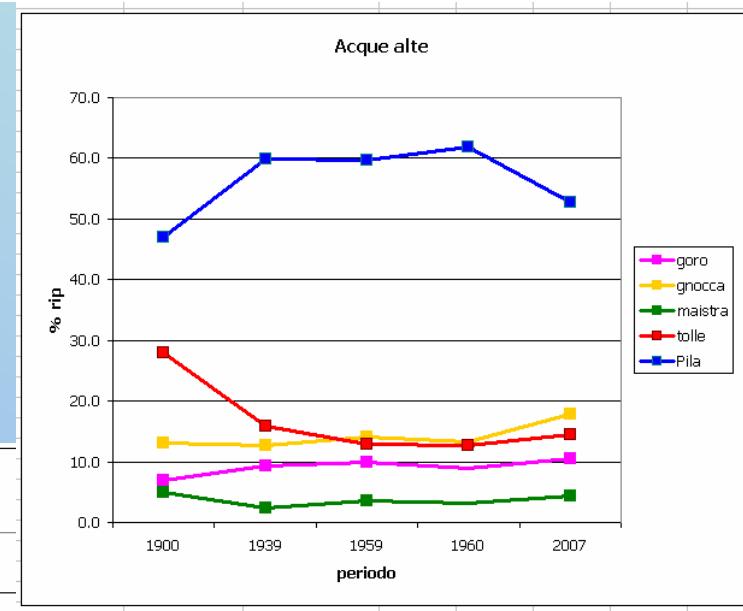
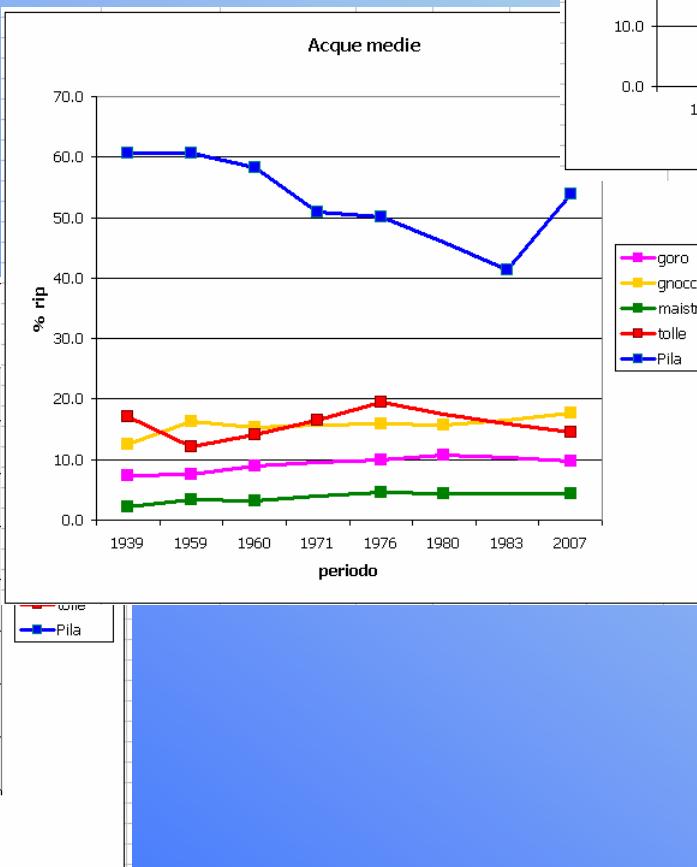
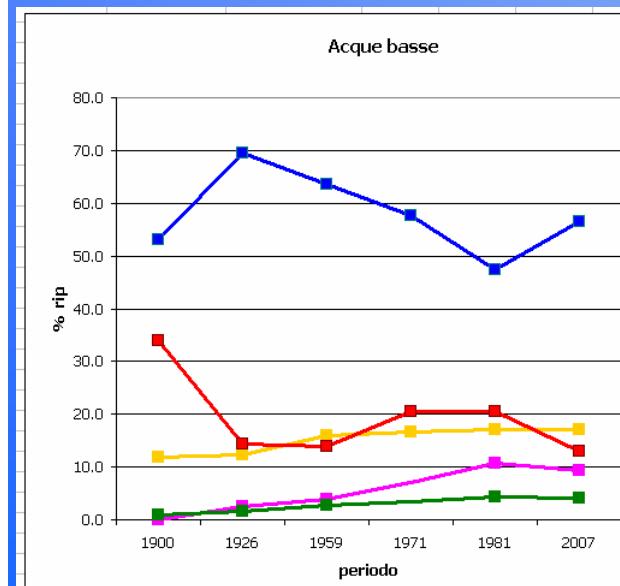
Sezione di Pila

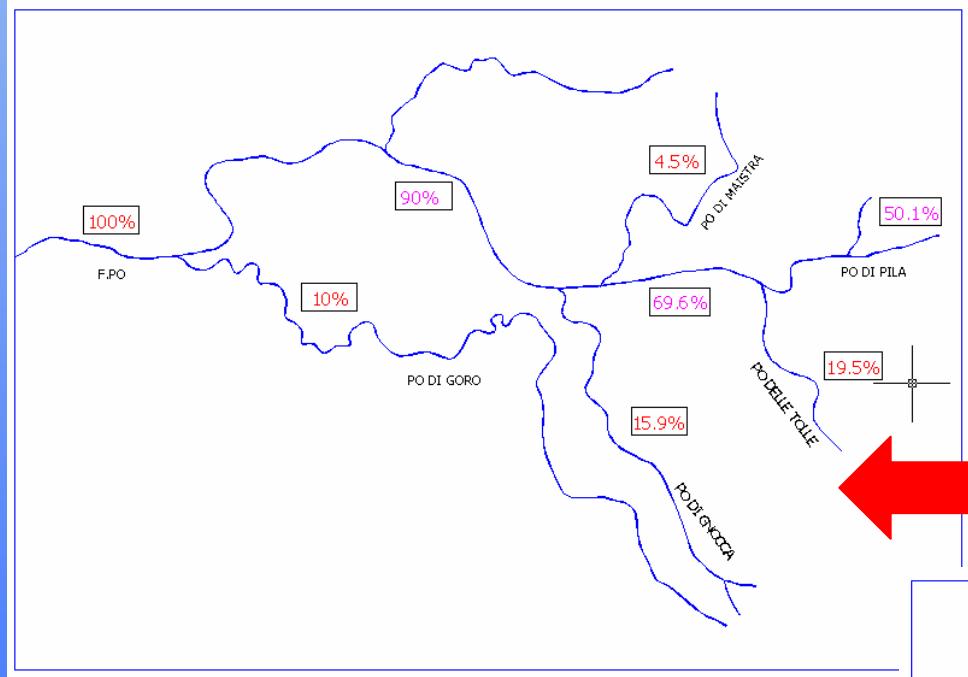


Modello Previsionale: calibrazione idrodinamica



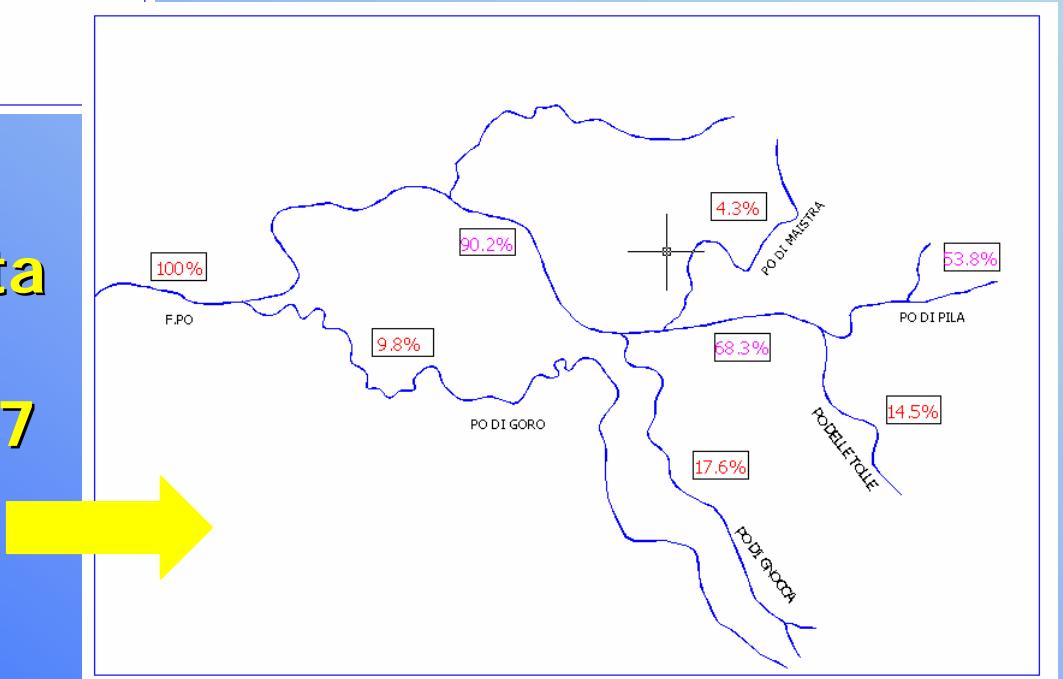
Ripartizione percentuale della portata del Po nei rami del delta dal 1900 al 2007



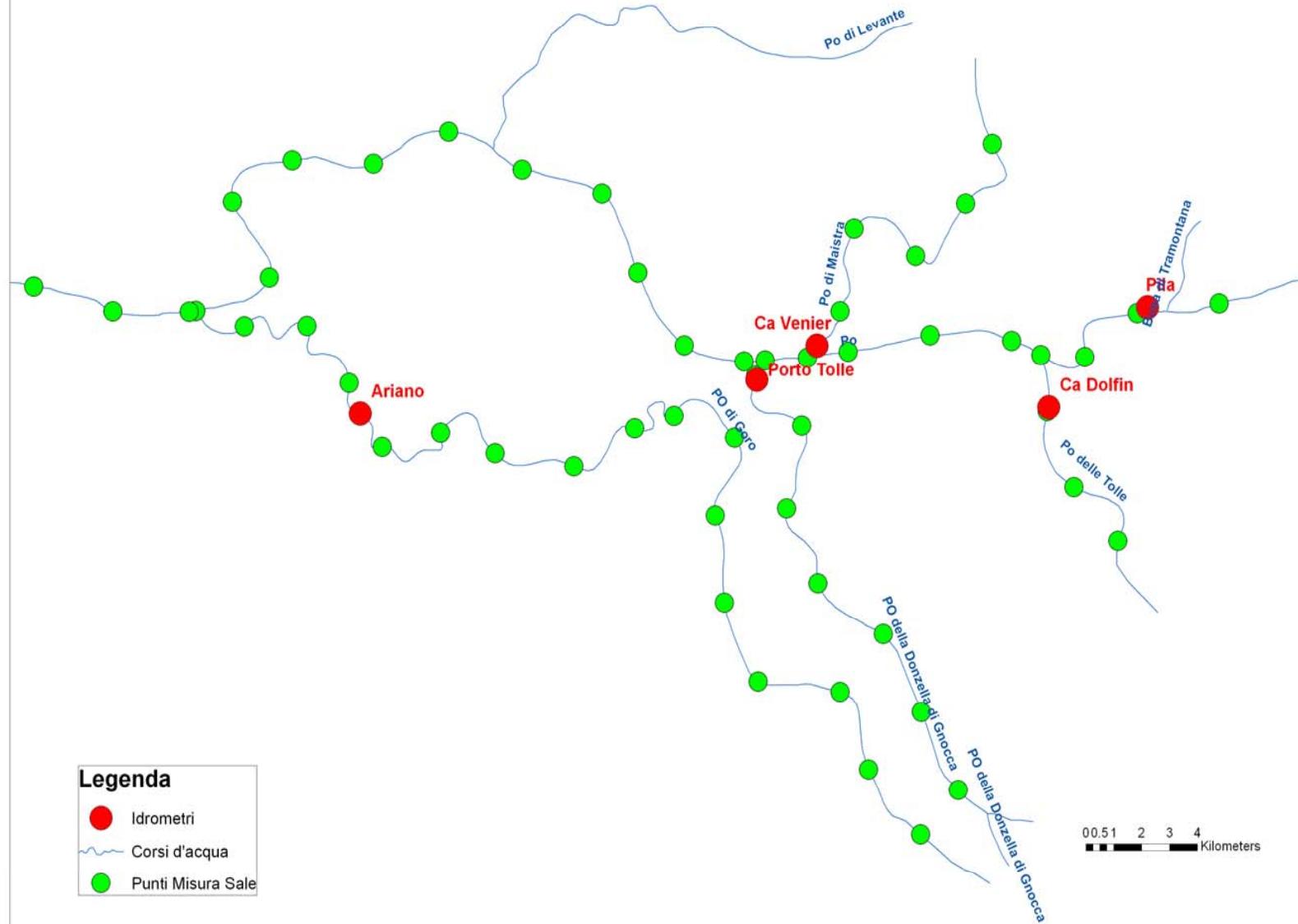


**Ripartizione della portata
nei rami
del delta per il triennio
1974-76 nelle condizioni
di acque medie**

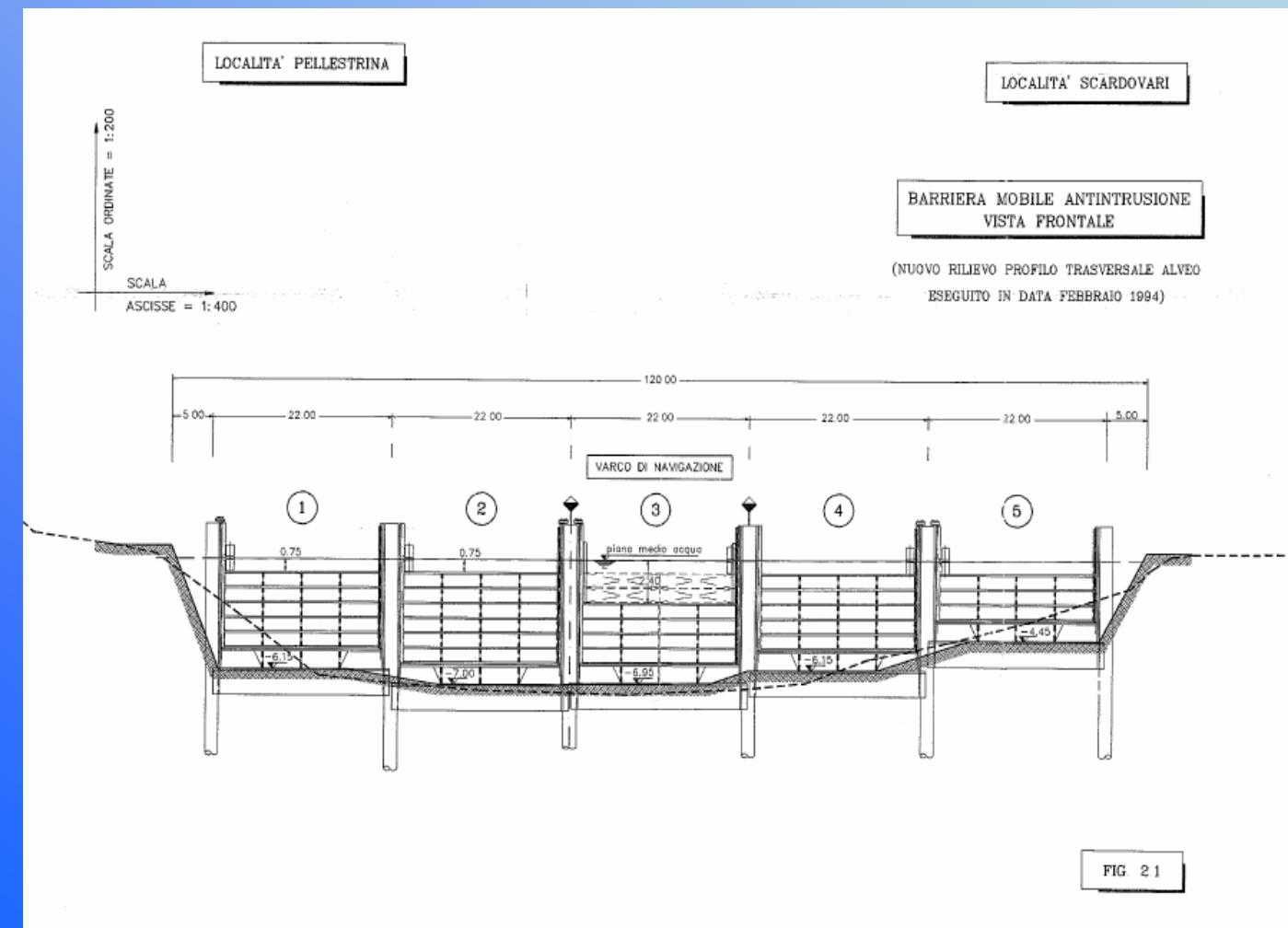
**Ripartizione della portata
nei rami
del delta per l'anno 2007
nelle condizioni
di acque medie**



CARTOGRAFIA DEL DELTA DEL FIUME PO PER IL MONITORAGGIO DELLA RISALITA DEL CUNEO SALINO

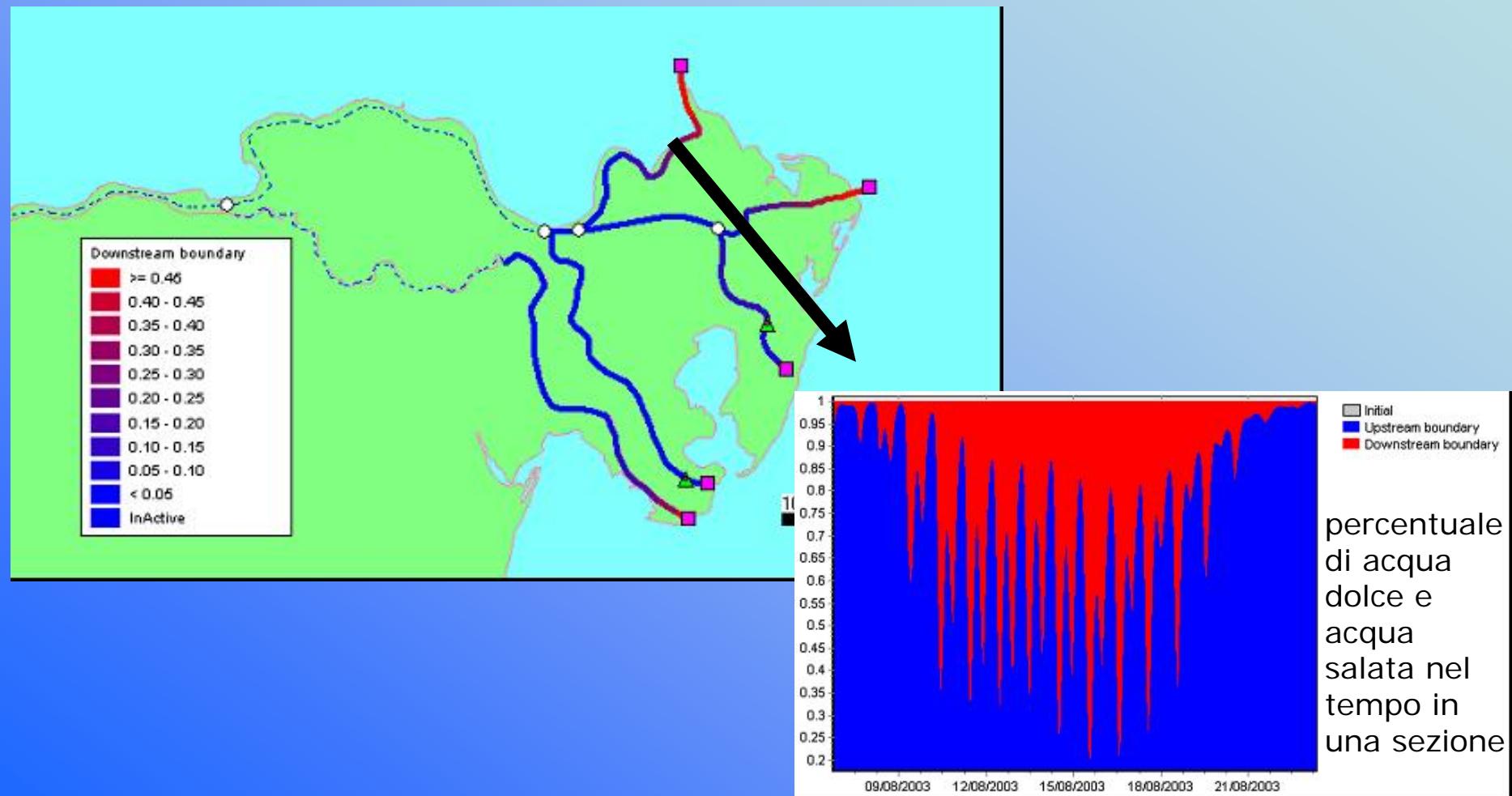


Dati raccolti: barriere antisale Po di Tolle e Po di Gnocca

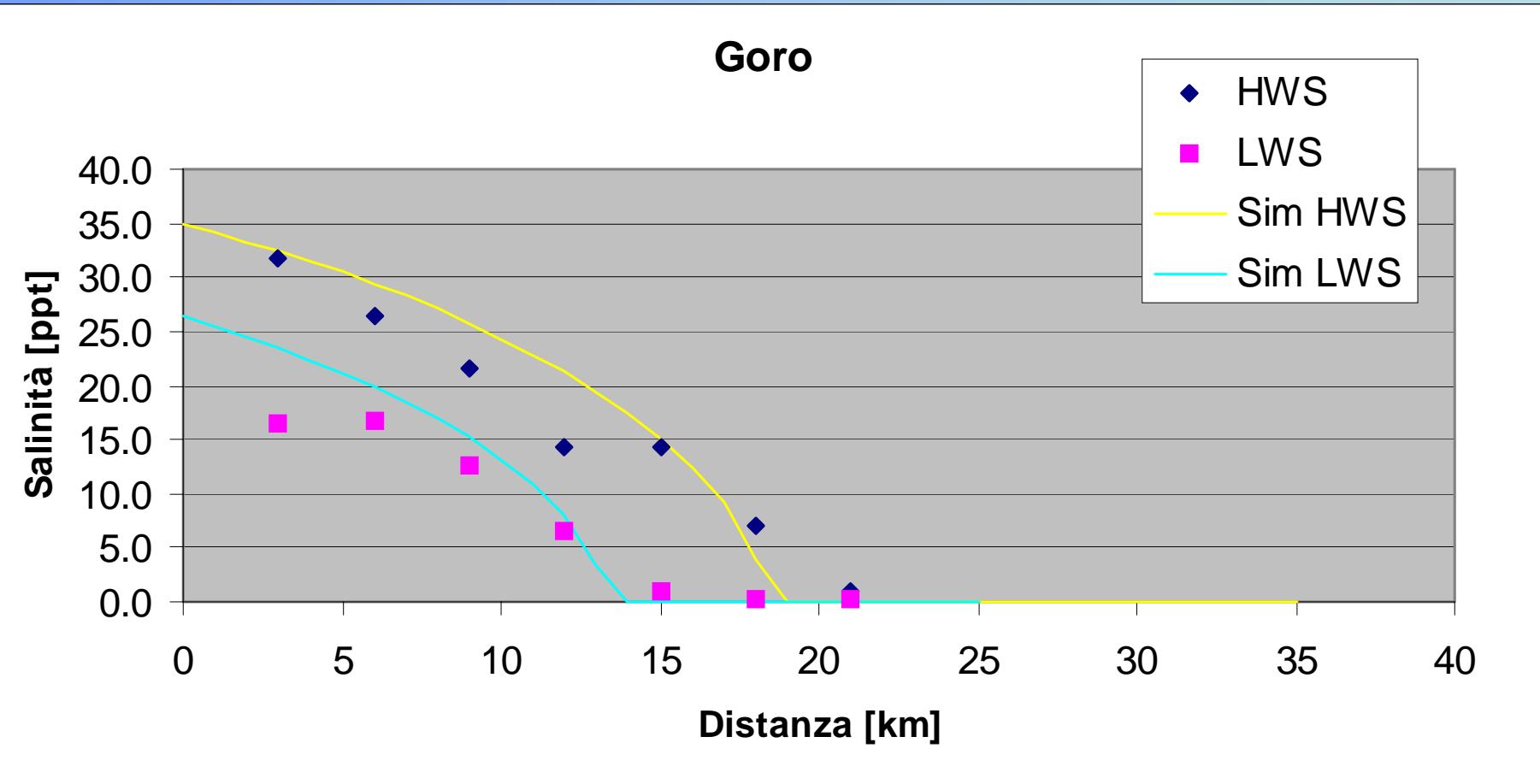




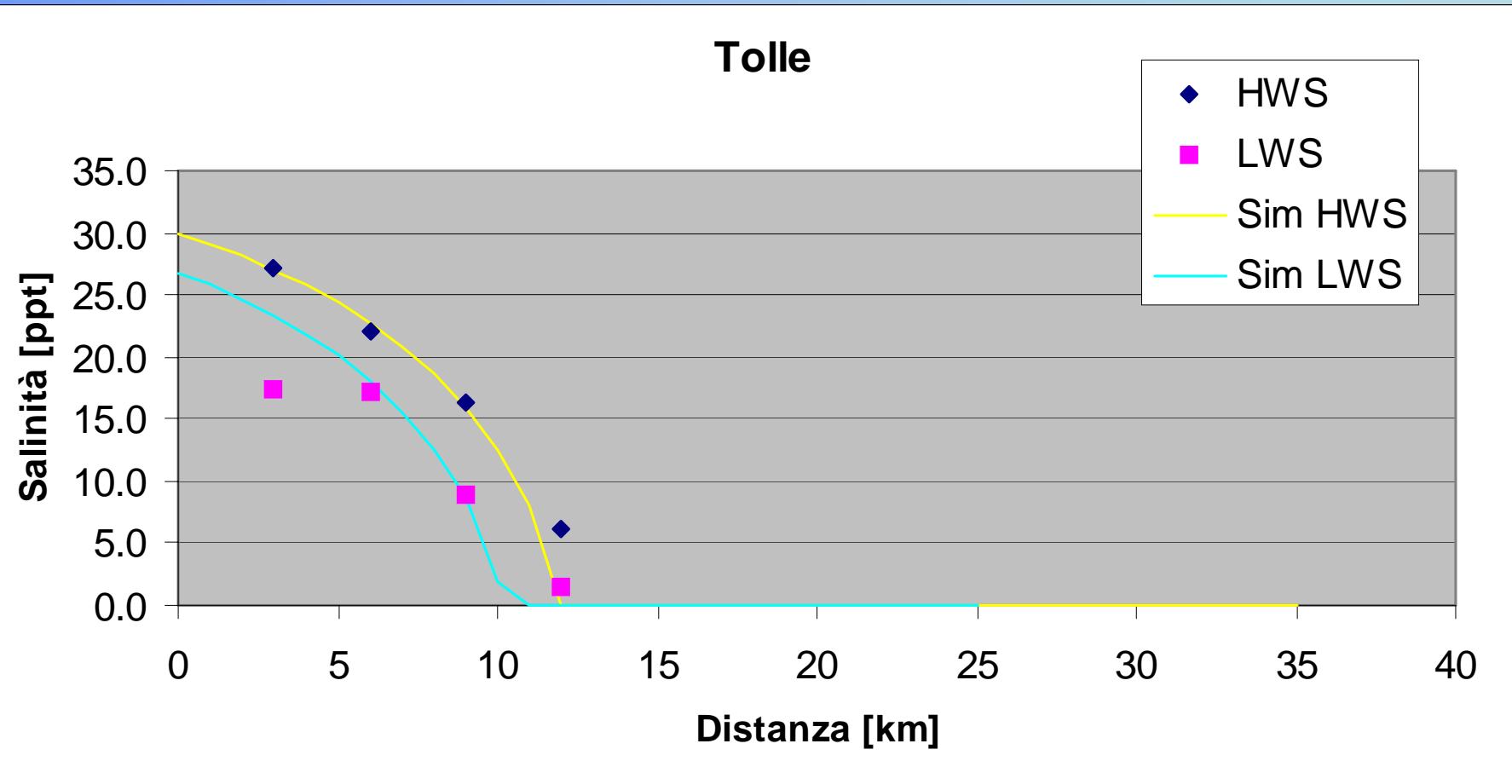
Simulazione evento di risalita cuneo con SOBEK e DELWAQ



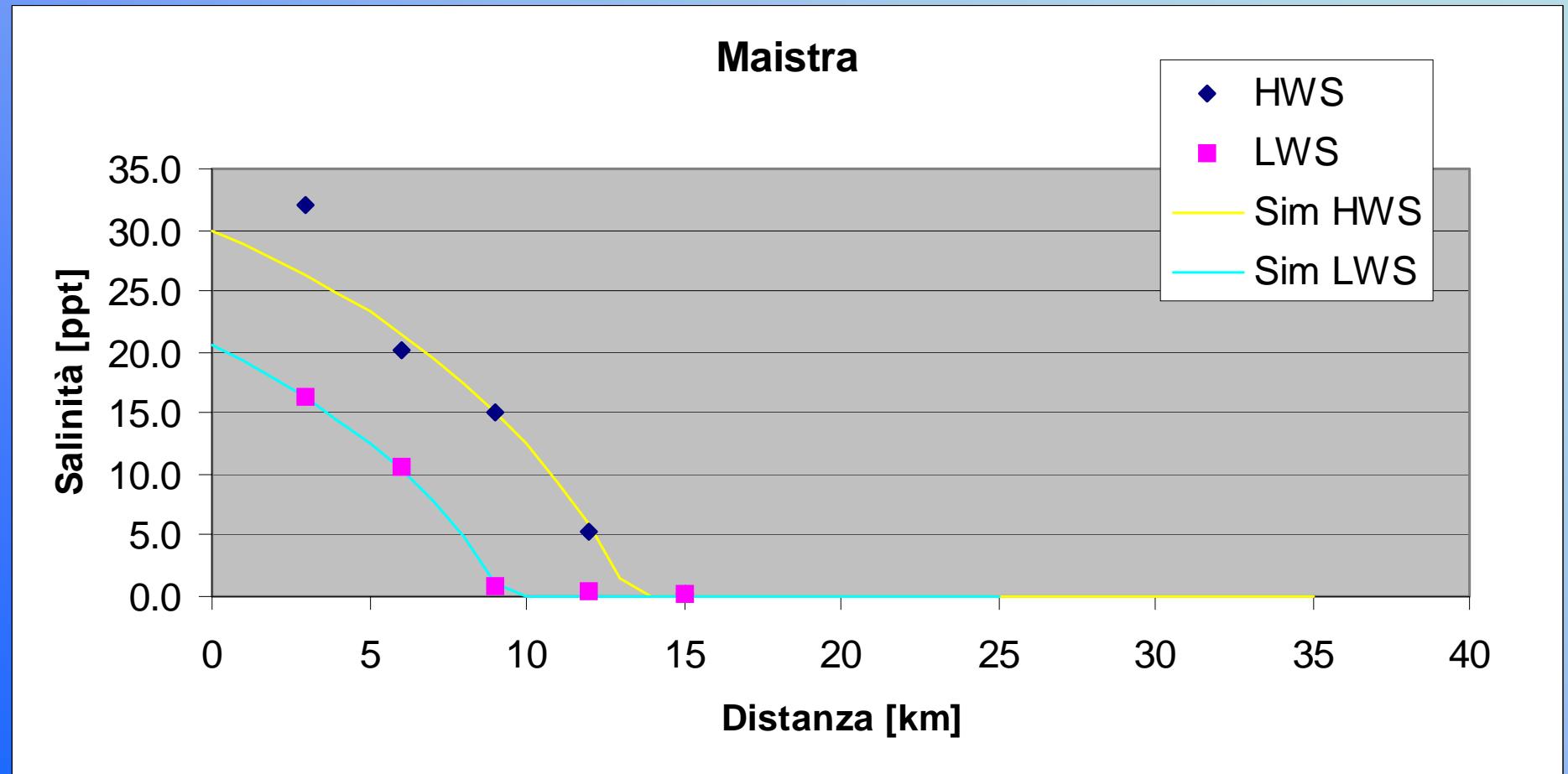
CALIBRAZIONE DEL MODELLO A STATI PERMANENTI



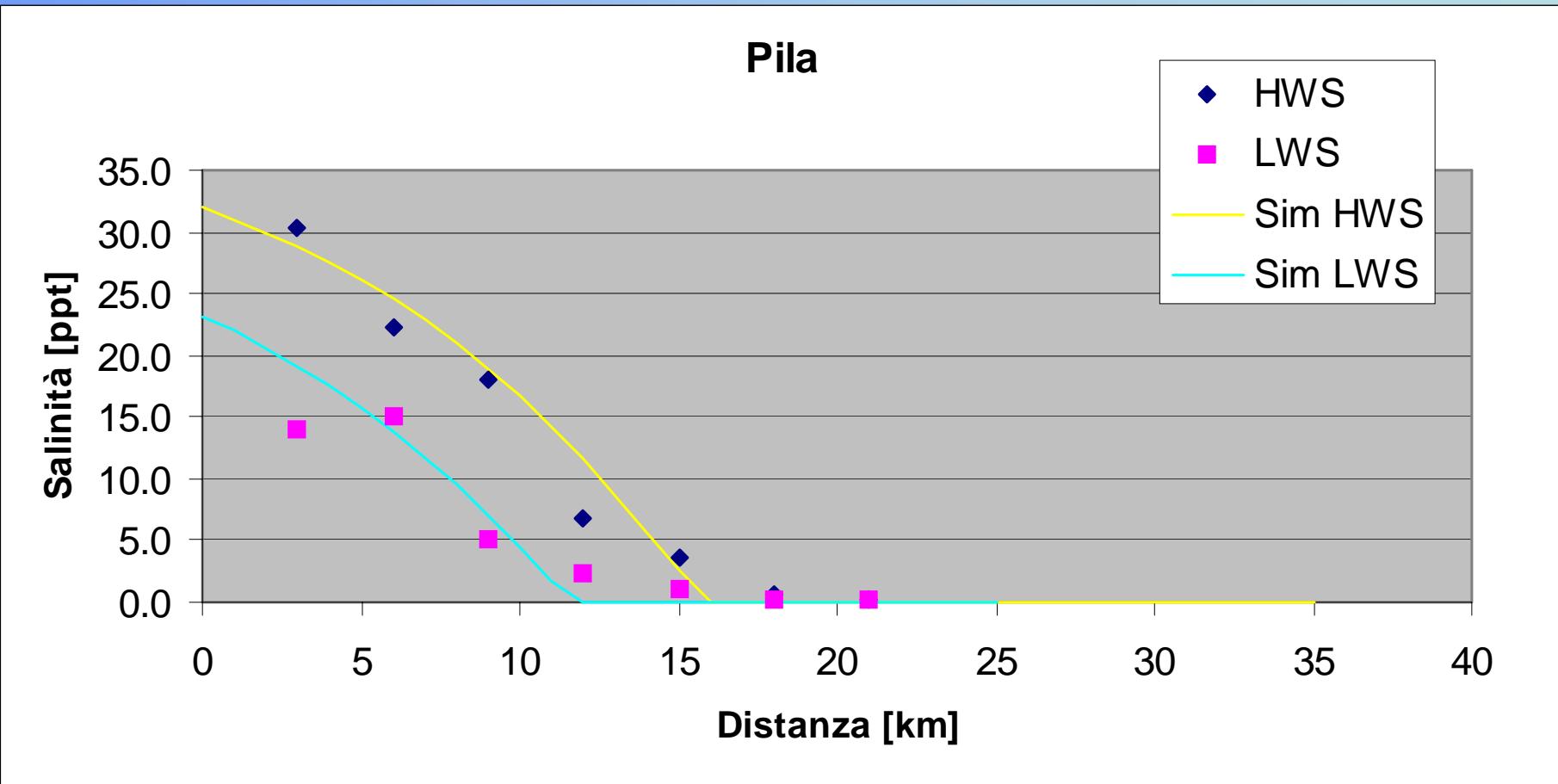
CALIBRAZIONE DEL MODELLO A STATI PERMANENTI



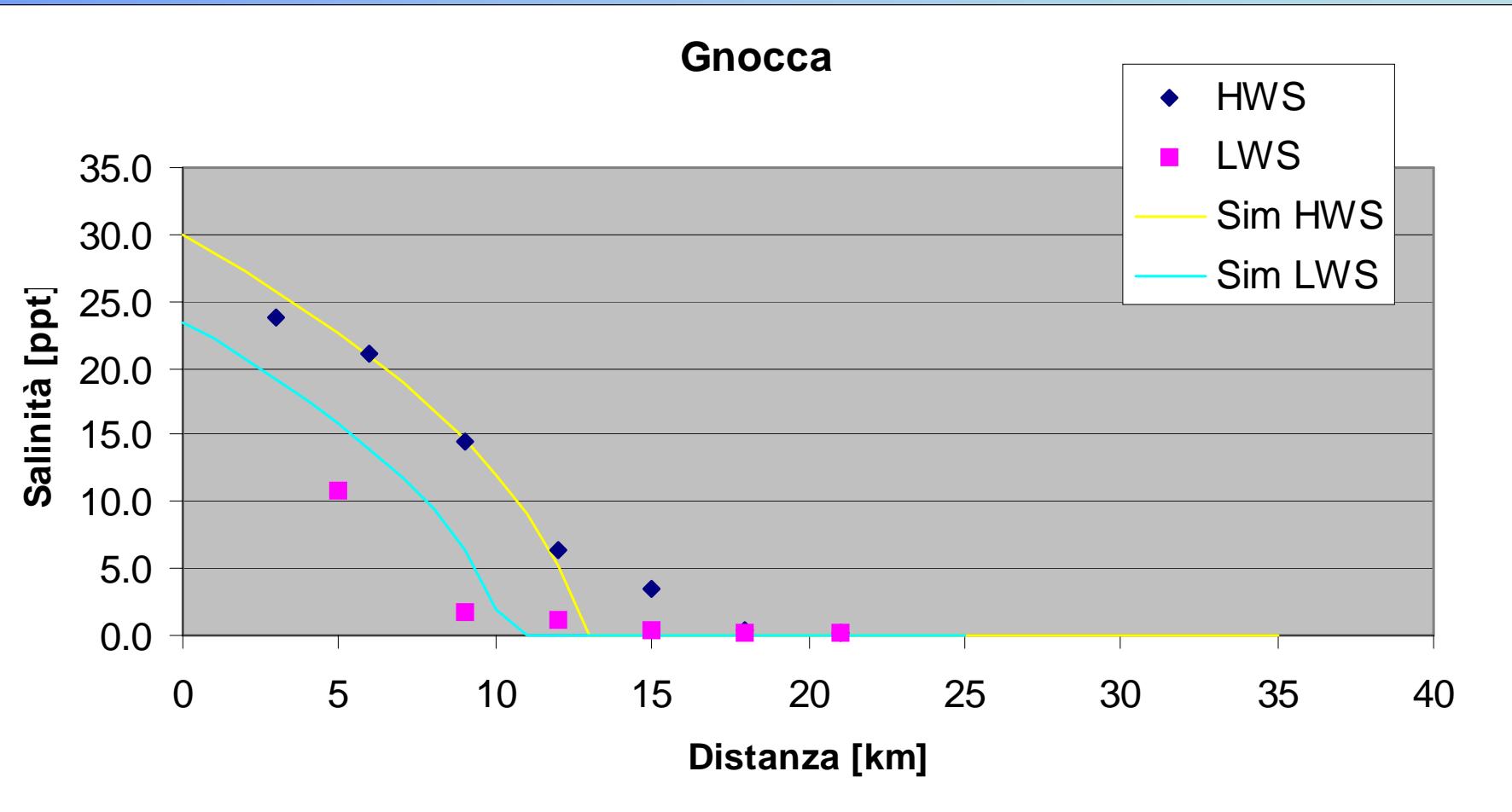
CALIBRAZIONE DEL MODELLO A STATI PERMANENTI



CALIBRAZIONE DEL MODELLO A STATI PERMANENTI

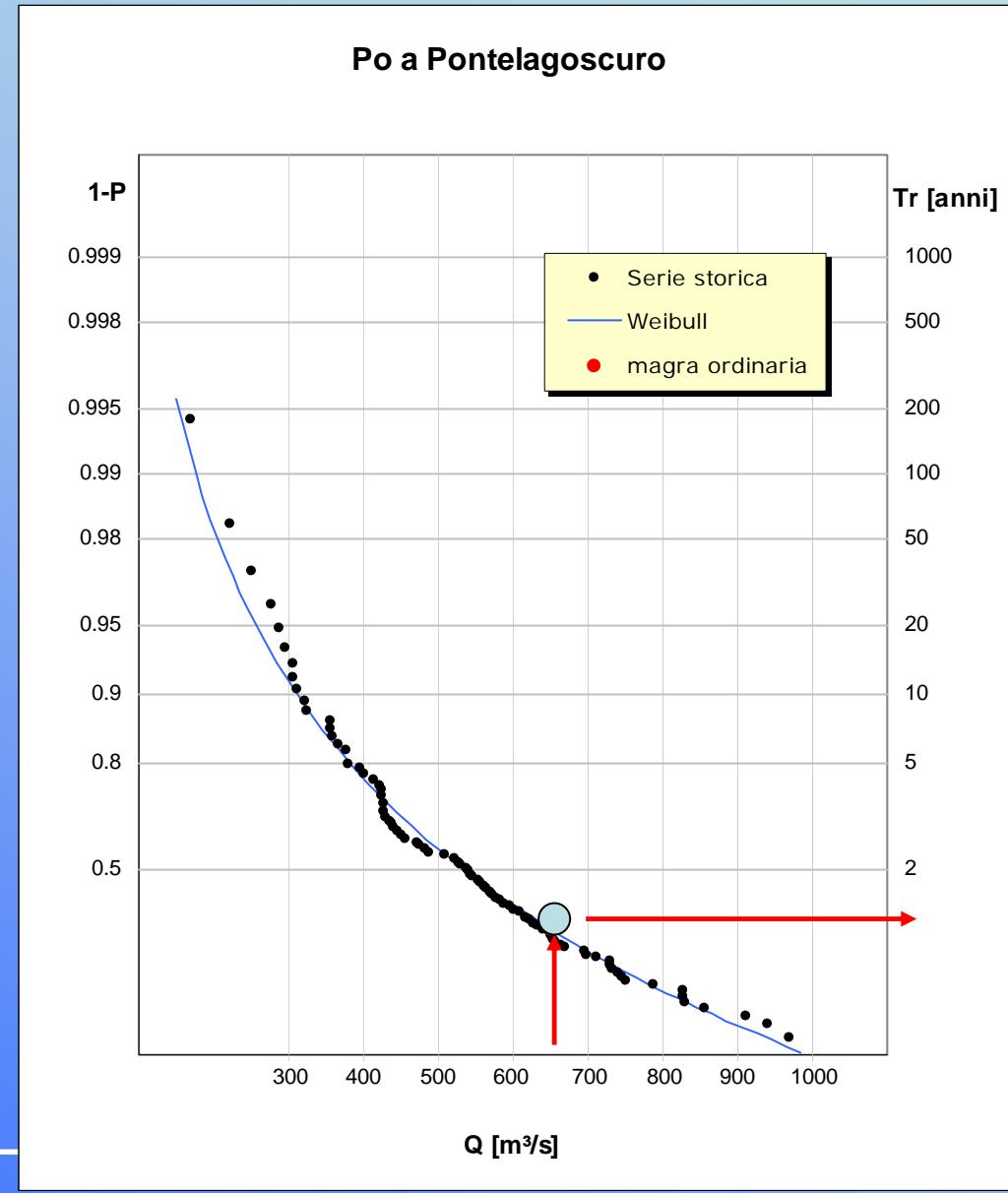


CALIBRAZIONE DEL MODELLO A STATI PERMANENTI

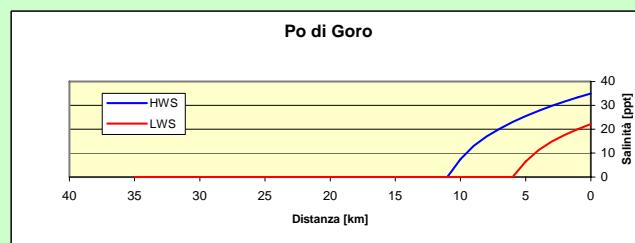
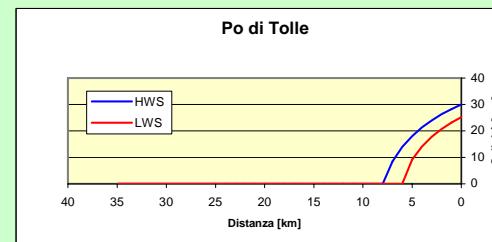
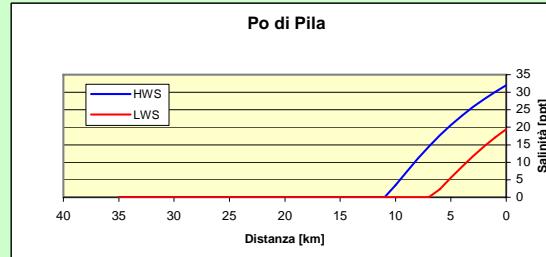
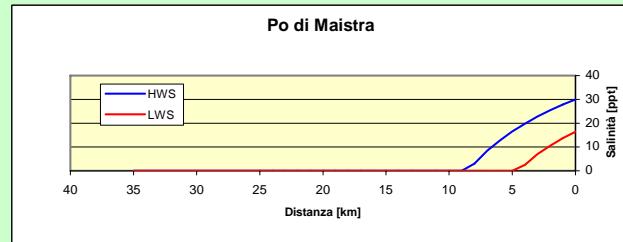


METODO SPEDITIVO RISALITA CUNEO

**Q PONTELAGOSCURO =
650 m³/sec magra ordinaria**

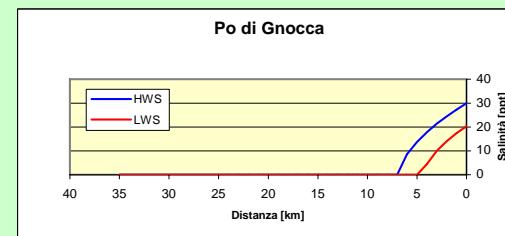
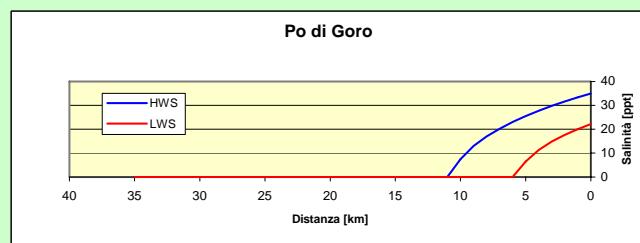
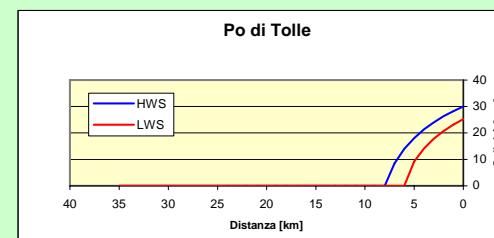
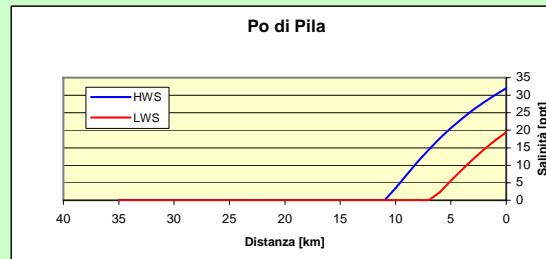
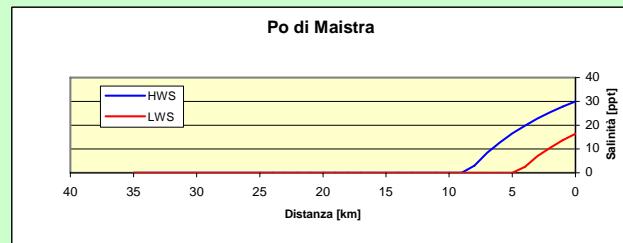


METODO SPEDITIVO RISALITA CUNEO

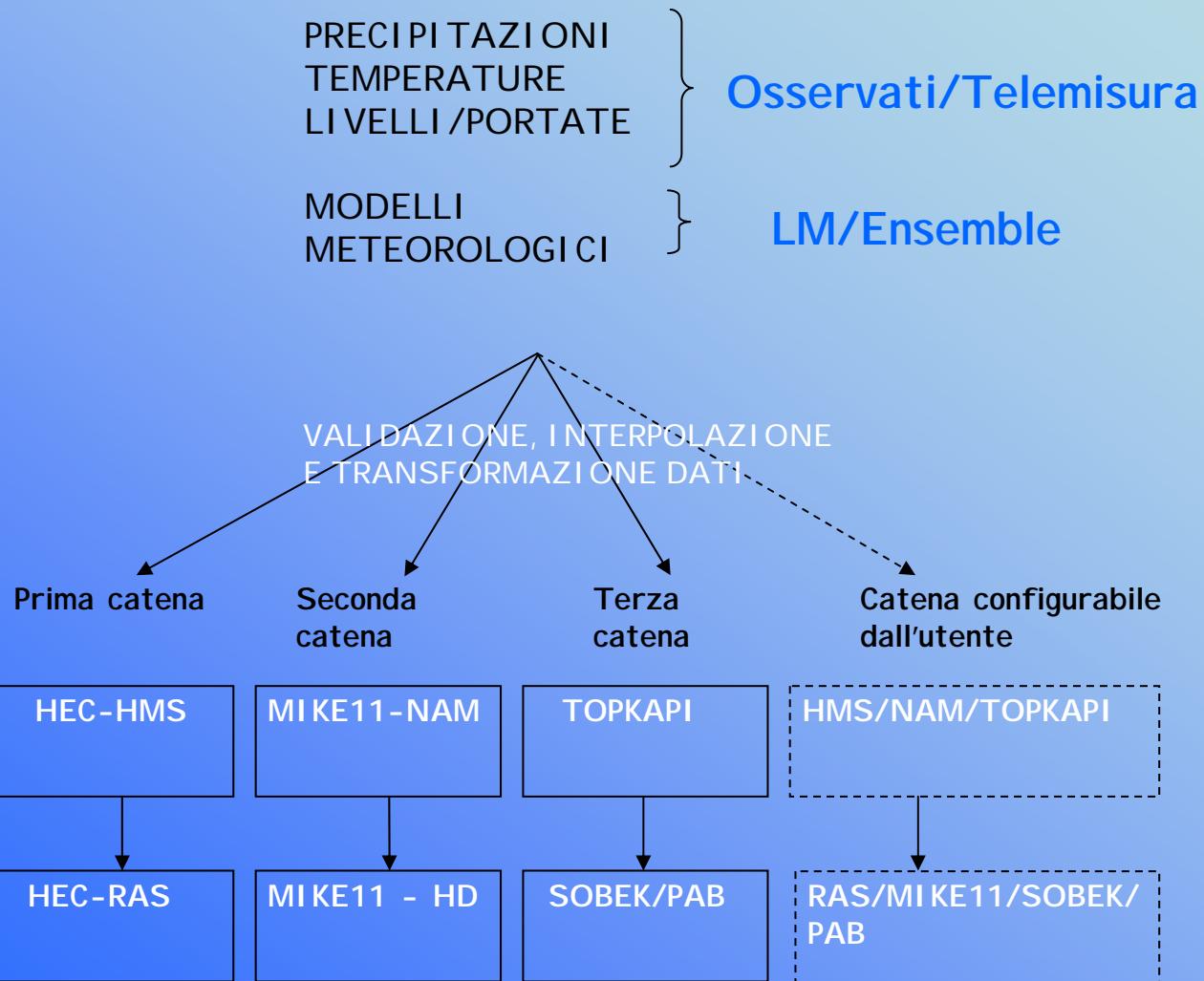


METODO SPEDITIVO RISALITA CUNEO

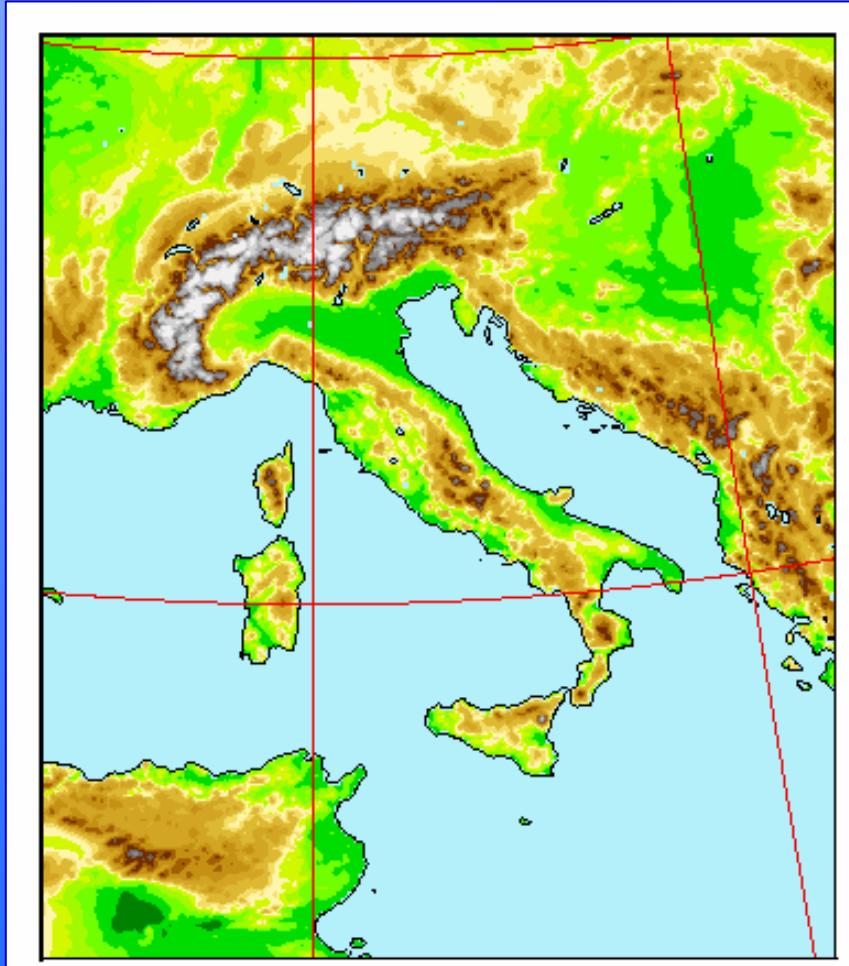
	Q m ³ /s	HWS km	LWS km
Gnocca	109.8	6.9	4.4
Goro	61.8	10.6	5.6
Tolle	80.5	7.7	5.9
Maistra	26.5	8.4	4.4
Pila	371.3	10.8	6.6



Schema del progetto Po

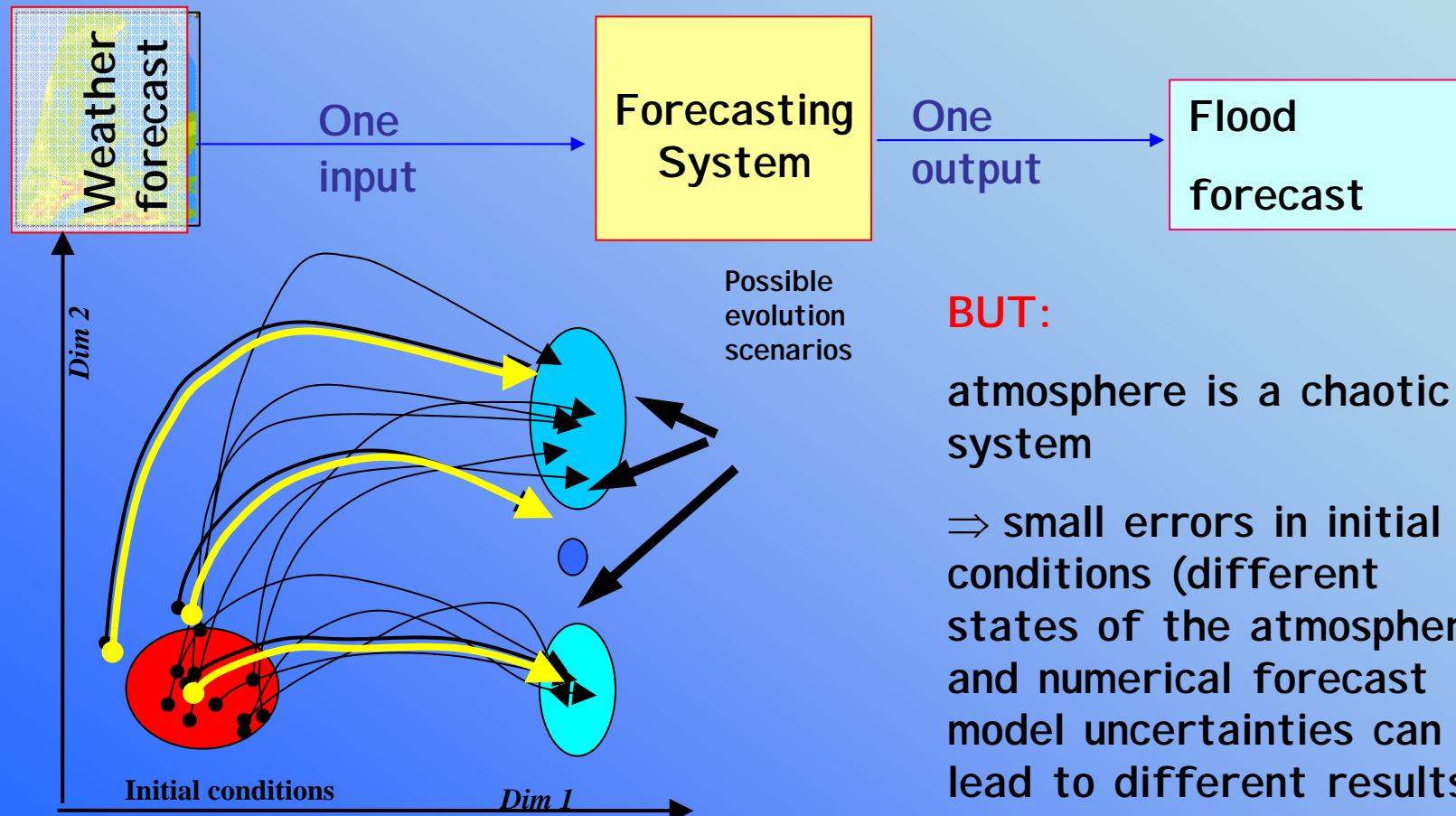


The LAMI Model



- The Hydro-Meteorological Service of Emilia-Romagna, ARPA-SIM, has been using LM as the operational forecast model since 2001;
- LM is run twice a day (at 00UTC and 12UTC) for 72 hours with a spatial horizontal resolution of 2.8 km and 40 layers in the vertical.
- The boundary conditions for LM are supplied by the global model of the DWD (one-way nesting) every hour. The initial condition is provided by a mesoscale data assimilation based on a nudging technique

From deterministic to probabilistic forecasting: Ensemble Prediction System (EPS-LEPS)



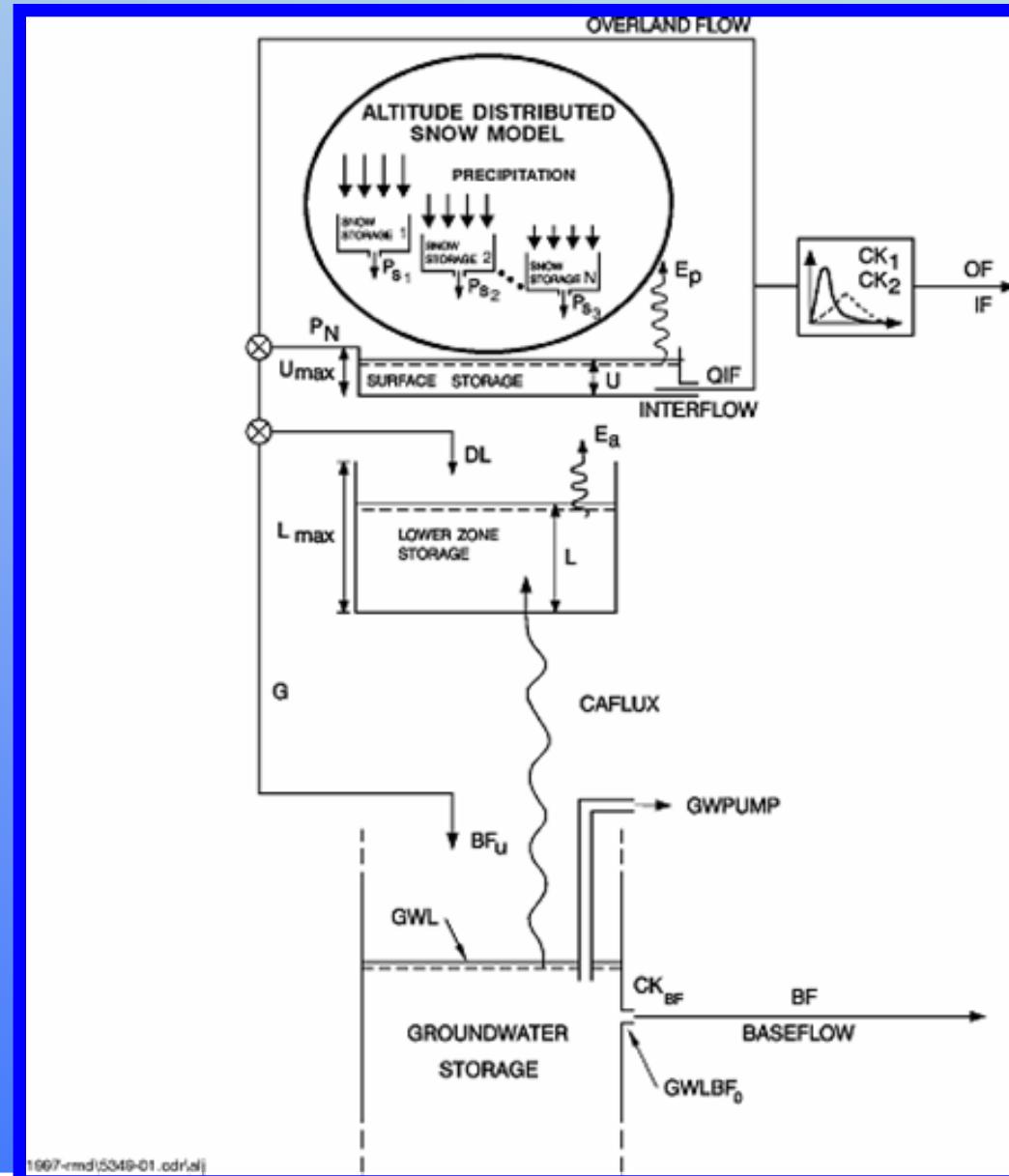
BUT:

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

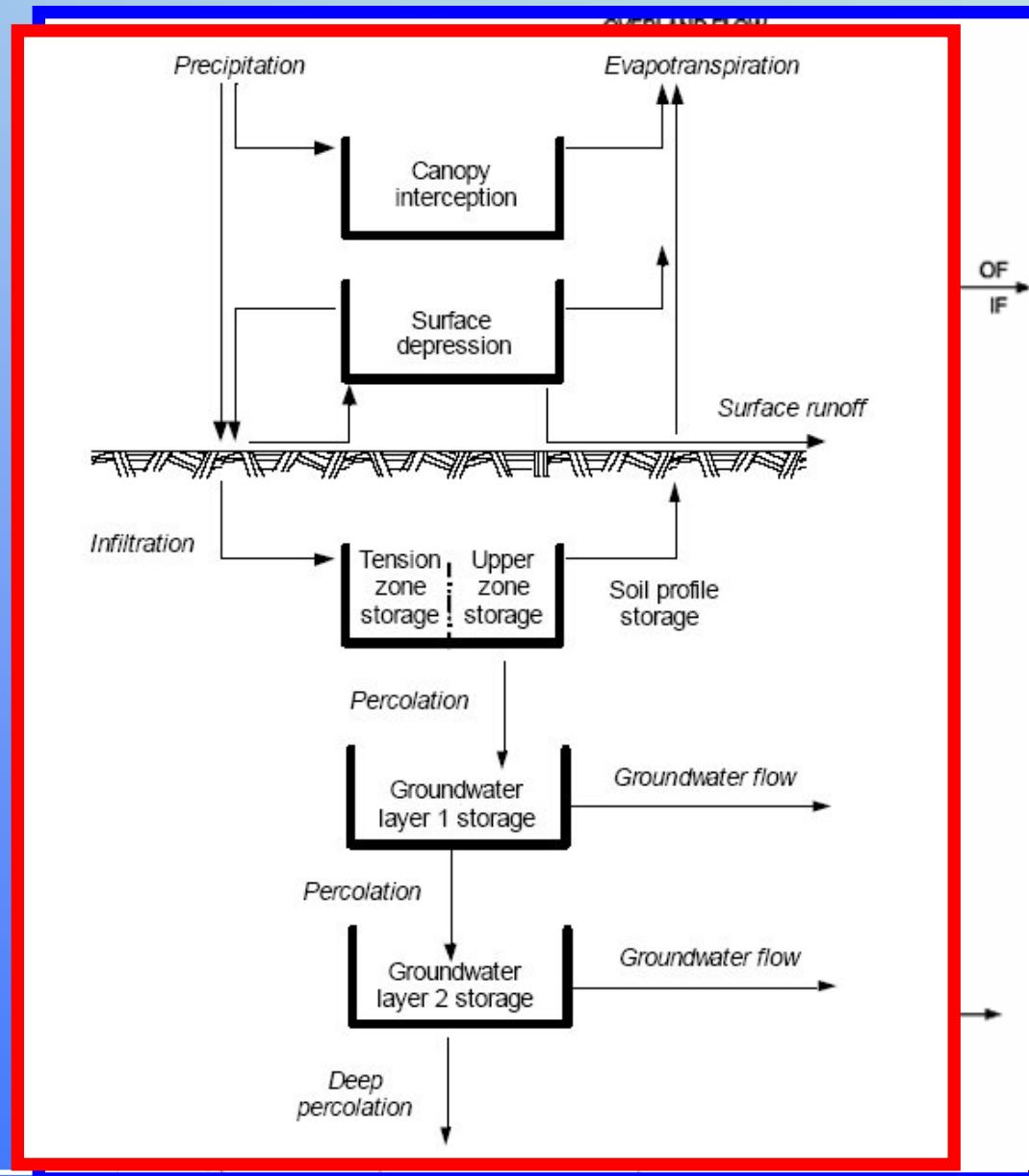
Modelli idrologici

- MIKE11-NAM



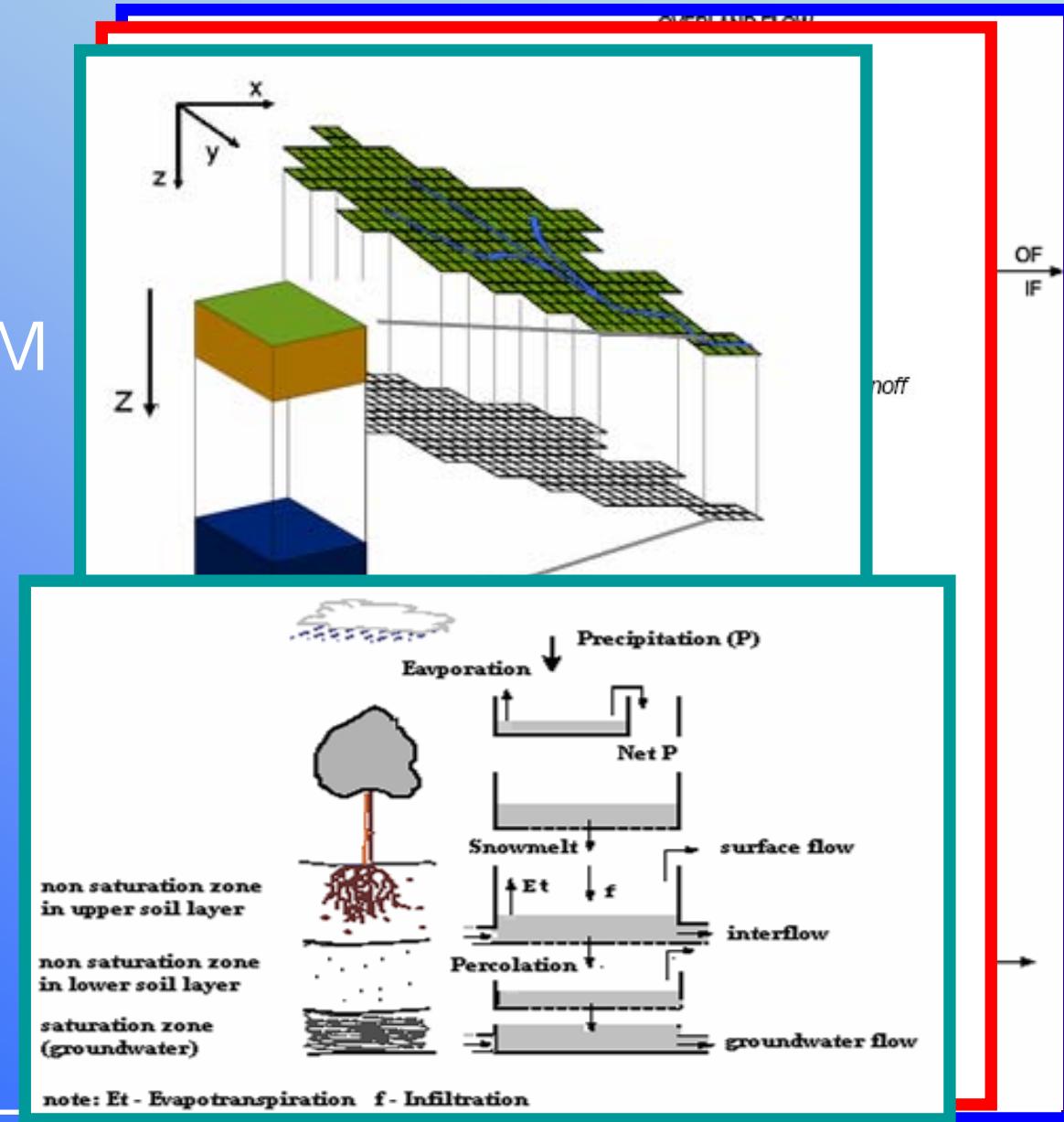
Modelli idrologici

- MIKE11-NAM
- HEC-HMS



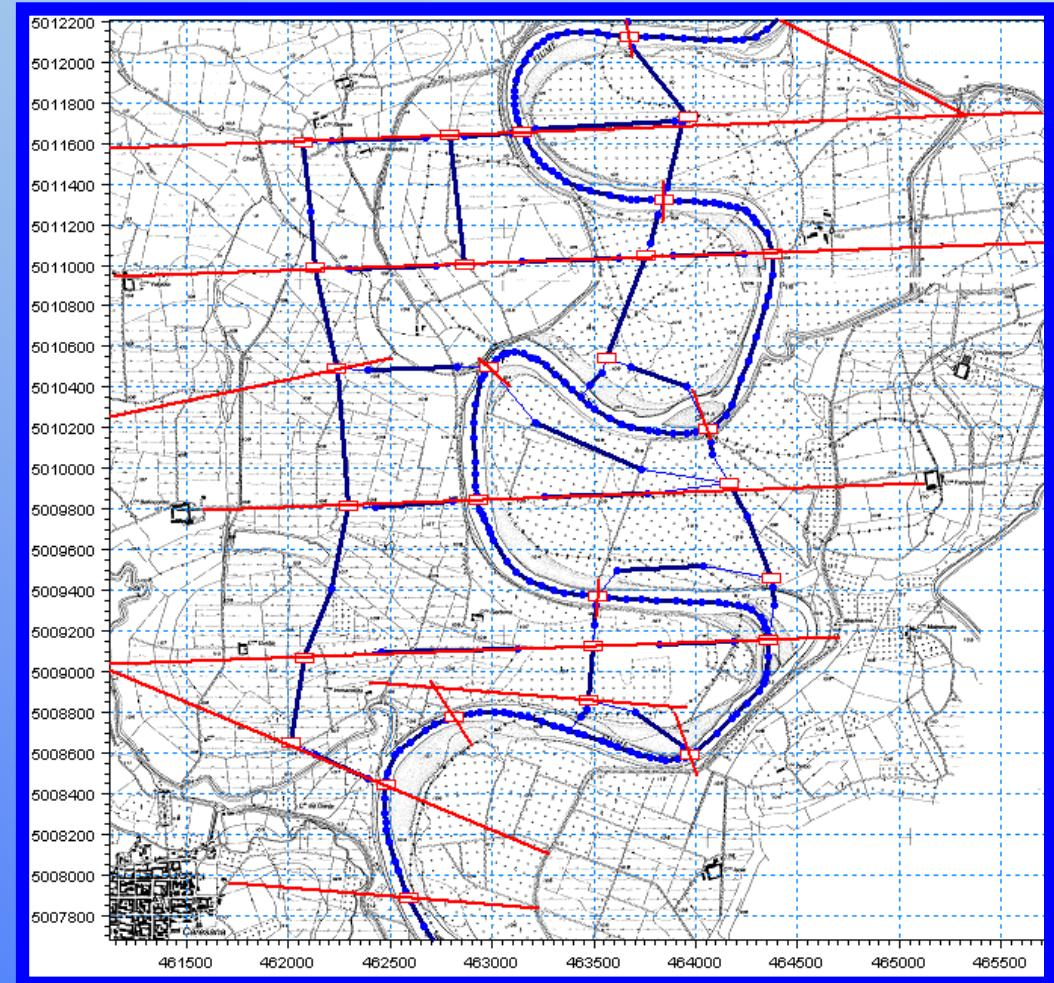
Modelli idrologici

- MIKE11-NAM
- HEC-HMS
- TOPKAPI



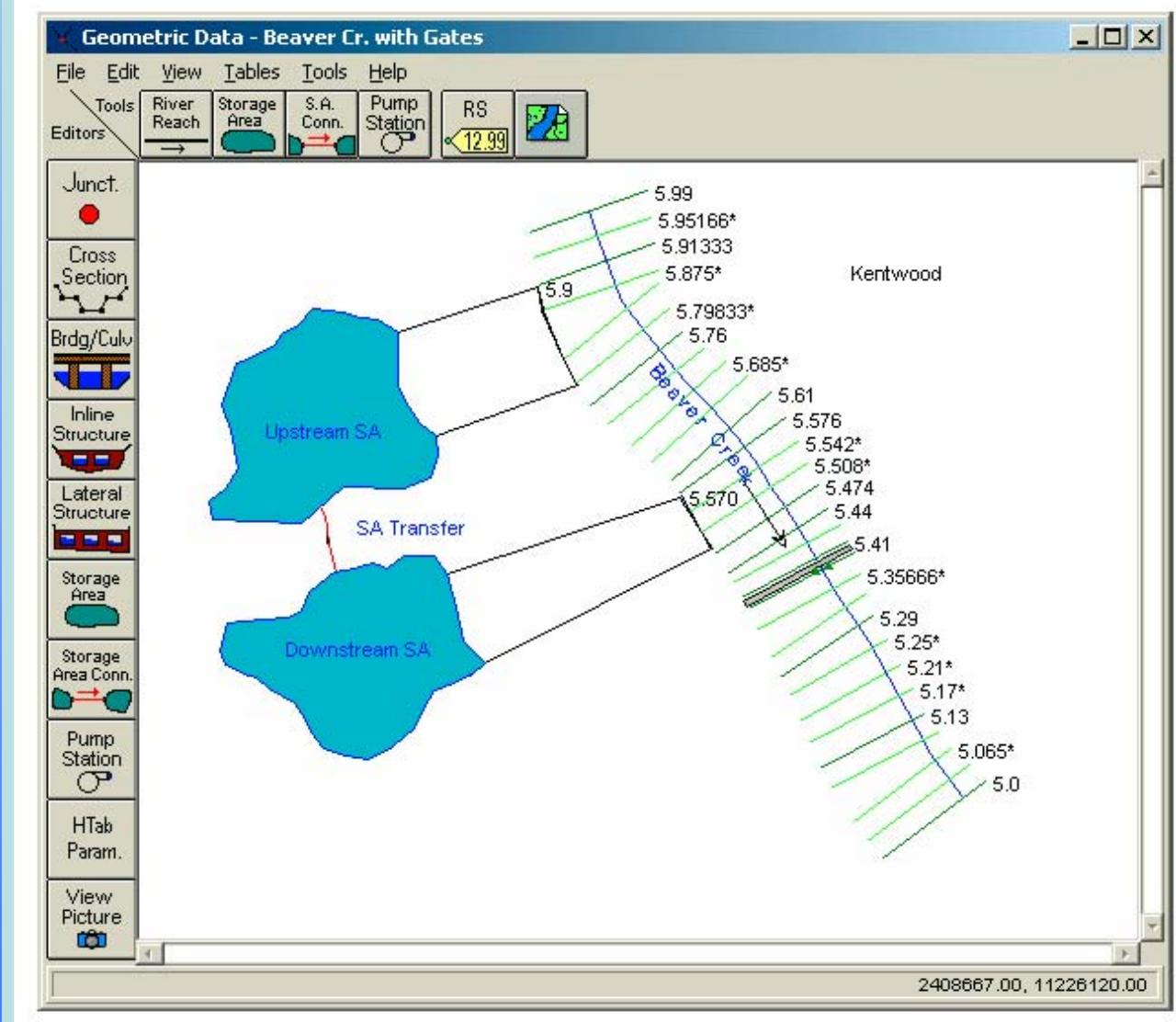
Modelli idrodinamici

- MIKE11-HD



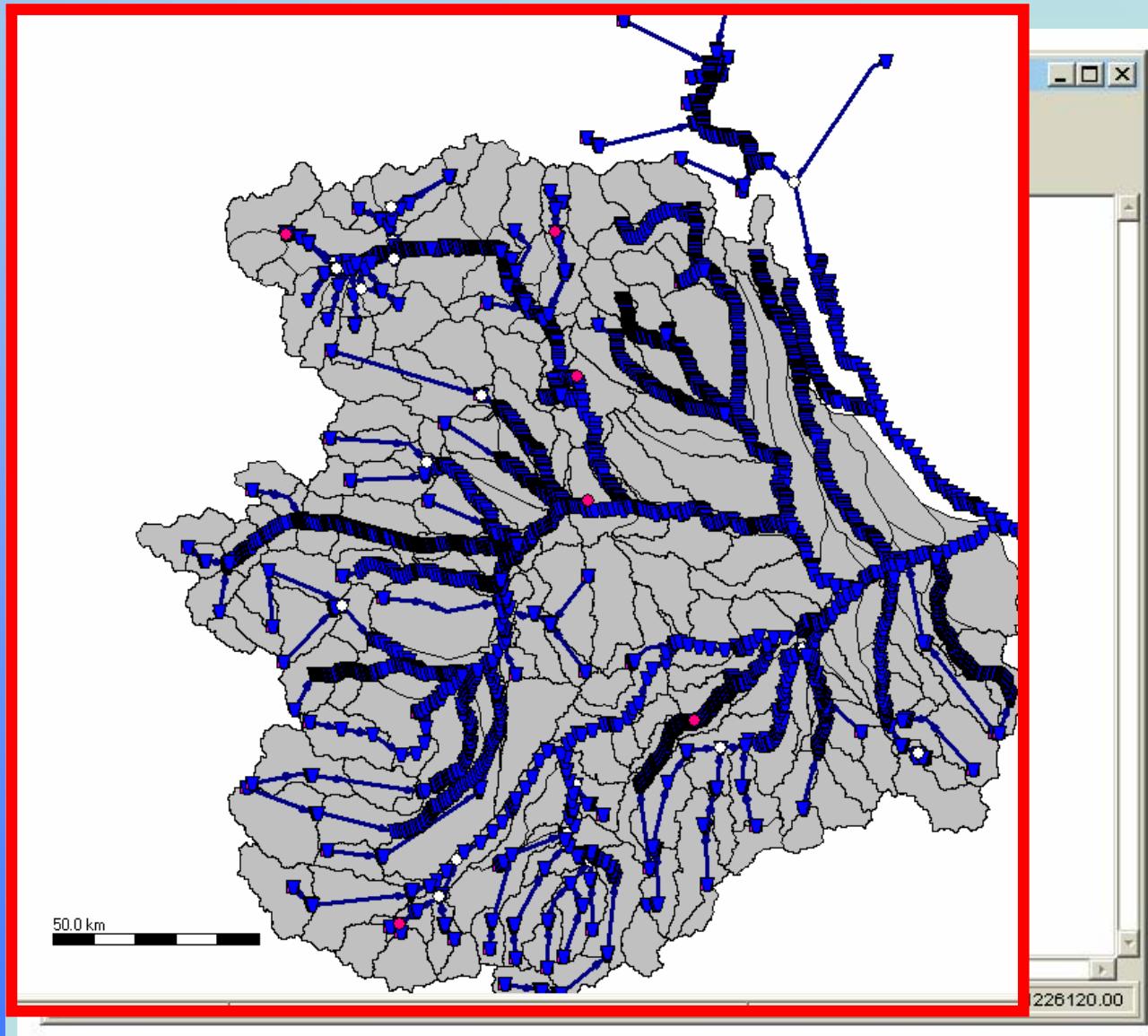
Modelli idrodinamici

- MIKE11-HD
- HEC-RAS



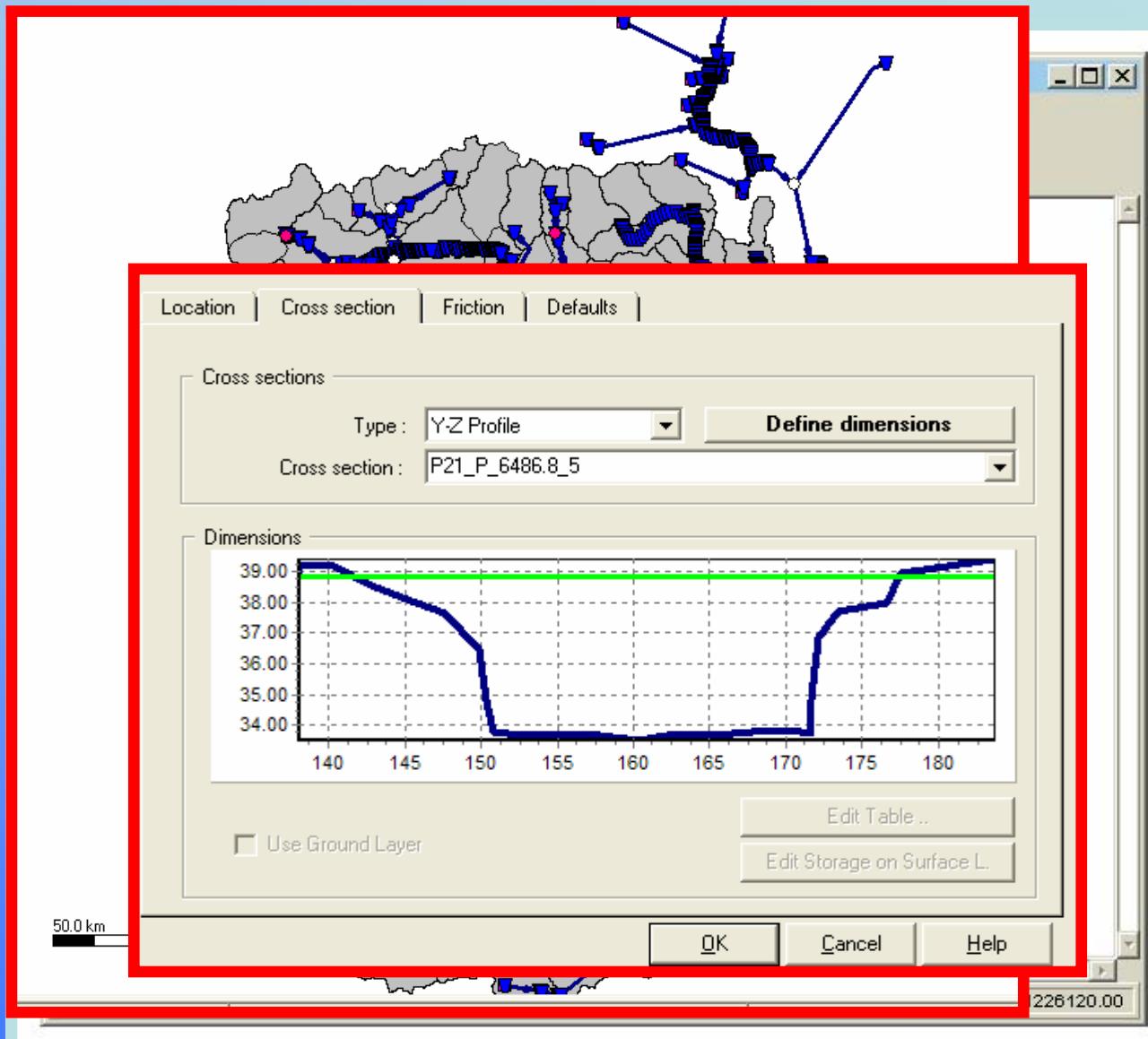
Modelli idrodinamici

- MIKE11-HD
- HEC-RAS
- SOBEK



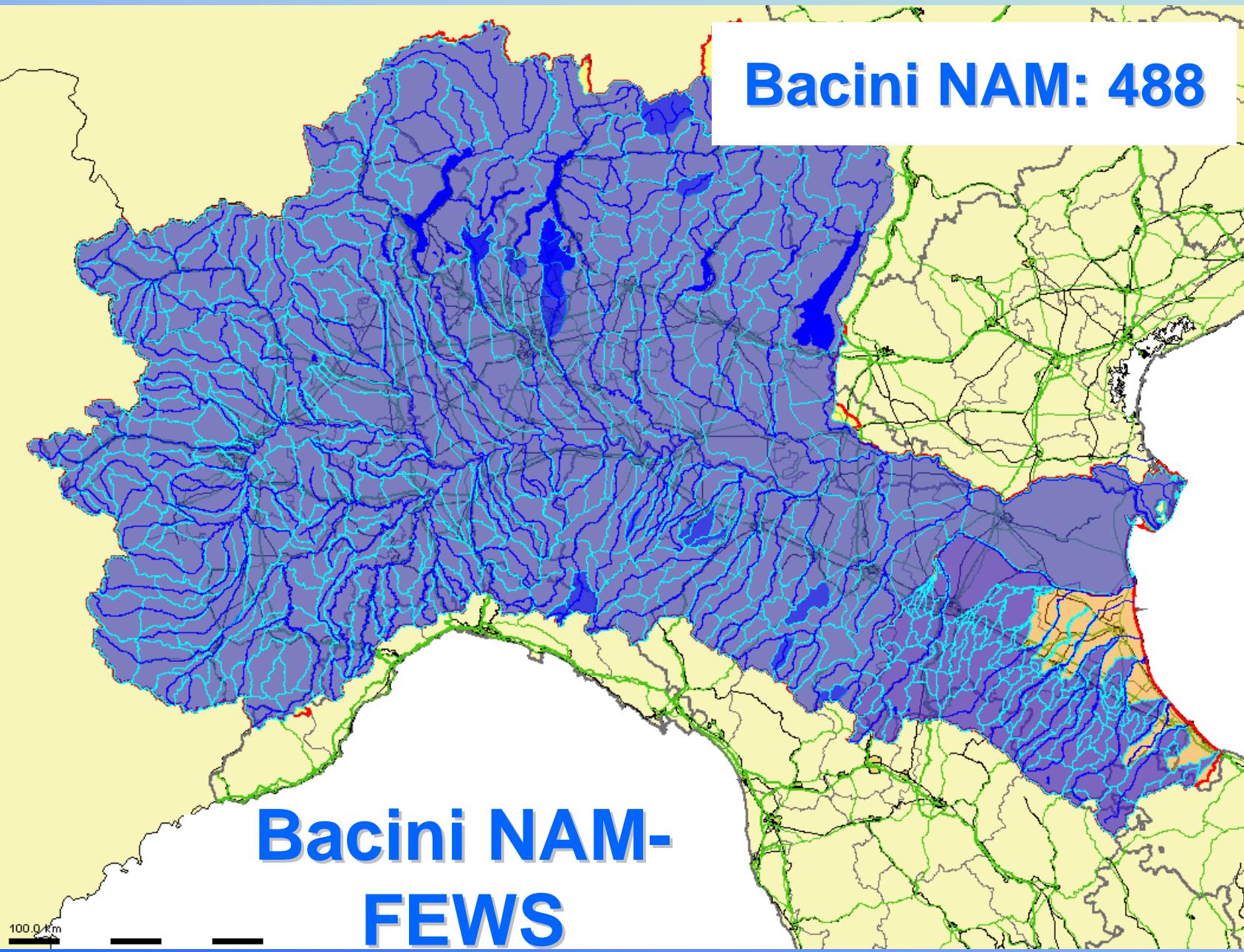
Modelli idrodinamici

- MIKE11-HD
- HEC-RAS
- SOBEK



Bacini NAM- FEWS

Bacini NAM: 488



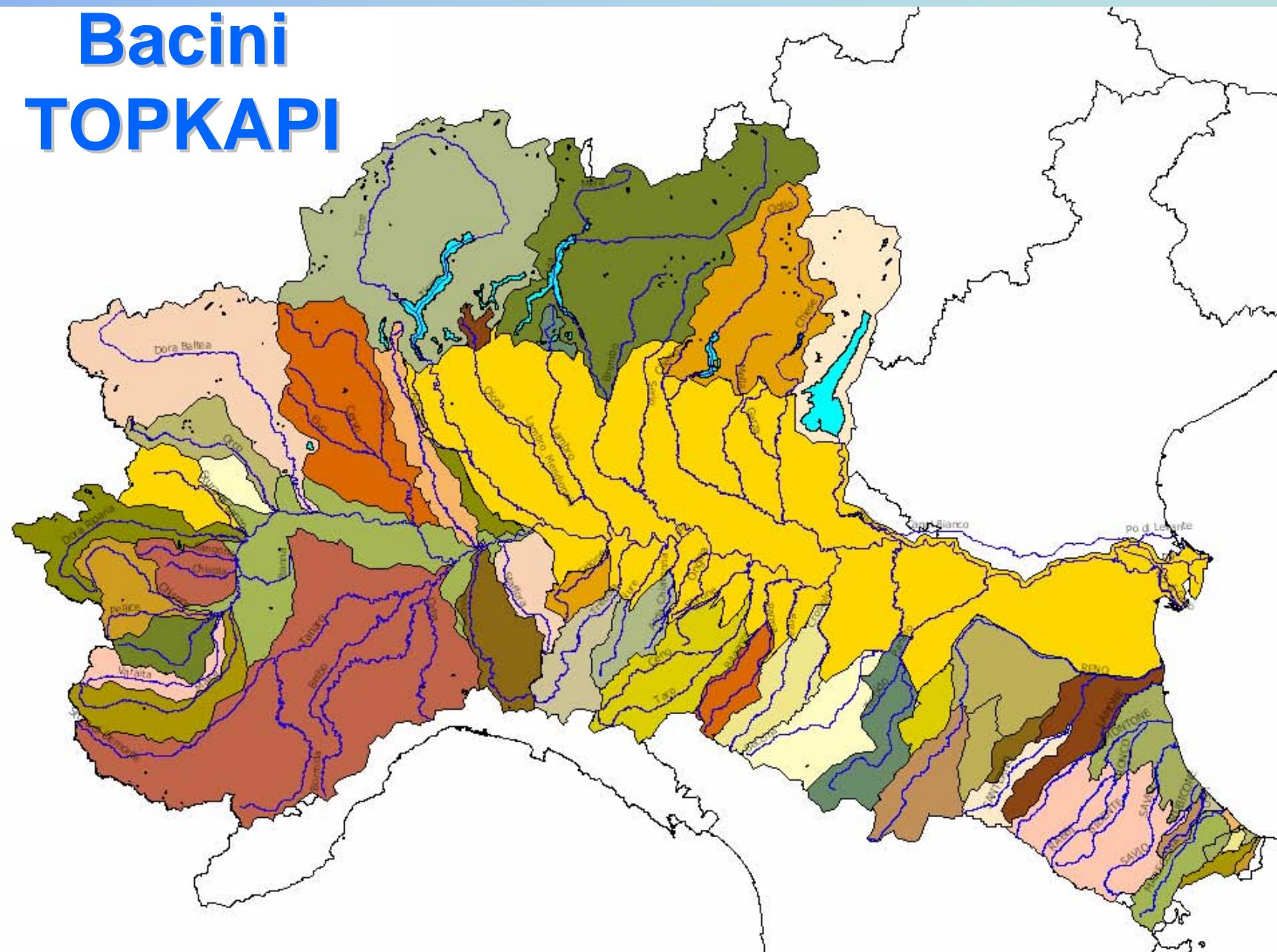
Bacini HEC: 551

Alto Po

Basso Po

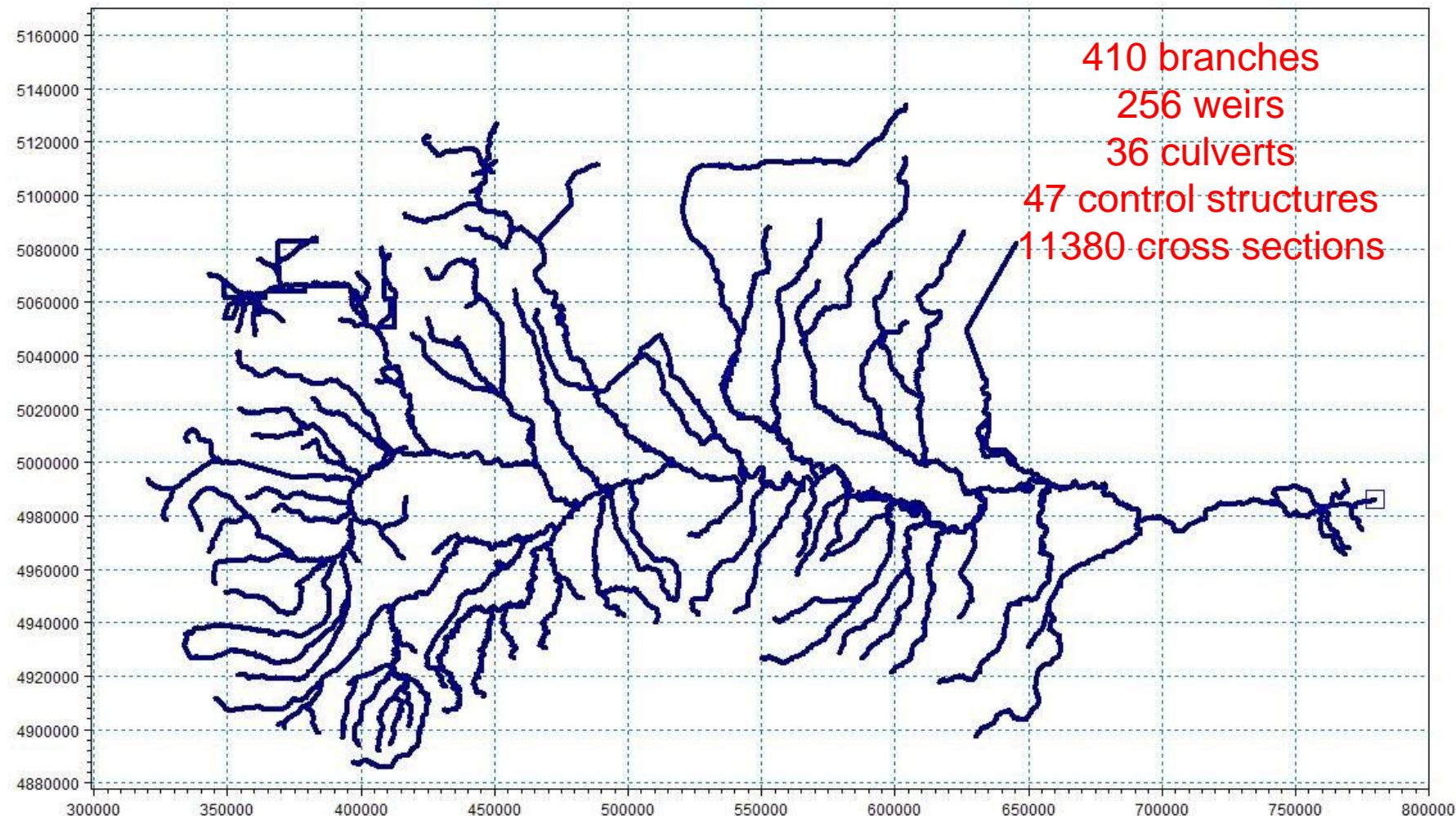


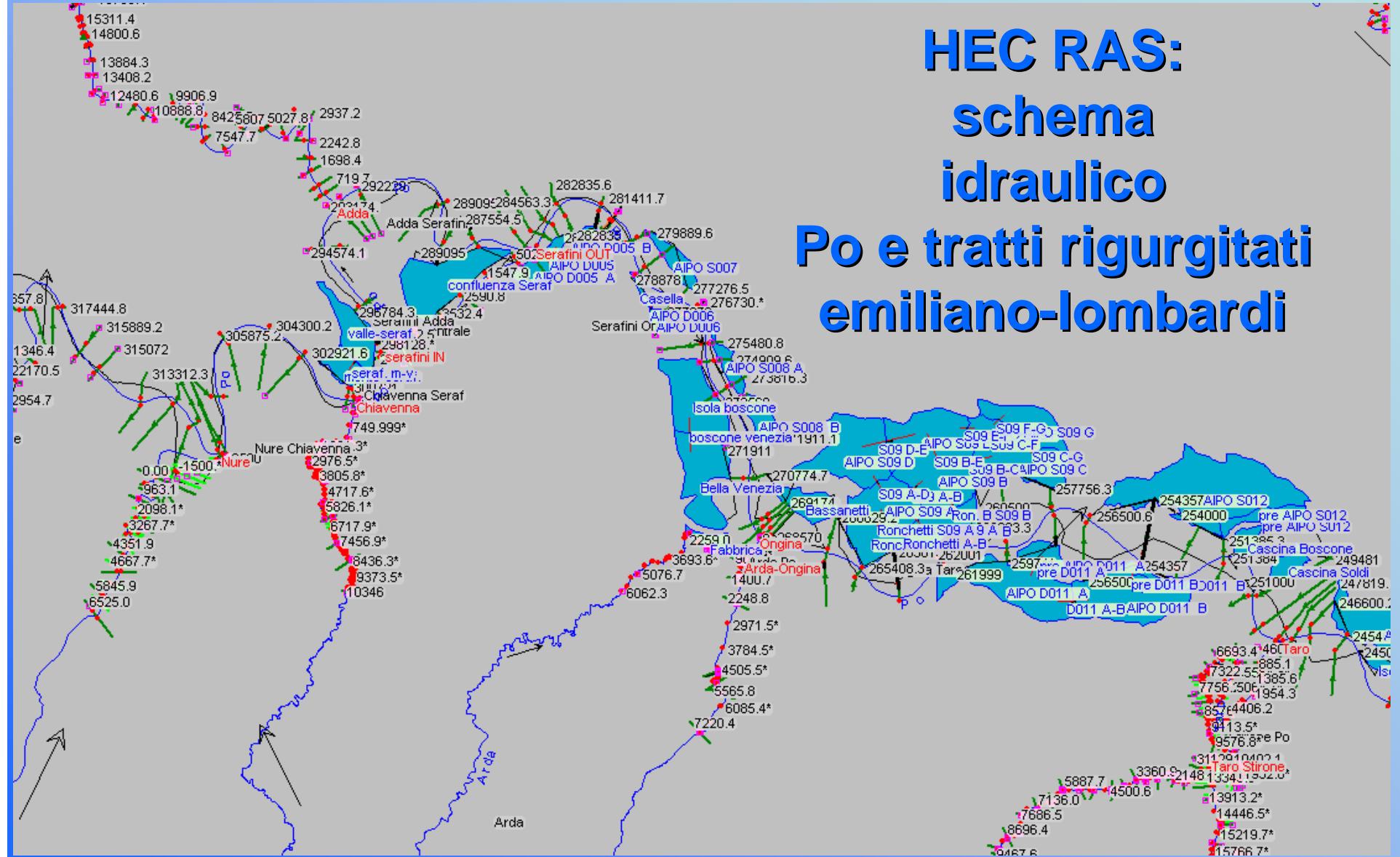
Bacini TOPKAPI



SCHEMATIZZAZIONE MODELLO MIKE

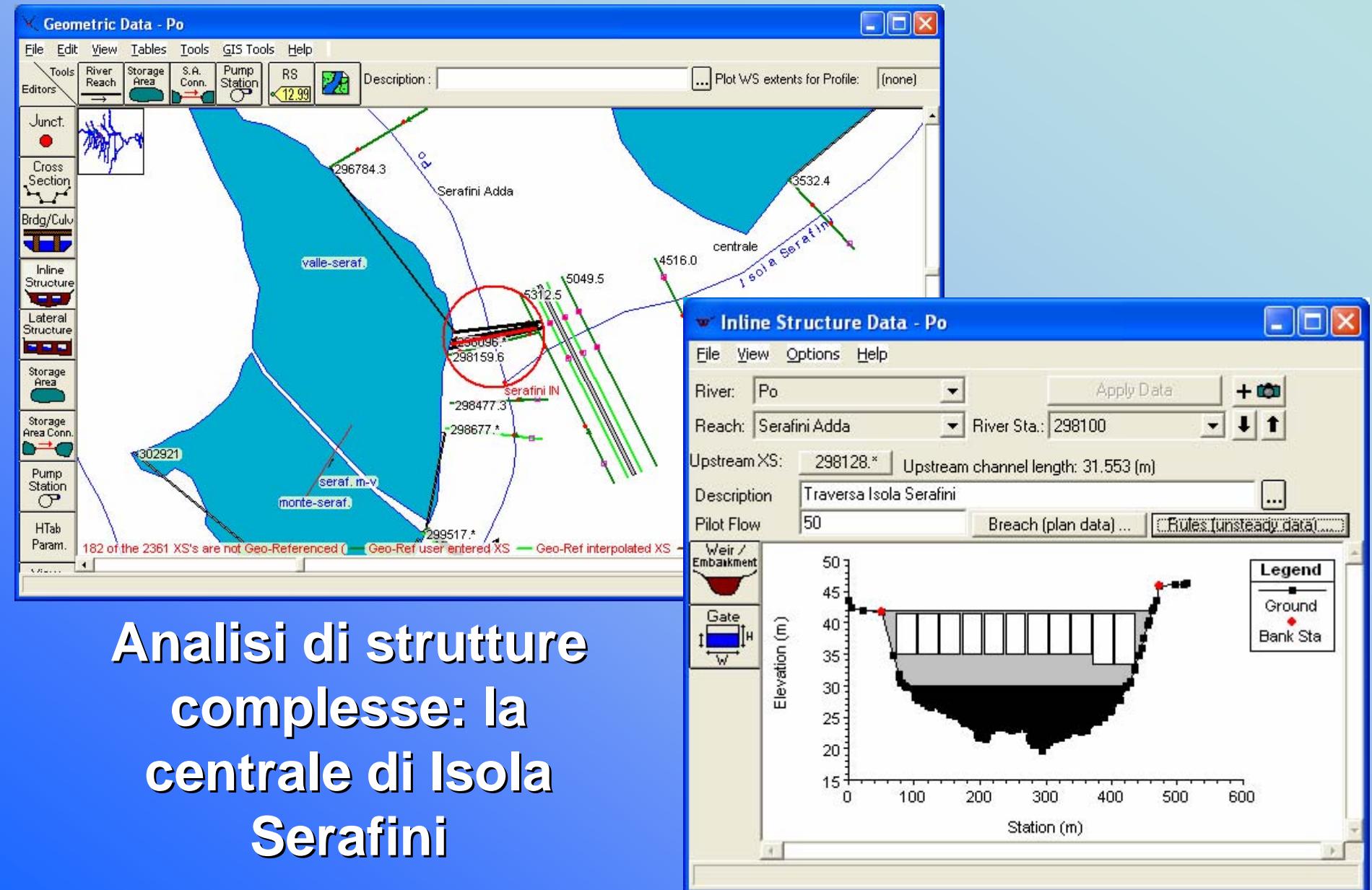
APPLICATO ALL'INTERO BACINO DEL PO

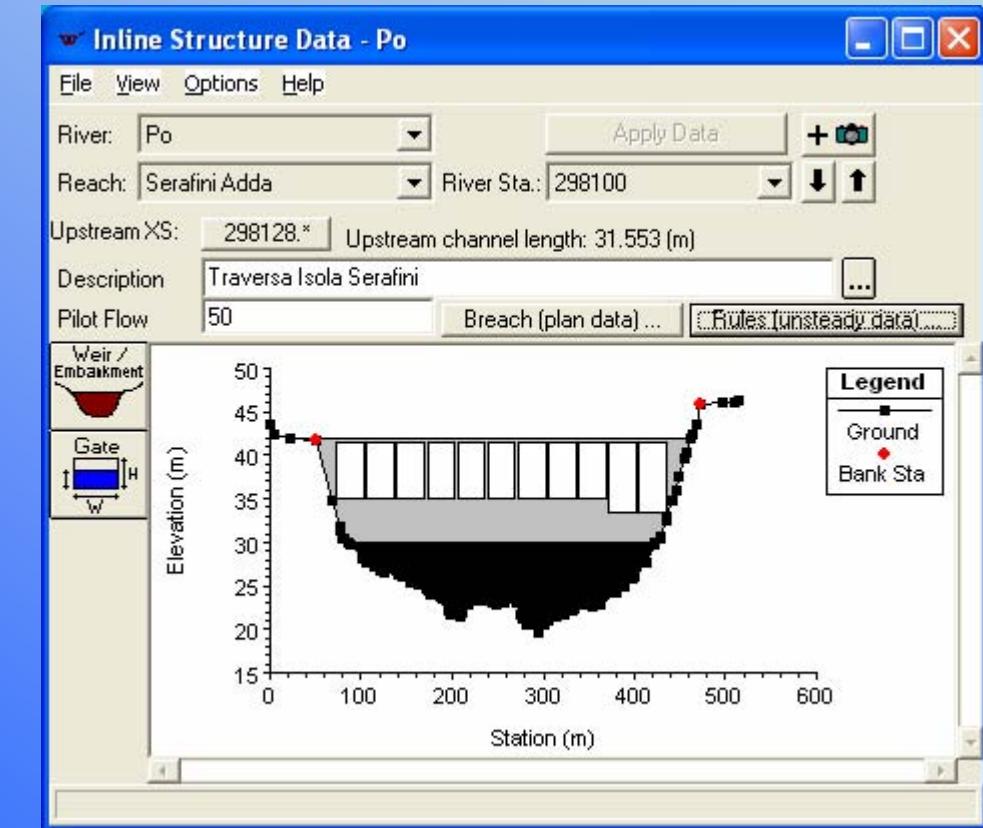




HEC RAS: schema idraulico

Po e tratti rigurgitati emiliano-lombardi





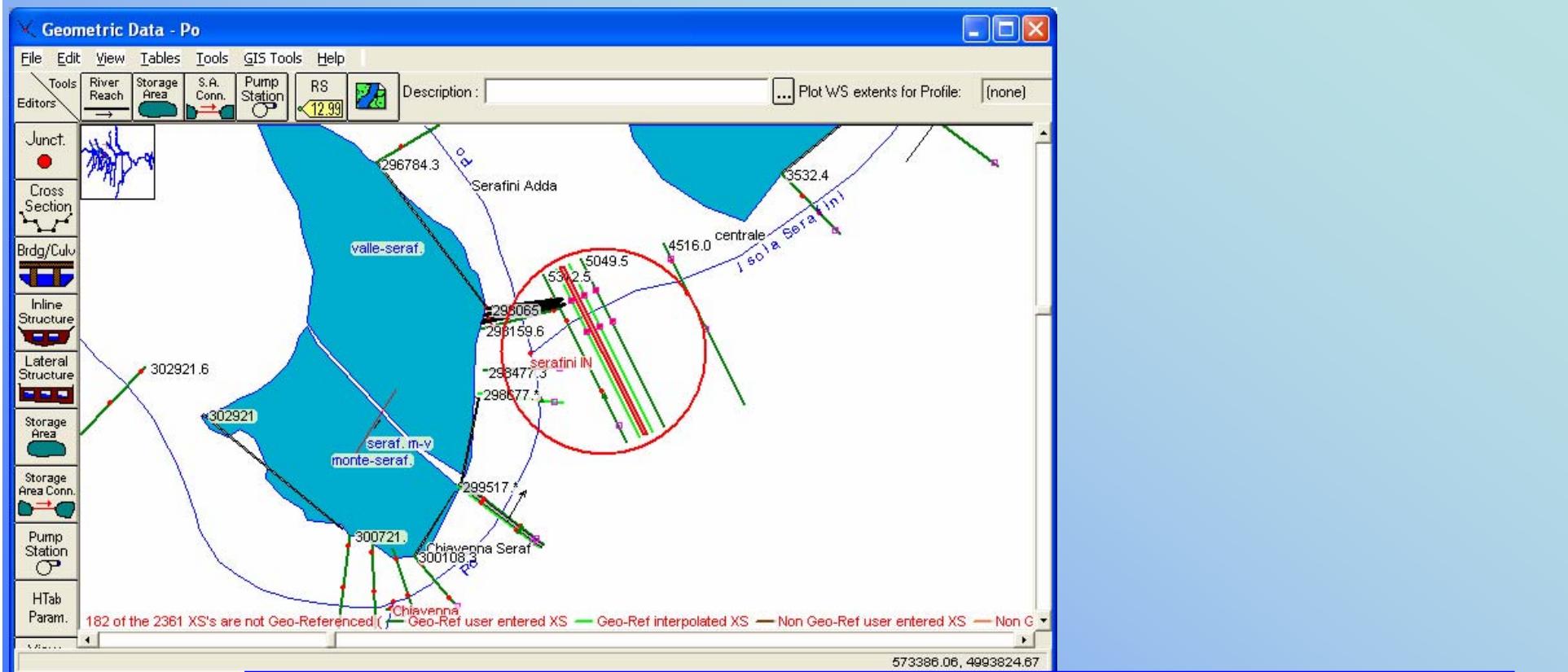
Traversa di derivazione sull'asta di Po

JLES OPERATION

```

ion(Po,Serafini Adda,298159.6,Value at previous time step)
(Po,Trebbia Nure,327408.5,Value at previous time step)
o,Serafini Adda,298100,Gate #1,Value at previous time step)
o,Serafini Adda,298100,Gate #2,Value at previous time step)
.05) And ('livello monte' <= 41.1) Then
.Opening = 1.1 * 'gate-1'
.Opening = 1.1 * 'gate-2'
41.1) And ('livello monte' <= 41.2) Then
.Opening = 1.2 * 'gate-1'
.Opening = 1.2 * 'gate-2'
vello monte' > 41.2) Then
.Opening = 1.5 * 'gate-1'
.Opening = 1.5 * 'gate-2'
End If
.95) And ('livello monte' >= 40.9) Then
.Opening = 0.9 * 'gate-1'
Gate.Opening = 0.9 * 'gate-2'
ElseIf ('livello monte' < 40.9) And ('livello monte' >= 40.8) Then
Gate.Opening = 0.8 * 'gate-1'
Gate.Opening = 0.8 * 'gate-2'
ElseIf ('livello monte' < 40.8) Then
Gate.Opening = 0.7 * 'gate-1'
Gate.Opening = 0.7 * 'gate-2'
End If
If ('portata monte' > 5500) Then
Gate.Opening = 8
Gate.Opening = 6.5
End If

```



Rules operation in corrispondenza della centrale di Isola Serafini sul ramo di derivazione.

'portata monte' = Cross Sections: Flow(Po,Trebbia Nure,327408.5,Value at current time step)
 'struttura old' = Inline Structures: Structure.Total Flow(Isola Serafini,centrale,5200,Value at previous time step)

```

  If ('portata monte' < 1100) Then
    Structure.Total Flow (Fixed) = 0.9 * 'portata monte'
  Else
    Structure.Total Flow (Fixed) = 1000
  End If
  If ('portata monte' > 3000) And ('portata monte' <= 3400) Then
    Structure.Total Flow (Fixed) = 750
  ElseIf ('portata monte' > 3400) And ('portata monte' <= 3800) Then
    Structure.Total Flow (Fixed) = 500
  ElseIf ('portata monte' > 3800) And ('portata monte' <= 4200) Then
    Structure.Total Flow (Fixed) = 250
  ElseIf ('portata monte' > 4500) Then
    Structure.Total Flow (Fixed) = 10
  End If
  
```

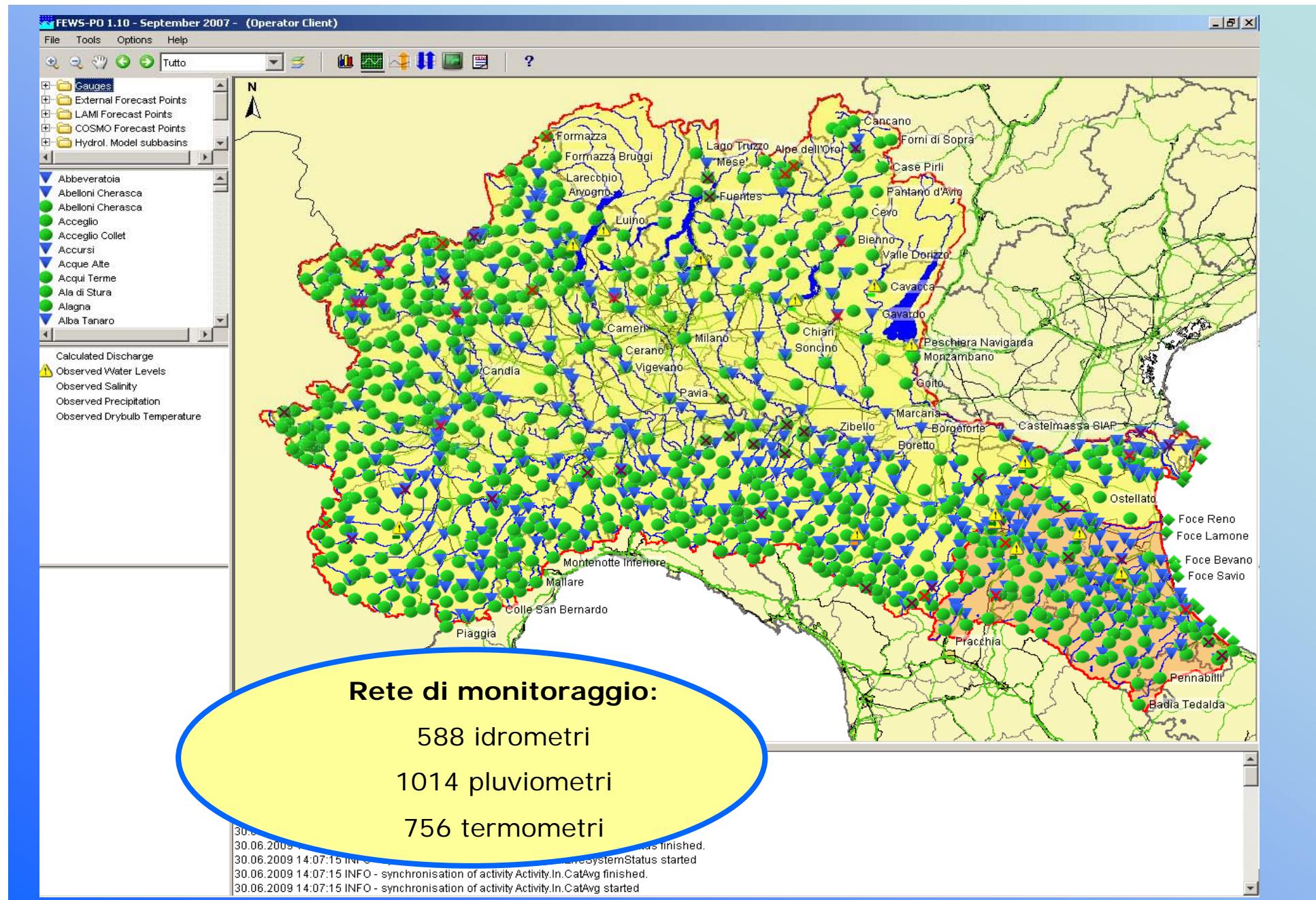
Idromorfologia: stato delle conoscenze ed applicazioni – Roma, 22 Aprile 2010

Il Sistema FEWSPo: HARDWARE

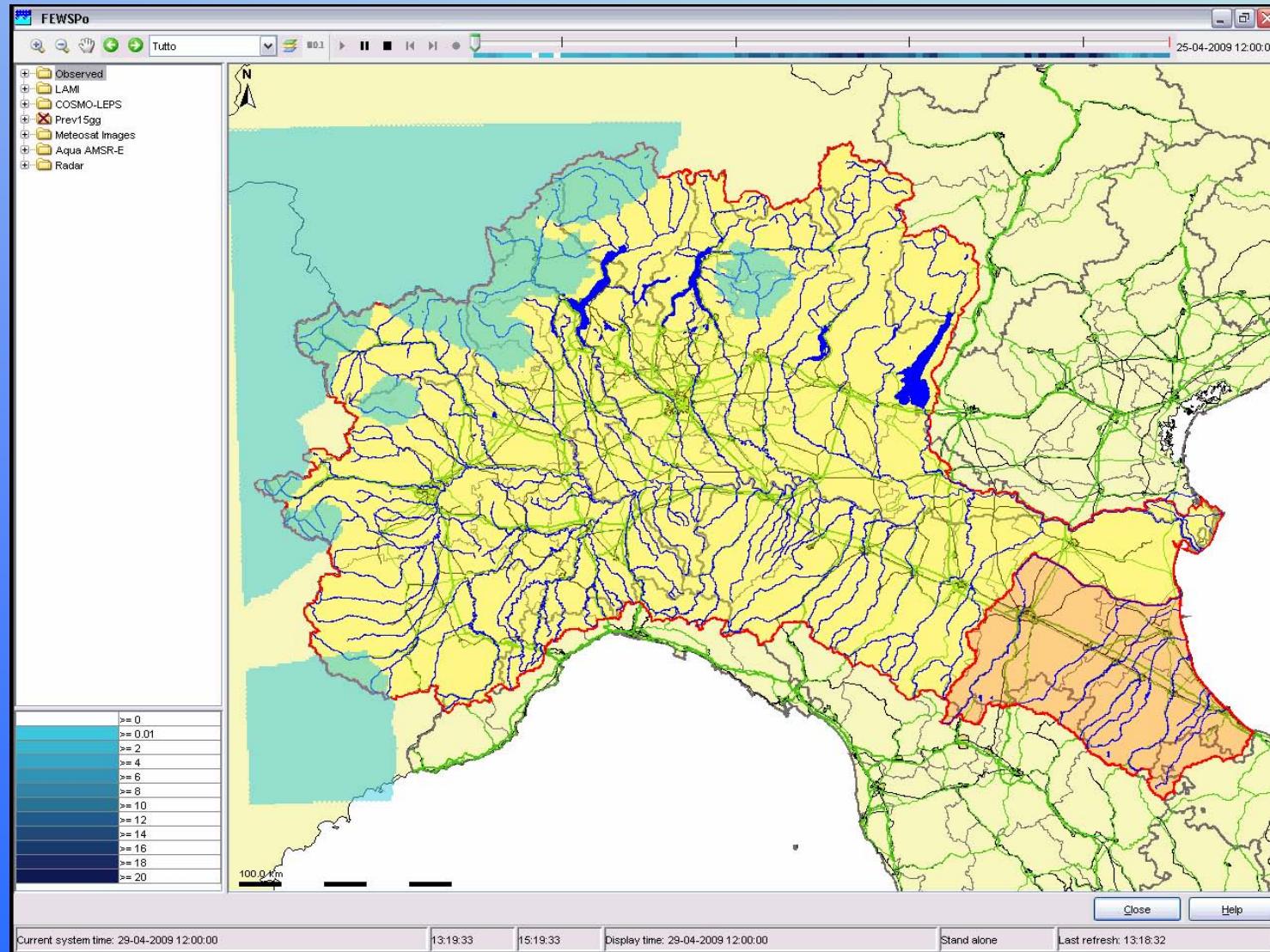


16 Server (multi
processori – 8/16 GB ram
ognuno)

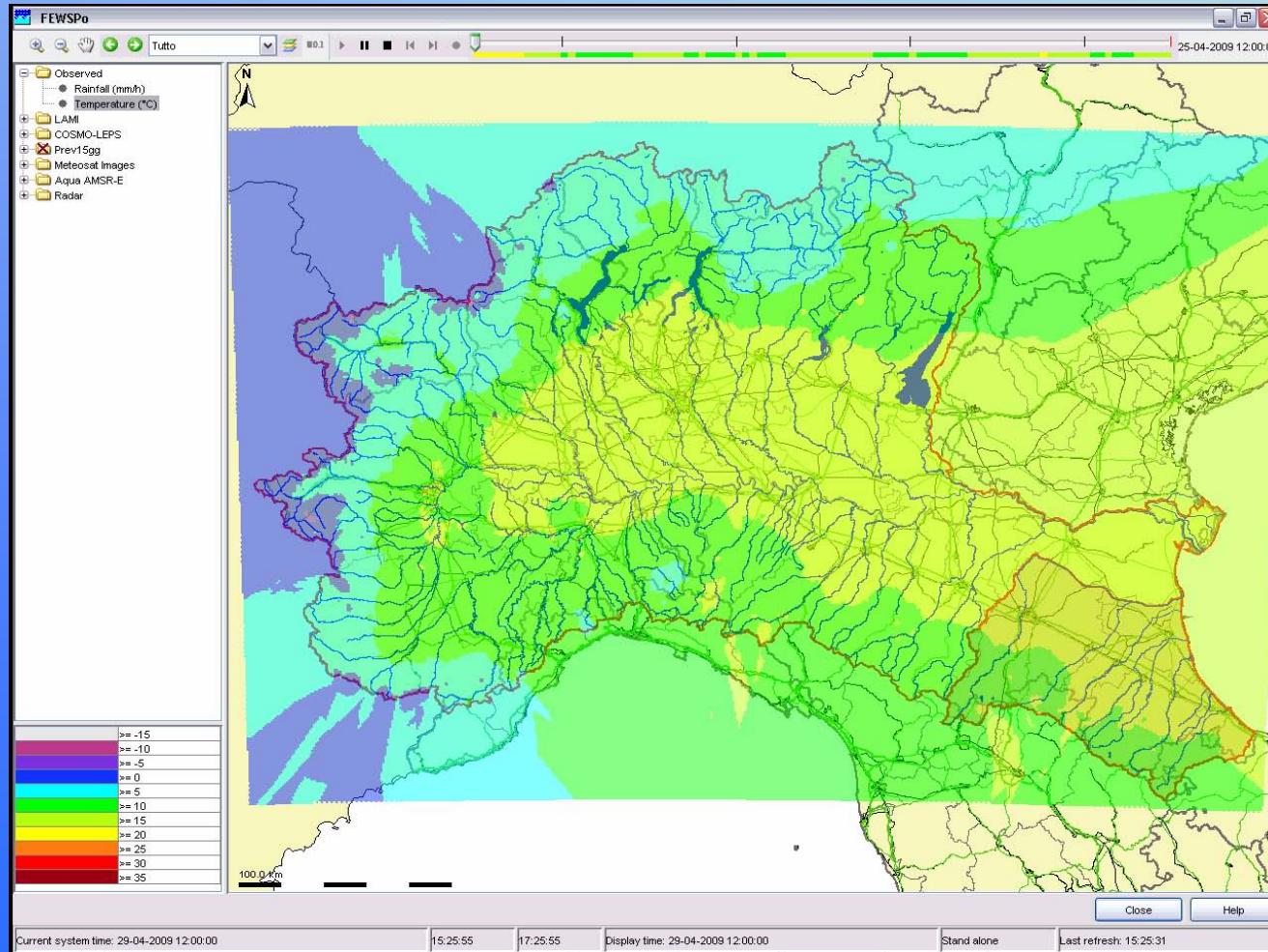
Un totale di più di 256
CPU cores



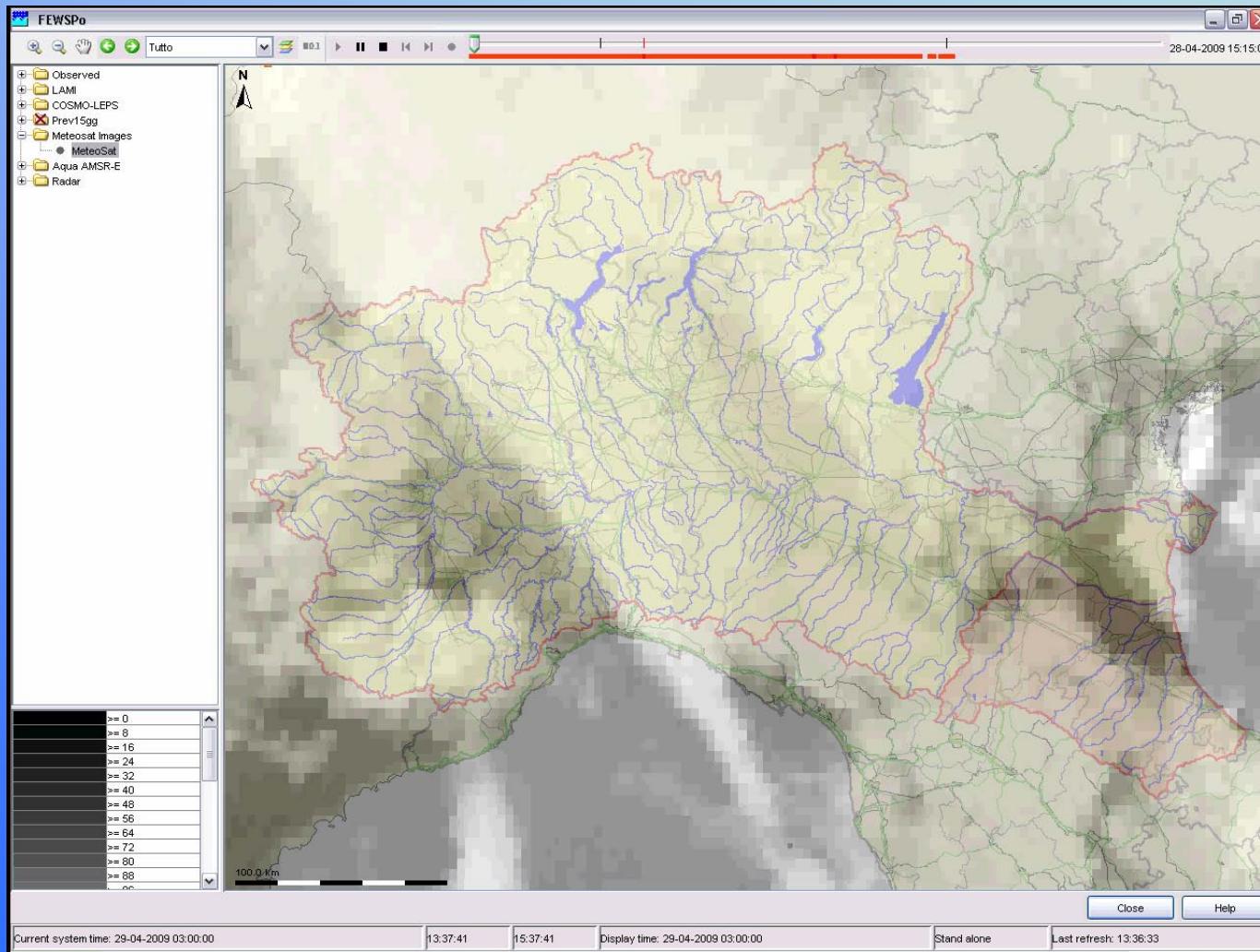
Animazione piogge osservate



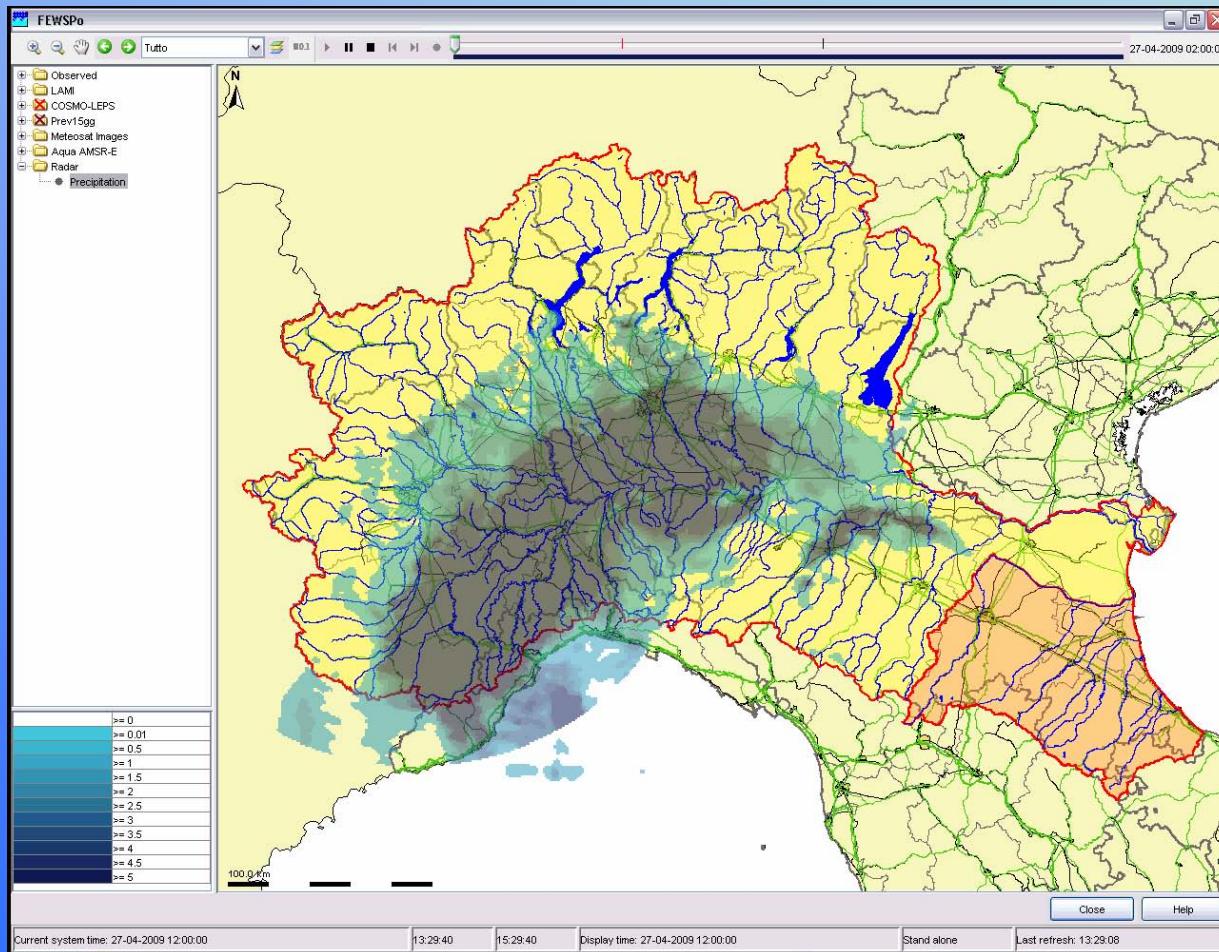
Animazione temperature osservate



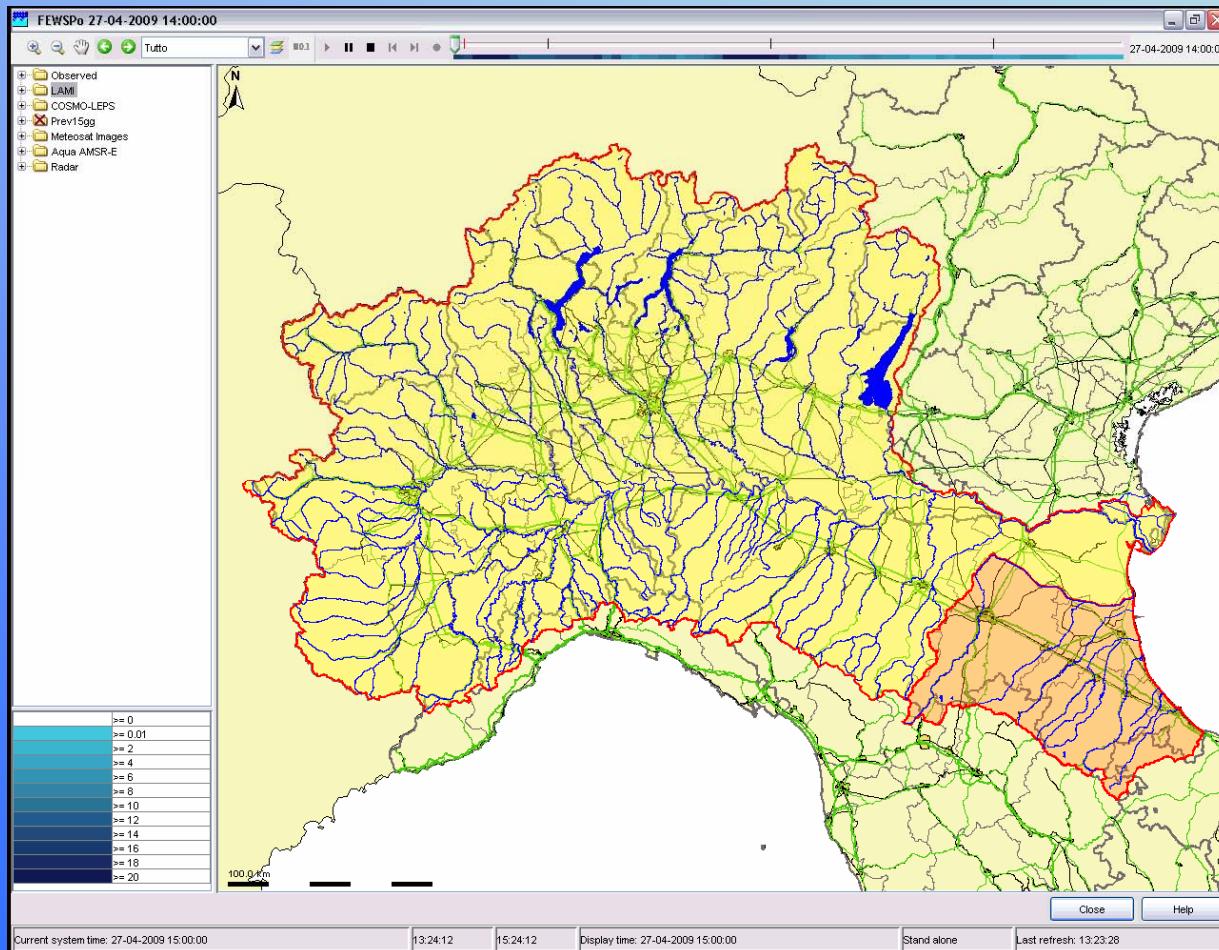
Animazione meteosat



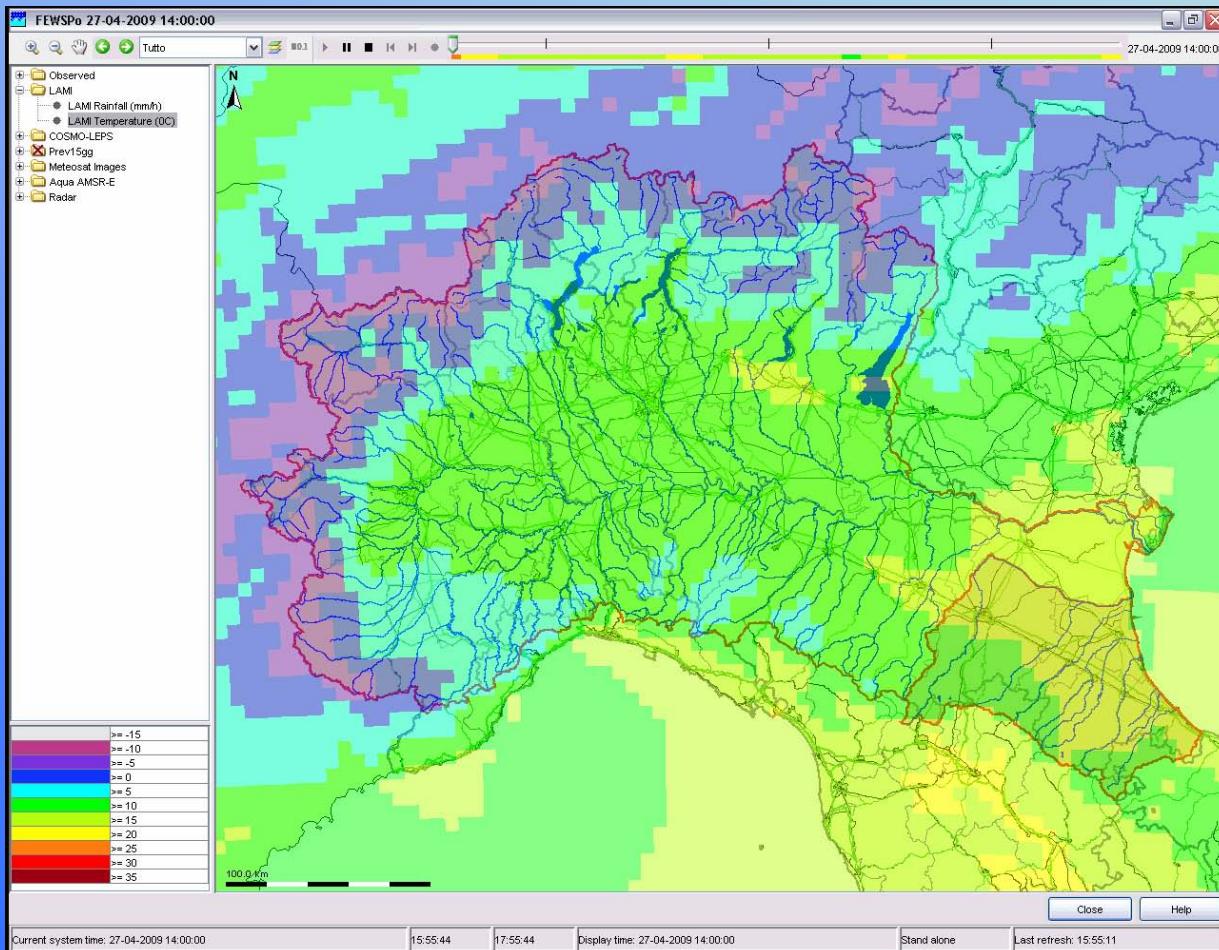
Animazione precipitazione radar

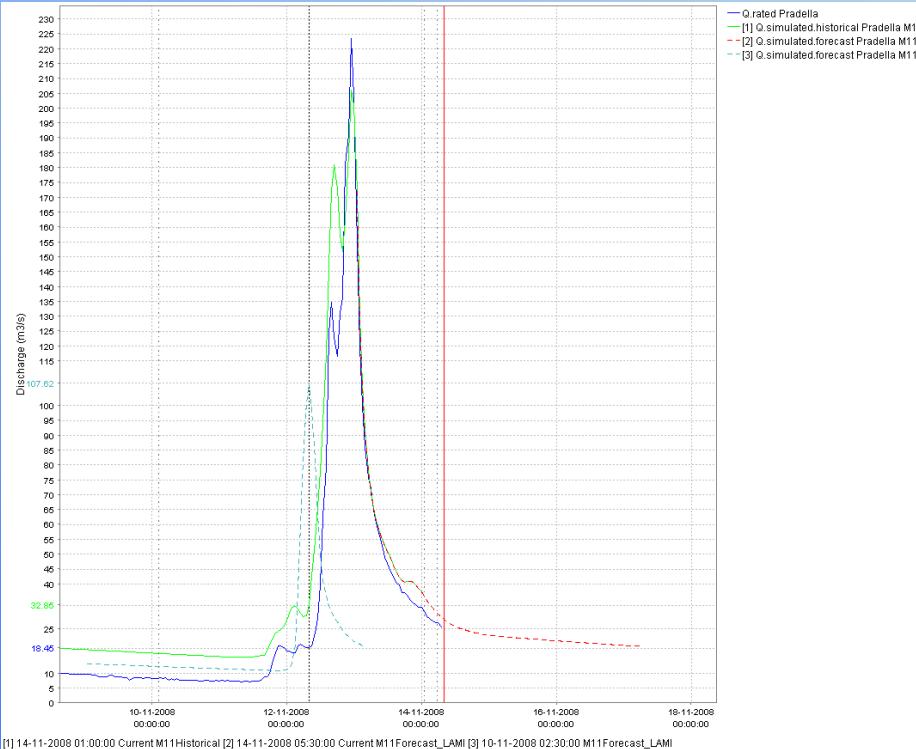


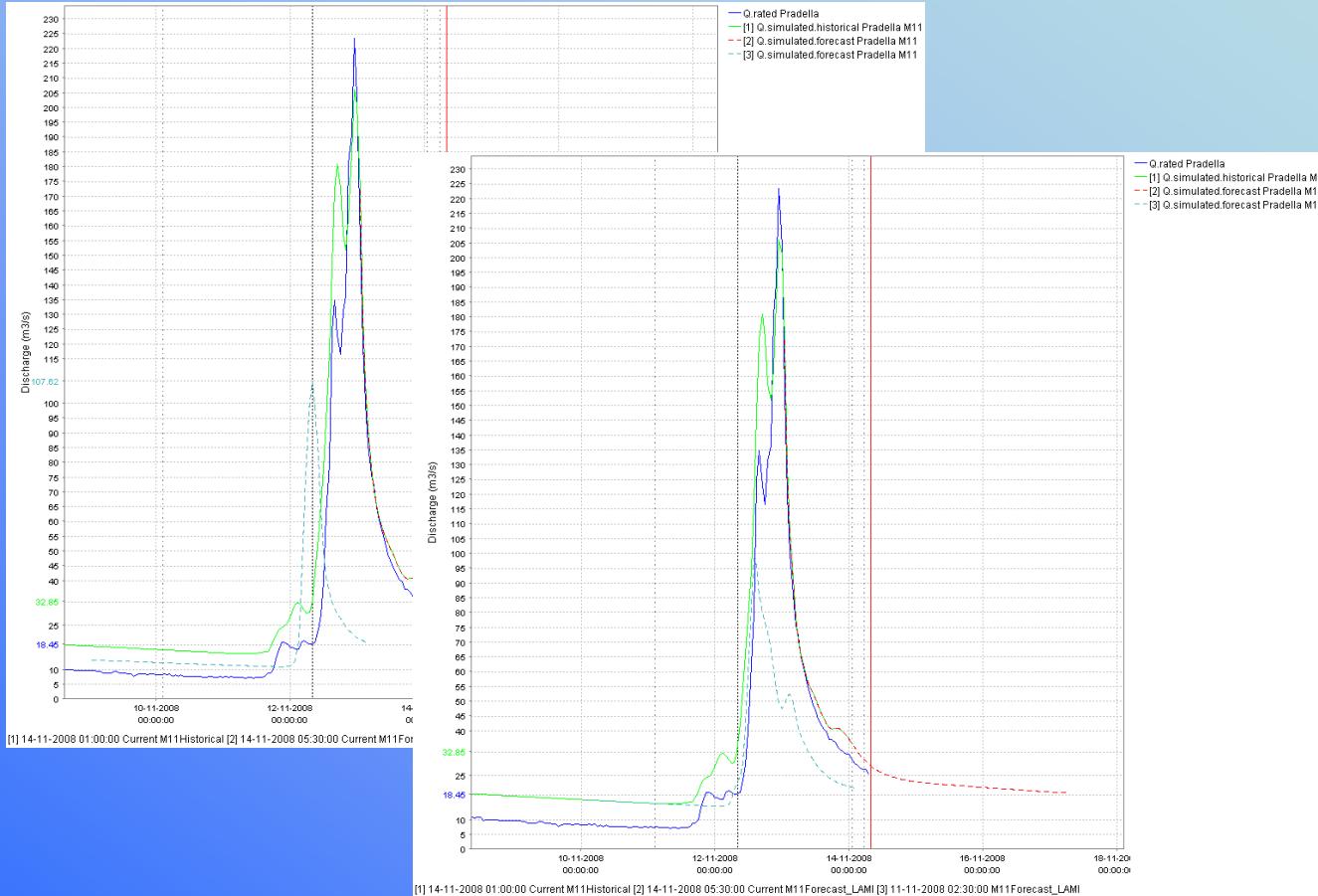
Animazione previsione pioggia LAMI

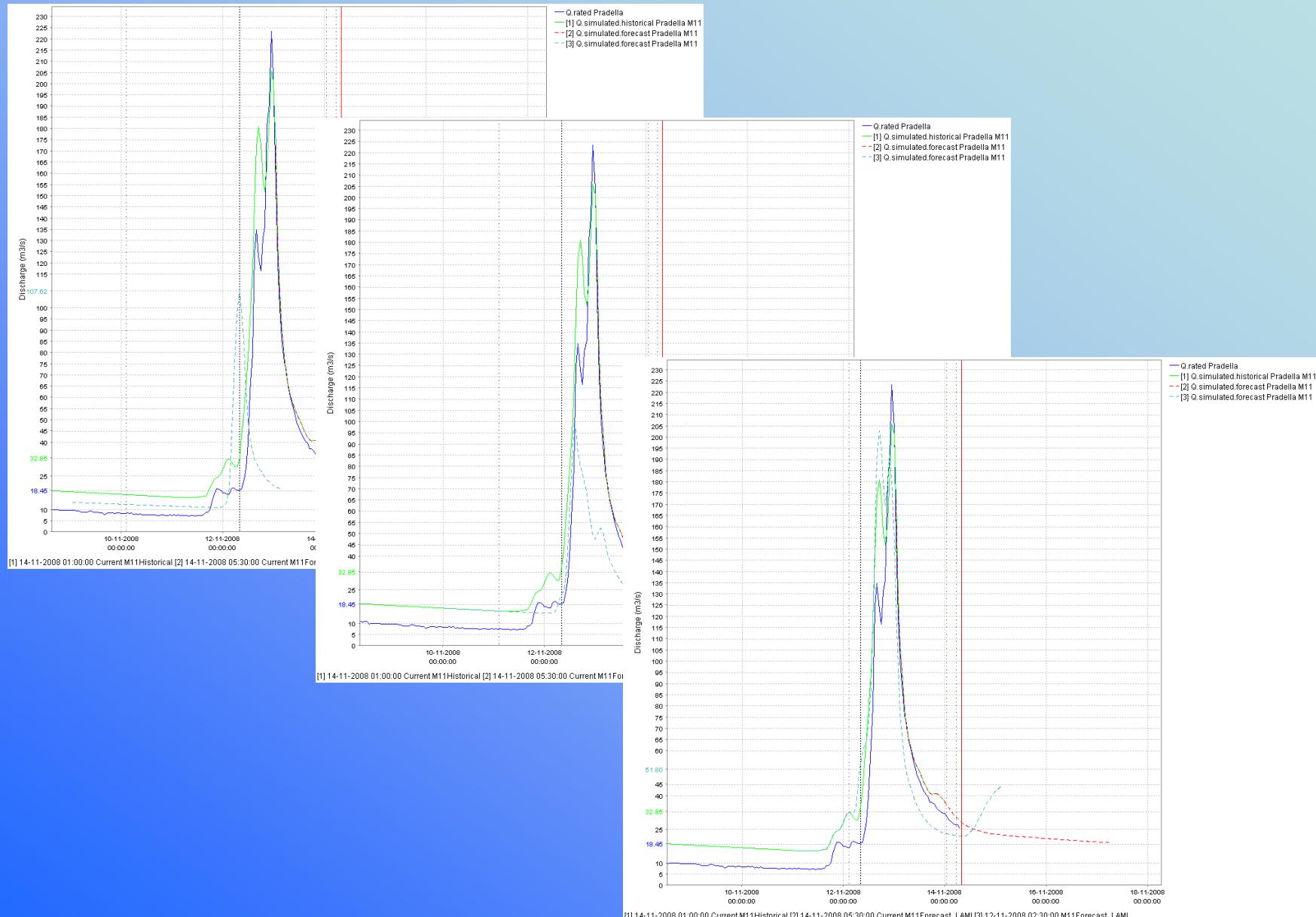


Animazione previsione temperatura LAMI





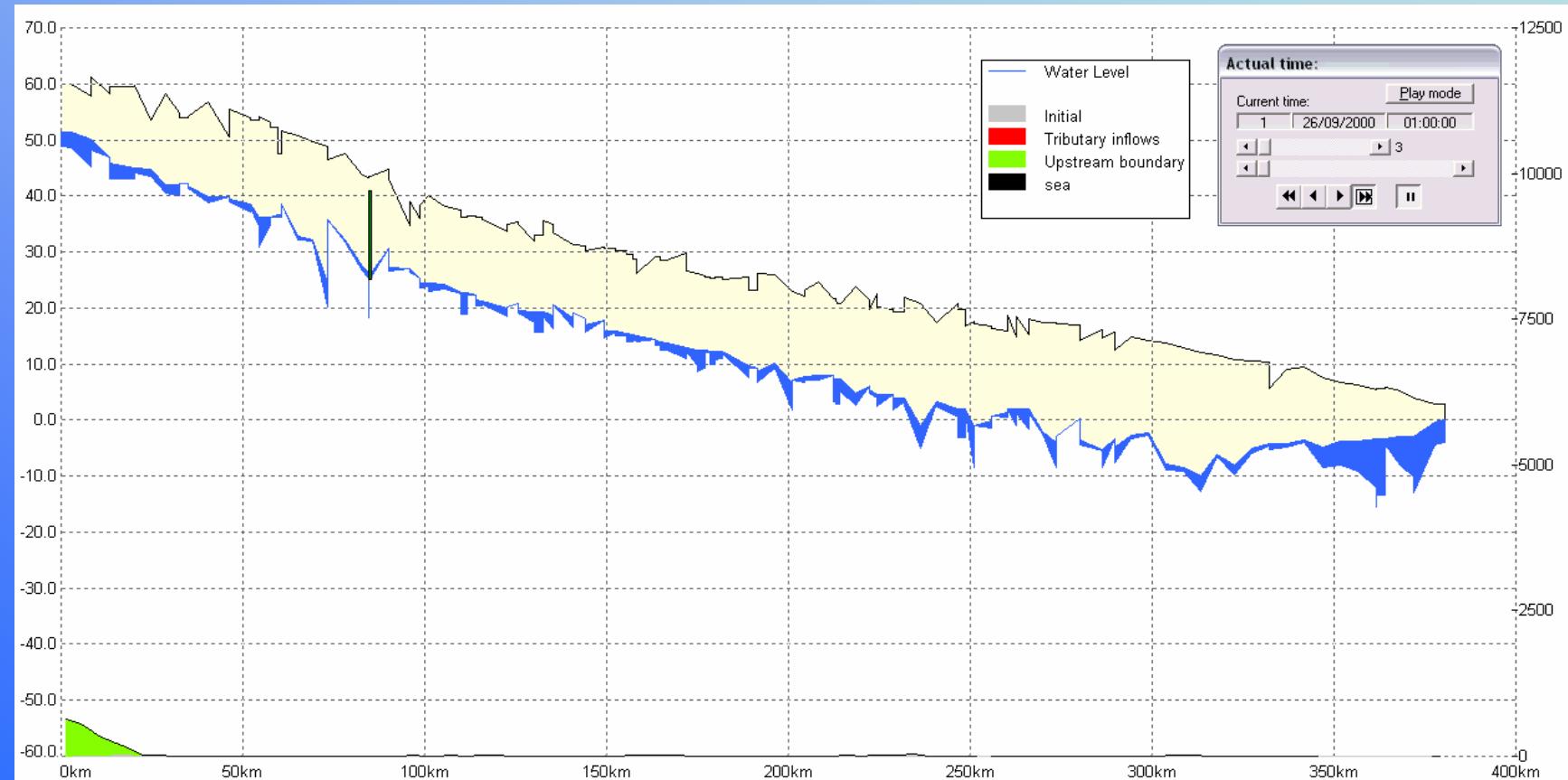


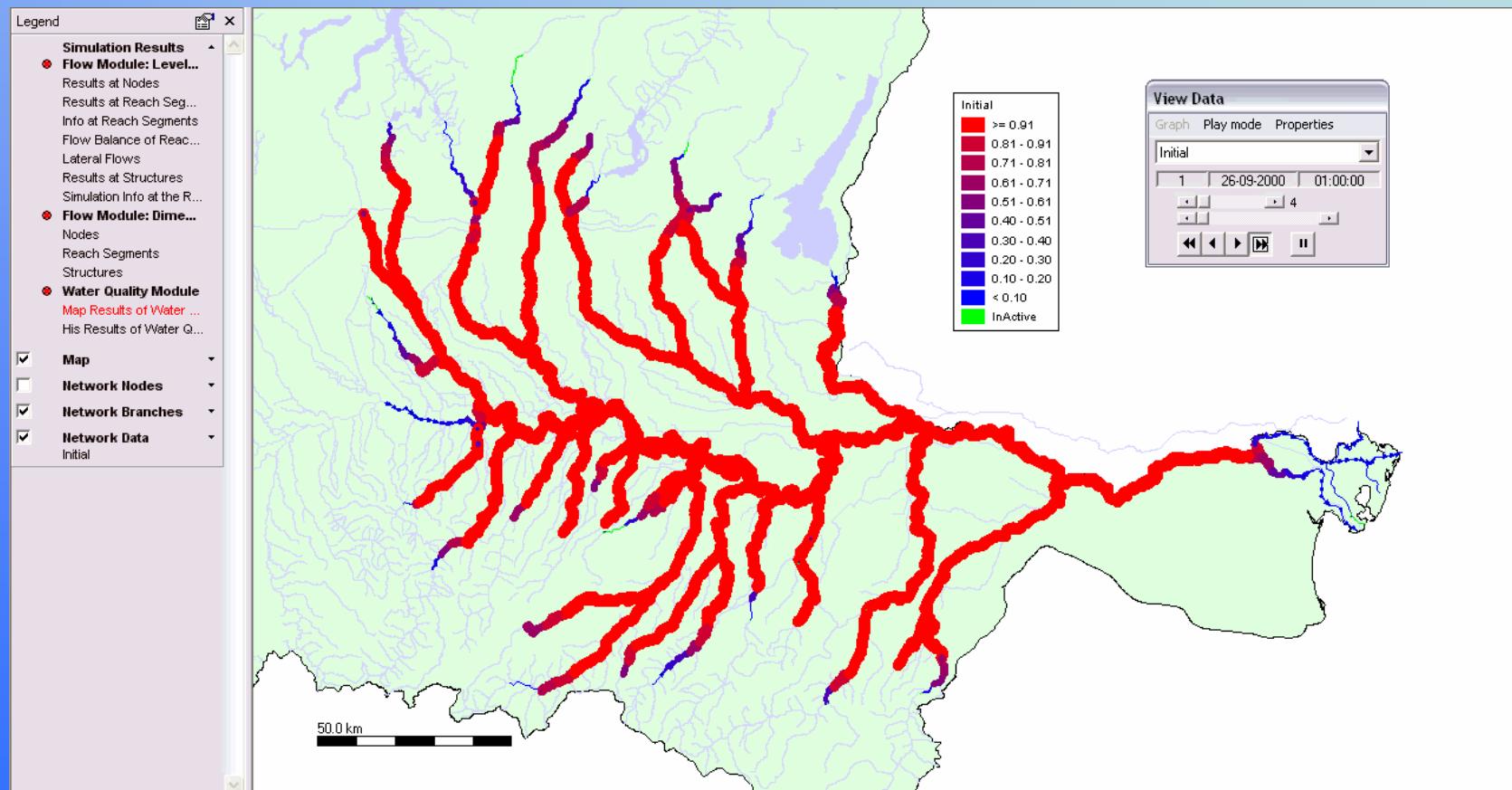


**La modellistica di ‘water quality’ DELWAQ
era già stata utilizzata presso l’Area
Idrologia.**

**Lo studio era relativo al trasporto delle
comunità planctoniche in diversi regimi
idrologici**

**In collaborazione con l’Università di Parma
– Dip. Scienze Ambientali –**





Bollettino n. 1

SITUAZIONE IDROMETRICA DEL FIUME PO ALLE ORE 16:00 DEL GIORNO 23/02/2010

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 [m ³ /s]												
	23/02/2010		24/02/2010			25/02/2010			26/02/2010				
Data	15:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00
Ora	15:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00
Ponte Spessa	780	770	780	790	790	790	780	760	740	730	720	720	730
Piacenza	1050	1050	1060	1060	1050	1050	1040	1030	1000	980	960	950	940
Cremona	1270	1270	1280	1280	1280	1270	1260	1250	1230	1200	1170	1150	1140
Boretto	1670	1640	1620	1600	1580	1560	1540	1520	1510	1490	1470	1450	1420
Borgoforte	1910	1870	1820	1800	1770	1750	1730	1700	1680	1660	1640	1610	1580
Pontelagoscuro	2560	2580	2520	2470	2420	2390	2360	2330	2300	2280	2250	2230	2210

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

L’inquinante è previsto che possa giungere in Po attorno alle prime ore di domani mattina 24/2. Successivamente si propagherà 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]
Ponte Spessa	-	-
Piacenza	24/02/2010 09:00	0:00
Cremona	25/02/2010 08:00	Da Piacenza a Cremona ore: 23:00
Boretto	26/02/2010 04:00	Da Cremona a Boretto ore: 20:00
Borgoforte	26/02/2010 14:00	Da Boretto a Borgoforte or: 10:00
Pontelagoscuro	27/02/2010 15:00	Da Borgoforte a Pontelagoscuro ore: 25:00

Tabella 2. Tempi di transito della concentrazione massima alle principali sezioni idrometriche del fiume Po.

Schema del PROGETTO PEDRO

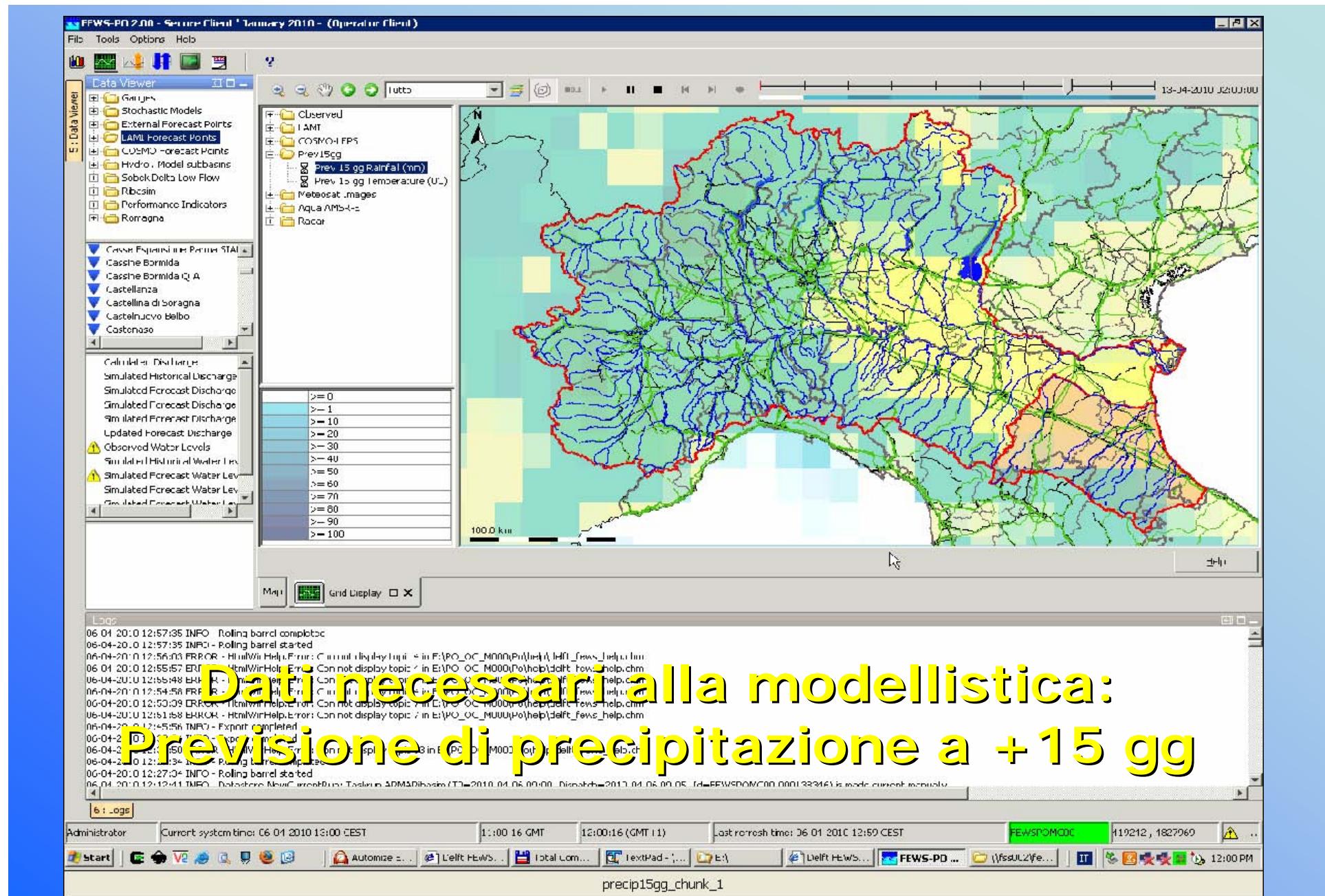
PRECIPITAZIONI
TEMPERATURE
LIVELLI/PORTATE } Osservati/Telemisura
MODELLI
METEOROLOGICI } Local Model/Previsione + 15 gg
Previsioni Stagionali

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

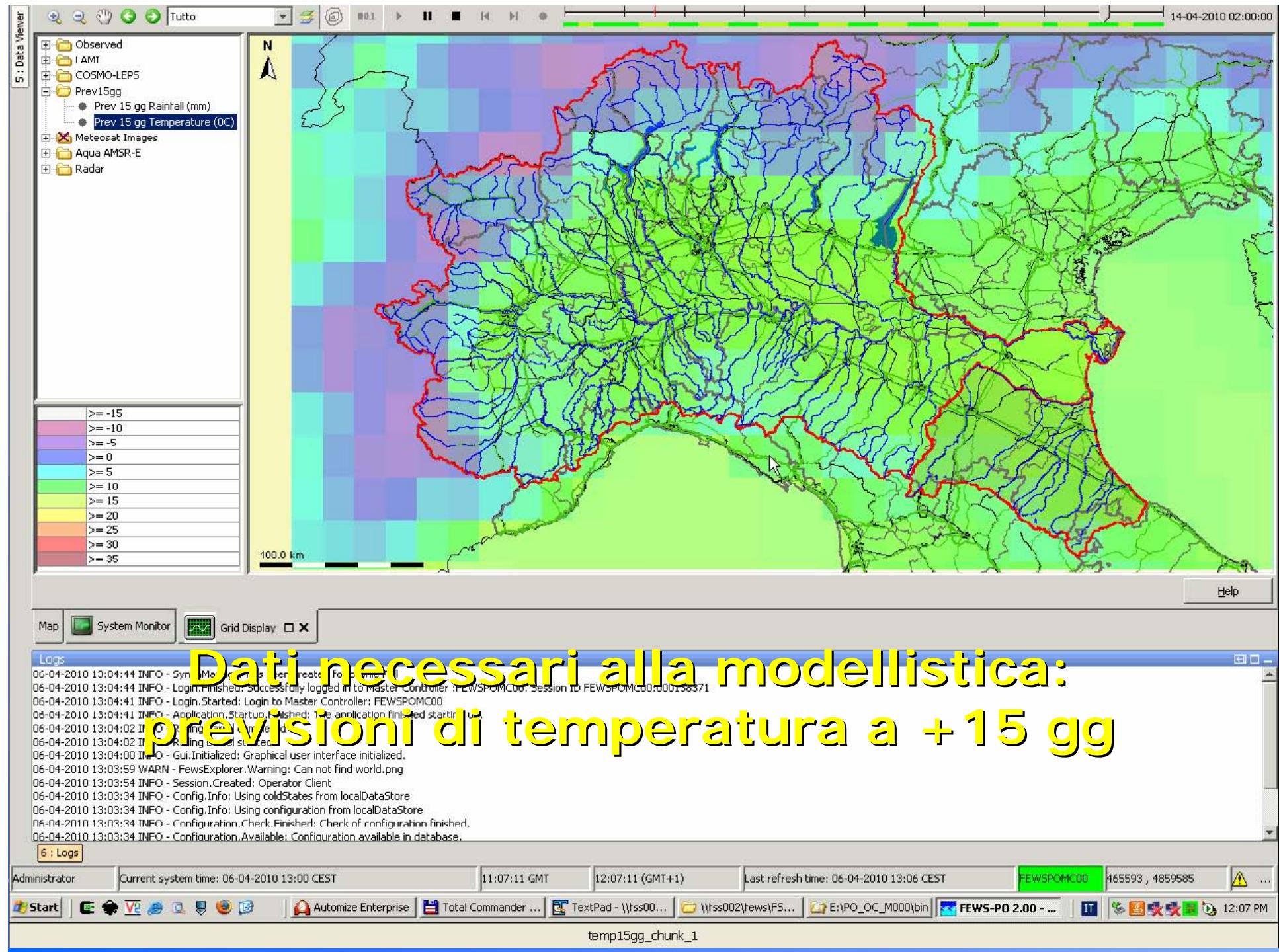
Catena Idrologico/idraulica

TOPKAPI

RIBASIM



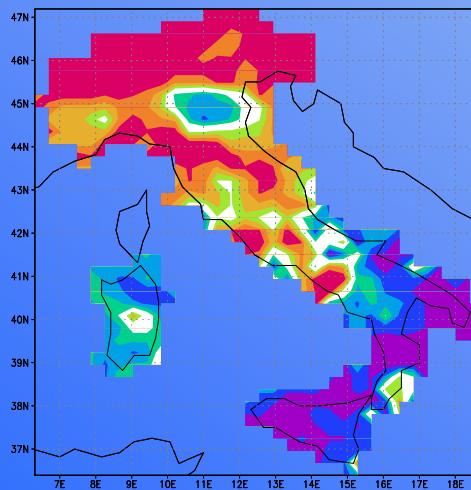
Dati necessari alla modellistica: Previsione di precipitazione a +15 gg



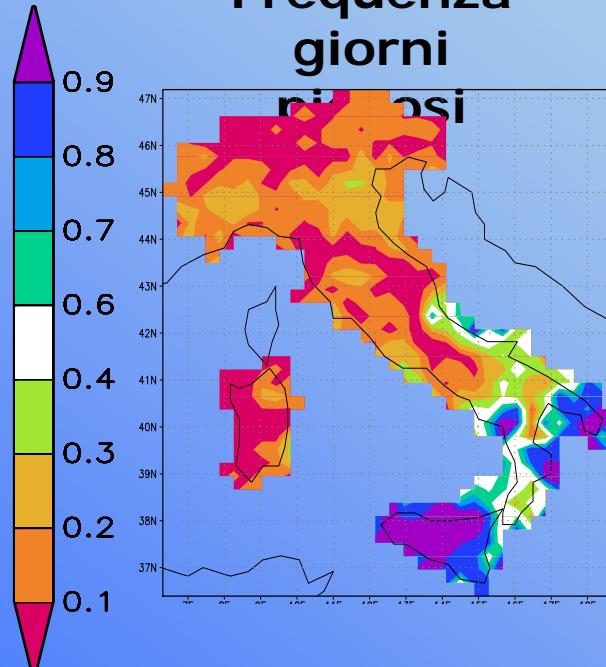
Previsioni stagionali Apr-Mag-Giu 2010

Probabilità anomalia positiva rispetto al 1971-2000 per:

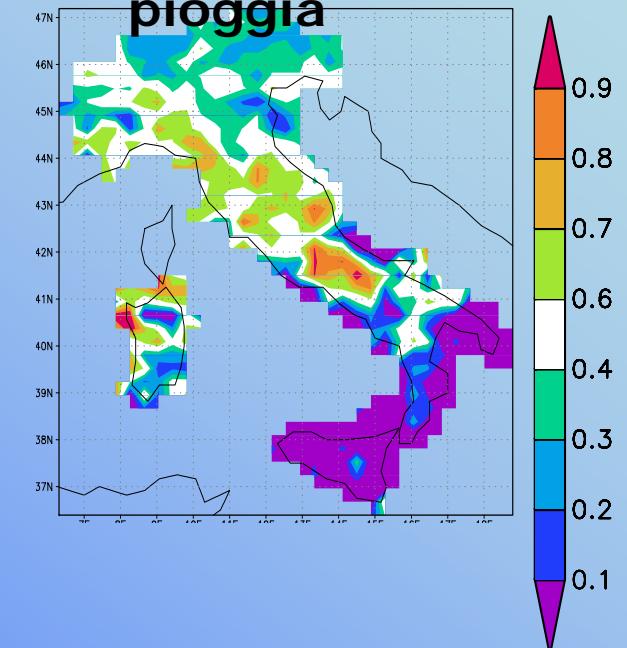
Precipitazione



Frequenza
giorni
pioggesi



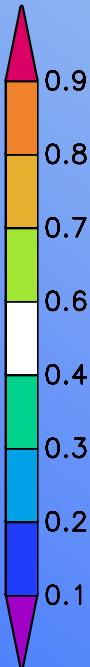
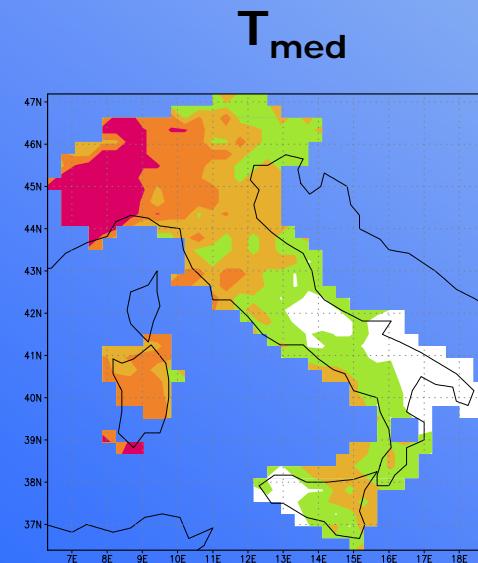
Max num giorni
consecutivi senza
pioggia



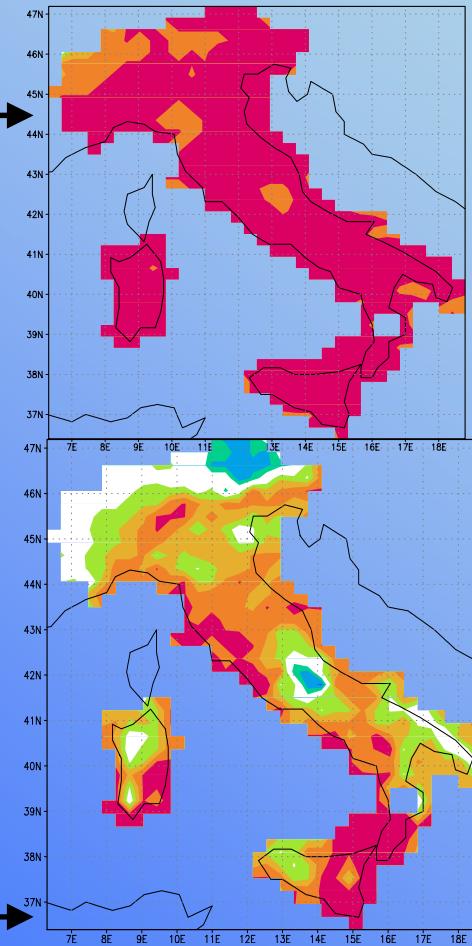
Previsioni stagionali Apr-Mag-Giu 2010

Probabilità anomalia positiva rispetto al 1971-2000 per:

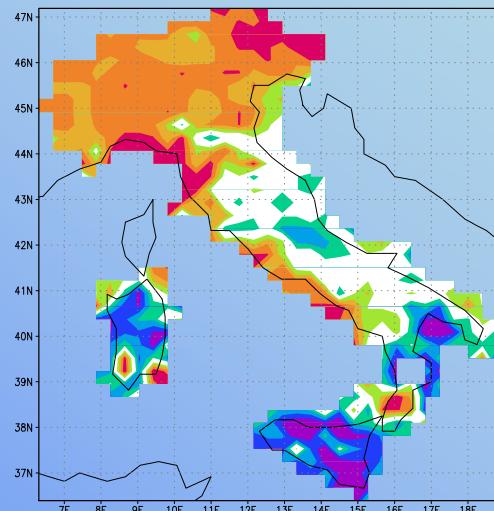
90° percentile T_{max}



10° percentile T_{min}

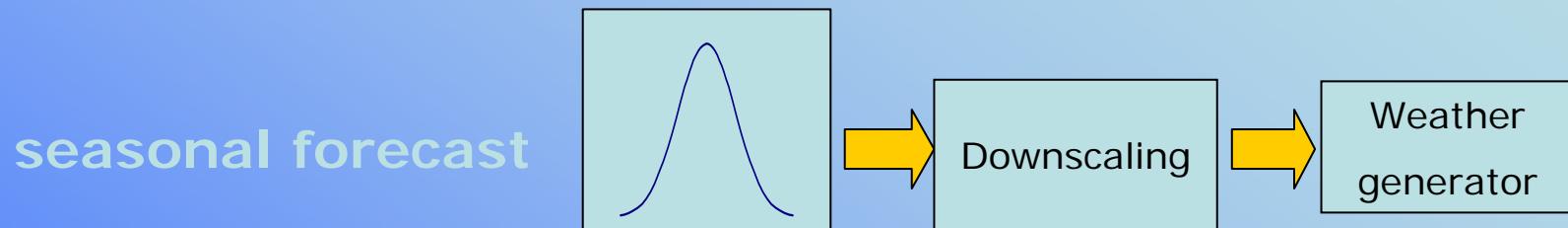


**Max durata
onde di calore**



Downscaling Previsioni Trimensili e Weather Generator

Il downscaling delle previsioni trimensili di precipitazione e temperatura verrà effettuato attraverso l'utilizzo di un **Weather Generator** (WG).



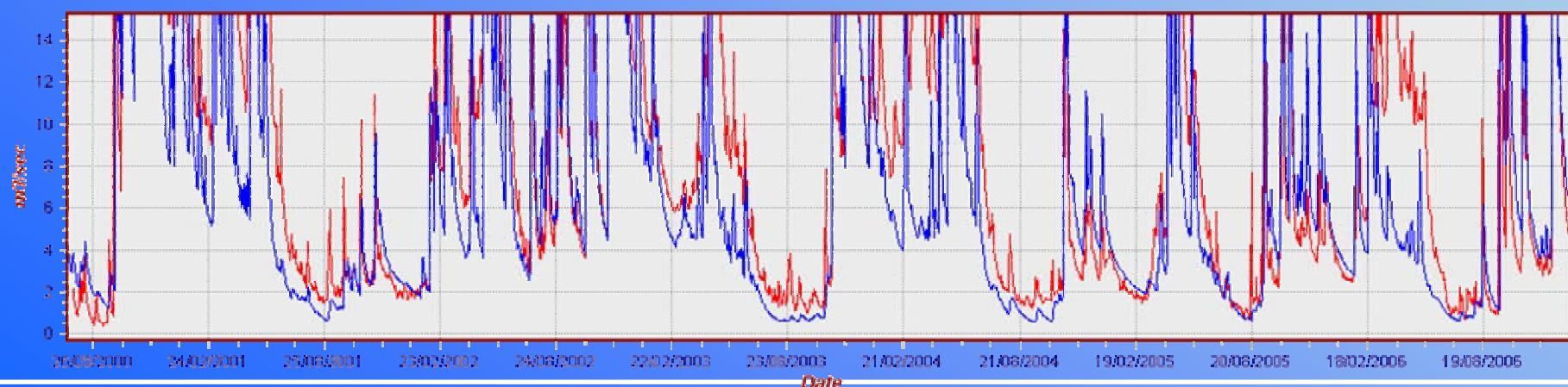
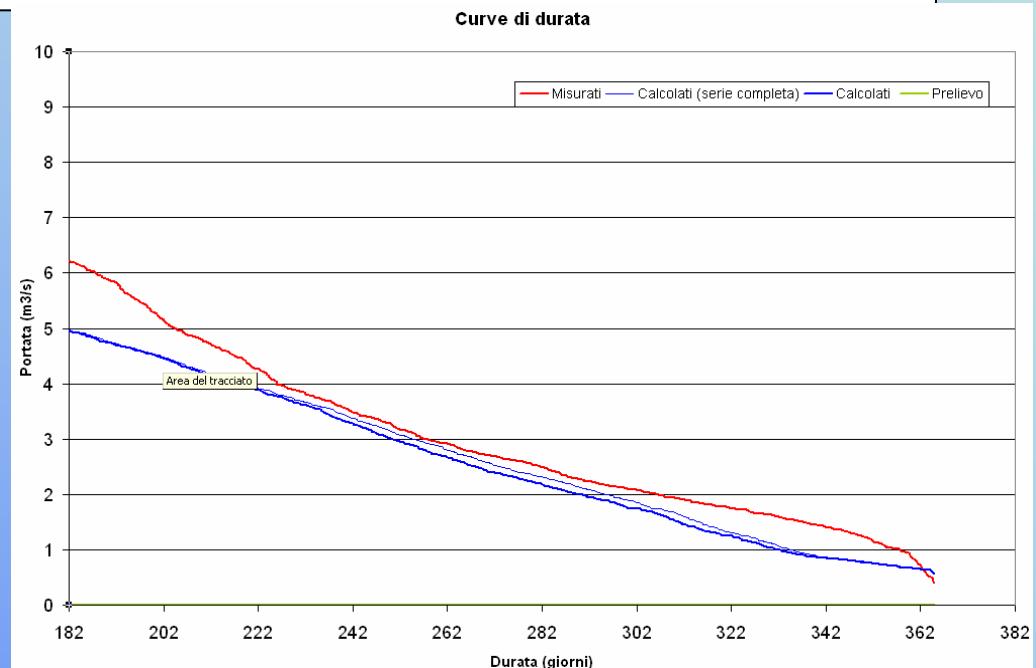
WEATHER GENERATOR

- Strumento statistico per generare sequenze realistiche di grandezze atmosferiche (precipitazione, temperatura minima e massima, umidità, radiazione, etc).
- L'uso di un WG permette di generare un elevato numero di serie temporali che rispecchiano le proprietà statistiche della serie d'origine. Ciò consente di trattare le incertezze legate alla natura caotica/stocastica del meteo giornaliero.
- In un generatore multisito la precipitazione è ancora descritta da una catena di Markov di giorni piovosi e non, ma la distribuzione della precipitazione nei vari siti tiene conto della correlazione tra i medesimi.
- Uno degli utilizzi degli output del WG è la costruzione di serie meteorologiche in siti privi di osservazioni, mediante l'interpolazione dei parametri del WG con tecniche di tipo kriging o altre tecniche di interpolazione

Risultati calibrazione TOPKAPI: Fiume Tanaro a Pian Torre

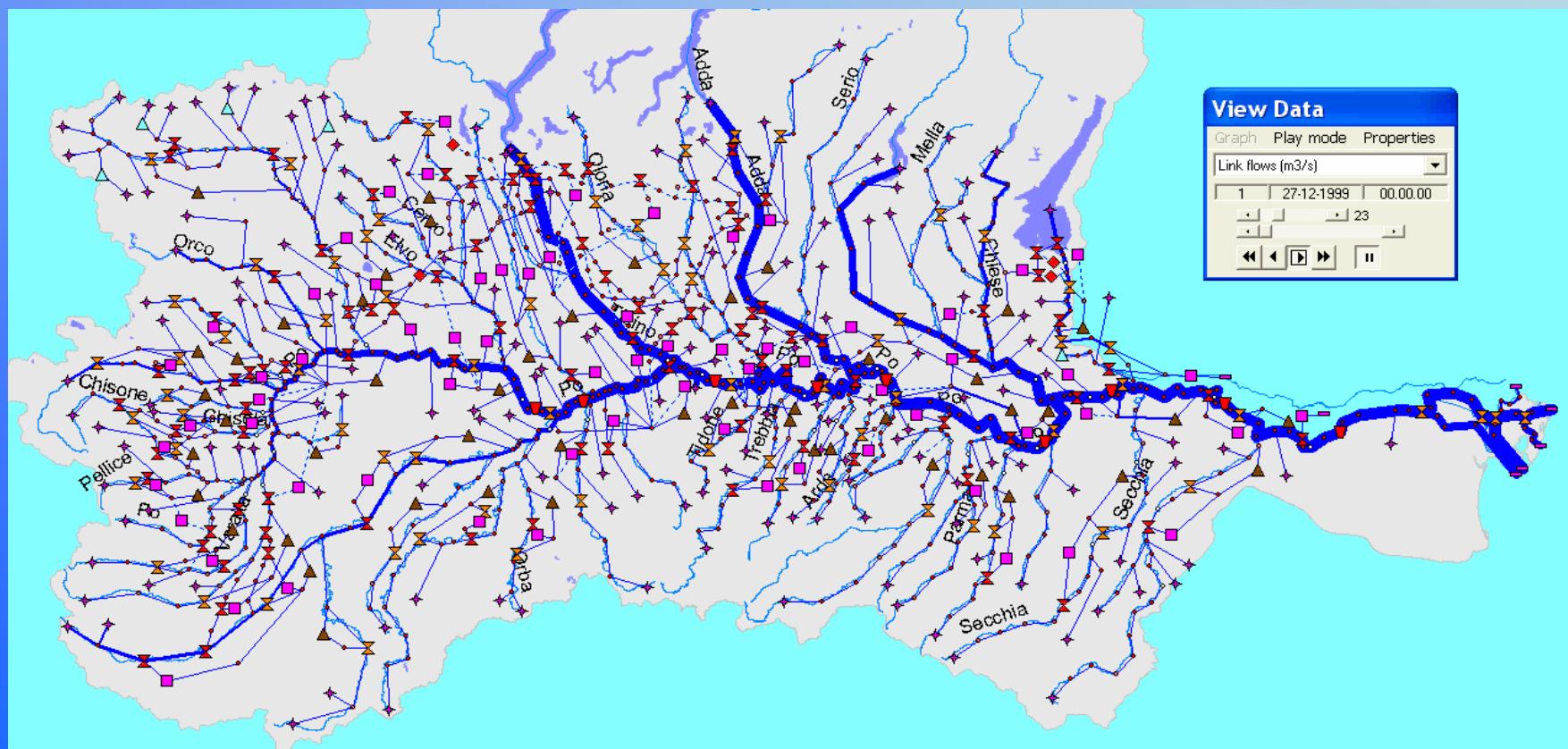
Pian Torre - Fiume Tanaro

Superficie (km ²)	500
Altitudine media (m)	1039
Prelievo annuale (m ³ /s)	0
Prelievo estivo (m ³ /s)	0
Prelievo invernale (m ³ /s)	0



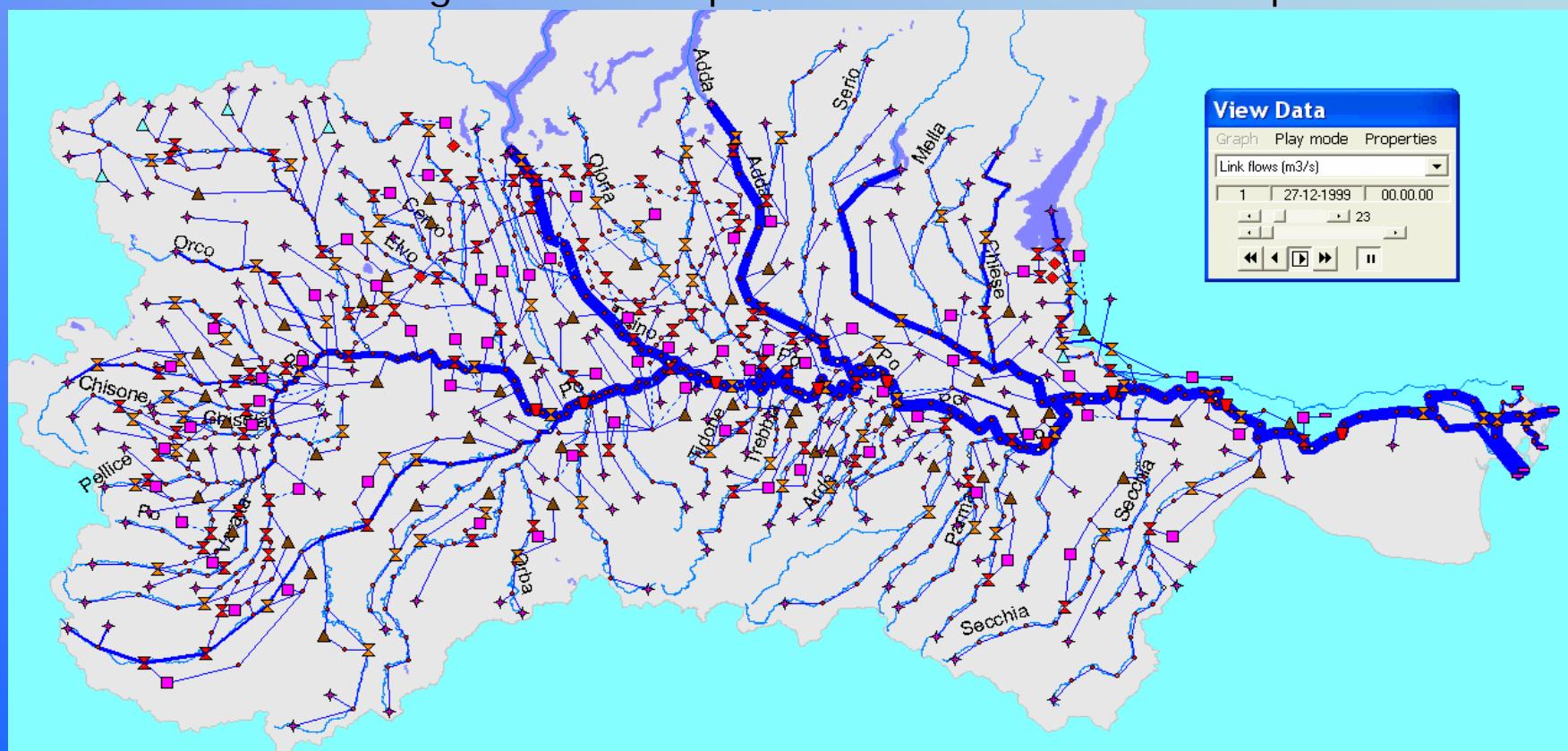
Modello idraulico: RIBASIM (River Basin SIMulation)

Il modello di simulazione **RIBASIM** (*River BASin SIMulation*) è stato sviluppato da DELTARES (Olanda), sulla base del modello MITSIM del Massachusset Institute of Technology, Massachusset (USA)



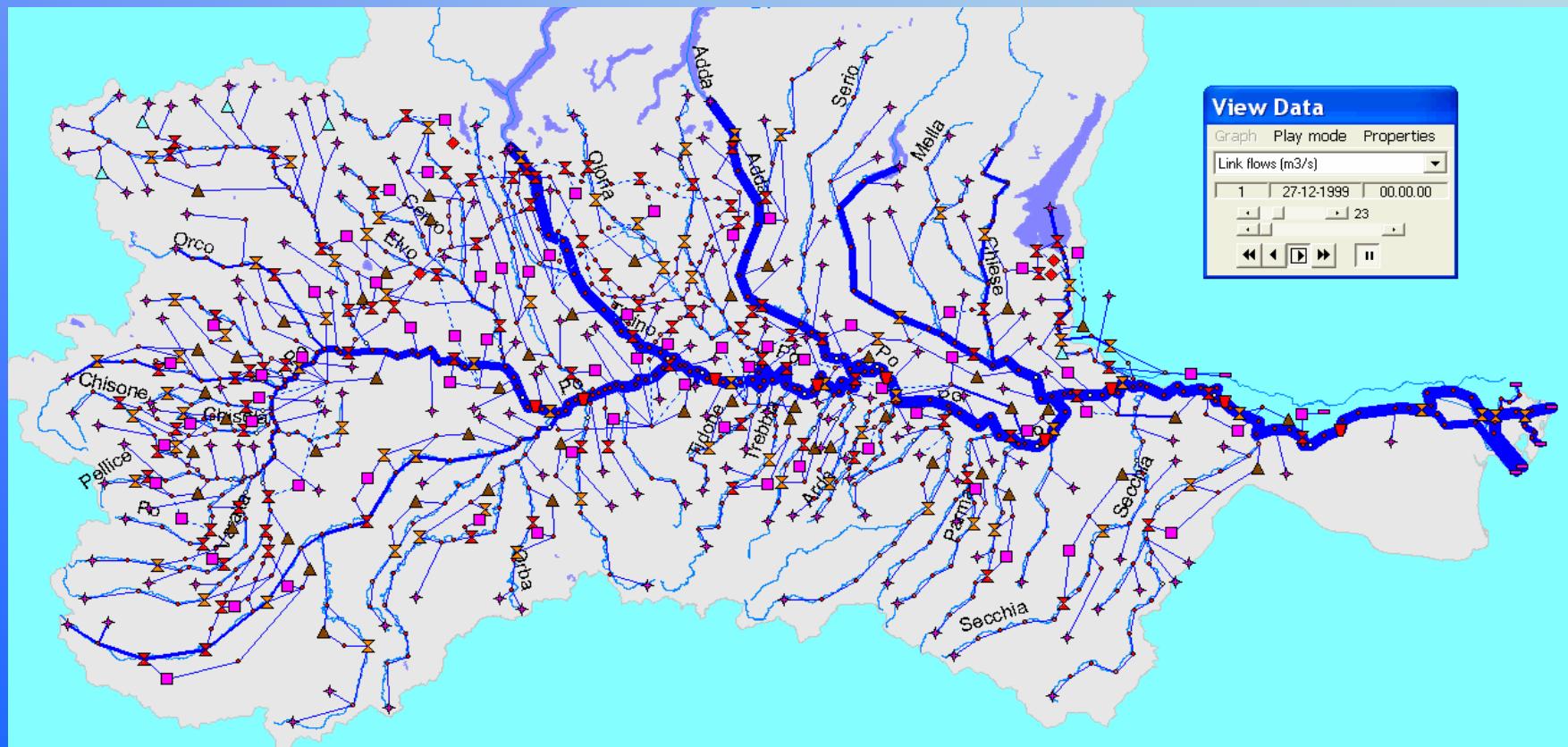
Modello idraulico: RIBASIM (River Basin SIMulation)

Tale modello, regolato da principi di bilancio idrico, permette una gestione integrata ed un'ottimizzazione delle risorse idriche di bacino computando la ripartizione della portata, simulata dal modello idrologico Topkapi, nelle reti di distribuzione costituite da corsi d'acqua, canali aperti, serbatoi naturali o artificiali di regolazione o di produzione idroelettrica e acquedotti.

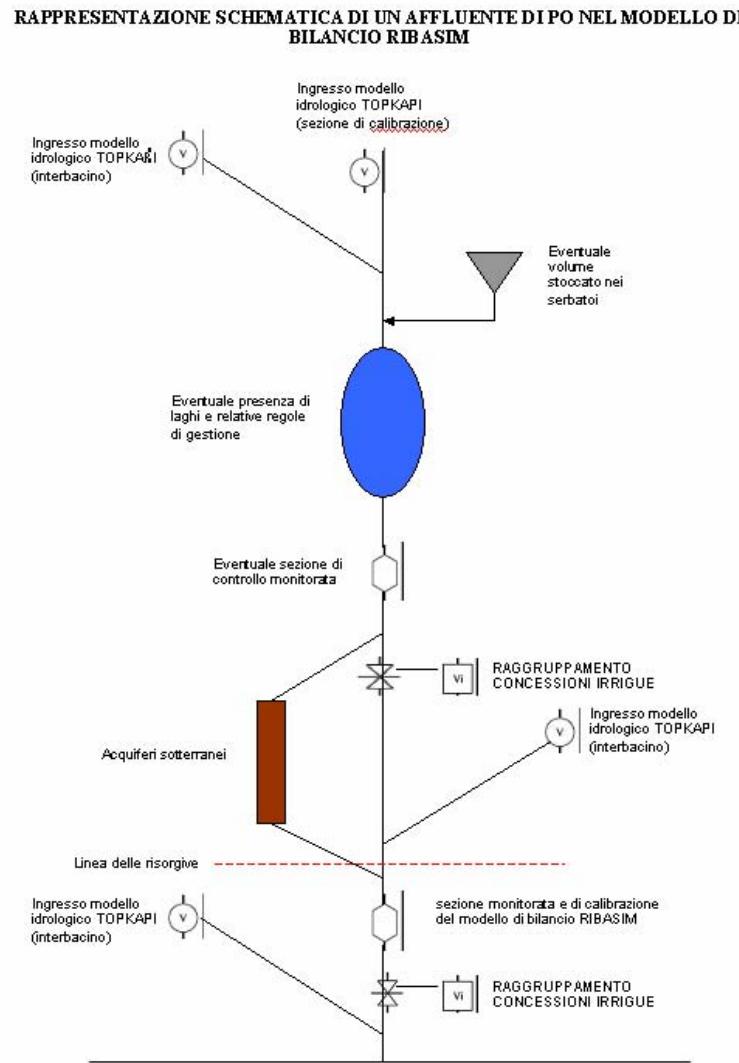


Modello idraulico: RIBASIM (River Basin SIMulation)

La simulazione della ripartizione delle portate è quindi una valutazione di come la disponibilità di quantità d'acqua e l'efficacia del sistema di distribuzione siano o possano essere in grado di soddisfare la richiesta dei singoli utenti.



Schematizzazione Ribasim

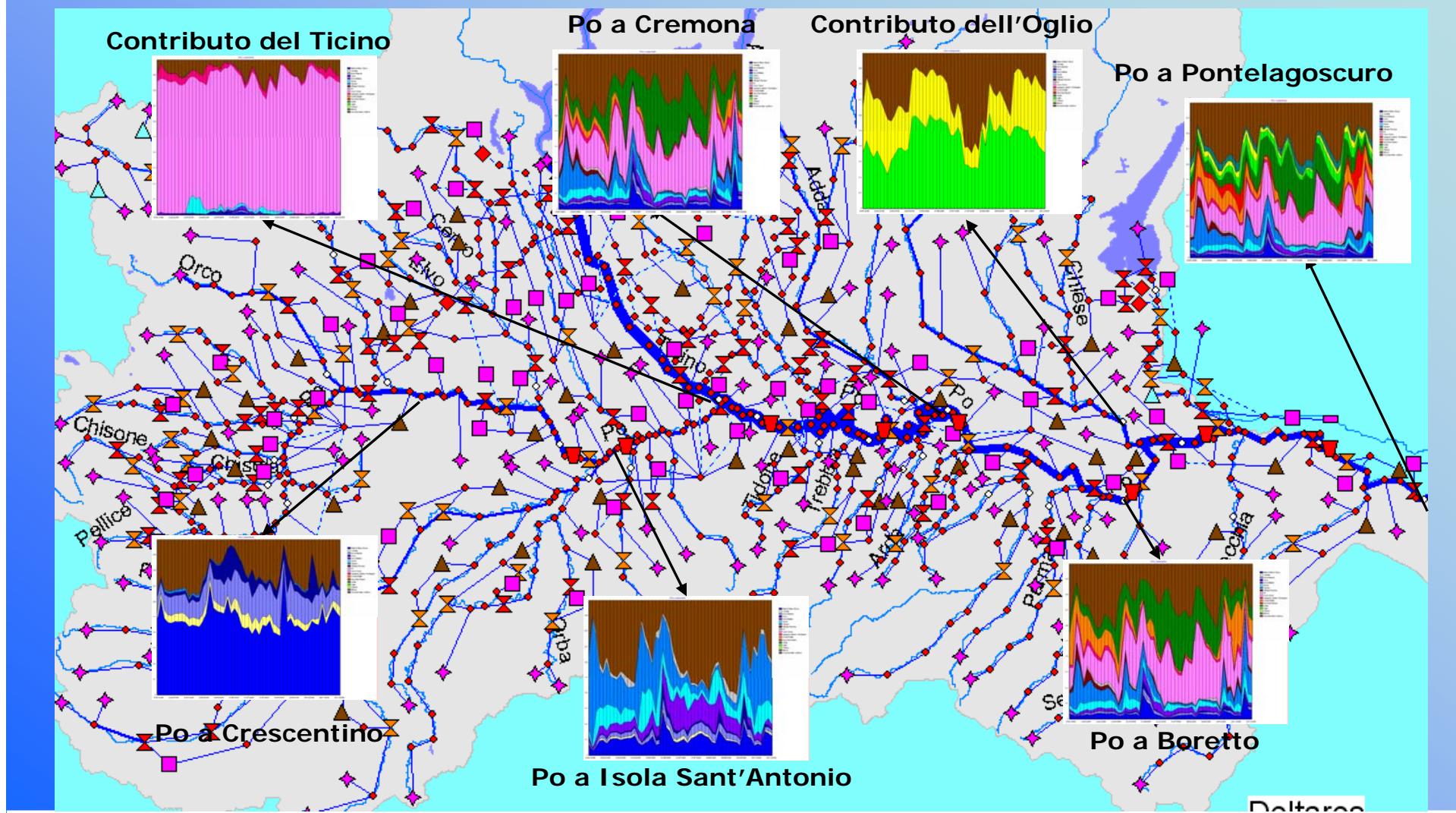


La definizione topologica del sistema idrografico, essendo la modellazione di tipo concentrato e fisicamente basata, necessita di una serie di link e nodi che permettano la schematizzazione della rete idrografica del territorio di indagine.

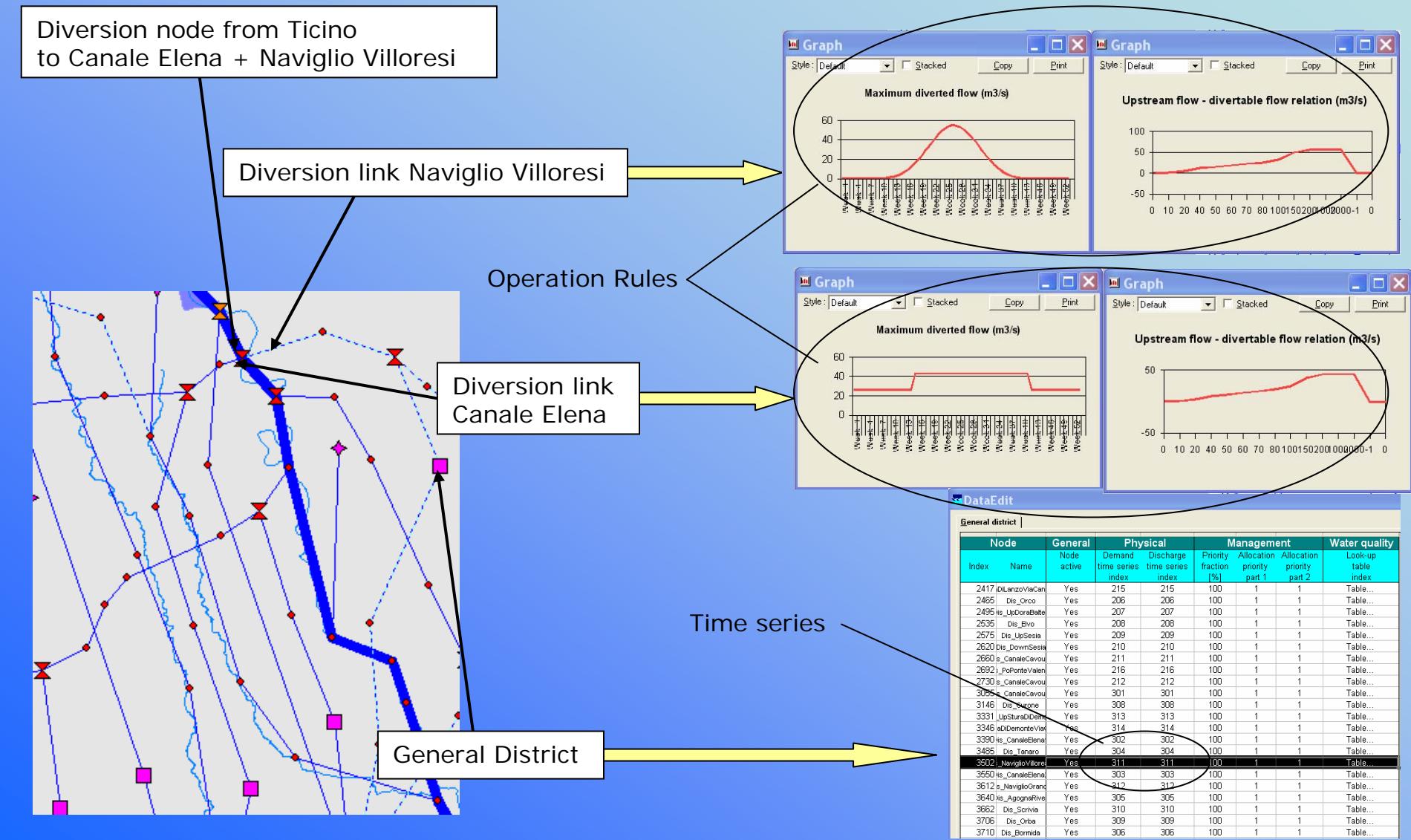
Il *network* è stato realizzato a partire da nodi alimentati dal modello idrologico (*Variable Inflow*) posti a monte di tutte le altre componenti che giocano un ruolo nel bilancio idrico.

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.

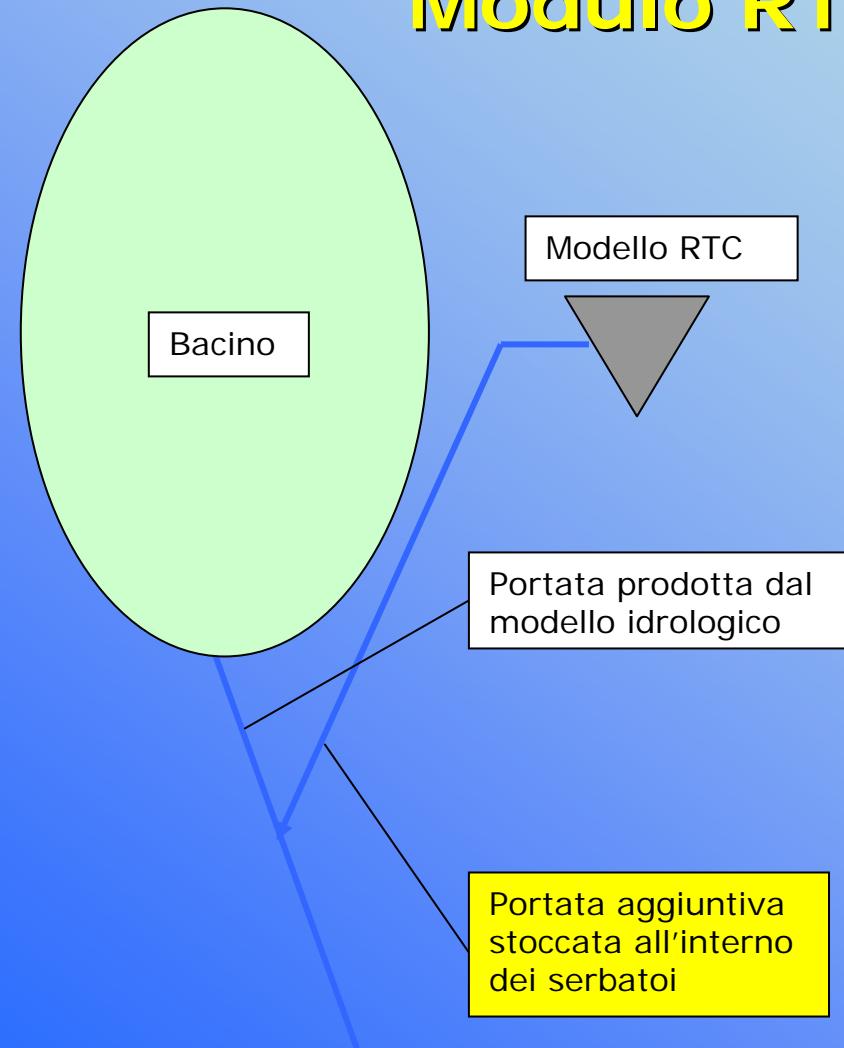
È possibile determinare l'origine della portata in transito ad una determinata sezione, in termini percentuali, allo scopo di porre le basi per una analisi qualitativa senza la necessità di conoscere i dati riguardanti le portate idriche e i carichi inquinanti veicolati.



Sistemi di derivazione



Modulo RTC (Deltares)



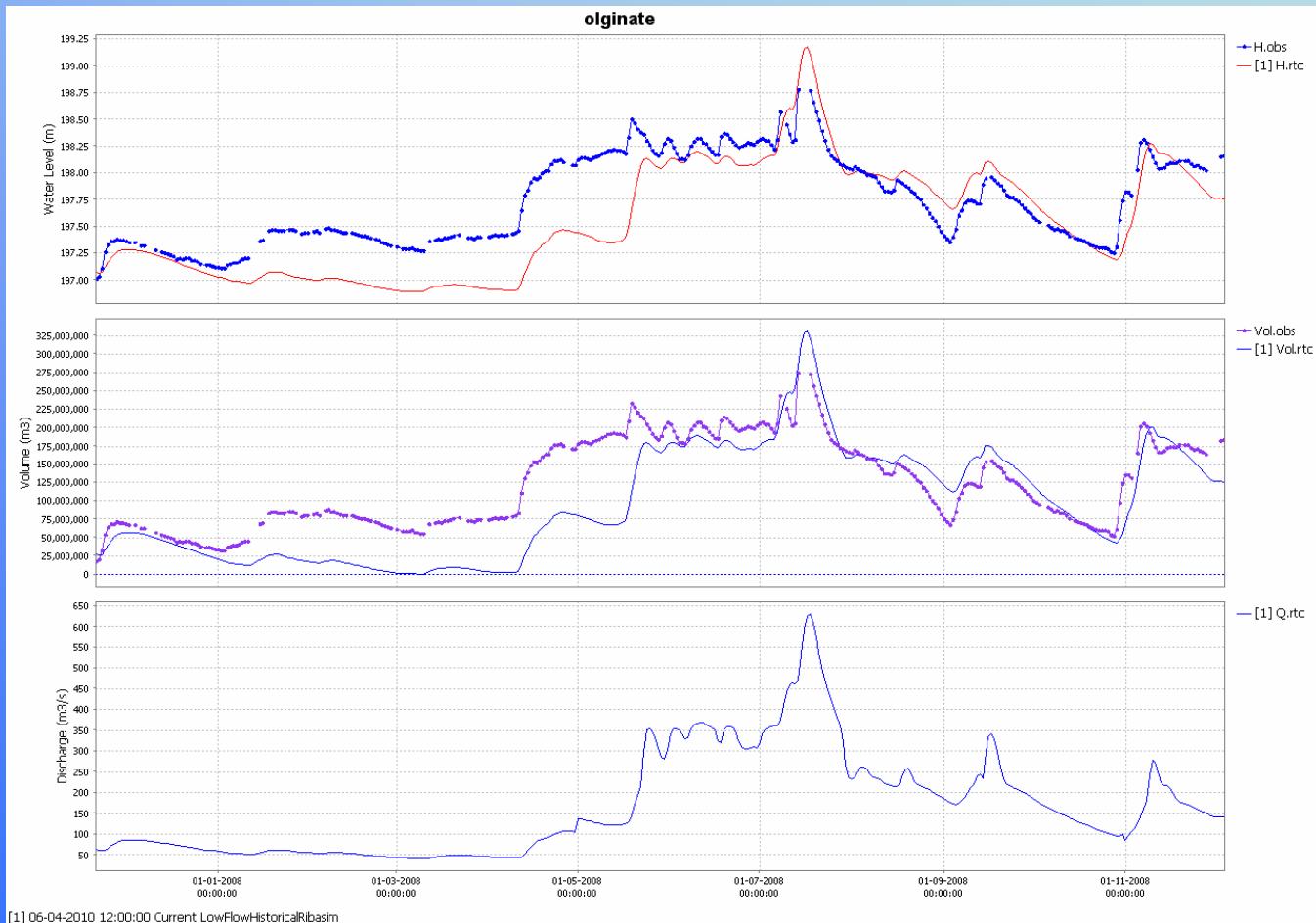
Soluzione equazione di bilancio :

$$I(t) - Q(t) = dS(t)/dt$$

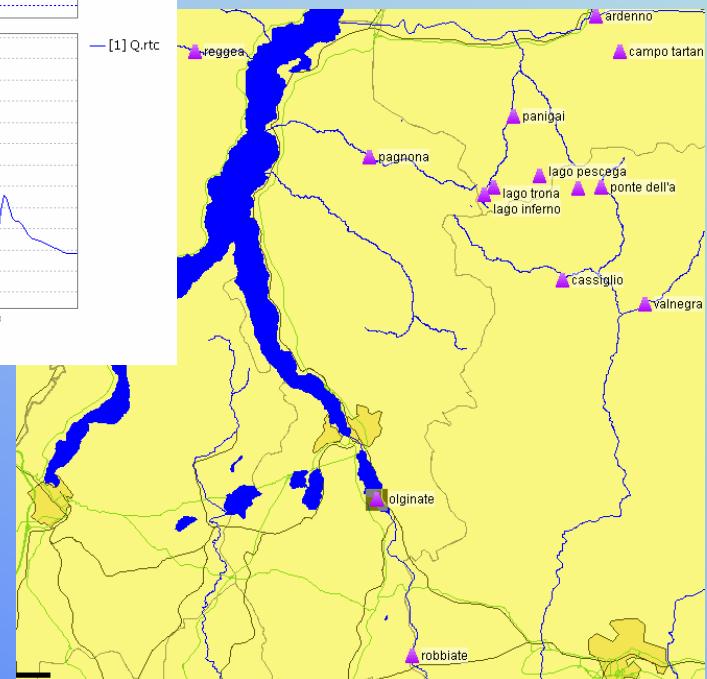
Con :
I = portata in ingresso al serbatoio
Q = portata in uscita dal serbatoio
S = volume stoccatto nel serbatoio

Diverse modalità per la determinazione dalla portata in uscita:

- 1 _ regola livello/portata in uscita stagionale
- 2 _ possibilità di imporre una percentuale aggiuntiva sulla portata in uscita calcolata con la regola 1
- 3 _ portata in uscita imposta dall'esterno



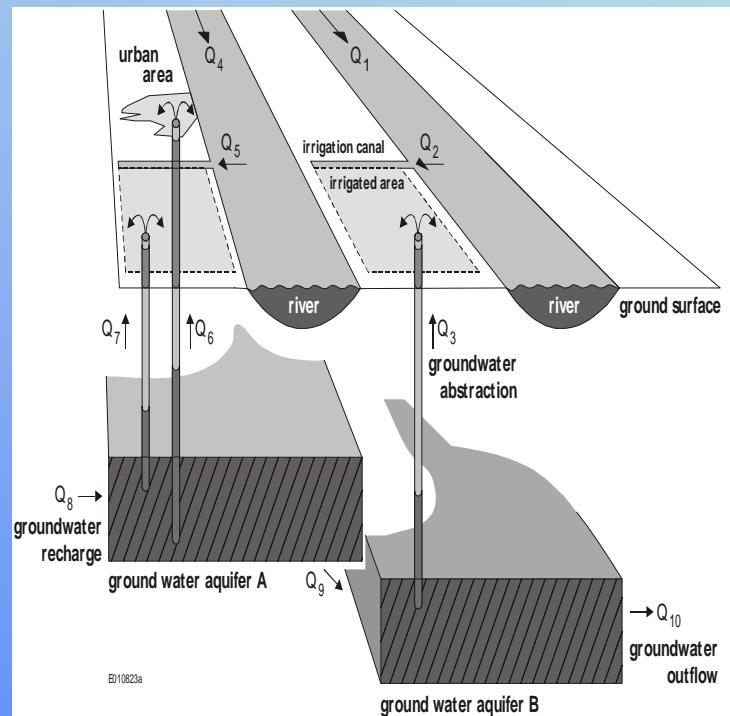
Simulazione di portata/livello/volume con il
modulo RTC sviluppato da Deltares
Lago di Como, diga di Olgiate



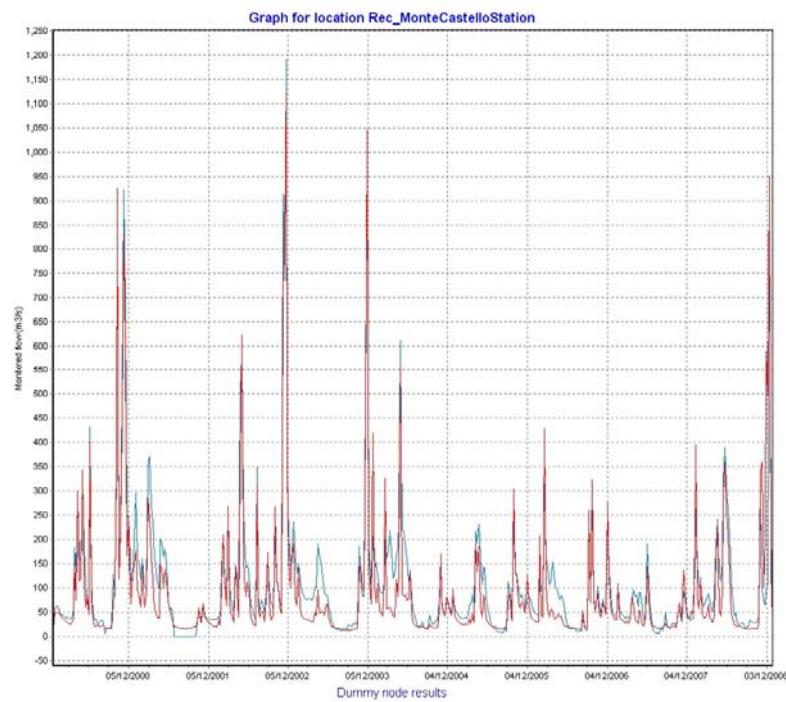
Modellazione Acque Sotterranee

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.

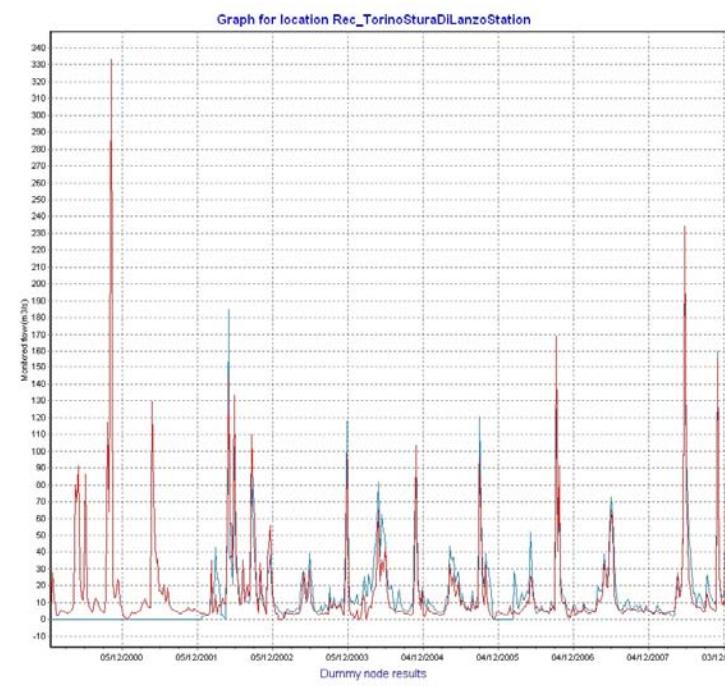
- le opzioni di gestione delle acque sotterranee sono disponibili per simulare varie operazioni;
- può essere modellato l'uso congiunto di acque superficiali (corsi d'acqua e serbatoi) e sotterranee;
- è considerata la capacità di emungimento dalla falda acquifera.



Calibrazione del modello RIBASIM

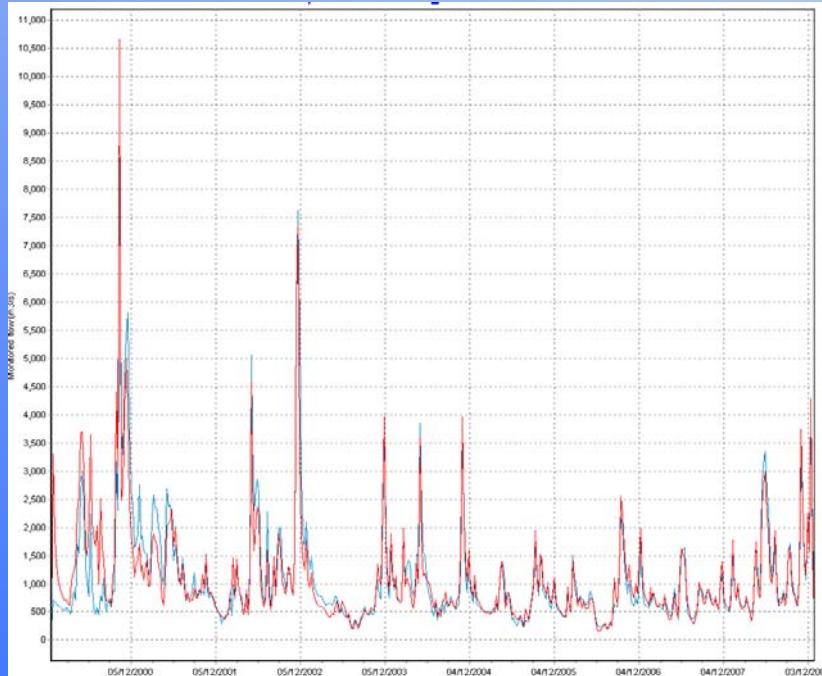


Tanaro a
Montecastello

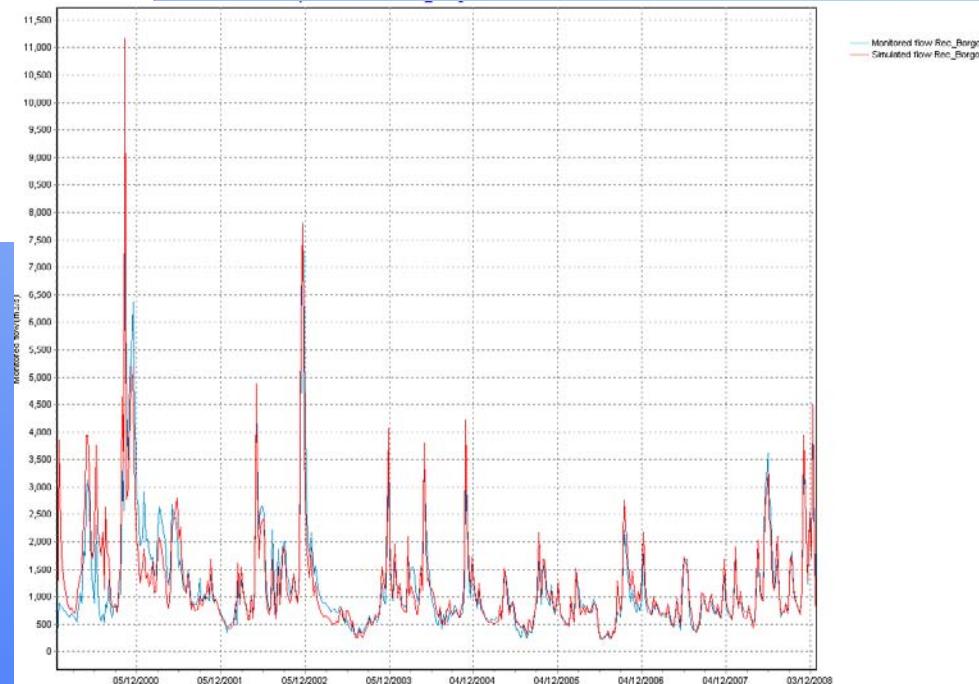


Stura di Lanzo a Torino

Calibrazione del modello RIBASIM

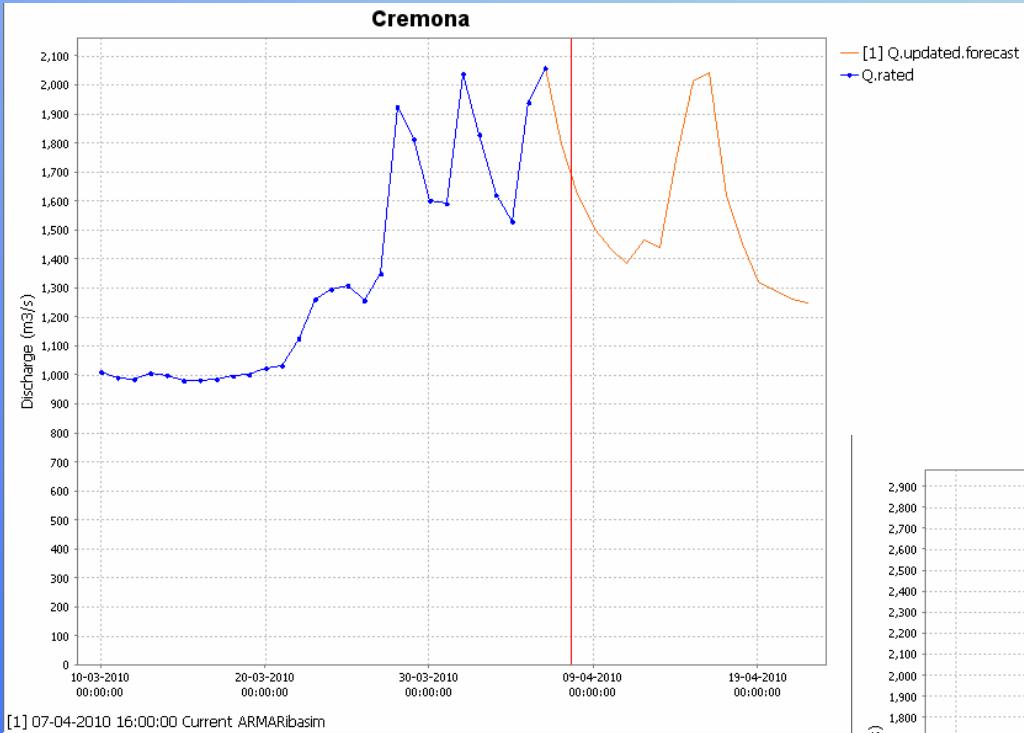


Po a Boretto

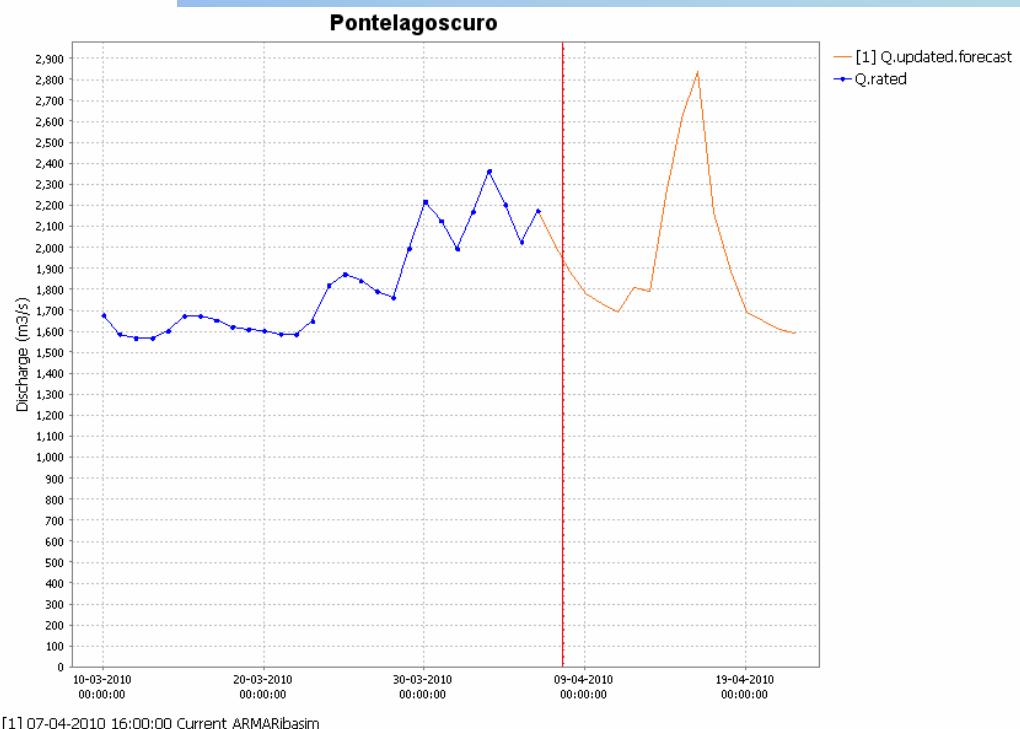


Po a Borgoforte

Previsione di portata giornaliera 07/04/2010



Cremona



Pontelagoscuro

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

