

Previsione meteo idrologica per la gestione irrigua Pre.G.I.



Politecnico di Milano
Alessandro Ceppi



MOPI-Centro Epson Meteo
Raffaele Salerno

meteonetwork
Always looking at the sky

M. Mancini, G. Ravazzani, C. Corbari, D. Masseroni, G. Ercolani, L. Boscarello, G. Milleo

S. Meucci, F. Pala

G. Meazza, M. Chiesa





Il progetto Pre.G.I

Scenario di riferimento: PreGI risponde alla necessità di gestione dell'acqua irrigua nelle situazioni di crisi idrica che si sono manifestate in modo sempre più evidente negli ultimi anni anche in regioni tradizionalmente ricche d'acqua come la Regione Lombardia...[...]...in funzione degli ultimi trend e scenari climatici previsti.

Progetto PRE.G.I (“**P**revisione meteo idrologica per la **G**estione Irrigua”)

Durata: 2 anni (maggio 2010 - luglio 2012)

Obiettivo: Realizzazione di un prodotto di previsione dei contenuti idrici dei suoli e dei fabbisogni irrigui utili alla regolazione parsimoniosa dell'acqua per l'irrigazione, unendo la previsione meteorologica di lungo periodo (30 giorni) alla simulazione del bilancio idrico del suolo

Partners:

- Centro Epson Meteo – Meteo Operations Italia s.r.l.
- MMI s.r.l.
- DIAR del Politecnico di Milano
- Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana
- Azienda Agricola Cascina Nuova
- Provincia di Lodi

Analisi del bisogno: una politica prudentiale nella distribuzione comporta la decisione di effettuare una riduzione percentuale sull'acqua erogata su un turno irriguo (15 giorni), dell'intero consorzio a fronte di poter utilizzare la percentuale di acqua non utilizzata come riserva nel periodo successivo, in cui si prevede carenza idrica rispetto alla domanda irrigua.

Decreto di approvazione

REPUBBLICA ITALIANA

Regione Lombardia BOLLETTINO UFFICIALE

MILANO - VENERDÌ, 15 GENNAIO 2010

5° SUPPLEMENTO STRAORDINARIO

Sommario

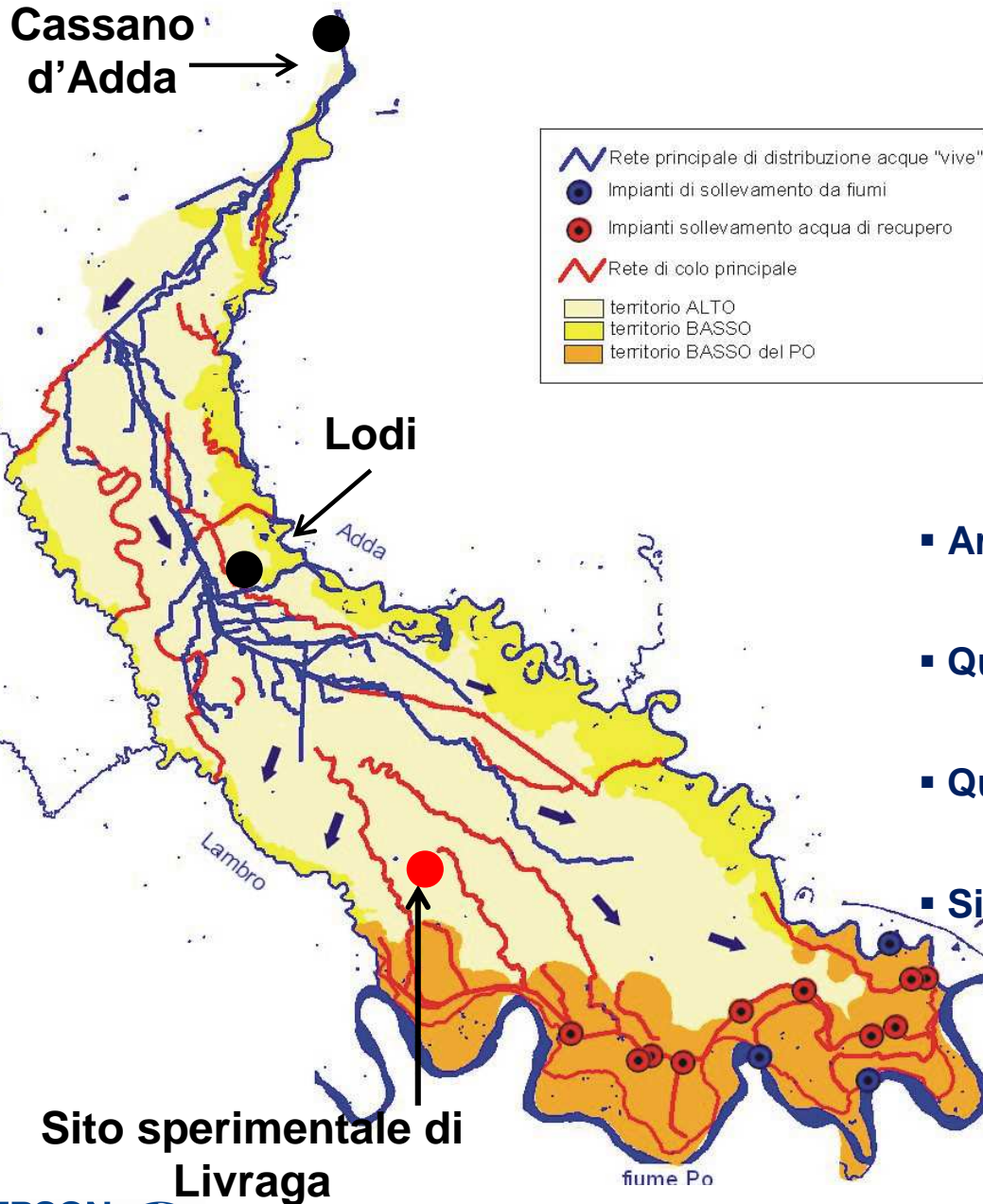
D) ATTI DIRIGENZIALI
GIUNTA REGIONALE

D.G. Industria, PMI e cooperazione

DECRETO DIRIGENTE UNITÀ ORGANIZZATIVA 29 DICEMBRE 2009 - N. 14539 (4.0)
Bando per la realizzazione di programmi di sviluppo della competitività (d.d.g. n. 6914 del 26 giugno 2008) - Approvazione dei progetti esecutivi, assegnazione dei contributi e approvazione delle linee guida per la rendicontazione delle spese 11

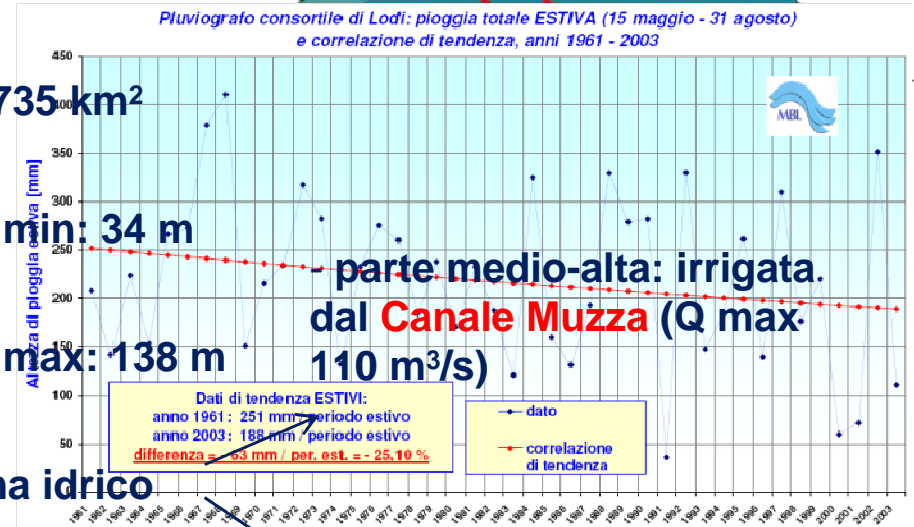


Area di studio: caratteristiche del bacino irriguo del Consorzio MBL



Le precipitazioni medie annue nel Consorzio MBL sono comprese tra gli 800 e i 1000 mm (Lodi: 874.9 mm), Ceriani e Carelli, 2000.

Altezze di pioggia a Lodi nel periodo 15 maggio - 31 agosto e correlazione di tendenza, dal 1961 al 2003, (fonte MBL)



Le piogge estive, complessivamente, sono in diminuzione del 25%, pari a una riduzione tendenziale di 63 mm da metà maggio alla fine di agosto



Area di studio: **il sito sperimentale di Livraga**

Stazione eddy covariance a Livraga (LO) di proprietà del Politecnico di Milano per la misura dei flussi evapotraspirativi su superfici vegetate



Operativa dalla stagione 2010

Campo coltivato a mais

Radiometro



**Gas analyser
& Sonic
anemometer**



Davis Weather Station



**Sensore ad
infrarosso**



Termoigrometro



Pluviometro



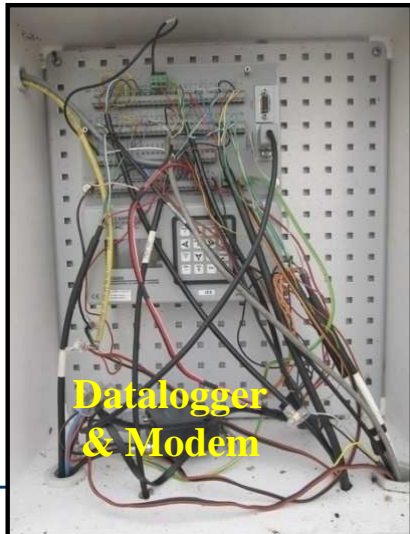
Batterie



**HFP (Heat Flux Plate)
+
termocoppie**



**Datalogger
& Modem**



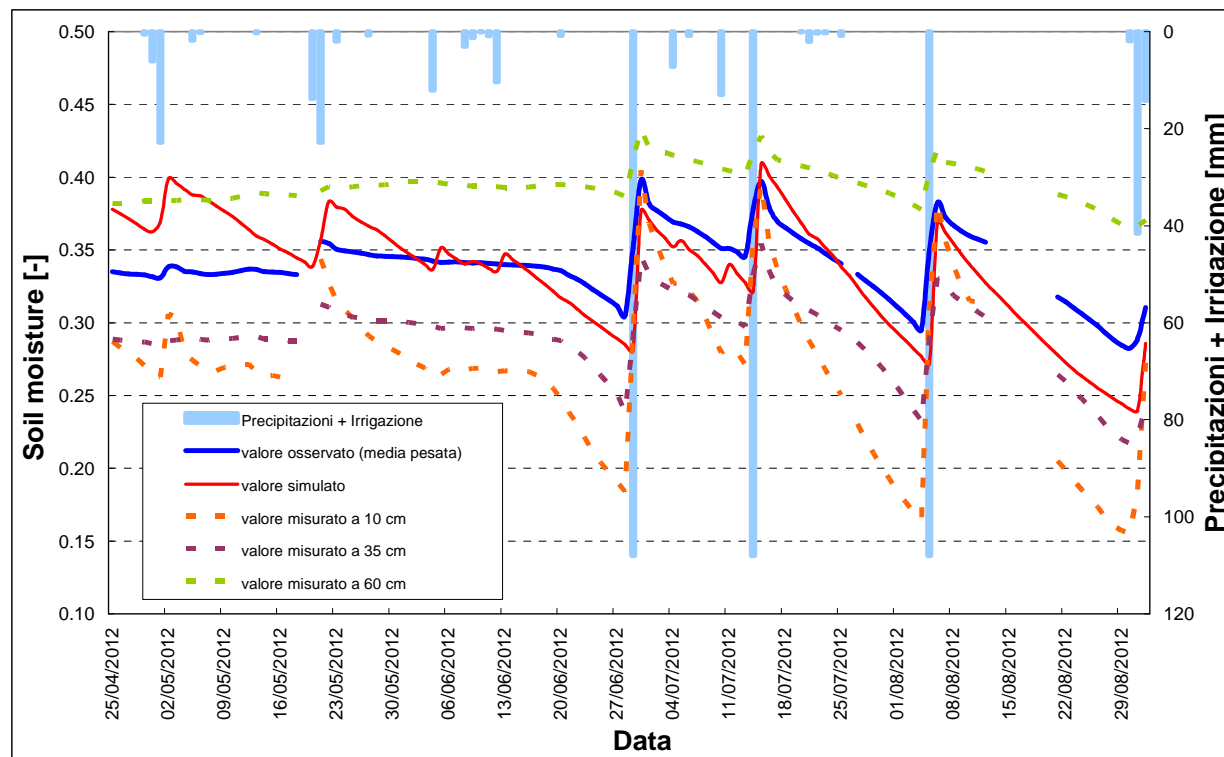
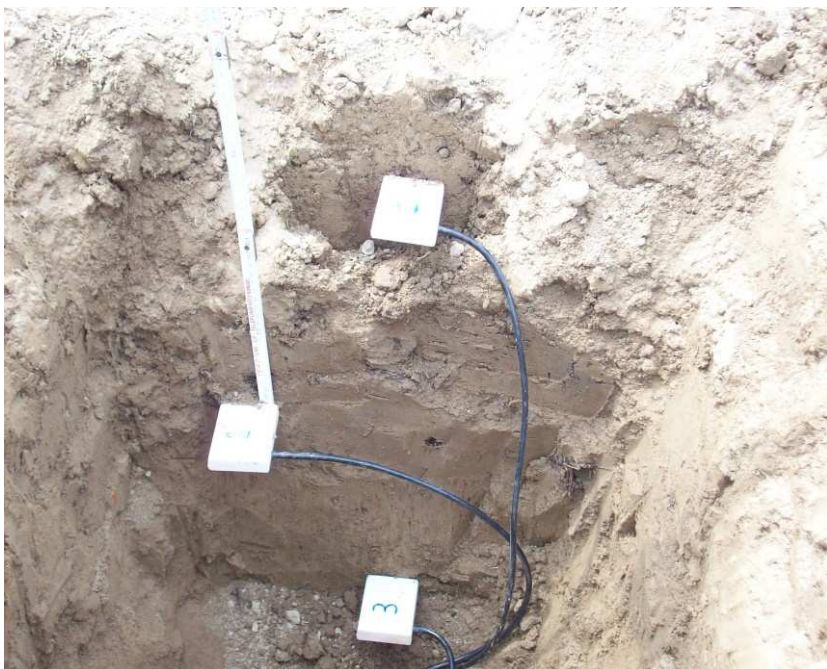
Piezometro





Misure alla scala di campo: **sensori TDR**

Sonde TDR (Time Domain Reflectivity) poste nel terreno alle profondità di 60, 35, 10 cm per la misura dell'**umidità del suolo**



$$\theta = 0.0296t - 0.5306$$

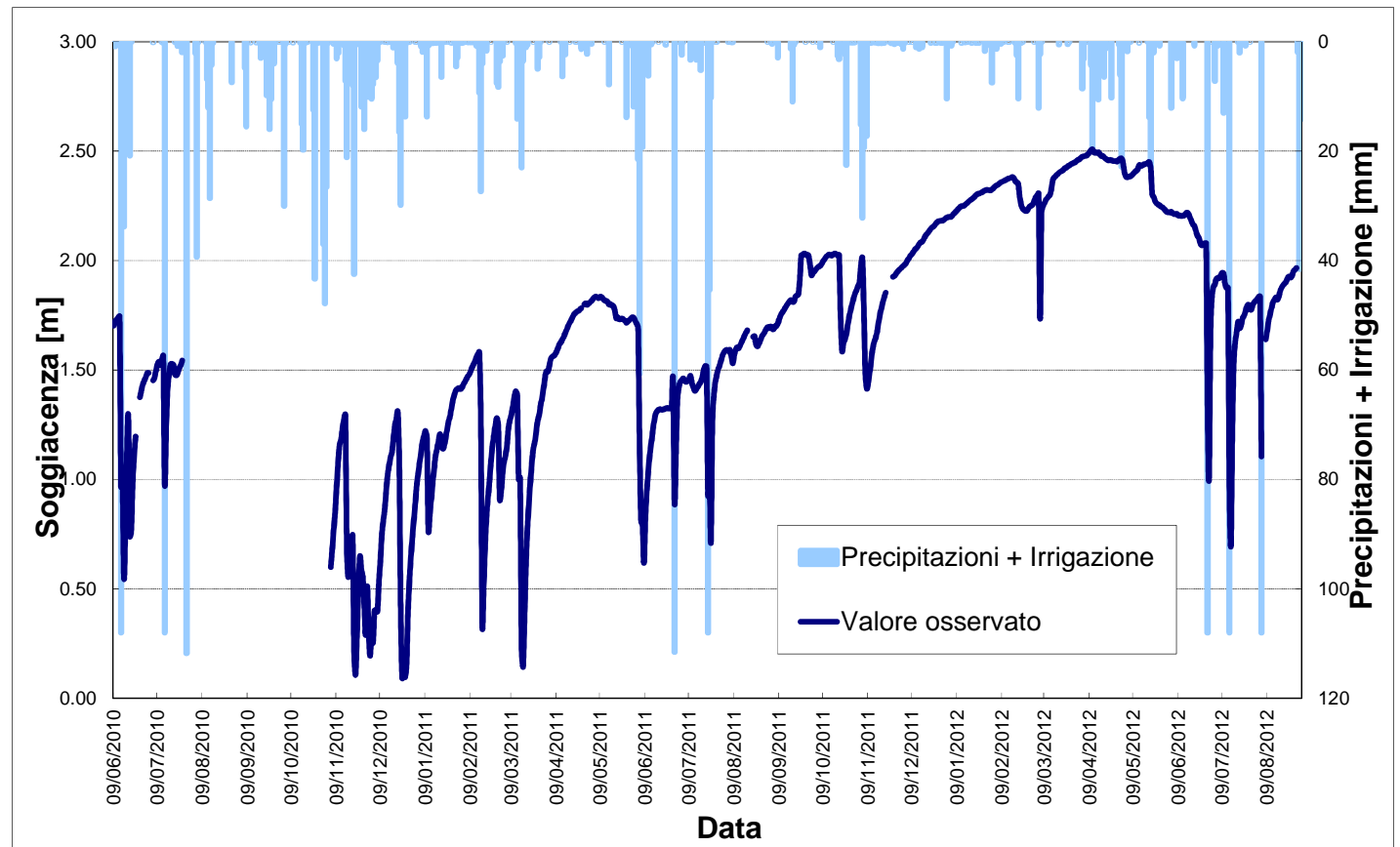
Dove t: tempo di risposta all'impulso elettromagnetico [μs]

- Il contenuto di **umidità del suolo** aumenta tanto più è maggiore il tempo di risposta dei sensori TDR

Misure dei valori di **umidità del suolo** rilevati dalle sonde TDR alle diverse profondità e andamento nell'anno 2012



Misure alla scala di campo: **piezometria**



Profondità media falda:

Anno 2010: - 98 cm dal piano campagna

Anno 2011: - 156 cm dal piano campagna

Anno 2012: - 218 cm dal piano campagna



Pre.G.I. – dati stazione Livraga

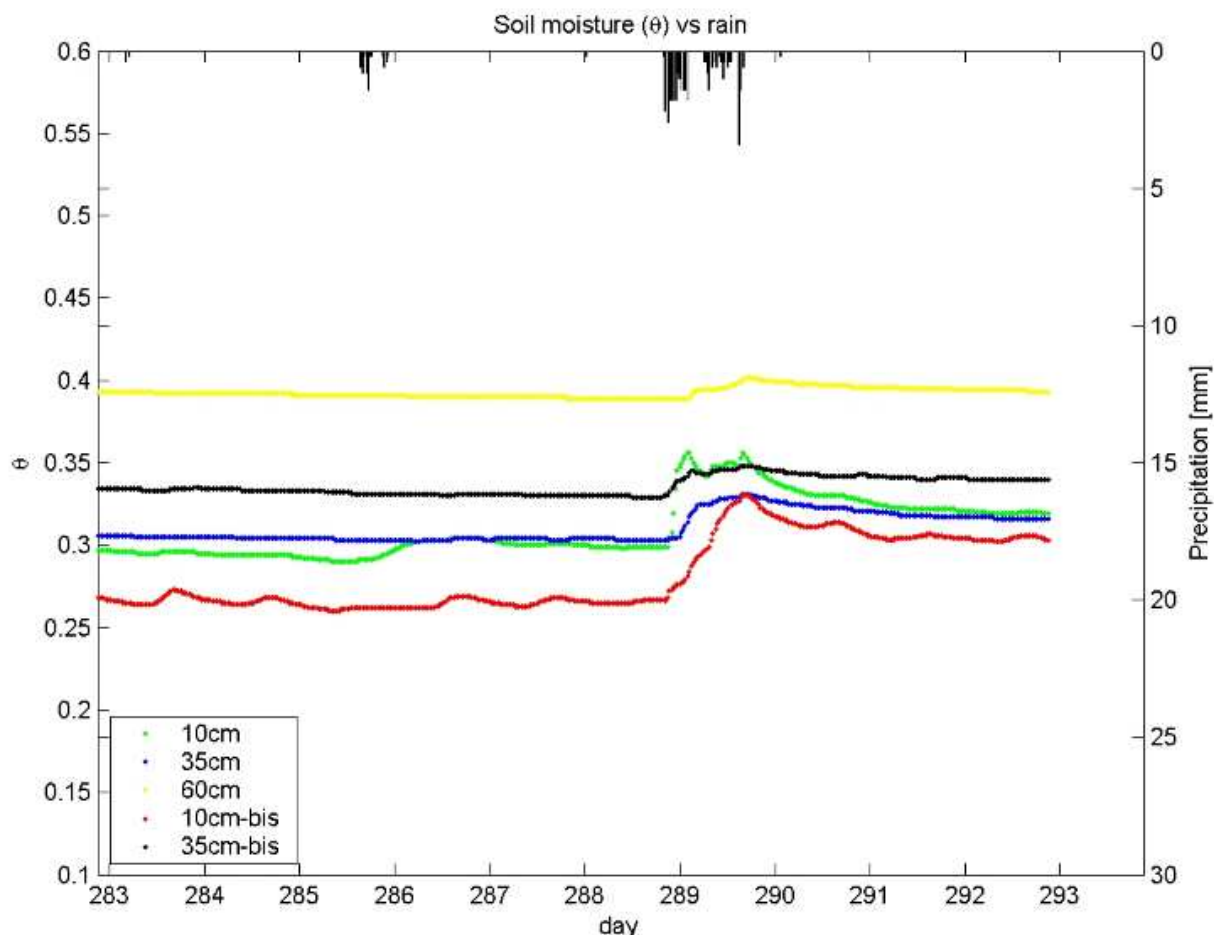
Sono disponibili sul web l'aggiornamento in tempo reale di tutti i parametri misurati dalla stazione e i flussi di evapotraspirazione

<http://geoserver.iar.polimi.it>

Attività di Ricerca
Team
Monitoraggio al suolo
Stazione a Livraga
Precipitazione e Umidità del Suolo
Temperatura e Umidità Relativa
Radiazione solare
Vento
Flussi Energetici
Temperature
Flussi turbolenti
Stato batteria
Downloads
Links
Archivio Notizie

Login

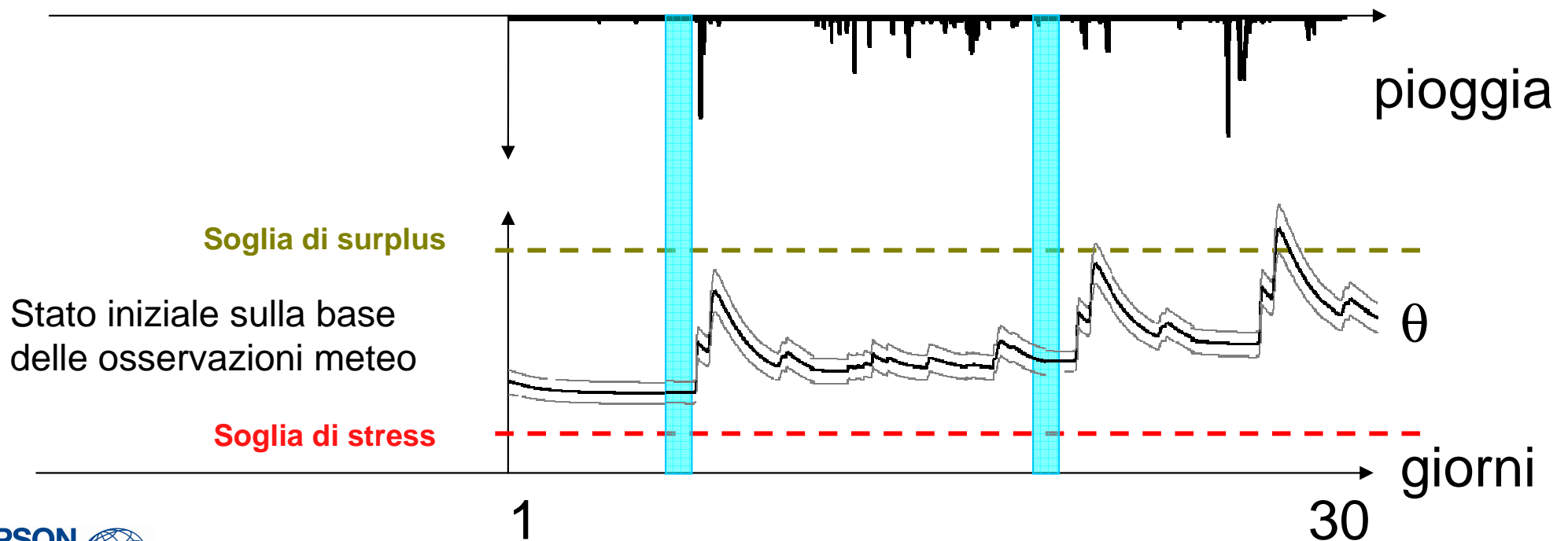
Precipitazione e Umidità del Suolo





Pre.G.I. – Sistema informatico: il progetto

Previsione del contenuto d'acqua in base alle previsioni del modello meteo e dei turni irrigui



Il sistema irriguo MBL: la turnazione a scala di campo a Livraga

- L'irrigazione costituisce un apporto idrico fondamentale da inserire nel modello idrologico (FEST-WB)
- Non esistono informazioni digitali di dettaglio sui confini dei comizi e dei singoli appezzamenti di terreno. Per questo motivo è stata effettuata una digitalizzazione e una modellazione del sistema irriguo del Consorzio MBL

Consorzio Bonifica Muzza Bassa Lodigiana

ROGGIA PORRA NUOVA

L'orario ha inizio il 3 di aprile alle ore 04,00 Ruota di giorni 14 per un totale di ore 360 ANNO 2009

PROPRIETA'	PODERE	ORARIO		MESE E GIORNI IN CUI COMPETE L'IRRIGAZIONE											
		DURATA	INIZIO	3-apr	18-apr	3-mag	18-mag	2-giu	17-giu	2-lug	17-lug	1-ago	16-ago	31-ago	15-set
FERRARI PIETRO E TERESA		02.30	4.00	3-apr	18-apr	3-mag	18-mag	2-giu	17-giu	2-lug	17-lug	1-ago	16-ago	31-ago	15-set
BOSONE PIERO EREDI	RAMPINA	15.00	6.30	3-apr	18-apr	3-mag	18-mag	2-giu	17-giu	2-lug	17-lug	1-ago	16-ago	31-ago	15-set
SCOTTI UMBERTO	ROSA DEL PROPRIO	02.00	21.30	3-apr	18-apr	3-mag	18-mag	2-giu	17-giu	2-lug	17-lug	1-ago	16-ago	31-ago	15-set
SCOTTI BRUNO	ROSA DEL PROPRIO	02.00	3.30	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
FASOLI GIACOMO	CAMPO LOCATO	00.30	8.30	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
VIRTUANI LUIGI E ANGELO		01.06	6.00	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
GIAVERI MARIO		00.34	7.06	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
GIAVERI PIETRO	CAMPO PERSIA I*	00.45	7.30	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
GATTIVELLI C.	CAMPAZZO	00.45	8.15	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
BOSONE PIERO EREDI	RAMPINA	03.30	9.00	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
GIAVERI MARIO	CAMPI PERSIA LOCATO	01.00	12.30	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
FASOLI GIACOMO	CAMPO LOCATO	00.30	13.30	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
CHIODA EREDI	CASCINA VECCHIA	20.00	14.00	4-apr	19-apr	4-mag	19-mag	3-giu	18-giu	3-lug	18-lug	2-ago	17-ago	1-set	16-set
DEDE ALBERTO E CARLA	ROSA DEL PROPRIO	22.00	19.00	5-apr	20-apr	5-mag	20-mag	4-giu	19-giu	4-lug	19-lug	3-ago	18-ago	2-set	17-set
GATTIVELLI C.	CAMPAZZO / PERSIA	07.00	8.00	6-apr	21-apr	6-mag	21-mag	5-giu	20-giu	5-lug	20-lug	4-ago	19-ago	3-set	18-set
VALENTI G. CESARE	CAMPAZZO	04.00	15.00	6-apr	21-apr	6-mag	21-mag	5-giu	20-giu	5-lug	20-lug	4-ago	19-ago	3-set	18-set
I.S.T. MILAN MARTINI E STEL	CAMPAZZO	16.00	19.00	6-apr	21-apr	6-mag	21-mag	5-giu	20-giu	5-lug	20-lug	4-ago	19-ago	3-set	18-set
I.S.T. MILAN MARTINI E STEL	RAMPINA	07.00	11.00	7-apr	22-apr	7-mag	22-mag	6-giu	21-giu	6-lug	21-lug	5-ago	20-ago	4-set	19-set
I.S.T. MILAN MARTINI E STEL	SAN GIOVANNI	09.00	18.00	7-apr	22-apr	7-mag	22-mag	6-giu	21-giu	6-lug	21-lug	5-ago	20-ago	4-set	19-set
VALENTI G. CESARE	CAMPAZZO	03.00	3.00	8-apr	23-apr	8-mag	23-mag	7-giu	22-giu	7-lug	22-lug	6-ago	21-ago	5-set	20-set
I.S.T. MILAN MARTINI E STEL	SAN GIOVANNI	03.00	6.00	8-apr	23-apr	8-mag	23-mag	7-giu	22-giu	7-lug	22-lug	6-ago	21-ago	5-set	20-set
SCANDELLI FRATELLI	LIVRAGA	05.00	9.00	8-apr	23-apr	8-mag	23-mag	7-giu	22-giu	7-lug	22-lug	6-ago	21-ago	5-set	20-set
FONDAZIONE VITTADINI	LIVRAGA	06.00	14.00	8-apr	23-apr	8-mag	23-mag	7-giu	22-giu	7-lug	22-lug	6-ago	21-ago	5-set	20-set
FONDAZIONE VITTADINI	CANTONE	06.00	20.00	8-apr	23-apr	8-mag	23-mag	7-giu	22-giu	7-lug	22-lug	6-ago	21-ago	5-set	20-set
FONDAZIONE VITTADINI	DOSSINO	08.00	2.00	9-apr	24-apr	9-mag	24-mag	8-giu	23-giu	8-lug	23-lug	7-ago	22-ago	6-set	21-set
I.S.T. MILAN MARTINI E STEL	LUOGO NUOVO	09.00	10.00	9-apr	24-apr	9-mag	24-mag	8-giu	23-giu	8-lug	23-lug	7-ago	22-ago	6-set	21-set
PASSARINI GIULIO	CAMPO DI CASA	01.00	19.00	9-apr	24-apr	9-mag	24-mag	8-giu	23-giu	8-lug	23-lug	7-ago	22-ago	6-set	21-set
CHIODA EREDI	CASCINA VECCHIA	02.00	20.00	9-apr	24-apr	9-mag	24-mag	8-giu	23-giu	8-lug	23-lug	7-ago	22-ago	6-set	21-set
DEDE ALBERTO E CARLA	ROSA DEL PROPRIO	20.00	9.00	12-apr	27-apr	12-mag	27-mag	11-giu	26-giu	11-lug	26-lug	10-ago	25-ago	9-set	24-set
CHIODA EREDI (SCOTTI)		02.30	20.00	12-apr	27-apr	12-mag	27-mag	11-giu	26-giu	11-lug	26-lug	10-ago	25-ago	9-set	24-set
CHIODA EREDI (FERRARI)		00.30	22.30	12-apr	27-apr	12-mag	27-mag	11-giu	26-giu	11-lug	26-lug	10-ago	25-ago	9-set	24-set
CHIODA EREDI (SPAGLIARDI)		07.00	23.00	12-apr	27-apr	12-mag	27-mag	11-giu	26-giu	11-lug	26-lug	10-ago	25-ago	9-set	24-set
CHIODA EREDI (ROSSI)		05.00	6.00	13-apr	28-apr	13-mag	28-mag	12-giu	27-giu	12-lug	27-lug	11-ago	26-ago	10-set	25-set
CHIODA EREDI	CASCINA VECCHIA	22.00	11.00	13-apr	28-apr	13-mag	28-mag	12-giu	27-giu	12-lug	27-lug	11-ago	26-ago	10-set	25-set
ROSSI FRATELLI		08.00	19.00	14-apr	29-apr	14-mag	29-mag	13-giu	28-giu	13-lug	28-lug	12-ago	27-ago	11-set	26-set
UTENZA ROG. PORRA NUOVA		02.00	3.00	15-apr	30-apr	15-mag	30-mag	14-giu	29-giu	14-lug	29-lug	12-ago	28-ago	12-set	27-set
GRECCHI ETTORE	CASCINA NUOVA	20.00	5.00	15-apr	30-apr	15-mag	30-mag	14-giu	29-giu	14-lug	29-lug	13-ago	28-ago	13-set	28-set
SPAGLIARDI GIANFRATTISTA		04.00	11.00	17-apr	1-mag	16-mag	31-mag	15-giu	30-giu	15-lug	30-lug	14-ago	29-ago	13-set	28-set
AL. AG. SARCHIO S.S.	CA' DEL PARTO	06.00	0.00	17-apr	2-mag	17-mag	1-giu	16-giu	1-lug	16-lug	31-lug	15-ago	30-ago	14-set	29-set
DEDE ALBERTO E CARLA	ROSA DEL PROPRIO	20.00	8.00	17-apr	2-mag	17-mag	1-giu	16-giu	1-lug	16-lug	31-lug	15-ago	30-ago	14-set	29-set

SOMMARIO HH MM 360,00

La somministrazione avviene concentrando, in un determinato orario ripetitivo, detto **ruota**, tutta la portata del canale di utenza

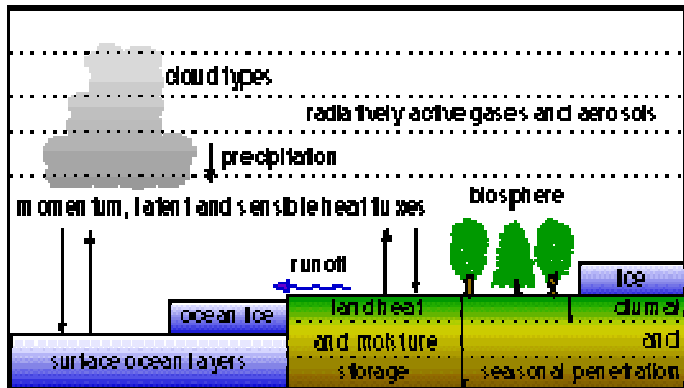
Durata	Ora di inizio	Mesi e giorni in cui compete l'irrigazione
30 ore	05:00	15 aprile, 30 aprile, 15 maggio, 30 maggio, 14 giugno, 29 giugno, 14 luglio, 29 luglio, 13 agosto, 28 agosto, 12 settembre, 27 settembre

Turnazione irrigua nel campo di "Cascina Nuova" nel Comune di Livraga

Turnazione irrigua all'interno del bacino "Porra Nuova"

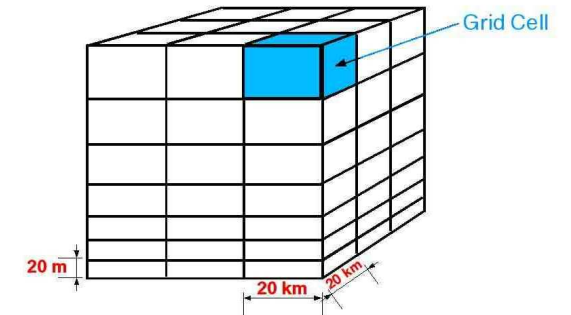


Meteorological model



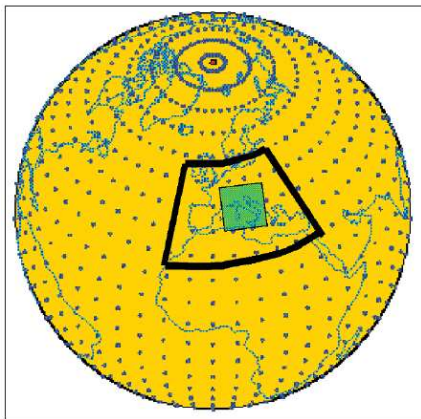
MODEL GRID RESOLUTION

Limits prediction precision – grid cell *average* predicted

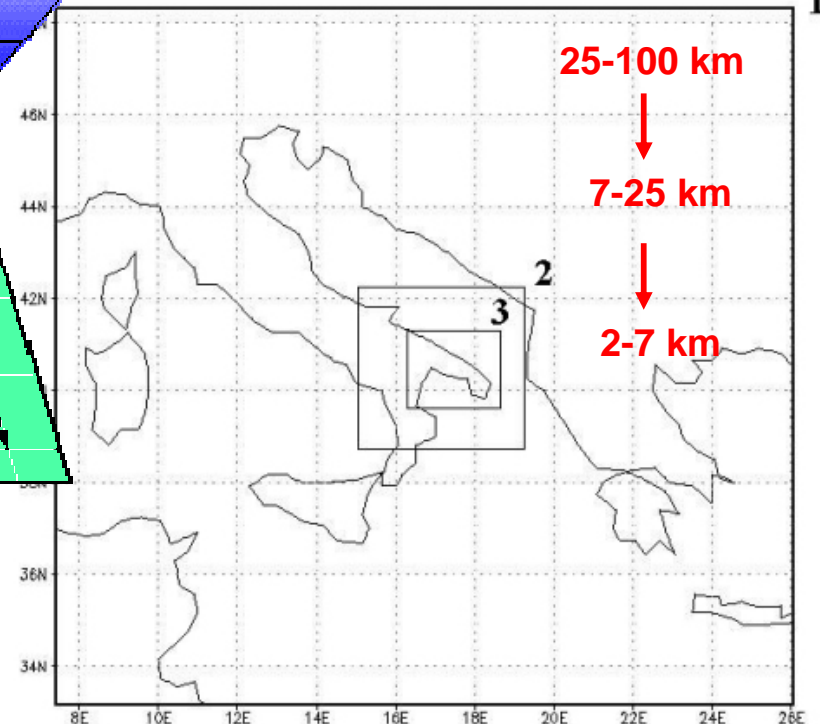
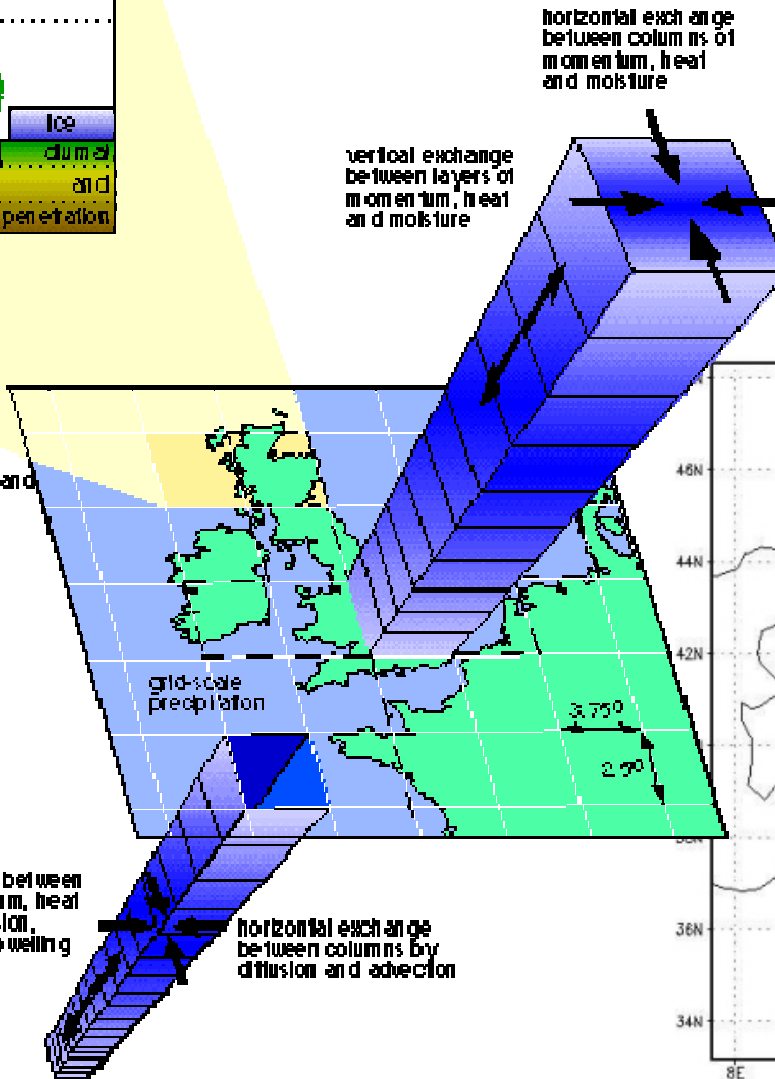


Topography resolution effectively twice as coarse as grid resolution

topography, vegetation and surface characteristics included at surface on each grid box



Global Circulation Model



Limited Area Model

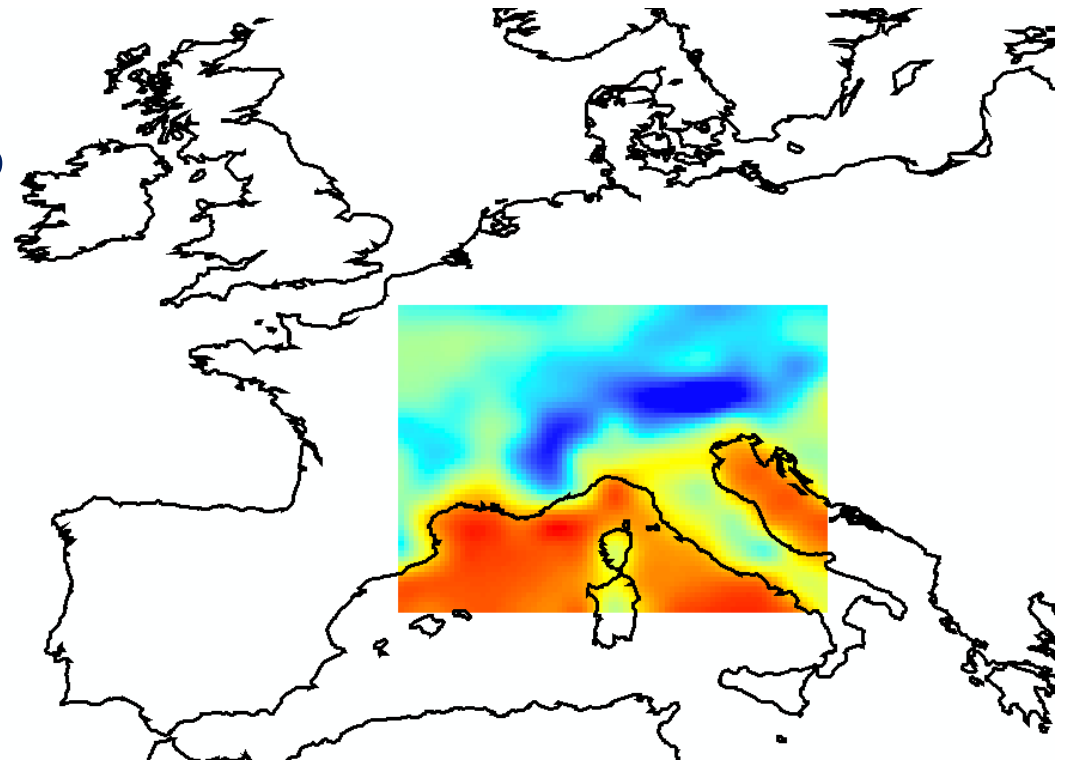


Modelli utilizzati: il modello meteorologico WRF - ARW

- Risoluzione spaziale: 18 km
- Output temporale: 12 ore
- Livelli verticali: 36 (non-idrostatico)
- **Numero di ensemble: 20**
- Range di previsione: 30 giorni
- Inizializzazione: 00:00 UTC
- Proprietario: MOPI - Centro Epson Meteo

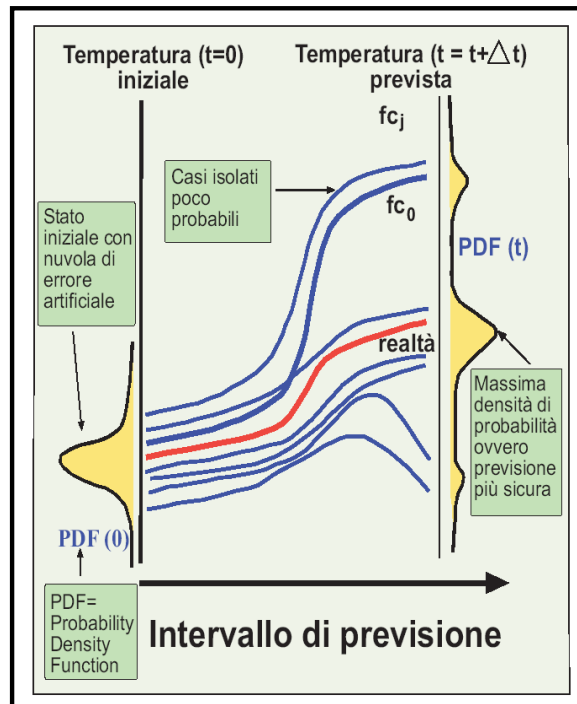
WRF(Weather Research & Forecasting Model)

Dominio di calcolo del modello meteo WRF



Esempio di previsione del campo di temperatura

Forzanti atmosferiche previste: **precipitazioni** e **temperature**



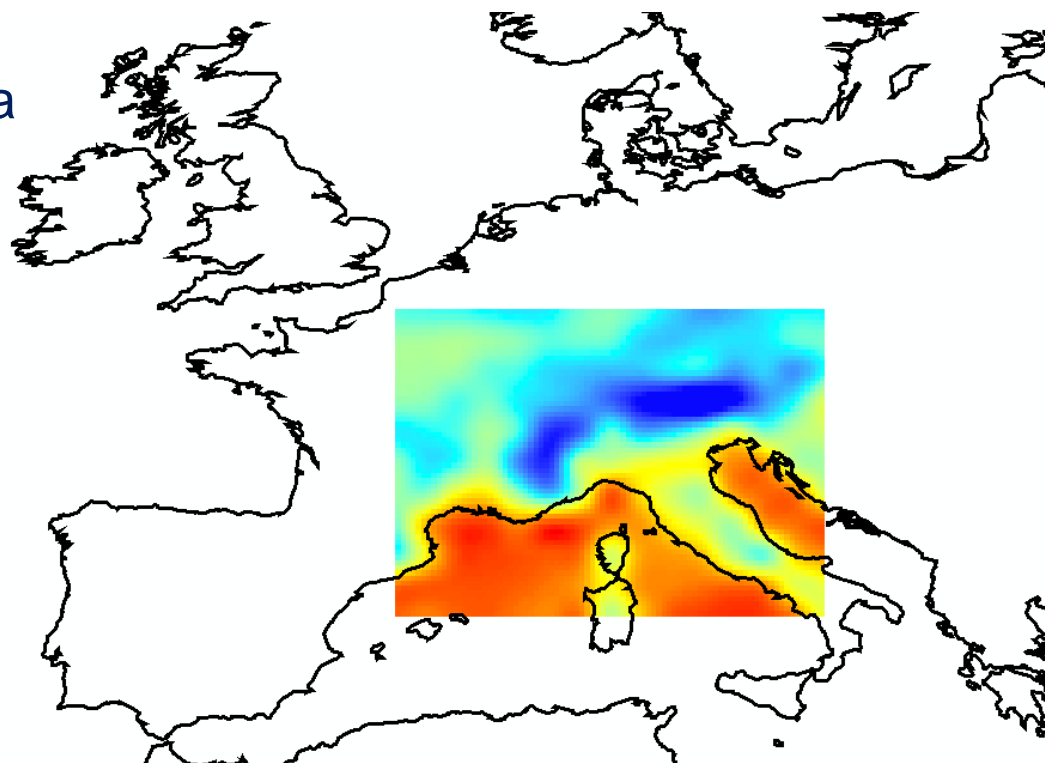


Modelli utilizzati: **Multi-Model Ensemble**

- Diversi schemi fisici
- Perturbazioni delle condizioni iniziali

TENER CONTO DEGLI ERRORI CAUSATI
DALLA SCHEMATIZZAZIONE DEI
PROCESSI FISICI (soprattutto Microfisica
e Convezione)

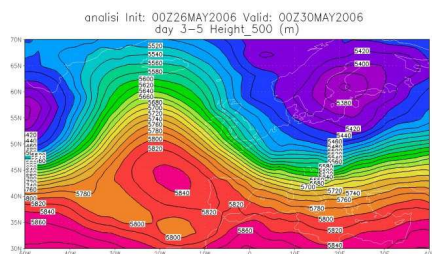
- Diversi test:
 - dominio locale innestato in quello globale
 - dominio locale innestato in un dominio europeo a sua volta innestato nel dominio globale



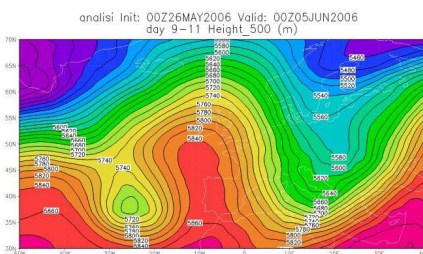


Modelli utilizzati: Reanalisi di eventi passati

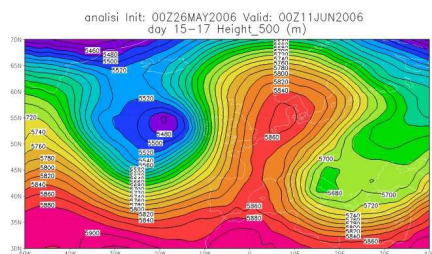
• Esempio: giugno 2006



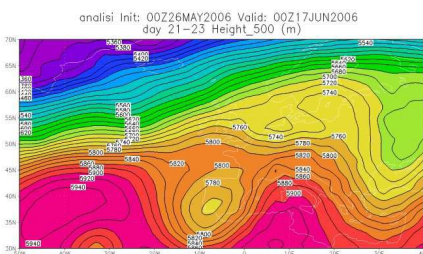
(a)



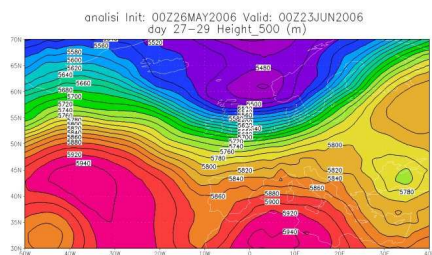
(b)



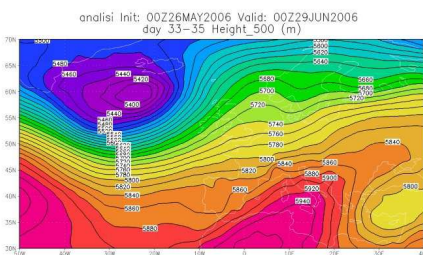
(c)



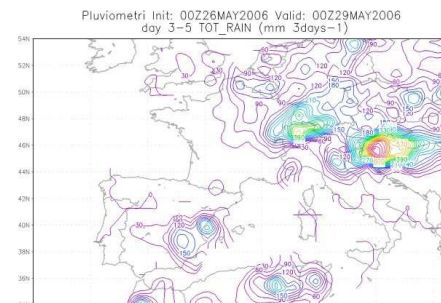
(d)



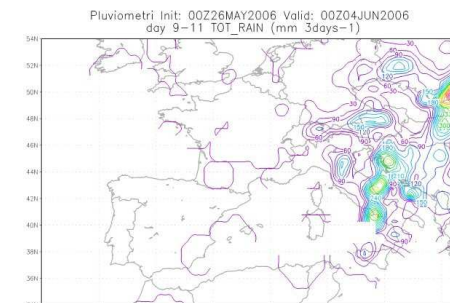
(e)



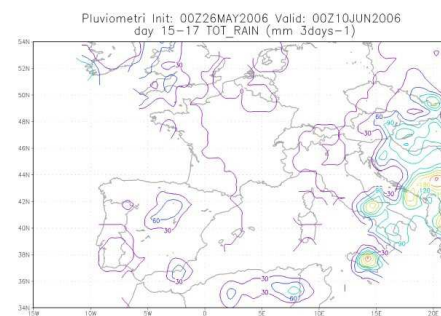
(f)



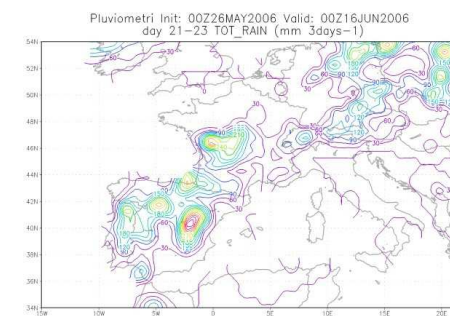
(a)



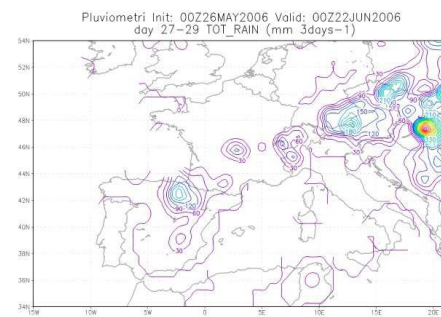
(b)



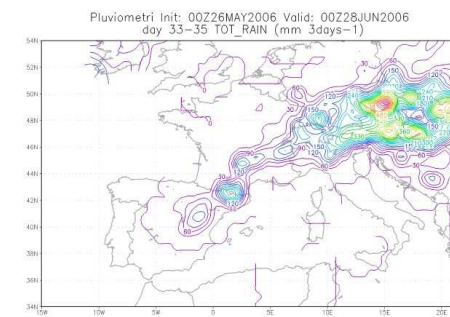
(c)



(d)



(e)



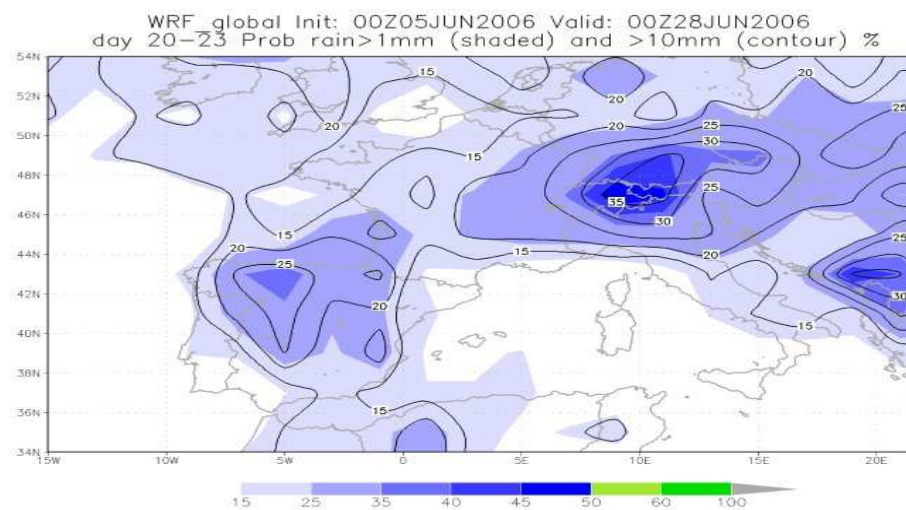
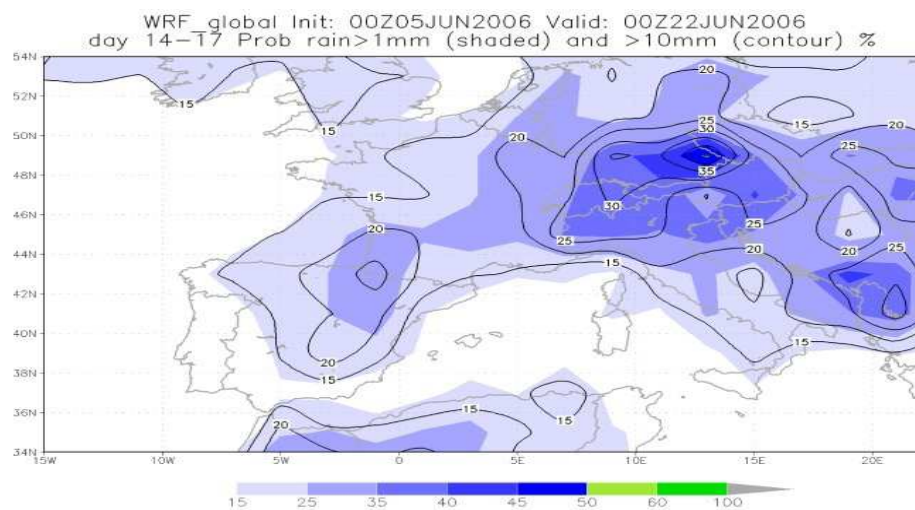
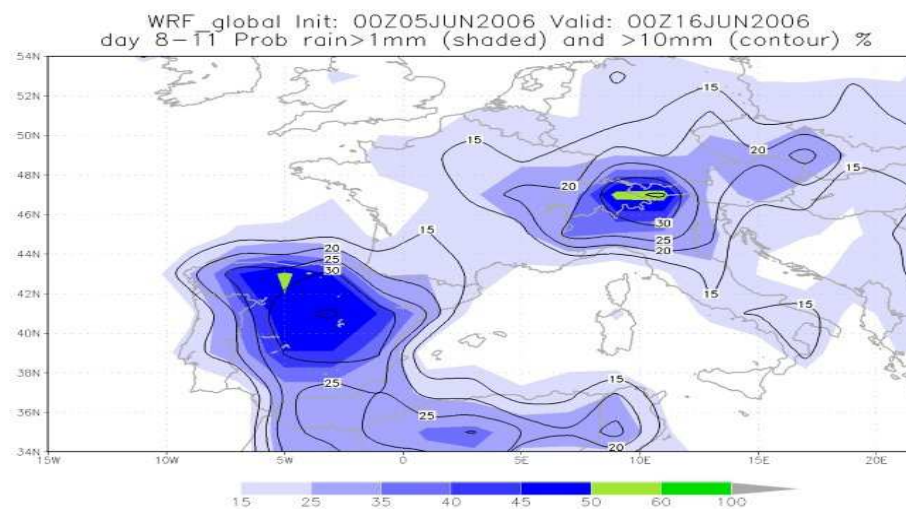
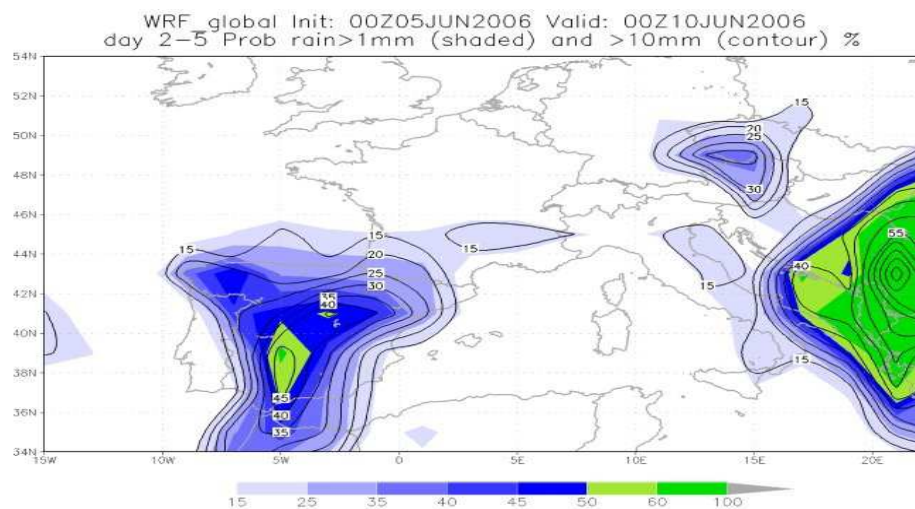
(f)

Sono stati esaminati 67 episodi siccitosi tra il 2003 e il 2008



Modelli utilizzati: Reanalisi di eventi passati

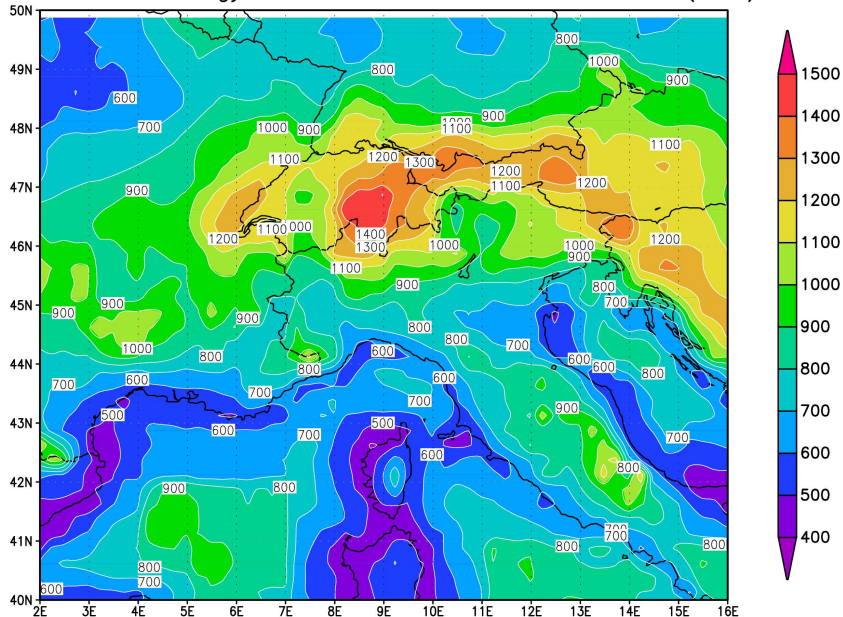
- Esempio: giugno 2006





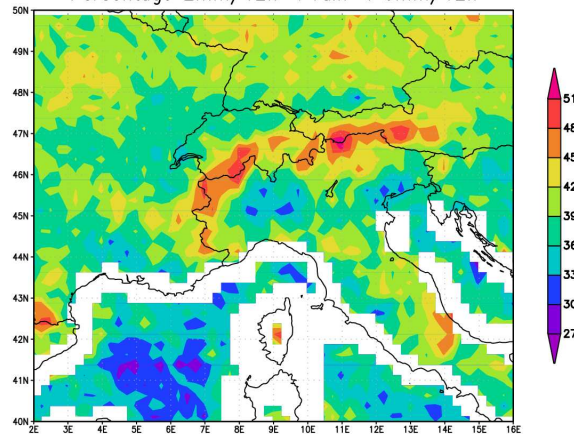
Modelli utilizzati: **Analisi del comportamento del sistema**

TRMM climatology – Mean annual rain 2006–10 (mm)

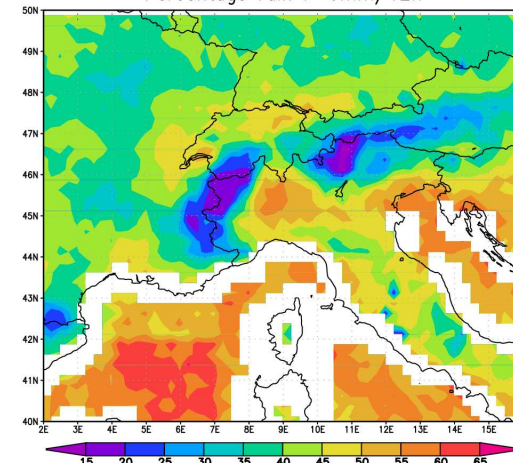


Climatologia 2006: TRMM

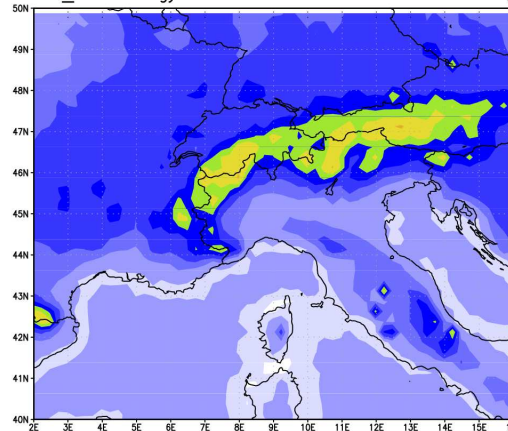
Percentage 2mm/12h < rain < 6mm/12h



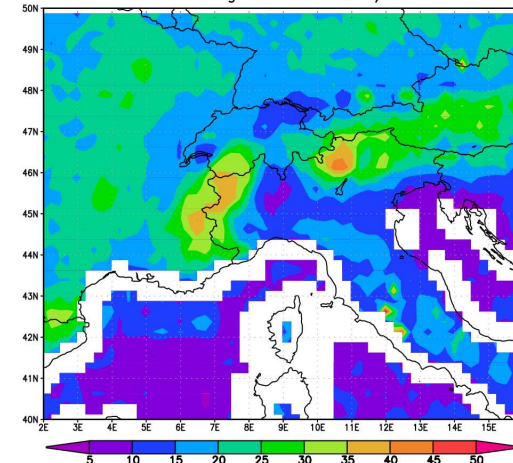
Percentage rain > 6mm/12h



TRMM_climatology – 2006–2010 Prob rain>1mm (%)

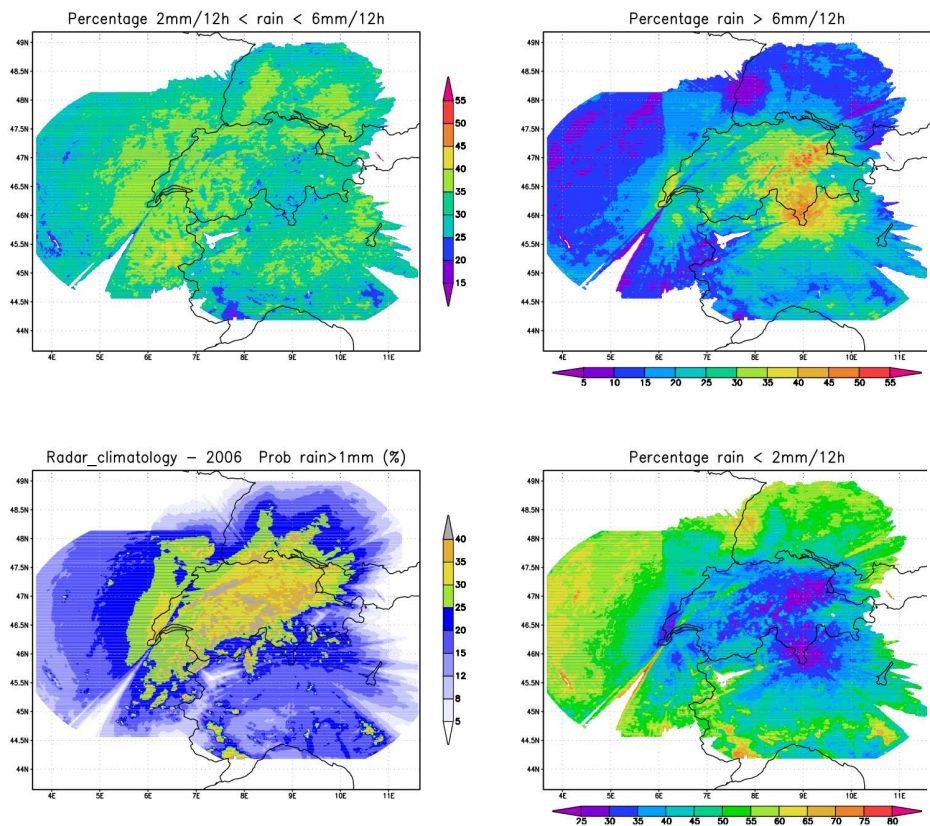


Percentage rain < 2mm/12h



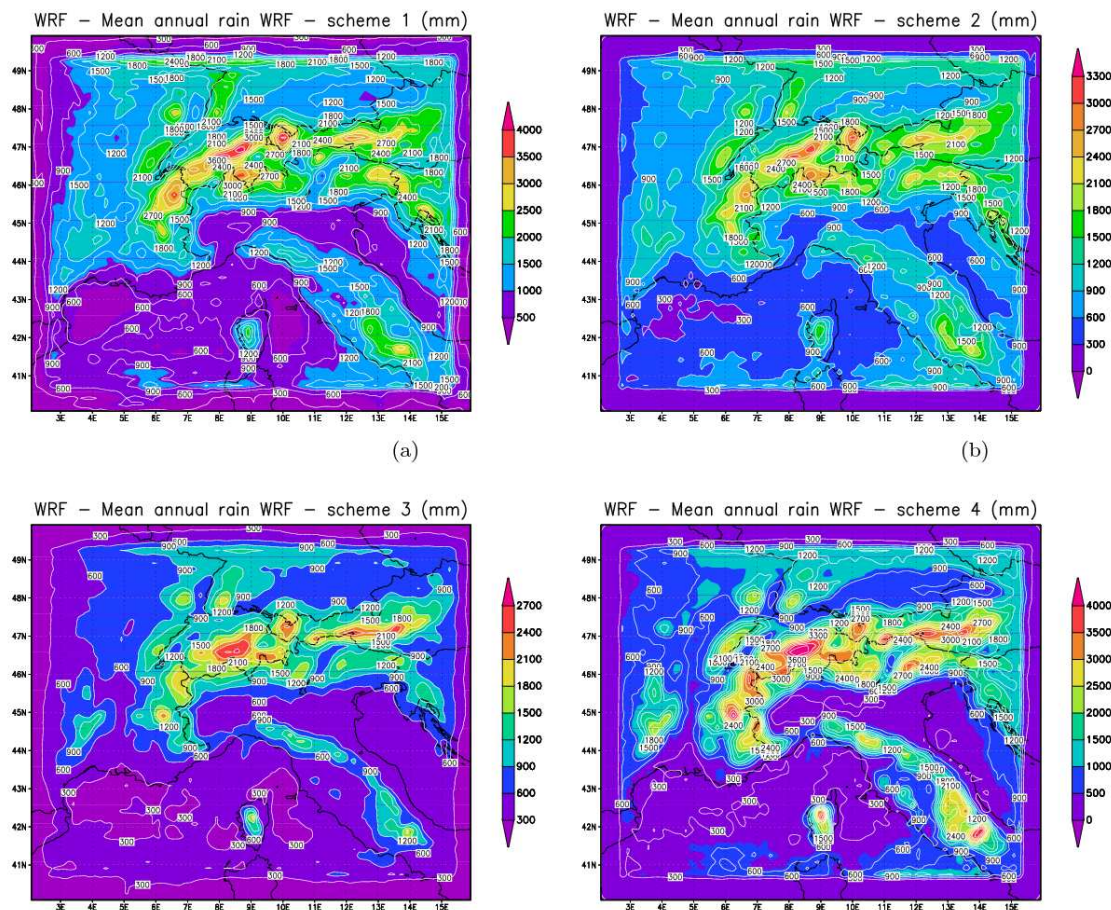


Modelli utilizzati: **Analisi del comportamento del sistema**



Climatologia 2006: Radar

Climatologia 2006: Modello





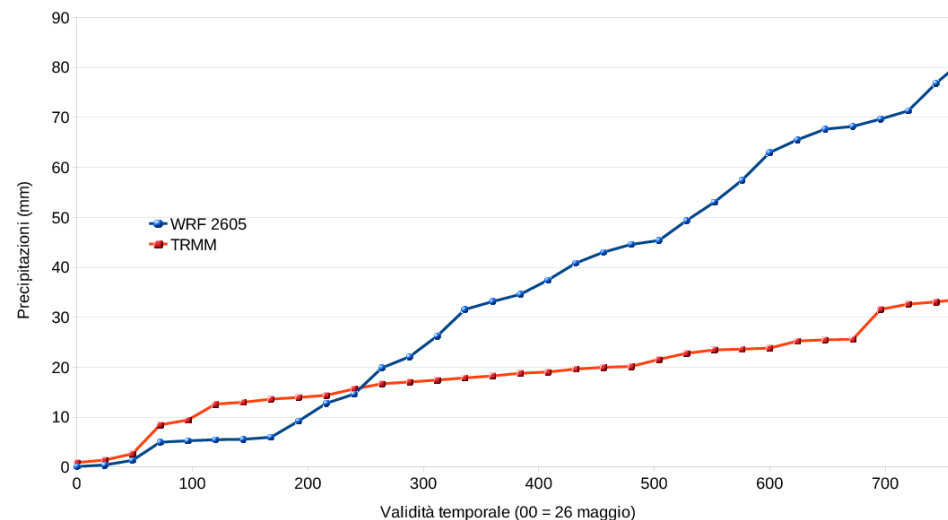
Modelli utilizzati: **Analisi del comportamento del sistema**

**INIZIALIZZAZIONE: 26
maggio 2006**

**Precipitazioni cumulate:
confronto WRF - TRMM**

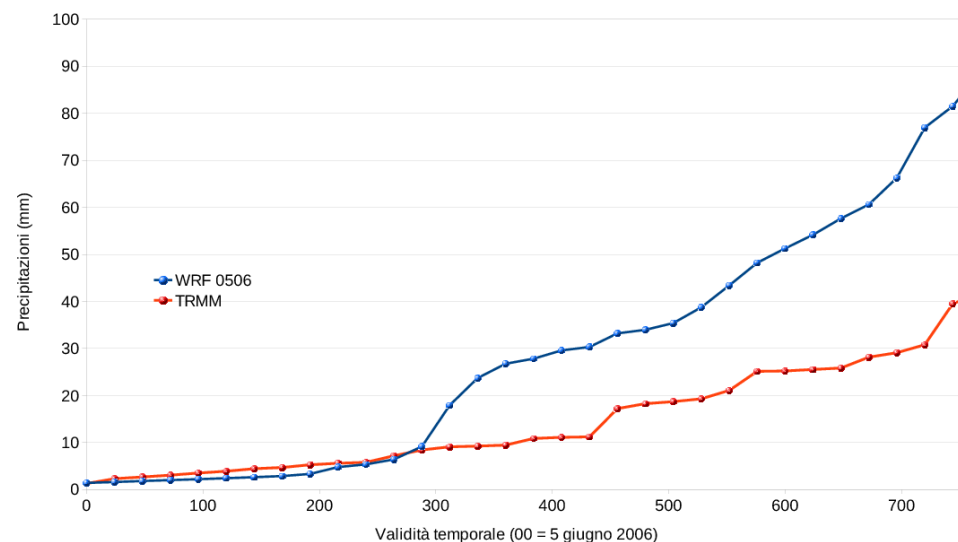
**INIZIALIZZAZIONE: 5
giugno 2006**

Precipitazioni medie cumulate bacino Po



(a)

Precipitazioni medie cumulate bacino Po



(b)



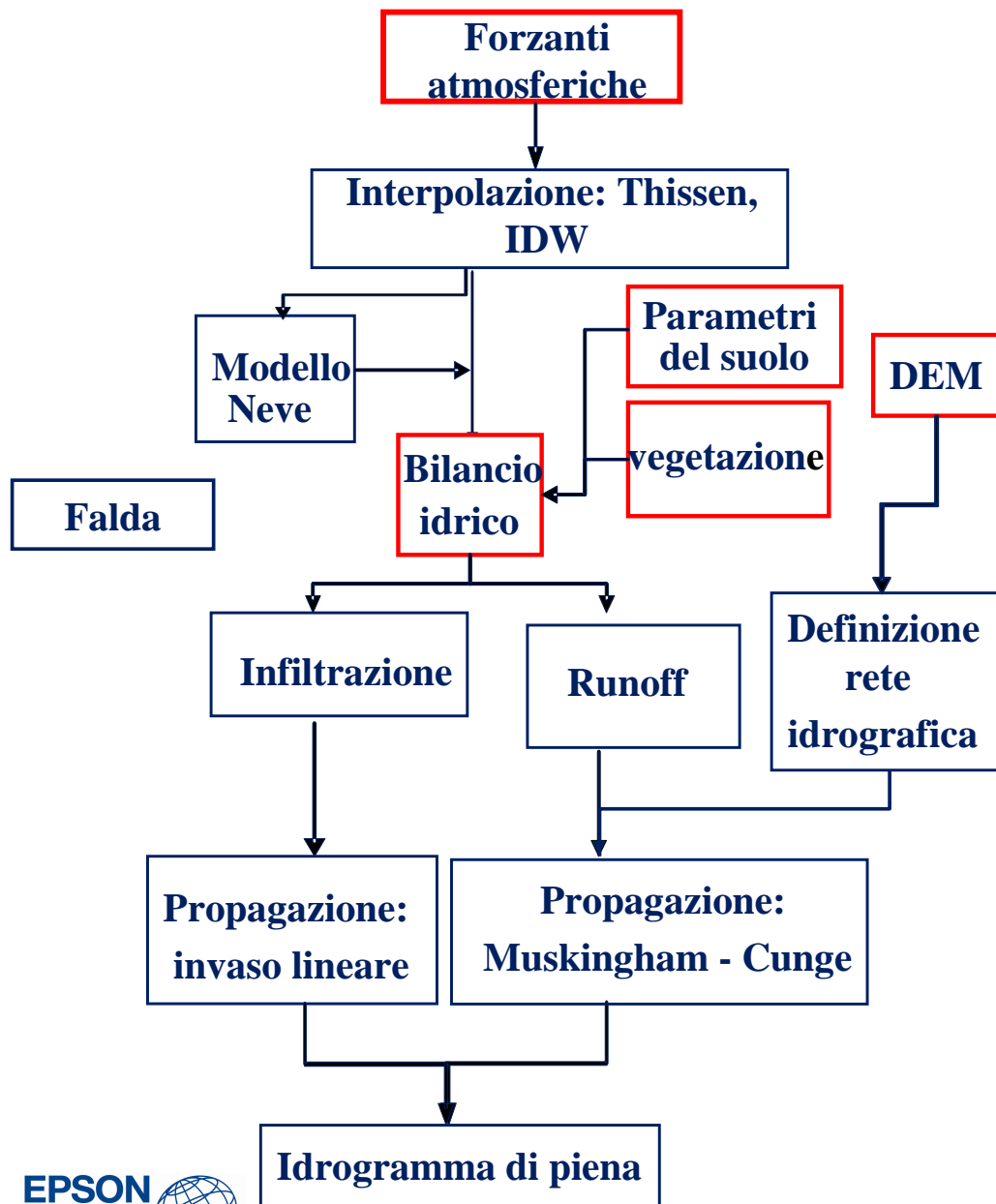
ALCUNE EVIDENZE

- L'orizzonte temporale di validità della previsione assume valori compresi tra 5-6 giorni e 15-16 giorni
- L'orizzonte di predicibilità può variare sensibilmente anche su simulazioni fatte sullo stesso periodo ma utilizzando diverse inizializzazioni temporali: si parla in questo caso di "finestra di predicibilità"
- Oltre l'intervallo di predicibilità, le simulazioni di ensemble tendono a riproporre configurazioni di stampo quasi-zonale, frutto della media di membri con configurazioni anche molto diverse tra loro
- La climatologia del modello WRF ha sottolineato la tendenza a presentare accumuli precipitativi superiori alla norma sulle regioni alpine e montuose, mentre gli accumuli in Pianura Padana sono più vicini a quelli reali, con una dipendenza dal particolare schema utilizzato. La media d'ensemble di più schemi diversi sembra portare un risultato più bilanciato nelle zone di pianura



Modelli utilizzati: il modello idrologico distribuito FEST-WB

Mancini et. al., 1990 → Ravazzani et al., 2010 → Corbari et al., 2011

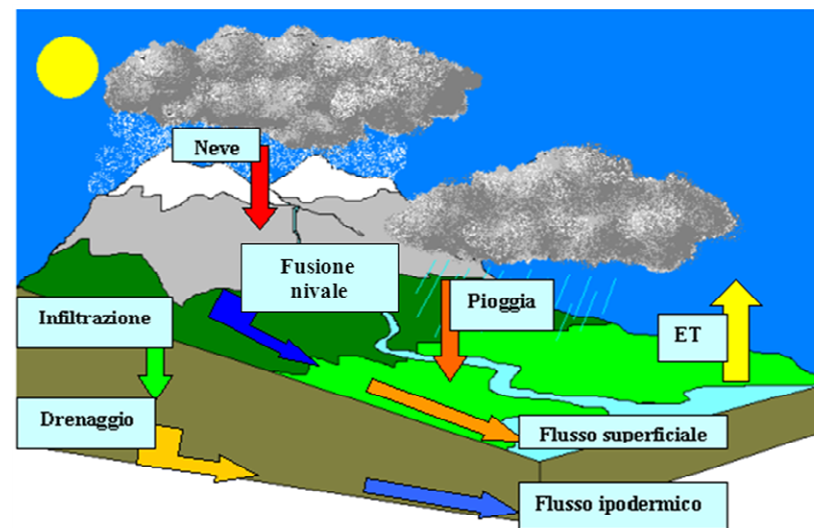


Modello idrologico distribuito ad afflussi-deflussi fisicamente basato

FEST-WB: Flash – flood Event – based Spatially – distributed rainfall – runoff Transformation Water Balance

▪ BLOCCO DATI

- Dati meteorologici (Temperatura e precipitazione) osservati e previsti;
 - Irrigazione;
- Parametri del suolo;
- Vegetazione;
- DEM del Consorzio MBL





Calibrazione e validazione del modello idrologico FEST-WB: effetti delle piogge e dell'irrigazione sull'andamento dell'umidità del suolo

Soil Moisture

Anno 2010

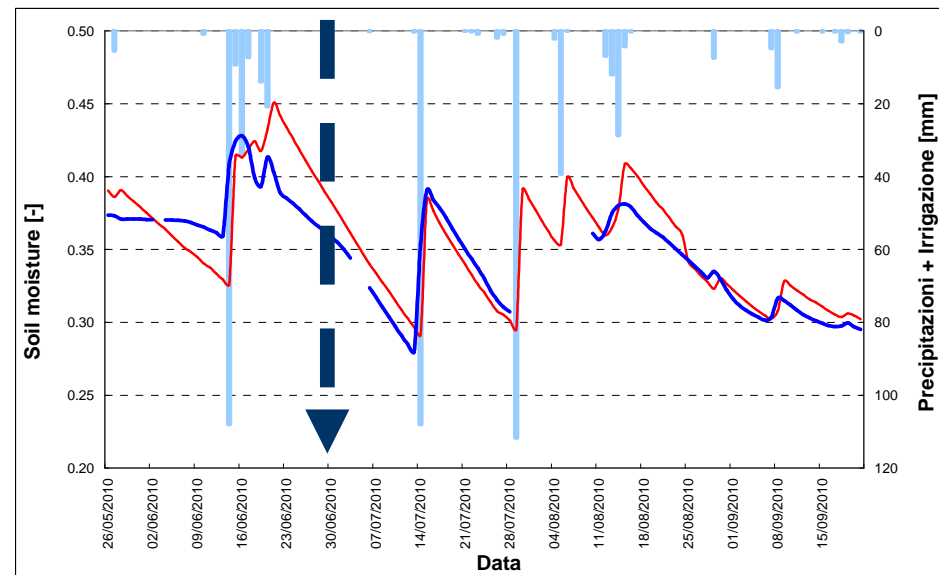
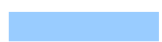
Valore osservato



Valore simulato



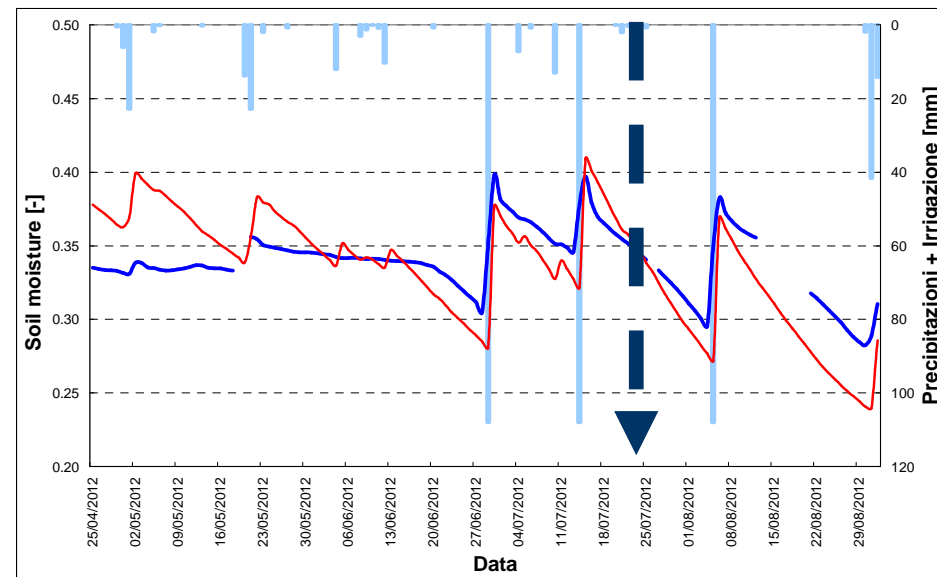
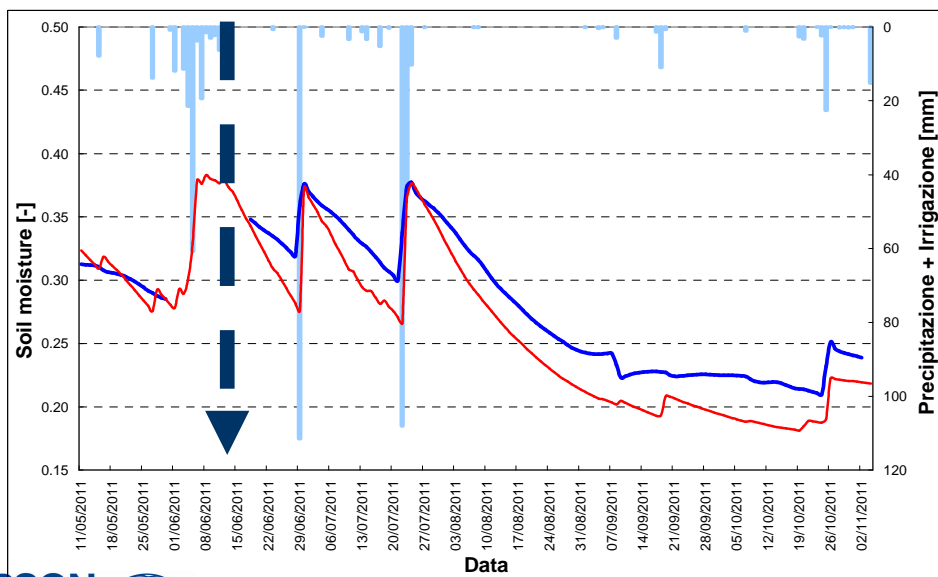
Precipitazioni +
Irrigazione



Anno 2011

Turno irriguo saltato

Anno 2012





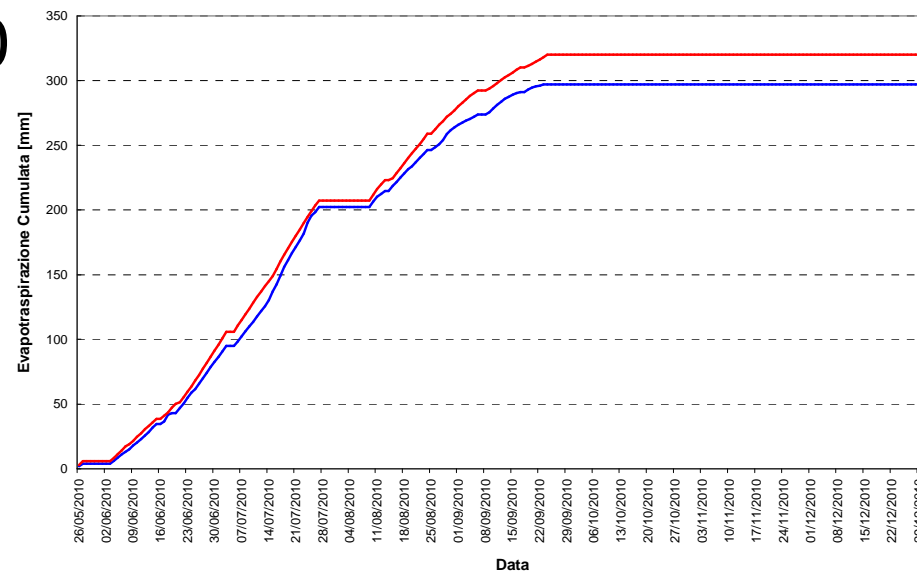
Controllo dei flussi di evapotraspirazione 2010-2012

Anno 2010

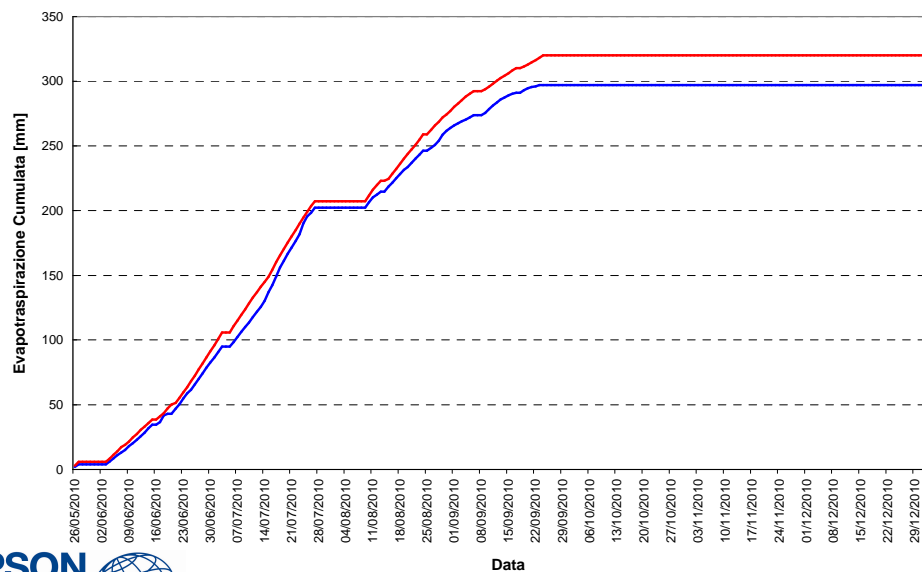
Evapotraspiration

Valore osservato 

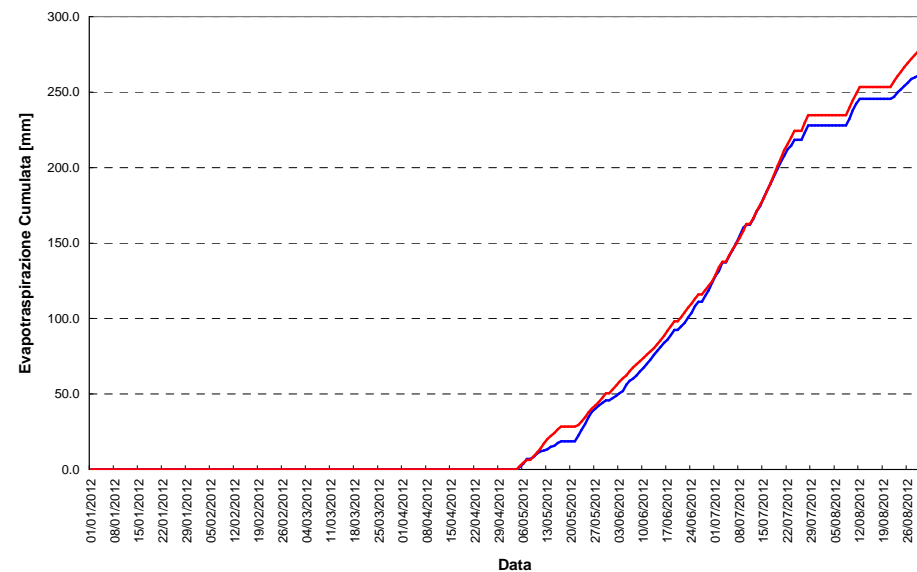
Valore simulato 



Anno 2011

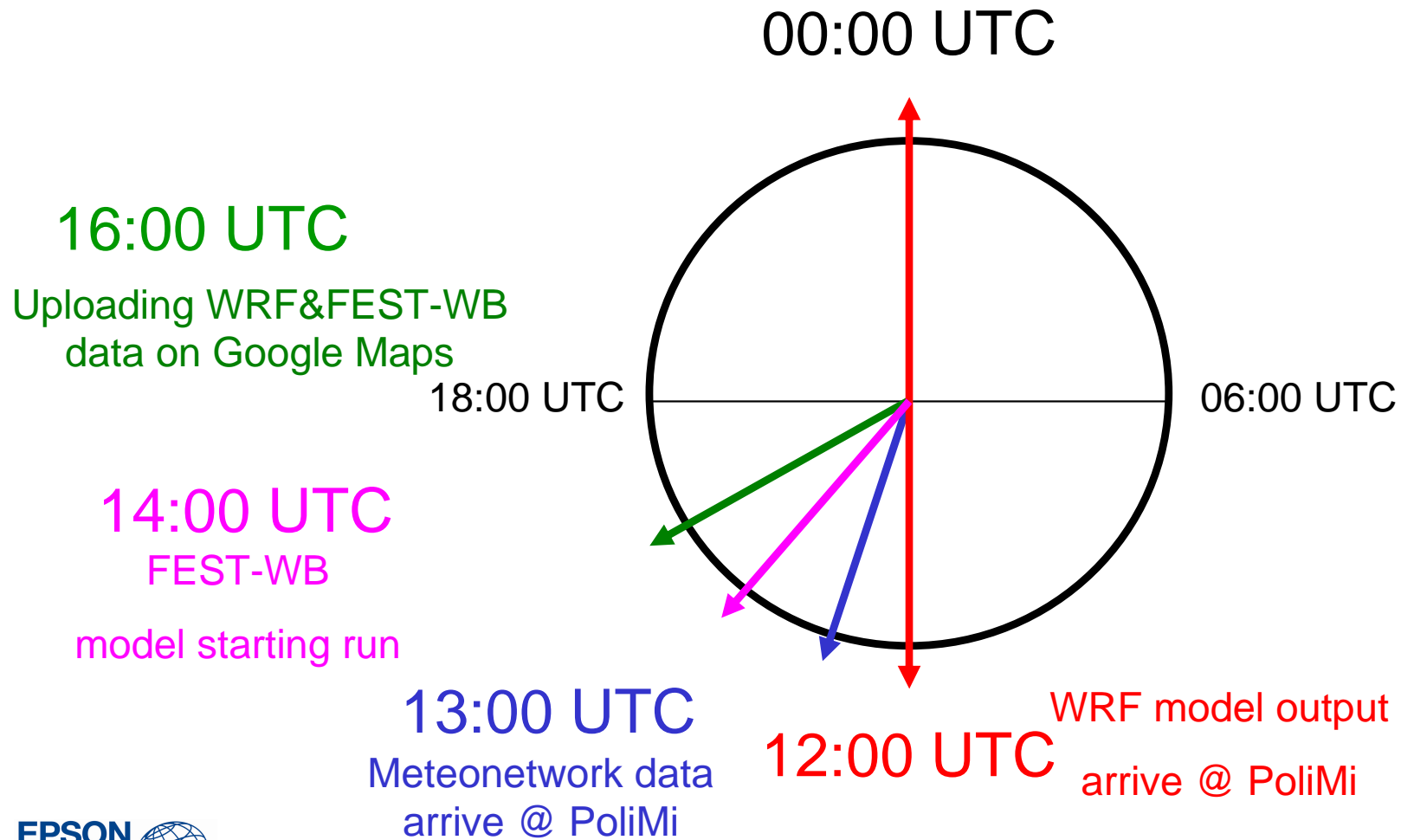
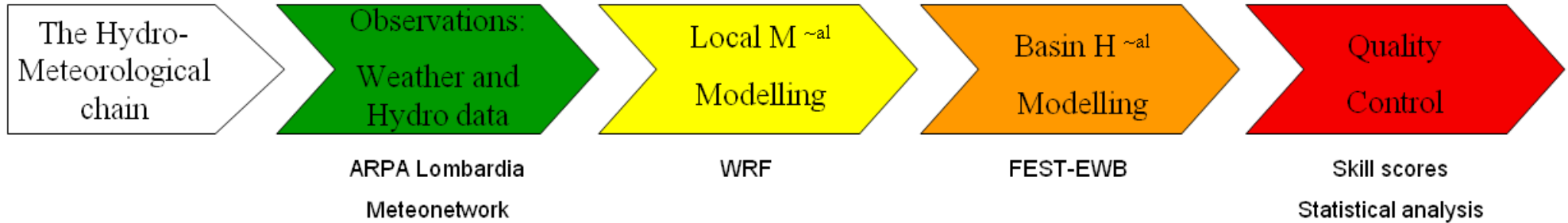


Anno 2012



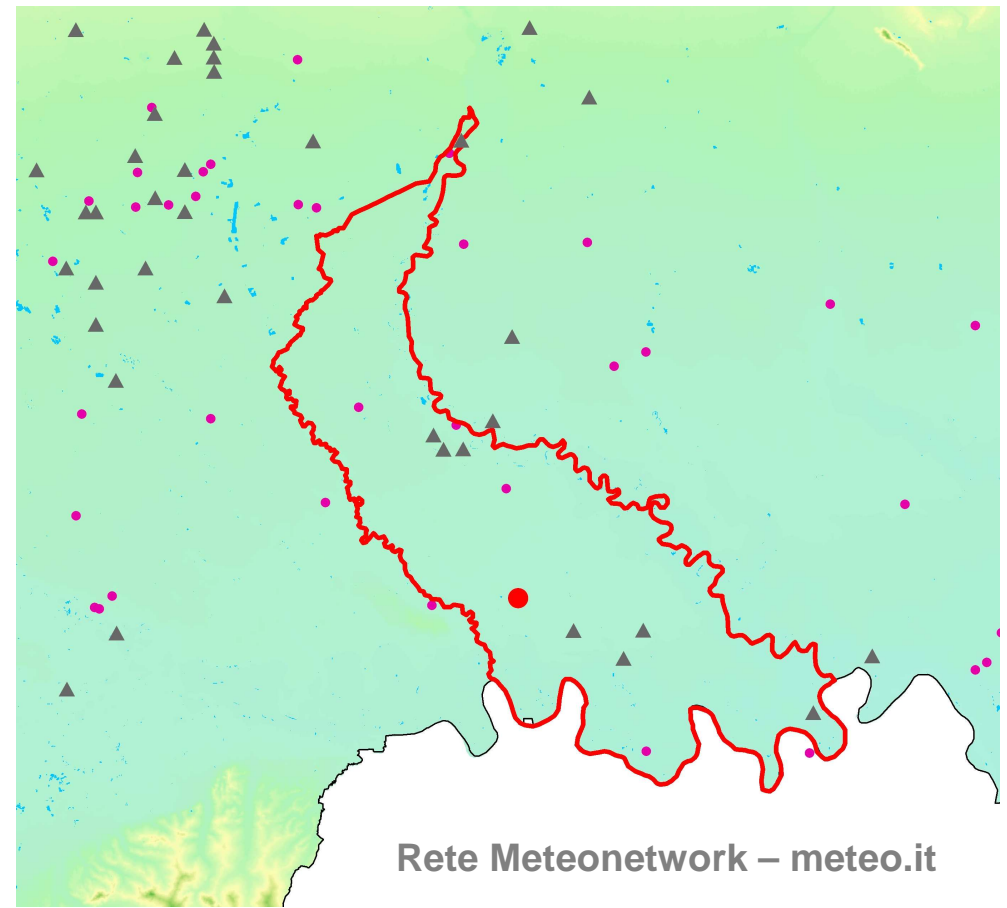
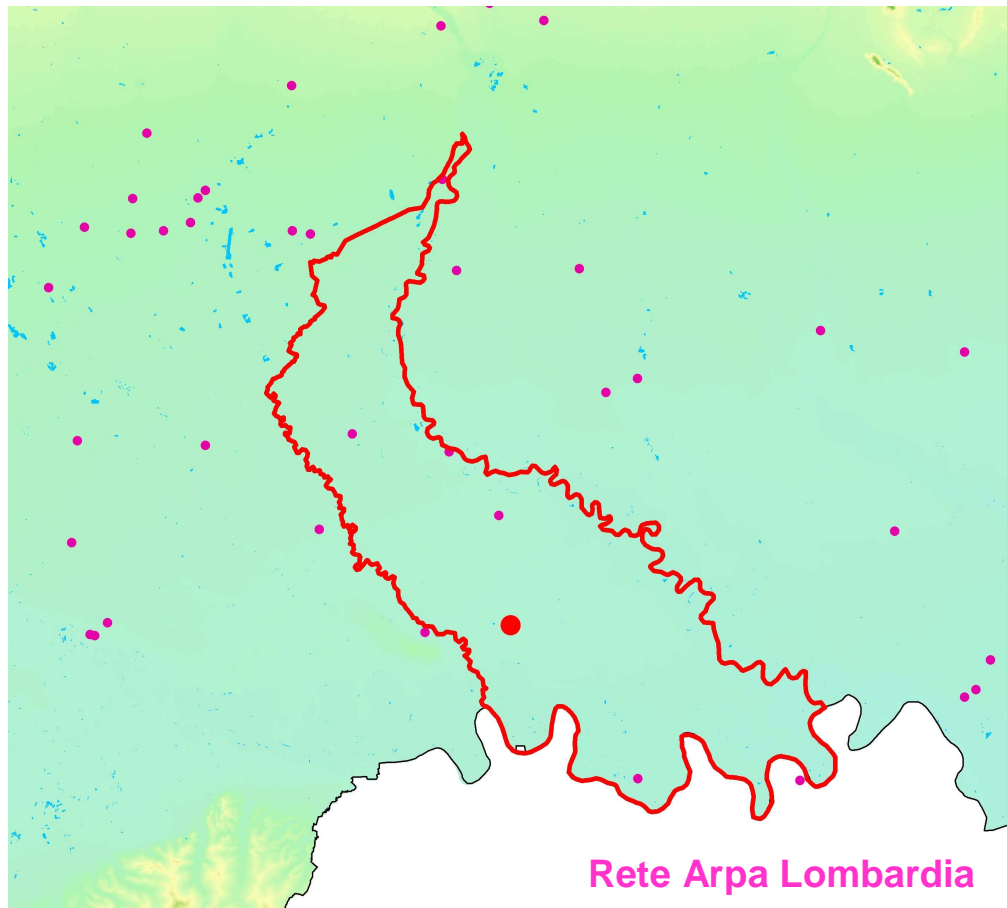


Lo strumento PREGI: real time forecasting cascade system





Input: dati meteo (temperature e precipitazioni)



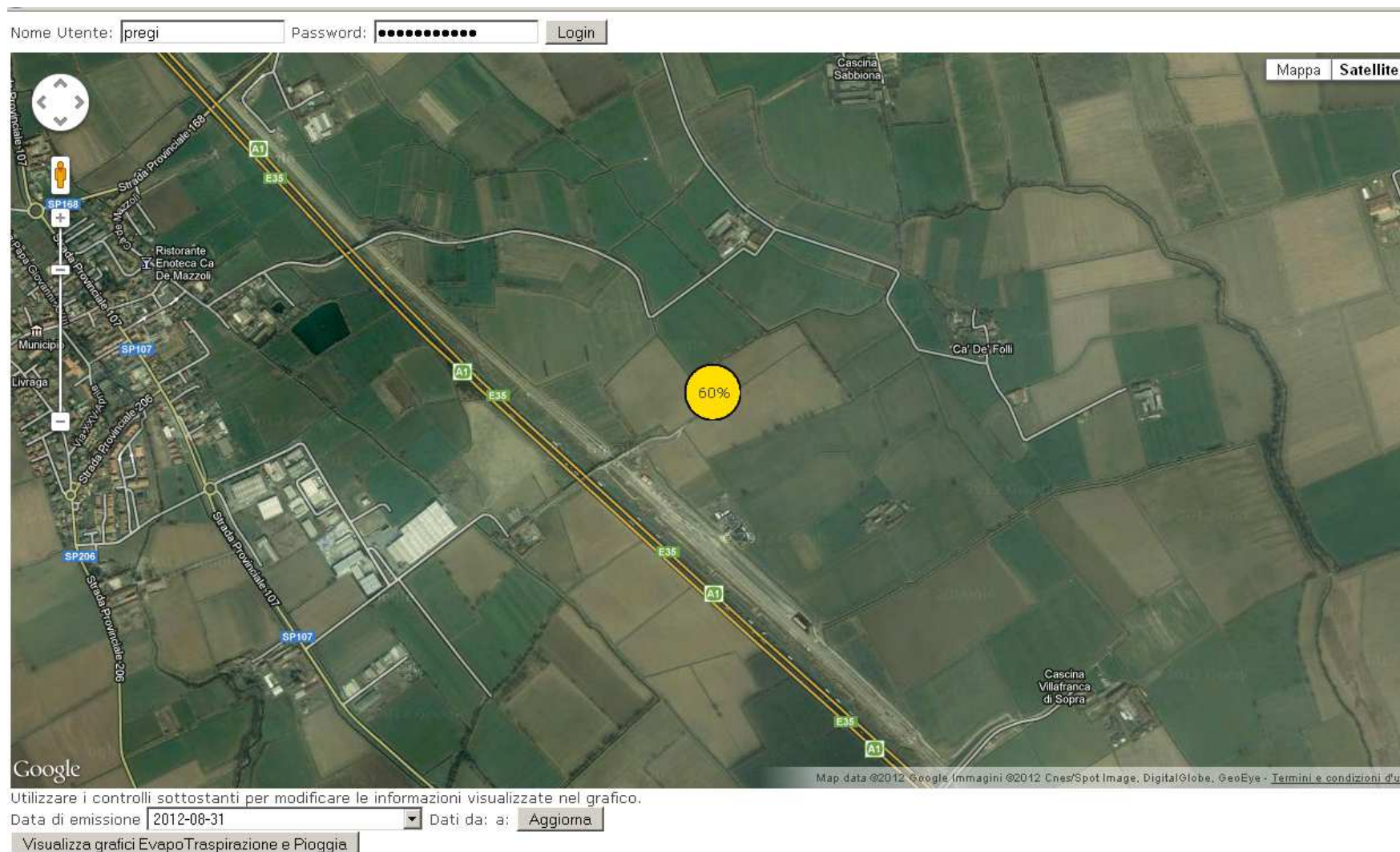
● Rete Arpa Lombardia

▲ Rete Meteonetwork – meteo.it



Previsione di umidità del suolo: **il prototipo Pregi in tempo reale**

131.175.61.110/pregi/home





Previsione di umidità del suolo: il prototipo Pregi in tempo reale

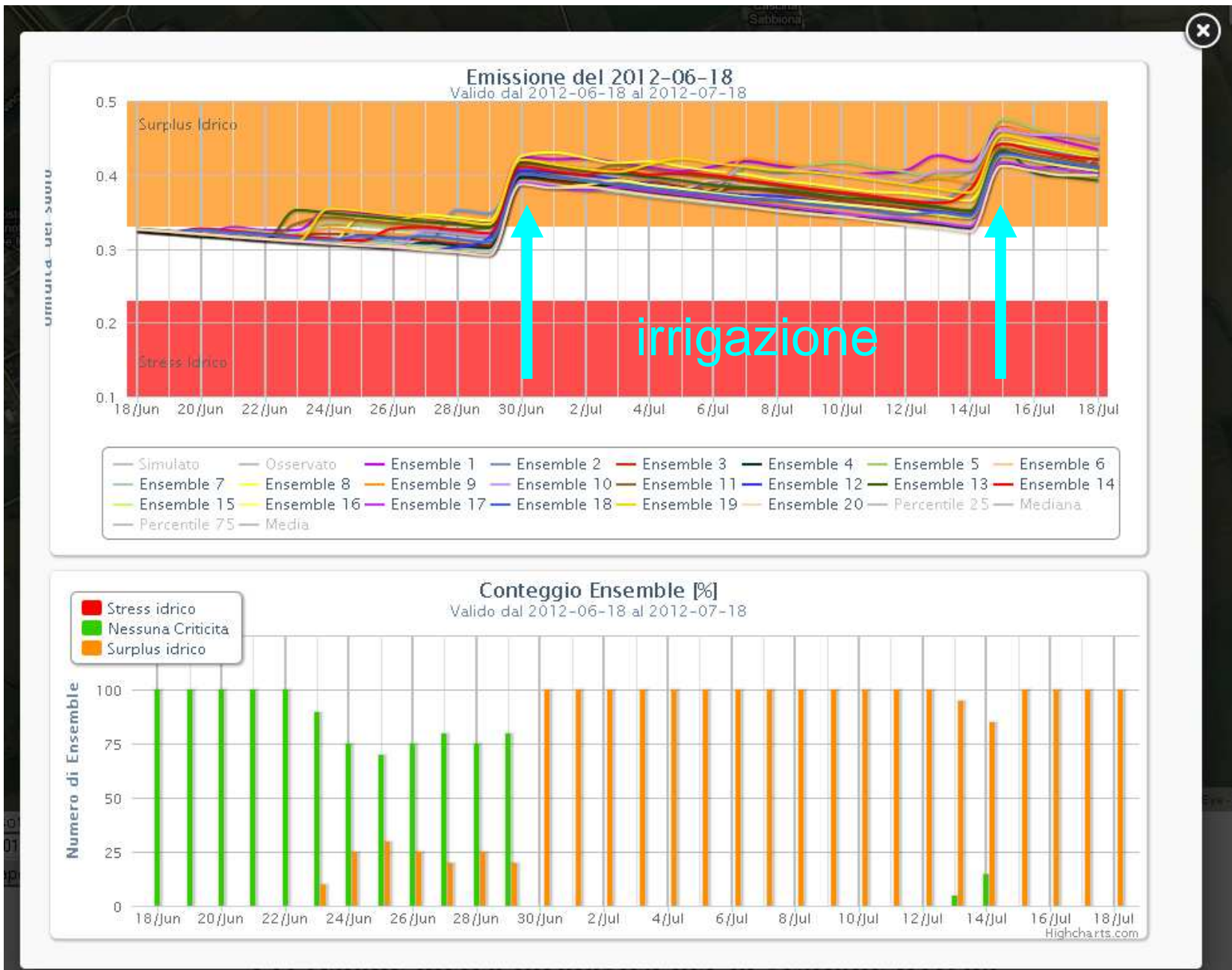


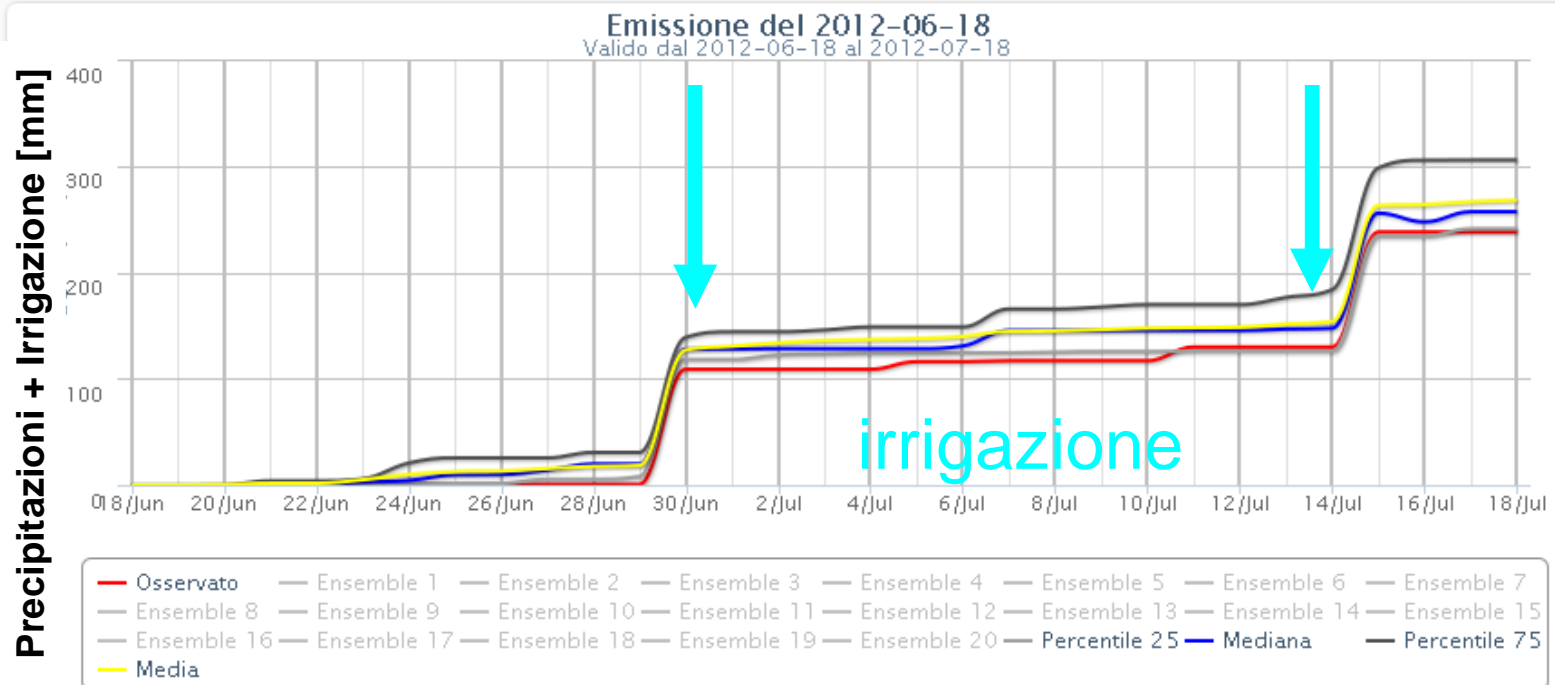
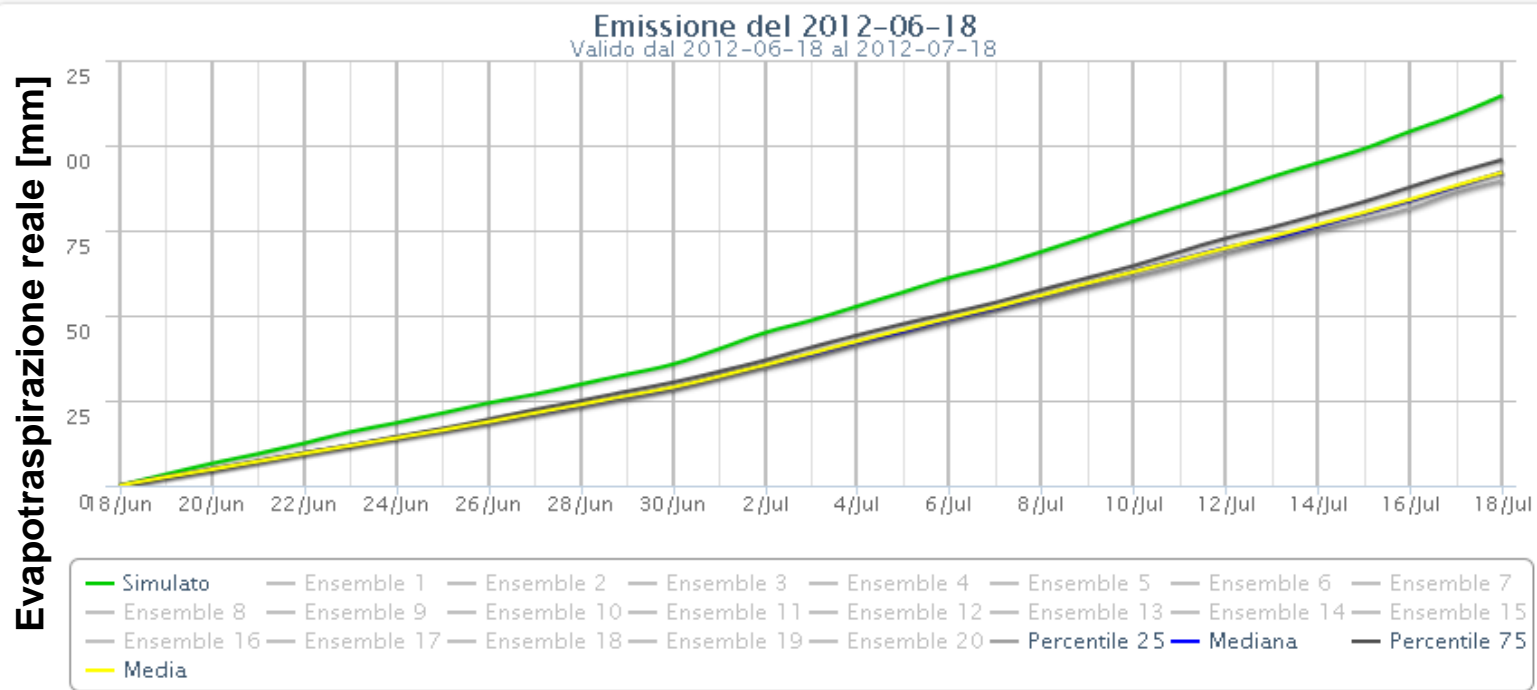
Previsione del contenuto di umidità del suolo

Probabilità di superamento delle soglie di **stress idrico** e **surplus idrico**



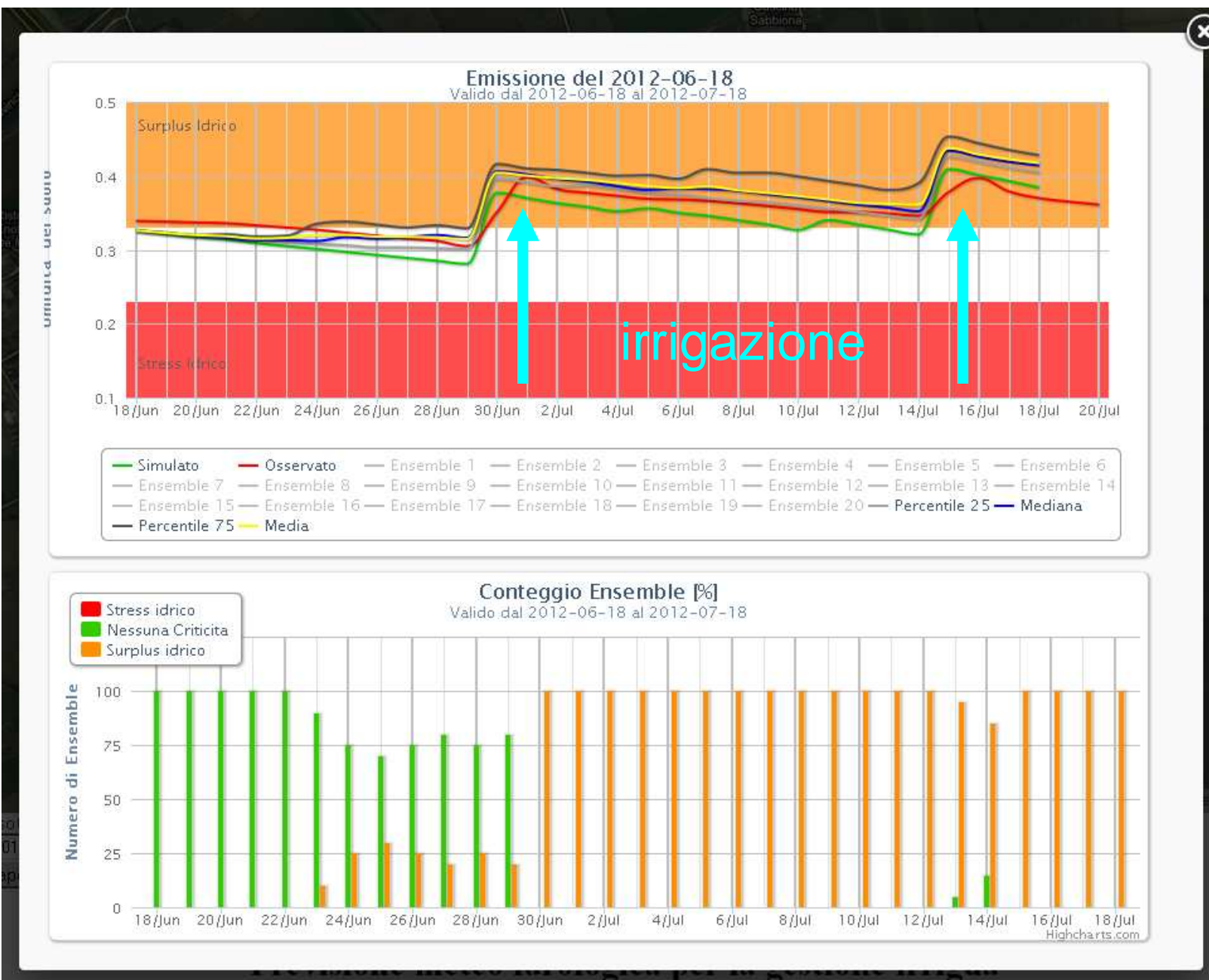
Previsione di umidità del suolo: il prototipo Pregi in tempo reale







Previsione di umidità del suolo: il prototipo Pregi in re-analisi





Grazie per l'attenzione

