

**CIVIL PROTECTION
DISASTER RISK REDUCTION
BIODIVERSITY**

La catena operativa FloodProofs per la previsione delle piene sui fiumi della regione Marche

S. Gabellani, F. Silvestro, R. Rudari, F. Delogu, N. Rebora, L. Ferraris

simone.gabellani@cimafoundation.org

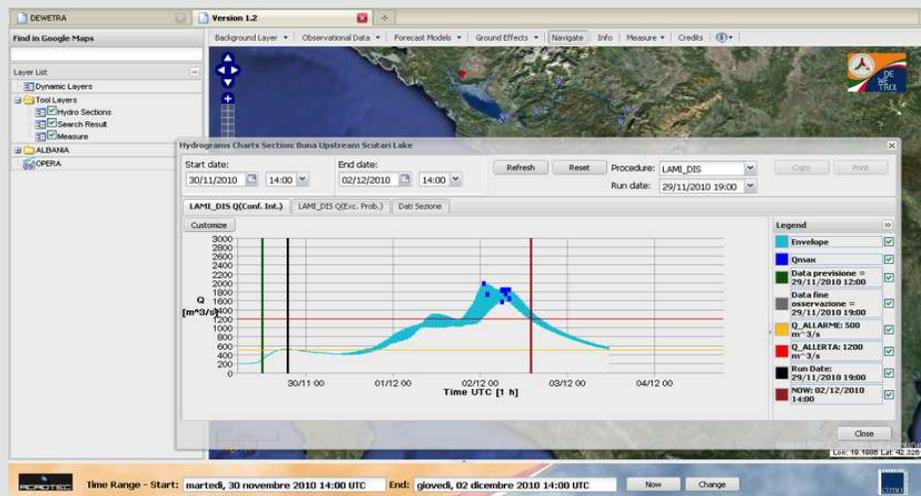


FONDAZIONE CIMA
CIMA RESEARCH FOUNDATION

CENTRO INTERNAZIONALE IN MONITORAGGIO AMBIENTALE
INTERNATIONAL CENTRE ON ENVIRONMENTAL MONITORING

Flood-PROOFS: Flood - PRObabilistic Operational Forecasting System

Usata operativamente presso i CF di Valle d'Aosta e Liguria, su diversi bacini in Albania, Bolivia, Libano come strumento di supporto alle decisioni per l'emanazione di allerte in caso di eventi idrometeorologici.



HYDROLOGICAL PROCESSES
Hydrol. Process. (2013)
Published online in Wiley Online Library
(wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/hyp.9888

Validation of the Flood-PROOFS probabilistic forecasting system

P. Laiolo,^{1*} S. Gabellani,¹ N. Reborà,¹ R. Rudari,¹ L. Ferraris,^{1,2} S. Ratto,³ H. Stevenin³ and M. Cauduro^{1,3}

¹ CIMA Research Foundation, Savona, Italy

² DIBRS, University of Genoa, Genoa, Italy

³ Regione Autonoma Valle d'Aosta, Assessorato opere pubbliche, difesa del suolo ed edilizia residenziale pubblica Dipartimento difesa del suolo e risorse idriche, Centro funzionale regionale, Aosta, Italy

32

JOURNAL OF HYDROMETEOROLOGY

VOLUME 12

Quantitative Flood Forecasting on Small- and Medium-Sized Basins: A Probabilistic Approach for Operational Purposes

FRANCESCO SILVESTRO AND NICOLA REBORÀ
CIMA Research Foundation, Savona, Italy

LUCA FERRARIS

CIMA Research Foundation, Savona, and DIST, University of Genoa, Genoa, Italy

(Manuscript received 5 November 2010, in final form 22 June 2011)

Silvestro et al. 2011; Laiolo et al. 2013

Catena di previsione Idrometeorologica

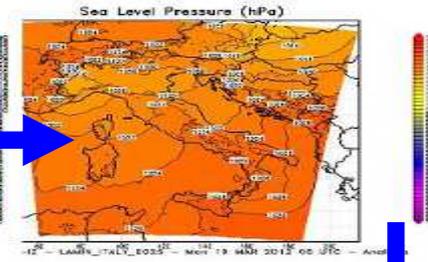
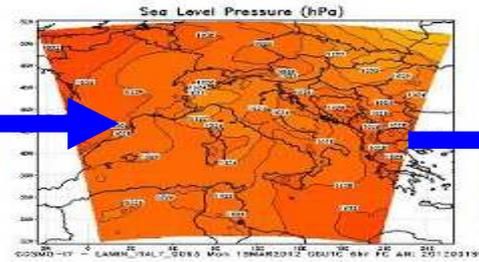
Modello Meteorologico Globale

ECMWF-IFS

COSMO-I7

COSMO-I2

Modello Meteorologico Area Limitata

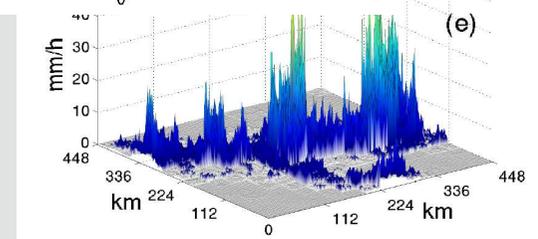
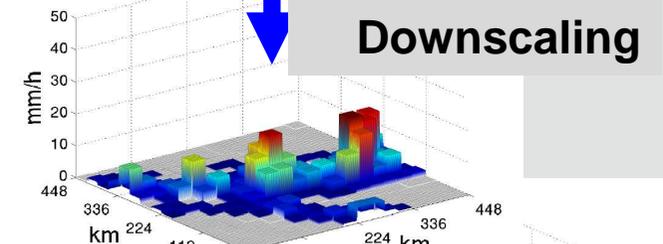


Data Assimilation

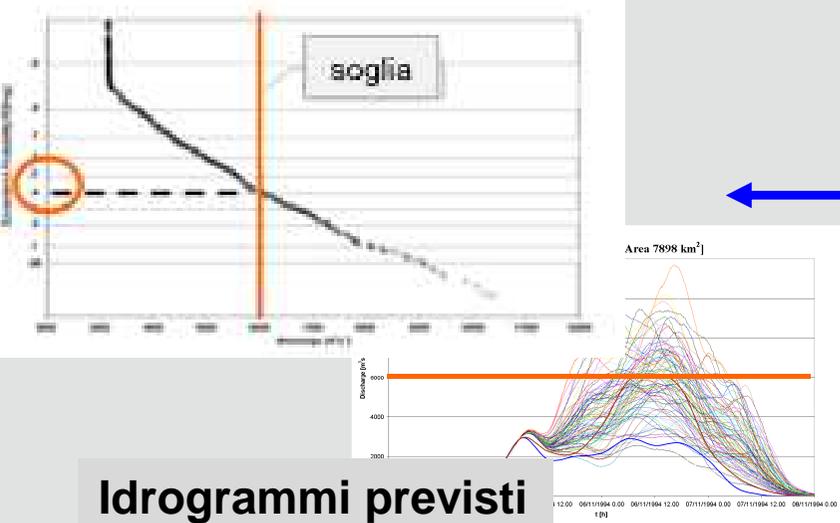
Osservazioni



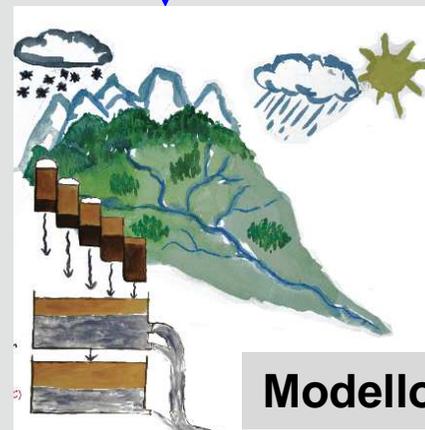
Downscaling



Probabilità di superamento



Idrogrammi previsti



Modello idrologico

Flood Forecasting: Corsa sull'osservato

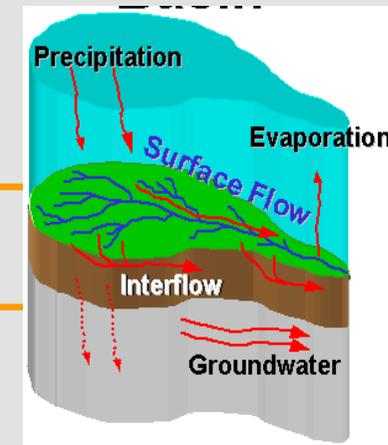
Variabili di input osservate



NOW

tempo

Modello idrologico



Simulato

Misurato

Allerta

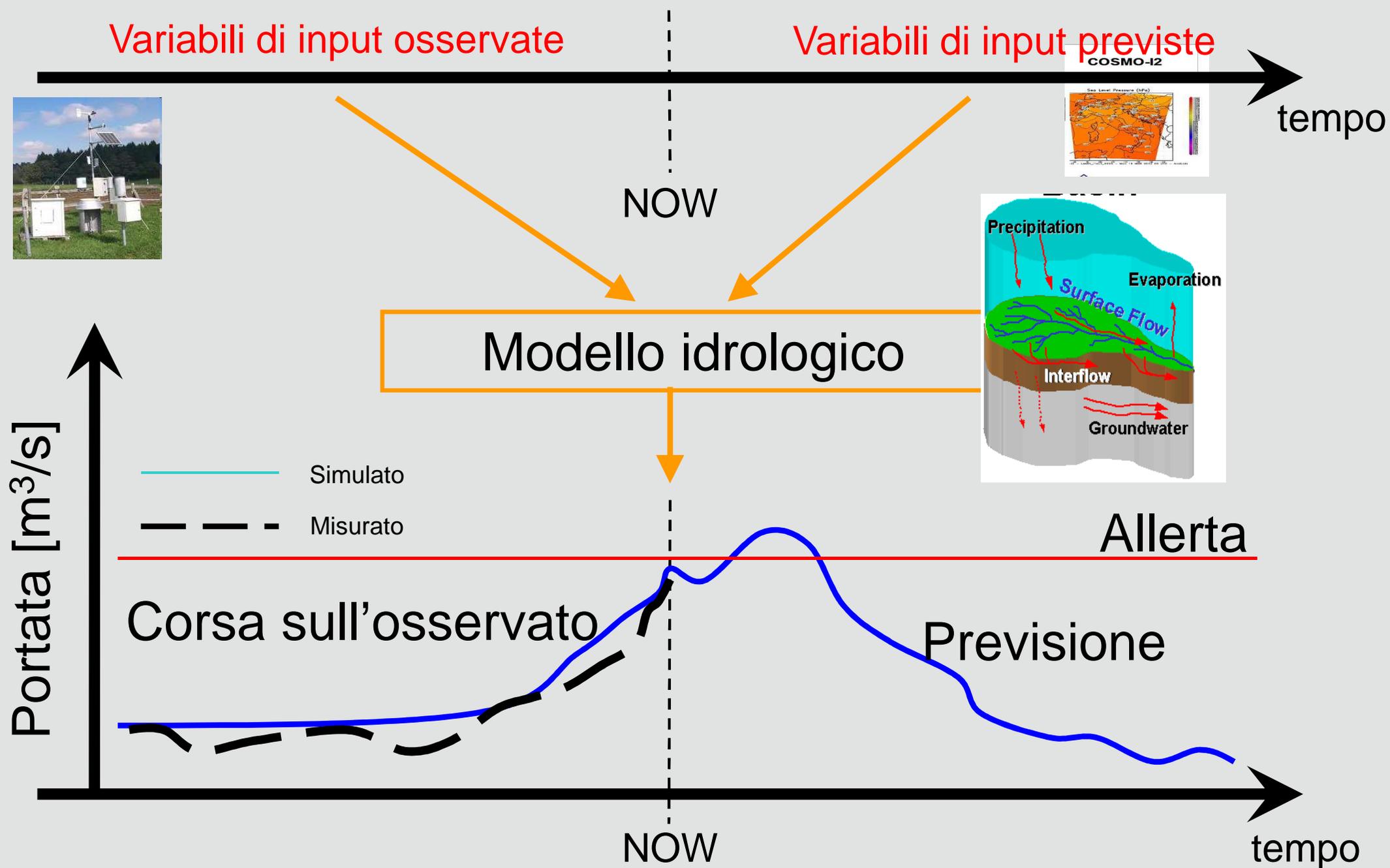
Corsa sull'osservato

Portata [m³/s]

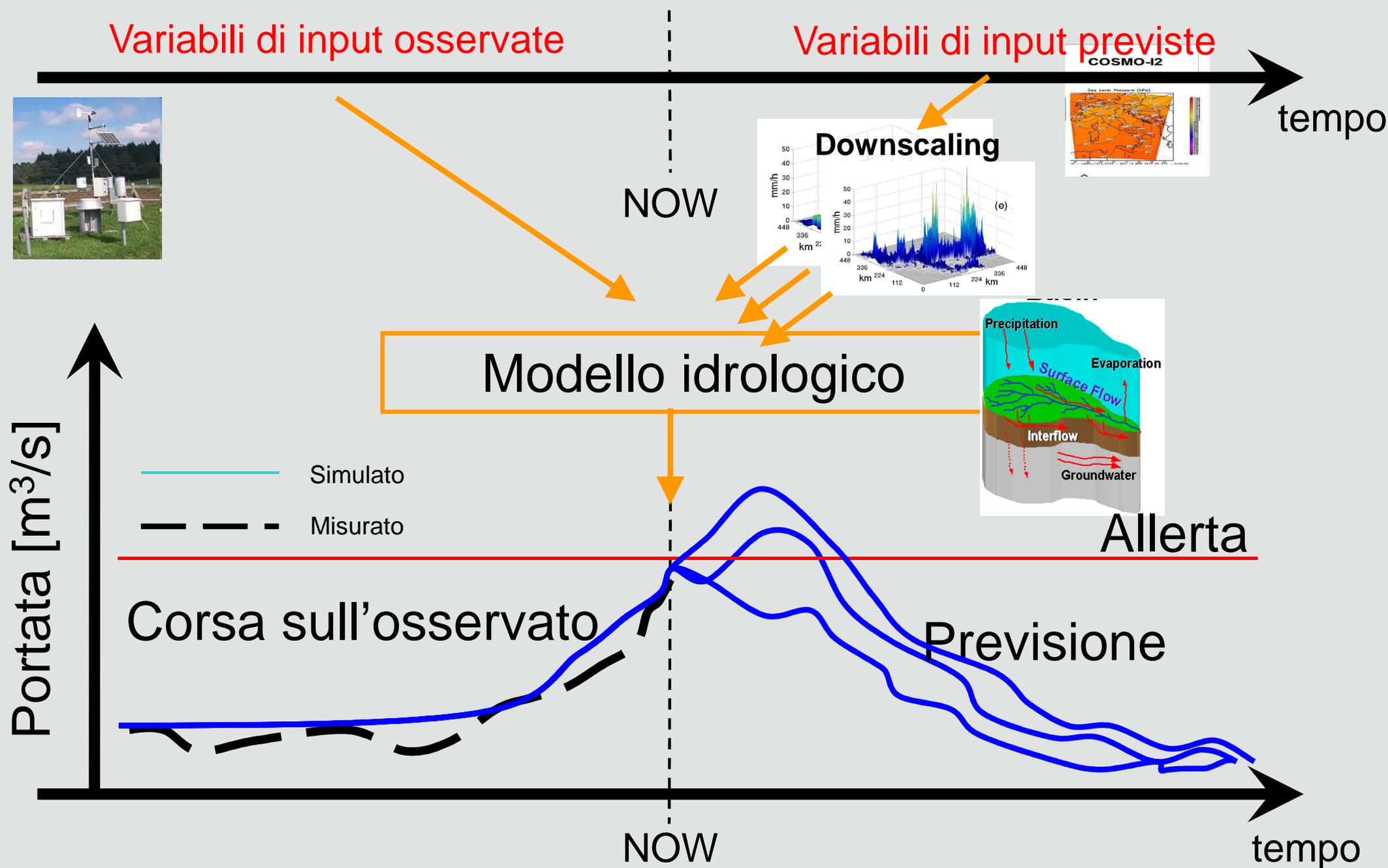
NOW

tempo

Flood Forecasting: Corsa in previsione



Flood Forecasting: Corsa in previsione probabilisti

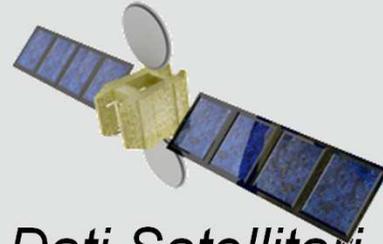


Gestori impianti

Protezione Civile



Manovre in tempo reale



*Dati Satellitari
(NASA -EUMETSAT- ASI)*

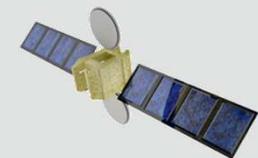
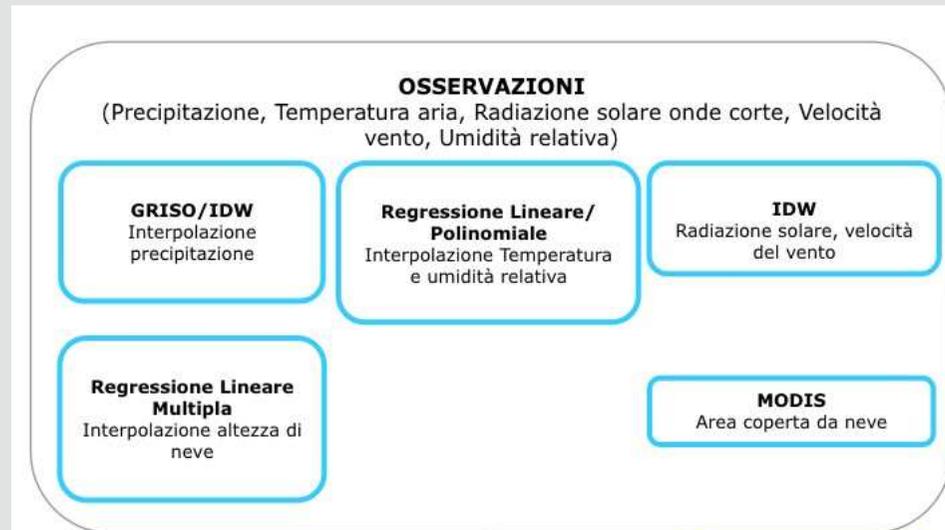


Dati osservati in tempo reale & modelli meteo

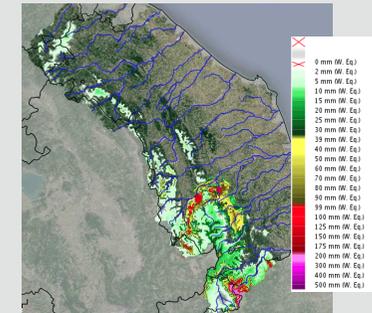
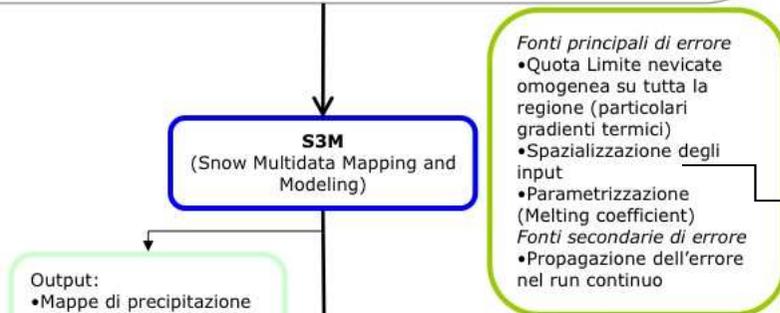


Flood-PROOFS: Corsa sulle Osservazioni

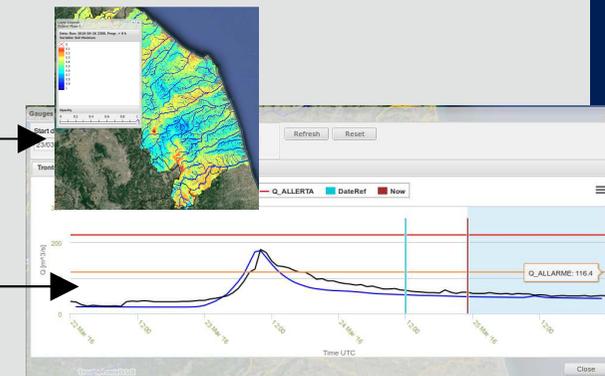
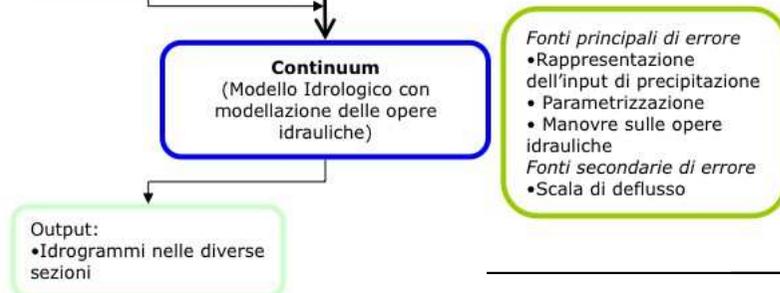
1 Osservazioni (algoritmi di interpolazione)



2 Dinamica Manto Nevoso

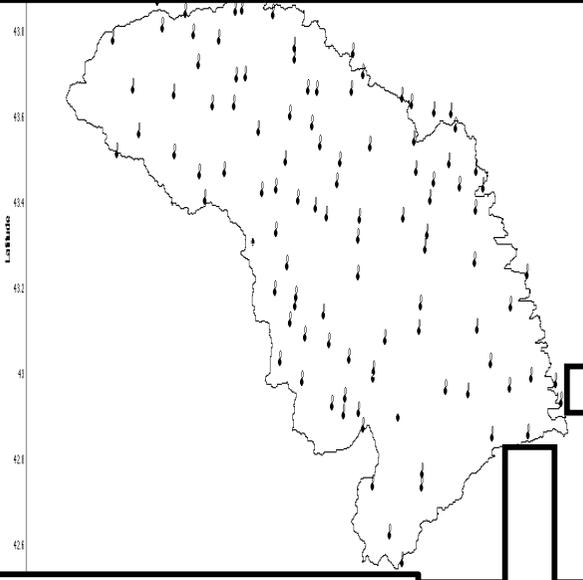


3 Continuum Modello Idrologico

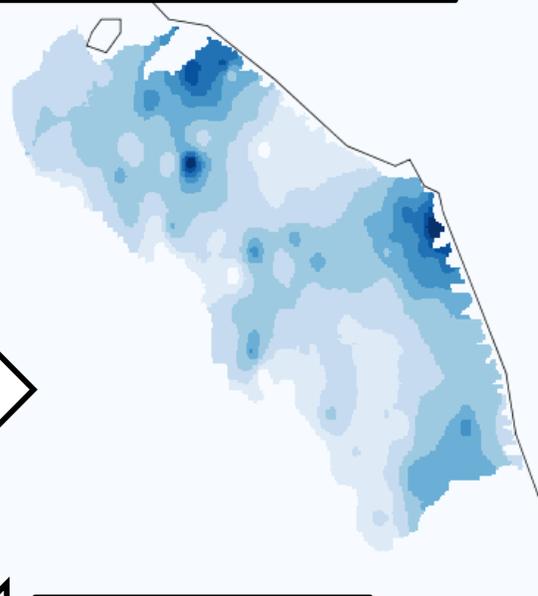


1. Osservazioni meteo

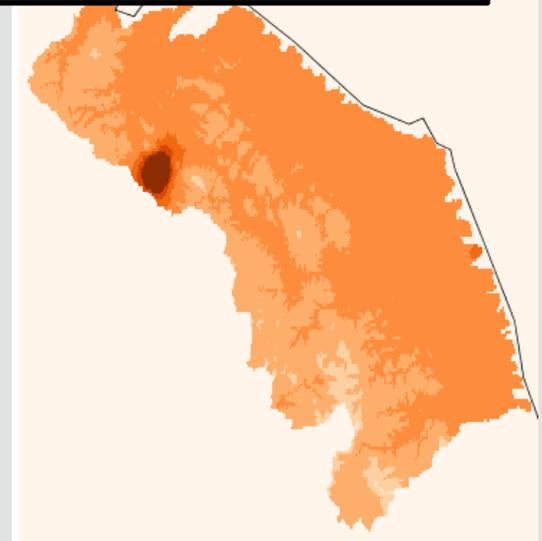
Meteo. Stations



Rainfall



Temperature



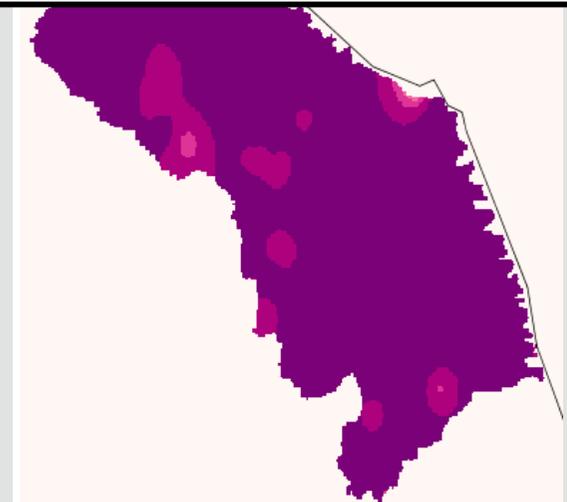
SW Rad.



Wind

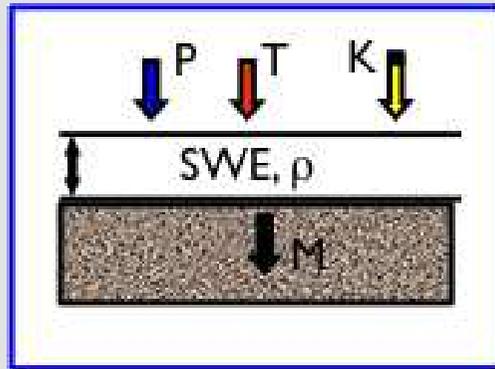


Relative Humidity



2. Dinamica Manto nevoso

Modello dinamica manto nevoso



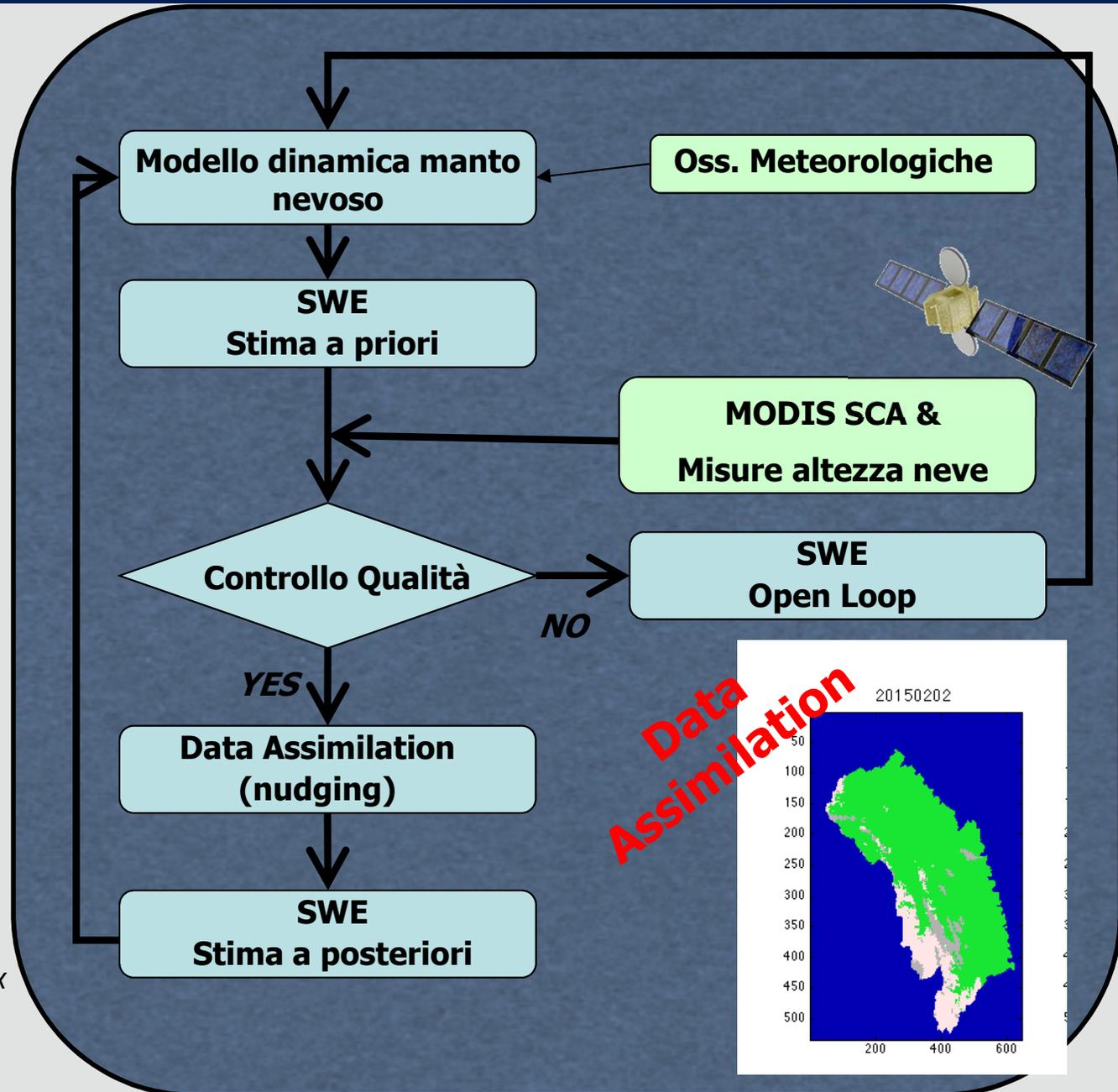
S3M: Snow Multidata Mapping and Modeling (Boni et al 2010)

$$\frac{\Delta SWE}{\Delta t} = S_f + M$$

$$M = \frac{K + L}{\rho_w \lambda_f} + m_{rT_a}$$

$$\rho_s(t + \Delta t) = [\rho_s(t) - \rho_{sMax}] e^{(-\alpha \Delta t / \tau)} + \rho_{sMax}$$

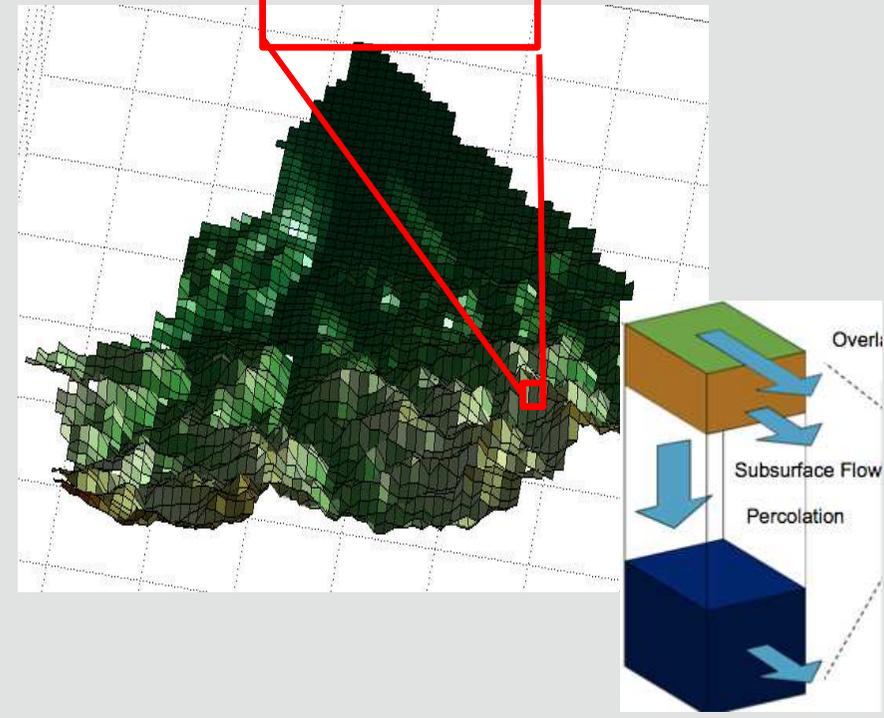
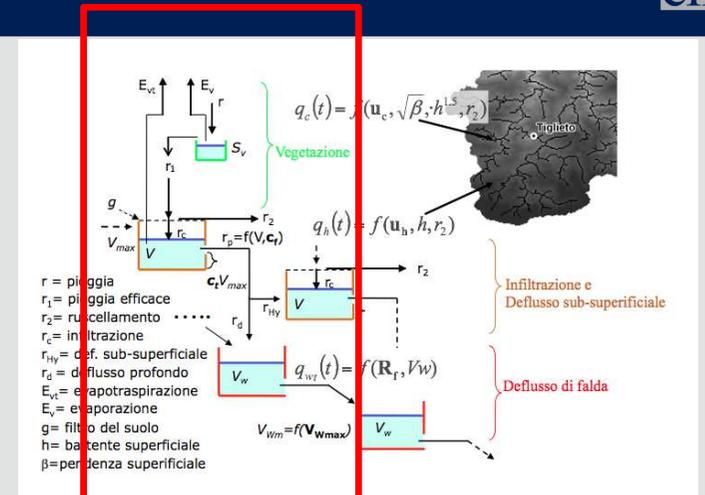
$$\rho_{s0} = 67.9 + 51.3 e^{(T/2.6)} \text{ fresh snow}$$



3. Modello idrologico Continuum

Caratteristiche principali:

- Descrizione completa del ciclo idrologico a scala di bacino
- Risolve Bilancio Energetico e di Massa
- Distribuito
- Rappresentazione del bacino basata su DEM
- Evoluzione nello spazio e nel tempo di:
 - Portata
 - Evapotraspirazione
 - Ritenzione della vegetazione
 - Temperatura del suolo
 - Umidità del suolo
 - Falda
- **Calibrazione utilizzando dati satellitari** (e.g. temperatura sup. suolo o umidità del suolo)



Hydrology and Earth System Sciences

Hydrology and Earth System Sciences

Exploiting remote sensing land surface temperature in distributed hydrological modelling: the example of the Continuum model

F. Silvestro¹, S. Gabellani¹, F. Delogu¹, R. Rudari¹, and G. Boni^{1,2}

¹CIMA research foundation, Savona, Italy
²DIBRIS, University of Genova, Genova, Italy

Correspondence to: F. Silvestro (francesco.silvestro@cimafoundation.org)

Received: 24 May 2012 – Published in Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.: 14 June 2012
Revised: 12 December 2012 – Accepted: 20 December 2012 – Published: 11 January 2013

Silvestro et al., 2013

<http://continuum.cimafoundation.org>

3. Modello idrologico Continuum

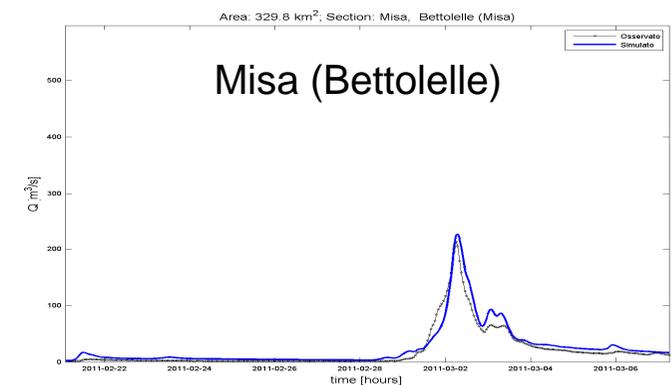
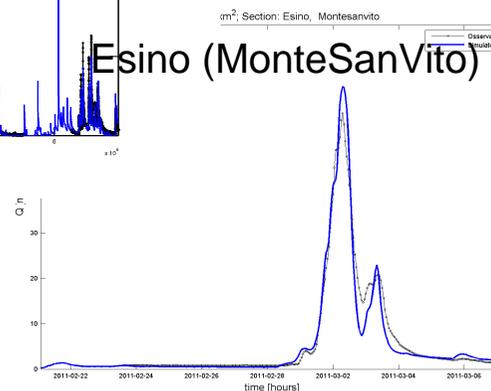
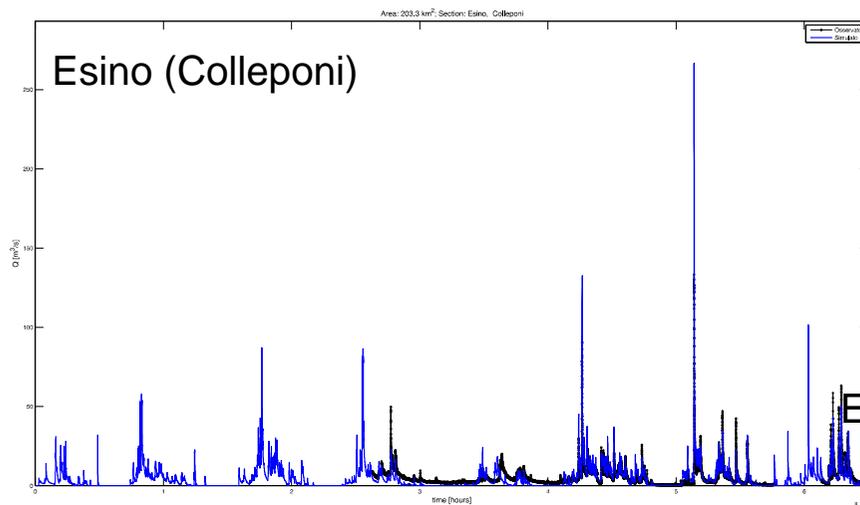
Il periodo di **calibrazione**: 1/06/2013-
01/06/2014

Periodo di **validazione** (5 anni e
mezzo):

01/01/2008-31/05/2013 01/06/2014-
30/05/2015

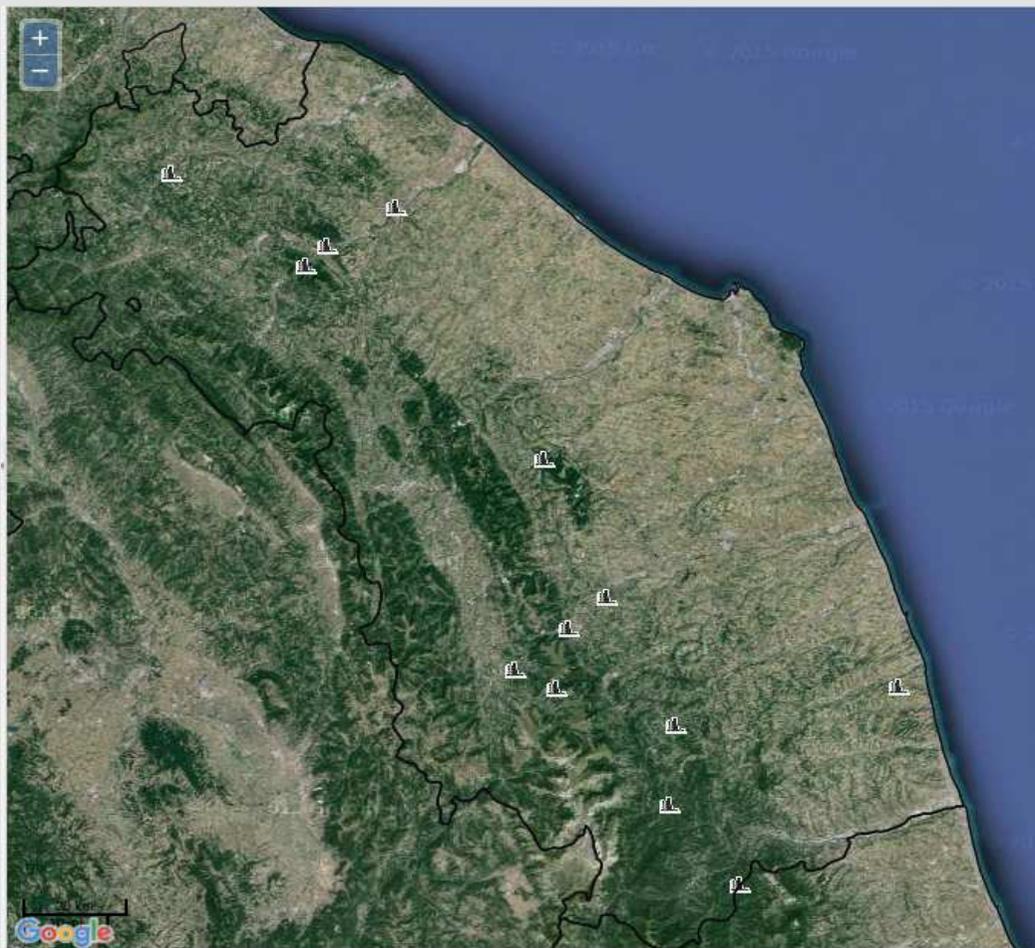
Bacino	Sezione	Codice Idrometro	u_c	u_h	c_t	c_r	V_{wmax}	R_f
Foglia	Montecchio	2821	62	0.00047	0.5	0.02	500	1
Foglia	Foglia 3	1126	62	0.00047	0.5	0.02	500	1
Metauro	Acqualagna	1185	62	0.00047	0.45	0.05	500	1
Metauro	Metauro	1074	62	0.00047	0.5	0.03	500	1
Cesano	Foce	1287	75	0.00047	0.4	0.03	500	1
Misa	Serra dei Conti	1008	87	0.00075	0.53	0.025	500	1
Misa	Bettolelle	1112	62	0.00075	0.53	0.015	500	1
Nevola	Corinaldo	1283	62	0.00047	0.53	0.025	500	1
Esino	Monte San Vito	1291	62	0.00075	0.67	0.012	500	1
Esino	Colleponi	1420	26.4	0.00011	0.4	0.03	500	1
Esino	Camponcecchio	1016	62	0.00075	0.45	0.03	500	1
Esino	Moie	1424	62	0.00075	0.5	0.025	500	1
Aspio	Aspio	1240	62	0.00119	0.65	0.02	500	1
Aspio	Aspio2	1244	87	0.00111	0.65	0.02	500	1
Musone	Musone	1024	62	0.00047	0.5	0.025	500	1
Potenza	Potenza 1	1032	37	0.00011	0.3	0.03	500	1
Potenza	Porto Recanati	1385	62	0.00011	0.3	0.03	500	1
Chienti	Fiastra	1040	50	0.00019	0.55	0.018	500	1
Tenna	Porto S.Elpidio	1612	87	0.00019	0.4	0.01	500	1
Tronto	Ponte d'Ari	1537	25	0.00011	0.35	0.02	500	1
Tronto	Brecciarolo	1108	50	0.00011	0.35	0.02	500	1
Tronto	Briglia Volpi	2937	37	0.00019	0.35	0.02	500	1

Tabella 1: Sezioni calibrate sul territorio della regione Marche. Per ogni sezione è riportato il valore dei parametri calibrati.



3. Modello idrologico Continuum

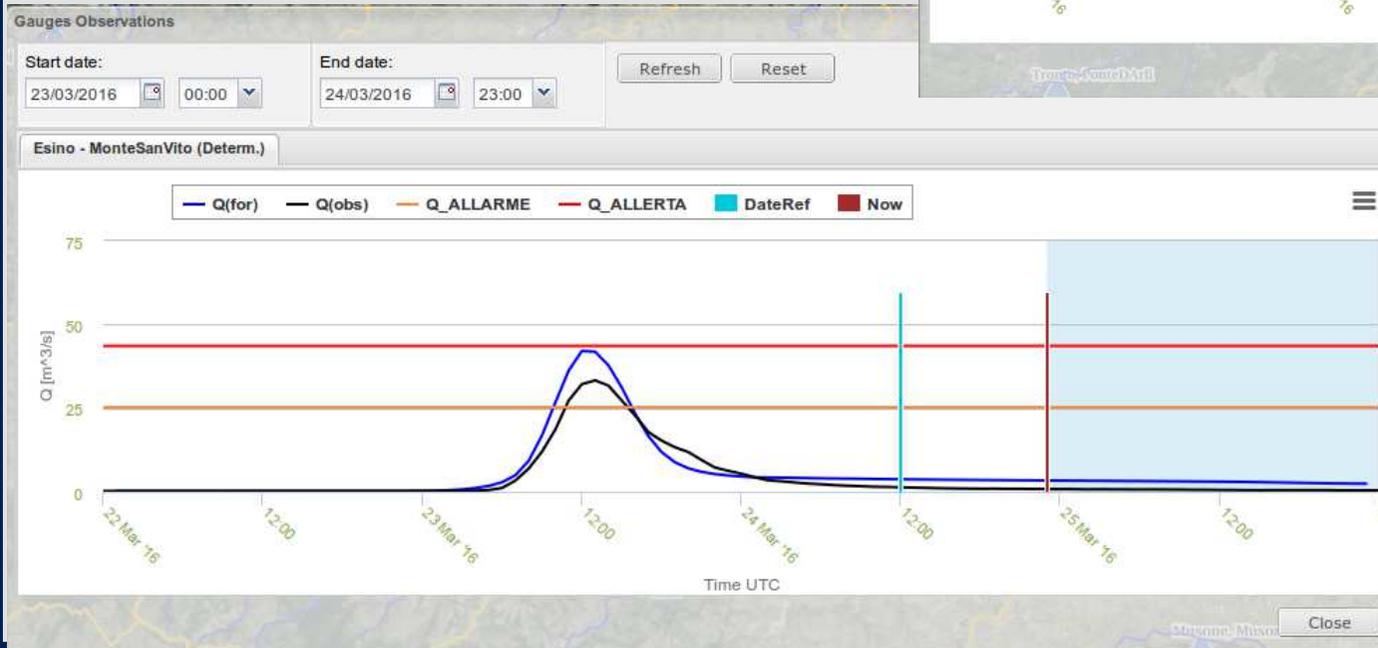
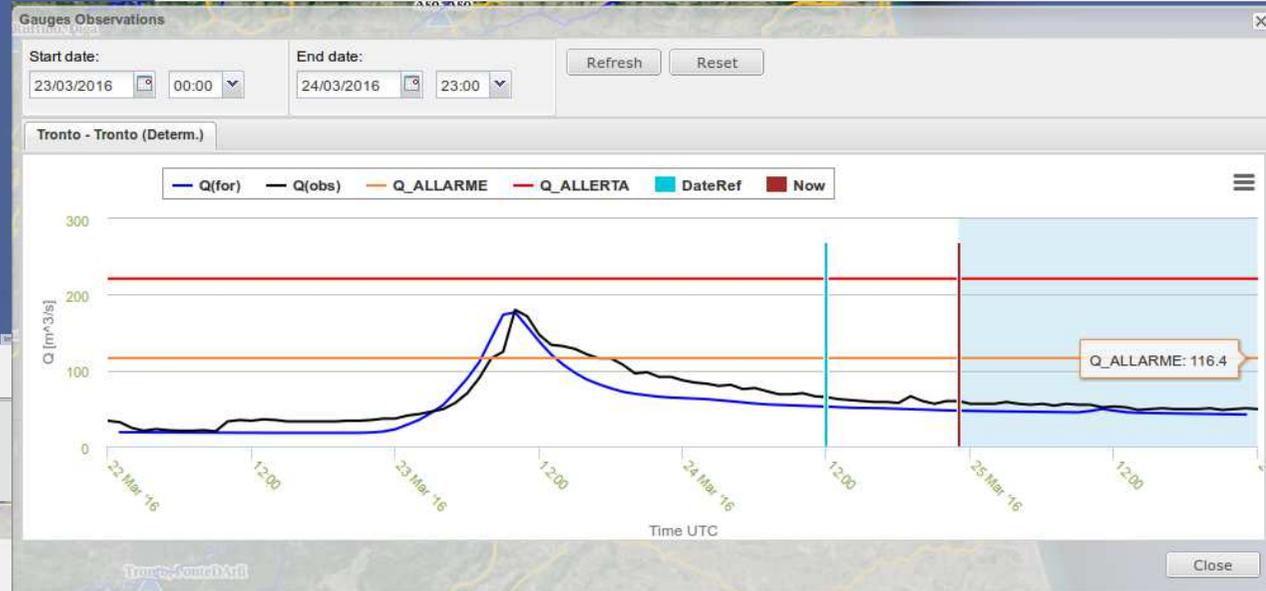
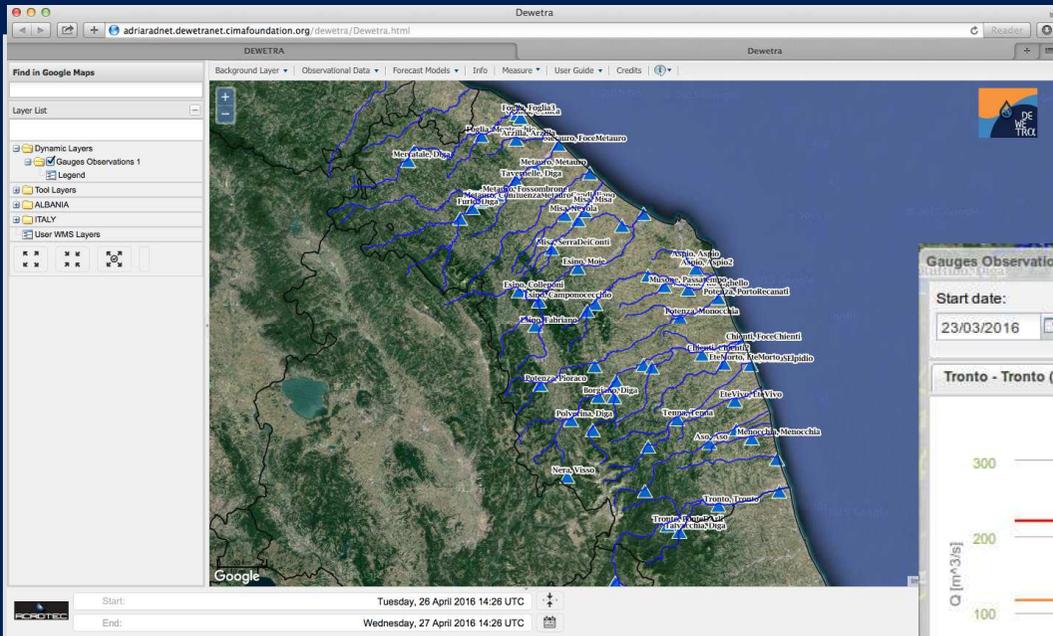
Infrastrutture idrauliche



Invaso	Gestore	Corso d'acqua	Comune	Superficie bacino (km ²)	volume totale di invaso L.584/94 Mil m ³
Furlo	ENEL Produzione	Candigliano (bacino idrografico del Metauro)	Fermignano (località Furlo)	415	1.68
San Lazzaro	ENEL Produzione	Metauro	Fossombrone (Ponte di Diocleziano)	1040	1.05
Tavernelle	ENEL Produzione	Metauro	Serrungarina (località Tavernelle di Serrungarina)	1246	1.88
Mercatale	Consorzio Bonifica delle Marche	Foglia	Sassocorvaro (località Mercatale)	227	5.92
Castreccioni	Consorzio Bonifica delle Marche	Musone	Cingoli (località Castreccioni)	90	42
Fiastrone	ENEL Produzione	Fiastrone (bacino idrografico del F.Chienti)	Fiastra (località Fiastra)	81	20.4
Polverina	ENEL Produzione	Chienti	Camerino (località Polverina)	296	5.8
Borgiano	ENEL Produzione	Chienti	Serrapetrona – Caldarola (località Caccamo)	400	5.05
Le Grazie	Azienda Specializzata Settore Multiservizi A.S.S.M.	Chienti	Tolentino (località Le Grazie)	614	1.77
Comunanza	Consorzio Bonifica delle Marche	Aso	Comunanza – Montefortino (località Gerosa)	61	13.65
San Ruffino	Consorzio Bonifica delle Marche	Tenna	Amandola e Monte San Martino (località San Ruffino)	140	2.58
Talvacchia	ENEL Produzione	Castellano (bacino idrografico del Tronto)	Ascoli Piceno (località Talvacchia)	109.3	13.55
Scandarello	ENEL Produzione	Tronto	Arquata di Tronto	48	12.50
Rio Canale	Consorzio Bonifica delle Marche	Rio Canale	Campofilone e Massignano (località Rio Canale)	4	1.17

Tabella 1: elenco delle dighe considerate nella modellazione

Flood-PROOFS: Corsa sulle Osservazioni

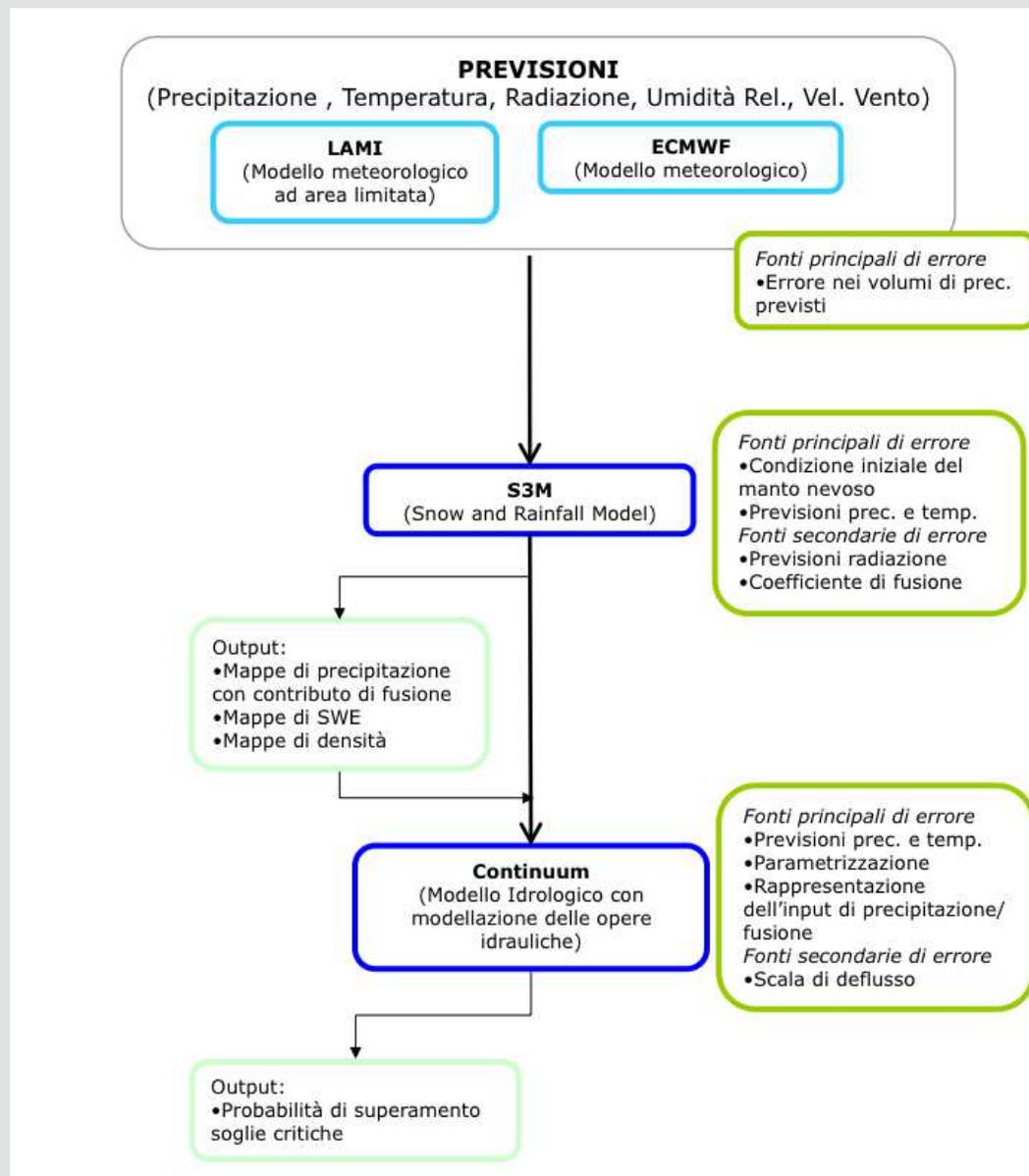


Flood-PROOFS: Corsa in previsione

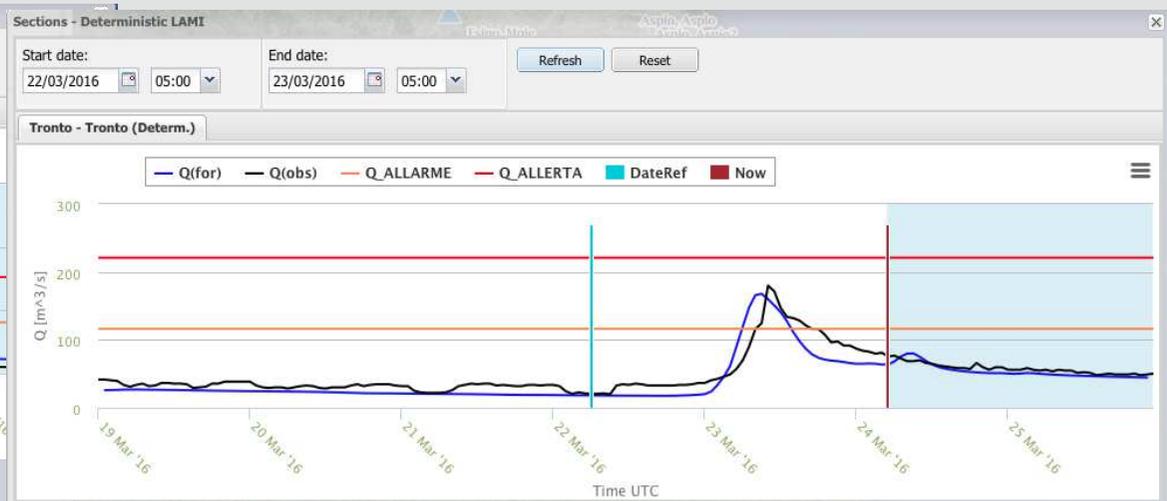
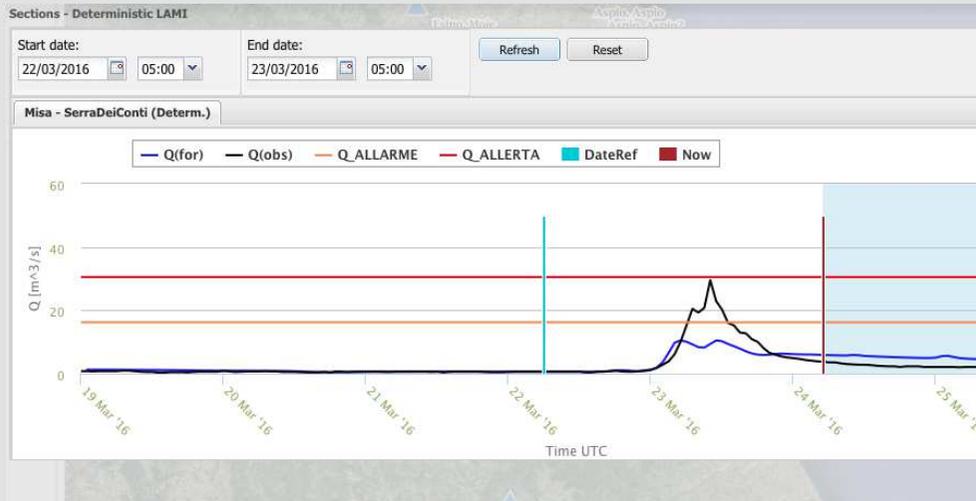
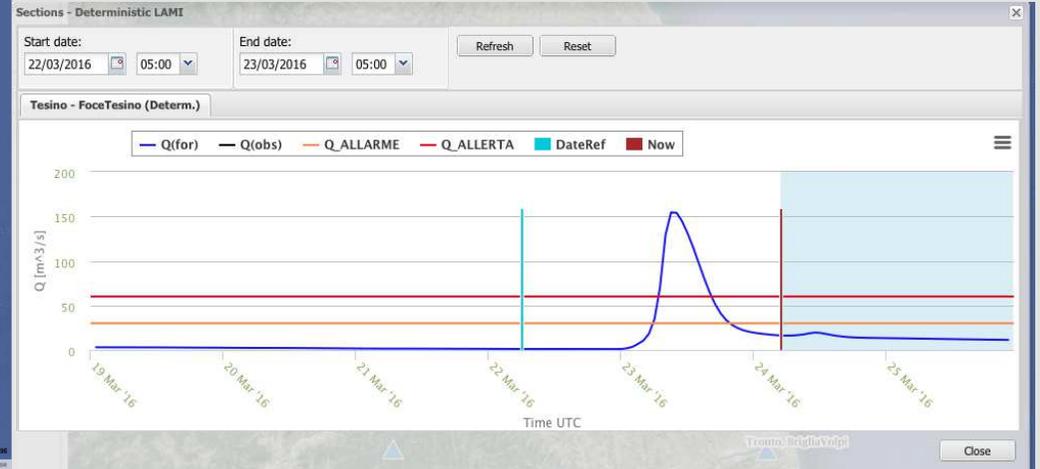
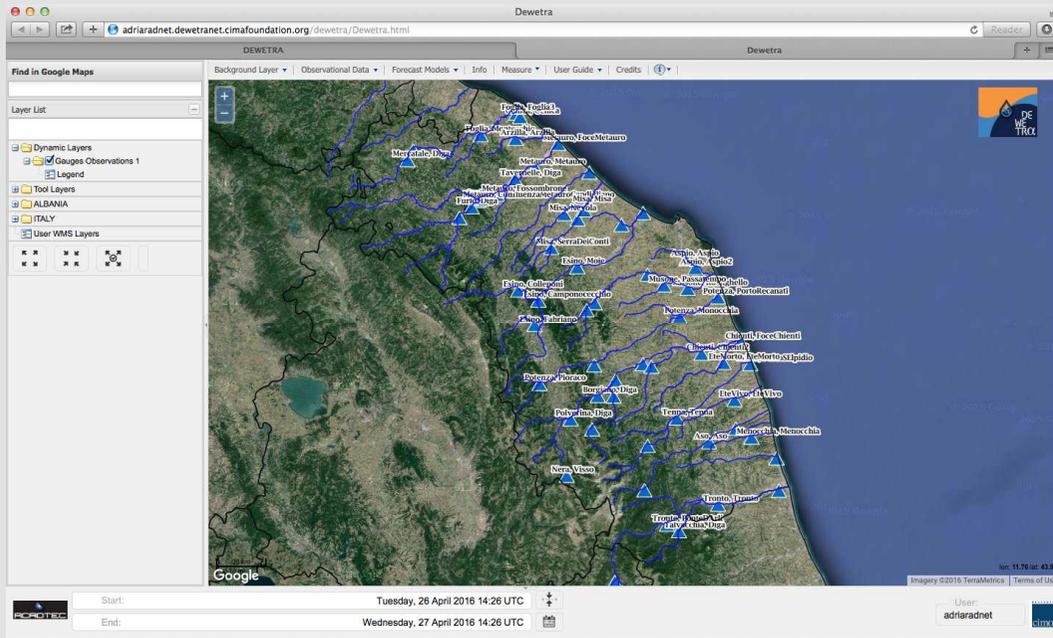
1 Previsioni Meteorologiche

2 Dinamica Manto Nevoso

3 Continuum Modello Idrologico



Flood-PROOFS: Corsa in previsione



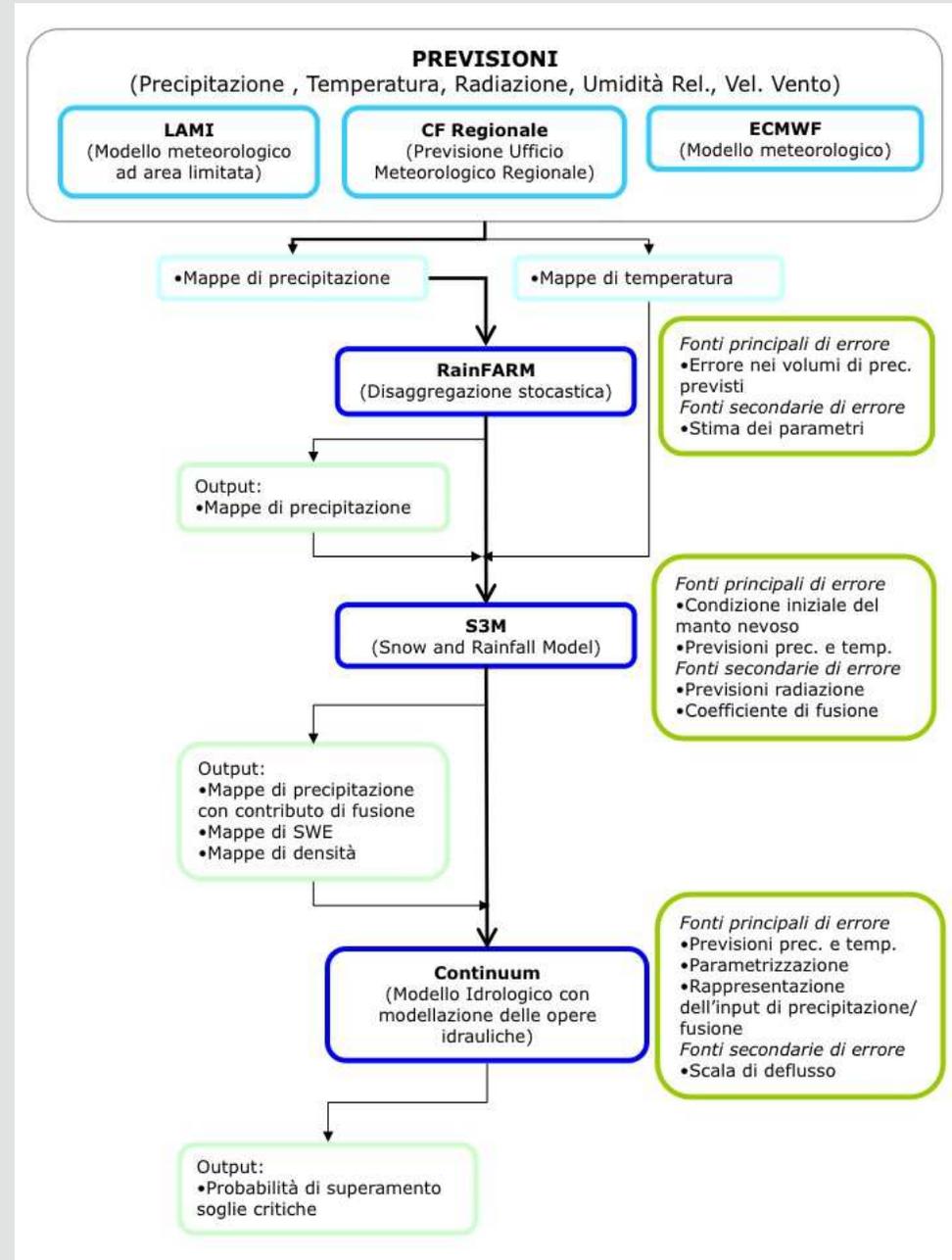
Flood-PROOFS: Corsa in previsione Probabilistica

1 Previsioni
Meteorologiche

2 Disaggregazione
stocastica

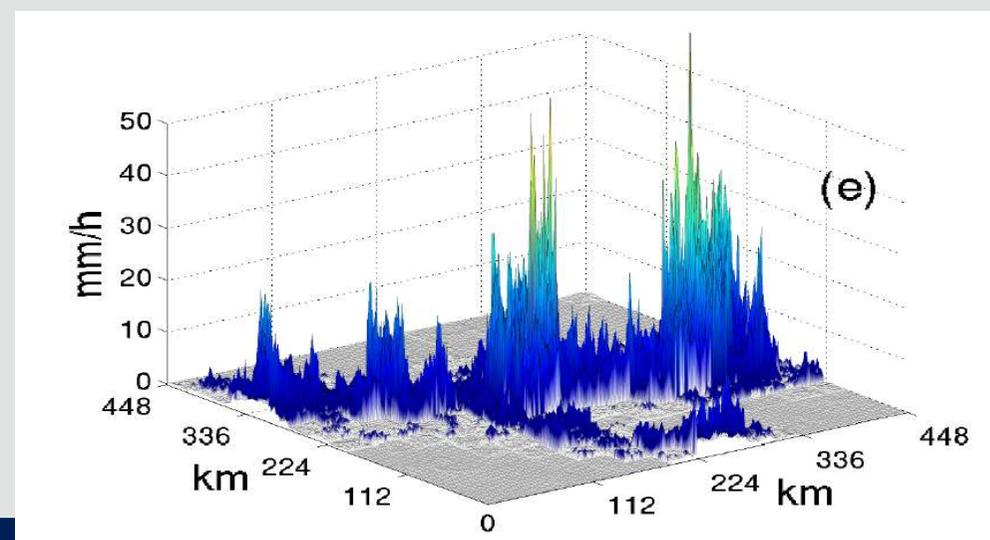
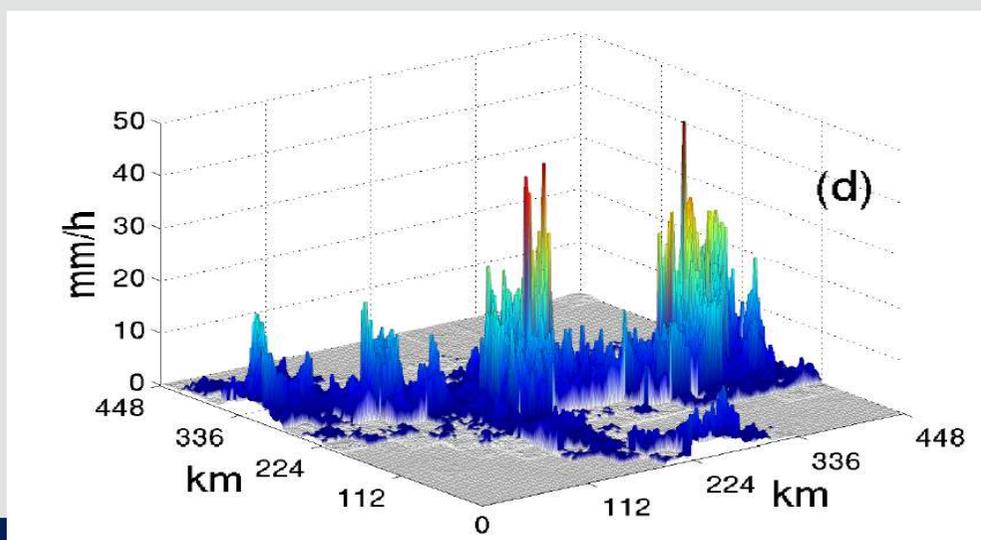
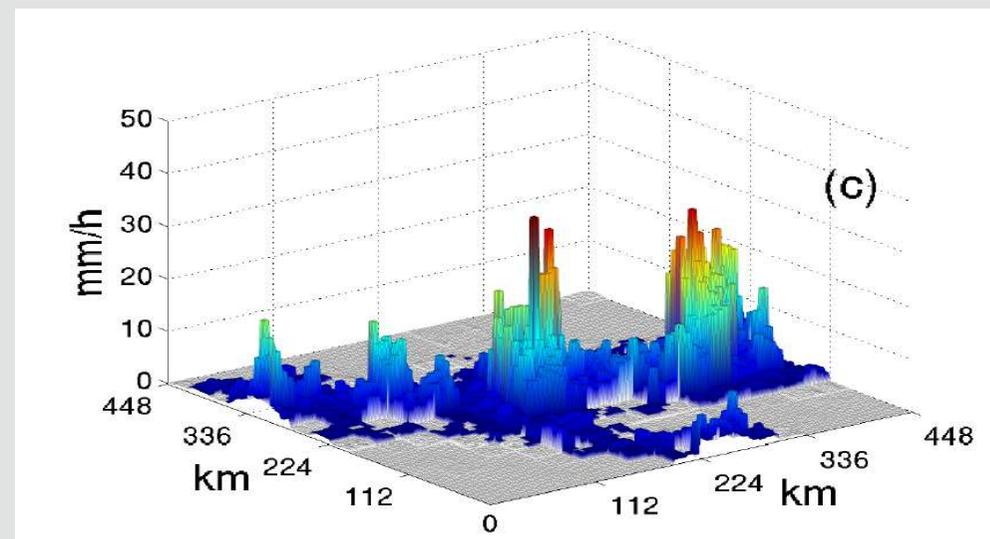
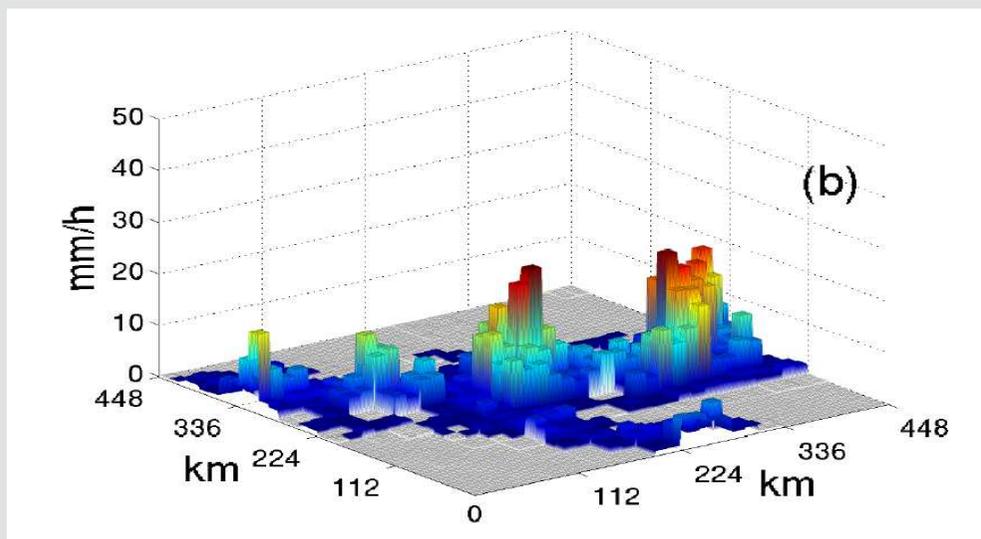
3 Dinamica Manto
Nevoso

4 Continuum
Modello Idrologico



RainFARM

Algoritmo stocastico di disaggregazione che genera un ensemble di campi di precipitazione ad alta risoluzione. Preserva il volume previsto; preserva le caratteristiche meteorologiche previste al di sopra delle scale affidabili spaziali e temporali.

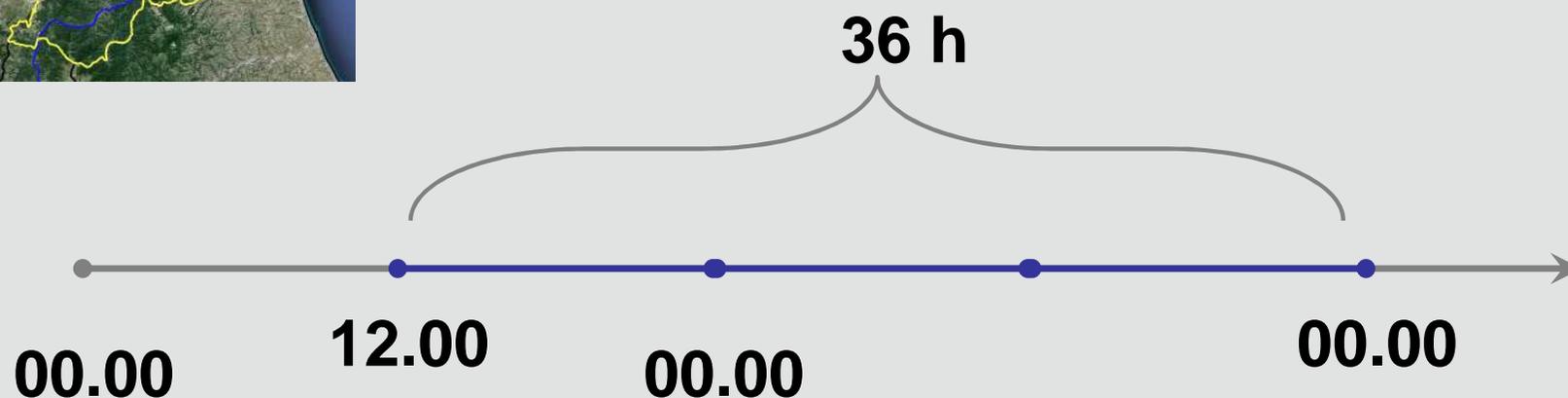




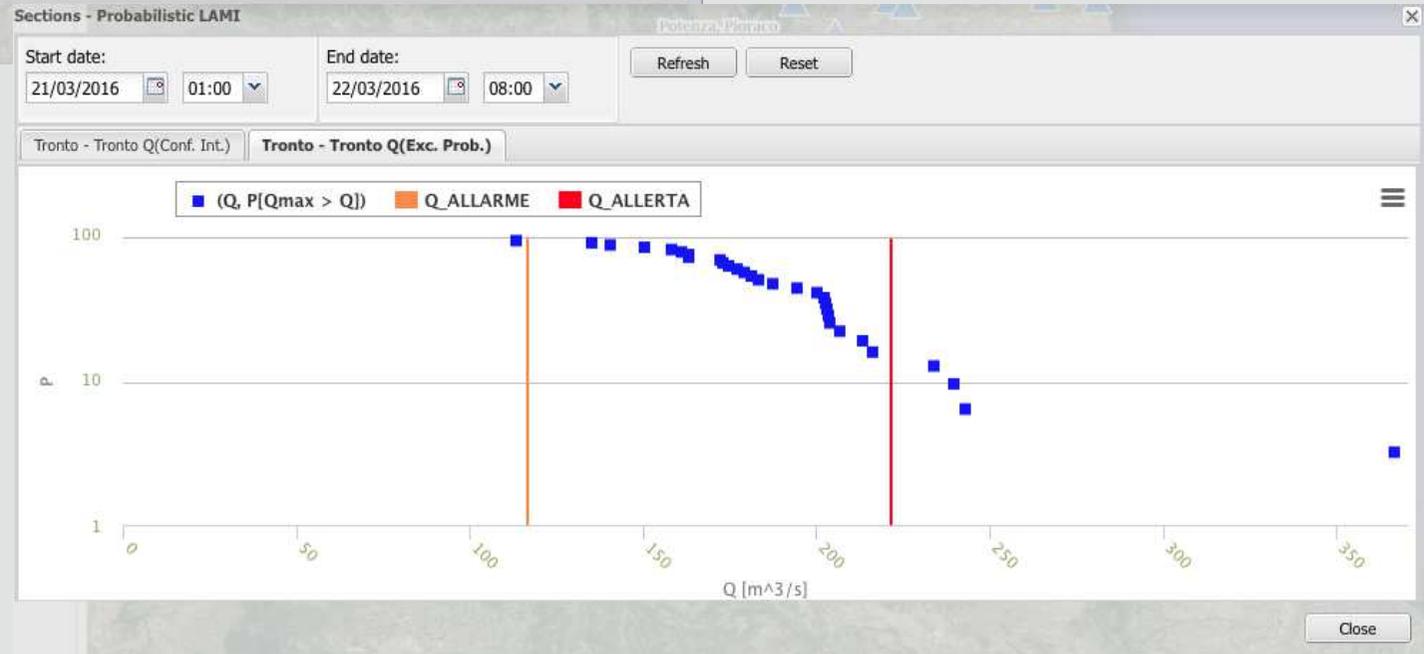
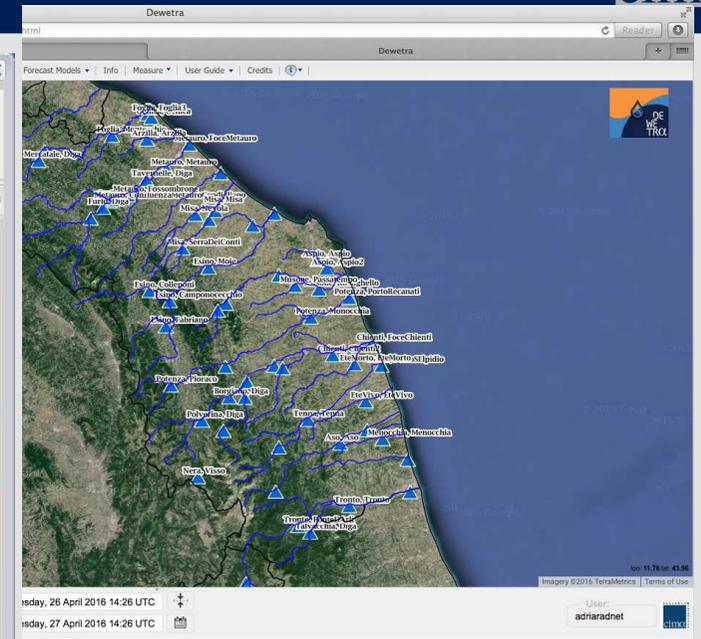
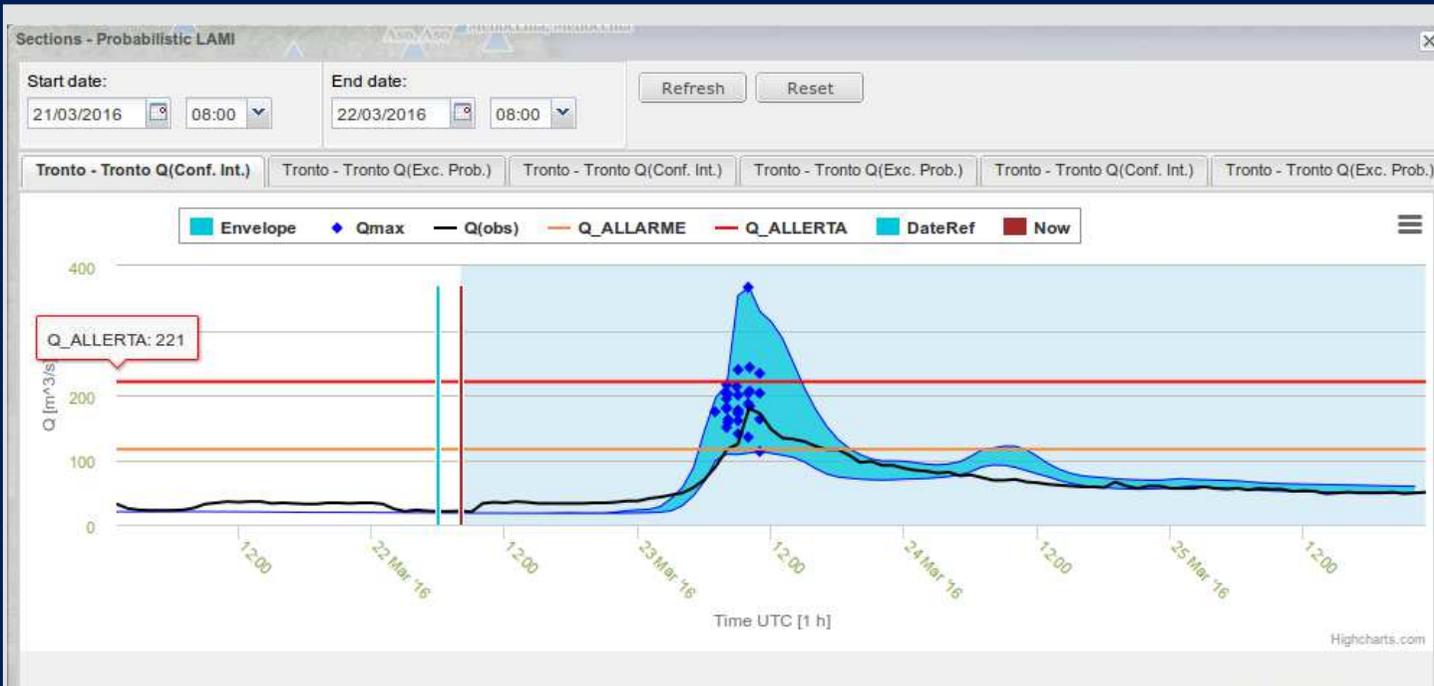
Experts Forecast

Expert forecast di precipitazione e temperatura.

Precipitazione Media Areale e Masima Locale sulle Aree di Allertamento per le successive 36 ore.



Flood-PROOFS: Corsa in previsione



La catena operativa FloodProofs per la previsione delle piene sui fiumi della regione Marche

Conclusioni

- *Il modello idrologico distribuito Continuum è stato calibrato e validato sul territorio regionale*
- *La catena idrometeorologica FloodPROOFS è operativa sul territorio regionale in diverse configurazioni*
- *Le uscite della catena idrometeorologica FloodPROOFS sono visualizzabili sulla piattaforma Dewetra (progetto ARDIARADNET)*