



Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio a servizio dell'epidemiologia spaziale

Roberto Vallorani , Gianni Messeri , Alfonso Crisci



Consiglio
Nazionale
delle
Ricerche



Servizio Sanitario della Toscana





CONSORZIO

LaMMA

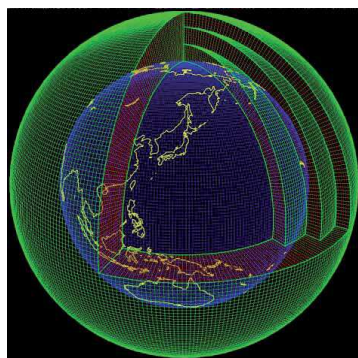
Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio



Cosa sono i modelli meteorologici ?

-  **Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali**
-  **Previsioni a breve, medio e lungo termine**
-  **Le opportunità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio**
-  **Indirizzi utili...**

Cosa sono i modelli meteorologici ?

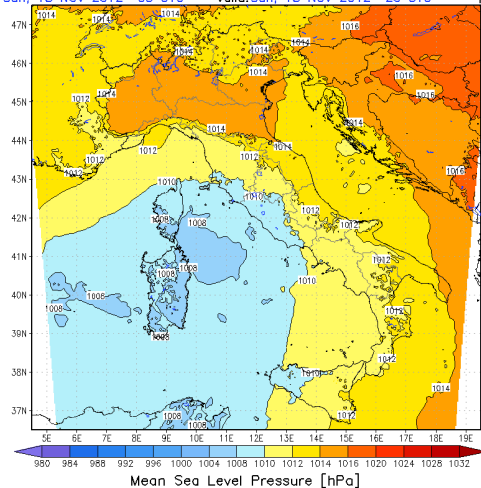


(fonte JMA)

Modelli matematici 3D che descrivono le leggi fondamentali della fisica dell'atmosfera includendo i processi di **interazione e scambio con la superficie terrestre e gli oceani**, attraverso sistemi di equazioni differenziali risolti numericamente, tipicamente attraverso equazioni alla differenze.

Temperatura, Pressione, Vento, Umidità e Radiazione vengono risolte su un grigliato regolare 3D su tutta la superficie terrestre (**modelli globali**) o su una porzione di essa (**modelli ad area limitata**)

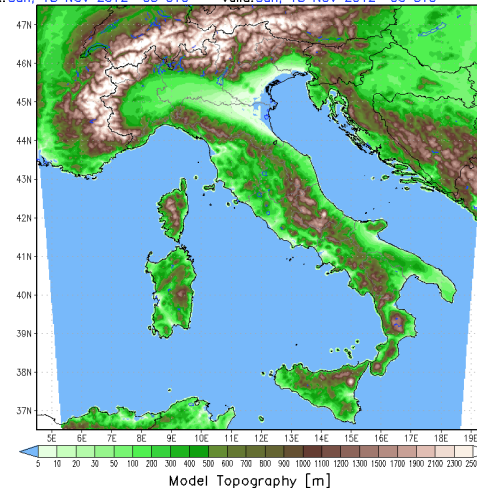
Consorzio LaMMA
 Init.: Sun, 18 NOV 2012 00 UTC Valid: Sun, 18 NOV 2012 20 UTC T=+20h



**LAM – Limited Area Model
operativo
al Consorzio LaMMA**

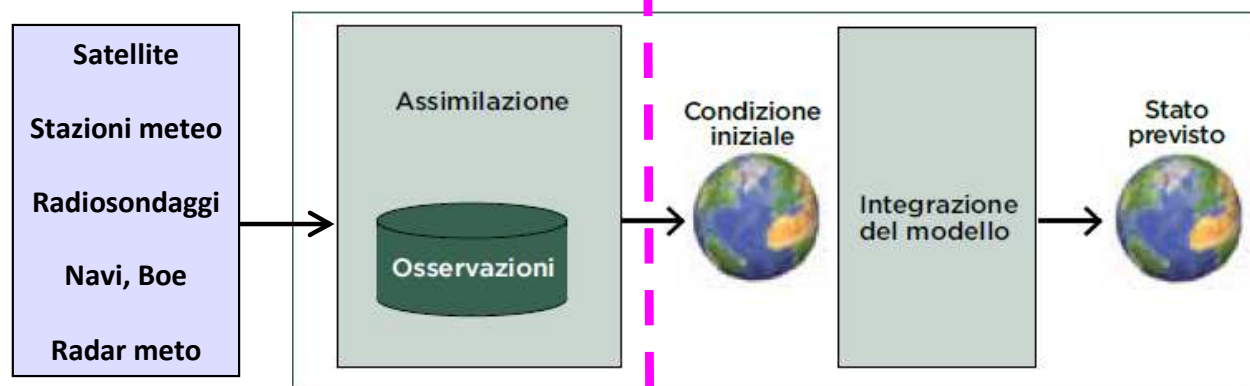
**WRF
WEATHER RESEARCH &
FORECASTING MODEL**

Consorzio LaMMA
 Init.: Sun, 18 NOV 2012 00 UTC Valid: Sun, 18 NOV 2012 00 UTC T=+0h



Cosa sono i modelli meteorologici ?

Modelli matematici che, a partire dallo **stato attuale**, sono in grado di **simulare l'evoluzione dell'atmosfera** per un determinato numero di giorni.



FONTI DI ERRORE NEI MODELLI METEOROLOGICI: l'atmosfera è un **sistema non-lineare caotico** (Edward Norton Lorenz)

- **Infinitesime variazioni nello stato iniziale possono portare a grandi variazioni dello stato dell'atmosfera all'aumentare del tempo di simulazione (EFFETTO FARFALLA).**

- **Parametrizzazioni fisiche introdotte per rappresentare processi fisici che inevitabilmente avvengo in natura a scale spazio-temporali inferiori della risoluzione dei modelli.**



(E.N.Lorenz, 1917-2008)



CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali

Le previsioni meteorologiche sono un connubio tra **ricerca scientifica** (modelli matematici e concettuali) e **sviluppo tecnologico** (sensori, satelliti, supercalcolatori)

**L'ACCURATEZZA DELLA PREVISIONI METEOROLOGICA DIPENDE
INTRINSECAMENTE DAL TIPO DI FENOMENO CHE SI VUOLE PREVEDERE**

**MINORE LA DIMENSIONE DEL FENOMENO E MINORE LA
SUA DURATA, MINORE ANCHE LA SUA PREVEDIBILITÀ**



CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

 Cosa sono i modelli meteorologici ?

 **Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali**

 Previsioni a breve, medio e lungo termine

 Le opportunità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

 Indirizzi utili...

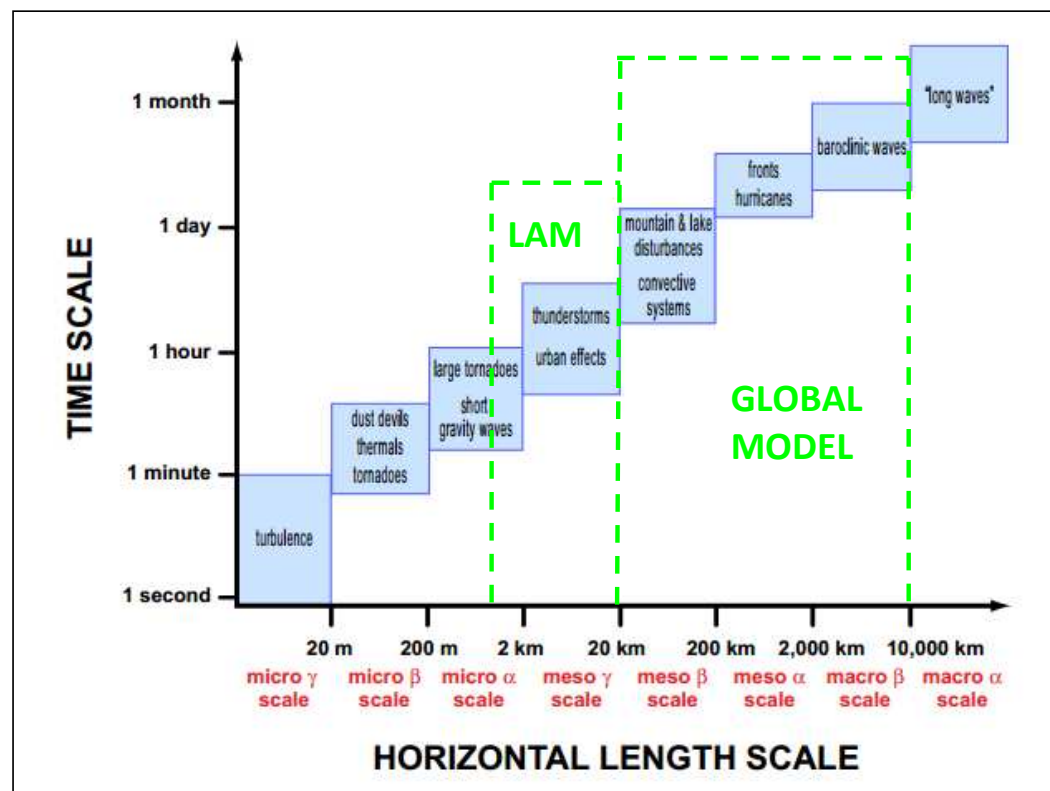


CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali



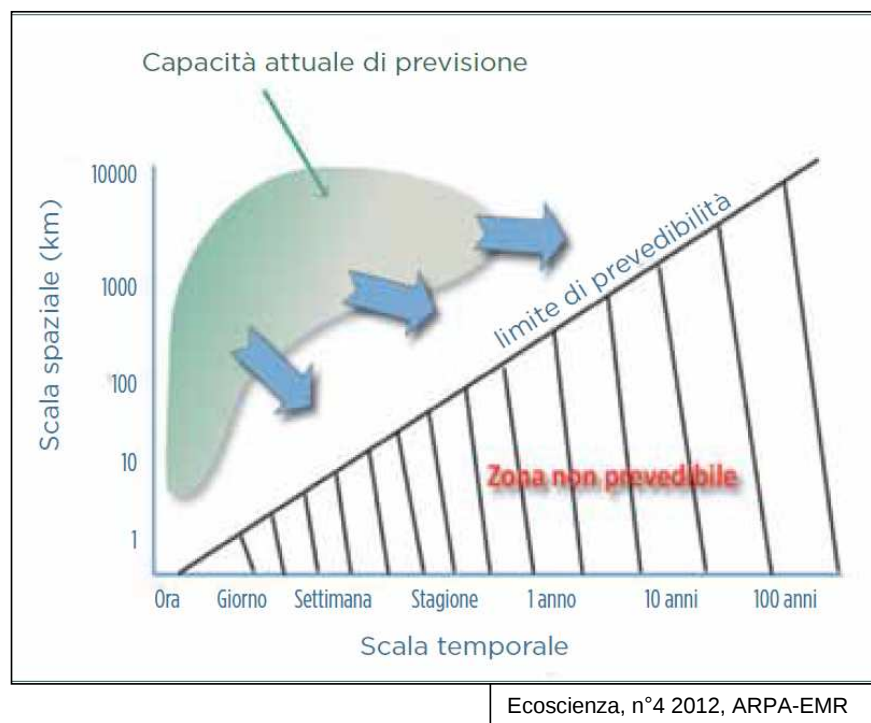


CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali



Previsione principali variabili al suolo	Fino al 2° giorno (D+2) BREVE TERMINE	D+3 / D+5 BREVE / MEDIO TERMINE	D+6 / D+7 MEDIO TERMINE	D+8 / D+15 SETTIMANALE	MESE	STAGIONE
Temperatura in una data località	Molto buona	Buona per Tmin e Tmax	Discreta	Bassa o discreta in presenza di forti ondate di freddo o di calore	Possibile solo in termini medi in presenza di forti ondate di freddo/calore o di anomalia positiva/negativa	Talvolta possibile in termini di anomalia positiva/negativa. Attendibilità bassa/nulla dell'intensità
Precipitazione in una data località	Buona	Discreta	Bassa o nulla, possibile qualche indicazione in caso di eventi intensi	Possibile la quantificazione della pioggia settimanale	Talvolta possibile l'identificazione qualitativa di periodi secchi/umidi	Poco attendibile in termini di anomalia positiva/negativa. Attendibilità bassa/nulla dei quantitativi
Fenomeni meteorologici / Tipo di previsione						
Cambiamenti del flusso a scala emisferica, anomalie a scala continentale	Eccellente	Eccellente	Buona	Discreta	Bassa talvolta discreta	Bassa per Europa, migliore su Nord America e Tropici
Onde planetarie, anticicloni, blocchi	Ottima	Buona	Buona	Discreta	Talvolta possibile	/
Evoluzioni dei cicloni delle medie latitudini	Ottima	Buona	Bassa	/	/	/
Evoluzioni dei fenomeni associati a fronti e linee di instabilità	Buona	Discreta	/	/	/	/
Localizzazione ed evoluzione di sistemi temporaleschi	Medio/alta per temporali organizzati Bassa per temporali isolati o termo-convettivi	/	/	/	/	/



CONSORZIO

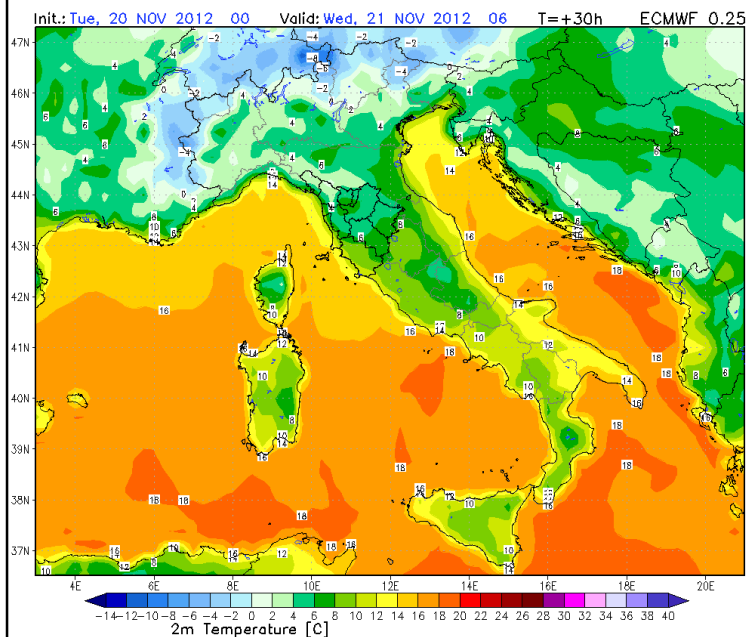
LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

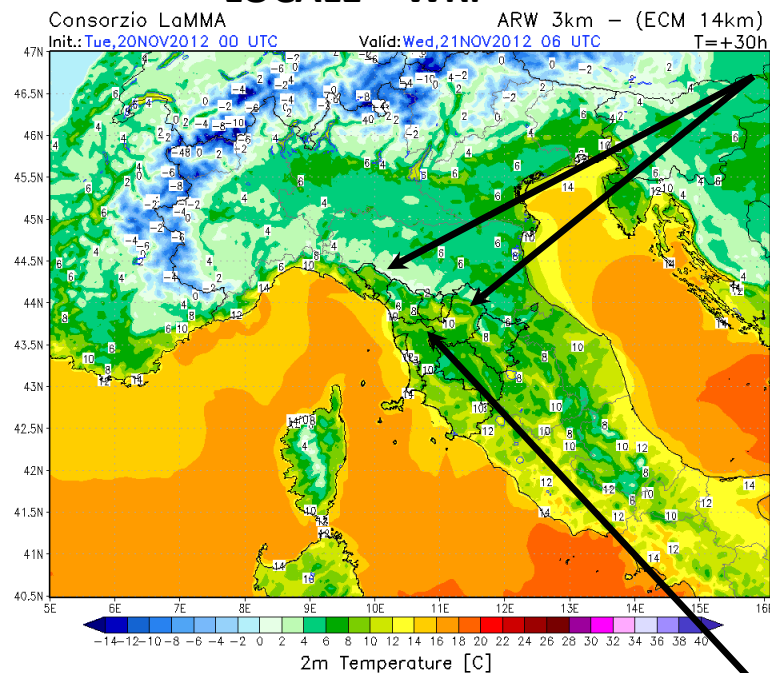
Modelli ad area limitata VS Modelli globali

TEMPERATURA A 2 METRI

GLOBALE - ECMWF



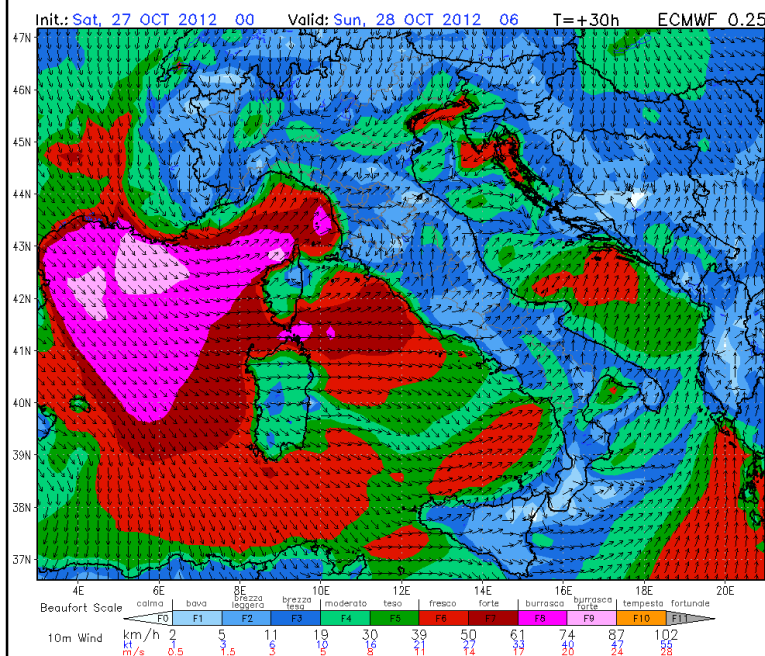
LOCALE – WRF



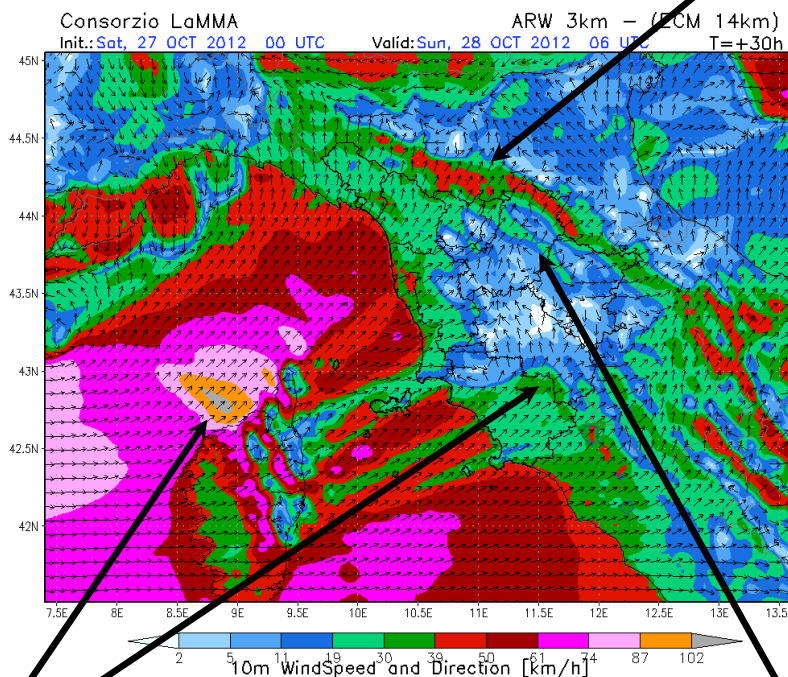
Modelli ad area limitata VS Modelli globali

VENTO A 10 METRI – Libeccciata Livorno/Marina di Pisa 28/10/2012

GLOBALE - ECMWF



LOCALE – WRF





CONSORZIO

LaMMA

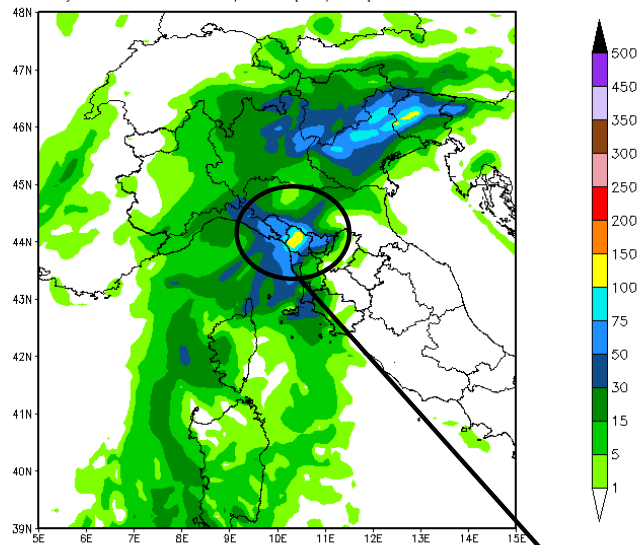
Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Modelli ad area limitata VS Modelli globali

PIOGGIA (alluvione 25/10/2011)

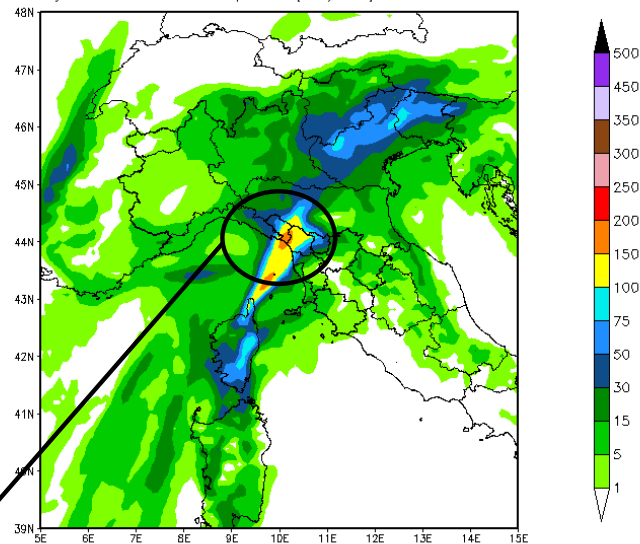
GLOBALE - ECMWF

ini: 2011OCT25_00:00
ECMWF analysis
Acc Precipitation (mm/12hr)
fcs: 2011OCT26_00:00 (+24 hour)



LOCALE – WRF-LAPS

ini: 2011OCT25_12:00
LAPS analysis
Acc Precipitation (mm/12hr)
fcs: 2011OCT26_00:00 (+12 hour)



Massimi di 100 mm localizzati più a sud, contro 200 mm ben collocati



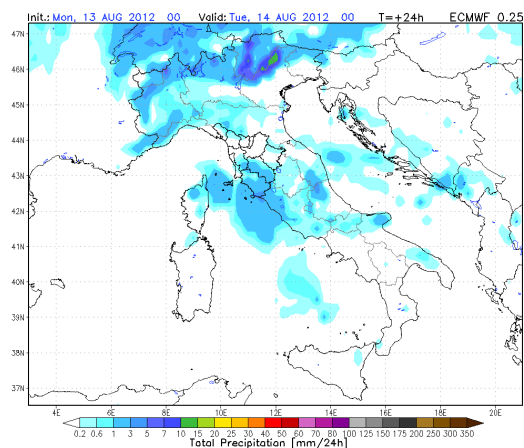
CONSORZIO

LaMMA

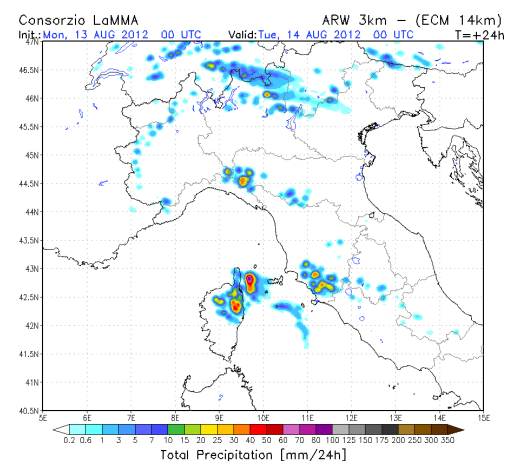
Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Modelli ad area limitata VS Modelli globali Temporal estivi in Maremma (13/08/2012)

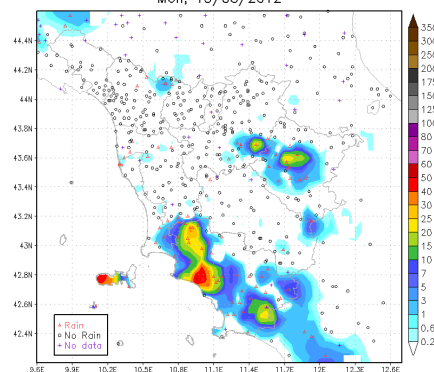
GLOBALE - ECMWF



LOCALE - WRF



Total Precipitation [mm] cumulated on
Mon, 13/08/2012



Station Number 477/517 Interpolation Grid: 0.05 deg



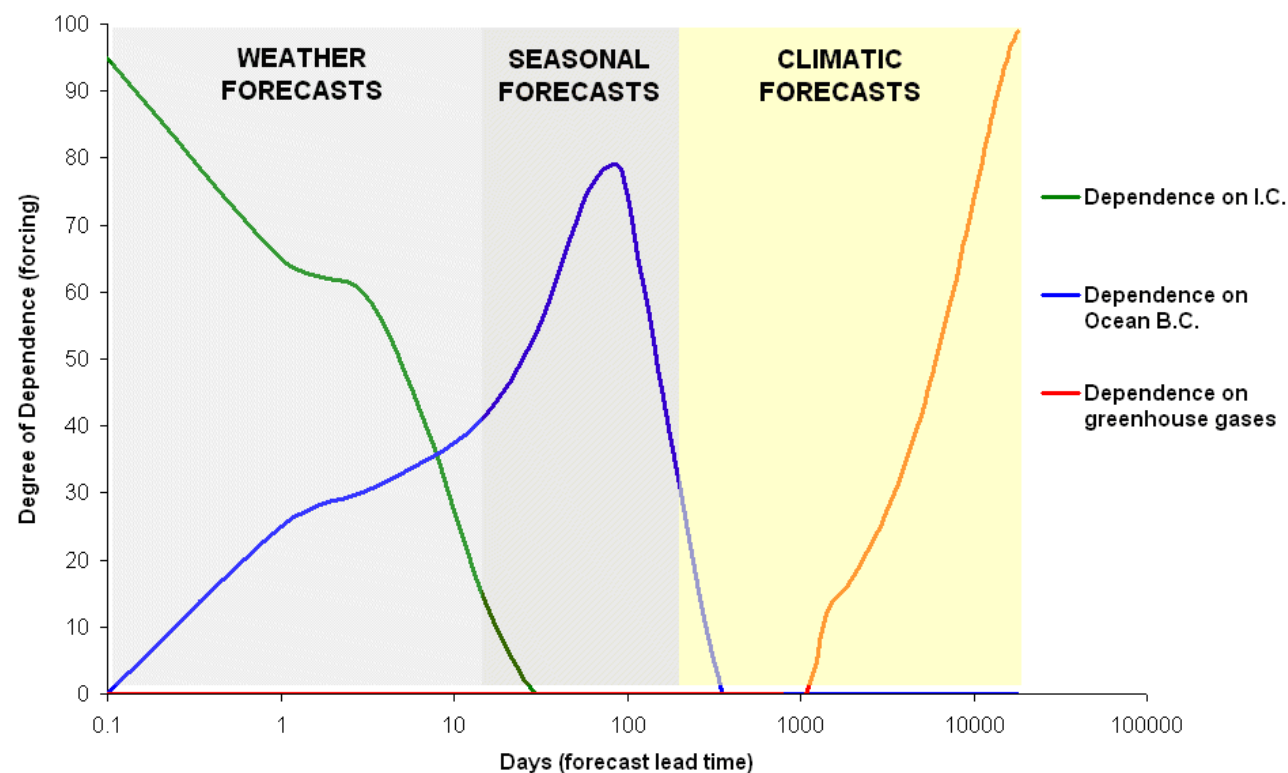
CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali

Ciò che differenzia le previsioni meteo, da quelle stagionali o climatiche, dagli scenari climatici in termini di metodi, affidabilità, accuratezza, è la dipendenza dalle diverse “forzanti” ambientali.



 **Cosa sono i modelli meteorologici ?**

 **Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali**

 **Previsioni a breve, medio e lungo termine**

 **Le opportunità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio**

 **Indirizzi utili...**



CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali PREVISIONI DI NOWCASTING

Orizzonte temporale: 3 – 18 ore

Metodologia: analisi critica da parte del previsore del recente passato (1-6 h), dello stato attuale e delle mappe dei modelli ad altissima risoluzione per la fornitura di informazione di elevatissimo dettaglio spazio/temporale

Dettaglio spaziale: località specifiche o porzioni di territorio (Comune/Provincia)

Parametri atmosferici: nuvolosità, pioggia, neve, ghiaccio, vento, mare

Tipologia di informazione: quantitativa su località specifiche

Modelli: deterministici ad area limitata e altissima risoluzione spazio/temporale(1-3 Km), talvolta modelli ad area limitata con procedure di “data assimilation”

Altri strumenti: satellite, radar e stazioni a terra, talvolta algoritmi statistici per stima delle precipitazioni e traiettoria

16

Utenti: Protezione civile, forze dell'ordine

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali PREVISIONI A BREVE TERMINE

Orizzonte temporale: 1 – 5 giorni

Metodologia: analisi critica da parte del previsore delle mappe dei modelli locali (alta risoluzione 1 - 3 giorno) e globali (medio/bassa risoluzione 4 – 5 giorno) per la fornitura di informazione di elevato dettaglio spazio/temporale

Dettaglio spaziale: località specifiche o porzioni di territorio (Provincia)

Parametri atmosferici: nuvolosità, pioggia, neve, ghiaccio, vento, mare

Tipologia di informazione: quantitativa/qualitativa e di tendenza su località specifiche

Modelli: deterministici ad area limitata ad alta risoluzione (1-3 Km) e modelli globali a risoluzione medio/bassa (15-30 Km).

Altri strumenti: nessuno

Utenti: tutti



CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali

PREVISIONI A BREVE TERMINE

Toscana	Toscana 6-15	Mare Costa	Mare Largo	Montagna	Sinottica	Località
Sintesi	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Tendenza	Stato del cielo	Venti e mari

Aggiornato Mercoledì 21 Novembre 2012, 08:45



Città	Temp.		UV
	Min	Max	
Arezzo	6	14	1
Firenze	8	15	1
Grosseto	6	17	2
Livorno	11	16	1
Lucca	9	15	1
Massa Carrara	11	15	1
Pisa	9	15	1
Pistoia	8	15	1
Prato	8	15	1
Siena	7	15	2

[Bollettino in formato PDF](#)
[English - Français](#)
[Legenda dei simboli](#)
[Glossario](#)
[Archivio bollettini](#)
[Il tempo di ieri](#)
[Versione mobile](#)
[Bollettino via email](#)

Previsione per Venerdì 23 Novembre

Stato del cielo e fenomeni: nuvoloso o molto nuvoloso sulle zone centro-settentrionali con possibilità di locali piogge, in particolare nelle prime ore del mattino. Poco nuvoloso o velato altrove.

Venti: deboli da sud-ovest.

Mari: poco mossi.

Temperature: stazionarie o in lieve aumento le minime.

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali
PREVISIONI A MEDIO TERMINE / SETTIMANALI

Orizzonte temporale: 7 - 15 giorni

Metodologia: analisi critica da parte del previsore delle mappe dei modelli probabilistici di tipo ensemble (bassa risoluzione) dei principali centri meteo internazionali (ECMWF, NOAA), valutare la probabilità di accadimento del fenomeno e la relativa incertezza

Dettaglio spaziale: porzioni di territorio (Regione o porzioni di essa)

Parametri atmosferici: probabilità di pioggia sopra determinate soglie, anomalie termiche, scenari di configurazioni bariche

Tipologia di informazione: quantitativa/qualitativa, ma in termini di probabilità e incertezza

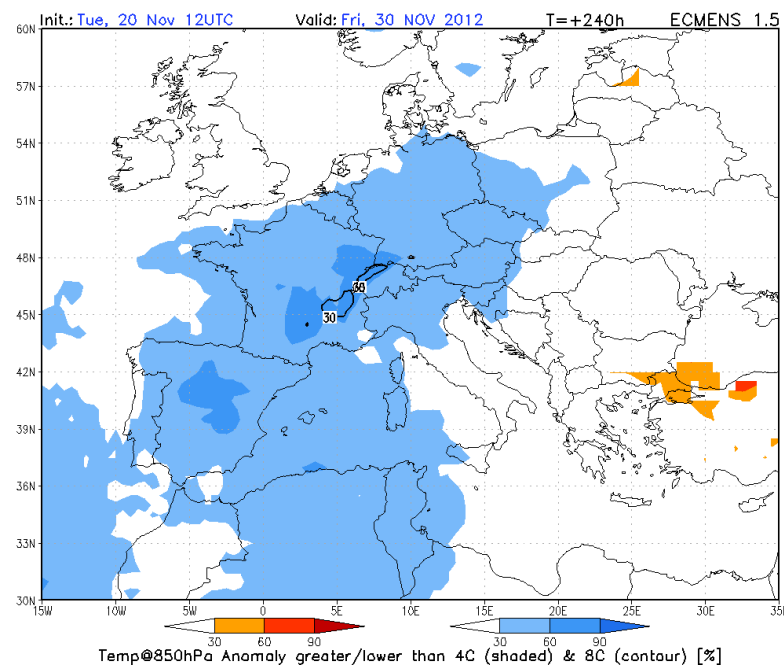
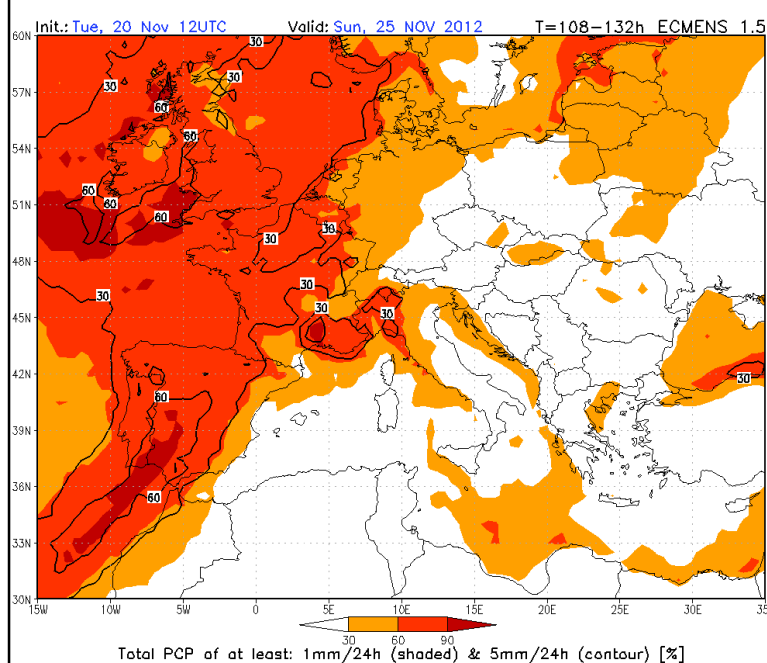
Modelli: probabilistici (ensemble) a bassa risoluzione (30-60 Km).

Altri strumenti: nessuno

Utenti: tutti. Pianificazione strategica risorse idriche, energetiche, agro-forestali.

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali

PREVISIONI A MEDIO TERMINE / SETTIMANALI



MODELLO PROBABILISTICO DI TIPO "ENSEMBLE" DEL CENTRO EUROPEO ECMWF

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali

PREVISIONI A MEDIO TERMINE / SETTIMANALI




Consorzio LaMMA
 @flash_meteo
 # meteo #Toscana - probabile nuovo peggioramento la prossima settimana per l'arrivo di perturbazioni atlantiche: bit.ly/H4pyPa
 21/nov/12 10:05 m

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali PREVISIONI A LUNGO TERMINE / STAGIONALI

Orizzonte temporale: 1 – 3 mesi

Metodologia: analisi critica delle TELECONNESSIONI e delle loro possibili influenze su un continente o porzioni di esso, analisi di mappe dei modelli di tipo statistico (modello IBIMET-CNR) e delle mappe dei modelli probabilistici di tipo ensemble dei principali centri

Dettaglio spaziale: nazione o porzioni di continente

Parametri atmosferici: anomalie termiche/pluviometriche (rispetto alla climatologia di riferimento), variazioni nella circolazione generale dell'atmosfera

Tipologia di informazione: quantitativa/qualitativa, ma in termini di probabilità e incertezza

Modelli: statistici, probabilistici (ensemble) a bassa risoluzione (oltre 60 – 100 Km).

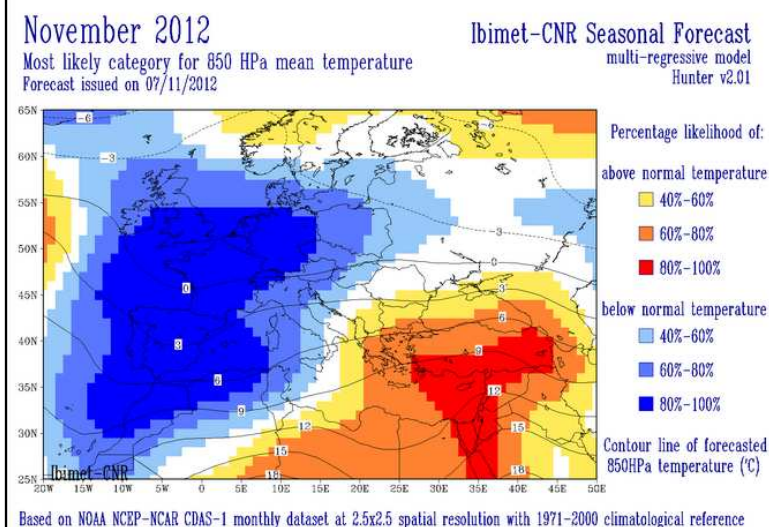
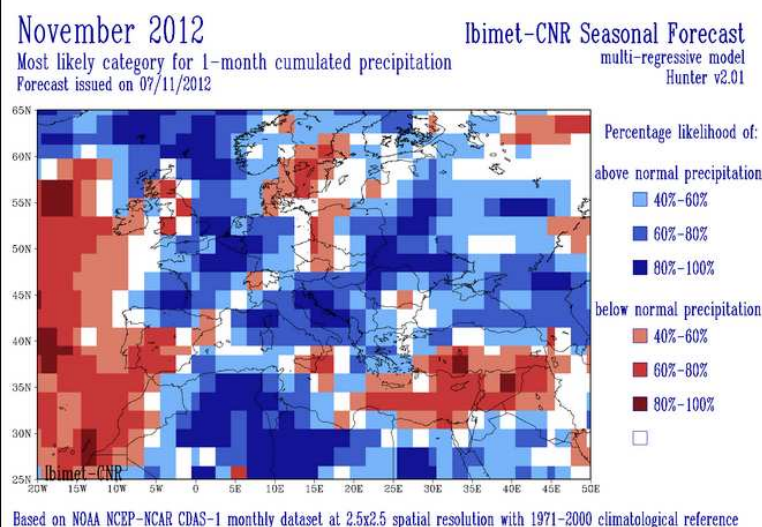
Altri strumenti: nessuno

Utenti: tutti. Pianificazione strategica risorse idriche, energetiche, agro-forestali.

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali

PREVISIONI A LUNGO TERMINE / STAGIONALI

MODELLO STATISTICO - Multiregressivo adattivo





CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali

PREVISIONI A LUNGO TERMINE / STAGIONALI

Aggiornamento del 18 Ottobre 2012

Le tabelle sottostanti rappresentano gli scenari termici e pluviometrici prevalenti tra i 5 metodi presi in esame.

TEMPERATURE			
Novembre		Dicembre	Gennaio
in media	sopra la media	in media	sopra la media

PRECIPITAZIONI			
Novembre		Dicembre	Gennaio
in media	in media	sopra media	in media

Le tabelle sottostanti raccolgono gli scenari mensili ipotizzati dai centri di ricerca presi come riferimento (NASA, NCEP/NOAA, IBIMET) a cui si aggiunge lo scenario del Consorzio LaMMA. Le previsioni stagionali CFS/NCEP, NCAR e GSFC/NASA coprono l'intero globo, mentre quelle IBIMET forniscono tendenze a scala europea; le proiezioni LaMMA, invece, si concentrano prevalentemente sull'Italia.

Per motivi di maggior praticità e chiarezza abbiamo scelto servizi che forniscono previsioni per i singoli mesi e non trimestrali (oltre a ciò gli outlook NASA, NCEP/NOAA, NCAR e IBIMET risultano, ad oggi, tra i più attendibili).

Per consultare le proiezioni singolarmente è sufficiente cliccare sul nome del centro di ricerca scelto e si aprirà una finestra con la pagina web di origine. La stessa cosa si può ottenere, ovviamente, per le proiezioni del LaMMA: cliccando, infatti, appare una pagina con la previsione stagionale dettagliata del Consorzio e con la metodologia seguita.

	TEMPERATURE			
	Novembre	Dicembre		Gennaio
IBIMET	sopra la media	in media	sotto media	ND
CFS/NCEP	in media	in media	in media	sopra media
GSFC/NASA	in media	in media	in media	sopra la media
NCAR	sopra la media	in media	sotto media	sopra la media
LAMMA	in media	sopra media	in media	sotto media

	PRECIPITAZIONI			
	Novembre	Dicembre	Gennaio	
IBIMET	in media	sopra la media	ND	
CFS/NCEP	in media	in media	sotto la media	
GSFC/NASA	sotto la media	sotto la media	in media	
NCAR	sotto la media	sopra la media	in media	
LAMMA	in media	sopra media	in media	

Servizio sperimentale aggiornato mensilmente

 **Cosa sono i modelli meteorologici ?**

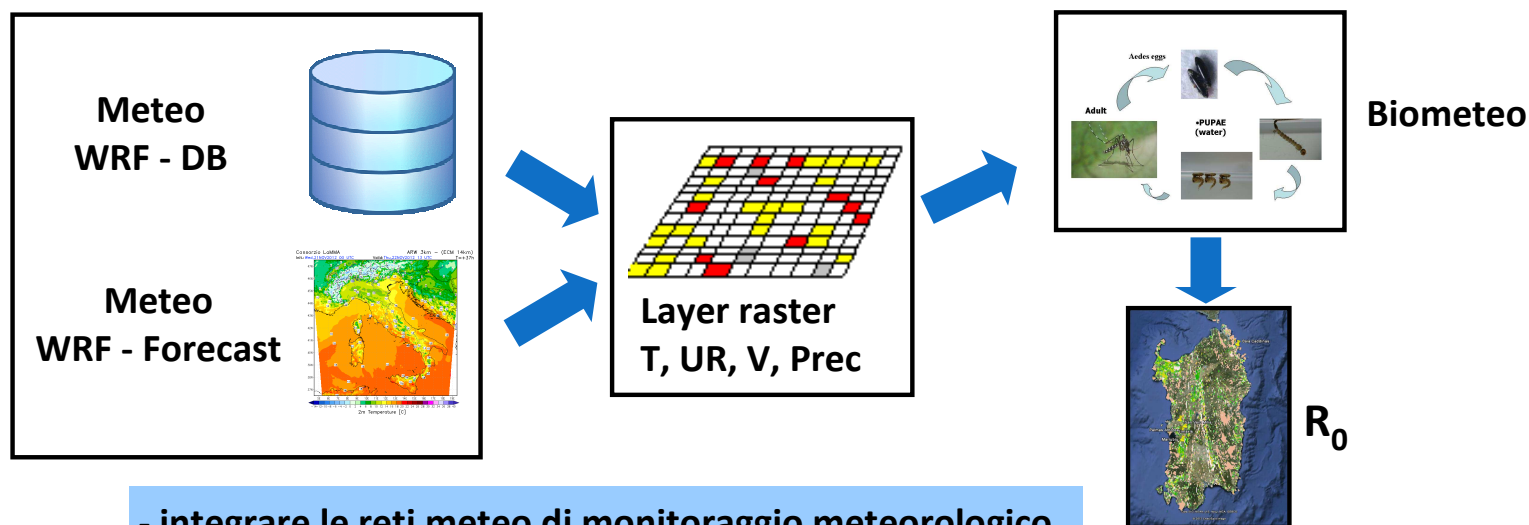
 **Modelli meteorologici per le previsioni alle varie scale spazio-temporali**

 **Previsioni a breve, medio e lungo termine**

 **Le opportunità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio**

 **Indirizzi utili...**

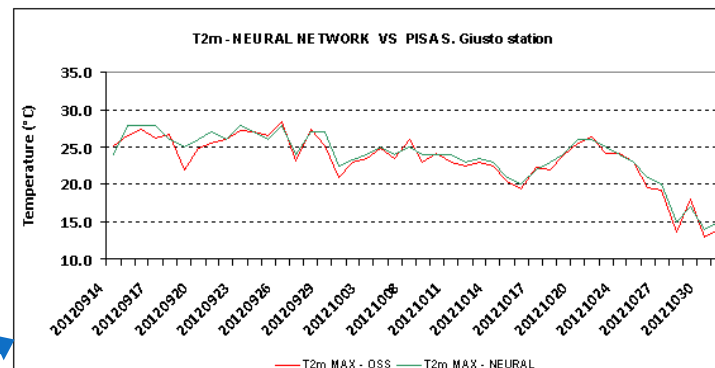
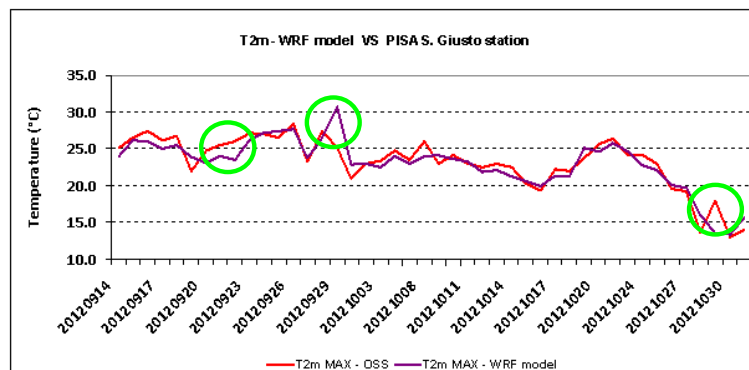
Le opportunità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio



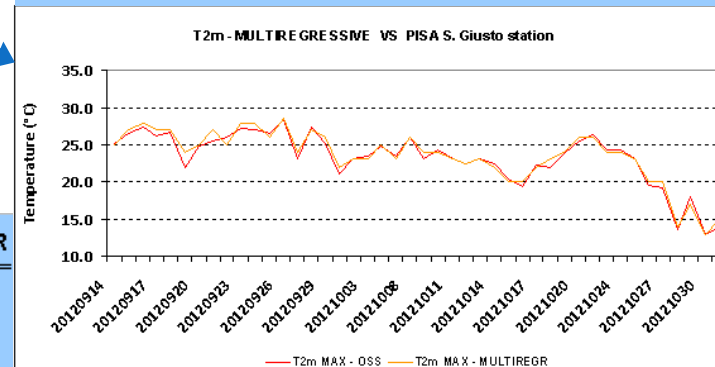
- **integrare le reti meteo di monitoraggio meteorologico**
 - disomogeneità spaziale
 - disomogeneità strumentale
 - discontinuità spazio/temporale
 - difficile reperibilità
- **fornire un banca dati:**
 - completa
 - omogenea
 - ripetibile

Le opportunità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

I modelli, sia per loro natura che per l'incertezza legata alla previsione, commettono errori!



TECNICHE MOS (Model Output Statistics) DI CALIBRAZIONE



	OSS VS WRF model	OSS VS NEURAL	OSS VS MULTIREGR
RQ	0.82	0.94	0.97
RMSE	1.55	0.99	0.67



CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Le opportunità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

**PROGETTO SPERIMENTALE FCS – ASL CESENA
"POPOLAZIONE CESENATE RICERCA INTEGRATA DI
PARAMETRI AMBIENTALI E METEOCLIMATICI"**



Risultati in fase di pubblicazione...



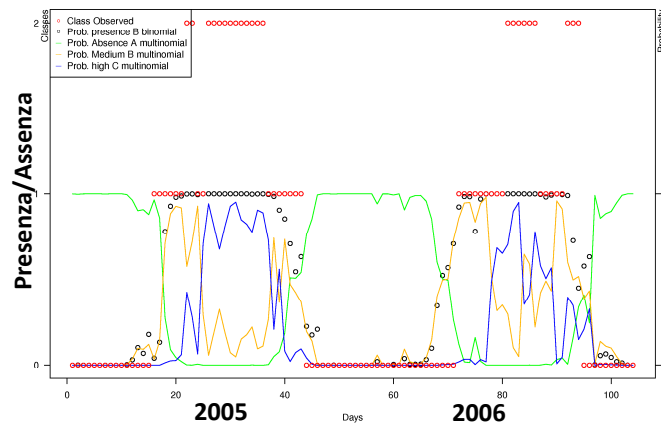
CONSORZIO

LaMMA

Le possibilità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

Le opportunità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio

PROGETTO EUROPEO EDEN “EMERGING DISEASES IN A CHANGING EUROPEAN ENVIRONMENT”

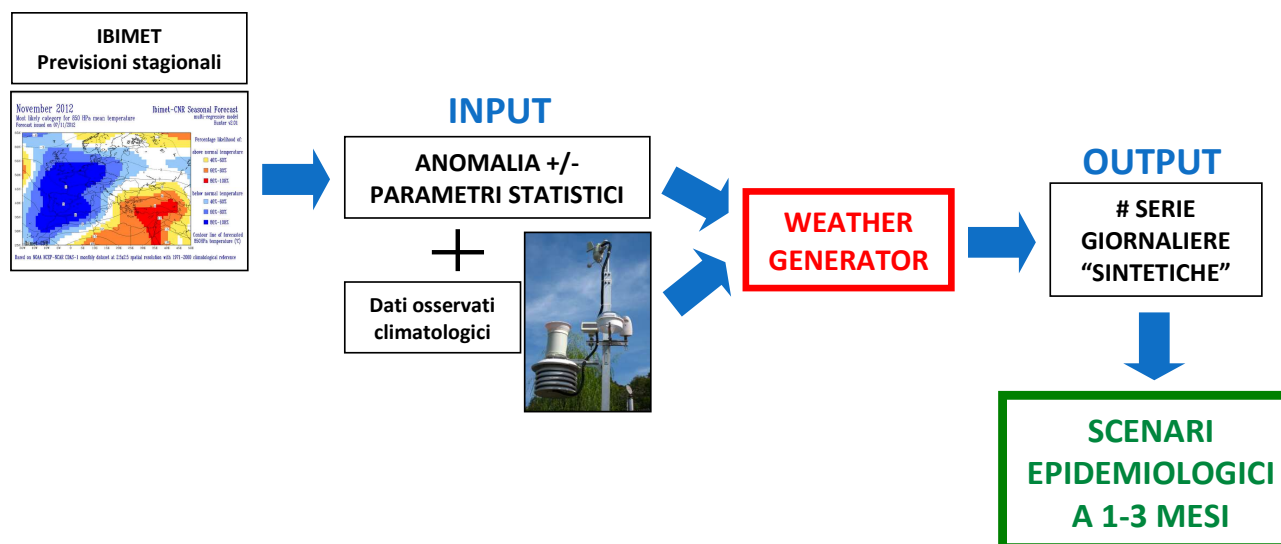


Modello statistico per la previsione settimanale della presenza/assenza di adulti di *Anopheles labranchiae* intorno ai principali focolai larvali sulla base di parametri meteo/climatici

Pubblicazione: “Assessment of the risk of malaria re-introduction in the Maremma plain (Central Italy) using a multi-factorial approach”

<http://www.malariajournal.com/content/11/1/98/abstract>

Le opportunità offerte dalla modellistica meteorologica di dettaglio



Weather Generator è un modello statistico utilizzato non solo per produrre serie giornaliere sulla base di previsioni stagionali ma anche per valutare gli impatti del Climate Change per la gestione delle risorse idriche, agricole ed energetiche



CONSORZIO

LaMMA

Indirizzi utili:

vallorani@lamma.rete.toscana.it

Roberto Vallorani, Consorzio LaMMA

messori@lamma.rete.toscana.it

Gianni Messori, Consorzio LaMMA – IBIMET-CNR

a.crisci@ibimet.cnr.it

Alfonso Crisci, IBIMET-CNR

Pubblicazioni:

<http://www.malariajournal.com/content/11/1/98/abstract>

<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0018860>

Bibliografia:

Consorzio LaMMA – METEOROLOGIA E MODELLISTICA METEOROLOGICA:

<http://www.lamma.rete.toscana.it/meteo/bollettini-meteo/toscana>

<http://www.lamma.rete.toscana.it/meteo/previsioni-stagionali/modello-ibimet>

<http://www.lamma.rete.toscana.it/meteo/modelli/wrf-info-sul-modello>

ECOSCIENZA n°4 2012 – ARPA-EMR

http://issuu.com/ecoscienza/docs/ecoscienza4_2012?mode=embed&layout=http://skin.issuu.com/v/color/layout.xml&backgroundColor=95AA9B&showFlipBtn=true

Weather Generator:

http://presentations.copernicus.org/EGU2012-5404_presentation.pdf