

Meteorologia in Adriatico, modellistica e cambiamenti climatici

Silvio Davolio – CNR ISAC



**Il Sistema marino costiero
Networking territoriale della conoscenza:
un'opportunità per la Regione Emilia Romagna**

**Bologna, Area della
Ricerca
8 Giugno 2015**

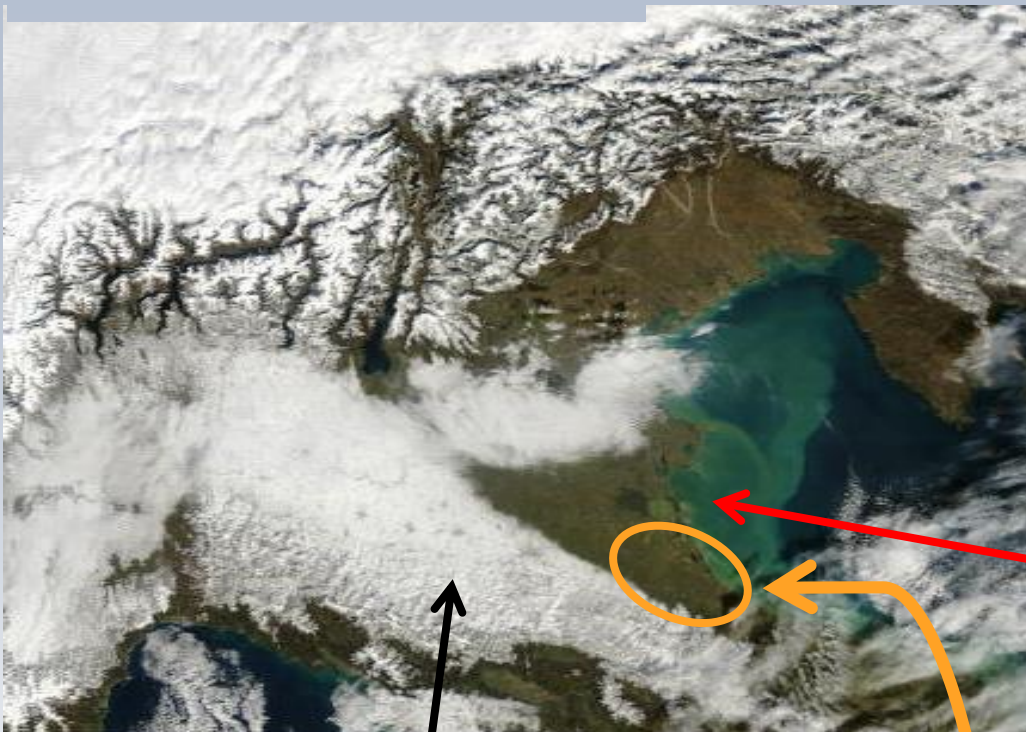
→ Competenze ISAC in ambito modellistico e loro applicazione a diverse scale temporali (meteorologia – clima).

Meteorologia e Clima della Pianura Padana:

- Interazione della circolazione atmosferica globale/sinottica con la complessa geomorfologia del territorio (orografia/suolo/mare) è responsabile di una varietà di fenomeni a scala locale che determinano le caratteristiche pluviometriche/termiche della regione.

Ambiente complesso ed eterogeneo → alta risoluzione spaziale per descrivere i fenomeni a piccola scala.

I modelli sviluppati e/o implementati presso ISAC costituiscono un sistema *seamless*, parte indispensabile di un approccio integrato per studi di impatto sull'ecosistema.



Forti venti (Bora) e mareggiate

- allagamenti sulla costa
- protezione civile
- erosione/navigazione
- ...

Abbondanti nevicate anche in pianura

- trasporti
- energia/infrastrutture
- protezione civile
- ...

Precipitazioni e piene

- allagamenti
- trasporti
- protezione civile
- ...



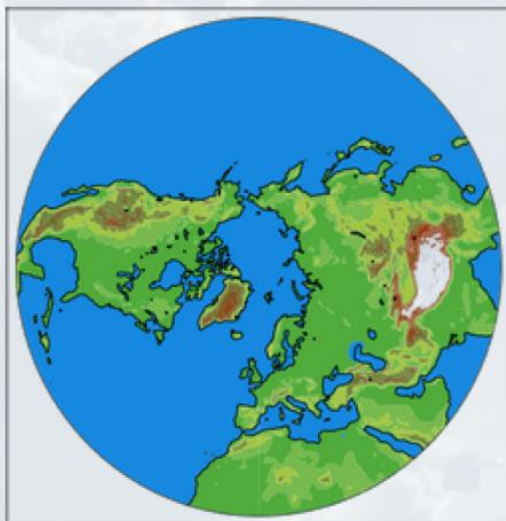


Previsioni meteorologiche CNR-ISAC

GLOBO - BOLAM - MOLOCH forecasts



CNR-ISAC, Bologna



GLOBO, 24 km
144 h

Globo monthly forecasts

Globo archive



BOLAM, 8.3 km
72 h

Blended precipitation

Moloch high res. wind



MOLOCH, 1.5 km
48 h

Bolam cross-sections

Moloch cross-sections

Bolam meteograms

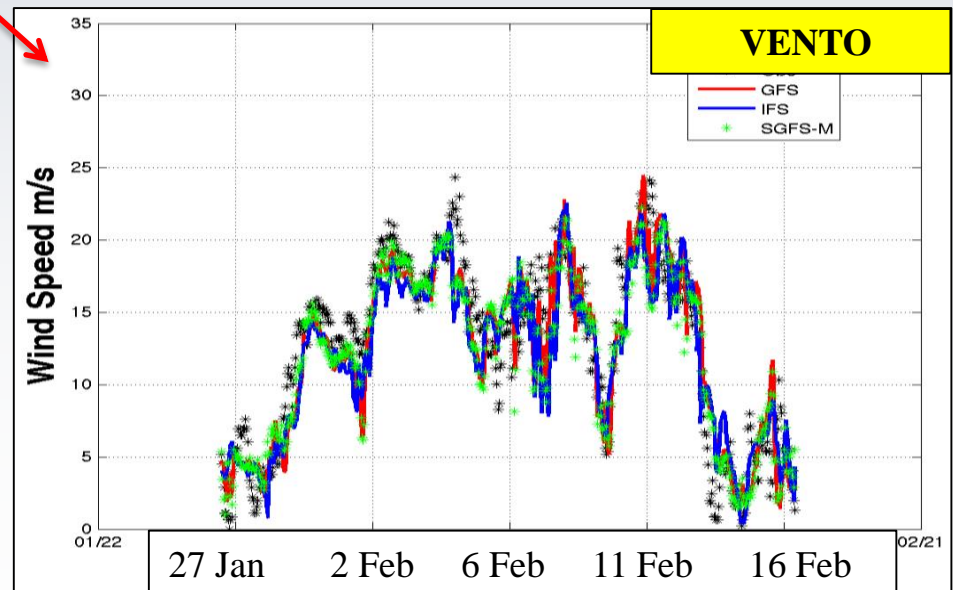
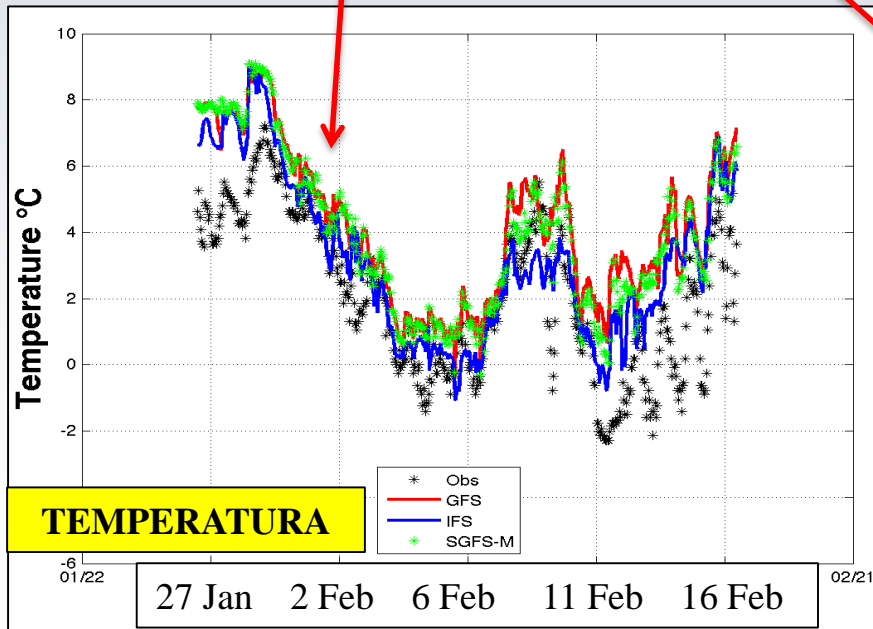
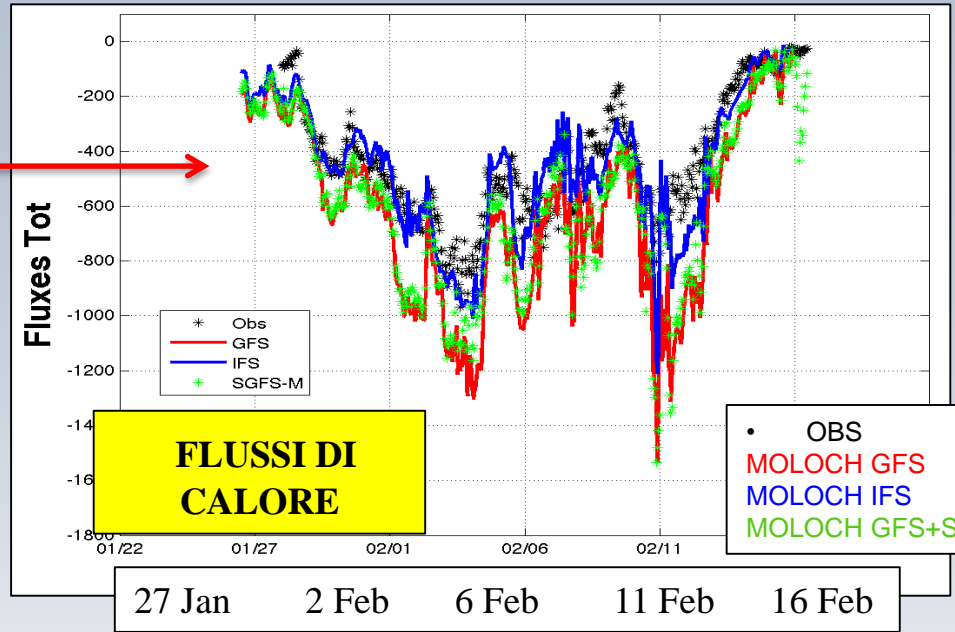
Moloch meteograms

ISAC forecasts: www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecasts/

→ Strumenti per la previsione e per la ricerca

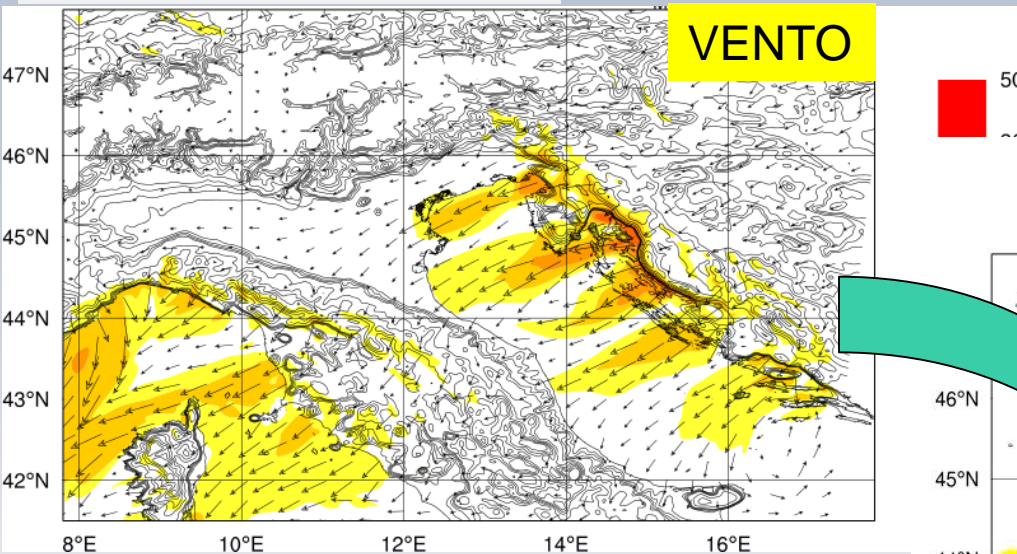
FEBBRAIO 2012 - VALIDAZIONE

La ricerca italiana per il mare



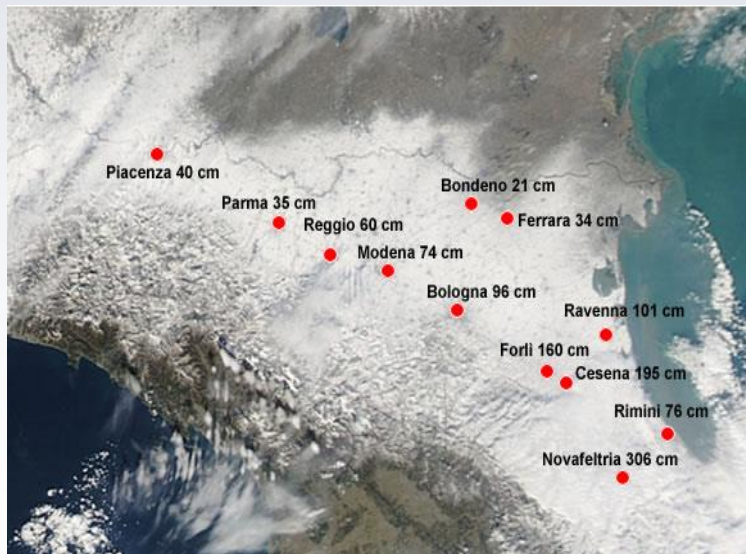
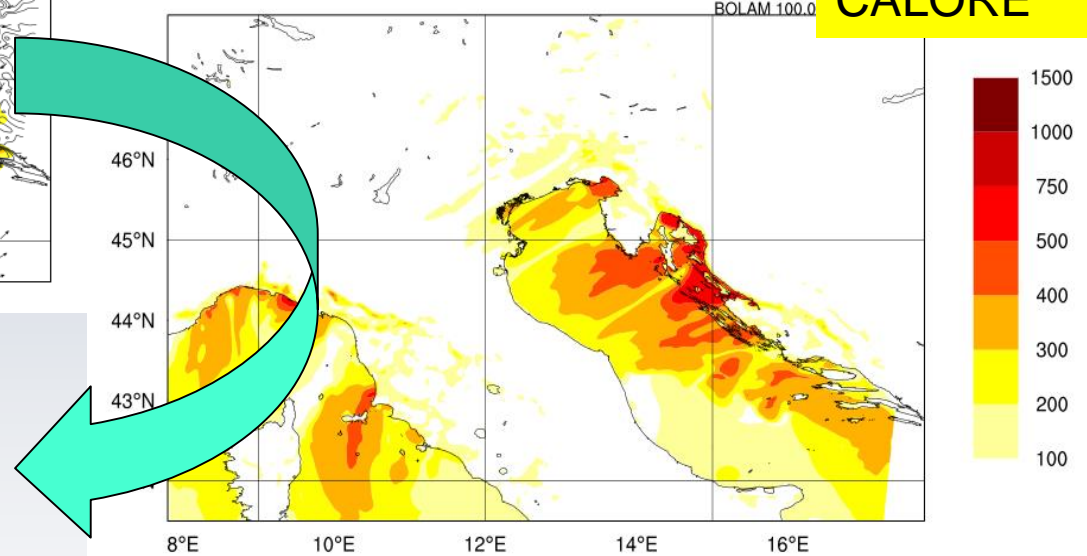
FEBBRAIO 2012 - STUDIO DI PROCESSI

La ricerca italiana per il mare



Latent Heat Flux (W/m²)
 Init: 2012/02/01 03:00 UTC
 Valid: 2012/02/01 15:00 UTC Forecast +12 h

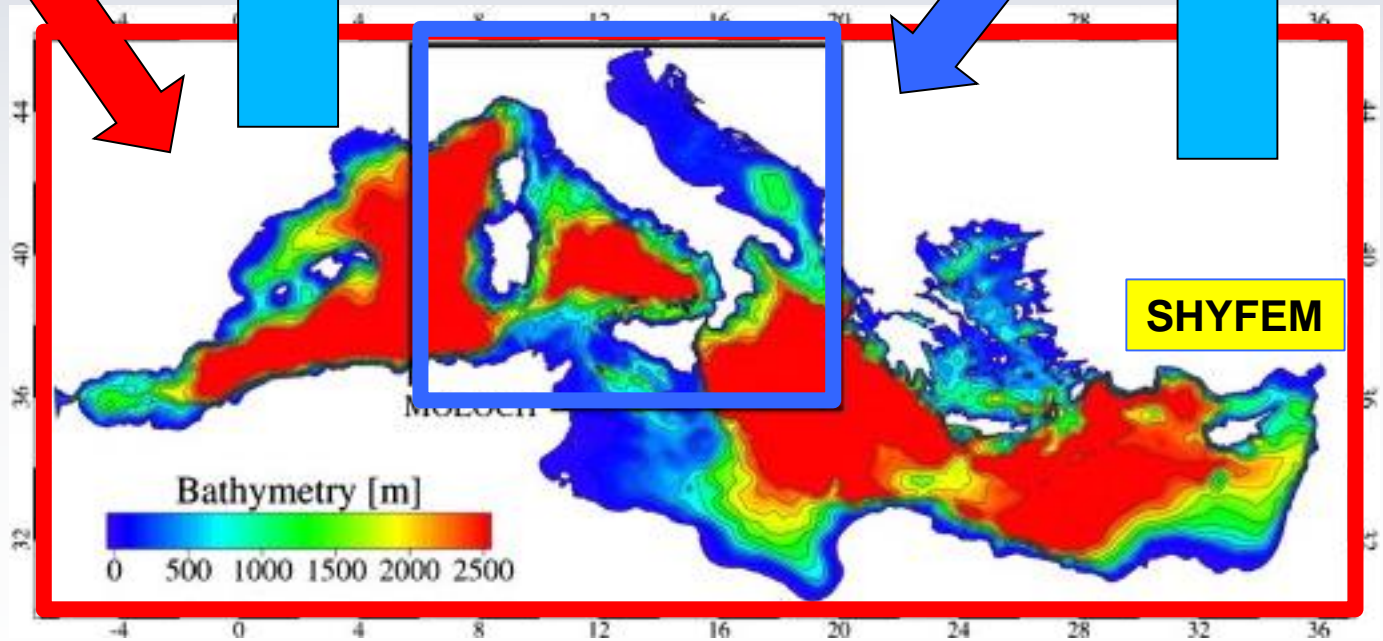
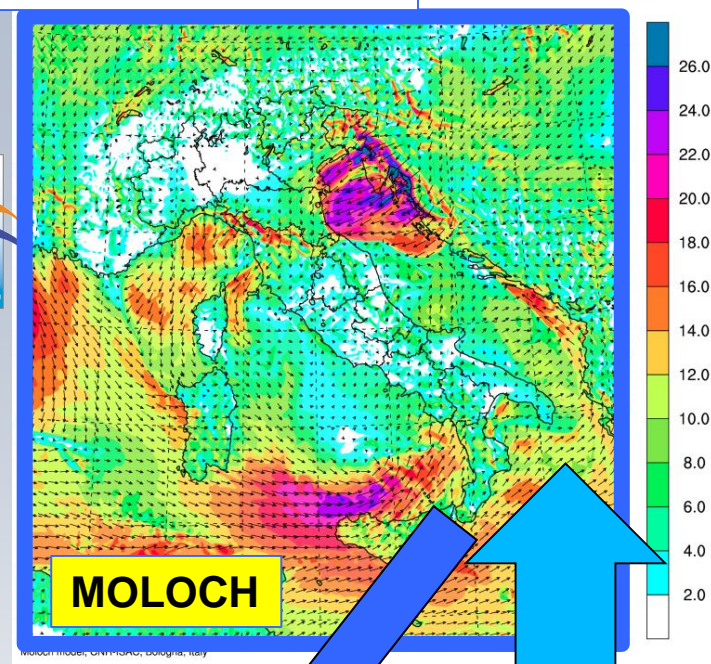
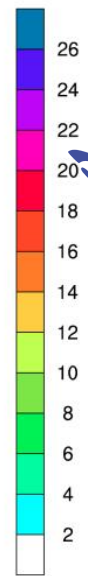
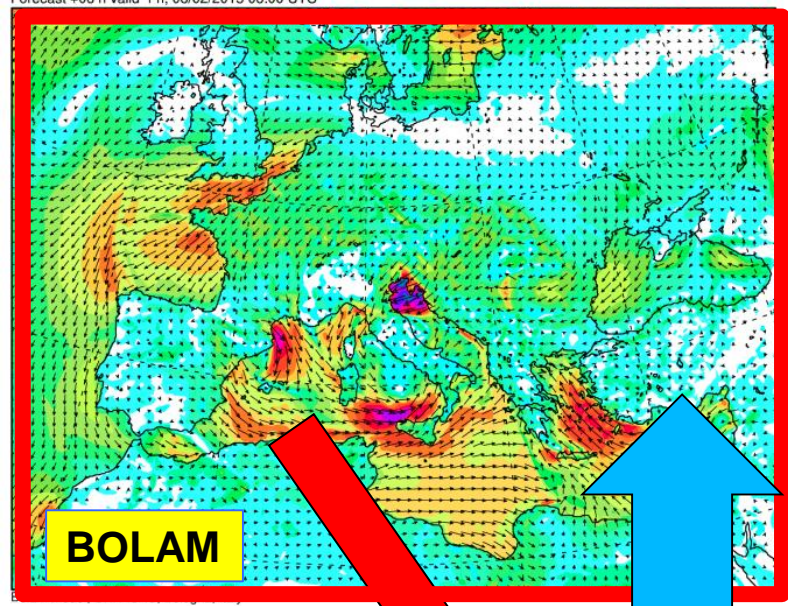
FLUSSI DI CALORE

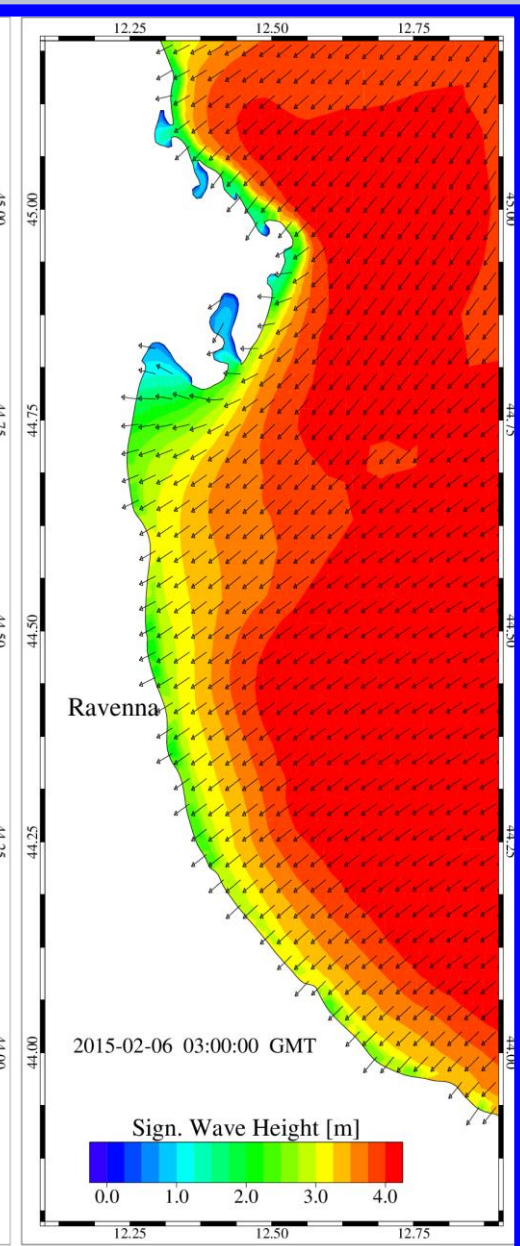
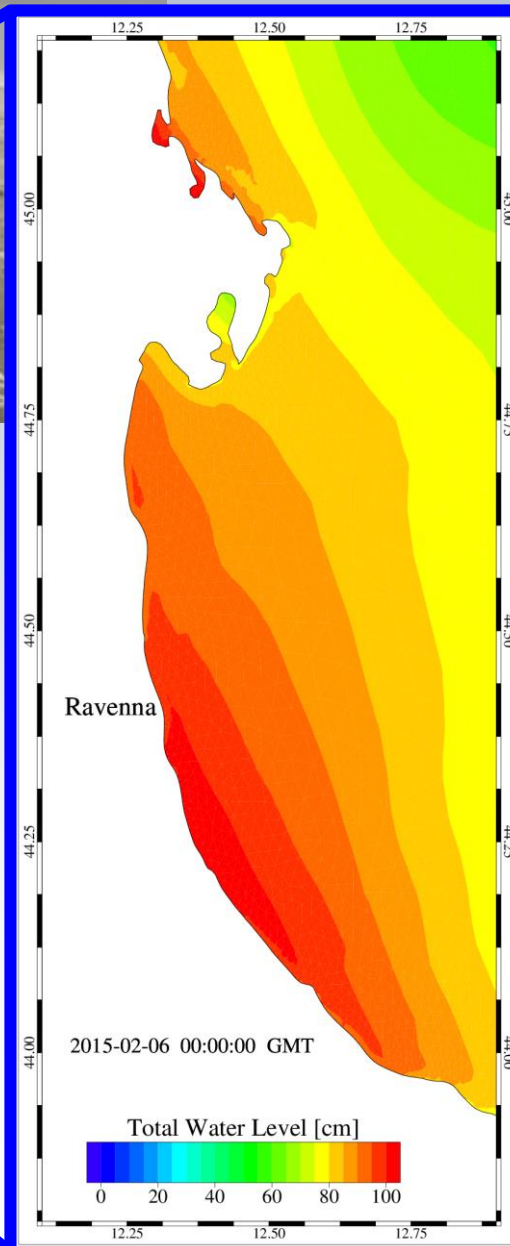
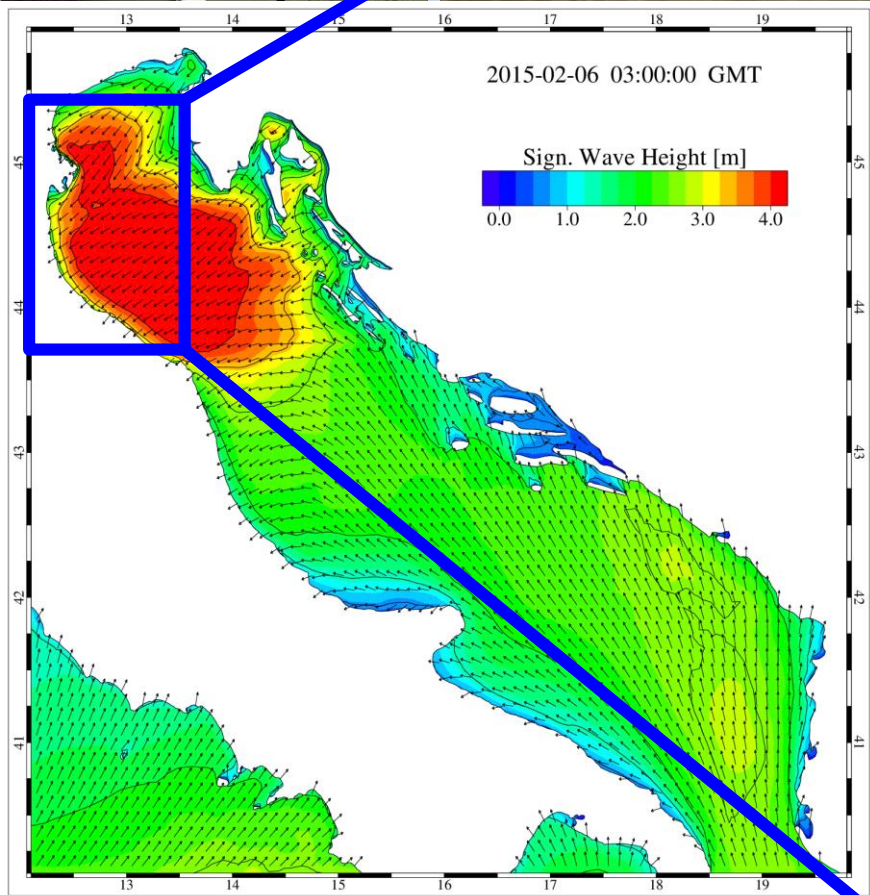


Interazione aria-mare (flussi di calore/umidità)
 → propagazione della Bora
 → intensità del vento e impatto sul mare
 → caratteristiche di interazione con l'orografia e precipitazioni

KASSANDRA storm surge modelling system

Wind at 10 m (m/s)
Initial time Fri, 06/02/2015 00:00 UTC
Forecast +06 h valid Fri, 06/02/2015 06:00 UTC





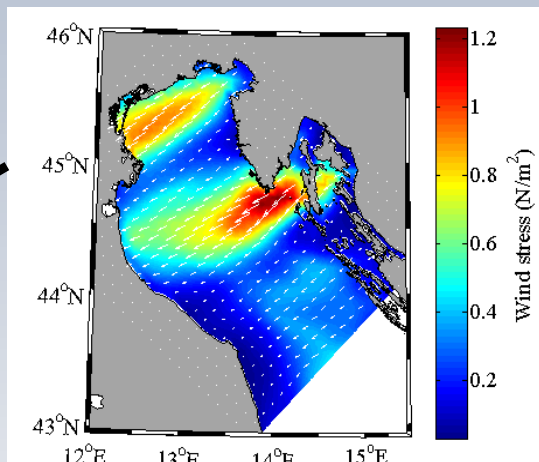
COAWST

A Coupled-Ocean-Atmosphere-Wave- Sediment Transport Modeling System

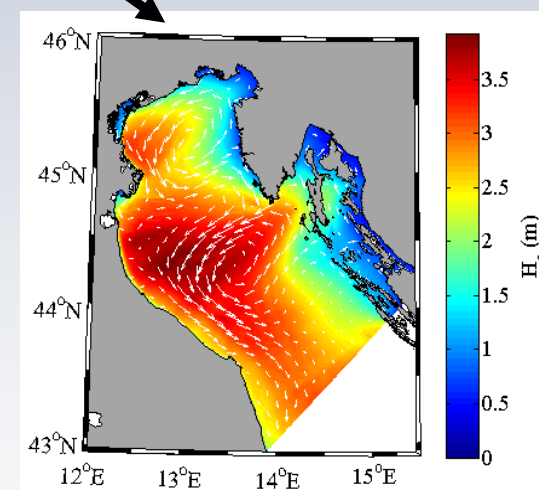
ATMOSPHERE - WRF model



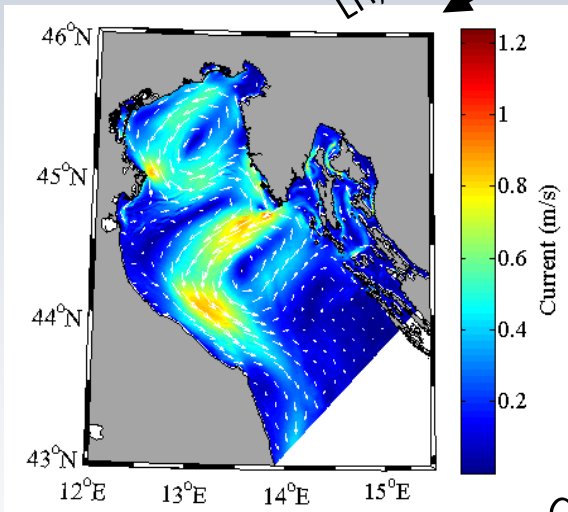
UV wind, P_{atm} , RH, T_{air} , cloud,
rain, evap, SWrad, LWrad,
LH, HFX, UV stress



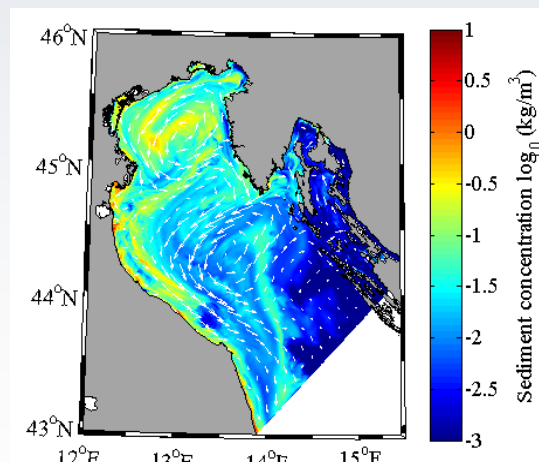
UV wind



H_{wave} , L_{wave} , D_{wave} ,
 Tp_{surf} , Tm_{bott} , Q_b , Diss,
UV_s, h, Zeta, Z_0 UV_{bot}



OCEAN
ROMS model

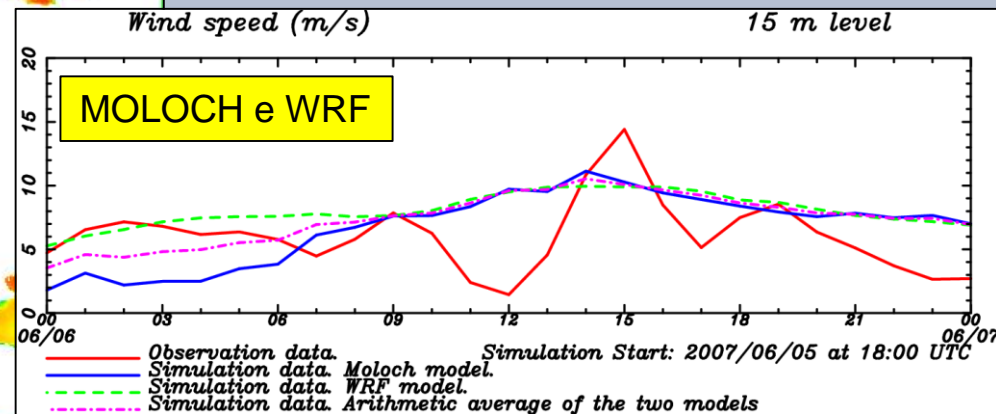
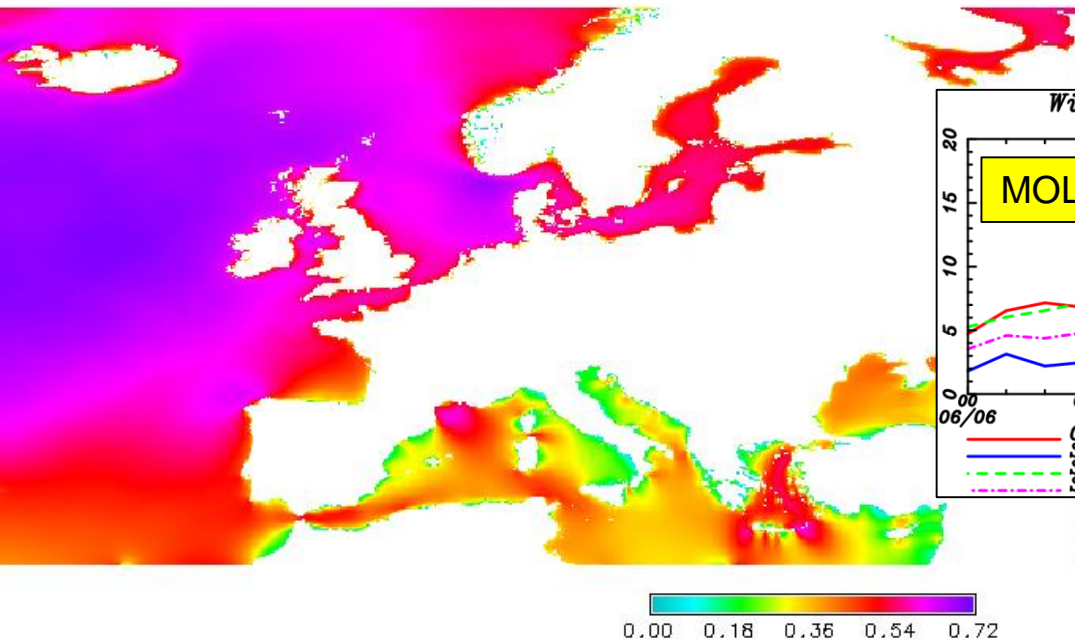


SEDIMENTS (BIOLOGY...)

Bottom stress

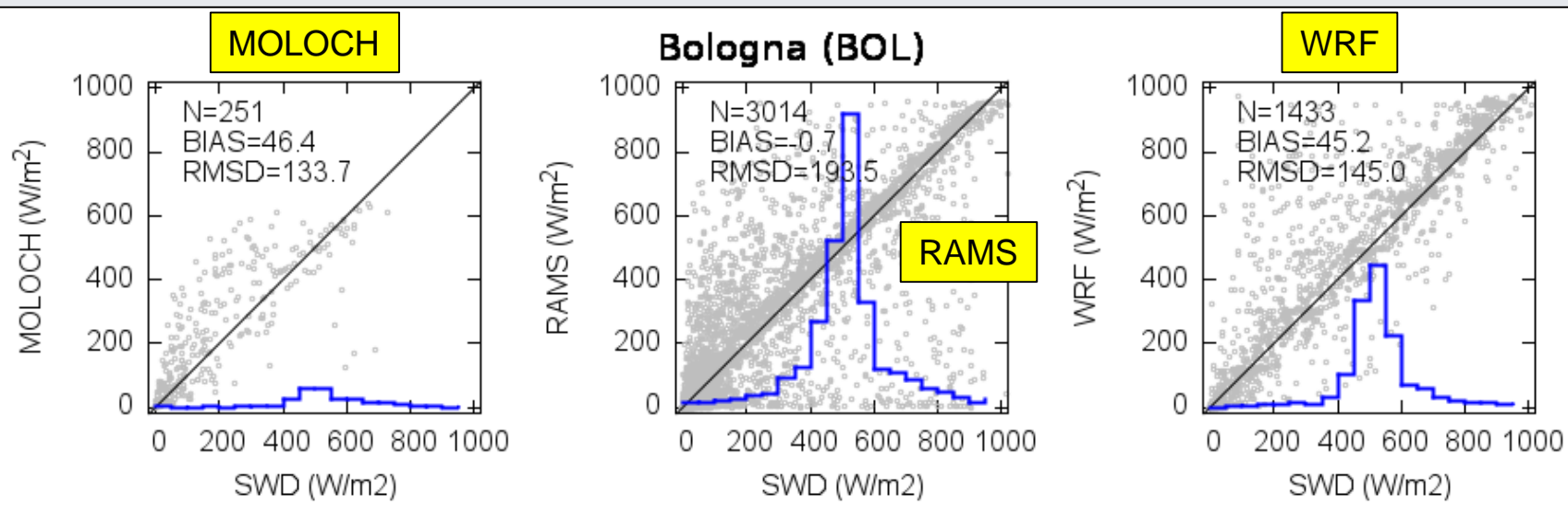
WAVES
SWAN model

Currents
Bottom stress



ENERGIA EOLICA

ENERGIA SOLARE

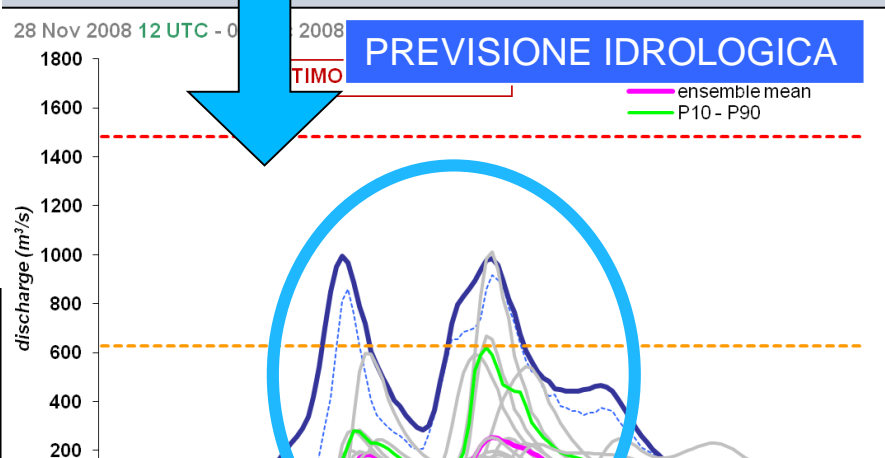
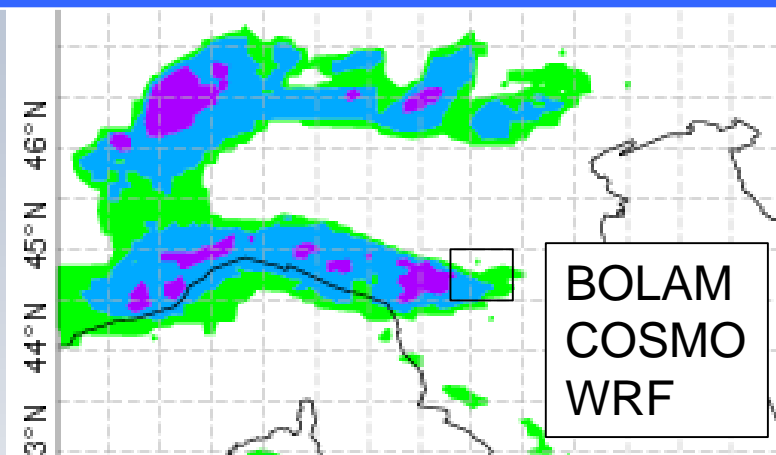


Disponibilità di diversi sistemi di simulazione atmosferica

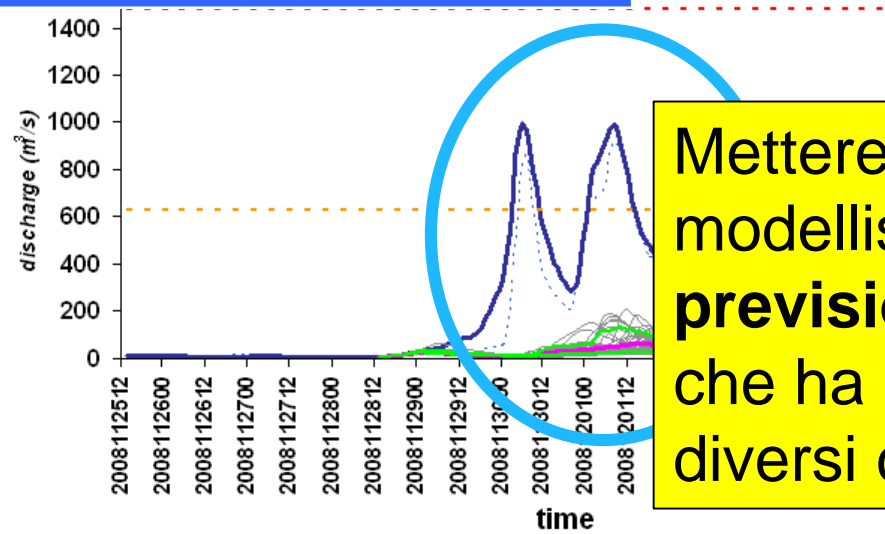
Mettere a sistema modelli diversi → previsione probabilistica multi-model

PREVISIONE MULTIMODEL ALTA RISOLUZIONE
PROBABILITA' PRECIPITAZIONE > 20mm/6h

CATENA IDRO-METEOROLOGICA ENSEMBLE FORECASTING



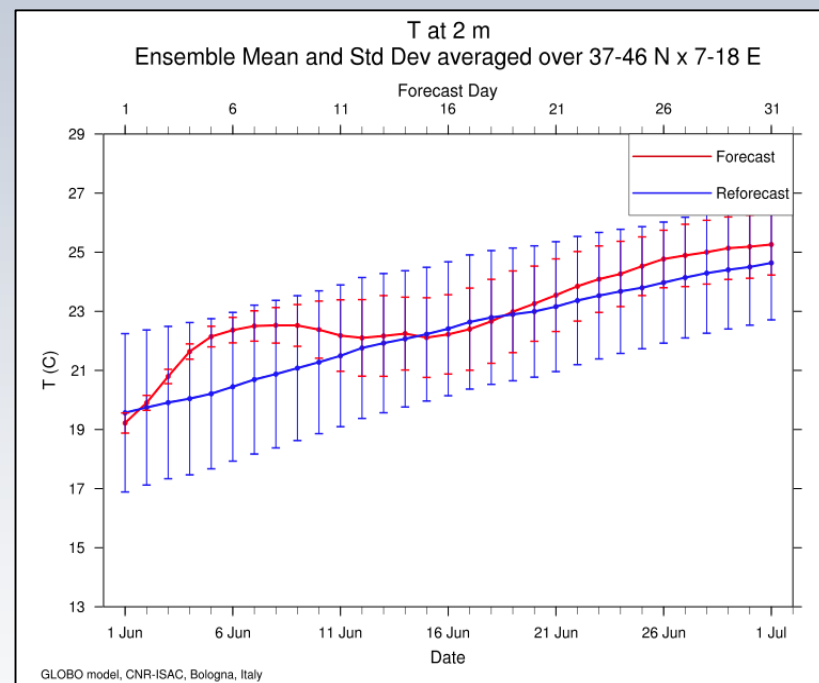
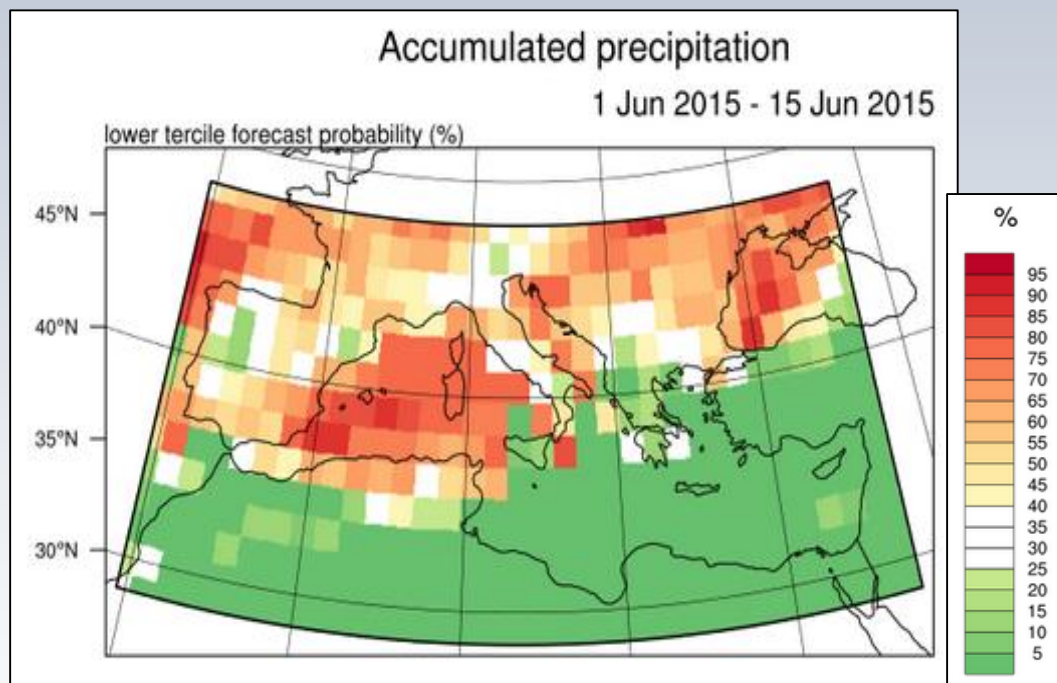
PREVISIONE IDROLOGICA
Precipitazione da modello globale



Mettere a sistema potenzialità modellistiche presenti in Regione per la **previsione probabilistica multimodel** che ha dimostrato notevoli potenzialità in diversi campi di applicazione.

Sistema di previsioni mensili CNR-ISAC

- Basato sul modello GLOBO, emesse ogni settimana
- Previsione probabilistica, 40 membri, inizializzati con analisi GFS
- **Previsione di anomalie mensili** di temperatura e precipitazione



- Partecipazione al tavolo tecnico per la previsione stagionale presso il Dipartimento di Protezione Civile
- Agricoltura, gestione risorse idriche, ...

- ECMWF Special Project in collaborazione con ARPA-SIMC
- Partecipazione al Subseasonal to Seasonal (S2S) prediction project (WMO), dedicato al miglioramento della previsione alla scala S2S e a favorire distribuzione/utilizzo delle previsioni attraverso un archivio



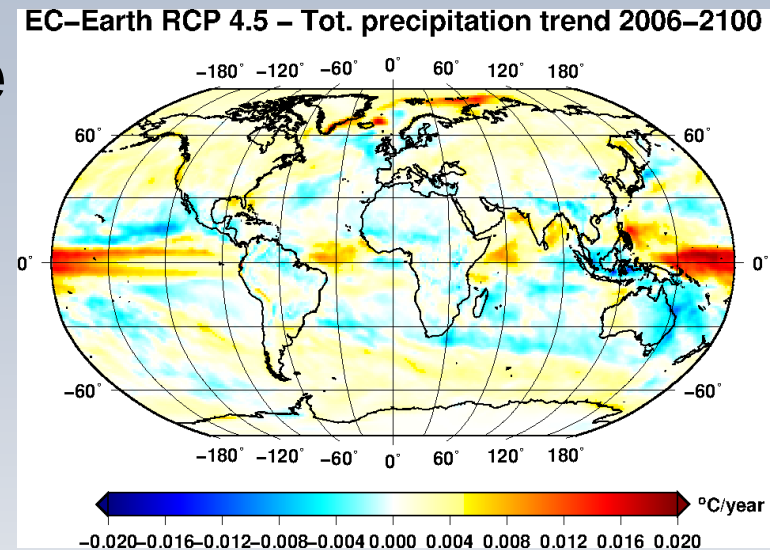
| | Time range | Resolution | Ens. Size | Frequency | Re-forecasts | Rfc length | Rfc frequency | Rfc size |
|---------------------|------------|---------------|-----------|-----------|--------------|---------------|---------------|----------|
| JMA | d 0-34 | T159L60 | 50 | 2/week | fix | 1979-2010 | 3/month | 5 |
| NCEP | d 0-44 | T126L64 | 4 | 4/daily | fix | 1999-2010 | 4/day | 1 |
| KMA | d 0-60 | N216L85 | 4 | daily | on the fly | 1996-2009 | 4/month | 3 |
| UKMO | d 0-60 | N216L85 | 4 | daily | on the fly | 1996-2009 | 4/month | 3 |
| BoM | d 0-60 | T47L17 | 33 | 2/week | fix | 1981-2010 | 6/month | 33 |
| ISAC-CNR | d 0-32 | 0.75x0.56 L54 | 40 | weekly | fix | 1981-2010 | 6/month | 1 |
| CMA | d 0-45 | T106L40 | 4 | daily | fix | 1992-now | daily | 4 |
| Meteo-France | d 0-60 | T255L91 | 51 | monthly | fix | 1993-2014 | monthly | 15 |
| EC | d 0-35 | 0.6x0.6 L40 | 21 | weekly | on the fly | past 15y | weekly | 4 |
| ECMWF | d 0-32 | T639/319 L62 | 51 | 2/week | on the fly | past 20 years | weekly | 5 |
| HMCR | d 0-63 | 1.1x1.4 L28 | 20 | weekly | fix | 1981-2010 | weekly | 10 |

RICOSTRUZIONE AD ALTA RISOLUZIONE (~1 km²) DEL CLIMA DEL PASSATO



Dalla scala globale alla scala locale

Le proiezioni climatiche fornite dai modelli globali sono disponibili a bassa risoluzione spaziale (~80-120 km) ...



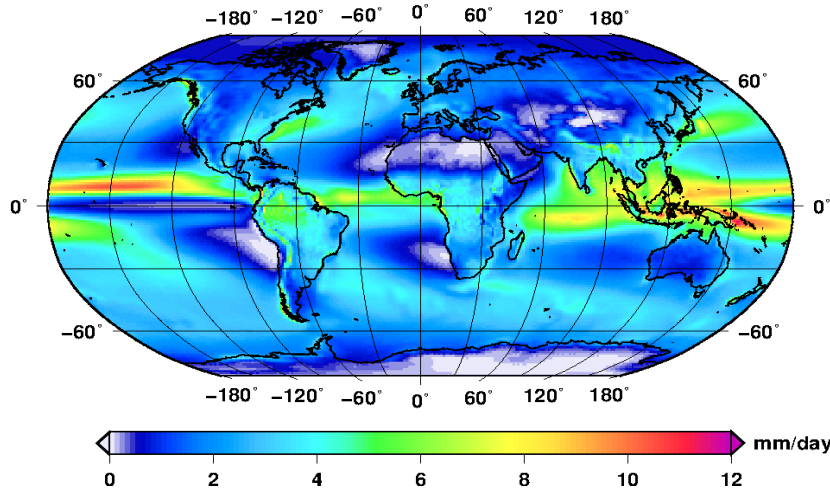
... MA gli impatti sugli ecosistemi, sull'idrologia e sui processi alla superficie e la conseguente valutazione del rischio richiedono informazione a scala locale

→ **“Scale mismatch”** rende necessario un **downscaling** o un sostanziale aumento di **risoluzione dei modelli globali**

Catena modellistica di downscaling

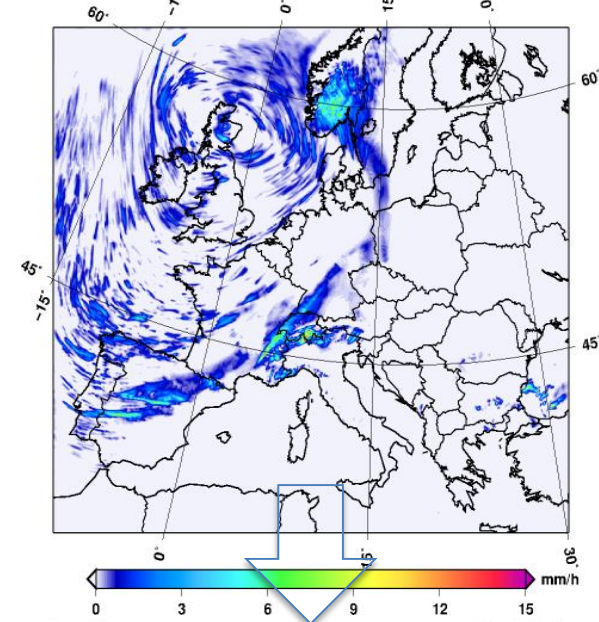
+ %\$, %%, /&' #0&%)

Total precipitation annual mean 1951-2007



1&2.#3, %%, /&' #0&%)

WRF 0.0375 deg/ 2000-10-11 21000 srt average



9 : , - /)#3))
& #;7<0"#%2.-, % "#- &55&5)

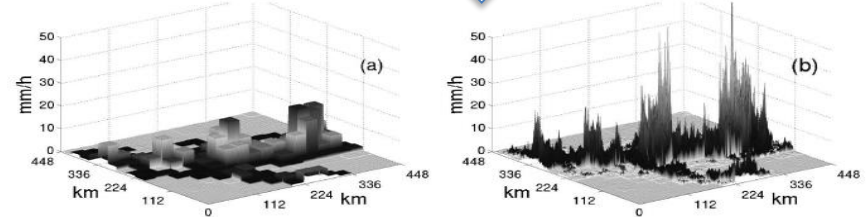


FIG. 10. (a) A snapshot of the forecasted rain field obtained from the LAM forecast and (b) one example of a downscaled field obtained by application of the RainFARM. The vertical scale indicates precipitation intensity (mm h^{-1}) and it is the same for the two fields.

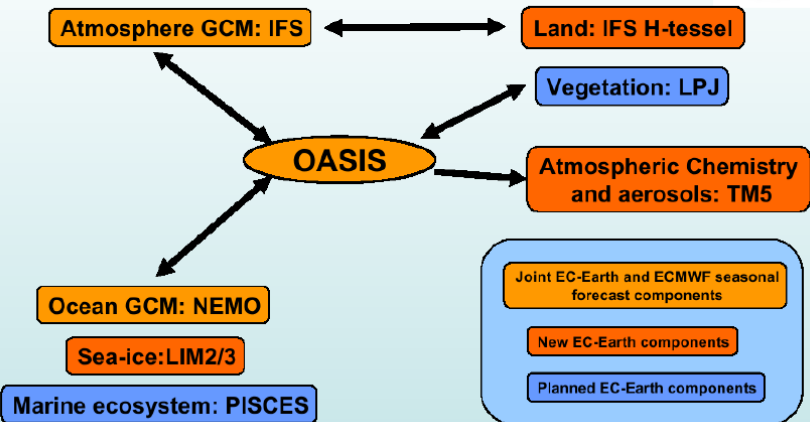
*/, 454- , %5/#- 7, 54-)
0#8 35- , %32)

Global Climate Model

ISAC-CNR è membro del consorzio EC-Earth.



EC-EARTH components



Risoluzione standard del modello
 Atmosfera (IFS) T255 (~80 km), L91
 Oceano ORCA1: 1°

<http://www.to.isac.cnr.it/eearth/>
www.ec-earth.org

PRACE project “Climate SPHINX” CLIMATE Stochastic Physics High resolution eXperiments

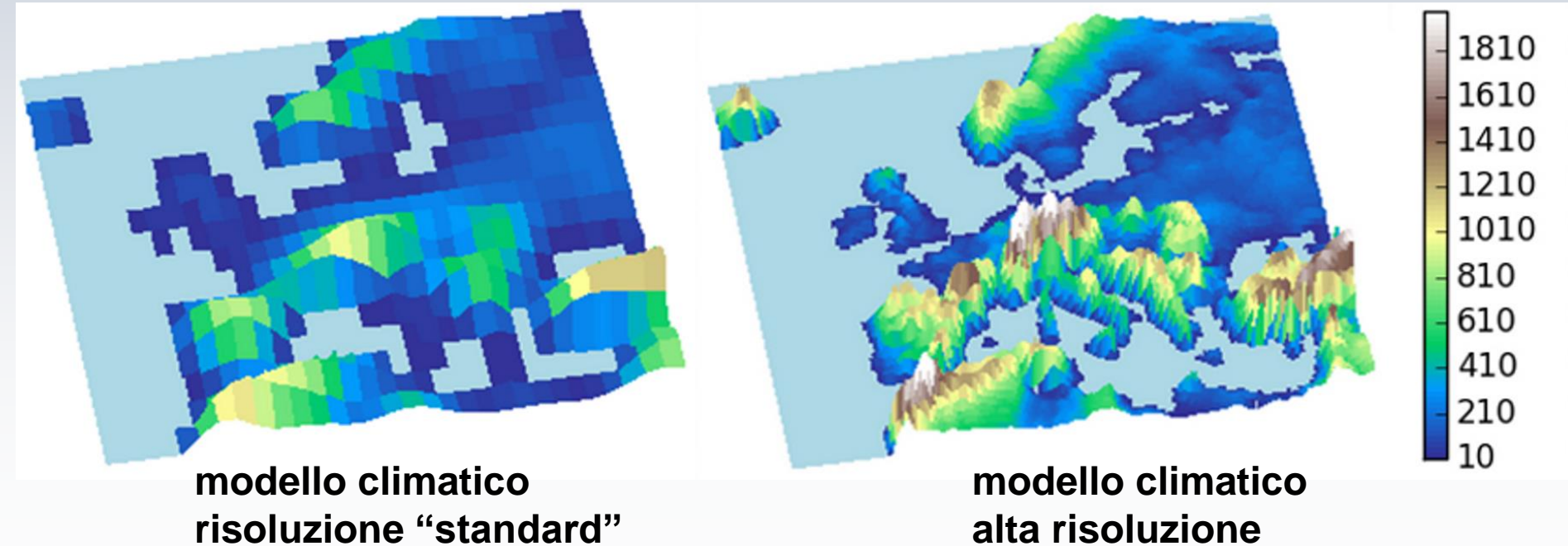
- Scopo: valutare l’impatto della parametrizzazione stocastica e dell’alta risoluzione spaziale sulla simulazione della variabilità climatica
- Esperimenti con EC-Earth 3.1 ad alta risoluzione
 - Coupled experiments (IFS) T511L91 (40 km)+ (NEMO) ORCA1 (1°)
 - **AMIP** experiments a T799 (~25 km) and T1279 (~16 km)
 - Periodi di simulazione: 1950-2050 (non accoppiato) 1850-2050 (accoppiato), ricostruzioni storiche e scenario futuro.





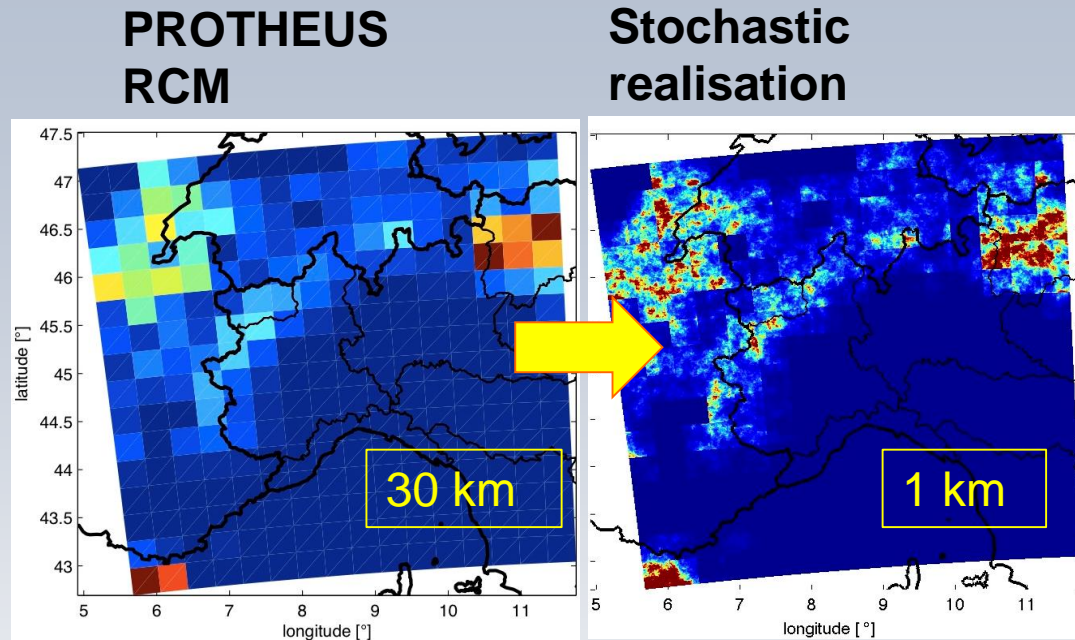
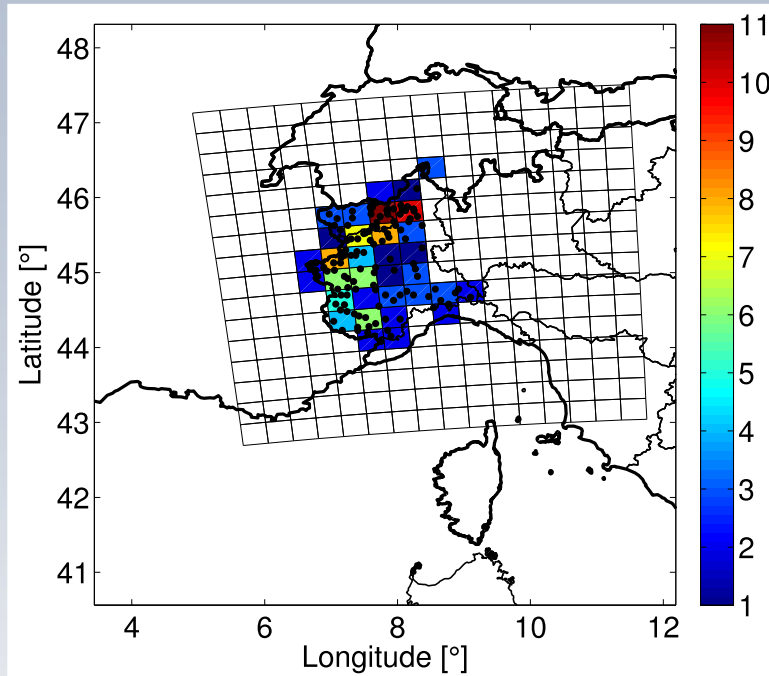
L'obiettivo del **progetto PRIMAVERA** (Horizon 2020) è quello di sviluppare e validare una nuova generazione di modelli climatici capace di simulare e prevedere il clima su scala regionale con una fedeltà senza precedenti, a beneficio di governi, imprese e tutta la società.

RAPPRESENTAZIONE DELL'OROGRAFIA



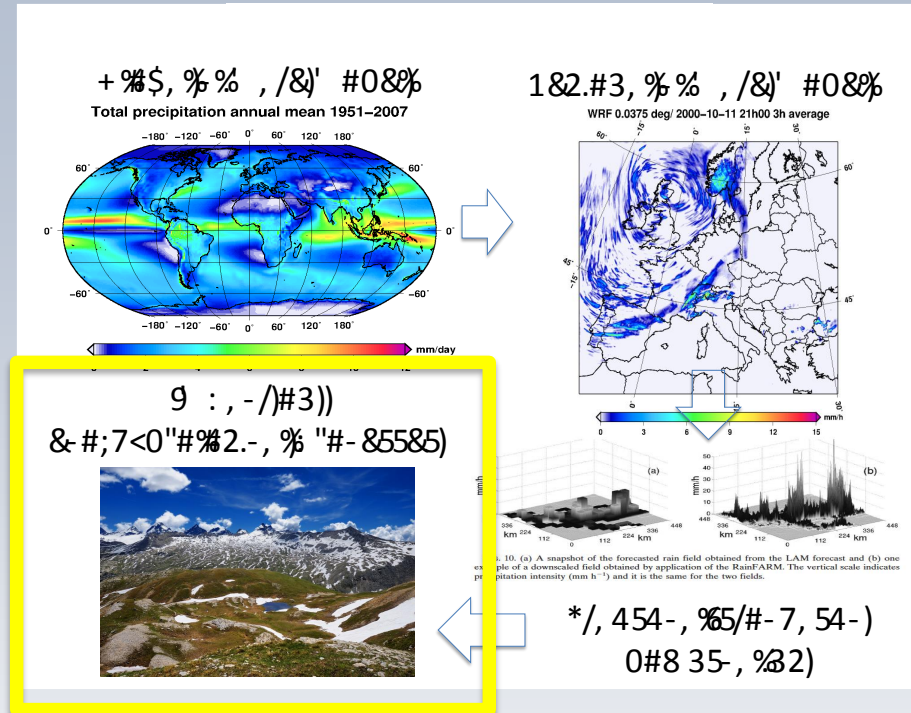
→ Migliore rappresentazione delle caratteristiche climatiche su scala regionale

Downscaling stocastico della precipitazione (RainFARM)



- Genera un **ensemble di campi di precipitazione ad alta risoluzione** da simulazioni climatiche.
- Le proprietà statistiche dei campi di precipitazione a piccola scala sono determinate dal modello a grande scala.
- Applicabile a scenari climatici per studi di impatto senza la necessità di downscaling statistico.

Applicazioni della catena modellistica



Influenza dei cambiamenti globali sul clima locale di interesse per gli “stakeholders”

- Modelli idrologici, modelli rainfall/runoff
- Modelli di impatto
- Migliore rappresentazione degli effetti della complessa orografia e dell’interazione tra processi climatici, idrologici e land/surface

Competenze ISAC → sistema modellistico atmosferico *seamless*
→ ricostruzione clima del passato

Anello di un sistema per un approccio integrato a studi di impatto sull'ecosistema (meteorologia/clima) → occorre consolidare collaborazioni già esistenti e cogliere l'opportunità per iniziarne di nuove, mettendo a sistema competenze presenti sul territorio.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

