



# GLOBO/BOLAM-MOLOCH: implementazioni operative, applicazioni di ricerca e linee di sviluppo

Oxana Drofá, P. Malguzzi, S. Davolio, D. Mastrangelo,  
T. Landi, M. Fantini, A. Tiesi, A. Buzzi, F. Roccato  
(CNR-ISAC), M. Corazza, D. Sacchetti, F. Cassola, M.  
Tizzi, E. Trovatore (ARPAL, Genova), F. Pasi, V.  
Capecchi (LaMMA-CNR, Firenze), S. Mariani, M.  
Casaioli (ISPRA, Roma)

Bologna, 17 Maggio 2019



- Dall'inizio degli anni '90, nell'istituto **CNR-ISAC** sono stati sviluppati modelli numerici dell'atmosfera. Il primo é stato il modello idrostatico ad area limitata **BOLAM**, seguito dal modello **MOLOCH** basato sulle equazioni per un'atmosfera non idrostatica e compressibile, che permette di risolvere i fenomeni convettivi in modo esplicito. Infine, é stata sviluppata la versione per la circolazione generale dell'atmosfera, denominata **GLOBO**, generalizzando **BOLAM** all'intera atmosfera.
- I modelli operano su griglia regolare in lat/lon sia in geografia non ruotata che ruotata.
- I modelli usano le stesse parametrizzazioni dei processi fisici e gli stessi dataset fisiografici. Sono dotati di procedure di pre-processamento che permettono di creare condizioni iniziali ed al contorno usando dati di analisi/previsione di IFS-ECMWF, GFS-NCEP (USA), COSMO (solo per MOLOCH) e gli output dei modelli stessi in modalità “*one way nesting*”. Sono disponibili procedure di post-processamento che creano prodotti previsionali personalizzabili in formato GRIB2.



La modellistica atmosferica ISAC é stata sviluppata per lo studio e la comprensione dei fenomeni meteorologici a scala sinottica e mesoscala, quali:

- cicloni alle medie latitudini
- studio della ciclogenesi alpina e in generale dei flussi atmosferici su orografia, venti di barriera
- interazione aria-mare
- studio dei cicloni mediterranei
- sviluppo di linee di convergenza e “*low level jet*”
- sistemi convettivi



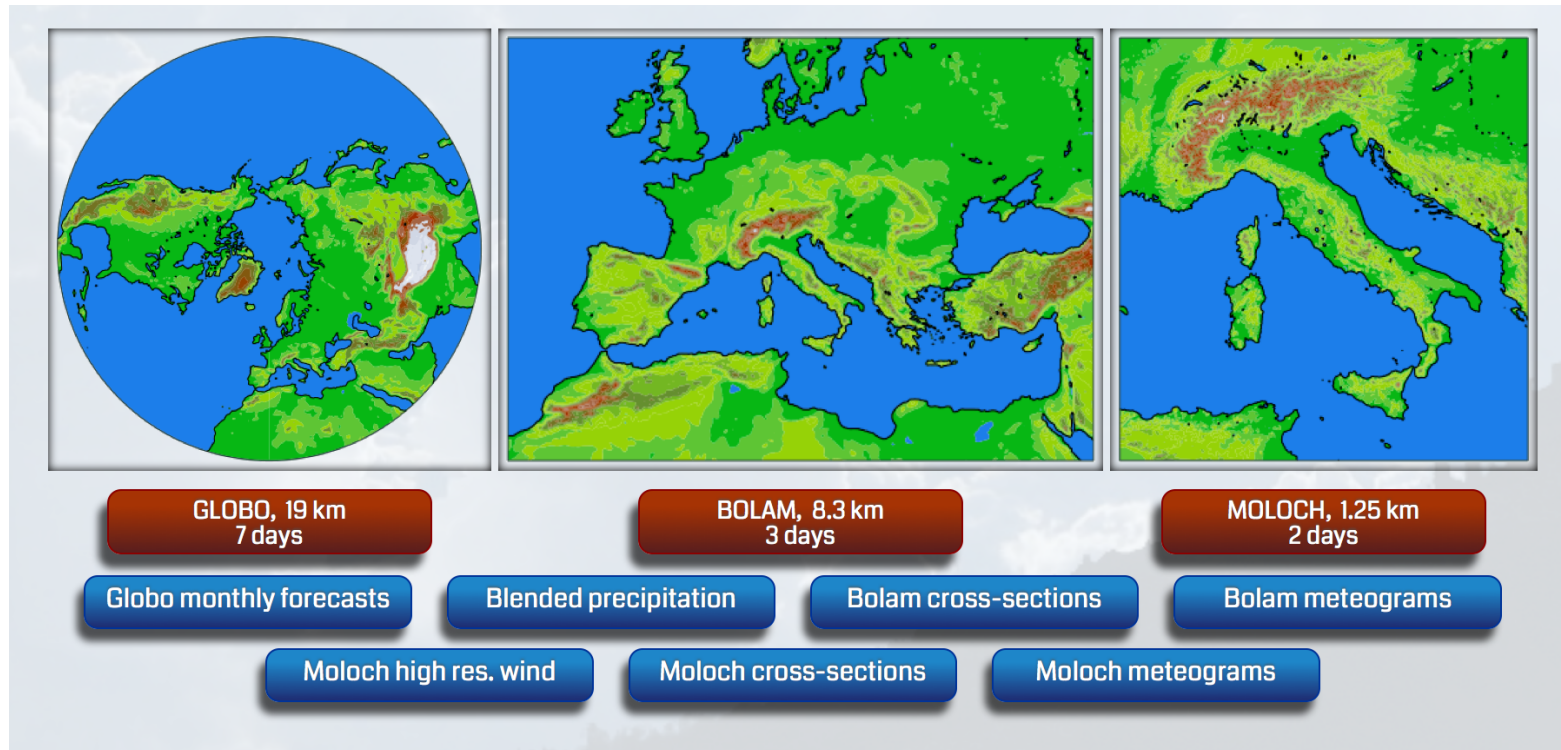
Oltre che come strumenti di ricerca, i modelli sono utilizzati per **previsioni meteorologiche dalla scala globale alla scala locale**. Ciò ha implicato lo sviluppo in proprio delle necessarie parametrizzazioni e delle procedure operative.

I vantaggi derivanti dallo sviluppo di modellistica originale sono duplici.

- La **completa conoscenza** dei codici permette il **miglioramento della qualità** dei prodotti previsionali
- Sviluppo di **algoritmi efficienti** in particolare per piattaforme di calcolo parallelo

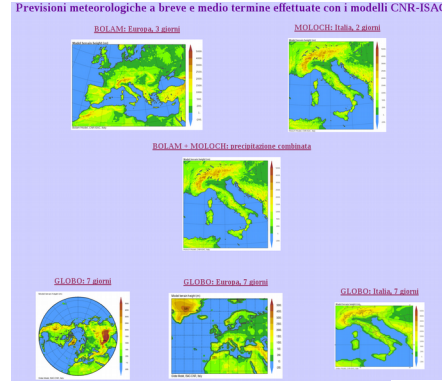


Attualmente al CNR-ISAC vengono prodotte **previsioni giornaliere in tempo reale** partendo da condizioni iniziali e al contorno basate sul sistema GFS delle ore 00 UTC. Tali previsioni sono realizzate nel contesto di una convenzione col **Dipartimento della Protezione Civile Nazionale**. I prodotti previsionali sono consultabili sul sito web <http://www.isac.cnr.it/~dinamica/projects/forecasts/>.

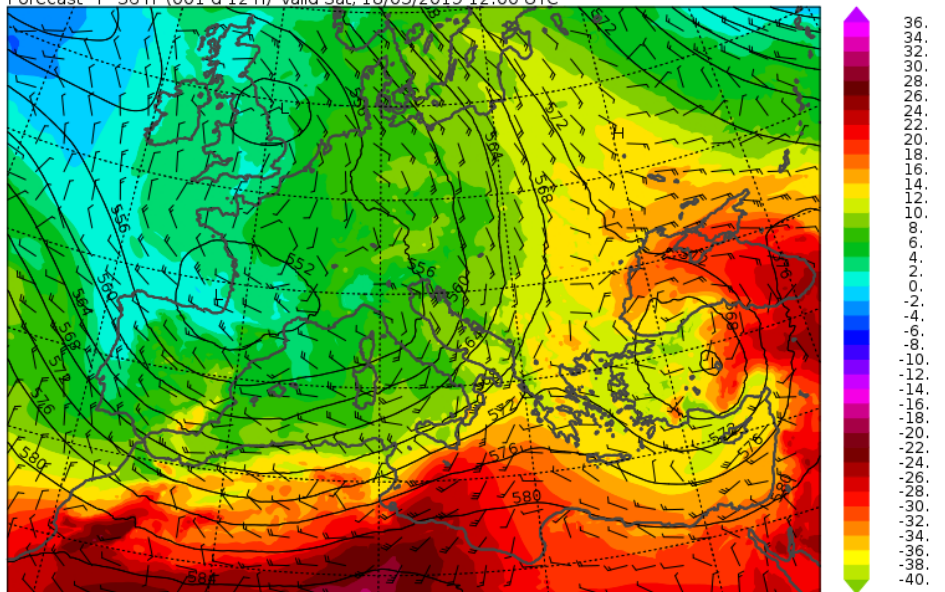




... oppure sul sito allestito su richieste specifiche (con grafica personalizzata) del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale:  
[http://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecast\\_dpc/medium\\_it.htm](http://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecast_dpc/medium_it.htm)

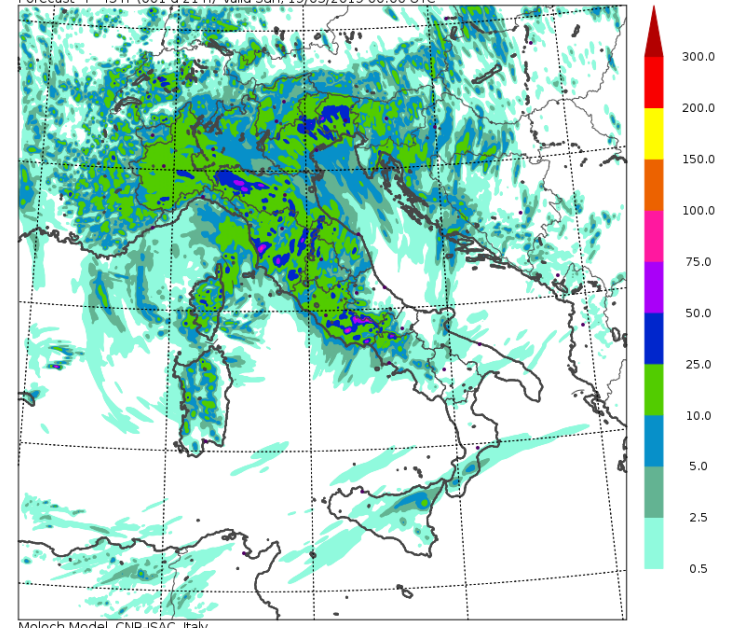


Temperature (C) Wind at 850 Isobaric surface (hPa) Geopotential height (dam) at 500 Isc  
 Initial time Fri, 17/05/2019 00:00 UTC  
 Forecast + 36 h (001 d 12 h) valid Sat, 18/05/2019 12:00 UTC



Bolam Model, CNR-ISAC, Italy

Total precipitation (kg m-2) accumulated in 24 h at Ground or water surface  
 Initial time Fri, 17/05/2019 03:00 UTC  
 Forecast + 45 h (001 d 21 h) valid Sun, 19/05/2019 00:00 UTC



Moloch Model, CNR-ISAC, Italy



Le corse previsionali vengono effettuate sul cluster dell'istituto CNR-ISAC:

Cluster Debian Gnu Linux: 12 nodes (2x8 core) Intel Xeon E5-2670 at 2.6 GHz) + switch Mellanox (infiniband) + master

Intel Fortran

Globo <u>24 ore</u>	Bolam <u>24 ore</u>	Moloch <u>24 ore</u>
Risoluzione <b>19</b> km Griglia: <b>1538x1058</b> punti <b>60</b> livelli in atmosfera <b>11</b> livelli in suolo	Risoluzione <b>8,3</b> km Griglia: <b>578x1418</b> punti <b>60</b> livelli in atmosfera <b>11</b> livelli in suolo	Risoluzione <b>1,25</b> km Griglia: <b>1154x1154</b> punti <b>60</b> livelli in atmosfera <b>11</b> livelli in suolo
<b>12</b> minuti	<b>5</b> minuti	<b>63</b> minuti





## Sodalizio dei modelli CNR-ISAC

### Utilizzatori dei modelli:

**Arpa Liguria** <https://www.arpal.gov.it/homepage/meteo/previsioni/bollettino-liguria/riassunto.html>

**Lamma** <http://www.lamma.rete.toscana.it/modelli/atmo/bolam-e-moloch-info-sui-modelli>

**ISPRA** [http://www.isprambiente.gov.it/pre\\_meteo/](http://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/)

**MIPAF** (Ministero delle politiche agricole, alimentari, forestale e del turismo )  
[https://www.politicheagricole.it/flex/FixedPages/Common/miepfyA00\\_previsioniItalia.php/L/IT](https://www.politicheagricole.it/flex/FixedPages/Common/miepfyA00_previsioniItalia.php/L/IT)

**ARPA Sardegna** [http://www.sar.sardegna.it/servizi/meteo/mappebolam\\_it.asp](http://www.sar.sardegna.it/servizi/meteo/mappebolam_it.asp)

**MeteoCat** (Servizio meteorologico di Catalunya)  
<http://www.meteo.cat/prediccio/models/atmosferics>

**NOA** (National Observatory of Athens, Istituto delle ricerche ambientali, Meteo.gr)  
<http://www.meteo.gr/meteomaps/>



## Applicazioni modellistiche in Arpa Liguria

**Catena modellistica operativa presso ARPAL. Per ogni modello vengono effettuate 4 corse giornaliere: alle 00, 06, 12 e 18 UTC**

**ECMWF IC/BC every 3h**  
on 61 hybrid levels, on  
rotated grid 0.1 res

**BOLAM 443x392x60**  
points, on rotated grid  
0.07 res, up to 72 hr

**MOLOCH 882x898x60**  
points, on rotated grid  
0.014 res, up to 48 hr

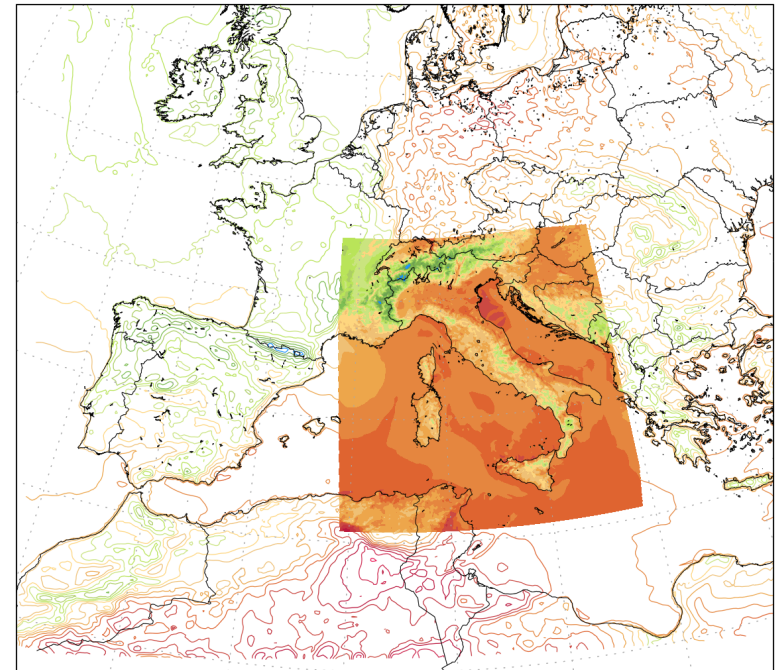
**WW3 mediterranean**  
domain 337x180 points  
0.09 res, up to 72 hr

**WW3 ligurian sea domain**  
153x112 points 0.018 res,  
up to 48 hr

**Infrastruttura:** cluster linux  
composto da 8 nodi con due  
processori Intel E5-2680, per un  
totale complessivo di 352 core.  
In questa fase sono operativi 4  
nodi, l'attivazione di tutti i nodi è  
prevista per l'autunno.

### Applicazioni principali:

- previsioni operative per il sistema di allertamento regionale di protezione civile
- fornitura dati per:
  - modelli idrologici sui bacini della Liguria
  - modellistica di moto ondoso (WW3) e circolazione oceanica
  - modellistica relativa agli incendi
  - modellistica di dispersione di inquinanti





# Modelli atmosferici propri CNR-ISAC

## Applicazioni modellistiche in **Consorzio LaMMA**



servizi operativi **CONSORZIO LaMMA**

ricerca

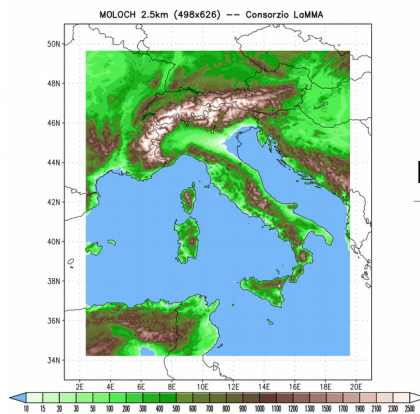
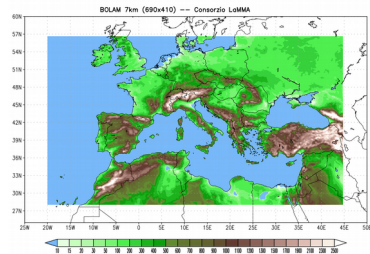
**BOLAM 7km**  
690x410x50

**MOLOCH 2.5km**  
498x626x50

**CASI STUDIO**  
(500m ris)

**REANALISI**  
(ERA5 – 40 anni  
EURO-CORDEX 10km  
Italia 3km)

**VERIFICA**



Inizializzazione:  
**IFS & GFS**

**RUN:**

- 00 utc + 48 hr
- 06 utc + 42 hr
- 12 utc + 60 hr
- 18 utc + 54 hr

Inizializzazione: **GFS**

**RUN:**

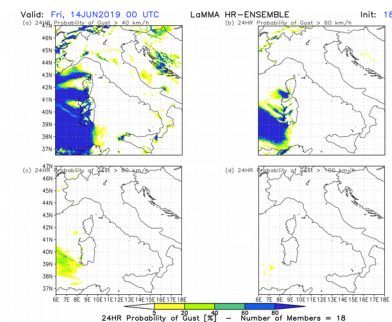
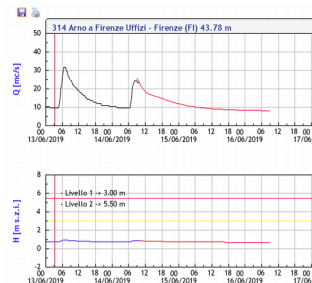
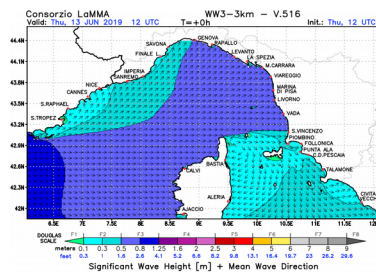
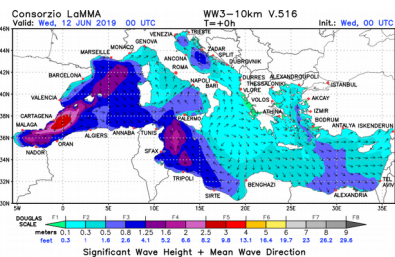
- 00 utc + 120 hr
- 12 utc + 132 hr

**Onde 10km**

**Onde 3km**

**QPF x idro**

**Poorman ENS 3km**  
(23 membri)



750.000 visite mese



## Sodalizio dei modelli CNR-ISAC

Utilizzatori dei prodotti previsionali creati in CNR-ISAC:

**DPC** (Dipartimento della Protezione Civile)

**Arpa Piemonte**

**CF VDA** (Centro Funzionale della Regione autonoma di Valle D'Aosta)

**OSMER** Arpa Friuli-Venezia-Giulia

**POLIMI** Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Previsioni idrologiche (Lambro, Olona, Seveso)

**CNR-ISMAR** Sistema di previsione marina Kassandra

**ADBE** Autorità di Bacino Alto Adriatico, previsione idrologica



## Altre attività e prodotti

**Sviluppo di schemi (parametrizzazioni) dei processi fisici:** allo scopo di migliorare la comprensione dei processi fisici e la qualità dei prodotti previsionali

**Previsioni mensili:** attività sperimentale in supporto al **Tavolo Tecnico delle Previsioni Stagionali** del DPC, partecipazione al progetto interazionale S2S (Subseasonal-to-Seasonal)

**Sistema di analisi** basato su **LAPS** (Local Analysis and Prediction System, NOAA, USA) per i modelli BOLAM e MOLOCH: sistema sviluppato per creare un'analisi oggettiva dell'atmosfera, nonché le condizioni iniziali per una simulazione numerica, in special modo per applicazioni di *nowcasting*

**Archivio** dei prodotti previsionali dal 2012



Verifica del prodotti previsionali

[http://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecast\\_verif/](http://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecast_verif/)

**Grandezze**

Precipitazione accumulata in 24 ore

Temperatura a 2 m

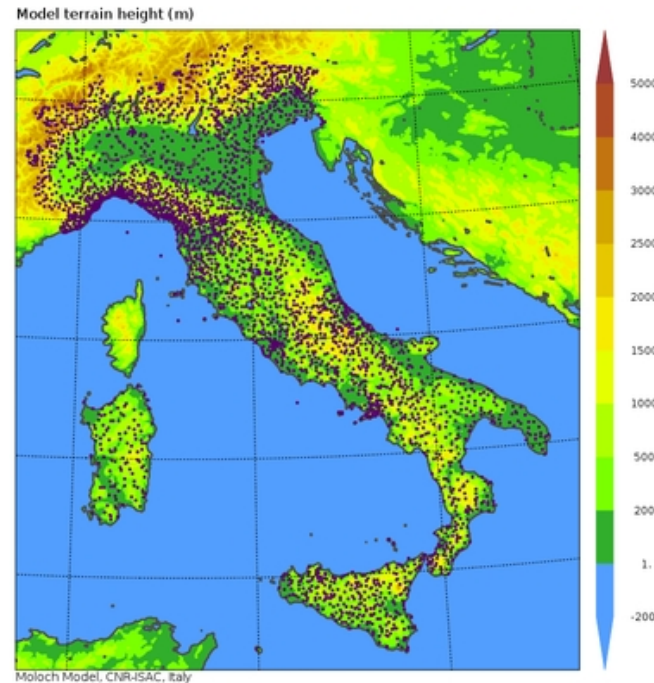
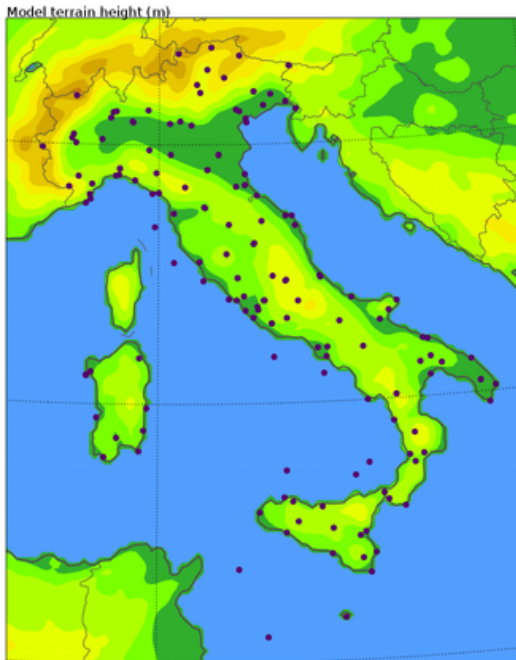
Temperatura di rugiada a 2 m

Velocità del vento a 10 m

Pressione al livello di mare

(Temperatura del suolo)

Stazioni  
GTS  
(140 circa)



Pluviometri  
DPC  
(3900 circa)

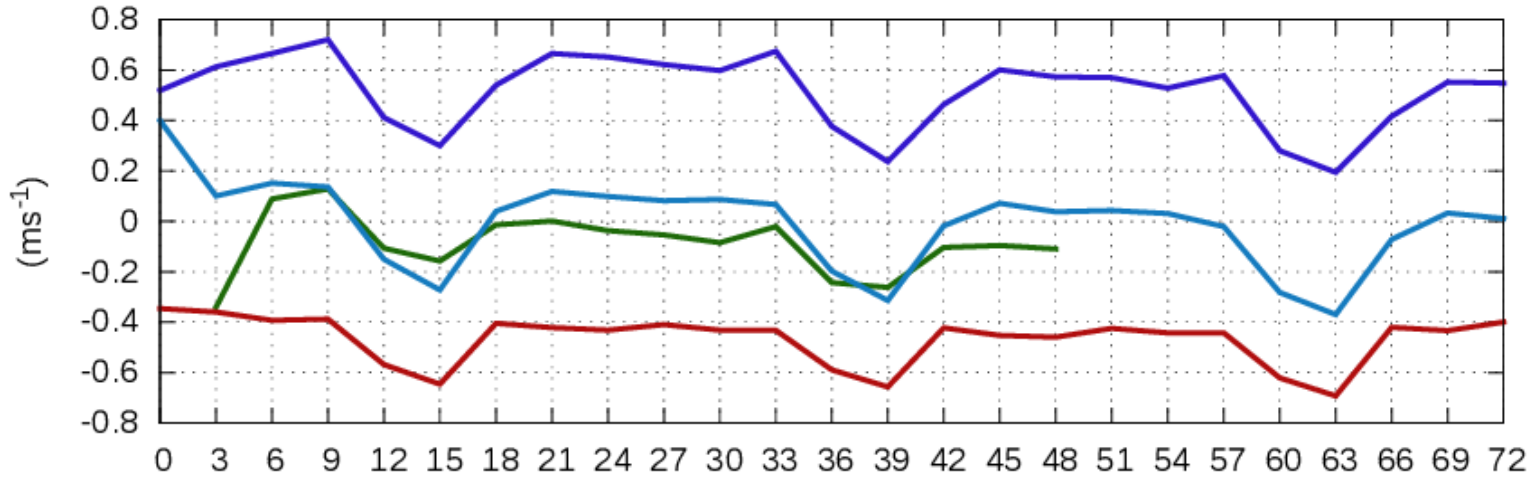




# Modelli atmosferici propri CNR-ISAC

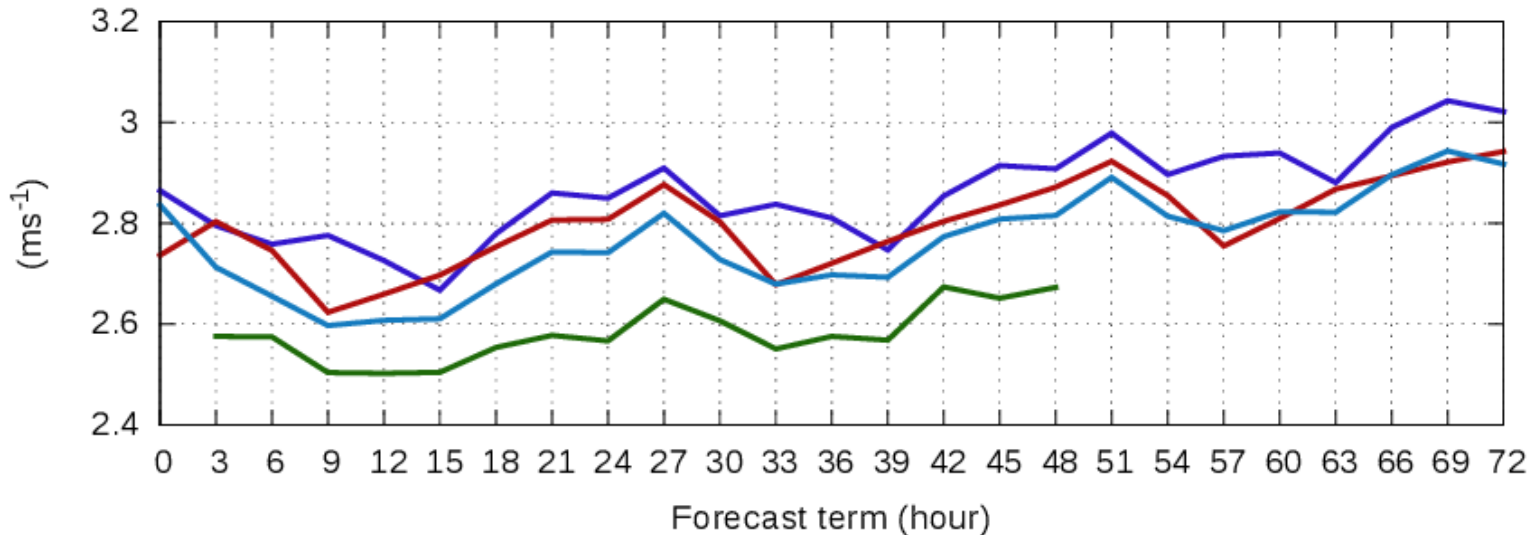


Wind speed at 10 m, BIAS, Italian stations, Season 201712-201802



**Inverno  
BIAS**

Wind speed at 10 m, RMSE, Italian stations, Season 201712-201802



**Inverno  
RMSE**

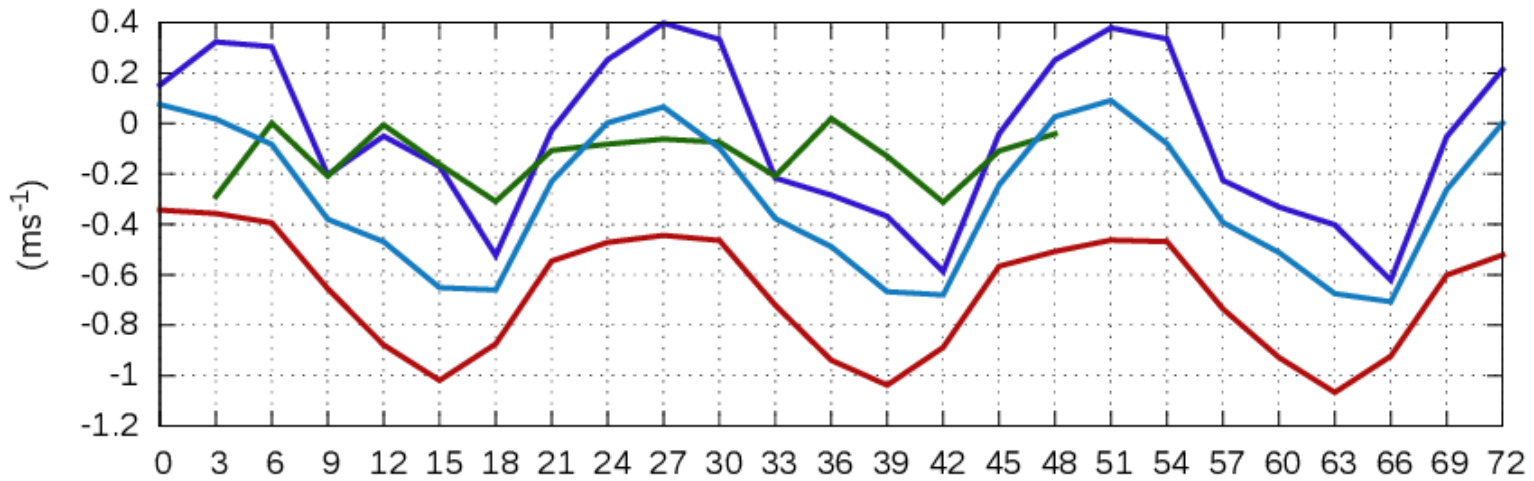
Bolam — Bolam-old — Moloch — IFS-ECMWF



# Modelli atmosferici propri CNR-ISAC

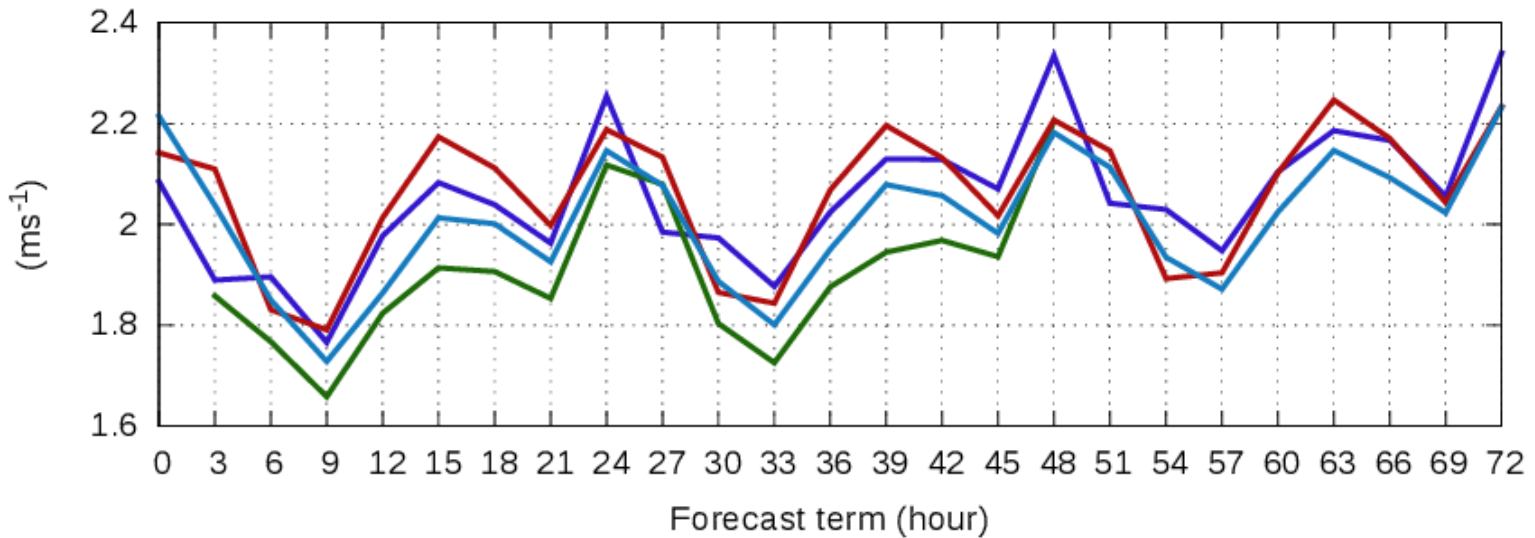


Wind speed at 10 m, BIAS, Italian stations, Season 201806-201808



**Estate  
BIAS**

Wind speed at 10 m, RMSE, Italian stations, Season 201806-201808



**Estate  
RMSE**

Bolam — Moloch — IFS-ECMWF — Bolam-old —

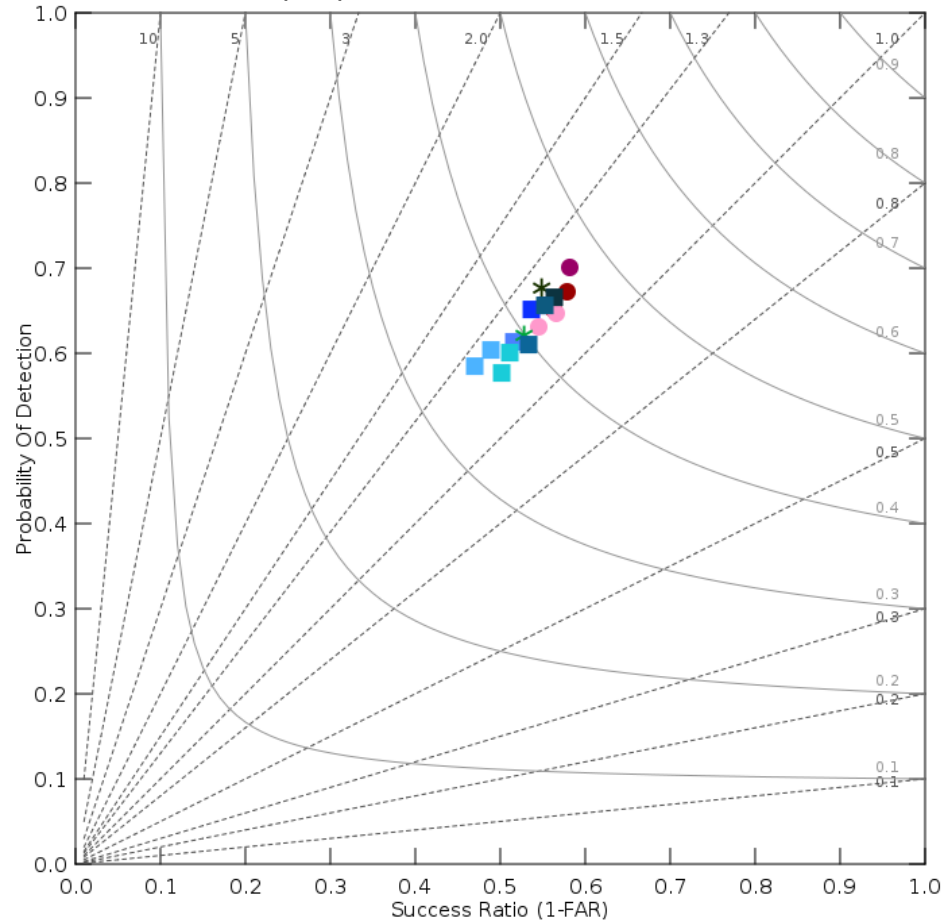




### Inverno

### Soglia 10 mm / 24 ore

24 h accumulated precipitation threshold 10.0 mm Season 201712-201802

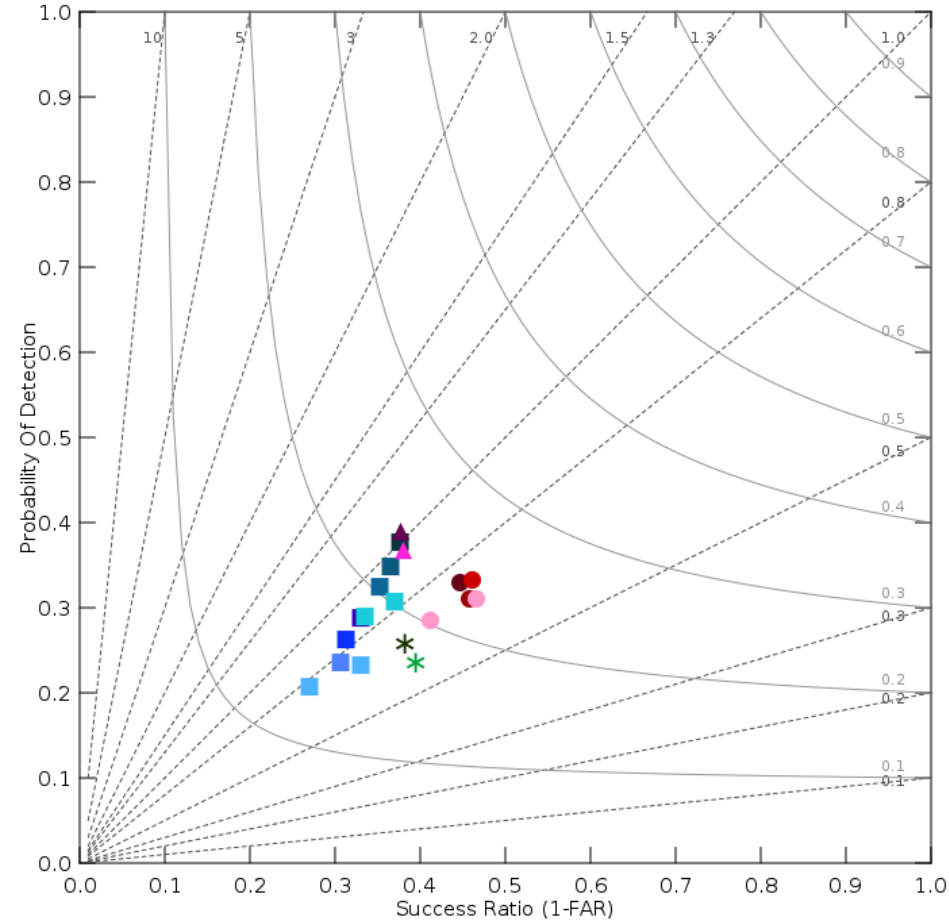


- Bolam + 24h
- IFS-ECMWF + 24h
- ✱ Moloch + 33h
- Bolam-old + 24h
- Bolam + 36h
- IFS-ECMWF + 36h
- ✱ Moloch + 45h
- Bolam-old + 36h
- Bolam + 48h
- IFS-ECMWF + 48h
- Bolam-old + 48h
- Bolam + 60h
- IFS-ECMWF + 60h
- Bolam-old + 60h
- Bolam + 72h
- IFS-ECMWF + 72h
- Bolam-old + 72h

### Estate

### Soglia 10 mm / 24 ore

24 h accumulated precipitation threshold 10.0 mm Season 201806-201808



- Bolam + 24h
- IFS-ECMWF + 24h
- ✱ Moloch + 33h
- Bolam-old + 24h
- Bolam + 36h
- IFS-ECMWF + 36h
- ✱ Moloch + 45h
- Bolam-old + 36h
- Bolam + 48h
- IFS-ECMWF + 48h
- Bolam-old + 48h
- Bolam + 60h
- IFS-ECMWF + 60h
- Bolam-old + 60h
- Bolam + 72h
- IFS-ECMWF + 72h
- Bolam-old + 72h
- ▲ Blended + 36h
- ▲ Blended + 48h



## Sviluppi recenti

**Versione 20 dei modelli – “POCHVA” nuovo schema dei processi al suolo vegetato e del manto nevoso:** nuovi dataset fisiografici, nuova definizione dei parametri fisici del suolo in funzione della profondità, nuovo approccio alla definizione delle condizioni al contorno inferiore, numero dei livelli di suolo variabili nello spazio e diverso per i processi di scambio termico e idrico, particolare accuratezza nel trattamento della transizione di fase dell'acqua, schema del manto nevoso multi-stato dinamico, robusto dal punto di vista numerico (simulazione di: albedo della neve, temperatura e densità della neve a varie profondità)

Organizzazione di una **tavola rotonda aperta** del sodalizio dei modelli CNR-ISAC per coordinare lo sviluppo di parti di comune interesse ...