

# Corso Base Escursionismo CAI Sesto San Giovanni



Maurizio Sabatino Previsore meteorologico  
Aeronautica Militare

# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

- **Velocità orizzontale del vento**

$$\frac{\partial u}{\partial t} = - \left[ \frac{1}{a \cos \varphi} \frac{\partial E_s}{\partial \lambda} - v V_s \right] - \zeta \frac{\partial u}{\partial \zeta} - \frac{1}{a \cos \varphi} \left( \frac{\partial p'}{\partial \lambda} - \frac{1}{\sqrt{y}} \frac{\partial p_s}{\partial \lambda} \frac{\partial p'}{\partial \zeta} \right) + M_s$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = - \left[ \frac{1}{a} \frac{\partial E_s}{\partial \varphi} - V_s \right] - \zeta \frac{\partial v}{\partial \zeta} - \frac{1}{a} \left( \frac{\partial p'}{\partial \varphi} - \frac{1}{\sqrt{y}} \frac{\partial p_s}{\partial \varphi} \frac{\partial p'}{\partial \zeta} \right) + M_s$$

- **Velocità verticale**

$$\frac{\partial w}{\partial t} = - \left[ \frac{1}{a \cos \varphi} \left( u \frac{\partial w}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial w}{\partial \varphi} \right) \right] - \zeta \frac{\partial w}{\partial \zeta} + \frac{g}{\sqrt{y}} \frac{\rho_s}{\rho} \frac{\partial p'}{\partial \zeta} + \left[ \frac{g}{\sqrt{y}} \frac{\rho_s}{\rho} \left( \frac{T - T_s}{T} - \frac{T_s p'}{T p_s} + \left( \frac{R}{R_s} - 1 \right) q' - q - q' \right) \right]$$

- **Perturbazione della pressione**

$$\frac{\partial p'}{\partial t} = - \left[ \frac{1}{a \cos \varphi} \left( u \frac{\partial p'}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial p'}{\partial \varphi} \right) \right] - \zeta \frac{\partial p'}{\partial \zeta} + g \rho_s w - \left( \frac{c_{pd}}{c_d} \right) p \nabla \cdot \vec{v}$$

## Temperatura

$$\frac{\partial T}{\partial t} = - \left[ \frac{1}{a \cos \varphi} \left( u \frac{\partial T}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial T}{\partial \varphi} \right) \right] - \zeta \frac{\partial T}{\partial \zeta} - \frac{1}{\rho_s} p \nabla \cdot \vec{v} + Q_s$$

## Vapore acqueo

$$\frac{\partial q}{\partial t} = - \left[ \frac{1}{a \cos \varphi} \left( u \frac{\partial q}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial q}{\partial \varphi} \right) \right] - \zeta \frac{\partial q}{\partial \zeta} - (S + S') + M_s$$

## Acqua allo stato solido e liquido

$$\frac{\partial q'}{\partial t} = - \left[ \frac{1}{a \cos \varphi} \left( u \frac{\partial q'}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial q'}{\partial \varphi} \right) \right] - \zeta \frac{\partial q'}{\partial \zeta} - \frac{g}{\sqrt{y}} \frac{\rho_s}{\rho} \frac{\partial p'}{\partial \zeta} + S' + M_s$$

- **Densità totale dell'aria**

$$\rho = p \left\{ R_s \left( 1 + \left( \frac{R}{R_s} - 1 \right) q - q - q' \right) T \right\}^{-1}$$

$$\rho_s e \sqrt{y} = \frac{\partial p_s}{\partial \zeta}, \quad E = \frac{1}{2} (u^2 + v^2) \quad e \quad V_s = \frac{1}{a \cos \varphi} \left[ \frac{\partial v}{\partial \lambda} - \frac{\partial (u \cos \varphi)}{\partial \varphi} \right] + f$$

# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

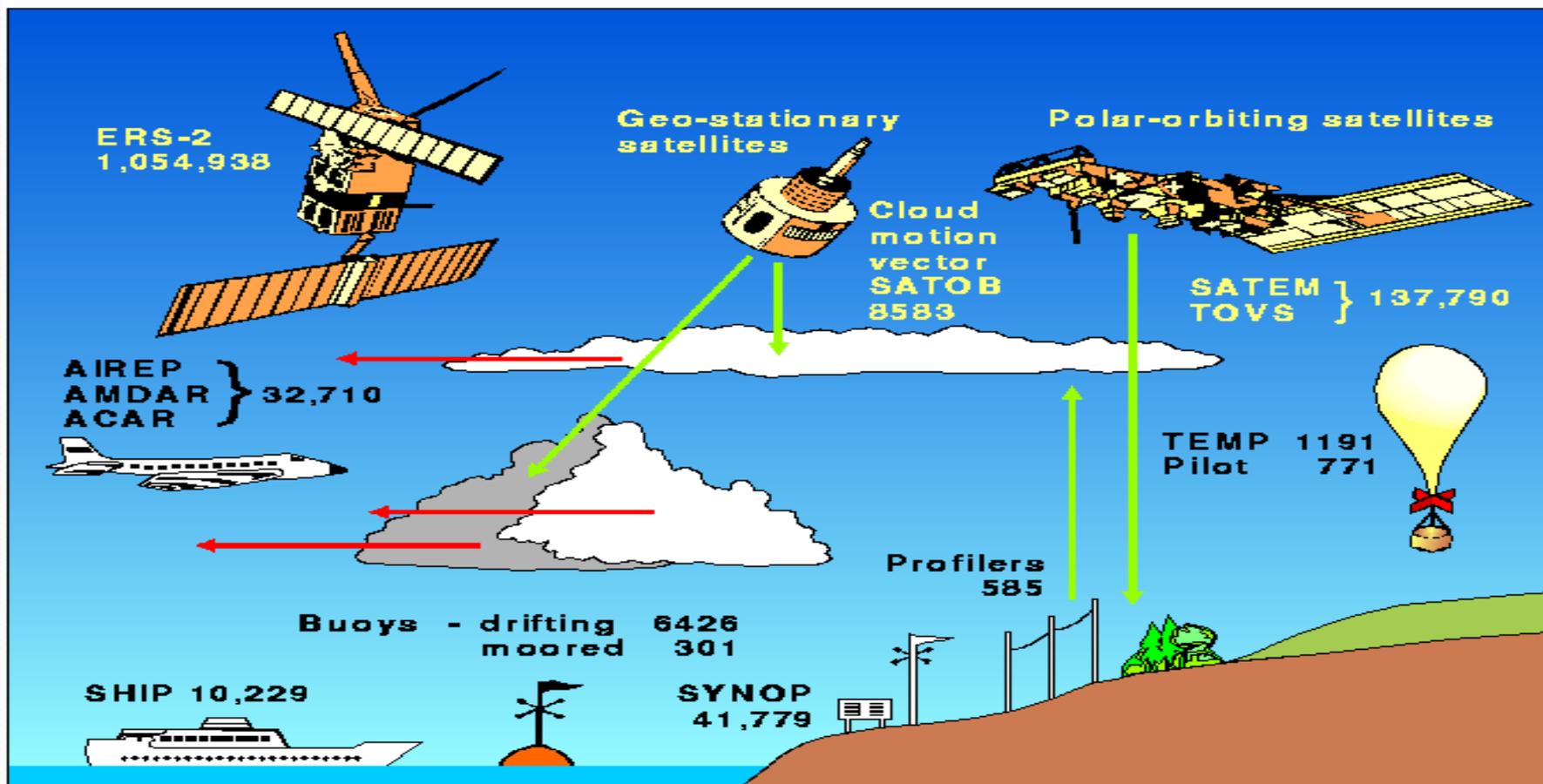
- Schematizzano e simulano il comportamento dell'atmosfera attraverso:
- Fisica Teorica
- Matematica
- Dati reali Strumenti

# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

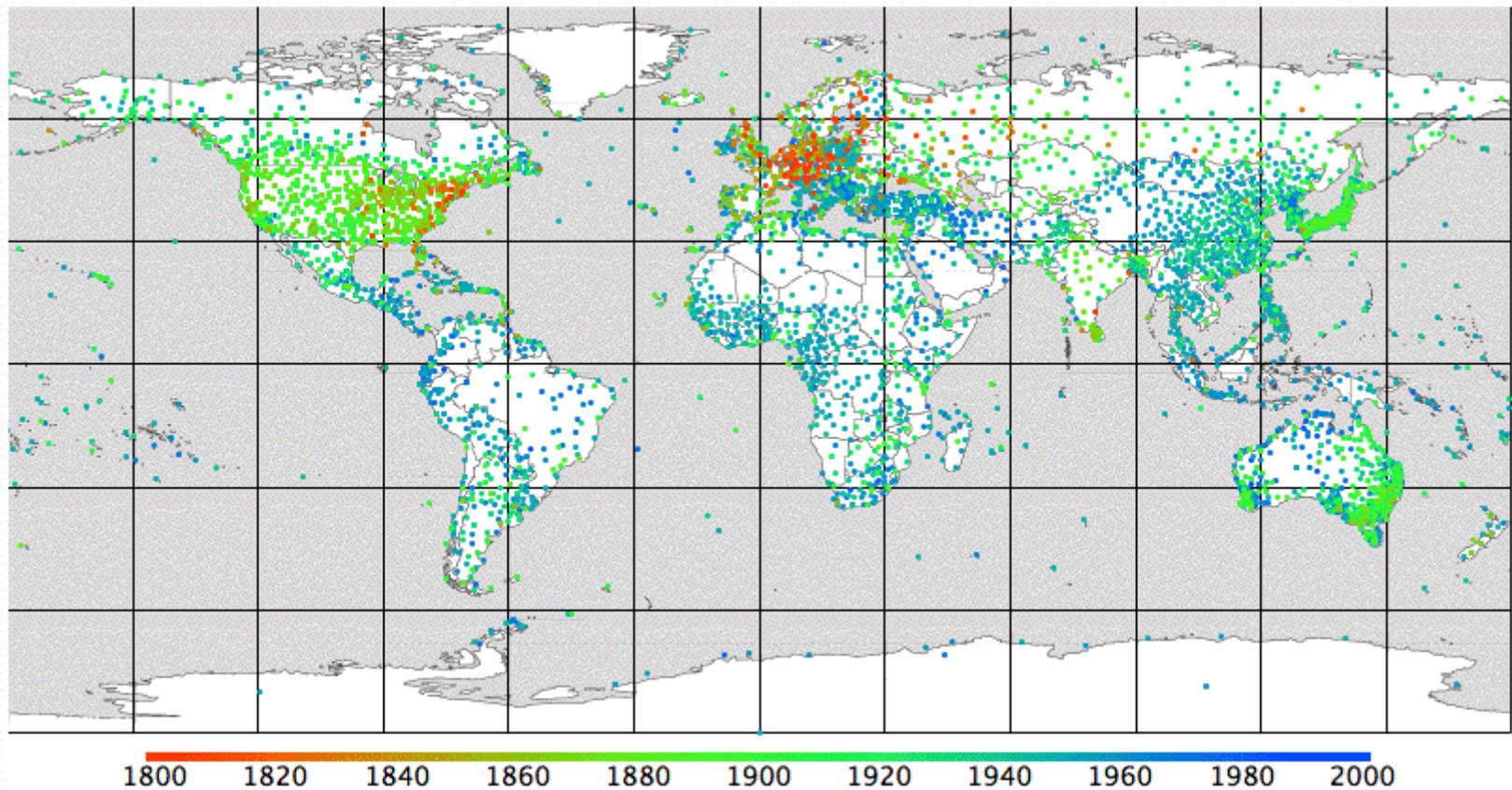
- Un Modello Numerico è una rappresentazione
- 
- matematica dei processi:
- 
- **Dinamici, Fisici e Chimici Agenti in Atmosfera.**

# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

24 hour summary of global data volumes  
for all observation types received at ECMWF - 28 April 1996



# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA



# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

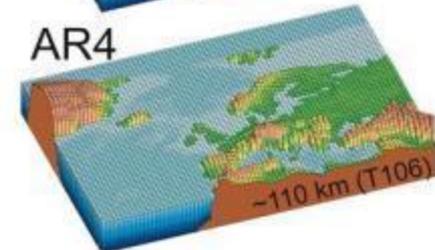
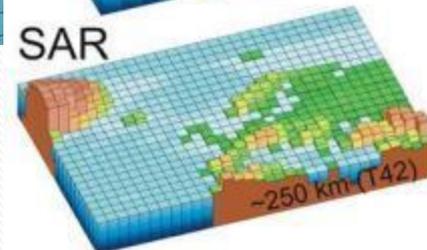
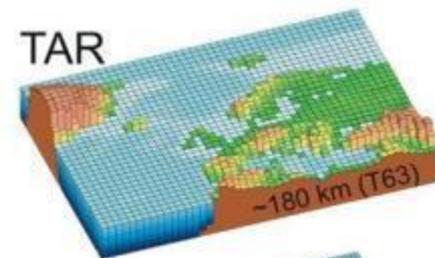
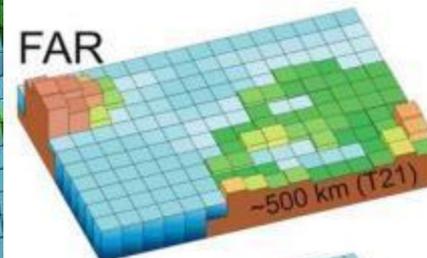
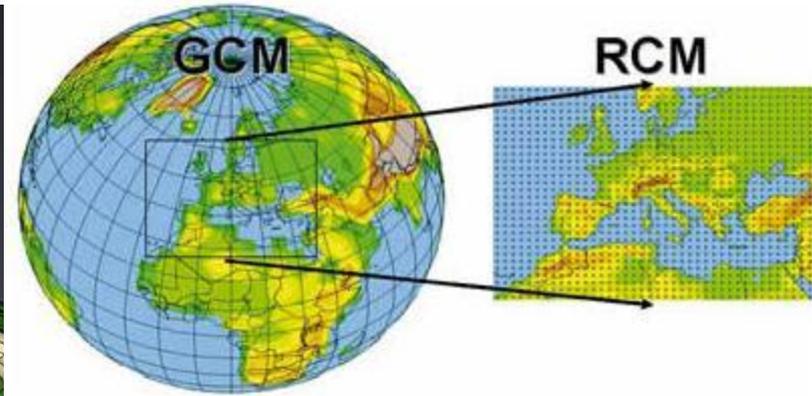


# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

## ● 2 Tipi Principali di modelli

- Globali Bassa Risoluzione
- Locali Alta Risoluzione

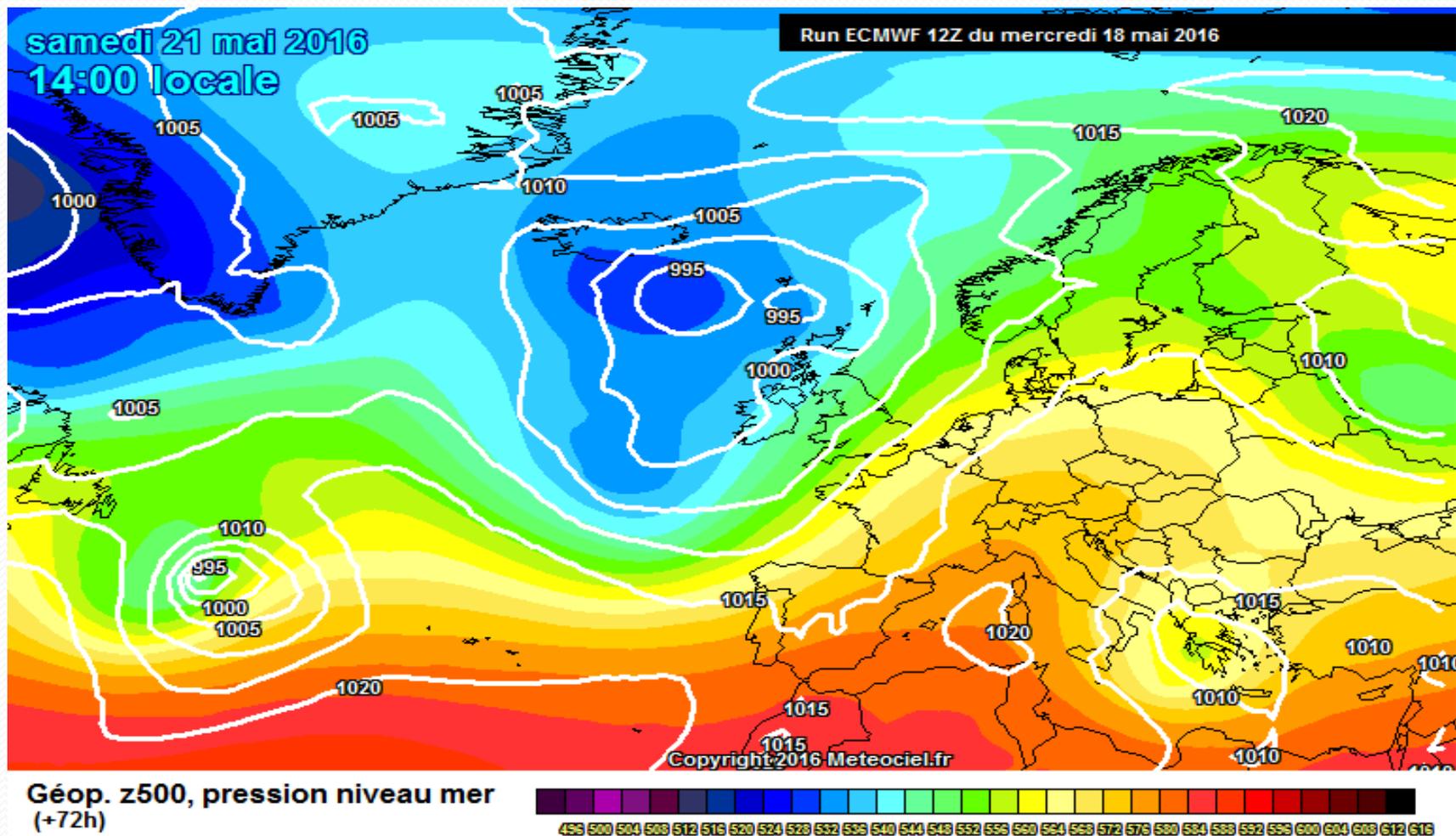
# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA



# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

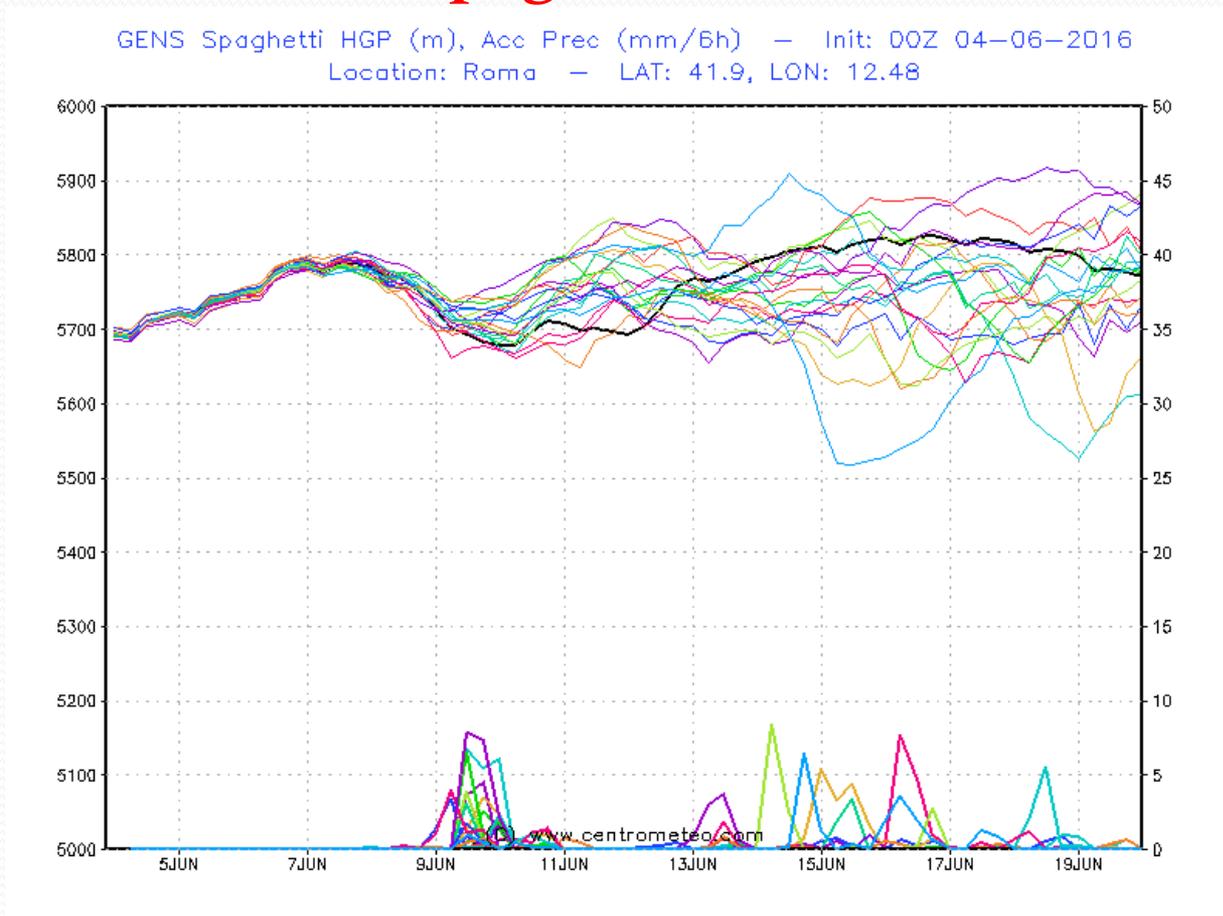
- **Globali:** Risoluzione 70-80 Km
- **GFS** 27 (Global Forecast System, americano), **ECMWF** 16 (European Centre for Medium-range Weather Forecasts, con sede a Reading), **UKMO** (United kingdom Met Office, inglese), **GME** (tedesco), **GEM** (canadese), **JMA** (giapponese), **NAVGENM** (della Marina Americana), **SEMBAC** (americano), **WMC** (russo) ed altri. Si differenziano tra loro per vari parametri, quali la *risoluzione orizzontale, l'orografia, la fisica utilizzata, i livelli verticali e così via*. Non tutti i parametri sono resi in chiaro agli utenti.

# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

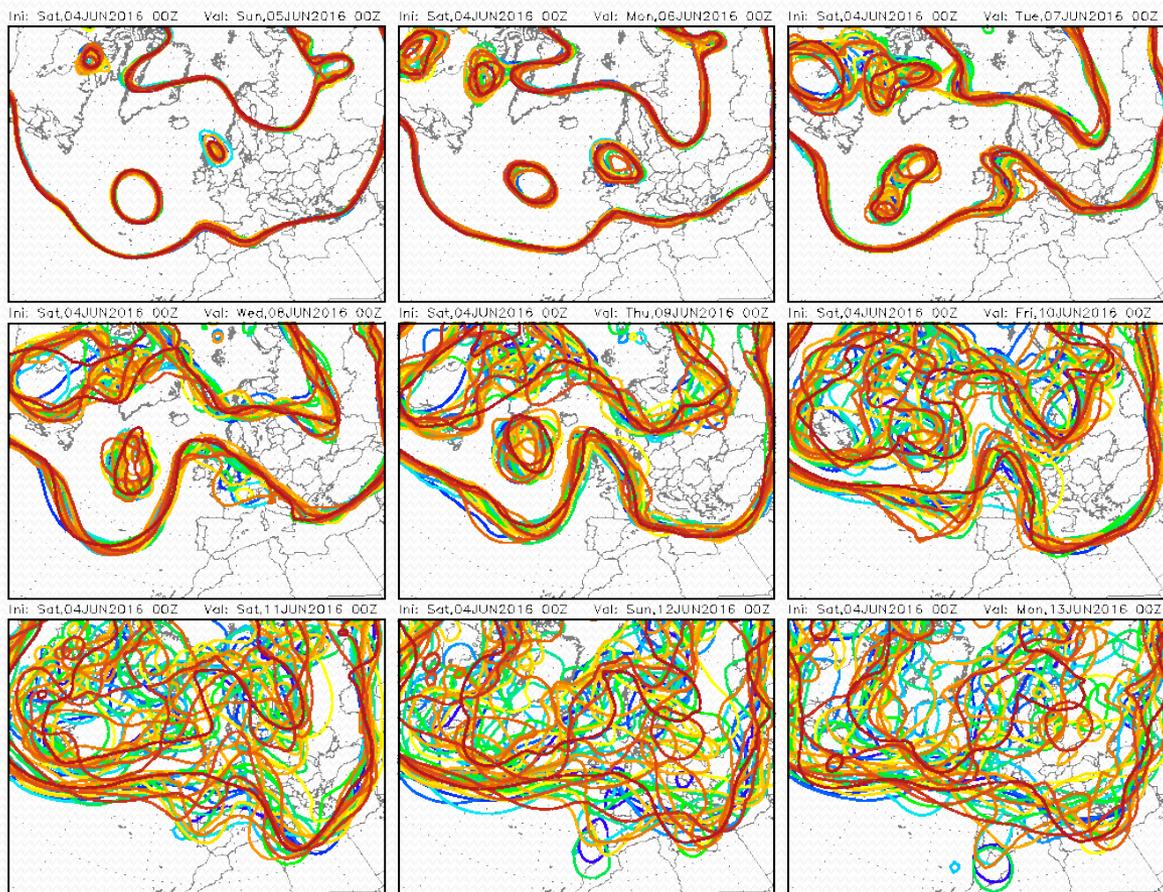


# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

## Ensemble e relativi "Spaghetti"



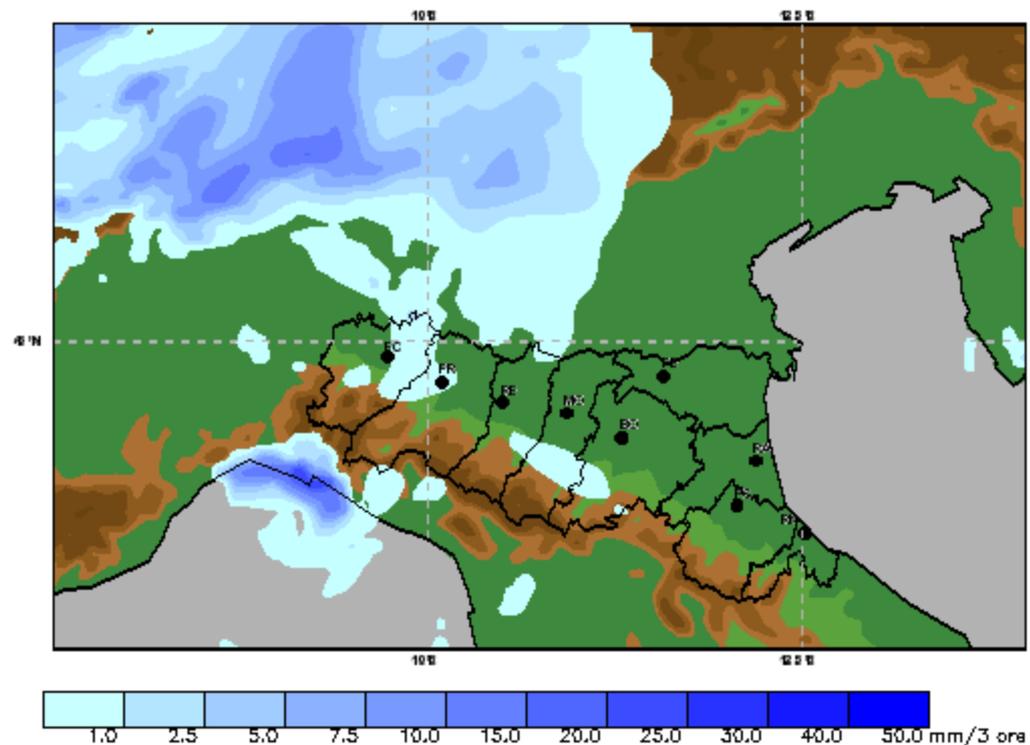
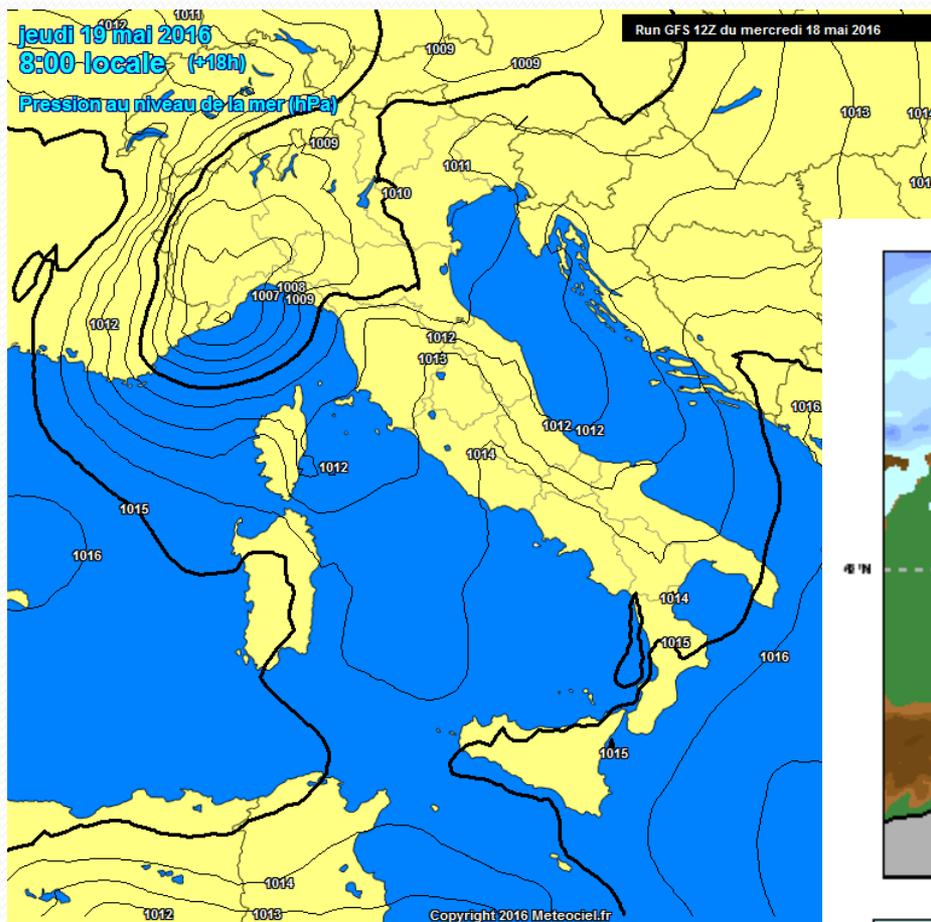
# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA



# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA

- **Locali**
- **modelli a scala limitata, con risoluzione orizzontale ed orografica molto piu' spinta rispetto ad un modello globale (ma anche molto più onerosi in termini di risorse di calcolo) area geografica molto più ridotta.**
- Sono dunque più adatti per produrre forecasts per le prime ore (nowcasting) o i giorni successivi (fino a 72/96 ore al massimo)

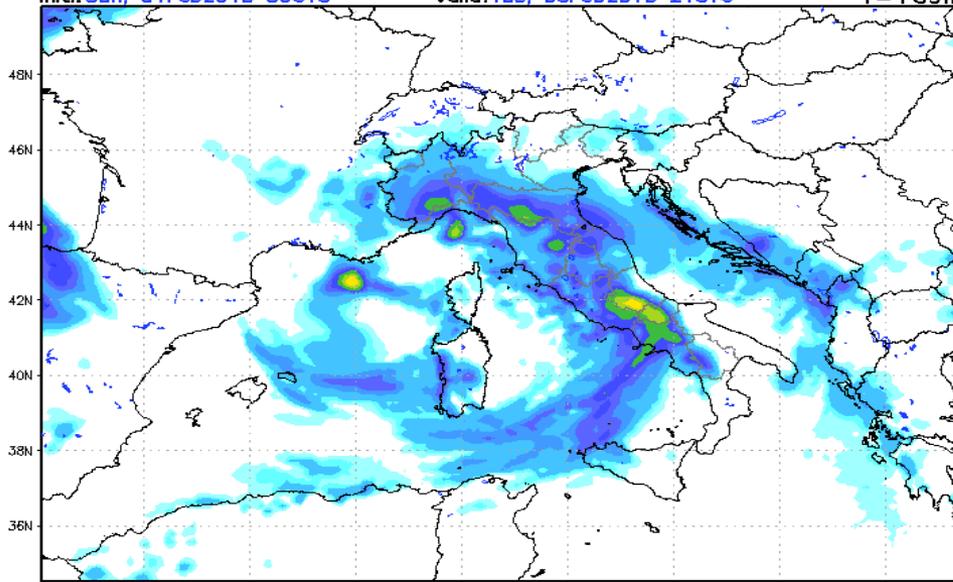
# MODELLI DI PREVISIONE NUMERICA



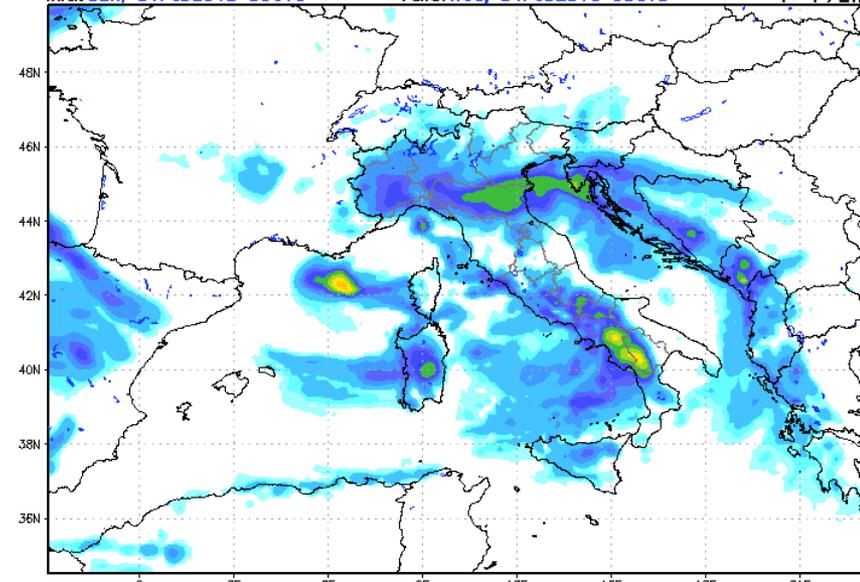
# Mappe di previsione....

- 2 esempi: LAMMA risoluzione 12 Km GFS 50 Km
- LAMMA risoluzione 12 Km ECM 25 Km
- Sono uguali?

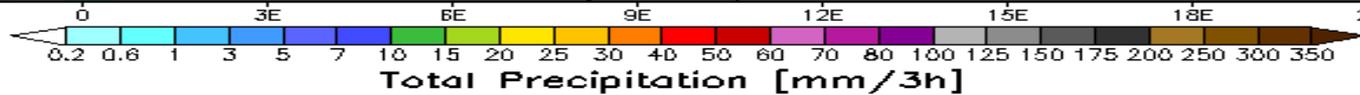
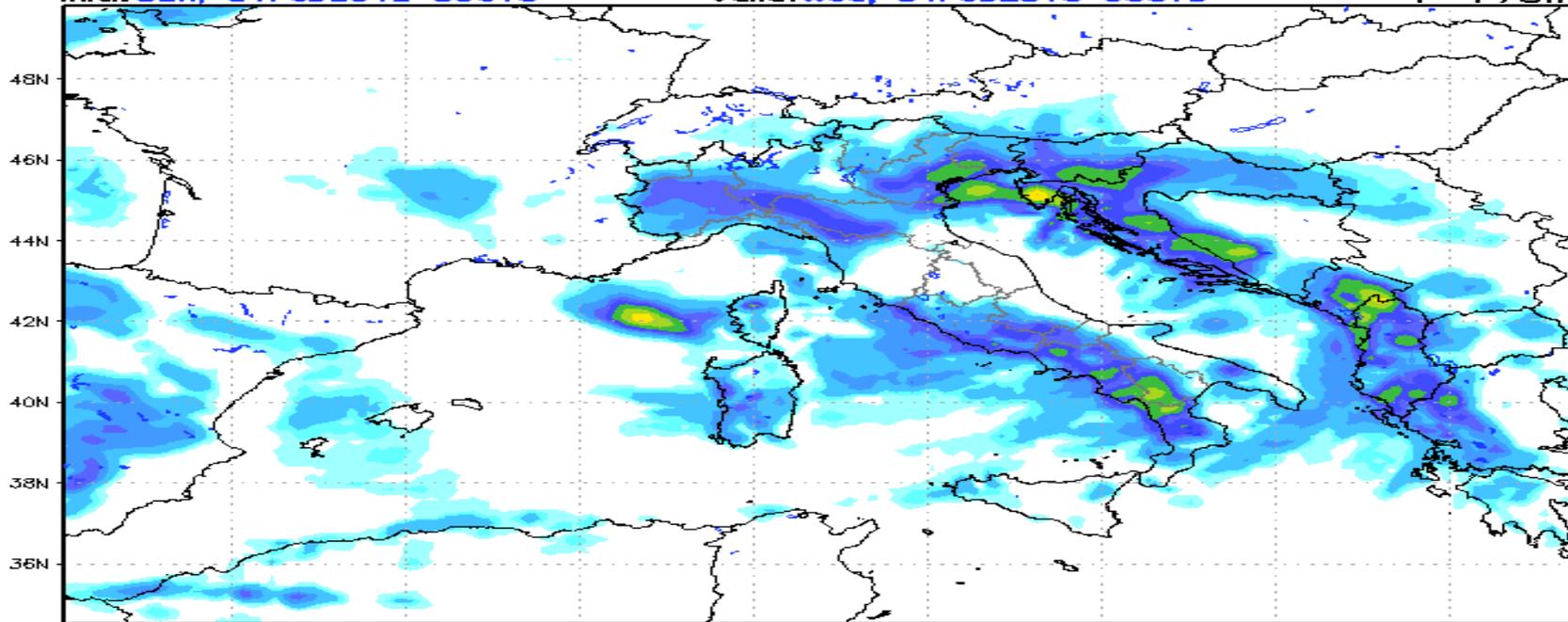
Consorzio LaMMA ARW 12km - (GFS 50km)  
Init.: Sun, 01Feb2015 00UTC Valid: Tue, 03Feb2015 21UTC T=+69h



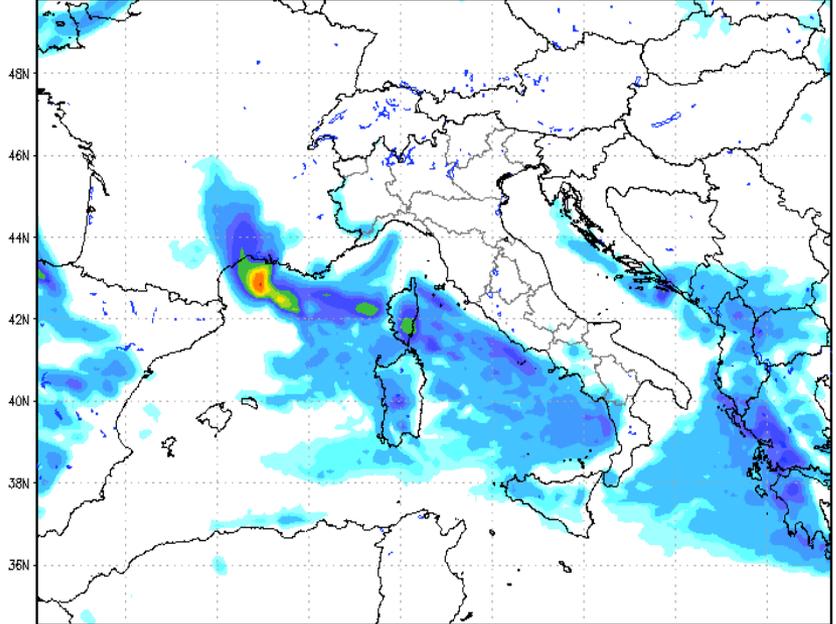
Consorzio LaMMA ARW 12km - (GFS 50km)  
Init.: Sun, 01Feb2015 00UTC Valid: Wed, 04Feb2015 00UTC T=+72h



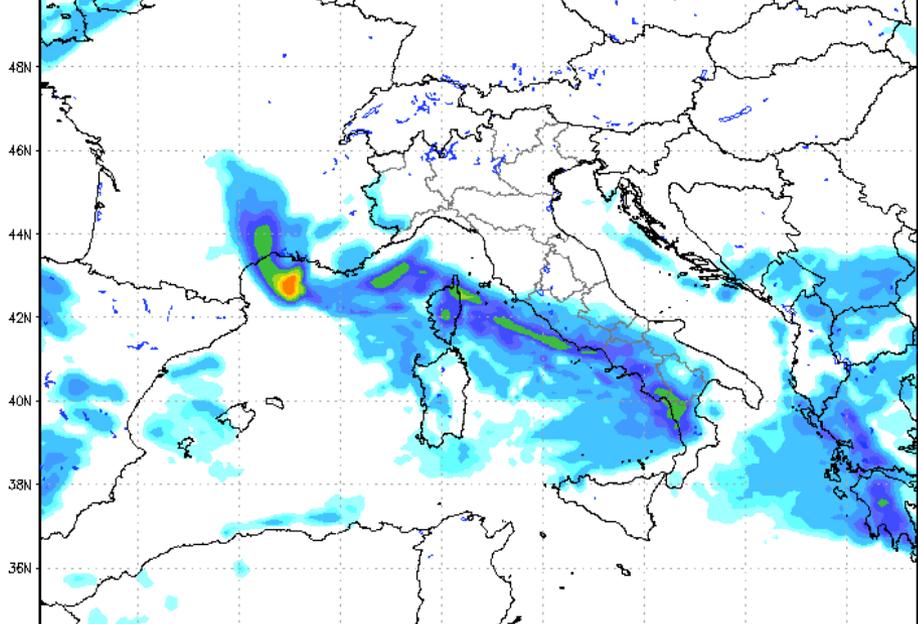
Consorzio LaMMA ARW 12km - (GFS 50km)  
Init.: Sun, 01Feb2015 00UTC Valid: Wed, 04Feb2015 03UTC T=+75h



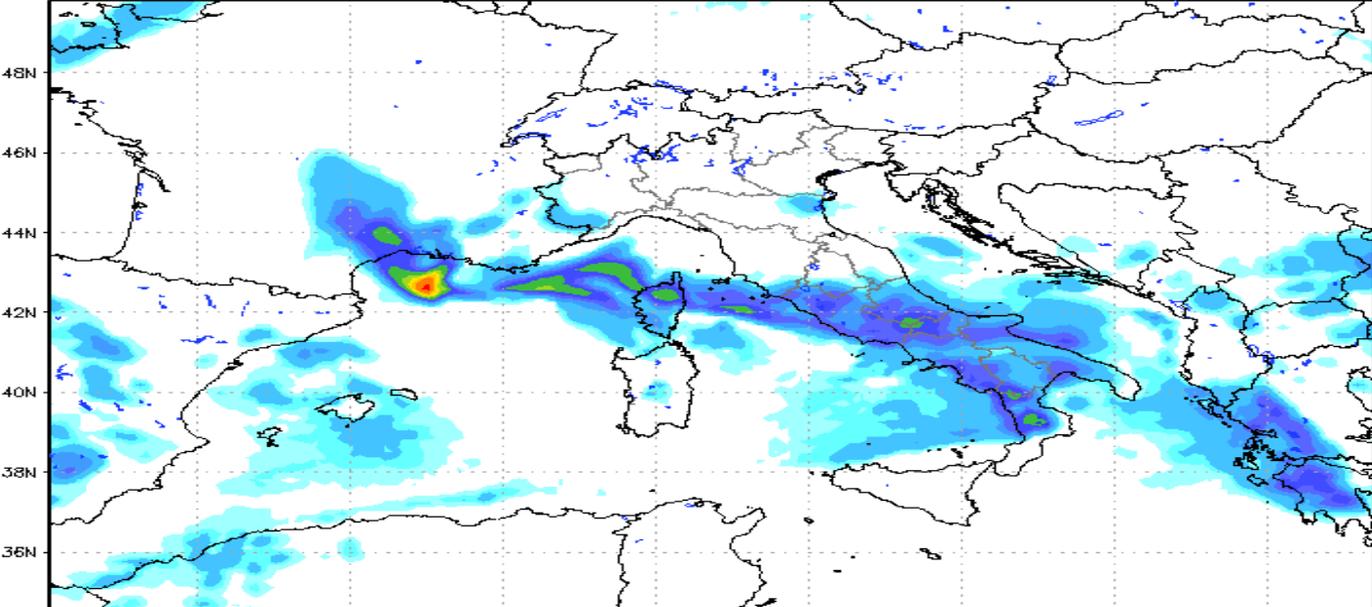
Consorzio LaMMA ARW 12km - (ECM 25km)  
Init.: Sun, 01Feb2015 00UTC Valid: Tue, 03Feb2015 21UTC T=+69h



Consorzio LaMMA ARW 12km - (ECM 25km)  
Init.: Sun, 01Feb2015 00UTC Valid: Wed, 04Feb2015 00UTC T=+72h



Consorzio LaMMA ARW 12km - (ECM 25km)  
Init.: Sun, 01Feb2015 00UTC Valid: Wed, 04Feb2015 03UTC T=+75h



0 0.2 0.6 1 3 5 7 10 15 20 25 30 40 50 60 70 80 100 125 150 175 200 250 300 350  
Total Precipitation [mm/3h]