



Copertina



Simulazioni numeriche di fenomeni piovosi intensi e localizzati quale strumento di previsione e di pianificazione

CONVEGNO

La Simulazione Numerica come Strumento di Prevenzione del Rischio Idrogeologico

Sessione 1. Meteorologia

Grado 19/05/2016

ARPA FVG

Centro Regionale di Modellistica Ambientale

Gallai I., **Giaiotti** D. B., Giancesini E., Goglio A. C., Montanari F., Petrini A.

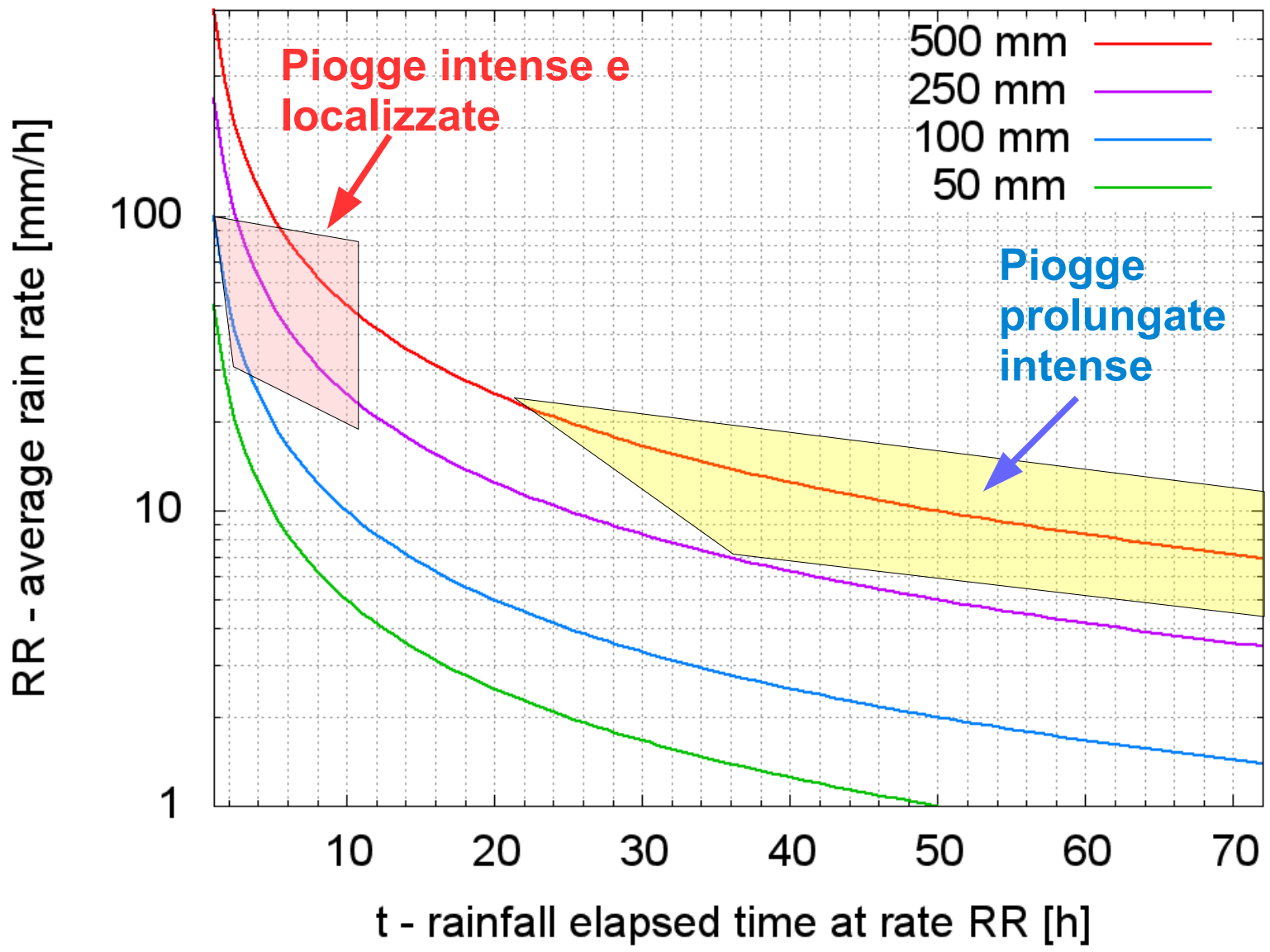
&

SOS Qualità dell'Aria

Stel F.

Piogge intense e localizzate: cosa sono

Integrated rain amount graph



Fenomeni meteorologici ad alta efficienza nella condensazione del vapore acqueo

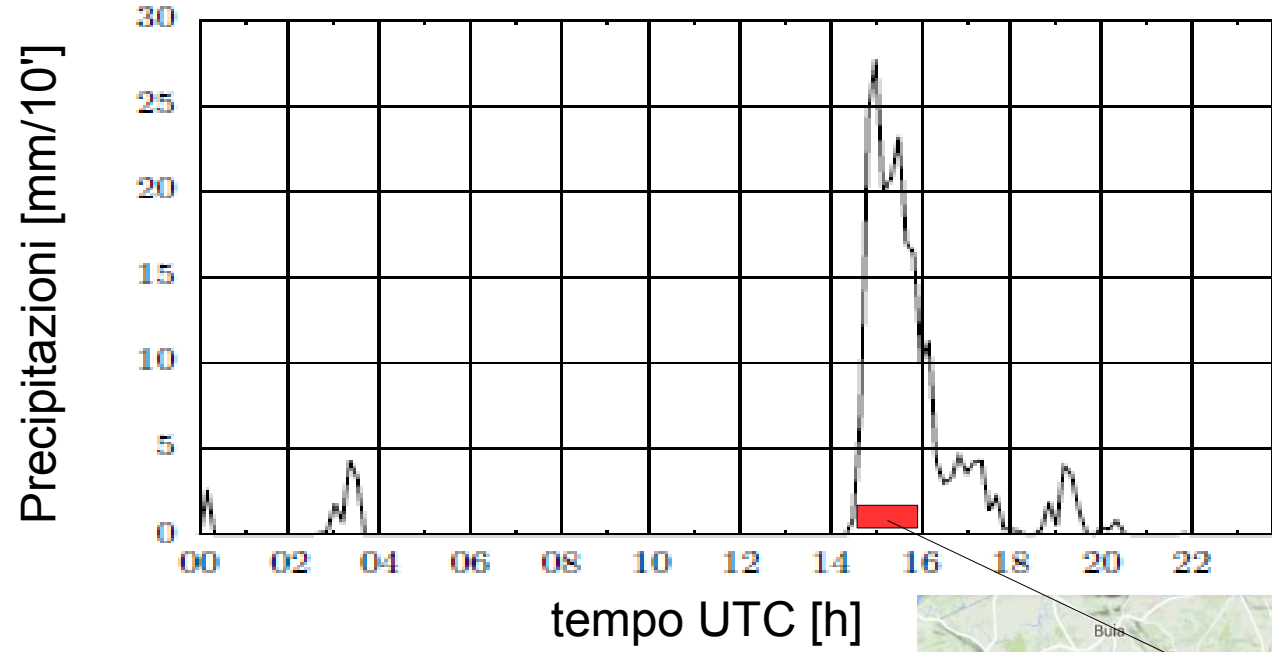
Convezione atmosferica profonda

La soglia di intensità dipende dalla vulnerabilità

Le aree colorate nel grafico si riferiscono alla Regione FVG

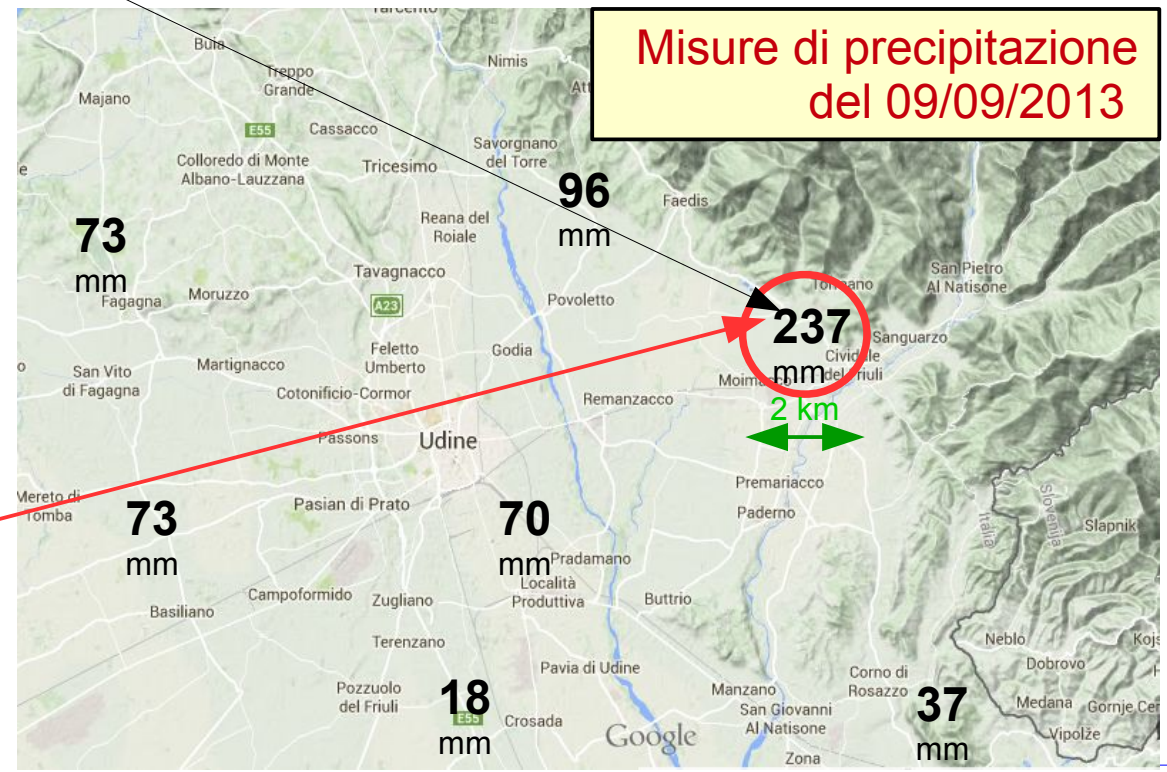
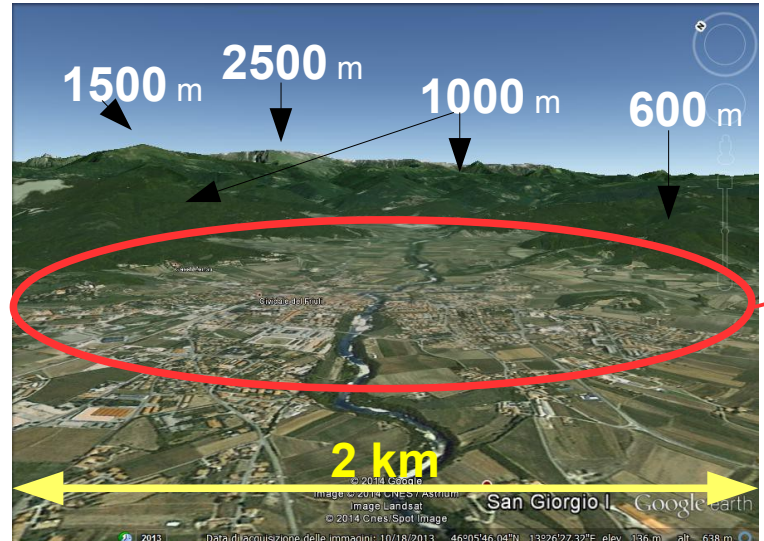
Piogge intense e localizzate: un esempio

Location=CIV



Cividale del Friuli
09/09/2013

Misure di precipitazione
del 09/09/2013



Utilità della modellistica meteorologica nell'analisi di rischio

Dove è applicabile la simulazione di eventi piovosi intensi?

Valutazione del rischio indotto da cause ambientali



$$R(H,E,V) = P(H) \times P(E|H) \times P(V|H)$$

Calcolo della probabilità che l'evento ambientale avverso si manifesti

Modello meteorologico numerico ad area limitata non idrostatico

The diagram illustrates the integration of meteorological modeling with risk assessment. It features a satellite image of a storm system, a flowchart of a numerical weather prediction (NWP) model, and several cross-sectional plots of a storm at different altitudes (Δ=167km, Δ=566m, Δ=185m, Δ=62m, Δ=62m). The flowchart shows the process from 'Area Model dataset' and 'Metereological data' through 'Preprocessore (metrib)', 'WRF model', 'Preprocessore (real)', 'modello (WRF)', 'Post elabor. & public.', 'Emission Inventory', 'Scenario filter', 'Dispersion Model', 'Post processing', and 'Results publication'. It also includes mathematical equations for the state equation and continuity equation.



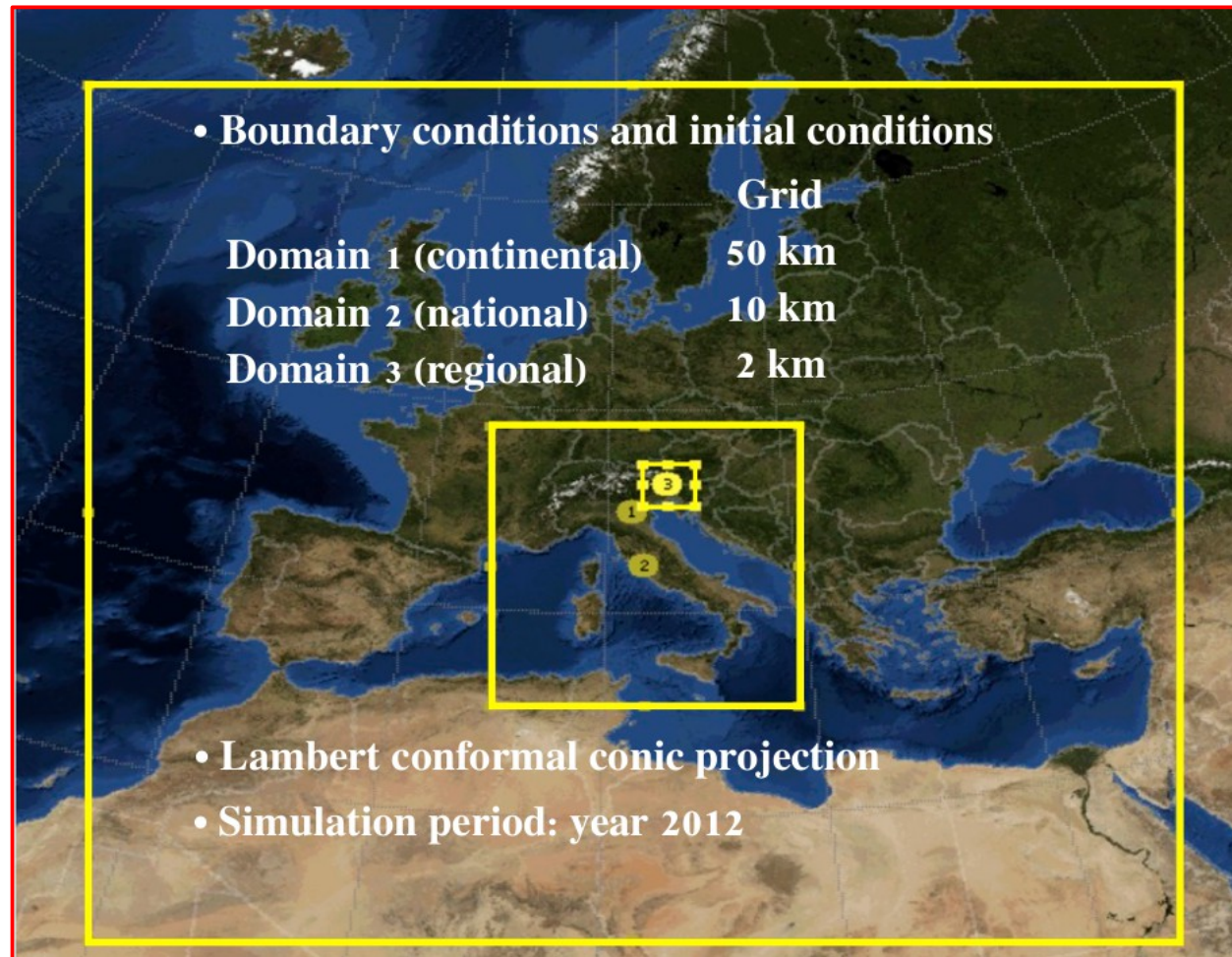
Modelli meteorologici ad area limitata (LAMs)

Possibilità di raggiungere elevate risoluzioni spaziali su aree ridotte della superficie terrestre
(**tecnica dei domini annidati**)

Simulazione esplicita di fenomeni alla mesoscala meteorologica
(**non idrostatici**)

Utilizzo intensivo del calcolo parallelo
(**scalabilità dei codici**)

Beneficio del miglioramento delle simulazioni meteorologiche a scala globale
(**condizioni al contorno ottime**)

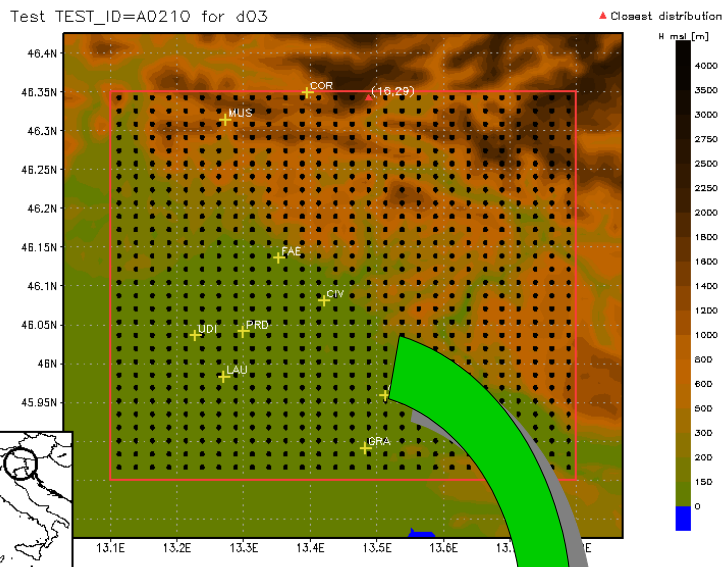


Modello numerico WRF (www.wrf-model.org) Operativo all'ARPA FVG
 Modello non idrostatico di ultima generazione
 Tecnica di esecuzione parallela distributed memory + shared memory
 Esecuzione tramite domini annidati
 Condizioni al contorno ed iniziali GFS (corsa delle 00UTC)

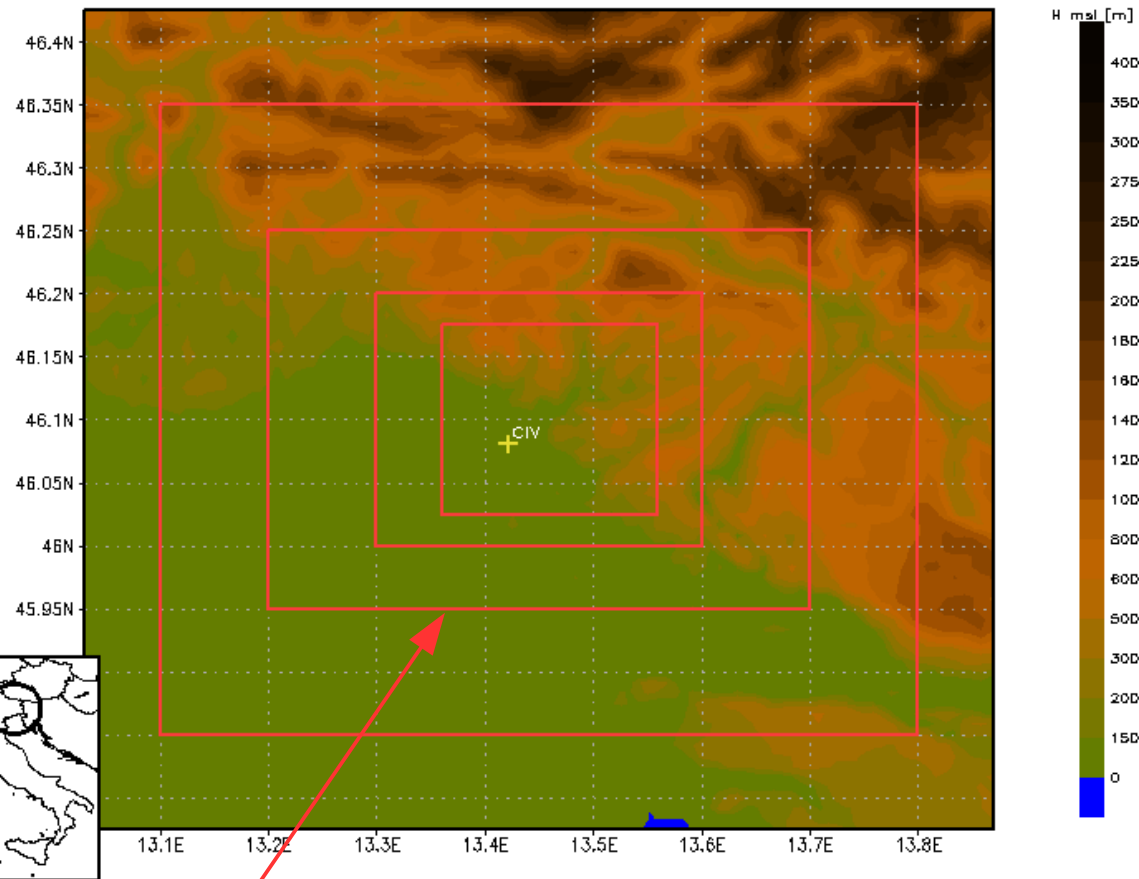


Quali informazioni può fornire la simulazione numerica?

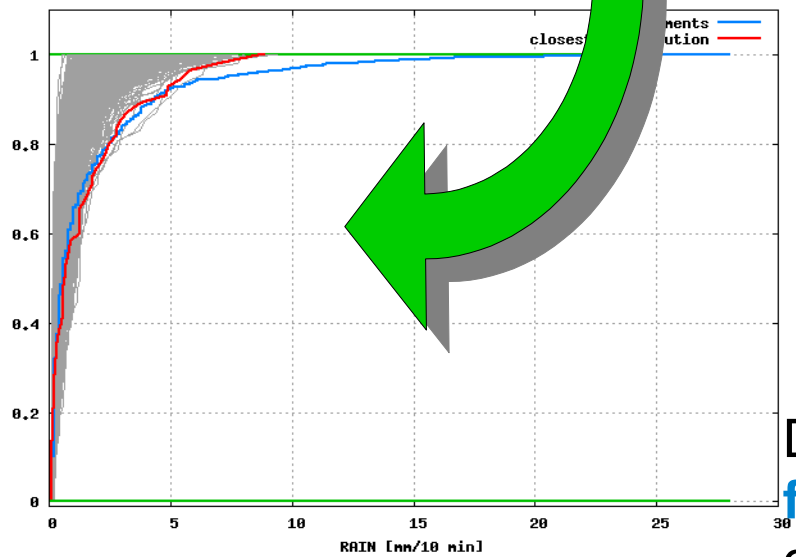
Distribuzioni empiriche delle precipitazioni orarie (sub-orarie) per ciascun punto di griglia contenuto nell'**area** e nella **finestra temporale** di interesse



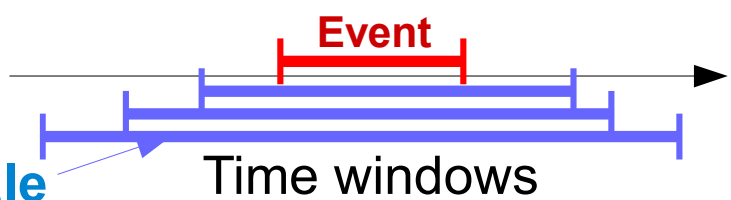
Areas used for tests

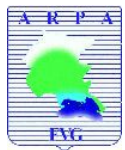


Empirical distribution for test: A0118 - d



Definite **area** e **finestra temporale** di interesse



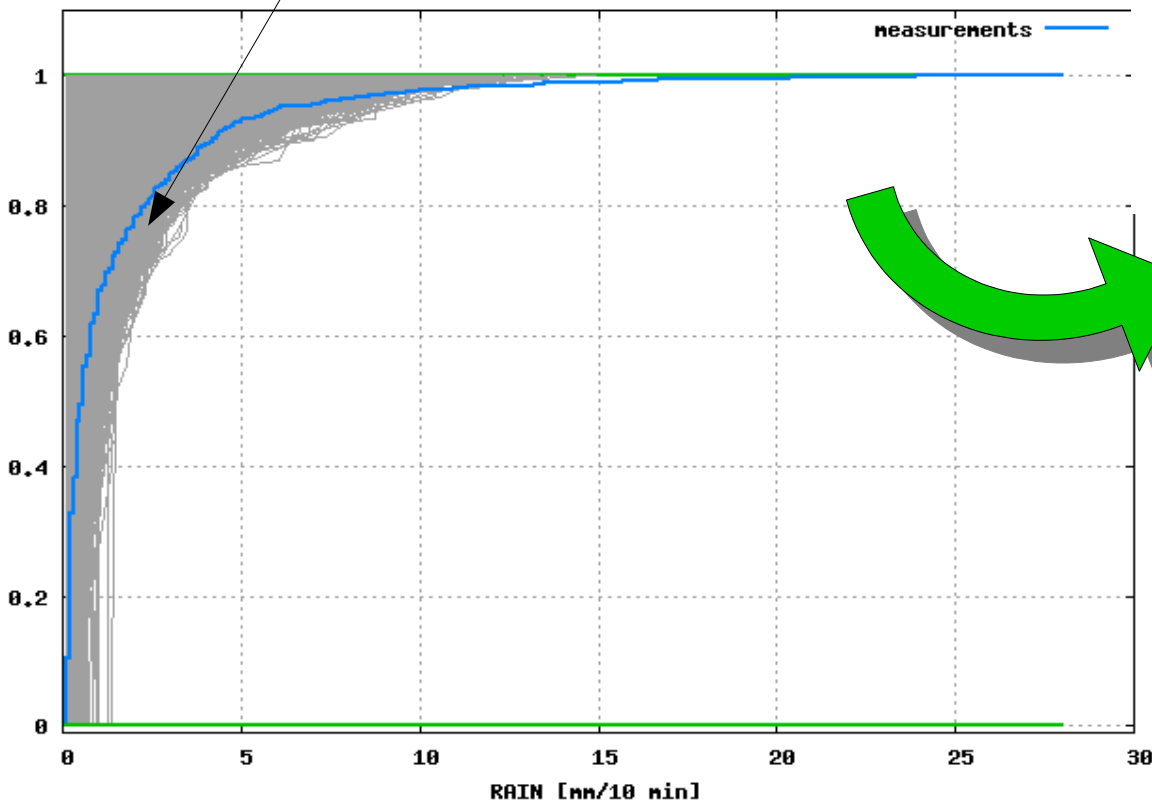


Quali informazioni può fornire la simulazione numerica?

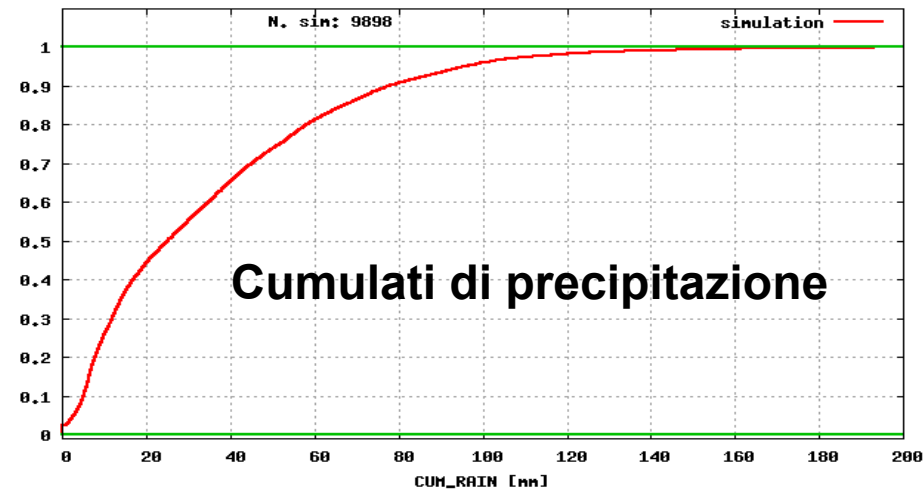
Dalle distribuzioni empiriche delle precipitazioni orarie (sub-orarie) tutta la statistica necessaria al **calcolo della probabilità che l'evento ambientale avverso si manifesti.**

Esempio: 10000 serie temporali sull'area

Empirical distribution for test: A0210 - d04



Empirical distribution for test: A0210 - d04



Simulations statistics
 # Data ;min;0.01;0.05;0.1;0.5;0.9;0.95;0.99;max;ave
 d04_all_int.sinu;0;0;2.87;5.132;25.114;77.721;95.664;134.088;197.9;34.5

- distribuzione media
- code di distribuzione
- distribuzioni estreme
- probabilità di superamento soglia critica
-
- tempi di ritorno



Vantaggi della simulazione rispetto alle misure

Serie temporali simulate (molti punti di griglia nell'area di interesse)

- ☑ Statistica più ricca per ciascuna area di interesse
- ☑ Alta risoluzione temporale (oraria/sub-oraria)
- ☑ Analisi spaziale e temporale dettagliata (sub-bacini e bacini minori)
- ☑ Possibilità di esplorare scenari futuri (e.g. climate change)
- ☑ Possibilità di rivisitare (perturbare) eventi estremi realmente accaduti

Serie temporali misurate (poche/una serie temporale)

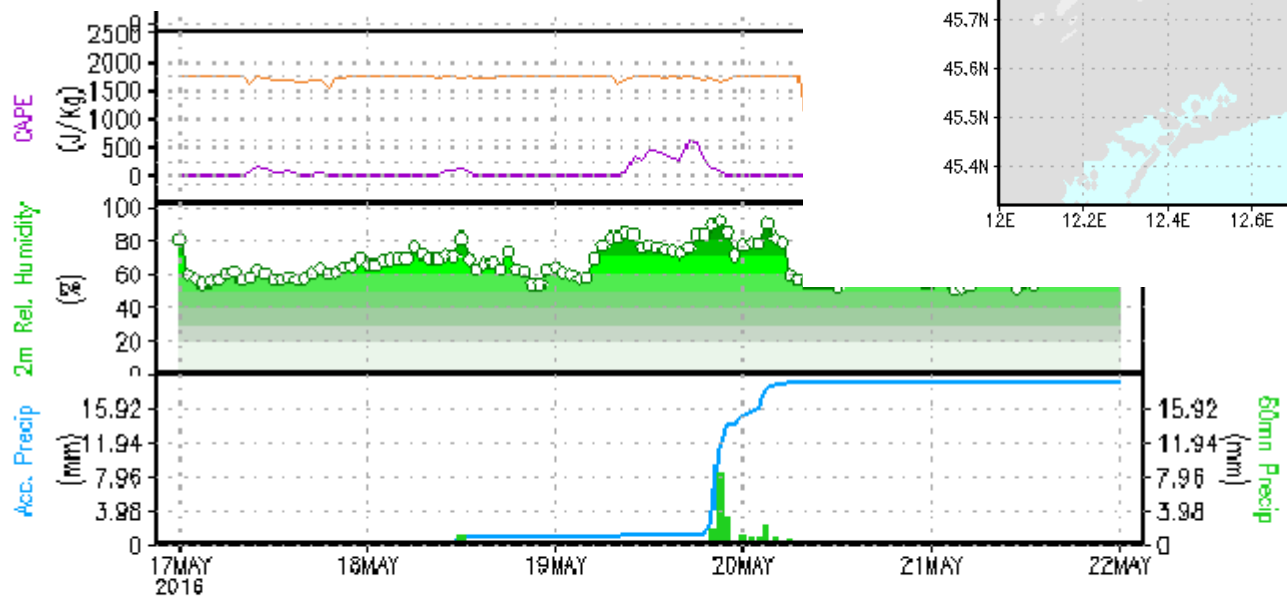
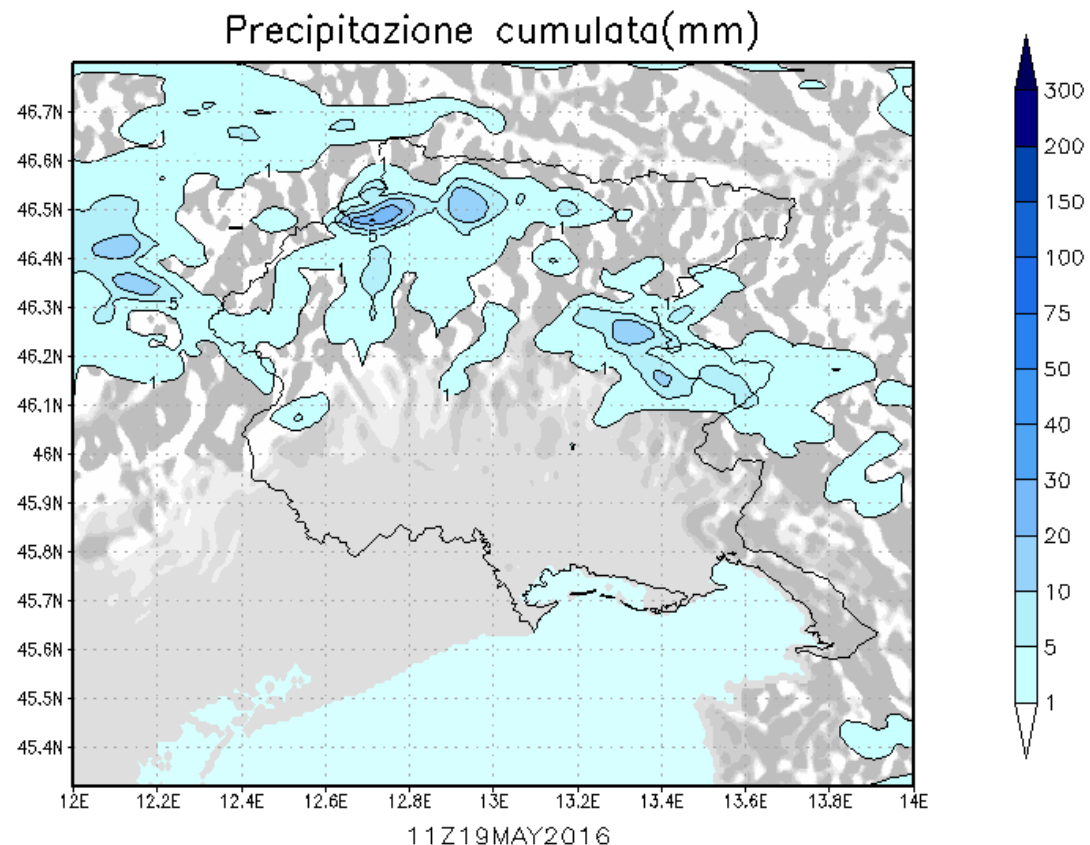
- ☑ Statistica povera per ciascuna area di interesse
- ☑ Bassa risoluzione temporale (giornaliera)
- ☑ Analisi spaziale e temporale limitata (bacini principali ed estrapolazioni)
- ☑ Importanti e limitative assunzioni sulla validità futura della statistica elaborata



Campi di applicazione delle simulazioni modellistiche

Gestione delle emergenze (previsioni meteorologiche)

Simulazioni in prognosi per 120 ore continuamente aggiornate da una a quattro volte al giorno.



Data: WRF model, run: 00Z17MAY2016
CRMA ARPA FVG

Risoluzione

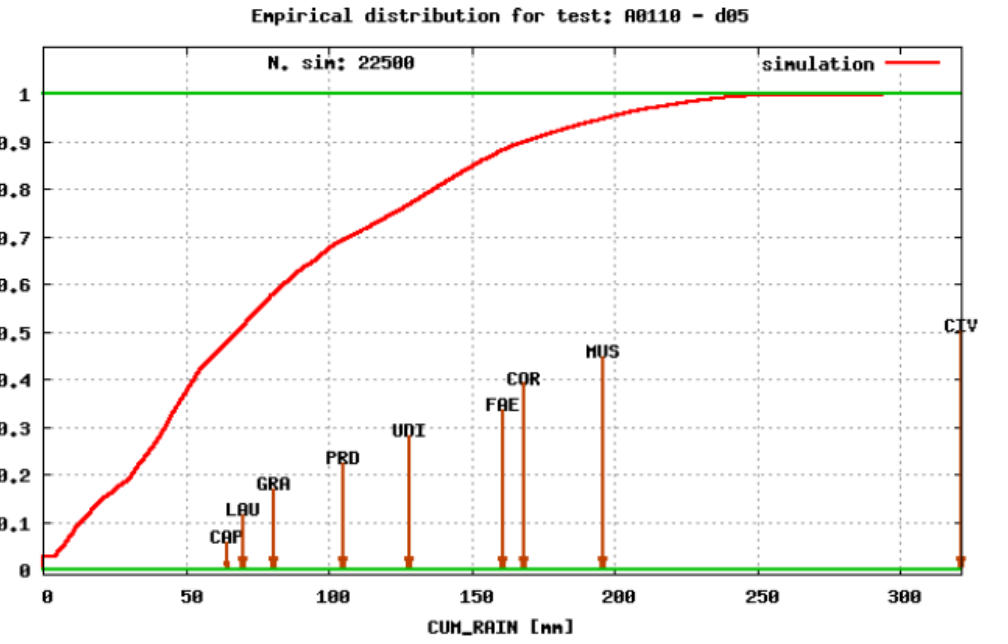
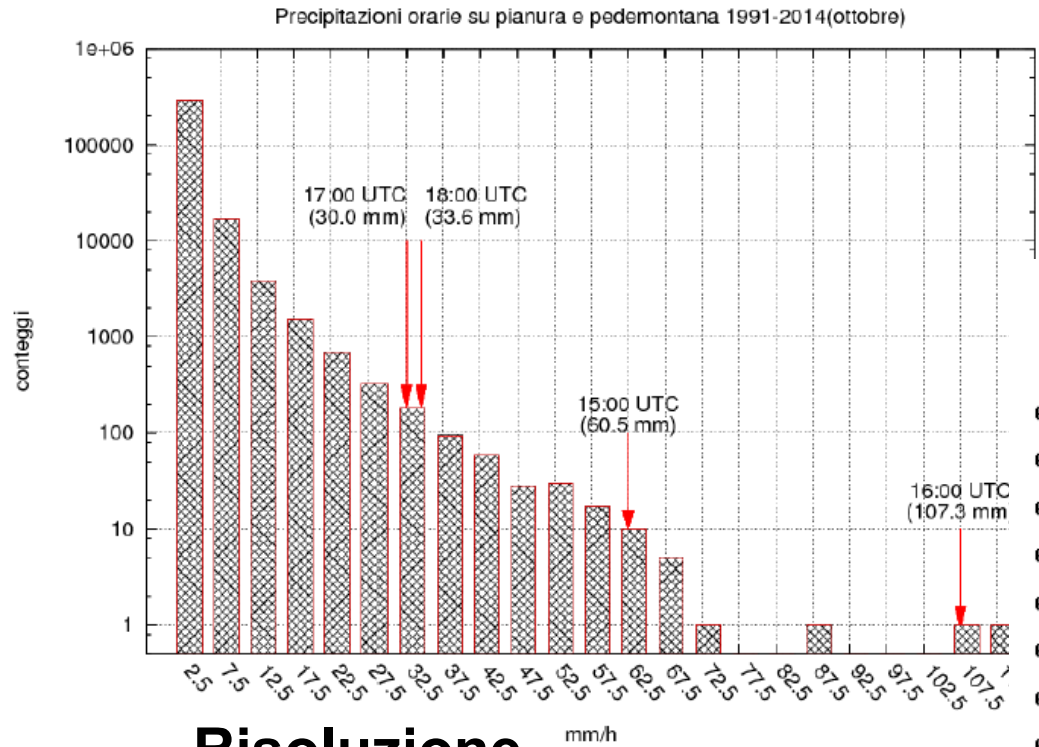
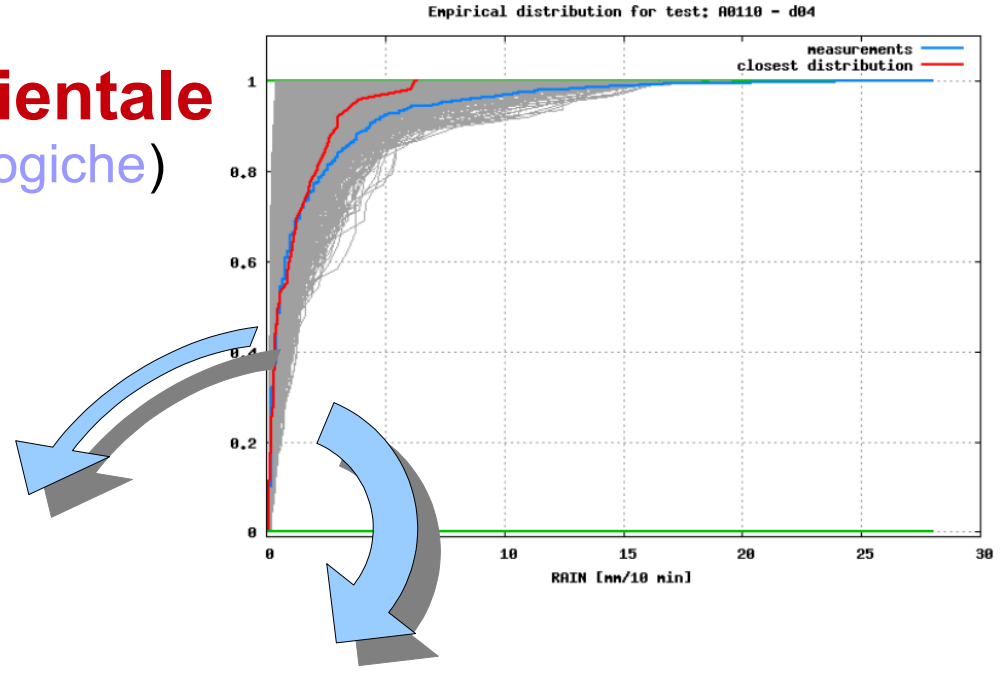
- spaziale fino ad 1 km
- temporale 1 ora



Campi di applicazione delle simulazioni modellistiche

Pianificazione territoriale e ambientale (simulazioni di scenario e analisi meteorologiche)

Simulazioni in diagnosi 270.000 ore
(> 30 anni)



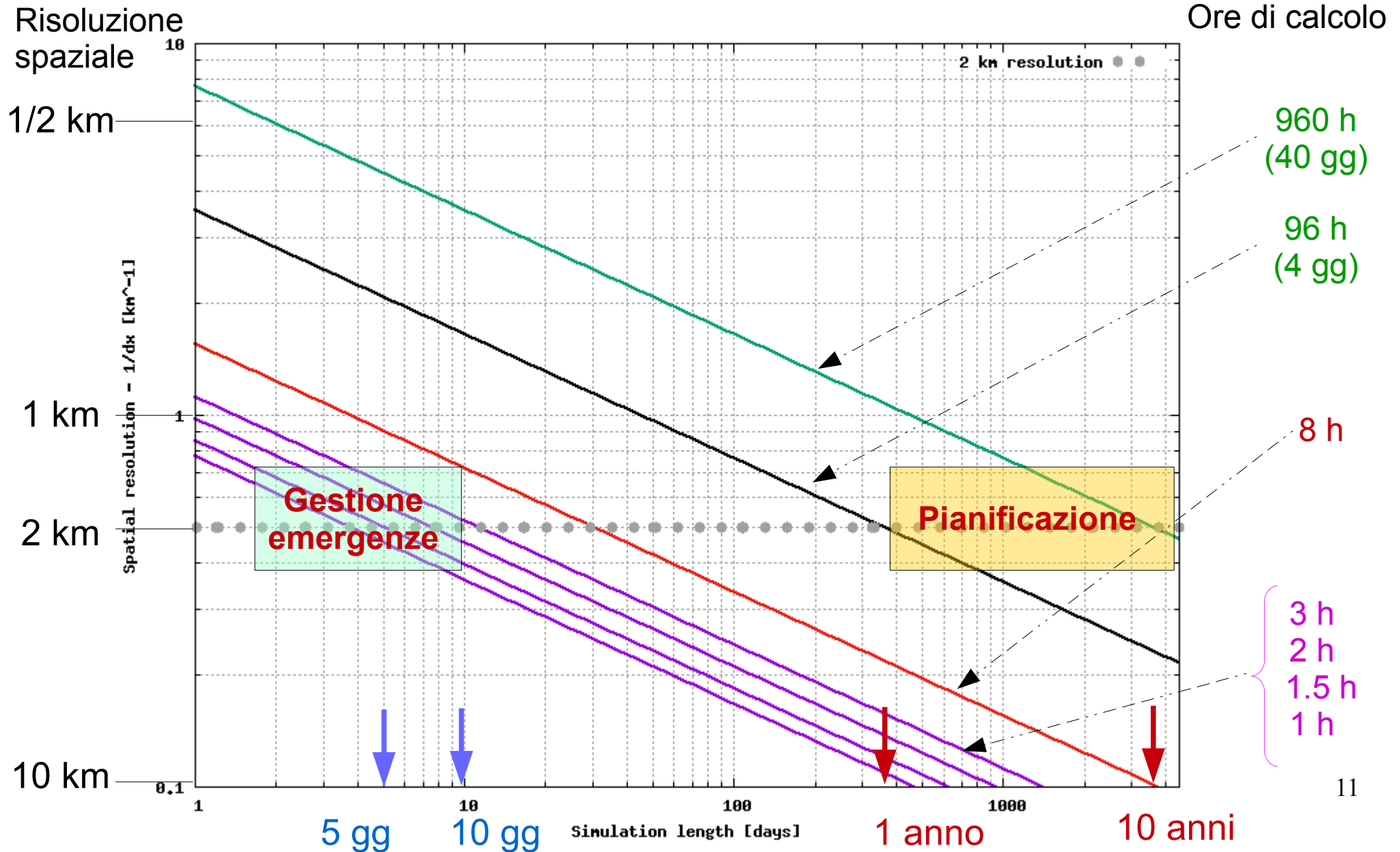
Risoluzione

- spaziale fino ad 1 km
- temporale 1 ora



Quali le risorse necessarie – un esempio: ARPA FVG

Modello WRF (software libero) - cluster di calcolo piccolo (128 core)





Esempi concreti: previsioni numeriche ARPA FVG

Previsioni meteorologiche numeriche emesse dal **C**entro **R**egionale di **M**odellistica **A**mbientale di ARPA FVG.

Modello meteorologico **WRF – non idrostatico**

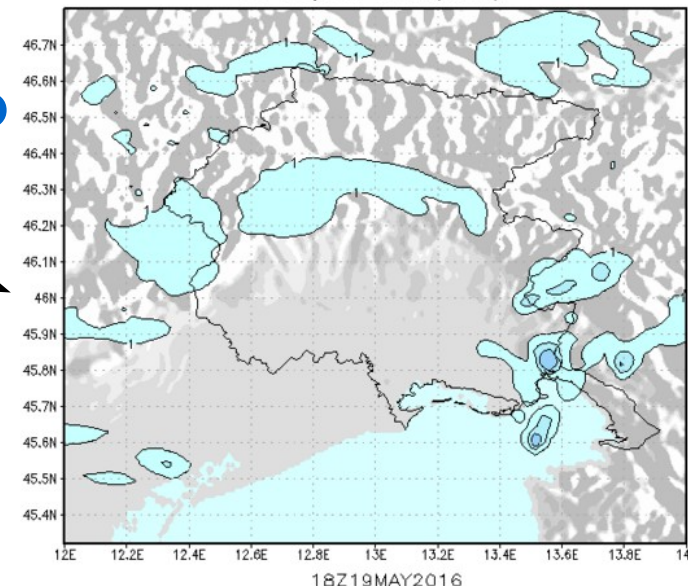
Tre domini annidati: europeo, italiano, regionale

**Dominio regionale, risoluzione:
spaziale 2 km, temporale 1 ora**

Aggiornamenti quotidiani (run 00:00 UTC)

Disponibili alle ore 06:00 UTC

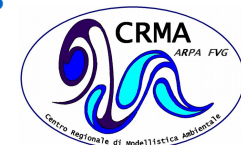
Copertura previsioni da +000h a +120h



- Utenti interni ad ARPA FVG**
- OSMER
 - Servizio emergenze
 - Servizi monitoraggi
 -

- Utenti istituzionali esterni ad ARPA FVG**
- Enti locali
 - Protezione Civile Regionale
 - ARPAV

- Privati cittadini**
- Web
ARPA FVG

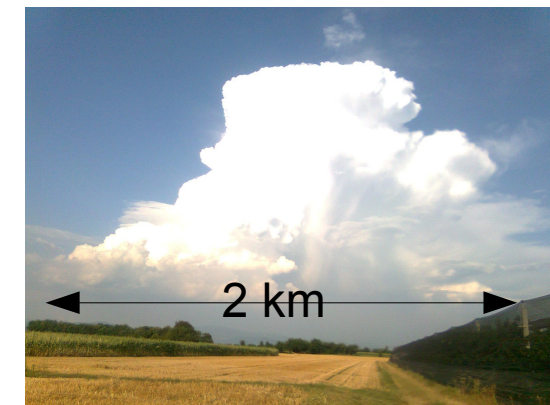
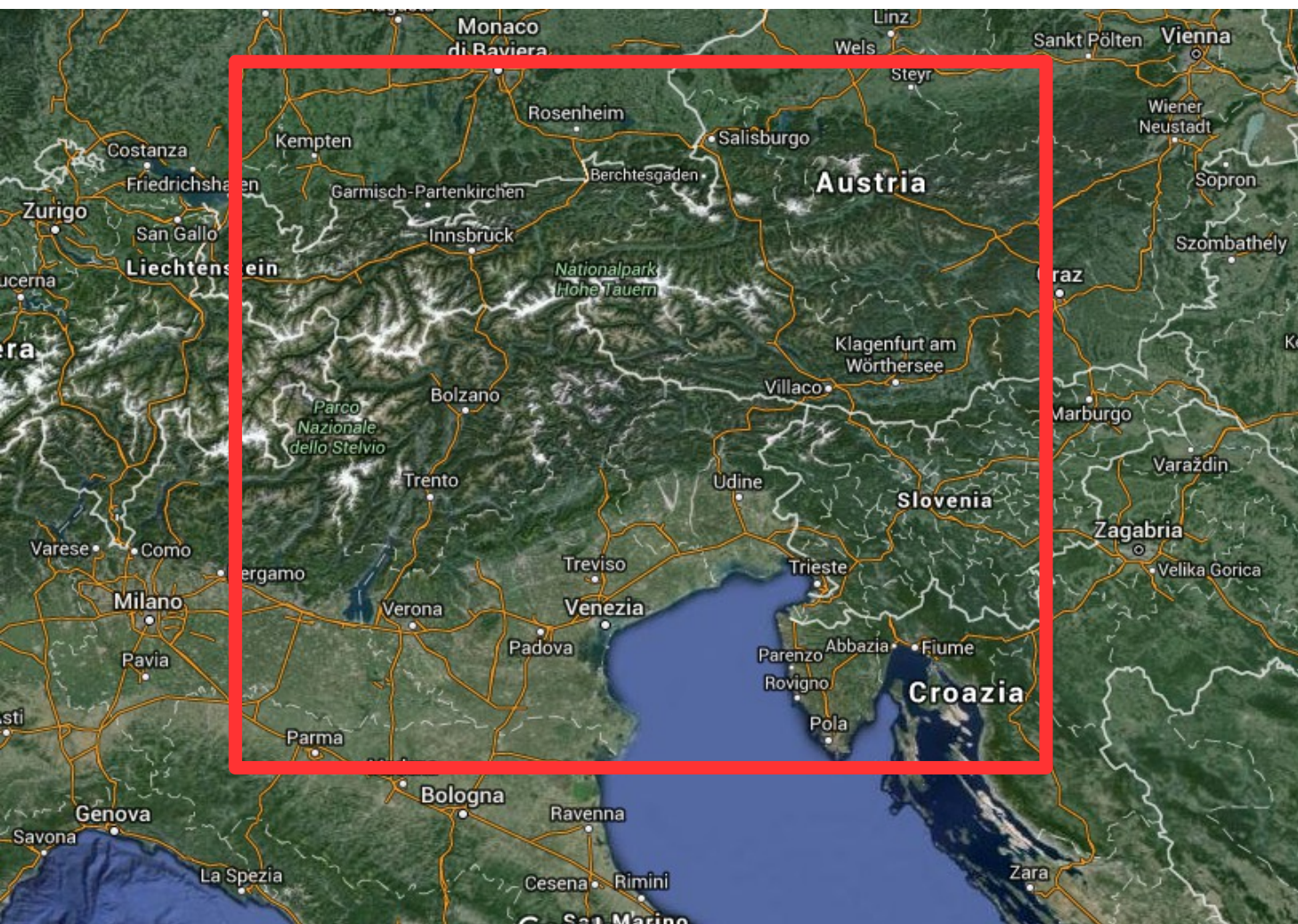


Esempi concreti: base dati ARPA FVG 2000-2015

Generazione database determinanti ambientali di ARPA FVG – CRMA

Simulazioni non idrostatiche su dominio NE Italia + Slovenia (CW) e Austria (SW)

- ⦿ Risoluzione spaziale 2 km
- ⦿ Risoluzione temporale 1 ora



Prima tranche
16 anni
2000-2015

Validazione e pubblicazione programmata per:

dicembre 2016



Conclusione

Le simulazioni numeriche di fenomeni
piovosi
intensi e localizzati
sono già
uno strumento di
previsione e di pianificazione