



Servizi previsionali in produzione su ReCaS-Bari e possibili sviluppi futuri

Dott.ssa Micaela Menegotto
Servizio Agenti Fisici
Direzione Scientifica di ARPA Puglia



Incontro Utenti ReCaS-Bari (2019)
Bari, 12/07/2019





ARPA Puglia, Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente, è Organo Tecnico della Regione Puglia, istituito e disciplinato con Legge Regionale 22 gennaio 1999, n. 6, così come modificata dalla Legge Regionale 4 ottobre 2006, n. 27, di seguito denominata legge istitutiva. ARPA Puglia è preposta all'esercizio di attività e compiti in materia di prevenzione e tutela ai fini della salvaguardia delle condizioni ambientali soprattutto in relazione alla tutela della salute dei cittadini e della collettività.



Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente

Il Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente (SNPA) è una realtà a partire dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della legge di Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale.



Incontro Utenti ReCaS-Bari (2019)
Bari, 12/07/2019



ATTIVITÀ DI RICERCA APPLICATA IN CAMPO AMBIENTALE

ARPA Puglia, secondo quanto previsto dall'articolo 4 comma 1 della Legge Istitutiva (LR n. 6/99 e smi)

- promuove, sviluppa e realizza, anche in collaborazione con gli altri enti pubblici operanti nel settore, le iniziative di ricerca di base e applicata sugli elementi dell'ambiente fisico, sui fenomeni di inquinamento, sulle condizioni generali di rischio ambientale, nel corretto uso delle risorse naturali e sulle forme di tutela dell'ecosistema (comma 1 lettera a) ;
- cura attività tecnico-scientifiche in materia ambientale, anche in collaborazione con gli organismi e istituti di ricerca pubblici e nazionali (comma 1 lettera k).

ARPA in quanto SNPA (Legge istitutiva SNPA) ai fini delle finalità e delle funzioni assegnate nell'ambito del SNPA (Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente) istituito con Legge 28 giugno 2016, n. 132

- svolge attività di ricerca finalizzata all'espletamento dei compiti e delle funzioni (art. 3 comma 1 lettera c) ;
- partecipa e realizza anche in concorso con gli altri soggetti operanti nel sistema della ricerca, attività di ricerca e sperimentazione scientifica e tecnica (art. 3 comma 2)



Incontro Utenti ReCaS-Bari (2019)
Bari, 12/07/2019



ARPA Puglia partecipa a numerosi progetti di ricerca nel campo della prevenzione e tutela ambientale con Università, CNR, ISS, etc., e fornisce i dati ambientali agli enti di ricerca che ne fanno richiesta.

L'Agenzia ospita tesi di laurea, tirocini, tesi di dottorato....

Dal 2014 utilizza ReCaS per attività di modellistica ambientale.



Incontro Utenti ReCaS-Bari (2019)
Bari, 12/07/2019



2013-2015 Dottorato XXVIII Ciclo , dott.ssa F. Fedele , Tutor Prof. R. Bellotti.

Febbraio 2014

Accordo Quadro di collaborazione fra Arpa Puglia e la Sezione di Bari dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Marzo 2014

ADDENDUM TEMATICO ALL'ACCORDO QUADRO DI COLLABORAZIONE TRA ARPA PUGLIA E ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE. Convenzione per l'utilizzo dell'infrastruttura di calcolo ReCas per lo studio di fisica dell'Atmosfera (Referenti : Prof. Bellotti – Dott.ssa M.Menegotto)

01-01-15

Partenza a regime della prima catena operativa del modello previsionale meteorologico WRF

Dicembre 2015 Avvio installazione nuove catene previsionali ARIA

Mar 2016 Conferenza stampa con presentazione nuovi prodotti ARPA

2016-2018 Dottorato XXXI ciclo, Dott. Andrea Tateo, Tutor Prof. R. Bellotti

Giugno 2019

Firmato il nuovo Accordo Quadro ARPA – INFN di aggiornamento del precedente accordo scaduto.

A breve

in fase di sottoscrizione un nuovo **Accordo di Ricerca Collaborativa ARPA – UNIBA - INFN** per continuare e ampliare le attività



Incontro Utenti ReCaS-Bari (2019)
Bari, 12/07/2019



La nostra Agenzia utilizza la modellistica ambientale per attività istituzionali:

- **Valutazione modellistica della qualità dell'aria su scala regionale (Piano regionale di qualità dell'aria)** , su 3 domini: dominio regionale (res.4km), con nesting ad 1km sul Salento (Lecce-Brindisi-Taranto) e sulla provincia di Bari (res.1km)
- **Valutazioni modellistiche: impatto delle misure previste dai piani di risanamento, source apportionment, VDS (Valutazione Danno Sanitario)**
- **Wind days**
- **Predisposizione input meteorologico in modalità forecast o/o analisi come input alla modellistica di QA**

Gli ambiti della modellistica ambientale attualmente sviluppati riguardano la modellistica meteorologica (a cura del Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica) e la modellistica di qualità dell'aria (a cura del Centro Regionale Aria della Direzione Scientifica).



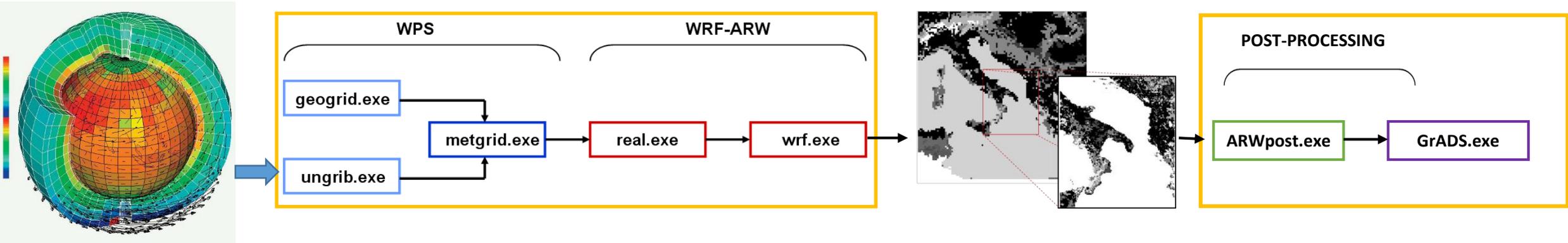
Incontro Utenti ReCaS-Bari (2019)
Bari, 12/07/2019



WRF is a Numerical Weather Prediction (NWP) developed by a collaboration of research centers, universities and government agencies in the United States coordinated by the National Center for Atmospheric Research, NCAR (US) (<http://www.wrf-model.org>) **mesoscale** model solving the **nonhydrostatic equations**.

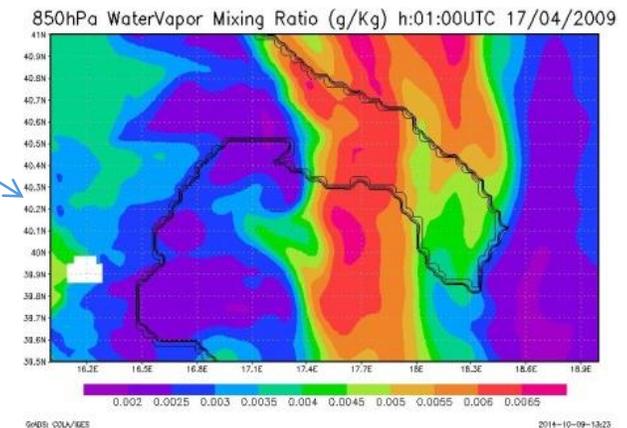
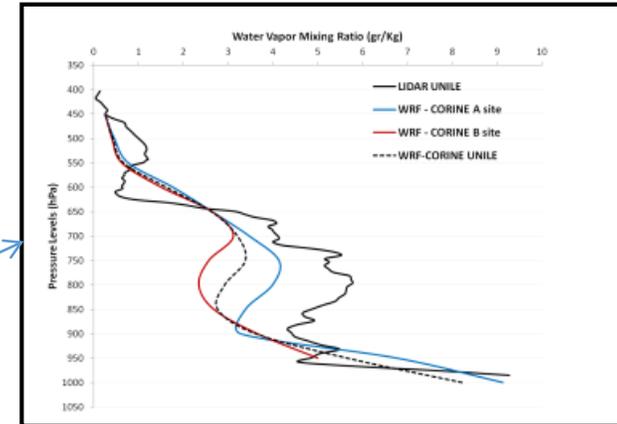
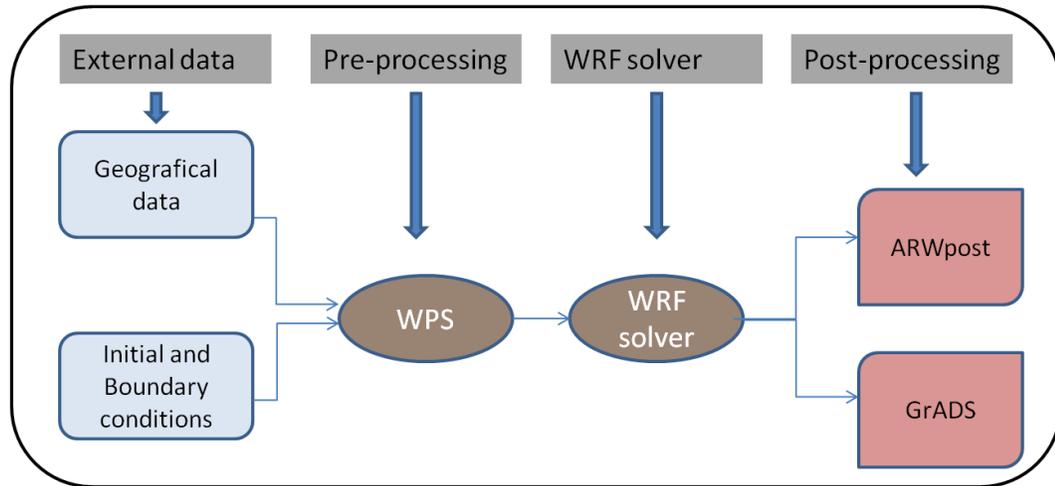
Mesoscale models are initialized by the initial and boundary conditions provided by **global models**

Nesting is a technique that allows to obtain a finer grid resolutions in the area of interest.



PREREQUISITI: librerie **NETCDF, JasPer e OpenMPI** e **dati geografici**

WRF is a Numerical Weather Prediction (NWP) developed by a collaboration of research centers, universities and government agencies in the United States coordinated by the National Center for Atmospheric Research, NCAR (US) (<http://www.wrf-model.org>) **mesoscale** model solving the **nonhydrostatic equations**.



Attività del Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica

Sottosistema utilizzato: Sistema HPC

Il sistema viene utilizzato:
 Quotidianamente (attività istituzionale ARPA) in modalità operativa e per valutazioni offline

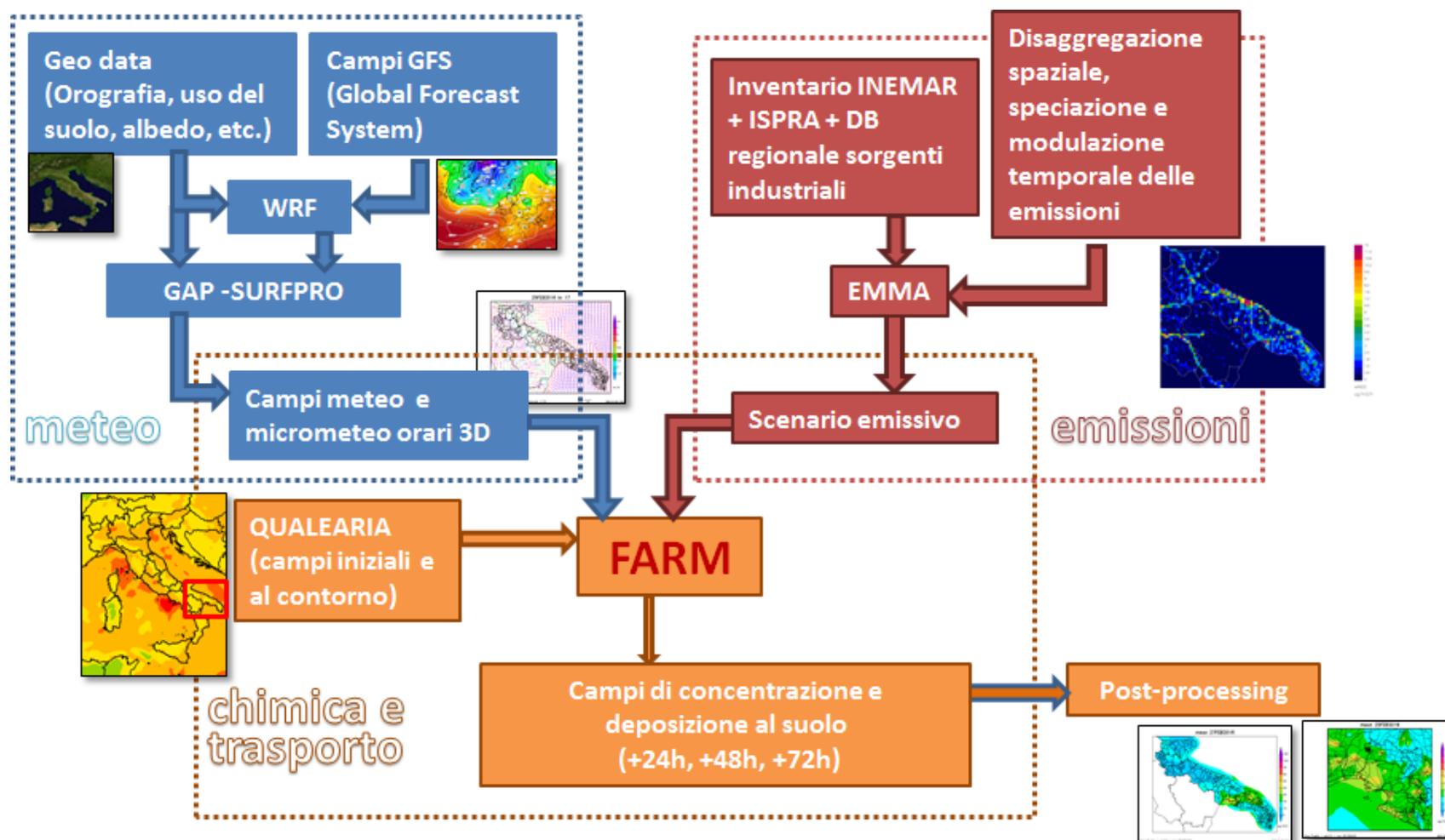
Il sistema sarà presumibilmente utilizzato ancora: più di un anno

Numero di job sottomessi: per il SAF n.2 job al giorno operativi 365gg/anno (06:00 e 18:00) (20 CPU)

Storage utilizzato: SAF (attualmente 10 TB/Anno)

	ATTUALE (operativo)	
Aspetto computazionale	2 run / giorno Ore 06:00 e ore 18:00 ~3.5h /run Cluster HPC	20 CPUs /run
Tot. Risorse/giorno	40 CPUs	
Storage/giorno	GFS 58+50 (18:00 e 00:00) -input-	~0.2 GB
	WRF_output - 4 (d01 e d02 - 18:00 e 00:00)	~ 20 GB
	GRADS output - 4	~ 6 GB
Tot. Storage	~ 27 GB/giorno	

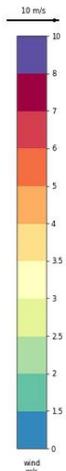
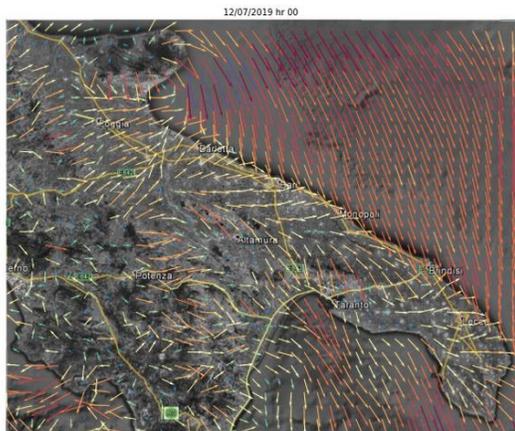
SISTEMA PREVISIONALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA REGIONALE (PUGLIA)



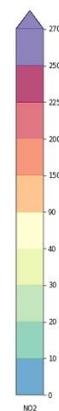
<http://cloud.arpa.puglia.it/previsioniqualityadellaria/index.html>



medie orarie

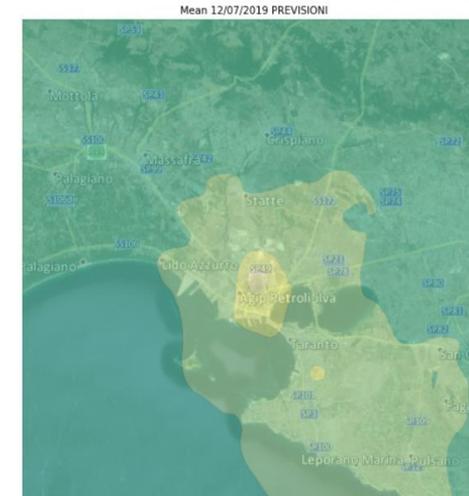


massimi orari giornalieri



O3 NO2 SO2

medie giornaliere



<http://cloud.arpa.puglia.it/previsioniqualityadellaria/index.html>

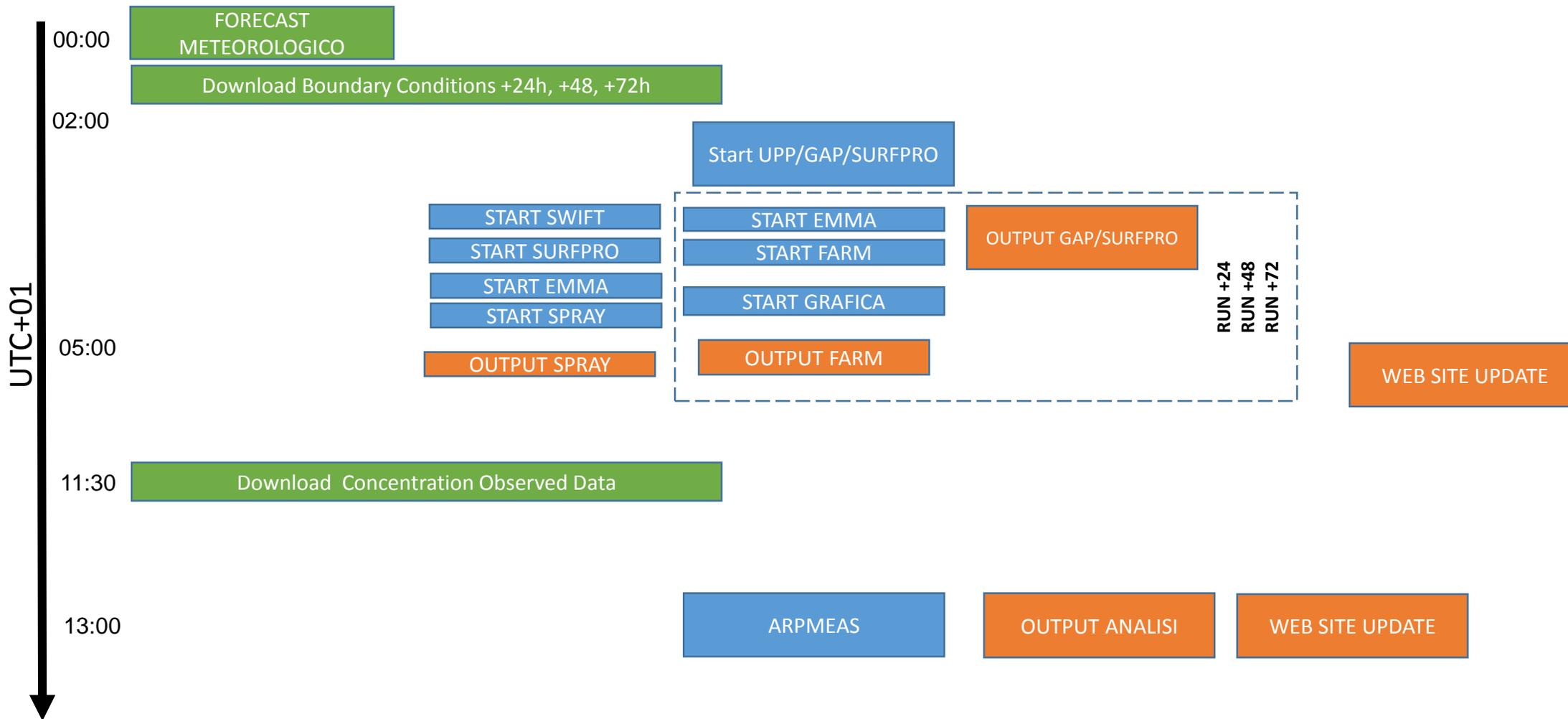


Incontro Utenti ReCaS-Bari (2019)
Bari, 12/07/2019



Ogni giorno: +72 h di simulazione

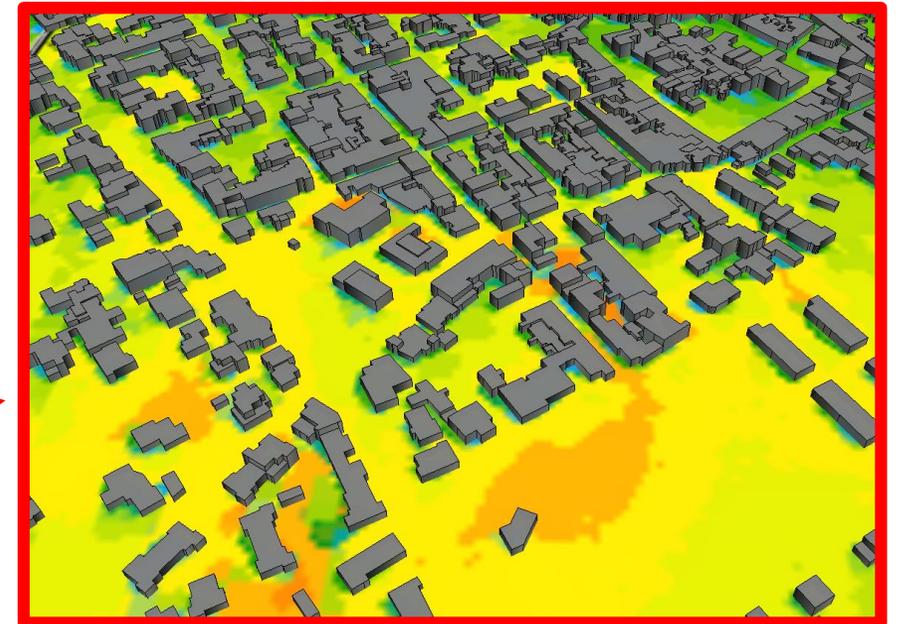
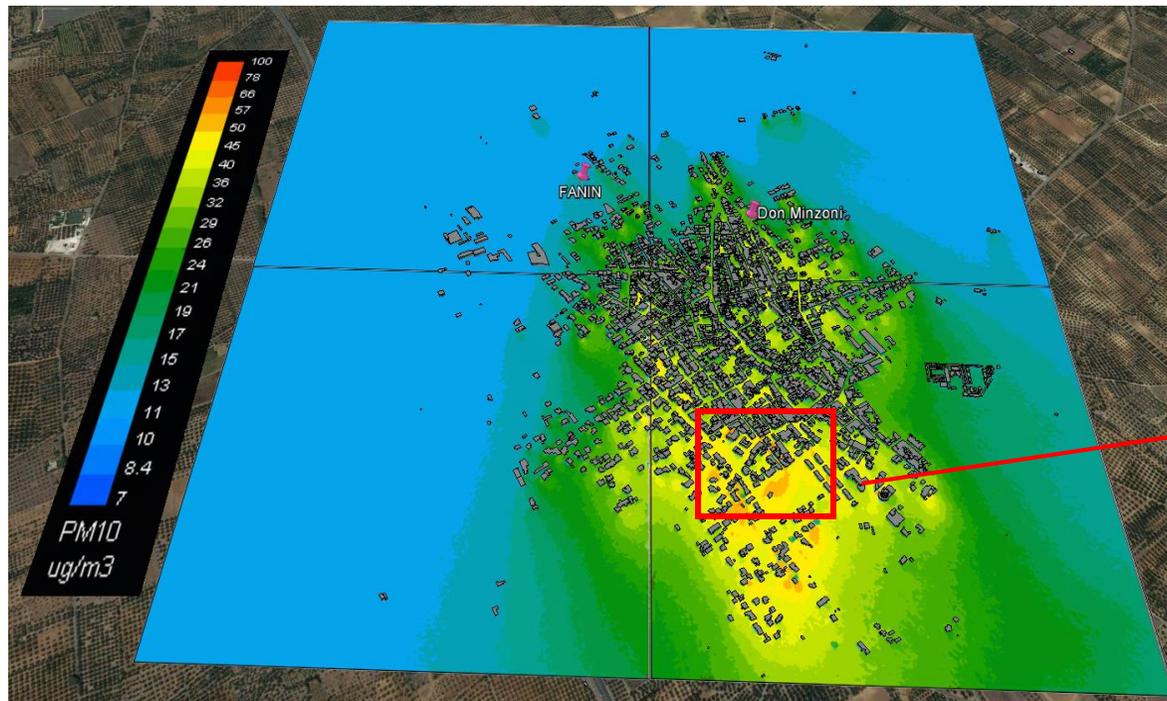
Onere computazionale: ~2 h su server di calcolo parallelo - 40 core FARM - 30 core SPRAY



ATTIVITA' MODELLISTICA OFFLINE

IL CRA svolge inoltre su ReCaS simulazioni modellistiche (ai sensi del D.lgvo 155/2010) utili ai fini della valutazione annuale dello stato della QA e del contributo di specifiche sorgenti emissive all'inquinamento atmosferico con l'ausilio della modellistica su scala regionale, locale e a microscala.

Simulazioni alla microscala: esempio Simulazioni con PMSS (Parallel Micro-Swift-Spray) per la valutazione dell'inquinamento da biomassa su scala comunale (comune di Torchiarolo, 1 dominio con res. 3m)



Dottorato XXVIII CICLO – FISICA

Dottoranda: Francesca Fedele

TITOLO: Planetary Boundary Layer dynamics analysis over the Apulia region by a mesoscale model

Tutore:

- Prof. Roberto Bellotti (Dipartimento di Fisica "M. Merlin" - Università degli studi di Bari)

Co-tutori:

- Dott.ssa Anna Guarnieri Calò Carducci (Arpa Puglia)
- Prof. Alessio Pollice (Dipartimento di Scienze Economiche e Metodi Matematici - Università degli Studi di Bari)



Incontro Utenti ReCaS-Bari (2019)
Bari, 12/07/2019



Validation data and Simulation setting

WRF settings.

- 41 vertical levels
- d01 resolution 16 Km
- d02 resolution 4 Km

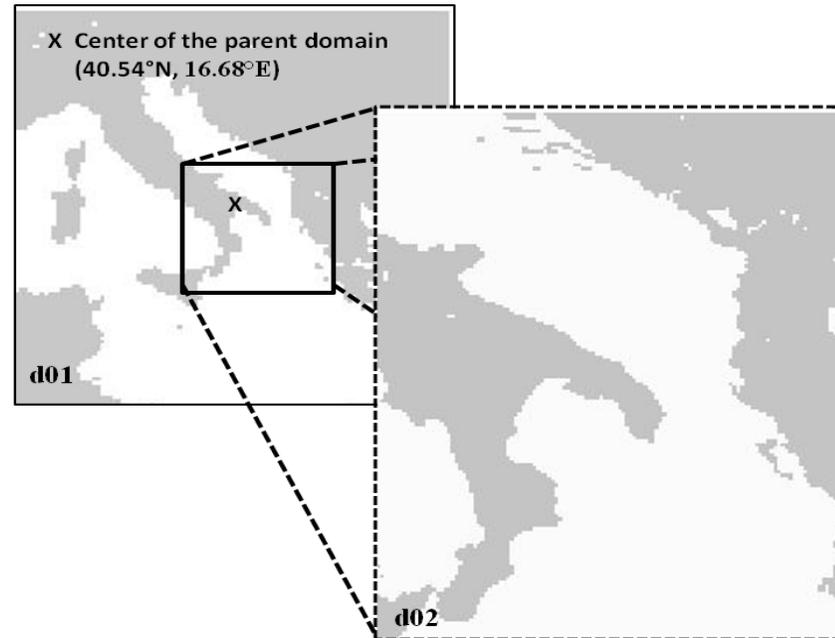
WRF on the ReCaS platform: 4 hours to produce one 72-hour forecast running on a 64 processor node in parallel mode with a time resolution of one hour.

Three different PBL parameterizations:

1. Mellor-Yamada-Janic (MYJ)
2. Mellor-Yamada-Nakanishi-Niino (MYNN)
3. Yonsei University topographic (TOPO)

Two different land cover database:

1. U.S. Geological Survey, WRF default (USGS)
2. European Environmental Agency, higher resolution and more updated categories (CORINE)

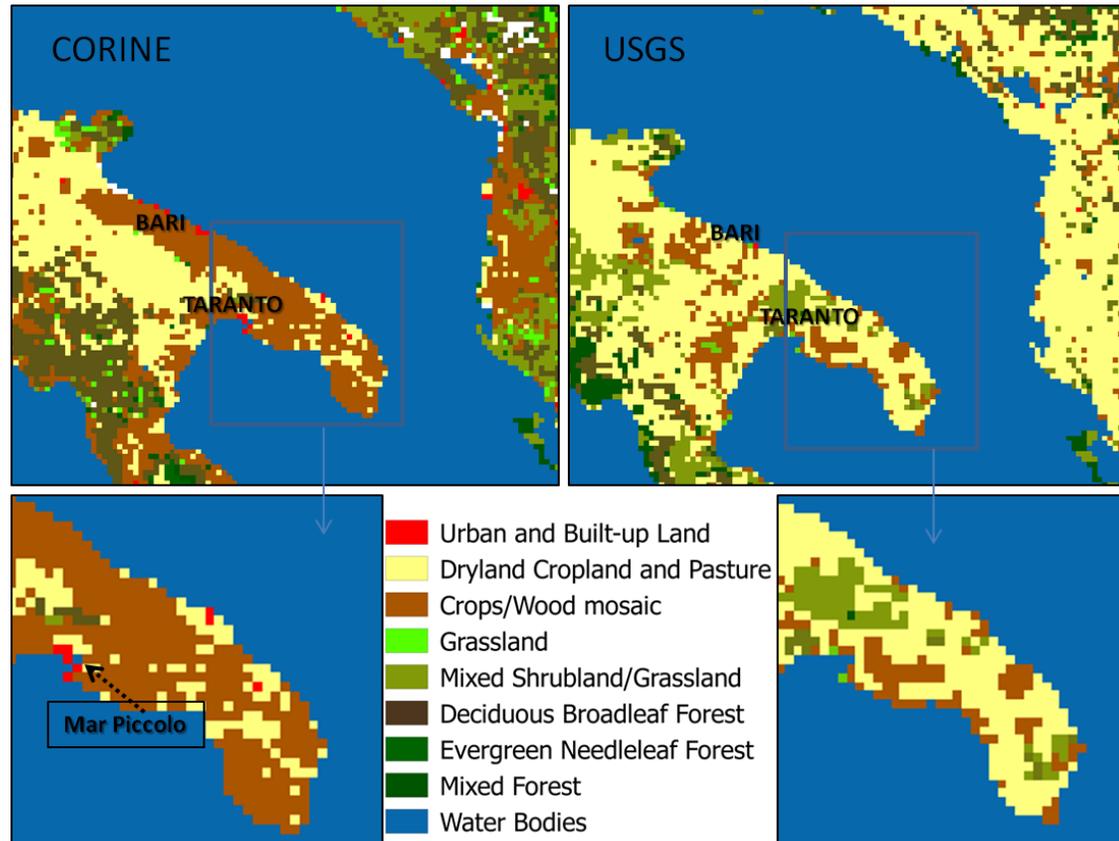


MYJ_CORINE
MYJ_USGS
MYNN_CORINE
MYNN_USGS
TOPO_CORINE
TOPO_USGS

- USGS includes **24** land cover classes - resolution 1 km - updated 2000;
- CORINE includes **44** land cover classes - resolution 250 m - updated 2006.



Better representation of soil classes introducing CORINE in the model



From a land classification point of view **relevant differences** between the two land cover representations exists.

Ground-point validation of WRF and post-processing technique

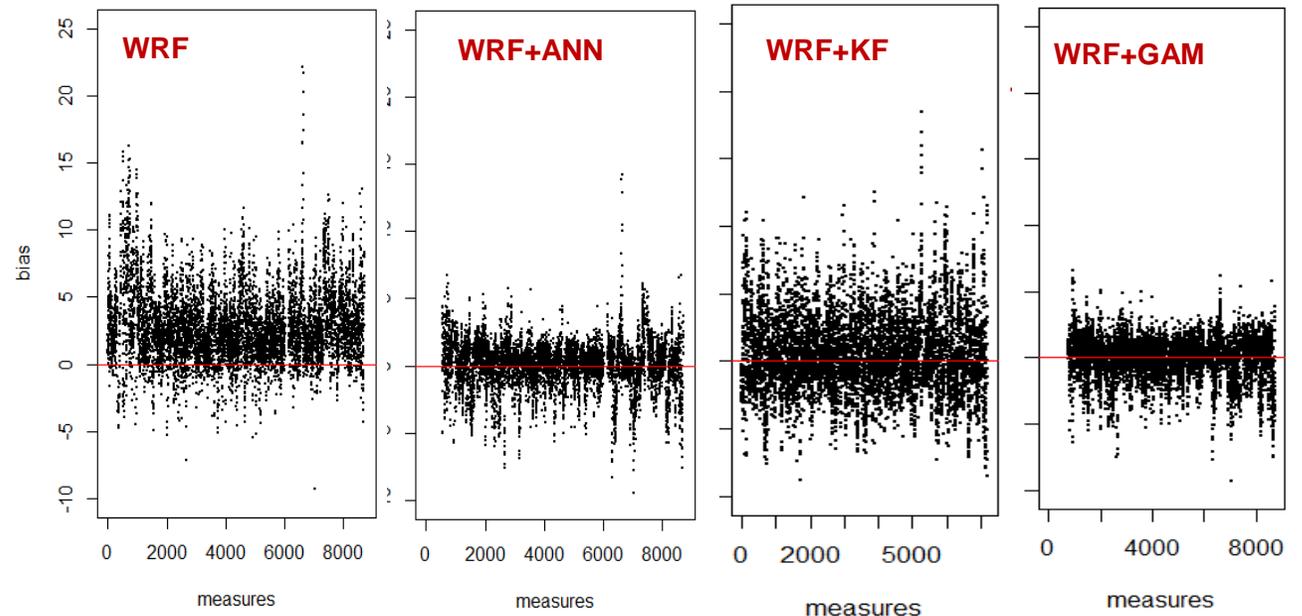
Statistical post-processing correction techniques:

Artificial Neural Network (ANN)

Kalman Filter (KF)

Generalized Additive (GAM)

training set: rolling window containing a fixed number of days and moving with a step of one day. The tuned net and the set kilter/model are applied to the prediction of the day $_{endtraining} + 3$ → corrected 72-hours forecast



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI “A. Moro”

Dipartimento Interateneo di Fisica “M. Merlin”
SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA
CICLO XXXI
Settore Scientifico Disciplinare FIS/07

Tecniche modellistiche e statistiche a supporto delle previsioni dei *Wind Days*

PhD Thesis by:

Dott. Andrea Tateo

Director of PhD Programme:

Prof. Giuseppe Iaselli

Tutor:

Prof. Roberto Bellotti

Co-Tutors:

Dott.ssa. Micaela Menegotto

Dott. Mario Marcello Miglietta

Analysis 1: Ensemble of parameterizations

[Predicted atmospheric variables: WS10, WD10, height of PBL]

- a) Performance evaluations of 5 different parameterization used in WRF model.
- b) Post-processing technique to improve deterministic predictions.

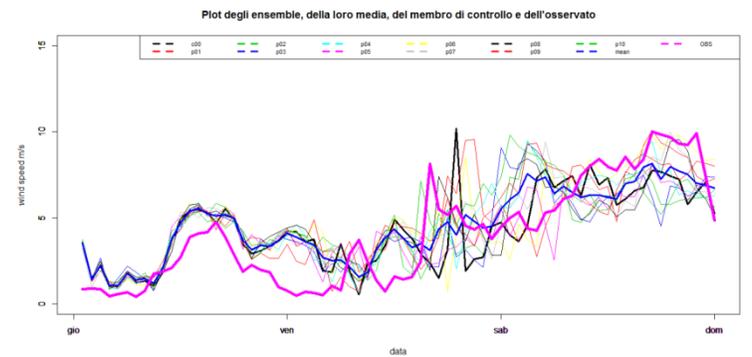
Analysis 2: Ensemble of perturbations

[Wind Day prediction]

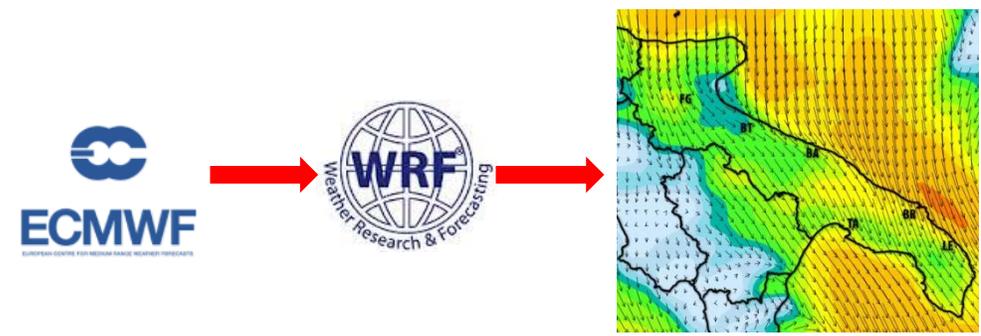
- a) Role evaluation of the grid resolution
- b) Comparison of deterministic and probabilistic forecasts
- c) Comparison of categorical and probabilistic approach
- d) Evaluation and validation of a new method to estimate the probability of occurrence

Test – Dottorato Andrea Tateo

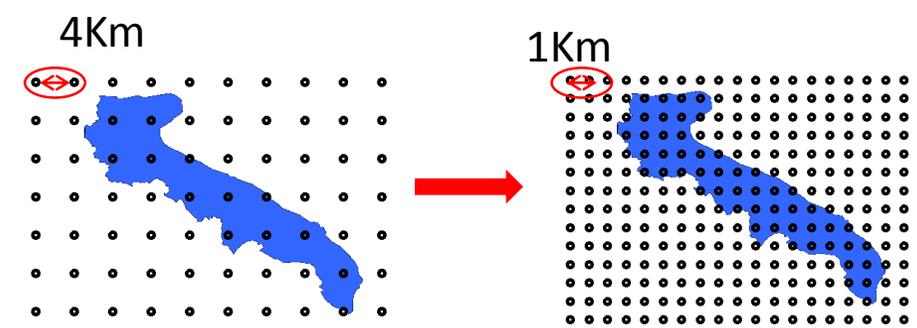
IMPLEMENTAZIONE GEFS – stima dell'affidabilità della previsione



IMPLEMENTAZIONE catena con ECMWF come input



Implementazione del terzo dominio a più alta risoluzione spaziale



Test su lungo periodo
Condor

- ECMWF (3domini*)
- GFS (3 domini*)
- GEFS (10 o 22 membri)

4 CPUs/run
(~ 1: 3 gg)

GEFS
20 membri + control + mean

16 GB

Download giornaliero

16 GB/giorno
ANALISI ~ 25TB

* Il terzo dominio, a causa della maggiore risoluzione spaziale comporta un aumento sia delle risorse di calcolo che di storage

Accordo DI RICERCA COLLABORATIVA ARPA , UNIBA, INFN

Oggetto : sperimentazione, valutazione ed ottimizzazione di modelli di calcolo scientifico ad alte prestazioni, lo sviluppo di nuovi algoritmi anche facendo ricorso alle moderne tecniche di Intelligenza Artificiale, la progettazione, implementazione e ottimizzazione di ambienti hardware/software scalabili per l'immagazzinamento e il trattamento dei dati, anche ricorrendo ai moderni paradigmi del cloud computing, per la simulazione delle dinamiche atmosferiche finalizzate alla previsione di parametri meteo-chimici sui siti sensibili della regione.

Nuova catena modellistica meteorologica con risoluzione 1 Km sull'area di Taranto – Brindisi e 4 Km sul resto della regione in modalità «analisi»

- Scelta delle parametrizzazioni e delle impostazioni del modello (analysis nudging, 1km resolution)
- Individuazione e implementazione della modalità di run (HTC Condor)
- Algoritmi di post processing e validazione

Possibili ulteriori sviluppi futuri: modellistica marina, modellistica per emergenze ambientali e incidenti industriali



Con DGR n. 1474 del 17/07/2012 è stato adottato il “Piano contenente le prime misure di intervento per il risanamento della qualità dell’aria nel quartiere Tamburi (Ta) per gli inquinanti PM10 e benzo(a)pirene ai sensi del D.lgs.155/2010 art. 9 comma 1 e comma 2”, successivamente approvato con DGR n. 1944 del 2/10/2012.



Wind day

Giorno caratterizzato da venti con velocità > 7 m/s per almeno 3 ore consecutive, provenienti dal quadrante di NO

A partire dal 1/12/2012 ARPA Puglia comunica la previsione di un Wind Day con almeno 48 ore di preavviso alle aziende sottoposte ad AIA ricadenti nell’area di Taranto e Statte.

Dal **01/01/2015** l’Agenzia ha internalizzato la catena di previsione dei Wind Day, a partire dalle previsioni meteorologiche numeriche, che venivano in precedenza acquisite da ditta esterna e poi riprocessate dal sistema SKYNET, gestito dal servizio CRA (Centro Regionale Aria).

Tale attività è stata affidata al Servizio Agenti Fisici della Direzione Scientifica di ARPA. A partire dal 01/01/2015 viene pertanto applicato un nuovo criterio di selezione dei Wind Day, basato sulla valutazione delle previsioni di due modelli meteorologici ad area limitata.

- Modello **WRF** – (Weather Research and Forecasting) sviluppato da una collaborazione di centri di ricerca, Università e Agenzie governative degli Stati Uniti coordinata dal National Center for Atmospheric Research, NCAR (USA). **Tale modello è gestito direttamente dal Servizio Agenti Fisici dell’ARPA Puglia, grazie ad un accordo con l’INFN di Bari che ha permesso di utilizzare le risorse di calcolo parallelo della FARM ReCas.**