

10 anni di modellistica operativa di qualità dell'aria in Emilia-Romagna

Michele Stortini, Giovanni Bonafè, Marco Deserti, Simona Maccaferri, Enrico Minguzzi, Antonella Morgillo

**Centro Tematico Regionale della Qualità dell'Aria
ARPA Emilia-Romagna**

Un po' di storia....

- **1996** contestualmente all'entrata in ARPA del servizio meteo viene istituita l'area di meteorologia ambientale. Inizia la fornitura di dati meteorologici specificamente elaborati per la valutazione della qualità dell'aria e come dati di ingresso a modelli di dispersione. é operativo il preprocessore meteorologico a conservazione della massa CALMET.
- **2001** vengono assegnati collaboratori stabili all'area di meteorologia ambientale. Viene avviato un servizio regolare di previsione sulla qualità dell'aria in Emilia-Romagna. Viene utilizzato operativamente il modello statistico OPPIO (operativo dal 2000 al 2003).
- **2002** viene acquisito il modello ADMS-URBAN e vengono formati gli operatori delle sezioni provinciali
- **2003** test del CTM Chimere
- **2004-2005** progettazione e realizzazione della rete per la meteorologia urbana (MetUrb) e stazione meteo speciale (anemometro sonico).
- **2005** operativo il modello statistico PIOPPO di previsione O3 e PM10
- **2005** operativo il sistema di modelli NINFA per la valutazione e previsione dell'inquinamento chimico sul nord Italia, avviato il preprocessore meteo DIAGMET/LAMA

...Un po' di storia...

- **2007 – 2008** riorganizzazione di ARPA, viene ridefinita la missione dell'area di meteorologia ambientale che diventa area meteorologia ambientale marina e oceanografica. Viene assegnato all'area personale a TI dedicato al mare.
- **2007** è operativo il sistema PESCO per la valutazione quotidiana e annuale della qualità dell'aria.
- **2009-2010** viene sviluppato il sistema NINFA-E aggiornando il modello chimico, sviluppato il modulo per le emissioni e per la valutazione dei costi/benefici.
- **2009-2010** Realizzate campagne di misura intensive per lo studio del bilancio di energia alla superficie (Campagne MONITER e Base-Alfa). Applicazione di tecnologie da satellite per la valutazione della qualità dell'aria.
- **2011** aggiornamento di PESCO, e di NINFA. Inizio servizio di previsioni automatiche di qualità dell'aria su tutta la regione con una risoluzione di 1 kmq per O3, NO2, PM10, PM25 e IQA
- **2013** riorganizzazione di ARPA. Il Centro Tematico Regionale di Qualità dell'aria viene assegnato al SIMC ed il personale dell'area di meteorologia ambientale viene assegnato al CTR-ARIA.

All'inizio

Misure e previsioni di PM10 nelle aree urbane



numero verde
800-743333
liberiamolaria@arpa.emr.it

- Qualità dell'aria
- Previsioni Pm10
- Dati giornalieri Pm10
- Statistiche riepilogative
- Legenda
- Altri inquinanti
- Previsioni meteo
- Info Mobilità
- Accordo di programma
- Come muoversi
- Campagna informativa
- Altri documenti
- Informazioni ambientali
- Cosa sono le polveri
- Come limitarle in città
- Informazioni sanitarie
- Effetti sulla salute
- Gruppi di popolazione a rischio
- Precauzioni
- Utilità
- Eventi
- Contatti
- Registrati

Venerdì, 12 Ottobre 2007

Ti trovi in : [Liberiamo l'aria](#) / [Qualità dell'aria](#) / [Dati giornalieri Pm10](#) /

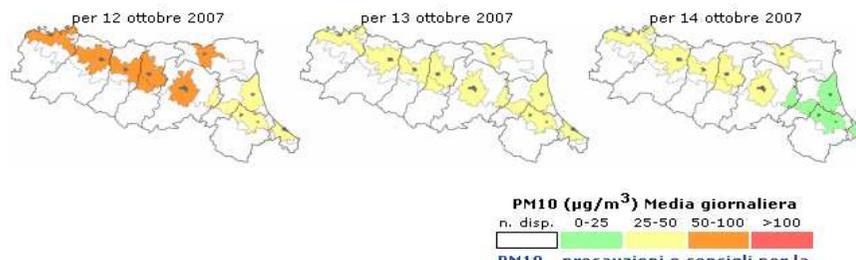
Dati giornalieri Pm10

Dati sulla qualità dell'aria - Dati giornalieri PM10

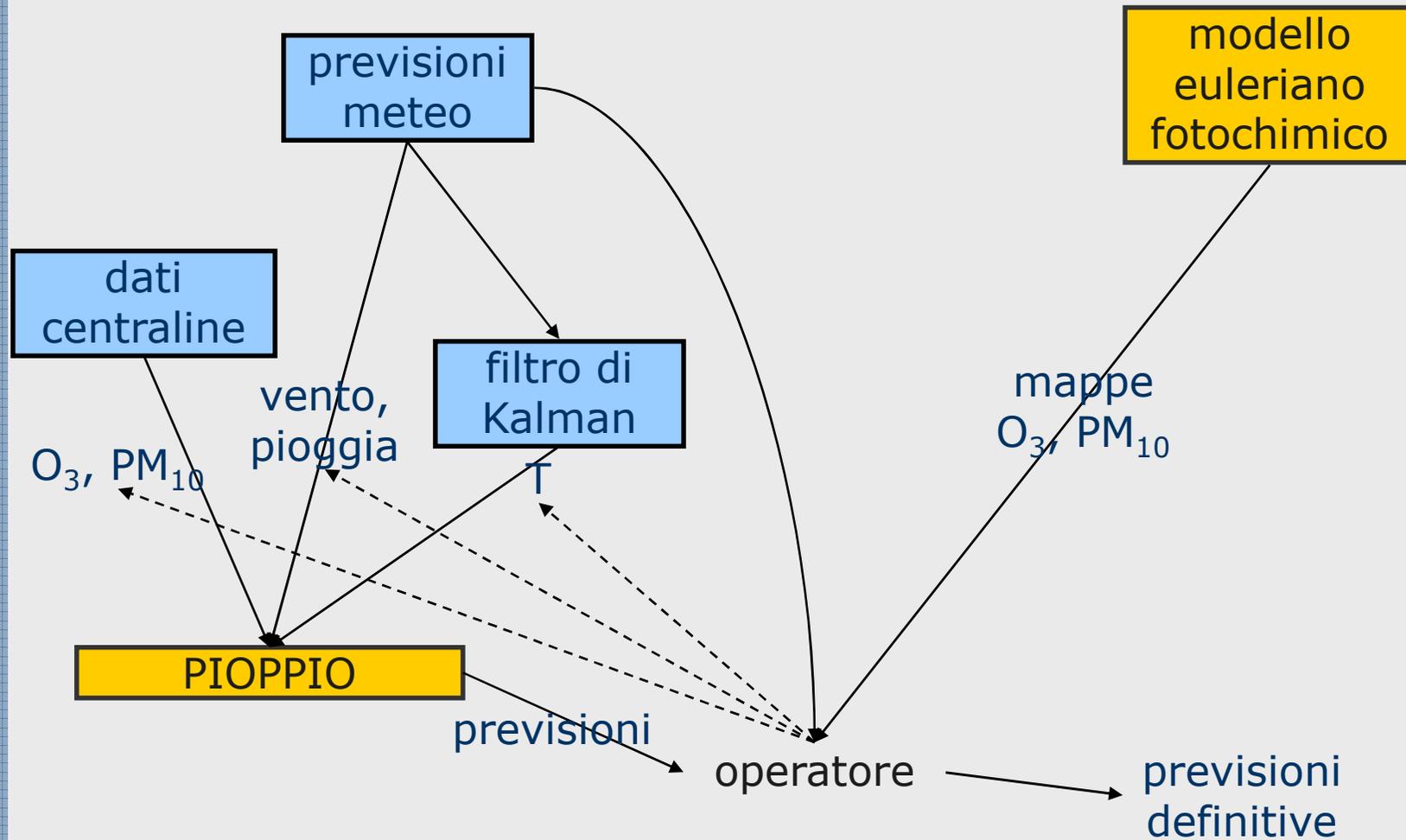
	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10	10/10	11/10
Piacenza	53	56	64	67	57	17	52	61	62	53
Parma	57	64	57	67	31	28	40	51	45	52
Reggio nell'Emilia	81	90	97	101	59	25	43	54	59	57
Modena	86	77	99	101	83	23	50	56	62	65
Bologna	36	58	78	80	66	29	34	45	56	58
Imola	36	47	70	86	40	13	23	35	40	46
Ferrara	70	76	112	115	55	22	33	42	44	46
Ravenna	31	36	49	67	43	13	28	32	40	43
Forlì-Cesena	73	88	70							
Rimini	71	72	65	108	70	18	30	33	58	48

fondo grigio = dato non verificato fondo bianco = dato verificato

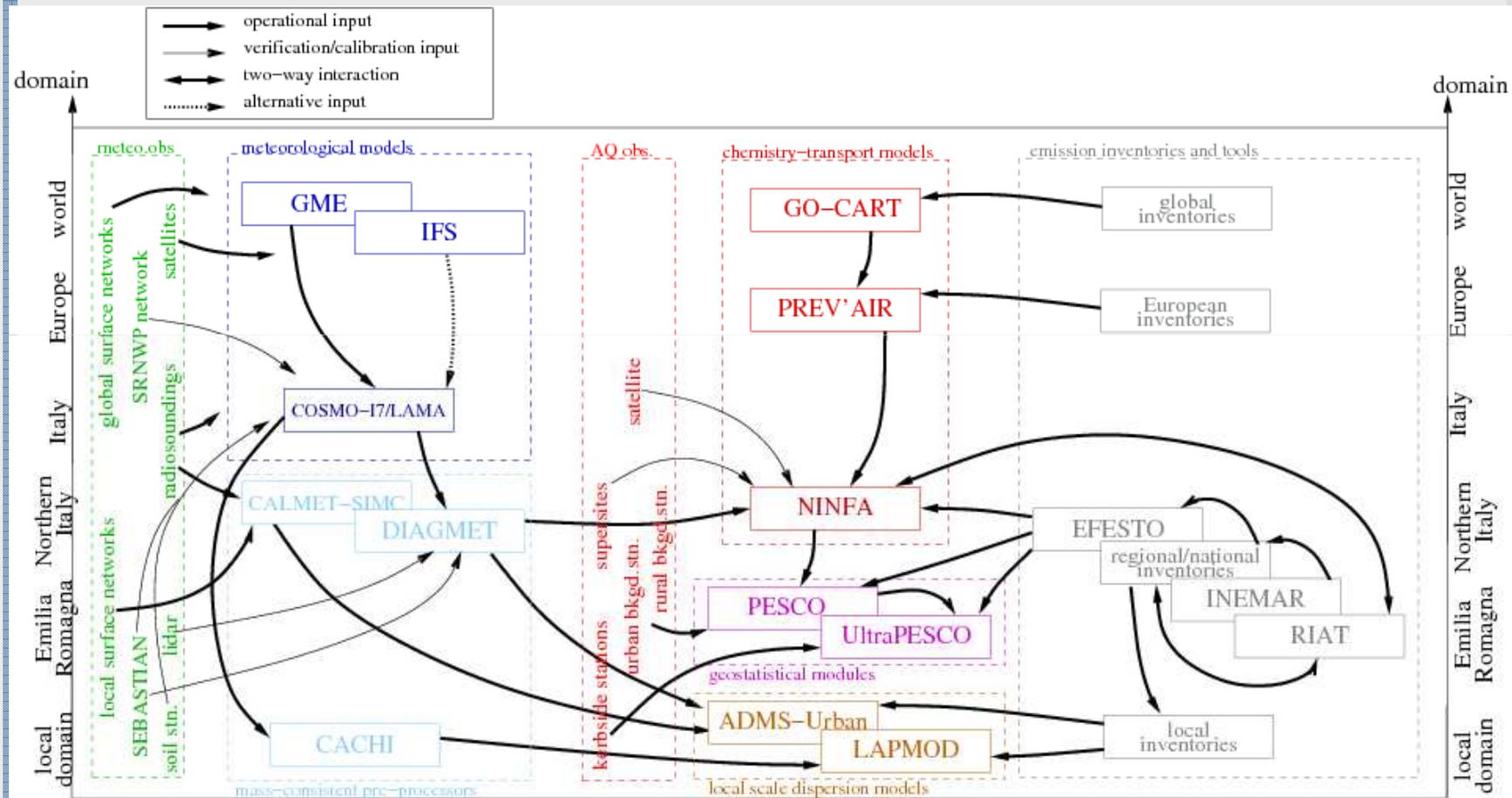
Previsioni Pm10



PIOPPIO: procedura di previsioni QA



Il presente: Sistema di previsione, valutazione e gestione della qualità dell'aria di ARPA Emilia-Romagna.

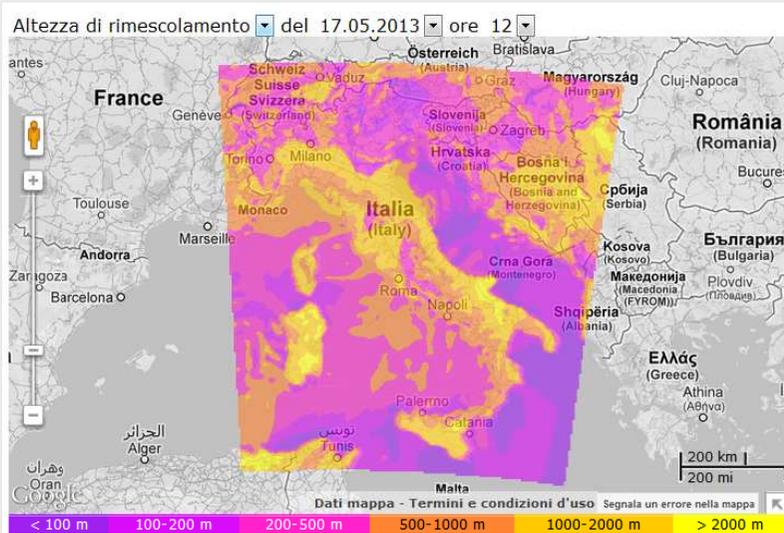


Distribuzione dati meteorologici per i modelli di diffusione a varie scale

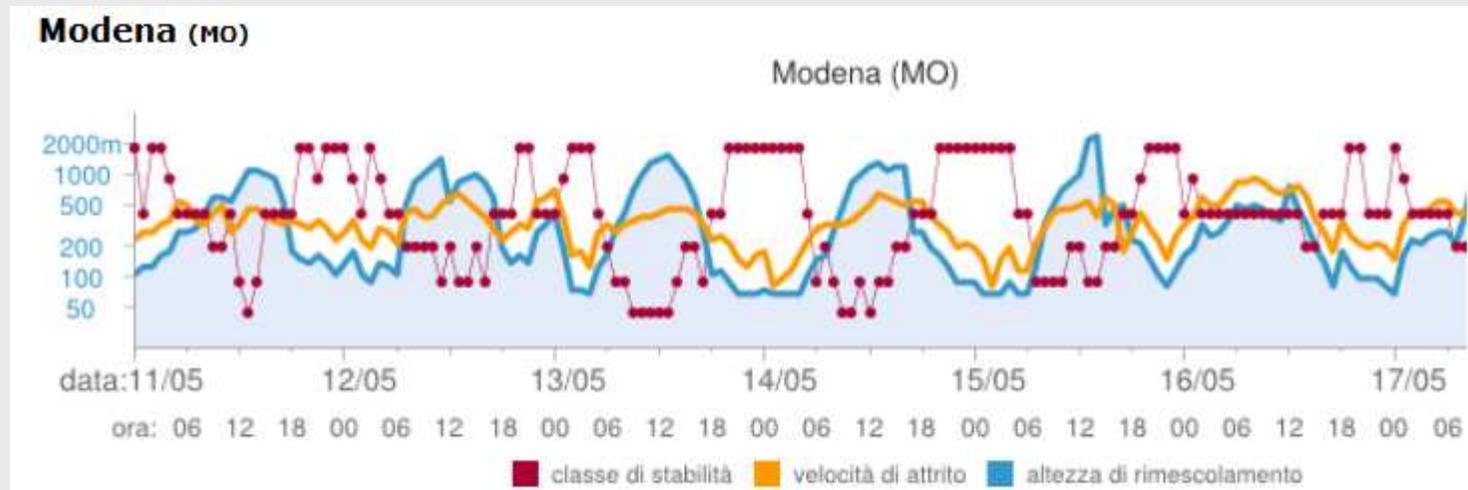
Dati di ingresso per modelli di diffusione applicati a scala locale:

- dati meteorologici specifici (altezza di rimescolamento, coefficienti di diffusione, lunghezza di Monin Obukov ecc. ecc.)
- dati di qualità dell'aria spazializzati, da utilizzare come condizioni al contorno o valori di fondo.
- Sono richiesti valori orari, puntuali o campi tridimensionali.

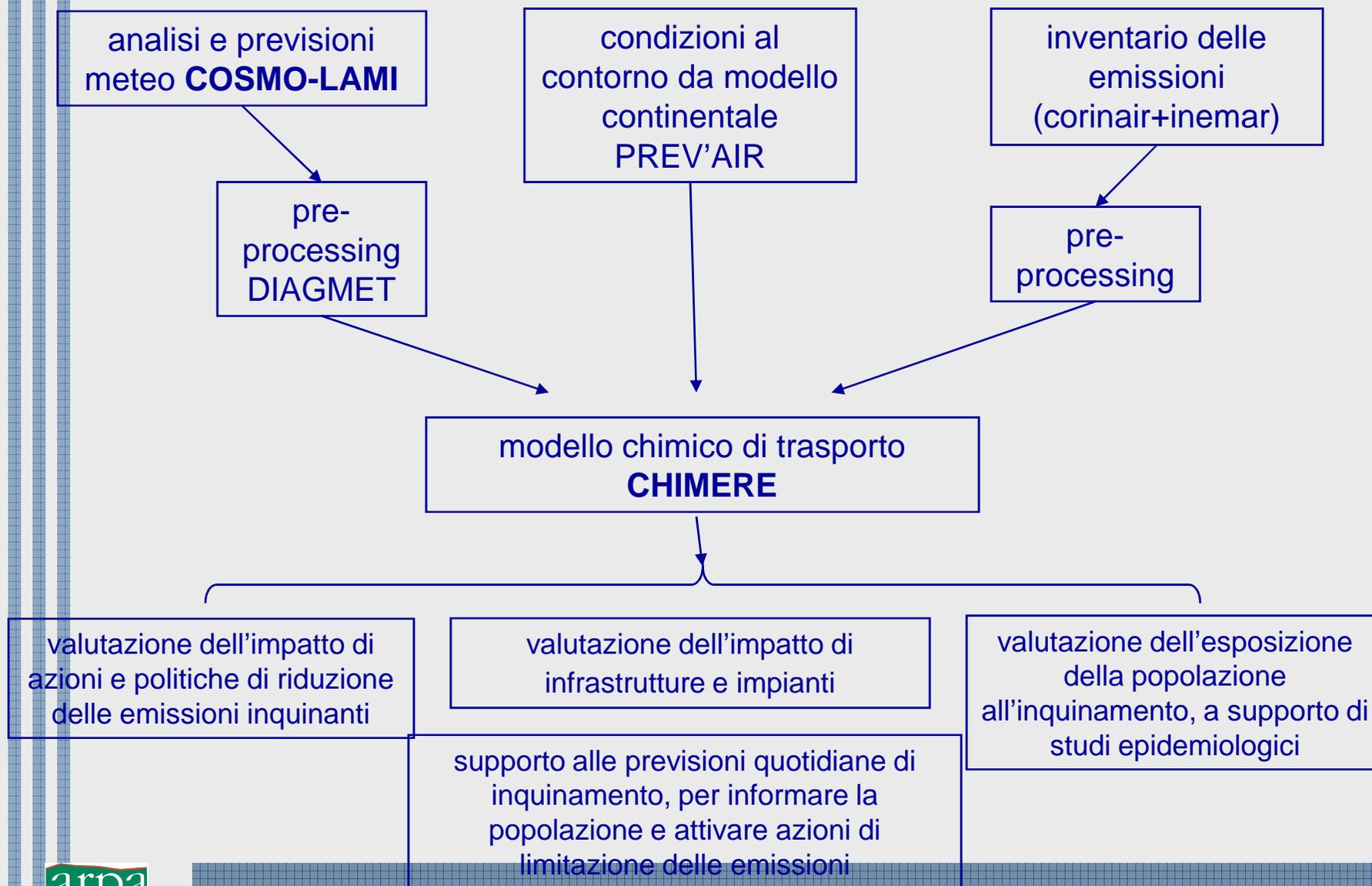
Diffusività atmosferica



http://www.arpa.emr.it/sim/?qualita_aria/turbolenza



catena modellistica operativa NINFA

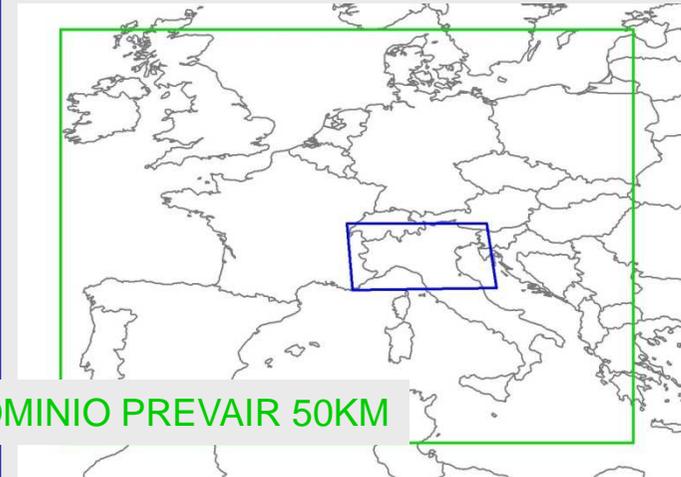


Modello CTM Chimere

Modello CHIMERE:

- modello chimico euleriano di trasporto (CTM)
- riproduce i principali fenomeni che riguardano gli inquinanti atmosferici: emissione, diffusione, trasporto, reazioni chimiche, microfisica dell'aerosol, deposizioni secche e umide, erosione, risospensione, spray marino
- produce output orari 3D delle concentrazioni di numerose specie chimiche gassose (tra le quali ozono, NO₂, NO, SO₂) e dell'aerosol, distinto per classe granulometrica e per composizione chimica

DOMINIO NINFA BPA 10/5 km



Previsioni quotidiane: i servizi disponibili

- Previsioni meteo dettagliate oggi, domani, dopodomani (+72 h), previsioni meteo di tendenza a + 5-7 gg
- Previsioni numeriche di QA oggi, domani, dopodomani (+72 h) ad un 1km e per comune
- Bollettini straordinari di QA a richiesta con tendenza meteo, possibile emissione 1 giorno/sett

Analisi quotidiane: i servizi disponibili

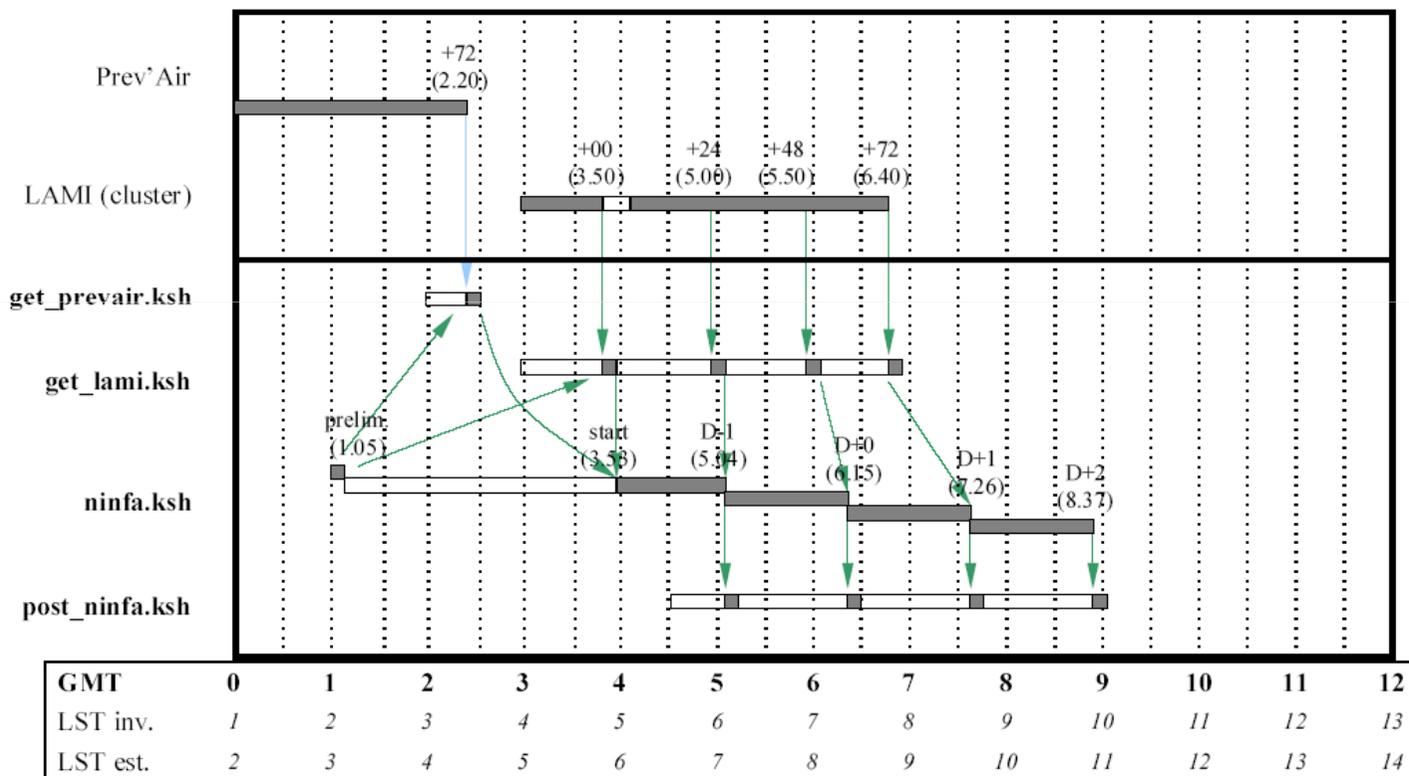
- Stima delle concentrazioni di ieri ad 1 km e per comune ottenuta da dati osservati e modello NINFA (vedi modello PESCO)

Sequenza temporale

p

Sequenza temporale delle procedure operative NINFA

(NB: i tempi sono validi in condizioni ottimali, e se LAMI utilizza tutti i processori di Maialinux)

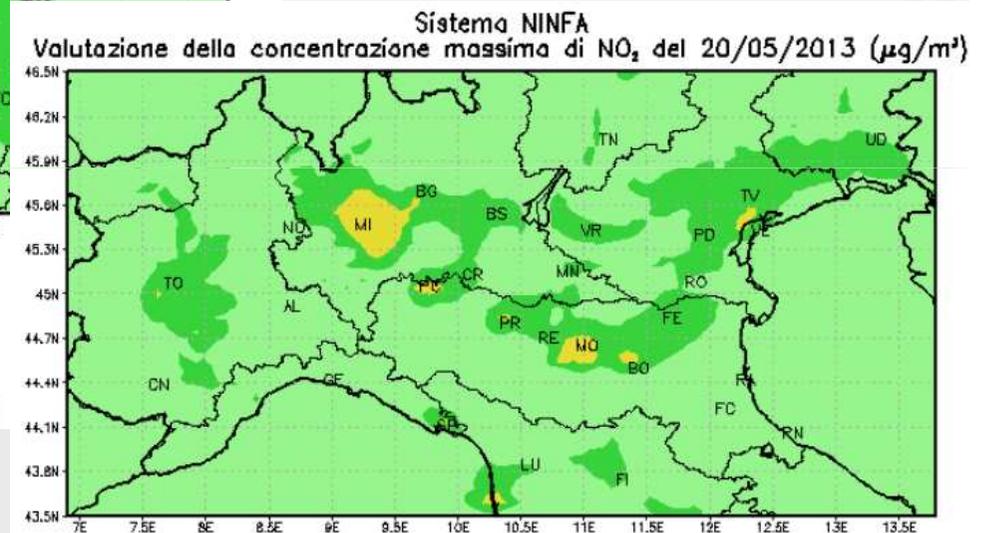
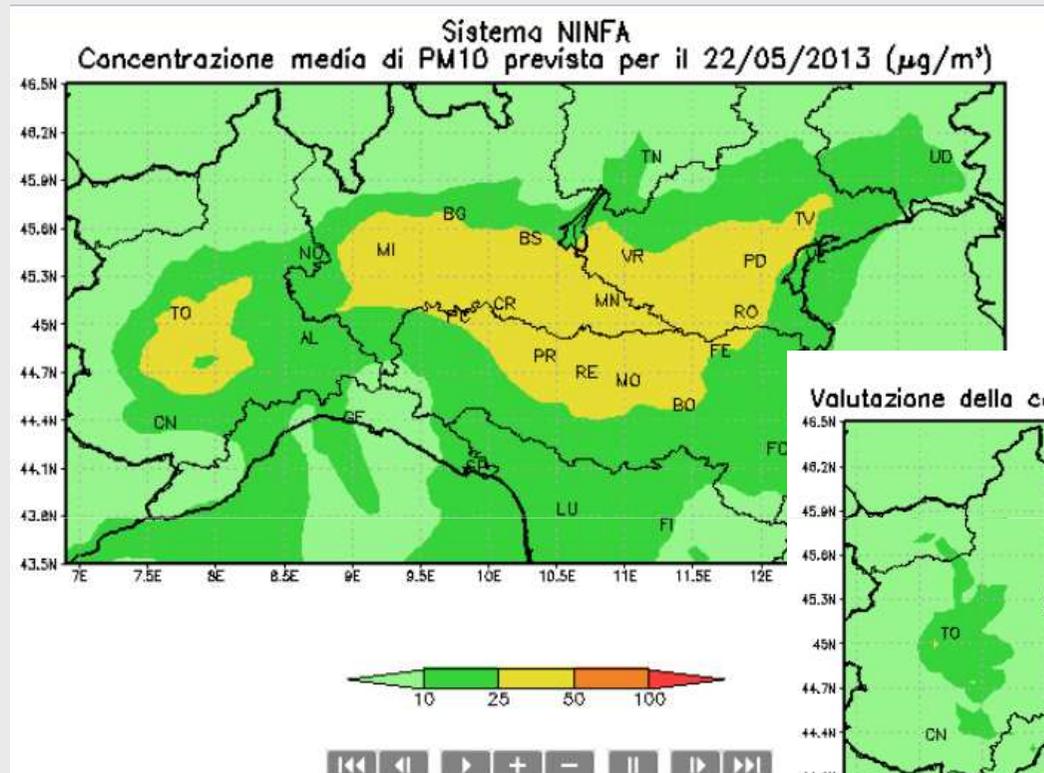


Legenda:

■ procedura attiva
□ procedura in attesa

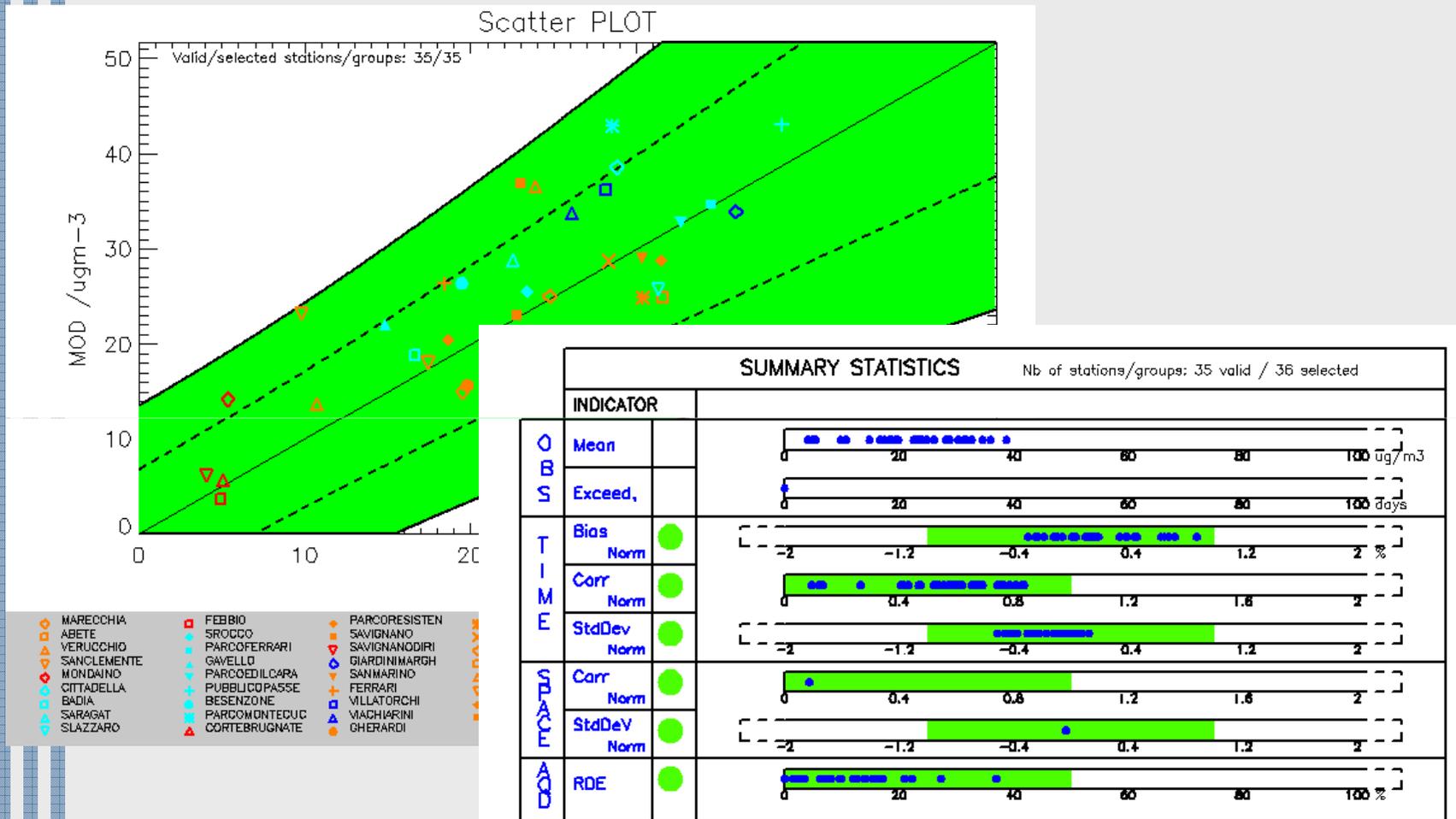
→ ordine di esecuzione (fileschanged)
→ ordine di esecuzione (sleep)

Analisi e previsioni NINFA



http://www.arpa.emr.it/sim/qualita_aria/previsioni_aria_nord

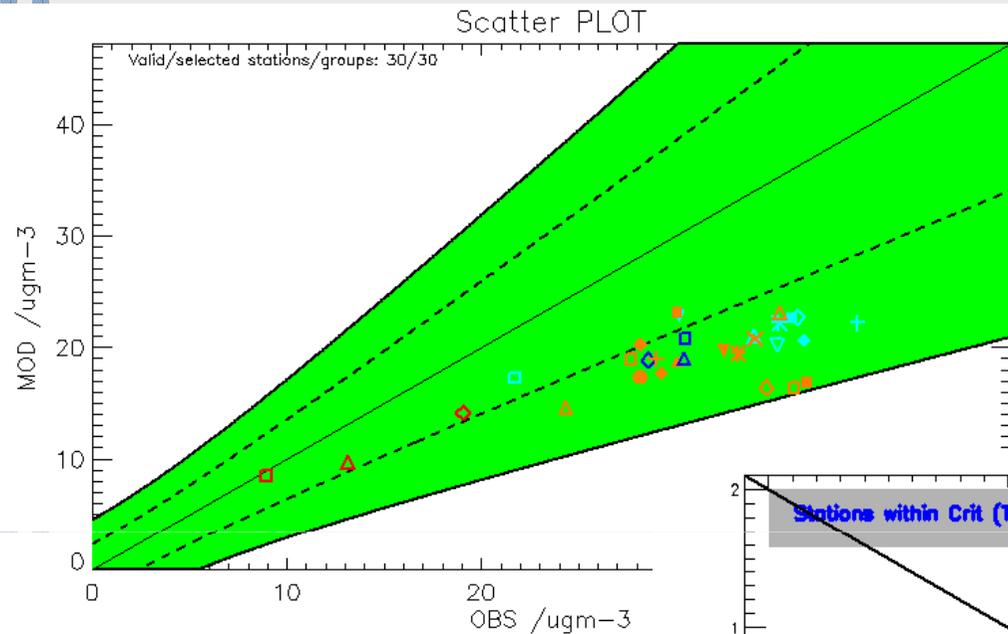
Validazione del modello: NO2



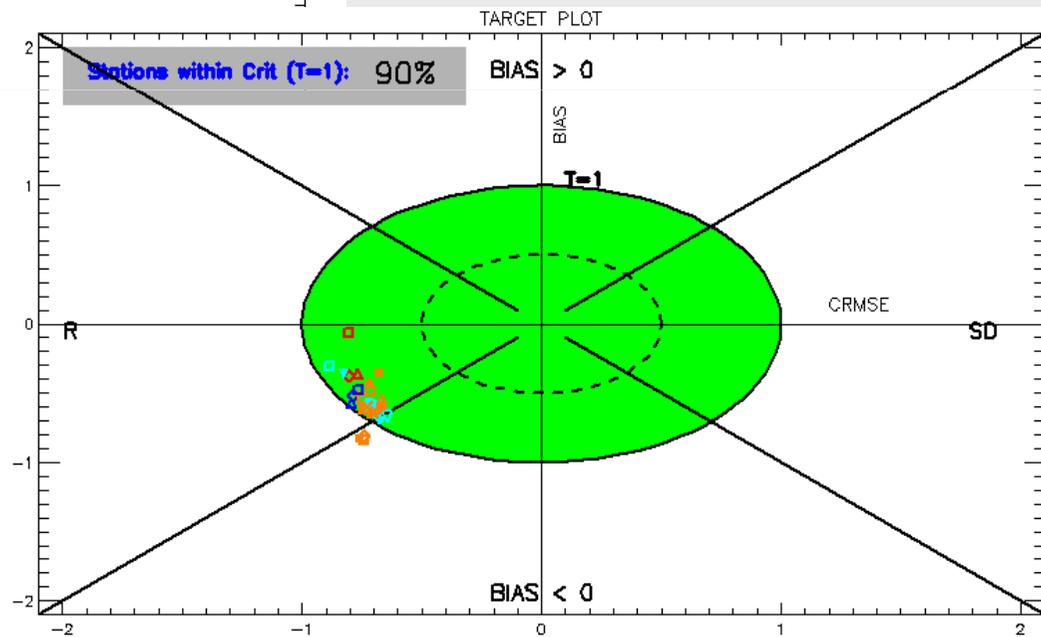
- MARECCHIA
- FEBBIO
- PARCOPRESISTEN
- ABETE
- SROCCO
- SAVIGNANO
- VERUCCHIO
- PARCOFERRARI
- SAVIGNANODIRI
- SANCLEMENTE
- GAVELLO
- GIARDINIMARGH
- MONDAINO
- PARCOEDILCARA
- SANMARINO
- CITTADELLA
- PUBBLICOPASSE
- FERRARI
- BADIA
- BESENZONE
- VILLATORCHI
- SARAGAT
- PARCOMONTECUC
- VIACHARINI
- SLAZZARO
- CORTEBRUGNATE
- GHERARDI

- MARECCHIA
- FEBBIO
- PARCOPRE
- CENTO
- ABETE
- SROCCO
- SAVIGNA
- VILLAFU
- VERUCCHIO
- PARCOFE
- SAVIGNA
- OSTELLA
- SANCLEMENTE
- GAVELLO
- GIARDIN
- PARCOBU
- MONDAINO
- PARCOED
- SANMARI
- CAORLE
- CITTADE
- PUBBLIC
- FERRARI
- BALLIRA
- BADIA
- BESENZO
- VILLATO
- DELTACE
- SARAGAT
- PARCOMO
- VIACHIA
- GIARDIN
- SLAZZARO
- CORTEBR
- GHERARD

Validazione del modello: PM10



MARECCHIA	SROCCO	SANPIETROCAPO	CAORLE
ABETE	PARCOFERRARI	SANMARINO	DELTACERVIA
VERUCCHIO	PARCOEDILCARA	FERRARI	GIARDINI
MONDAINO	PUBBLICOPASSE	VILLATORCHI	
CITADELLA	PARCOMONTECUC	VIACHIARINI	
BADIA	CORTEBRUGNATE	GHERARDI	
SARAGAT	PARCOCRESISTEN	CENTO	
SLAZZARO	SAVIGNANO	VILLAFULVIA	
FEBBIO	GIARDINIMARGH	PARCOBUCCI	

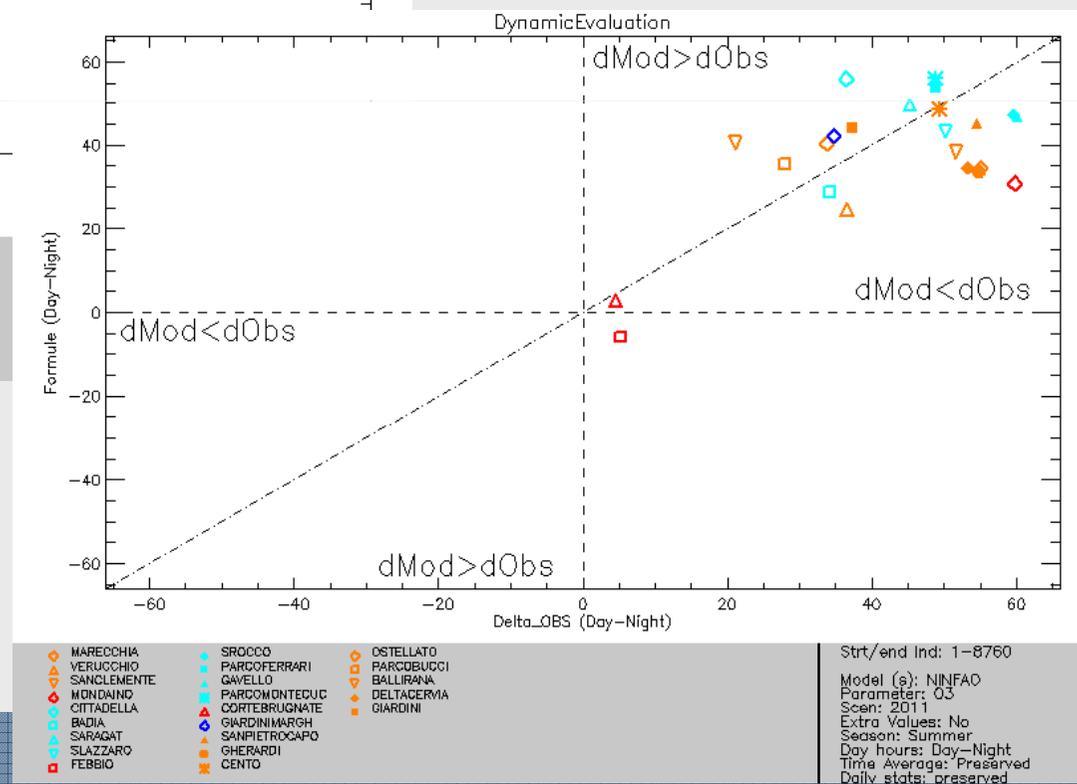
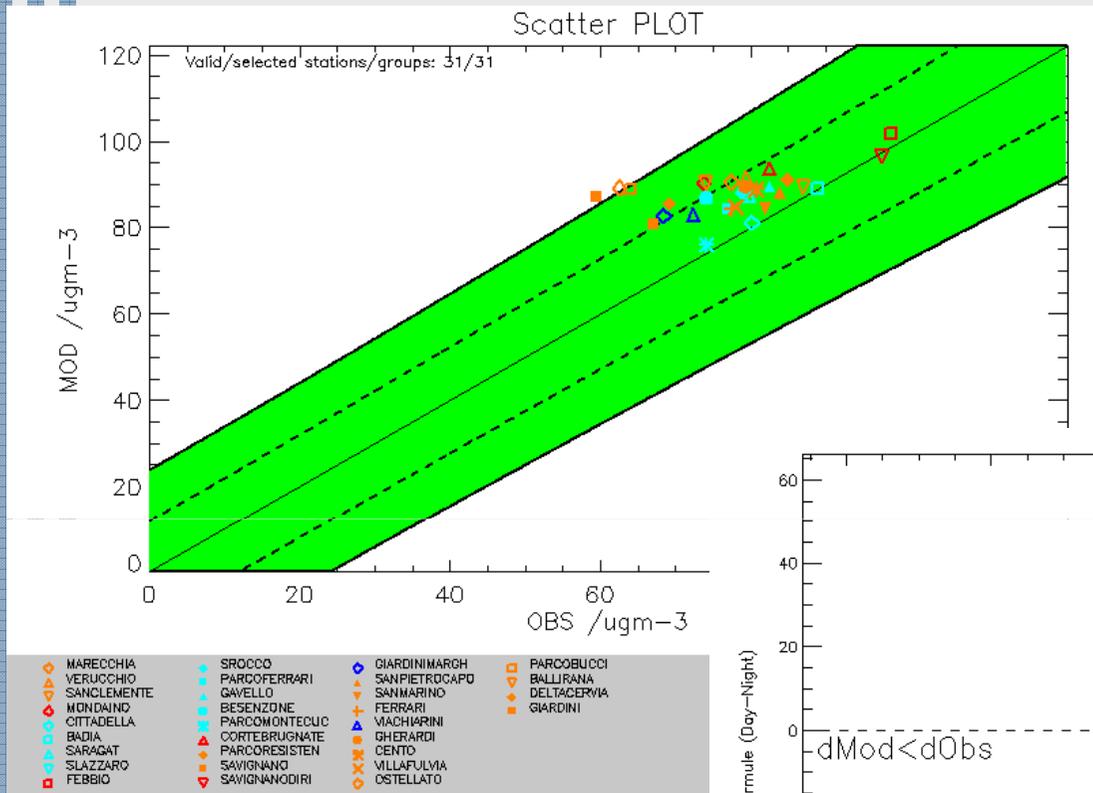


MARECCHIA	SROCCO	SANPIETROCAPO	CAORLE
ABETE	PARCOFERRARI	SANMARINO	DELTACERVIA
VERUCCHIO	PARCOEDILCARA	FERRARI	GIARDINI
MONDAINO	PUBBLICOPASSE	VILLATORCHI	
CITADELLA	PARCOMONTECUC	VIACHIARINI	
BADIA	CORTEBRUGNATE	GHERARDI	
SARAGAT	PARCOCRESISTEN	CENTO	
SLAZZARO	SAVIGNANO	VILLAFULVIA	
FEBBIO	GIARDINIMARGH	PARCOBUCCI	

Strt/end Ind: 1-8760

Model (s): NINFAO
Parameter: PM10
Scen: 2011
Extra Values: No
Season: Year
Day hours: All 24h
Time Average: Preserved
Daily stats: Mean

Validazione del modello: Ozono

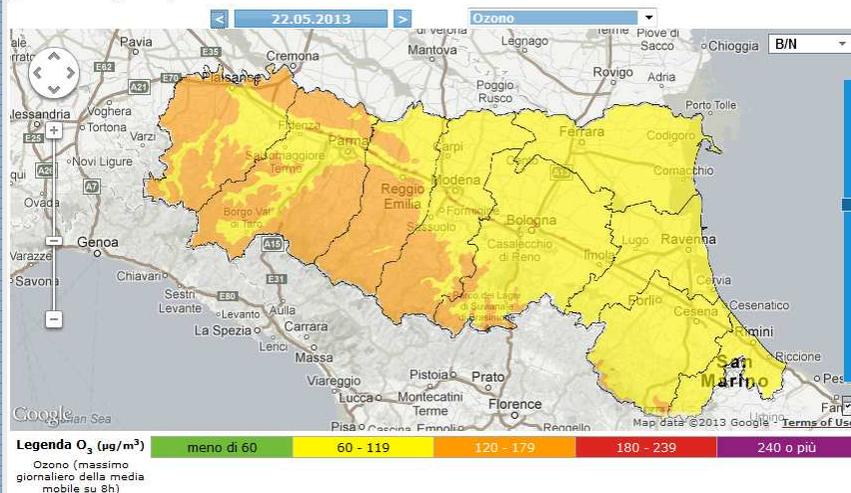


Downscaling di NINFA:

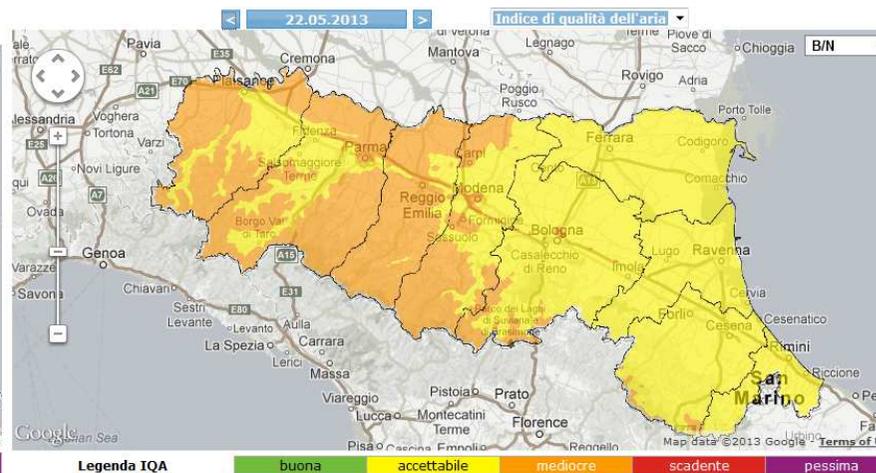
- La previsione NINFA viene interpolata sulla griglia ad 1km e moltiplicata per un fattore correttivo che tiene conto dal rapporto tra le analisi Pesco e le analisi NINFA degli anni precedenti.
- In questo modo da un lato viene corretto il bias sistematico per quanto riguarda il particolato, dall'altro si tiene in parte anche conto di effetti a scala di subgriglia.
- Prodotti: media giornaliera di PM10, PM25, max giornaliero NO2, max giornaliero media mobile 8h O3, IQA

Previsione di NINFA ad 1 kmq

Ozono: previsione per mercoledì 22 maggio 2013
[prodotta il 21 maggio 2013]



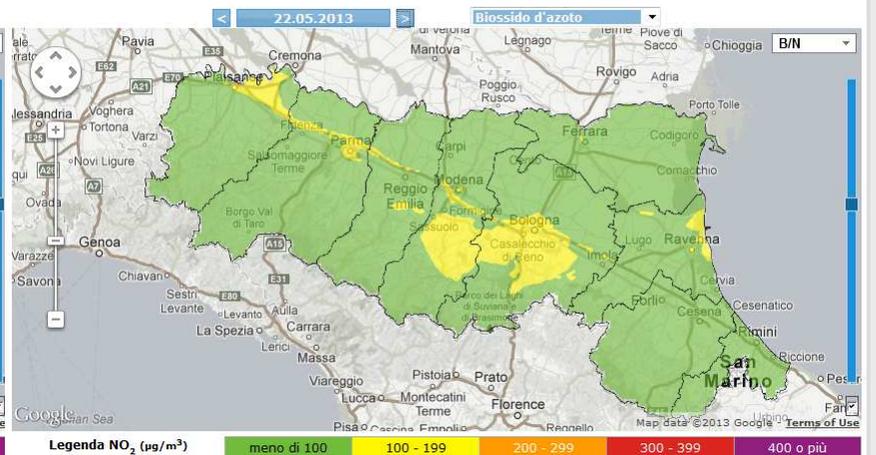
Indice di Qualità dell'aria: previsione per mercoledì 22 maggio 2013
[prodotta il 21 maggio 2013]



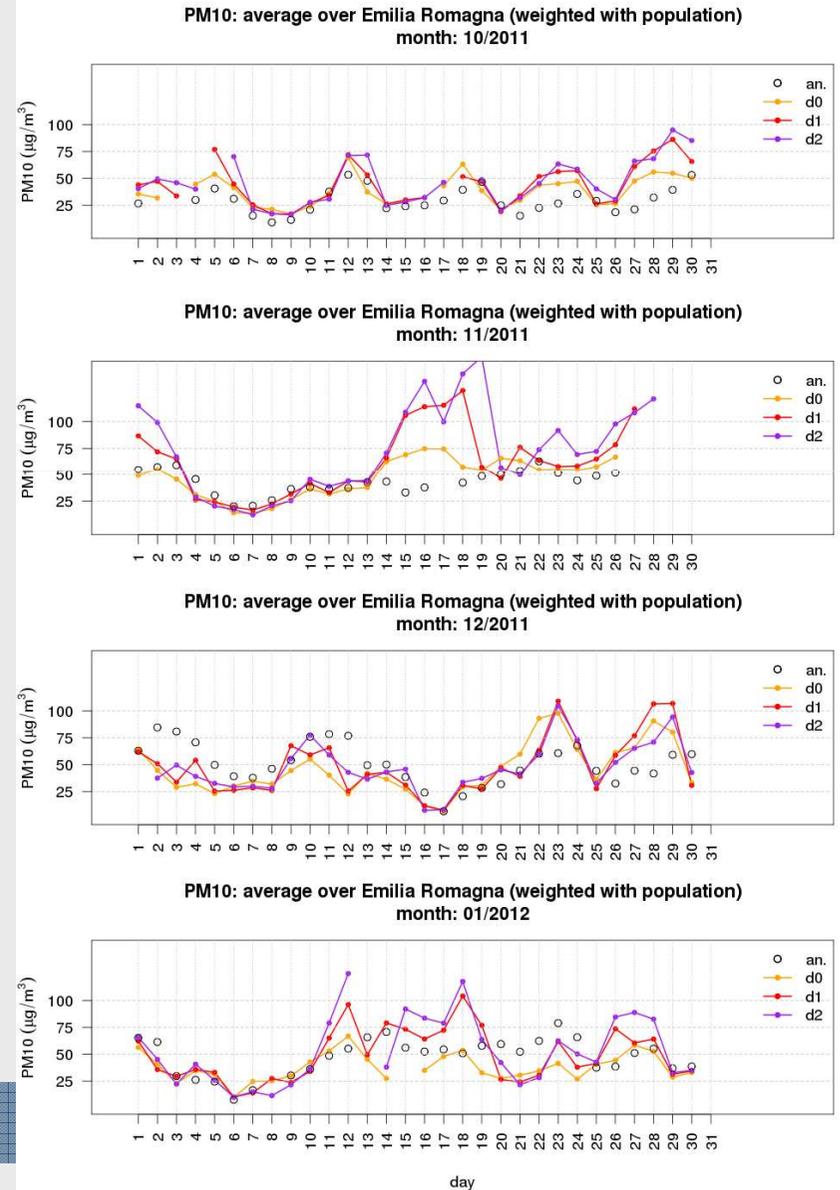
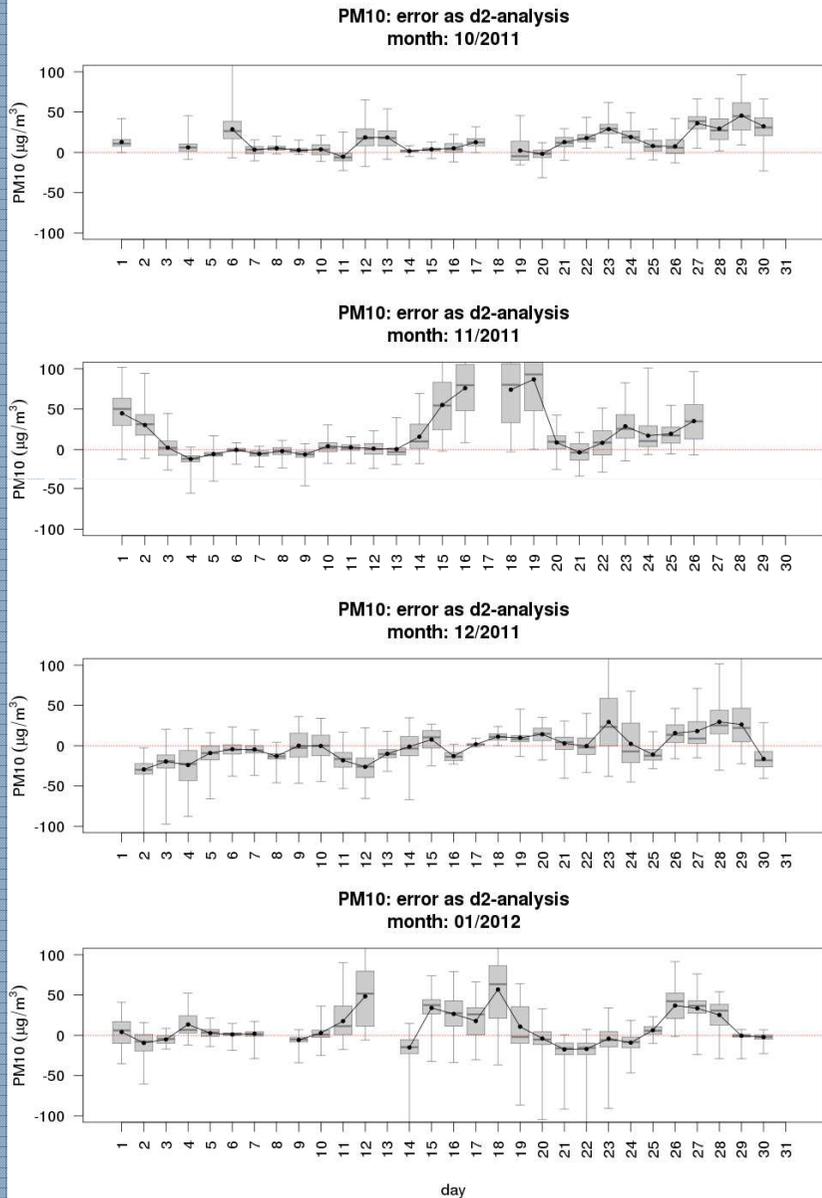
PM2.5: previsione per giovedì 23 maggio 2013
[prodotta il 21 maggio 2013]



Biossido d'azoto: previsione per mercoledì 22 maggio 2013
[prodotta il 21 maggio 2013]

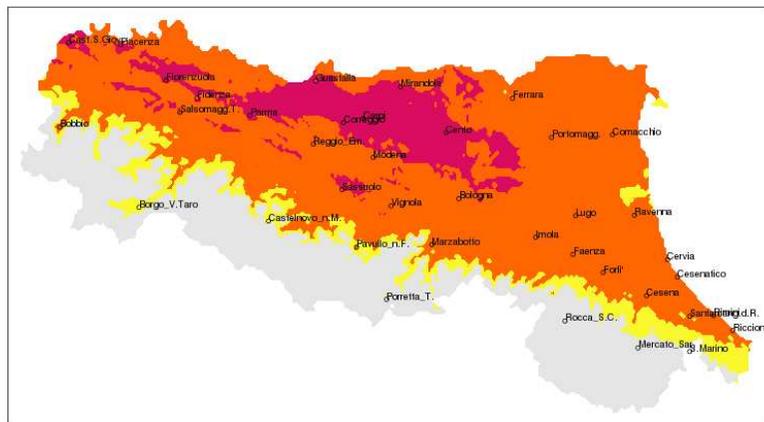


La affidabilità delle previsioni di qualità aria

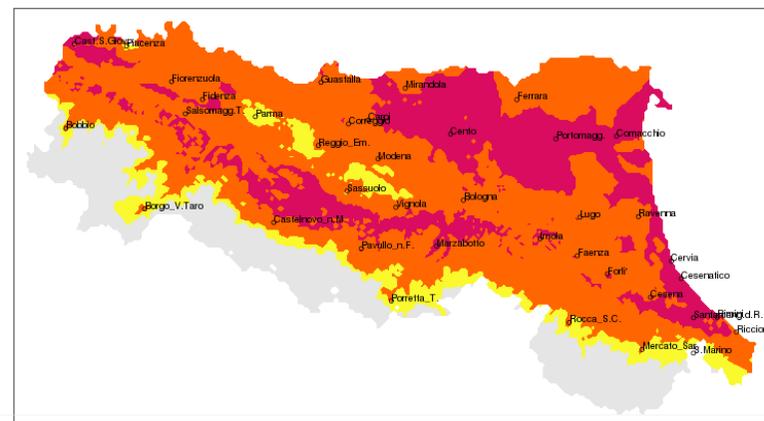


La affidabilità delle previsioni di qualità aria

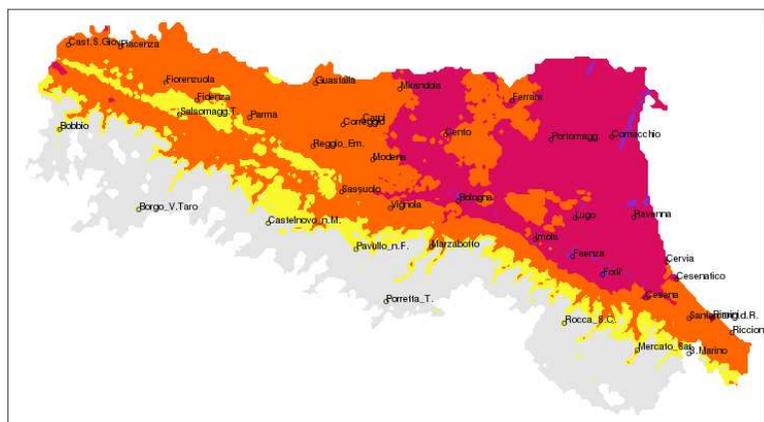
PM10: no. of days with wrong forecast (d2) of threshold 50
month: 10/2011



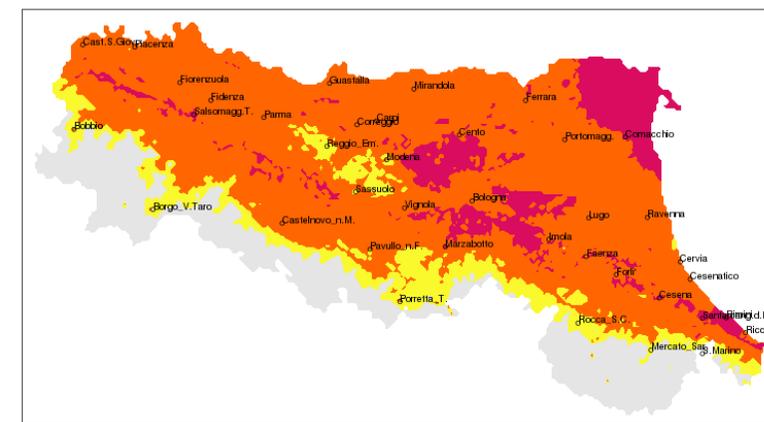
PM10: no. of days with wrong forecast (d2) of threshold 50
month: 11/2011



PM10: no. of days with wrong forecast (d2) of threshold 50
month: 12/2011

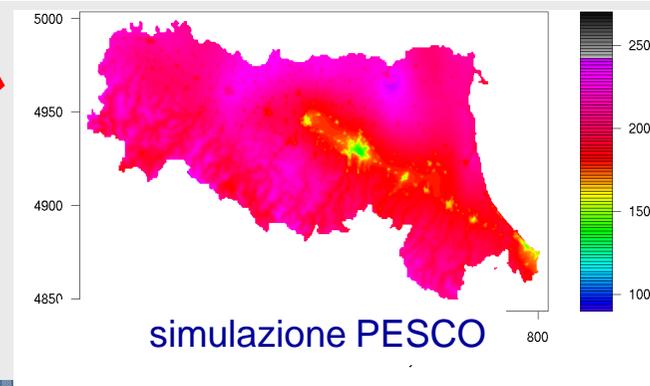
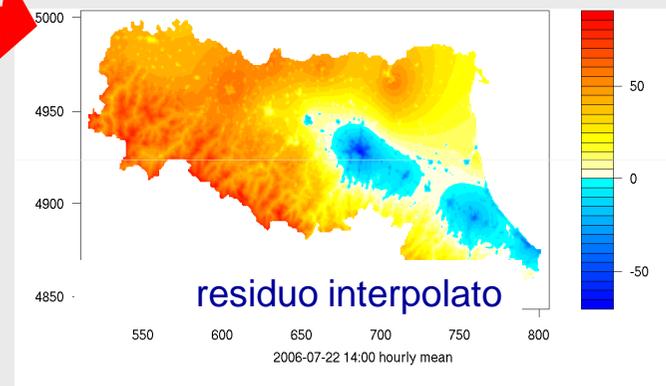
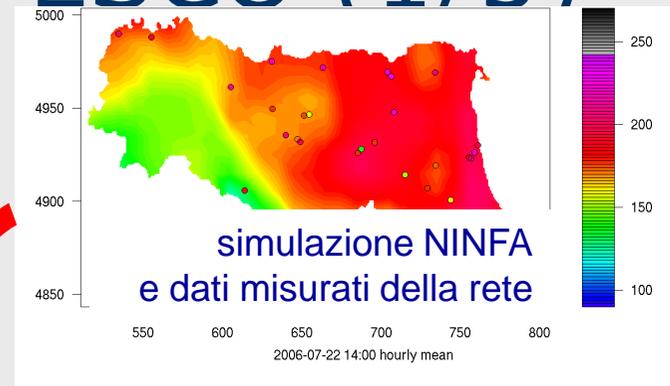


PM10: no. of days with wrong forecast (d2) of threshold 50
month: 01/2012



Il post-processing PESCO (1/3)

- PESCO elabora le analisi di NINFA integrandole con i dati misurati dalle centraline di qualità dell'aria
- usa un metodo geostatistico, elaborato dagli stessi sviluppatori di Chimere e applicato operativamente per valutare la qualità dell'aria in Francia
- il metodo è stato adattato da ARPA-SIMC all'Emilia Romagna
- è basato sulla tecnica di interpolazione *kriging* dei residui, con l'utilizzo di variabili esterne quali la quota e le emissioni

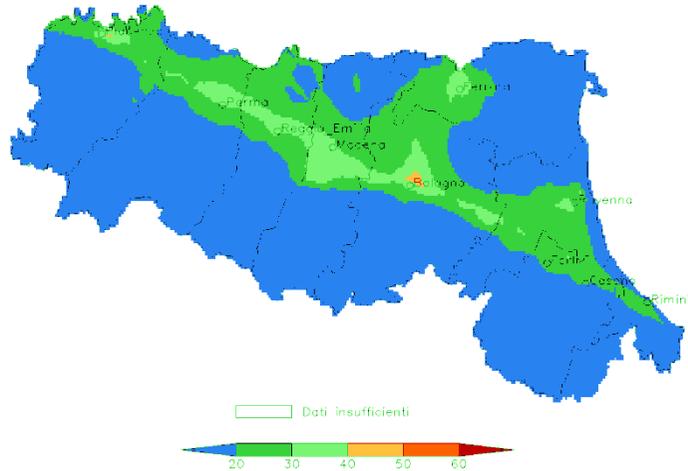


Il post-processing PESCO (2/3)

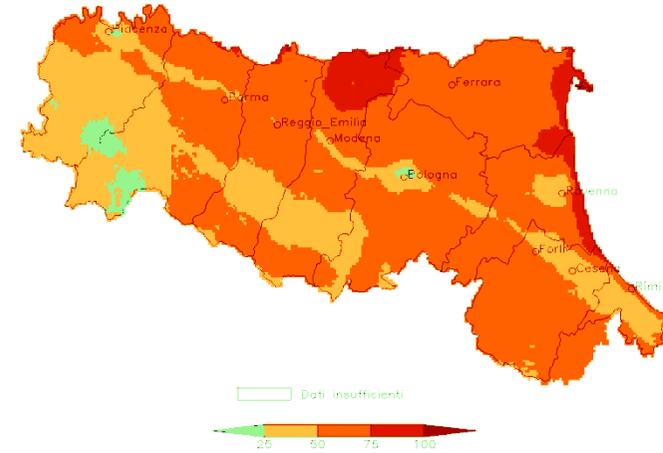
- valutazione della qualità dell'aria giorno per giorno (www.arpa.emr.it/sim > Qualità Aria > Ultimi Giorni)
- analisi dell'evoluzione di episodi critici di inquinamento
- valutazione annuale della qualità dell'aria
- supporto alla predisposizione di piani e programmi di risanamento
- supporto alla pianificazione delle reti di monitoraggio
- valutazione dell'esposizione della popolazione all'inquinamento, a supporto di studi epidemiologici

Il post-processing PESCO (3/3)

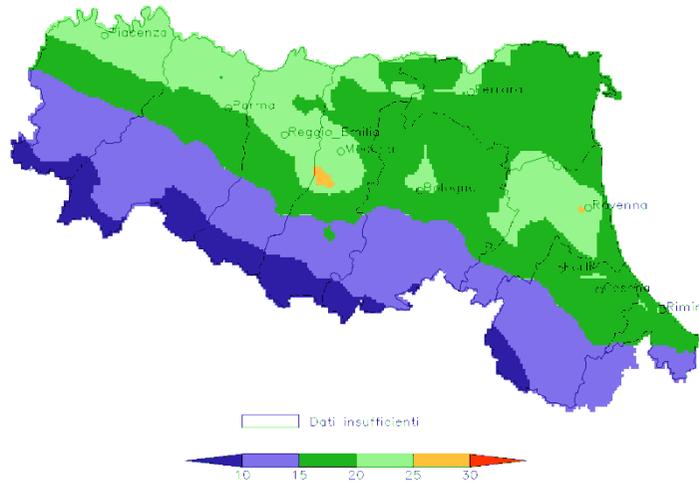
NO_x di fondo: stima della concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
nel periodo 01JAN2012–31DEC2012 (dati validi 8357)
lontano da emissioni dirette (parchi, zone pedonali, aree rurali)



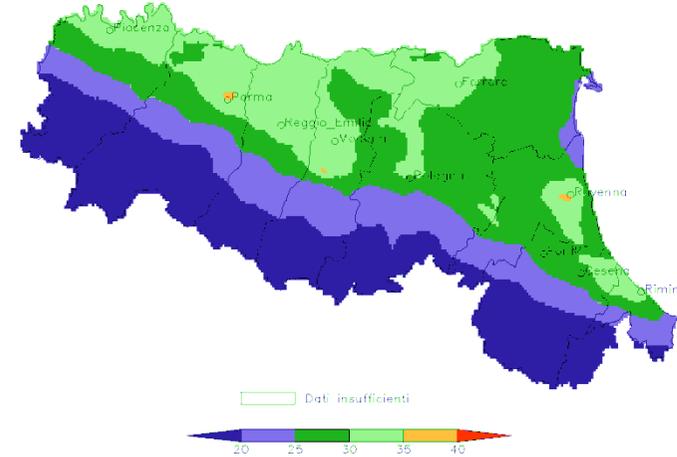
ozono: stima del numero di superamenti del massimo giornaliero della
media mobile su 8h (soglia 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel periodo
01JAN2012–31DEC2012



PM_{2.5} di fondo: stima della concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
nel periodo 01JAN2012–31DEC2012 (dati validi 321)
lontano da emissioni dirette (parchi, zone pedonali, aree rurali)



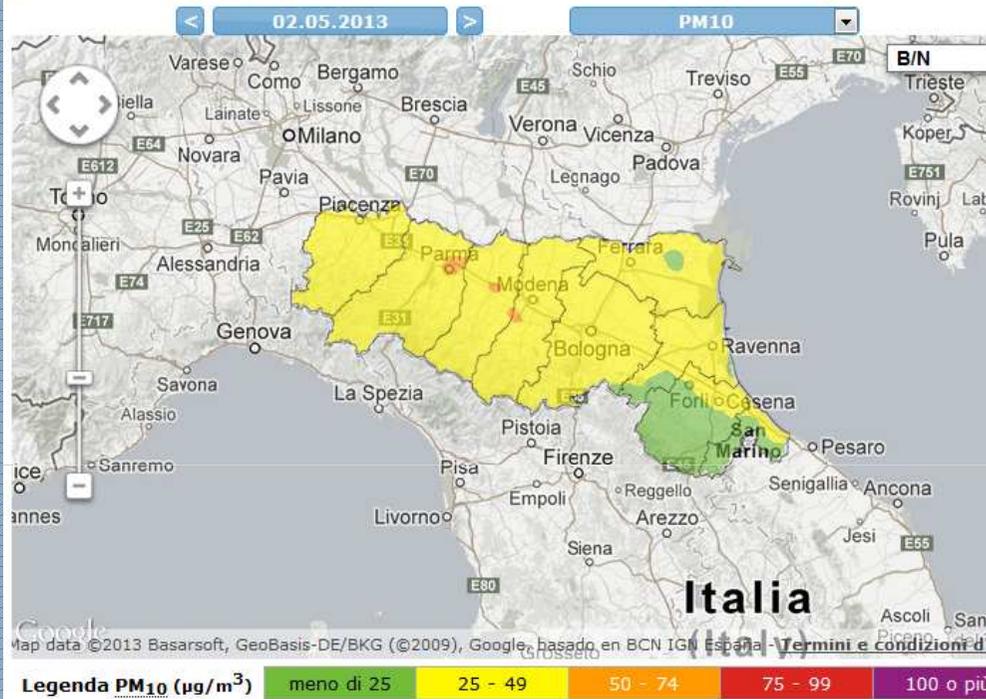
PM₁₀ di fondo: stima della concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
nel periodo 01JAN2012–31DEC2012 (dati validi 350)
lontano da emissioni dirette (parchi, zone pedonali, aree rurali)



Analisi quotidiane qualità dell'aria

PM10: valutazione di giovedì 02 maggio 2013

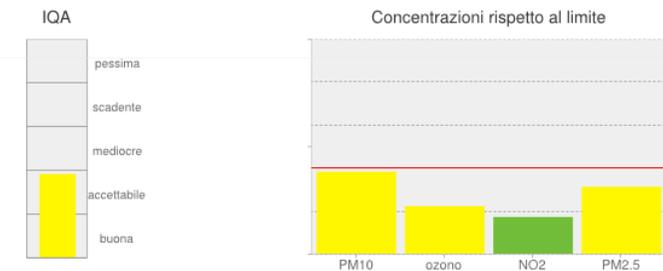
[prodotta il 05 maggio 2013 alle 09.00, con i dati osservati delle centraline di monitoraggio]



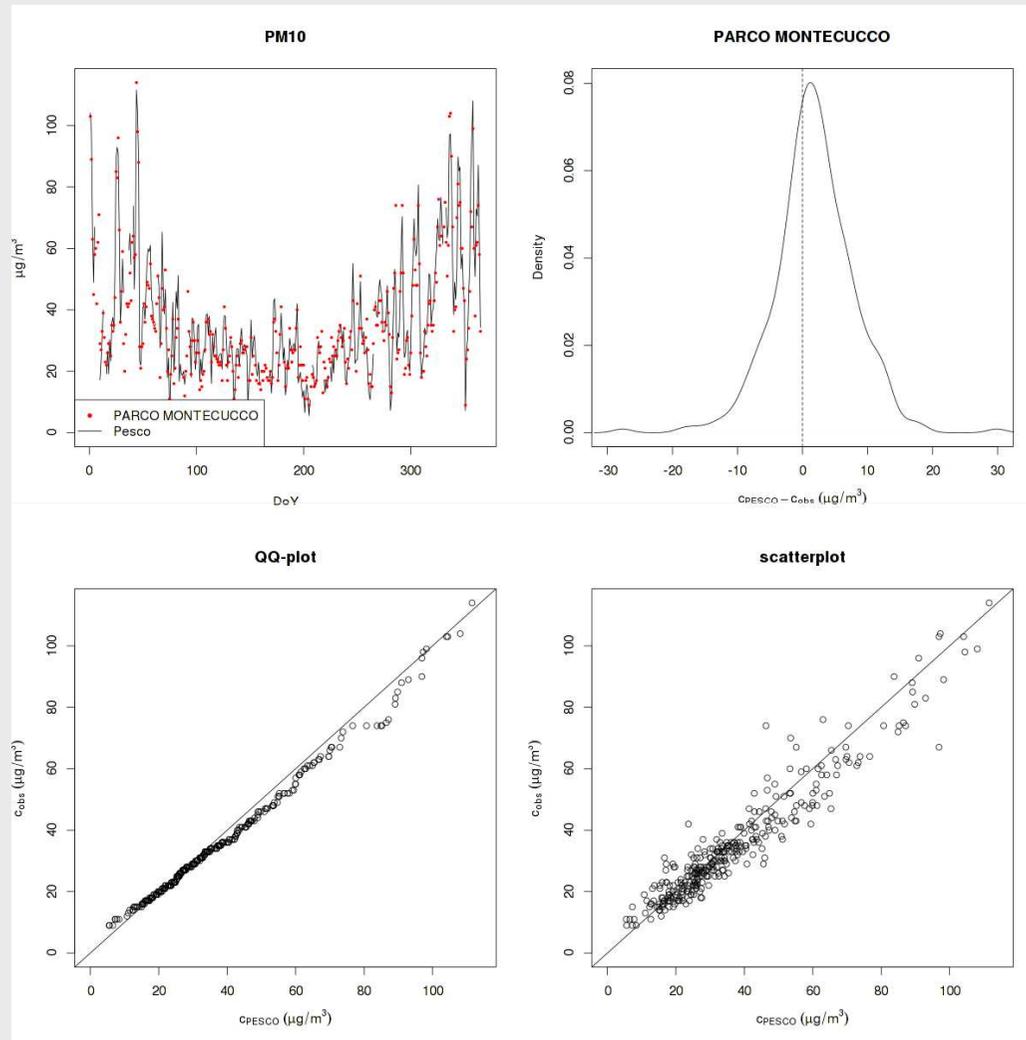
[bollettino giornaliero](#) | [report di qualità dell'aria](#) | [dati e informazioni sulle centraline](#)

Verifica la qualità dell'aria nel tuo comune

Comune: data



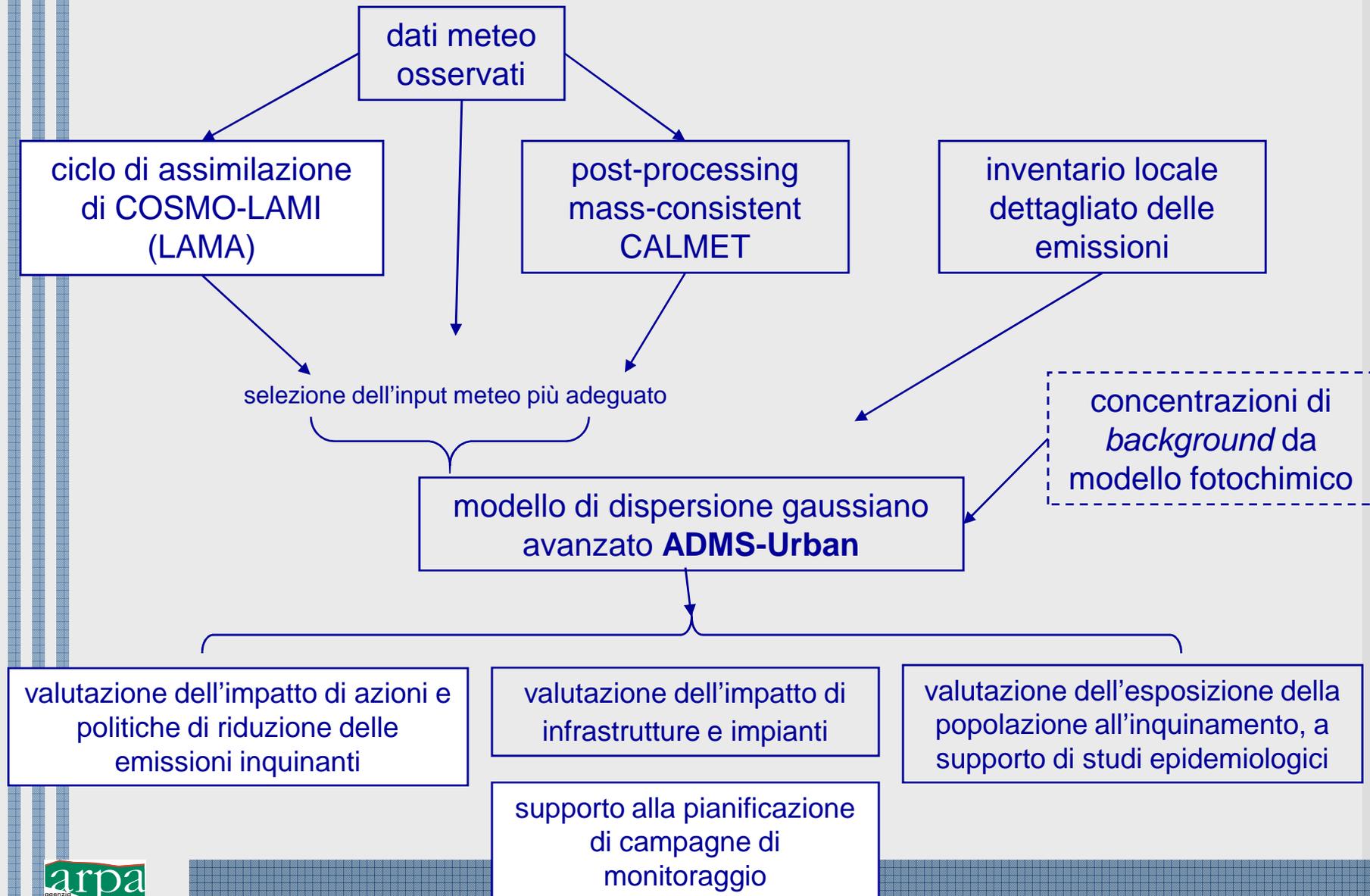
Verifica PESCO vs stazione



modello ADMS-Urban

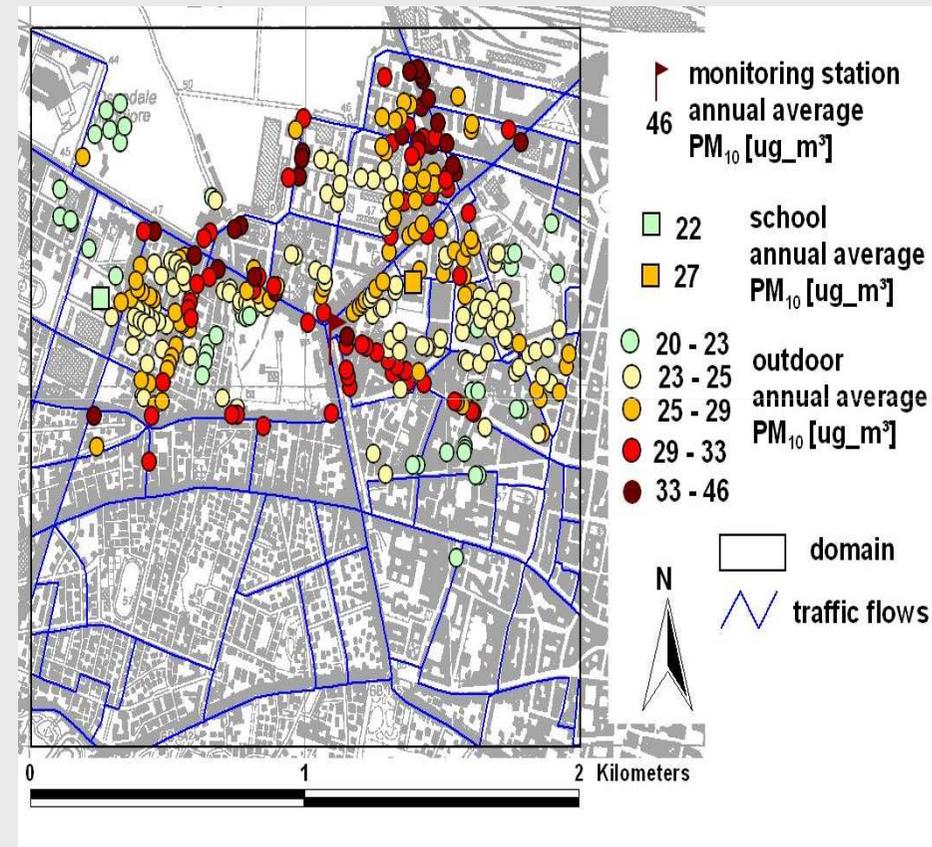
- ADMS-Urban è un modello gaussiano avanzato, adatto a simulazioni di dispersioni di inquinanti a scala locale/urbana
- utilizzato nelle 9 Sezioni Provinciali di ARPA Emilia Romagna
- include il pre-processore delle emissioni EMIT, che consente di ottenere gli opportuni input emissivi a partire dai dati disponibili (p.es. flussi di traffico, caratteristiche del parco veicolare, ...)
- gestisce simultaneamente le diverse tipologie di emissioni, tipiche delle aree urbane e industriali (lineari da traffico, diffuse da riscaldamento, puntuali industriali, ...)
- compatibile con comuni GIS
- include moduli per simulare il *plume* rise, l'effetto dei *canyon urbani*, di alcune reazioni chimiche, della deposizione secca e umida, di semplici orografie

catena modellistica ADMS-Urban



modello ADMS-Urban: applicazioni

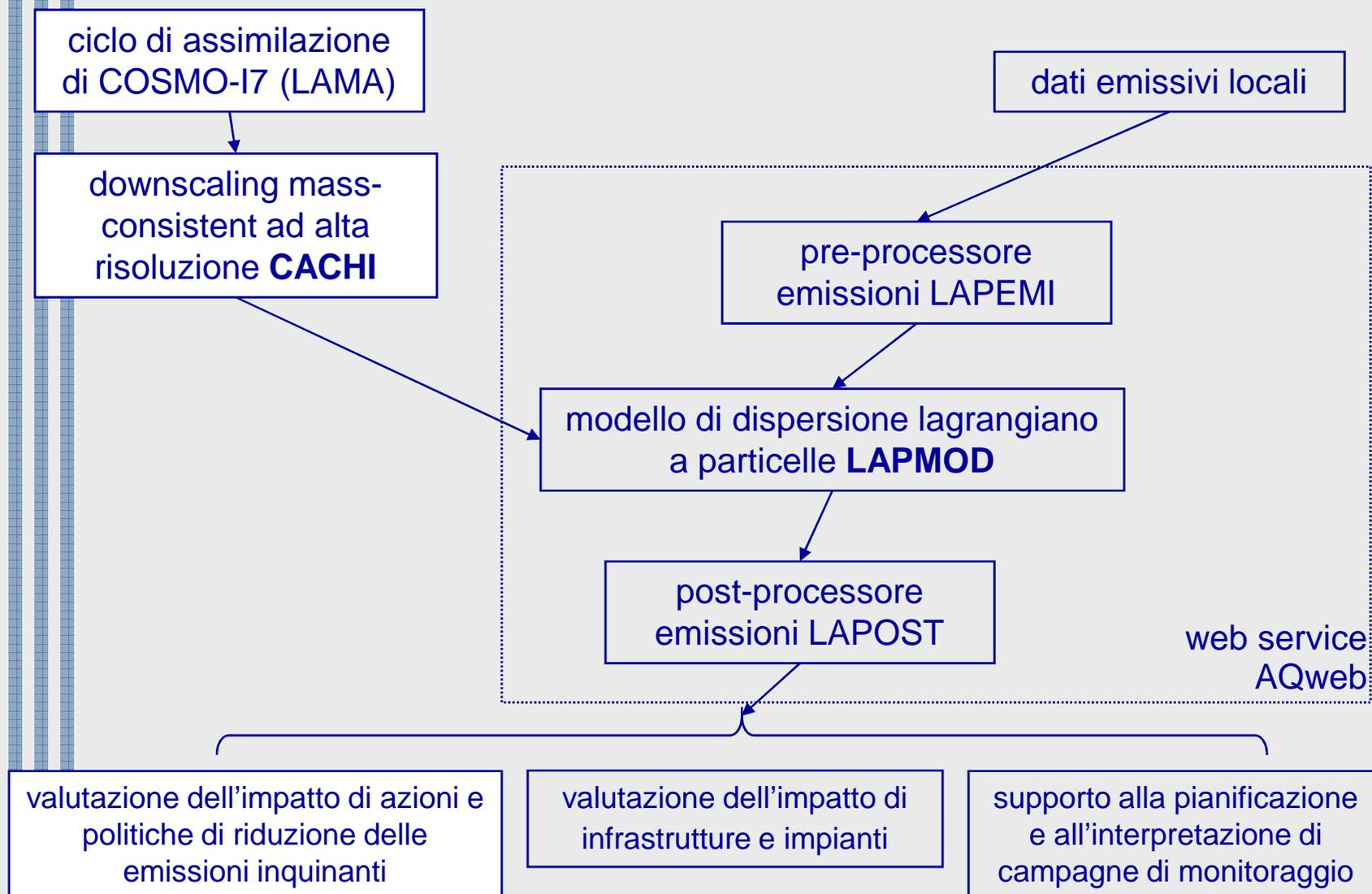
- valutazione dell'impatto di azioni di riduzione delle emissioni inquinanti (a scala locale/urbana)
- valutazione dell'impatto di infrastrutture e impianti
- supporto alla pianificazione di campagne di monitoraggio
- valutazione dell'esposizione della popolazione all'inquinamento, a supporto di studi epidemiologici



Modello lagrangiano LAPMOD

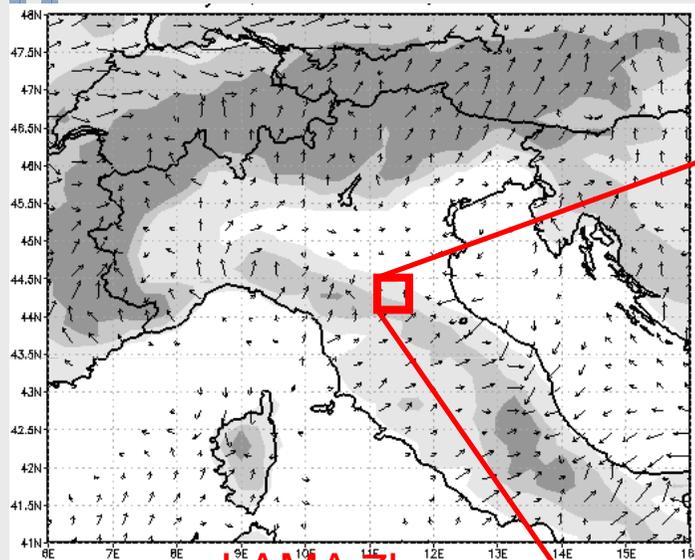
- Lapmod evoluzione del modello lagrangiano PDM and PLPM
- Lapmod calcola le componenti stocastiche del vento in accordo con l'equazione di Langevin
- In condizioni convettive la turbolenza verticale è non gaussiana mentre in condizioni neutre e stabili è gaussiana
- La turbolenza orizzontale è sempre gaussiana
- Modulo plume rise, deposizione secca ed umida, deposizioni del particolato

catena modellistica CACHI-LAPMOD



Esempio campi 3D prodotti dal modello meteo CACHI (input a modello di diffusione lagrangiano Lapmod-SIMC)

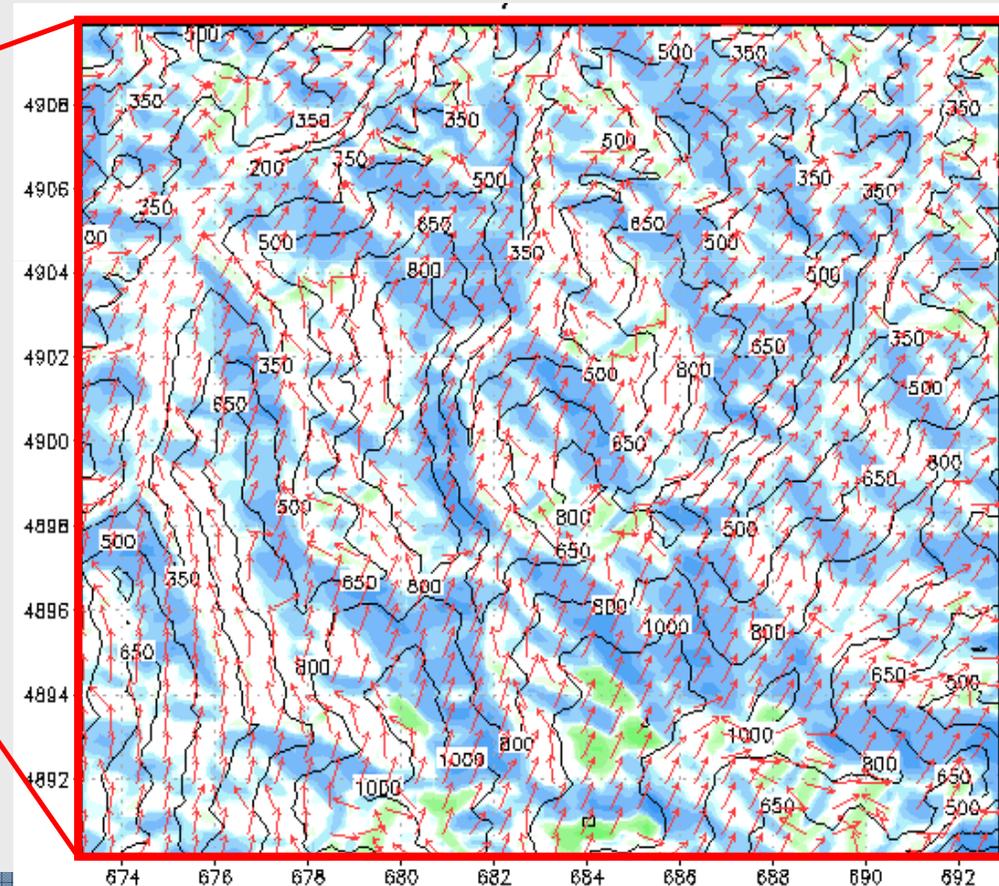
- Cosmo Analysis Calmet-High-resolution-Integrated



LAMA 7km

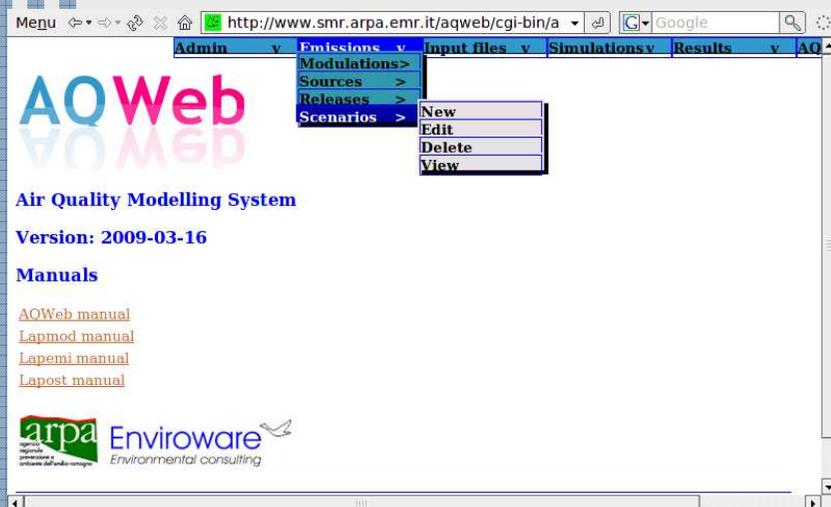
+

CALMET ad alta risoluzione



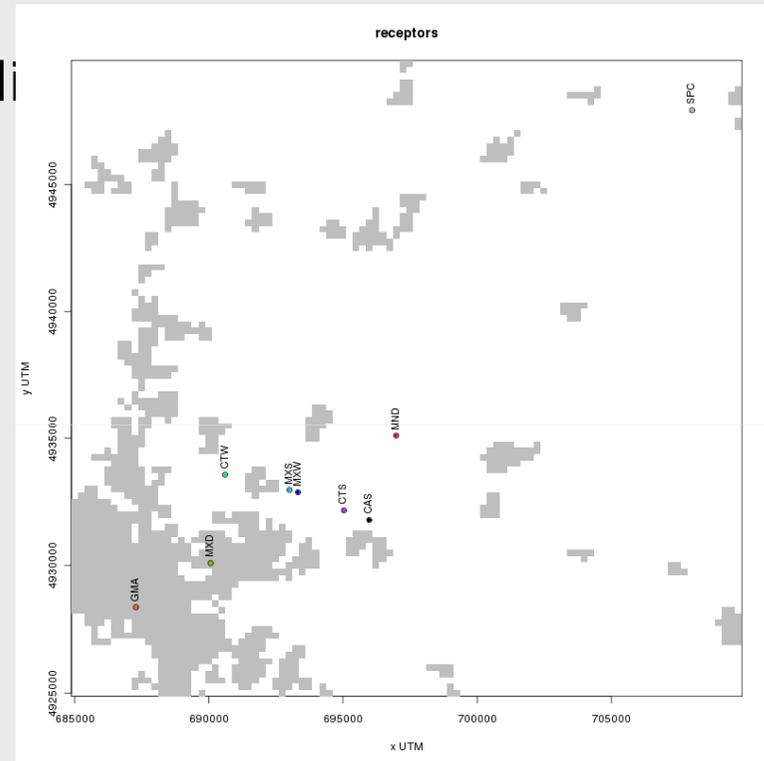
AQ-Web

- Utenti ARPA-SIMC possono usare la suite (CACHI, LAPEMI, LAPMOD, LAPOST) in locale. Attualmente gli altri utenti ARPA, una volta prodotto CACHI, possono usare la suite via web.

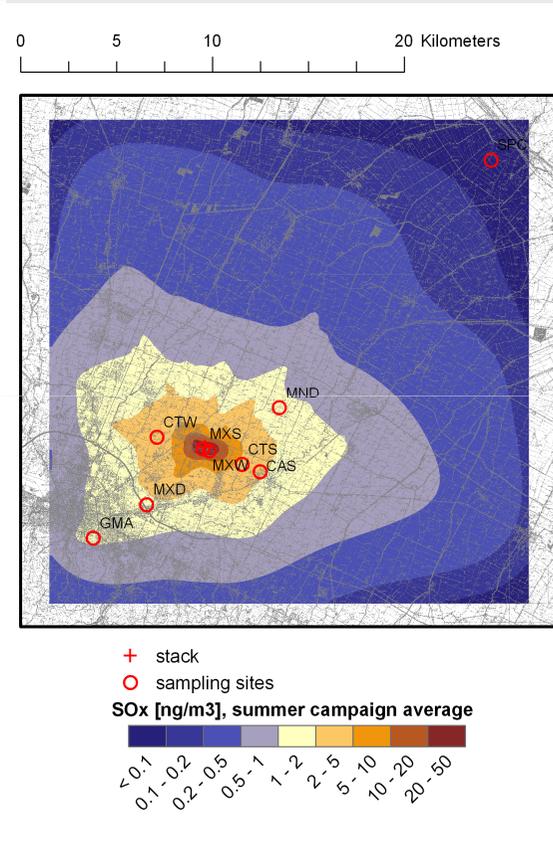
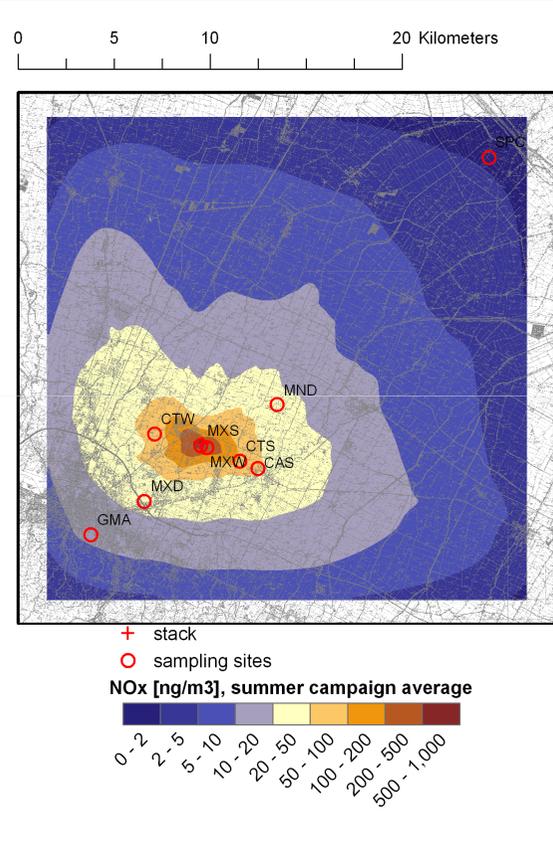
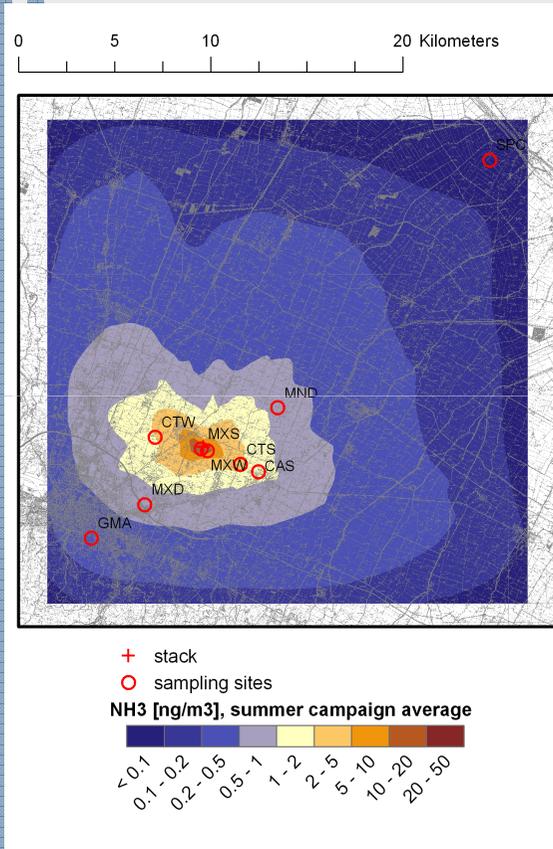


Simulazione inceneritore Bologna

- Progetto Monitor. Campagna di misura estiva ed invernale,
- Inquinanti: NO_x , SO_x , NH_3 (usando emissioni al camino ogni 30 minuti)
- Plume rise, deposizione secca
- CACHI input meteorologico
- Risoluzione orizzontale meteo ed output: 250m
- Dominio 25*25 km

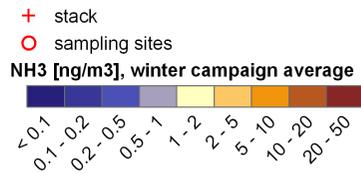
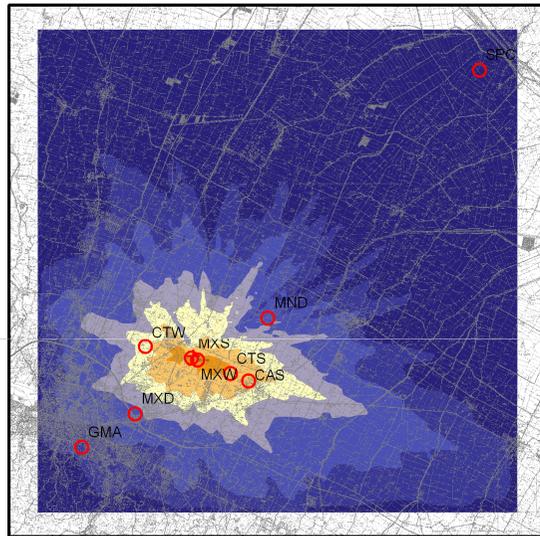


Media estiva

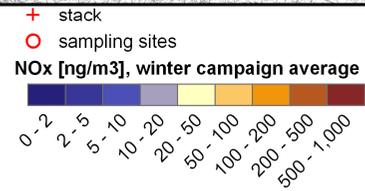
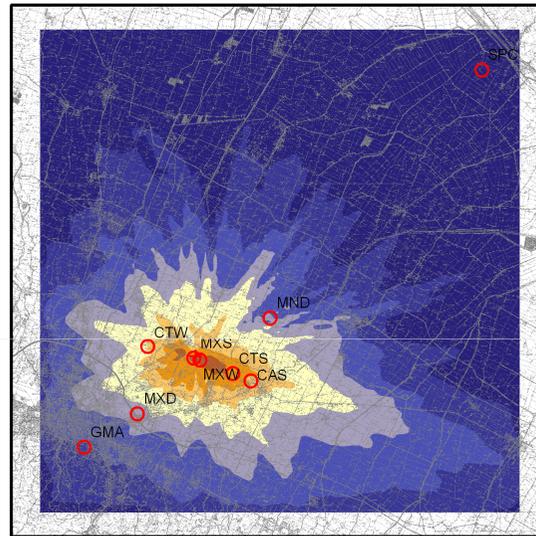


Media invernale

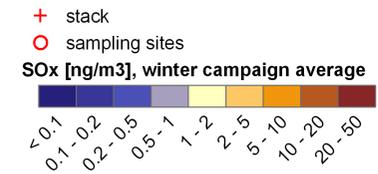
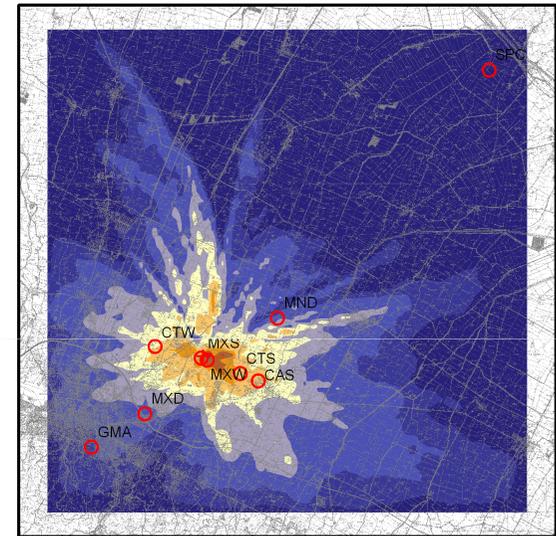
0 5 10 20 Kilometers



0 5 10 20 Kilometers



0 5 10 20 Kilometers



Distribuzione dati al pubblico

- Visualizzazioni al pubblico:
 - Web-SIMC: http://www.arpa.emr.it/sim/?qualita_aria
 - ARPA-aria: <http://www.arpa.emr.it/aria/index.asp?idlivello=134>

- Liberiamolaria: <http://www.arpa.emr.it/liberiamo/>

- Visualizzazioni e prodotti specialistici:
 - Infomet-2: <http://www.smr.arpa.emr.it/infomet2/>

- Servizi dati:
 - Dexter-SIMC: http://www.arpa.emr.it/sim/?osservazioni_e_dati/dexter

Sviluppi futuri

- Distribuzione via web di dati meteorologici e qualità dell'aria
- Completamento dell'interfaccia web LAPMOD in modo da poter produrre campi meteo CACHI via web
- Aggiornamento versione CHIMERE ed implementazione moduli per il calcolo AOD
- Miglioramento PESCO per valutare anche i processi a scala di sub-griglia
- Nuovo sito web ARPA-EMR completamente rinnovato nella grafica e nella impostazione