

# XII CONFERENZA DEL SISTEMA NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

Vent'anni di controlli ambientali. Esperienze e nuove sfide.

**20**anni  
DI CONTROLLI  
AMBIENTALI  
XII CONFERENZA

Convegno

Aria: quale qualità?

*Sistema conoscitivo, problemi, sfide*



Bologna, 20 - 21 marzo 2014 - CNR Area della Ricerca



in collaborazione con



Aria: quale qualità?  
*Sistema conoscitivo, problemi, sfide*



## Modellistica di Qualità dell'aria a supporto del D. lgs 155/2010

*Mauro M. Grosa*

Responsabile del coordinamento delle attività di qualità dell'aria di Arpa Piemonte



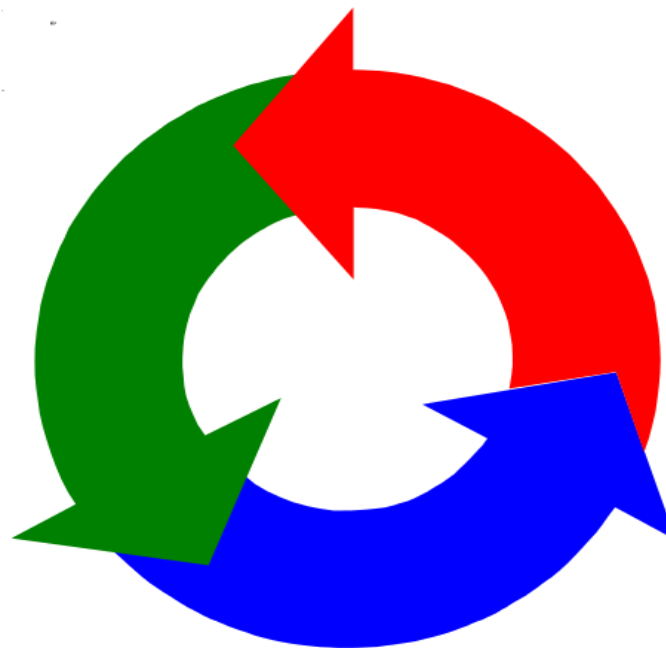
in collaborazione con



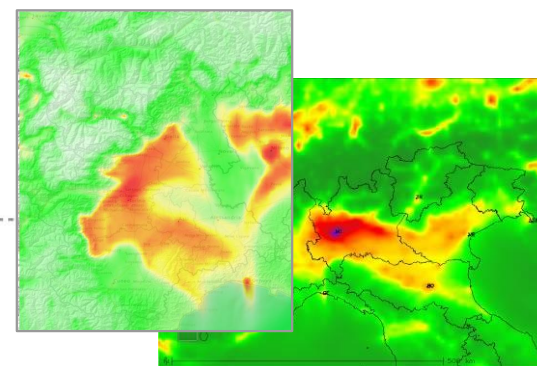
Aria: quale qualità?  
*Sistema conoscitivo, problemi, sfide*

Regione Piemonte nel 2000 ha avviato un processo di integrazione fra le informazioni derivanti dalla misura degli inquinanti e quelle presenti nell'inventario delle emissioni attraverso l'applicazione di modelli di dispersione.

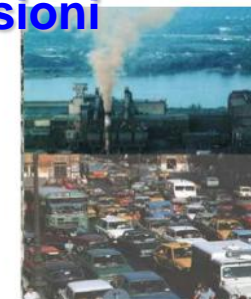
## Rete di monitoraggio



## Modelli di qualità dell'aria



## Inventari delle emissioni



L'Agenzia ha sviluppato specifiche competenze per l'applicazione di una serie di modelli e di moduli di supporto che coprono i principali ambiti di utilizzo della modellistica:

❑ **modellistica operativa di qualità dell'aria con sviluppo di un sistema basato sull'applicazione dei modelli euleriani di chimica e trasporto, attuato in differenti versioni:**

- *versione prognostica (previsioni di qualità dell'aria)*
- *versione diagnostica di lungo periodo (valutazioni annuali della qualità dell'aria)*
- *versione diagnostica near real time (valutazioni quotidiane della qualità dell'aria)*

❑ **analisi di scenario**

❑ **valutazione dell'incidenza di singole tipologie di sorgenti (puntuali, lineari, areali) a scala locale mediante applicazione di:**

- modelli di screening semplificato;
- un sistema modellistico tridimensionale lagrangiano a particelle o euleriano di chimica e trasporto.

in collaborazione con

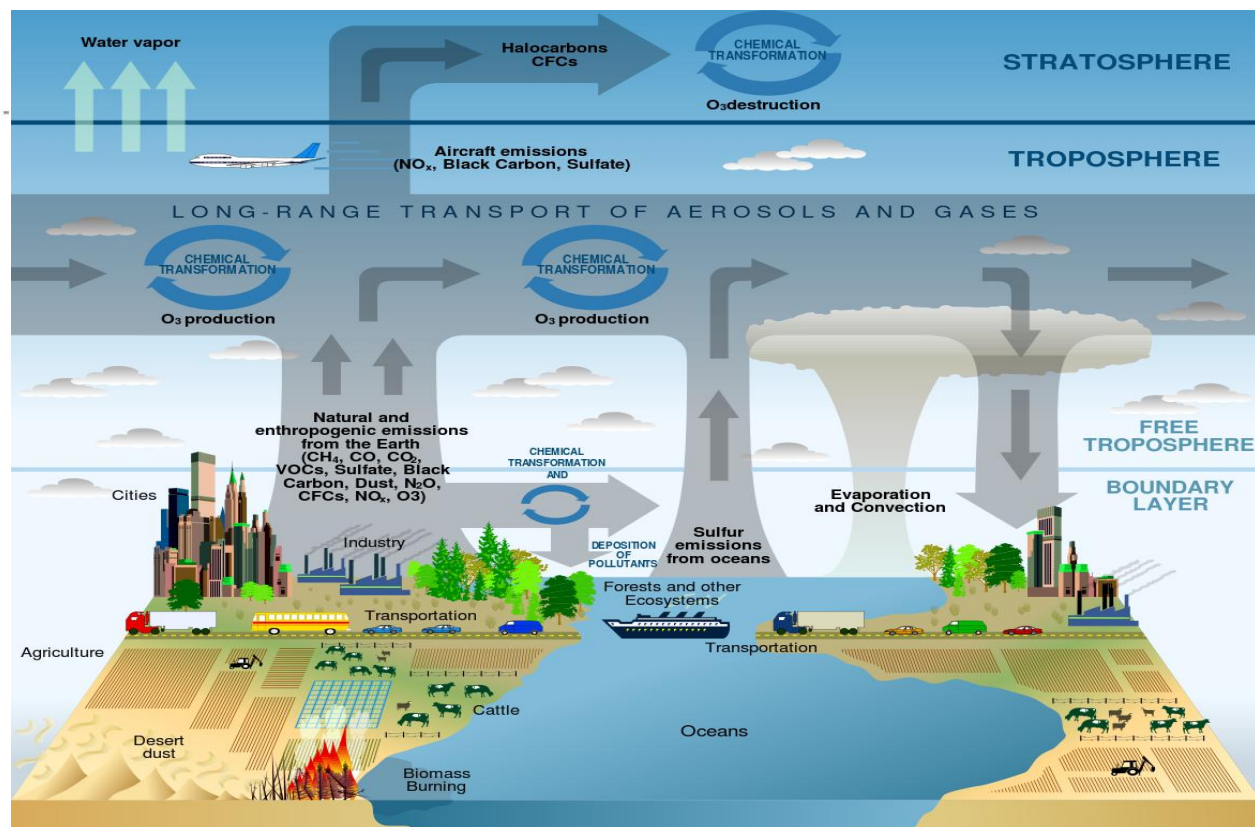


## Modelli euleriani di chimica e trasporto

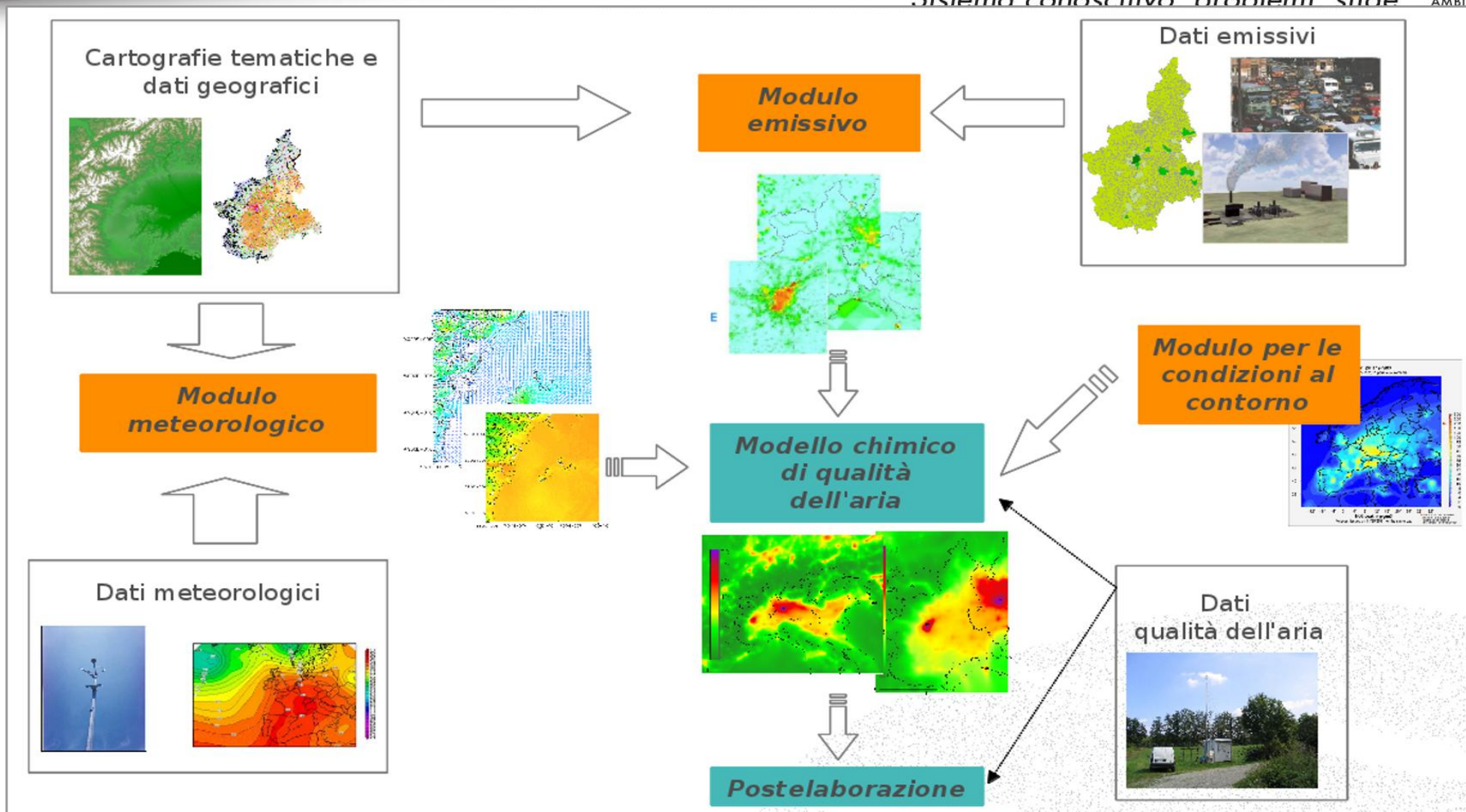
Trattano inquinanti reattivi e non reattivi, lavorano a differenti scale spaziali (urbana, regionale, di bacino e continentale) anche su terreni ad alta complessità (*Appendice III d.lgs 155/2010*). Le concentrazioni di inquinanti – dipendenti da meteorologia ed emissioni

- sono calcolate considerando:

- fenomeni di trasporto;
- processi chimico-fisici di produzione e rimozione dei composti chimici (dispersione orizzontale e verticale, deposizione secca ed umida, reazioni chimiche);
- le concentrazioni iniziali ed ai bordi del dominio.



Aria: quale qualità?  
*Sistema conoscitivo problemi sfide*



**sistema modellistico:** con architettura modulare per agevolarne lo sviluppo, il consolidamento e l'ottimizzazione

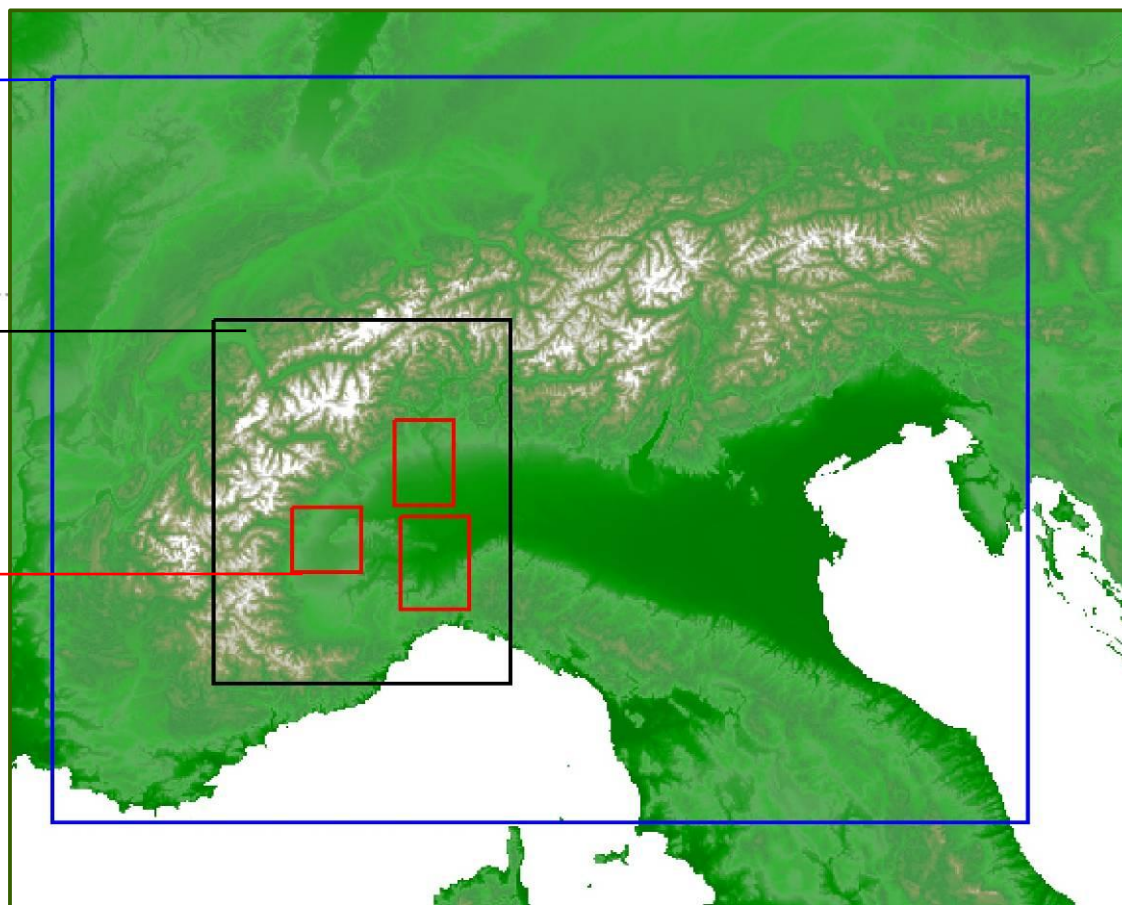
Aria: quale qualità?  
Sistema conoscitivo, problemi, sfide

**Domini di simulazione:** l'approccio *multiscala* permette di considerare gli effetti delle sorgenti emissive localizzate al di fuori dei domini *target* e di meglio descrivere i fenomeni caratterizzati da maggiori scale spaziali.

**g1, dominio di background**  
(risoluzione 8 km)

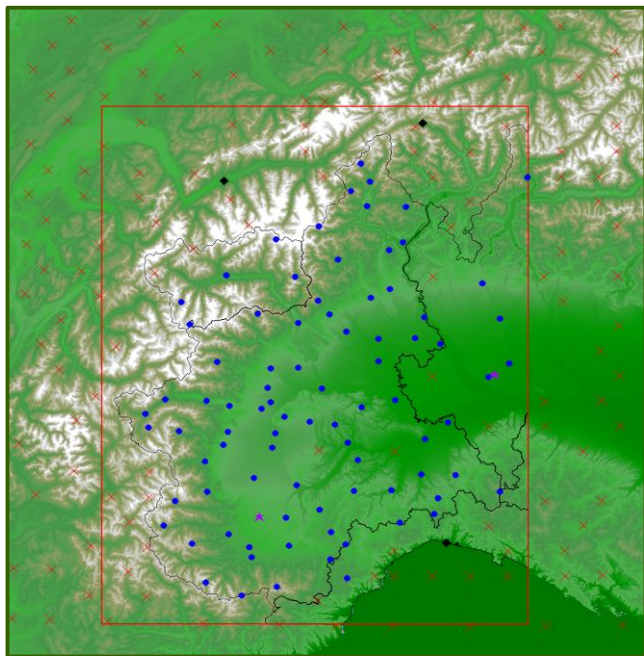
**g2, dominio regionale**  
(risoluzione 4 km)

**g3, Torino, Novara, Alessandria**  
(risoluzione 1 km)



**Griglia verticale:** 16 livelli verticali  
terrain-following (fino a ~7500 a.g.l.)

## Il modulo meteorologico

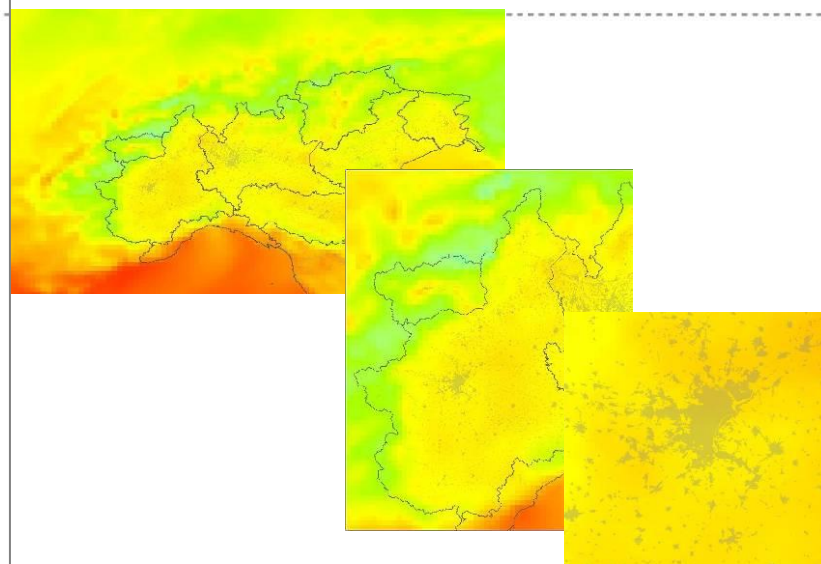


### Approccio diagnostico

Dati meteorologici osservati (al suolo, profili, analisi ECMWF) e modello diagnostico *MINERVE*

### Approccio prognostico

Campi meteorologici forniti dal modello numerico di previsione *COSMO-17*



in collaborazione con



Aria: quale qualità?  
Sistema conoscitivo, problemi, sfide

**Il modulo delle emissioni:** le emissioni orarie sulle griglie di calcolo sono prodotte dal modello emissivo a partire dai dati di inventario

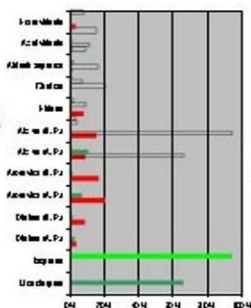
## Inventari delle emissioni



DISAGGREGAZIONE SPAZIALE

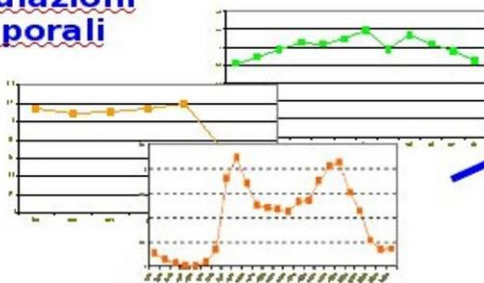


## Profili di spezzion



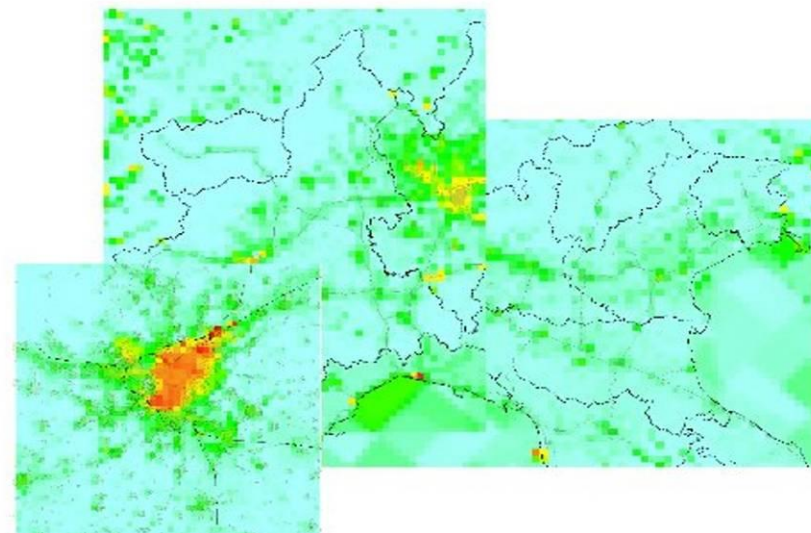
SPECIAZIONE VOC

## Modulazioni temporali



MODULAZIONE TEMPORALE

EMISSIONI ORARIE  
MODULATE GRIGLIATE E SPECIATE

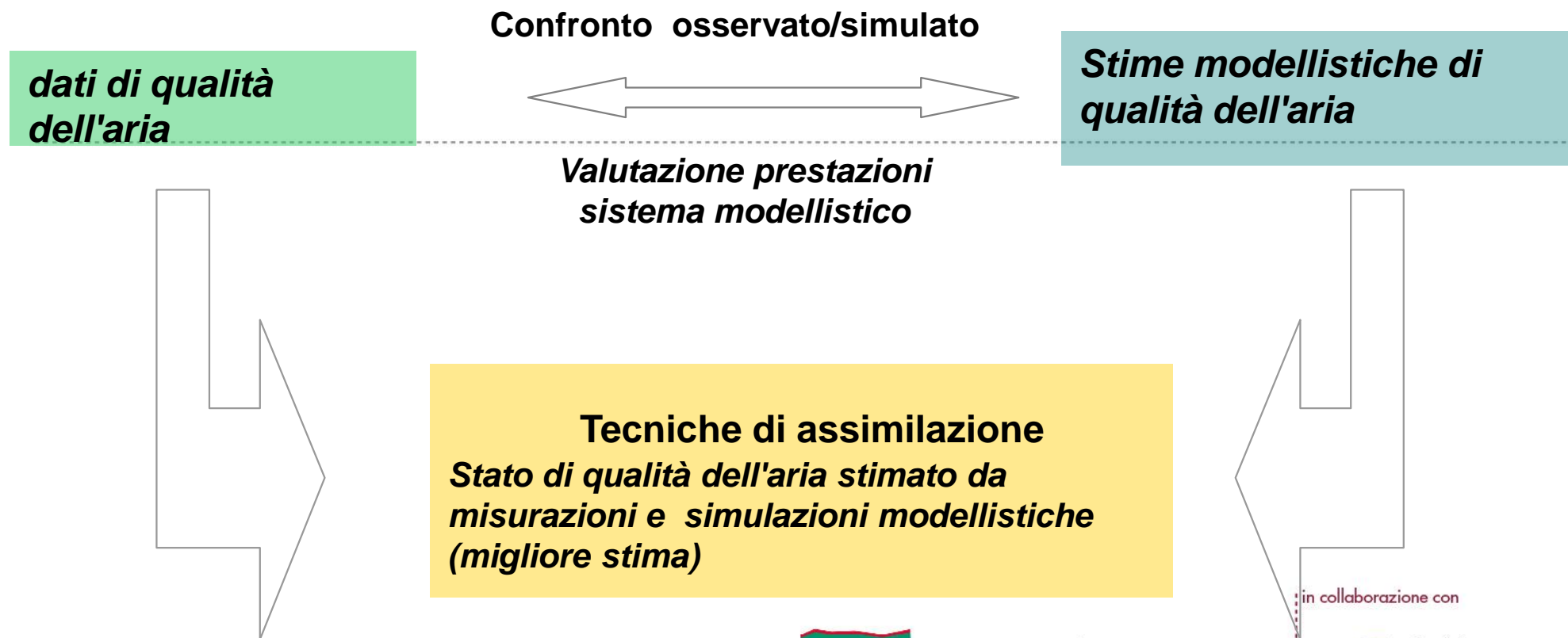


## Il modello di chimica e trasporto

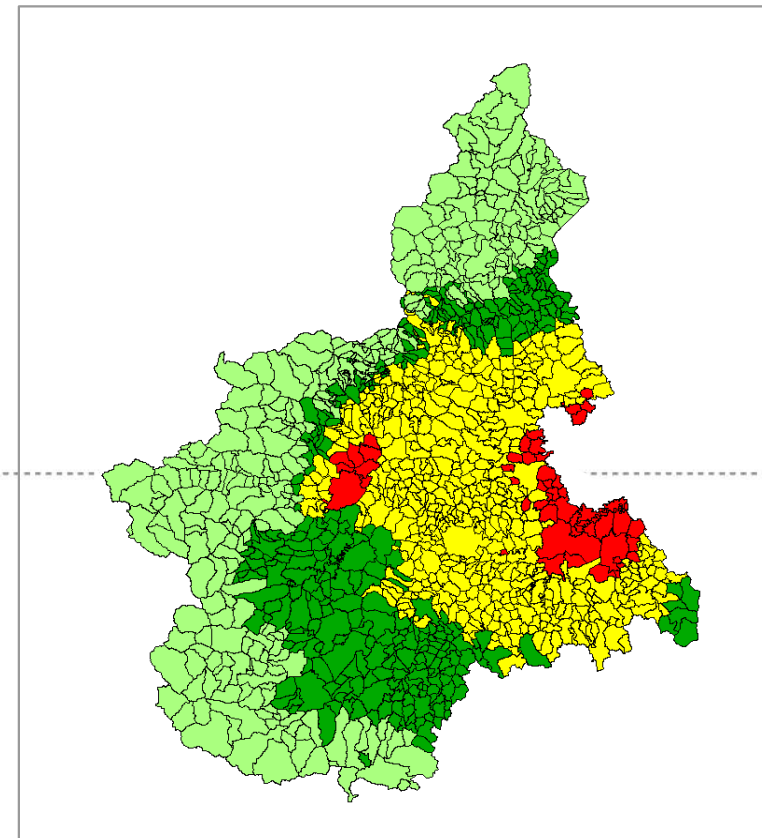
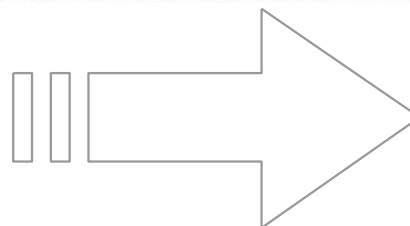
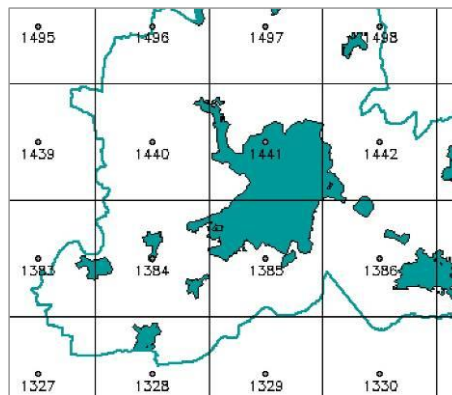
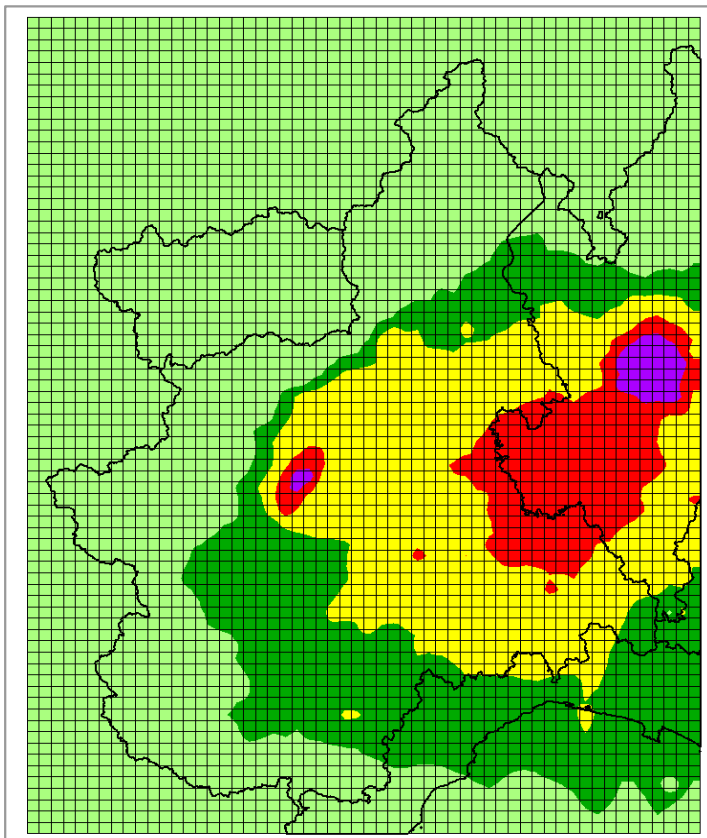
**FARM** (Flexible Air quality Regional Model) modello euleriano di chimica e trasporto, adottato anche da ENEA nell'ambito del progetto MINNI, sviluppato da Arianet e reso disponibile open source a seguito della collaborazione tra Arianet, Arpa Piemonte e CINECA .

- sorgenti diffuse e le grandi sorgenti puntuali con effetto di plume-rise;
- deposizione secca e di deposizione umida;
- differenti moduli chimici per la fase gassosa e per il trattamento del particolato, operativamente utilizzato con il meccanismo chimico *SAPRC-99* per la fase gassosa e con il modulo per il particolato *AERO3*, che utilizza un approccio modale, considera le interazioni tra fase gassosa e particolato nonché i processi dinamici di nucleazione, condensazione e coagulazione delle particelle;
- one-way e two-way nesting su griglie multiple;
- codice completamente parallelo

**Rete di monitoraggio e sistema modellistico:** il quadro normativo richiede una interconnessione tra le informazioni provenienti dalle stazioni di misura e quelle derivanti dall'utilizzo di modelli.



Aria: quale qualità?  
*Sistema conoscitivo, problemi, sfide*



**Dalla griglia al comune:** è attribuito al comune un valore di concentrazione che dipende sia dai valore simulati nelle celle di calcolo sia dalle caratteristiche del territorio (percentuale di superficie comunale nella cella, percentuale di superficie edificata nella cella, statistiche riassuntive dei valori che ricadono all'interno del territorio comunale)

La valutazione della qualità dell'aria, **art. 1 comma 4 del d.lgs 155/2010**, deve essere realizzata utilizzando sia misure effettuate in siti fissi sia tecniche di valutazione modellistica. **L'articolo 5** chiarisce meglio gli ambiti di utilizzo dei vari strumenti :

- in tutte le zone e agglomerati in cui il livello degli inquinanti supera la soglia di valutazione superiore sono necessarie misurazioni in siti fissi che possono essere integrate da modelli e/o da misure indicative (al fine di fornire adeguate informazioni sulla distribuzione nello spazio);
- in tutte le zone o agglomerati in cui i livelli stanno tra la soglia di valutazione superiore e quella inferiore, la Q.A. può essere valutata con una combinazione di misurazioni in siti fissi e tecniche di modellizzazione e/o misurazioni indicative;
- in tutte le zone o agglomerati in cui i livelli stanno sotto la soglia di valutazione inferiore, la Q.A. può essere valutata anche solo con tecniche modellistiche.

**L'articolo 19** dettaglia i tempi e le modalità per la trasmissione al MATTM ed ISPRA dei risultati della valutazione.

**L' Appendice III** specifica i requisiti richiesti alle tecniche modellistiche

in collaborazione con



**Valutazione della qualità dell'aria:** il sistema modellistico nella versione diagnostica di lungo periodo è utilizzato per effettuare le **simulazioni annuali – con cadenza oraria – sull'intero territorio regionale** (e su tutta la pianura padana) a supporto della attività istituzionali previste dal d. lgs 155/2010 art.5 e 8

## **Inquinanti:**

*SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, ozono, benzene, componenti del particolato, benzo(a)pirene e metalli*

## **Configurazioni:**

- meteorologia diagnostica;
- S.M.E. per i grandi impianti;
- IREA aggiornato (puntuali e diffuse) all'anno simulazione
- assimilazione off-line delle misure della rete qualità dell'aria con tecnica geostatistica

Il sistema, in costante evoluzione, è stato utilizzato per effettuare le simulazioni relative alle Valutazioni dal 2004 ad oggi

## Risultati della Valutazione

Campi orari tridimensionali di concentrazione, vento e temperatura

Campi orari bidimensionali di concentrazione al suolo, parametri di scala della turbolenza (es. altezza di rimescolamento, classi di stabilità)

**Indicatori di legge** (medie giornaliere, medie annuali ecc.) e superamenti dei valori limiti ed accessori previsti dalla normativa su griglia e su base comunale.

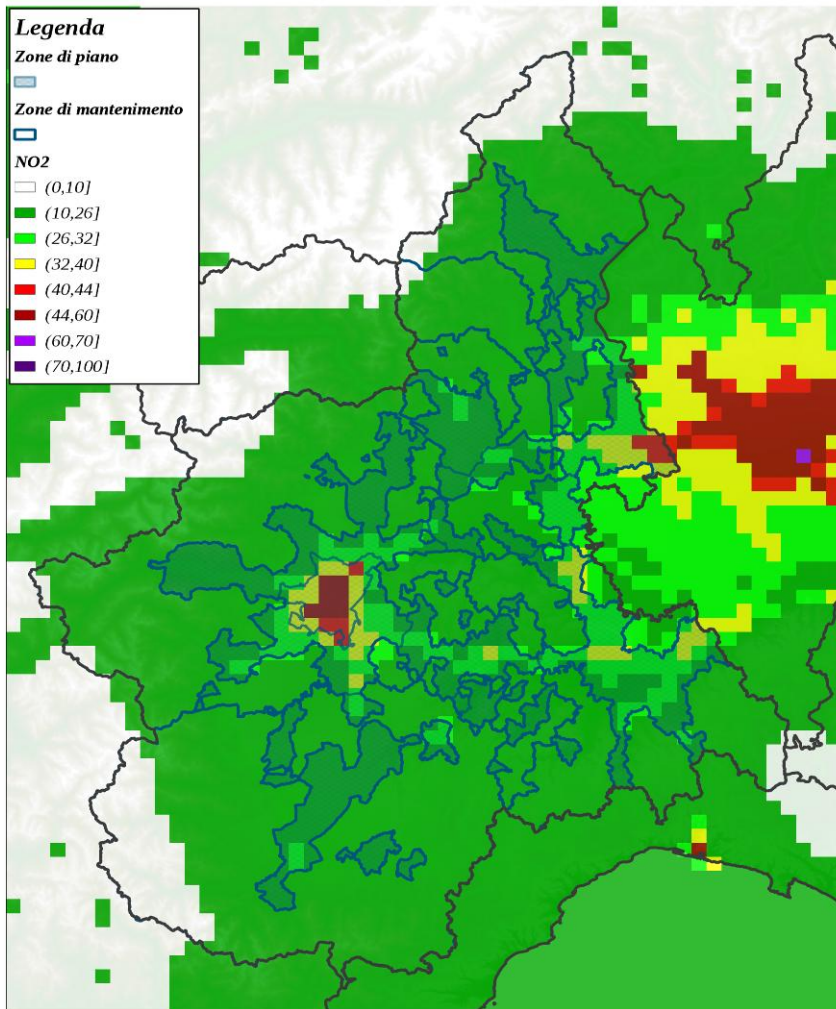
**Classificazione territori comunali**, calcolo aree di superamento e popolazione esposta (art. 4)

in collaborazione con





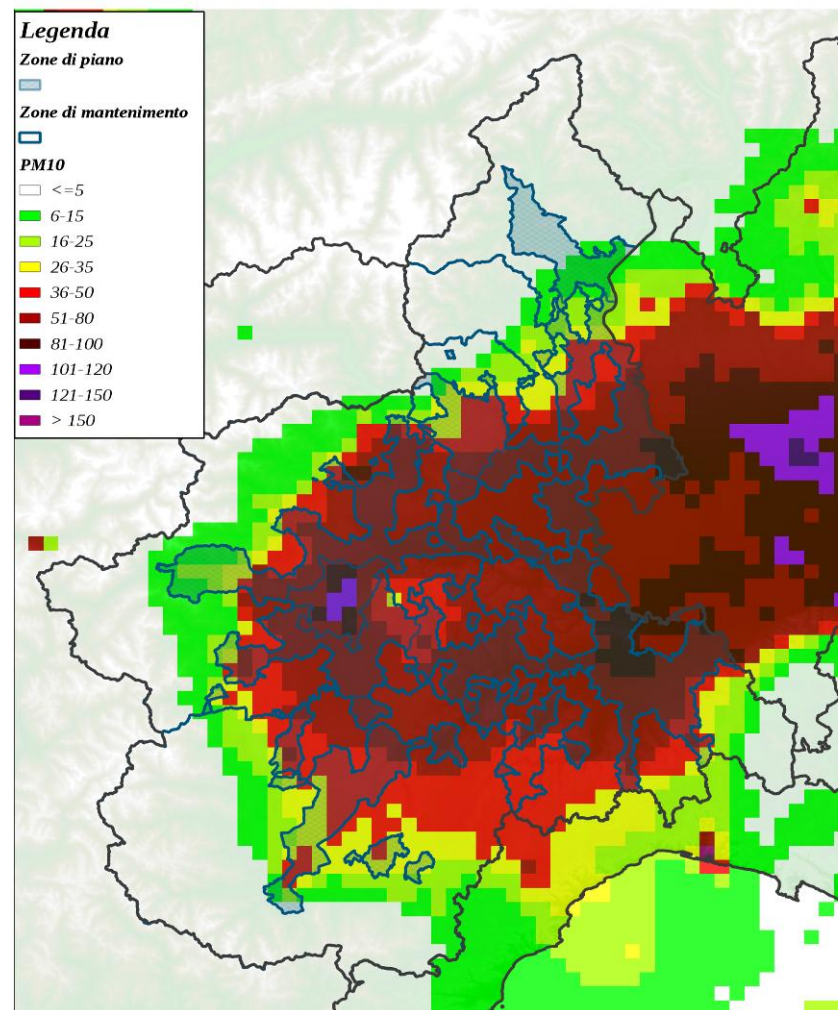
Valutazione Annuale della Qualità dell'Aria - anno 2012  
NO<sub>2</sub>, media annuale



Sistema modellistico diagnostico con assimilazione dei dati di NO<sub>2</sub> misurati da SRRQA.



Valutazione Annuale della Qualità dell'Aria - anno 2012  
PM<sub>10</sub>, media giornaliera  
numero di superamenti del valore limite



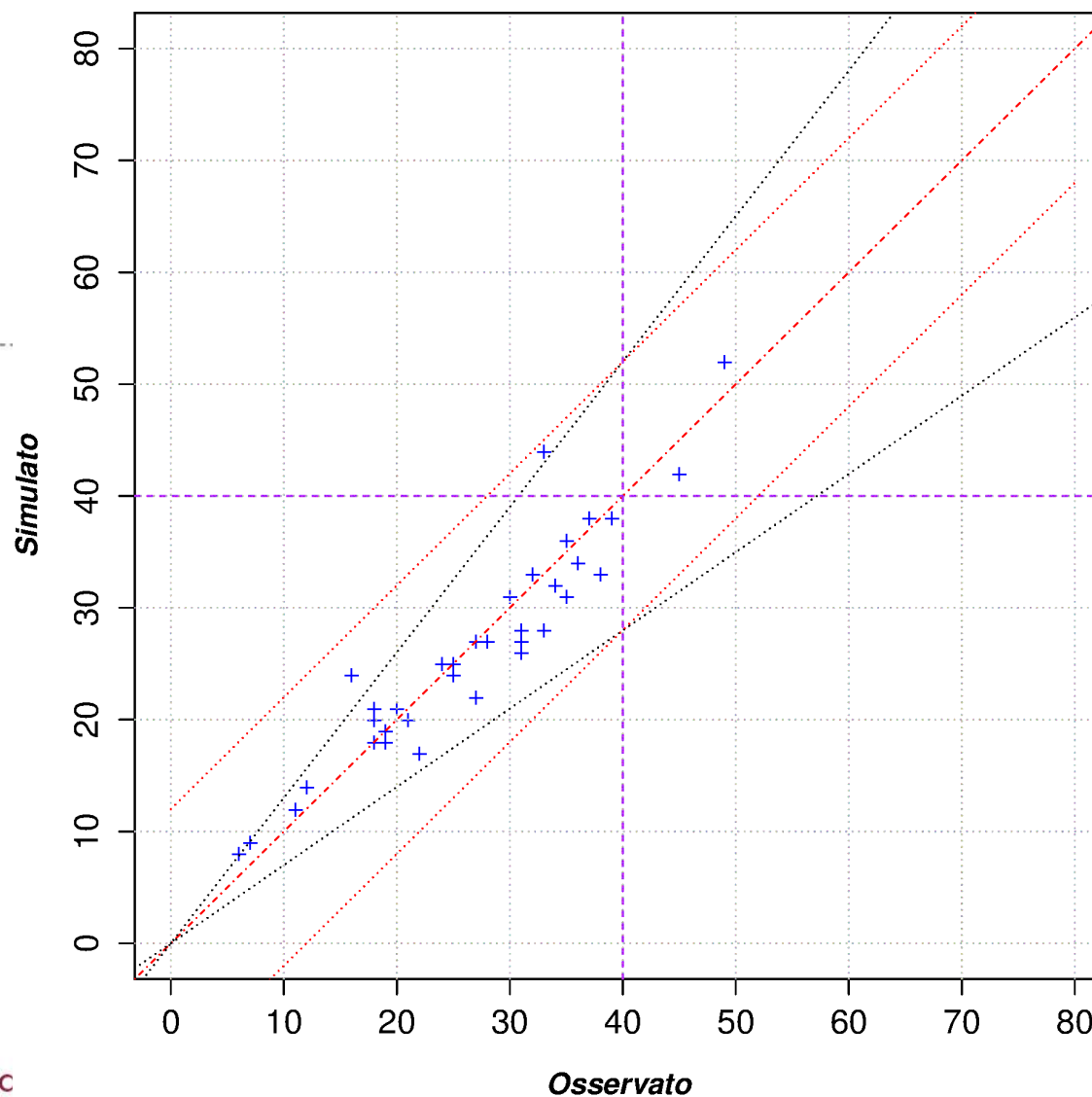
Sistema modellistico diagnostico con assimilazione dei dati di PM<sub>10</sub> misurati da SRRQA.



Validazione dei risultati e verifica delle prestazioni del sistema, condotta secondo quanto raccomandato nella Appendice III del D.lgs. 155/2010, ovvero:

- con un'analisi statistica, espressa in termini di indici di prestazione desunti dalla letteratura, volta a descrivere “la capacità del modello di avvicinarsi alle misure”;
- in termini di incertezza delle tecniche di modellazione in riferimento agli obiettivi di qualità descritti nell'Allegato I del d.lgs. 155/2010.

NO2 media annuale – anno 2012  
Stazioni di fondo



## Informazioni al pubblico (previsioni e valutazione *near real time*)

### Art 18. e Allegato XVI D.lgs 155/2010

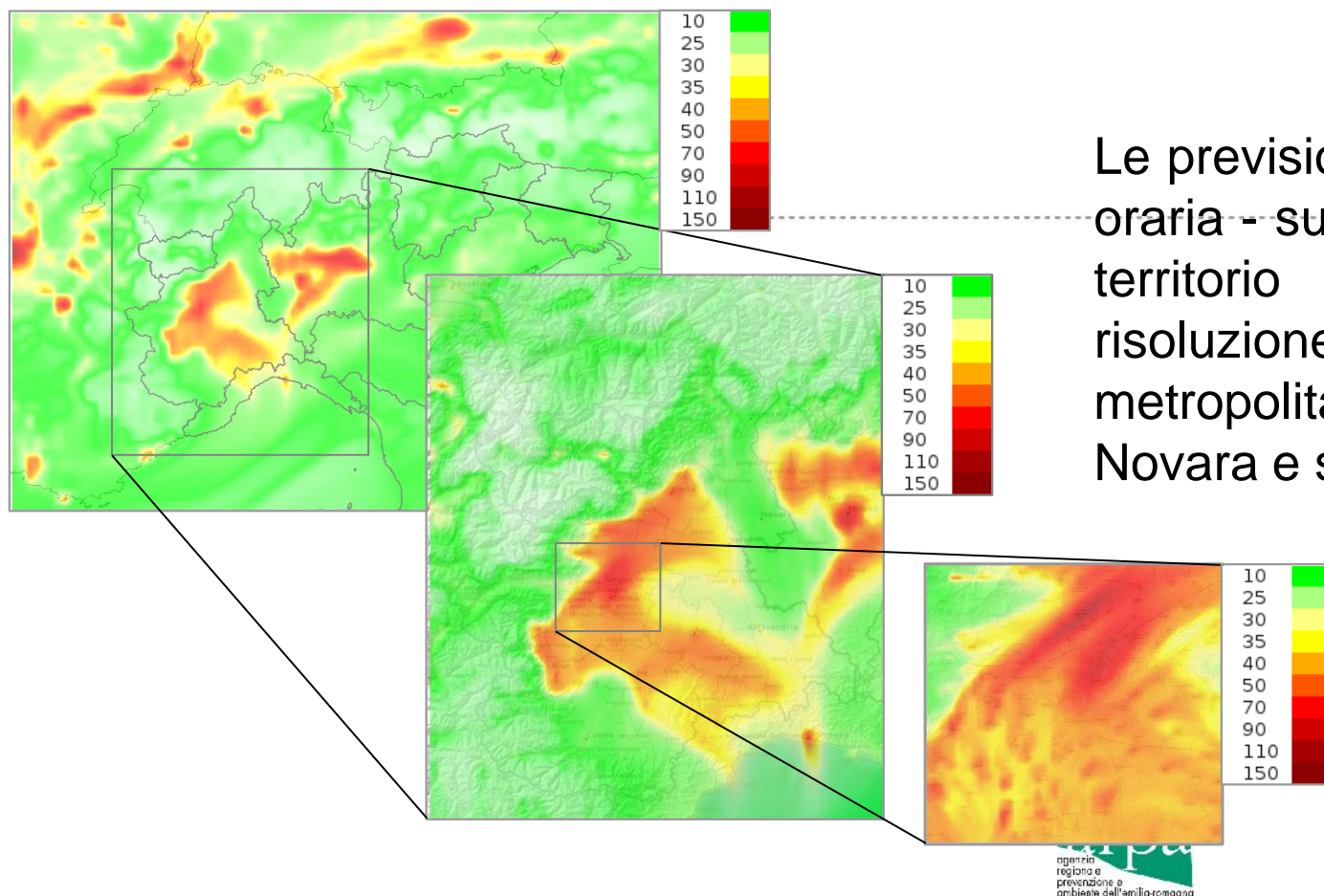
Le amministrazioni e gli altri enti che esercitano le funzioni previste dal presente decreto assicurano [...] l'accesso del pubblico e la diffusione al pubblico delle informazioni [...]:

- per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10, PM2.5, ozono, CO i livelli aggiornati almeno giornalmente e possibilmente anche su base oraria;
- per Pb e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, valori medi degli ultimi 12 mesi aggiornati almeno ogni trimestre e possibilmente su base mensile;
- informazioni tempestive su superamenti, effettivi o previsti, delle soglie di allarme e di qualsiasi soglia di informazione.

Aria: quale qualità?

*Sistema conoscitivo, problemi, sfide*

**Previsioni di qualità dell'aria:** il sistema modellistico nella versione prognostica fornisce quotidianamente (dal 2007) le previsioni di qualità dell'aria per il giorno in corso ed i due giorni successivi per tutti gli inquinanti normati.



Le previsioni sono effettuate - con cadenza oraria - su tutto il bacino padano, su tutto il territorio regionale e su zoom ad alta risoluzione attualmente focalizzati sull'area metropolitana torinese, sulla provincia di Novara e su quella di Alessandria.

in collaborazione con

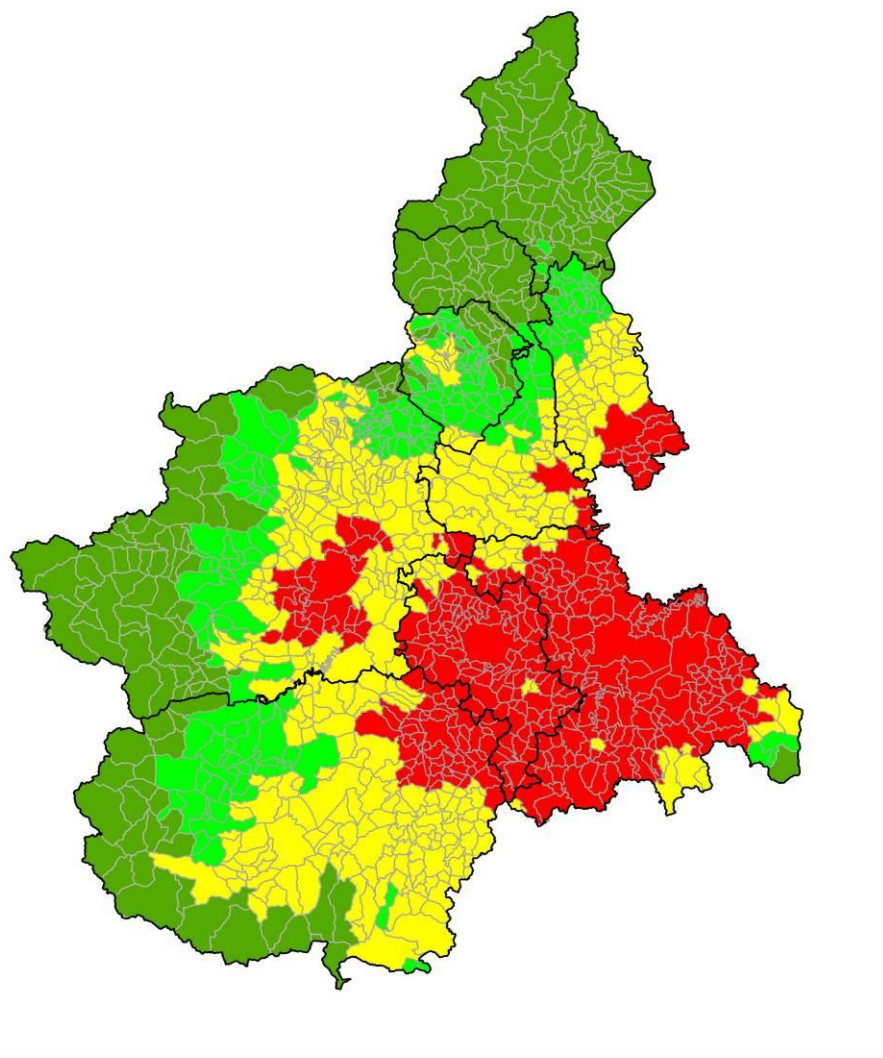
## Bollettino delle stime previsionali di PM<sub>10</sub>

Fornisce le mappe regionali delle stime di concentrazione giornaliera di PM10 (espressa in classi) su base comunale, previste per il giorno di emissione del bollettino ed i due giorni successivi.

### **Diffusione:**

Publicato quotidianamente nel periodo invernale su:

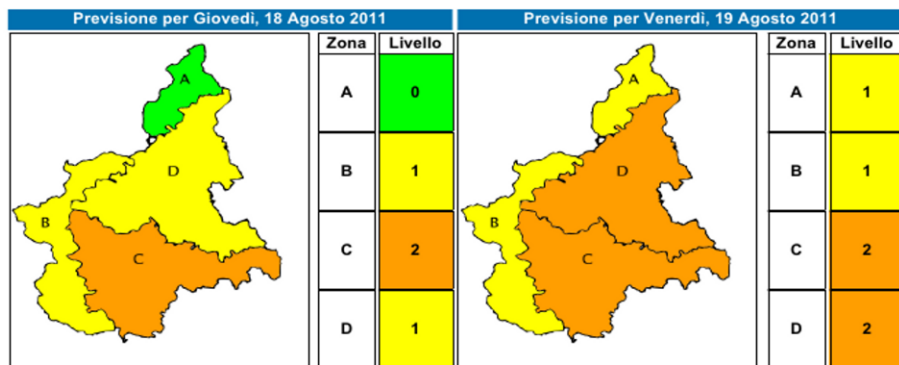
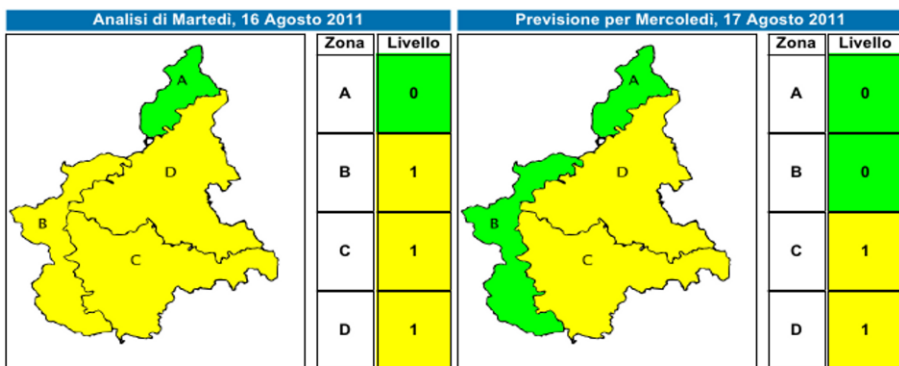
<http://www.arpa.piemonte.it/bollettini>



Valore [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	0-25	26 - 35	36 - 50	51 - 100	> 100
classe	1	2	3	4	5

in collaborazione con

BOLLETTINO NR.	DATA EMISSIONE	VALIDITA'	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO
88/2011	17/08/2011 ore 14:00	72 ore	18/08/2011 ore 14:00	Dipartimento Tematico Sistemi Previsionali	Regione Piemonte



Legenda Zone	Legenda Livelli
 <p>Zona A Alpi Settrionali</p> <p>Zona B Alpi Occidentali</p> <p>Zona C Piemonte centro-meridionale</p> <p>Zona D Piemonte centro-settrionale</p>	<p><b>0</b> Non si rendono necessarie particolari raccomandazioni.</p> <p><b>1</b> Le categorie più sensibili, cioè bambini, anziani, asmatici, bronchitici cronici, cardiopatici, devono evitare di svolgere attività fisica anche moderata all'aperto, come ad esempio camminare velocemente, in particolare nelle ore più calde e di massima insolazione della giornata.</p> <p><b>2</b> Le categorie più sensibili devono evitare di svolgere qualsiasi attività fisica all'aperto, specie nelle ore di massima insolazione. I soggetti mediamente sensibili devono evitare di svolgere all'aperto attività fisica intensa, specie nelle ore di massima insolazione. Tutta la popolazione deve evitare nelle ore di massima insolazione di fare attività fisica molto intensa all'aperto.</p> <p><b>3</b> Le categorie più sensibili devono evitare di uscire di casa, specie nelle ore di massima insolazione. I soggetti mediamente sensibili devono evitare di svolgere all'aperto attività fisica anche moderata specie nelle ore di massima insolazione. Tutta la popolazione deve evitare nelle ore più calde di svolgere intensa attività fisica all'aperto.</p>

Note

Diffusione: <http://www.arpa.piemonte.it> Bollettini: Bollettino Ozono [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)

Aria: quale qualità?  
Sistema conoscitivo, problemi, sfide

## Bollettino Ozono

Fornisce informazioni sui livelli di ozono **osservati** il giorno precedente il giorno di emissione e **previsti** per il giorno di emissione ed i due giorni successivi, su quattro aree omogenee (due alpine e due di pianura-collina) in cui è stato suddiviso il territorio regionale.

**Diffusione:** pubblicato quotidianamente nel periodo estivo su:

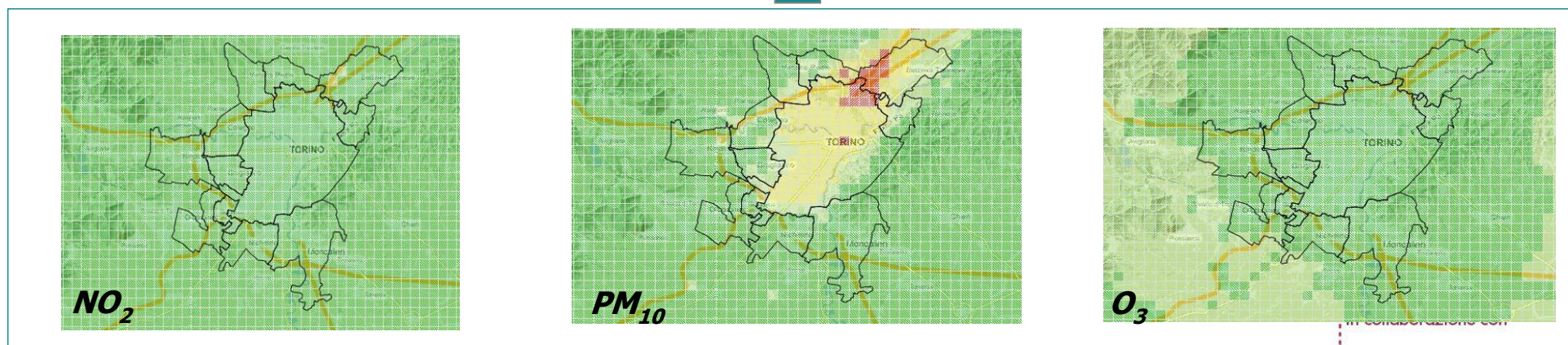
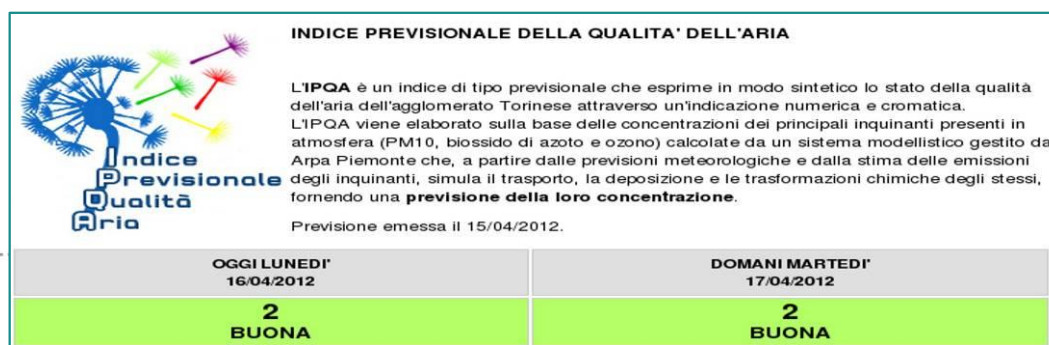
<http://www.arpa.piemonte.it/bollettini>

in collaborazione con



Aria: quale qualità?  
Sistema conoscitivo, problemi, sfide

**IPQA, indice previsto della qualità dell'aria:** esprime lo stato della qualità dell'aria su *aree sufficientemente estese ed omogenee*. Nato dalla collaborazione tra ARPA, Provincia di Torino e Regione Piemonte è attualmente applicato **sull'area metropolitana torinese**



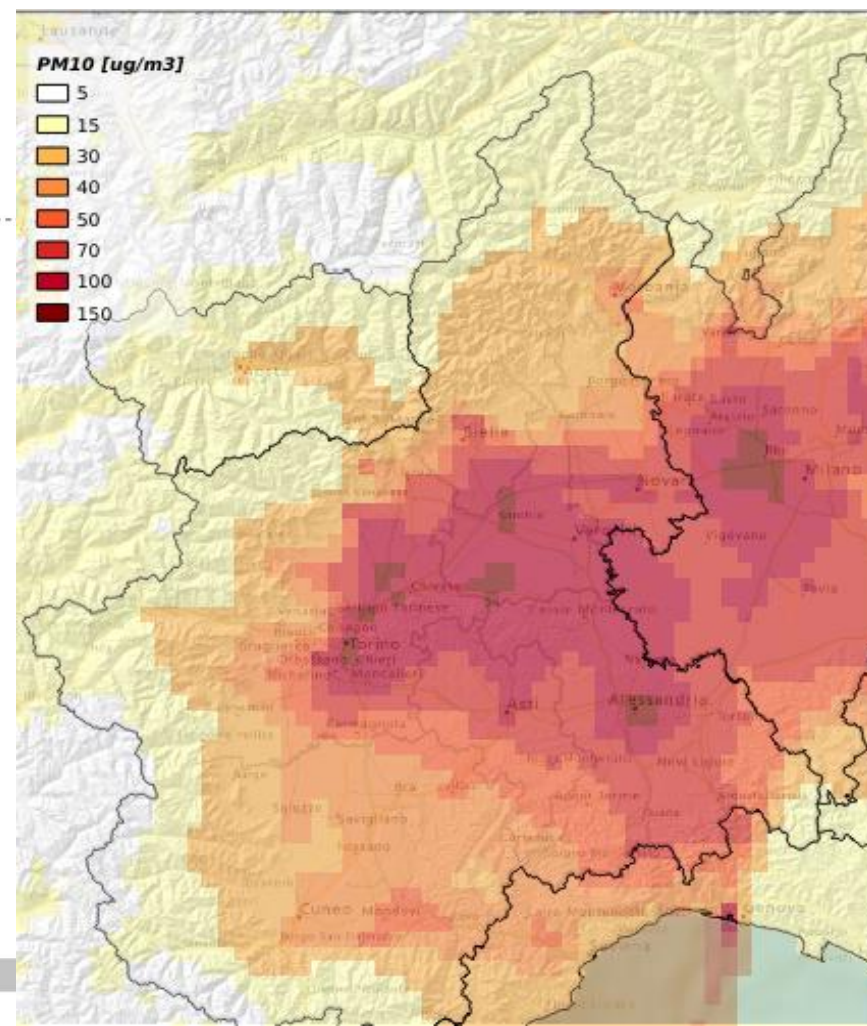
<http://www..provincia.torino.gov.it/ambiente/inquinamento/aria/qualita/ipqa/index>

Aria: quale qualità?  
*Sistema conoscitivo, problemi, sfide*

## Valutazioni giornaliere *near real time*

Il sistema modellistico applicato in versione diagnostica *near real time* fornisce quotidianamente (dal 2009) informazioni, per tutto il territorio regionale, circa lo stato di qualità dell'aria relativo al giorno precedente il giorno di emissione.

Per PM10, NO<sub>2</sub> e ozono le informazioni sono ottenute integrando le misure della rete di qualità dell'aria con i campi di concentrazioni prodotti dalle simulazioni modellistiche



Aria: quale qualità?  
Sistema conoscitivo, problemi, sfide

**qualità dell'aria in piemonte**

CONSULTA I DATI

Mappa degli inquinanti

0 25 35 50 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Inserire la data: 10 Febbraio 12

Gli inquinanti:

- PM10 (media giornaliera)
- Biossido di azoto NO2 (massimo valore orario giornaliero)
- Ozono O3 (massimo valore giornaliero della media mobile su otto ore)

Le mappe mostrano lo stato di qualità dell'aria stimato su ogni comune piemontese in relazione agli indicatori giornalieri definiti dal D.lgs 155/2010 per PM10, biossido di azoto NO2 ed ozono O3. Le informazioni sono ottenute ogni giorno integrando i risultati prodotti dal sistema modellistico di chimica e trasporto utilizzato da ARPA Piemonte ed i dati osservati dalle stazioni del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria.

Cliccando sulle Province se ne attiva lo zoom e si abilita la selezione dei Comuni.

Aggiorna mappa >>> vai

**Valutazioni giornaliere stime della qualità dell'aria**

<http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/consultadati.shtml>

in collaborazione con





Aria: quale qualità?  
Sistema conoscitivo, problemi, sfide

## Arpa Piemonte Bollettino STIME COMUNALI DEL PARTICOLATO PM10

BOLLETTINO N.R.	EMISSIONE	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO			
07/2012	21/02/2012	28/02/2012	Dip. Sistemi Previsionali - Qualità dell'aria	Agglomerato			
	<b>lunedì</b> 13/02/2012	<b>martedì</b> 14/02/2012	<b>mercoledì</b> 15/02/2012	<b>giovedì</b> 16/02/2012	<b>venerdì</b> 17/02/2012	<b>sabato</b> 18/02/2012	<b>domenica</b> 19/02/2012

CITTA'	media giornaliera	classe *
<b>TORINO</b>		
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	
media annuale	365gg <sup>2</sup>	
<b>BORGARO T. SE</b>		
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	
media annuale	365gg <sup>2</sup>	
<b>BEINASCO</b>		
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	
media annuale	365gg <sup>2</sup>	
<b>COLLEGNO</b>		
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	
media annuale	365gg <sup>2</sup>	
<b>GRUGLIASCO</b>		
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	
media annuale	365gg <sup>2</sup>	
<b>MONCALIERI</b>		
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	
media annuale	365gg <sup>2</sup>	

Le stime comunali di PM10 vengono elaborato operativamente da ARPA Piemonte della Qualità dell'Aria. Le due tipologie

I valori di concentrazione così calcolati urbanizzazione degli stessi. Sono per puntuali delle singole stazioni.

- Il valore di concentrazione stimato sul territorio comunale viene così classificato:
- le elaborazioni vengono effettuate sui
- le elaborazioni vengono effettuate per (valore limite per la media annuale 40 µg/m³)

Diffusione

## Arpa Piemonte Bollettino STIME COMUNALI DEL PARTICOLATO PM10

BOLLETTINO N.R.	EMISSIONE	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO			
07/2012	21/02/2012	28/02/2012	Dip. Sistemi Previsionali - Qualità dell'aria	Regionale			
	<b>lunedì</b> 13/02/2012	<b>martedì</b> 14/02/2012	<b>mercoledì</b> 15/02/2012	<b>giovedì</b> 16/02/2012	<b>venerdì</b> 17/02/2012	<b>sabato</b> 18/02/2012	<b>domenica</b> 19/02/2012

CITTA'	media giornaliera	classe 1	2	3	4	5	6	7
<b>ALESSANDRIA</b>								
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	74	74	74	74	75	76	77
media annuale	365gg <sup>2</sup>	33	33	33	33	33	33	33
<b>ASTI</b>								
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	64	64	63	63	64	65	66
media annuale	365gg <sup>2</sup>	30	30	30	30	31	31	31
<b>BIELLA</b>								
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	15	15	14	14	14	14	14
media annuale	365gg <sup>2</sup>	24	24	24	24	24	25	25
<b>CUNEO</b>								
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	25	25	24	24	25	26	27
media annuale	365gg <sup>2</sup>	23	23	23	23	23	23	23
<b>NOVARA</b>								
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	76	76	76	77	78	79	79
media annuale	365gg <sup>2</sup>	34	34	34	34	34	34	34
<b>VERBANIA</b>								
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	10	9	8	8	8	8	8
media annuale	365gg <sup>2</sup>	17	17	17	17	17	17	17
<b>VERCELLI</b>								
n° di superamenti del valore limite giornaliero	365gg <sup>2</sup>	61	61	61	62	63	64	65
media annuale	365gg <sup>2</sup>	31	31	31	31	31	31	31

Le stime comunali di PM10 vengono calcolate a partire dai risultati prodotti dal sistema modellistico di chimica e trasporto utilizzato operativamente da ARPA Piemonte e dai dati di qualità dell'aria osservati dalle stazioni del Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria. Le due tipologie informative sono integrate con una metodologia statistica di assimilazione dati.

I valori di concentrazione così calcolati sono poi assegnati al territorio comunale tenendo in considerazione le caratteristiche di urbanizzazione degli stessi. Sono pertanto da intendersi come valori medi su area, non direttamente confrontabili con le misure puntuali delle singole stazioni.

- Il valore di concentrazione stimato sul territorio comunale viene così classificato:
- le elaborazioni vengono effettuate sui 365 giorni precedenti il giorno in esame (anno solare)
- le elaborazioni vengono effettuate per l'anno civile in corso, a partire dal 01/01 (valore limite per la media annuale 40 µg/m³; n° di superamenti consentito per la media giornaliera: 35 giorni)

Diffusione

www.arpa.piemonte.it

## Valutazioni giornaliere: bollettino settimanale delle stime di PM10

Fornisce informazioni sulle concentrazioni di PM10 relative alla settimana precedente desunte a partire dalle stime calcolate sulle aree dei comuni dell'agglomerato urbano torinese e dei capoluoghi di provincia.

Diffusione: pubblicato settimanalmente nel periodo invernale su:

<http://www.arpa.piemonte.it/bollettini>

in collaborazione con



Aria: quale qualità?  
*Sistema conoscitivo, problemi, sfide*



*si ringrazia per l'attenzione*



in collaborazione con

