

## La Settimana dell'Ambiente Veneto

### Convegno: Polveri fini e strategie di riduzione

**“Attribuzione del peso delle fonti emissive (*source apportionment*) alle concentrazioni di PM10 e definizione degli scenari futuri: esempi di applicazione degli strumenti modellistici”**

Pillon Silvia

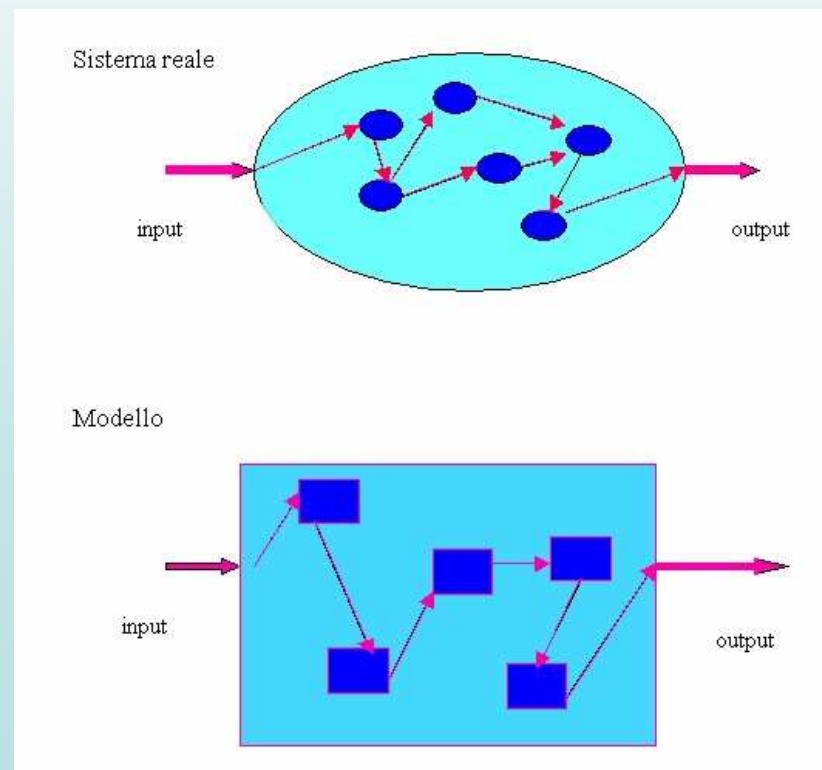
ARPAV – Servizio Osservatorio Regionale Aria

Padova, 17 maggio 2012

# I modelli di qualità dell'aria

➡ strumenti di **analisi** e **integrazione** delle misure

*I modelli sono una rappresentazione semplificata della realtà. Dato che la misura (in un punto, lungo una linea, in una sezione) è quanto, ad oggi, abbiamo di più vicino alla realtà, **i modelli non possono mai prescindere dalle misure.***



# Perché modellizzare?



## PERCHE' NON POSSO MISURARE



- previsione delle ricadute di sorgenti emissive nel futuro (modelli previsionali o prognostici)
- studi di impatto ambientale per nuovi impianti o di modifiche impiantistiche ad un impianto esistente

## PERCHE' NON E' "CONVENIENTE" MISURARE



- è impensabile misurare in ogni punto dello spazio e del tempo

## PERCHE' NON E' "SUFFICIENTE" MISURARE



- quando è necessario indagare le cause dell'inquinamento (quanto contribuiscono le differenti sorgenti alla concentrazione su di un recettore?)
- quando è necessario valutare politiche di risanamento ambientale e di pianificazione territoriale (analisi di scenari)

# Obiettivi di qualità per i modelli definiti dalla normativa

(Dlgs. 155/2010)

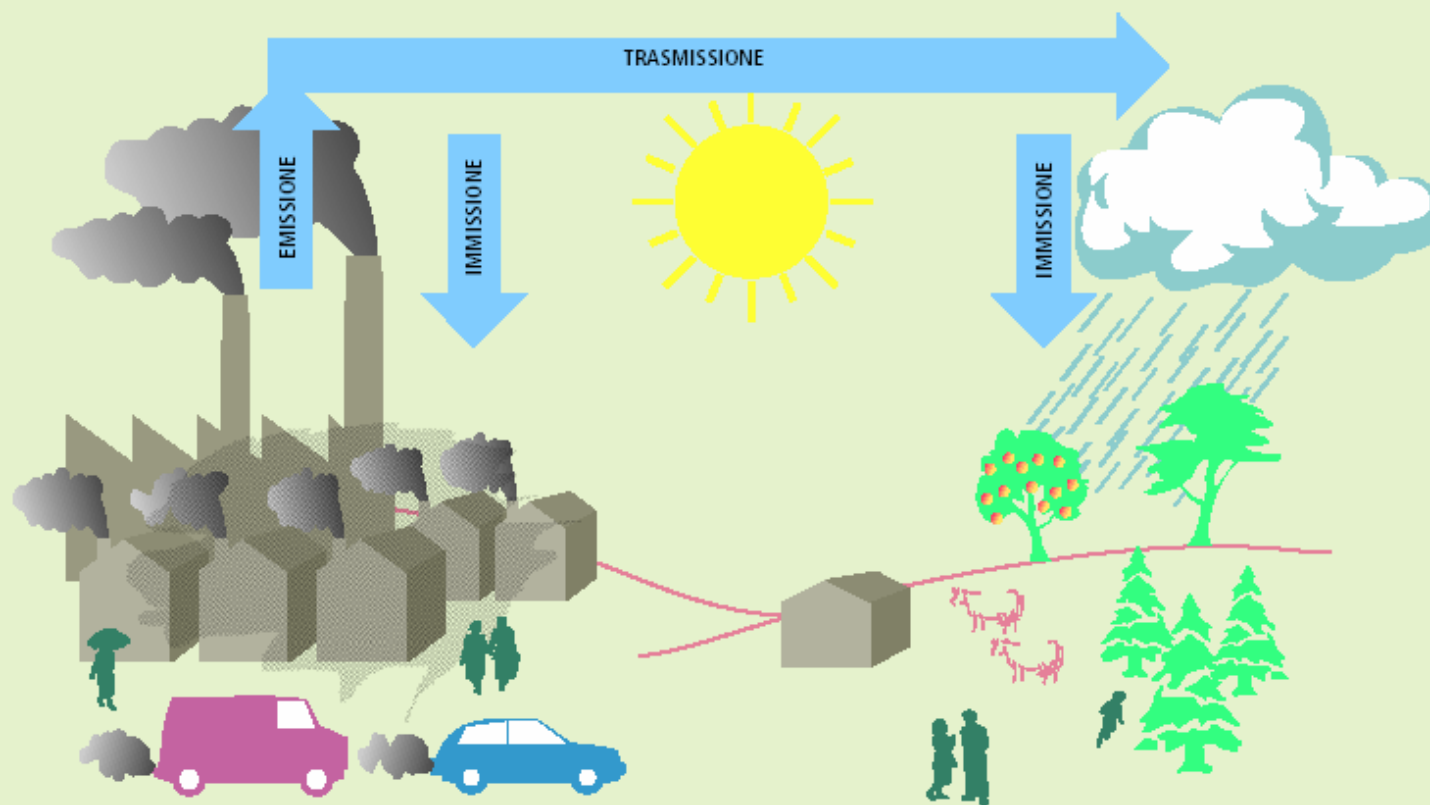
## 1. Obiettivi di qualità.

1. Si applicano gli obiettivi di qualità previsti dalle seguenti tabelle:

Tabella 1

	Biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, monossido di carbonio	Benzene	Particolato (PM10/PM2,5) e piombo	Ozono e relativi NO e NO <sub>2</sub>
Misurazioni in siti fissi <sup>(1)</sup>				
Incertezza	15%	25%	25%	15%
Raccolta minima dei dati	90%	90%	90%	90% in estate 75% in inverno
Periodo minimo di copertura				
- stazioni di fondo in siti urbani e stazioni traffico	-	35% (2)	-	-
- stazioni industriali	-	90 %	-	-
Misurazioni indicative				
Incertezza	25%	30%	50%	30%
Raccolta minima dei dati	90%	90%	90%	90%
Periodo minimo di copertura	14% (3)	14% (3)	14% (3)	>10% in estate
Incertezza della modellizzazione				
Medie orarie	50%	-	-	50%
Medie su otto ore	50%	-	-	50%
Medie giornaliere	50%	-	da definire	-
Medie annuali	30%	50%	50%	-
Stima obiettiva				
Incertezza	75%	100%	100%	75%

## Relazioni tra emissione, trasmissione e immissione



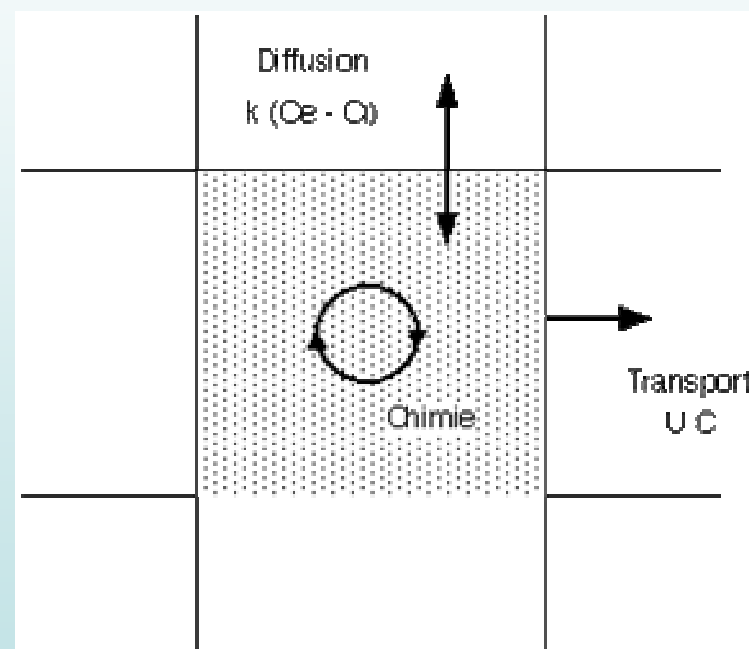
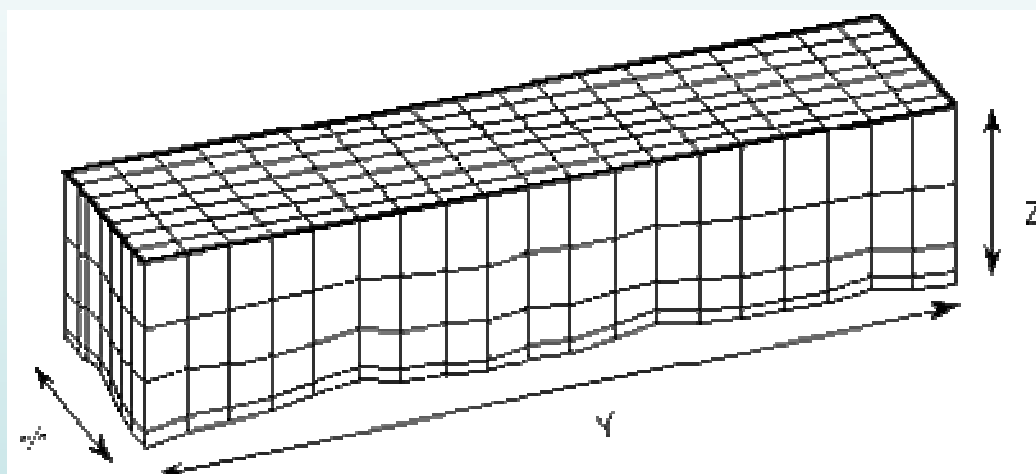
Fonte: Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio 1996a.

## Equazione di conservazione della massa

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = - \frac{\partial}{\partial x_{1,2}} (C_i * u_{1,2}) - \frac{\partial}{\partial x_3} (C_i * u_3) + \frac{\partial}{\partial x_j} \left( K_{jj} \frac{\partial C_i}{\partial x_j} \right) + \left. \frac{\partial C_i}{\partial t} \right|_{Chim} + \left. \frac{\partial C_i}{\partial t} \right|_{Emis} + \left. \frac{\partial C_i}{\partial t} \right|_{Dep}$$

# I modelli a scala regionale

Descrivono la dispersione di un inquinante in atmosfera basandosi sulla legge di conservazione della massa espressa per un sistema di riferimento fisso



⇒ 80 – 90% del tempo di calcolo è dedicato alle reazioni chimiche

# La chimica in atmosfera

- *Reazioni di fotolisi* (calcolo della radiazione incidente - input complessi)

- *Reazioni chimiche fino al terzo ordine* (calcolo dei tassi di reazione in base a temperatura e pressione – semplificazione delle numerose specie chimiche in relativamente poche specie del modello in base ai gruppi funzionali e reattività in atmosfera)

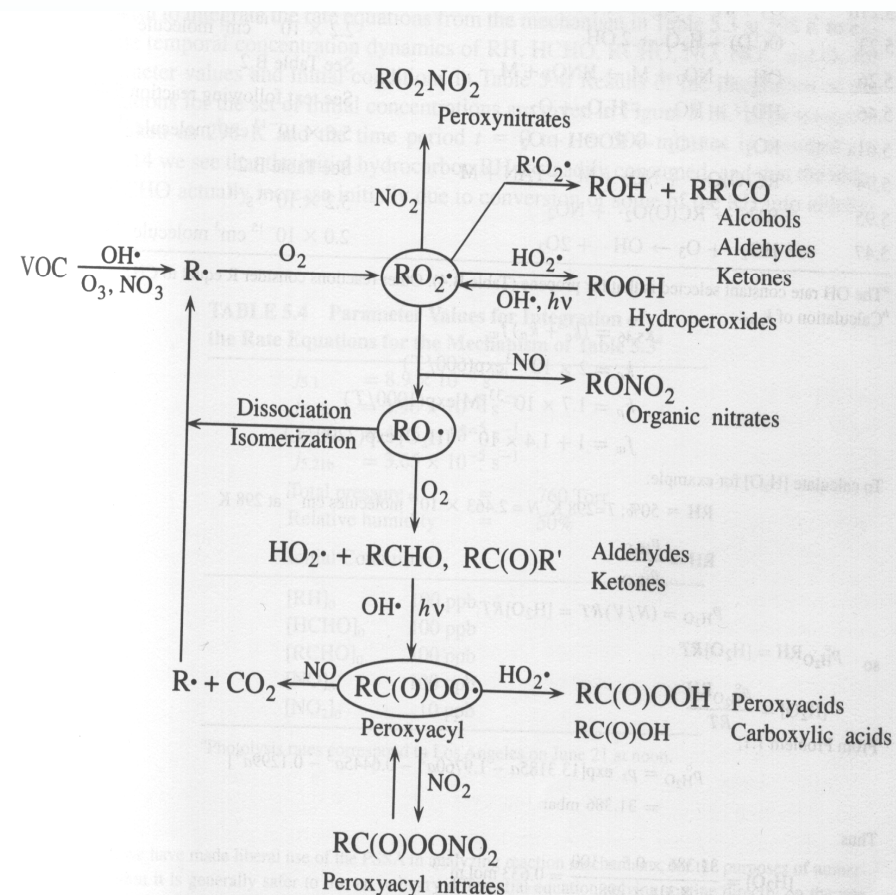


FIGURE 5.13 Organic radicals and products in the photooxidation of an organic molecule.

Il meccanismo chimico di raggruppamento delle specie chimiche e schematizzazione delle reazioni chimiche è quello che differenzia maggiormente i diversi modelli fotochimici.



## PM10

**primario** → particelle direttamente emesse allo stato solido (componenti terrigene quali carbonati e silicati, sali e metalli, carbonio elementare o organico, cationi e anioni, tra cui anche solfati e nitrati, già presenti in emissione ...)

**emissioni antropiche**  
risollevamento meccanico ed eolico  
aerosol marino ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , solfati)

polveri sahariane  
eruzioni vulcaniche

**secondario** → inorganico  
(essenzialmente costituito da nitrato, solfato e ammonio)

→ organico  
(coagulazione e condensazione di specie chimiche organiche, tra cui le più reattive sono di origine biogenica)

**emissioni antropiche dei precursori gassosi**  
( $\text{NO}_x$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ , COV, HCl, Hg e cationi metallici)

**emissioni biogeniche di COV**  
aerosol marino



Home - CAMx - Windows Internet Explorer

http://www.camx.com/home.aspx

File Modifica Visualizza Preferiti Strumenti ?

Google Search More >>

Preferiti HotMail gratuita Personalizzazione collegamenti WindowsMedia ARPAV - Agenzia Regionale ... Pagina Servizi Intranet A.R.... Raccolta Web Slice Rubrica Telefonica A.R.P.A.V.

Home - CAMx

HOME ABOUT DOWNLOAD PUBLICATIONS CONTACT US

ENVIRON

# CAMx

Ozone  
Particulates  
Toxics

Comprehensive Air Quality Model with Extensions

An open-source modeling system for multi-scale integrated assessment of gaseous and particulate air pollution.

Version 5.40 is now available

**Get CAMx Now!** FREE Fortran source code and User's Guide



## Why CAMx

- Simulate air quality over many geographic scales
- Treat a variety of inert and chemically active pollutants – photochemistry, multiple PM sizes, mercury and toxics
- Conduct source attribution, sensitivity, and process analyses
- Apply distributed- and shared-memory parallelization

## CAMx In Action...



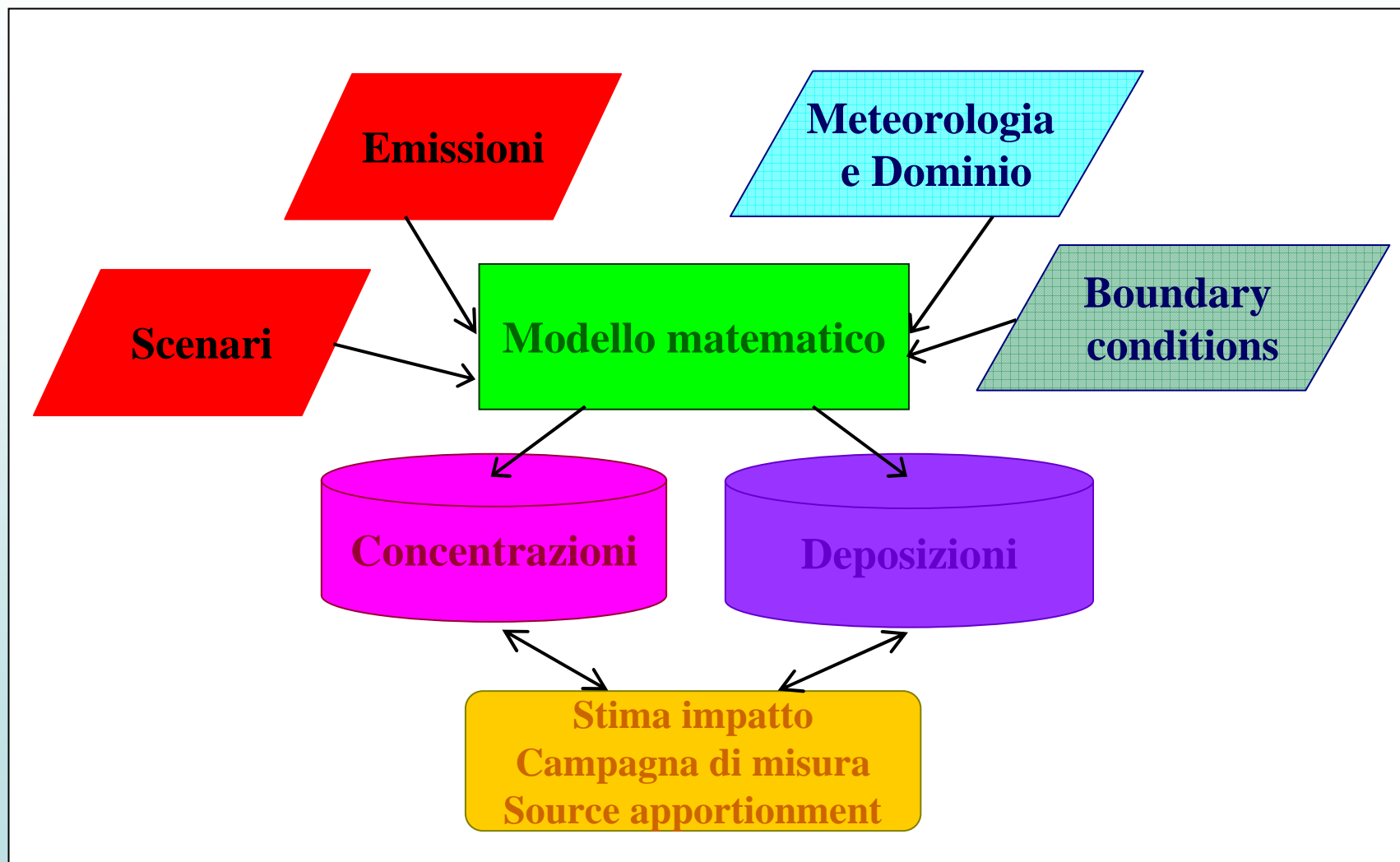
Modeling North American Background Ozone.

[Go to publications](#)

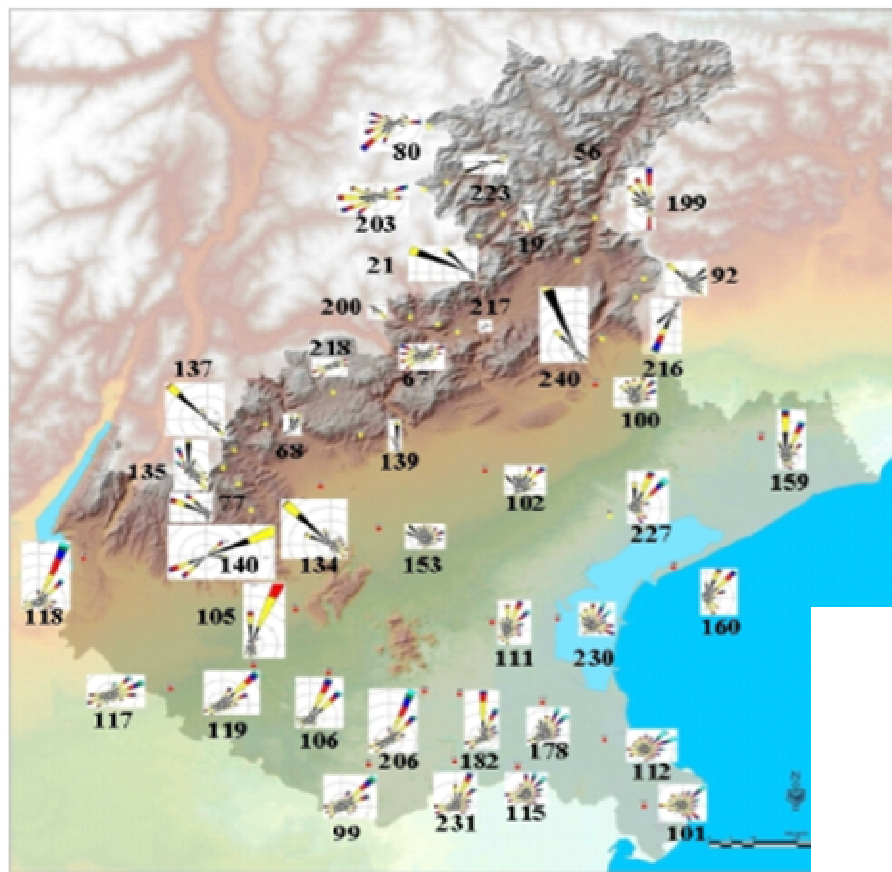
Copyright © 2012, ENVIRON. All rights reserved. | [Contact Us](#)

Internet 100%

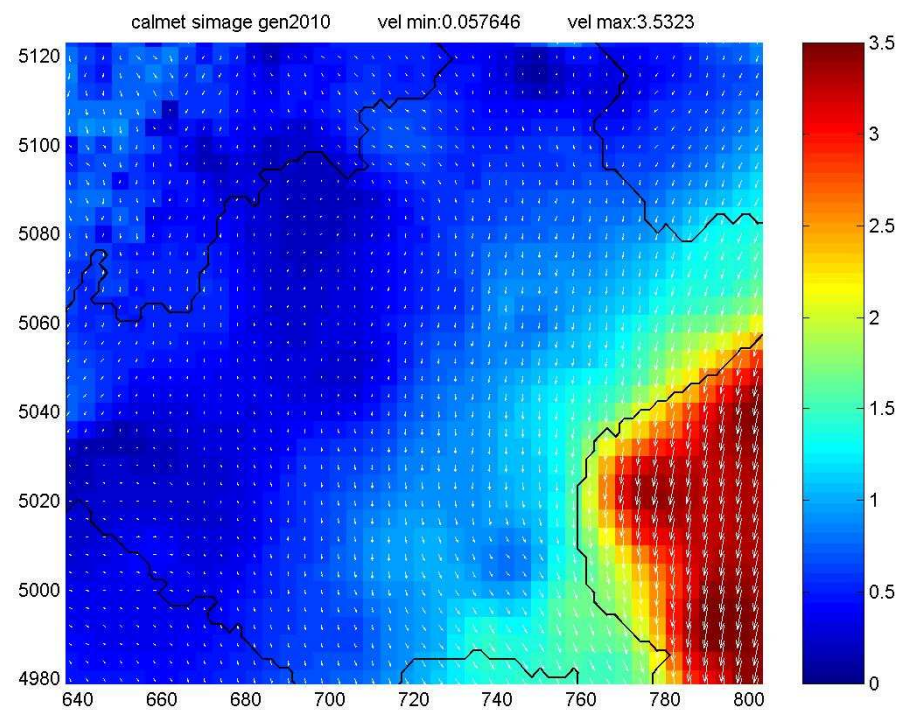
# Input e Output



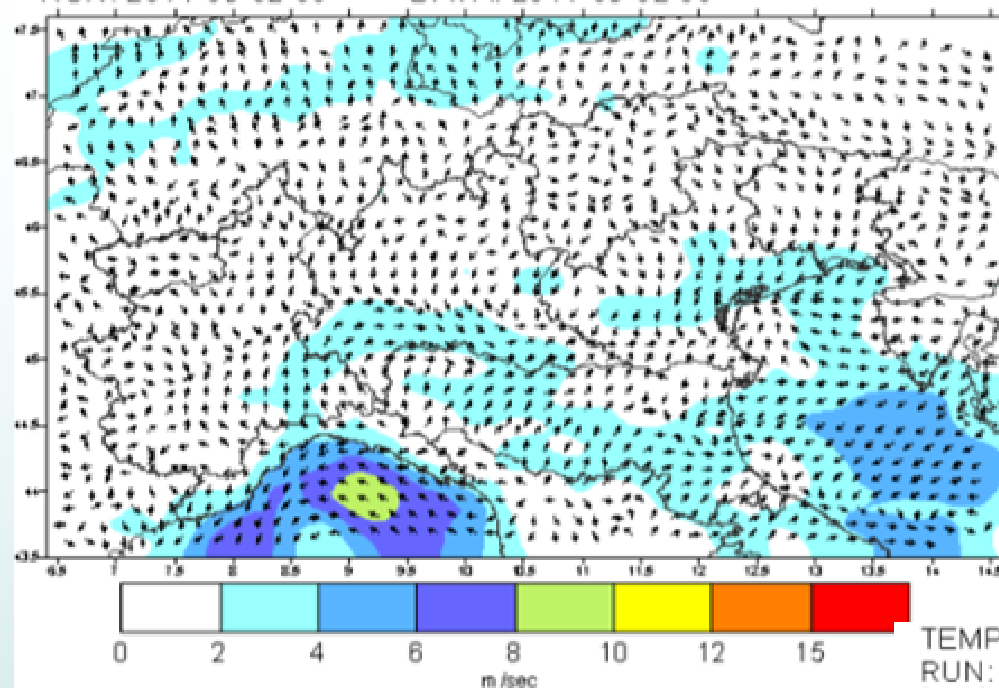
## Input meteo: misure (e modelli)



Elaborazioni ARPAV  
Centro Meteo di Teolo e ORAR

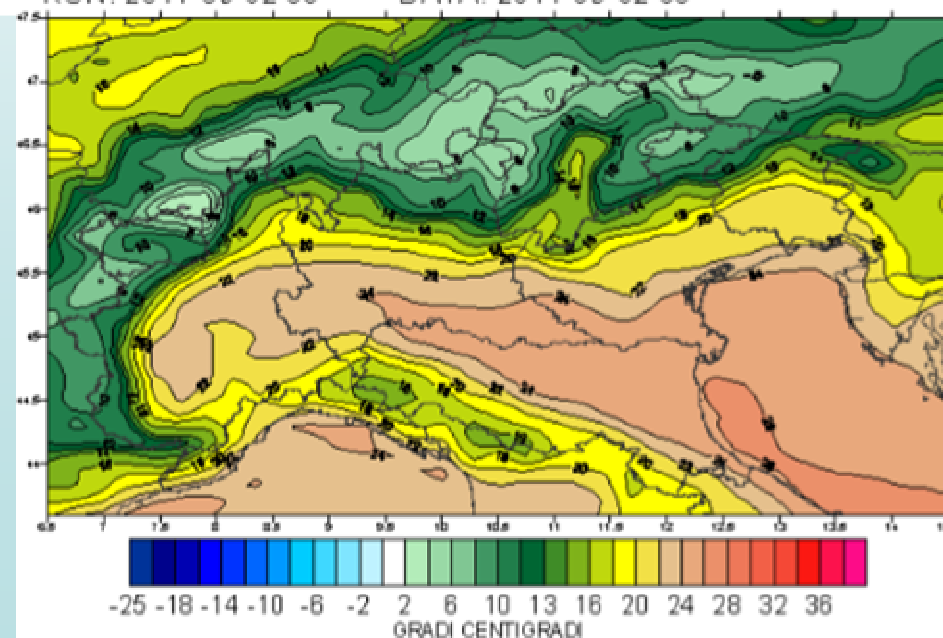


SURFACE WIND m/sec - LAMI  
RUN: 2011-09-02 00 --- DATA: 2011-09-02 00



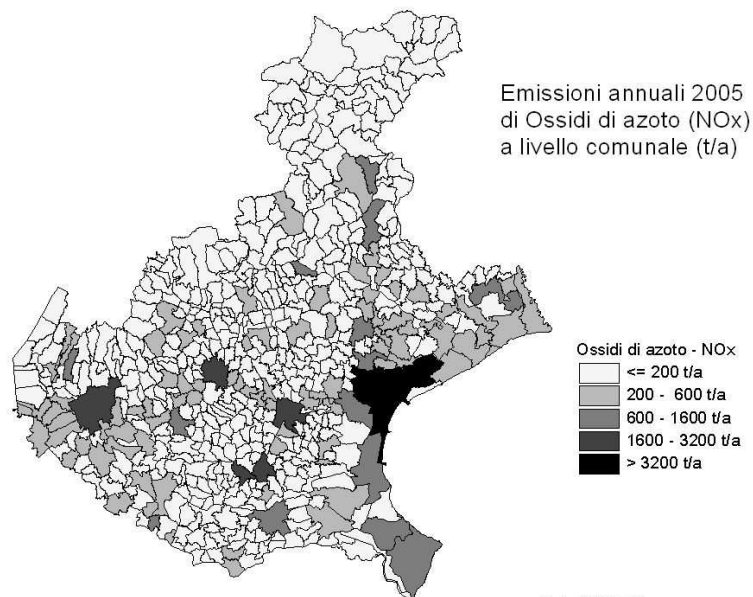
**Input meteo: modelli**

TEMPERATURA °C - LAMI  
RUN: 2011-09-02 00 --- DATA: 2011-09-02 00



Elaborazioni ARPAER  
Centro Meteo di Teolo e ORAR

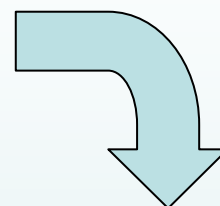




Fonte: INEMAR Veneto 2005  
dati definitivi

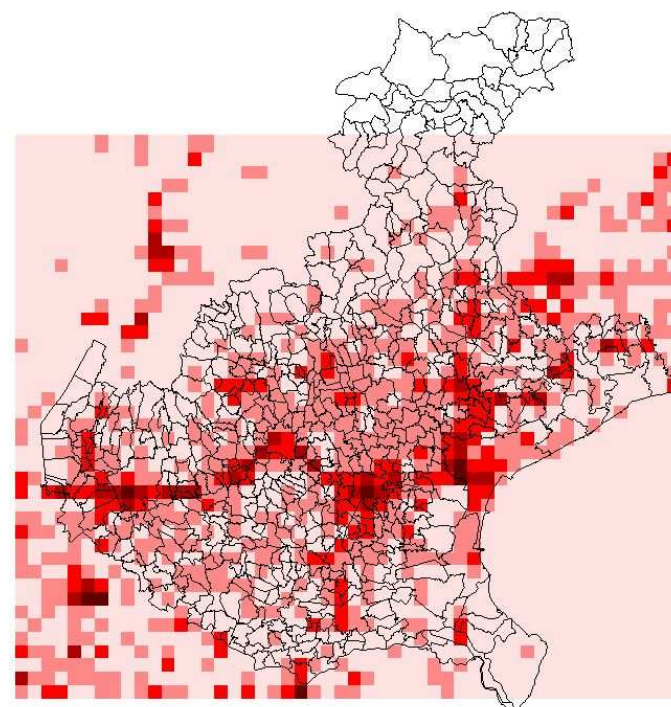
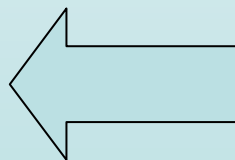
1:1.350.000

## Input : emissioni



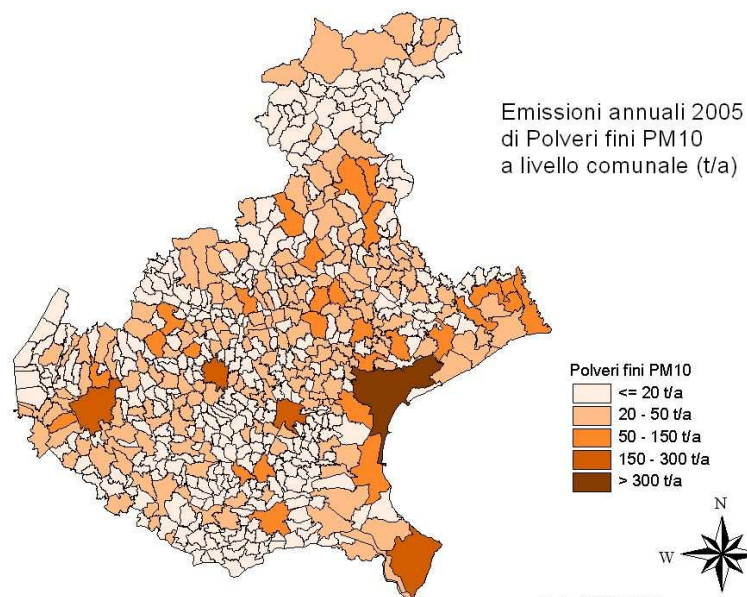
- speciazione chimica  
(NO NO<sub>2</sub>)

- disaggregazione  
temporale  
(da ton/anno a  
ppm/ora)



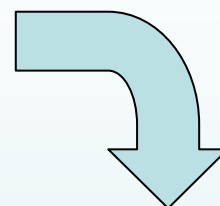
60 0 60 120 Kilometers



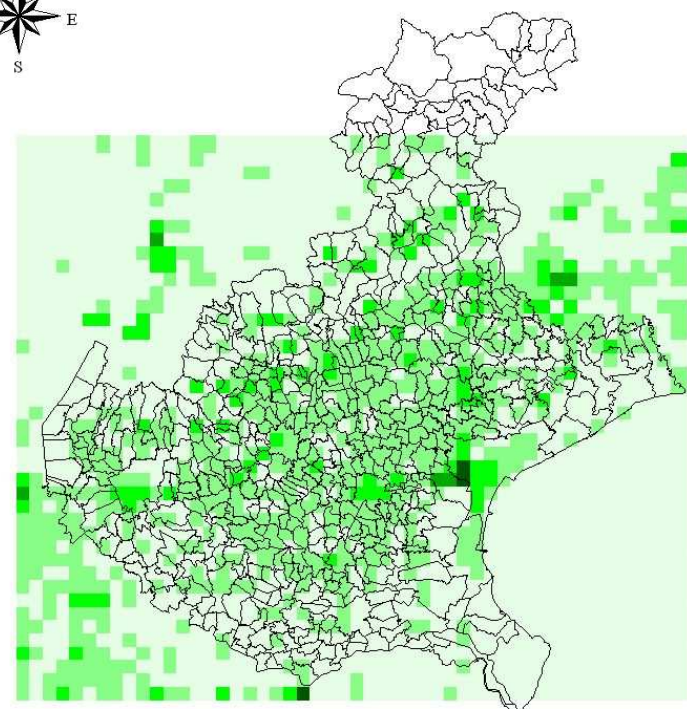


Fonte: INEMAR Veneto 2005  
dati definitivi

## Input : emissioni



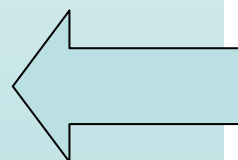
## Emissioni PM10 anno 2005



60 0 60 120 Kilometers

•speciazione chimica  
(primario,  
carbonioso, sali...)

•disaggregazione  
temporale  
(da ton/anno a g/ora)



## Input : emissioni biogeniche

- **NMCOV : isoprene, monoterpeni, sesquiterpeni**



stagione, copertura forestale e agricola

- **Spray marino: cloruro di sodio e primario grossolano**



superficie marina nel dominio, vento

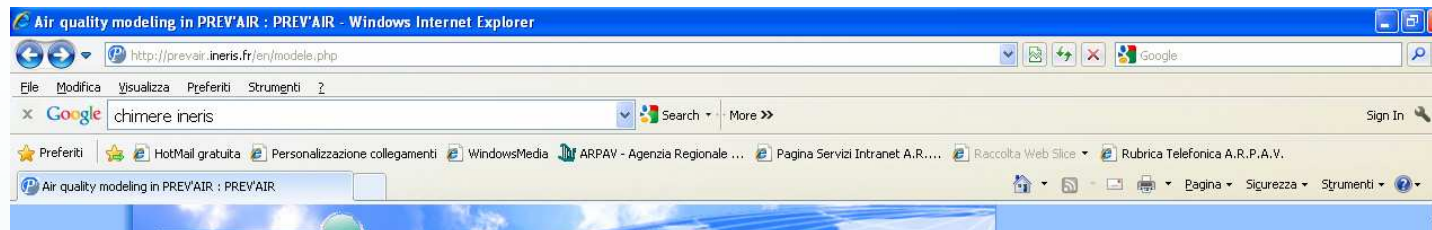
- **Windblown dust: componenti crostali**



raffiche di vento, superfici instabili



# Boundary conditions



**PREV'AIR**

Introduction Ozone Nitrogen dioxide Particules Report Episodes Partners

Introduction >> Modèle

### Air quality modeling in PREV'AIR

- Three-dimensional Deterministic Modelling
- Numerical Resolution
- Physical-Chemical Processes
- Input data
- References

The three-day forecasts and air quality maps published on a daily basis on the PREV'AIR server are the result of simulations carried out with the help of **so-called 3D eulerian deterministic models** ("chemistry-transport models"). For periods of time ranging from several days to several months, these tools allow to **calculate changes in the concentration of pollutants and specific pollution in the lower layer of the atmosphere**, on different spatial scales.

The models used in the PREV'AIR system have been developed by the project's partners:

- The **Pierre-Simon Laplace Institute** of the **National Center for Scientific Research (IPSL)** for the **CHIMERE** Model,
- Centre National de Recherches Météorologiques de Météo France (CNRM / Météo France)** for the **Météo France** model

#### Three-dimensional Deterministic Modelling

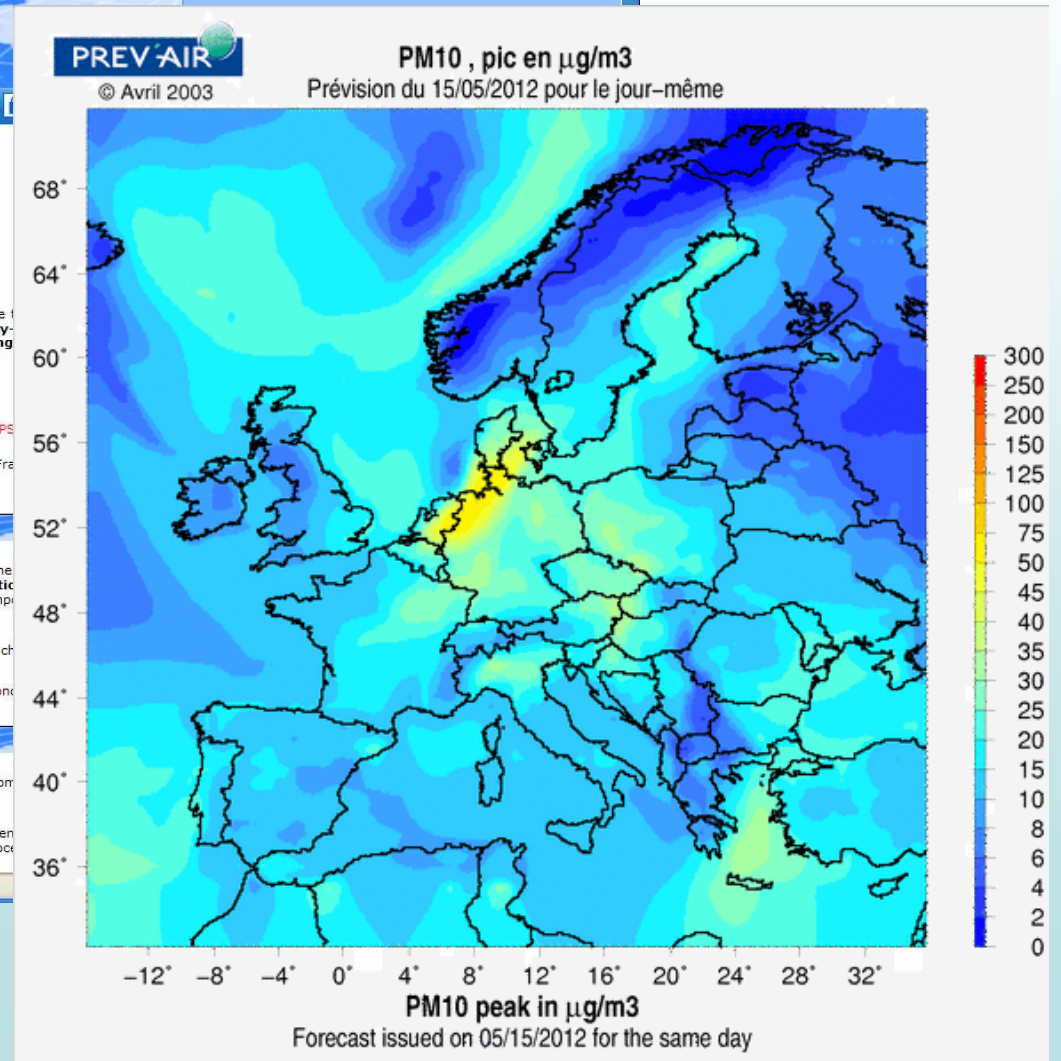
A **three-dimensional area** includes the low troposphere above the region being studied. The concentrations in this three-dimensional area over the chosen period - influenced by **weather conditions** - are calculated in a **deterministic** manner, i.e., by linking temporal and spatial concentrations to:

- transport phenomena and physical-chemical processes of production and loss of chemical compounds;
- concentrations of chemical compounds at the boundaries of the domain;
- concentrations of chemical compounds at the start of the time period being studied ("initial concentrations").

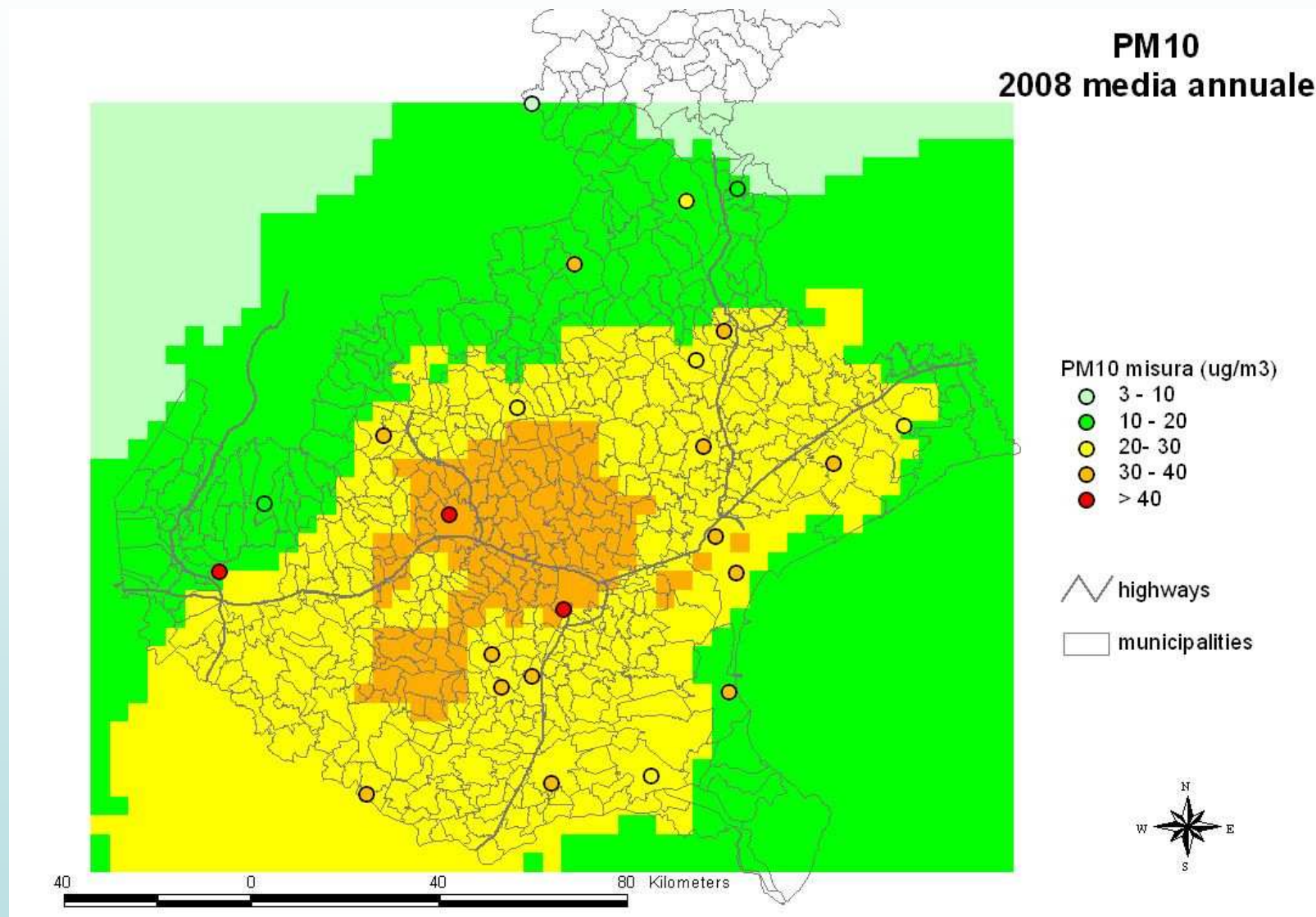
#### Numerical Resolution

A **system of partial differential equations (PDE)** translates - or "models" - this complex of phenomena into mathematical terms.

The PDE system that describes the transport and the physics-chemistry of atmospheric pollution is then solved **on calculating machines**, with the help of a numerical scheme adapted to the type of PDE to be processed.

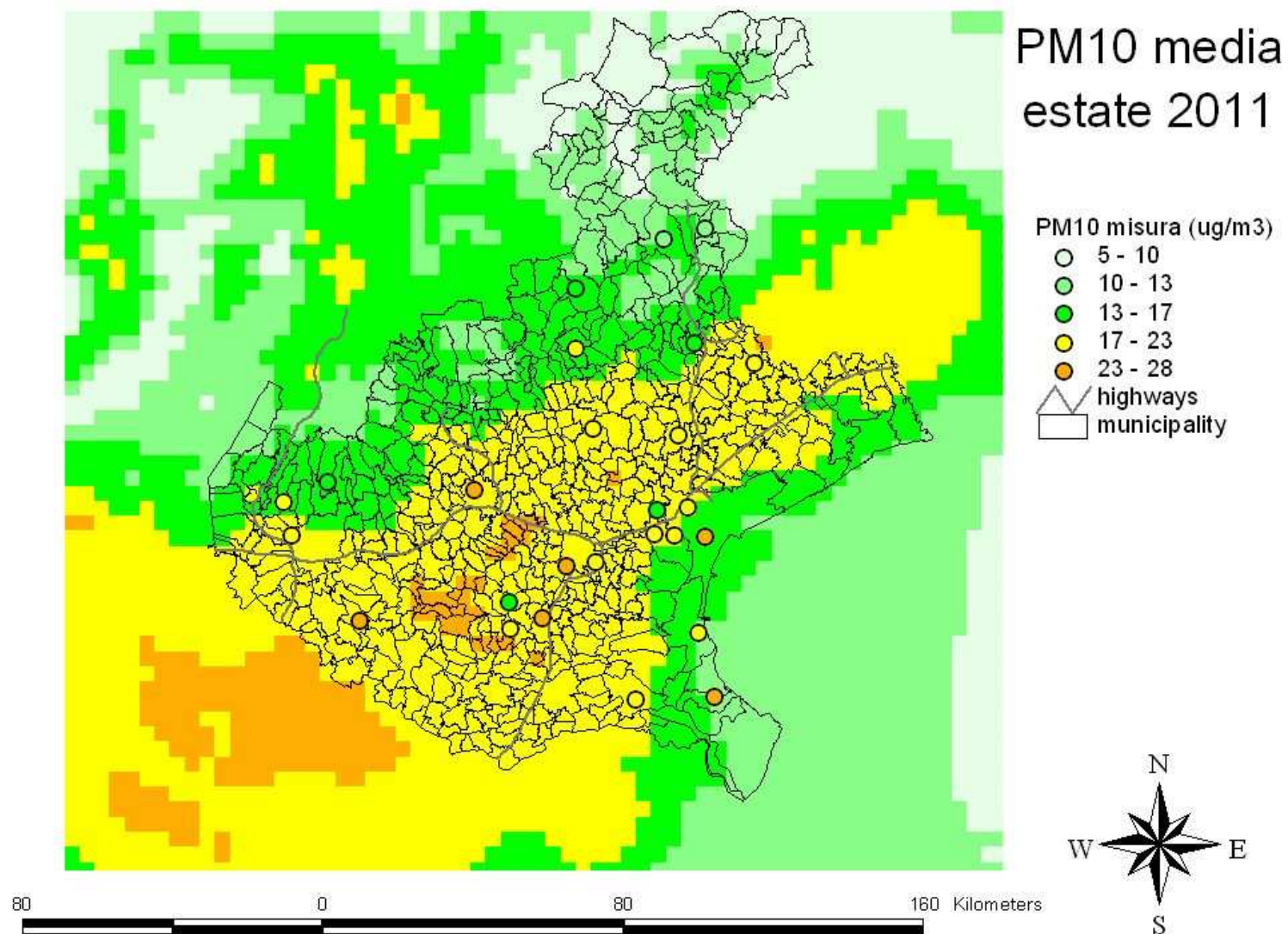


## Esempi di output: mappatura





## Esempi di output: mappatura



## Scenari emissivi e “source apportionment”

**Scenario emissivo:** valutazione della variazione del campo di concentrazione in aria dei diversi inquinanti rispetto ad una variazione stimata delle emissioni

→ Permette di verificare gli effetti della riduzione delle emissioni dei precursori sugli inquinanti secondari (O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)

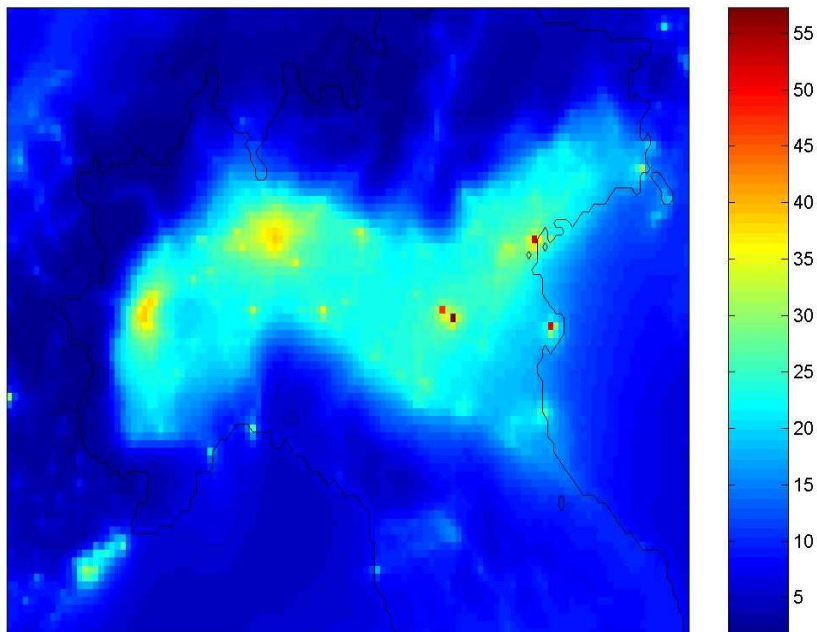
→ Permette di valutare gli effetti in condizioni meteorologiche specifiche e/o critiche

**Source Apportionment:** identificazione del peso delle diverse sorgenti antropiche e/o biogeniche nel determinare i livelli di concentrazione in aria

Zero-out modelling

CAMx → PM-Source Apportionment Technology

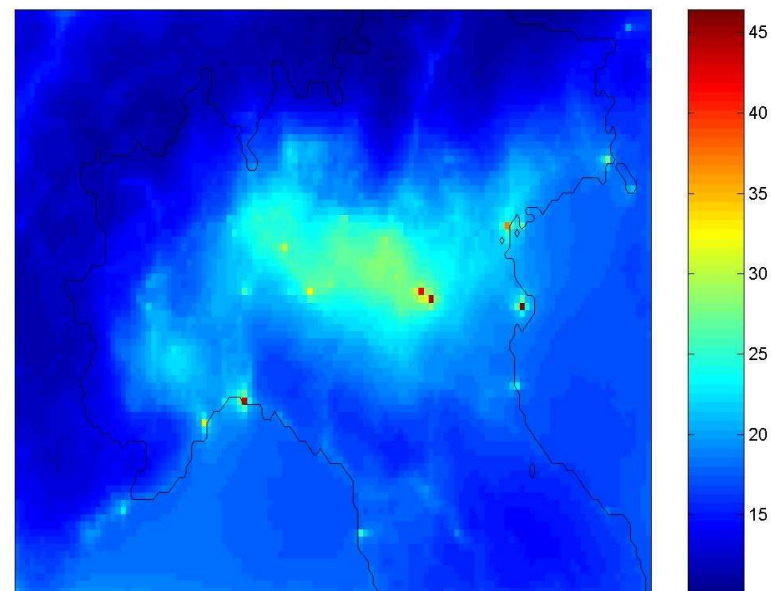
PM10 caso base - media gennaio 2004 (ug/m3)



## Esempio di applicazione modellistica su scala Bacino Padano Adriatico

In generale sussiste la tendenza dei diversi sistemi modellistici alla sottostima dei livelli invernali del PM10

PM10 caso base - media agosto 2003 (ug/m3)

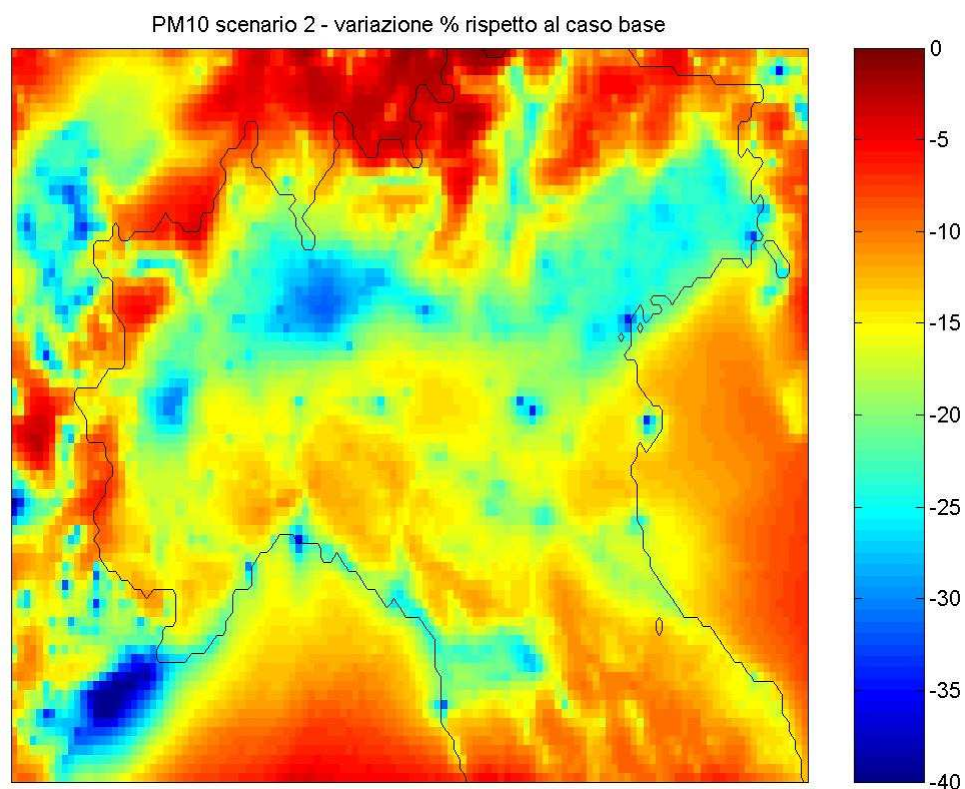


# Esempio di output : scenari emissivi

APAT – Centro Tematico Nazionale Aria Clima Emissioni (2005-2006)  
SP03 Osservatorio modelli: esercizio di interconfronto a scala BPA

Ipotesi 2 di decremento  
delle emissioni  
(da proiezioni EMEP 2020)

CO	-41%
NMVOC	-53%
NH <sub>3</sub>	-6%
NO <sub>x</sub>	-51%
PM <sub>10</sub>	-46%
SO <sub>2</sub>	-60%

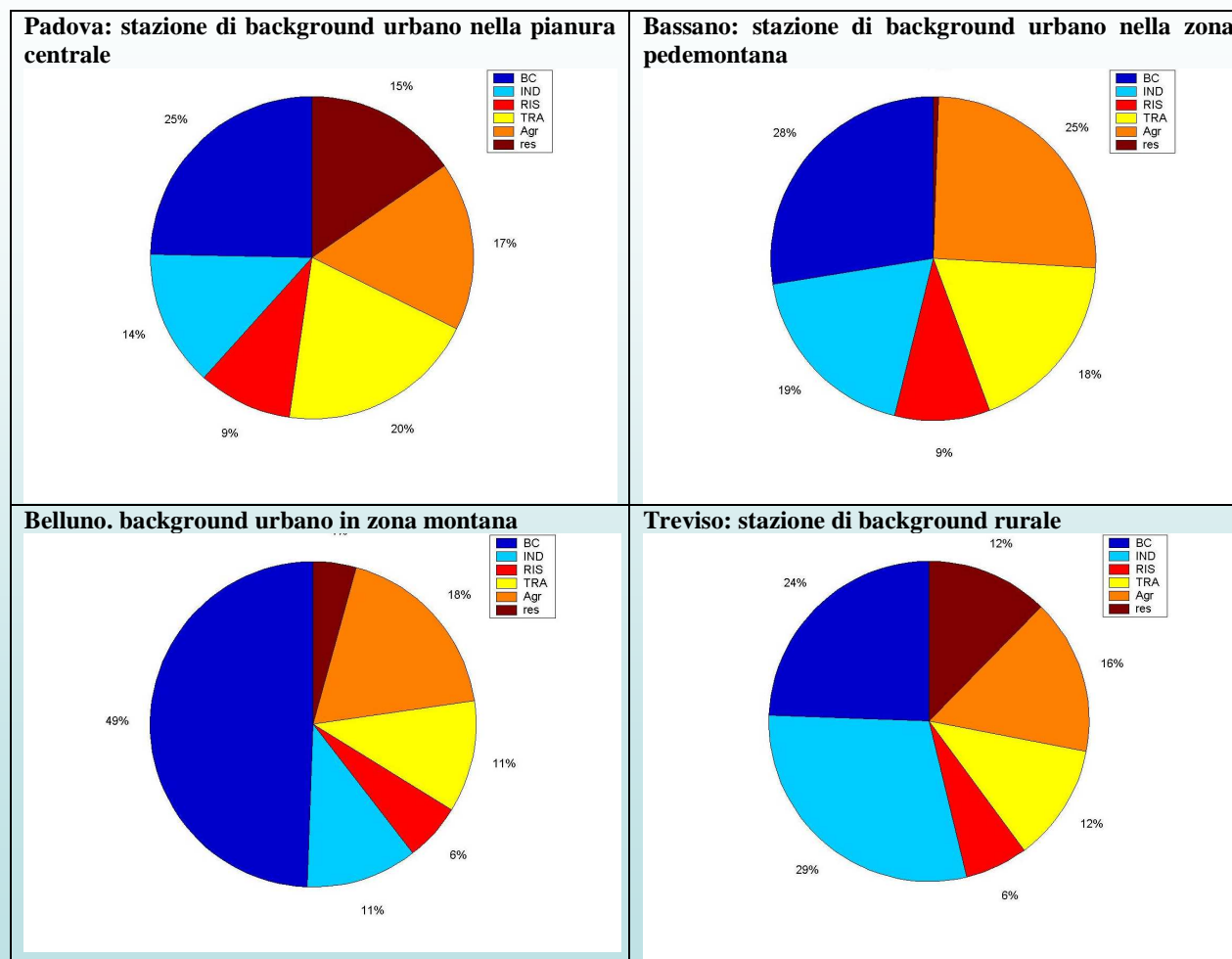


ARPA Veneto – CAMx (scenario invernale)



# Esempio di output: *source apportionment* del PM10 per comparto emissivo

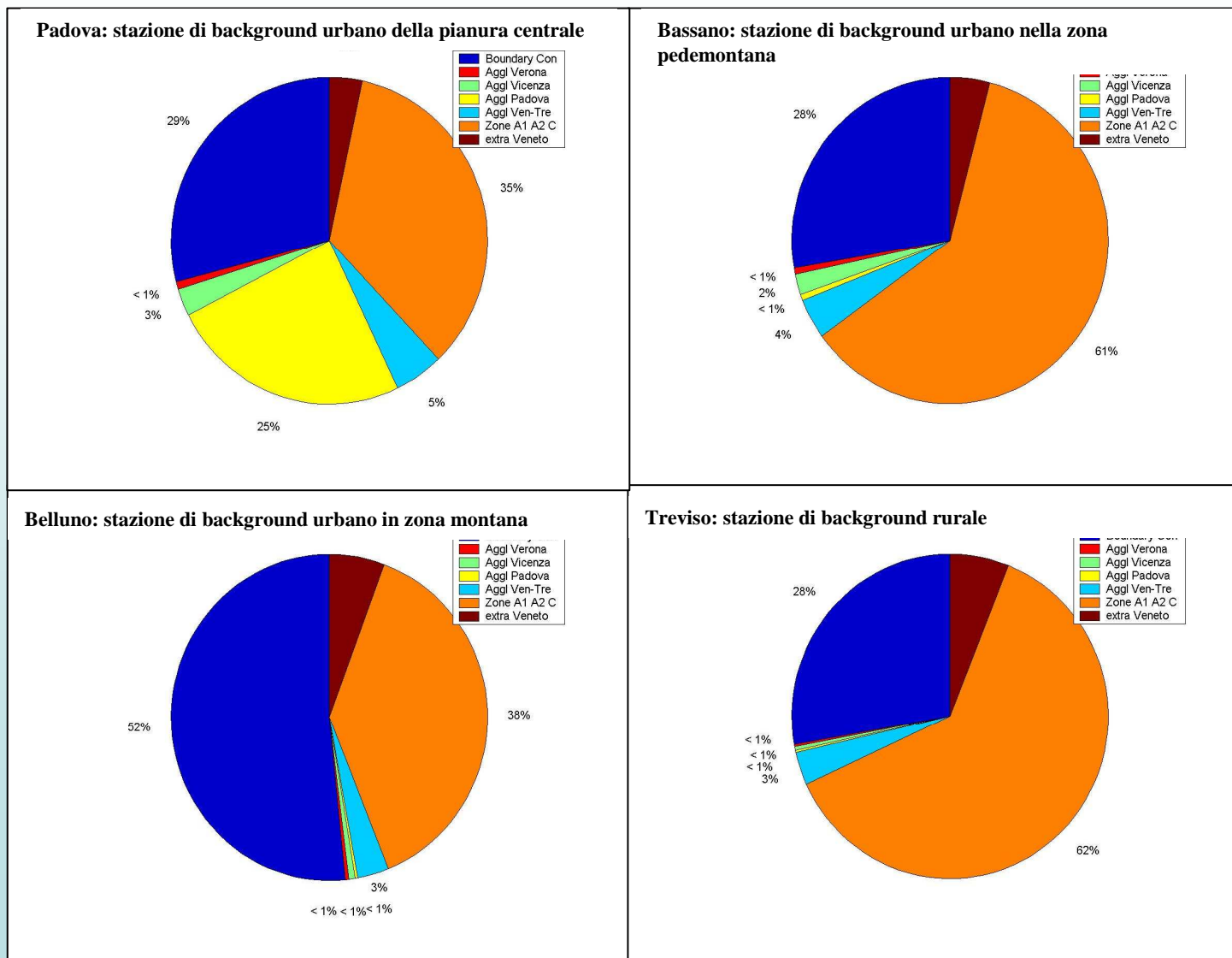
Applicazione della catena modellistica di ARPA Veneto su dominio regionale e inventario delle emissioni ISPRA 2005.



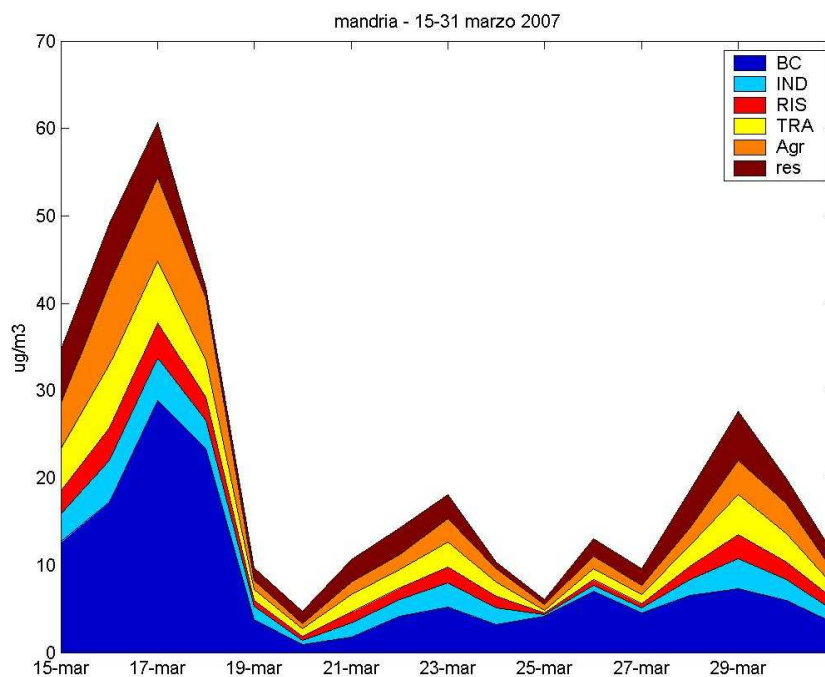
BC: apporti esterni alla regione; IND: comparto industriale; RIS: riscaldamento civili; TRA: trasporti su strada; Agr: agricoltura; res: restanti emissioni.



# Esempio di output: *source apportionment* del PM10 per zona di emissione

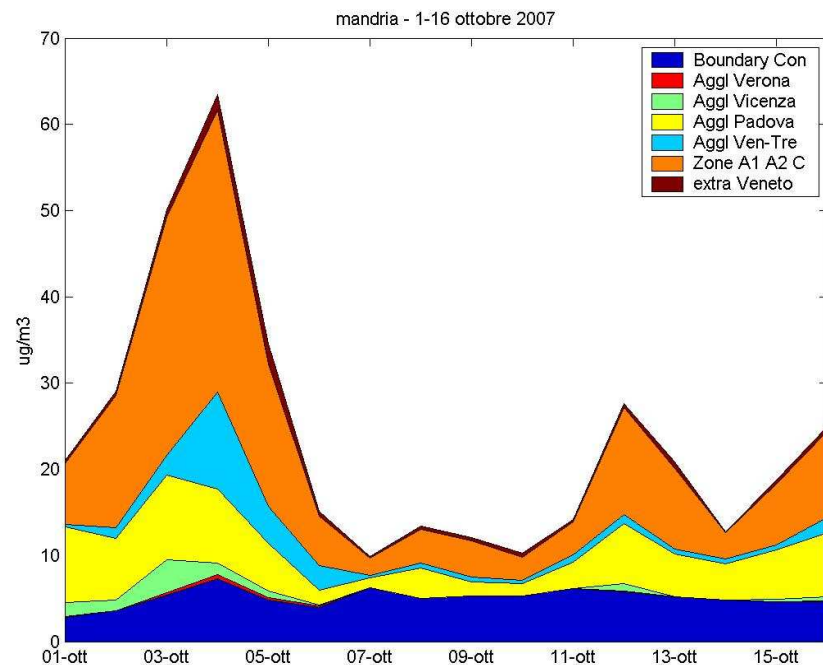


## Esempio di output: *source apportionment* del PM10 durante specifici eventi

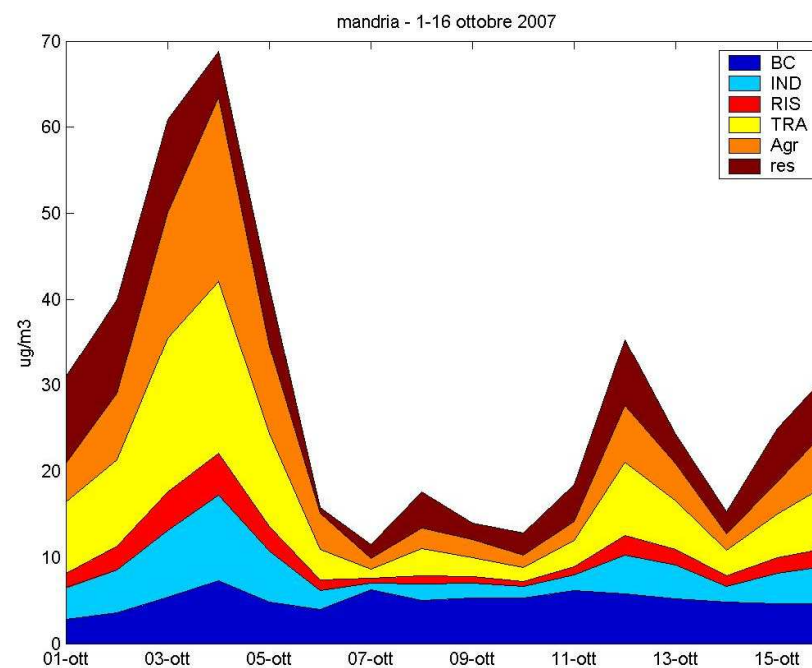


Episodio di accumulo  
per apporti extra regionali

# Esempio di output: *source apportionment* del PM10 durante specifici eventi



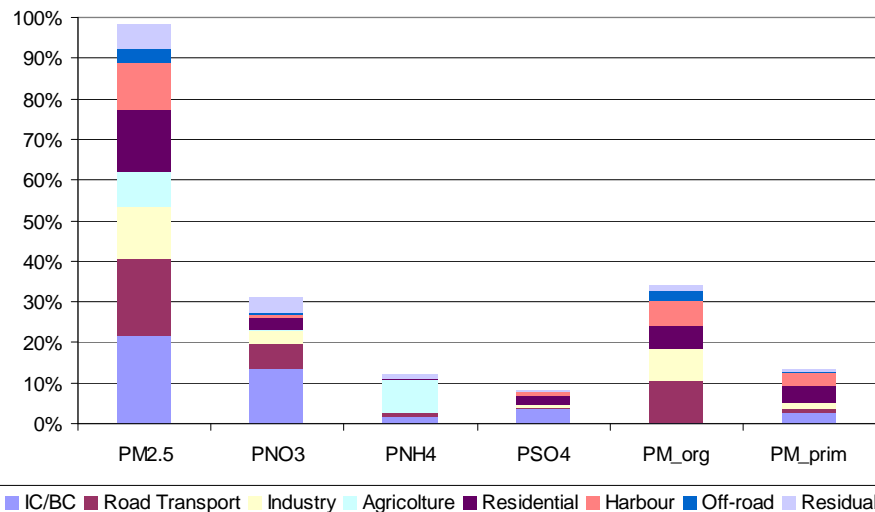
Episodio di accumulo  
per apporti locali



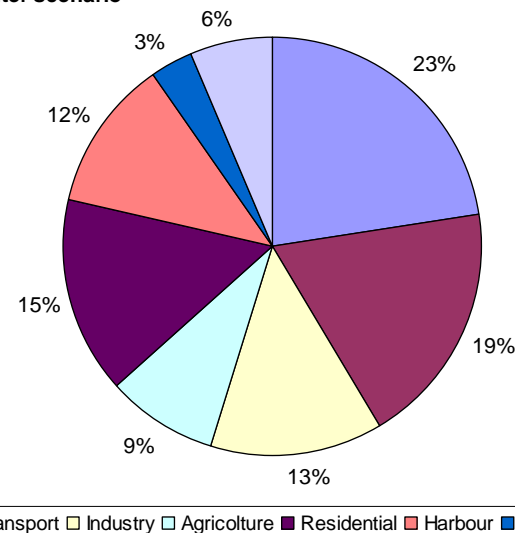
# PSAT results on Venice site receptor

winter scenario: 15 jan – 15 feb; summer scenario: 15 jul -15 aug

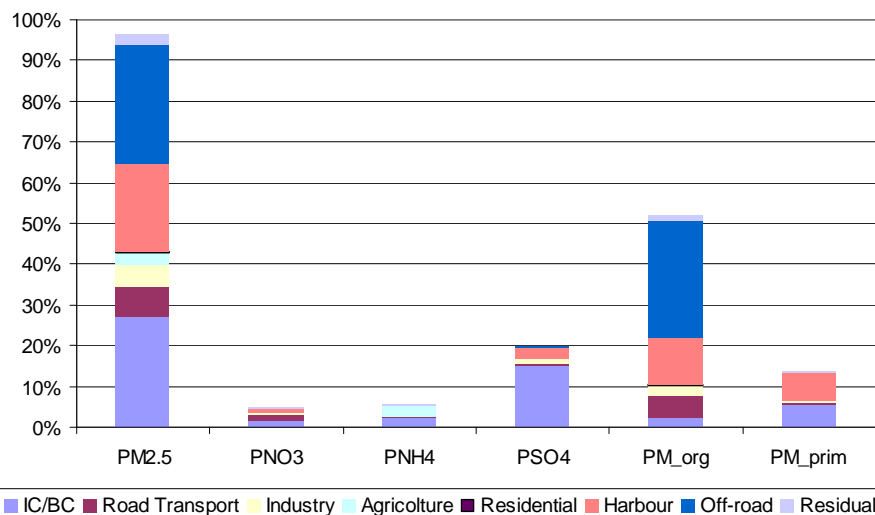
Venice - PSAT winter scenario



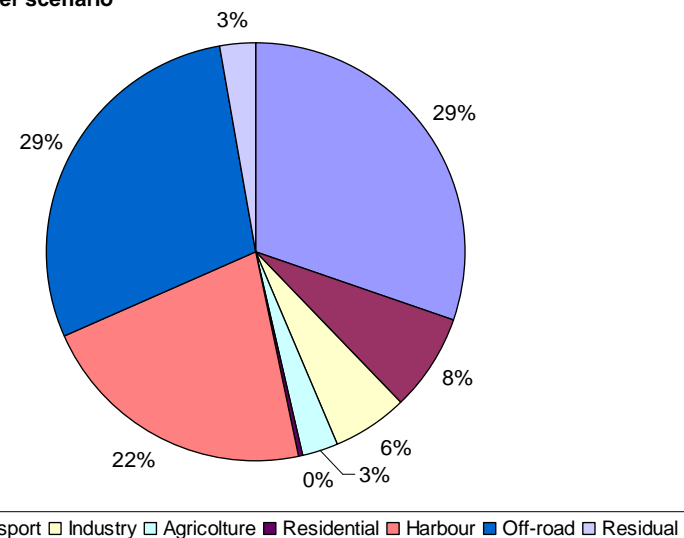
PM10 source apportionment  
Venice - winter scenario



Venice - PSAT summer scenario

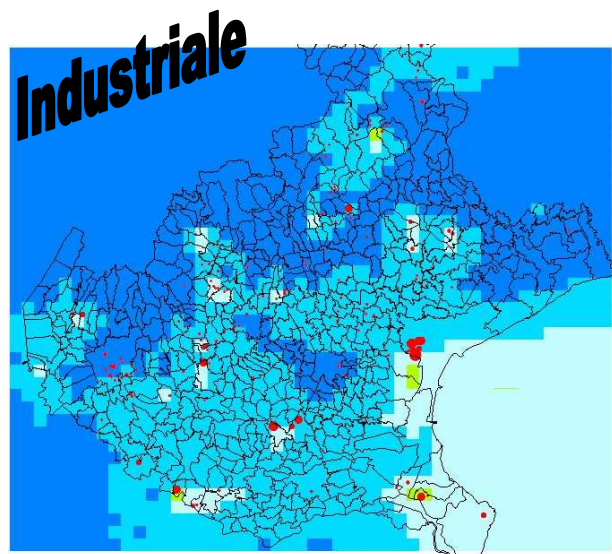
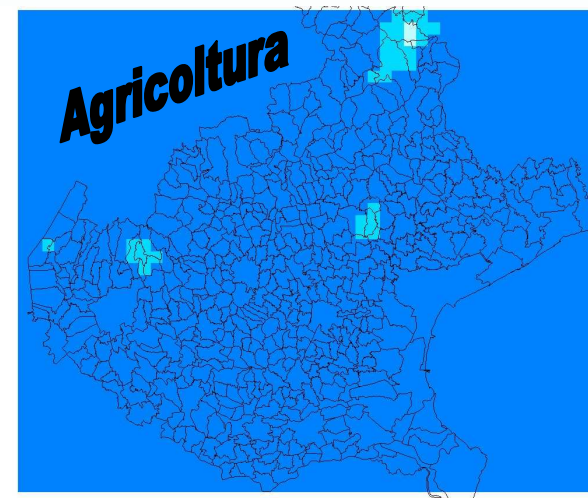
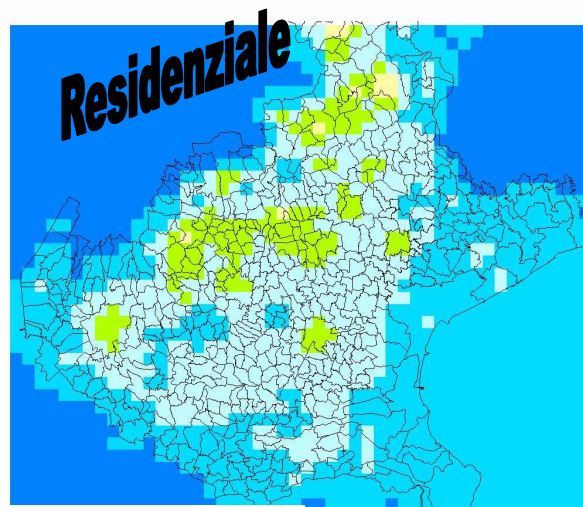
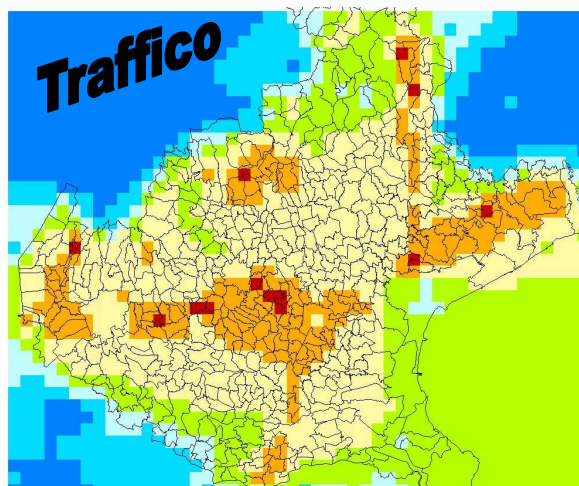


PM10 source apportionment  
Venice - summer scenario

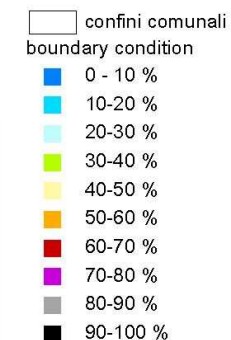
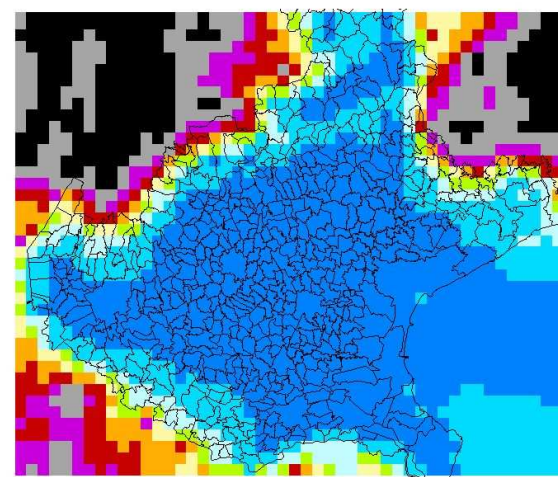


# LA MODELLISTICA A SCALA REGIONALE

Contributo % dei comparti emissivi alle concentrazioni di  $\text{NO}_x$  (scenario invernale)



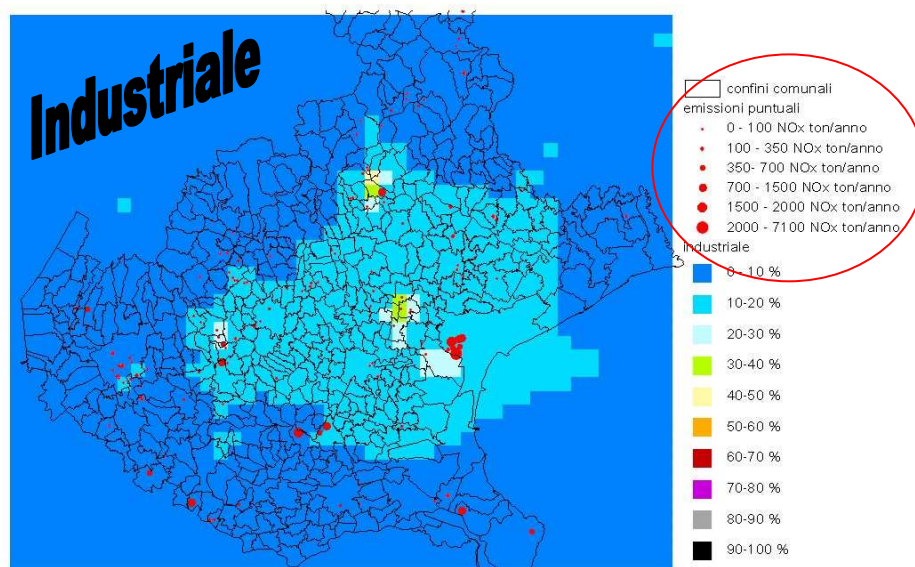
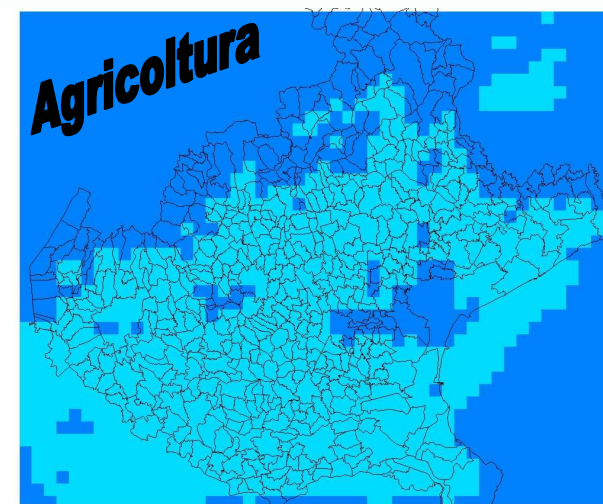
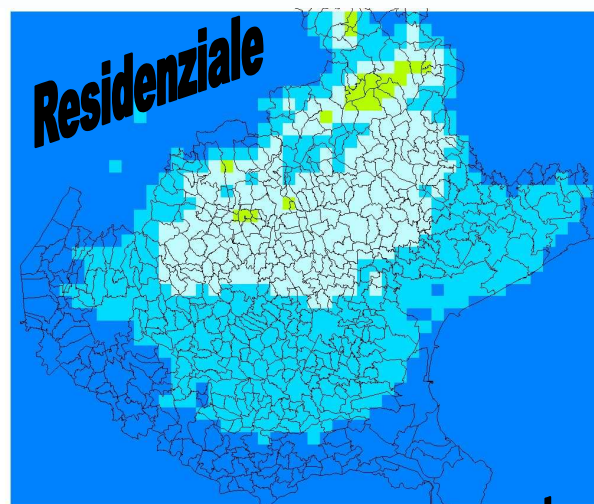
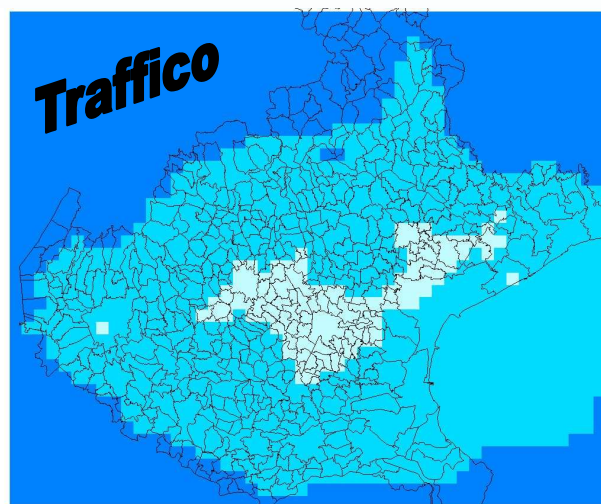
**Contributi esterni**



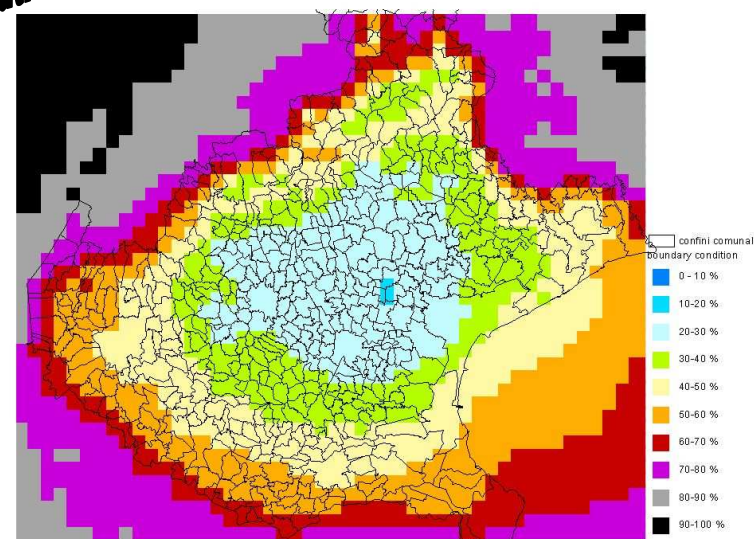


# LA MODELLISTICA A SCALA REGIONALE

Contributo % dei comparti emissivi alle concentrazioni di PM10 (scenario invernale)



**Contributi esterni**



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**