



Le sorgenti emissive

Il ruolo della modellistica numerica
nella valutazione e nella previsione dell'inquinamento atmosferico
a scala regionale e sub-regionale

Palmanova (UD), 26 e 27 febbraio 2013

ARPA FVG – CRMA
Centro Regionale di Modellistica Ambientale
crma@arpa.fvg.it



Le sorgenti emissive.

Le sorgenti emissive e il ruolo dei catasti nella modellistica.

Gli strumenti informatici adottati da ampie comunità di utenti: l'esempio INEMAR.

Aggiornamento dei catasti e le autorizzazioni alle emissioni, ovvero la possibilità di aumentare notevolmente la frequenza di aggiornamento delle sorgenti censite.

La necessita e la difficoltà di verificare la congruenza delle informazioni archiviate nei catasti.

I problemi tipici di trasferimento dei dati emissivi dai catasti ai modelli di dispersione:

- la speciazione chimica

- la speciazione dimensionale del particolato

- la modulazione temporale delle emissioni

- il passaggio dai limiti amministrativi ad un grigliato regolare.



Le sorgenti emissive.

Il ruolo dei catasti nella modellistica.



DPSIR

Determinanti:

meteorologia, orografia, uso del suolo

Pressioni:

emissioni in atmosfera

Stato (S e ΔS):

output dei modelli, condizioni iniziali ed al contorno, misure di QA

Impatto (su salute ed ecosistemi):

in genere non viene stimato...
(analisi di rischio, epidemiologia, ecc.)

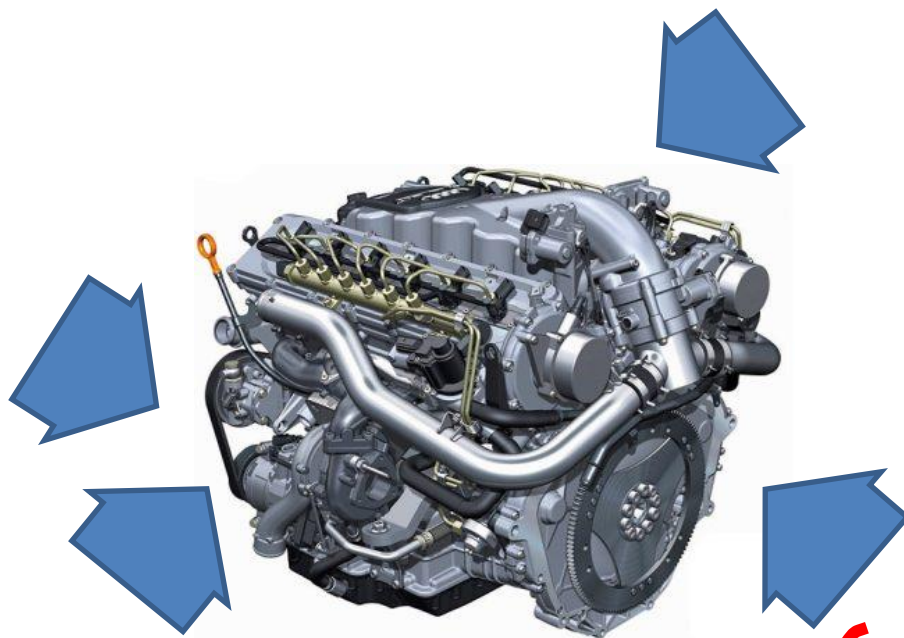
In generale ci si confronta
con gli indicatori ed i limiti
previsti dalla Normativa



Risposte:

Piani (risanamento, mantenimento, azione), autorizzazioni (VIA, emissioni atmosfera, unica)

Catene di **previsione** e **valutazione** della **Qualità dell'Aria**: dati in ingresso ai **modelli a griglia**



Campi «per ogni specie chimica»:

- Velocità di deposizione (2D)
- **Condizioni al contorno** (lateral e top)
- **Condizioni iniziali** (3D)
- **Emissioni diffuse** (~2D)

Dati «non grigliati»:

- **Emissioni puntuali**
- Emissioni lineari



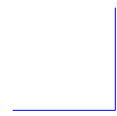
Le sorgenti sono inserite in inventario come:

Areali: Comune/Provincia/Regione

Puntuali: Camino

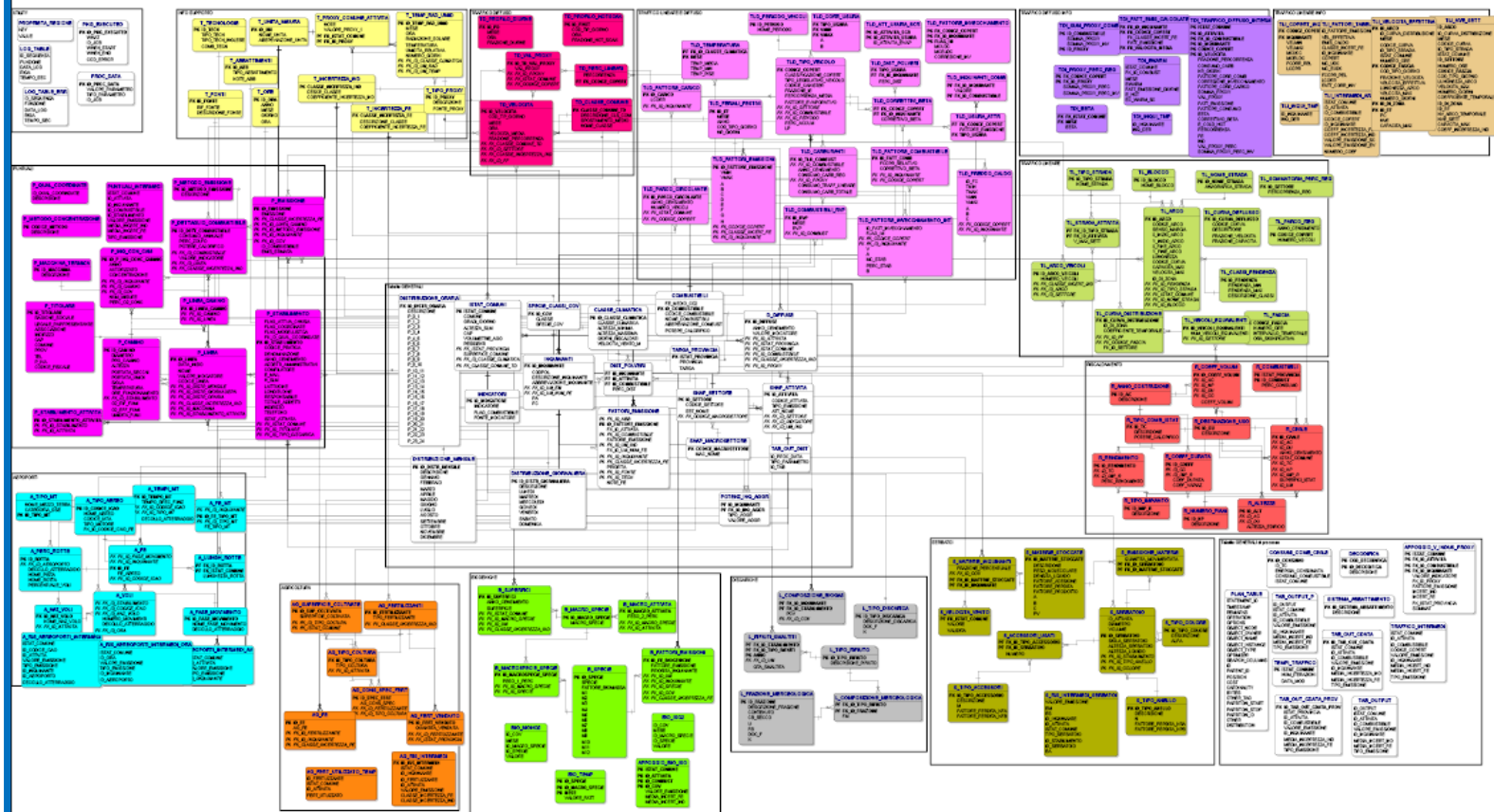
Lineari: Tratto stradale

Tali entità popolano un **database relazionale**, assieme ad altre (es: stabilimento, linea, ragione sociale, classe climatica, inquinante, unità di misura...), costituendo altrettante **tabelle**.



INEMAR

~ 200 tabelle



12 moduli di calcolo basati su tali tabelle



I catasti delle emissioni forniscono, di base:

emissioni annue di ciascun inquinante **per categoria SNAP 97** (Macrosettore; Settore; Attività) **per regione amministrativa** (Comune)

Si possono eventualmente scorporare:

emissioni annue di ciascun inquinante per specifici **camini** (puntuali) e **tratti stradali** (areali)...

(ai fini dell'inserimento in un modello a griglia, tuttavia, le emissioni dei tratti stradali possono essere "spalmate" sulla cella come le altre "emissioni fredde al suolo" ...)



SNAP 97 (Macrosettore; Settore; Attività)

1. centrali elettriche pubbliche, cogenerazione e teleriscaldamento
2. impianti di combustione non industriali

020100 Impianti commerciali ed istituzionali

020101 Caldaie con potenza termica ≥ 300 MW

020102 Caldaie con potenza termica ≥ 50 e < 300 MW

...

020200 Impianti residenziali

020201 Caldaie con potenza termica ≥ 50 MW

...

...

3. combustione nell'industria
4. processi produttivi
5. estrazione e distribuzione di combustibili fossili
6. uso di solventi
7. trasporto su strada
8. altre sorgenti mobili e macchinari
9. trattamento e smaltimento rifiuti
10. agricoltura
11. altre sorgenti e assorbimenti



Stime delle emissioni **TOP-DOWN**

Fattore di emissione * Indicatore * Variabile proxy

FE: quantità annua di inquinante per unità di indicatore
es: g/ton; kg/addetto; ton/ettaro coltivato

INDICATORE: indicatore di attività
es: ton di combustibile; numero di addetti; ettari coltivati

PROXY: variabile che permette di disaggregare un dato a livello territoriale inferiore
es: popolazione o superficie di un Comune (rispetto al totale regionale/provinciale)

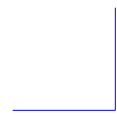


Stime delle emissioni **BOTTOM-UP** (singola sorgente)

Fattore di emissione * Indicatore

Oppure:

Misura diretta





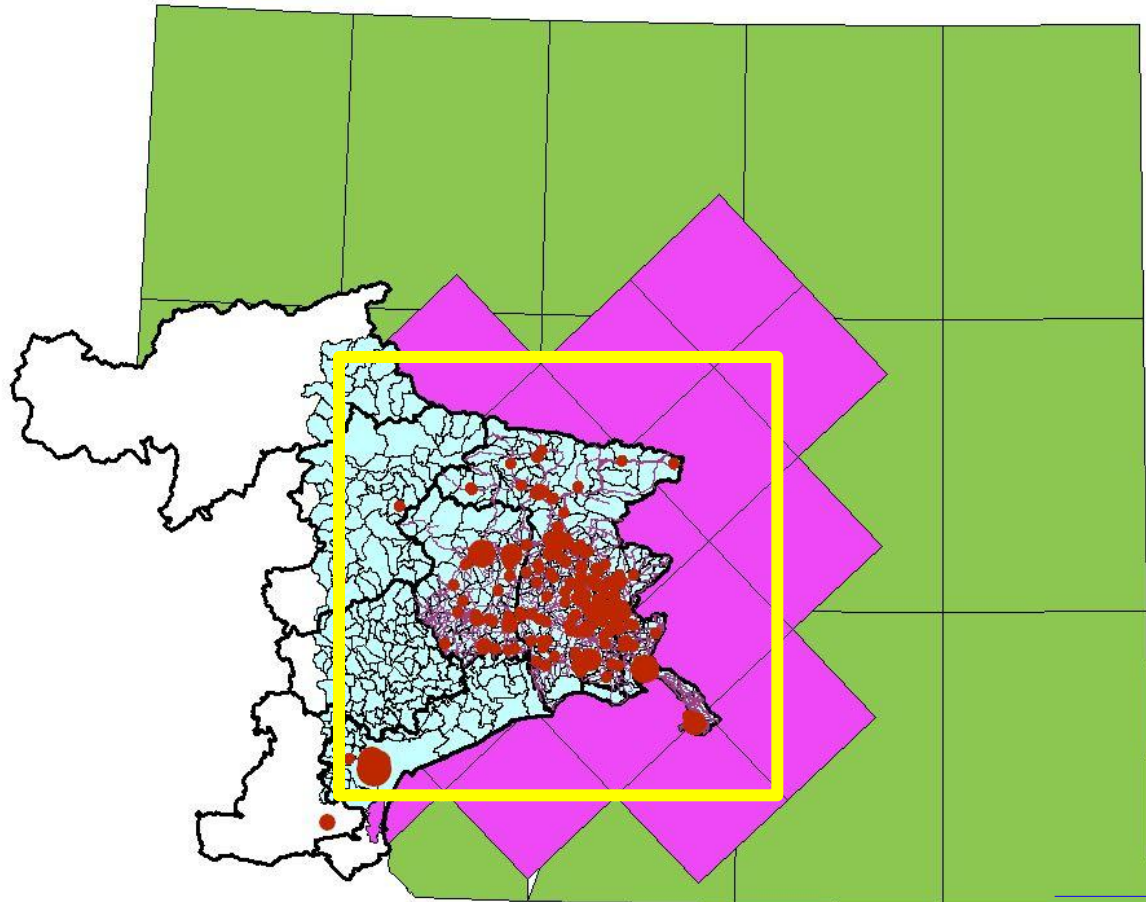
I catasti delle emissioni:

servono alle simulazioni con **modelli chimici a griglia** (Euleriani, CTM...): sia in “prognosi” (previsione della qualità dell’aria, 1 – 5 giorni) che in “diagnosi” (valutazione della qualità dell’aria, 1 – 5 anni)

Possono servire per studi su singole sorgenti... con delle “complessità” (es: emissioni non convogliate, emissioni anomale, stime non accurate, dati non aggiornati, mancanza di “metadati”, ecc.)

I catasti delle emissioni devono essere **completi**:
 copertura **geografica** sul dominio del **CTM** (modello)
ATTENZIONE: le regioni interne al dominio ma esterne
 ai limiti amministrativi/statali!

- *INEMAR (FVG)*
- *ISPRA (IT)*
- *EPER (EU)*
- *GEIA (biogeniche)*





I catasti delle emissioni devono essere **completi**:

emissioni di inquinanti rilevanti per **O3** e **PM**

(perché c'è la “**chimica**” e perché sono gli inquinanti i cui livelli sono più diffusamente sopra i **limiti!**)

CH4, CO, COVNM, N2O, NH3, NO, NO2, PTS, PM10, PM2.5, SO2, precursori O3

Non possono mancare, quindi, né **INDICATORI**, né **FATTORI DI EMISSIONE**, né variabili **PROXY** (di disaggregazione) per tali inquinanti!



Altri inquinanti (microinquinanti):

As, BaP, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, diossine, PCB...

Valutazione della Qualità dell'Aria:

-spesso possono essere legati a **valutazioni su singole sorgenti** rilevanti

oppure:

- possibile ricorrere a **misure** + metodi di “**stima oggettiva**”



CO2

Gli inventari NON nascono per stimare le emissioni di CO2... non è un problema di qualità dell'aria!

Però... censite le **combustioni** (per altri fini), c'è solo da stimare gli **assorbimenti** (foreste e suoli)!

(uno dei servizi che si possono dare anche avendo solo una parte della catena modellistica...!)





Elementi essenziali della modellistica per la qualità dell'aria



Gli strumenti informatici adottati da ampie comunità di utenti: l'esempio INEMAR.



1999 , Regione Lombardia e Regione Piemonte

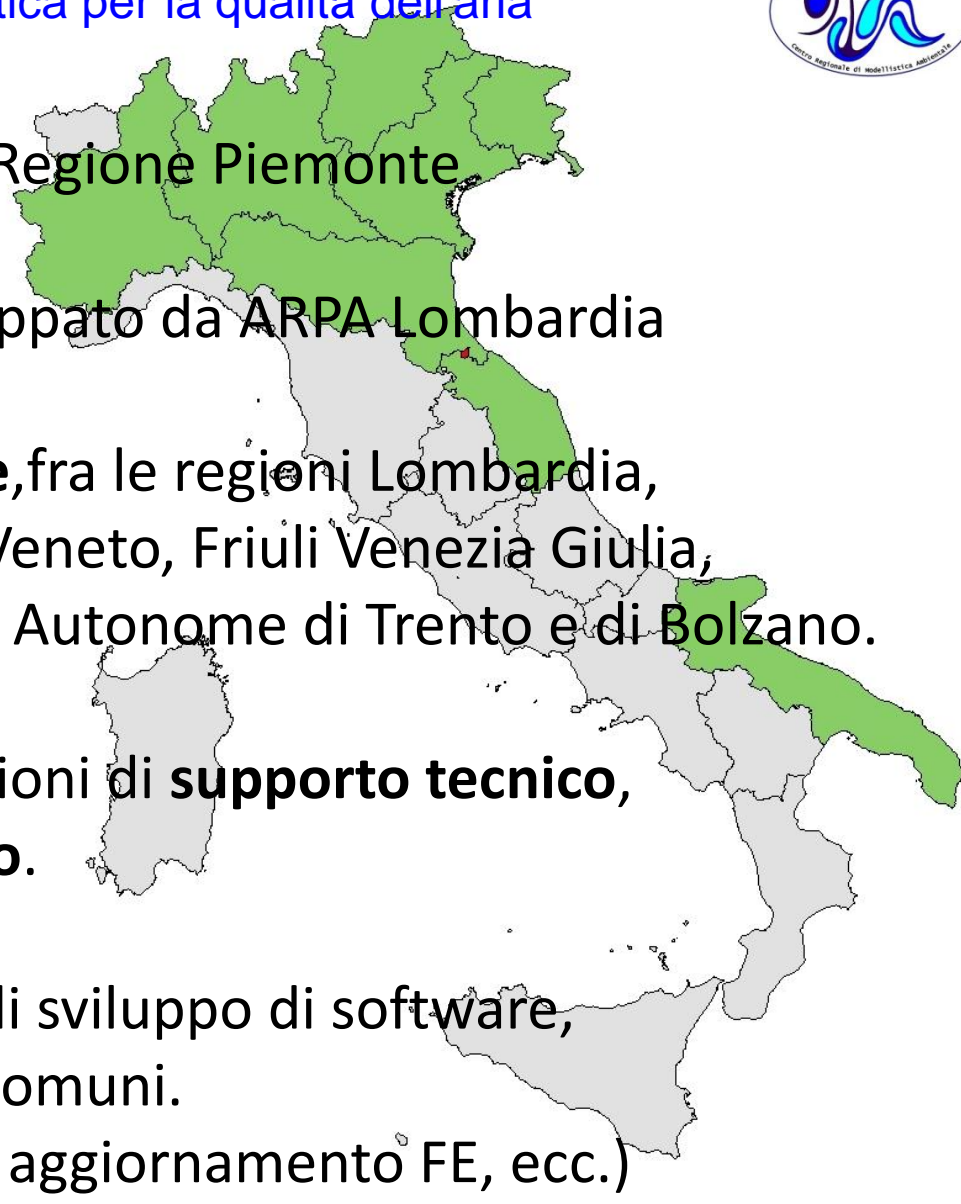
2003, INEMAR gestito e sviluppato da ARPA Lombardia

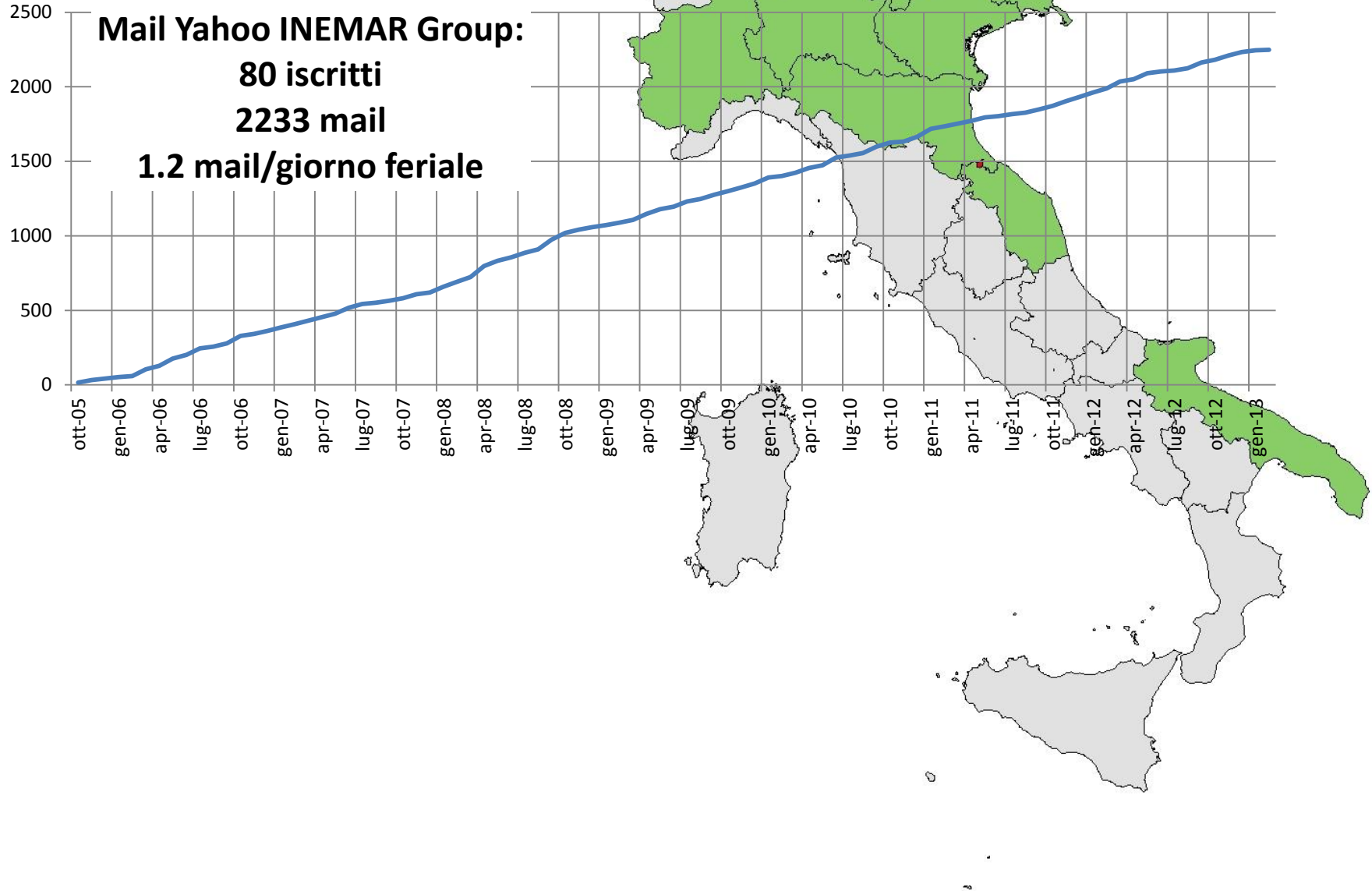
2006, **accordo interregionale**, fra le regioni Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Puglia, Marche e le Province Autonome di Trento e di Bolzano.

ARPA Lombardia svolge funzioni di **supporto tecnico, formazione e coordinamento.**

Piani triennali delle attività di sviluppo di software, metodologia e raccolta dati comuni.

(nuovi moduli e funzionalità, aggiornamento FE, ecc.)







Elementi essenziali della modellistica per la qualità dell'aria



Aggiornamento dei catasti e le autorizzazioni alle emissioni, ovvero la possibilità di aumentare notevolmente la frequenza di aggiornamento delle sorgenti censite.





Tema controverso:

- spesso le emissioni dalle **piccole aziende** sono meglio stimate fra le emissioni diffuse con tecniche **TOP-DOWN** (indicatori, FE, proxy) (es: emissioni non convogliate, misure non rappresentative o solo per certi inquinanti... può uscirne un quadro incompleto o incoerente!)
- problema di **completezza** dell'inventario, se si inseriscono solo le nuove autorizzazioni
- problema di **allineamento** dei database (INEMAR vs "database autorizzazioni": anagrafiche, ecc.)
- l'inventario delle emissioni è una «**fotografia statica**» di UN anno emissivo

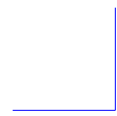


AIA

Per le AIA varrebbe senz'altro la pena di disporre di un «**inventario amministrativo**» che possa alimentare l'«**inventario delle emissioni**» relativamente alle **sorgenti puntuali**:

- numero limitato di grossi impianti
- relazioni tecniche dettagliate

(in ogni caso, il collegamento fra database non sarebbe «continuo»...
L'inventario delle emissioni è una fotografia statica annuale!)





Elementi essenziali della modellistica per la qualità dell'aria



La necessita e la difficoltà di verificare la congruenza delle informazioni archiviate nei catasti.





Elementi essenziali della modellistica per la qualità dell'aria



Alcune criticità:

- molti indicatori e variabili proxy sono desunte dai Censimenti Generali ISTAT (aggiornamento decennale)
- disporre di un grafo stradale con le stime dei flussi veicolari
- «chiudere il cerchio» dei consumi di carburante – vendite – percorrenze, per una stima accurata delle emissioni da traffico (se una Regione/Provincia fosse un sistema chiuso, o in equilibrio...)
- stimare le emissioni da combustione di biomassa per riscaldamento domestico
- emissioni non convogliate da grossi impianti (problemi su scala locale, complessi da affrontare anche con la modellistica...)
- emissioni «autorizzate» anziché «effettive»
- adeguatezza dei fattori di emissione (da letteratura o altre realtà)
- ...

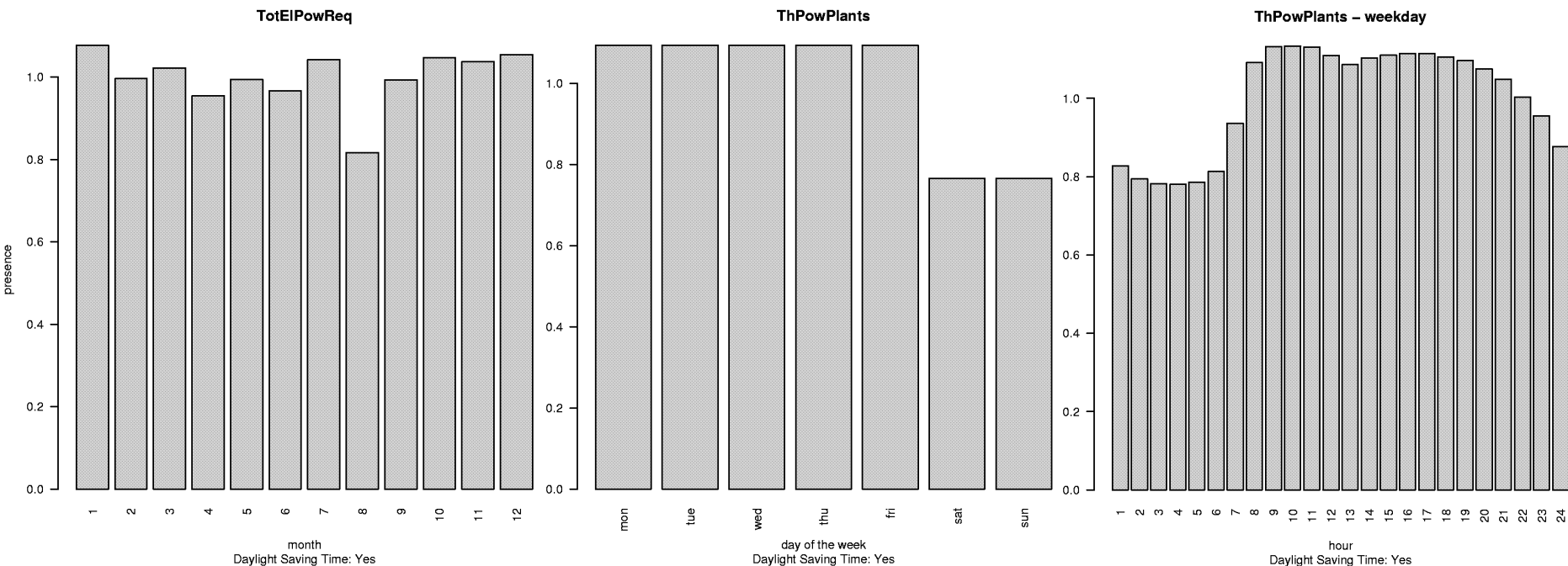


I problemi tipici di trasferimento dei dati emissivi dai catasti ai modelli di dispersione:

1. la modulazione temporale delle emissioni
2. il passaggio dai limiti amministrativi ad un grigliato regolare
3. la speciazione chimica (COVNM, PM)
4. la speciazione dimensionale del particolato



la modulazione temporale delle emissioni



Spesso si assume una modulazione: $\text{month} * \text{weekday} * \text{hour}$
 su cui disaggregare i totali annui, oppure un profilo specifico «day-by-day»

Questi profili di attività vanno forniti per tutte le sorgenti (attività SNAP97)

Nell'esempio: centrali termoelettriche

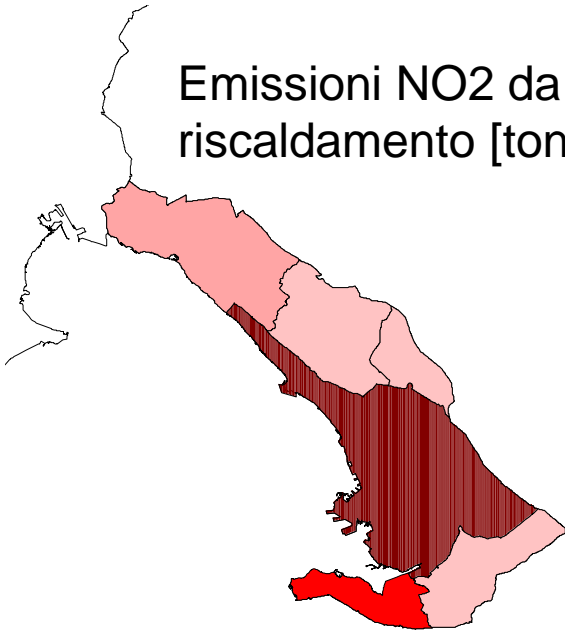


Elementi essenziali della modellistica per la qualità dell'aria

il passaggio dai limiti amministrativi ad un grigliato regolare



Emissioni NO₂ da riscaldamento [ton/anno]



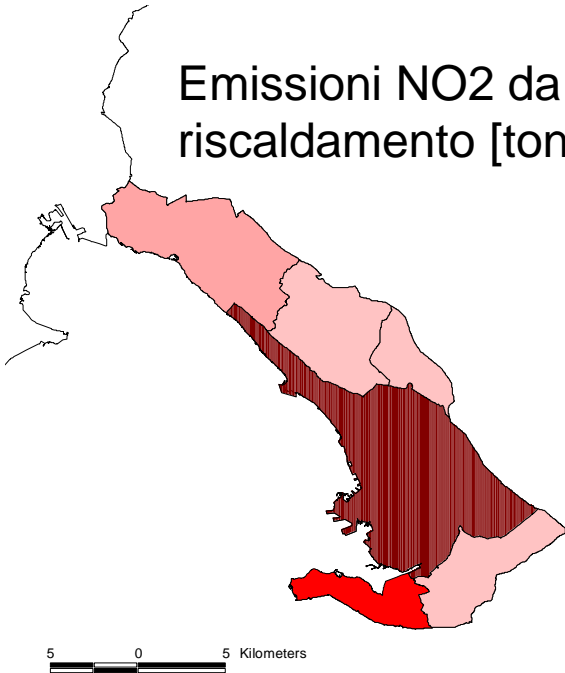
5 0 5 Kilometers



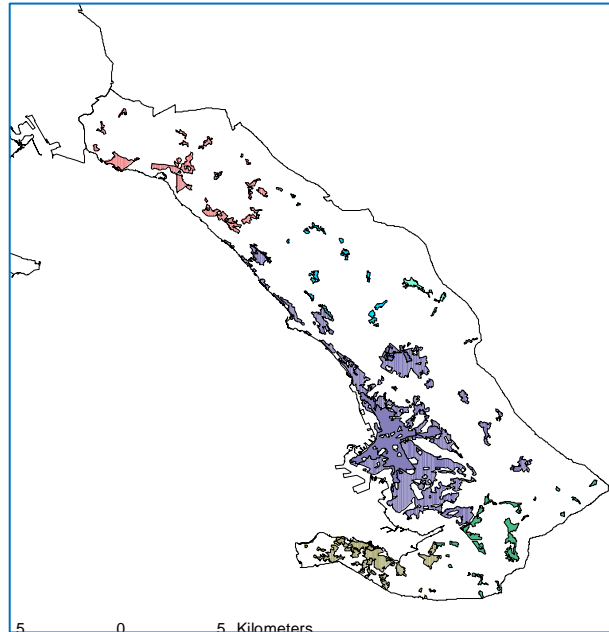
Elementi essenziali della modellistica per la qualità dell'aria

il passaggio dai limiti amministrativi ad un grigliato regolare

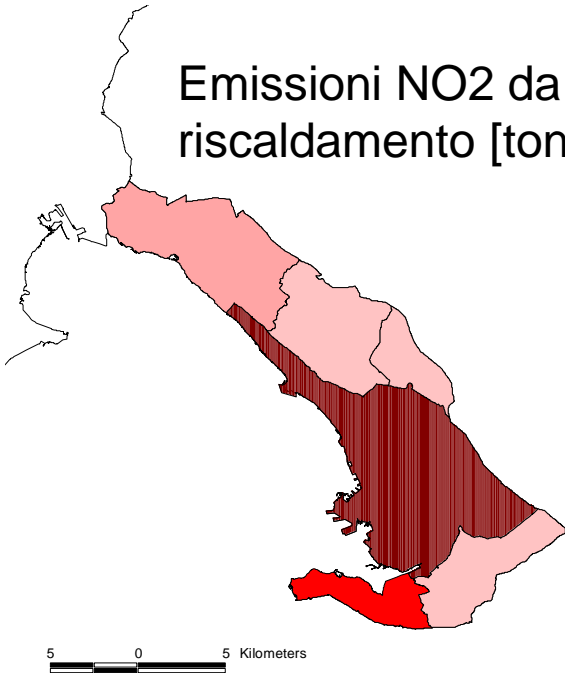
Emissioni NO₂ da riscaldamento [ton/anno]



Uso del suolo: aree urbane
⇒ localizzazione delle emissioni

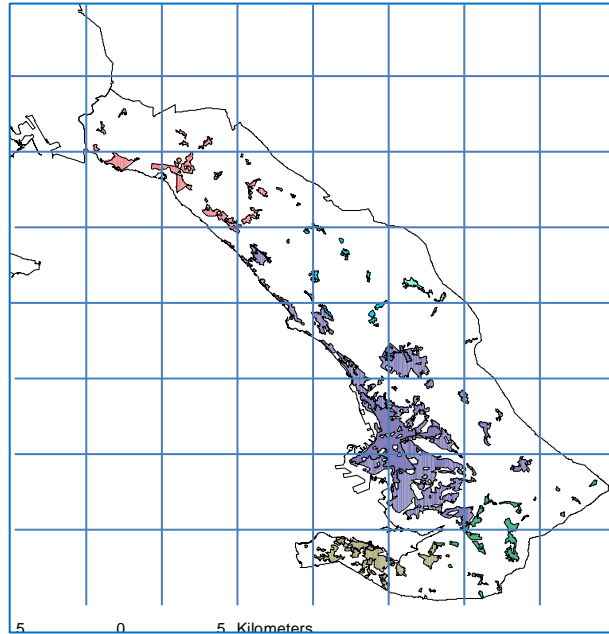


Emissioni NO₂ da riscaldamento [ton/anno]



Funzioni tipiche dei GIS (es. Quantum GIS -> GRASS...)

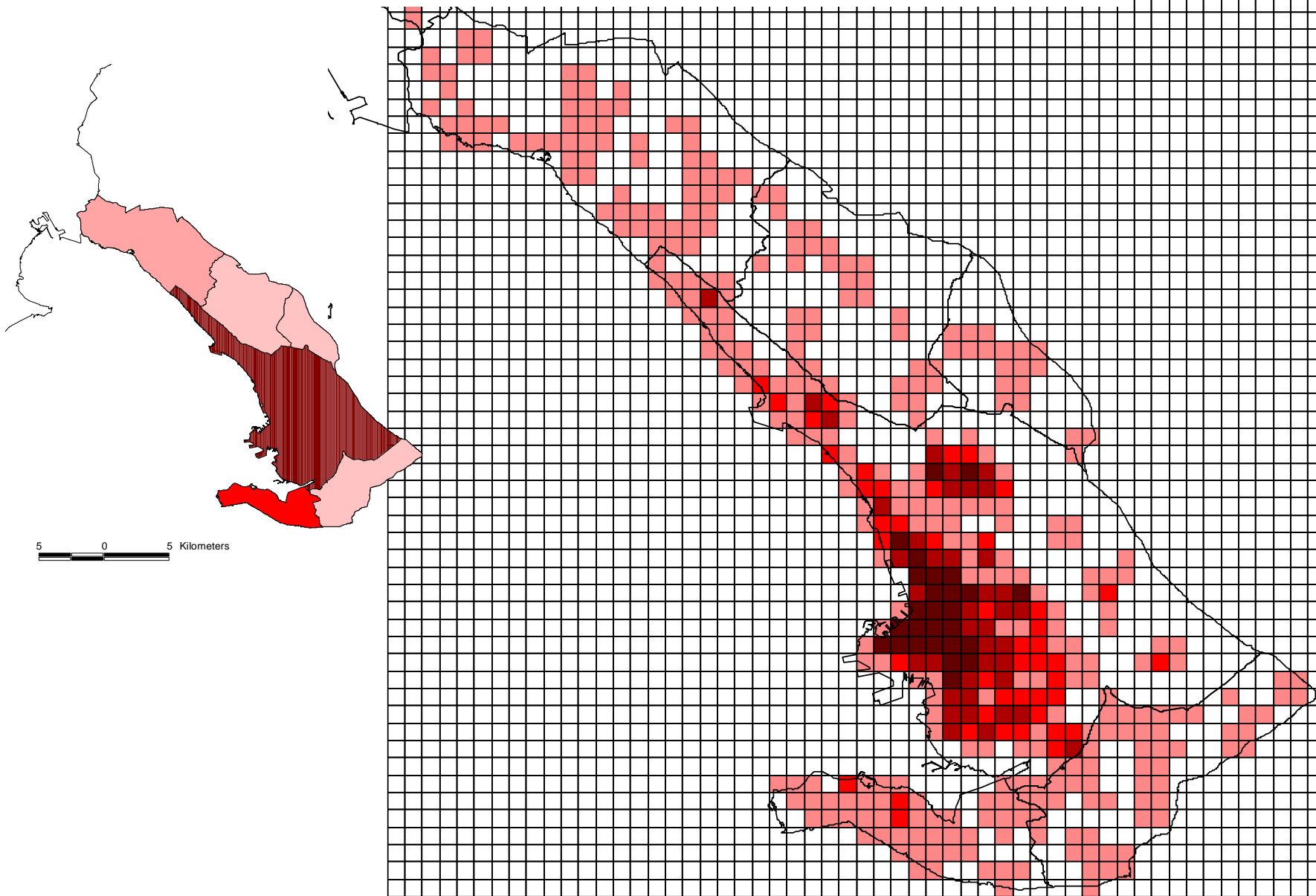
Uso del suolo: aree urbane
⇒ localizzazione delle emissioni



Intersezione con celle di griglia

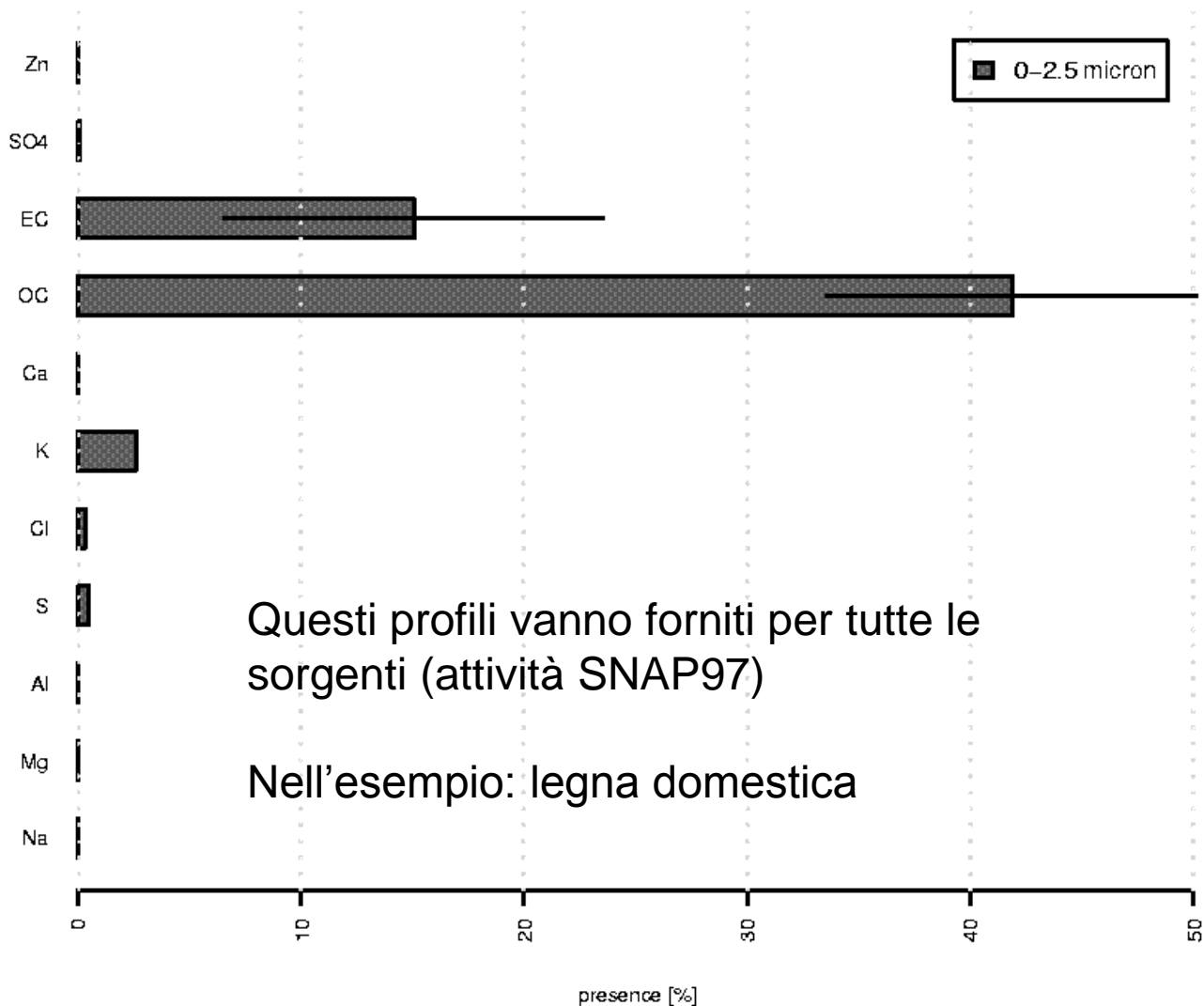
Elementi essenziali della modellistica per la qualità dell'aria

il passaggio dai limiti amministrativi ad un grigliato regolare



la speciazione chimica (PM)

Profile: Composite of Residential Wood Burning Sources



Questi profili vanno forniti per tutte le sorgenti (attività SNAP97)

Nell'esempio: legna domestica



21 specie nel PM in FARM (in nero quelle presenti anche nell'input emissivo):

1 ASO4J	accumulation mode sulfate mass
2 ASO4I	Aitken mode sulfate mass
3 ANH4J	accumulation mode ammonium mass
4 ANH4I	Aitken mode ammonium mass
5 ANO3J	accumulation mode nitrate mass
6 ANO3I	Aitken mode aerosol nitrate mass
7 AORAJ	accumulation mode anthropogenic secondary organic mass
8 AORAI	Aitken mode anthropogenic secondary organic mass
9 AORPAJ	accumulation mode primary organic mass
10 AORPAI	Aitken mode mode primary organic mass
11 AORBJ	accumulation mode secondary biogenic organic mass
12 AORBI	Aitken mode biogenic secondary biogenic organic mass
13 AECJ	accumulation mode elemental carbon mass
14 AECI	Aitken mode elemental carbon mass
15 A25J	accumulation mode unspecified anthropogenic mass
16 A25I	Aitken mode unspecified anthropogenic mass
17 ACORS	coarse mode unspecified anthropogenic mass
18 ASEAS	coarse mode marine mass
19 ASOIL	coarse mode soil-derived mass
25 AH2OJ	accumulation mode water mass
26 AH2OI	Aitken mode water mass

la speciazione chimica (COVNM)

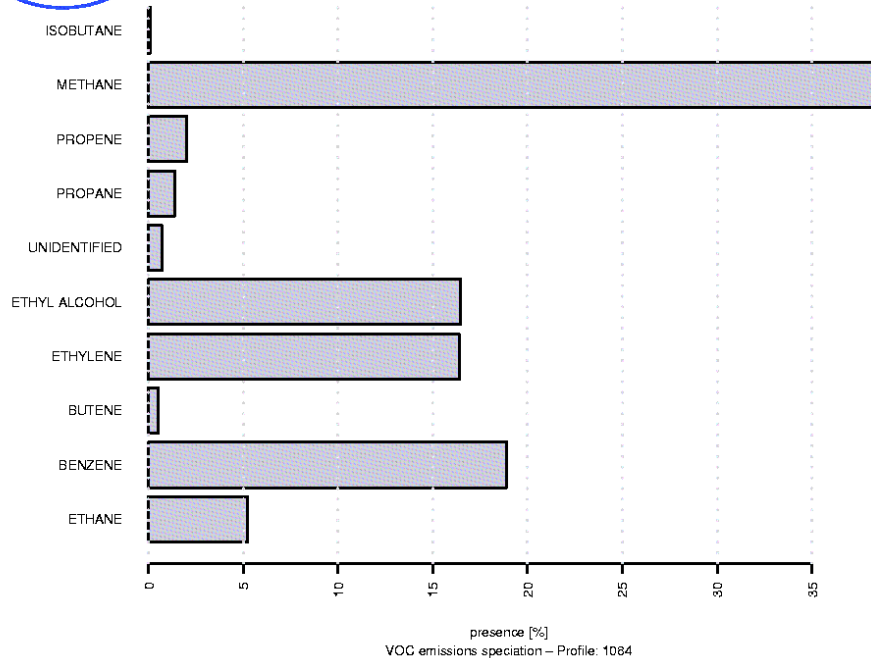


Profile: Residential Wood Combustion (C-1 - C-6)

I meccanismi chimici (es: SAPRC99) prevedono specie aggregate (*lumped*)

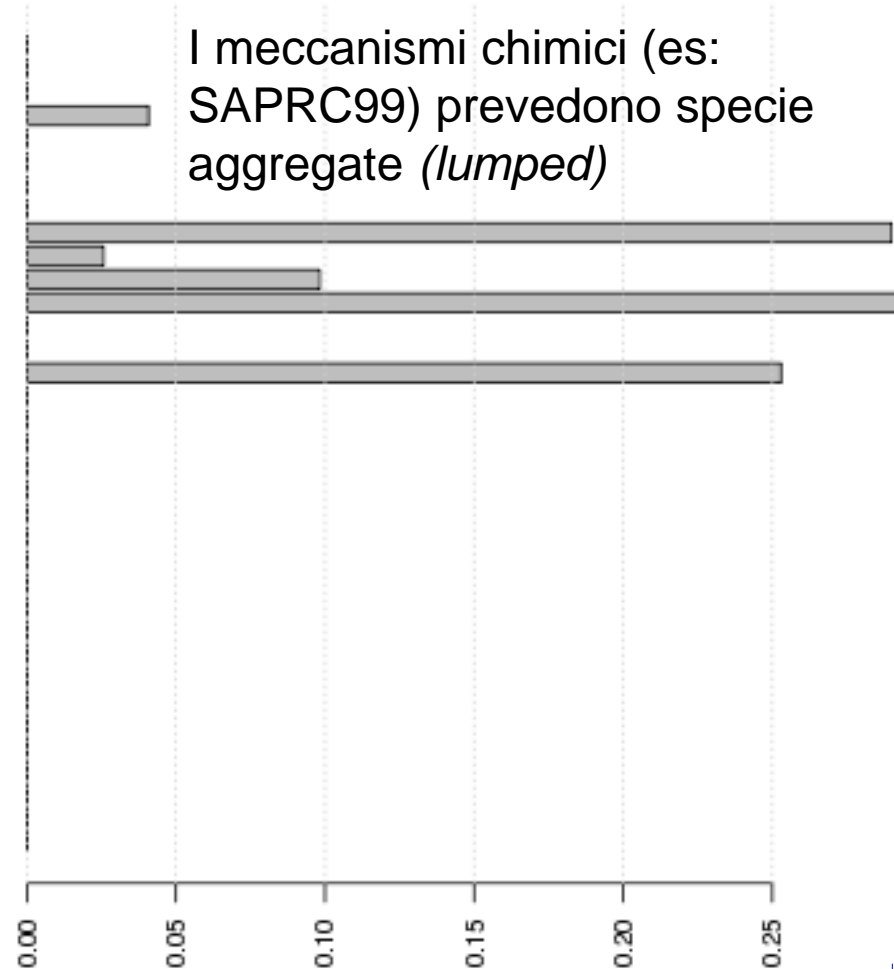


Profile: Residential Wood Combustion (C-1 - C-6)



VOC emissions speciation - Profile: 1084

- XC
- TRP1
- OLE2
- OLE1
- ARO2
- ARO1
- ALK5
- ALK4
- ALK3
- ALK2
- ALK1
- C6H6
- BACL
- ISOP
- ETHE
- CH4
- RC2H
- CO2H
- HC2H
- MEOH
- ISPD
- MVK
- METH
- MGLY
- GLY
- CRES
- PHEN
- BALD
- PRD2
- MEK
- ACET
- RCHO
- CCHO
- HCHO
- CO



VOC emissions speciation - LUMPED Profile: 1084



Esempio: i campi di specie gassose di FARM...

SLOW SPECIES

- ...
- 7 HNO3 Nitric acid
- 8 HONO Nitrous acid
- 9 HNO4 Peroxynitric acid
- 10 CO Carbon monoxide
- 11 HO2H Hydrogen peroxide
- 12 ROOH Lumped higher organic hydroperoxides
- 13 PAN Peroxyacetyl nitrate
- 14 PAN2 Higher peroxyacyl nitrates
- 15 HCHO Formaldehyde
- 16 CCHO Acetaldehyde
- 17 RCHO Higher aldehydes
- ...
- 54 METH Methacrolein
- 55 MVK Methyl Vinyl Ketone
- 56 ISPD Lumped Isoprene products
- 57 MA_PAN PAN analogues formed from Methacrolein
- 58 CO3H Peroxy acetic Acid
- 59 RC3H Higher organic peroxy acids
- 60 RC2H Higher organic acids
- 61 COOH Methyl Hydroperoxide
- 62 BAACL Biacetil

ACTIVE SPECIES

- 63 O3 Ozone4 (**non nelle emissioni...!!**)
- 64 NO Nitric oxide2
- 65 NO2 Nitrogen dioxide2
- 66 NO3 Nitrate radical
- 67 N2O5 Nitrogen pentoxide
- 68 HO2 Hydroperoxyl radicals
- 69 C_O2 Methyl peroxy radical
- 70 CCO_O2 Acetyl peroxy radicals
- 71 RCO_O2 Higher peroxyacyl radicals5



Elementi essenziali della modellistica per la qualità dell'aria



Buon lavoro!!

