

# Simulazioni Modellistiche e Valutazione del Danno Sanitario

Roberto Giua

Angela Morabito

ARPA PUGLIA - CENTRO REGIONALE ARIA (C.R.A.)



ASLLECCE  
SERVIZIO SANITARIO DELLA PUGLIA

# Valutazione del danno sanitario



La Legge regionale 24 luglio 2012, N. 21 prevede l'effettuazione di una valutazione del danno sanitario (VDS) per stabilimenti industriali insistenti su aree ad elevato rischio di crisi ambientale e/o SIN della Regione Puglia soggetti ad AIA e che presentino il requisito aggiuntivo di essere fonti di idrocarburi policiclici aromatici, di produrre polveri o di scaricare reflui nei corpi idrici.

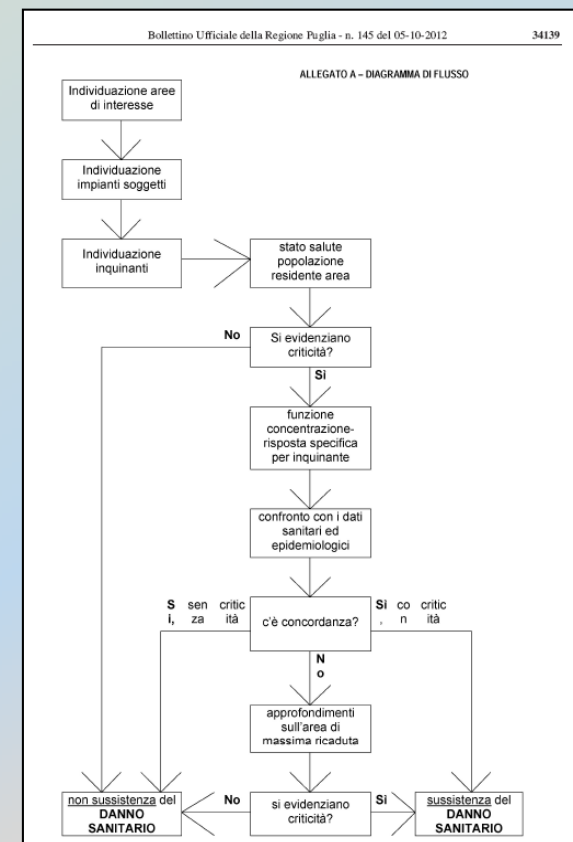
Il campo di applicazione della citata legge, disciplinato dall'art. 1 comma 2 della stessa, si estende alle aree di Brindisi e Taranto

I criteri metodologici sono stati stabiliti dal Regolamento attuativo pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 145 del 05-10-2012.

Come schematizzato nel diagramma di flusso la VDS consta di due componenti:

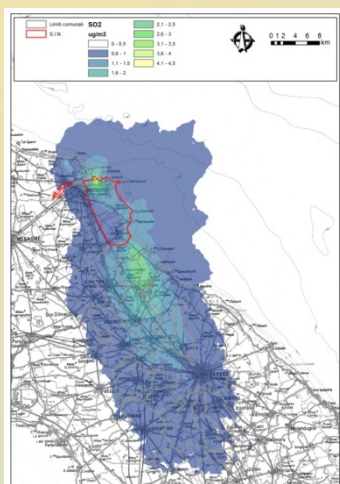
1) una **valutazione epidemiologica di area**, rivolta in particolare alle patologie a breve latenza potenzialmente attribuibili ad esposizioni ambientali (es. malattie cardiovascolari, malattie respiratorie acute e neoplasie infantili);

2) una **valutazione di impatto sanitario impianto-specifica** che si avvale delle procedure di **risk assessment** con particolare attenzione agli effetti cancerogeni delle sostanze.



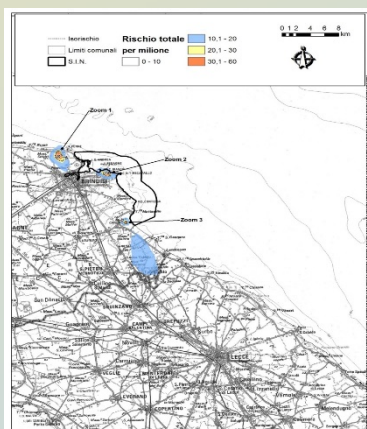
# Analisi del rischio

**1° STEP  
CARATTERIZZAZIONE E  
QUANTIFICAZIONE  
EMISSIONI**



**2° STEP  
SIMULAZIONE DELLA  
DISPERSIONE CON  
MODELLI NUMERICI**

**3° STEP  
VALUTAZIONE  
ESPOSIZIONE  
INALATORIA DELLA  
POPOLAZIONE**



**4° STEP  
STIMA DELL'IMPATTO  
SULLA SALUTE**

$$\text{Inhalation Dose} = \frac{(\text{CAIR})(\text{DBR})(\text{A})(\text{EF})(\text{ED})1 \times 10^{-6}}{\text{AT}} \quad [1]$$

dove:  
 Inhalation Dose = Dose through inhalation (mg/kg/d)  
 10<sup>-6</sup> = micrograms to milligrams conversion, liters to cubic meters conversion (10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/l)  
 CAIR = Concentration in air (µg/m<sup>3</sup>)  
 DBR = Daily breathing rate (L/kg body weight-day or L/kg-day)  
 A = Inhalation absorption factor  
 EF = Exposure frequency (days/year)  
 ED = Exposure duration (years)  
 AT = Averaging time period over which exposure is averaged, in days (e.g. 25.550 days for cancer risk)

# Il sistema di modelli per la VDS



1° STEP  
EMISSIONI INQUINANTI  
IN ATMOSFERA

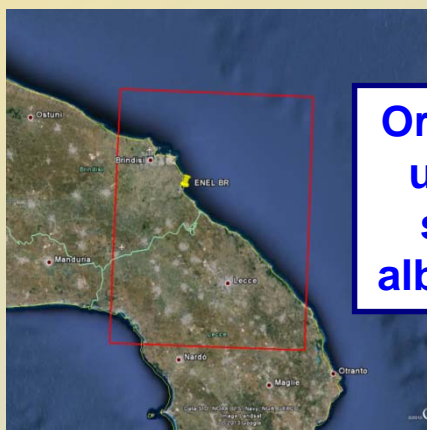
2° STEP  
DISPERSIONE  
ATTRAVERSO MODELLI  
DIFFUSION

3° STEP  
ESPOSIZIONE DELLA  
POPOLAZIONE

4° STEP  
IMPATTO SULLA SALUTE

**DATASET METEOROLOGICO ANNO DI RIFERIMENTO**  
Dati meteorologici al suolo e profili verticali orari  
di vento e temperatura ad una risoluzione di 4Km

Orografia,  
uso del suolo,  
albedo, etc



**Minerve**

Ricostruzione dei campi 3d orari di vento medio e di temperatura per l'anno 2007 sul dominio di simulazione

**SurfPro**

Calcolo dei parametri turbolenti orari per il 2007

**Emissioni**

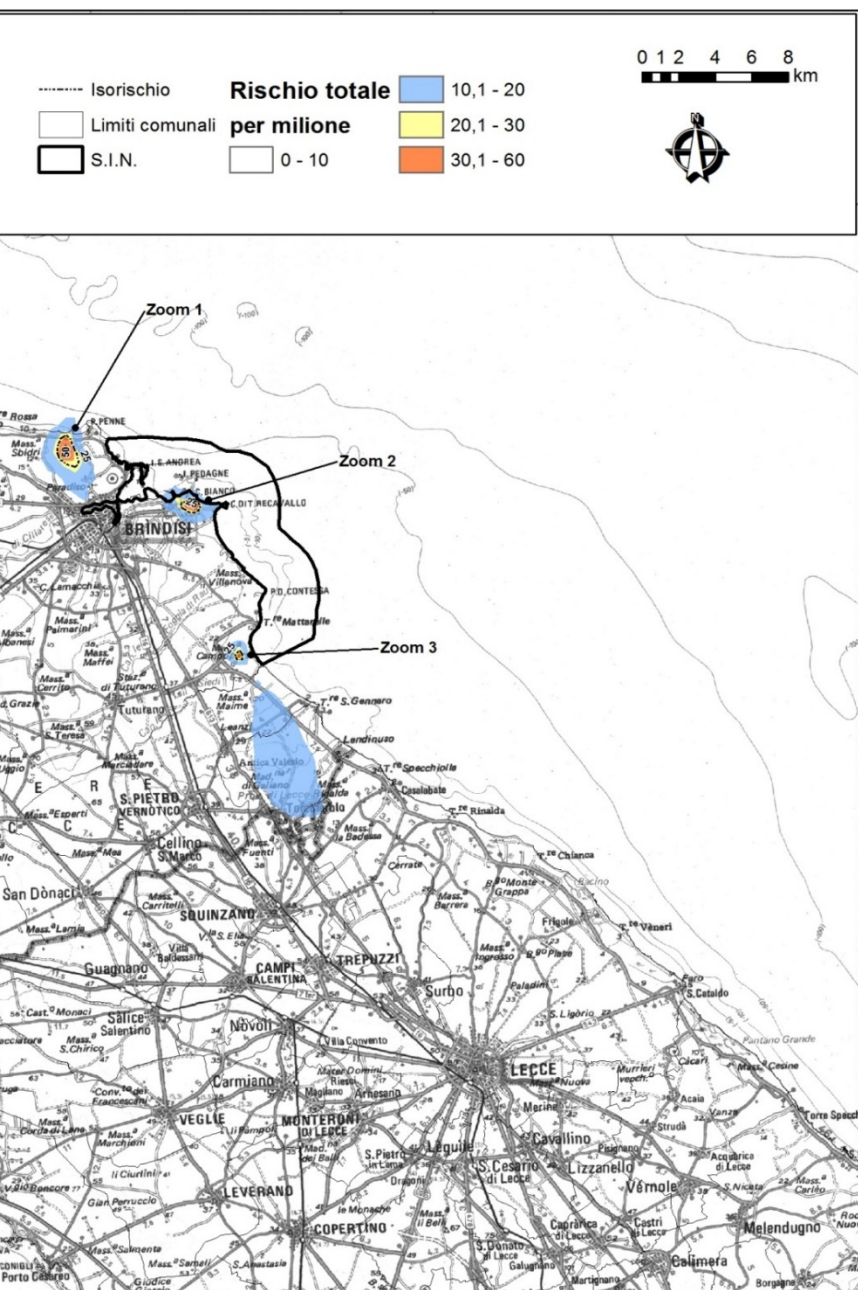
**Spray**

Mappe orarie di concentrazione 3d di inquinanti per i comparti emissivi simulati per l'intero anno

<b>Estensione</b>	50km x 65km
<b>Risoluzione</b>	500m
<b>Coordinate X, Y del punto SO</b>	UTM33 WGS34 740000m, 4455000m
<b>Numero punti nella direzione X e Y</b>	101x131

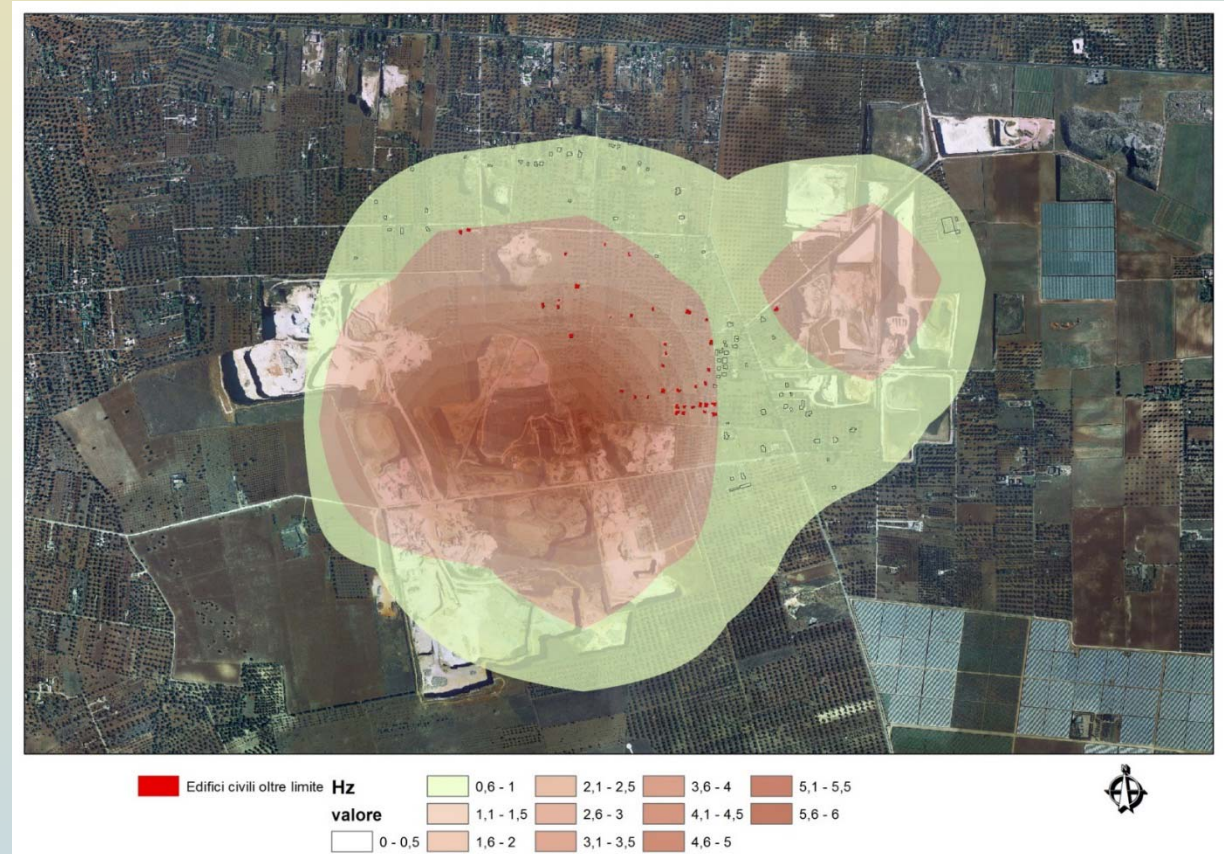


# pa del rischio cancerogeno totale



# Hazard index per apparato respiratorio

Discariche Formica Ambiente e Discarica Comunale RSU



# RISULTATI



risultati della valutazione del rischio hanno evidenziato un livello massimo per il rischio cancerogeno inalatorio pari a  $0,3 \cdot 10^{-4}$ , inferiore rispetto al riferimento EPA ( $1 \cdot 10^{-4}$ ), ed un Hazard Index  $>1$  per quanto riguarda il rischio inalatorio non cancerogeno.

Per quanto riguarda il quadro epidemiologico, le stime di mortalità, ospedalizzazione e incidenza indicano la permanenza di alcune criticità sanitarie, rispetto a quanto già noto sulla base di precedenti studi e segnalano, in conclusione, la presenza di criticità in ordine alle patologie a breve latenza (cardiovascolari e respiratorie) nell'area di studio e nel comune di Brindisi.

I dati mostrano pertanto:

una concordanza tra i dati epidemiologici e il risultato della valutazione del rischio non cancerogeno inalatorio per le malattie respiratorie, legato all'effetto dell'esposizione ad  $H_2S$  e ammoniacca, rilasciati dalle due discariche incluse nell'area di studio;

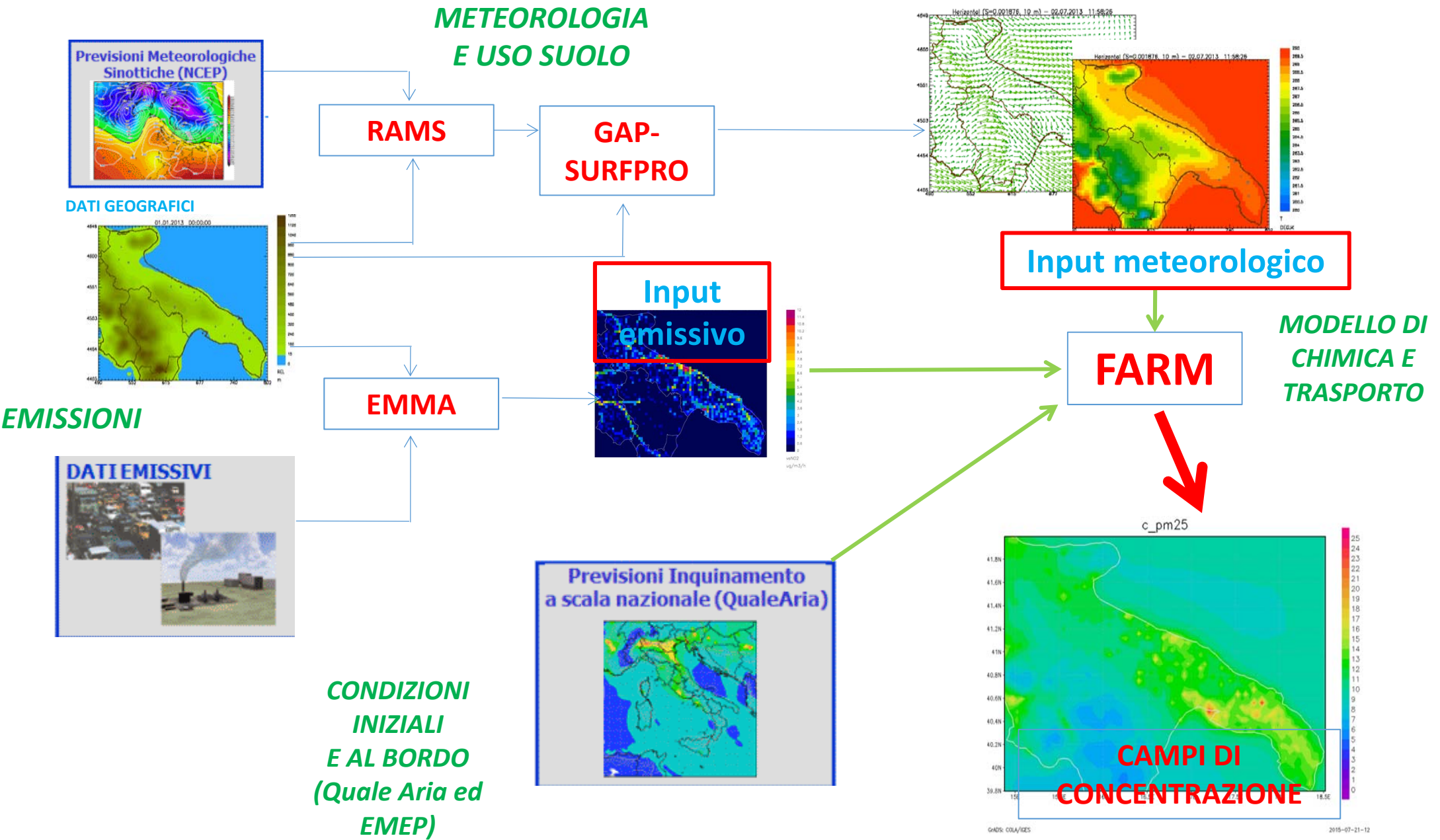
una discordanza fra il risultato della valutazione del rischio cancerogeno inalatorio e i dati epidemiologici.

È pertanto necessario applicare la procedura prevista dalla normativa, in particolare per quanto riguarda:

la diminuzione del rischio non cancerogeno inalatorio, con la gestione e il controllo delle emissioni in aria delle aziende di origine di tale rischio (le due discariche Formica ambiente e comunale di Autigno), con particolare riferimento alle emissioni di  $H_2S$  e ammoniacca;

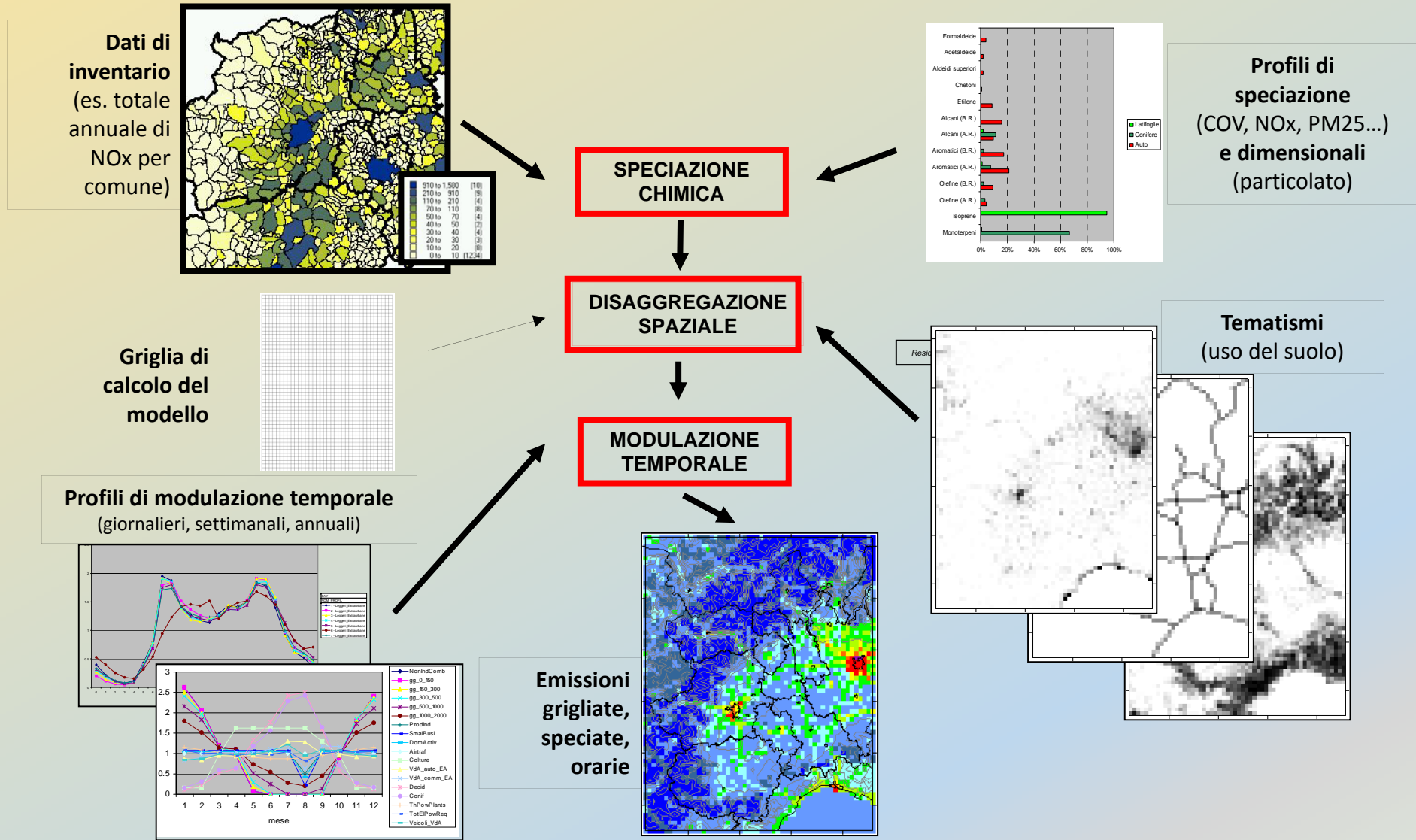
il approfondimento epidemiologico sul rischio cancerogeno per via inalatoria attraverso la realizzazione di uno studio di lungo periodo.

# SCHEMA SEMPLIFICATO DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA MODELLISTICO





# Predisposizione dell'input emissivo al modello





# ATTUALIZZAZIONE DELLE EMISSIONI AL 2013



no stati utilizzati per la simulazione:

Inventario nazionale ISPRA su base provinciale 2010 (per tener conto delle emissioni nelle regioni confinanti) e l'inventario Inemar 2010.

rispetto all'inventario 2010 il database emissivo è stato aggiornato al 2013, in particolare:

le emissioni da traffico (macrosettore 7) e riscaldamento (macrosettore 2) sono state attualizzate al 2013 considerando il trend emissivo delle stime annuali nazionali ISPRA relativamente al triennio 2010-2012.

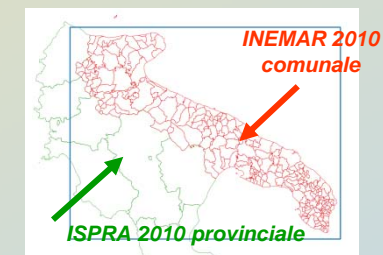
per lo stabilimento ILVA :

a) le emissioni della VDS Ilva 2010 sono state attualizzate in funzione dei dati di produttività;

b) sono state poste a 0 le emissioni delle sorgenti convogliate degli impianti che ILVA comunicato essere fermi nel 2013.

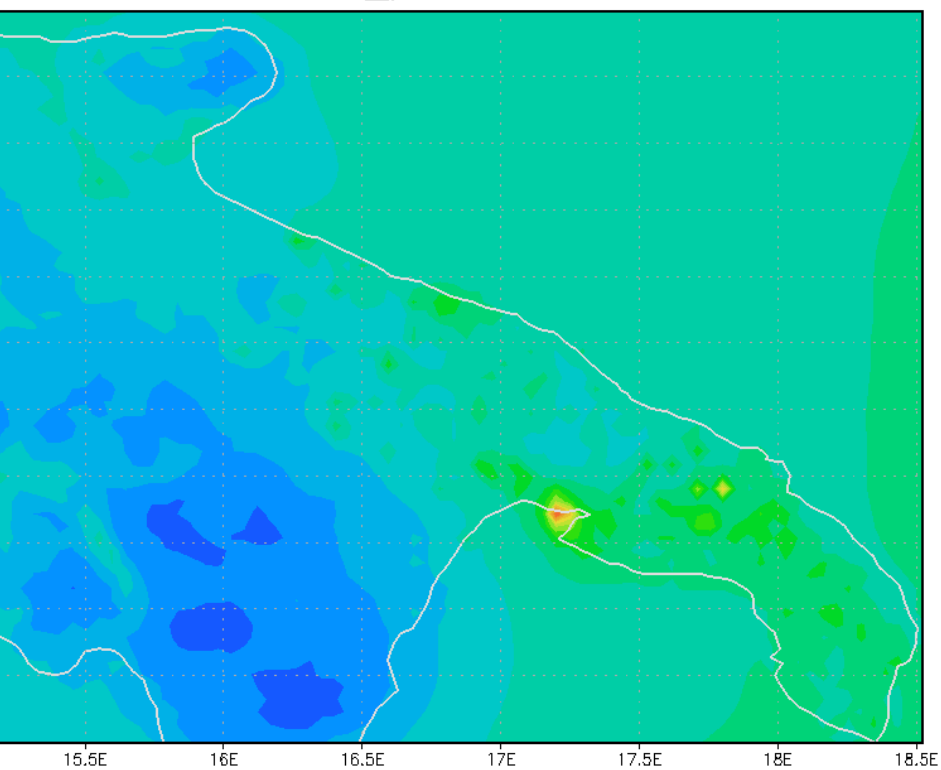
attualizzazione delle emissioni portuali per SO<sub>2</sub> (si è tenuto conto della normativa sulla riduzione del tenore di zolfo nei combustibili navali e sono stati e numero navi transitate nel porto nel 2013).

Non sono state considerate le emissioni biogeniche (settore SNAP 11) di Inemar 2010 se non per i soli incendi; le emissioni biogeniche relative alla vegetazione sono state calcolate con il modulo MEGAN (interno al Surfpro), le emissioni naturali dai suoli (per erosione e sollevamento) e le emissioni marine sono state calcolate dal Surfpro (modello meteorologico).

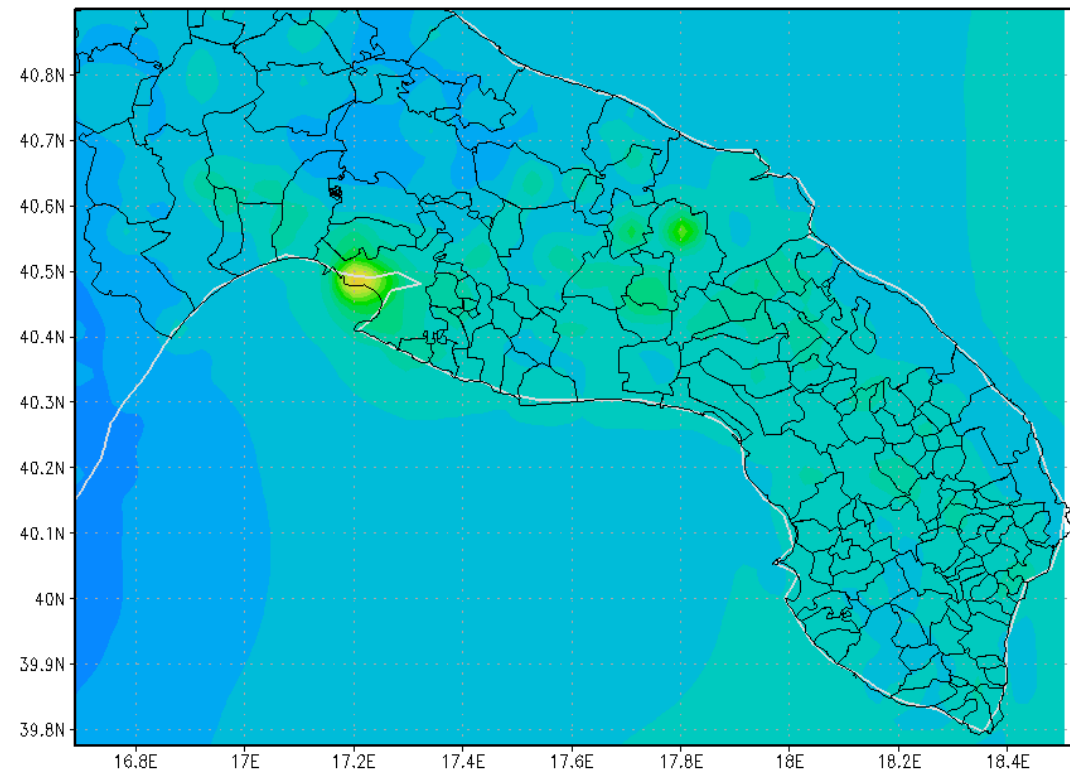


# Distribuzione spaziale della concentrazione media annuale di PM10 Anno 2013

c\_pm10 (max=36ug/m3 a Taranto)

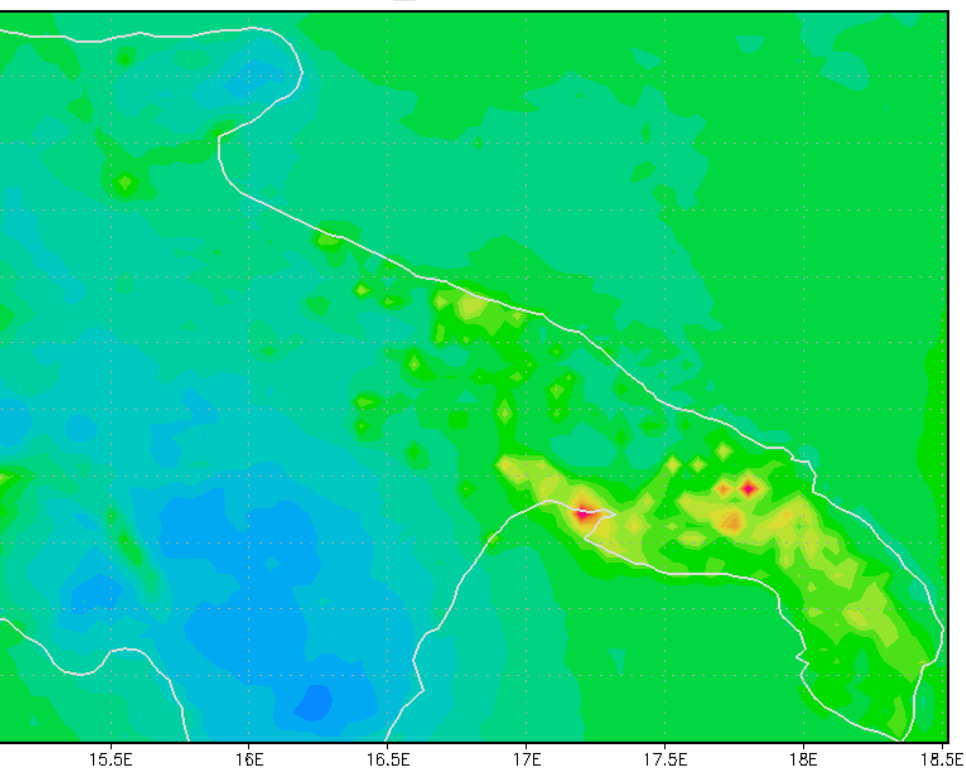


c\_pm10 [ug/m3] - Salento

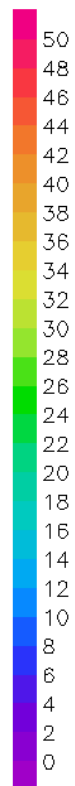


# Distribuzione spaziale della concentrazione di PM10 riferita al 90.4 percentile

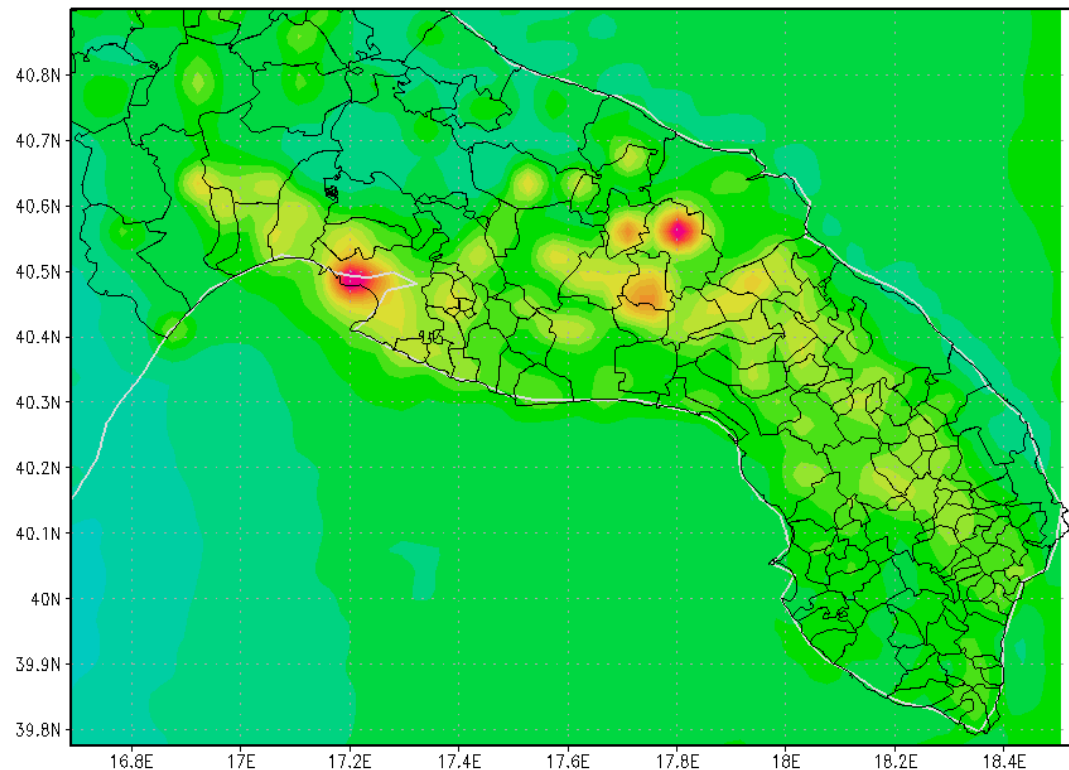
c\_PM10



(Valore max Ta=50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



c\_pm10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] - Salento

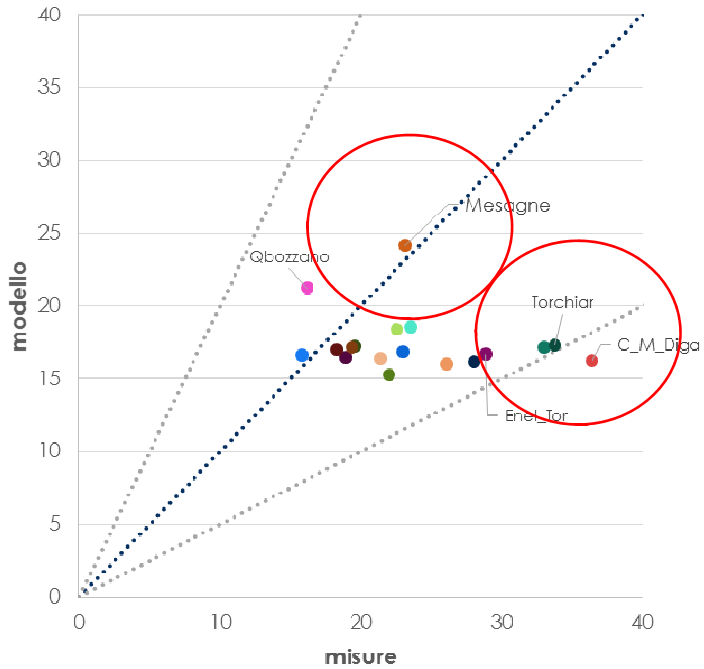




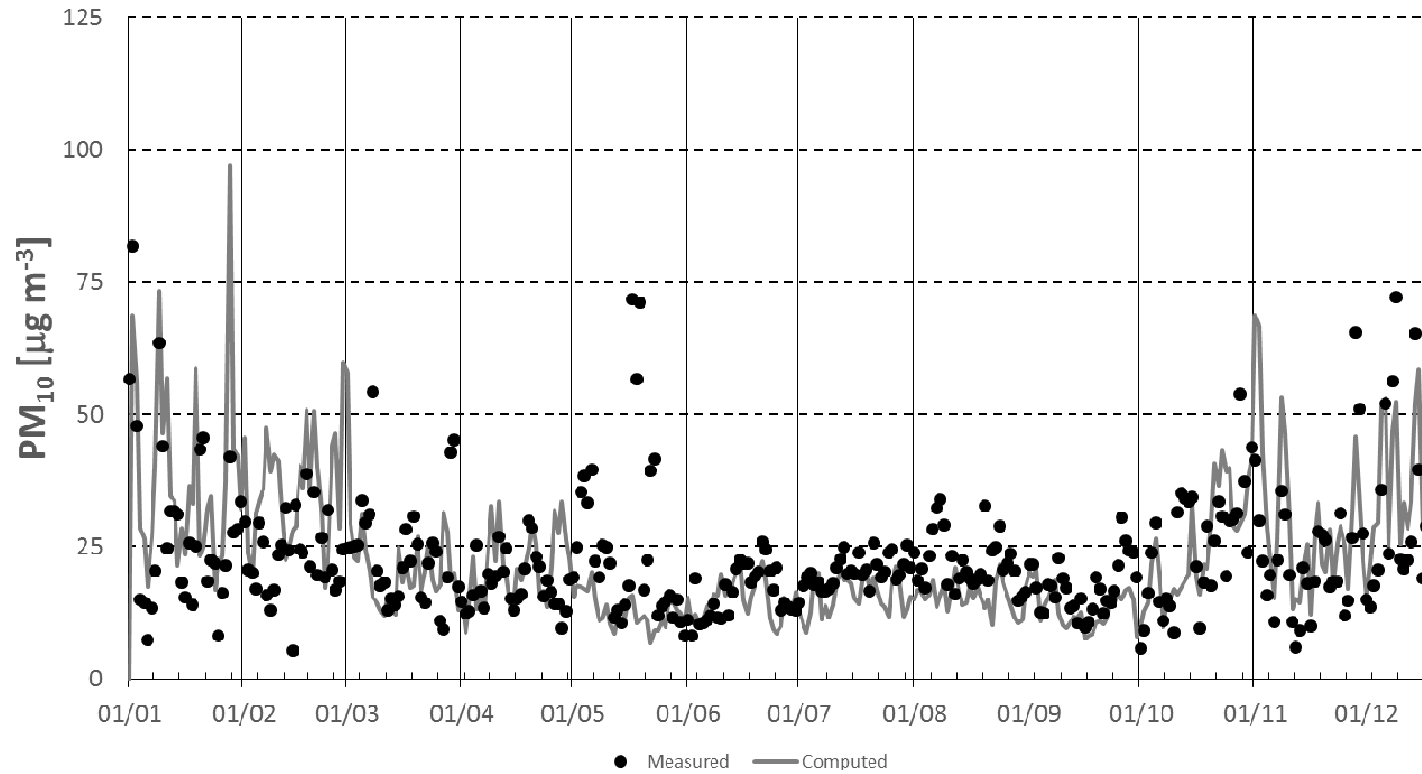
# Scatter plot di confronto misure/modello nell'area di Brindisi



## Media annua PM10

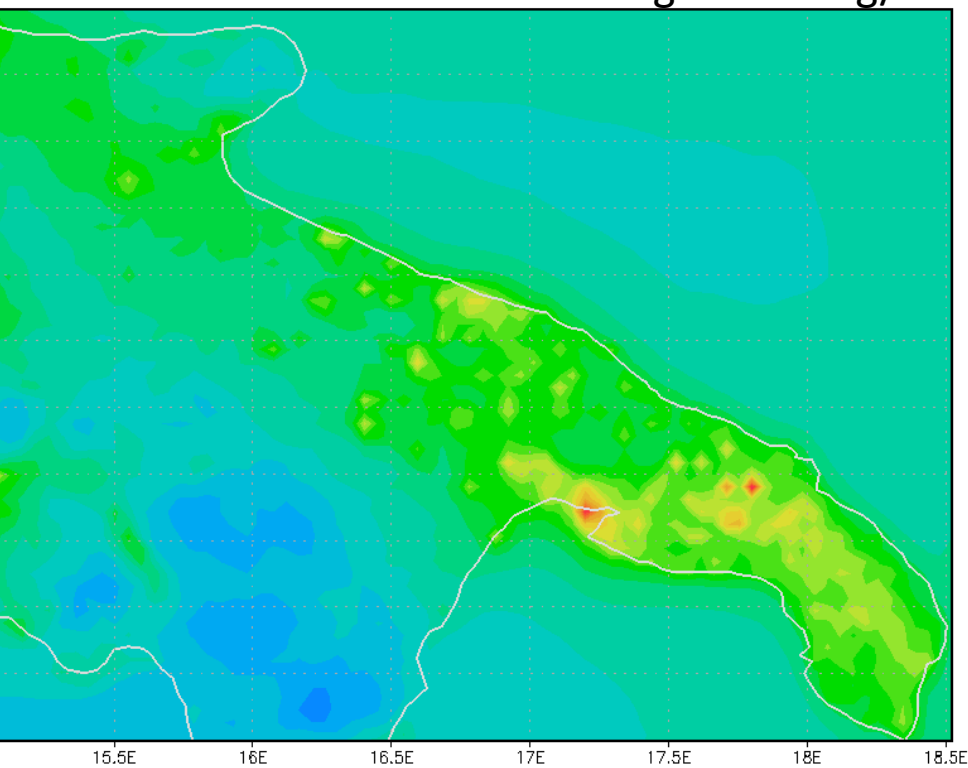


## Mesagne (Suburbana - Fondo) - Rete: Brindisi

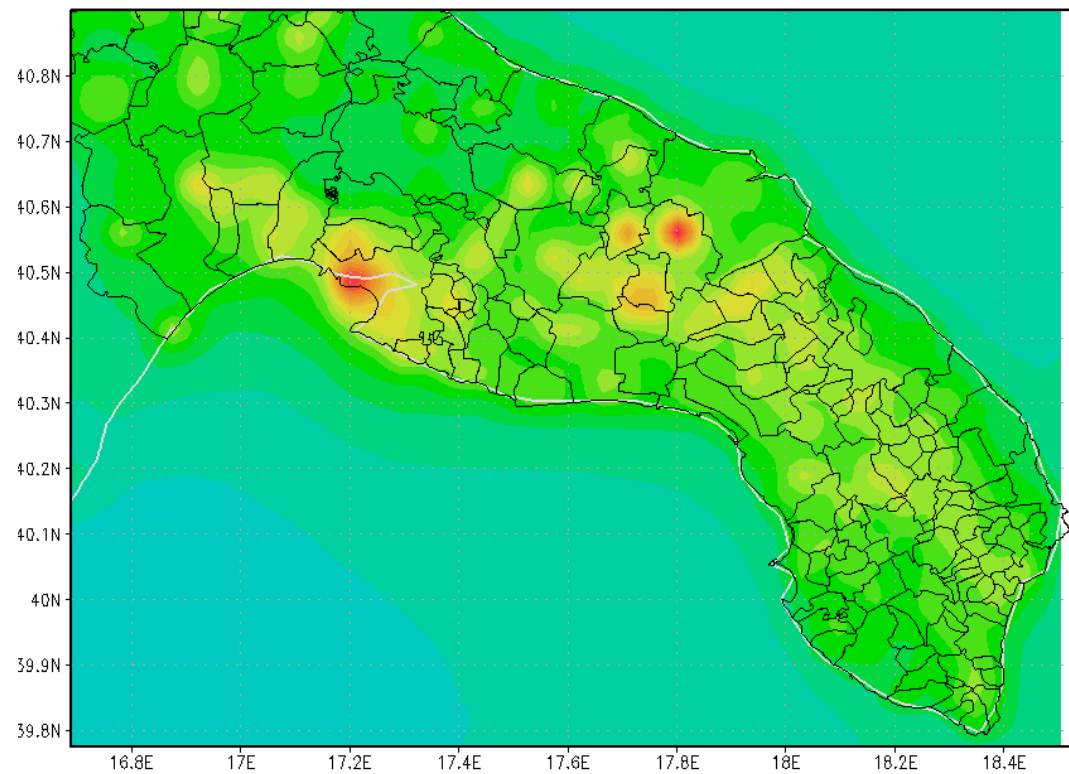


# Distribuzione spaziale della concentrazione media annuale di PM2.5

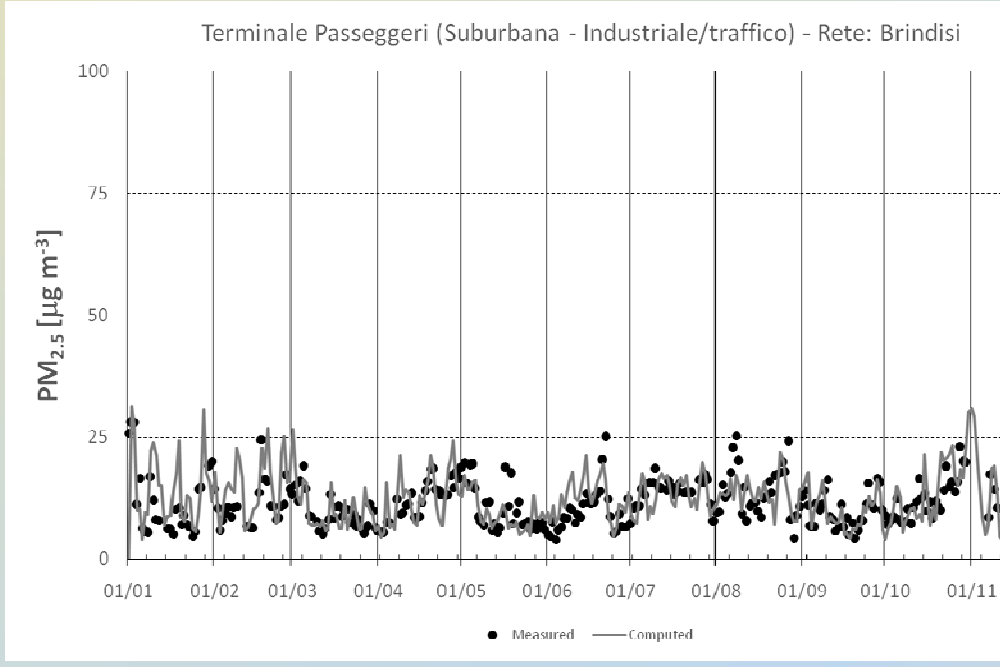
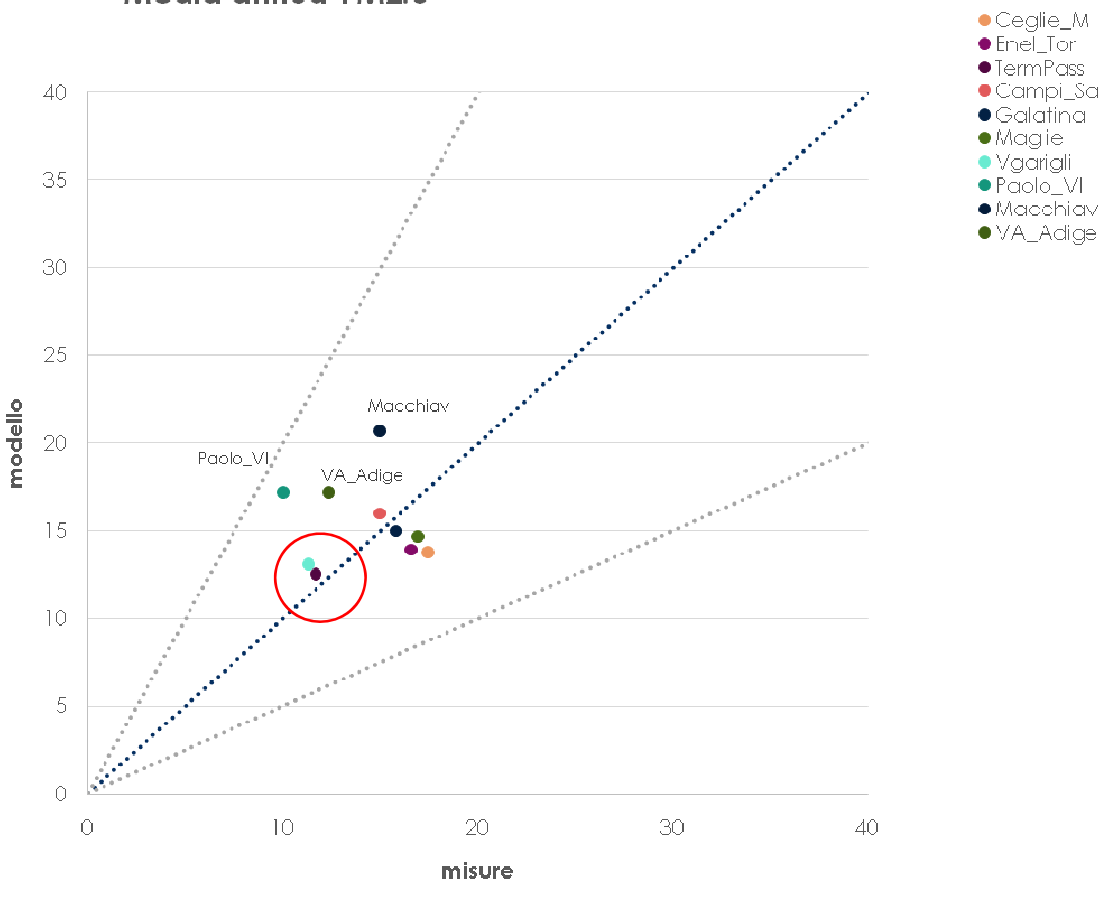
Max concentrazione a  
 $c_{pm25}$  Mesagne = 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



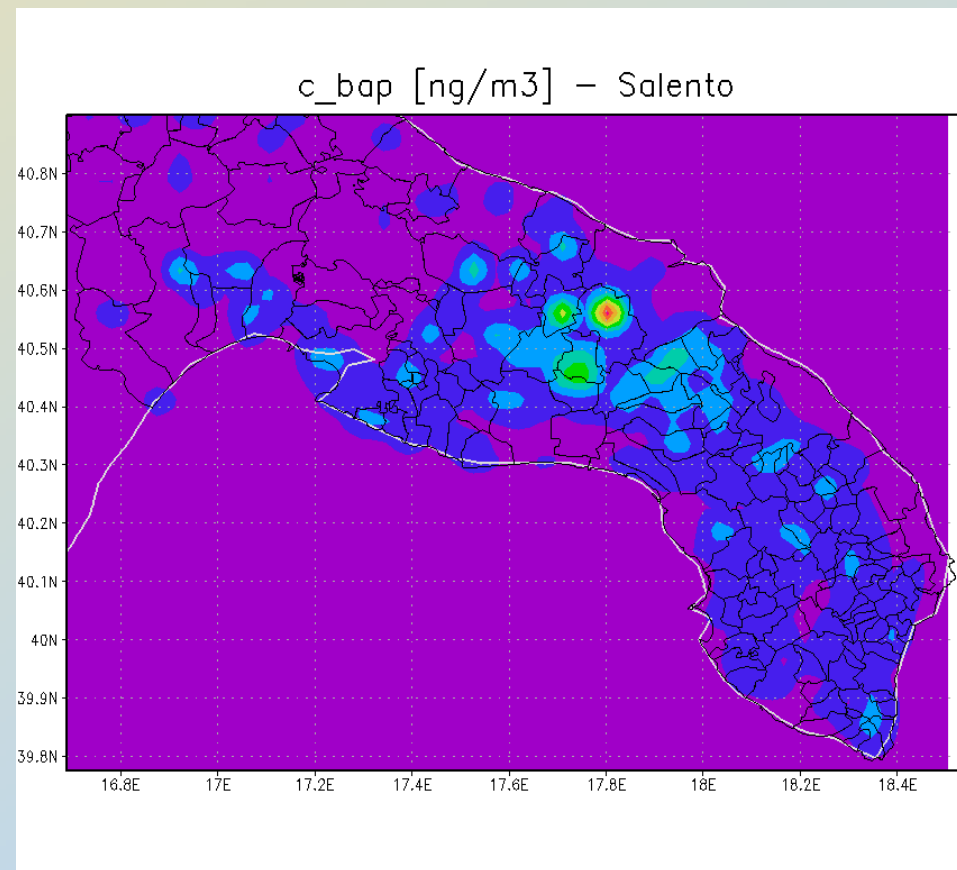
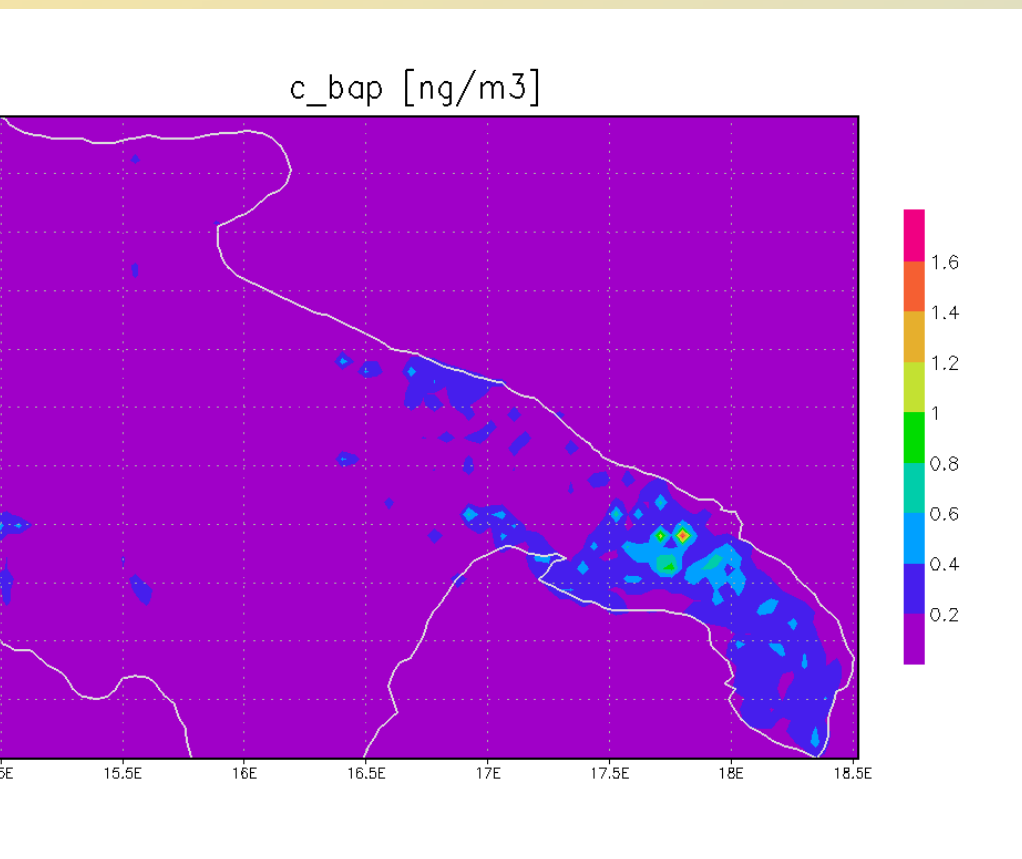
$c_{pm25}$  [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] - Salento

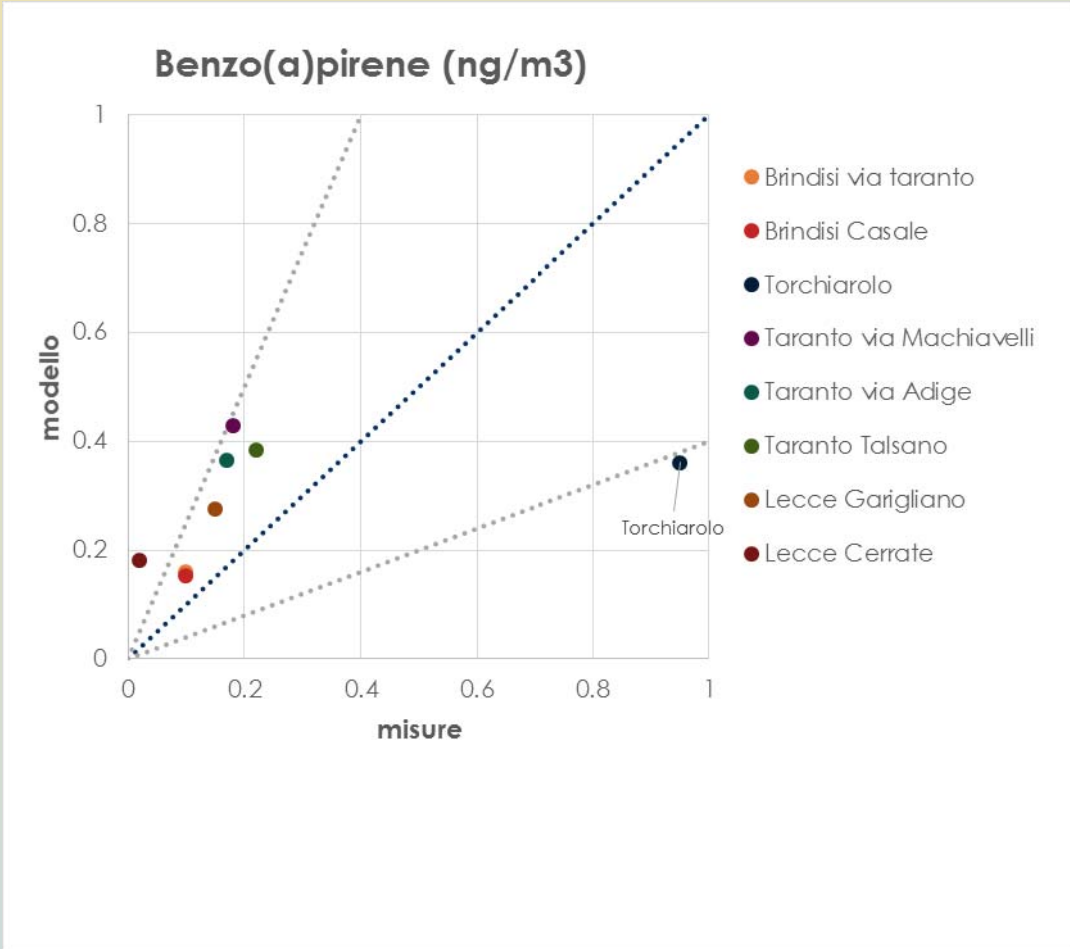


### Media annua PM2.5



# Distribuzione spaziale della concentrazione media annuale per il BaP Anno 2013



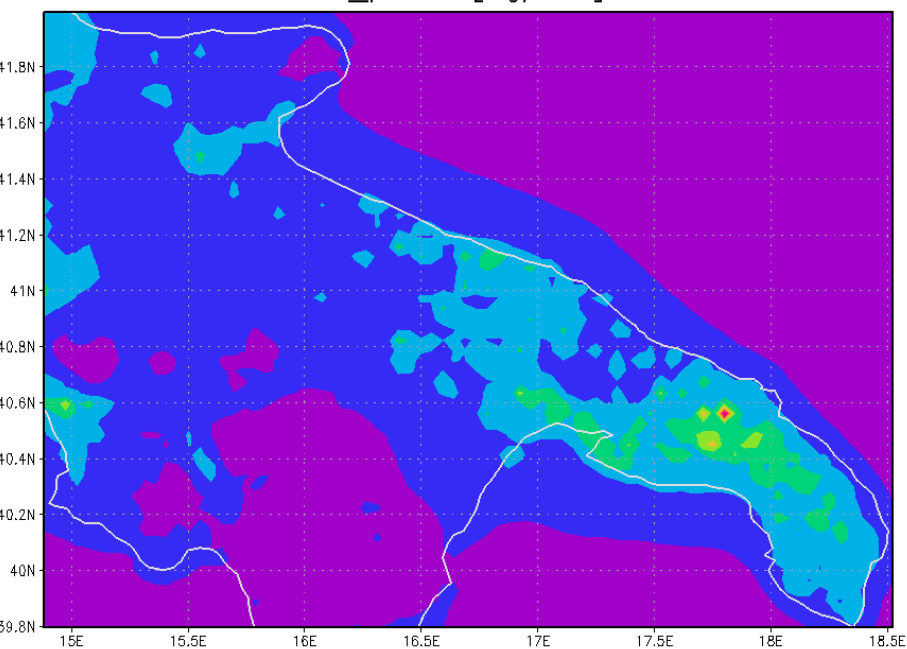




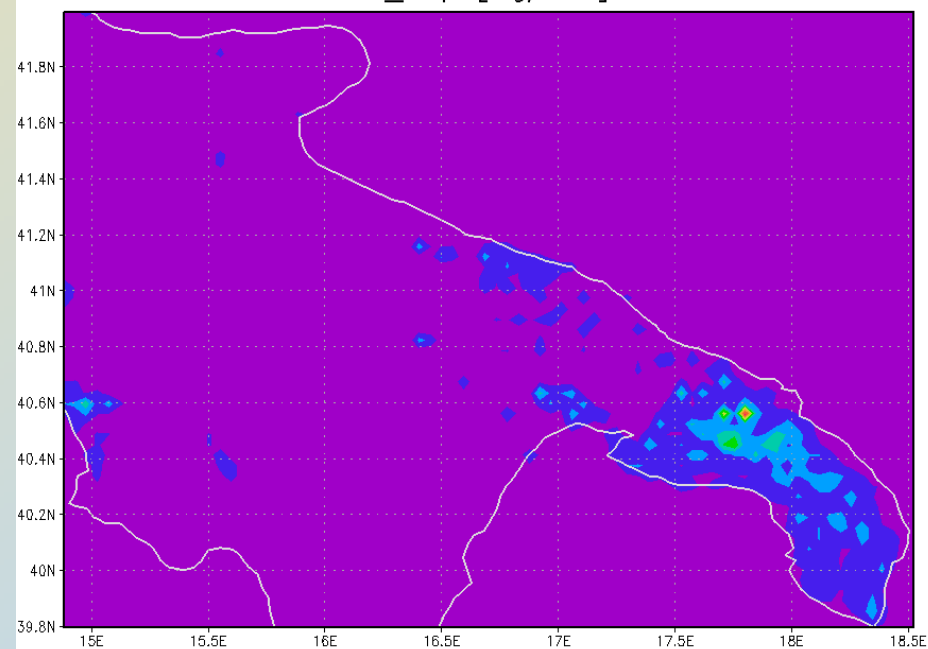
# PM2.5 e BaP

## Concentrazione media invernale

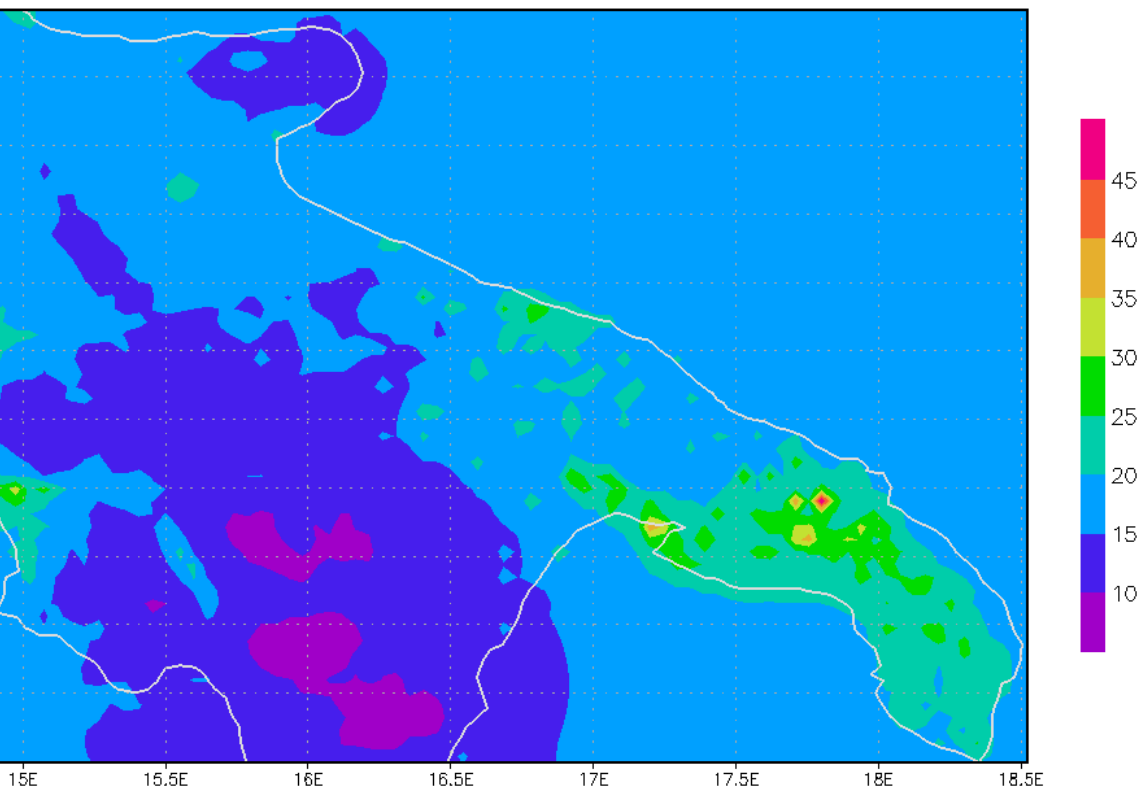
c\_pm25 [ug/m3]



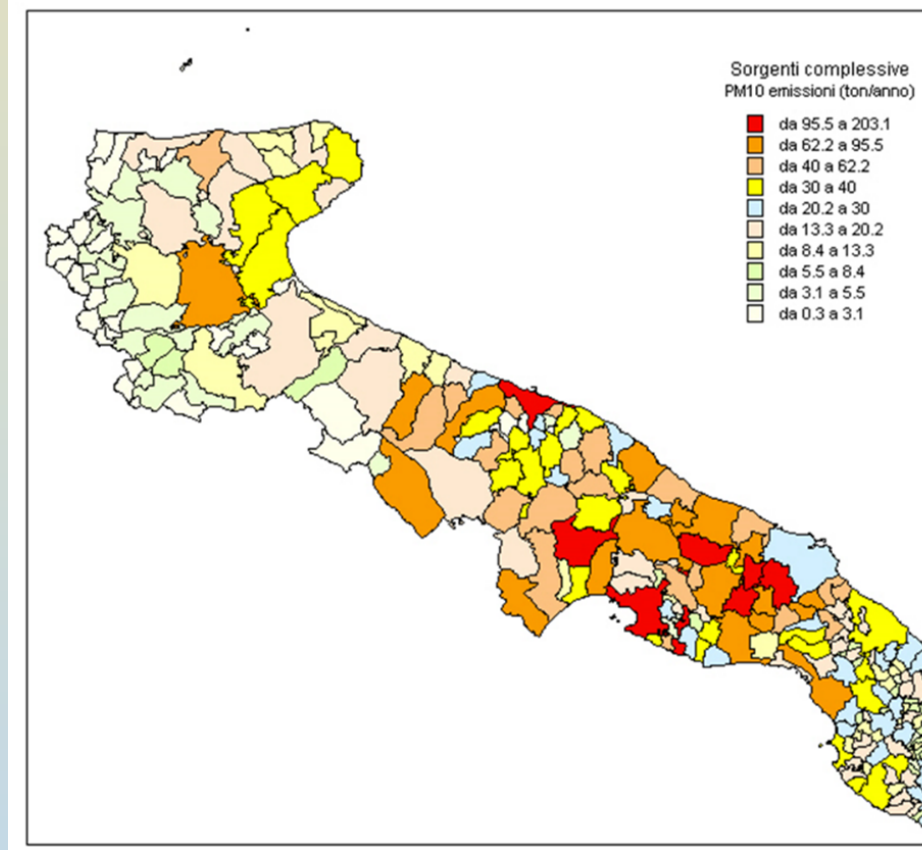
c\_bap [ng/m3]



c\_pm10 [ug/m3]

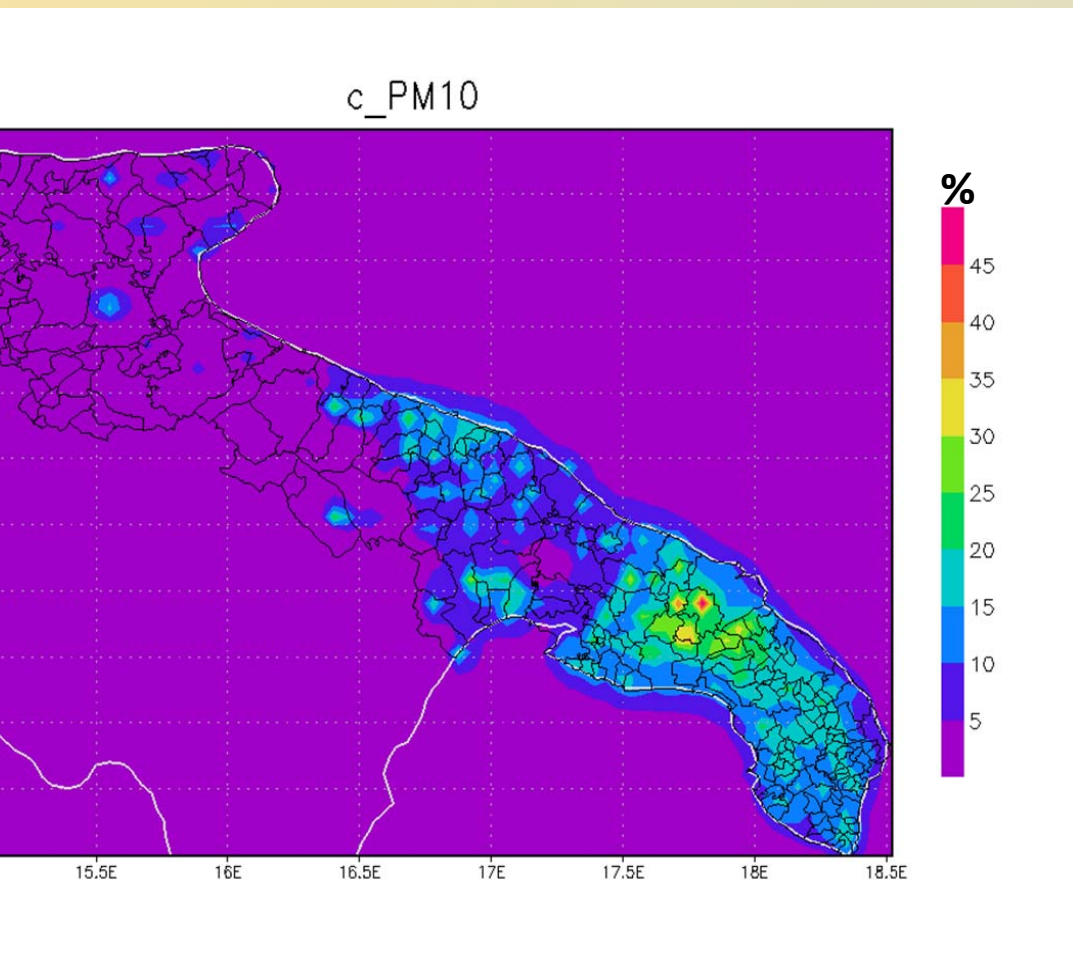


Concentrazione media invernale PM10  
Anno 2013

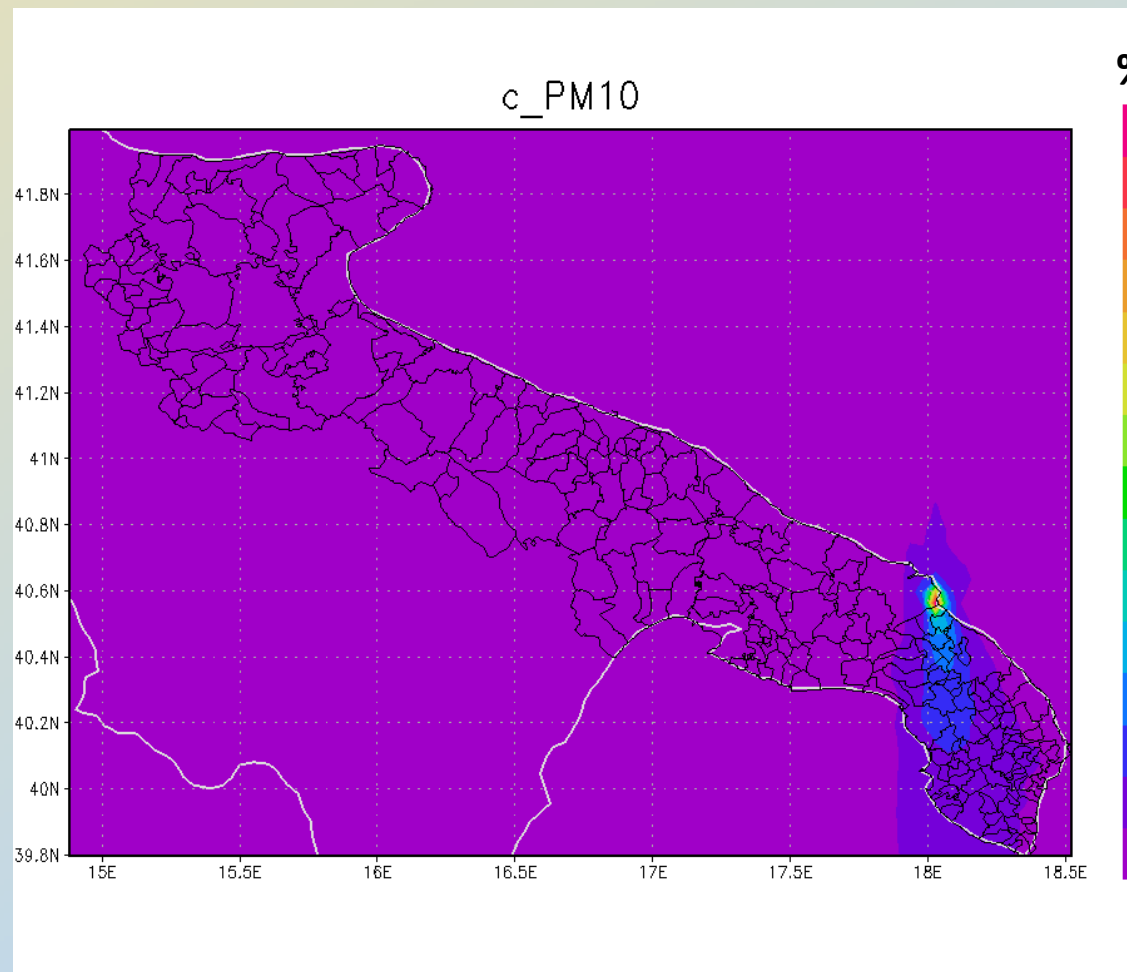


Emissione totale di PM10 a livello comunale  
dovuto alla combustione della biomassa per  
riscaldamento

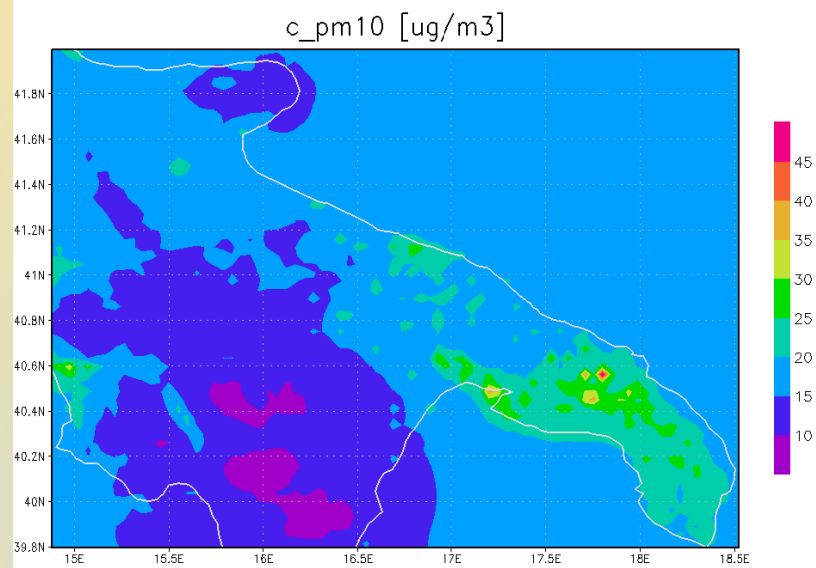
# CONTRIBUTO IN PERCENTUALE SULLA CONCENTRAZIONE MEDIA TOTALE DI PM10



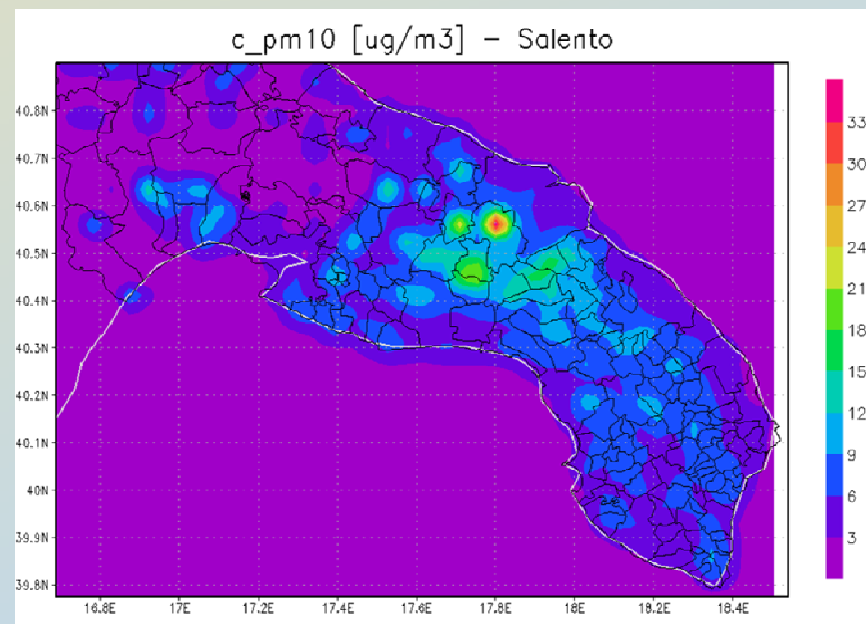
Combustione residenziale biomassa



Centrale CERANO

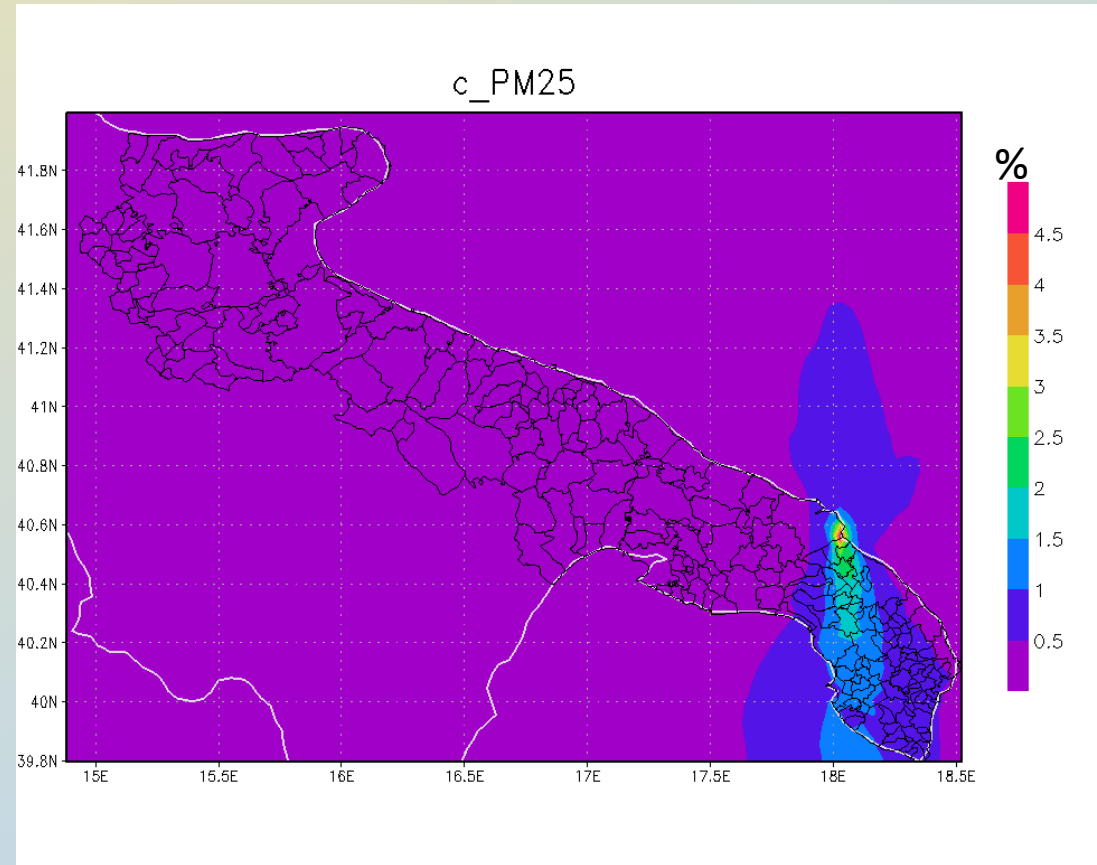
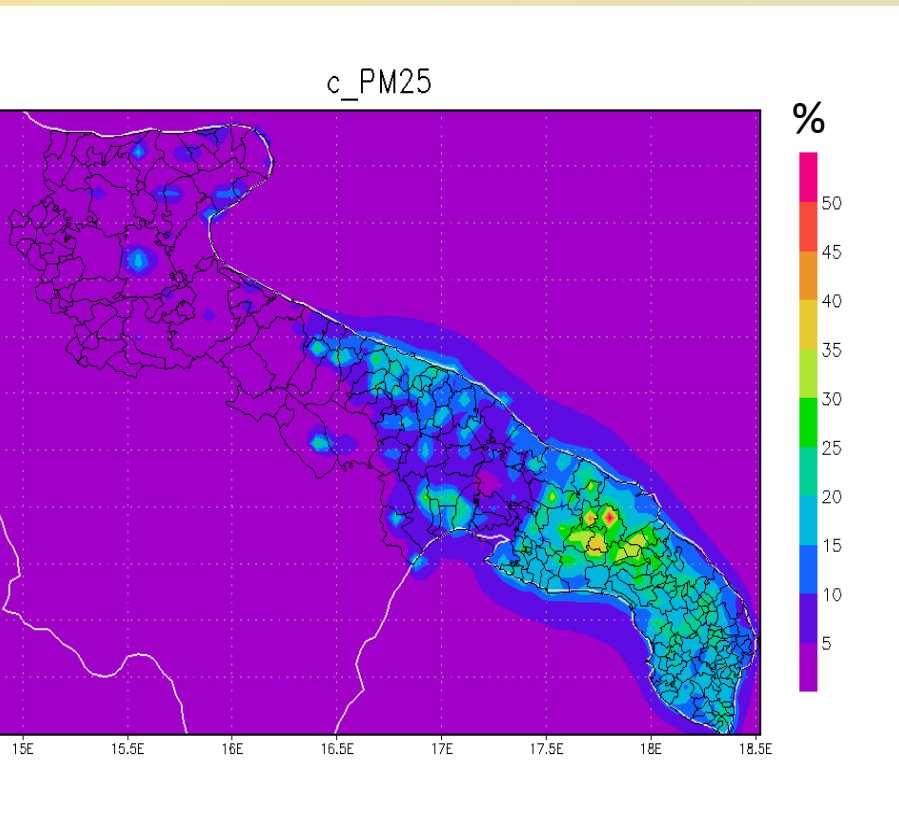


Concentrazione media totale  
invernale



Concentrazione media totale  
dovuta alla biomassa

# CONTRIBUTO IN PERCENTUALE SULLA CONCENTRAZIONE MEDIA TOTALE DI PM2.5



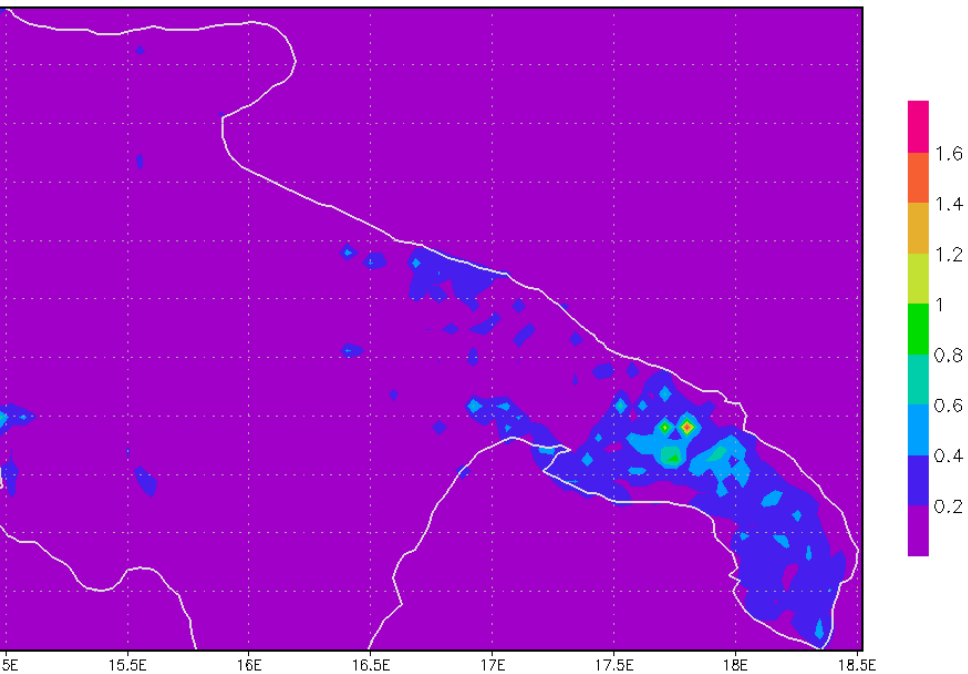
Combustione residenziale biomassa

Centrale CERANO

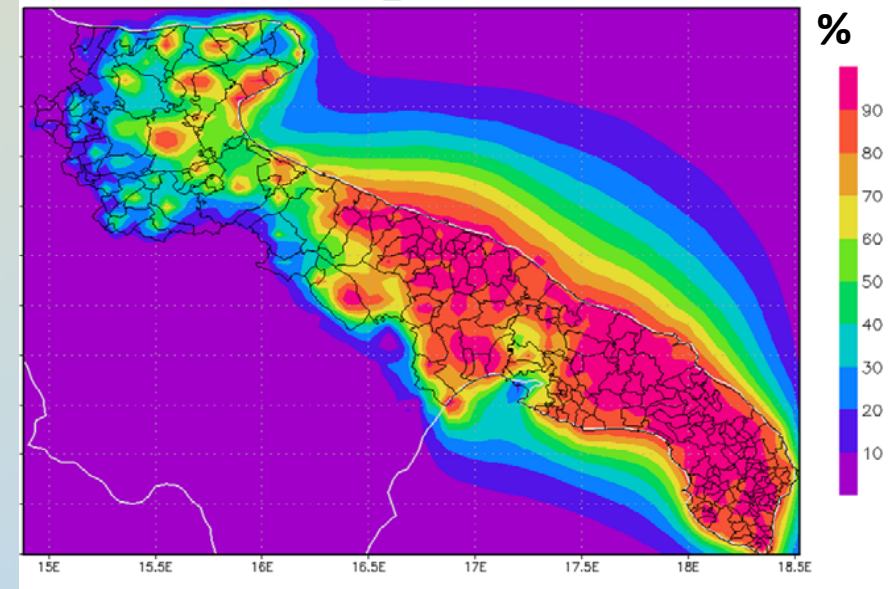


# CONTRIBUTO IN PERCENTUALE DELLA COMBUSTIONE RESIDENZIALE DELLA BIOMASSA SULLA CONCENTRAZIONE MEDIA TOTALE DI BaP

c\_bap [ng/m<sup>3</sup>]



c\_BaP



# CONCLUSIONI



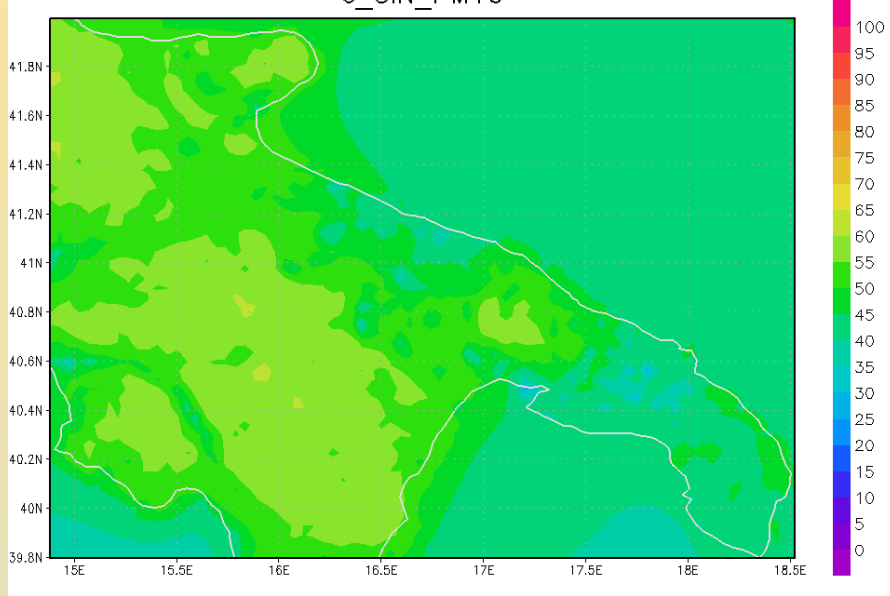
La valutazione modellistica della QA condotta per la prima volta sulla regione Puglia nel corso dell'anno 2013 ha evidenziato che nei comuni del brindisino vi sono delle aree a criticità per il PM2.5 e per il BaP.

Le criticità sono dovute alla combustione residenziale domestica della biomassa.

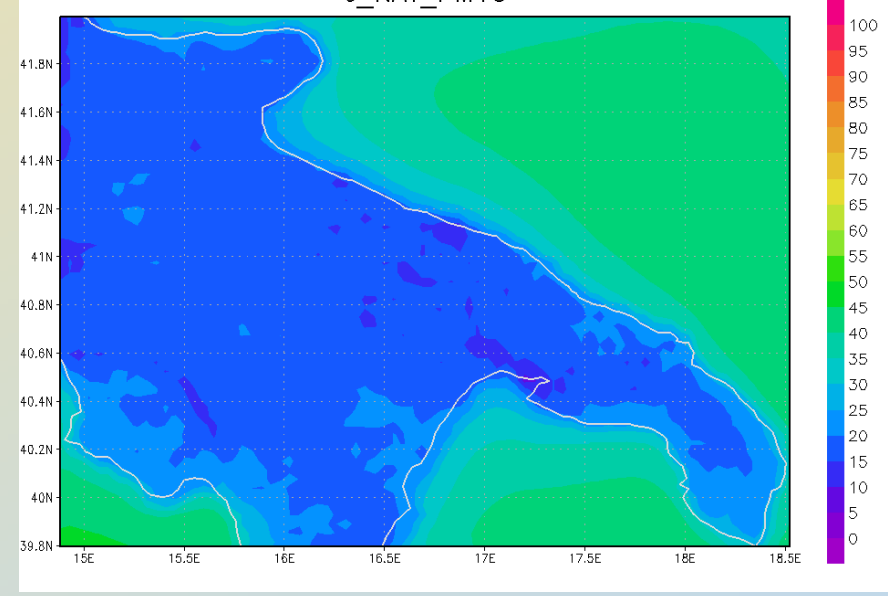
La valutazione indica quindi come prioritaria la necessità di programmare monitoraggi del territorio durante il prossimo periodo invernale nei comuni del territorio brindisino per valutare l'entità e l'estensione dei fenomeni di inquinamento.

In futuro, nel corso di una valutazione modellistica della QA 2013 con nesting 1km che consentirà di migliorare ulteriormente la distribuzione dei campi di concentrazione e quindi di ricostruire i campi di concentrazioni misurate dalle centraline con raggio di rappresentatività maggiore o uguale a 1km.

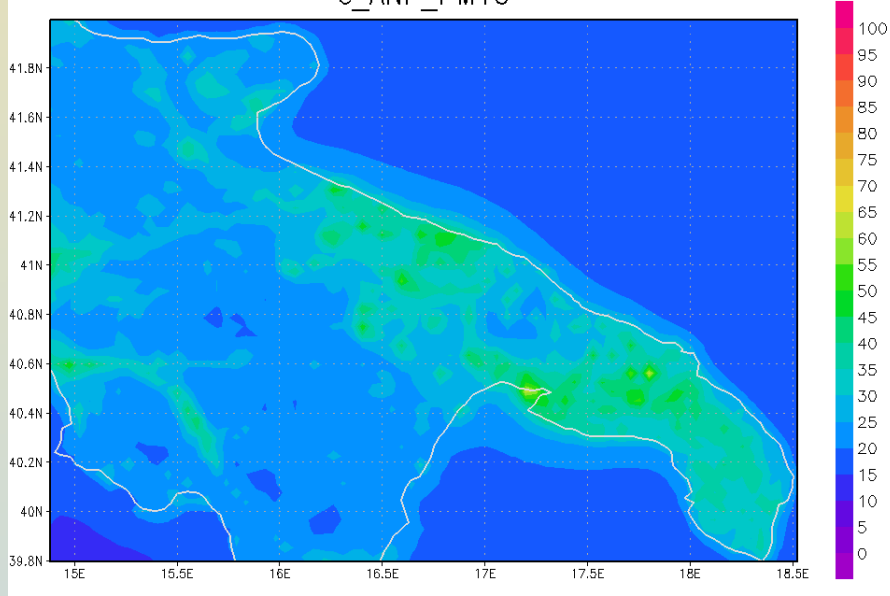
c\_SIN\_PM10



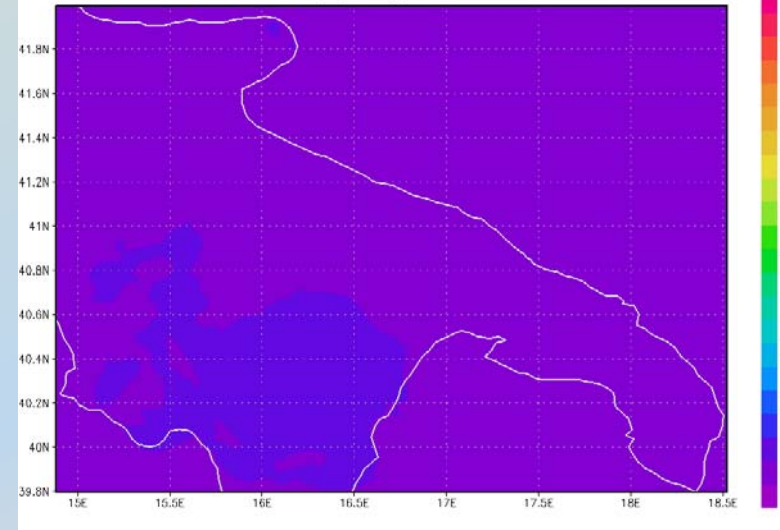
c\_NAT\_PM10



c\_ANP\_PM10



c\_SOR\_PM10





**Lista delle specie calcolate dal modulo AERO3:**

ASO4J: accumulation mode sulfate mass  
 ASO4I: Aitken mode sulfate mass  
 ANH4J: accumulation mode ammonium mass  
 ANH4I: Aitken mode ammonium mass  
 ANO3J: accumulation mode nitrate mass  
 ANO3I: Aitken mode nitrate mass  
 AORAJ: accumulation mode anthropogenic secondary organic mass  
 AORAI: Aitken mode anthropogenic secondary organic mass  
 AORPAJ: accumulation mode primary organic mass  
 AORPAI: Aitken mode primary organic mass  
 AORBJ: accumulation mode secondary biogenic organic mass  
 AORBI: Aitken mode secondary biogenic organic mass  
 AECJ: accumulation mode elemental carbon mass  
 AECI: Aitken mode elemental carbon mass  
 A25J: accumulation mode unspecified anthropogenic mass  
 A25I: Aitken mode unspecified anthropogenic mass  
 ACORS: coarse mode unspecified anthropogenic mass  
 ASEAS: coarse mode marine mass  
 ASOIL: coarse mode soil-derived mass

**PM10= ASO4J+ASO4I+ANH4J+ANH4I+ANO3J+ANO3I+AORAJ+AORAI+AORPAJ+AORPAI+AORBJ+AORBI+AECJ+AECI+A25J+A25I+ACORS+ASEAS+ASOIL**

**PM2.5=ASO4J+ASO4I+ANH4J+ANH4I+ANO3J+ANO3I+AORAJ+AORAI+AORPAJ+AORPAI+AORBJ+AORBI+AECJ+AECI+A25J+A25I**

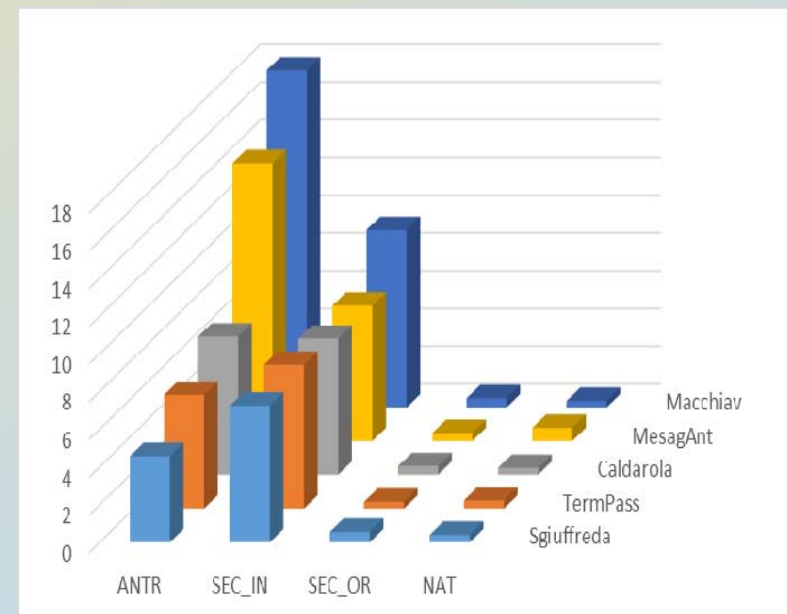
**NAT=SEAS+SOIL**

**ANTROPOGENICO PRIMARIO=EC+ORPA+A25+CORS**

**SECONDARIO INORGANICO= SO4+NH4+NO3**

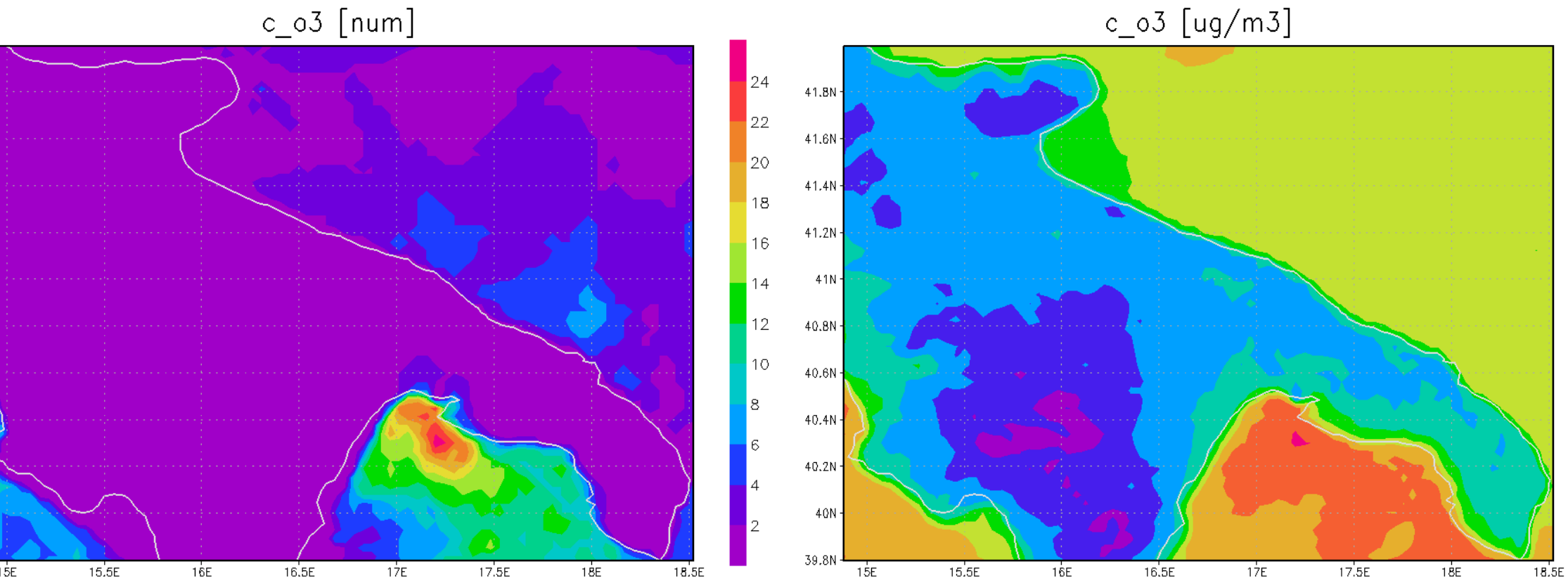
**SECONDARIO ORGANICO= ORA+ORB**

**EC=ECI+ECJ**





## Distribuzione spaziale del numero di superamenti del massimo della media mobile su 8 ore e distribuzione del 93.15 percentile di O3

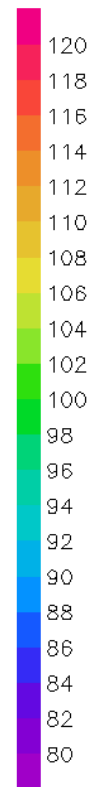
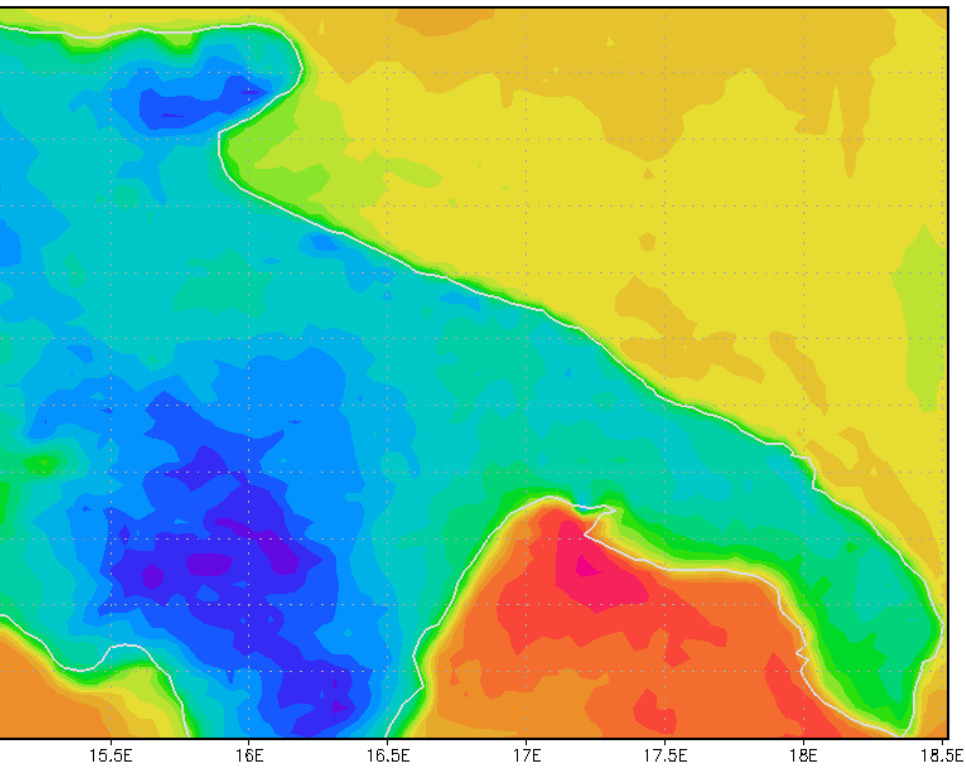


per confronto misure/modello

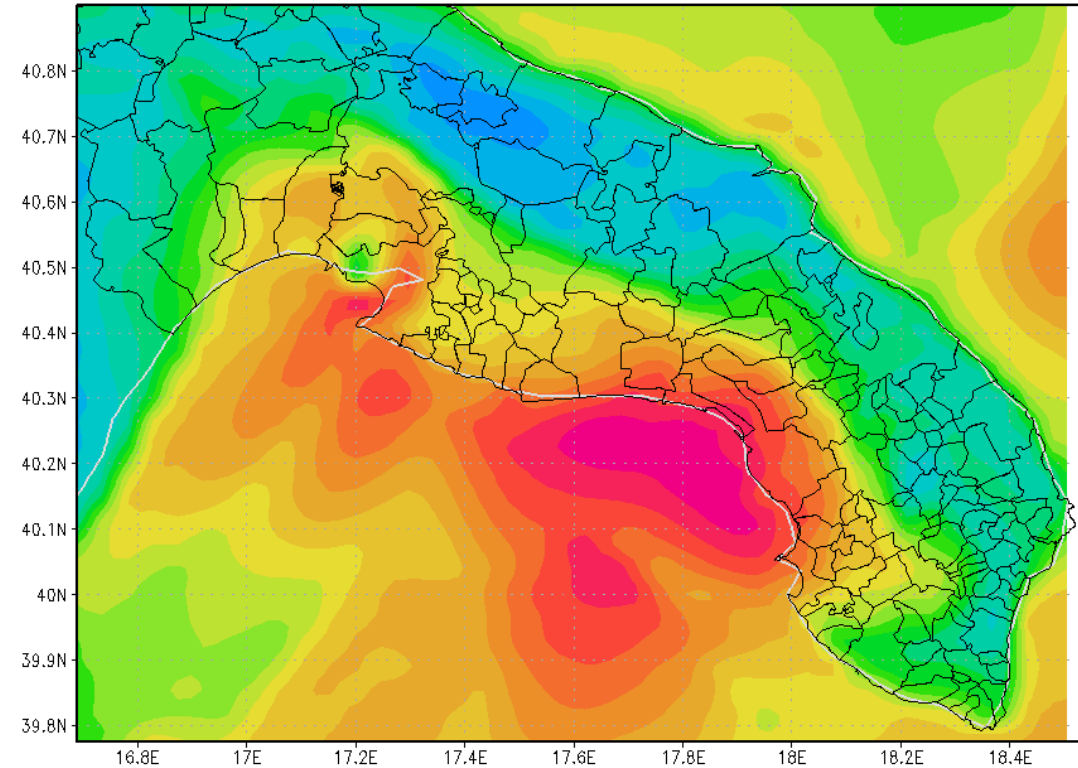


# Distribuzione spaziale del massimo della media mobile su 8 ore

c\_o3 [ug/m3]

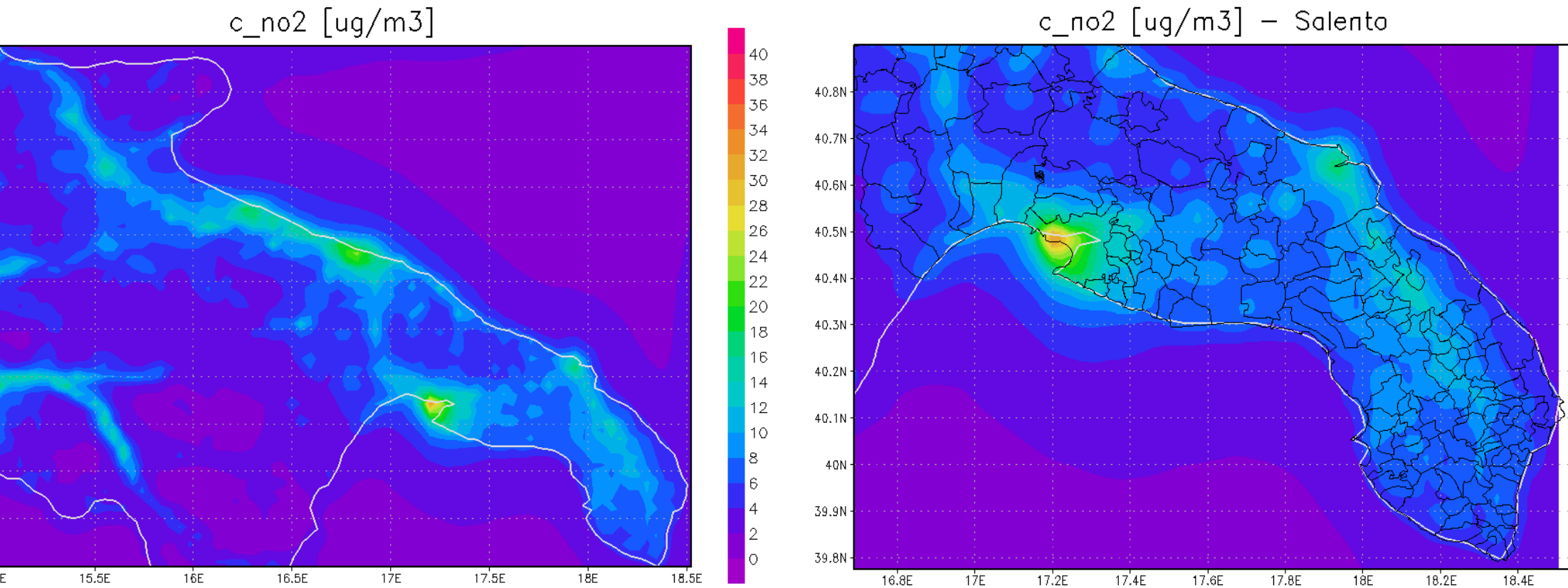


c\_o3 [ug/m3] - Salento





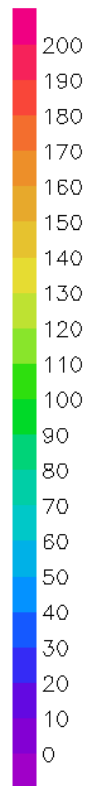
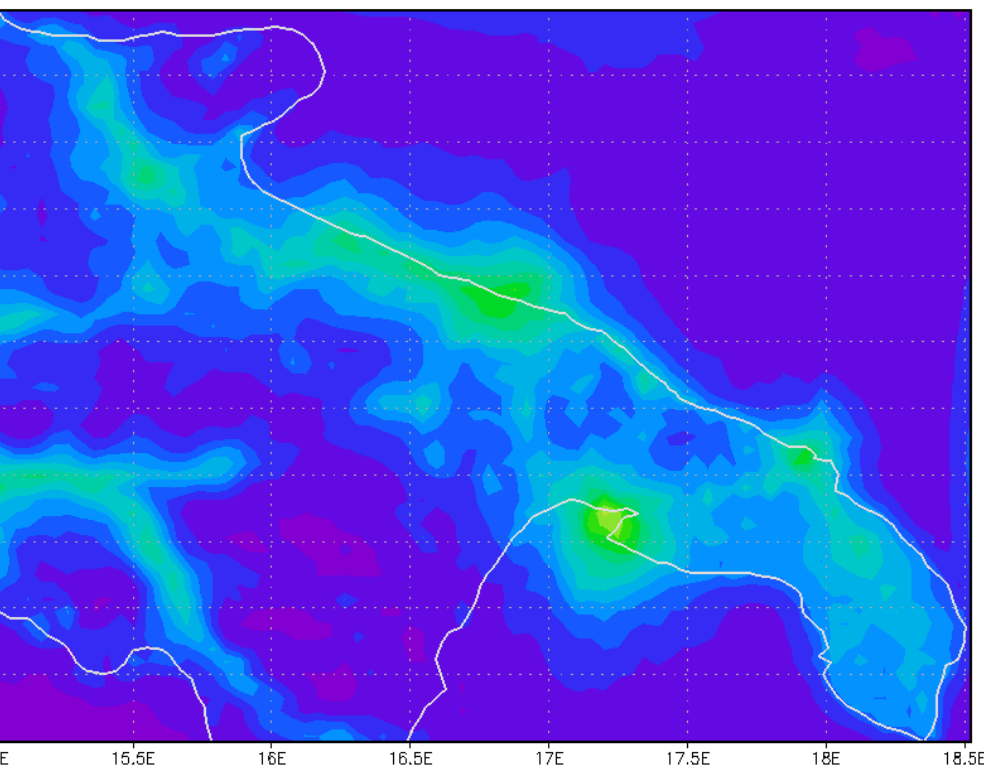
## Distribuzione spaziale della concentrazione media annuale di NO2



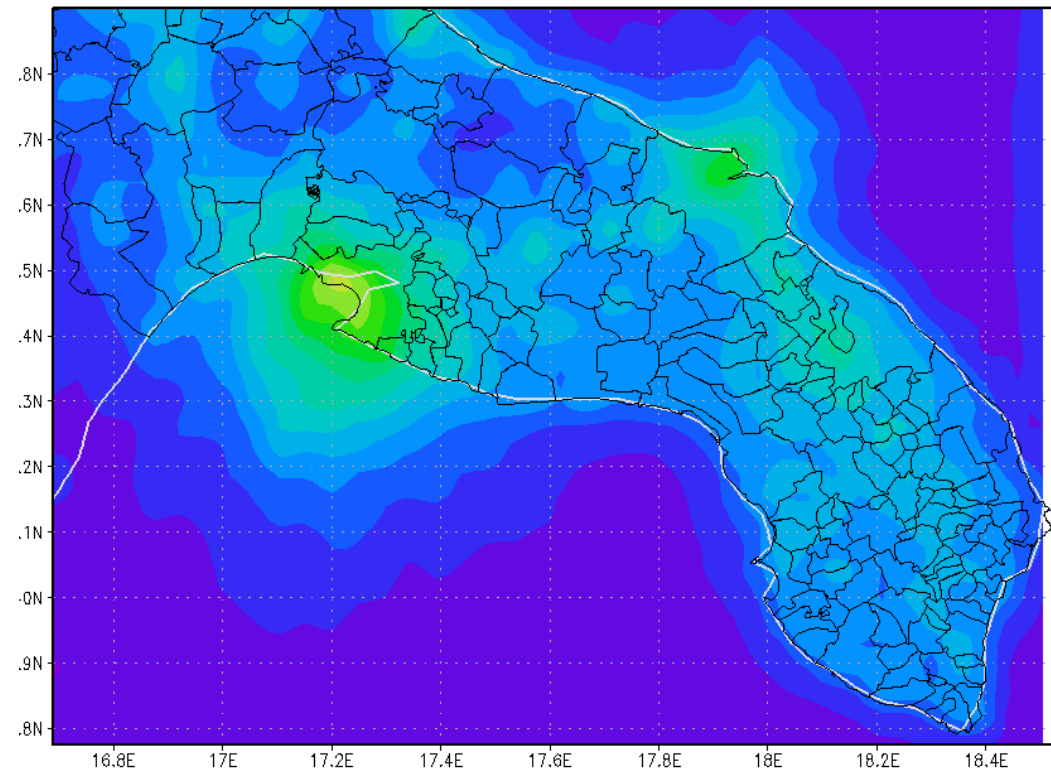


# Distribuzione spaziale della concentrazione media di NO2 riferita al 99.8 percentile

c\_no2 [ug/m3]



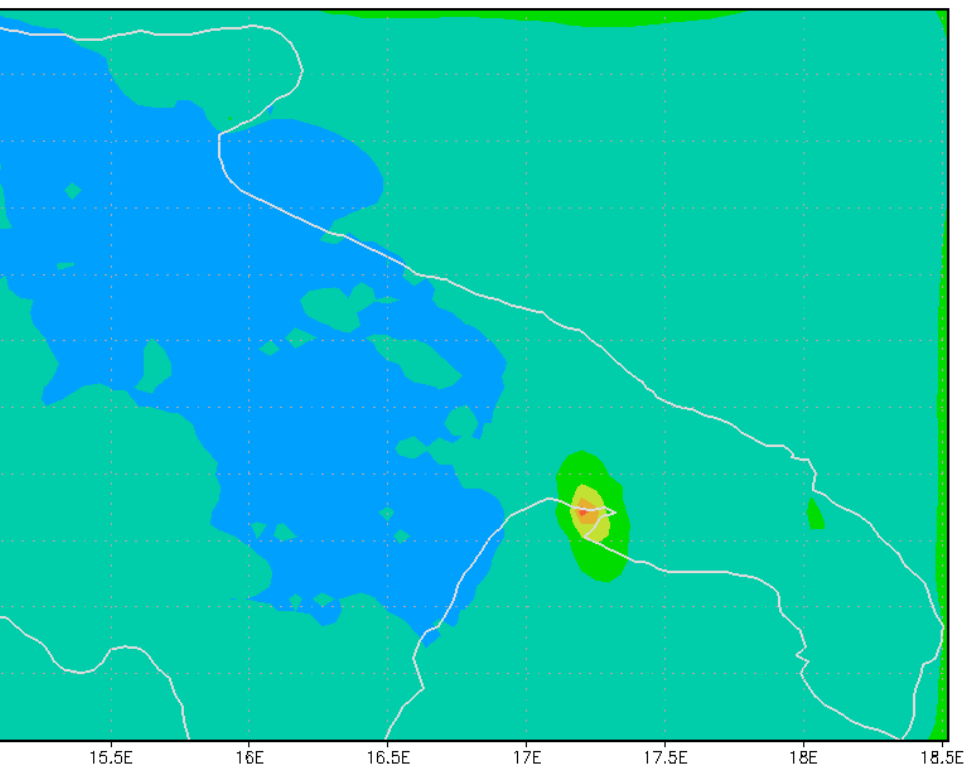
c\_no2 [ug/m3] - Salento



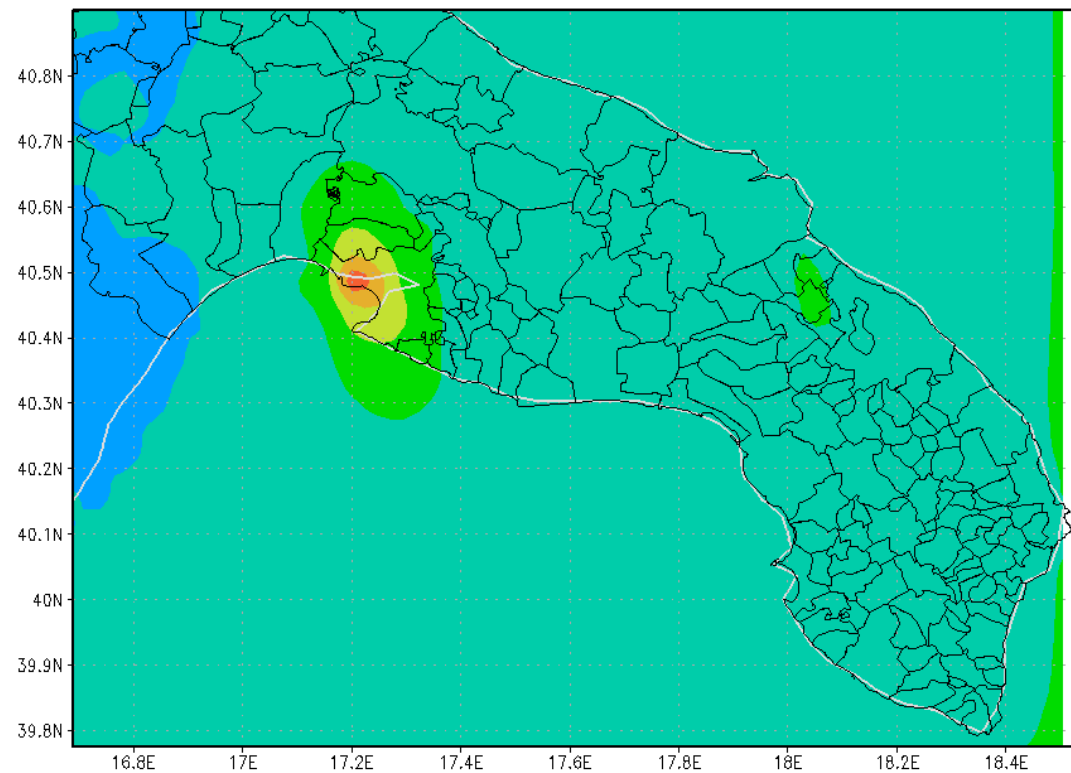


## Distribuzione spaziale della concentrazione media annuale di SO<sub>2</sub>

c\_so2 [ug/m<sup>3</sup>]



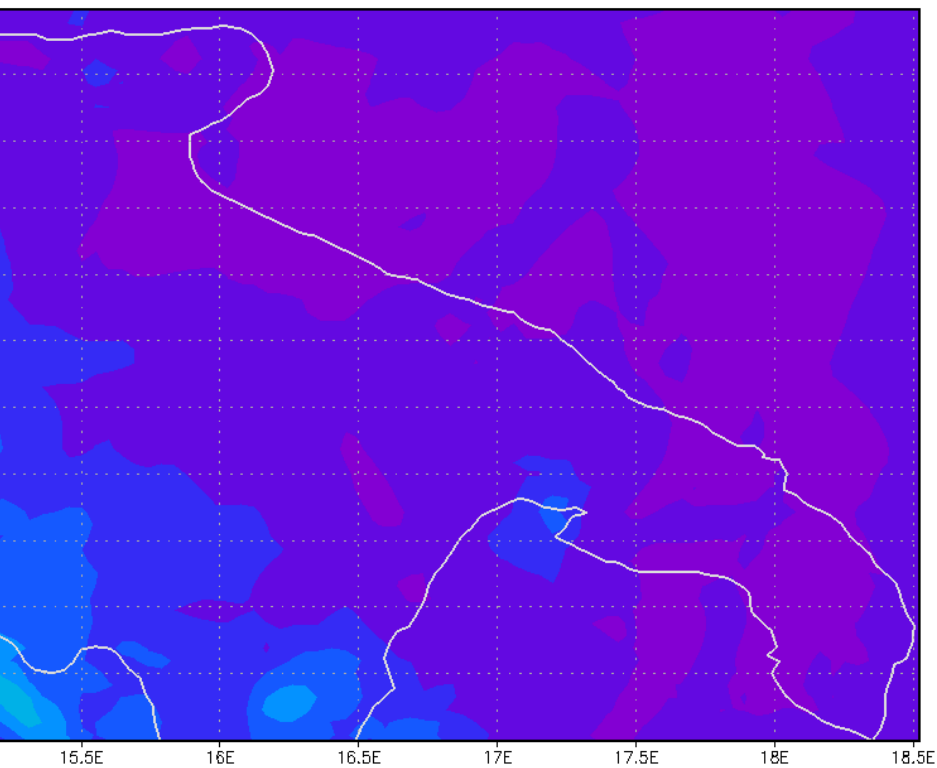
c\_so2 [ug/m<sup>3</sup>] - Salento



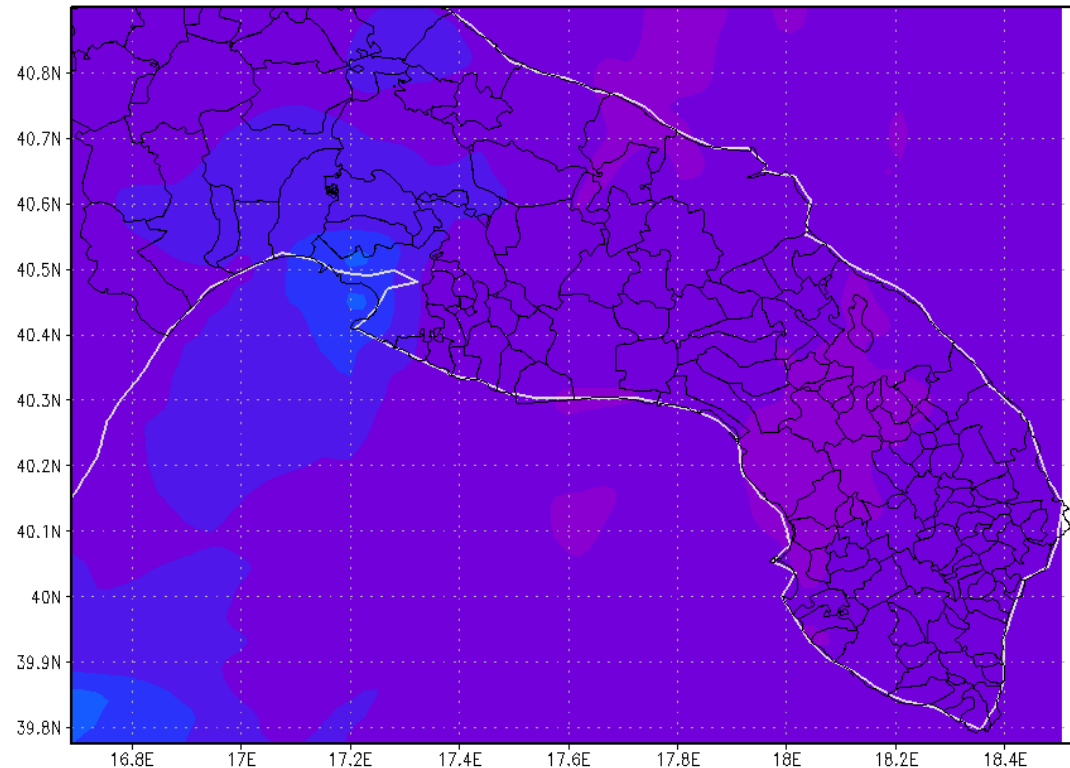
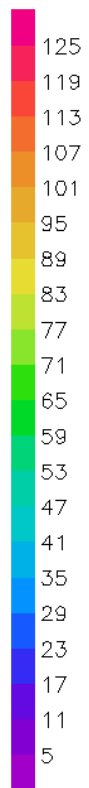


# Distribuzione spaziale della concentrazione media di SO<sub>2</sub> riferita al 99.2 percentile

c\_so2 [ug/m<sup>3</sup>]



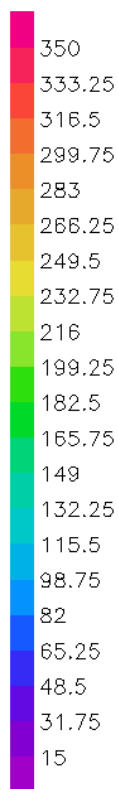
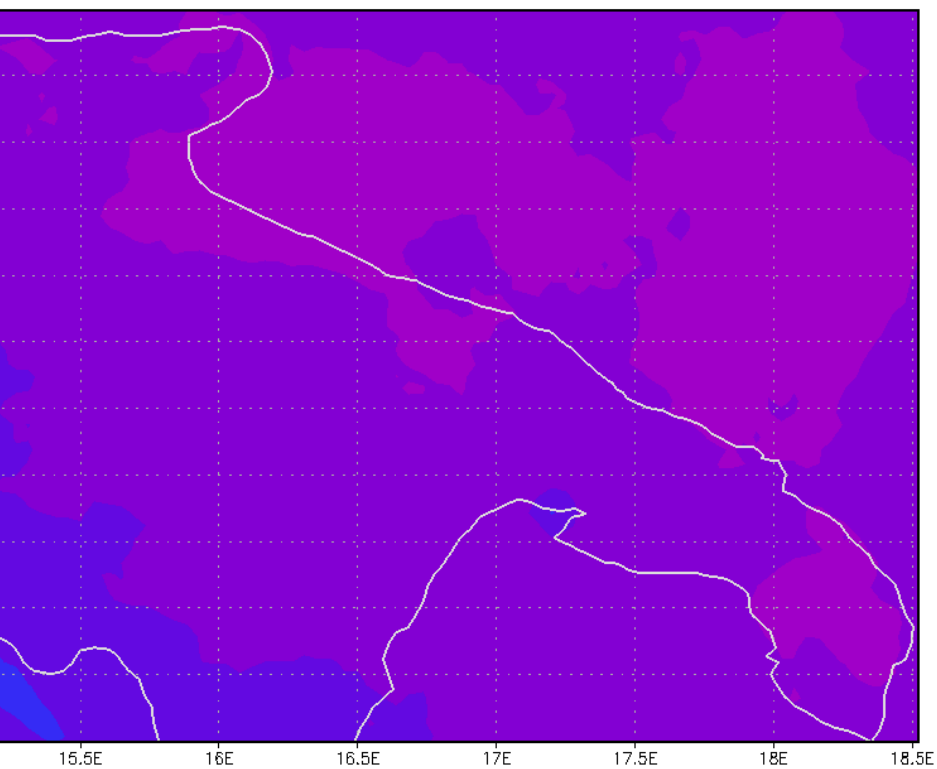
c\_so2 [ug/m<sup>3</sup>] - Salento





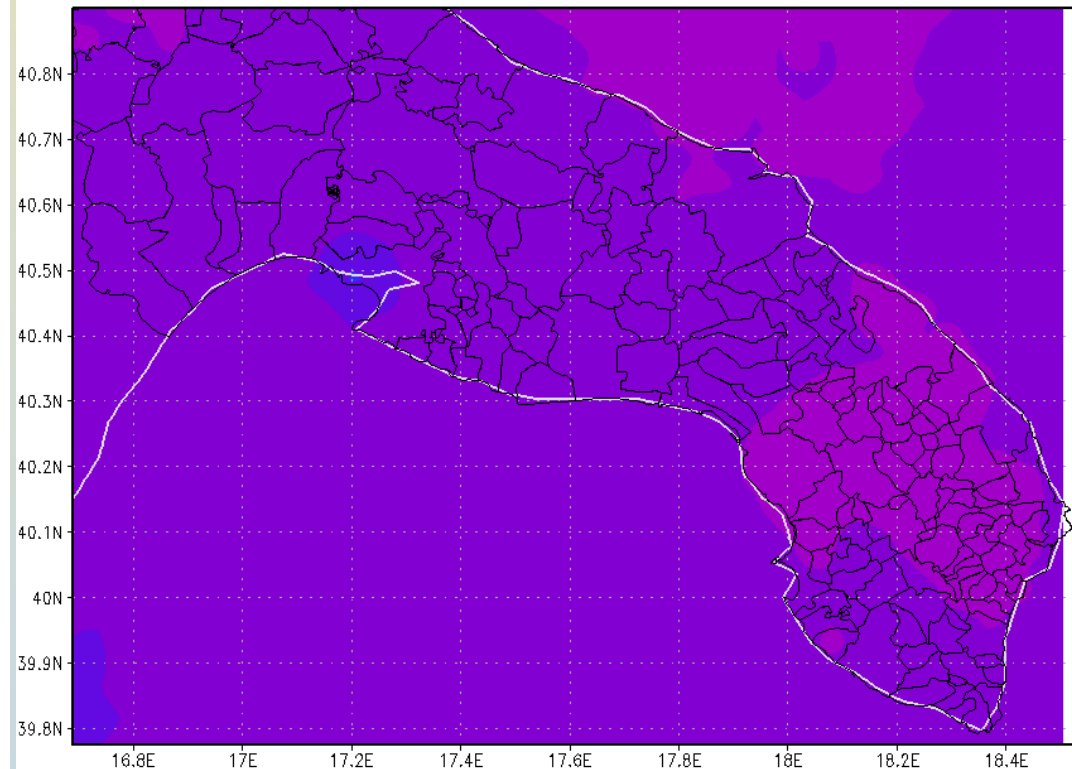
# Distribuzione spaziale della concentrazione media di SO<sub>2</sub> riferita al 99.7 percentile

c\_so2 [ug/m<sup>3</sup>]



2015-07-14-09:53

c\_so2 [ug/m<sup>3</sup>] - Salento



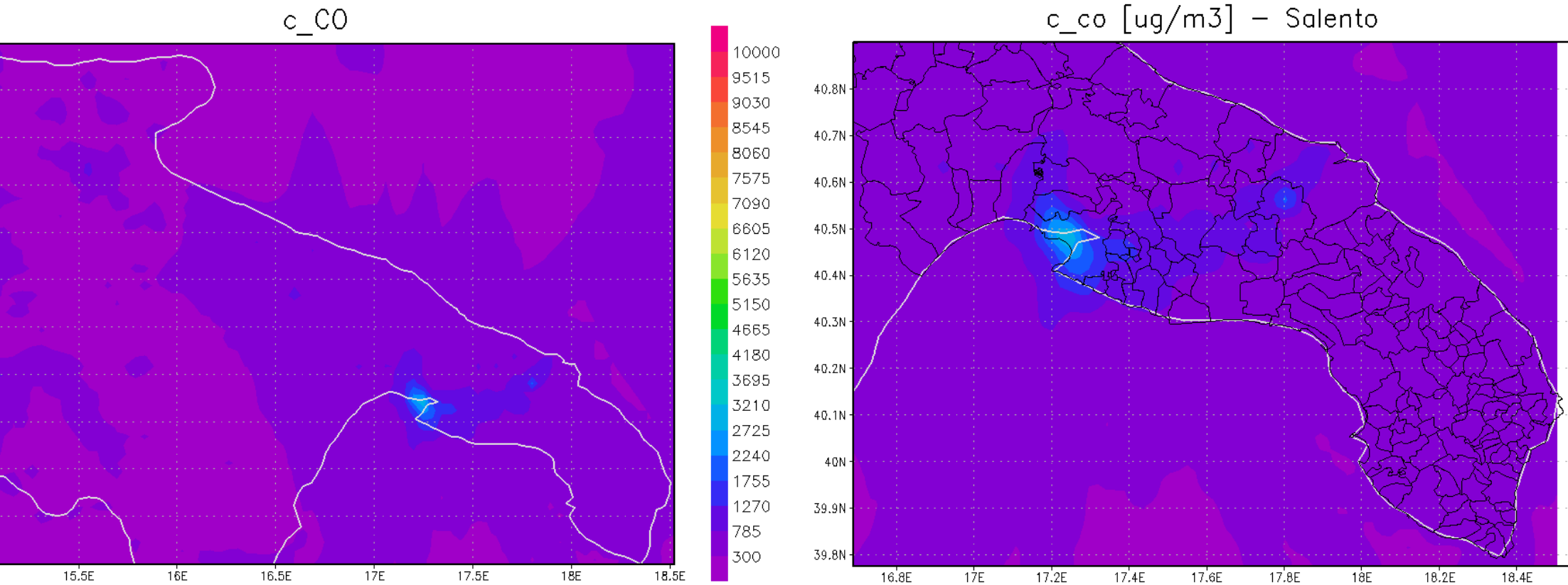
GRADS: COLA/IGES

2015-





## Distribuzione spaziale del massimo della media mobile su 8 ore di CO

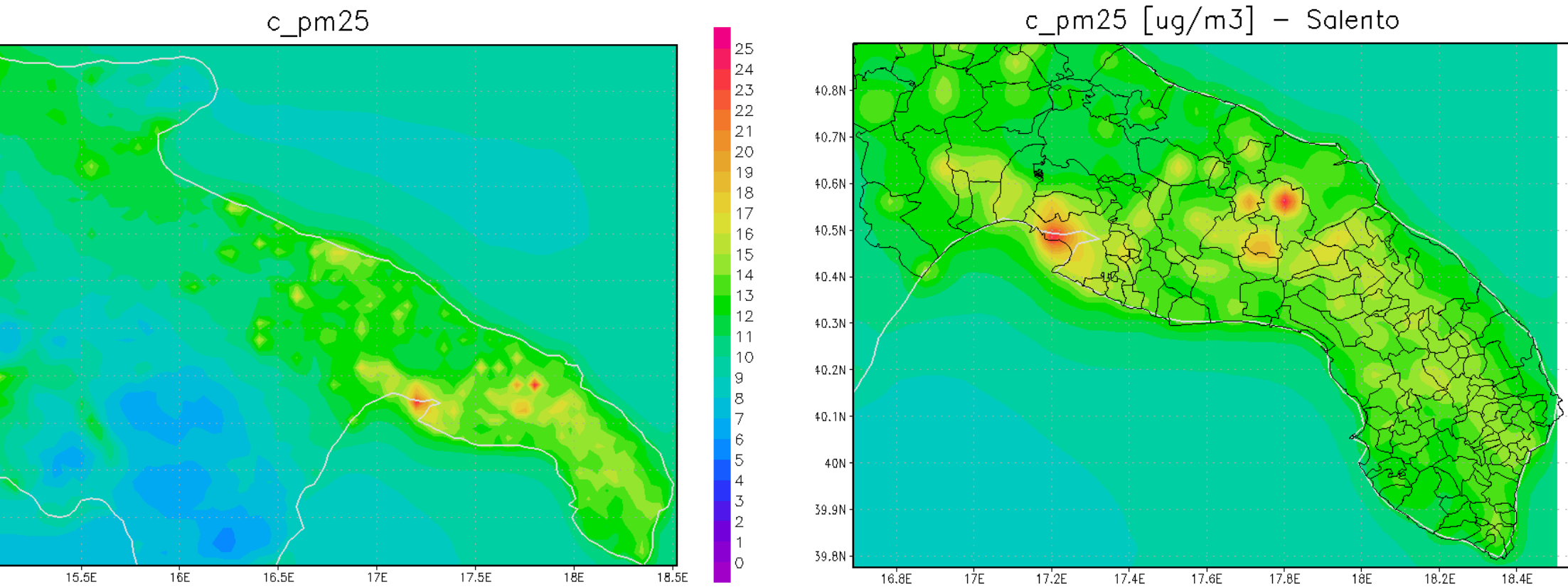


2015-07-17-10:07 GRADS: COLA/IGES

per confronto misure/modello



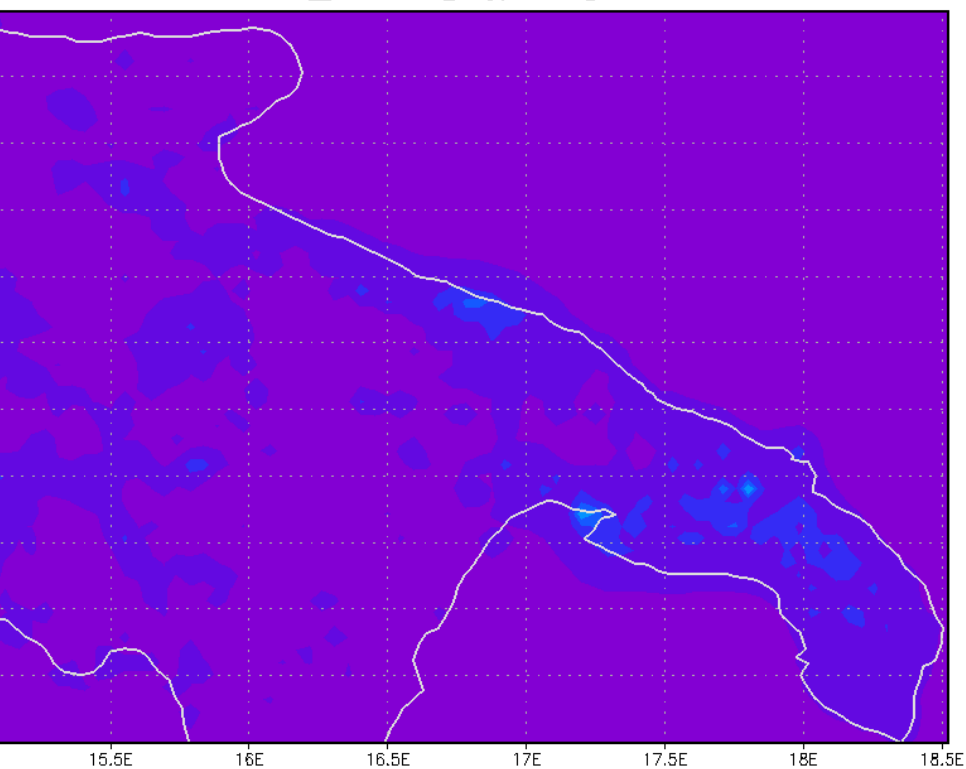
## Distribuzione spaziale della concentrazione media annuale di PM2.5



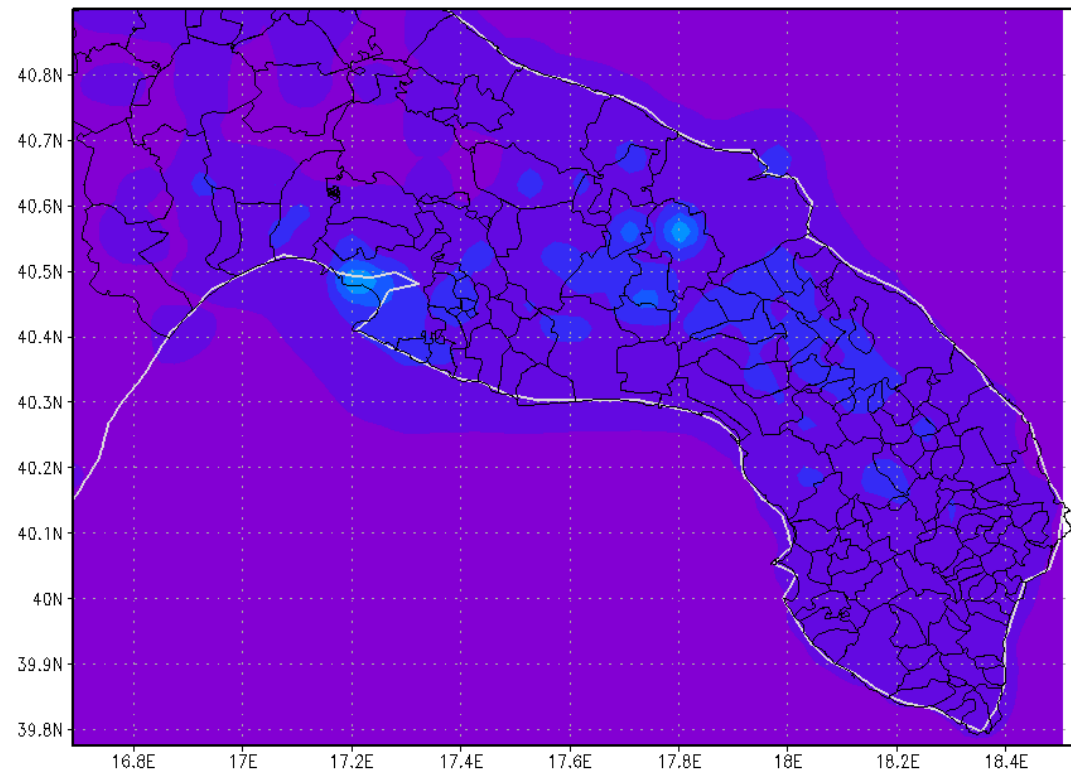


## Distribuzione spaziale della concentrazione media annuale di C6H6

c\_c6h6 [ug/m3]



c\_c6h6 [ug/m3] - Salento

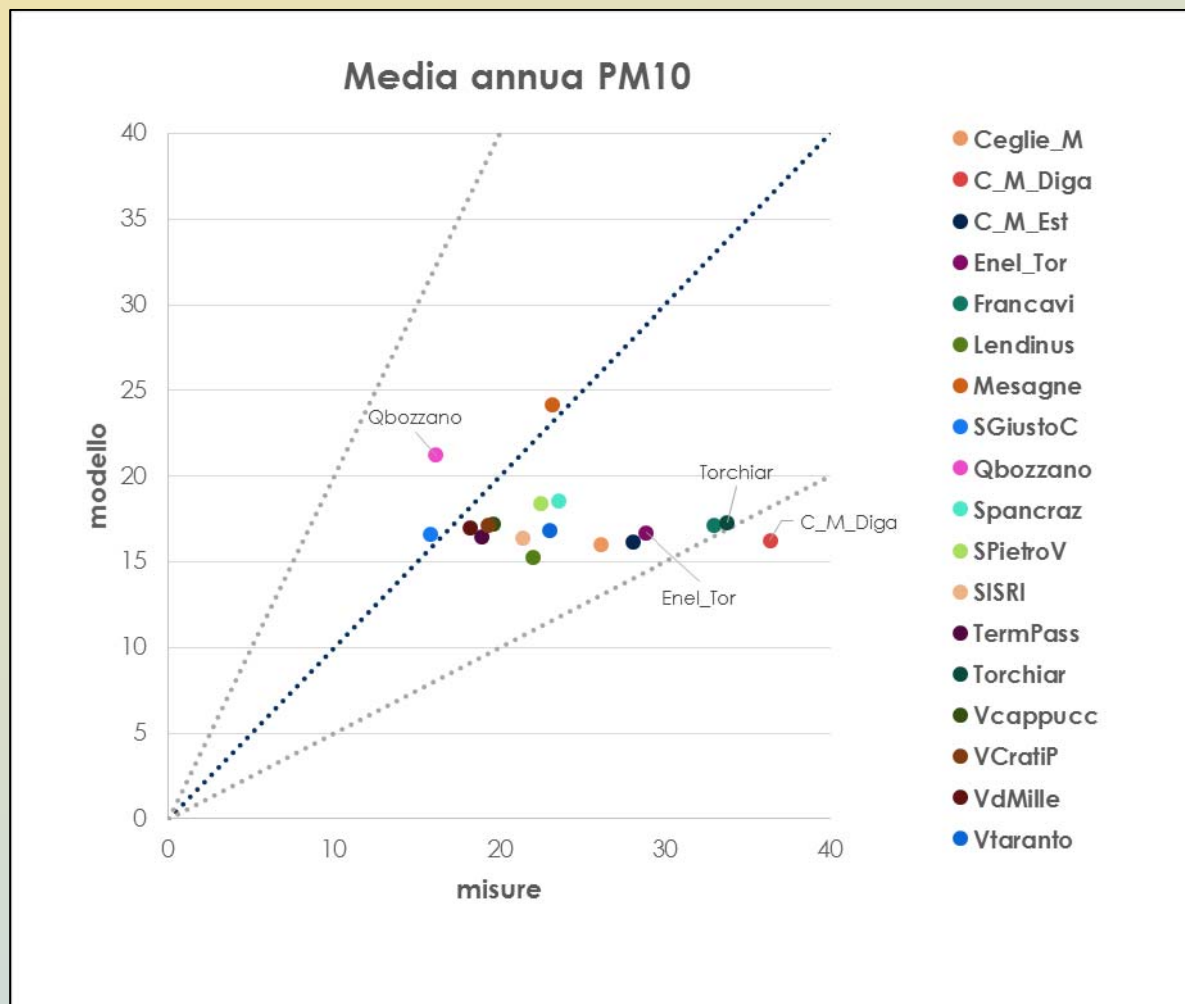


2015-07-14-11:30 GrADS: COLA/IGES

per confronto misure/modello

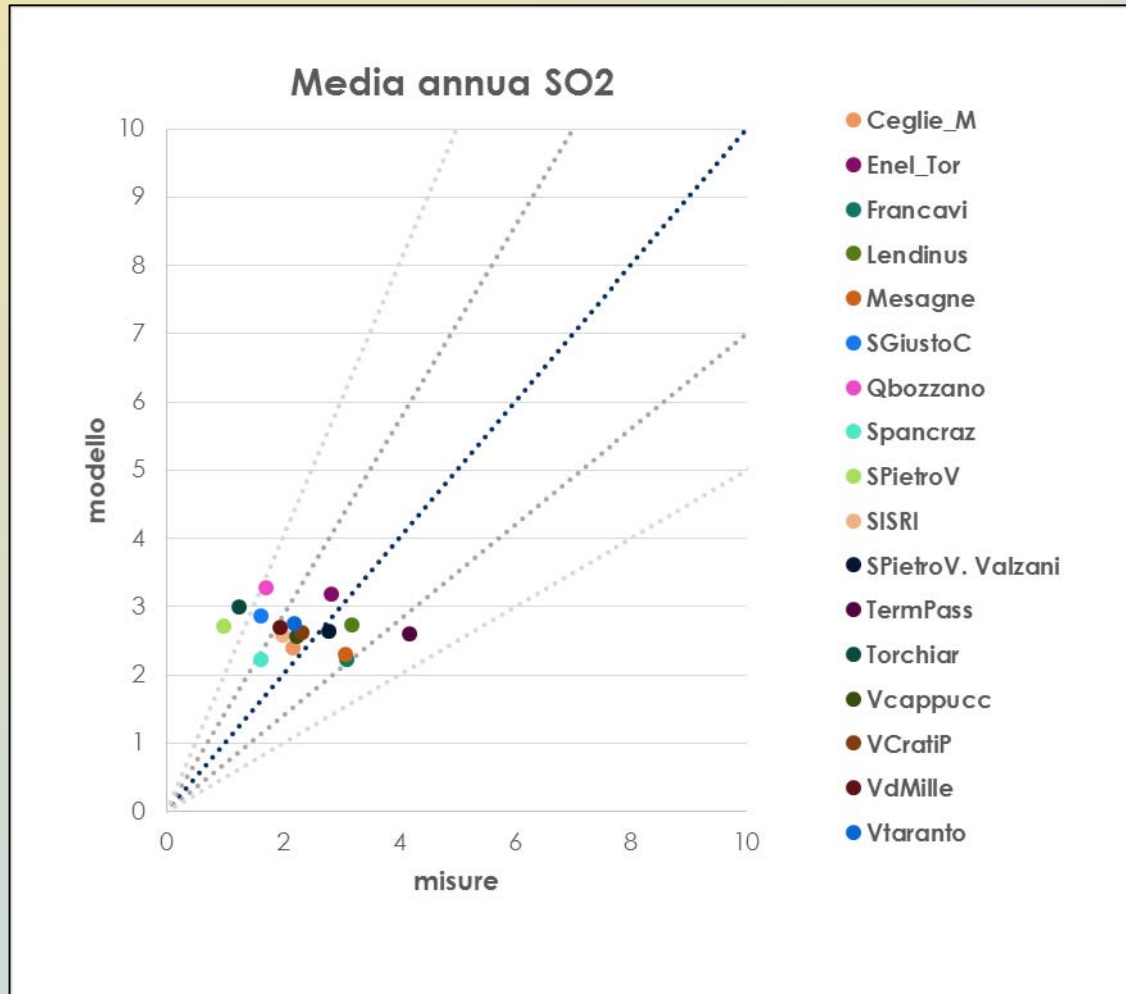


## Scatter plot di confronto misure/modello



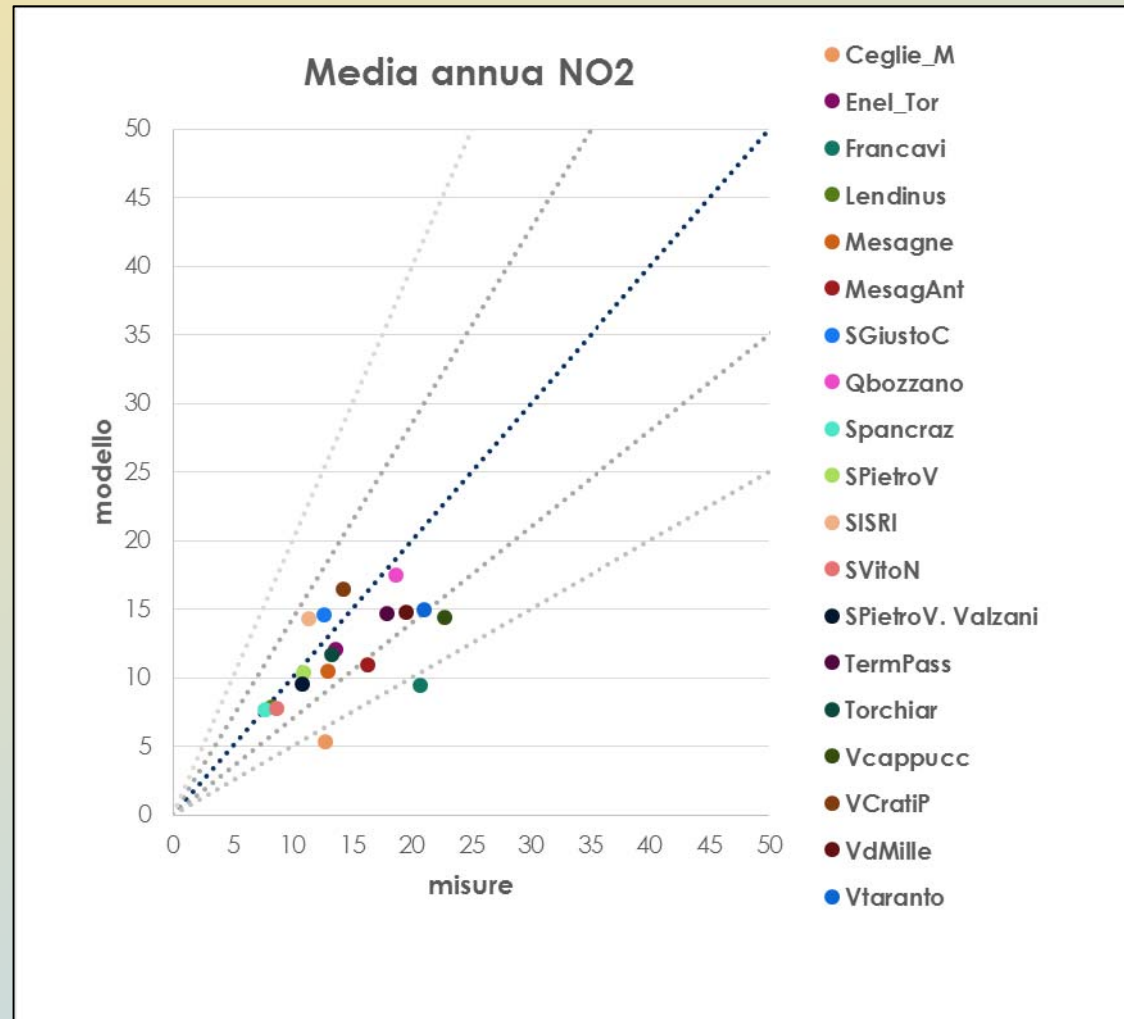


## Scatter plot di confronto misure/modello



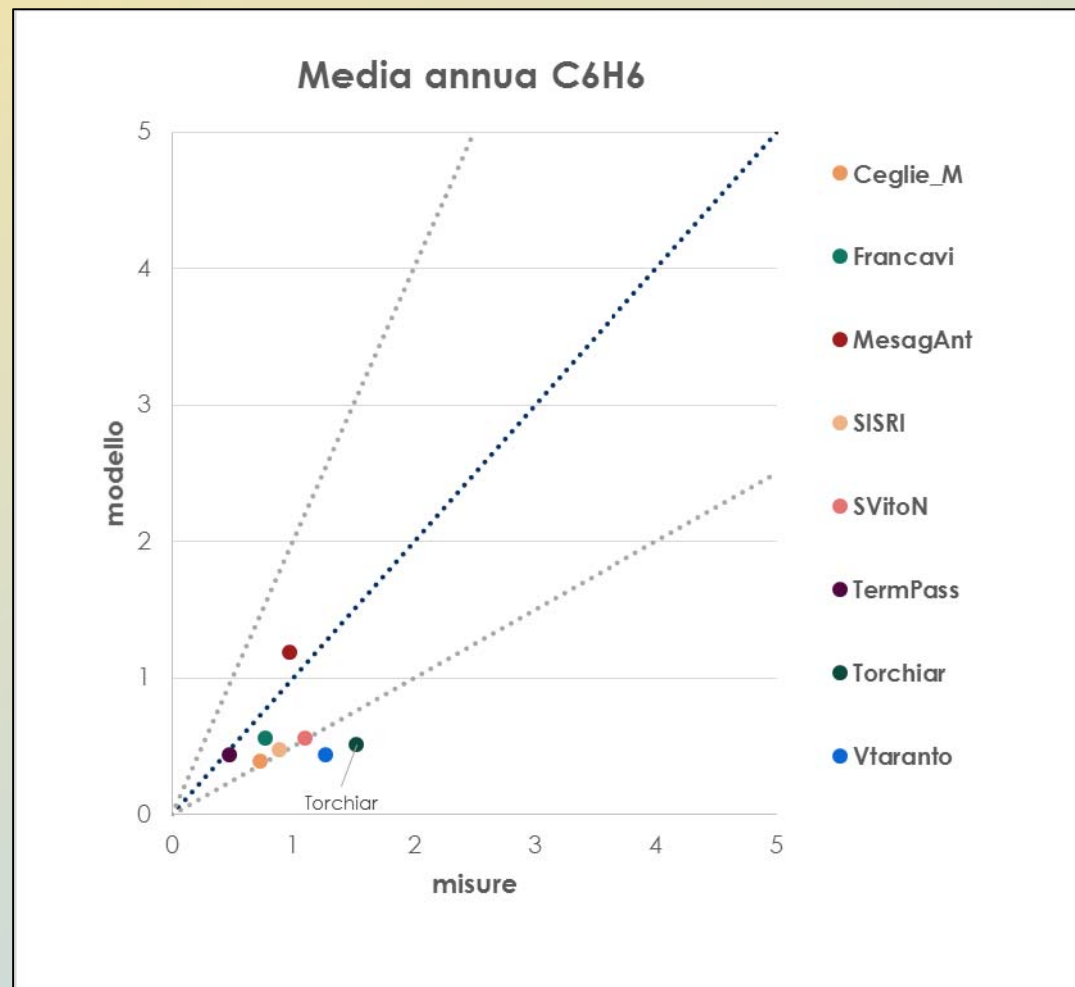


## Scatter plot di confronto misure/modello



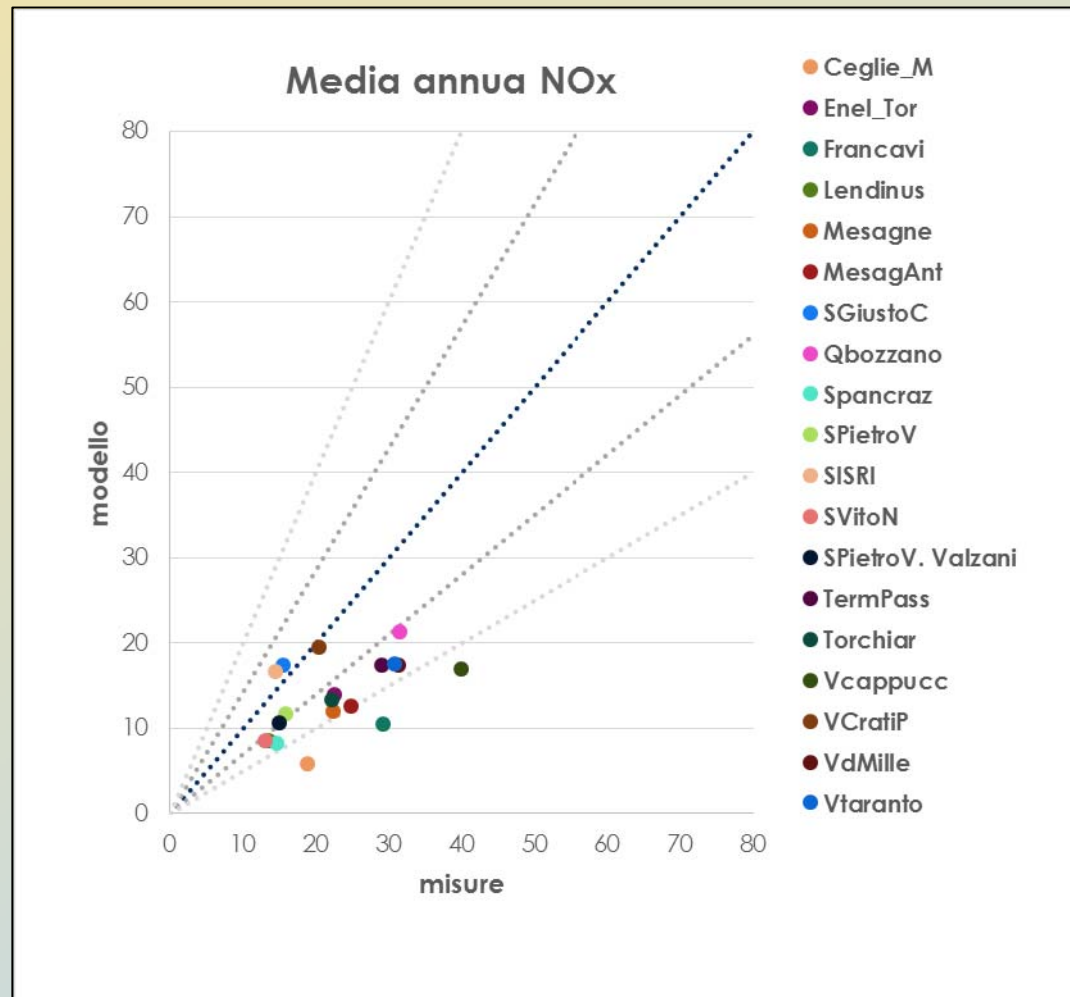


## Scatter plot di confronto misure/modello





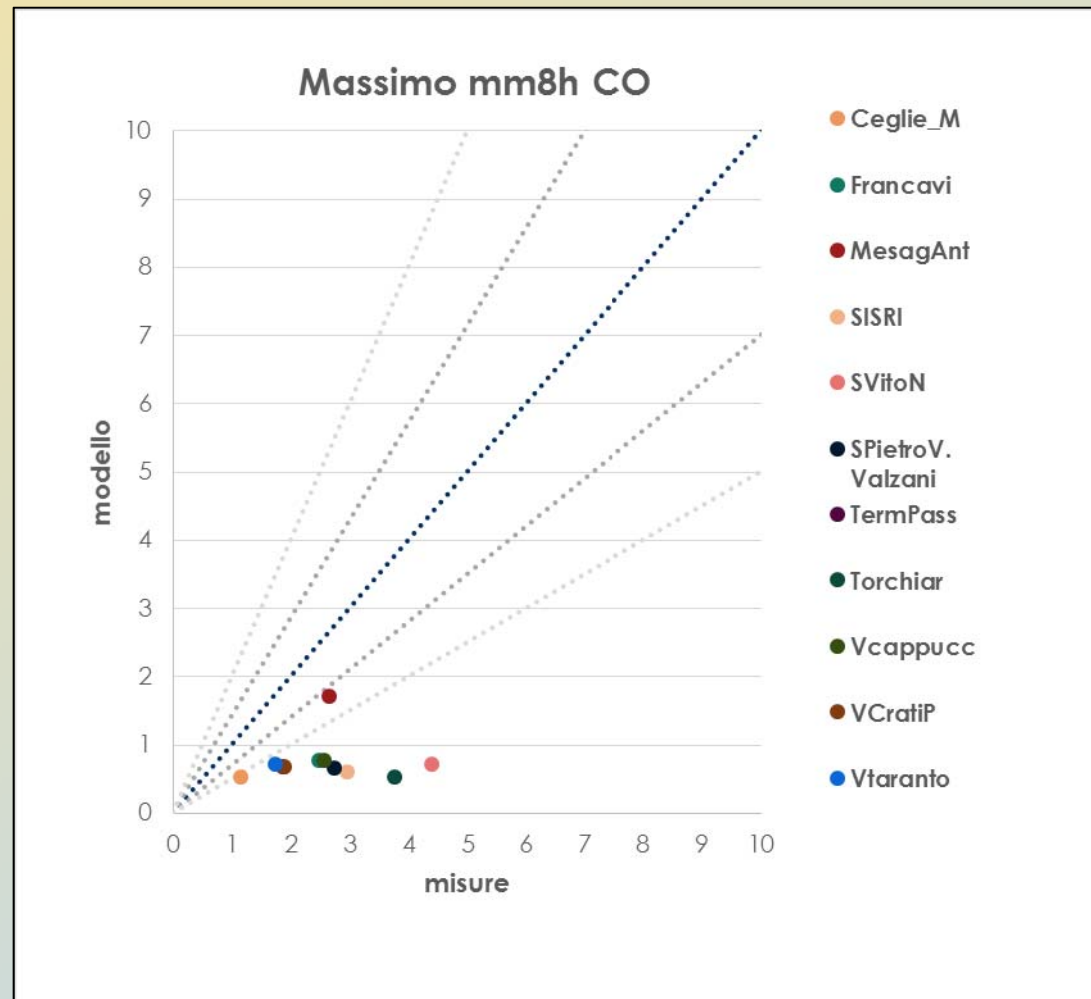
## Scatter plot di confronto misure/modello





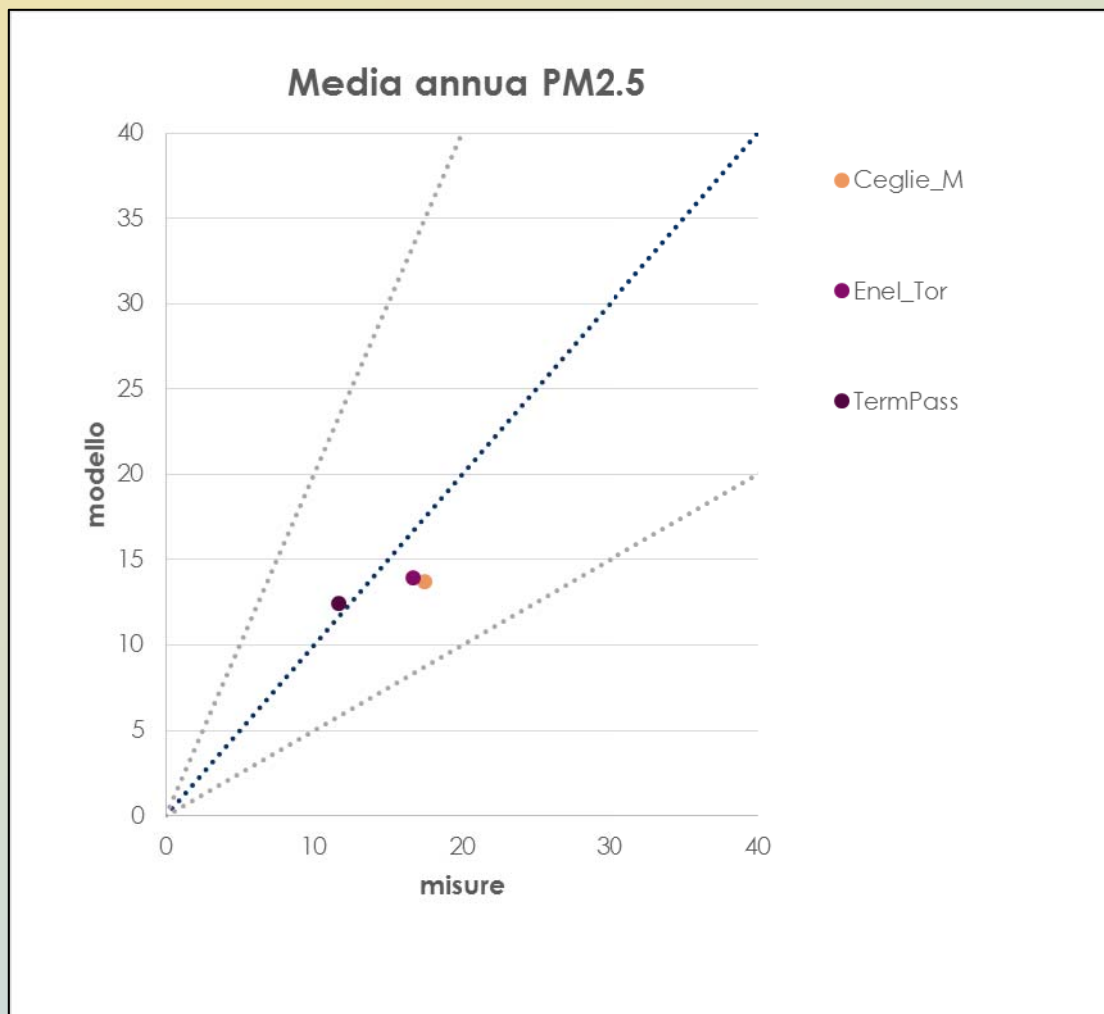


## Scatter plot di confronto misure/modello



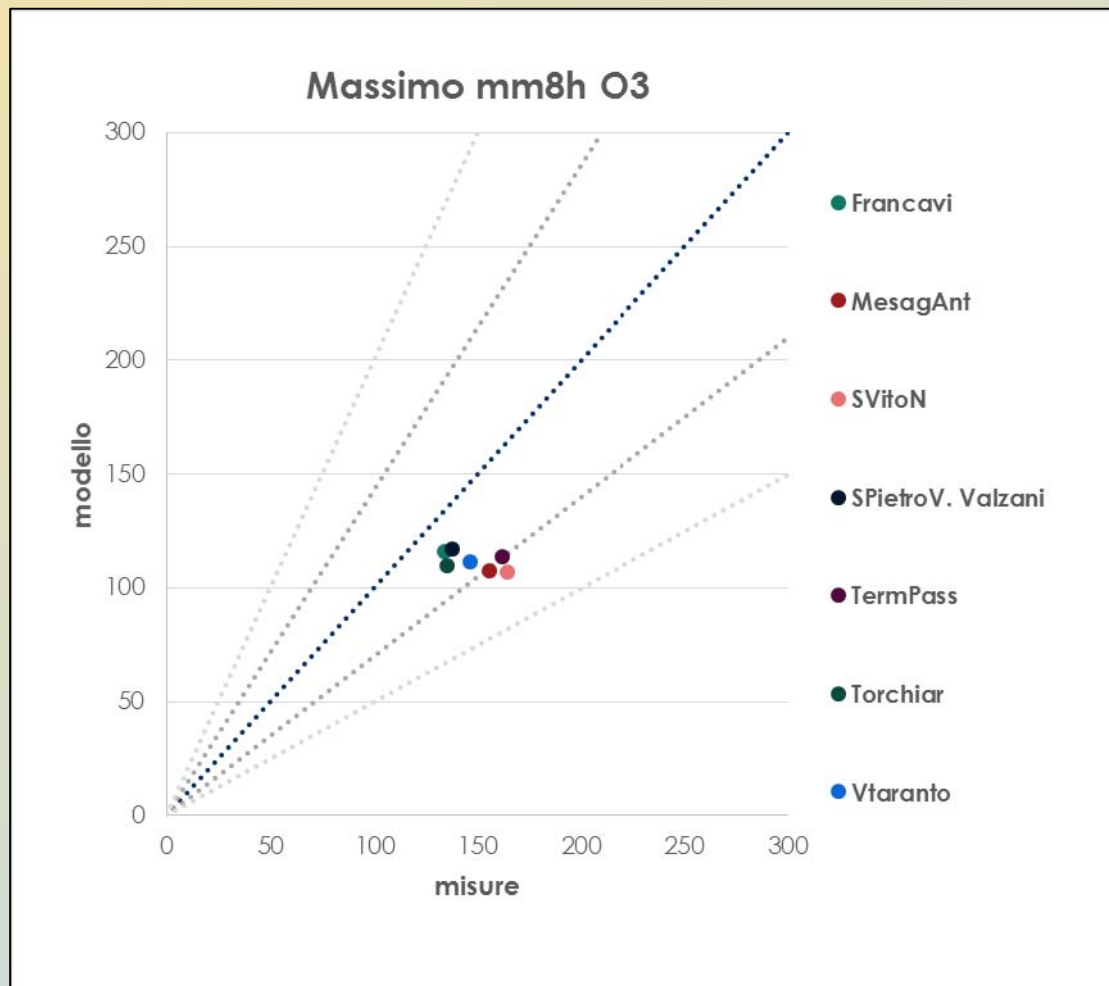


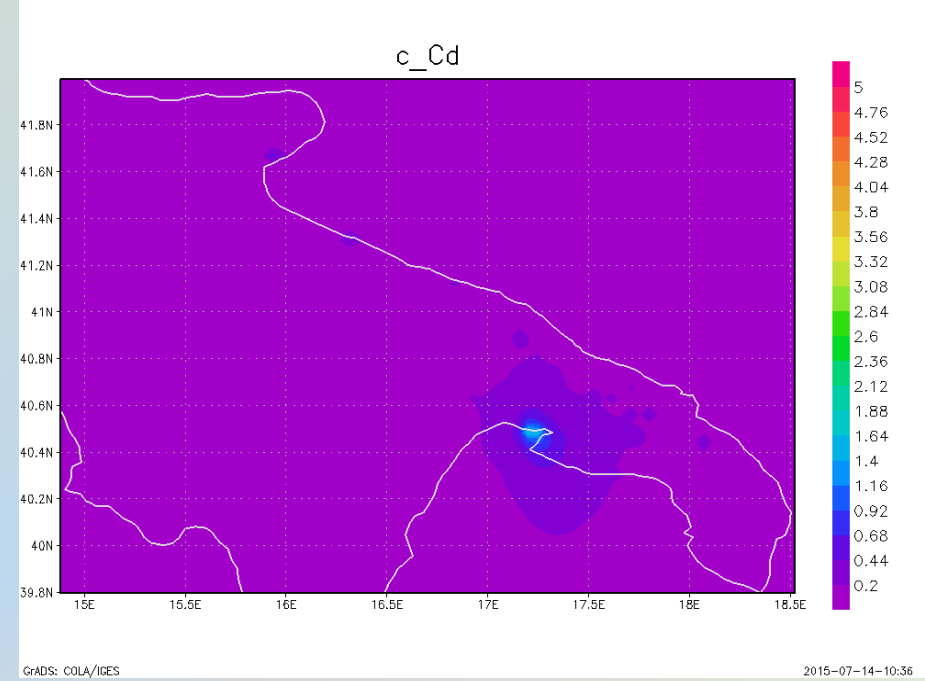
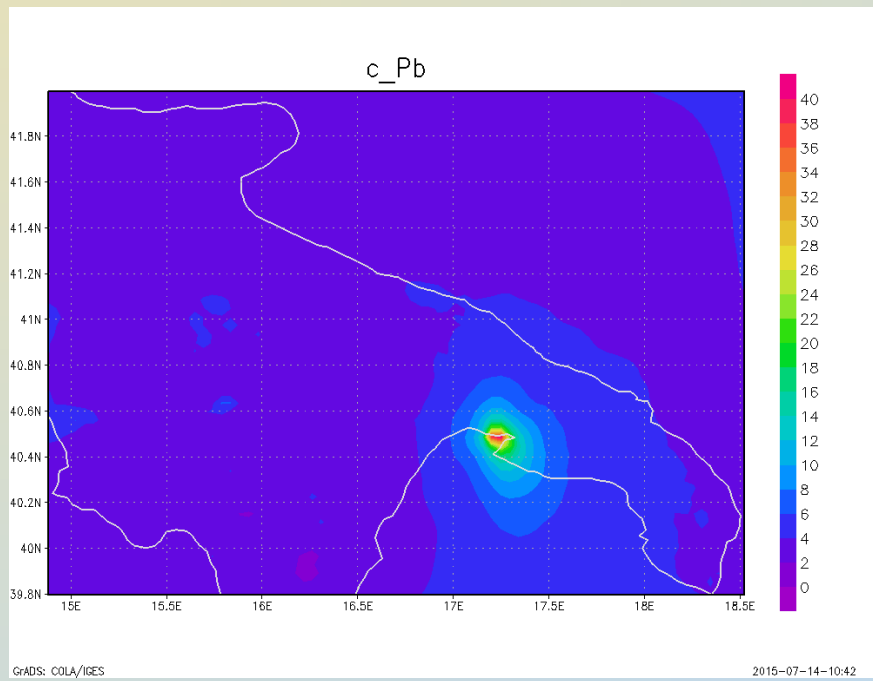
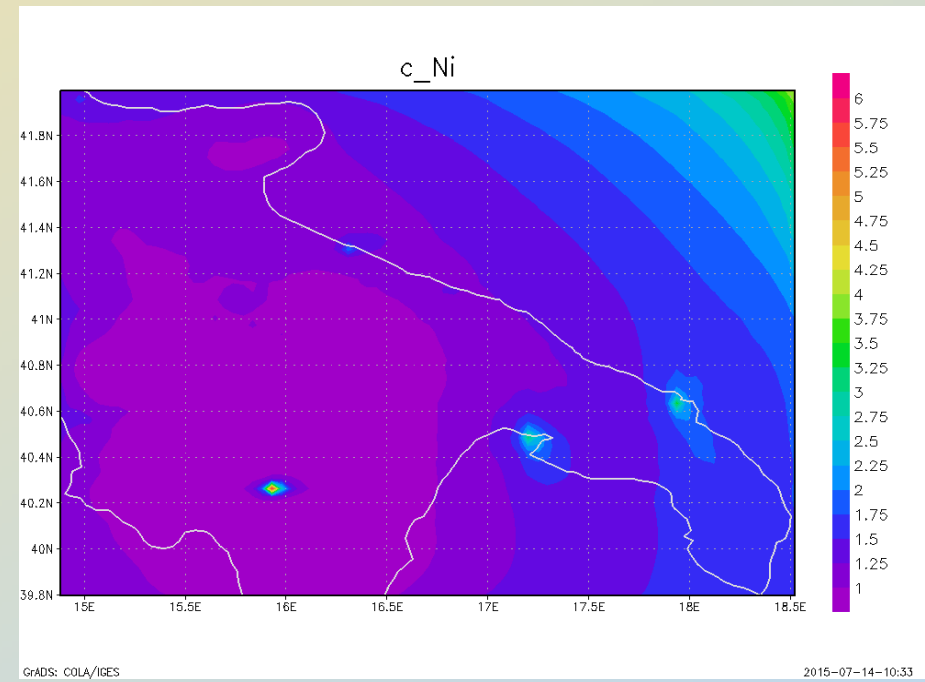
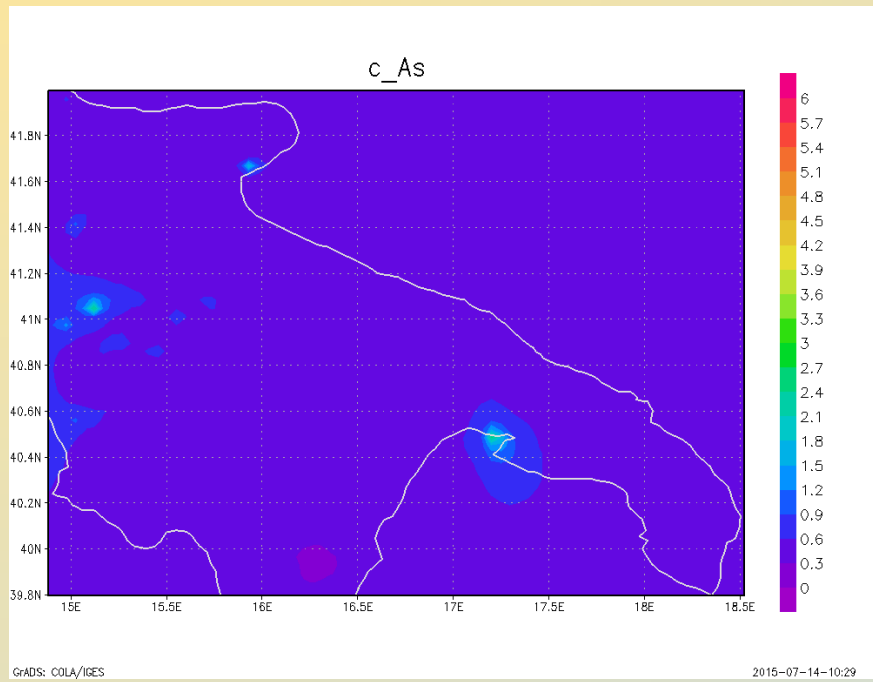
## Scatter plot di confronto misure/modello





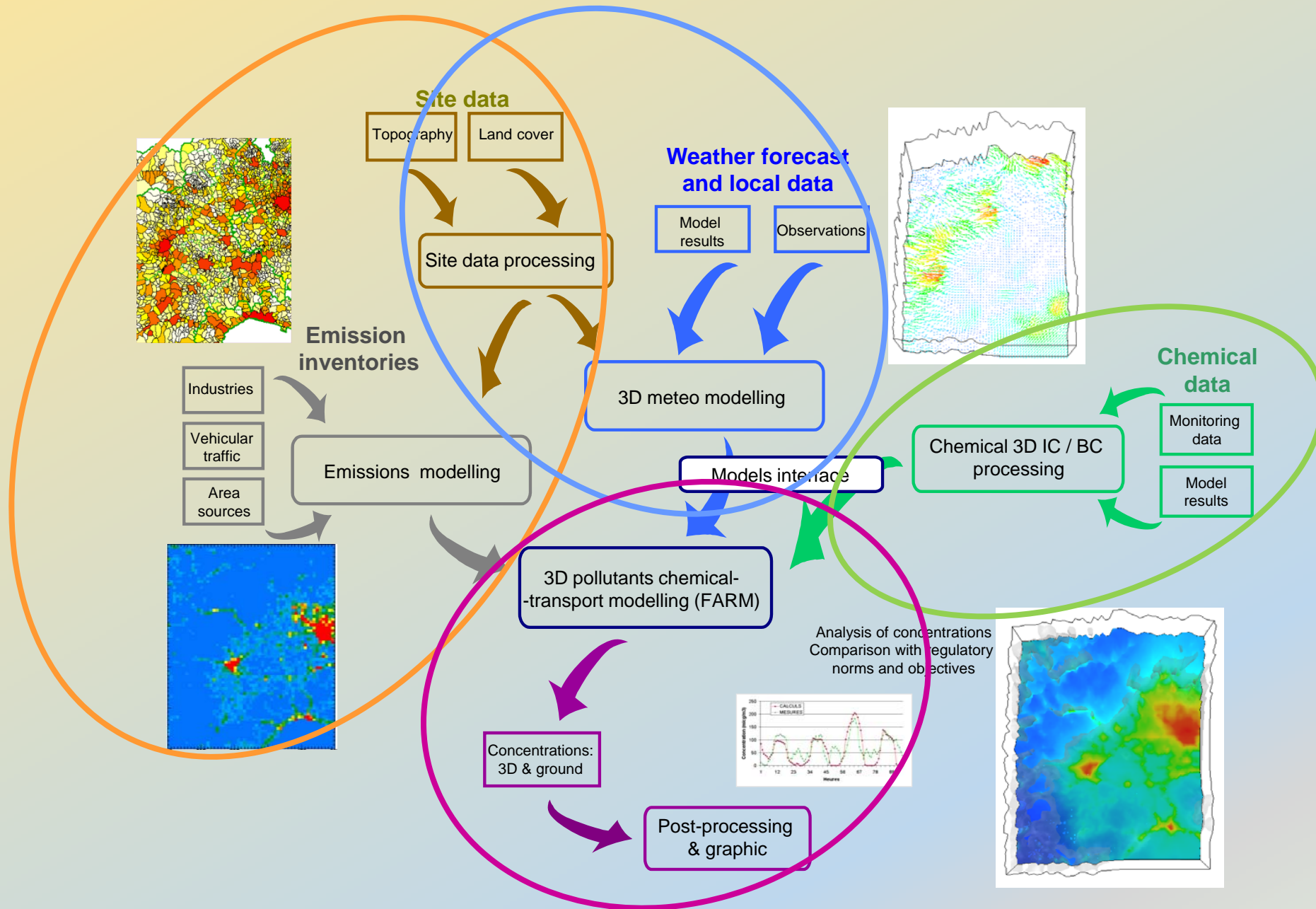
## Scatter plot di confronto misure/modello





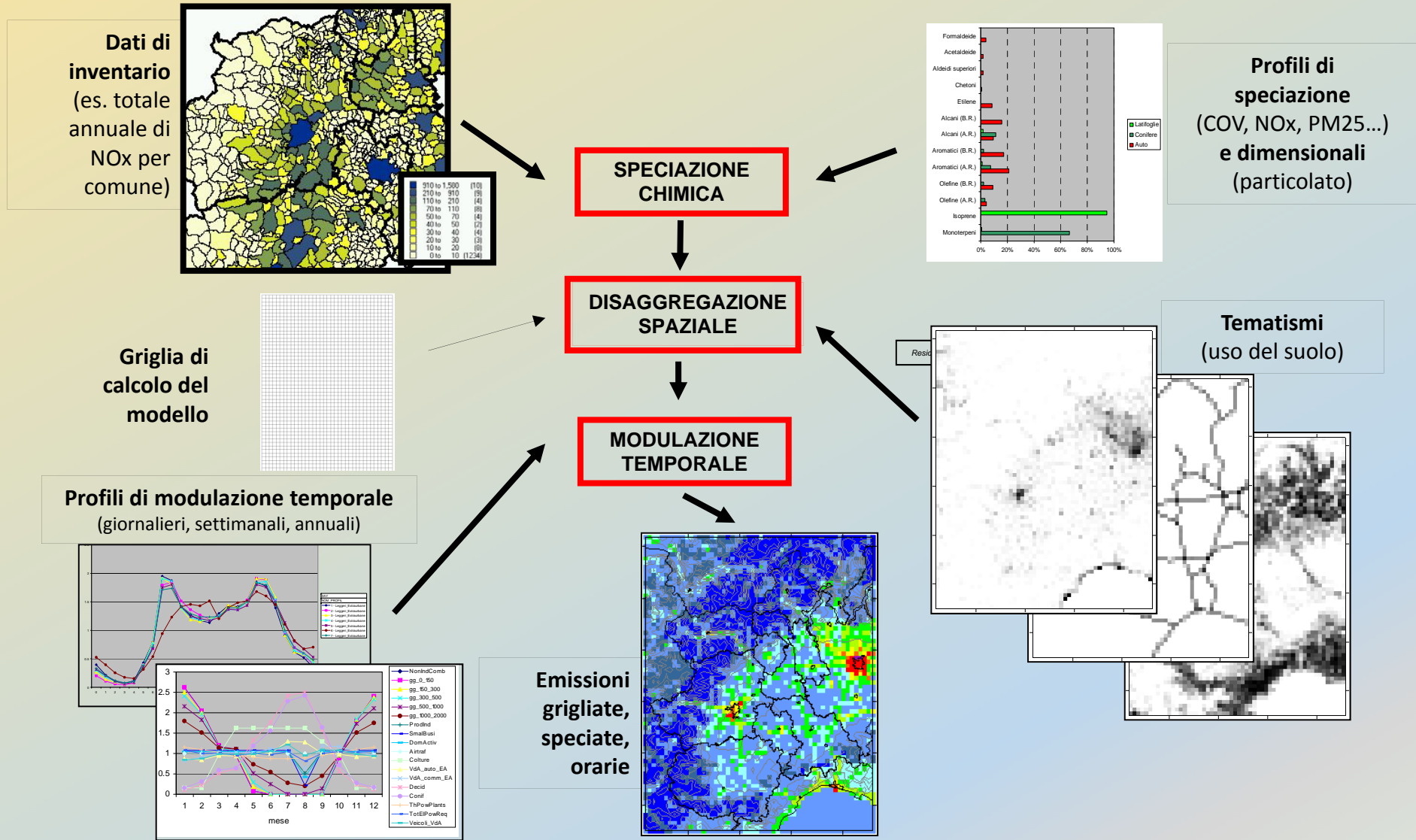


# Sistema modellistico per la qualità dell'aria



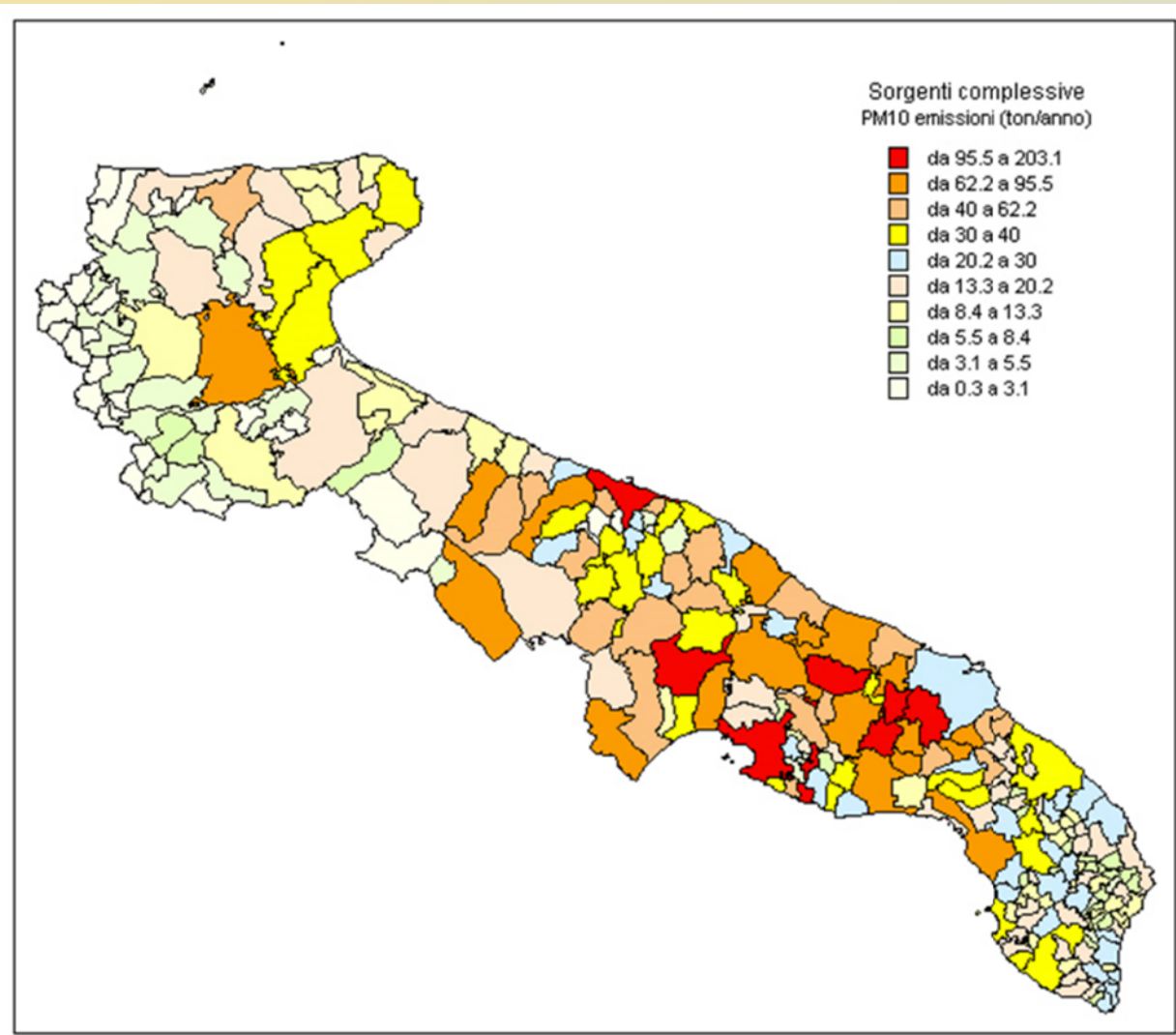


# Predisposizione dell'input emissivo al modello





# Distribuzione spaziale delle emissioni di PM10 derivanti dalla combustione di biomassa per riscaldamento domestico



Comune	(t/a)/n. fam.
San Donaci	0.024
Erchie	0.024
Torchiarolo	0.023
Cellino San Marco	0.023
Torre Santa Susanna	0.019
Oria	0.019
Mesagne	0.019
Latiano	0.018
Cisternino	0.017
Ceglie Messapica	0.017
Villa Castelli	0.016
San Michele Salentino	0.014
San Pancrazio Salentino	0.014
San Vito dei Normanni	0.010
San Pietro Vermotico	0.010
Carovigno	0.009
Ostuni	0.006
Franca Villa Fontana	0.006
Fasano	0.003
Brindisi	0.001

Dati normalizzati rispetto al numero di famiglie

