

V CONGRESSO NAZIONALE
“IL CONTROLLO DEGLI AGENTI FISICI: AMBIENTE, SALUTE E QUALITA’ DELLA VITA”
Novara , 6-8 giugno 2012

“Progetto Supersito”: obiettivi, applicazioni modellistiche per l’epidemiologia

Andrea Ranzi, Giovanni Bonafè
ARPA Emilia-Romagna
CTR Ambiente Salute, SIMC



Realizzazione di uno studio integrato dell'inquinamento dell'atmosfera nella regione Emilia-Romagna attraverso misure di parametri chimici, fisici, tossicologici e valutazioni sanitarie, epidemiologiche ed ambientali mediante modelli interpretativi

Committente:

- **Assessorato alle Politiche per la Salute RER**
- **Assessorato all' Ambiente e Sviluppo Sostenibile RER**

Gestione:

- **Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell'Emilia-Romagna**

Obiettivo generale

Migliorare le conoscenze relativamente agli aspetti ambientali e sanitari del particolato fine ed ultrafine, nelle componenti e/o secondarie, presente in atmosfera.

Obiettivi specifici (I)

- ✓ Stima del bilancio di massa chimico attraverso una dettagliata speciazione dell'aerosol fine;
- ✓ Definizione dello spettro dimensionale delle particelle submicroniche, con alta risoluzione temporale;
 - ✓ Caratterizzazione della meteorologia del Surface Energy Balance (SEB) durante episodi di nucleazione di UFP e trasporto di particelle di origine crostale;
 - ✓ Valutazione del comportamento e dei fenomeni che portano alla formazione e crescita del particolato secondario inorganico ed organico;

Obiettivi specifici (II)

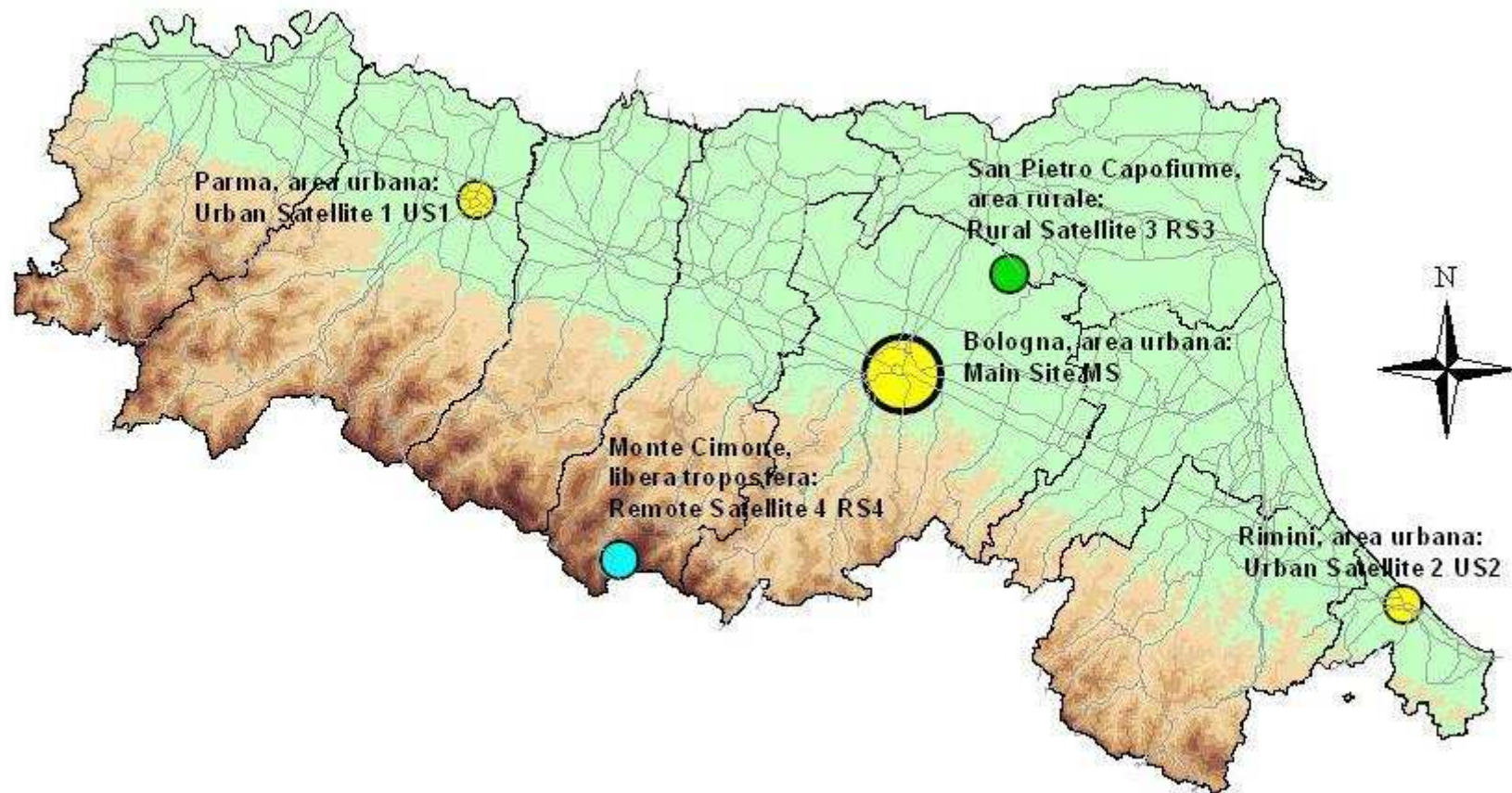
Simulazione mediante modellistica meteorologica ad alta risoluzione (COSMO) e di modelli chimici di trasporto (Chimere) per le specie chimiche (particolato) di interesse epidemiologico;

- ✓ **Attribuzione dei pesi alle varie sorgenti di emissione attraverso determinazione della speciazione chimica e mediante modelli al recettore (source apportionment);**
- ✓ **Risposta alla Direttiva 50/2008 relativamente a carbonio organico ed elementare, ioni sull'aerosol e al D. Lgs 183/04 per alcuni composti precursori dell'ozono in diverse aree della regione;**
- ✓ **Determinazioni di tipo tossicologico per la valutazione delle tipologie di aerosol contenenti sostanze, elementi, composti o miscele di composti che hanno effetti sulla salute;**

Obiettivi specifici (III)

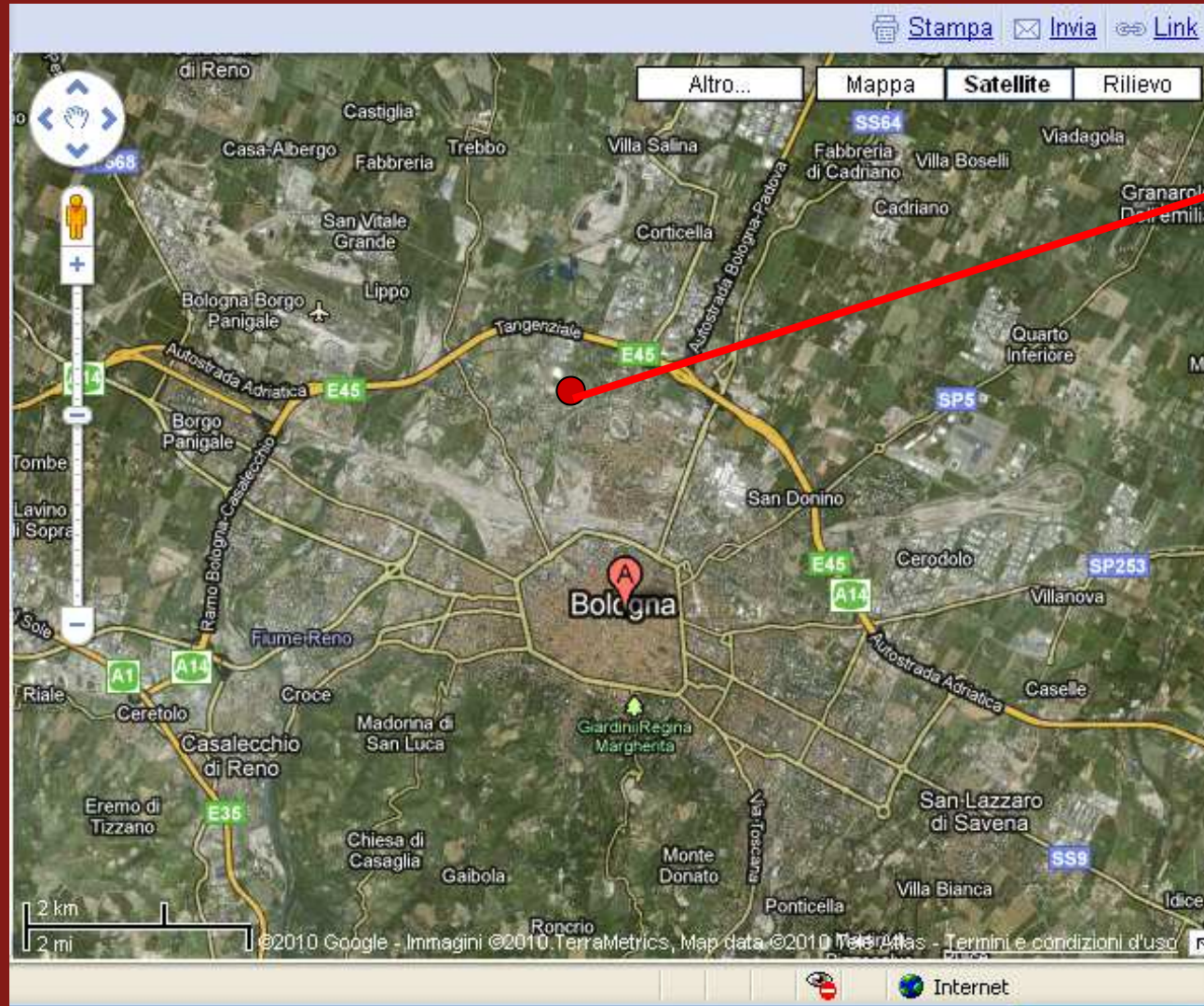
- ✓ Realizzazione di indagini epidemiologiche attraverso lo studio degli eventi sanitari rilevanti:
 - A breve termine, mediante correlazioni tra i flussi informativi correnti (SDO, banca dati farmaceutica, etc.) per patologie riconducibili ad esposizione a inquinanti e i valori di alcune sostanze trovate nell'aerosol atmosferico;
 - A lungo termine, attraverso le analisi di fonti informative quali: registro tumori e registro mortalità e i valori di alcune specie chimiche determinate sistematicamente nell'aerosol, nel corso della durata del progetto;
- ✓ Valutazione e stima del rischio (risk assessment) attraverso le elaborazioni dei parametri chimici e tossicologici osservati e dalla comparazione con le analisi epidemiologiche di eventi a breve e a lungo termine;
- ✓ Miglioramenti della valutazione dell'esposizione della popolazione attraverso studi della qualità dell'aria in ambienti indoor relativamente al particolato fine ed ultrafine.

Distribuzione spaziale siti di misura



Distribuzione spaziale siti di misura

- Main site - Area Urbana di Bologna, importante bacino di popolazione presupposto necessario ai fine degli studi epidemiologici



Ubicazione della stazione di monitoraggio



- ✓ Main site **Area Urbana di Bologna**, importante bacino di popolazione presupposto necessario ai fine degli studi epidemiologici;
- ✓ Urban satellite 1 (US1) **Area Urbana di Parma**. Rappresentatività area occidentale della regione. Microubicazione: Parma Cittadella;
- ✓ Urban satellite 2 (US2) **Area Urbana di Rimini**. Rappresentatività area costiera della regione. Microubicazione: Rimini Marecchia;
- ✓ Rural satellite 3 (RS3) **Area rurale San Pietro Capofiume, Molinella (BO)**. Area non interessata direttamente da particolari pressione antropiche. Rappresentatività per un fondo di pianura regionale. Microubicazione: Base Arpa ;
- ✓ Remote satellite 4 (RS4) **Area remota Monte Cimone (MO)** – Base Aeronautica militare. Rappresentatività per le caratteristiche delle masse d'aria a mesoscala. Da tale stazione che fa parte della rete EUSAAR verranno utilizzati i dati provenienti dal monitoraggio che conduce sistematicamente il CNR-ISAC (BO).

Organizzazione del progetto

Il progetto è organizzato in n. 7 linee progettuali così definite:

LP 1: Campionamento, analisi chimica e distribuzione dimensionale del particolato;
(I. Ricciardelli, CTR AU, sez BO)

LP 2: Misure fisiche e modelli di qualità dell'aria; (G. Bonafé, AMAMO, SIMC)

LP 3: Campagne di misure intensive in atmosfera; (S. Ferrari, CTR AU, sez. Bo)

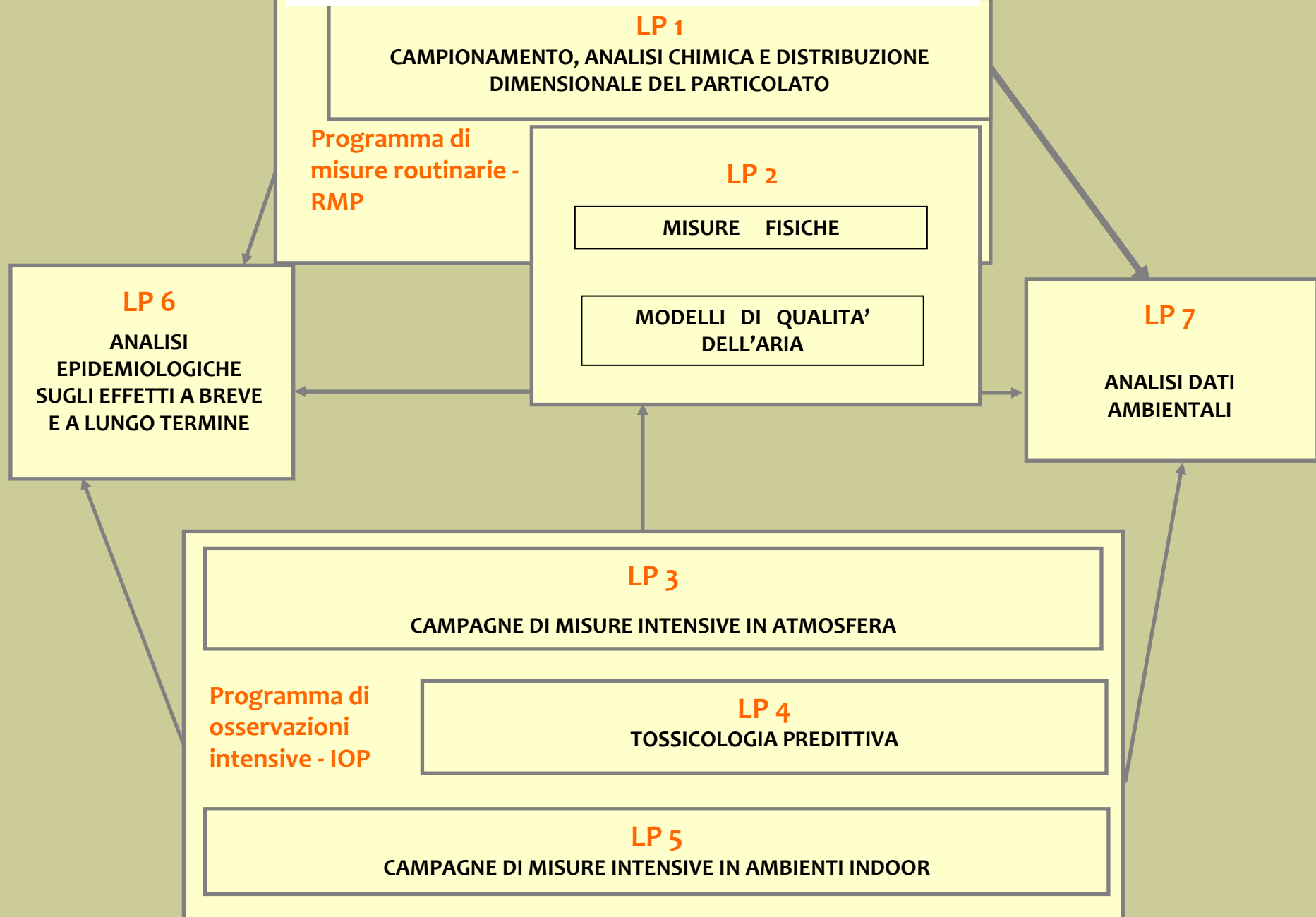
LP 4: Tossicologia predittiva; (A. Colacci, CTR CAVR, sez. BO)

LP 5: Campagne di misure intensive in ambienti indoor; (S. Zauli, CTR AS, DT)

LP 6: Analisi epidemiologiche sugli effetti a breve e a lungo termine;
(A. Ranzi CTR AS, DT)

LP 7: Analisi dati ambientali (F. Scotto, CTR AU - CTR AS,)

ARCHITETTURA PROGETTO



Linea Progettuale 1

Campionamento, analisi chimica e distribuzione dimensionale del particolato

Fornire sul lungo periodo un flusso di dati sulla composizione chimica del PM_{2.5}, PM₁ e PM₁₀

Studio della distribuzione delle particelle sub-microniche in atmosfera per comprendere le reazioni che avvengono e che portano a trasformazioni e crescita. Lo studio delle condizioni chimico-fisiche che pilotano formazione e distribuzione

Le misure di speciazione chimica saranno svolte in tutti i siti urbani, rurale e remoto nei tre anni di misura (da 11/2011 a 10/2014), assicurando circa il 75% di dati validi nel sito *main site* e circa il 27% nei siti satellite per il PM_{2.5}. A Monte Cimone verrà assicurato il campionamento settimanale per il PM₁ e PM₁₀.

Linea Progettuale 2

Misure fisiche e modelli di qualità dell'aria

Caratterizzazione della meteorologia del PBL e del SEB durante episodi di nucleazione e di trasporto di aerosol di origine crostale

Modellistica meteorologica ad alta risoluzione (COSMO) e modelli chimici di trasporto (Chimere) per la simulazione delle specie chimiche (PM) di interesse epidemiologico

Risultati attesi:

- ✓ *Fornitura di dati meteo di supporto alle altre LP nel corso del Routine Measurements Program triennale;*
- ✓ *Fornitura di dati meteo speciali, focalizzati sullo strato limite atmosferico e sulla turbolenza, nel corso programma intensivo di osservazione (IOP);*
- ✓ *Algoritmi per il calcolo dell'altezza dello strato rimescolato;*
- ✓ *Caratterizzazione meteo di episodi di nucleazione e di trasporto di aerosol di origine crostale;*
- ✓ *Verifica/diagnostica del modello di trasporto chimico Chimere, con particolare riferimento al PM_{2.5};*
- ✓ *Sviluppo/miglioramento delle parametrizzazioni e dei post-processing di Chimere;*
- ✓ *Verifica/diagnostica del modello meteo COSMO, con particolare riferimento allo strato limite planetario (PBL) e al bilancio energetico superficiale (SEB);*
- ✓ *Sviluppo/miglioramento delle parametrizzazioni e dei post-processing di COSMO, con particolare riferimento a SEB e PBL.*

Linea Progettuale 3

Campagne di misure intensive in atmosfera

Gestione, esecuzione delle attività di campionamento nel main site (Bologna) e nel rural site (SPC) e delle attività di analisi chimico-fisiche dei campioni di aerosol relativamente alla componente organica e ionica del PM

Fornire ulteriori informazioni per le valutazioni epidemiologiche (LP 7) e colmare l'assenza di informazioni sulla composizione chimica dell'aerosol atmosferico sia primario che secondario, aumentando il dettaglio della speciazione rispetto alle misure routinarie ottenute nella LP1

Linea Progettuale 4

Tossicologia predittiva

Determinazioni di tipo tossicologico/ecotossicologico per valutare le tipologie di aerosol contenenti sostanze, elementi, composti o miscele di composti che hanno effetti sulla salute

Valutazione e stima del rischio (risk assessment) attraverso le elaborazioni dei parametri chimici e tossicologici osservati e dalla comparazione con le analisi epidemiologiche di eventi a breve e a lungo termine

Le campagne saranno svolte in siti caratterizzati da diverse condizioni ambientali di inquinamento da traffico e in diverse stagioni nel corso dell'anno.

Linea Progettuale 5

Campagne di misure intensive in ambienti indoor

Studio del particolato e sua composizione chimica nel rapporto qualità dell'aria outdoor/indoor e caratterizzazione dell'esposizione della popolazione in ambienti indoor agli inquinanti tipici dell'ambiente outdoor

Le campagne saranno svolte in siti caratterizzati da diverse condizioni ambientali di inquinamento da traffico e in diverse stagioni nel corso dell'anno.

Linea Progettuale 7

Analisi dati ambientali

Identificazione e quantificazione dei contributi delle sorgenti primarie e secondarie del PM fine (“source apportionment”) basate sull’analisi, effettuata principalmente con modelli a recettore, delle serie di dati sperimentali riguardanti la composizione chimica del PM_{2.5}

LP6 : Analisi epidemiologiche

Priorità di ricerca

- Effetti a breve termine
 - Migliore caratterizzazione dell'esposizione
 - forma chimica
 - misura della esposizione (rapporto componenti/massa totale delle particelle o concentrazione dei singoli componenti)
 - Disponibilità di misure giornaliere delle componenti
- Effetti a lungo termine
 - Valutazione esposizione
 - Studi ulteriori su patologie cardio-respiratorie
 - Quali inquinanti (quali composti) siano legati a mortalità e morbosità causa-specifica
 - Sottogruppi suscettibili (es. salute infantile)

Linea Progettuale 6

Analisi epidemiologiche sugli effetti a breve e a lungo termine

Effetti a breve termine:

- Valutazione degli effetti sanitari a breve termine del particolato e delle sue componenti (mortalità e morbosità);*
- Valutazione dell'esposizione della popolazione residente nelle macroaree in studio attraverso i dati forniti dal main site e satellite sites, unitamente e misure di routine dalla rete fissa;*
- Valutazione degli effetti sanitari in sottopopolazioni in condizioni di suscettibilità agli inquinanti;*
- Verifica della modalità migliore per studiare l'effetto sanitario dei componenti del particolato (rapporto componenti/massa totale delle particelle vs concentrazione dei singoli componenti).*

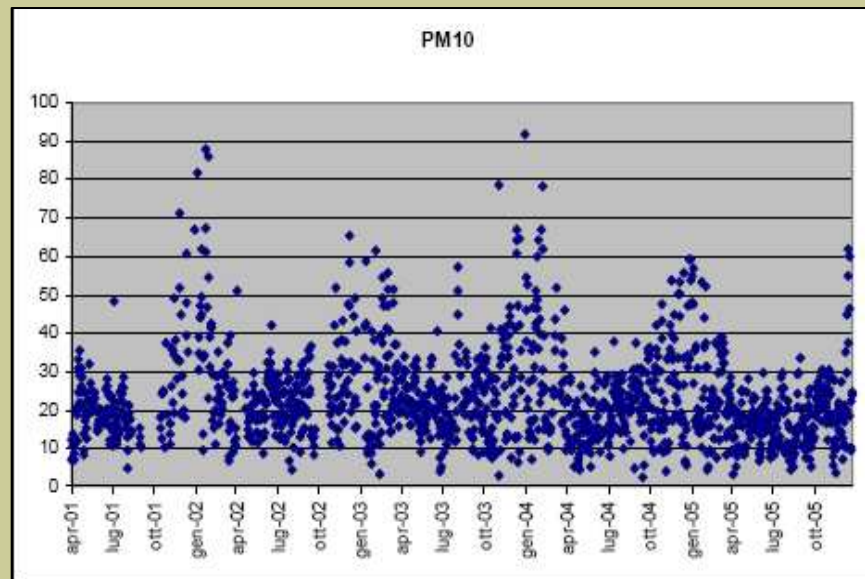
Effetti a lungo termine:

- Valutazione dell'esposizione della popolazione residente attraverso diversi approcci geografici;*
- Studio degli effetti sanitari a lungo termine di exp. al particolato e sue componenti;*
- Valutazione delle associazioni fra composti di inquinanti e mortalità e morbosità causa-specifica in sottopopolazioni in condizioni di suscettibilità agli inquinanti;*
- Valutazione degli esiti in gravidanza.*

Workpackage 6

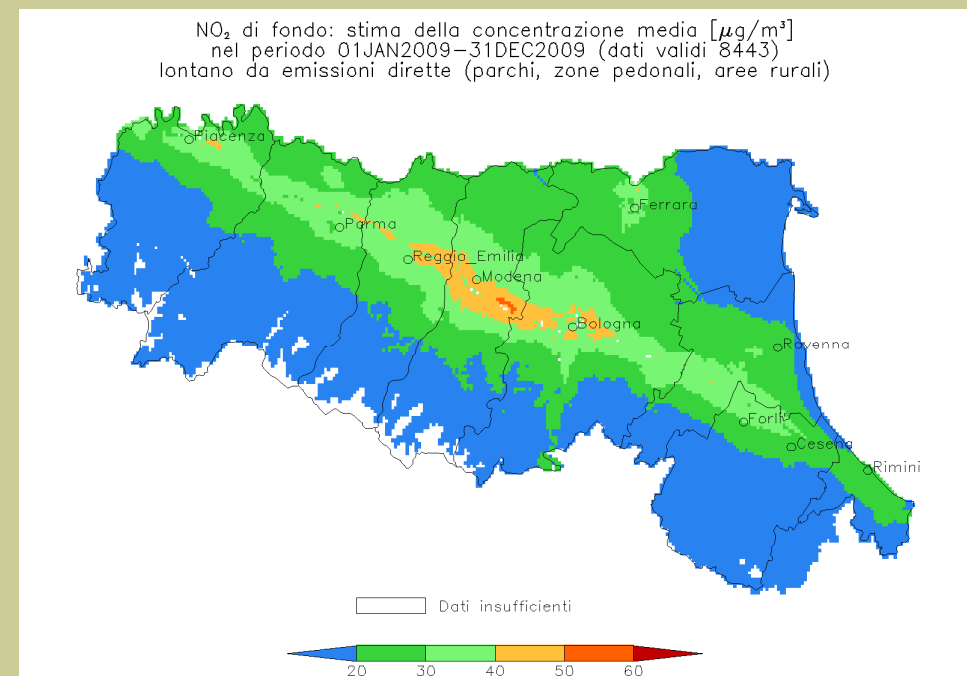
Epidemiological analysis: short and long term effects Objectives

Actions	Short term effects	Long term effects
Resident population exposure assessment	by data temporal series provided by <i>main site</i> , <i>satellite sites</i> , “ <i>routine</i> ” monitoring net	by different geographic approach
Health effects investigations	in particulate and its compounds (mortality e morbidity).	
<i>ad hoc</i> investigation on health effects	<ul style="list-style-type: none">• Susceptibility Subpopulation• Particulate measures (concentrations vs. compounds/mass ratio)	<ul style="list-style-type: none">• Associations between pollutant compounds and cause-specific mortality in susceptible subpopulations• Birth outcome



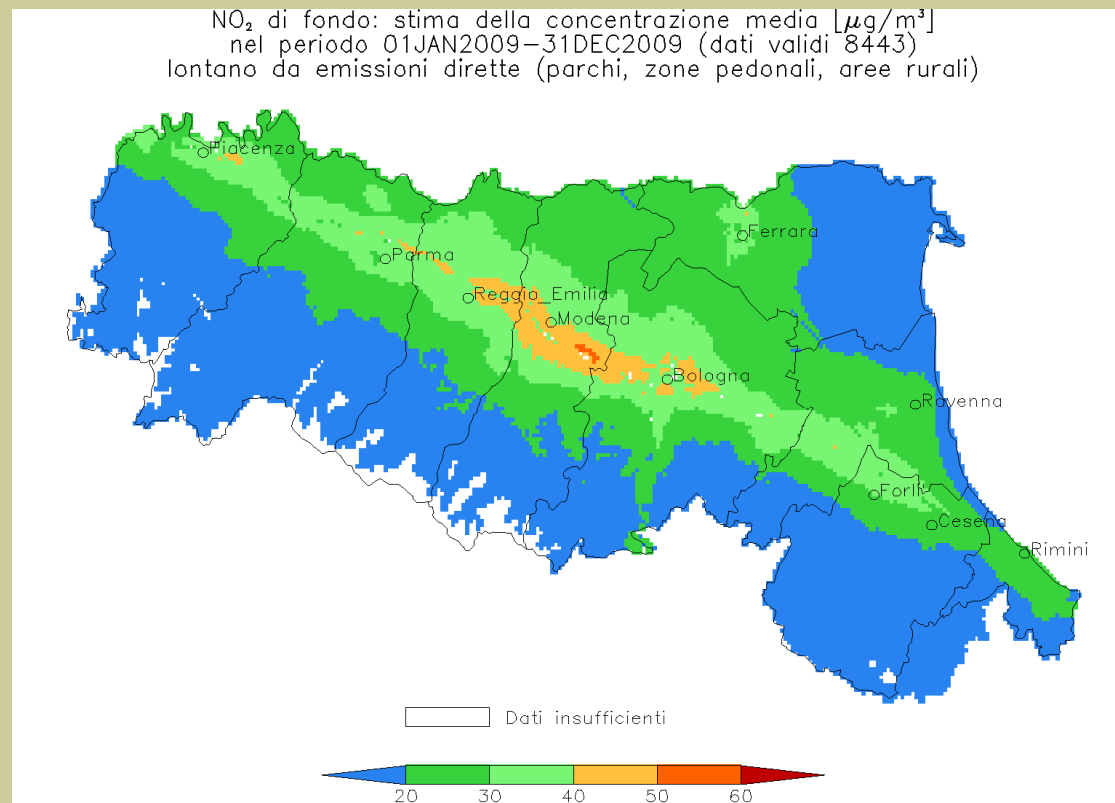
Acute effects:
temporal differences

Chronic effects:
spatial differences



Exposure assessment for long-term effects studies

- Proximity models
- Land Use Regression models
- Dispersion models

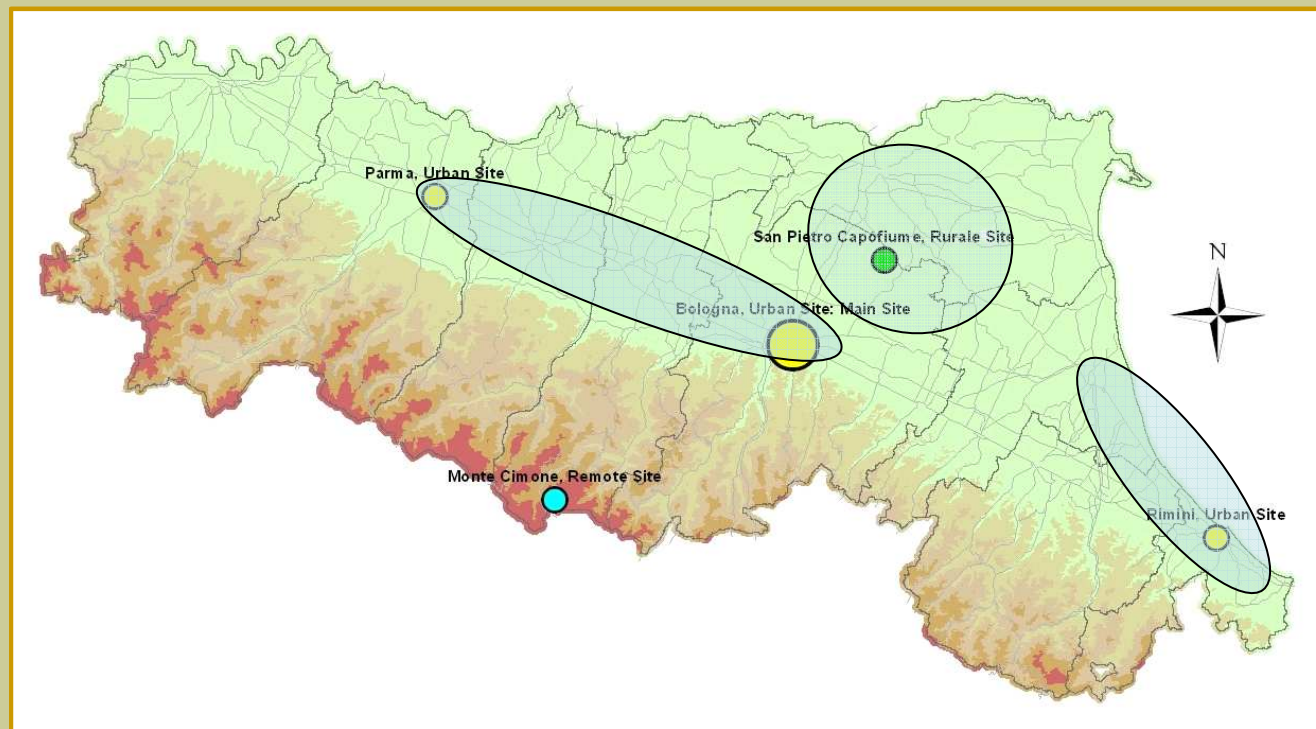


Risultati attesi:

- ✓ *Caratterizzazione dell'esposizione della popolazione nelle aree in studio compresa la Valutazione sulla modalità migliore di utilizzo del dato ambientale;*
- ✓ *Analisi della mortalità per tutte le cause e causa-specifica, a breve e lungo termine;*
- ✓ *Analisi della morbosità a breve e lungo termine, per cause cardiovascolare e respiratoria, in adulti e bambini;*
- ✓ *Analisi degli esiti della gravidanza.*

WP 6 – Epidemiological analysis long and short term effects

Study areas



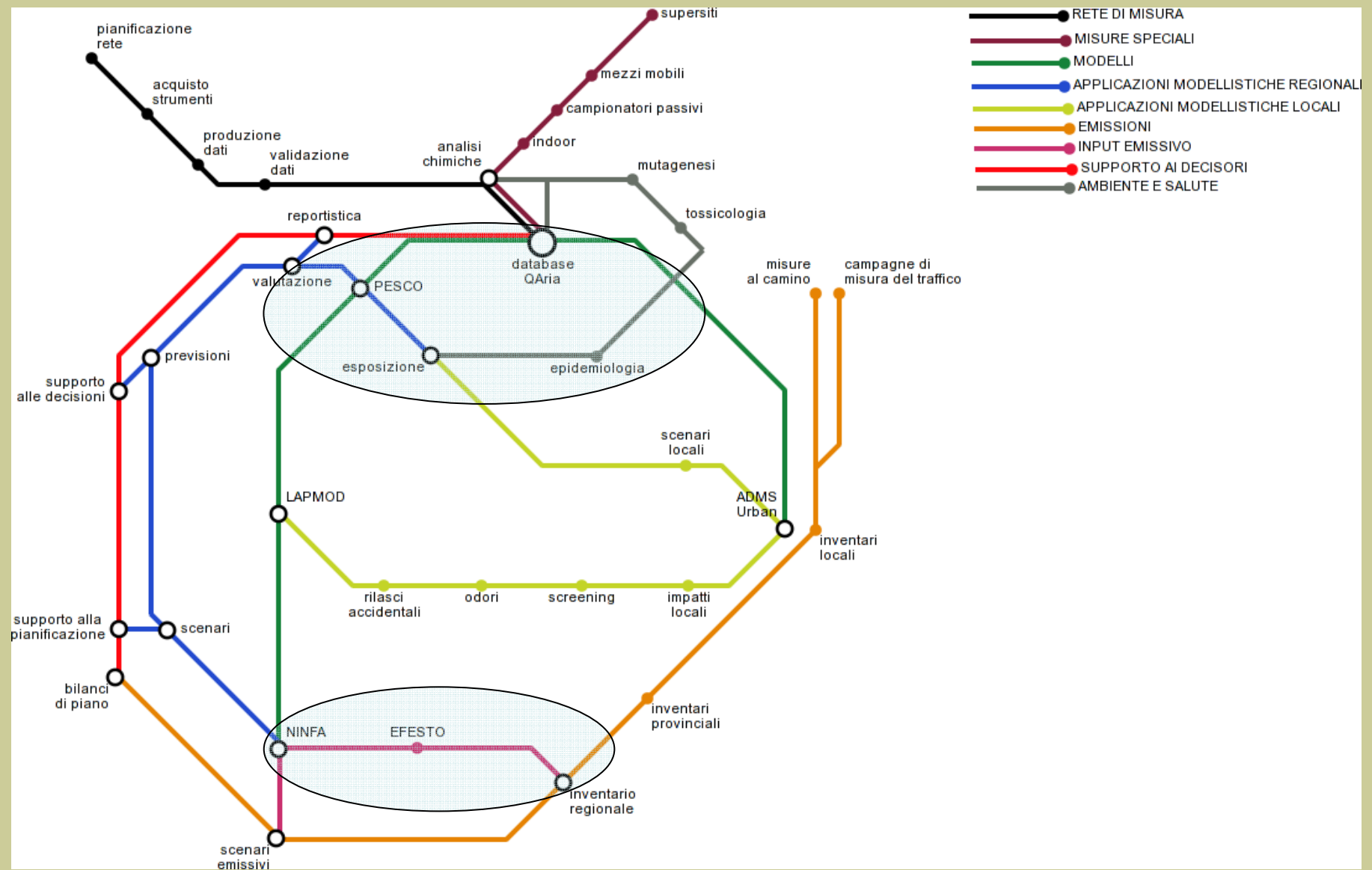
Popolazione urbana

Bologna:	380.000
Modena:	185.000
Reggio Emilia:	170.000
Parma:	187.000
Rimini:	143.000
Totale	1.065.000

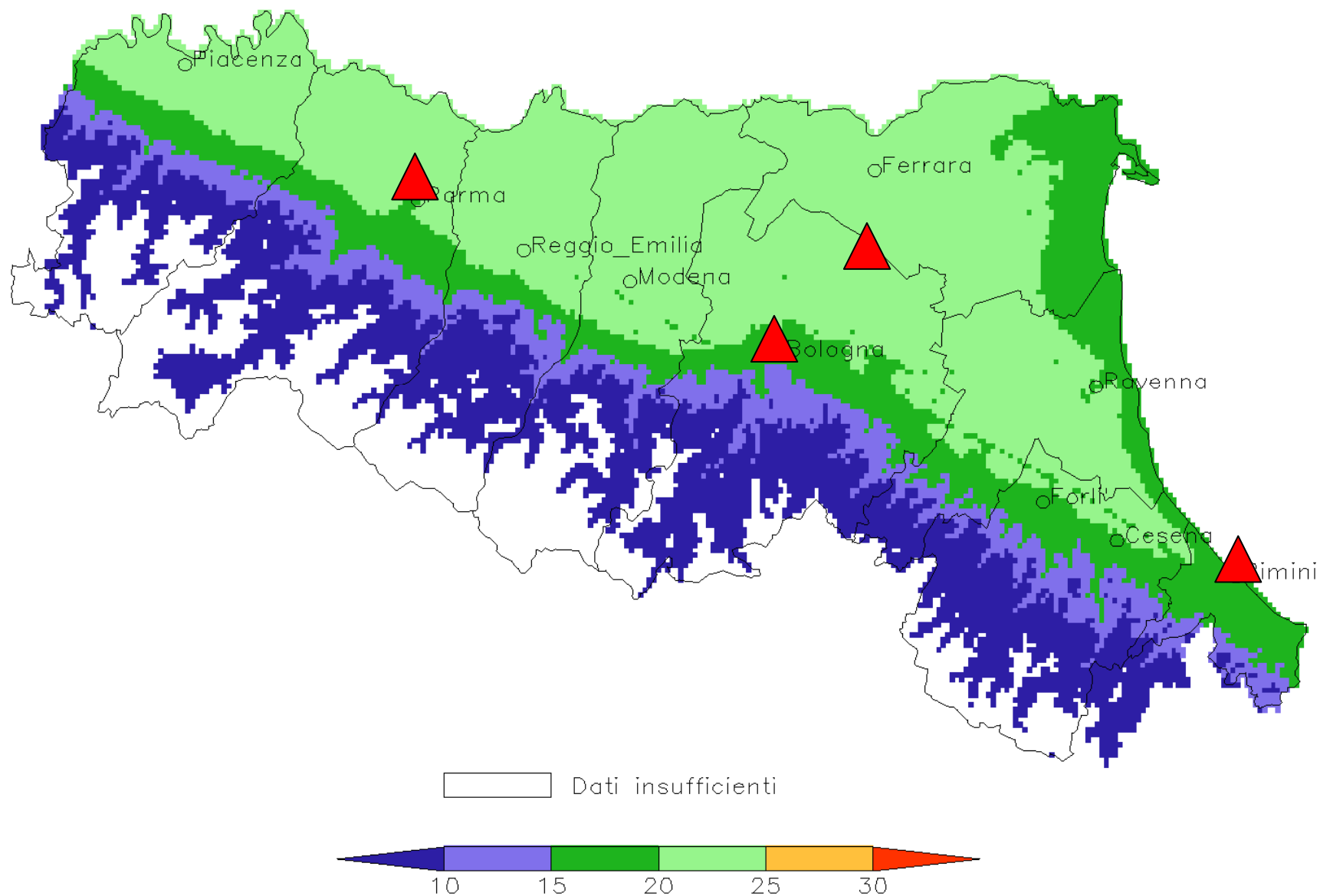
Zonazione dell'Emilia-Romagna

- Criteri di omogeneità rispetto ai supersiti:
 - Inquinamento di fondo
 - Composizione dell'aerosol
 - Utilizzo del territorio
 - Emissioni

Attività Aria – ARPA-ER



PM2.5 di fondo: stima della concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
nel periodo 01JAN2009–31DEC2009 (dati validi 336)
lontano da emissioni dirette (parchi, zone pedonali, aree rurali)



Zonazione dell'Emilia Romagna

- Scarti giornalieri dai 4 supersiti:

$$d_{day,site} = c_{day} - c_{day,site}$$

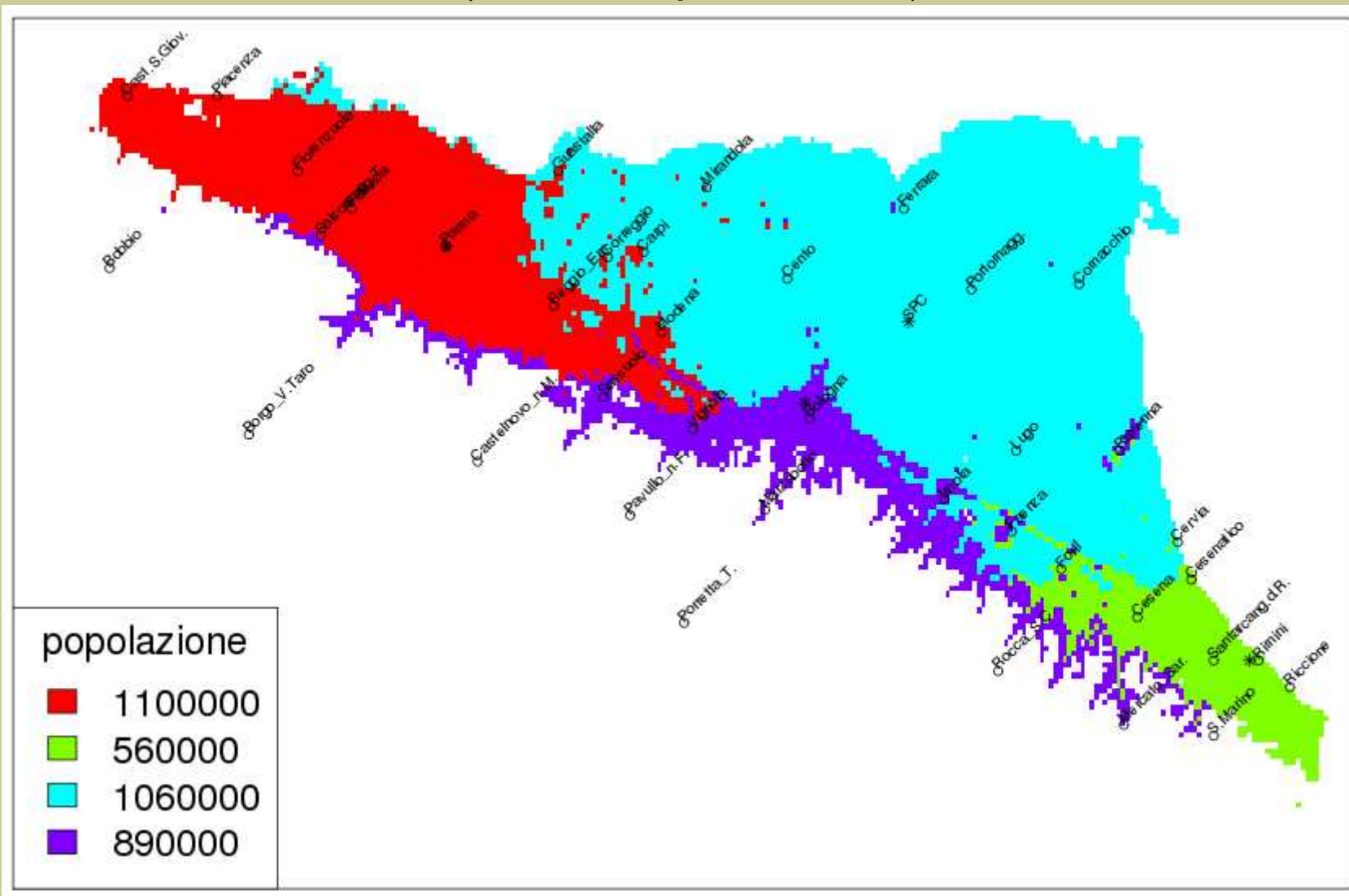
- Media degli scarti assoluti:

$$s_{site} = \frac{\sum_{day=1}^{365} |d_{day,site}|}{365}$$

- Definizione area di pertinenza:

$$\left\{ \begin{array}{l} s_{site} = \min(s_{sites}) \\ s_{site} \leq 5\mu g/m^3 \end{array} \right.$$

Zonazione E-R sulle concentrazioni medie giornaliere di PM2.5 (2010, output PESCO)



H₂SO₄

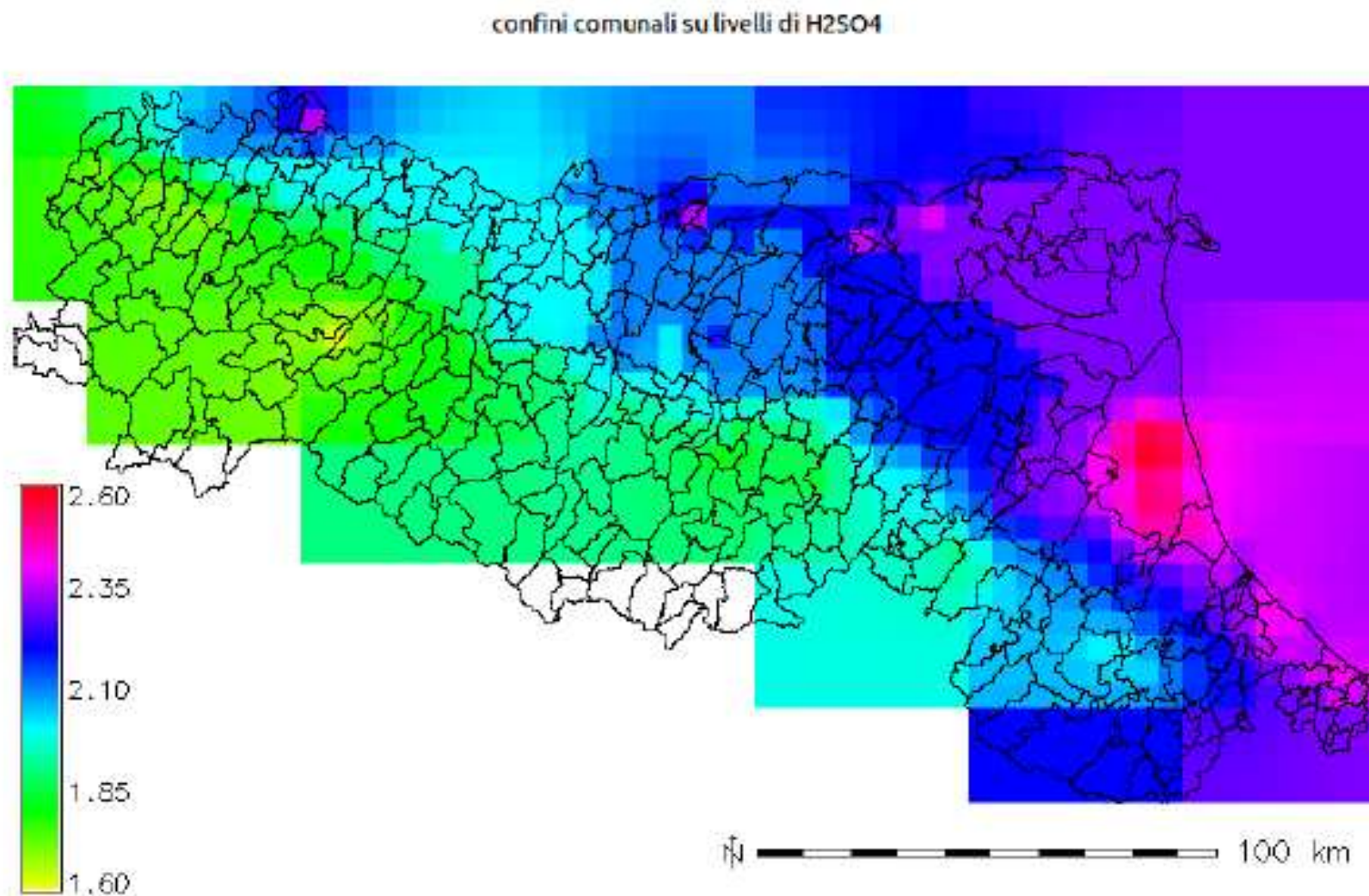


Figura 3: Confini comunali su livelli di Acido solforico.

Caratterizzazione composizione aerosol nel Nord Italia

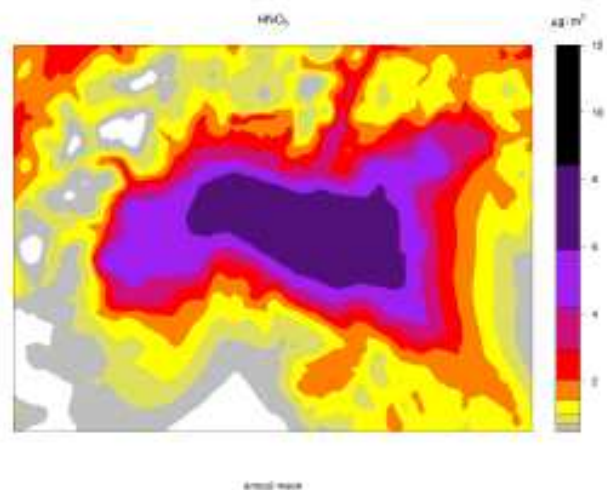


Figura 3: Chimere: concentrazione di nitrati nel PM10, media annua 2007

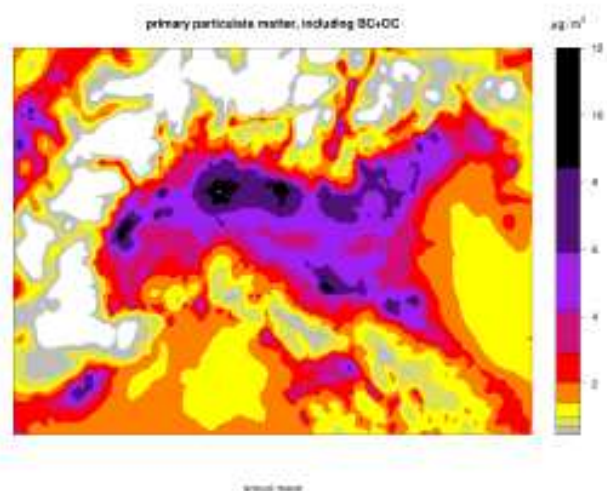
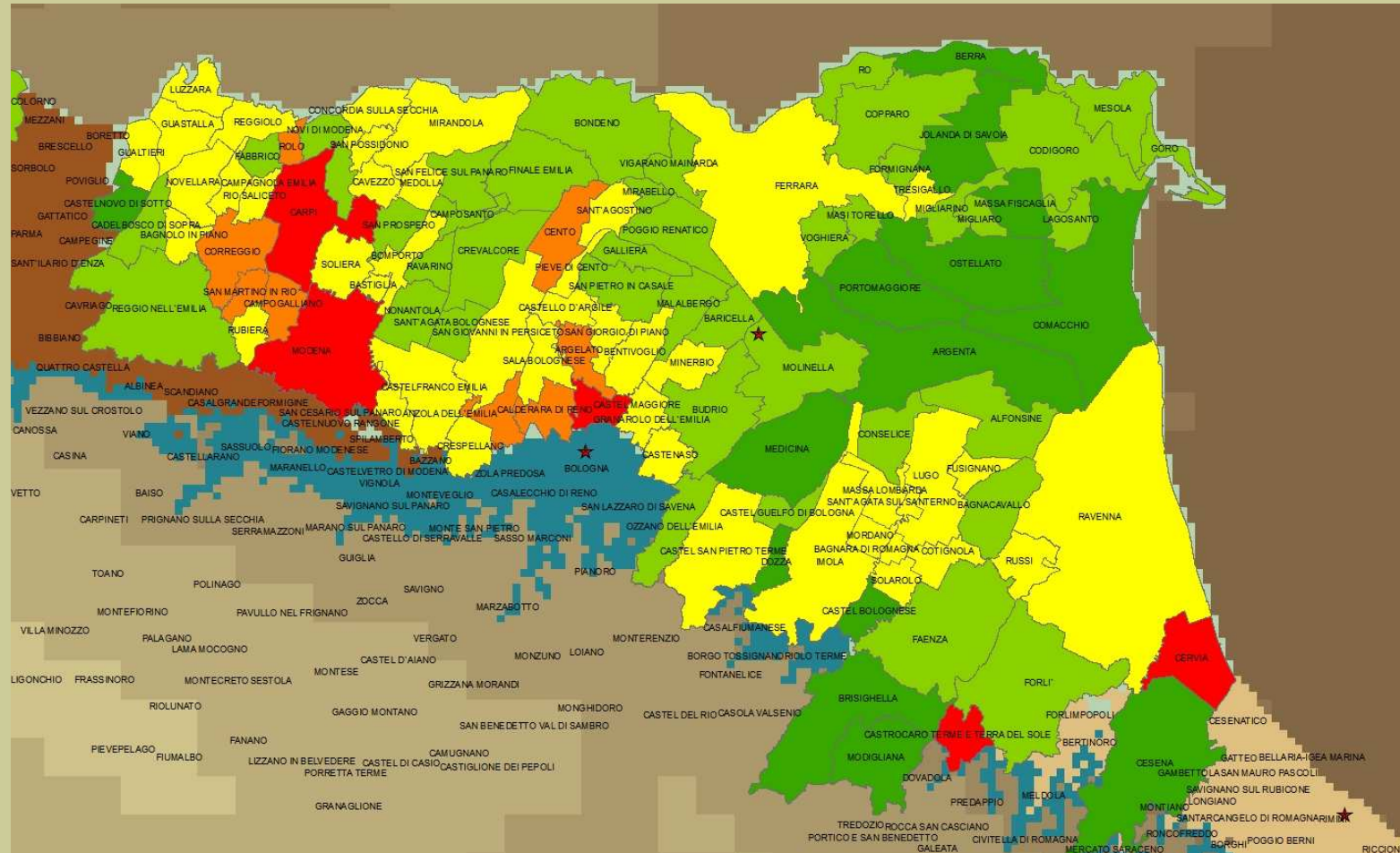
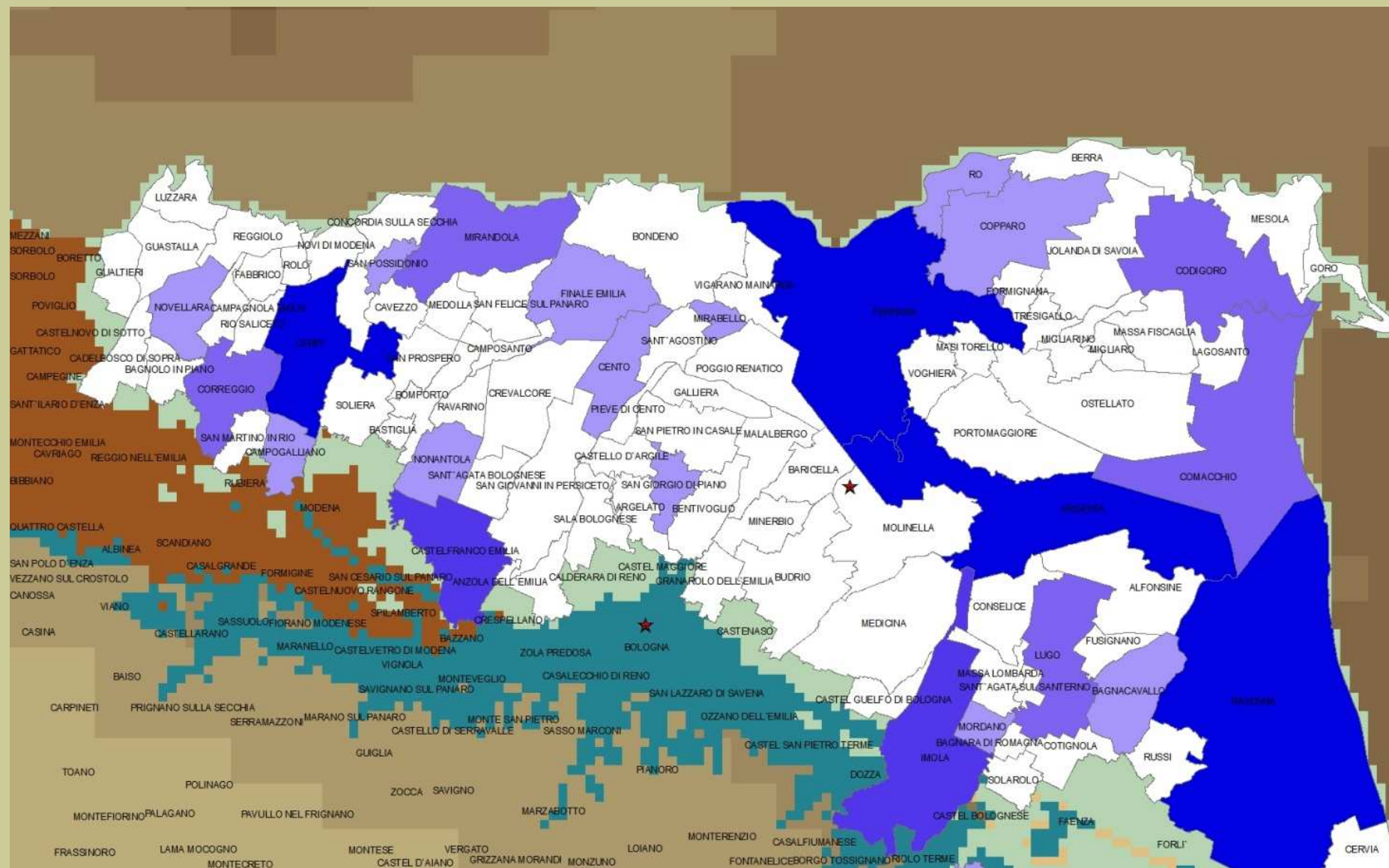


Figura 4: Chimere: concentrazione di aerosol primari nel PM10, media annua 2007

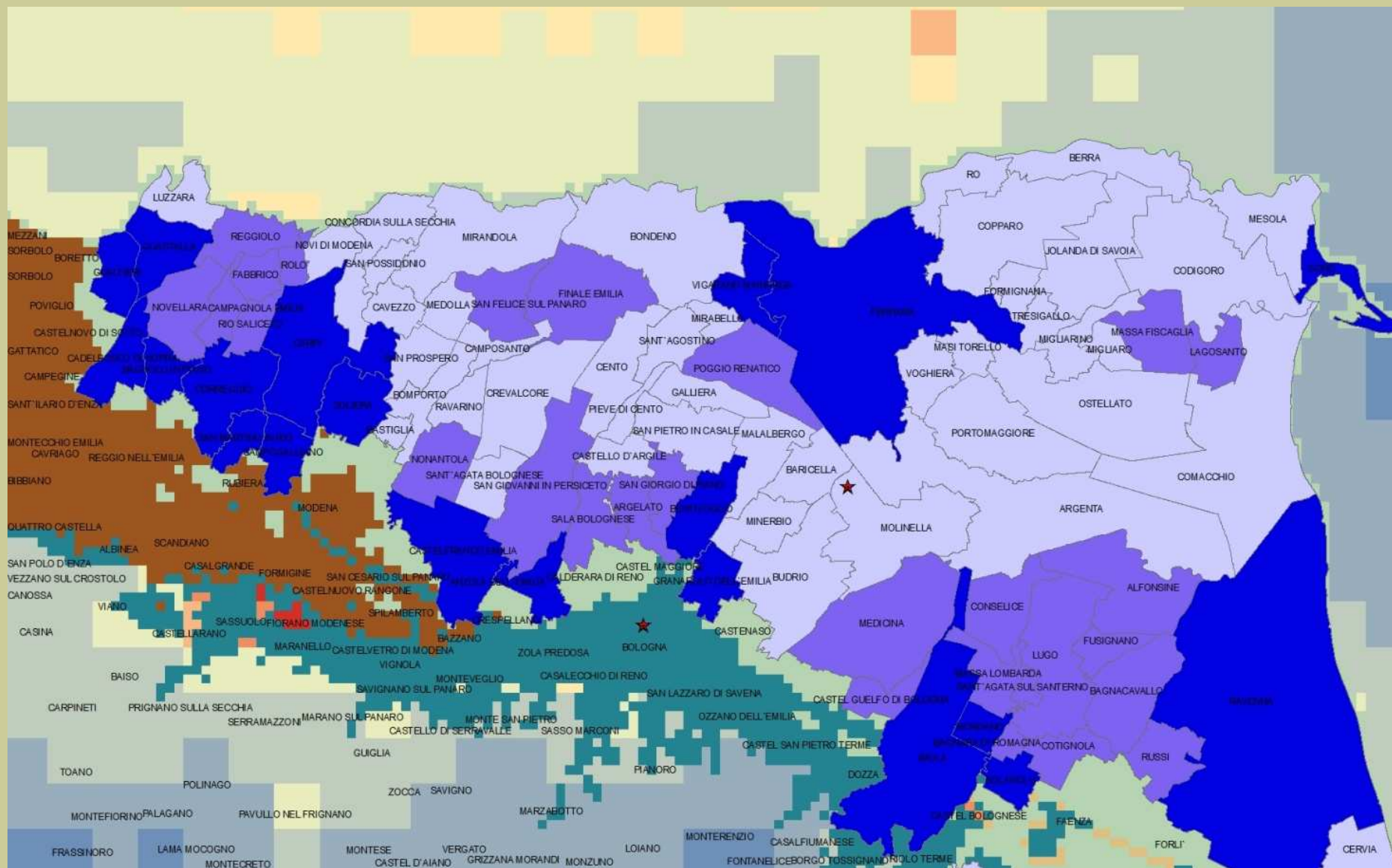
Antropizzazione (CLC liv.1)



VARIABILI INEMAR - DIFFERENZE AL 90° PERCENTILE



VARIABILI PESCO - DIFFERENZE AL 90° PERCENTILE



Elenco comuni rurali

Comune	popolazione
BARICELLA	6739
BERRA	5308
BOMPORTO	9748
BONDENO	15401
BUDRIO	17994
...	...
...	...
TRESIGALLO	4617
VIGARANO MAINARDA	7520
VOGHIERA	3918
POPOLAZIONE TOTALE	261010