



# VERA - La Gemella digitale della qualità dell'aria dell'Emilia-Romagna

**Paolo Ferrecchi**

Direttore Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente della Regione Emilia-Romagna



## Perché un *digital twin* per la qualità dell'aria?

Il progetto rientra nelle attività del **DIHER - Digital Innovation Hub of Emilia-Romagna**, al fine di consentire l'integrazione di modelli esistenti di valutazione e previsione e per l'espansione del sistema dati.

### PRINCIPALE OBIETTIVO

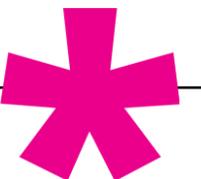
Supportare le politiche regionali in materia di qualità dell'aria e cambiamento climatico, fornendo prodotti utili anche al settore della mobilità e dei trasporti

### VISIONE STRATEGICA

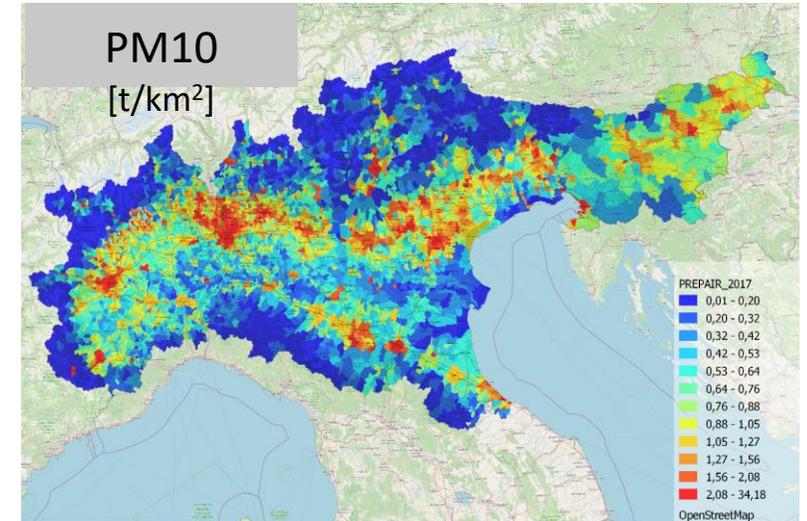
- Supporterà l'attuazione del **Piano Aria Integrato Regionale - PAIR 2030**
- È coerente con le azioni strategiche definite nel **Patto per il Lavoro e il Clima** (Agenda 2030 della Regione Emilia-Romagna, Percorso per la neutralità carbonica)
- È coerente con la Sfida 1 '*Dati per il territorio*' dell'**Agenda Digitale dell'Emilia-Romagna 2020-25** 'Data Valley Bene Comune'

### BUDGET

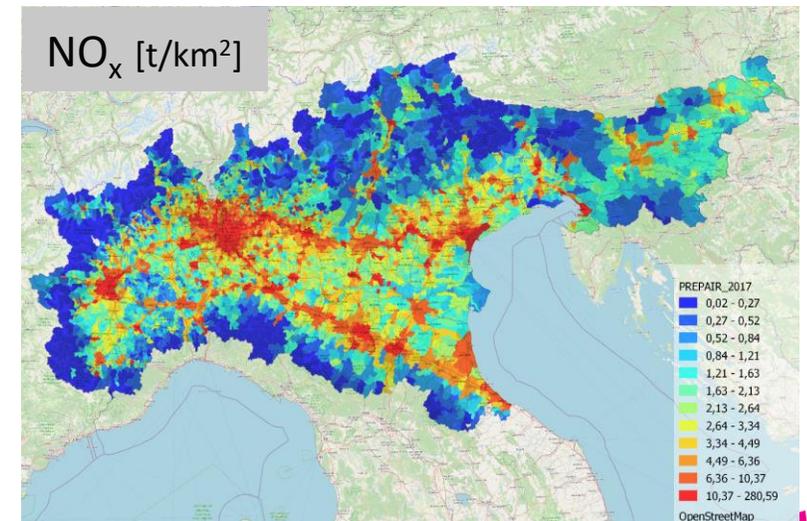
**3 mln €** stanziati dal PR FESR 2021-2027



- **Procedura Infrazione n. 2014/2147:** sentenza di condanna della Corte di Giustizia Europea (**Novembre 2020**) per il superamento del **valore limite giornaliero di PM10** nelle zone della **pianura est e ovest**.
- **Inquinamento atmosferico nel bacino padano:** problematica di area vasta, aggravata dalle sfavorevoli condizioni meteo-climatiche e orografiche.
- **PM10:** 70% di origine secondaria; risposta delle concentrazioni non lineare rispetto alle emissioni; prevalenza del fondo a larga scala.  
**In E-R nel 2023 nessun superamento del valore limite giornaliero.**
- **NO<sub>2</sub>:** risponde direttamente alle emissioni, prevalentemente da traffico.



Fonte: PREPAIR Action D2 - (elaborazioni 2020 su dataset 2017)



## REQUISITI

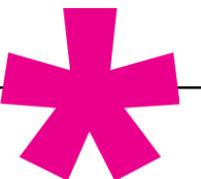
Realizzare una copia digitale dell'Emilia-Romagna che possa:

- **Rappresentare** lo stato del sistema atmosferico a scala regionale e sub-regionale
- **Prevedere le risposte** del sistema territoriale e ambientale alle politiche regionali in materia di decarbonizzazione, cambiamento climatico, qualità dell'aria, mobilità e trasporti
- **Analizzare** le migliori alternative e proporre soluzioni

## UTENTI TARGET

Il sistema fornirà dati e prodotti personalizzati per diverse categorie di utenti, quali:

- **Giunta regionale:** prodotti e servizi al supporto della pianificazione tramite scenari «*what if*»
- **Altre Regioni/Agenzie/Istituti di ricerca:** prodotti e servizi tecnici (ad es. dati numerici per l'inizializzazione di modelli alla scala locale)
- **Cittadini:** prodotti e servizi di uso pubblico (ad es. informazioni interattive sulla qualità dell'aria e scenari futuri)

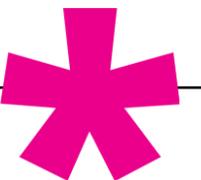


## Principale obiettivo:

Simulare e prevedere le risposte del sistema territoriale alle politiche regionali, supportando quindi il processo decisionale (*data driven*).

## Elementi fondamentali:

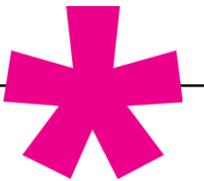
- utilizzo dei dati già disponibili nelle piattaforme Big Data regionali e futura integrazione con dati provenienti da sistemi di Osservazione della Terra (EO), da altri database aperti o da altri enti partner;
- integrazione dei dati di diversi modelli meteorologici, climatici, di qualità dell'aria, di mobilità e territoriali già operativi;
- implementazione del machine learning e dell'intelligenza artificiale per facilitare l'integrazione dei diversi input;
- uso e valorizzazione di **MarghERita**, il nuovo HPC dell'Emilia-Romagna;
- integrazione di competenze e abilità diversificate.



# L'integrazione dei dati



**Centinaia di dataset già disponibili nel catalogo regionale**



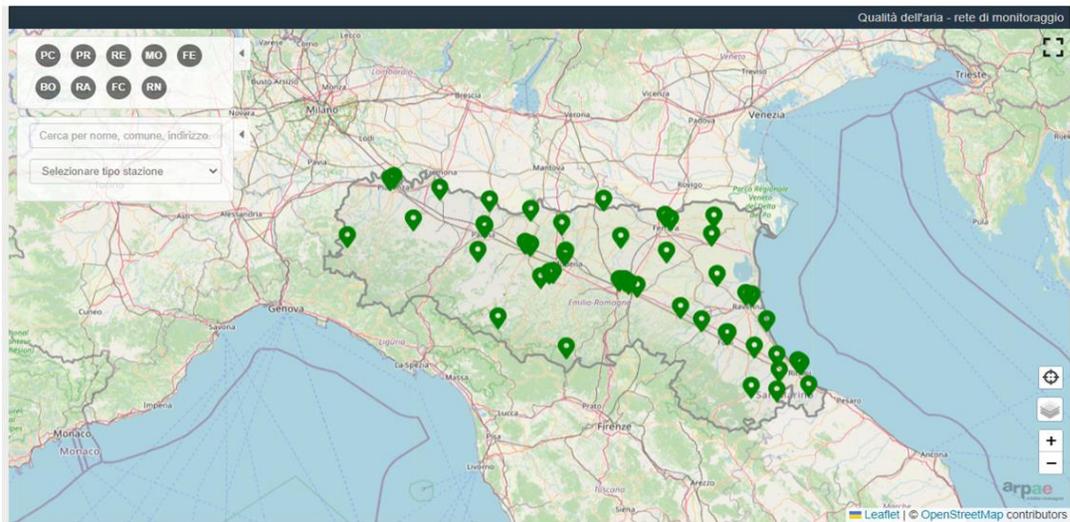
# L'integrazione dei dati: alcuni esempi

Rete di monitoraggio della qualità dell'aria: 47 stazioni distribuite sul territorio regionale (traffico, fondo urbano, fondo suburbano, fondo rurale)

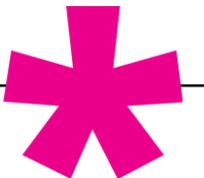
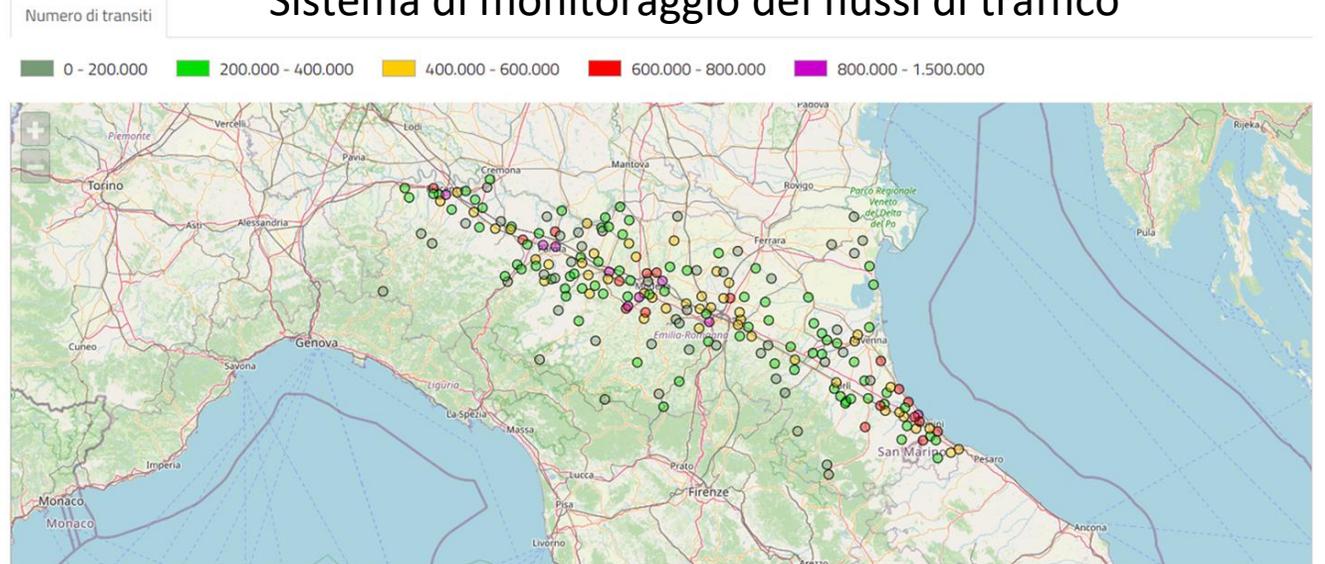


## Rete di monitoraggio aria

Informazioni sulle stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria (tipologia, posizionamento, ecc.) in Emilia-Romagna.



## Sistema di monitoraggio dei flussi di traffico





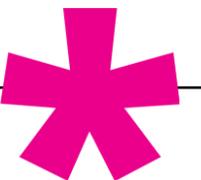
## VERA: gruppo di lavoro e partner

Il gruppo di lavoro sviluppa e attua il progetto operativo, con la partecipazione di:



Collaborazioni volte allo scambio di dati ed esperienze con:

- Comune di Bologna (digital twin urbano in fase di sviluppo)
- Comune di Parma (digital twin urbano in fase di sviluppo)
- National user forum Copernicus



## Passaggi operativi



### Avvio dei primi 3 casi d'uso sperimentali:

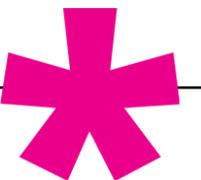
1. Qualità dell'aria negli scenari futuri (al 2030 e al 2050)
2. Flussi di traffico ed emissioni di inquinanti
3. Forestazione e cambiamento climatico

### Obiettivi:

- Versione beta dei primi due casi d'uso (risultati e mappe)
- Visualizzatore delle aree urbane con limiti alla circolazione dei veicoli (parte del 2° caso d'uso)
- Primo esempio di un Proof of Concept (POC) per un digital twin (in fase di sviluppo)

### Prodotto finale

Dashboard con tool per la *what if analysis*



## Concentrazione di inquinanti in un possibile scenario meteo futuro

**SCENARIO CLIMATICO RCP4.5**

- Entro il 2070 riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto ai livelli attuali
- Stabilizzazione al 2100 su valori di concentrazione doppi rispetto ai livelli pre-industriali

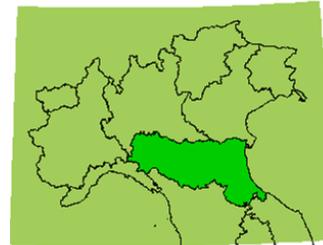
**Dataset meteo**

da progetto  
CLIMAERA

**Scenario base 2013**

**Futuro prossimo 2030**

**Futuro medio-periodo 2050**



**kAIROS-NINFA**

run su  
Nord Italia

AQ model suite @ Arpae

**Qualità dell'aria negli  
scenari futuri**

**2013** Concentrazioni di inquinanti

**2030**

PM<sub>10</sub> PM<sub>2.5</sub>

**2050**

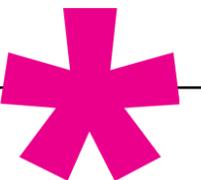
O<sub>3</sub> NO<sub>2</sub>

Media mensile



# Versione beta del caso d'uso 1

- “Qualità dell’aria e cambiamento climatico” - interrogazione e visualizzazione di scenari di qualità dell’aria nel contesto del cambiamento climatico
- Principali attività:
  - **Raccolta dei dati** ottenuti dalle simulazioni del modello di ARPAE;
  - **Preparazione dei dati** da parte di Lepida (manipolazione dei dati, modellazione, strutturazione nel database dedicato in grado di alimentare Superset, come strumenti di visualizzazione di MarghERita);
  - **Realizzazione di mappe e dashboard** con grafici rispondenti ai requisiti di progetto, a cura di Lepida.
- I dati raccolti dalle analisi forniscono gli andamenti delle variabili della qualità dell'aria (NO2, O3, PM10, PM2,5) e delle variabili meteorologiche (precipitazioni e temperatura) in tre scenari temporali (2013, 2030 e 2050) sul territorio dell'Emilia-Romagna (divisa in un reticolo di celle quadrate, ciascuna di 5 km di lato).
- I dati vengono visualizzati su dashboard in base ai filtri selezionati: è possibile filtrare per **scenario** (anno di riferimento), **zona di qualità dell'aria**, mese e comune.

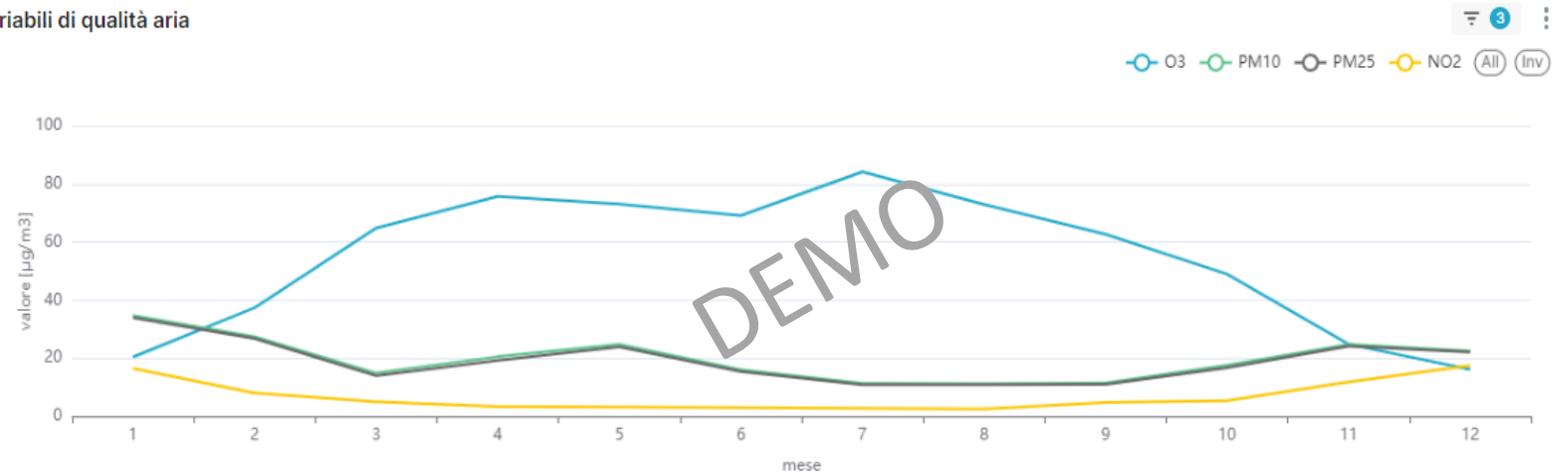


# Versione beta del caso d'uso 1

Le dashboard mostrano:

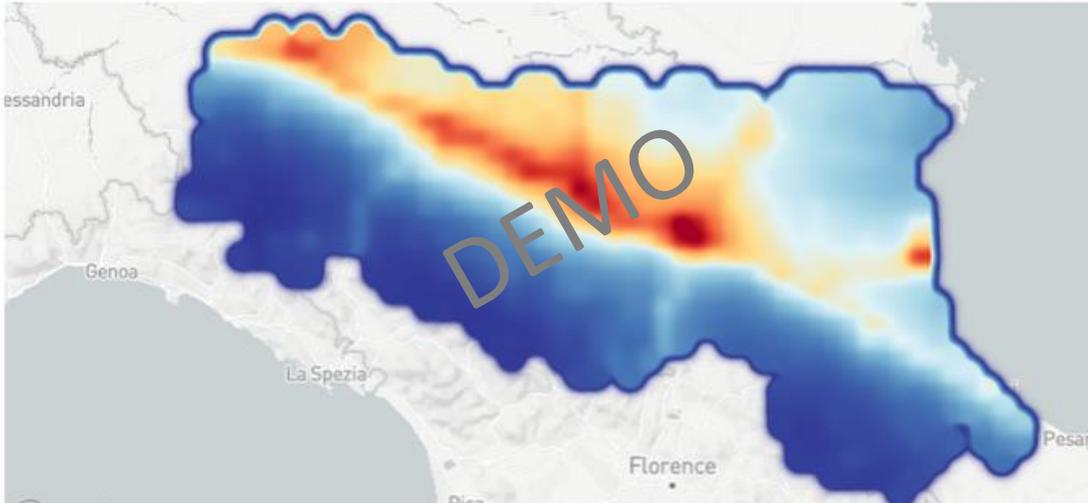
a. Trend dei diversi inquinanti

Variabili di qualità aria

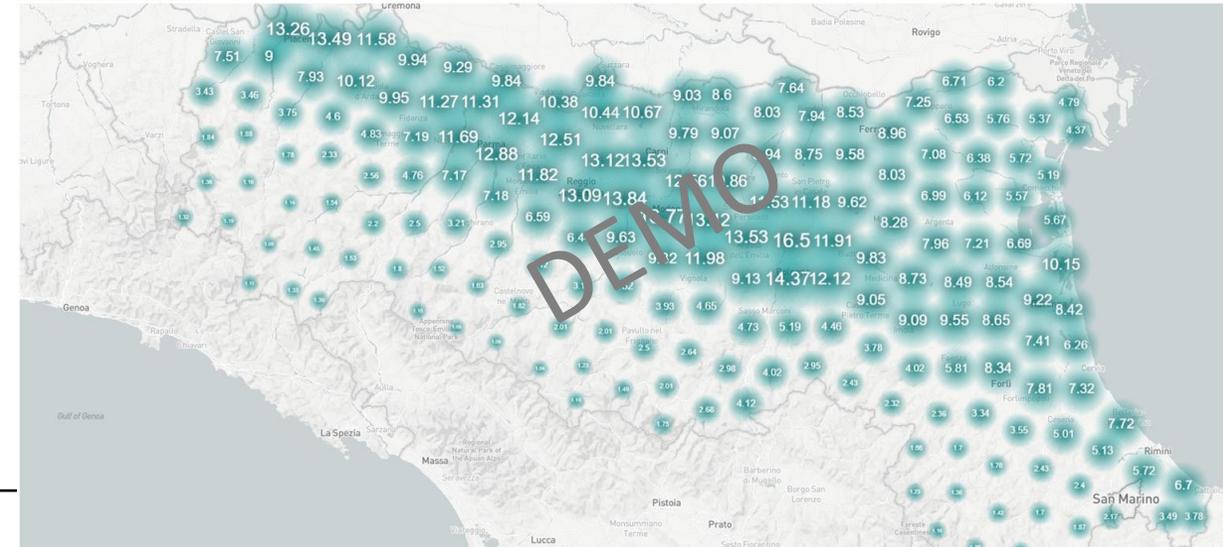


b. Una heatmap che mostra l'intensità delle concentrazioni per gradiente di colore (a sinistra) e un grafico a bolle che rappresenta i valori medi nel tempo della variabile selezionata (a destra).

Heatmap variabile NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

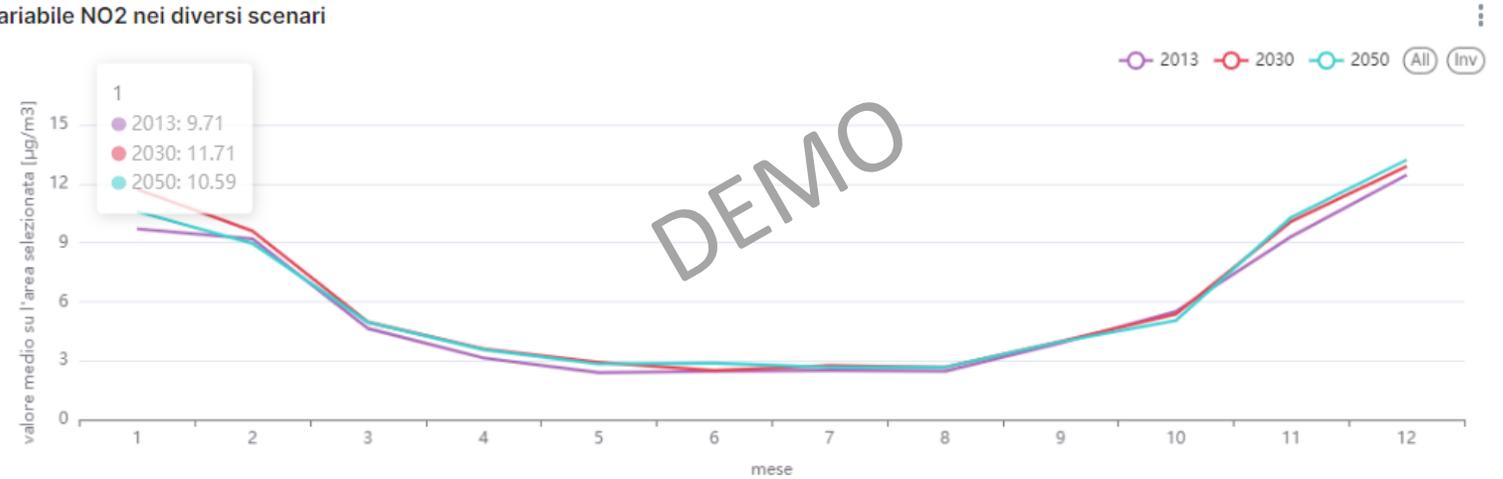


Bubble map variabile NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



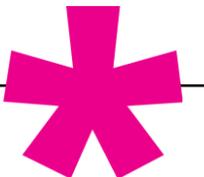
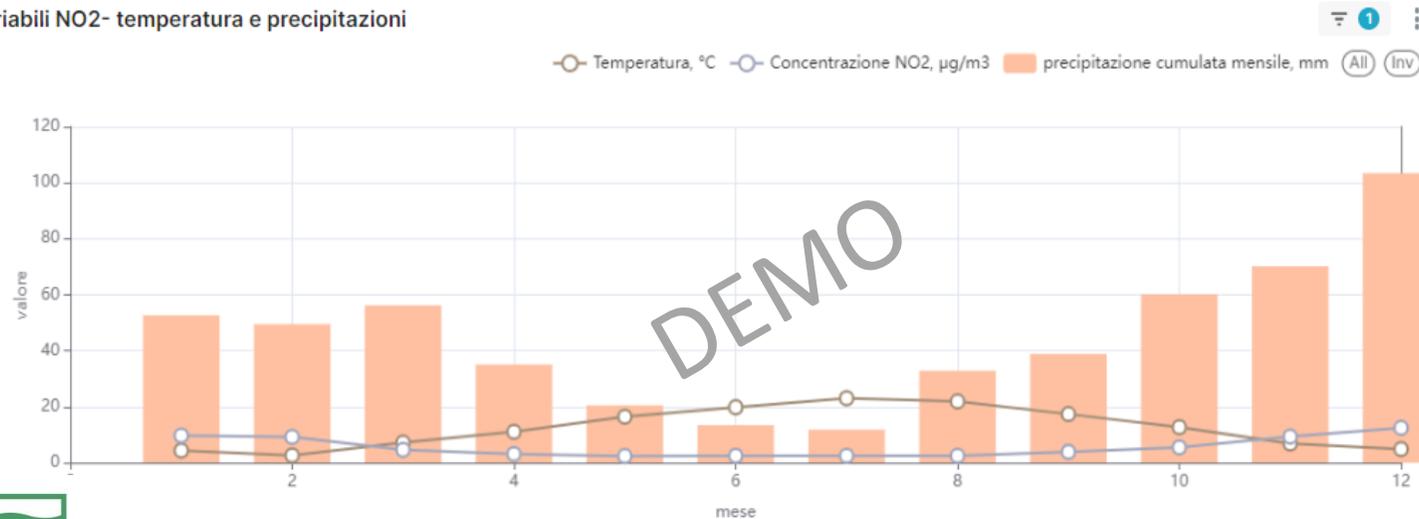
c. Valori di concentrazione per l'inquinante selezionato in diversi scenari.

Variabile NO2 nei diversi scenari



d. Andamento integrato della concentrazione dell'inquinante selezionato e delle variabili meteorologiche temperatura e precipitazioni.

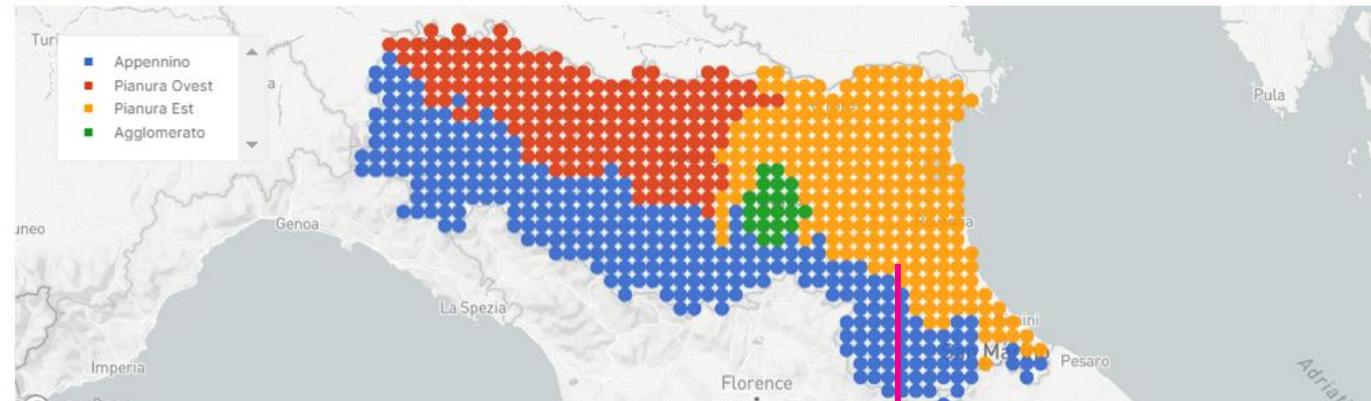
Variabili NO2- temperatura e precipitazioni



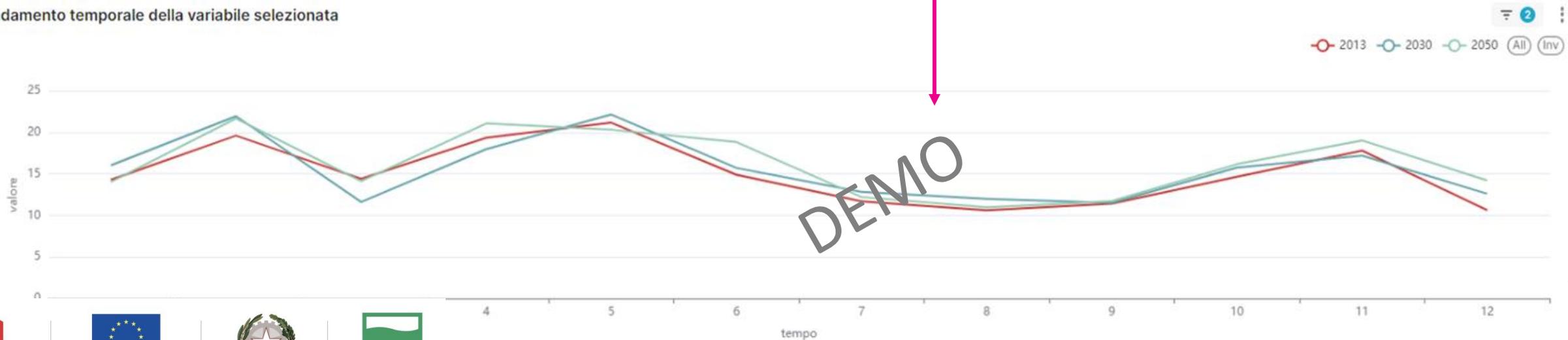
# Versione beta del caso d'uso 1

- e. Possibilità di cliccare su un punto sulla mappa per visualizzare il grafico della serie temporale della variabile selezionata in quella posizione.

Mappa NO2 - Seleziona un punto

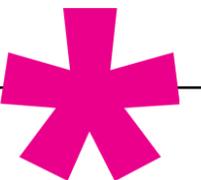


Andamento temporale della variabile selezionata



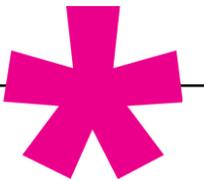
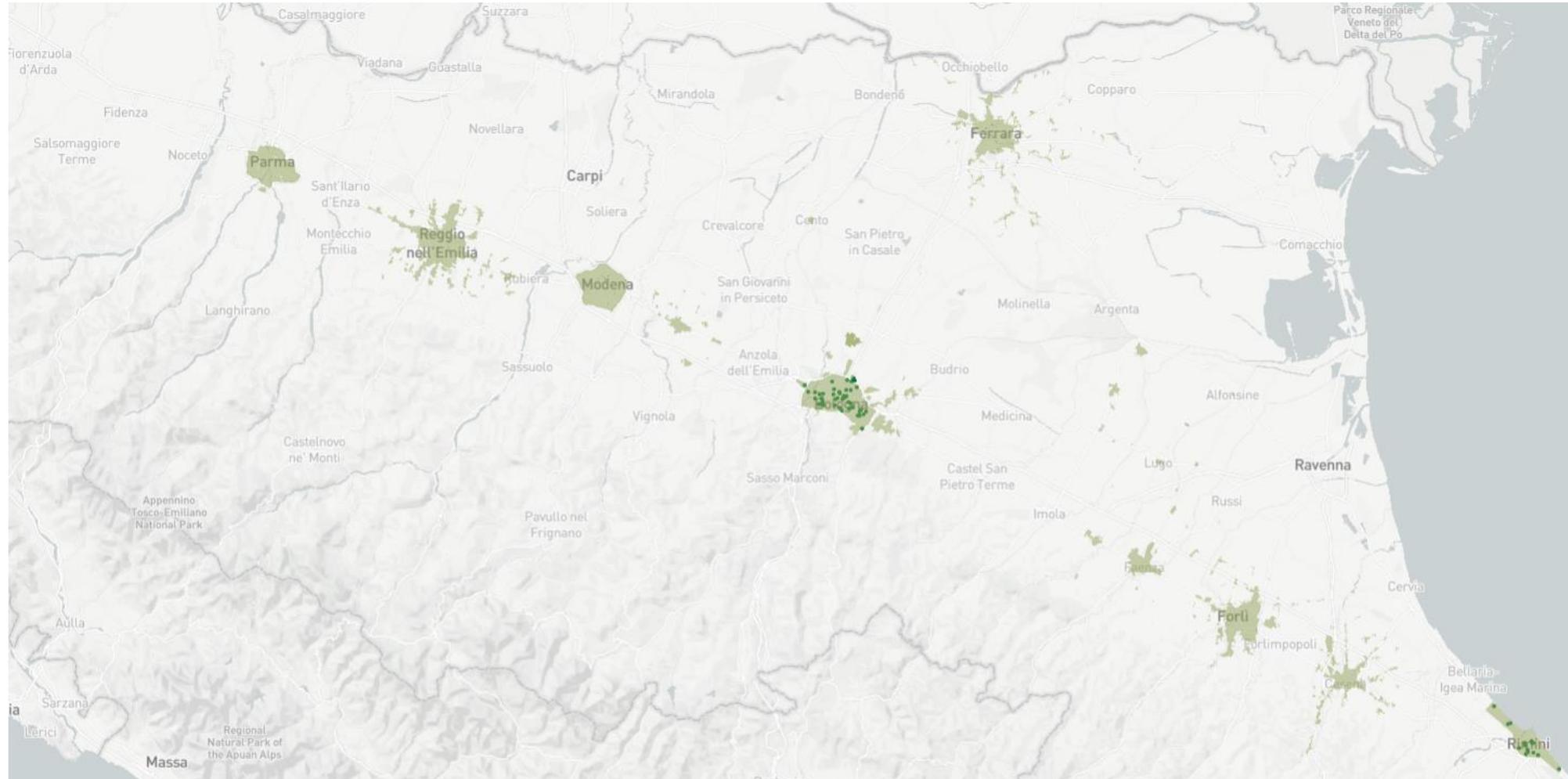
## Visualizzatore delle aree limitate - parte caso uso 2

- “Mobilità e qualità dell'aria” – Nella mappa sono evidenziate le zone in cui sono attive le limitazioni alla circolazione dei veicoli inquinanti previste dal PAIR 2030 (auto/veicoli commerciali fino a diesel euro 4 o euro 5 in caso di misure emergenziali e motocicli/ciclomotori fino a euro 1; da ottobre a marzo, dal lunedì al venerdì, 8:30-18:30).
- Principali attività:
  - Raccolta di **shapefile** dai Comuni più grandi (>30mila abitanti e Agglomerato di Bologna) per mostrare anche le limitazioni emergenziali;
  - Preparazione dei dati da parte di Lepida (manipolazione, modellazione e strutturazione dei dati nel database dedicato in grado di alimentare Superset, come strumenti di visualizzazione di MarghERita);
  - Creazione di **mappe e dashboard** da parte di Lepida; sulla mappa sono evidenziate le zone soggette a limitazione e, ove disponibili, le strade escluse e le aree di parcheggio.
- Consultando la mappa si può visualizzare la situazione per la giornata in corso:
  - L'area appare **verde** se **non ci sono limitazioni attive** (ad es. in estate o dopo le 18:30);
  - L'area appare **rossa** se **le limitazioni sono attive**;
  - L'area appare **blu** se sono in vigore le **misure emergenziali**.



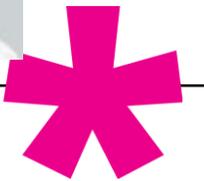
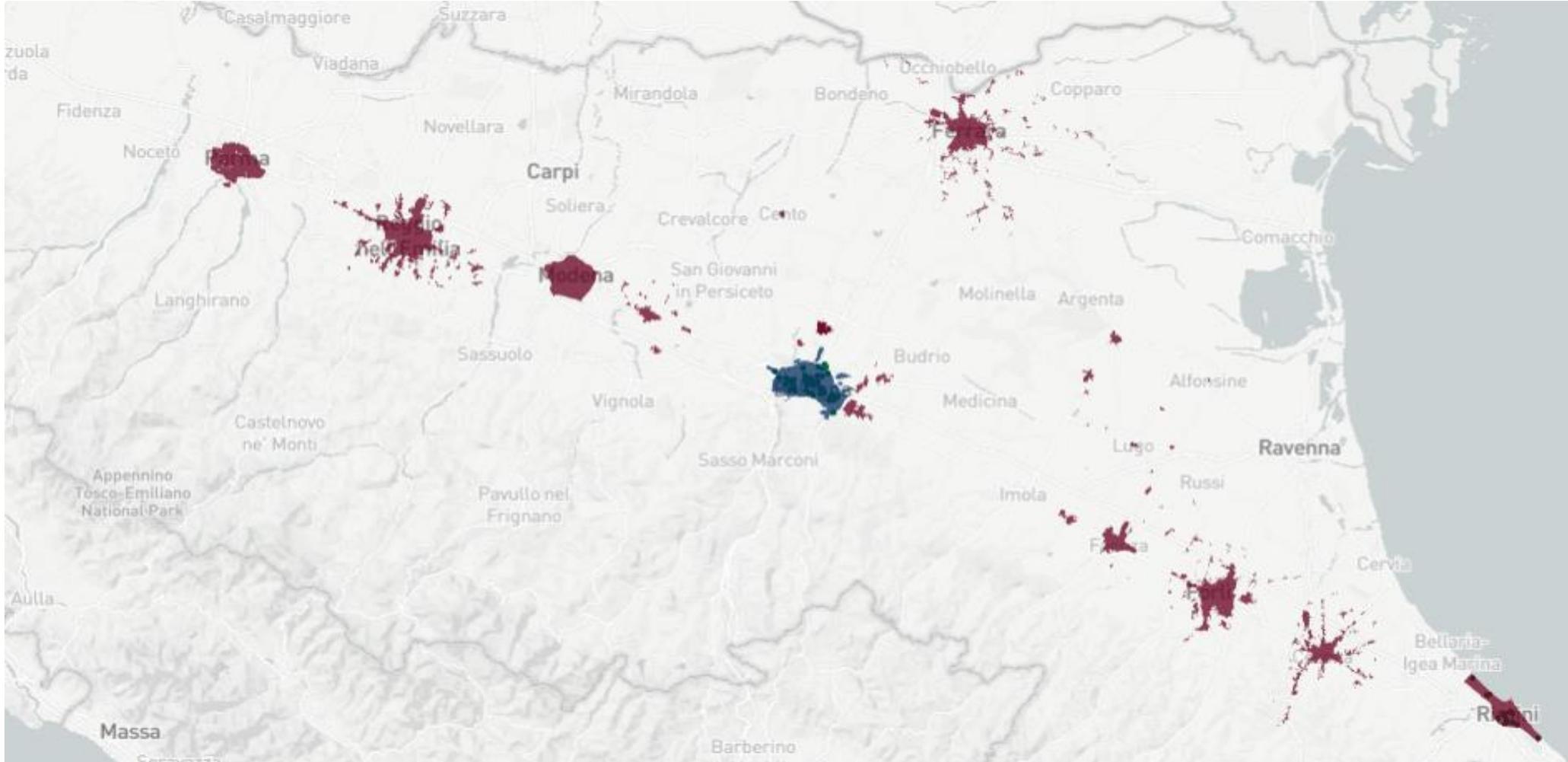
# Visualizzatore delle aree limitate - parte caso uso 2

Esempio di un giorno o momento del giorno senza limitazioni attive (ad es. dopo le 18:30)



# Visualizzatore delle aree limitate - parte caso uso 2

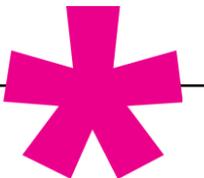
Esempio di un giorno con limitazioni attive e misure emergenziali in atto



È inoltre prevista una dashboard dove i cittadini possono verificare il periodo di validità delle restrizioni, le categorie di veicoli coinvolti, le alimentazioni e le classi emissive «euro».

## Caratteristiche delle limitazioni

inizio_periodo	fine_periodo	orario	giorni	classe_veicolo	motorizzazione	standard_emissioni	comune	sigla_provincia
01/10/2024	31/03/2025	08:30 - 18:30	lunedì-venerdì	autoveicoli e veicoli commerciali	benzina	EURO 0, EURO 1, EURO 2	Bologna	BO
01/10/2024	31/03/2025	08:30 - 18:30	lunedì-venerdì	autoveicoli e veicoli commerciali	diesel	EURO 0, EURO 1, EURO 2, EURO 3, EURO 4	Bologna	BO
01/10/2024	31/03/2025	08:30 - 18:30	lunedì-venerdì	autoveicoli e veicoli commerciali	benzina/GPL e benzina/metano	EURO 0, EURO 1	Bologna	BO
01/10/2024	31/03/2025	08:30 - 18:30	domeniche ecologiche ove previste e dalla giornata seguente all'emissione del bollettino di Arpae e fino al successivo giorno di controllo incluso	autoveicoli e veicoli commerciali	benzina/GPL e benzina/metano	EURO 0, EURO 1	Bologna	BO
01/10/2024	31/03/2025	08:30 - 18:30	domeniche ecologiche ove previste e dalla giornata seguente all'emissione del bollettino di Arpae e fino al successivo giorno di controllo incluso	autoveicoli e veicoli commerciali	benzina	EURO 0, EURO 1, EURO 2	Bologna	BO
01/10/2024	31/03/2025	08:30 - 18:30	domeniche ecologiche ove previste e dalla giornata seguente all'emissione del bollettino di Arpae e fino al successivo giorno di controllo incluso	autoveicoli e veicoli commerciali	diesel	EURO 0, EURO 1, EURO 2, EURO 3, EURO 4, EURO 5	Bologna	BO





# Grazie dell'attenzione

Paolo Ferrecchi

Direttore Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente della Regione Emilia-Romagna

Il progetto VERA è realizzato grazie ai Fondi europei della Regione Emilia-Romagna

