

# Aree di superamento dei valori limite per la qualità dell'aria in Toscana: studi e monitoraggi integrativi

**Bianca Patrizia Andreini**

CRTQA Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria –ARPAT

Salerno – 5 dicembre 2024

**Relatore:**

\_\_\_**B.P.Andreini**\_\_\_

## **Area di superamento**

D.Lgs 155/10 art.2 g) area di superamento: area, ricadente all'interno di una zona o di un agglomerato, nella quale è stato valutato il superamento di un valore limite o di un valore obiettivo; tale area è individuata sulla base della rappresentatività delle misurazioni in siti fissi o indicative o sulla base delle tecniche di modellizzazione

## **Punti critici di inquinamento atmosferico**

Direttiva UE 2008/50 art.4 27) «punti critici di inquinamento atmosferico»: siti all'interno di una zona con le concentrazioni più elevate alle quali è probabile che la popolazione sia esposta, direttamente o indirettamente, per un periodo significativo in relazione al periodo di mediazione dei valori limite o dei valori-obiettivo, anche nei casi in cui sul livello di inquinamento incidono fortemente le emissioni provenienti da fonti di inquinamento elevato, quali strade limitrofe congestionate e fortemente trafficate, un'unica fonte industriale o una zona industriale con molte fonti, porti, aeroporti, riscaldamento residenziale intensivo o una combinazione di essi

- I. Valutazione dei livelli attuali di inquinanti in aria nella rete regionale (limiti vigenti e futuri)
- II. Aree di superamento attuali: studi e monitoraggi integrativi in contesti urbani (Piana Lucchese)
- III. Parametri previsti dalla Direttiva 2881/24 monitorati in contesto industriale: area portuale
- IV. Impatto su Piani e programmi regionali

# I. Livelli degli inquinanti in aria ambiente, Rete regionale- anno 2023

## Rete di monitoraggio

1 agglomerato

5 zone omogenee

37 stazioni gestite da

ARPAT-CRTQA

### Inquinanti:

PM<sub>10</sub> / PM<sub>2,5</sub> / PM<sub>1</sub>

BC, EC/OC, Anioni/Cationi  
Levogluosano, IPA, Metalli

NO<sub>2</sub>

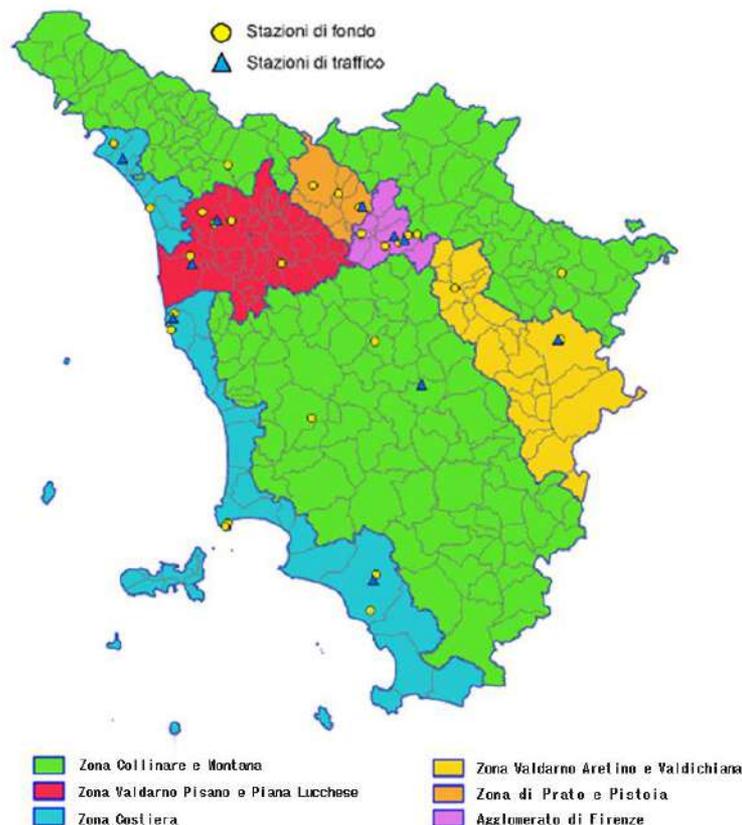
Ozono

CO

SO<sub>2</sub>

Benzene (BTEX)

H<sub>2</sub>S, NMHC, Hg



I dati delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria:  
<https://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/>

## I. Livelli degli inquinanti in aria ambiente- anno 2023

### - Valori limite o di riferimento :

- D.Lgs. 155/10
- Direttiva 2881/24
- WHO 2021

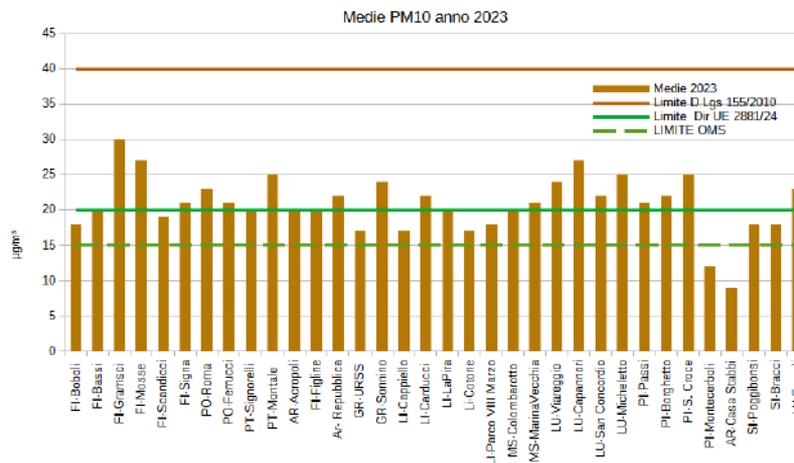
### - Rete regionale di monitoraggio-Criticità toscane rispetto al D.Lgs. 155/10:

- **PM 10: Superamento del VL giornaliero per oltre 35 giorni in una stazione di fondo (Procedura infrazione nella Piana Lucchese)**
- **NO<sub>2</sub>: Superamento del VL della media annua in una stazione di traffico (FI-Gramsci) (Procedura infrazione nell'Agglomerato)**
- Ozono: superamento dei VL per la protezione della popolazione e della vegetazione

# 2023- PM<sub>10</sub> MEDIE ANNUALI

Distribuzione sul territorio toscano, stimata secondo le aree di rappresentatività delle stazioni di fondo

Zona	Comune	Stazione	2022	Limite Dir 2001/24	2023	Limite Dir 2001/24	
Agglomerato Firenze	UF	Firenze	FI-Boboli	19	ok	18	ok
Agglomerato Firenze	UF	Firenze	FI-Bassi	21	non ok	20	ok
Agglomerato Firenze	UF	Firenze	FI-Gramsci	28	non ok	30	non ok
Agglomerato Firenze	UF	Firenze	FI-Mosse	26	non ok	27	non ok
Agglomerato Firenze	UF	Scandicci	FI-Scandicci	21	non ok	19	ok
Agglomerato Firenze	UF	Signa	FI-Signa	22	non ok	21	non ok
Prato Pistoia	UF	Prato	PO-Roma	23	non ok	23	non ok
Prato Pistoia	UT	Prato	PO-Ferracci	23	non ok	21	non ok
Prato Pistoia	UF	Pistoia	PT-Signorelli	22	non ok	20	ok
Prato Pistoia	SF	Montale	PT-Montale	26	non ok	25	non ok
Valdarno aretino e Valdichiana	UF	Arezzo	AR-Acropoli	20	ok	20	ok
Valdarno aretino e Valdichiana	UF	Figline Val D'Arno	FI-Figline	22	non ok	20	ok
Valdarno aretino e Valdichiana	UT	Arezzo	AR-Repubblica	24	non ok	22	non ok
Costiera	UF	Grosseto	GR-URSS	19	ok	17	ok
Costiera	UT	Grosseto	GR-Sonnino	25	non ok	24	non ok
Costiera	UF	Livorno	LI-Cappello	16	ok	17	ok
Costiera	UT	Livorno	LI-Carducci	22	non ok	22	non ok
Costiera	UF	Livorno	LI-LaPira	18	ok	20	ok
Costiera	SI	Piombino	LI-Colone	17	ok	17	ok
Costiera	UF	Piombino	LI-Parco 8 marzo	19	ok	18	ok
Costiera	UF	Carrara	MS-Colombarotto	21	non ok	20	ok
Costiera	UT	Massa	MS-Marina Vecchia	19	ok	21	non ok
Costiera	UF	Viareggio	LU-Viareggio	25	non ok	24	non ok
Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	Capannori	LU-Capannori	29	non ok	27	non ok
Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	Lucca	LU-SanConcordio	24	non ok	22	non ok
Valdarno pisano e Piana lucchese	UT	Lucca	LU-Micheletto	28	non ok	25	non ok
Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	Pisa	PI-Passi	21	non ok	21	non ok
Valdarno pisano e Piana lucchese	UF	Pisa	PI-Borghetto	23	non ok	22	non ok
Valdarno pisano e Piana lucchese	SF/1	S. Croce sull'Arno	PI-S. Croce	26	non ok	25	non ok
Collinare e montana	SF/1	Pomarance	PI-Montecerboli	13	ok	12	ok
Collinare e montana	RF	Chitignano	AR-Casa Stabbi	10	ok	9	ok
Collinare e montana	UF	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	20	ok	18	ok
Collinare e montana	UT	Siena	SI-Bracci	19	ok	18	ok
Collinare e montana	UF	Bagni di Lucca	LU-Fornoli	25	non ok	23	non ok

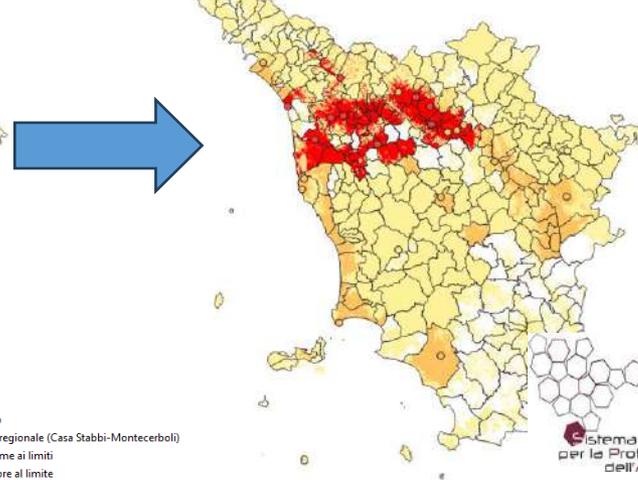


VL 2030  
rispettato  
nel 47%  
delle stazioni

Dati 2023/VL 2010



Dati 2023/VL 2030



Area di superamento del VL giornaliero

no info  
 fondo regionale (Casa Stabbi-Montecerboli)  
 conforme ai limiti  
 superiore al limite

# PM<sub>10</sub> 2023

## N° Superamenti media giornaliera\*

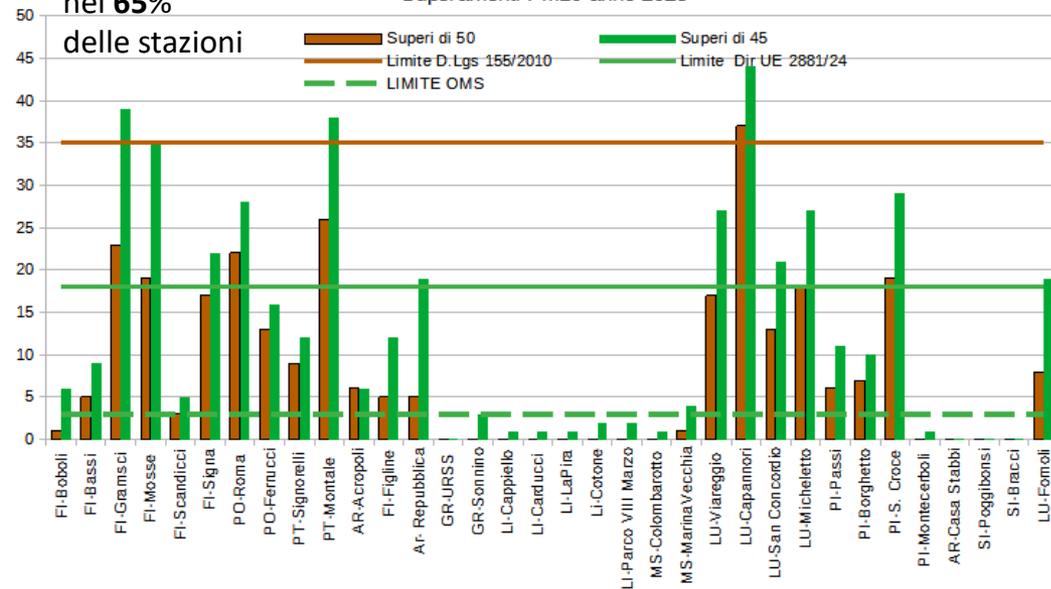
N° superamenti della media giornaliera di 45 µg/m<sup>3</sup>

**Direttiva 2881/24: PM10, media giornaliera di 45 µg/m<sup>3</sup> da non superare per più di 18 giorni nell'anno**

VL 2030  
rispettato  
nel 65%

Superamenti PM10 anno 2023

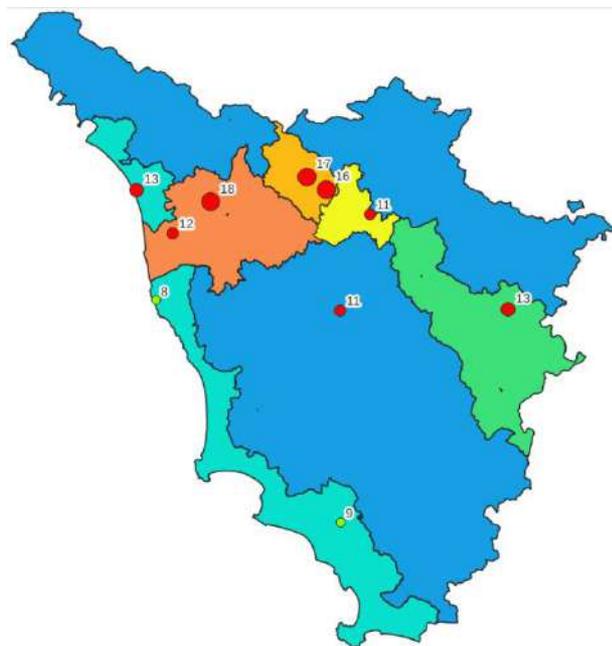
delle stazioni



\* Valori al netto del contributo naturale

**Superamenti del VL giornaliero quasi esclusivamente nel tardo autunno-inverno**

# PM<sub>2,5</sub> – Media annua



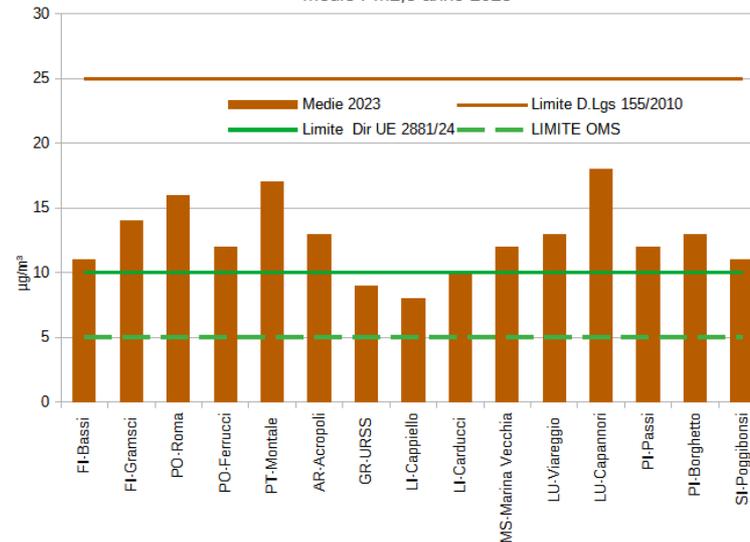
VL 2030  
rispettato  
nel **20%**  
delle stazioni

VL 2030  
rispettato  
nel **40%**  
delle stazioni

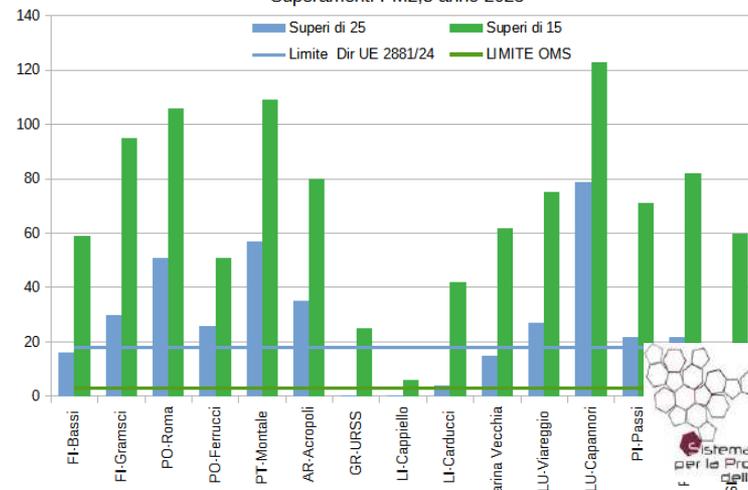
## PM<sub>2,5</sub> 2023

*N° Superamenti media giornaliera*

Medie PM<sub>2,5</sub> anno 2023



Superamenti PM<sub>2,5</sub> anno 2023





## Studi relativi all'analisi delle cause del superamento del VL giornaliero

- **Speciazione del Particolato PM<sub>10</sub>**
- **IPA su PM<sub>10</sub>**
- **Levoglucoosano su PM<sub>10</sub>**
- **Diossine su PM<sub>10</sub>**
- **Black carbon**
- **Monitoraggio orario con OPC del PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>1</sub>,**

# Identificazione delle sorgenti del PM

## Utilizzo di modelli a recettore

*Le particelle di particolato mantengono la composizione elementale/chimica caratteristica della loro origine: la composizione del PM e una combinazione delle composizioni del PM emesso dalle diverse sorgenti: es.*

- *Spray marino (Na, Cl, Mg, S,.....)*
- *Biomass burning (EC, OC, levoglucosano, k, Cl....)*
- *Dust (Al, Si, Ca, Ti, Fe....)*
- *Traffico (EC, Cu, Fe, IPA, .....*
- *Emissioni industriali (solfati, nitrati, metalli....)*
- *Emissioni navali (Solfati, V, Ni....)*

**Technical Specification CEN/TS 17458:2020 Ambient air - Methodology for the assessment of the performance of source apportionment modelling system applications**

# Progetto PATOS Particolato Atmosferico in Toscana

<https://www.regione.toscana.it/-/progetto-patos-particolato-atmosferico-in-toscana>

## PATOS 2005-06 ANALISI DEL PARTICOLATO PM<sub>10</sub> IN 7 POSTAZIONI

Figura 1.2 – Ubicazione dei siti di campionamento scelti



## PATOS 2009-10 PARTICOLATO PM<sub>2,5</sub>:

- Livorno –stazione periferica fondo
- Firenze –stazione urbana fondo
- Firenze –stazione urbana traffico

## PATOS 2014-15 PARTICOLATO PM<sub>10</sub>:

- PT Montale –stazione urbana fondo
- Livorno –stazione urbana fondo

## PATOS 2016-17 e 2019-20 PM<sub>10</sub>:

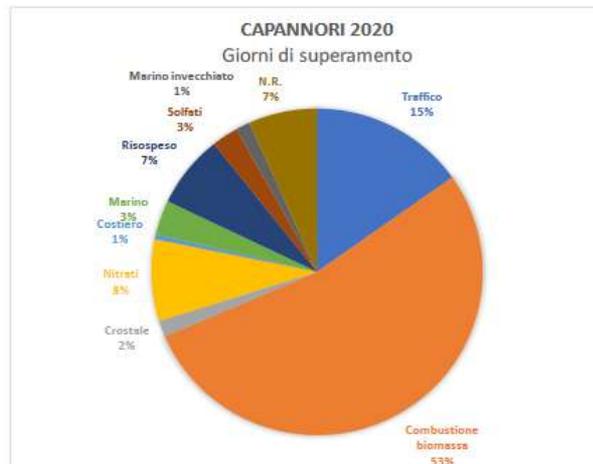
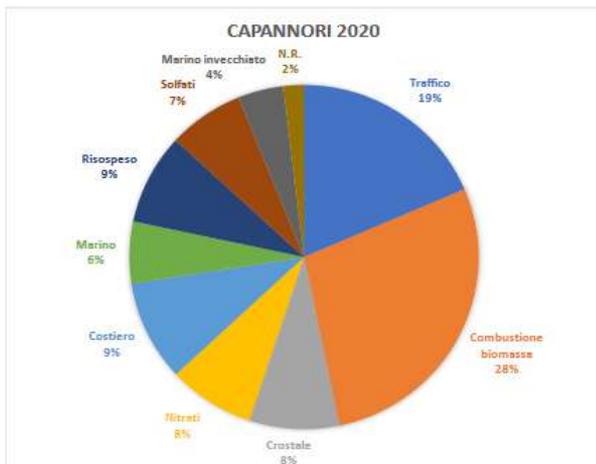
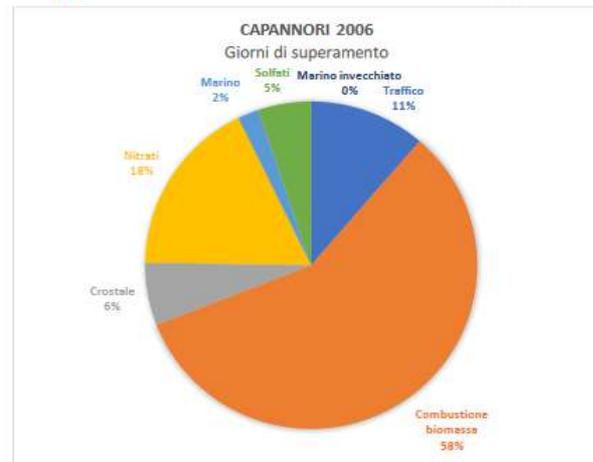
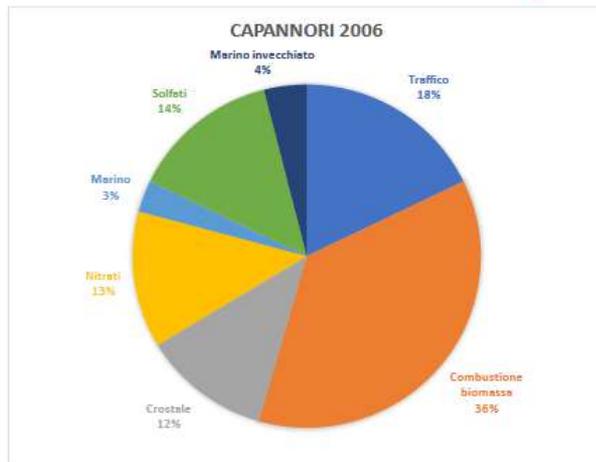
- FI- Osmannoro
- LU Capannori- urbana fondo
- FI-Figline – stazione urbana fondo

## Reti Speciali FI-Bassi (UF)

### Speciazione del PM 2,5 e PM 10 :

- ARPA Veneto e CNR 2017-2019
- ARPAT dal 2020

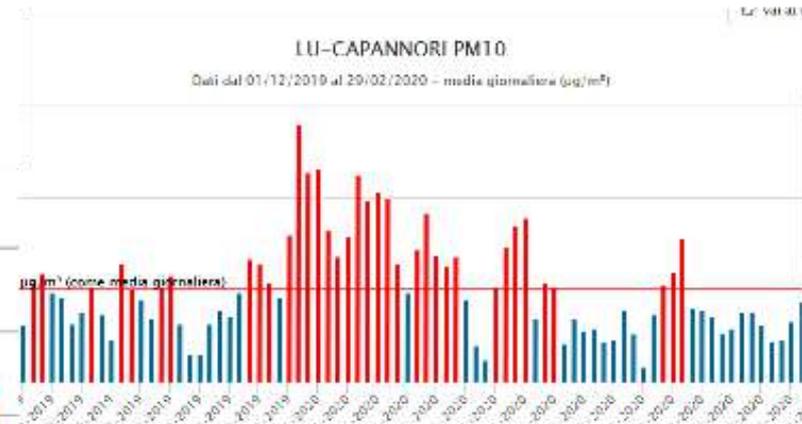
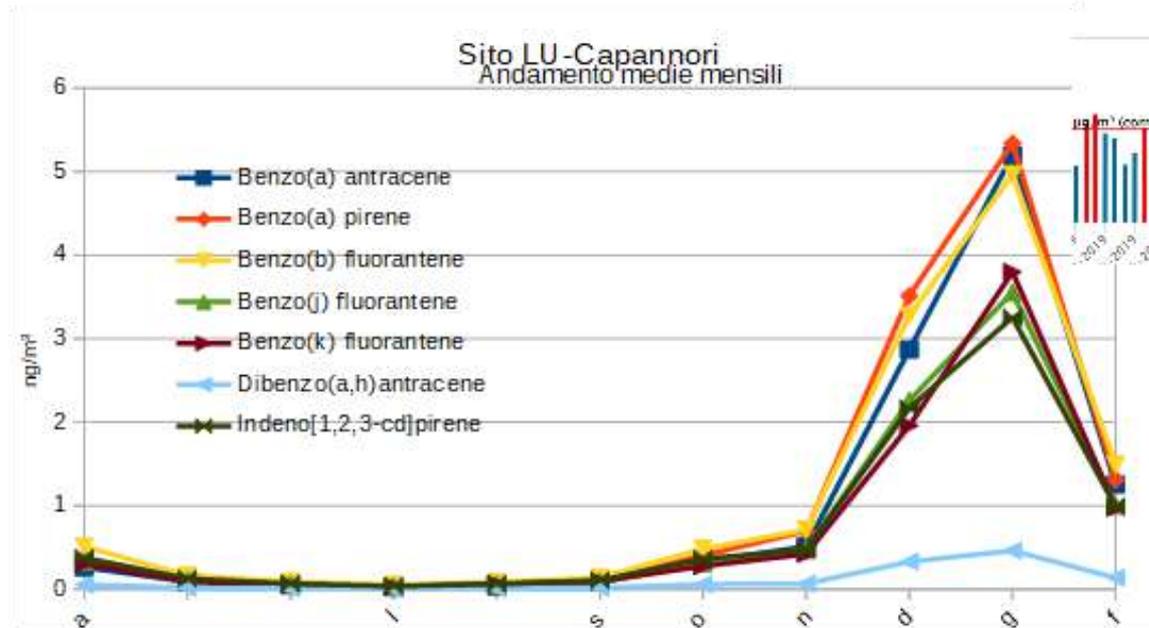
# Confronto PATOS 1 (2006) – PATOS 3 (2020)

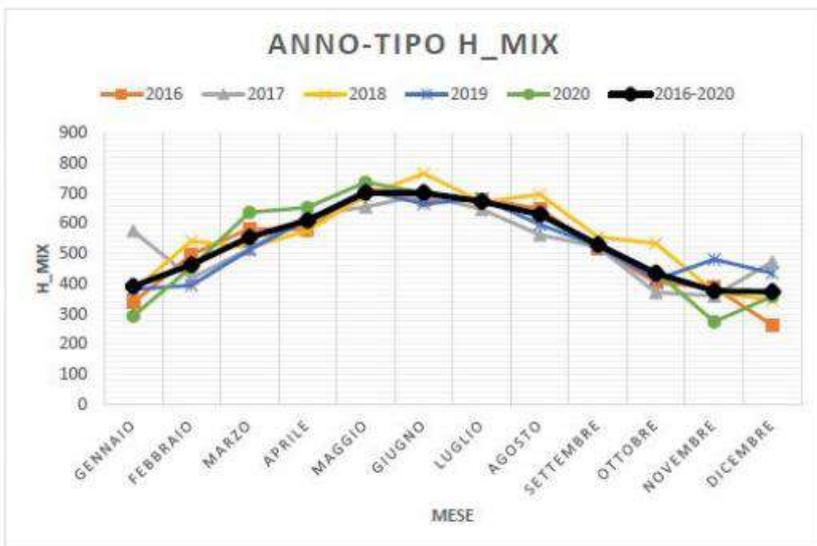




LU-Capannori Concentrazioni medie ng/m <sup>3</sup>	Intervallo campionamento dal 1-4-2019 al 24-2-2020
Benzo(a) antracene	1,0
<b>Benzo(a) pirene</b>	<b>1,1</b>
Benzo(b) fluorantene	1,1
Benzo(j) fluorantene	0,8
Benzo(k) fluorantene	0,7
Dibenzo(a,h)antracene	0,1
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0,7

## Benzo(a)Pirene su PM10 *Progetto PATOS*





## H mix- altezza dello strato di rimescolamento

Anno-tipo ricavato per una serie storica di cinque anni consecutivi, dal 2016 al 2020, e per ciascun anno preso singolarmente

Fonte: Consorzio LaMMA

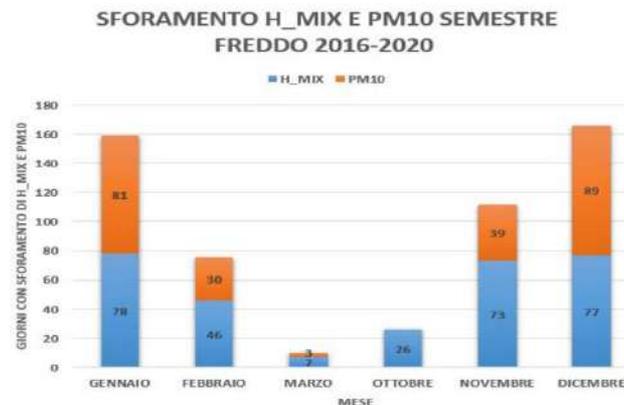
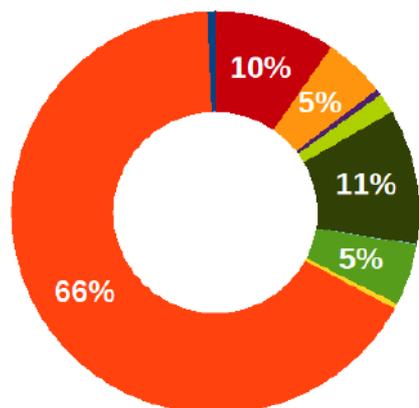


Figura 2.4: Confronto fra i giorni totali relativi al quinquennio 2016-2020 si sono raggiunte criticità meteorologiche (blu) e criticità legate alla concentrazione di  $PM_{10}$  (rosso). I conteggi sono effettuati per il semestre freddo.

## PRESSIONI (dati IRSE 2019)

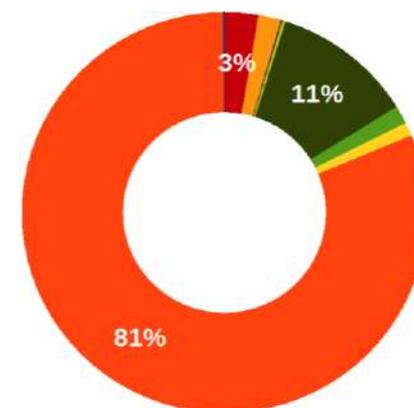
### Incidenza dei settori di attività sul **PM10** primario



**Totale regionale**

Emissione totale 19.506 t

- 01 Combustione nell'industria energia e trasformaz. fonti energetiche
- 02 Impianti di combustione non industriali
- 03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione
- 04 Processi senza combustione
- 05 Estraz. e distrib. combust. ed energia geotermica
- 06 Uso di solventi
- 07 Trasporti stradali
- 08 Altre sorgenti mobili e macchine
- 09 Trattamento e smaltimento rifiuti
- 10 Agricoltura
- 11 Altre sorgenti/natura

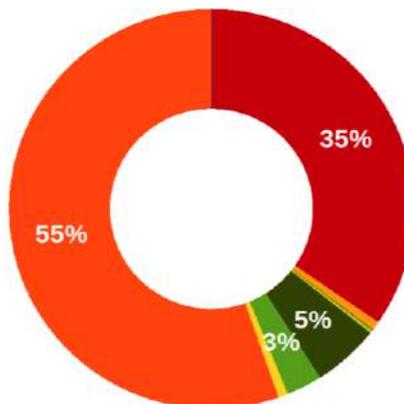


**Totale Piana lucchese**

Emissione totale 1.343 t

**Totale provincia Lucca**

Emissione totale 3.936 t

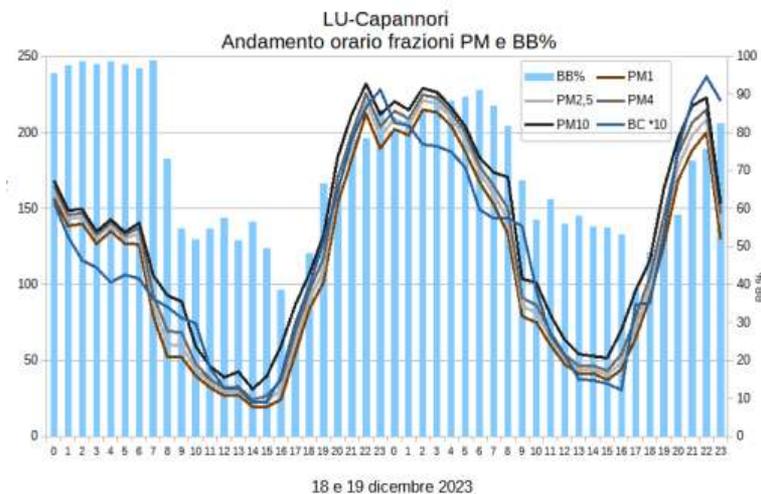
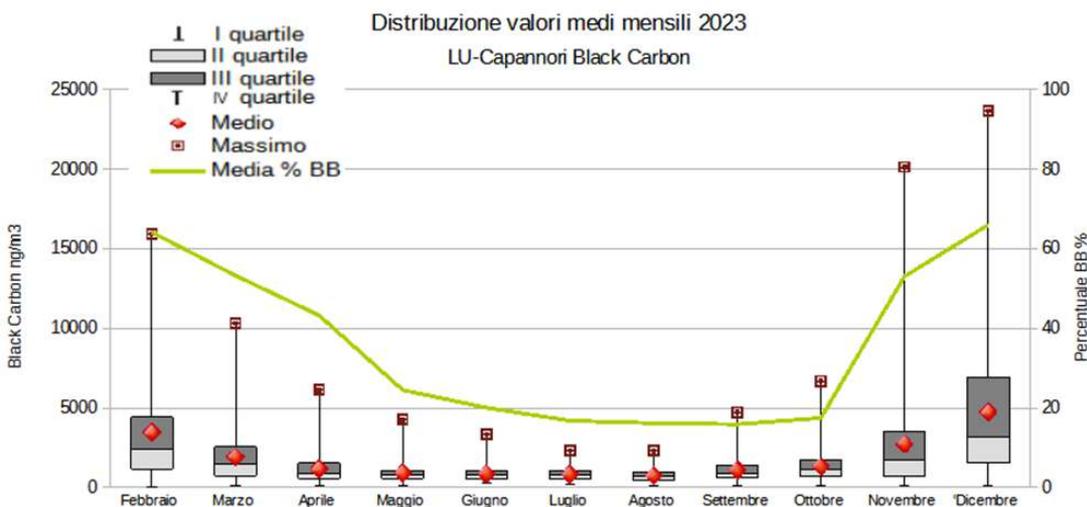
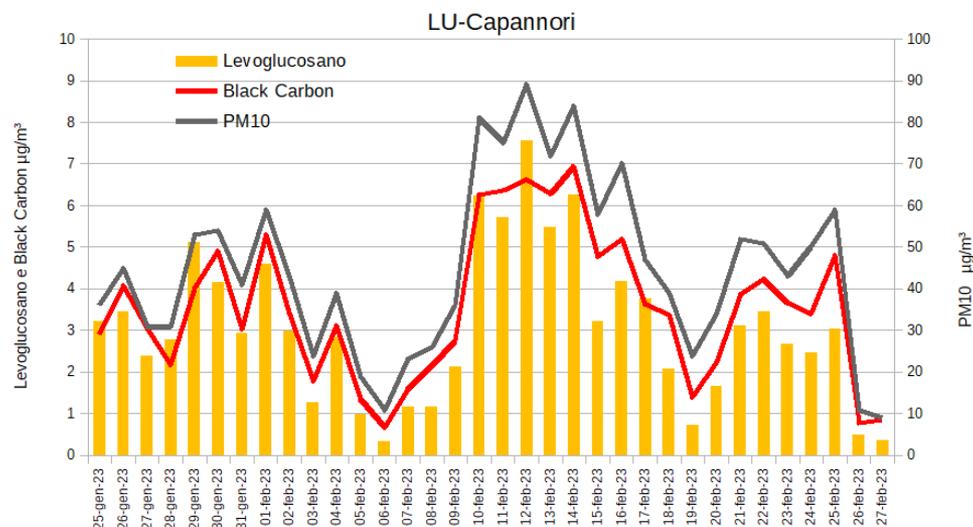


Comuni della Piana lucchese:

Lucca	Buggiano
Capannori	Massa e Cozzile
Porcari	Chiesina Uzzanese
Altopascio	Monsummano Terme
Montecarlo	Pescia
Ponte Buggianese	Uzzano
Pieve a Nievole	Montecatini Terme

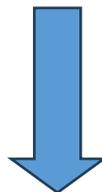
## Recenti ulteriori monitoraggi: rilevazione oraria del PM (PM1, PM2,5, PM4, PM10), rilevazione oraria del Black Carbon, determinazione del Levoglucosano sul PM10 a LU-Capannori.

**Black Carbon**, inquinante primario da combustione incompleta di combustibili fossili e da biomassa; **frazione di Black Carbon (BC) attribuibile alla combustione di biomasse (BB%)**, **Levoglucosano**, tracciante di combustione di biomasse sul PM10.



# Conclusioni per l'area di superamento urbana

- la qualità dell'aria è migliorata dagli anni 2000 ad oggi rispetto agli attuali limiti (diversa è la valutazione rispetto ai VL della direttiva UE 2881/2024) ma permane la criticità sul numero di superamenti del Valore limite giornaliero di PM10
- Fonti antropiche prevalenti al PM: Combustione di biomassa e in misura minore il traffico
- Il contributo delle principali sorgenti al PM è rimasto invariato nel tempo
- Il contributo della combustione delle biomasse ha anche un impatto sanitario (PM, BC e BaP - sostanze cancerogene)



**Effetti su Piani e Programmi regionali e comunali per la qualità dell'aria**

## Monitoraggio di inquinanti a differente risoluzione temporale nei porti di Livorno e Portoferraio

### Inquinanti monitorati e risoluzione temporale:



# Monitoraggio della distribuzione di nanoparticelle ad alta risoluzione temporale in un sito portuale

- Prime misure ARPAT di nanoparticelle in Toscana
- Analisi dei dati al minuto combinando misure da strumentazioni diverse
- Interpretazione dei dati in relazione alla sorgente porto
- Caratterizzazione dei passaggi navali
- Caratterizzazione delle soste

**Progetto AERNOSTRUM 2020-23**

<https://interreg-maritime.eu/web/aer-nostrum>

# Monitoraggi: quando, dove e come



dove



quando

Autunno	05/10/2021	15/10/2021
Inverno	11/01/2022	22/01/2022
Primavera	11-15/04/2022	20-24/04/2022
Estate	06/06/2022	17/06/2022

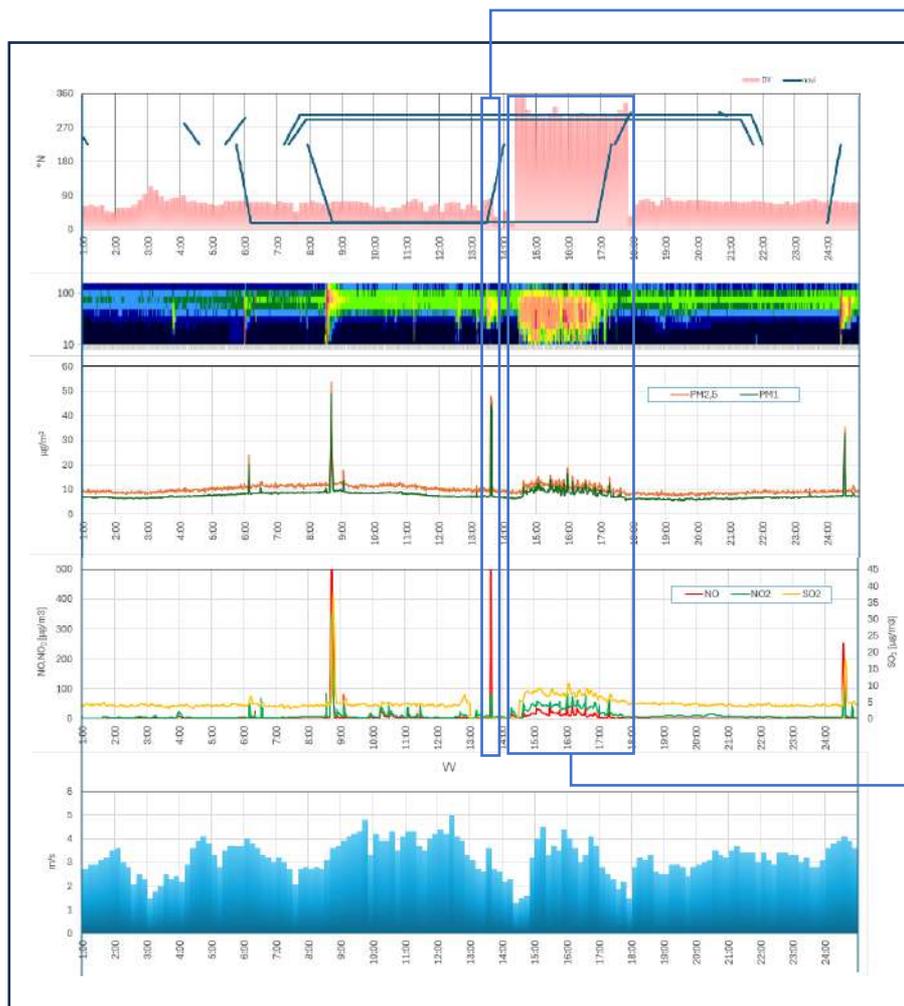
come



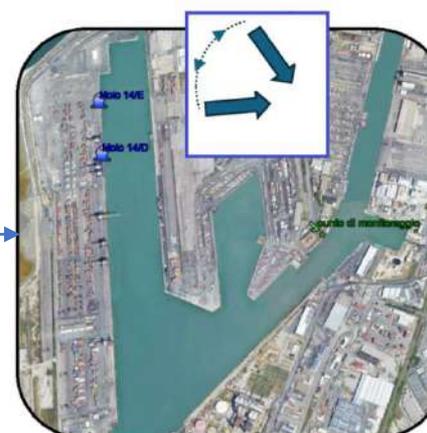
# Analisi dati minuto

Per una analisi di maggior dettaglio utilizzo delle acquisizioni dei dati al minuto combinando:

- I dati minuto di  $PM_{10}/PM_{2.5}$  e  $PM_1$  misurati con OPC
- I dati minuto acquisiti con Nanoscan
- I dati DV e VV dalla stazione mareografica ISPRA acquisiti ogni 10 minuti
- I dati dei passaggi navali forniti come orario ingresso porto/orario attracco
- I dati minuto degli inquinanti gassosi acquisiti con mezzo mobile:  $NO/NO_2/SO_2$



CARGO IN PARTENZA DAL 24/N



NAVI IN SOSTA AI MOU 34/E - 34/D CON VENTO CHE GIRA A NORD-OVEST

Durante il picco dovuto  
al passaggio di una  
nave in movimento:

- Aumenta il rapporto  $PM_{10}/PM_{2.5}$
- Il rapporto  $NO/NO_2$  è sempre superiore a 1
- Si ha un picco di  $SO_2$
- Il conteggio totale delle nanoparticelle aumenta rispetto alla media oraria in cui il picco avviene

# Informazioni da analisi ad alta risoluzione temporale

- Abbinando i dati al minuto di strumentazioni diverse si ottiene contemporaneamente un consolidamento dei dati ad alta risoluzione temporale ed un quadro degli effetti del traffico marittimo
- I dati minuto consentono di identificare effetti che non risultano visibili nelle medie orarie e giornaliere
- I passaggi navali, quando hanno ricadute sul sito di monitoraggio hanno sui livelli degli inquinanti effetti importanti e di breve durata
- Le soste navali risultano avere un effetto sui livelli degli inquinanti sia nel caso in cui si verifichi una ricaduta diretta, sia contribuendo ai livelli di fondo con una composizione già parzialmente trasformata

# Symposium on **CleanAir** and **Climate**

**Grazie per l'attenzione!**

FOTO DEL  
RELATORE

**Bianca Patrizia Andreini**  
**ARPAT Centro Regionale Tutela Qualità dell'Aria**  
**Bp.andreini@arpat.toscana.it**

ORGANIZZATO DA



CON IL PATROCINIO DI



REGISTERED CORPORATES



INIZIATIVA ORGANIZZATA NELL'AMBITO DI PROGETTI FINANZIATI DA

