



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana



Regione Toscana



Campagna di monitoraggio del Particolato e del Biossido di Azoto nel Comune di Porcari

1° dic 2016 – 31 dic 2017

Bianca Patrizia Andreini

“Centro regionale per la Tutela della qualità dell’aria”

ARPAT

Comune di Porcari – 4 Marzo 2019



Argomenti

- Porcari e la zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese
- Qualità dell'aria nel 2018 in Toscana, nella Zona e a Porcari
- Le emissioni di PM 10
- Le campagna di studio a Porcari nel 2016-17: PM 10, Biossido di Azoto, Studio dimensionale delle particelle
- Informazioni sul territorio dallo studio dimensionale delle particelle

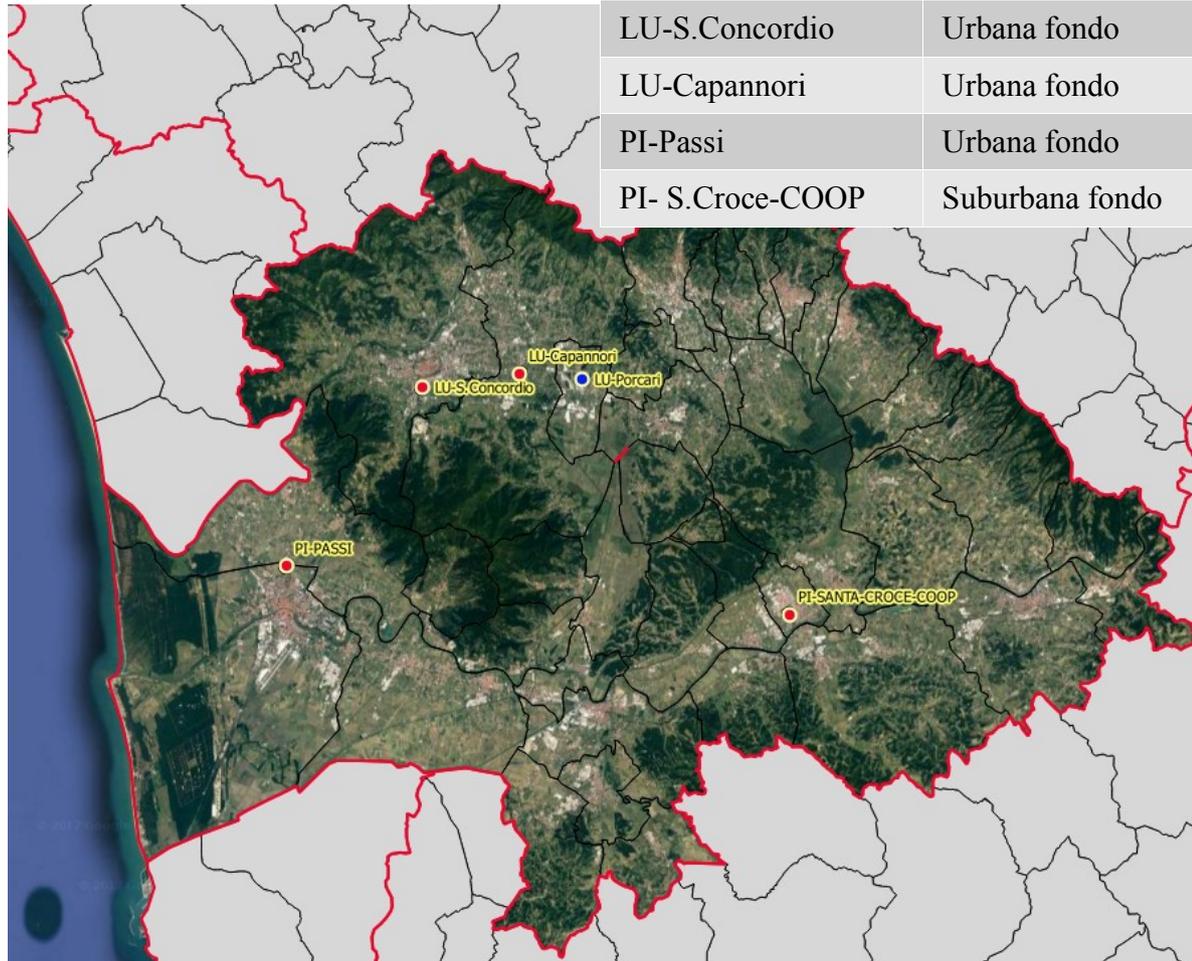




Stazione di monitoraggio di Porcari

Collocazione rispetto alle stazioni di rete regionale

<i>Stazione</i>	<i>Classificazione</i>	<i>Comune</i>	<i>Distanza</i>
LU-S.Concordio	Urbana fondo	Lucca	9,5 km
LU-Capannori	Urbana fondo	Capannori	3,5 km
PI-Passi	Urbana fondo	Pisa	21 km
PI- S.Croce-COOP	Suburbana fondo	S.Croce sull'Arno	18,5 km



Il sito di Porcarisi colloca in linea d'aria ad una distanza molto contenuta dalla stazione di Capannori e dalla stazione di San Concordio.

La rappresentatività spaziale stimata per il PM10 calcolata su un'area circolare, con il metodo β , risulta essere pari a 10 km per la stazione di Capannori e 5 km per la stazione di S.Concordio

Rispetto a queste stazioni, il sito di Porcari si trova anche in continuità territoriale e di tessuto urbano.

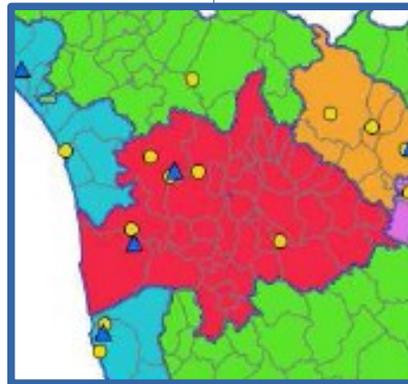
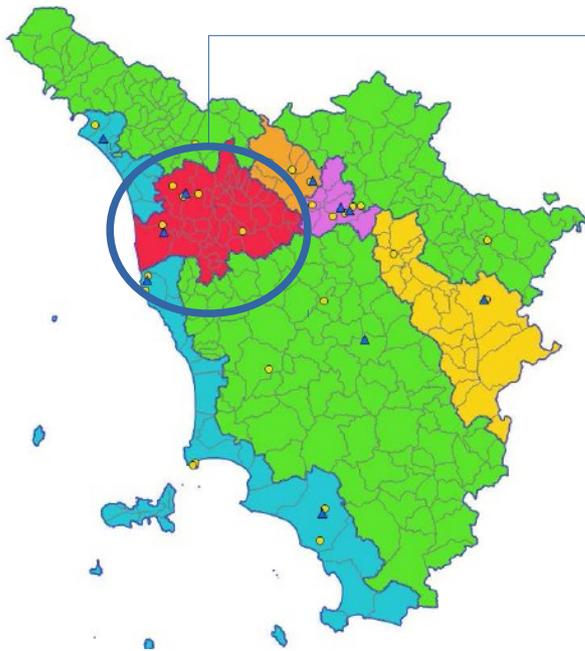
Porcari, 4 marzo 2019



La zona del valdarno pisano e piana lucchese (rete regionale completa)

Dove si monitora

Struttura della rete regionale



La zona del valdarno Pisano e piana lucchese comprende

5 stazioni di fondo:

LU-Capannori, LU-S.Concordio, LU-Carignano, PI-Passi e PI-Santa Croce

2 stazioni di traffico: Pi-Borghetto e LU-Micheletto

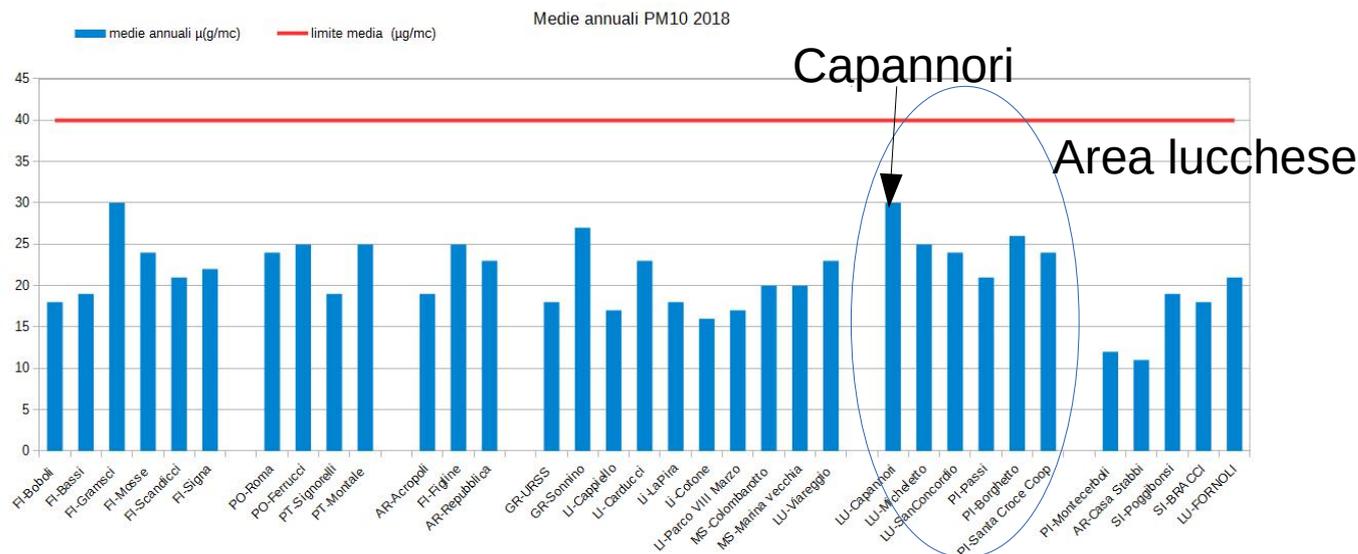
Che cosa si monitora

	PM10	Pm2,5	NO2	SO2	H2S	CO	Benz.	IPA	As	Ni	Cd	Pb	O3
UF LU-Capannori	X	X	X	X									
UF LU-S.Concordio	X		X				X	X					
UT LU-Micheletto	X		X										
RF LU-Carignano			X										X
UF PI-Passi	X	X	X										X
UT PI-Borghetto	X	X	X			X							
SF PI-Santa Croce	X		X		X								X





Area lucchese nel contesto regionale dati 2018



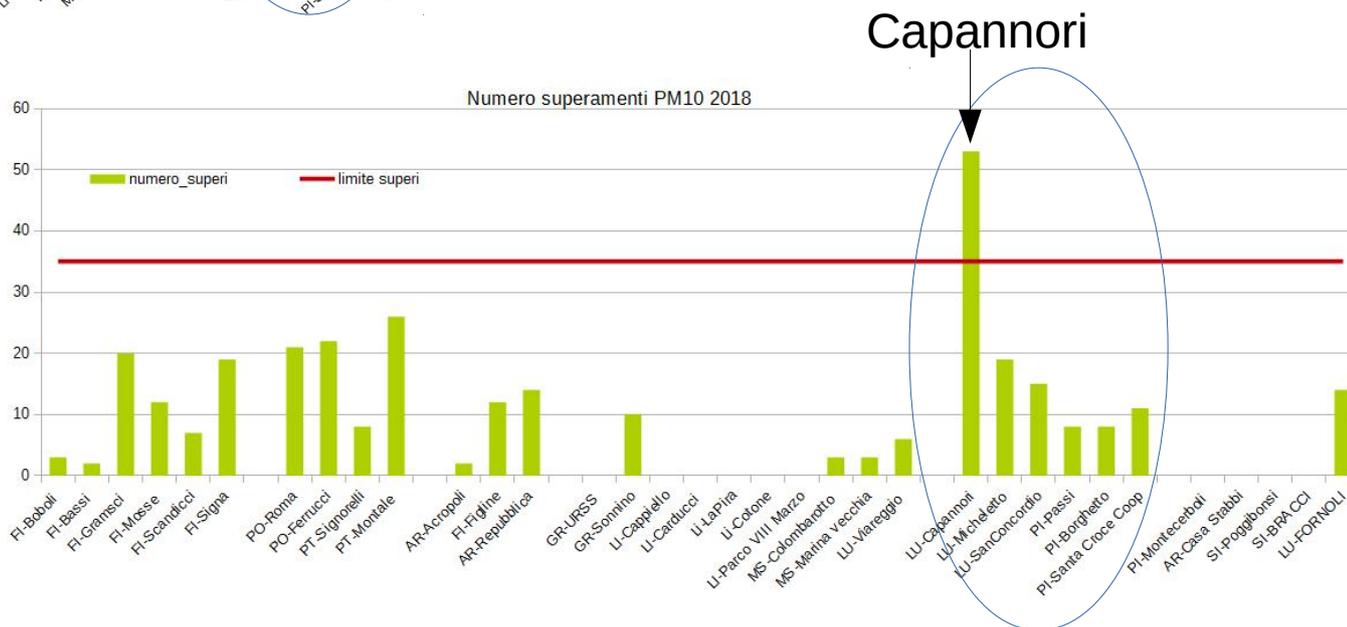
PM10 Medie annuali

Nel 2018, come già da diversi anni, il valore limite sulla media annuale è rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale.

Le massime medie annuali sono state registrate presso la stazione di traffico di via Gramsci nel comune di Firenze e presso la stazione di fondo del comune di Capannori

PM10 n. di superamenti

Nel 2018 il limite di 35 superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni della rete regionale, con la sola eccezione della stazione di fondo del comune di Capannori, presso la quale ne sono stati registrati 53.



Area lucchese





La zona del valdarno pisano e piana lucchese

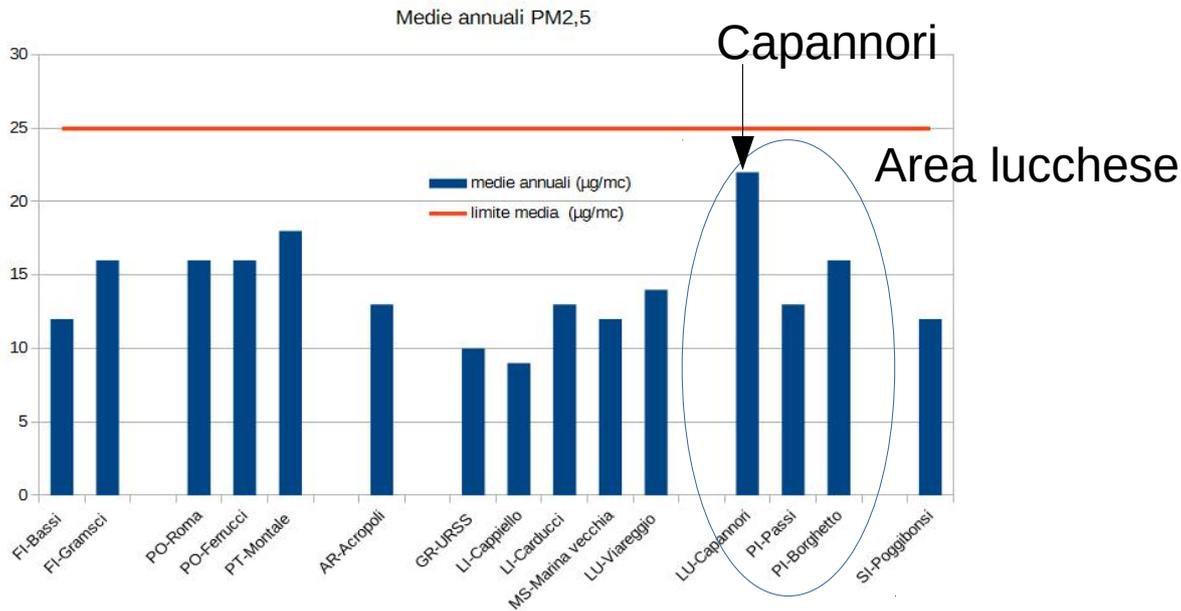
La zona presenta livelli medi di fondo abbastanza omogenei ed elevati di PM 10. In questa zona sono presenti 2 aree di superamento per il PM10 una delle quali comprende il comune di Porcari e fa riferimento alla stazione di LU-Capannori.

I valori rilevati durante l'inverno superano spesso il limite sulla media giornaliera. Nel periodo tardo autunnale e invernale, le concentrazioni sono state molto spesso superiori ai $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Gli andamenti sono simili in tutte le stazioni con le situazioni di picco più accentuate per la stazione di LU-Capannori.





Area lucchese nel contesto regionale dati 2018



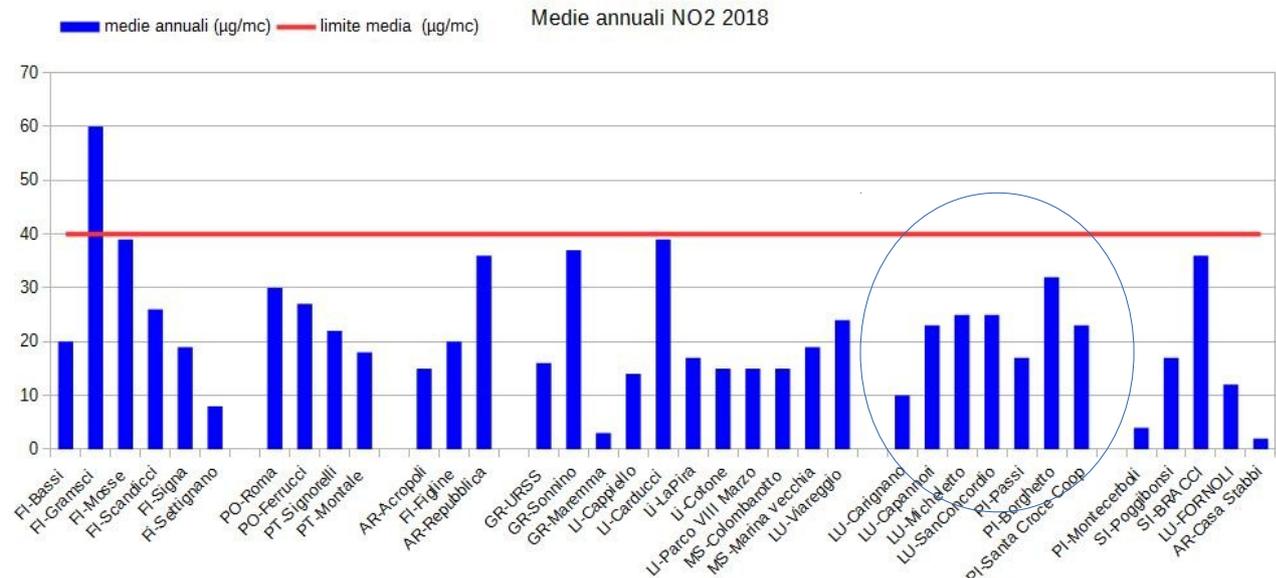
PM2.5 Medie annuali

Il limite normativo di 25 µg/m³ riferito all'indicatore della media annuale nel 2018 è stato rispettato in tutte le stazioni della Rete Regionale. I valori più alti di PM_{2,5} sono stati registrati, analogamente agli anni precedenti, dalla stazione di LU-Capannori (UF), che ha registrato 22 µg/m³ di media.

Il valore di riferimento dell'OMS per la media annuale di PM_{2,5} è di 10 µg/m³. Questo valore è superato in quasi tutte le stazioni della rete regionale.

NO2 Medie annuali

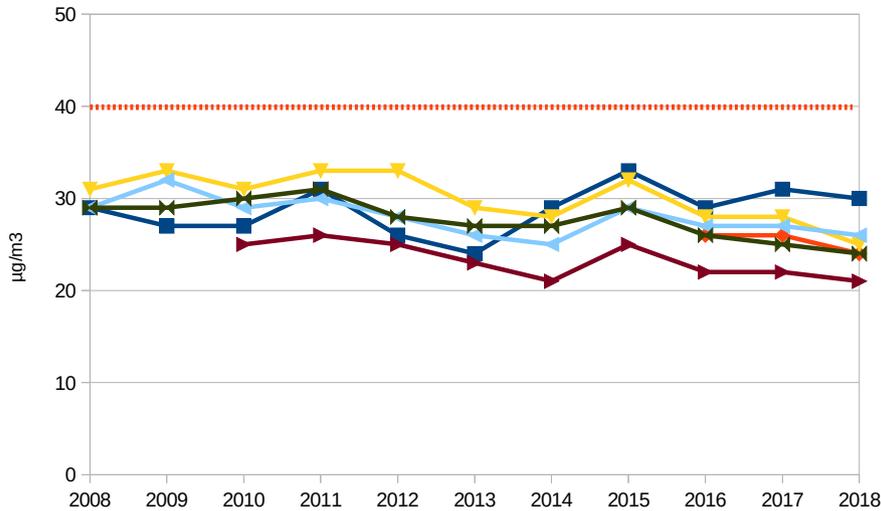
Nel 2018 il valore limite relativo all'indicatore della media annuale del biossido di azoto, imposto dal D.Lgs. 155/2010 e pari a 40 µg/m³, è stato superato soltanto presso la stazione di traffico di viale Gramsci (60 µg/m³), presso il comune di Firenze.





Andamento dei principali indicatori (2008-2018)

PM10 - media annuale



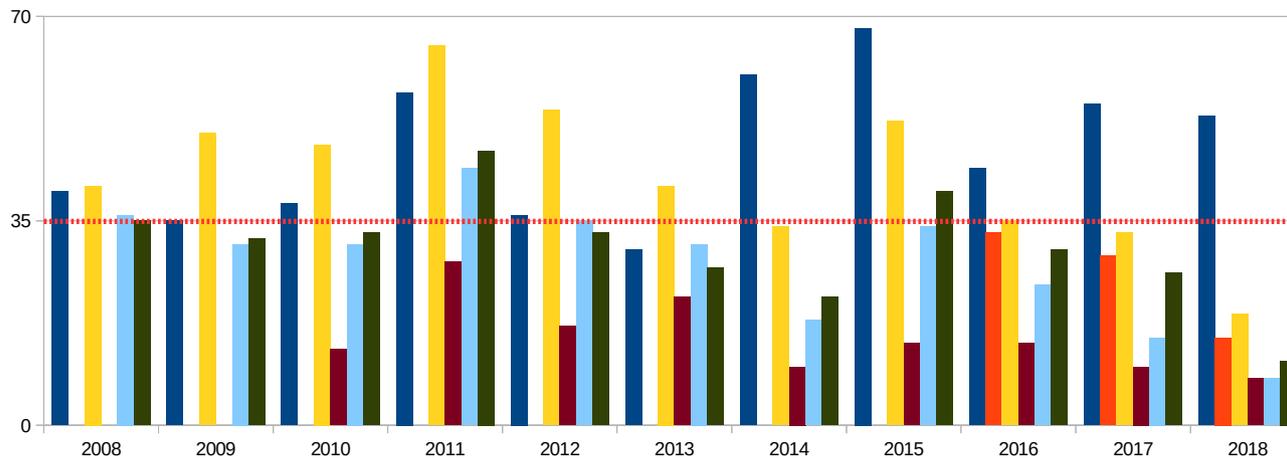
PM10 medie annuali µg/m³

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
LU-Capannori	29	27	27	31	26	24	29	33	29	31	30
LU-S. Concordio									26	26	24
LU-Micheletto	31	33	31	33	33	29	28	32	28	28	25
LU-Carignano											
PI-Passi			25	26	25	23	21	25	22	22	21
PI-Borghetto	29	32	29	30	28	26	25	29	27	27	26
PI-Santa Croce	29	29	30	31	28	27	27	29	26	25	24

PM10 superamenti

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
LU-Capannori	40	35	38	57	36	30	60	68	44	55	53
LU-S. Concordio									33	29	15
LU-Micheletto	41	50	48	65	54	41	34	52	35	33	19
LU-Carignano											
PI-Passi			13	28	17	22	10	14	14	10	8
PI-Borghetto	36	31	31	44	35	31	18	34	24	15	8
PI-Santa Croce	35	32	33	47	33	27	22	40	30	26	11

PM10 - n. di superamenti



Porcari, 4 marzo 2019

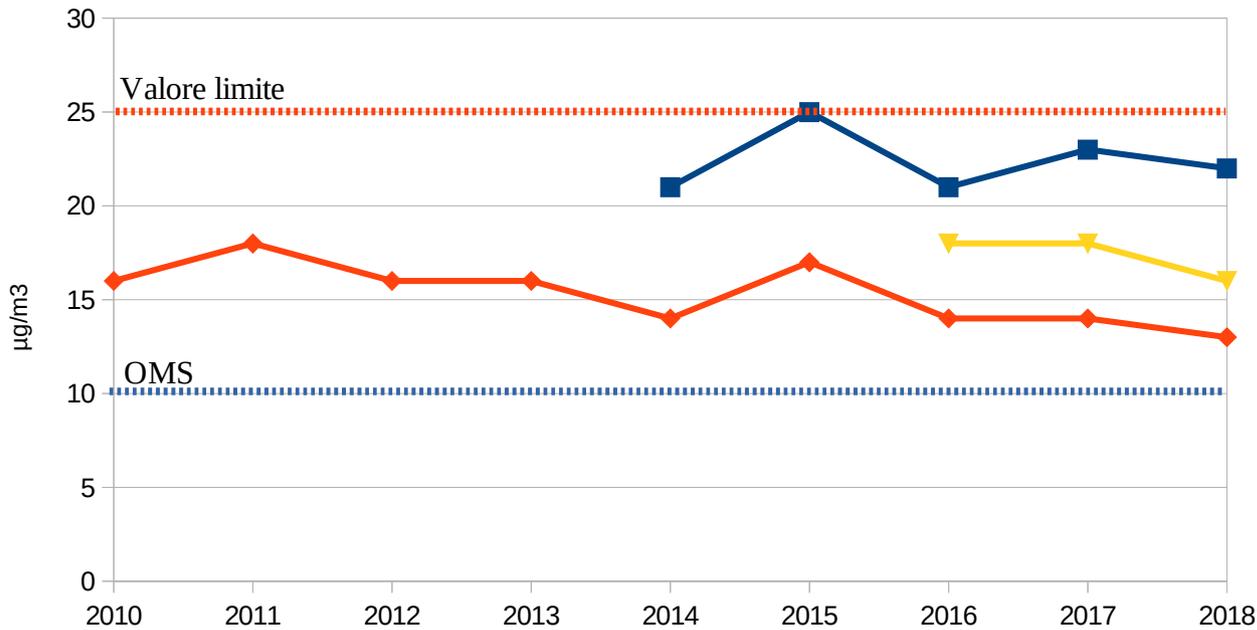




Andamento dei principali indicatori (PM2,5)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
LU-Capannori					21	25	21	23	22
PI-Passi	16	18	16	16	14	17	14	14	13
PI-Borghetto							18	18	16

PM2,5 - medie annuali



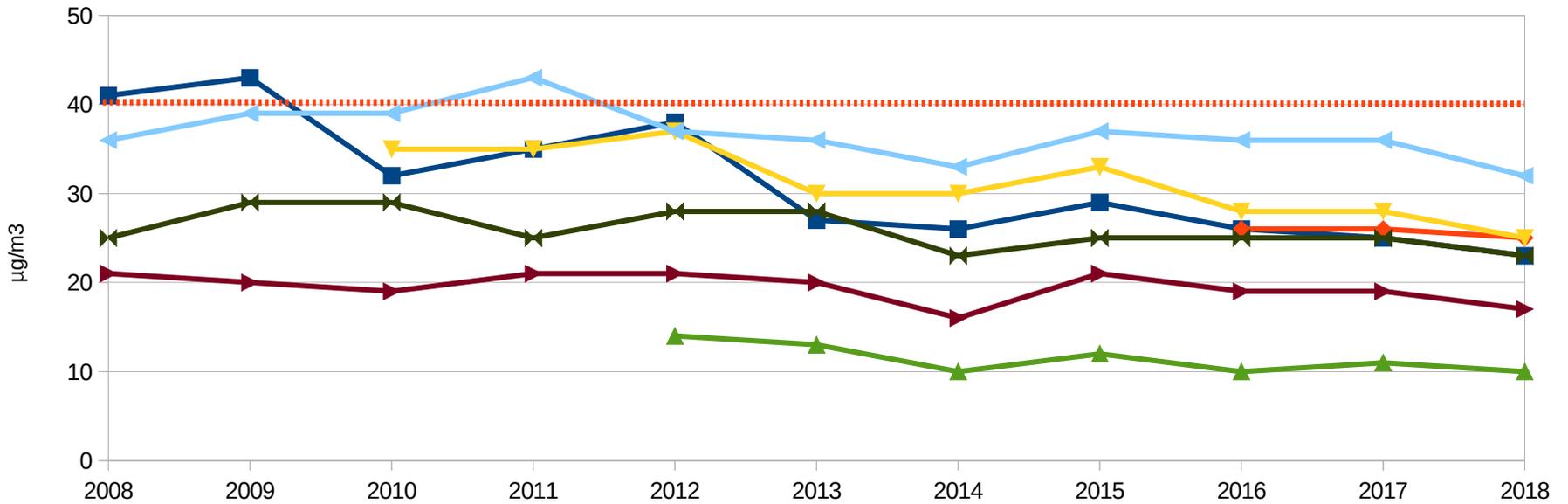


Andamento dei principali indicatori (2008-2018)

NO2 medie annuali µg/m3

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
LU-Capannori	41	43	32	35	38	27	26	29	26	25	23
LU-S. Concordio									26	26	25
LU-Micheletto			35	35	37	30	30	33	28	28	25
LU-Carignano					14	13	10	12	10	11	10
PI-Passi	21	20	19	21	21	20	16	21	19	19	17
PI-Borghetto	36	39	39	43	37	36	33	37	36	36	32
PI-Santa Croce	25	29	29	25	28	28	23	25	25	25	23

NO2 - medie annuali



Porcari, 4 marzo 2019





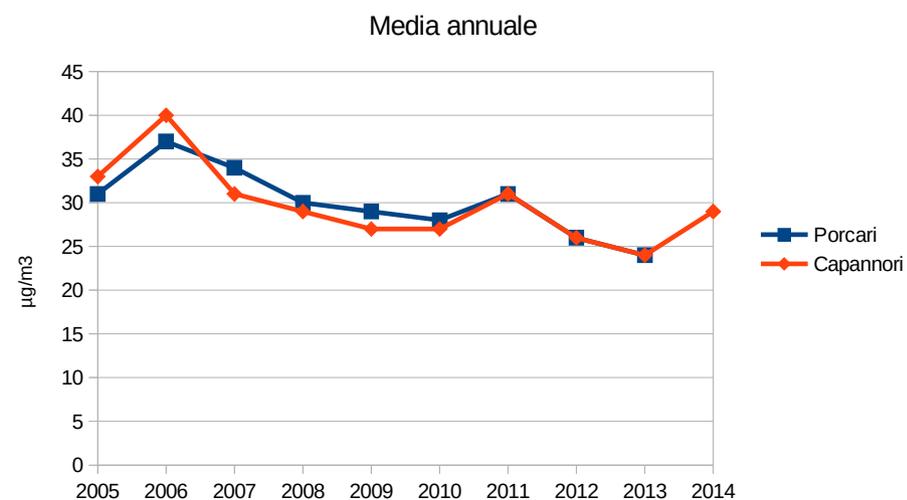
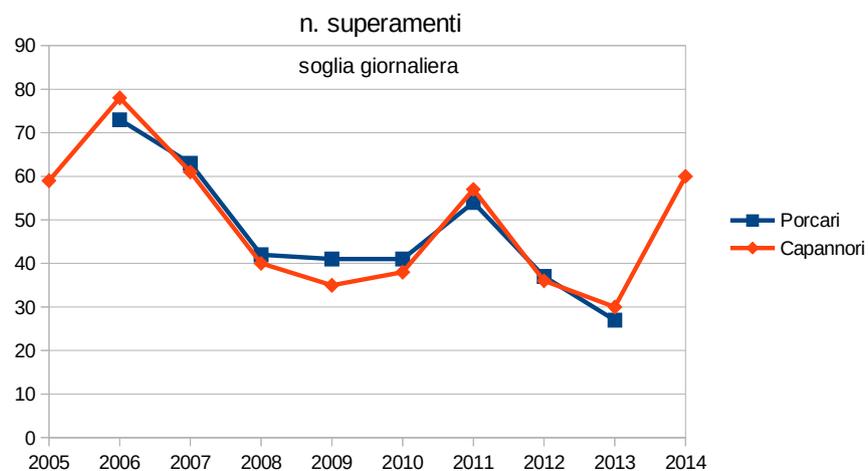
Capannori e Porcari dati storici

Il PM10 nella stazione di Porcari è stato installato a febbraio 2005, mentre la stazione è stata disattivata ad aprile del 2014.

E' riportato il confronto tra gli indicatori annuali del PM10 a Porcari e a Capannori dal 2005 al 2014.

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Porcari	Media	31	37	34	30	29	28	31	26	24	*
	Sup	32*	73	63	42	41	41	54	37	27	*
Capannori	Media	33	40	31	29	27	27	31	26	24	29
	Sup	59	78	61	40	35	38	57	36	30	60

* non rappresentativo dell'anno



Porcari, 4 marzo 2019

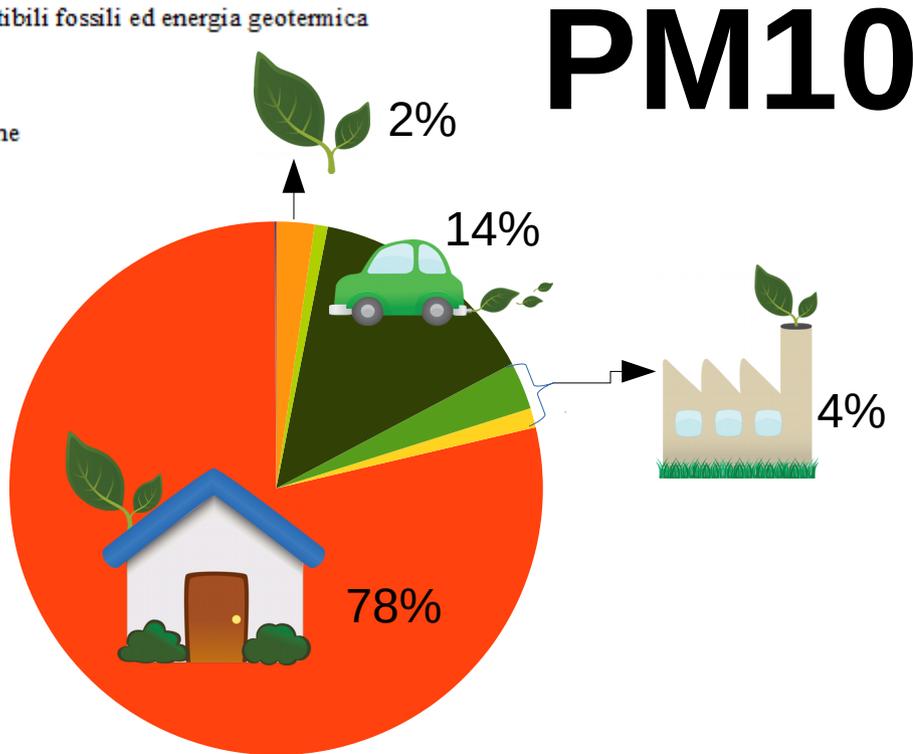




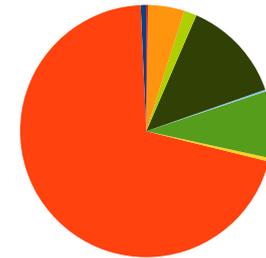
Le pressioni sull'area lucchese

dall'Inventario IRSE 2010 comuni dell'area di superamento PM10: ALTOPASCIO, BUGGIANO, CAPANNORI, CHIESINA UZZANESE, MASSA E COZZILE, MONSUMMANO TERME, MONTECARLO, MONTECATINI-TERME, PESCIA, LUCCA, PIEVE A NIEVOLE, PONTE BUGGIANESE, PORCARI, UZZANO.

- 1 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche
- 2 Impianti di combustione non industriali
- 3 Impianti di combustione industriale e processi con combustione
- 4 Processi produttivi
- 5 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica
- 6 Uso di solventi
- 7 Trasporti stradali
- 8 Altre sorgenti mobili e macchine
- 9 Trattamento e smaltim
- 10 Agricoltura
- 11 Altre sorgenti/Natura



Media regionale



Riscaldamento domestico 70%
 Processi produttivi e comb industriale 9%
 Trasporti stradali 13%
 Agricoltura 5%

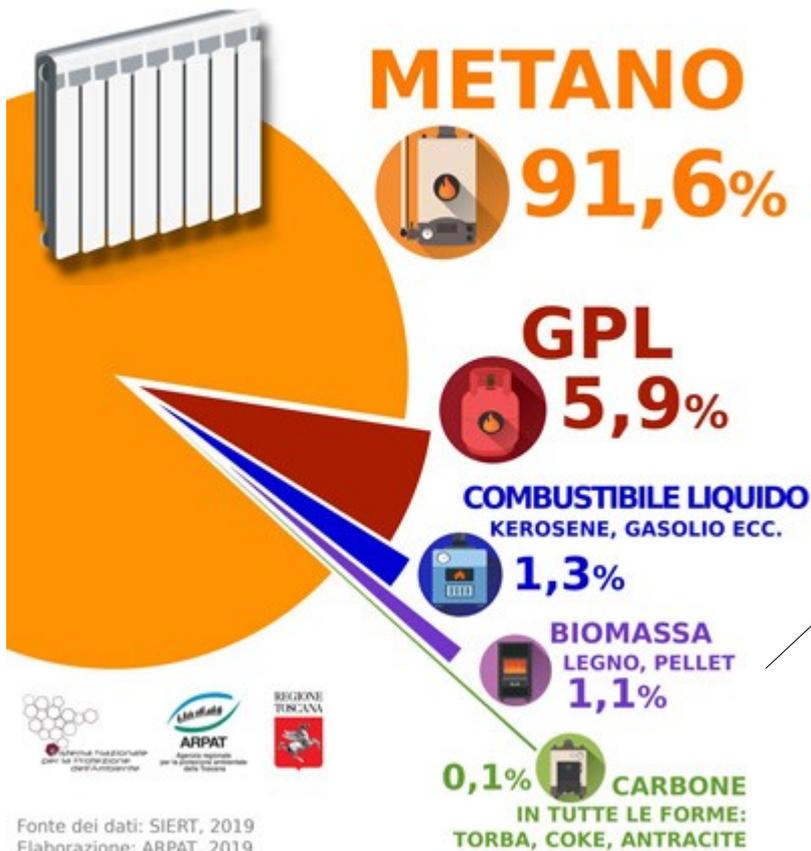
Rispetto alla media regionale nell'area di superamento lucchese si evidenzia un maggiore contributo del riscaldamento domestico.





L'utilizzo della biomassa

TIPOLOGIA DI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO IN TOSCANA



Fonte dei dati: SIERT, 2019
 Elaborazione: ARPAT, 2019

La scelta del combustibile e del tipo di apparecchio usato per riscaldare le case giocano un ruolo importante per determinare il contributo del riscaldamento domestico all'inquinamento atmosferico.

In Toscana il 70% del PM10 primario è prodotto proprio dal riscaldamento domestico e più del **99% delle emissioni di polveri da riscaldamento domestico/terziario derivano dalla combustione di legna**; di queste circa l'84% è imputato alla combustione in caminetti aperti e stufe tradizionali. **La produzione di PM primario dipende dall'efficienza del sistema di combustione.**





L'utilizzo della biomassa 2

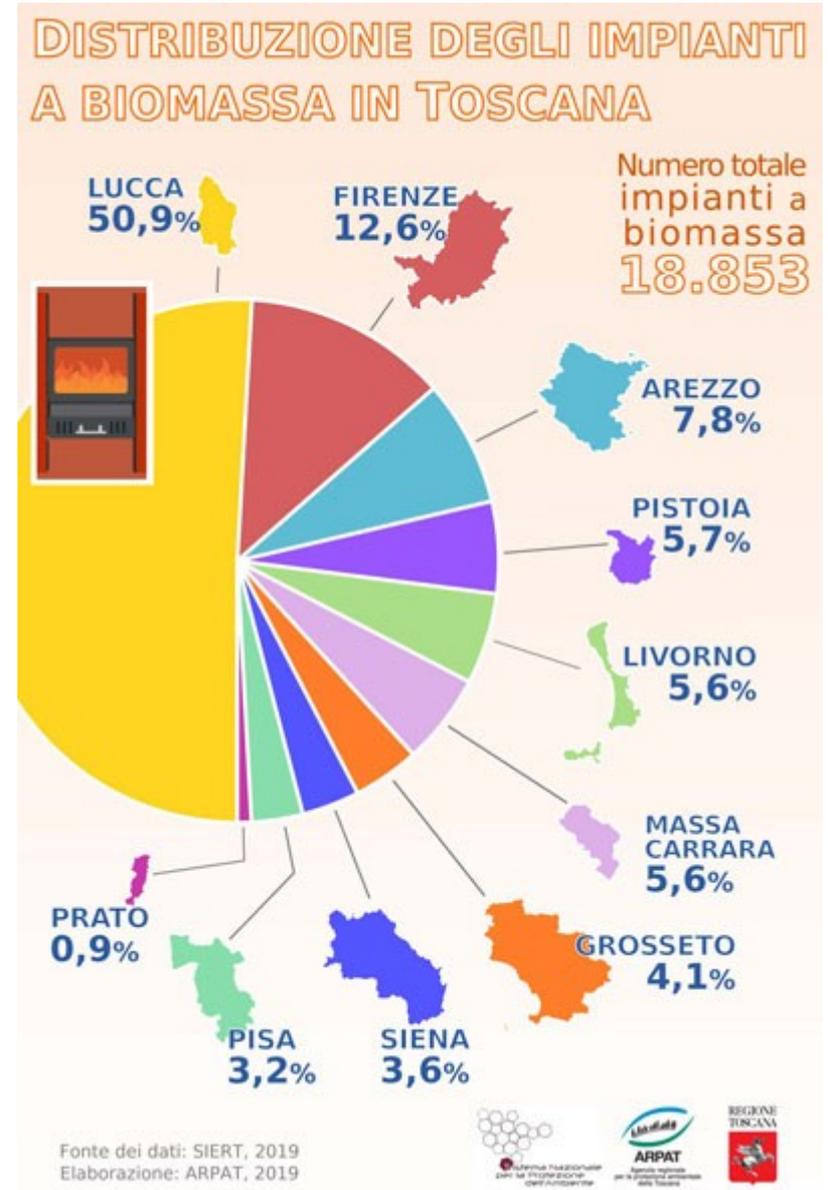
Più della metà dei riscaldamenti a biomassa si trovano nel territorio della provincia di Lucca.

Gli studi effettuati su composizione chimico-fisica del particolato PM10 e PM2,5 e identificazione delle principali sorgenti, nell'ambito del Progetto regionale PaTos, Particolato Atmosferico In Toscana, hanno fatto emergere risultati interessanti in merito.

In generale, per tutti i siti oggetto di indagine è stato rilevato che la combustione domestica, insieme al traffico locale, sono le maggiori sorgenti del particolato.

Il contributo percentuale alla massa del PM10 varia tra il 20 e il 40%, mentre tra il 20% e il 30% per il PM2,5. Nei giorni di superamento del limite giornaliero: il contributo percentuale alla massa di PM10 raggiunge anche il 60% e circa il 40% nel caso del PM2,5.

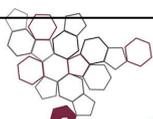
Porcari, 4 marzo 2019





ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Attività a pari emissioni di PM10

Regione Toscana



Legno anidro seccato in essiccatoio (U.R. 8%)

Legno anidro seccato all'aperto (U.R. 30%)

Bruciare **1 kg di legna** (e produrre **4400 - 3000 kcal**)
in caminetto aperto equivale a

Percorrere:

5.700 km con un'auto a benzina Euro 0

11.500 km con un'auto a benzina Euro IV

57 km con un'auto Diesel Euro 0

401 km con un'auto Diesel Euro IV

Bruciare:

23 kg di pellet (102.700 kcal)

1.750 m³ di metano (15 milioni kcal)

247 lt di gasolio (2.000.000 kcal)

2 kg di stoppie

(Fattori di emissione FONTE EMEP/Corinair 2013)



La campagna di misura

<http://www.arp.at.toscana.it/documentazione/report/campagna-di-monitoraggio-del-particolato-e-del-biossido-di-azoto-nel-comune-di-porcari-lu-anni-2016-2017>

Il monitoraggio effettuato a Porcari si è svolto su un totale di 83 giorni in circa 13 mesi, dal 2 dicembre 2016 all'11 dicembre 2017, per il Particolato e per 13 mesi per il Biossido di azoto

Inquinanti monitorati:

PM10 giornaliero tramite campionatore skypost

Ossidi di azoto con API 200E di cabina riattivato durante la campagna

Dati meteo dai sensori di cabina a risoluzione oraria: DV/VV/prec./T/radiazione totale e netta.

Particolato-varie frazioni: Caratterizzazione dimensionale con dati al minuto con contatore ottico di particelle OPC GRIMM 1108 (**verificato internamente da ARPAT rispetto al metodo ufficiale per PM 10**)



Porcari, 4 marzo 2019



**ARPAT**Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Regione Toscana



NO₂ dati orari

ANNO 2017 – NO₂	LU-Porcari	LU-Capannori	LU-San Concordio
N. dati	8111	8231	8242
Percentuale dati validi	98	99	99
Valore medio annuale	23	25	26
Valore massimo orario	110	128	151
Data / ora del valore max	27/01/2017 ore 21	27/01/2017 ore 20	26/01/2017 ore 20
n° superamenti valore medio orario > 200 ug/m ³	0	0	0

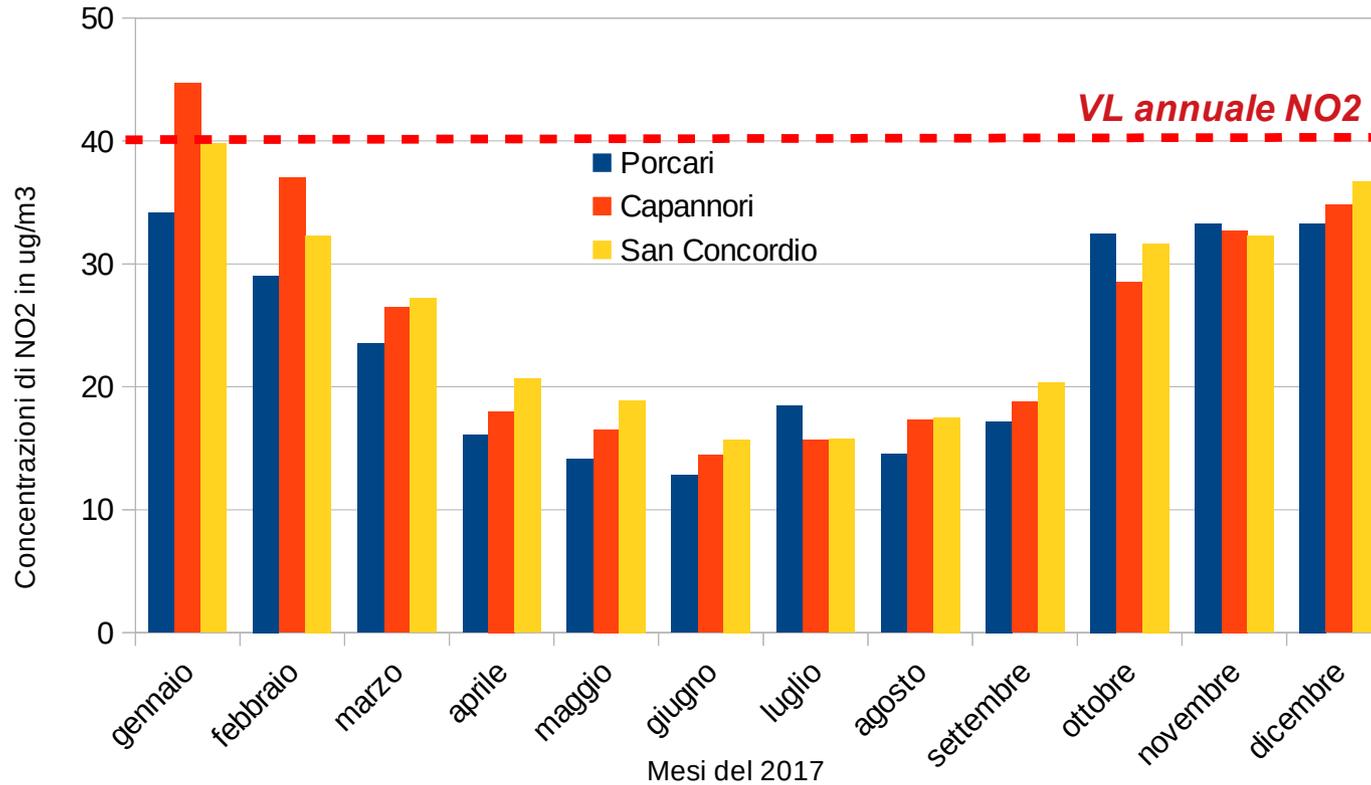
In tabella sono riportati gli indicatori relativi all'anno 2017 utili ai fini del confronto con i limiti normativi. Tutte le serie trattate sono valide (raccolta dati > 90%) e i valori medi annuali di tutte le centraline della Piana Lucchese sono ampiamente al di sotto del limite annuale (VL(NO₂) = 40 µg/m³)





NO₂ medie mensili

Andamento delle medie mensili di NO₂
 Porcari Vs. Capannori e San Concordio



Le medie mensili di NO₂ a Porcari sono solitamente inferiori a quelle di Capannori e San Concordio, ad eccezione dei mesi di luglio, ottobre e novembre, in cui esse risultano in linea o leggermente superiori.

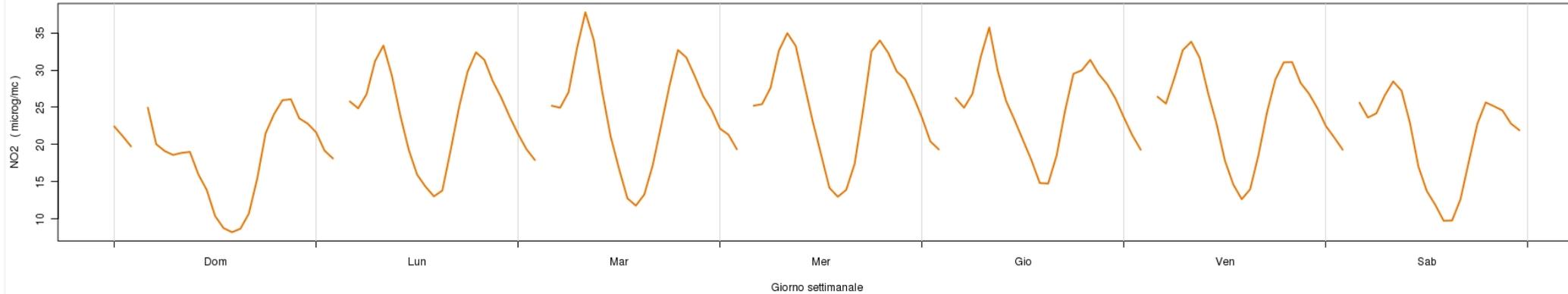
Porcari, 4 marzo 2019





NO₂ giorno tipo

Stazione LU-PORCARI NO2 dal 2017-01-01 al 2017-12-31 - Giorno settimanale tipo



L'andamento giornaliero è tipico del Biossido di Azoto, con valori massimi orari o picchi incentrati sulle 8 del mattino e la fascia oraria 19-20 serale. I valori sfiorano o superano di poco i 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si vedono quindi picchi maggiori al centro della settimana (martedì – giovedì) e valori inferiori il sabato e la domenica, in linea con i ritmi consueti delle attività indotte dalle scuole e della maggior parte delle attività lavorative. Si osserva che la centralina sorge appunto nelle immediate pertinenze di un plesso scolastico.



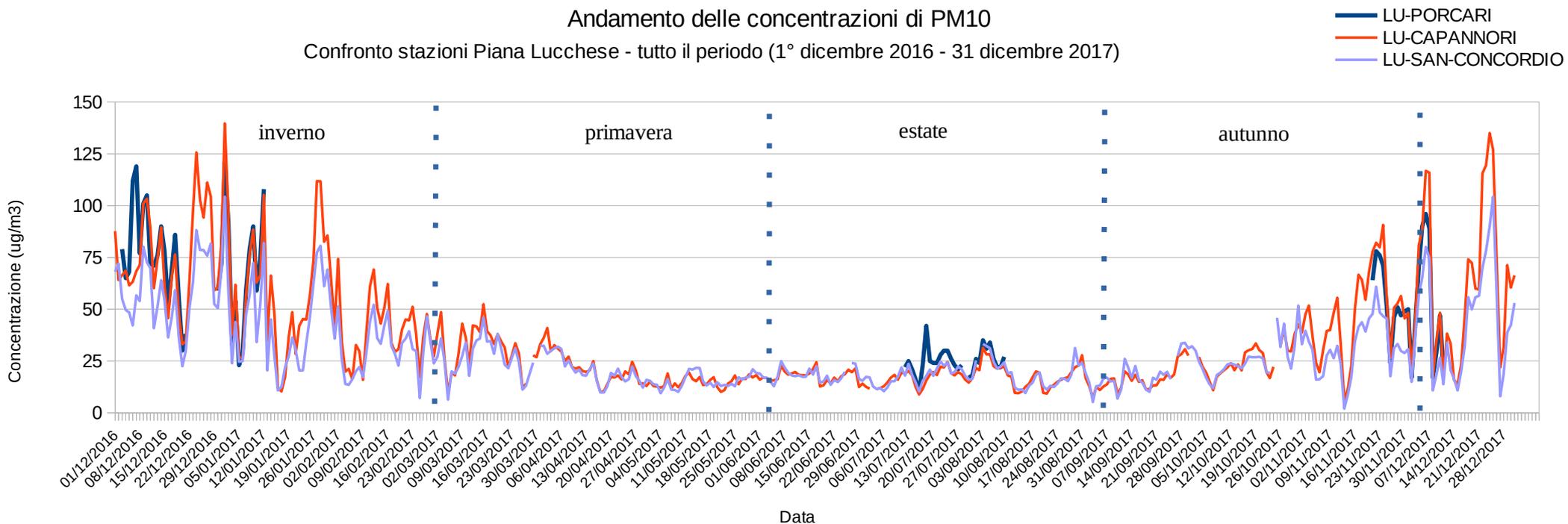


PM10 – dati giornalieri

INTERO PERIODO (3-21/12/16; 30/12/16-12/01/17; 12/07-09/08/17; 21/11-11/12/17)					
Centralina	n° dati validi	Media [ug/m3]	Massimo [ug/m3]	Minimo [ug/m3]	# medie > 50 ug/m3
LU-Porcari (Skypost)	82 su 83	51	121	10	38
LU-Capannori	83 su 83	49	140	9	38
LU-San Concordio	82 su 83	38	104	10	23
PI-Passi	81 su 83	29	85	8	8
PI-Santa Croce "Coop"	83 su 83	38	94	4	24

Andamento delle concentrazioni di PM10

Confronto stazioni Piana Lucchese - tutto il periodo (1° dicembre 2016 - 31 dicembre 2017)



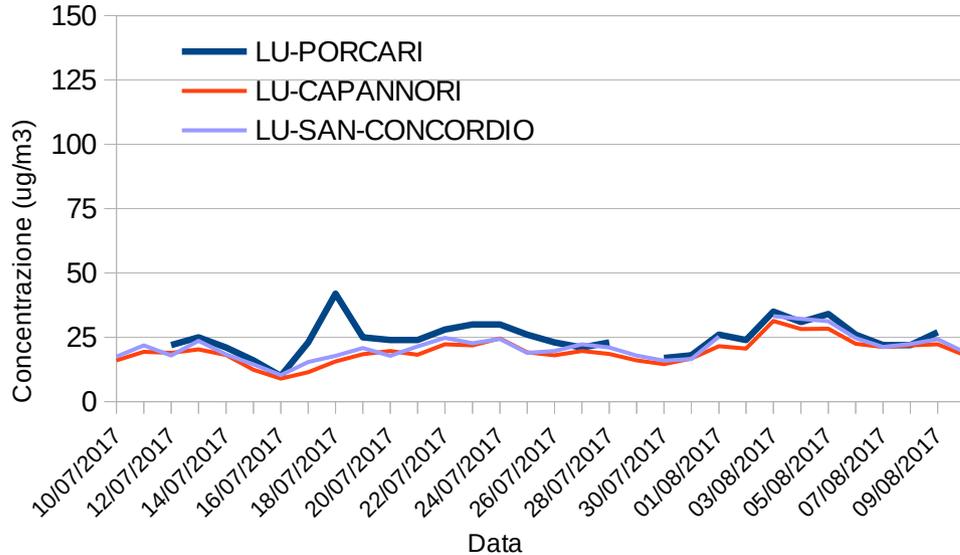
Porcari, 4 marzo 2019





PM10 – dati giornalieri

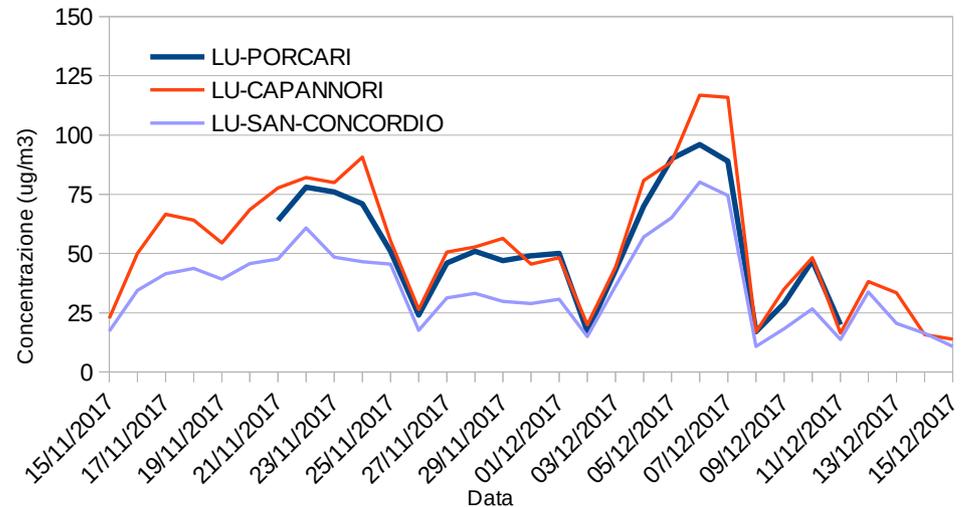
Andamento delle concentrazioni di PM10 - Estate 2017
 Confronto tra le stazioni di fondo della Piana Lucchese



I valori medi in **estate** sono molto simili (20-21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nelle stazioni di LU-Capannori, LU-San Concordio e Pisa-Passi, mentre rimangono un po' più elevati (24-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) su Santa Croce S/A e la stessa Porcari, valori poco più elevati molto probabilmente a causa di pressioni localizzate nell'intorno del punto di misura.

I valori delle **medie giornaliere invernali** sono superiori nel contesto Capannori/Porcari, anche rispetto alla stessa stazione lucchese di San Concordio che presenta valori più contenuti, in linea con i valori tipici del contesto del Cuoio, con PI-Santa Croce "Coop" come stazione rappresentativa. I valori di PI-Passi si stabilizzano su una fascia inferiore di 10-13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rispetto ai valori medi restituiti dagli ultimi due siti di misura citati.

Andamento delle concentrazioni di PM10 - Autunno/inverno 2017
 Confronto tra le stazioni di fondo della Piana Lucchese



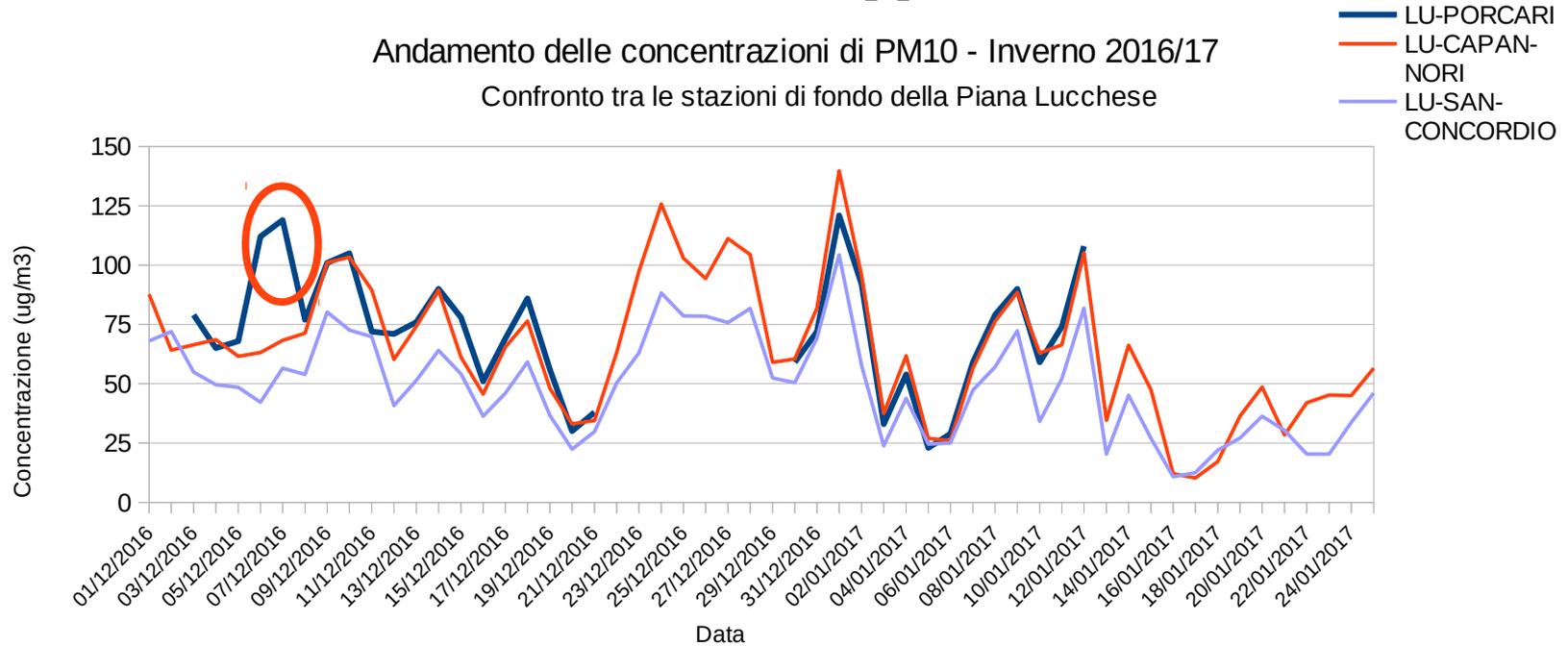
Porcari, 4 marzo 2019





PM10 – dati giornalieri

Andamento delle concentrazioni di PM10 - Inverno 2016/17
 Confronto tra le stazioni di fondo della Piana Lucchese



L'unica discordanza che si può osservare tra i dati di Porcari ed i dati di Capannori è evidenziata nel grafico e si verifica nei giorni 6 e 7 dicembre in cui il dato di Porcari presenta un picco non rilevato a Capannori.

La differenza tra i siti di misura è quindi da attribuirsi a sorgenti di tipo locale piuttosto vicine alla stazione, come i lavori al manto stradale.

L'analisi della composizione granulometrica registrata dall'OPC nei giorni del 6 e 7 dicembre conferma in maniera molto chiara questo dato mettendo in evidenza la presenza di elevate concentrazioni delle frazioni più grossolane del PM proprio negli orari diurni in cui si verificavano i lavori





ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Regione Toscana



Cosa si ottiene da un OPC

- Andamento orario del PM
- Contributi delle frazioni granulometriche (da 0,3 a 20 μm)
- Informazioni sul numero di particelle:
 - *Distribuzione di frequenza*
 - *Distribuzione per classe granulometrica*
 - *Comportamento delle diverse frazioni in funzione della stabilità dell'atmosfera*

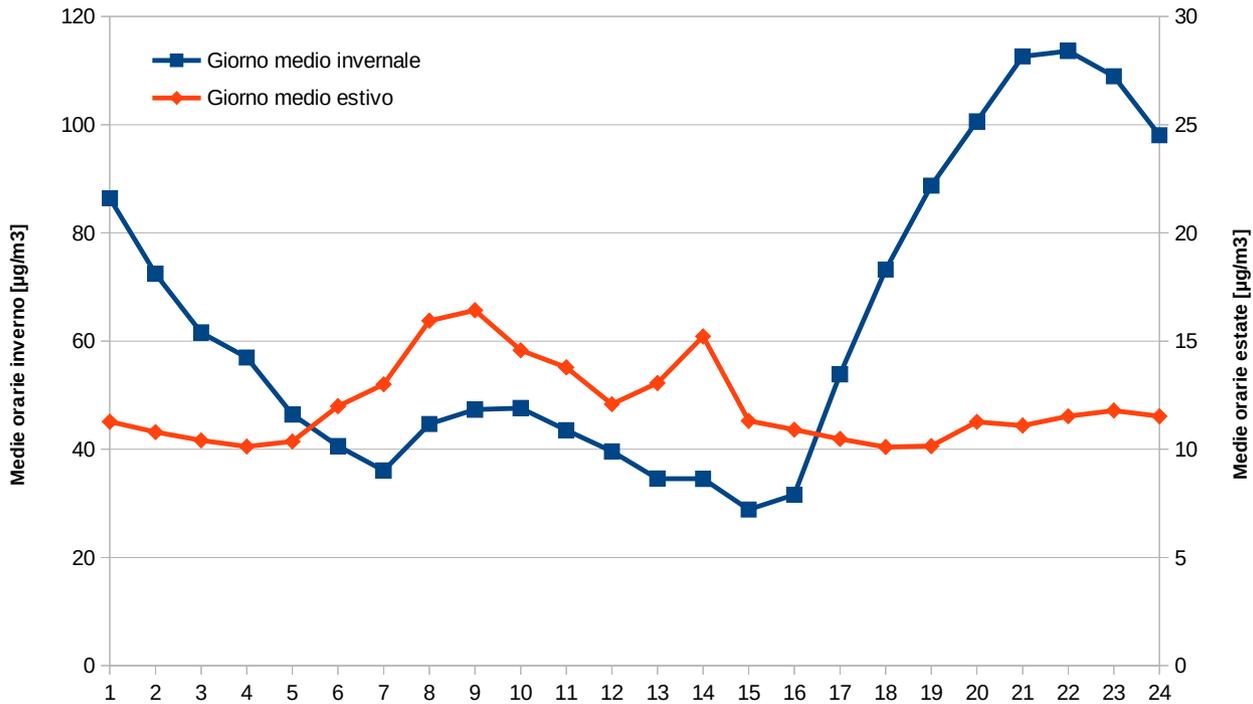




Andamento giornaliero PM 10

dati OPC e dati meteo

In inverno la concentrazione inizia a salire dalle 16 e raggiunge il suo massimo (ca 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) verso le 22 per poi scendere gradualmente nelle prime ore del giorno.



In estate le concentrazioni massime osservate (ca 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nel giorno medio si hanno durante le ore diurne in corrispondenza degli orari di massima attività e spostamenti.



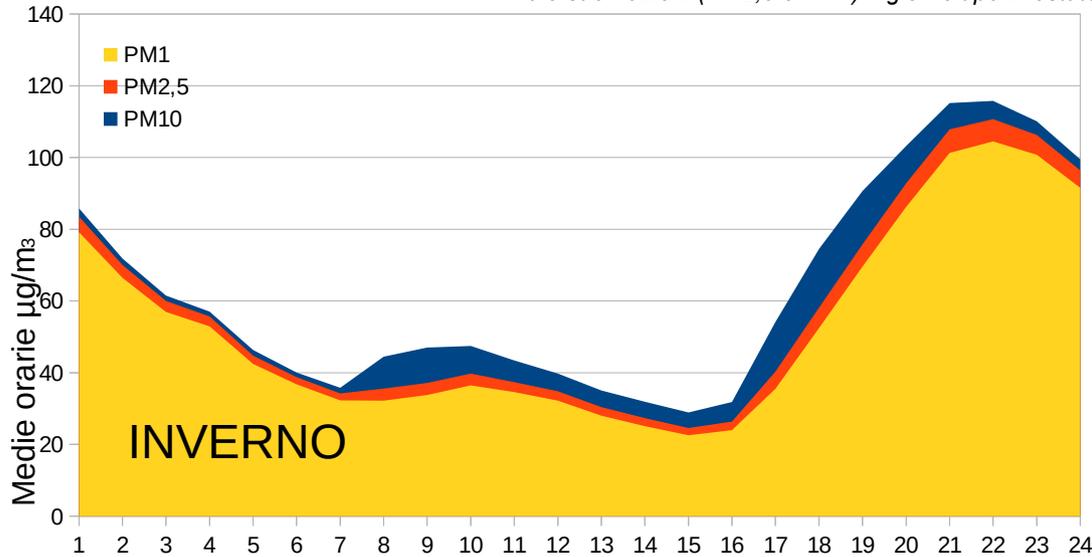
L'andamento invernale è tipico di un processo di accumulo delle particelle nelle ore di maggiore staticità dell'atmosfera. Le particelle con maggiore tendenza ad accumularsi sono quelle più piccole





Andamento giornaliero PM dati OPC e dati meteo

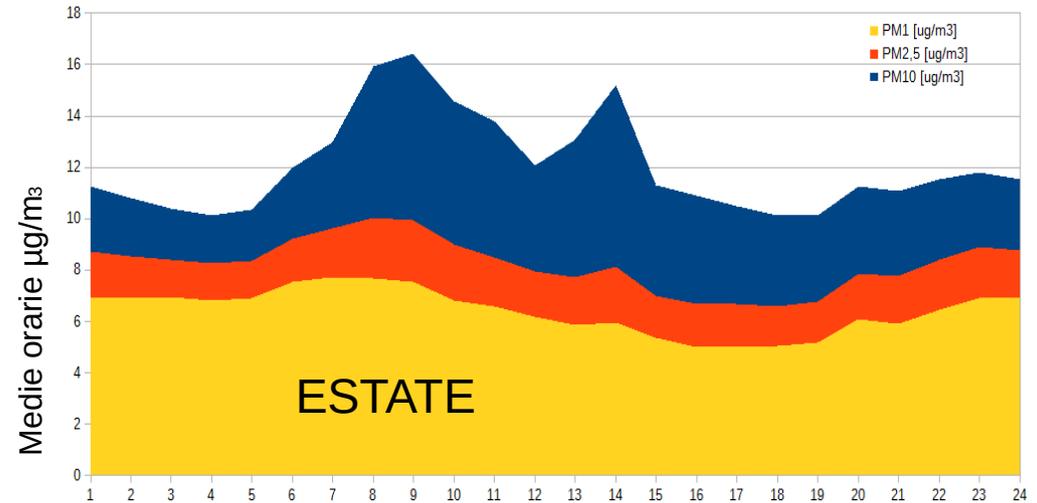
PM10 e sue frazioni (PM2,5 e PM1) – giorno tipo in estate e in inverno



Entrambe le stagioni mostrano la **netta prevalenza delle frazioni più fini rispetto a quelle più grossolane**, che risulta però molto più accentuata in inverno rispetto all'estate. Nel giorno tipo d'estate il valore minimo del rapporto percentuale tra PM2,5 e PM10 è **53%** e il valore massimo è **82%** mentre per l'inverno il valore del rapporto percentuale PM2,5/PM10 va da **75% a 98%**

Sia in estate che in inverno il maggior contributo delle particelle più grossolane si verifica negli orari diurni relativi al maggiore contributo antropico diretto ed in entrambe le stagioni la percentuale PM1/PM2,5 segue un andamento proporzionale al rapporto tra PM2,5 e PM10.

Le particelle più fini sono quelle che mostrano una maggiore tendenza all'accumulo in atmosfera.



Porcari, 4 marzo 2019





Andamento giornaliero PM dati OPC e dati meteo

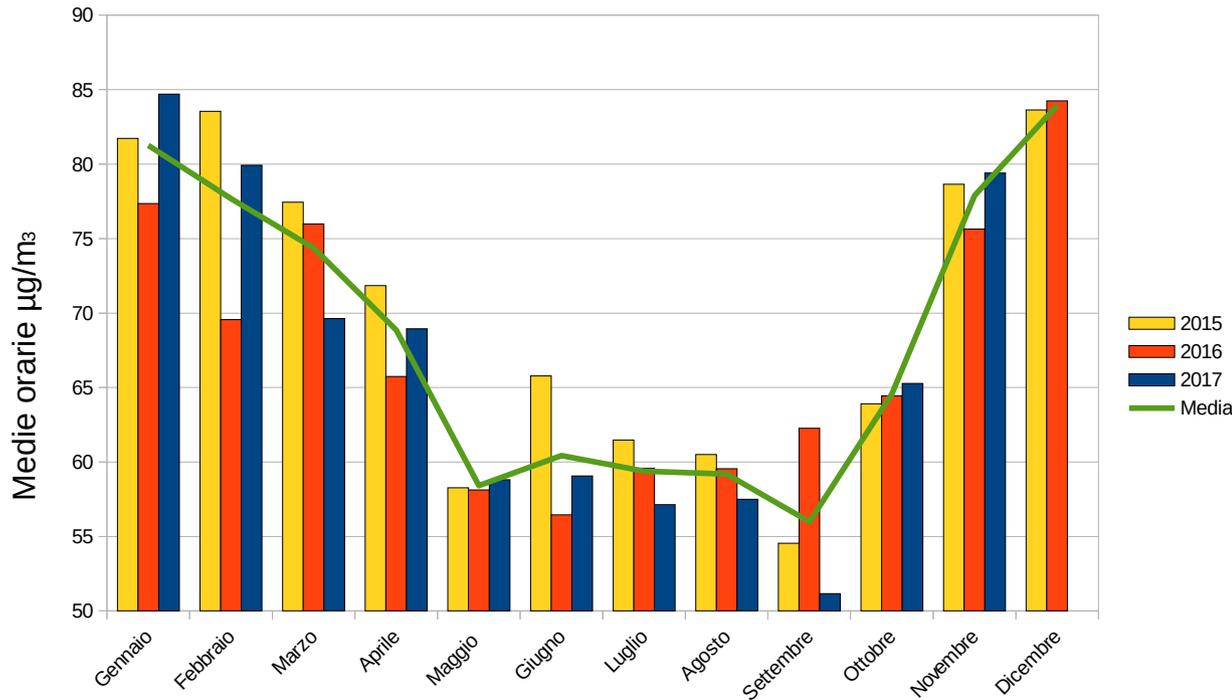
Rapporto medio tra PM_{2,5} e PM₁₀ nel sito di Porcari (OPC) e nel sito di LU- Capannori

Campagna estiva:

Porcari 64% Capannori 58%

Campagna invernale:

Porcari 91% Capannori 85%



Dati di LU-Capannori su un triennio: comportamento stagionale della composizione del particolato che, pur su anni meteorologici differenti, mantiene la sua caratteristica generale di avere una **frazione fine** più importante nella stagione **invernale**.

Porcari, 4 marzo 2019

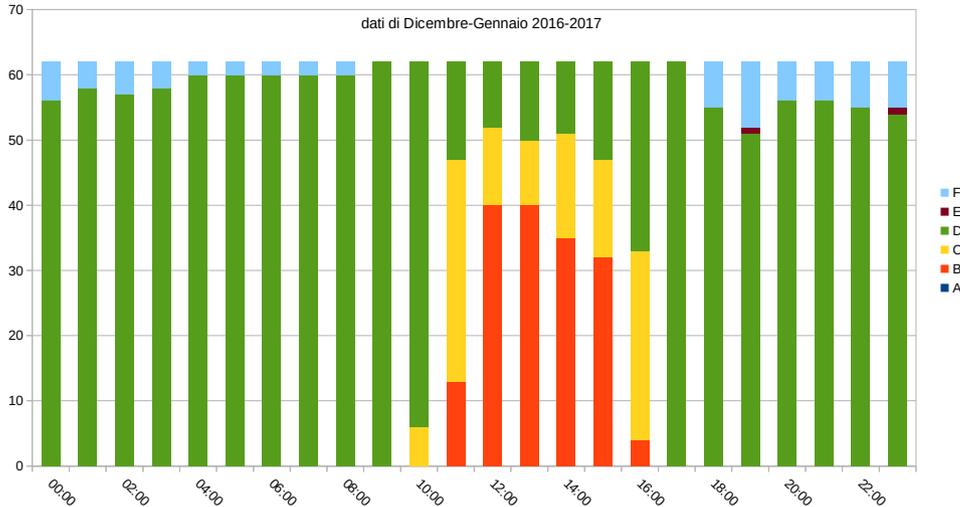




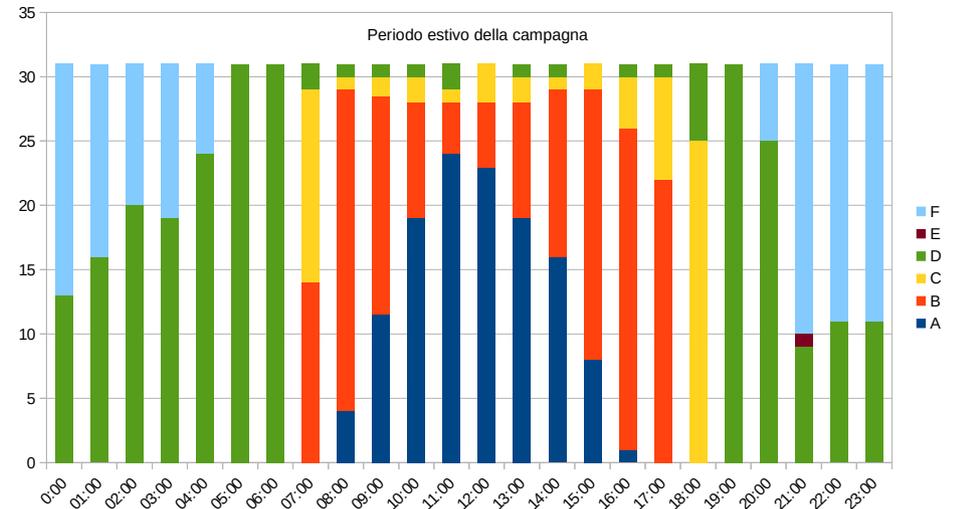
Andamento giornaliero PM dati OPC e dati meteo

Seppur a livello preliminare e molto indicativo, come parametro di sintesi delle condizioni meteo è riportata la classe di stabilità di Pasquill. La classe di stabilità è indicata da un lettera (da A ad F) che fornisce una **indicazione qualitativa del livello di stabilità dell'atmosfera** che è crescente da A verso F.

Classi di Pasquill calcolate con metodo ARPAT



Classi di Pasquill calcolate con metodo ARPAT



I grafici rappresentano il numero di giorni in cui in ciascuna ora del giorno si è avuta un certa classe di stabilità durante il periodo della campagna. Il periodo della campagna è suddiviso in due grafici uno relativo al periodo estivo ed uno al periodo invernale. Si può notare che la classe A, quella in cui è più favorevole il rimescolamento dell'atmosfera e quindi la dispersione degli inquinanti, in inverno non si verifica MAI nemmeno nelle ore del giorno di maggior irraggiamento solare.

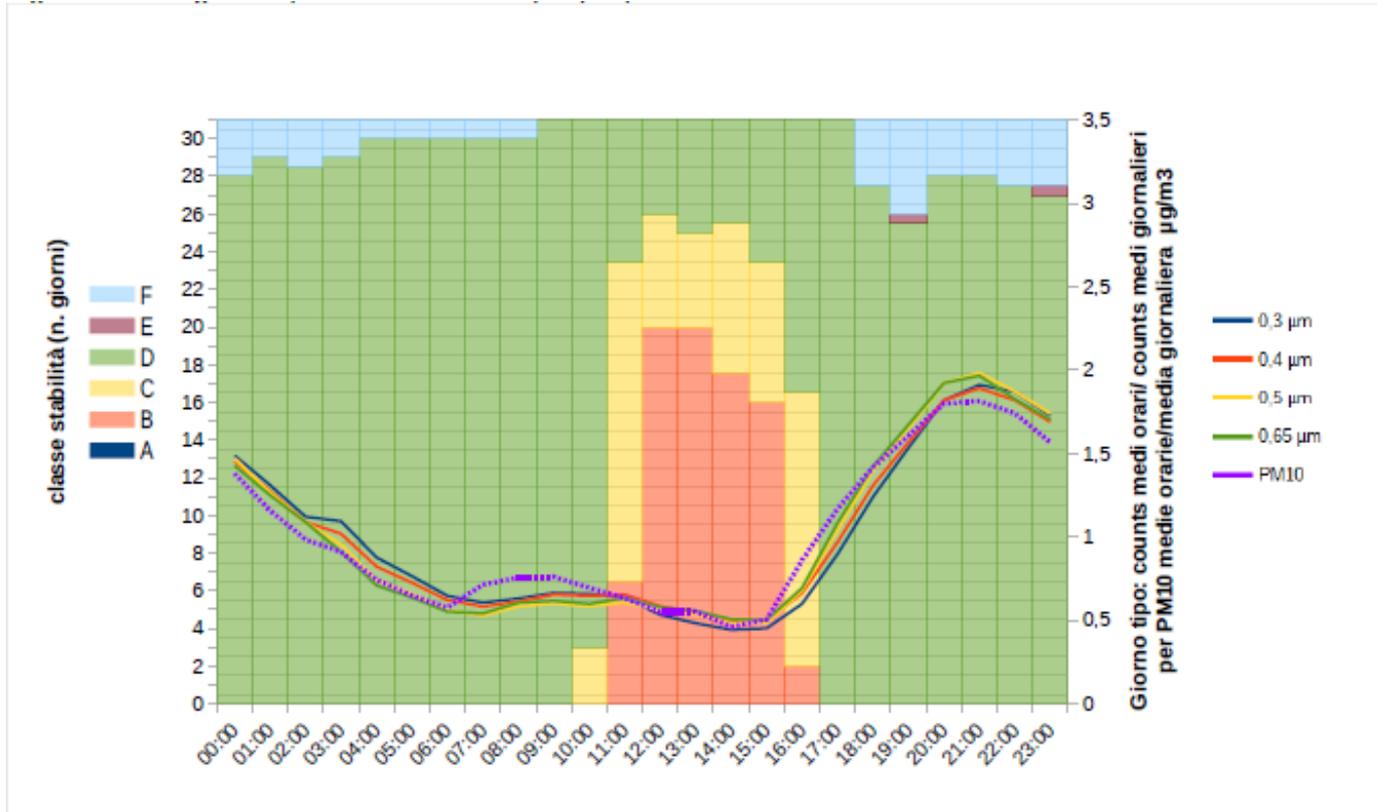
Porcari, 4 marzo 2019





Andamento giornaliero PM

dati OPC e dati meteo



Andamento del PM10 invernale e delle classi granulometriche più fini (da 0,3 µm a 0,65 µm) in relazione alle diverse classi di stabilità nelle 24 ore.

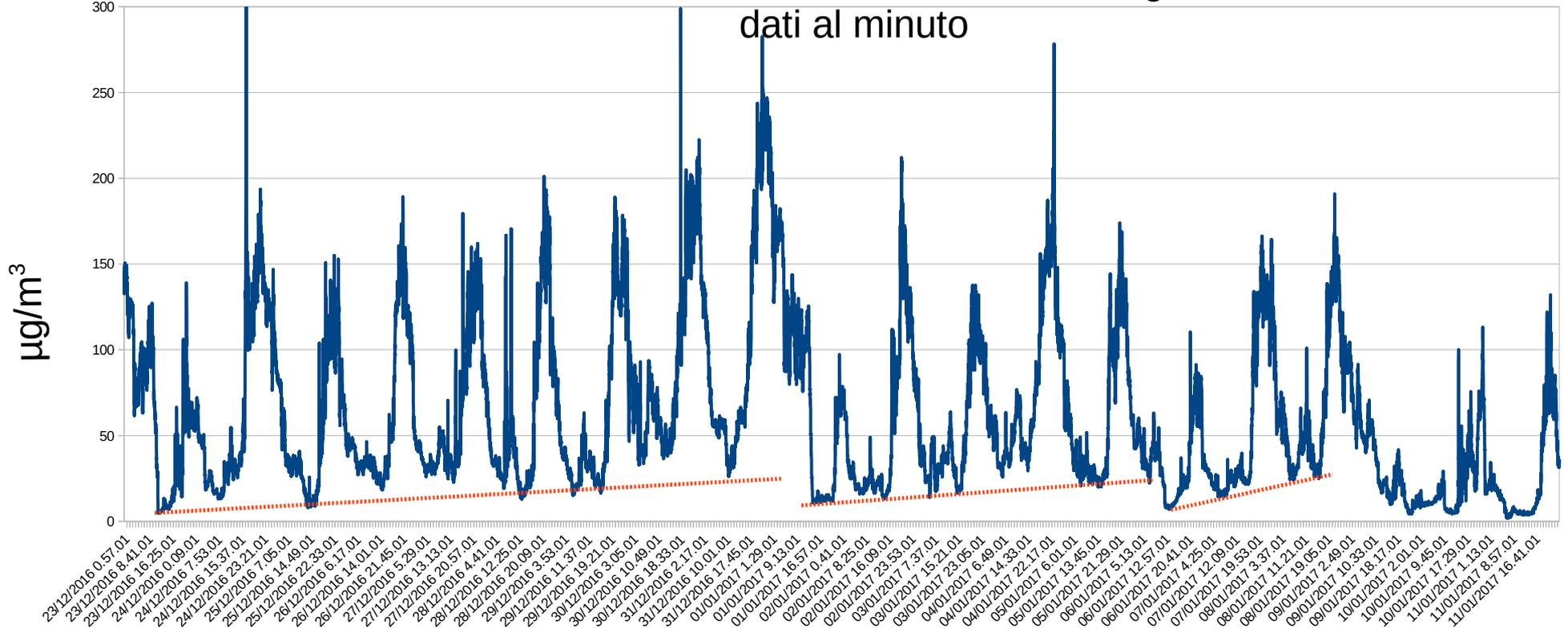
Il minimo del giorno tipo si verifica proprio negli orari in cui, pur essendo presenti attività antropiche, prevalgono le classi di stabilità più favorevoli al rimescolamento dell'atmosfera (B e C). Quando dalla classe B e C si passa alla classe D (a partire dalle ore 15:00) si ha un deciso aumento della concentrazione il cui massimo si verifica proprio nelle ore notturne.





Andamento giornaliero PM dati OPC e dati meteo

Andamento del PM1 dal 23 dicembre 2016 al 11 gennaio 2017



La linea rossa tratteggiata evidenzia che i minimi giornalieri tendono a crescere da un giorno all'altro fino a eventi meteorologici di dilavamento o dispersione in cui le particelle vengono rimosse dall'atmosfera per effetto di vento o pioggia

Porcari, 4 marzo 2019





Conclusioni

- Particolato: i dati rilevati a Porcari concordano con la valutazione della qualità dell'aria effettuata nella Zona con le stazioni di rete regionale, in particolare LU-Capannori
- Biossido di azoto: il valore medio annuale è leggermente inferiore a quello di LU-Capannori e gli andamenti mensili sono simili. Analogamente l'andamento del giorno tipo
- Gli eventi di maggiore concentrazione di NO₂ non sono correlabili ad alcuna direzione di vento prevalente
- Distribuzione granulometrica del PM:
 - Profilo giornaliero medio molto di verso tra estate e inverno, con accumulo serale in inverno
 - frazione fine (< PM 1) prevalente, in particolare in inverno; in estate il numero di particelle >maggiore 1,6 µm superiore all'inverno
 - Relazione tra conteggio del numero di particelle e andamento meteo
 - Classe 0,3 µm: presenza giornaliera di una componente ciclica e di un fenomeno di accumulo in inverno





ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Regione Toscana



Grazie per l'attenzione

e un grazie particolare a D.Dalle Mura, R. Fruzzetti e C.Collaveri

<http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/>

www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete_monitoraggio/scheda_stazione/LU-CAPANNORI

Porcari, 4 marzo 2019

