

Misure di qualità dell'aria effettuate da ARPAT 2018-2025

ARPAT- CRTQA

Bianca Patrizia Andreini

-  Stazioni di rete regionale + LI-Stagno
-  Campagne indicative all'interno del porto
-  Campagne indicative all'interfaccia porto-città

*Commissione consiliare congiunta Collesalveti- Livorno- Pisa
Interporto LI 11.02.2025*

Rete regionale + stazione LI-Stagno

Nome	Tipo	PM10	PM2,5	NO2	SO2	H2S	CO	Benzene e derivati	B(a)P e congeneri	As	Ni	Cd	Pb	V
LI-Cappiello	UF	x	x	x										
LI-Carducci	UT	x	x	x			x							
LI-Via La Pira	UF	x		x	x			x	x	x	x	x	x	x
LI-Stagno	UF/I	x	x	x	x	x		x						

**Normativa:
D.Lgs 155/10 e
relativi metodi**

https://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete_monitoraggio/struttura/regionale

https://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete_monitoraggio/scheda_stazione/LI-ENI-STAGNO

Campagne indicative (15 o 20 giorni per stagione per un anno)

Accordo AdSP e ARPAT:

5 Postazioni: *Fortezza Vecchia- Darsena toscana ovest- Calata Bengasi- Molo Mediceo- Via Costa*

Ottobre 2017- Maggio 2021 [PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂, CO, BTX (B(a)P e Metalli su PM₁₀ in 2 postazioni)]

<https://www.arpat.toscana.it/documentazione/report/campagna-indicativa-di-rilevamento-della-qualita-dell-aria-con-mezzo-mobile-porto-livorno-anni-2017-2018>

<https://www.arpat.toscana.it/documentazione/report/campagna-indicativa-di-rilevamento-della-qualita-dell-aria-con-mezzo-mobile-a-livorno-anni-2019-2021>

Progetto Interreg Marittimo

2 Postazioni: *Fortezza Vecchia- Calata Bengasi + 10 postazioni per mappatura di NO₂, SO₂*

Luglio 2021- Ottobre 2022 (vedi slide successiva)

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

Convenzione Comune di Livorno- ARPAT

3 Postazioni: *Piazza Grande- Piazza Cavour- Mercatino Americano*

Giugno 2023- Aprile 2024 (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂, CO, BTX)

<https://www.arpat.toscana.it/documentazione/report/campagna-indicativa-di-rilevamento-della-qualita-dell-aria-con-mezzo-mobile-a-livorno-li-anni-2023-2024>

Affiancamento di autolaboratorio alla stazione di LI-Stagno 2022-2024 (vedi Commissione 18.11.2022)

AERNOSTRUM

Monitoraggio di inquinanti a differente risoluzione temporale nei porti di Livorno e Portoferraio: Le metriche



Direttiva 2881/2024: VL dal 2030

Pollutant	Averaging period	Limit value
PM _{2.5}	Annual	10 µg/m ³
PM _{2.5}	24-hour	25 µg/m ³ (**)
PM ₁₀	Annual	20 µg/m ³
PM ₁₀	24-hour	45 µg/m ³ (**)
NO ₂	Annual	20 µg/m ³
NO ₂	24-hour	50 µg/m ³ (**)
NO ₂	1 hour	200 µg/m ³ (*)
SO ₂	Annual	20 µg/m ³
SO ₂	24-hour	50 µg/m ³ (**)
SO ₂	1 hour	350 µg/m ³ (*)
Benzene	Annual	3.4 µg/m ³
CO	24-hour	4 mg/m ³ (**)
CO	Max daily 8-hour mean	10 mg/m ³
Lead	Annual	0.5 µg/m ³
Arsenic	Annual	6 ng/m ³
Cadmium	Annual	5 ng/m ³
Nickel	Annual	20 ng/m ³
BaP	Annual	1 ng/m ³

(*): permitted exceedances: 3 times/year;

(**): permitted exceedances: 18 times/year.

D.Lgs 155/10 Direttiva 2881 /2024

Pollutant	Period	Until 2030	As of 2030	WHO 'Guideline'
PM _{2.5}	(calendar year)	25 µg/m ³	10 µg/m ³	5 µg/m ³
PM ₁₀	(calendar year)	40 µg/m ³	20 µg/m ³	15 µg/m ³
NO ₂	(calendar year)	40 µg/m ³	20 µg/m ³	10 µg/m ³
SO ₂	(calendar year)	-	20 µg/m ³	-
Benzene	(calendar year)	5 µg/m ³	3.4 µg/m ³	1.7 µg/m ³
Pb (lead)	(calendar year)	0.5 µg/m ³	0.5 µg/m ³	0.5 µg/m ³
As (arsenic)	(calendar year)	6 ng/m ³	6.0 ng/m ³	6.6 ng/m ³
Cd (cadmium)	(calendar year)	5 ng/m ³	5.0 ng/m ³	5 ng/m ³
Ni (Nickel)	(calendar year)	20 ng/m ³	20 ng/m ³	25 ng/m ³
Benzo(a)Pyrene	(calendar year)	1 ng/m ³	1.0 ng/m ³	0.12 ng/m ³

PM2.5

Medie di rete (2018-24)
e medie di campagna

VL Media annuale

D.Lgs 155/10

25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

VL Media annuale

Direttiva UE 2024/2881 dal 2030

10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



NO₂

Medie di rete (2018-24)
e medie di campagna

VL Media annuale

D.Lgs 155/10

40 µg/m³

VL Media annuale

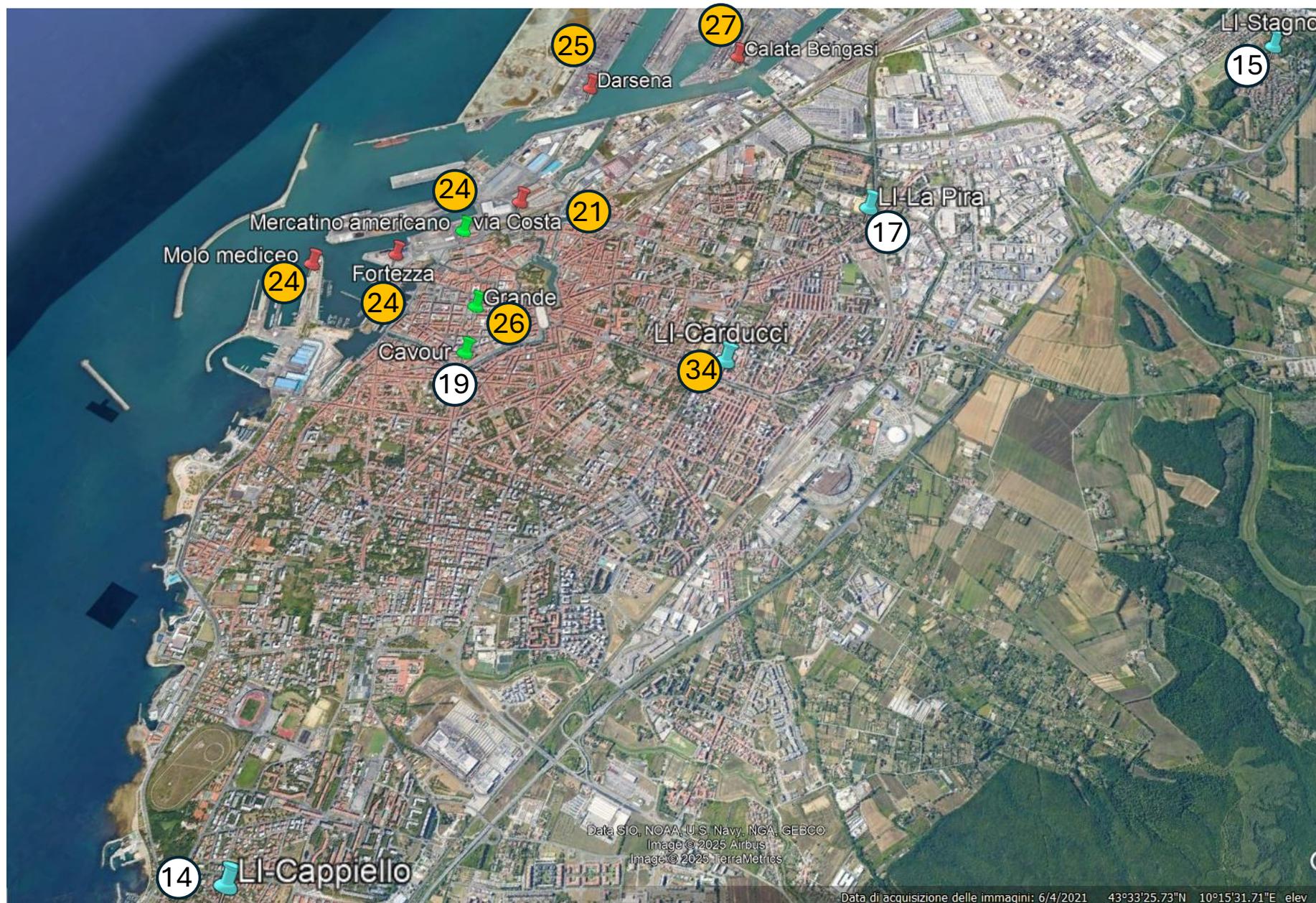
Direttiva UE 2024/2881 dal 2030

20 µg/m³

VL Media oraria

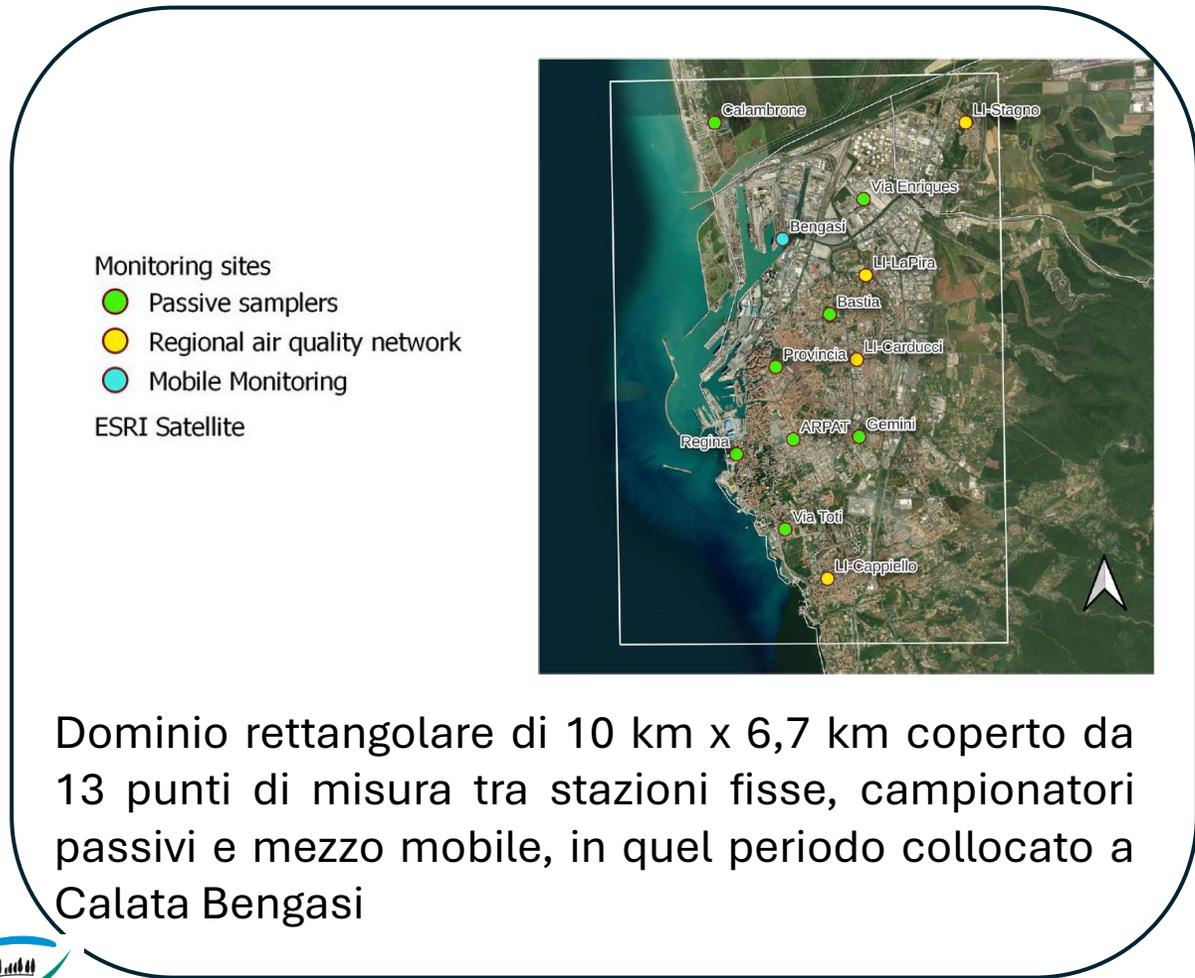
D.Lgs 155/10

200 µg/m³

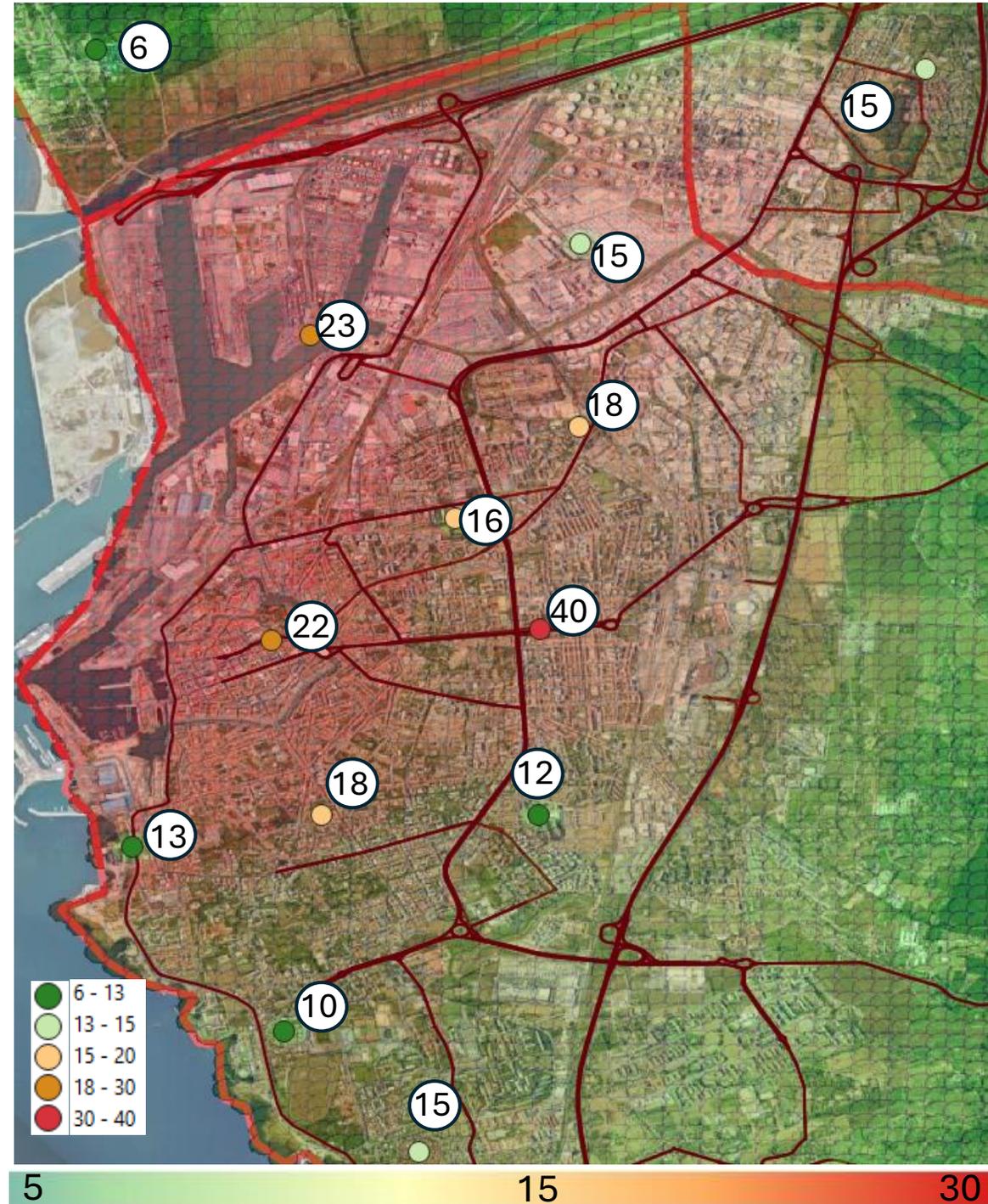


Monitoraggi aggiuntivi NO₂

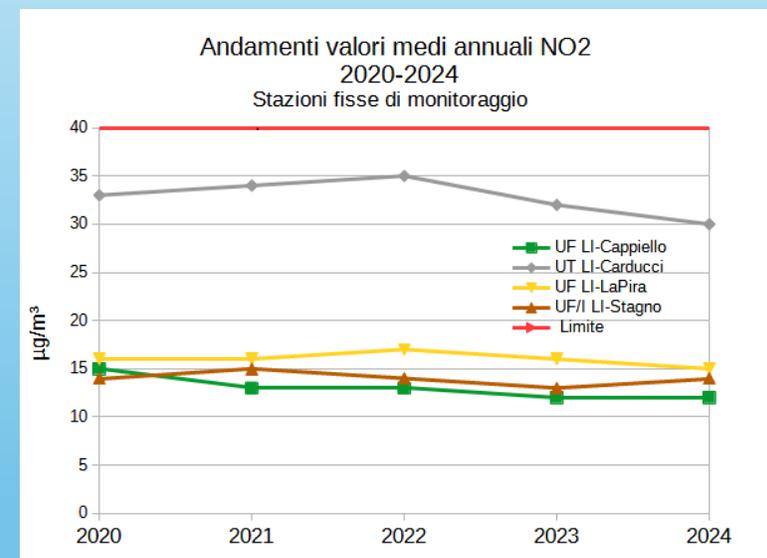
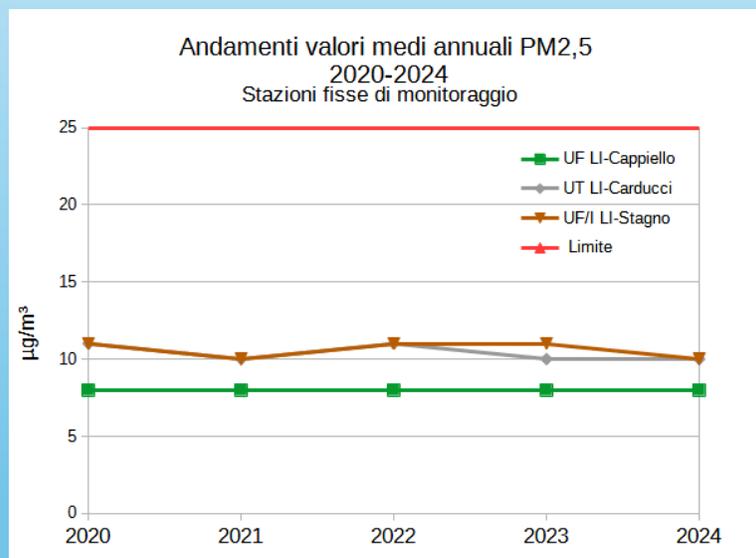
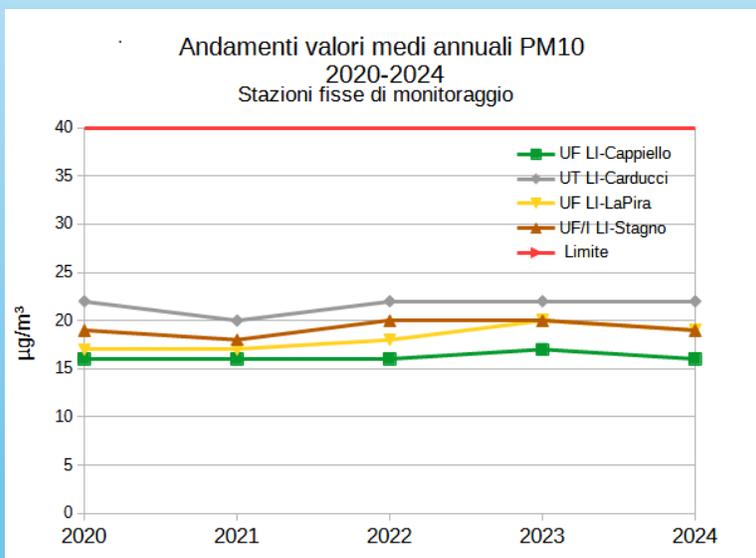
Mappatura del territorio con campionatori passivi, metodo normato ma non ufficiale



Dominio rettangolare di 10 km x 6,7 km coperto da 13 punti di misura tra stazioni fisse, campionatori passivi e mezzo mobile, in quel periodo collocato a Calata Bengasi



Andamenti 2020-24 Medie annuali di PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 : Rete regionale + stazione LI-Stagno



SO₂

Massime medie giornaliere di rete e delle campagne

VL Media oraria
D.Lgs 155/10
350 µg/m³

VL Media giornaliera
D.Lgs 155/10
125 µg/m³

VL Media giornaliera
Direttiva UE 2024/2881 dal 2030
50 µg/m³

VL Media annuale
Direttiva UE 2024/2881 dal 2030
20 µg/m³



Valori medi Benzene, BaP , As, Ni, Cd Pb e V e Medie massime su 8 ore CO

VL D.Lgs.155/10	
Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5
B(a)P ng/m^3	1
As ng/m^3	6
Cd ng/m^3	5
Ni ng/m^3	20
Pb ng/m^3	500

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,6
CO mg/m^3	0,8
Benzoapirene ng/m^3	0,1
Arsenico ng/m^3	0,3
Cadmio ng/m^3	0,1
Nichel ng/m^3	4,2
Piombo ng/m^3	3,2
Vanadio ng/m^3	7,2

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,6
CO mg/m^3	1,3
Arsenico ng/m^3	0,4
Cadmio ng/m^3	0,1
Nichel ng/m^3	2,7
Piombo ng/m^3	3,2
Vanadio ng/m^3	3,9

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,5
Benzoapirene ng/m^3	0,1
Arsenico ng/m^3	0,6
Cadmio ng/m^3	0,1
Nichel ng/m^3	1,3
Piombo ng/m^3	4,7
Vanadio ng/m^3	0,8

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,5
CO mg/m^3	1,3
Arsenico ng/m^3	0,3
Cadmio ng/m^3	0,1
Nichel ng/m^3	4,4
Piombo ng/m^3	2,4
Vanadio ng/m^3	2,3

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,9
Benzoapirene ng/m^3	0,1
Arsenico ng/m^3	0,4
Cadmio ng/m^3	0,2
Nichel ng/m^3	2,9
Piombo ng/m^3	3,1
Vanadio ng/m^3	2,5

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,6
CO mg/m^3	1,1
Benzoapirene ng/m^3	0,1
Arsenico ng/m^3	0,5
Cadmio ng/m^3	0,3
Nichel ng/m^3	4,1
Piombo ng/m^3	3,2
Vanadio ng/m^3	5,4

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,6
CO mg/m^3	1,7

CO mg/m^3	2,5
---------------------------	-----

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,5
CO mg/m^3	1,1
Arsenico ng/m^3	0,2
Cadmio ng/m^3	0,1
Nichel ng/m^3	2,2
Piombo ng/m^3	2,4
Vanadio ng/m^3	1,9

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,8
CO mg/m^3	1,0

Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,8
CO mg/m^3	1,3

Image © 2025 TerraMetrics
 Image © 2025 Airbus
 Data S/C, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Monitoraggio della distribuzione di micro e 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



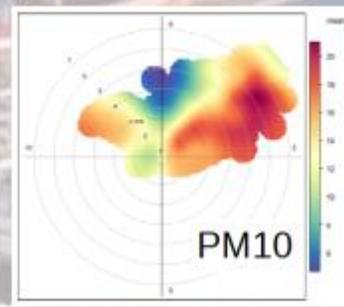
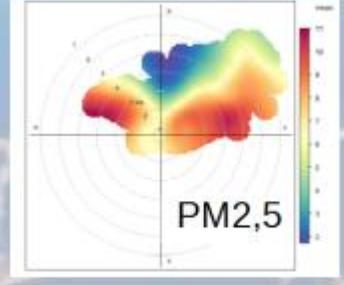
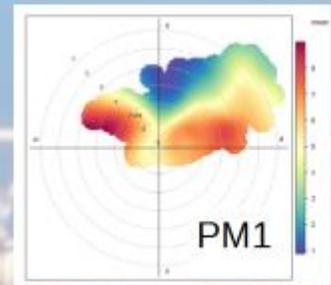
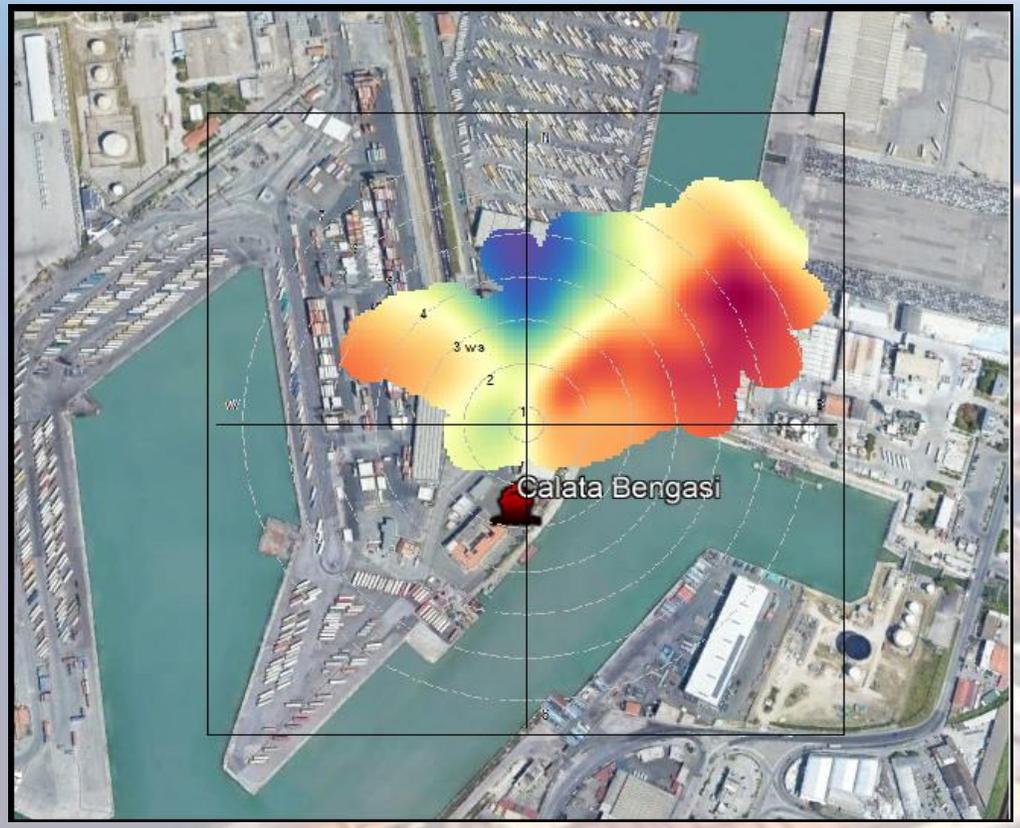
Metodi non normati

Analisi dati minuto (metrica non normata)

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: $NO/NO_2/SO_2$

Polar plots delle medie al minuto di PM10 PM2,5 e PM1 Monitoraggio con Optical Particle Counter Calata Bengasi Autunno 2021

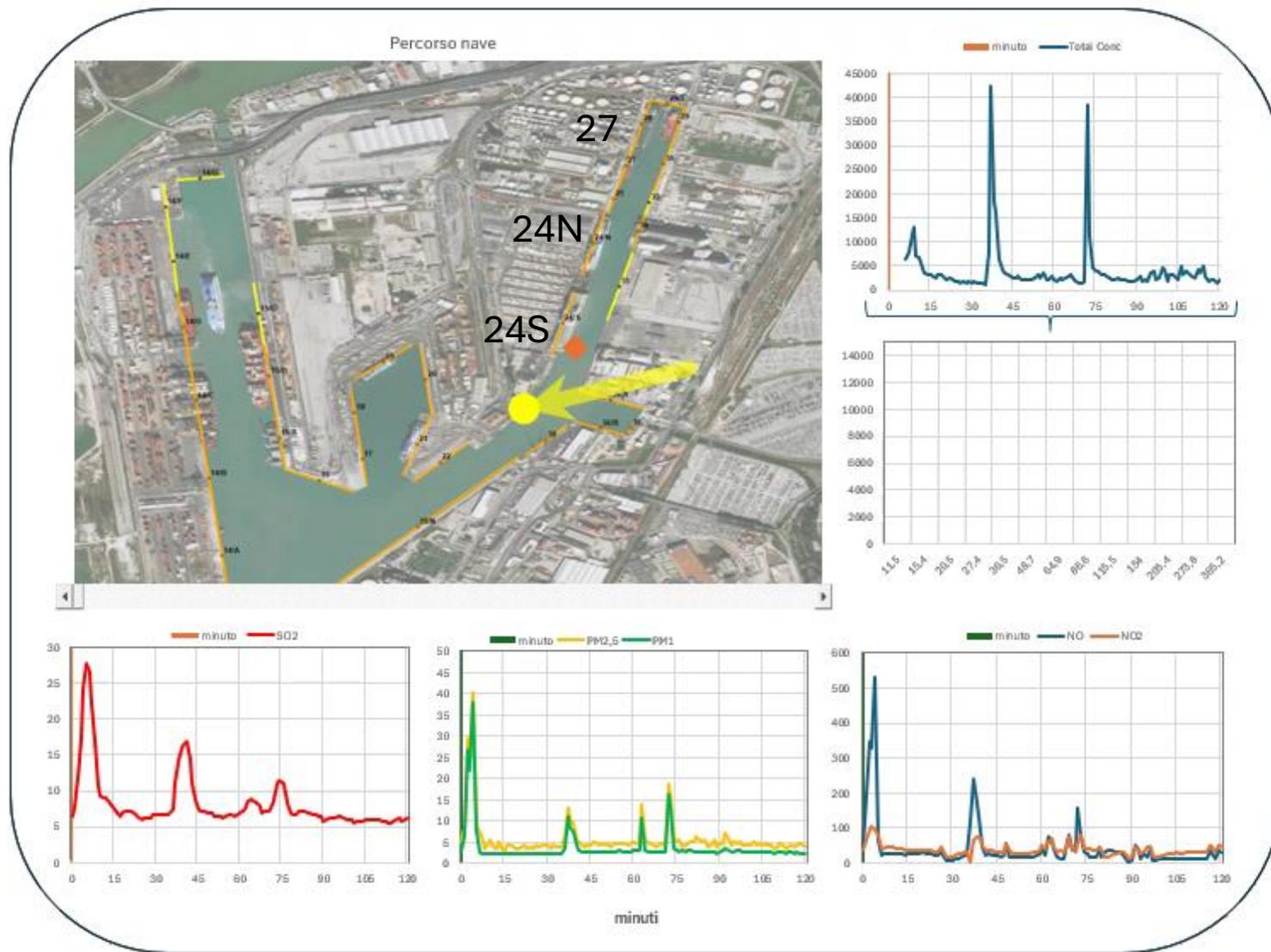


Risoluzione
medie
minuto

Il punto giallo rappresenta la posizione degli strumenti di misura mentre la freccia indica la provenienza del vento

I dati al minuto cosa succede quando passa una nave

In una finestra temporale di due ore si sono verificati 3 passaggi nave: 2 partenze ed 1 arrivo. Tutti i monitor hanno rilevato un picco di pochi minuti, mentre la media nelle 2 ore non è stata sensibilmente diversa dal fondo.



Dati delle due ore dalle 17.30 alle 19.30

Le medie delle due ore sono:

2 ore

PM₁₀: 14 µg/m³ -> media giornaliera 14 µg/m³ (VL day 50 µg/m³)

PM_{2.5}: 6 µg/m³ -> media giornaliera 5 µg/m³

PM₁: 4 µg/m³ -> media giornaliera 3 µg/m³

NO: 40 µg/m³ -> media giornaliera 20 µg/m³

NO₂: 38 µg/m³ -> media giornaliera 31 µg/m³ (VL orario 200 µg/m³)

SO₂: 8 µg/m³ -> media giornaliera 9 (VL orario 350 µg/m³, VL day 125 µg/m³)

Informazioni da analisi al 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 effetti importanti e di breve durata sui livelli degli inquinanti
 - 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 (es NO a NO₂, variazione delle dimensioni delle particelle....)
-

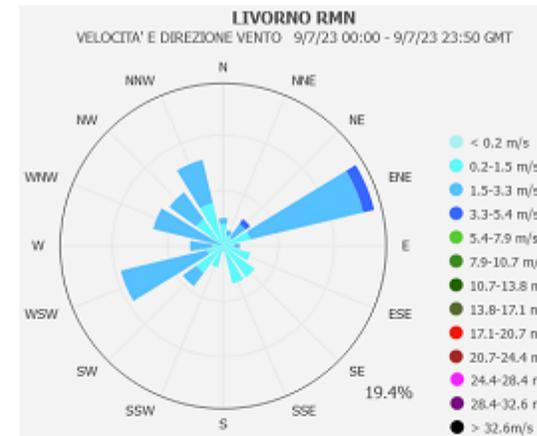


Figura 2.4.3 Rosa dei venti stazione meteo di Livorno, rete mareografica ISPRA, 09/07/2023

**Biossido di zolfo (SO₂)
 Monossido di azoto (NO):
 medie di concentrazione
 su 10 minuti**

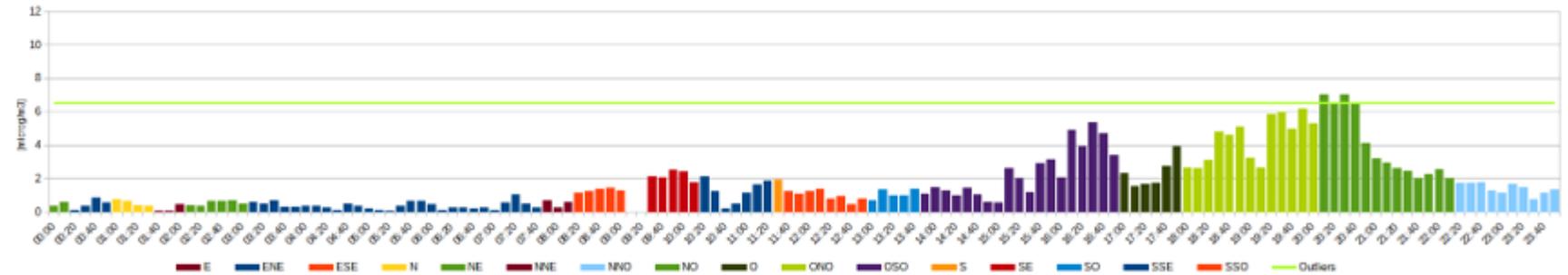


Figura 2.4.4. Medie su 10 minuti SO₂ e direzione del vento, 09/07/2023

	SO ₂	NO
Outlier (soglia) µg/m ³	6,5	12,2

CAMPAGNA	DATA	ORA	MEDIE su 10 minuti SO ₂ – Outliers (µg/m ³)	MEDIE su 10 minuti NO – Outliers contemporanei (µg/m ³)	DIREZIONE VENTO	VELOCITÀ VENTO (m/s)
ESTIVA – PIAZZA CAVOUR	2023-07-09	20:10	7,05	58,21	NO	0,3
ESTIVA – PIAZZA CAVOUR	2023-07-09	20:20	6,61	21,94	NO	0,6
ESTIVA – PIAZZA CAVOUR	2023-07-09	20:30	7,05	14,99	NO	0,7

Tabella 2.4.2. Outliers medie su 10 minuti SO₂ e NO (contemporanei), 09/07/2023

		Confronto con Limite Dir (UE) 2881/24		
		Media annuale 20 µg/m³		
<i>PM₁₀</i>				
Nome e tipo stazione		Medie 2023	Medie 2024	
U	F	FI-Boboli	18	19
U	F	FI-Bassi	20	22
U	T	FI-Gramsci	30	29
U	T	FI-Mosse	27	27
U	F	FI-Scandicci	19	18
U	F	FI-Signa	21	23
U	F	PO-Roma	23	23
U	T	PO-Ferrucci	21	22
U	F	PT-Signorelli	20	21
S	F	PT-Montale	25	25
U	F	AR-Acropoli	20	20
U	F	FI-Figline	20	21
U	T	AR-Repubblica	22	24
U	F	GR-URSS	17	18
U	T	GR-Sonnino	24	24
U	F	LI-Cappiello	17	16
U	T	LI-Carducci	22	22
U	F	LI-Via La Pira	20	19
U	I	Li-Stagno (non in RRQA)	20	19
S	I	LI-Cotone	17	17
U	F	LI-Parco 8 Marzo	18	18
U	F	MS-Colombarotto	20	20
U	T	MS-Marina vecchia	21	22
U	F	LU-Viareggio	24	25
U	F	LU-Capannori	27	28
U	F	LU-San Concordio	22	24
U	T	LU-Micheletto	25	27
U	F	PI-Passi	21	22
U	T	PI-Borghetto	22	22
S	FI	PI-Santa Croce	25	25
S	FI	PI-Montecerboli	12	12
R	F	AR-Casa Stabbi	9	10
U	F	SI-Poggibonsi	18	18
U	T	SI-Bracci	18	19
U	F	LU-Fornoli	23	23
		18/35 non ok	21/35 non ok	

		Confronto con Limite Dir (UE) 2881/24	
		Media annuale 10 µg/m³	
<i>PM_{2,5}</i>			
		Medie 2023	Medie 2024
FI-Bassi		11	11
FI-Gramsci		14	14
PO-Roma		16	15
PO-Ferrucci		12	13
PT-Montale		17	17
AR-Acropoli		13	13
GR-URSS		9	10
LI-Cappiello		8	8
LI-Carducci		10	10
Li-Stagno (non in RRQA)		11	10
MS-Marina vecchia		12	12
LU-Viareggio		13	13
LU-Capannori		18	19
PI-Passi		12	12
PI-Borghetto		13	14
SI-Poggibonsi		11	11
AR-Casa Stabbi		-	5
		13/16 non ok	12/17 non ok

		Confronto con Limite Dir (UE) 2881/24	
		Media annuale 20 µg/m³	
<i>NO₂</i>			
		Medie 2023	Medie 2024
FI-Bassi		16	16
FI-Gramsci		41	37
FI-Mosse		31	29
FI-Scandicci		18	18
FI-Signa		13	13
FI-Settignano		5	5
PO-Roma		20	20
PO-Ferrucci		21	20
PT-Signorelli		15	16
PT-Montale		13	13
AR-Acropoli		11	12
FI-Figline		14	14
AR-Repubblica		26	26
GR-Maremma		3	4
GR-URSS		12	15
GR-Sonnino		29	29
LI-Cappiello		12	12
LI-Carducci		32	30
LI-Via La Pira		16	15
Li-Stagno (non in RRQA)		13	14
LI-Cotone		12	14
LI-Parco 8 Marzo		11	11
MS-Colombarotto		11	10
MS-Marina vecchia		14	13
LU-Viareggio		18	17
LU-Capannori		15	15
LU-San Concordio		17	16
LU-Micheletto		19	19
LU-Carignano		7	7
PI-Passi		13	12
PI-Borghetto		24	23
PI-Santa Croce		16	15
PI-Montecerboli		3	4
AR-Casa Stabbi		2	2
SI-Poggibonsi		13	13
SI-Bracci		26	26
LU-Fornoli		10	9

Direttiva 2024/2881

A) Rivedere la zonizzazione, la classificazione, la rete, i piani di valutazione

B) Art. 4 «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

Allegato VII. Sezione 4 - Misurazioni del particolato ultrafine (UFP)

A. Obiettivi

L'obiettivo di tali misurazioni è garantire la disponibilità di informazioni adeguate nei siti in cui si verificano concentrazioni elevate di UFP influenzate principalmente da fonti connesse a trasporto via aria, acqua o su strada (come aeroporti, porti o strade), siti industriali o riscaldamento domestico. Le informazioni sono adeguate per valutare i livelli più elevati di concentrazioni di UFP provenienti da tali fonti



Grazie per l'attenzione

Un ringraziamento particolare ai colleghi del CRTQA