

# Progetto AERNOSTRUM : Campagne di monitoraggio nel porto di Livorno e di Portoferraio

Bologna 18-20 maggio 2022

Bianca Patrizia Andreini, Elisa Bini, Chiara Collaveri\*, Fiammetta Dini, Stefano Fortunato, Marina Rosato  
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), Centro Regionale Tutela Qualità dell'aria

\*Corresponding author. E-mail: c.collaveri@arpat.toscana.it

Il Progetto europeo AER NOSTRUM - Aria bene comune è dedicato alla valutazione del monitoraggio della qualità dell'aria nell'ambito delle aree urbane vicino e dentro i porti nelle cinque regioni dell'area del Programma di cooperazione Italia-Francia Marittimo 2014-2020 Toscana, Liguria, Sardegna, Corsica e PACA. Il progetto realizza un osservatorio transfrontaliero per il monitoraggio della qualità dell'aria nei porti tramite la piattaforma gestita dall'Autorità Portuale del Mar Tirreno Settentrionale, MO.NI.CA, quale strumento di supporto decisionale innovativo a favore di autorità portuali, compagnie di navigazione, capitanerie di porto e decisori politici, per attuare, nelle aree portuali, azioni preventive di tutela ambientale e in un'ottica di crescita sostenibile.

## Materiali e metodi

**Strumentazione**  
I monitoraggi di PM10 e PM2,5 sono stati effettuati con uno strumento FAI SWAM Dual Channel utilizzato come campionatore ed i filtri sono stati condizionati e pesati secondo la norma UNI EN 12341:2014. Le campagne per durata e distribuzione nell'arco dell'anno rispettano i dettami del D.Lgs 155/2010. Le campagne per la distribuzione dimensionale delle particelle sono state effettuate con un Optical particle counter (OPC) GRIMM mod 1108 in grado di leggere i conteggi delle classi dimensionali da 0,25 µm a 32 µm. Per le nanoparticelle è stato utilizzato un Nanoscan TSI SMPS mod 3910 (13 canali da 10 nm a 350 nm) acquistato nell'ambito del progetto e adattato per monitoraggi ambientali con cabinet su misura dotato di sensore per temperatura e umidità e sistema acquisizione dati. Sia per le nano che per le microparticelle i dati sono stati acquisiti con risoluzione temporale di un minuto. I dati meteo di velocità e direzione del vento sono stati acquisiti dalla stazione mareografica ISPRA [4] situata nel porto di Livorno e dotata di sensore ad ultrasuoni Winson che restituisce i dati come media di 10 minuti. Per la campagna di Portoferraio sono stati utilizzati i dati meteo della stazione Davis Vantage Pro Plus di Portoferraio [5]. Sui filtri di PM10 campionati nel porto di Livorno sono state effettuate le analisi dei metalli secondo la norma UNI EN 14902:2005 mentre sui filtri di PM10 campionati a Portoferraio sono state effettuate le analisi degli IPA secondo la norma UNI EN 15549:2008.

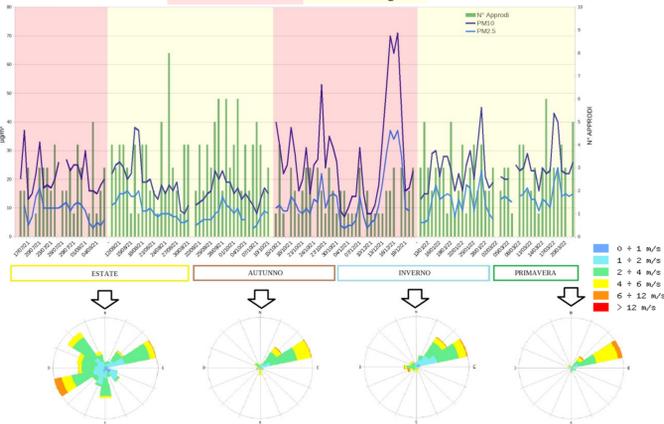
**Siti di monitoraggio**  
All'interno del porto di Livorno sono stati selezionati 2 siti di misura, Calata Bengasi e Fortezza Vecchia, che rappresentano rispettivamente il traffico industriale ed il traffico passeggeri con prevalenza di traghetti. A Portoferraio (Isola d'Elba) il traffico navale è quasi esclusivamente costituito da traghetti ed il mezzo mobile è stato collocato su uno dei moli di attracco. Durante il tragitto Piombino Portoferraio è stato svolto un monitoraggio con il contatore di particelle sul ponte nave.

## Discussione e risultati

### PM10 e PM2,5

A livello di dati giornalieri si riscontra per il PM10 un sostanziale accordo delle postazioni all'interno del porto con le altre stazioni urbane di rete regionale (LI-La Pira, LI-Cappiello, LI-Carducci) [2]. Anche esaminando i valori giornalieri con il numero di accosti nei moli prospicienti ai due siti di campionamento non si evince una correlazione diretta tra emissioni navali e PM misurato.

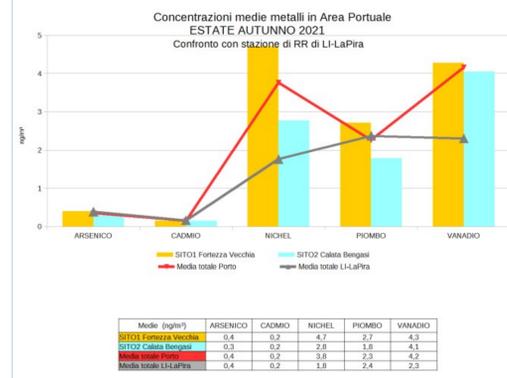
N° approdi per Sito e Medie giornaliere PM10 e PM2,5  
Fortezza Vecchia Calata Bengasi



Per mettere in evidenza un eventuale contributo più diretto delle emissioni navali è stato approfondito da una parte il dettaglio temporale e dall'altra è stata analizzata la specazione sia granulometrica che chimica del particolato.

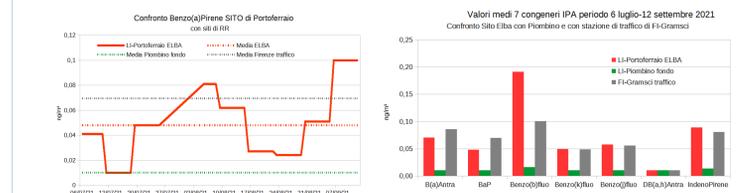


### Analisi Metalli su PM10 (siti di Livorno)



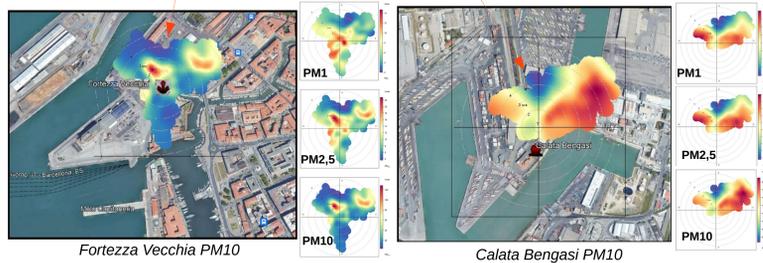
Le medie dei metalli rilevati nei siti portuali sono confrontabili con quelle riscontrate nella stazione urbana di fondo LI-La Pira distante pochi chilometri dal porto, eccetto che per quanto riguarda il Nichel ed il Vanadio per i quali in area portuale si sono riscontrati valori più elevati. Questo è compatibile con quanto atteso e può essere indicativo di un contributo del traffico navale, data la presenza di Ni e V negli olii combustibili pesanti. Per quanto riguarda il confronto con i valori guida del WHO [1], la media del Piombo è due ordini di grandezza inferiore al valore indicato (media annuale di 500 ng/m³).

### Analisi IPA su PM10 (sito di Portoferraio)



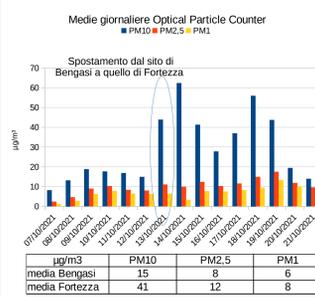
I risultati delle analisi degli IPA sui filtri di PM10 di Portoferraio hanno messo in evidenza concentrazioni dei 7 congeneri degli IPA superiori a quelle di fondo del sito di rete regionale di LI-Parco VIII marzo, stazione di fondo situata a Piombino, e paragonabili a quelle della stazione di traffico urbano del capoluogo toscano, Firenze. Sicuramente il sito di misura, essendo collocato in posizione prospiciente al molo di imbarco, risente delle emissioni delle auto in coda a motore acceso in attesa dell'imbarco [3]. Il profilo dei 7 congeneri tuttavia è in parte diverso da quello di una stazione di "traffico pura" e non si può escludere che ciò sia dovuto al contributo diretto delle navi in transito e sosta. Le concentrazioni medie del periodo di indagine risultano nettamente al di sotto del valore indicato dal WHO [8] pari a 0.12 ng/m³ come media annuale.

### Polar plots PM



### Calata Bengasi e Fortezza Vecchia Indagine autunno

Il sito di Fortezza mostra valori più elevati rispetto a Calata Bengasi, dovuti principalmente alla frazione grossolana del PM10. La collocazione del mezzo mobile all'interno di un piazzale che costituisce area di sosta e manovra dei camion fa presumere un contributo rilevante del traffico indotto. Questa ipotesi è rafforzata dall'analisi dei polarplots che per il sito di Fortezza evidenziano fonti diverse per PM10, PM2,5 e PM1. In particolare il PM10, ma in parte anche il PM2,5, hanno valori medi più elevati oltre che verso le direzioni di sosta delle navi, anche verso le aree portuali interne soprattutto in presenza di venti sostenuti che favoriscono il risolleamento. Al contrario, per Calata Bengasi le direttrici lungo le quali si concentrano i valori medi più elevati sono quelle verso gli attigui canali di navigazione e la distribuzione è sostanzialmente simile nelle 3 frazioni esaminate.



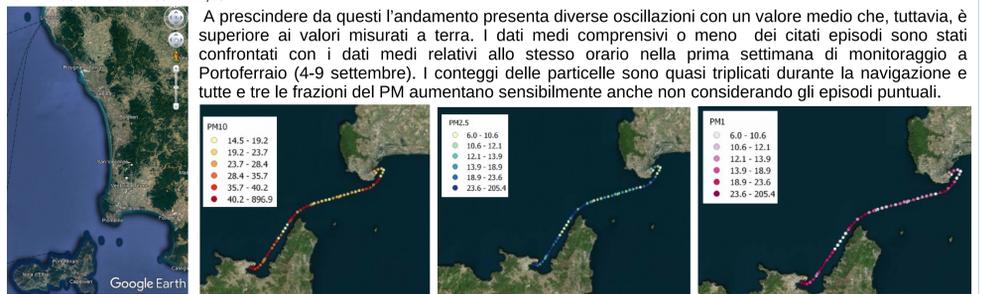
### Indagine di monitoraggio a bordo nave nella tratta tra Piombino e Portoferraio

La distanza percorsa è stata di 27,2 km per una durata di 58 minuti. I primi 7 minuti del monitoraggio sono relativi alla fase di manovra in uscita dal porto di Piombino e gli ultimi 6 alle manovre di attracco a Portoferraio.

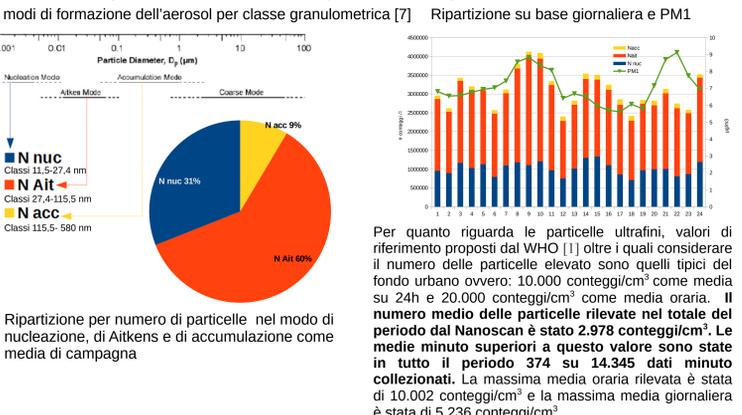
La velocità durante la fase di navigazione è stata approssimativamente costante sui 30 km/h. Lo strumento è stato collocato sul PONTE 3 PASSEGGERI, a poppa della nave e in posizione centrale rispetto al cammino; rispetto alla scia del pennacchio la quota dello strumento è stimabile una decina di metri al di sotto.

Tempo di mediazione	PM10	PM2,5	PM1	TC	PM2,5/PM10	PM1/PM2,5
4-9 settembre - ore 12	13	7	6	118552	0,6	0,75
3 settembre 12-12:58	45	19	13	288534	0,53	0,76
3 settembre 12-12:58	30	16	13	289415	0,54	0,78

Si sono osservati 2 fenomeni "concentrati" ovvero contemporaneamente con dati fuori scala e con durata di 1 solo min. Il primo corrisponde al momento della partenza ed ha riguardato solo il PM10 mentre per il secondo episodio è stato osservato anche un innalzamento del PM2,5.



### Calata Bengasi Nanoscan e OPC in parallelo Indagine autunno



## Conclusioni

Per quanto riguarda i metodi ufficiali, il monitoraggio del PM in area portuale non ha messo in evidenza caratteristiche distinte rispetto ai dati delle stazioni della rete di monitoraggio regionale. A livello di medie giornaliere non è riscontrabile una relazione semplice tra traffico marittimo, meteorologia e livelli misurati. Sono stati effettuati approfondimenti di tipo chimico (analisi di metalli e IPA sul particolato), granulometrico (OPC e Nanoscan) e di maggior risoluzione temporale (medie minuto). Questi risultati hanno permesso di rilevare un contributo del porto che si inserisce nel fondo urbano. Per i metalli, ad esempio, il confronto con la stazione urbana di LI-La Pira ha permesso di verificare che nei siti all'interno dell'area portuale i contributi di Ni e V alle polveri sono superiori rispetto al fondo urbano. I valori dei principali IPA a Portoferraio si collocano al di sopra delle stazioni di fondo di Piombino, sebbene queste abbiano analoghi valori di PM10. I livelli degli IPA nell'area portuale di Portoferraio sono più simili a quelli di una stazione di traffico urbano. L'analisi delle frazioni granulometriche del PM con risoluzione temporale di medie minuto ha permesso di approfondire i contributi delle diverse sorgenti nei 2 siti all'interno del porto di Livorno. In particolare nel sito di Fortezza è presente sia una componente con provenienza dal mare (PM1 e PM2,5) che una componente più grossolana con provenienza dall'area portuale interna (PM10 e PM2,5) dovuta probabilmente al transito e alla manovra dei mezzi pesanti. Questa componente grossolana è più accentuata con velocità del vento che favoriscono il risolleamento. Le indagini per il progetto Aernostrum sono ancora in corso e riguardano anche altri inquinanti. Ad oggi sono terminate le campagne primaverili, garantendo così la copertura annuale dei dati. Tutti i risultati per l'intero periodo di monitoraggio saranno analizzati e pubblicati nel report finale del progetto.

### Riferimenti bibliografici

[1] World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>  
 [2] Relazioni annuali di qualità dell'aria del CRTQA. <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/monitoraggio/report>  
 [3] Campagna indicativa di rilevamento della qualità dell'aria con MezzoMobile presso Portoferraio. Indagine 2020-2021. <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/monitoraggio/report/campagne-di-rilevamento-della-qualita-dell-aria-effettuate-con-laboratori-mobili>

[4] <https://www.mareografico.it/?session=0518963254721169661868172&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysssub=-1&sysfnt=0&code=SENS&idse=G>  
 [5] <https://www.elbaexplorer.com/elba-meteo.asp>  
 [6] Mo.ni.ca., <https://www.monicapmivorno.eu/SERVIZIWEB/livorno/statistiche>  
 [7] US EPA, 2004  
 [8] World Health Organization. (2010). WHO Regional Office for Europe (2010). WHO guidelines For indoor air quality: selected pollutants. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/260127>