



Monitoraggio ambientale presso il Porto di Civitavecchia / aria

Per la realizzazione del:

Primo Lotto Funzionale Opere Strategiche (Il Stralcio): Banchinamento Darsena Servizi

Fase ante operam

Anni 2019 – 2020 – 2021– 2022

29 settembre 2022



Indice

1	Introduzione	3
2	Il decreto legislativo 155/2010.....	6
3	Fase ante operam	7
3.1	Dati qualità dell'aria – 2019, 2020, 2021.....	7
3.2	Valutazione della concentrazione degli inquinanti	9
3.3	Campagna di monitoraggio PM10, IPA, metalli.....	12
3.3.1	Risultati campagna di monitoraggio - analisi di IPA.....	16
3.3.2	Risultati campagna di monitoraggio - analisi dei metalli.....	17
3.4	Stima dell'andamento giornaliero di PM10 e PM2.5	19
3.5	Inquadramento meteorologico.....	20
4	Conclusioni.....	22

A cura di:

Dipartimento stato dell'ambiente

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio degli agenti fisici, Unità centro regionale della qualità dell'aria

Versione: 29 settembre 2022

1 Introduzione

Il presente documento descrive le attività di monitoraggio e i risultati ottenuti durante gli anni 2019-2022 previsti per la componente atmosfera dell'intervento *"Primo Lotto Funzionale Opere Strategiche (Il Stralcio): Banchinamento Darsena Servizi"* per il Porto di Civitavecchia. La Figura 1 mostra l'area interessata dal progetto in esame (coordinate geografiche: Lat. 42.115993; Lon. 11.768799).

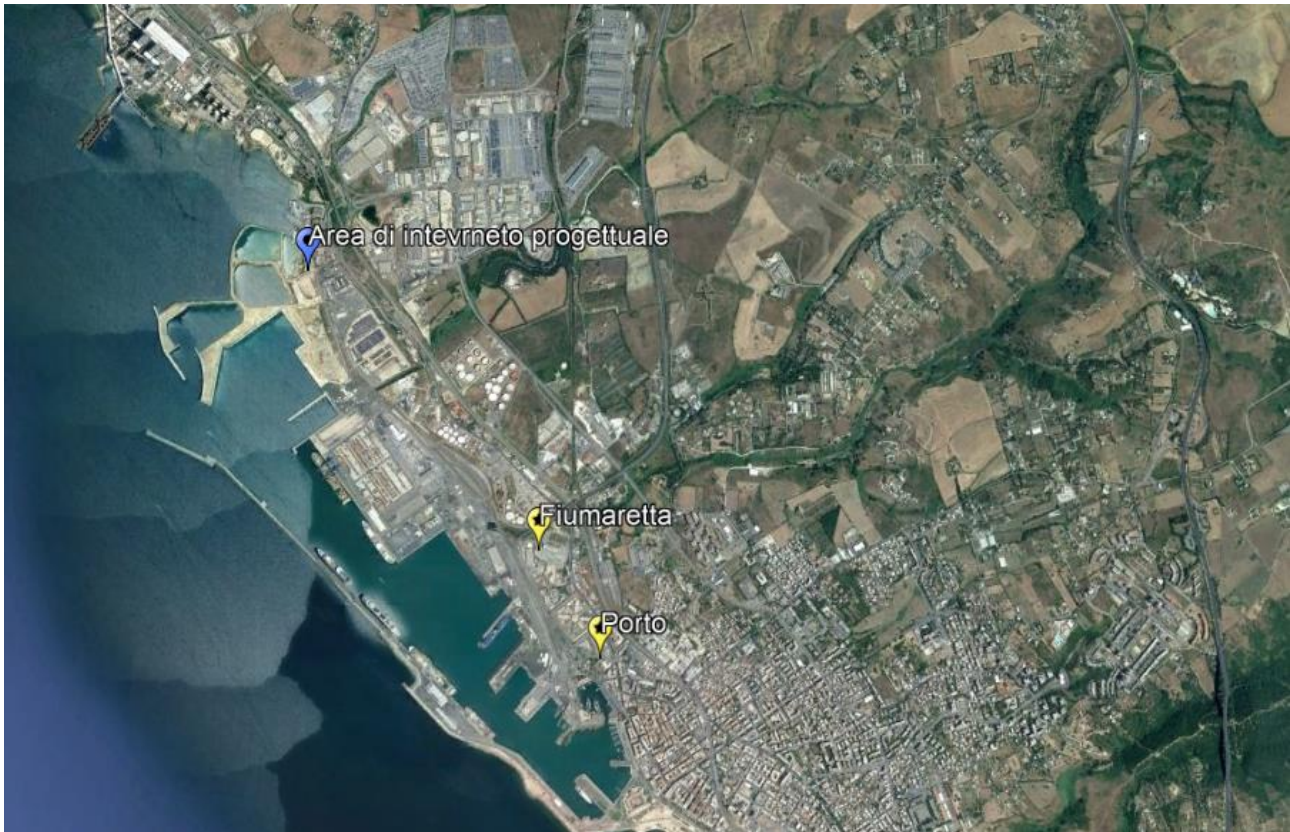


Figura 1: Porto di Civitavecchia, area di intervento progettuale e centraline di monitoraggio per la qualità dell'aria.

La realizzazione delle opere previste dal progetto comporta la movimentazione e la manipolazione di significative quantità di materiali.

Durante l'opera le principali sorgenti di emissioni che possono influenzare la qualità dell'aria sono rappresentate da:

1. **mezzi di trasporto (generalmente a motore a combustione):** questo potrà determinare principalmente una variazione sulle concentrazioni degli ossidi di azoto (NO, NO₂), del particolato atmosferico (PM₁₀, PM_{2.5}), del monossido di carbonio (CO), dei composti organici (Benzene e Benzo(a)pirene) e di alcuni metalli.
2. **operazioni di demolizione, di scavo e riempimento:** questo potrà determinare principalmente una variazione delle concentrazioni del particolato atmosferico (grossolano, e fine) e dei metalli presenti.

Tenuto conto dei potenziali inquinanti che possono essere emessi nelle fasi di realizzazione dell'opera e della presenza di numerose centraline che monitorano giornalmente questi inquinanti (di cui due localizzate nelle vicinanze dell'area interessata dai lavori), è stato previsto di integrare i dati delle centraline con misure indicative mediante la realizzazione di campagne finalizzate ad acquisire informazioni in grado di aumentare la risoluzione spaziale e temporale delle misure nell'area più direttamente interessata. Tali campagne di monitoraggio sono realizzate utilizzando campionamenti ausiliari, in modo da:

- **aumentare la risoluzione spaziale:** si effettuano misure con campionatori a basso flusso (0.5 l/min alimentati tramite pannello solare) in posizioni strategiche per monitorare particolari microinquinanti quali IPA, metalli (specifici dell'attività di cantiere).
- **aumentare la risoluzione temporale:** in una delle due centraline vicine all'intervento (Civitavecchia Porto o Fiumaretta) sono analizzate le stime di PM10 (con un contatore ottico di particelle OPC, misure istantanee di PM10 e PM2.5) con risoluzione inferiore alle 24h, in modo da avere informazioni orarie sull'andamento delle polveri per valutare possibili correlazioni con le attività di cantiere.

I dati raccolti dalle centraline e dalle campagne di monitoraggio integrative sono supportati dall'analisi dei dati meteo della stazione collocata sul tetto dell'headquarter dell'Autorità di sistema portuale del Mar Tirreno centro-settentrionale del Porto di Civitavecchia.

Il piano di monitoraggio prevedeva l'installazione all'ingresso del varco nord di un "conta automobili" in transito su strada.

Tale monitoraggio sui potenziali impatti per la qualità dell'aria generati dalla realizzazione dell'opera è articolato in tre fasi temporali: *l'ante operam*, *il corso d'opera* e *il post operam*.

In questo modo è possibile descrivere rispettivamente la situazione ambientale precedente alla realizzazione dell'infrastruttura, la situazione ambientale durante i lavori e quella presente nella fase di esercizio.

Per quanto riguarda la qualità dell'aria, l'ARPA Lazio nella zona limitrofa al Porto di Civitavecchia gestisce 14 stazioni di monitoraggio (vedi Tabella 1), tra le quali quelle della Figura 1 di Civitavecchia Porto e Fiumaretta.

Tabella 1: Stazioni di monitoraggio attive della qualità dell'aria gestite da ARPA Lazio nel comprensorio di Civitavecchia.

LOCALITÀ	NOME STAZIONE	LAT.	LONG.	S.L.M. (M)	DISTANZA DAL PUNTO INTERVENTO (KM)
Civitavecchia	Fiumaretta	42.102158	11.784358	1	2
Civitavecchia	Porto	42.097053	11.788354	6	2,5
Civitavecchia	Villa Albani	42.099363	11.798061	34	3
Civitavecchia	Via Roma	42.094147	11.795509	21	3,2
Civitavecchia	Via Togliatti	42.091629	11.802466	26	3,9
Civitavecchia	Aurelia	42.137344	11.793163	72	4
Civitavecchia	Faro	42.098903	11.817692	174	4,5
Civitavecchia	Campo dell'Oro	42.081825	11.809336	74	5
Civitavecchia	S. Gordiano	42.073608	11.815916	87	6
Civitavecchia	S. Agostino	42.159947	11.742631	16	5,3
Allumiere	Allumiere Moro	42.160.972	11.900022	467	12
Allumiere	Allumiere	42.157741	11.908744	542	12,3
Tolfa	Tolfa	42.152227	11.935830	576	14
Monte Romano	Monte Romano	42.268561	11.910914	286	20

La centralina Porto è stata installata nel mese di maggio 2012 in ottemperanza alle prescrizioni del decreto VIA n.680/2003, mentre la centralina di monitoraggio Fiumaretta (ex-ENEL) è gestita dall'ARPA Lazio a partire dal mese di maggio 2016 alla luce di una convenzione stipulata dall'Agenzia con il Comune di Civitavecchia e la Regione Lazio.

Si riporta di seguito l'evoluzione temporale della realizzazione del progetto e delle attività di monitoraggio.



Figura 2: Schema rappresentativo dell'evoluzione temporale sulla realizzazione dell'opera strategica e sulle attività di monitoraggio

2 Il decreto legislativo 155/2010

Nell'ambito del piano di monitoraggio saranno utilizzati come valori e metodologie di riferimento quelli previsti dalla d.lgs. n.155/2010 (recepimento della Direttiva 2008/50/CE). La normativa prevede dei limiti ai livelli di concentrazione di alcune specie inquinanti rilevate in ogni punto del territorio.

Vengono riportati i valori limiti per la protezione della salute umana imposti dalla normativa. Va comunque evidenziato che tutti i valori limite introdotti dalla norma si riferiscono sempre ad un arco temporale pari ad 1 anno civile.

Tabella 2: Valori limite per d.lgs.155/2010.

Limiti per la protezione della salute umana d.lgs. 155/2010	
PM10	Valore limite di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sui livelli medi giornalieri da non superare più di 35 volte per anno civile
	Valore limite 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media annuale
PM2.5	Valore limite 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media annuale
NO ₂	Valore limite di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sui livelli orari di concentrazione da non superare più di 18 volte per anno civile
	Valore limite 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media annuale
O ₃	Valore limite di 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sui livelli orari di concentrazione rispettivamente soglia di informazione e di allarme
	Valore limite di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore da non superare più di 25 volte nell'anno civile
SO ₂	Valore limite 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sui livelli orari
	Valore limite 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sulla media giornaliera da non superare più di 3 volte per anno civile
CO	Valore limite di 10 mg/m^3 come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore
C ₆ H ₆	Valore limite di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la concentrazione media annuale

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155 definisce i limiti di legge per diversi inquinanti quali NO₂, SO₂, PM10, O₃ e alcune sostanze presenti nel particolato quali IPA e metalli. Tra questi, possono essere di particolare interesse, vista anche la loro persistenza in aria e la ricaduta al suolo, il PM10 (media giornaliera - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), la concentrazione del benzo(a)pirene a livello di media annua (1 ng/m^3) oltre ad alcuni metalli presenti nel particolato atmosferico, anch'essi come media annua. In generale, i metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione; per questo motivo vengono generalmente misurati nelle polveri sospese. Infatti, il valore obiettivo è riferito al tenore dell'inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato. I valori obiettivo sono: As 6 ng/m^3 , Cd 5 ng/m^3 , Ni 20 ng/m^3 , Pb 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda i VOC il solo limite di legge applicabile è quello previsto dal d.lgs. 155/2010 per il benzene (media annua 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3 Fase ante operam

In merito alle attività di monitoraggio relative alla componente atmosfera dell'intervento "Primo Lotto Funzionale Opere Strategiche (Il Stralcio): Banchinamento darsena servizi" per il Porto di Civitavecchia, si riportano i dati relativi all'ultimo anno di monitoraggio, considerando che gli stessi sono in continuità con quelli raccolti per "l'Addendum 6 pontile II darsena traghetti" e presentati nel relativo documento.

La fase ante operam si è conclusa in data 15 maggio 2022.

Il monitoraggio previsto per la costruzione della nuova darsena per la fase *ante operam* è stato strutturato in questo modo:

1. analisi statistica dei dati di qualità dell'aria delle due centraline limitrofe (Fiumaretta e Porto) per gli anni 2019, 2020 e 2021 (i valori limite del d.lgs.155/2010 hanno periodi di riferimento pari a un anno e non possono quindi essere calcolati per la fase *ante operam* per l'anno 2022 che include sostanzialmente solo i primi mesi);
2. studio modellistico delle concentrazioni degli inquinanti nella zona dell'intervento per gli anni 2019, 2020 e 2021 attraverso l'utilizzo della catena modellistica in uso presso il Centro regionale della qualità dell'aria;
3. campagna di monitoraggio nell'area interessata all'intervento attraverso misure di PM10, metalli ed IPA.

3.1 Dati qualità dell'aria – 2019, 2020, 2021

Le centraline della rete di monitoraggio più vicine all'area interessata dagli interventi progettuali sono Fiumaretta e Civitavecchia Porto.

La dotazione strumentale delle centraline coinvolte nel monitoraggio è riportata nella tabella sottostante.

Tabella 3: Centraline fisse di monitoraggio nell'area di indagine ambientale.

COMUNE	PROV.	NOME STAZIONE	NRO STAZ.	LAT.	LONG.	S.L.M. (m)	PM10	PM2.5	NO _x	BENZ.	SO ₂	CO	O ₃	IPA	METALLI
CIVITAVECCHIA	RM	FIUMARETTA	103	42,102158	11,784358	1	X	X	X	X	X	X	-	X	X
CIVITAVECCHIA	RM	PORTO	60	42,097053	11,788354	6	X	-	X	-	X	-	-	-	-

Nella stazione di Fiumaretta vengono inoltre (da fine 2017) eseguite le analisi chimiche sul particolato atmosferico di IPA (benzo(a)pirene) e metalli (As, Cd, Ni, Pb).

Nel 2017 la dotazione strumentale della stazione di Fiumaretta è stata implementata con un misuratore di composti organici aromatici tra cui il benzene (inquinante normato dal d.lgs. 155/2010 e s.m.i.).

Nella Tabella 4 sono riportati i valori puntuali rilevati negli anni 2019, 2020, 2021 nelle suddette stazioni ai fini della verifica dei valori limite imposti dal d.lgs. 155/2010.

Tabella 4: Verifica del rispetto dei valori limite (d.lgs. 155/2010 e s.m.i.) delle misure nelle stazioni di Fiumaretta e Civitavecchia Porto.

STAZIONE	INQUINANTE	INDICATORE NORMATIVO	2019	2020	2021	VALORE LIMITE PREVISTO DALLA NORMATIVA
FIUMARETTA	PM10	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 50 µG/M ³	3	1	3	35
		MEDIA ANNUA (µG/M ³)	19	18	19	40 µG/M ³
	PM2,5	MEDIA ANNUA (µG/M ³)	9	9	9	25 µG/M ³
	NO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 200 µG/M ³	0	0	0	18
		MEDIA ANNUA (µG/M ³)	16	16	17	40 µG/M ³
	SO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 125 µG/M ³	0	0	0	3
		NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 350 µG/M ³	0	0	0	24
	CO	NUMERO DI SUPERAMENTI DI 10 MG/M ³ (MAX DELLA MEDIA MOBILE SU 8 ORE)	0	0	0	0
	BENZENE	MEDIA ANNUA (µG/M ³)	0,3	0,3	0,3	5 µG/M ³
CIVITAVECCHIA PORTO	PM10	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 50 µG/M ³	3	2	1	35
		MEDIA ANNUA (µG/M ³)	20	17	17	40 µG/M ³
	NO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 200 µG/M ³	0	0	0	18
		MEDIA ANNUA (µG/M ³)	24	23	22	40 µG/M ³
	SO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 125 µG/M ³	0	0	0	3
		NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 350 µG/M ³	0	0	0	24

Il d.lgs. 155/2010 prevede un limite normativo espresso come media annuale per alcuni metalli (Nichel, Cadmio, Arsenico, Piombo) oltre al benzo(a)pirene che è un idrocarburo policiclico aromatico per il quale viene individuato un valore obiettivo. Le determinazioni sia dei metalli che del benzo(a)pirene vengono eseguite sul filtro di PM10 dopo la determinazione di tipo gravimetrico.

Nella Tabella 5 sono riportati i valori medi annuali per il 2019, 2020 e il 2021.

Tabella 5: Concentrazione media annuale del 2019, 2020 e 2021 dei metalli normati e del benzo(a)pirene.

STAZIONE	INQUINANTE	INDICATORE NORMATIVO	2019	2020	2021	VALORE LIMITE PREVISTO DALLA NORMATIVA
FIUMARETTA	ARSENICO	MEDIA ANNUA (NG/M ³)	0,4	0,3	0,4	6 NG/M ³
	NICHEL	MEDIA ANNUA (NG/M ³)	1,9	1,5	3,5	5 NG/M ³
	CADMIO	MEDIA ANNUA (NG/M ³)	0,2	0,2	0,2	20 NG/M ³
	PIOMBO	MEDIA ANNUA (µG/M ³)	0,004	0,002	0,002	0,5 µG/M ³
	BENZO(A)PIRENE	MEDIA ANNUA (NG/M ³)	0,1	0,1	0,1	1 NG/M ³

3.2 Valutazione della concentrazione degli inquinanti

Di seguito viene riportata la valutazione della stima annuale delle concentrazioni degli inquinanti nella zona dell'intervento effettuata attraverso l'utilizzo della catena modellistica in uso presso il centro regionale della qualità dell'aria dell'ARPA Lazio.

Il sistema modellistico, la cui architettura è illustrata nella figura seguente, è costituito dai seguenti moduli:

- Modello meteorologico prognostico RAMS/WRF per il downscaling delle previsioni meteorologiche dalla scala sinottica (previsioni realizzate dalla US-NOAA) alla scala locale;
- Modulo di interfaccia per l'adattamento dei campi meteorologici prodotti da RAMS/WRF ai domini di calcolo innestati di FARM (codice GAP);
- Processore meteorologico per la descrizione della turbolenza atmosferica e per la definizione dei parametri dispersivi (codice SURFPRO);
- Processore per il trattamento delle emissioni (codice EMMA) da fornire come input al modello Euleriano, a partire dai dati dell'inventario nazionale delle emissioni CORINAIR (APAT) e dal modello di traffico per l'area urbana di Roma;
- Modello Euleriano per la dispersione e le reazioni chimiche degli inquinanti in atmosfera (codice FARM);
- Modulo di post-processing per il calcolo dei parametri necessari alla verifica del rispetto dei limiti di legge (medie giornaliere, medie su 8 ore).

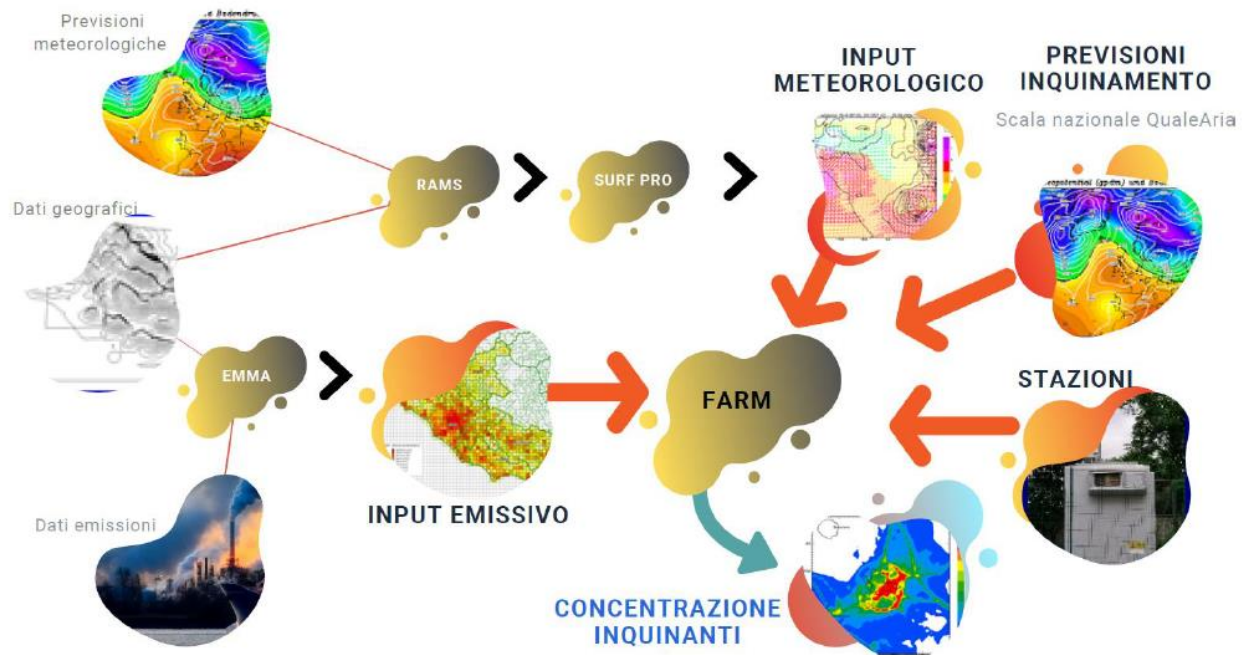


Figura 3: Schema del sistema modellistico.

Si riportano di seguito i dati 2019, 2020 e 2021 del:

- Particolato (PM10) - numero di superamenti giornalieri di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e media annua
- Particolato (PM2,5) - media annua
- Biossido di azoto (NO_2) - media annua e numero di superamenti orari di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Benzene (C_6H_6) - media annua
- Monossido di carbonio (CO) - numero di superamenti di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ (massimo della media mobile su 8 ore)
- Biossido di zolfo (SO_2) - numero di superamenti giornalieri di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$

I dati sono relativi al punto che identifica il centroide dell'area di intervento (Lat. 42.115993, Lon. 11.768799) ed il calcolo è stato effettuato a partire dai campi di concentrazione orari (degli anni 2019, 2020 e 2021) forniti dal sistema modellistico di qualità dell'aria dell'Agenzia.

Al fine di ottenere una stima il più realistica possibile, come richiesto dalla normativa vigente (d.lgs. n.155/2010 e s.m.i.), i campi di concentrazione sono stati combinati con le misure dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria mediante assimilazione dati (SCM, Successive Corrections Method).

Tabella 6: Valori di qualità dell'aria forniti dal sistema modellistico relativi al centroide dell'area in oggetto.

CENTROIDE DELL'AREA IN ESAME (LAT.: 42.115993; LON.: 11.768799)					
INQUINANTE	INDICATORE NORMATIVO	2019	2020	2021	VALORE LIMITE PREVISTO DALLA NORMATIVA
PM10	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	2	1	35
	MEDIA ANNUA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18	16	16	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2,5	MEDIA ANNUA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9	9	7	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI ORARI DI 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	18
	MEDIA ANNUA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	18	16	13	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO ₂	NUMERO DI SUPERAMENTI GIORNALIERI DI 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	3
CO	NUMERO DI SUPERAMENTI DI 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (MAX DELLA MEDIA MOBILE SU 8 ORE)	0	0	0	0
BENZENE	MEDIA ANNUA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,3	0,3	0,2	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Di seguito sono riportate le distribuzioni spaziali delle concentrazioni medie annuali, relative al 2021, di NO₂ e PM10 nell'area in esame.

Figura 4: Distribuzione spaziale della concentrazione media annua di NO₂ del 2021 nell'area in oggetto.



Figura 5: Distribuzione spaziale della concentrazione media annua di PM10 del 2021 nell'area in oggetto.

3.3 Campagna di monitoraggio PM10, IPA, metalli

I campionatori usati per il monitoraggio della fase ante operam (un anno di dati da maggio 2021 a maggio 2022) sono 3 Smart Sampler a flusso 2 l/min (banchina, varco nord e tetto) e 1 Smart Sampler a flusso 0.5 l/min (darsena/cedonio). Nella figura sottostante si riporta la loro posizione.

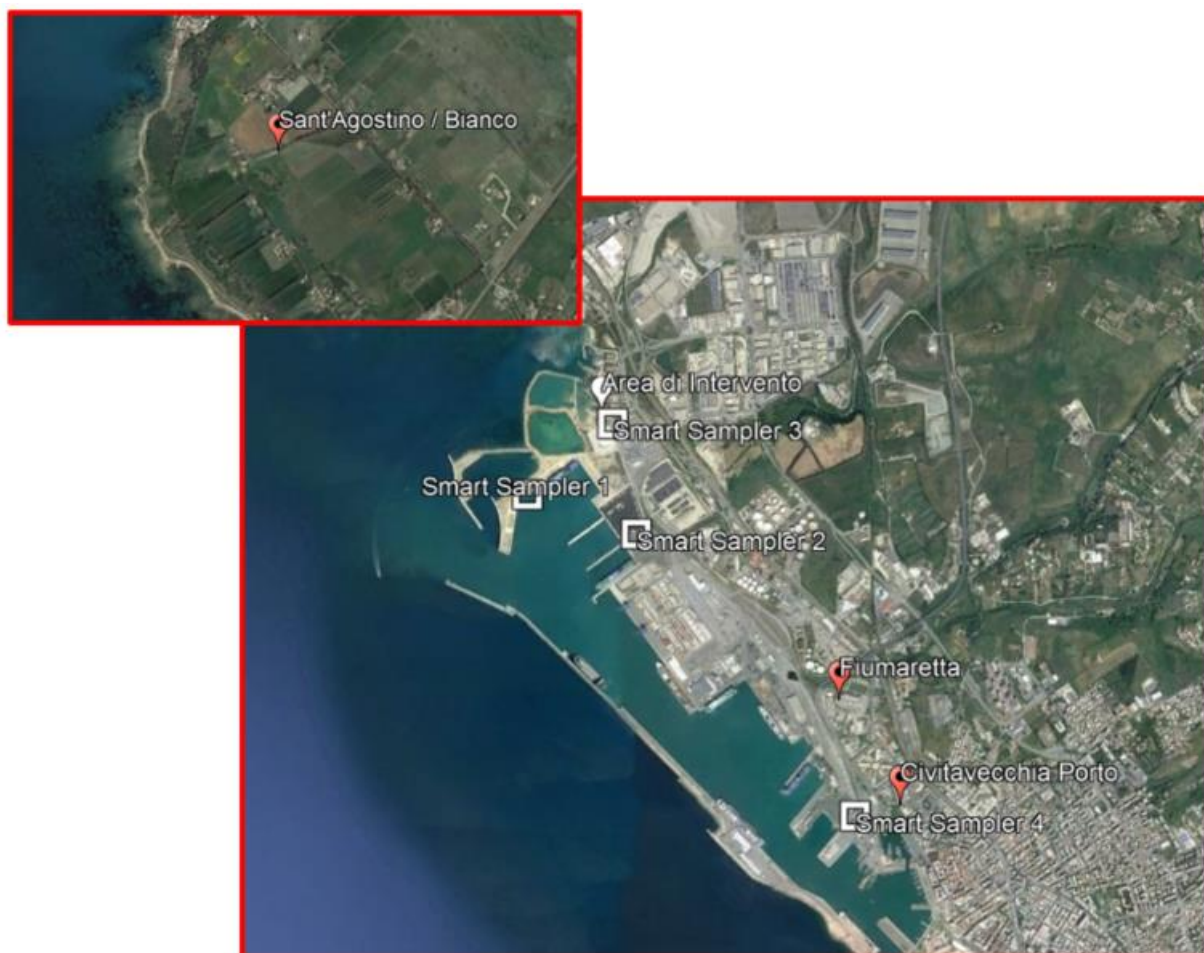


Figura 6: Porto di Civitavecchia, area di intervento progettuale, centraline di monitoraggio per la qualità dell'aria e posizionamento dei campionatori.

La tabella riporta la localizzazione dei Smart Sampler.

Tabella 7: Posizionamento campionatori nel comprensorio di Civitavecchia.

CAMPIONATORI	LOCALIZZAZIONE	COORDINATE	
		LAT.	LON.
SAMPLER 1	CIVITAVECCHIA PORTO – DARSENA/CEDONIO	42,112156	11,763953
SAMPLER 2	CIVITAVECCHIA PORTO – BANCHINA 28	42,110244	11,771083
SAMPLER 3	CIVITAVECCHIA PORTO – VARCO NORD	42,115608	11,769539
SAMPLER 4	CIVITAVECCHIA PORTO – TETTO SEDE CENTRALE	42,096519	11,785408
SAMPLER BIANCO	CENTRALINA S.AGOSTINO	42,159947	11,742631

In Figura 7 sono riportate le foto di un campionatore a flusso 0.5 l/min ed uno a flusso di 2 l/min installato in prossimità della zona portuale.



Figura 7: Campionatore a flusso 0.5 l/min (in alto) e a flusso 2 l/min (in basso) installati nella zona portuale di Civitavecchia.

Questa campagna di misura nella fase *ante operam* ha previsto la determinazione sul materiale particolare (PM10) degli IPA e di una serie di metalli (normati e non) sui filtri.

Queste misure costituiscono il background *ante operam*. In questo modo sono state acquisite informazioni sulla concentrazione di specifici inquinanti prima della fase di cantiere.

Il campionamento con Smart Sampler a flusso 0.5 l/min è stato effettuato su membrane filtranti di teflon di diametro pari a 37 millimetri su cui si sono depositate le polveri di PM10. La durata del campionamento è stata di circa un mese.

Mentre per quello effettuato con campionatori a flusso 2 l/min sono state utilizzate membrane filtranti di teflon di diametro pari a 47 millimetri e la durata di ciascun campionamento è stata di circa 20 giorni. Sono state determinate le concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici e Metalli (normati e non) contenuti sul particolato atmosferico “catturato” sul filtro.

Nella Tabella 8 si riporta uno schema sintetico sui campioni raccolti e analizzati.

Tabella 8: Campioni di PM10 e caratterizzazione chimica effettuata nei 20 periodi di campionamento per ciascun campionatore Smart Sampler installato nella fase ante operam (in azzurro, utilizzati campionatori a flusso 0.5 l/min; in giallo, utilizzati campionatori a flusso 2 l/min).

CAMPIONATORI	LOCALIZZAZIONE	1° PERIODO	2° PERIODO	3° PERIODO	4° PERIODO	5° PERIODO	6° PERIODO	7° PERIODO	8° PERIODO	9° PERIODO	10° PERIODO	11° PERIODO
		CAMP: DAL 04/05/21 AL 25/05/21	CAMP: DAL 04/05/21 AL 03/06/21	CAMP: DAL 25/05/21 AL 14/06/21	CAMP: DAL 14/06/21 AL 07/07/21	CAMP: DAL 07/07/21 AL 28/07/21	CAMP: DAL 28/07/21 AL 18/08/21	CAMP: DAL 18/08/21 AL 14/09/21	CAMP: DAL 08/09/21 AL 05/10/21	CAMP: DAL 14/09/21 AL 05/10/21	CAMP: DAL 05/10/21 AL 25/10/21	CAMP: DAL 26/10/21 AL 13/12/21
SAMPLER 1	CIVITAVECCHIA PORTO CEDONIO	-	ANALISI METALLI	-	-	-	-	-	ANALISI IPA	-	-	ANALISI METALLI
SAMPLER 2	CIVITAVECCHIA PORTO BANCHINA 28	ANALISI IPA	-	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-
SAMPLER 3	CIVITAVECCHIA PORTO VARCO NORD	ANALISI IPA	-	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-
SAMPLER 4	CIVITAVECCHIA PORTO TETTO SEDE CENTRALE	ANALISI IPA	-	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-
SAMPLER BIANCO	CENTRALINA S. AGOSTINO	ANALISI IPA	-	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-

CAMPIONATORI	LOCALIZZAZIONE	12° PERIODO	13° PERIODO	14° PERIODO	15° PERIODO	16° PERIODO	17° PERIODO	18° PERIODO	19° PERIODO	20° PERIODO
		CAMP: DAL 25/10/21 AL 17/11/21	CAMP: DAL 17/11/21 AL 13/12/21	CAMP: DAL 13/12/21 AL 11/01/22	CAMP: DAL 11/01/22 AL 01/02/22	CAMP: DAL 01/02/22 AL 01/03/22	CAMP: DAL 01/03/22 AL 04/04/22	CAMP: DAL 04/04/22 AL 23/05/22	CAMP: DAL 04/04/22 AL 29/04/22	CAMP: DAL 29/04/22 AL 23/05/22
SAMPLER 1	CIVITAVECCHIA PORTO CEDONIO	-	-	-	-	-	-	ANALISI METALLI	-	-
SAMPLER 2	CIVITAVECCHIA PORTO BANCHINA 28	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI
SAMPLER 3	CIVITAVECCHIA PORTO VARCO NORD	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI
SAMPLER 4	CIVITAVECCHIA PORTO TETTO SEDE CENTRALE	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI
SAMPLER BIANCO	CENTRALINA S. AGOSTINO	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	ANALISI IPA	ANALISI METALLI	-	ANALISI IPA	ANALISI METALLI

In Tabella 9 vengono riportate le concentrazioni di PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dei filtri raccolti su cui è stata successivamente effettuata la determinazione analitica di IPA e metalli.

Tabella 9: Filtri di PM10 raccolti durante la campagna di monitoraggio svolta con Smart Sampler nell'area di interesse nella fase ante operam.

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PERIODO DI CAMPIONAMENTO																			
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
SAMPLER 1	-	32	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.D.*	-	-
SAMPLER 2	29	-	24	36	32	44	29	-	-	25	-	-	-	20	20	22	27	-	22	26
SAMPLER 3	28	-	20	45	28	39	27	-	-	19	-	28	20	28	22	24	24	-	23	23
SAMPLER 4	20	-	19	28	23	27	22	-	-	18	-	19	13	16	18	15	23	-	18	-
SAMPLER BIANCO	19	-	-	23	-	24	18	-	-	15	-	13	12	13	8	-	18	-	14	18

*Dato previsto, ma non disponibile per problemi tecnici

3.3.1 Risultati campagna di monitoraggio - analisi di IPA

I filtri di PM10 raccolti dai campionatori sono stati caratterizzati chimicamente. La determinazione degli IPA è stata effettuata secondo metodo UNI EN 15549:2008 o metodo equivalente. Gli IPA indagati sono stati 12.

Nella Tabella 10 vengono riportati i risultati dei filtri raccolti durante i seguenti periodi:

- 1° campionamento: dal 4 maggio al 25 maggio 2021
- 4° campionamento: dal 14 giugno al 07 luglio 2021
- 6° campionamento: dal 28 luglio al 18 agosto 2021
- 8° campionamento: dal 08 settembre al 15 ottobre 2021
- 9° campionamento: dal 14 settembre al 5 ottobre 2021
- 12° campionamento: dal 25 ottobre al 17 novembre 2021
- 14° campionamento: dal 13 dicembre 2021 al 11 gennaio 2022
- 16° campionamento: dal 01 febbraio al 01 marzo 2022
- 19° campionamento: dal 04 aprile al 29 aprile 2022

Tabella 10: Risultati di ciascun IPA indagato (ng/m³) con i campionatori basso flusso nei periodi specifici di campionamento presso il porto di Civitavecchia durante la fase ante operam.

IPA (NG/M³)	SAMPLER 1									SAMPLER 2									SAMPLER 3								
	N° CAMPIONAMENTI									N° CAMPIONAMENTI									N° CAMPIONAMENTI								
	1°	4°	6°	8°	9°	12°	14°	16°	19°	1°	4°	6°	8°	9°	12°	14°	16°	19°	1°	4°	6°	8°	9°	12°	14°	16°	19°
BENZO(A)PIRENE	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	0,03	0,01	0,01	-	<0,01	-	0,07	0,06	0,04	0,03	0,01	0,01	-	-	0,03	0,07	0,07	0,05
FENANTRENE	-	-	-	0,07	-	-	-	-	-	<0,01	0,03	<0,01	-	0,02	-	0,03	0,05	0,04	<0,01	0,02	<0,01	-	-	0,03	0,02	0,05	0,04
ANTRACENE	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
FLUORANTENE	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	<0,01	0,02	<0,01	-	0,02	-	0,06	0,06	0,05	<0,01	0,02	<0,01	-	-	0,04	0,06	0,06	0,05
PIRENE	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	<0,01	0,03	0,02	-	0,02	-	0,05	0,06	0,05	<0,01	0,02	0,02	-	-	0,04	0,05	0,07	0,05
BENZO(A)ANTRACENE	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	0,03	0,01	0,01	-	0,02	-	0,04	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	-	-	0,01	0,04	0,04	0,03
CRISENE	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	0,04	0,02	0,02	-	0,02	-	0,05	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	-	-	0,02	0,06	0,08	0,04
BENZO(B)FLUORANTENE	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01	0,02	0,03	-	<0,01	-	0,15	0,15	0,06	<0,01	0,01	0,03	-	-	0,04	0,14	0,17	0,06
BENZO(K)FLUORANTENE	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	0,02	0,01	0,01	-	0,01	-	0,06	0,07	0,03	0,02	0,01	0,01	-	-	0,03	0,06	0,08	0,03
DIBENZO(A,H)ANTRACENE	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	0,09	0,05	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	<0,01	0,1	0,04	0,04
BENZO(G,H,I)PERILENE	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	0,15	0,12	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	0,07	0,16	0,12	0,06
INDENO(1,2,3-C,D)PIRENE	-	-	-	<0,01	-	-	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	0,12	0,17	0,05	<0,01	<0,01	0,01	-	-	0,05	0,11	0,18	0,05

IPA (NG/M³)	SAMPLER 4									SAMPLER BIANCO								
	N° CAMPIONAMENTI									N° CAMPIONAMENTI								
	1°	4°	6°	8°	9°	12°	14°	16°	19°	1°	4°	6°	8°	9°	12°	14°	16°	19°
BENZO(A)PIRENE	0,03	0,01	0,01	-	0,01	0,03	0,08	0,07	0,05	0,03	0,01	0,01	-	<0,01	0,02	0,07	N.D.*	0,04
FENANTRENE	<0,01	0,02	<0,01	-	0,02	0,04	0,02	0,06	0,04	<0,01	0,02	<0,01	-	0,01	0,02	0,02	N.D.*	0,03
ANTRACENE	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	N.D.*	<0,01
FLUORANTENE	<0,01	0,02	<0,01	-	0,01	0,04	0,06	0,07	0,06	<0,01	0,02	<0,01	-	0,01	0,02	0,05	N.D.*	0,05
PIRENE	<0,01	0,02	0,02	-	0,02	0,04	0,05	0,07	0,05	<0,01	0,02	0,01	-	0,01	0,02	0,04	N.D.*	0,05
BENZO(A)ANTRACENE	0,02	0,01	0,01	-	0,01	0,01	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	<0,01	-	0,01	0,01	0,04	N.D.*	0,02
CRISENE	0,03	0,01	0,01	-	0,02	0,02	0,05	0,06	0,05	0,02	0,01	0,01	-	0,01	0,01	0,04	N.D.*	0,03
BENZO(B)FLUORANTENE	<0,01	0,01	0,02	-	<0,01	0,05	0,17	0,16	0,06	<0,01	<0,01	0,02	-	<0,01	0,04	0,18	N.D.*	0,06
BENZO(K)FLUORANTENE	0,02	0,01	0,01	-	0,01	0,04	0,08	0,08	0,03	0,02	0,01	0,01	-	0,01	0,02	0,08	N.D.*	0,03
DIBENZO(A,H)ANTRACENE	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	0,11	0,06	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	0,11	N.D.*	0,04
BENZO(G,H,I)PERILENE	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,1	0,31	0,25	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,07	0,2	N.D.*	0,06
INDENO(1,2,3-C,D)PIRENE	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,06	0,12	0,22	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,04	0,17	N.D.*	0,05

Durante la fase *ante operam* i risultati degli IPA non hanno evidenziato criticità.

3.3.2 Risultati campagna di monitoraggio - analisi dei metalli

La determinazione dei metalli effettuata sui filtri di PM10 raccolti è stata effettuata dal laboratorio dell'ARPA Lazio secondo il metodo UNI EN 14902:2005 o metodo equivalente.

I metalli indagati sono 13, oltre i 4 metalli normati (arsenico, cadmio, nichel e piombo) sono stati determinati antimonio, argento, cobalto, manganese, rame, selenio, tallio, uranio, e vanadio.

I campionamenti coinvolti da questa determinazione sono i seguenti:

- 2° campionamento: dal 04 maggio al 03 giugno 2021
- 3° campionamento: dal 25 maggio al 14 giugno 2021
- 5° campionamento: dal 07 luglio al 28 luglio 2021
- 7° campionamento: dal 18 agosto al 14 settembre 2021
- 10° campionamento: dal 05 ottobre al 25 ottobre 2021
- 11° campionamento: dal 26 ottobre al 13 dicembre 2021
- 13° campionamento: dal 17 novembre al 13 dicembre 2021
- 15° campionamento: dal 11 gennaio al 01 febbraio 2022
- 17° campionamento: dal 01 marzo al 04 aprile 2022
- 18° campionamento: dal 04 aprile al 23 maggio 2022
- 20° campionamento: dal 29 aprile al 23 maggio 2022

Tabella 11: Risultati di ciascun metallo indagato (ng/m³) con i campionatori Smart nei periodi di campionamento presso il porto di Civitavecchia nella fase ante operam.

METALLI (NG/M ³)	SAMPLER 1											SAMPLER 2											SAMPLER 3										
	N° CAMPIONAMENTI											N° CAMPIONAMENTI											N° CAMPIONAMENTI										
	2°	3°	5°	7°	10°	11°	13°	15°	17°	18°	20°	2°	3°	5°	7°	10°	11°	13°	15°	17°	18°	20°	2°	3°	5°	7°	10°	11°	13°	15°	17°	18°	20°
ARSENICO	<0,2	-	-	-	-	0,36	-	-	-	N.D.*	-	-	0,41	0,55	1,1	0,23	-	<0,2	0,48	0,53	-	0,57	-	0,29	0,39	0,36	<0,2	-	0,23	0,6	0,54	-	0,36
CADMIO	10	-	-	-	-	<0,2	-	-	-	N.D.*	-	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
NICHEL	5,7	-	-	-	-	6,8	-	-	-	N.D.*	-	-	6,0	10	10	2,1	-	1,3	4,3	2,1	-	4,1	-	3,6	5,5	5,2	3,0	-	1	6,3	2,3	-	1,9
PIOMBO	1,8	-	-	-	-	5,1	-	-	-	N.D.*	-	-	2,3	3,2	0,36	1,1	-	<1	6,9	3,7	-	4,5	-	1,8	5,2	2,2	1,3	-	1,9	5,1	4	-	2,4
ANTIMONIO	0,50	-	-	-	-	0,72	-	-	-	N.D.*	-	-	0,92	0,84	10	0,63	-	0,29	1,3	0,8	-	0,37	-	1,1	1,4	1,3	0,67	-	0,82	2,9	1,8	-	1,2
ARGENTO	<0,2	-	-	-	-	4	-	-	-	N.D.*	-	-	<0,2	<0,2	8,7	<0,2	-	3,1	<0,2	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	0,69	<0,2	<0,2	-	<0,2
COBALTO	0,48	-	-	-	-	<0,2	-	-	-	N.D.*	-	-	0,30	0,45	<1	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	0,33	-	<0,2	0,28	0,22	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
MANGANESE	3,7	-	-	-	-	4,7	-	-	-	N.D.*	-	-	6,1	8,9	<0,2	3,2	-	2,4	8,9	11	-	16	-	4,9	7,8	7,8	2,8	-	5,4	13	10	-	8,4
RAME	2,8	-	-	-	-	8	-	-	-	N.D.*	-	-	7,5	6,8	39	3,2	-	3,2	25	10	-	11	-	8,0	9,6	9,3	4,2	-	7	30	15	-	8,2
SELENIO	<1	-	-	-	-	<1	-	-	-	N.D.*	-	-	<1	<1	0,51	<1	-	<1	<1	<1	-	<1	-	<1	<1	<1	<1	-	<1	<1	<1	-	<1
TALLIO	1,0	-	-	-	-	<1	-	-	-	N.D.*	-	-	<1	<1	<0,2	<1	-	<1	<1	<1	-	<1	-	<1	<1	<1	<1	-	<1	<1	<1	-	<1
URANIO	<0,2	-	-	-	-	<0,2	-	-	-	N.D.*	-	-	<0,2	<0,2	14	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
VANADIO	11	-	-	-	-	11	-	-	-	N.D.*	-	-	16	21	3,2	5,3	-	<0,2	8,1	2,8	-	7	-	8,7	12	13	7,7	-	<0,2	15	3,0	-	2,9

*Dato previsto, ma non disponibile per problemi tecnici

METALLI (NG/M ³)	SAMPLER 4											SAMPLER BIANCO										
	N° CAMPIONAMENTI											N° CAMPIONAMENTI										
	2°	3°	5°	7°	10°	11°	13°	15°	17°	18°	20°	2°	3°	5°	7°	10°	11°	13°	15°	17°	18°	20°
ARSENICO	-	0,27	0,28	0,27	<0,2	-	<0,2	0,36	0,51	-	<0,2	-	-	-	0,28	<0,2	-	<0,2	0,24	0,6	-	0,32
CADMIO	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	-	-	-	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
NICHEL	-	8,6	8,4	6,8	1,3	-	<1	2,5	2,1	-	<1	-	-	-	1,8	<1	-	2,1	1,6	1,4	-	7,7
PIOMBO	-	2,2	2,1	2,0	<1	-	1,6	4,1	4,1	-	<1	-	-	-	1,5	<1	-	<1	2,1	3,7	-	2,4
ANTIMONIO	-	0,59	0,57	0,74	0,41	-	0,21	0,93	0,70	-	<0,2	-	-	-	0,37	0,22	-	<0,2	0,39	0,53	-	0,36
ARGENTO	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	0,51	<0,2	<0,2	-	<0,2	-	-	-	<0,2	<0,2	-	4,2	0,56	<0,2	-	<0,2
COBALTO	-	0,43	0,33	0,22	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	-	-	-	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
MANGANESE	-	4,2	5,6	6,1	2,4	-	1,6	6,2	8	-	1,8	-	-	-	5,7	1,5	-	2,1	9	6,5	-	7,9
RAME	-	5,3	5,5	6,1	2,9	-	2,8	26	9,1	-	2,4	-	-	-	3,7	1,5	-	3,5	23	9,4	-	4,4
SELENIO	-	<1	<1	<1	<1	-	<1	<1	<1	-	<1	-	-	-	<1	<1	-	<1	<1	<1	-	<1
TALLIO	-	<1	<1	<1	<1	-	<1	<1	<1	-	<1	-	-	-	<1	<1	-	<1	<1	<1	-	<1
URANIO	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2	-	-	-	<0,2	<0,2	-	<0,2	<0,2	<0,2	-	<0,2
VANADIO	-	19	20	18	2,6	-	<0,2	3,4	2,6	-	<0,2	-	-	-	2,3	0,43	-	<0,2	<0,2	1,1	-	2

Dai risultati ottenuti nella fase *ante operam* si evidenzia che nessun campione ha registrato valori anomali.

3.4 Stima dell'andamento giornaliero di PM10 e PM2.5

Presso la stazione di monitoraggio di Civitavecchia Porto, è presente un campionatore ottico che determina in continuo le stime di PM10 e PM2.5.

In Tabella 12, sono messi a confronto i valori di PM10 ottenuti mediante metodo di misura per assorbimento raggi beta (strumentazione automatica "certificata equivalente" al metodo di riferimento come definito dal d.lgs. 155/2010) e le stime ottenute mediante monitoraggio continuo di polveri (CPM) con campionatore ottico "Light Scattering". Dai dati si evidenzia una sottostima del contatore ottico (CPM) rispetto al valore misurato dall'analizzatore che utilizza il principio di misura dei raggi beta.

Tabella 12: confronto tra PM10 secondo d.lgs. 155/2010 con stima del contatore ottico in continuo CPM10 per il 2018 e 2019.

	PM10 ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	STIMA CPM10 ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)
2019	20	18
2020	17	18
2021	17	13

I valori stimati dal contatore ottico (CPM) forniscono elementi di valutazione sulla modulazione oraria giornaliera delle concentrazioni di particolato.

Nella figura 7 si riportano le stime del valore di concentrazione di massa medio orario del PM10 e PM2.5 per tutto l'anno 2021.

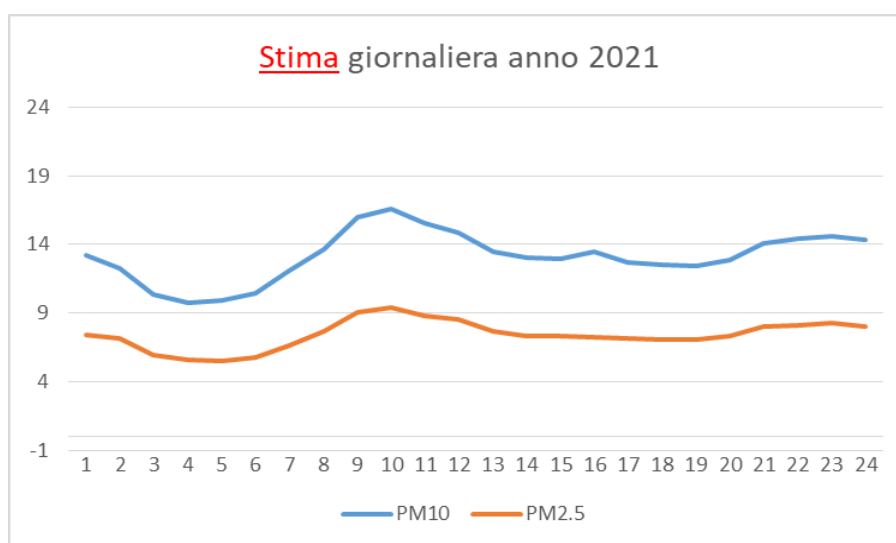


Figura 8: Stima giornaliera dell'andamento del PM10 e PM2.5 per l'anno 2021.

3.5 Inquadramento meteorologico

A supporto dell'analisi dei dati degli inquinanti misurati è stata effettuata per la fase *ante operam* un'analisi dei dati meteo della stazione collocata sul tetto dell'headquarter del porto di Civitavecchia.

Nella figura sottostante è rappresentata la rosa dei venti del periodo 15.05.21 – 15.05.22.

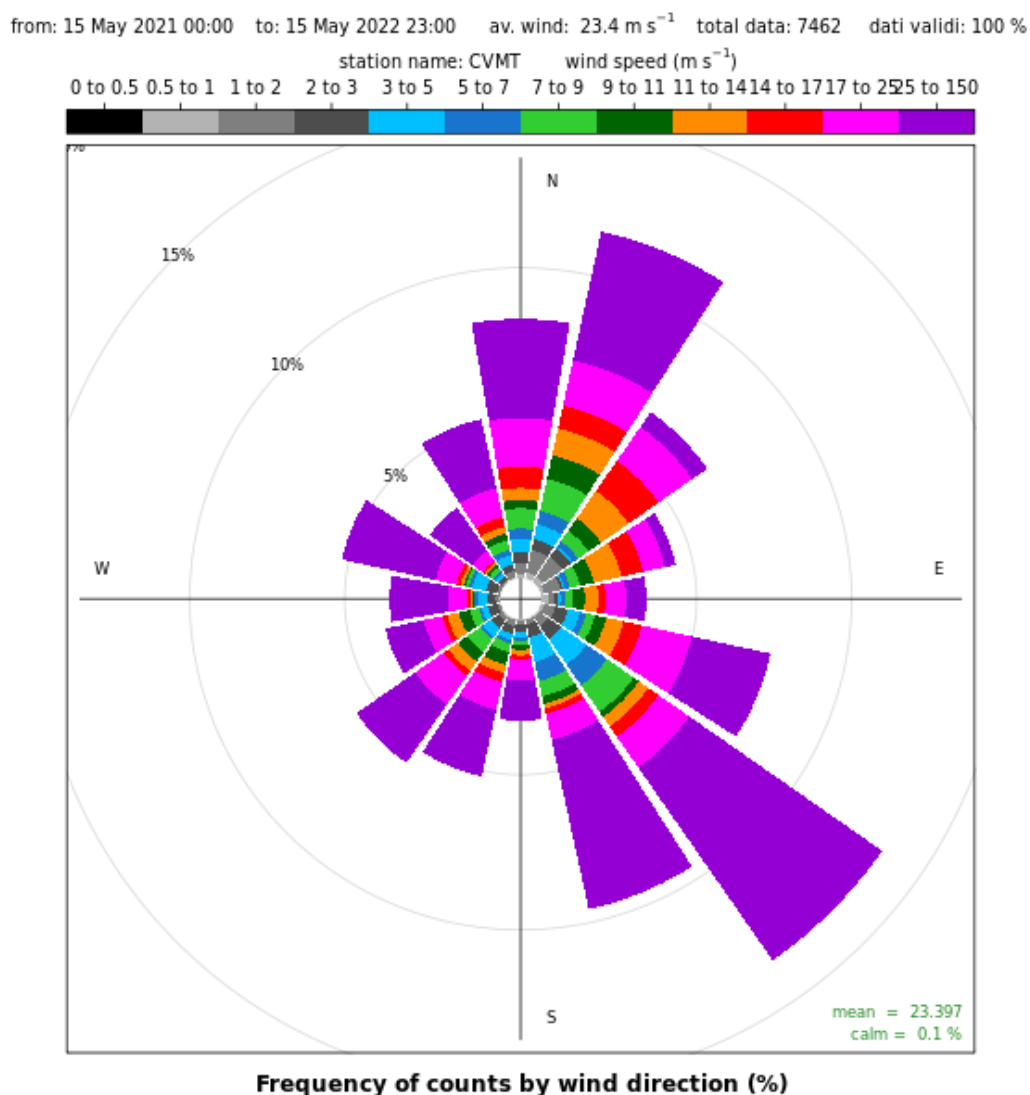


Figura 9: Rosa dei venti della stazione dell'headquarter del porto di Civitavecchia

La percentuale dei dati validi è del 100%. Dalla rosa dei venti si evidenzia la direzione preferenziale (con maggiore preferenza) nel I e II quadrante. Si tratta delle correnti tipiche legate al transito delle perturbazioni. Le componenti da nord sono tipicamente invernali, quelli da sud-est primaverili e autunnali. I venti occidentali si dividono in due componenti a causa della presenza dei monti della Tolfa nel suo entroterra, con il risultato di un rafforzamento della componente da sud-est in intensità e frequenza. Le brezze di mare, attive soprattutto nel periodo estivo, si sovrappongono nel II quadrante ai venti sinottici e sono invece più evidenti nel III quadrante. I venti da est, schermati dai rilievi orografici sono poco frequenti e deboli.

Nella tabella successiva si riportano i parametri meteorologici relativi alla precipitazione e vento registrati dal 15 maggio 2021 al 15 maggio 2022.

Tabella 13: Parametri meteorologici di precipitazione e vento registrati dalla stazione sita sul tetto dell'headquarter dal 15 maggio 2021 al 15 maggio 2022.

	PERIODO: DAL 15 MAGGIO 2021 AL 15 MAGGIO 2022					
	N° GIORNI DI MONITORAGGIO: 312					
	PRECIPITAZIONE					VENTO MEDIO (m/s)
	CUMUL. TOT (MM)	GIORNO MAGGIORMENTE PIOVOSO	N° GIORNI PIOVOSI (>1 MM)	N° GIORNI NON PIOVOSI	% GIORNI PIOVOSI	
STAZIONE METEO HEADQUARTER	208.3	25 NOVEMBRE 2021 (21.8 MM)	36	276	11.5%	0.7

In Figura 9 (a sinistra) si evidenzia come l'intensità del vento medio aumenti notevolmente con il transito delle perturbazioni autunnali/invernali. Il vento medio più intenso si è registrato nella giornata del 02 aprile 2022 (9.1 m/s).

Nei mesi autunnale/invernali, comunque, l'intensità media del vento aumenta anche a causa l'attivarsi delle brezze di mare.

La campagna mostra la tipica variabilità stagionale (pochi giorni piovosi, ma carattere di rovescio temporale in estate, maggiori e più continue precipitazioni in autunno/inverno), che ha portato ad avere numerose giornate con deboli precipitazioni, seppur il numero di giorni piovosi (giorni con precipitazione cumulata maggiore di > 1 mm) rappresenti solo il 11.5% dell'intera campagna.

L'intensità più bassa della radiazione globale (asterisco giallo) solare riflette le giornate di pioggia e la presenza di nuvolosità. L'andamento è di tipo parabolico, andamento tipico dovuto dal passaggio dai mesi primaverili/estivi a quelli autunnali/invernali.

L'umidità è oscillata tra il 100% e il 0.43% (Figura 9, destra) con mediana attorno al 65%, quindi abbastanza elevata. Temperatura mai scesa sotto lo 0°C (assenza di gelate) e mediana attorno a 20°C a causa dell'influenza mitigatrice del mare nei mesi autunnali/invernali.

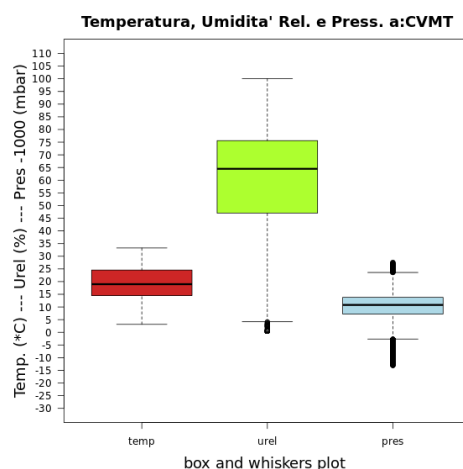
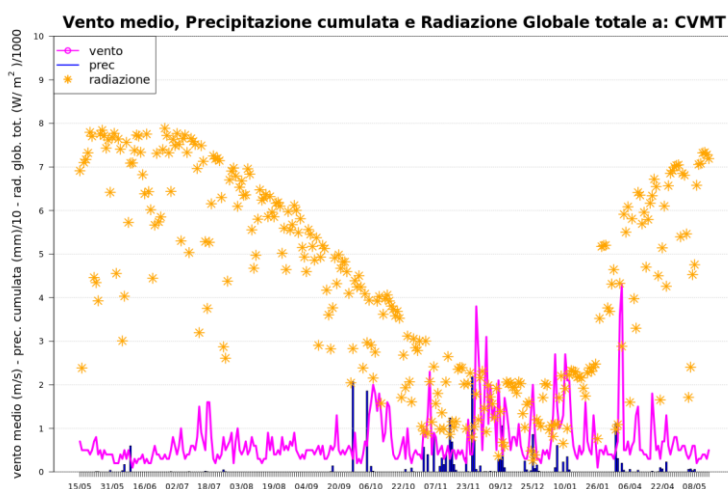


Figura 9: Per il periodo dal 15 maggio 2021 al 15 maggio 2022, andamento giornaliero del vento, della precipitazione cumulata e della radiazione globale (a sinistra) e box plot di umidità relativa, temperatura e pressione (a destra) registrato dalla stazione dell'headquarter del porto di Civitavecchia.

4 Conclusioni

I risultati dei monitoraggi effettuati nella fase *ante operam* non hanno evidenziato criticità per quanto riguarda la matrice aria.

Anche il confronto dei risultati delle determinazioni di IPA e metalli sui filtri di PM10 raccolti nelle varie postazioni oggetto di monitoraggio localizzate all'interno del porto di Civitavecchia, rispetto ai risultati ottenuti presso la postazione di "bianco" situata in località Sant'Agostino, conferma l'assenza di criticità relative all'inquinamento atmosferico.

Le attività di monitoraggio della fase corso d'opera sono partite con l'inizio dei lavori (16 maggio 2022) e proseguiranno fino al termine della realizzazione dell'opera strategica. Successivamente sarà attivato il monitoraggio per la fase *post operam*. In questa fase (che avrà la durata di un anno) saranno analizzati e caratterizzati i filtri raccolti dai campionatori già installati, attraverso campagne analoghe a quella effettuate nelle due fasi precedenti.

Inoltre saranno analizzati i dati della qualità dell'aria delle due centraline fisse appartenenti alla rete di monitoraggio gestita da ARPA Lazio (Civitavecchia Porto e Fiumaretta) al fine di monitorare eventuali variazioni sulla qualità dell'aria generate dall'esercizio della nuova infrastruttura.