

Campagna di monitoraggio di aria ambiente vento-selettiva, finalizzata alla determinazione dei metalli pesanti, nel comune di Brindisi – Zona Industriale c/o Sede del Consorzio A.S.I. – Periodo: dal 13 dicembre 2018 al 15 gennaio 2019.

1. Premessa.

Nel periodo dal 13 dicembre 2018 (ore 11:30) al 15 gennaio 2019 (ore 10:30) (come da verbale di prelievo pratica n. 05/CRA/2019) il Centro Regionale Aria di ARPA Puglia – Ufficio QA BR-LE-TA, ha effettuato una campagna di monitoraggio vento-selettiva in aria ambiente di microinquinanti inorganici (metalli pesanti), nell'area Industriale di Brindisi sul lastrico solare della Sede del Consorzio A.S.I. in via Angelo Titi. La campagna è stata effettuata mediante l'utilizzo di un campionatore "Wind Select" in dotazione all'Agenzia, in grado di raccogliere il particolato atmosferico su diversi supporti di campionamento, così da campionare separatamente le frazioni di particolato in base al loro diametro aerodinamico ed in base alle condizioni del vento.



Vista zona industriale e portuale (merci e turisti) di Brindisi

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it



Vista zona urbana di Brindisi

Il WindSelect (MonitoringSystems GmbH, Austria) è dotato di una pompa di aspirazione, di un sistema di rilevazione della velocità e direzione del vento e di un meccanismo di valvole che, in funzione del segnale rilevato dal sensore meteo, può indirizzare i flussi campionati in apposite e distinte cartucce in ciascuna delle quali vengono campionate in maniera simultanea le frazioni di particolato atmosferico con diametro aerodinamico $< 2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$) e $< 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}). È possibile, pertanto, programmare i campionamenti sia in funzione della direzione che della velocità del vento.

2 di 5

Ciascuna cartuccia WindSelect è costituita da 3 sezioni in cui vengono alloggiare membrane filtranti, su cui vengono campionate diverse frazioni di particolato (diametro particolato $> 10 \mu\text{m}$; diametro $< 2,5 \mu\text{m}$; diametro compreso fra 2,5 e $10 \mu\text{m}$).

Nel presente report si riportano i risultati del monitoraggio e le valutazioni circa i dati ottenuti. Le attività analitiche sui campioni di particolato raccolti sono state effettuate presso i Servizi Laboratorio del DAP dell'Arpa di Brindisi che ha trasmesso i Rapporti di Prova n. 940-941-942-943-944-945-946-947-948-949-950-951 del 31/01/2020 (allegati alla presente relazione).

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

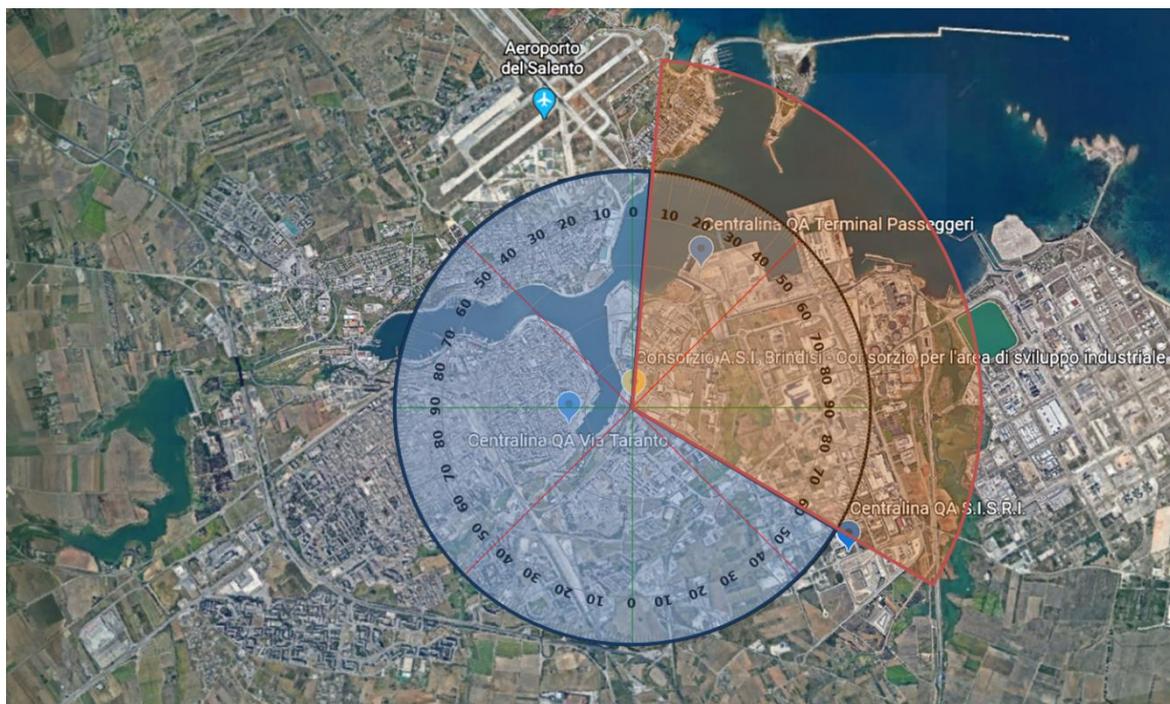
Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

2. Il sito di monitoraggio.

Il sito di monitoraggio e l'area circostante sono mostrati nelle ortofoto seguenti, dove è rappresentato anche il modo in cui sono state ripartite le diverse aree del campionamento.



3 di 5

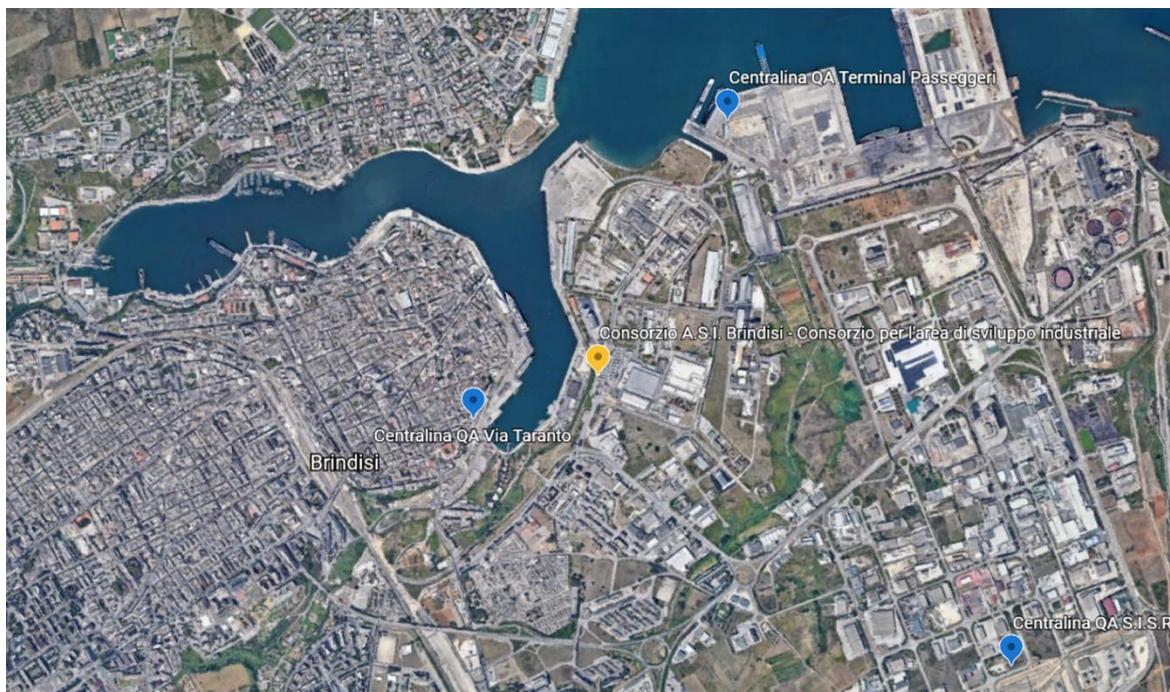


Figura 1. geolocalizzazione del sito di monitoraggio

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica

Centro Regionale Aria
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Nella tabella seguente sono indicate le impostazioni utilizzate per lo svolgimento della presente campagna di monitoraggio:

Cartuccia	Settore	Identificativo	Velocità del vento (Velocità minima campionata)
1	5° ÷ 120°	ZONA INDUSTRIALE-PORTUALE	≥0.5 m/s
2	121° ÷ 4°	ZONA URBANA	
3	-	CALMA DI VENTO	<0.5 m/s

Le caratteristiche del sito e alcuni dati meteorologici rilevati nel corso della campagna sono riportati nelle tabelle 1 e 2.

Tabella 1. Sito e condizioni meteorologiche durante il monitoraggio

SITO	Coordinate	Distanza dai confini dell'area industriale	Distanza dai confini del centro cittadino	Altezza del punto di campionamento rispetto alla strada	Stagione	Media della Temperatura Ambiente (°C)	Pioggia nel periodo di monitoraggio (cumulativo) (mm)
Consorzio ASI BR	40.635864N; 17.954129E	Nella zona industriale	~300 m	~12 m	Autunno/inverno	10	68

4 di 5

Nel periodo monitorato si sono avuti 14 giorni piovosi (PIOGGIA > 0,20 mm di acqua). La quantità di pioggia accumulata in mm/m² (somma relativa alla giornata), le temperature medie giornaliere, la direzione (DV) e la velocità media del vento (VV) misurati nel periodo del monitoraggio sono riportati nella tabella 2.

Tabella 2. Dati meteo del periodo (Stazione Brindisi - Terminal Passeggeri).

Data	VV Terminal P.	DV Terminal P.	PIOGGIA Terminal P.	TEMP Terminal P.
	m/s	SETTORE	mm	gradi C.
13/12/2018	1.4	SSE	0.0	10.6
14/12/2018	1.4	S	0.6	14.6
15/12/2018	7.3	NNO	11.0	11.6
16/12/2018	6.9	NNO	0.0	9.5
17/12/2018	2.0	S	16.0	10.2
18/12/2018	7.7	NNO	3.0	11.2
19/12/2018	4.4	N	0.0	11.2
20/12/2018	1.4	SSE	0.0	10.6
21/12/2018	1.7	N	0.0	11.9
22/12/2018	0.7	SSE	0.0	12.8

Data	VV Terminal P.	DV Terminal P.	PIOGGIA Terminal P.	TEMP Terminal P.
	m/s	SETTORE	mm	gradi C.
23/12/2018	0.9	S	0.0	13.2
24/12/2018	2.3	SSE	0.0	14.8
25/12/2018	9.6	N	0.0	11.4
26/12/2018	6.0	NNE	0.0	10.9
27/12/2018	6.4	NNO	0.0	12.5
28/12/2018	3.7	NO	0.0	11.6
29/12/2018	5.9	NNO	0.0	12.9
30/12/2018	2.3	NNE	0.0	11.7
31/12/2018	5.2	NNE	0.6	11.2
01/01/2019	5.7	NNE	0.0	11.6

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Data	VV Terminal P.	DV Terminal P.	PIOGGIA Terminal P.	TEMP Terminal P.
	m/s	SETTORE	mm	gradi C.
02/01/2019	3.5	NNE	2.8	8.9
03/01/2019	8.1	N	0.6	7.8
04/01/2019	6.6	N	4.2	3.2
05/01/2019	5.7	N	1.8	6.6
06/01/2019	7.4	N	2.2	9.4
07/01/2019	8.3	N	0.0	7.4
08/01/2019	3.0	NNE	0.0	6.6
09/01/2019	2.7	SSE	7.2	8.5

Data	VV Terminal P.	DV Terminal P.	PIOGGIA Terminal P.	TEMP Terminal P.
	m/s	SETTORE	mm	gradi C.
10/01/2019	2.9	NNO	13.0	7.2
11/01/2019	3.3	NNE	2.8	7.7
12/01/2019	7.4	N	0.0	9.4
13/01/2019	2.2	N	0.0	8.8
14/01/2019	1.3	S	2.4	7.8
15/01/2019	8.2	N	0.0	10.1
n.d.: non disponibile				

Di seguito si riporta il grafico della rosa dei venti rilevati nell'intero periodo della campagna di monitoraggio. I venti prevalenti nel periodo osservato provenivano in misura maggiore dai quadranti settentrionali. Come dimostrano le occorrenze riportate nella tabella allegata al grafico, il sito di campionamento è risultato frequentemente sottovento all'area urbana di Brindisi e più raramente all'area industriale-portuale.

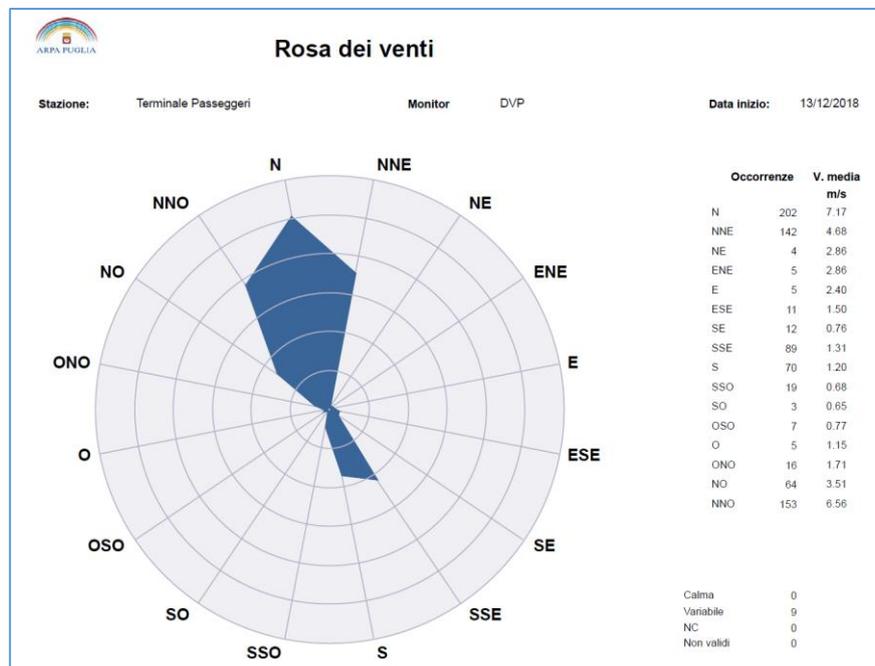


Figura 2. Rosa dei venti nel periodo di monitoraggio (sito: Terminal Passeggeri)

Nel periodo di monitoraggio le concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ registrate presso le stazioni fisse circostanti (Brindisi-Terminal P., Brindisi-Sisri e Brindisi-via Taranto) sono riportate in tabella 3 e gli andamenti sono mostrati nel grafico di Figura 3.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
 Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

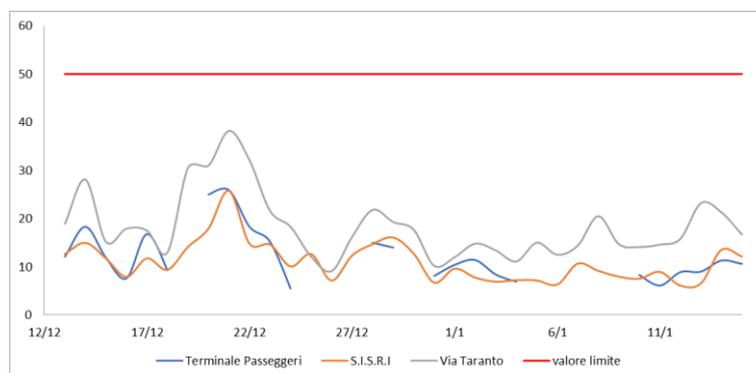


Figura 3. Andamenti delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ registrate presso le stazioni RRQA Brindisi-Terminal P., Brindisi-Sisri e Brindisi-via Taranto nel periodo di monitoraggio.

Tabella 3. Medie giornaliere di PM₁₀ a Brindisi

data	Terminale Passeggeri	S.I.S.R.I.	Via Taranto
	µg/m ³		
13/12/2018	12	13	19
14/12/2018	18	15	28
15/12/2018	12	12	15
16/12/2018	8	8	18
17/12/2018	17	12	18
18/12/2018	9	9	13
19/12/2018	n.d.	14	31
20/12/2018	25	18	31
21/12/2018	26	26	38
22/12/2018	18	15	32
23/12/2018	15	15	22
24/12/2018	6	10	18
25/12/2018	n.d.	13	12
26/12/2018	n.d.	7	9
27/12/2018	n.d.	12	16
28/12/2018	15	15	22
29/12/2018	14	16	19

data	Terminale Passeggeri	S.I.S.R.I.	Via Taranto
	µg/m ³		
30/12/2018	n.d.	13	18
31/12/2018	8	7	10
01/01/2019	10	10	12
02/01/2019	11	8	15
03/01/2019	8	7	13
04/01/2019	7	7	11
05/01/2019	n.d.	7	15
06/01/2019	n.d.	6	13
07/01/2019	n.d.	11	14
08/01/2019	n.d.	9	21
09/01/2019	n.d.	8	15
10/01/2019	8	8	14
11/01/2019	6	9	15
12/01/2019	9	6	16
13/01/2019	9	7	23
14/01/2019	11	14	21
15/01/2019	11	12	17

3. Risultati del monitoraggio

Al termine della campagna, i filtri prelevati erano completamente integri e i volumi di aria campionata nel periodo dal 13 dicembre 2018 al 15 gennaio 2019 sono risultati pari a:

Cartuccia 1: 102.00 m³

Cartuccia 2: 1218.50 m³

Cartuccia 3: 71.84 m³

Nel periodo in questione, l'aria ambiente campionata nella direzione 5°-120° (cartuccia n. 1), ha coperto un angolo di 116° rivolto verso la zona industriale e portuale di Brindisi, come evidenziato in Figura 1. Lo strumento era predisposto, inoltre, per campionare sulla cartuccia n. 2 aria ambiente in un settore di circa 244° (da 121° a 4°) e poter pertanto prelevare l'aria in presenza di venti provenienti dall'area cittadina di Brindisi. La cartuccia n. 3 non era predisposta per campionare preferenzialmente da una direzione, bensì per campionare in caso di calma di vento (velocità < 0,5 m/s). I filtri, per ogni cartuccia, sono andati a costituire tre campioni, su cui è stata effettuata l'analisi quantitativa dei metalli, presso il laboratorio chimico del DAP di Brindisi, e sono rappresentativi dei settori descritti in tabella seguente.

Cartuccia	Settore	Identificativo	Velocità del vento (Velocità minima campionata)
1	5° ÷ 120°	ZONA INDUSTRIALE/PORTUALE	≥0.5 m/s
2	121° ÷ 4°	ZONA URBANA	
3	-	CALMA DI VENTO	<0.5 m/s

7 di 15

In materia di qualità dell'aria ambiente il testo attualmente in vigore a livello italiano è il Decreto Legislativo 13 agosto 2010 n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa."

Per "metalli pesanti" si intendono, convenzionalmente, quei metalli che hanno una densità maggiore di 4,5 grammi per centimetro cubo quali, ad esempio, arsenico, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, tallio, vanadio, ecc. Si tratta di costituenti naturali della crosta terrestre. Nell'aria ambiente, i metalli ed i loro composti si misurano nel particolato atmosferico ed, in particolare, nel PM₁₀.

La normativa vigente sulla qualità dell'aria ambiente prevede che per i microinquinanti inorganici devono essere misurati **arsenico, cadmio, nichel e piombo**, da rilevare sulla frazione PM₁₀ (ai sensi del DLgs 155/2010). Tale normativa fissa un valore obiettivo per il tenore totale medio annuo dei microinquinanti inorganici nella frazione PM₁₀, prelevando campioni distribuiti nelle diverse stagioni: 6 ng/m³ per l'arsenico, 5

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

ng/m³ per il cadmio, 20 ng/m³ per il nichel. Per il **piombo**, invece, la normativa fissa un valore limite pari a 500 ng/m³ (o 0,5 µg/m³), mediato su un anno solare (Tabella 4).

I metalli presenti nel particolato aerodisperso provengono da diverse fonti: il cadmio e lo zinco sono originati prevalentemente da impianti industriali, il rame ed il nichel da processi di combustione, il ferro proviene dall'erosione dei suoli, dall'utilizzo dei combustibili fossili e dalla produzione di leghe ferrose. Il piombo viene emesso in atmosfera sotto forma di particelle con diametro inferiore ad un micron e deriva principalmente dalle emissioni dei trasporti stradali.

Le concentrazioni dei microinquinanti inorganici misurate nel corso della presente campagna di monitoraggio sono state determinate su diverse frazioni di particolato (distinte in base al diametro aerodinamico ed alle condizioni meteo) e per un periodo di soltanto 1 mese. Per questi motivi, le concentrazioni dei microinquinanti rilevate nella campagna di monitoraggio di cui al presente rapporto possono essere confrontate con i valori di riferimento in via puramente indicativa.

Tabella 4. Riferimenti normativi D.Lgs. 155/2020 per i microinquinanti inorganici in aria ambiente.

Metallo	Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Riferimento di normativa
Arsenico	6 ng/m ³	<i>Anno solare</i>	valori obiettivo (art. 1 comma 2 lettera e, all. XIII.)
Cadmio	5 ng/m ³		
Nichel	20 ng/m ³		valore limite (annuale art.1 comma 2 lettera a, All. XI.)
Piombo	500 ng/m ³		

8 di 15

3.1. Le concentrazioni dei microinquinanti inorganici normati.

Le tabelle seguenti riportano le concentrazioni dei metalli normati determinate nei campioni di ognuna delle 3 cartucce, così come desunte dai rapporti di prova del laboratorio di Brindisi. Si rileva che, nel corso della campagna di monitoraggio dal 13/12/2018 al 15/01/2019, la concentrazione media di nichel nel PM₁₀ nella cartuccia orientata verso l'area industriale è risultata pari a 36,6 ng/m³.

Relativamente agli altri metalli normati, le concentrazioni sono risultate in tutte le cartucce molto basse o inferiori ai rispettivi limiti di quantificazione.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Tabella 5. Quantificazione dei metalli normati sul PM_{2,5} espressi in ng/m³

PM _{2,5}	Ni	As	Cd	Pb
ZONA INDUSTRIALE- PORTUALE	35,6	0,04	<0,020	<0,86
ZONA URBANA	2,96	0,01	0,004	<0,072
CALMA VENTO	7,30	<0,01	<0,028	<1,21

Valori espressi in ng/m³
I valori differenti del Limite di Quantificazione (LOQ) per lo stesso metallo sono dovuti ai differenti volumi campionati.

Tabella 6. Quantificazione dei metalli normati sul PM₁₀ espressi in ng/m³

PM ₁₀	Ni	As	Cd	Pb
ZONA INDUSTRIALE -PORTUALE	36,6	0,04	<0,020	<0,855
ZONA URBANA	3,09	0,02	0,004	<0,072
CALMA VENTO	7,91	<0,01	<0,028	<1,214

Valori espressi in ng/m³
I valori differenti del Limite di Quantificazione (LOQ) per lo stesso metallo sono dovuti ai differenti volumi campionati.

Dai dati misurati relativi alle concentrazioni degli inquinanti campionati nelle tre cartucce, conoscendo il volume di campionamento e le masse dei composti analizzati, è possibile anche calcolare le concentrazioni totali degli inquinanti misurati nel corso della campagna svolta, in modo tale da assimilare il campionamento ad un prelievo continuo non-direzionale, nello stesso sito e per lo stesso periodo. Scaturisce, pertanto, un confronto delle concentrazioni calcolate in totale per le 3 cartucce, come indicato nella tabella 7 con i valori di riferimento normativi.

9 di 15

Tabella 7. Calcolo delle concentrazioni dei metalli normati sul PM₁₀ (non direzionale) espressi in ng/m³

metallo	Concentrazione nel PM ₁₀ (calcolata)	valore di riferimento
Ni	5,8	20
As	<0,1	6
Cd	<0,1	5
Pb	<0,1	500

Valori espressi in ng/m³
Per il calcolo si è adottato il seguente criterio: concentrazioni <LoQ = ½*LoQ

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Ne consegue che, nel corso della campagna, sono state misurate concentrazioni poco significative di As, Cd e Pb, nel PM₁₀, mentre, relativamente al nichel, sono state registrate concentrazioni apprezzabili ma non superiori al valore obiettivo, di 20 ng/m³, che però, è bene ricordare, la normativa (D.Lgs. 155/2010) riferisce ad un periodo di mediazione di un anno solare. I livelli di nichel, come accade anche in altre aree italiane, possono risultare significativamente elevati nelle zone influenzate da attività industriali.

Si riportano di seguito (tabella 8) le percentuali di ogni metallo presente nella frazione PM_{2,5} rispetto a quella complessivamente presente nel PM₁₀.

Tabella 8. Percentuale di metallo presente nel PM_{2,5} rispetto al PM₁₀.

Direzione	Ni	As	Cd	Pb
ZONA INDUSTRIALE- PORTUALE	97%	100%	n.d.	n.d.
ZONA URBANA	96%	69%	100%	n.d.
CALMA VENTO	92%	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.: valore non determinabile				

Inoltre, al fine di comprendere meglio le direzioni di provenienza degli inquinanti, si è determinata la percentuale di ciascun metallo nel PM₁₀ dai rispettivi settori. I rapporti sono mostrati in tabella 9.

10 di 15

Tabella 9. Distribuzione % di ciascun metallo nel PM₁₀ per settore di provenienza.

Direzione	Ni	As	Cd	Pb
ZONA INDUSTRIALE/PORTUALE	77%	72%	n.d.	n.d.
ZONA URBANA	6%	28%	100%*	n.d.
CALMA VENTO	17%	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.: valore non determinabile				
* il valore di 100% può essere fuorviante: la quantità di Cd riferita a zona industriale e calma di vento è inferiore al LOQ, mentre quella riferita alla zona urbana è di poco superiore al LOQ, ma comunque molto bassa.				

Si è osservato che i metalli sono presenti principalmente nella frazione più sottile (PM_{2,5}), mentre soltanto in piccola parte sono contenuti nella frazione più grossolana (PM₁₀). Inoltre, è emersa una netta direzionalità per il **nichel**, il 77% del quale appare riconducibile alla zona industriale-portuale (figure 4 e 5). Non si possono fare analoghe considerazioni relativamente ad As, Cd e Pb, i quali sono presenti soltanto in modeste concentrazioni, oppure al di sotto della loro soglia di quantificazione.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

Direzione Scientifica Centro Regionale Aria

Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

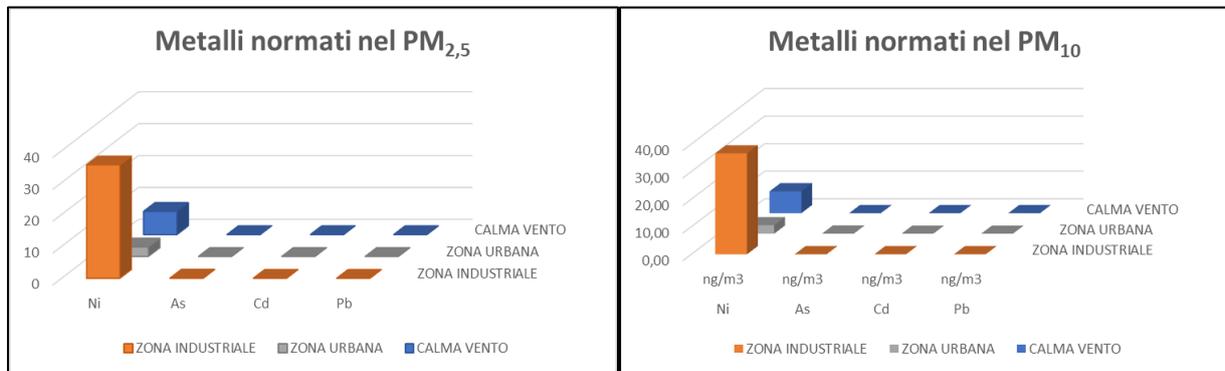


Figura 4. Metalli previsti dal D. lgs. 155/2010 (ng/m³) presenti nel PM_{2,5} e nel PM₁₀.



Figura 5. Distribuzione del nichel (ng/m³) nel PM_{2,5} e nel PM₁₀ per settore di provenienza.

3.2. Le concentrazioni dei microinquinanti inorganici non normati.

Si riportano nelle tabelle 10 e 11 le concentrazioni dei metalli non-normati determinate nei campioni di ognuna delle 3 cartucce, ricavate dai rapporti di prova del laboratorio di Brindisi. Nel periodo di monitoraggio le concentrazioni della maggior parte di questi metalli sono risultate mediamente più alte nella cartuccia rivolta verso il settore che comprende la zona industriale-portuale e nella cartuccia che ha campionato in condizioni di calma di vento rispetto alla zona urbana, dove le concentrazioni sono risultate generalmente contenute.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
 Centro Regionale Aria**
 Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

Tabella 10. Quantificazione dei metalli non normati nel PM_{2,5} espressi in ng/m³.

Direzione	Be	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	Se	Mo	Ag	Sn	Sb	Tl
ZONA INDUSTRIALE	<0,01	82,7	0,08	19,9	0,95	44,2	<0,01	<0,802	84,2	0,101	0,36	0,08	0,39	0,45	<0,001
ZONA URBANA	<0,01	4,9	0,11	1,9	0,19	7,5	<0,01	0,22	10,6	0,024	0,04	0,01	0,09	0,07	0,001
CALMA VENTO	<0,01	94,6	0,10	30,9	0,71	65,3	<0,01	<1,139	77,7	<0,01	0,34	0,08	0,34	0,21	<0,001

Valori espressi in ng/m³

I valori differenti del Limite di Quantificazione (LOQ) per lo stesso metallo sono dovuti ai differenti volumi campionati. Le colonne evidenziate in verde indicano gli elementi che sono risultati maggioritari nel campione, mentre quelle evidenziate in oro indicano quegli elementi risultati inferiori al limite di quantificazione.

Tabella 11. Quantificazione dei metalli non normati nel PM₁₀ espressi in ng/m³.

Direzione	Be	Al	V	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	Se	Mo	Ag	Sn	Sb	Tl
ZONA INDUSTRIALE	<0,01	104,1	0,11	32,4	1,36	79,2	<0,01	<0,802	176,1	0,101	0,65	0,17	0,53	0,63	<0,001
ZONA URBANA	<0,01	9,9	0,15	3,1	0,48	24,1	<0,01	0,60	17,3	0,024	0,06	0,01	0,18	0,13	0,001
CALMA VENTO	<0,01	129,9	0,23	46,3	1,33	102,4	<0,01	<1,139	142,5	<0,01	0,39	0,30	0,62	0,54	<0,001

Valori espressi in ng/m³

I valori differenti del Limite di Quantificazione (LOQ) per lo stesso metallo sono dovuti ai differenti volumi campionati. Le colonne evidenziate in verde indicano gli elementi che sono risultati maggioritari nel campione, mentre quelle evidenziate in oro indicano quegli elementi risultati inferiori al limite di quantificazione.

La percentuale dei metalli presenti nel PM_{2,5} rispetto alla quantità di ciascuno di essi complessivamente contenuta nel PM₁₀ è riportata in tabella 12. 12 di 15

Tabella 12. Percentuale di metallo presente nel PM_{2,5} rispetto al PM₁₀.

Direzione	Al	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Se	Mo	Ag	Sn	Sb
ZONA INDUSTRIALE	79%	71%	62%	70%	56%	n.d.	48%	100%	56%	45%	73%	71%
ZONA URBANA	50%	75%	61%	41%	31%	37%	61%	100%	68%	55%	50%	58%
CALMA VENTO	73%	43%	67%	54%	64%	n.d.	55%	n.d.	88%	27%	55%	40%

n.d.: valore non determinabile

Inoltre, per meglio descrivere le provenienze degli inquinanti si riporta in tabella 13 la percentuale relativa di ciascun metallo nel PM₁₀ per settore di provenienza.

Tabella 13. Distribuzione % di ciascun metallo nel PM₁₀ per settore di provenienza.

Direzione	Al	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Se	Mo	Ag	Sn	Sb
ZONA INDUSTRIALE	43%	23%	40%	43%	38%	n.d.	52%	81%	59%	35%	40%	48%
ZONA URBANA	4%	30%	4%	15%	12%	100%	5%	19%	6%	2%	14%	10%
CALMA VENTO	53%	47%	57%	42%	50%	n.d.	42%	n.d.	35%	63%	46%	42%

n.d.: valore non determinabile

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**

Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Dalla tabella si evince che i metalli sono contenuti in prevalenza nella frazione $PM_{2,5}$ e solo in piccola parte nella frazione di particolato più grossolana (PM_{10}). Inoltre, dai dati riportati e rappresentati in figure 6 e 7, è possibile individuare una direzionalità per questi inquinanti che sono presenti prevalentemente nelle cartucce che campionano l'aria proveniente dalla zona industriale e l'aria campionata in condizioni di calma di vento. Salvo eccezioni, come nel caso del Cu, anche nel caso dei metalli non normati l'aria proveniente dall'area urbana è risultata più povera di metalli pesanti.

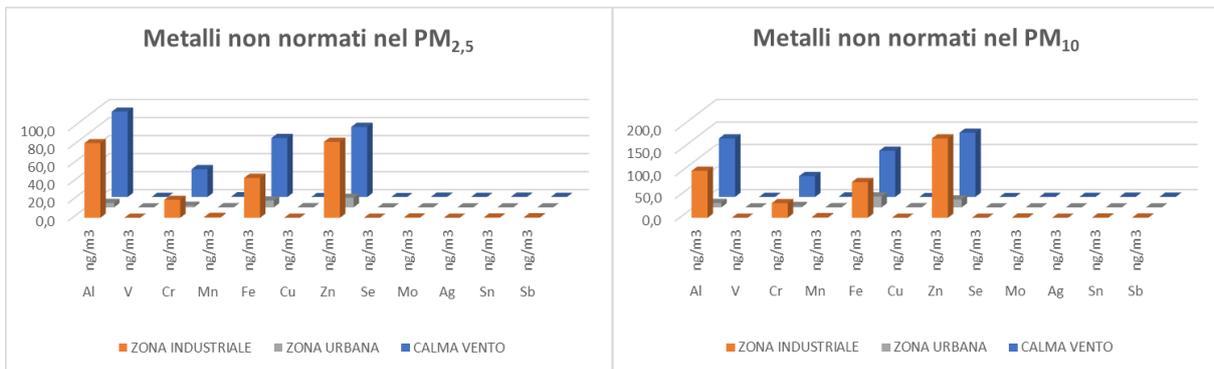


Figura 6. Metalli non normati presenti nel $PM_{2,5}$ e nel PM_{10} .

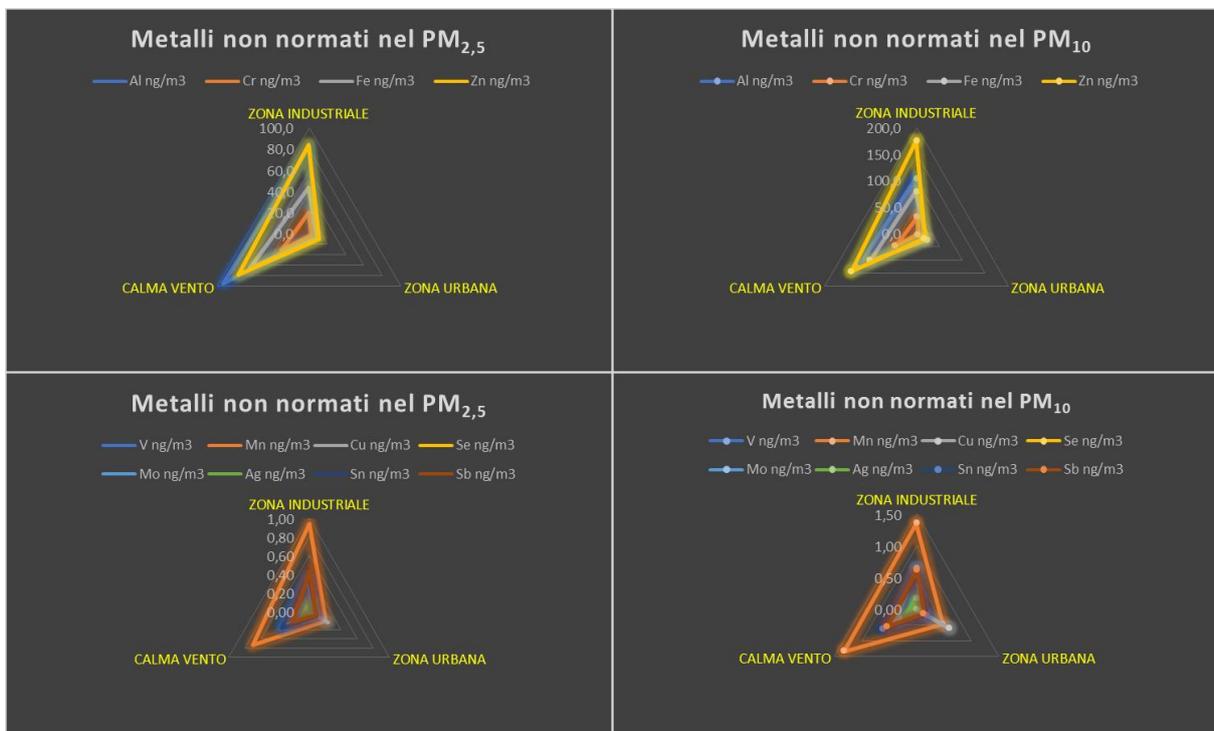


Figura 7. Distribuzione dei metalli non normati (ng/m^3) nel $PM_{2,5}$ e nel PM_{10} distinti per settore di provenienza

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
 www.arpa.puglia.it
 C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
 Centro Regionale Aria**
 Corso Trieste 27, 70126 Bari
 Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
 e-mail: aria@arpa.puglia.it

4. Conclusioni.

Tra il 13 dicembre 2018 ed il 15 gennaio 2019 è stata effettuata una campagna di monitoraggio dei microinquinanti inorganici (metalli pesanti) prelevati in modalità vento-selettiva, posizionando un campionatore, denominato *wind-select*, sul lastrico solare della Sede del Consorzio A.S.I. in via Angelo Titi, nella zona industriale di Brindisi.

Nel periodo in questione, l'aria ambiente campionata nel settore compreso tra 5°-120° ha coperto un angolo di 116° rispetto al sito, rivolto verso la zona industriale e portuale; lo strumento era predisposto, inoltre, per campionare su di una seconda cartuccia n. 2 aria ambiente in un settore di circa 244° (da 121° a 4°) e poter prelevare l'aria in presenza di venti provenienti dall'area cittadina di Brindisi. La terza cartuccia era settata per campionare in condizioni di calma di vento (velocità del vento < 0,5 m/s).

I metalli presenti nel particolato aero-disperso provengono da diverse fonti: il cadmio e lo zinco sono originati prevalentemente da impianti industriali, il rame ed il nichel da processi di combustione, il ferro proviene dall'erosione dei suoli, dall'utilizzo dei combustibili fossili e dalla produzione di leghe ferrose. Il piombo viene emesso in atmosfera sotto forma di particelle con diametro inferiore ad un micron e deriva principalmente dalle emissioni dei trasporti stradali.

I metalli pesanti normati in tracce (in quanto in concentrazioni dell'ordine di ng/m³) nel particolato come Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni) e Piombo (Pb) sono sostanze inquinanti spesso presenti nell'aria a seguito di emissioni provenienti da diversi tipi di attività industriali. Si riferisce che, nel corso della campagna, sono state misurate concentrazioni molto basse di As, Cd e Pb nel PM₁₀, mentre, relativamente al Ni, sono state registrate concentrazioni significative seppur non superiori al valore obiettivo, pari a 20 ng/m³, che però la normativa (D.Lgs. 155/2010) riferisce ad un periodo di mediazione di un anno solare; pertanto, tale confronto è da considerarsi meramente indicativo.

14 di 15

I livelli di nichel, come accade anche in altre aree italiane, possono risultare elevati nelle zone influenzate da attività industriali. Per tale metallo, nella campagna oggetto del presente report, è emersa una netta direzionalità di provenienza dalla zona industriale-portuale di Brindisi. Non si possono fare analoghe considerazioni relativamente ad Arsenico, Cadmio e Piombo, i quali sono presenti soltanto in modeste concentrazioni o al di sotto della loro soglia di quantificazione.

Nella campagna, in generale, si è osservato che i metalli sono presenti principalmente nella frazione più sottile (PM_{2,5}), rispetto alla frazione più grossolana (PM₁₀).

Fra i metalli pesanti non normati è stata osservata una certa direzionalità per **romo, ferro, zinco, alluminio** (elementi di largo impiego industriale e cantieristico) dalla zona industriale-portuale, e la loro presenza è stata riscontrata anche nella cartuccia che campionava in condizioni di calma di vento.

Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente

Sede legale: Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460111 Fax 080 5460150
www.arpa.puglia.it
C.F. e P. IVA. 05830420724

**Direzione Scientifica
Centro Regionale Aria**
Corso Trieste 27, 70126 Bari
Tel. 080 5460201 Fax 080 5460200
e-mail: aria@arpa.puglia.it

Altri metalli (**argento, stagno, antimonio, molibdeno e selenio, vanadio e rame**) sono presenti in quantità molto basse. Tutti i metalli sono prevalentemente presenti nella frazione più sottile di particolato ($PM_{2,5}$), mentre soltanto in piccola parte sono contenuti nella frazione grossolana (PM_{10}).

Infine, fra le fonti di inquinamento che concorrono alla distribuzione dei metalli osservata, non si può escludere il contributo dovuto al porto. Infatti, alcuni elementi quali cromo e nichel, trovano impiego sia come catalizzatori nell'industria chimica, sia nelle leghe per l'industria navale e aerospaziale e il monitoraggio, oggetto del presente report, non consente una discriminazione fra le due fonti emmissive.

Il Direttore del CRA
dott. Domenico Gramegna

P.O. Qualità dell'aria
Alessandra Nocioni



Elaborazione dati
Daniele Cornacchia

G.d.L:
Daniele Cornacchia
Alessandra Nocioni
Aldo Pinto