ARPAL
Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Preg.mi

- **Comune della Spezia**
  Dipartimento Territorio e politiche ambientali - Servizio Ambiente
  protocollo.comune.laspezia@legalmail.it
- **Comune di Arcola**
  comune.arcola@legalmail.it
- **Provincia della Spezia**
  Settore ambiente
  protocollo.provincia.laspezia@legalmail.it
- **Regione Liguria**
  Dipartimento Ambiente
  protocollo@pec.regione.liguria.it
- **ISPRA**
  Servizio Interdipartimentale per Indirizzo, Coordinamento e Controllo Attività Ispettive
  protocollo.ispra@ispra.legalmail.it
- **Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare**
  Direzione Generale Valutazione Ambiente
  DVA-II@minambiente.it
- **A.S.L. n. 5 "Spezzino"**
  Dipartimento di Prevenzione
  S.C. Igiene e Sanità Pubblica
  protocollo.generale@pec.asl5.liguria.it
- **Istituto Superiore di Sanità**
  protocollo.centrale@pec.iss.it
- **Soc. ENEL Produzione S.p.A.**
  LA SPEZIA (SP)
  enel_produzione_ub_laspezia@pec.enel.it

OGGETTO: Soc. ENEL Produzione S.p.A. – CTE della Spezia – Report campagne 2022 delle deposizioni atmosferiche.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Si trasmette in allegato il "***Report monitoraggio prescrizione 29 (ex 14) - anno 2022***" effettuato in collaborazione con CESI, prescritto nel DM n. 351 del 06/12/2019 relativo all'A.I.A. Soc. ENEL Produzione S.p.A..

Si comunica che tale Report è disponibile sul sito internet dell'Agenzia *http://www.arpal.liguria.it*.

Il Direttore del Dipartimento
Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali

D.ssa Fabrizia Colonna

Firmato digitalmente da

Fabrizia Colonna

T = Dirigente
C = IT

Responsabile del procedimento: dott.ssa F. Colonna

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Centrale Termoelettrica della Spezia

Attuazione della prescrizione 29 dell'AIA 351/2019

Report monitoraggio Prescrizione 29

anno 2022

Marzo 2023

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Indice

1 PREMESSA 4

2 LA PRESCRIZIONE 29 5

2.1 Il Protocollo di attuazione della Prescrizione 29 5
2.2 Numero e durata delle "campagne annuali di monitoraggio" del 2022 7
2.2.1 Eventi anomali durante i monitoraggi del 2022 8
2.3 Postazioni di monitoraggio 8
2.4 Tipi di deposimetri utilizzati 11
2.5 Parametri chimici, metodi e validazione dei dati 12
2.5.1 Metalli 12
2.5.2 IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) 12
2.5.3 PCDD/F e PCB dioxin like (dl) 13
2.5.4 Suddivisione delle attività analitiche per il 2022 15
2.6 Analisi integrative rispetto alla prescrizione AIA 16
2.7 Validazione dei risultati 16

3. INQUADRAMENTO METEOROLOGICO 17

3.1 Caratteristiche meteorologiche generali del periodo relativo alle campagne di monitoraggio previste dalla Prescrizione 29 17
3.2 Andamento della temperatura e dell'umidità 23
3.3 Anemometria 26
3.4 Precipitazioni 30
3.4.1 Confronto tra dati pluviometrici e precipitazioni raccolte dai deposimetri 32
3.5 Caratteristiche meteo generali delle campagne suppletive effettuate a Melara e ByPass-Fossamastra 34

4. RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DELLE DEPOSIZIONI 36

4.1 Ratei di deposizione delle polveri e entità precipitazioni 36
4.1.1 Valutazione della entità della polverosità depositata nel 2022 38
4.2 Metalli nelle deposizioni di polveri 39
4.2.1 Ratei di deposizione dei metalli 39
4.2.2 Concentrazioni di metalli nelle polveri depositate 42
4.3 Composti organici nelle deposizioni di polveri 44
4.3.1 Ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) 45
4.3.2 PCDD/F e PCB nelle deposizioni di polveri 51
4.4 Specie ioniche nelle deposizioni di polveri 57
4.5 Analisi dati rilevati dalle postazioni di MELARA e BYPASS annuale 59
4.5.1 Rateo di deposizione di polveri 59
4.5.2 Contenuto di metalli e specie ioniche 60

5 SINTESI DEI RISULTATI DEI MONITORAGGI 2014-2022 64

5.1 Ratei di deposizione delle polveri 68
5.2 Metalli nelle deposizioni di polveri 73
5.2.1 Ratei di deposizioni stagionali dei metalli 73
5.2.2 Concentrazioni di metalli nelle polveri 81
5.3 Composti organici nelle deposizioni di polveri 91
5.3.1 Ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) 91
5.4 PCDD/F e PCB nelle deposizioni di polveri 100
5.5 Specie ioniche nelle deposizioni delle polveri 105
5.6 Sintesi dei risultati dei monitoraggi 2016-2022 rilevati dalla postazione fissa MELARA 109
5.6.2 Ratei di deposizione delle polveri 111

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
IQNet
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

5.6.3 Ratei di deposizioni stagionali dei metalli 115
5.6.4 Concentrazioni di metalli nelle polveri 120
5.6.5 Specie ioniche nelle deposizioni delle polveri 124

6 SINTESI E CONCLUSIONI 126

6.2 Sintesi monitoraggio 2022 126
6.3 Sintesi e conclusioni del periodo 2014 ÷ 2022 130

7 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI 135

Elenco Appendici

APPENDICE 1 – Fattori di tossicità di PCDD, PCDF E PCB.

APPENDICE 2 – Rosa dei venti e Precipitazioni durante i periodi di monitoraggio.

APPENDICE 3 – Descrizione delle postazioni.

APPENDICE 4 – Tabelle di sintesi deposizione e composizione 2014÷2022.

APPENDICE A4.1 – Ratei di deposizione di polveri nelle postazioni di monitoraggio.

APPENDICE A4.2 – Ratei di deposizione dei metalli.

APPENDICE A4.3 – Concentrazioni dei metalli nelle polveri depositate.

APPENDICE A4.4 – Ratei di deposizione degli IPA totali, della Norma UNI e del BaP .

APPENDICE A4.5 – Ratei di deposizione di PCDD/F - Valori in pg/m^2/d.

APPENDICE A4.6 – Ratei di deposizione di PCB - Valori in pg/m^2/d.

APPENDICE A4.7 – Ratei di deposizione delle specie ioniche.

APPENDICE 5 – Validazione dei dati di metalli nei deposimetri.

APPENDICE 6 – Modalità operativa utilizzata per analisi al SEM.

ALLEGATO 1 – Protocollo di attuazione della prescrizioni 29 (ex 14) e 34 (ex18).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

1 PREMESSA

La Centrale ENEL Eugenio Montale della Spezia ha ricevuto l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per il suo esercizio con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 06/09/2013 (prot. 0000244). Nel parere della Commissione Istruttoria IPPC parte integrante della AIA, nel paragrafo 10 sono contenute una serie di prescrizioni. In particolare, la prescrizione 14 del parere della Commissione Istruttoria IPPC prevede:

"Si prescrive l'implementazione di campagne annuali di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, da realizzarsi con ARPAL e Amministrazione Comunale, per il dosaggio di metalli (As, Pb, Cd, Ni, V, Cu, Cr, Mn, Hg e Tl), IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB, con particolare riferimento a dioxin like. Anche garantendo la piena collaborazione con Enti Locali ed ARPAL per l'attualizzazione dell'esistente PRQA".

Successivamente, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con decreto del 06/12/2019 (prot. 0000351) ha provveduto al riesame dell'Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata con il decreto sopracitato. Il riesame ha lasciato nella sostanza immutata la Prescrizione oggetto del presente rapporto di fatto "rinominandola" in Prescrizione 29. Nel dettaglio questo il nuovo testo:

"Si prescrive l'implementazione di campagne annuali di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, da realizzarsi in collaborazione con ARPAL e con le Amministrazioni Comunali (Comuni di La Spezia e di Arcola), per il dosaggio di metalli (As, Pb, Cd, Ni, V, Cu, Cr, Mn, Hg e Tl), IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB, con particolare riferimento a dioxin like. Anche garantendo la piena collaborazione con Enti Locali ed ARPAL per l'attualizzazione dell'esistente PRQA".

Al fine di definire le modalità operative da mettere in atto per ottemperare a quanto prescritto si sono tenuti una serie di incontri che hanno portato alla definizione da parte degli Enti coinvolti (ARPAL, Comune di Arcola, Comune della Spezia, Provincia della Spezia) di un Protocollo di Attuazione della prescrizione condiviso con il Gestore (società ENEL Produzione S.p.A., Centrale di La Spezia) e CESI[1] (verbale del 16/04/2014 - protocollo del Comune della Spezia nr. 8982 del 27/05/2014).

L'applicazione di tale Protocollo è proseguita fino ad oggi con una serie di modifiche condivise con gli Enti Locali coinvolti e nel seguito dettagliate.

In particolare le attività previste nel periodo oggetto del presente Report hanno visto una significativa rivisitazione: infatti, a seguito del provvedimento del Ministero della Transizione Ecologica di autorizzazione alla cessazione definitiva del gruppo 3 della centrale termoelettrica "Eugenio Montale" della Spezia, a far data 01/01/2022 è venuta meno la possibilità di emissioni dalla Centrale e di conseguenza la finalità primaria dei monitoraggi individuati dalle due Prescrizioni P29 e P34 dell'AIA vigente.

[1] società di consulenza specialistica incaricata dal Gestore di collaborare con ARPAL nell'esecuzione dei monitoraggi concordati nel Protocollo di Attuazione

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Pertanto, in attesa di vedere quali saranno i destini delle aree e con lo scopo di accrescere la conoscenza del territorio, si è valutato di mantenere, transitoriamente, in toto le attività della Prescrizione 29 (quella relativa ai monitoraggi di area vasta) così come erano state definite nell'ultima revisione del protocollo attuativo (dicembre 2020) e di mantenere, per la Prescrizione P34 (relativa agli impatti della movimentazione del carbone non più presente come combustibile), la sola attività di monitoraggio delle deposizioni su tutto l'anno nel sito di BYPASS-Fossamastra, soggetto alle maggiori pressioni antropiche. In questo modo, con il gruppo 3 della CTE inattivo, è possibile valutare gli andamenti dei parametri monitorati a partire dal 2014.
Pertanto il presente Report ha mantenuto la struttura di quello relativo all'anno 2021, comprendendo anche il confronto con le annualità precedenti: rispetto ai vecchi format non è stata sviluppata la parte dove vengono riassunti i principali parametri di emissione/impiantistici legati al funzionamento della CTE (che costituiva il capitolo 4), in quanto la stessa non è mai risultata funzionante.

2 LA PRESCRIZIONE 29

Per l'attuazione della prescrizione 29, ARPAL ha condotto un percorso condiviso con gli Enti Locali con ENEL e con CESI, che ha preso in considerazione i seguenti aspetti:

- definizione del numero e durata delle campagne annuali;
- individuazione delle postazioni di monitoraggio, in funzione delle loro caratteristiche;
- tipo di deposimetri da utilizzare nelle campagne in funzione dei parametri da monitorare;
- parametri chimici da monitorare e modalità di suddivisione del lavoro analitico;
- individuazione delle stazioni meteorologiche più adatte a descrivere le caratteristiche meteoclimatiche dei periodi di monitoraggio;
- modalità di validazione dei dati;
- modalità di elaborazione dei risultati analitici e meteoclimatici;
- raccolta di dati ed informazioni sulle sorgenti presenti sul territorio da utilizzare per la stesura dei commenti e delle valutazioni dei monitoraggi.

2.1 Il Protocollo di attuazione della Prescrizione 29

Il disegno sperimentale è stato formalizzato in un protocollo di attuazione, condiviso ed approvato dagli Enti Locali coinvolti (verbale del 16/04/2014, prot. del Comune della Spezia nr. 8982 del 27/05/2014), i cui contenuti sono riportati nei paragrafi che seguono, con esplicitazione dei dettagli applicativi.
Nel 2014 si è fatto ricorso ad un ampio disegno sperimentale per ottenere un numero sufficiente di informazioni sulle caratteristiche delle deposizioni nel comprensorio della Spezia: tale approccio è proseguito fino ad oggi con una serie di modifiche condivise con gli Enti Locali coinvolti applicate a partire dal 2016 ed i cui contenuti sono riportati nei paragrafi che seguono (si veda anche Allegato 1).

Nel dettaglio, il monitoraggio ha riguardato il particolato atmosferico in quanto gli inquinanti potenzialmente tossici per l'uomo e indicati dal protocollo di attuazione sono adsorbiti sulla superfice delle particelle di diversa frazione granulometrica.
Il particolato può essere raccolto con strumentazioni che selezionano granulometrie diverse:

- i **deposimetri tipo "Bulk"** *(UNI EN 15841:2010)* raccolgono soprattutto la somma delle particelle sedimentabili per via secca e quelle dilavate dalle precipitazioni. Tali particelle sono in genere caratterizzate da una granulometria relativamente elevata e pertanto tendono a sedimentare per effetto della forza di gravità ed eventualmente risollevarsi su sollecitazione esterna;
- i **campionatori PTS, PM_{10}, $PM_{2.5}$** raccolgono le particelle sospese in aria con un sistema attivo di selezione di taglio granulometrico. Tali particelle sono costituite da una miscela complessa, multifase, di tutti i solidi aerodispersi e delle particelle liquide a bassa tensione di vapore e hanno dimensioni tali da restare in sospensione per un tempo più elevato delle particelle sedimentabile raccolte con i deposimetri. Nel dettaglio i campionatori PTS (polveri totali sospese) raccolgono le polveri disperse in aria aventi un diametro aerodinamico in genere minore o uguale a 100 µm; i campionatori PM_{10} quelle aventi un diametro aereodinamico minore o uguale a 10 µm; i campionatori $PM_{2.5}$ quelle aventi un diametro aereodinamico minore o uguale a 2.5 µm.

Nel protocollo attuativo della **prescrizione 29** (**ex P14**), che riguarda il monitoraggio di un'area vasta di dimensioni quasi provinciali per valutare l'impatto dovuto alle emissioni della centrale ENEL e in quello della **prescrizione 34** (**ex P18**), che riguarda invece il monitoraggio di un'area limitata legata ai possibili impatti delle attività di movimentazione del carbone, dallo scarico nave all'ingresso in centrale ENEL, a partire dal 2020 si è definito di effettuare la speciazione chimica delle sole deposizioni[2].

I dettagli applicativi del protocollo attuativo della prescrizione 29 sono descritti nei paragrafi seguenti.
In particolare, come il precedente anno 2021 si è deciso di:

- mantenere il monitoraggio delle deposizioni in 5 dei 9 siti fissi, (Fossamastra, Maggiolina, Follo, Arcola, Melara), considerati rappresentativi di tutta l'area indagata;
- mantenere il monitoraggio continuativo istituito a partire dal 2016 presso la postazione divenuta permanente di **Melara** (vedi Tabella 2), area indicata dal modello diffusionale della prescrizione n.15 come soggetta alla massima deposizione delle emissioni CTE ENEL;
- integrare l'attività di monitoraggio delle deposizioni su tutto l'anno nel sito di BYPASS-Fossamastra (sito di riferimento per la Prescrizione P34 relativa agli

[2] Ad ulteriore rafforzamento delle scelte condivise va rilevato che la direttiva 2004/107/CE, recepita dal Dlgs 155/2010, ha introdotto la misura delle deposizioni come attività di monitoraggio utile per la valutazione dell'accumulo degli inquinanti nel suolo e dell'esposizione indiretta della popolazione attraverso la catena alimentare. Essa prevede che gli stati membri si adoperino per la raccolta di informazioni esaurienti in merito ai valori di deposizione di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici, considerati critici per la loro tossicità in quanto riconosciuti come cancerogeni e genotossici.

impatti della movimentazione del carbone non più presente come combustibile) storicamente soggetto alle maggiori pressioni antropiche.

L'attività di analisi dei contributi delle sorgenti (Source Apportionment) terminata nel 2020, è stata già relazionata in un documento ad hoc (nota prot. Arpal 11955 del 27/04/2022) ed è in fase di stesura un aggiornamento con i risultati definitivi.

2.2 Numero e durata delle "campagne annuali di monitoraggio" del 2022

Il Protocollo prevede l'attuazione di "campagne annuali di monitoraggio" che a partire dal 2017 comprendano quattro congrui periodi di rilevazione, ciascuno per ogni stagione meteorologica, al fine di includere i quattro periodi più significativi dal punto di vista meteoclimatico.

Nel prospetto che segue sono elencati i periodi di monitoraggio effettuati nel corso del 2022:

Prescrizione 29		
Data	Codifica	Note
17/02 ÷ 17/03/22	P29 22/1	Campagna invernale
14/04 ÷ 17/05/22	P29 22/2	Campagna primaverile
16/06 ÷ 20/07/22	P29 22/3	Campagna estiva
22/09 ÷ 26/10/22	P29 22/4	Campagna autunnale

Tabella 1 - Campagne di misura della Prescrizione 29.

Si evidenzia che per effetto della non attivazione del gruppo SP3 tutte le campagne sono diventate di fatto "campagne di bianco".

Nel corso dell'anno 2022 è stato mantenuto il monitoraggio delle deposizioni totali, con campagne mensili a copertura di tutto l'anno, nella postazione di Melara. La postazione è stata attivata in quanto la zona risulta, dal modello diffusionale realizzato ai sensi della prescrizione AIA n.15, interessato dalla probabilità di massima ricaduta delle emissioni della Centrale ENEL.

Inoltre, si è integrata l'attività di monitoraggio delle deposizioni con campagne mensili a copertura di tutto l'anno nel sito di BYPASS-Fossamastra. Tale sito era il riferimento per la Prescrizione P34 (relativa agli impatti della movimentazione del carbone non più presente come combustibile) e quello storicamente soggetto alle maggiori pressioni antropiche per via della sua posizione in un punto ad alta densità di traffico di mezzi pesanti.

Nel prospetto che segue sono indicate le campagne integrative nei due siti di Melara (ME) e BYPASS-Fossamastra (BY).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Prescrizione 29		
Data	Codifica	Codifica
07/12/21 ÷ 11/01/22	ME_G_P29 21	BY_I_P34 21
11/01/22 ÷ 17/02/22	ME_A_P29 22	BY_A_P29 22
17/02/22 ÷ 17/03/22	-	BY_B_P29 22
17/03/22 ÷ 14/04/22	ME_B_P29 22	BY_C_P29 22
14/04/22 ÷ 17/05/22	-	BY_D_P29 22
17/05/22 ÷ 16/06/22	ME_C_P29 22	BY_E_P29 22
16/06/22 ÷ 20/07/22	-	BY_F_P29 22
20/07/22 ÷ 23/08/22	ME_D_P29 22	BY_G_P29 22
23/08/22 ÷ 22/09/22	ME_E_P29 22	BY_H_P29 22
22/09/22 ÷ 26/10/22	-	BY_I_P29 22
26/10/22 ÷ 29/11/22	ME_F_P29 22	BY_L_P29 22
29/11/22 ÷ 28/12/22	ME_G_P29 22	BY_M_P29 22

Tabella 2 - Campagne di misura integrative della Prescrizione P29.

2.2.1 Eventi anomali durante i monitoraggi del 2022

Tra gli eventi spot rilevanti per le deposizioni nell'anno 2022, si evidenzia solo quello registrato durante la campagna primaverile, che ha dato luogo ad un contributo stimabile nell'ordine di circa 100 mg/m^2/g di polvere, in tutte le postazioni dell'area spezzina; trattandosi di un fenomeno 'a larga scala' si può ipotizzare, con buona probabilità, che lo stesso sia dovuto ad una causa di natura meteorologica: si veda a tal proposito il cap. 3.

2.3 Postazioni di monitoraggio

La scelta delle postazioni ha preso in considerazione le loro caratteristiche tecniche e logistiche, tenendo presente anche i criteri generali di microscala ed i possibili impedimenti dovuti ad ostacoli naturali o antropici, in modo da includere almeno una postazione per tipologia significativa (fondo urbano e suburbano, traffico, industriale, ecc.). L'elenco delle postazioni utilizzate nelle campagne del 2022 è riportato in Tabella 3 con le strumentazioni utilizzate.

Postazione	Tipologia ARPAL	Significatività per le deposizioni	Strumentazione Esistente	*Integrazione strumentazione meteo*[3]
Fossamastra	Industriale urbana	Deposizioni industriali, traffico, porto	SO_2, NOx, CO PM_{10}, $PM_{2.5}$	-
Parco della Maggiolina	Fondo urbana	Fondo cittadino	SO_2, NOX, CO, O_3, PM_{10} & $PM_{2.5}$ (giornaliero & orario)	-
Follo [4]	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	-	*VV, DV 4 m,*
Arcola, località Baccano	-	Richiesta da Comune Arcola	-	-
Melara	-	Ricaduta emissioni ENEL da modellazione	-	-

Tabella 3 - Postazioni di misura della Prescrizione 29.

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione delle postazioni che sono state utilizzate per il monitoraggio delle deposizioni:

[3] VV, DV x m=Velocità e Direzione Vento a x m da terra; TA=Temperatura Aria; UR=Umidità Aria; PA=Pressione Atmosferica; PR= Precipitazioni; RN=Radiazione Netta; RG=Radiazione Globale.
[4] La strumentazione è stata posizionata in prossimità della cabina di monitoraggio della Rete di Qualità dell'Aria gestita da ARPAL, non attiva da giugno 2013, e riattivata a gennaio 2016 a cura delle proprietà (ENEL Produzione).

Figura 1 - Ubicazione delle postazioni di prelievo.

In Appendice 3 sono riportate le schede anagrafiche delle postazioni utilizzate.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

2.4 Tipi di deposimetri utilizzati

Ciascuna delle postazioni è stata dotata di due deposimetri "bulk" di tipo "bottle+funnel" che raccolgono indistintamente la frazione umida e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale).
Un deposimetro, con imbuto e bottiglia di raccolta in materiale plastico, è stato dedicato alla raccolta delle deposizioni destinate alla determinazione di specie metalliche mentre un deposimetro, con imbuto e bottiglia di raccolta in vetro, è stato impiegato per la determinazione di microinquinanti organici (IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB *dioxin like* – nel seguito indicati come *dl*).
Le caratteristiche dei deposimetri sono in accordo con quelle previste dai seguenti metodi:

- UNI EN 15841:2009 "Ambient air quality - Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition";
- UNI EN 15980:2011 "Air quality - Determination of the deposition of benzo[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene".

Sebbene non vi sia ancora una norma europea esplicitamente dedicata al campionamento delle deposizioni atmosferiche per la determinazione di PCDD/F e PCB *dl*, il tipo di campionatori utilizzato nel presente lavoro è di largo impiego in monitoraggi analoghi (Guerzoni, S., 2005; Venturini, E., 2013; Esposito, V., 2012, Rada, E. C., 2014). I deposimetri sono stati posizionati nelle postazioni su pali a circa 180-200 cm da terra, rispettando il più possibile i criteri di microscala previsti dalle norme di riferimento sopra citate. Nella figura che segue, a destra è visibile la configurazione di un campionatore "bottle+funnel" (in plastica per il prelievo di deposizioni da destinare alle determinazioni di specie inorganiche ed in vetro per quelle organiche): la parte superiore è l'imbuto di raccolta delle deposizioni umide e secche e la parte inferiore costituisce la bottiglia di raccolta. A sinistra è mostrato il campionatore in configurazione di prelievo:

Figura 2 – Deposimetri in configurazione di prelievo.

2.5 Parametri chimici, metodi e validazione dei dati

La prescrizione 29 indica esplicitamente i singoli metalli (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Tl, V) e le classi di microinquinanti organici da monitorare nelle deposizioni, ovvero: " .. *IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB, con particolare riferimento a dioxin like*". Oltre ai parametri chimici, per ciascun deposimetro inorganico, è stata determinata, mediante analisi gravimetrica, l'entità della deposizione di particolato sedimentabile insolubile in acqua e di fase acquosa (precipitazione umida), se presente.

2.5.1 Metalli

I metalli determinati nelle deposizioni sono stati i seguenti: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Tl, V. In accordo con la norma UNI EN 15841:2009, che prevede la possibilità di utilizzo di metodi analitici equivalenti a UNI 14902:2005, per determinare l'intero set di metalli richiesto dalla prescrizione sono stati impiegati i metodi ISO 17294-2004 (ICP-MS), ISO 11885-2004 (ICPOES), previa dissoluzione dei filtri con metodo interno CESI, adattato da ISO 14869-2001. I limiti di quantificazione (LdQ) strumentali, in µg, sono riportati nel prospetto che segue:

Parametro	u.d.m.	Limite di quantificazione
As	µg	0,02
Cd	µg	0,01
Cr	µg	0,2
Cu	µg	0,08
Hg	µg	0,01
Mn	µg	0,02
Ni	µg	0,02
Pb	µg	0,02
Tl	µg	0,01
V	µg	0,04

Tabella 4 – Limiti di quantificazione per i metalli.

I valori assoluti in µg determinati in laboratorio sono stati successivamente normalizzati rispetto all'area del deposimetro e al numero di giorni di durata delle campagne, esprimendo così il valore finale in $\mu g/m^2/d$ (rateo di deposizione giornaliero).

2.5.2 IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici)

Per quanto riguarda gli IPA, sono stati determinati quelli **cancerogeni** previsti dalla Norma Europea UNI EN 15890:2011. A questi IPA sono stati aggiunti ulteriori composti policiclici aromatici di interesse al monitoraggio. Nella successiva tabella sono riportati tutti i composti IPA determinati, le loro caratteristiche di genotossicità e cancerogenesi e il limite di quantificazione del metodo utilizzato (gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore a spettrometria di massa (HRGC/LRMS). I composti previsti dalla Norma sono evidenziati in grassetto:

Composto	Abbreviazione	Genotossicità	Cancerogenesi secondo IARC (§)	Limite di quantificazione [ng]
Fenantrene	Fen	-	3	2
Antracene	Ant	-	3	2
Fluorantene	Flu	-	3	2
Pirene	Pir	-	3	2
Benzo(a)antracene *	BaA	Genotossico	2B	2
Crisene	Cri	Genotossico	2B	2
Benzo(b)fluorantene *	BbF	Genotossico	2B	2
Benzo(j)fluorantene *	BjF	Genotossico	2B	2
Benzo(k)fluorantene *	BkF	Genotossico	2B	2
Benzo(e)pirene	BeP	-	3	2
Benzo(a)pirene *	BaP	Genotossico	1	2
Indeno(1,2,3-cd)pirene *	IP	Genotossico	2B	2
Dibenzo(a,h)antracene *	DBahAn	Genotossico	2A	2
Benzo(g,h,i)perilene	BghiP	Genotossico	3	2
Dibenzo(a,l)pirene	DBalP	Genotossico	2A	2
Dibenzo(a,e)pirene	DBaeP	Genotossico	3	2
Dibenzo(a,i)pirene	DBaiP	Genotossico	2B	2
Dibenzo(a,h)pirene	DBahP	Genotossico	2B	2
Coronene	Cor	Genotossico	3	2

Tabella 5 - IPA determinati nelle deposizioni atmosferiche.

Note alla tabella:
** - IPA previsti dalla norma UNI EN 15980*
§ - IARC: aggiornamento al 18 febbraio 2015: 1 - Carcinogenic to humans; 2A - Probably carcinogenic to humans; 2B - possible human carcinogen; 3 - Not classifiable as to its carcinogenicity to humans

I valori assoluti in ng determinati in laboratorio sono stati successivamente normalizzati rispetto all'area del deposimetro e al numero di giorni di durata delle campagne, esprimendo così il valore finale in ng/m^2/d (rateo di deposizione giornaliero).

2.5.3 PCDD/F e PCB dioxin like (dl)

Nei campioni di deposizioni sono stati determinati i congeneri di policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF) e PCB *dioxin like* (*dl*) per i quali è stato stabilito internazionalmente un fattore di tossicità. Di seguito è riportato l'elenco dei composti determinati e il limite di quantificazione (LdQ) strumentale del metodo utilizzato (EPA 1613B:1994, gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore a spettrometria di massa - HRGC/LRMS) calcolato mediante sottrazione di bianco di laboratorio. I fattori di tossicità (TEF) secondo quanto sviluppato in ambito NATO e dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità (World Health Organization - WHO) sono riportati in Appendice 1.

Composto	u.d.m.	Limite di quantificazione
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzodiossina	pg	0,34
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg	0,23
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg	0,14
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzodiossina	pg	0,11
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzodiossina	pg	0,20
2,3,7,8-Tetraclorodibenzodiossina	pg	0,13
Octaclorodibenzodiossina	pg	1,50
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano	pg	0,13
1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano	pg	0,13

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Composto	u.d.m.	Limite di quantificazione
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg	0,12
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg	0,16
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano	pg	0,17
2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg	0,17
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg	0,02
2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg	0,01
2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano	pg	0,14
Octaclorodibenzofurano	pg	0,27
PCB 77	pg	0,07
PCB 81	pg	0,02
PCB 118	pg	1,10
PCB 123	pg	0,31
PCB 114	pg	0,02
PCB 105	pg	1,26
PCB 126	pg	0,62
PCB 167	pg	0,01
PCB 156	pg	0,16
PCB 157	pg	0,10
PCB 169	pg	0,29
PCB 189	pg	0,32

Tabella 6 – Limiti di quantificazione per PCDD/F e PCB.

Nella tabella precedente, per ogni congenere PCDD/F e PCB, è stato riportato il più basso LdQ strumentale determinato nei campioni in quanto il limite di quantificazione è variato nel corso delle analisi.
La variabilità del LdQ è una conseguenza naturale della variabilità delle condizioni strumentali di analisi, in particolare del livello di interferenze che influisce sul rumore di fondo utilizzato per il calcolo del rapporto segnale-rumore, da cui deriva a sua volta il calcolo del LdQ. I LdQ per ogni campione di deposizione, espressi in pg/m^2/d, sono inclusi nella Tabella 6 per PCDD/F e per i PCB.

Per esprimere i ratei di deposizione complessiva di PCDD/PCDF e PCB *dl* nei diversi campioni si è utilizzato, come consuetudine, il concetto di tossicità totale equivalente (TEQ), che si ottiene sommando i prodotti tra i fattori di tossicità equivalente (TEF) dei singoli congeneri di PCDD/F e PCB *dl* e i rispettivi ratei di deposizione, applicando la formula riportata di seguito:

$$Total\ Toxic\ Equivalency\ (TEQ) = \sum_{n=1}^{k} C_n * TEF_n$$

Dove C_n rappresenta la concentrazione del congenere *n* e TEF il suo fattore di equivalenza tossico. In particolare, i ratei di deposizione in TEQ di PCDD/F e PCB *dl* sono stati calcolati applicando i fattori di tossicità NATO/CCMS (1988) per PCDD/F e WHO[5] 2005 per i PCB (vedi Appendice 1 per i valori numerici).
Il rateo espresso in TEQ rappresenta quindi l'ammontare di tutti i composti *dioxin like*, normalizzato per ciascun potenziale tossico relativo alla 2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina (2,3,7,8-TCDD).

[5] WHO: Organizzazione Mondiale della Sanità

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

In presenza di dati inferiori al limite di rilevabilità strumentale (LdR) per attribuire un valore al singolo analita al fine del calcolo del TEQ è possibile seguire 3 criteri (vedi Rapporto ISTISAN 04/15[6]):

- attribuzione di un valore pari a zero (*lower-bound*): tale soluzione sottostima il valore vero dell'analita;
- attribuzione di un valore pari al LdR (*upper-bound*): tale soluzione sovrastima il valore vero dell'analita. Potrebbe sembrare la soluzione più cautelativa ed è quella utilizzata nei campioni di alimenti, ma nel caso di un set di misure con un numero elevato di dati inferiori al LdR, la sovrastima può essere molto alta e inoltre non permette di apprezzare le reali differenze di tossicità tra campioni in quanto i valori del TEQ tendono a diventare uniformi;
- attribuzione di un valore pari alla metà del limite di rilevabilità (*medium-bound*): tale soluzione costituisce un punto di equilibrio tra le due precedenti soluzioni estreme e questo criterio viene di norma utilizzato in campo ambientale.

Considerata la presenza di molti analiti con valori inferiori al LdR nel presente rapporto è stato utilizzato il criterio *medium-bound*, che il citato Rapporto ISTISAN 04/15 ritiene essere il più praticabile.

I valori espressi in pg assoluti, determinati in laboratorio o quelli espressi in pg TEQ, sono stati normalizzati rispetto all'area del deposimetro e al numero di giorni di durata delle campagne, esprimendo così il valore finale in pg/m^2/d o pg TEQ/m^2/d (rateo di deposizione giornaliero).

2.5.4 Suddivisione delle attività analitiche per il 2022

Le attività analitiche relative alla caratterizzazione chimica delle deposizioni relative alle campagne previste dal protocollo sono state così suddivise:

- preparazione dei campioni per la determinazione di classi di composti organici (PCDD/F, PCB *dl*, IPA): ARPAL, con procedura conforme alla norma UNI EN 15980:2011;
- preparazione dei campioni per la determinazione dei metalli: CESI e ARPAL, con procedura conforme alla norma UNI EN 15841:2009 e concordata dai rispettivi tecnici di laboratorio, con verifiche puntuali da parte di ARPAL sulle determinazioni CESI;
- analisi di PCDD/F, PCB *dl*, IPA: ARPAL effettuate sia sul filtro che sul filtrato, sommando i valori ottenuti;
- analisi dei metalli: effettuate da CESI con validazione dei risultati da parte del laboratorio ARPAL;

Le deposizioni della postazione fissa di Melara e BYPASS-Fossamastra raccolte nei periodi non previsti dalle campagne del protocollo di attuazione della Prescrizione 29, anche per quanto riguarda la composizione dei metalli e degli ioni, sono state analizzate da ARPAL, cosi come le indagini in microscopia a scansione elettronica (SEM) per la valutazione delle particelle di carbone nella sola postazione di BYPASS (per la modalità operativa si veda Appendice 6).

[6] Menichini, E., & Viviano, G., 2004

2.6 Analisi integrative rispetto alla prescrizione AIA

Oltre alle caratterizzazioni chimiche previste dalla prescrizione AIA, sono state eseguite una serie di analisi integrative individuate nel Protocollo che hanno riguardato la fase acquosa delle deposizioni.
Nella fase acquosa dei deposimetri sono state determinate le seguenti specie ioniche: Na, K, Ca, Mg, NH_4, SO_4, NO_3 e Cl, utilizzando i metodi ISO 10304-1:1992 (SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-), ISO14911:1998 (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH_4^+). Ciò al fine di valutare gli apporti di aerosol marino (principalmente sodio, cloro) e secondario (ammonio, solfati e nitrati).

2.7 Validazione dei risultati

Nell'Appendice 5 sono elencati i campioni di deposizione su cui ARPAL o CESI hanno eseguito le validazioni dei metalli.
Relativamente alla determinazione dei metalli sulle deposizioni sono stati validati 8 campioni su 24 (33%) eseguendo la determinazione analitica di tutti e 9 i metalli determinati. L'indice di validazione conclusivo è risultato pari a 92%, ampiamente sopra il valore soglia prefissato dal protocollo ARPAL, pari al 70%.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

3. INQUADRAMENTO METEOROLOGICO

Per l'inquadramento meteoclimatico del periodo delle campagne, sono state utilizzati i dati raccolti da alcune postazioni, sia della rete di monitoraggio ARPAL, che di quella integrativa gestita da CESI, operativa durante le campagne e che, vista la complessa orografia del territorio, possono dare informazioni puntuali sul sito di misura aiutando nell'interpretazione di eventi particolari o situazioni puntuali.
La lista delle postazioni utilizzate per l'inquadramento meteorologico è riportata nella tabella che segue, con indicazione della strumentazione installata, periodo di inizio e fine misura che, per la postazione integrativa (evidenziata con sfondo grigio), corrisponde a quello delle campagne.

Postazione meteo	Tipologia	Quota slm (m)	Parametri meteo misurati[7]	inizio/fine misura
Comune di La Spezia	Stazione fissa	40	VV e DV 6 m, TA, UR, PA, RG, PR	-
Monte Beverone	Stazione fissa	220	VV e DV 15 m, TA, UR, RG	-
Fornola	Stazione fissa	25	PR	-
La Foce – Monteviseggi	Stazione fissa	350	TA, PR	-
Follo	Integrazione strumentazione CESI	220	VV, DV 4 m, TA	17/02 ÷ 17/03 14/04 ÷ 17/05 16/06 ÷ 20/07 22/09 ÷ 26/10

Tabella 7 – Postazioni meteorologiche utilizzate.

3.1 Caratteristiche meteorologiche generali del periodo relativo alle campagne di monitoraggio previste dalla Prescrizione 29

Le caratteristiche meteorologiche delle campagne di monitoraggio, che si sono svolte nel corso delle quattro stagioni, sono state, ovviamente, molto diverse tra loro.

Nel corso del 2022, come già nell'anno 2021, la campagna invernale è stata effettuata a fine stagione (nei mesi di febbraio-marzo), diversamente da quanto fatto negli anni 2019 e 2020, quando questo monitoraggio si sviluppava prevalentemente nel corso dei mesi di novembre-dicembre. Questo modo di procedere comporta, oltre che una differente numerazione nell'ordine delle varie campagne, limitatamente a quella invernale, anche valori tipici dei principali parametri meteorologici, significativamente differenti.

La campagna **invernale P29 22/1** (17/02/2022 ÷ 17/03/2022) si apre con qualche giornata piovosa, residuo del maltempo che ha caratterizzato la prima parte del mese di febbraio. Segue una lunga fase di tempo relativamente stabile e solo nell'ultima settimana del monitoraggio si registrano condizioni di relativa instabilità, più tipiche dell'incipiente primavera.

La campagna **primaverile P29 22/2** (14/04/2022 ÷ 17/05/2022) può essere divisa in due fasi. Una prima, nel corso del mese di aprile, che vede una parziale attenuazione

[7] VV, DV x m=Velocità e Direzione Vento a x m dal piano di installazione; TA=Temperatura Aria; UR=Umidità Aria; PA=Pressione Atmosferica; PR= Precipitazioni; RN=Radiazione Netta; RG=Radiazione Globale.

del deficit precipitativo registrato a partire dalla precedente stagione invernale per effetto del passaggio di un sistema perturbato caratterizzato da precipitazioni ed intense mareggiate di Libeccio sul Levante. La seconda fase, si sviluppa nella prima metà del mese di maggio, in un contesto caratterizzato da temperature sopra la norma e condizioni di variabilità con qualche piovasco solo nella prima decade. Risultano pertanto nuovamente rilevanti le condizioni siccitose che già aveva caratterizzato la precedente stagione invernale, in particolare nel Nord Italia.

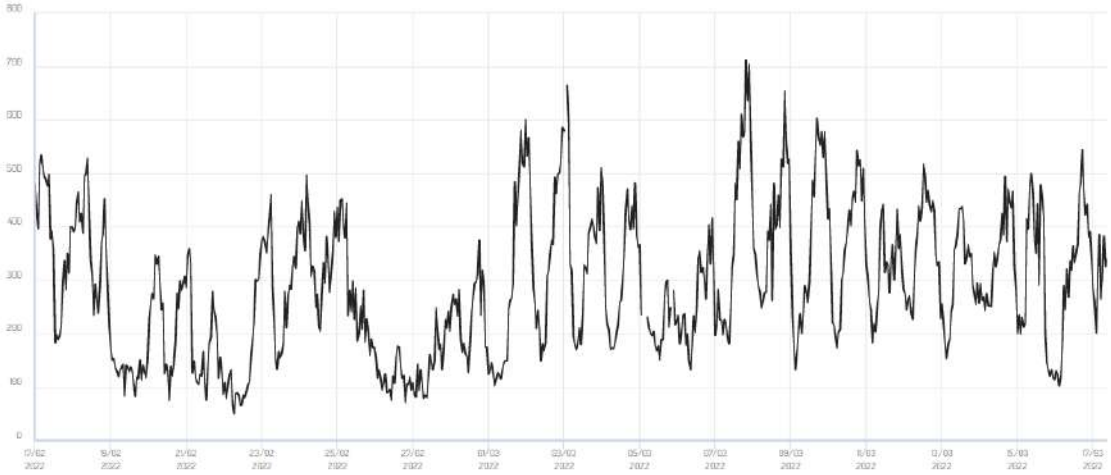
La campagna **estiva P29 22/3** (16/06/2022 ÷ 20/07/2022) è caratterizzata fino a fine giugno da un tempo caldo/secco e decisamente estivo. Si assiste poi ad un temporaneo peggioramento legato all'ingresso di un sistema atlantico da ovest che staziona sul Mediterraneo centrale, portando precipitazioni significative un po' su tutta la regione. Ma già dalla prima settimana del mese di luglio si apre una fase caratterizzata da una rimonta anticiclonica, tempo soleggiato e temperature ampiamente sopra l'atteso che caratterizzano il periodo di monitoraggio fino al termine.

La campagna **autunnale P29 22/4** (22/09/2022 ÷ 26/10/2022) vede una prima fase dominata da un'estesa area depressionaria con precipitazioni a tratti intense associate a correnti di Libeccio e mari localmente agitati. Nella prima settimana di ottobre si assiste ad una rimonta anticiclonica che riporta condizioni quasi estive: le temperature raggiungono valori pomeridiani fino a 27 °C, decisamente superiori alla norma. Solo verso fine periodo si assiste a qualche fenomeno precipitativo che però non attenua le condizioni d'intensa siccità.

Nel dettaglio, la campagna **invernale P29 22/1 (17/02/2022 ÷ 17/03/2022)** si svolge tra fine inverno 2022 e inizio della primavera meteorologica, in un periodo caratterizzato dal clima siccitoso su gran parte del Nord Italia, effetto di un persistente blocco anticiclonico sull'Europa occidentale. Detto blocco ha rappresentato una barriera per i sistemi perturbati atlantici ed ha deviato verso i Balcani l'aria più fredda artica: quest'ultima è riuscita ad interessare solo a tratti il nostro Paese, limitando la sua azione alle zone adriatiche e meridionali. In questo scenario, le circolazioni depressionarie sono rimaste prevalentemente confinate nell'Atlantico orientale e oltre il 65-70° parallelo Nord, interessando solo l'Europa più settentrionale. Il tempo meteorologico è caratterizzato da una lunga fase siccitosa con l'unica debole precipitazione che si registra pressoché a fine periodo.
Dunque uno scenario con precipitazioni sono risultate modeste e temperature leggermente superiori ai valori climatologici. Il periodo non ha inoltre registrato alcuna mareggiata significativa anche per effetto del flusso prevalentemente settentrionale.
Nel grafico sottostante, sono rappresentati i valori disponibili di stima della stabilità atmosferica legata alla misura dell'attività BETA associabile ai prodotti di decadimento del Radon[8] rilevati con risoluzione oraria dal campionatore SWAM della postazione di

[8] Il Radon è un composto chimicamente stabile con un flusso emissivo che può essere considerato costante sulla scala spazio-temporale d'interesse e che è stato dimostrato essere correlato al potenziale di diluizione dello strato limite planetario (Planetary Boundary Layer). È prodotto nel suolo dal decadimento del 222Rn e dell'isotopo 220Rn (Thoron) ed è rilasciato in atmosfera dove si disperde prevalentemente per diffusione turbolenta. La concentrazione di Radon in atmosfera, quindi, dipende principalmente dal fattore di diluizione verticale e i prodotti del Radon possono essere considerati come traccianti naturali delle proprietà di rimescolamento dei bassi strati del PBL. Infatti, la radioattività naturale si mantiene su valori costantemente bassi in caso di

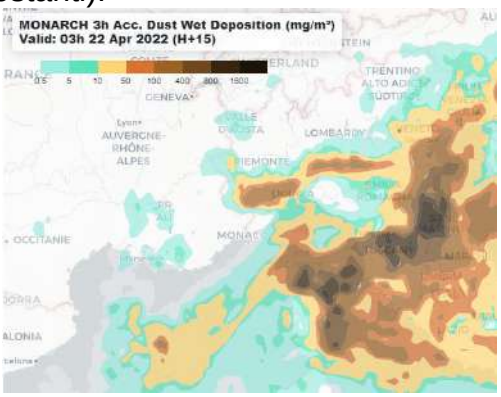
Amendola: sono evidenti i cicli giornalieri (valori relativamente più elevati di notte rispetto a quelli del giorno) sopra i quali si innestano le situazioni meteorologiche sinottiche quali i due break a fine febbraio e nel corso del primo weekend di marzo.

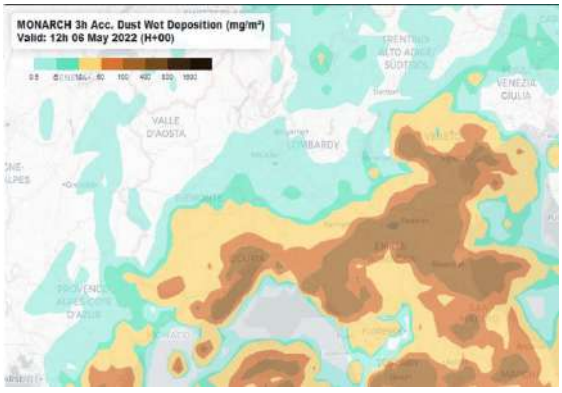


La campagna **primaverile P29 22/2 (14/04/2022 ÷ 17/05/2022)** vede ad inizio periodo una fase instabile, proprio in corrispondenza della Pasqua: nell'area spezzina sono risultati di rilievo non tanto gli eventi pluviometrici quanto l'aumento del moto ondoso di Libeccio. Dopo un breve intervallo caratterizzato da una rimonta anticiclonica sull'Europa continentale e nord-orientale che ha mantenuto bloccate le zone depressionarie, si registra un nuovo cambiamento (tra il 23 e 24 aprile), con l'entrata di una profonda area depressionaria (993 hPa il giorno 23) sul continente; questa configurazione interessa anche le zone tirreniche attivando una mareggiata di Libeccio caratterizzata da mari agitati o localmente molto agitati.
Si assiste poi al graduale riaffermarsi di un campo anticiclonico sul centro e nord Europa mentre il tempo più instabile si sposta verso il Sud Italia. L'anticiclone prende via via il sopravvento con tempo stabile e soleggiato e temperature in aumento; tuttavia, intorno al 1 maggio, si registra la discesa di un impulso freddo: in questa giornata si registrano alcuni rovesci accompagnati da un lieve calo termico. La settimana che segue è caratterizzata da tempo a tratti variabile e incerto, con qualche debole piovasco più evidente tra il 5 e 6 maggio. Il monitoraggio prosegue poi fino poco oltre la metà di maggio. Questo mese, a parte gli episodi sopra menzionati, presenta una marcata anomalia di pressione positiva ai bassi livelli effetto dell'esteso anticiclone che ha protetto gran parte del continente dalle depressioni, rimaste confinate oltre il 55° parallelo. Il periodo è caratterizzato nel complesso da temperature medie mensili oltre le medie climatologiche e precipitazioni decisamente sotto l'atteso.
Di rilievo, come si vedrà nel capitolo 4, sono stati i ratei di deposizione relativamente elevati registrati su tutta l'area durante questa campagna, con valori in assoluto inferiori solo a quelli registrate in occasione della tempesta Vaia dell'autunno 2018: si tratta di un fenomeno che ha interessato, con un contributo stimabile nell'ordine di circa 100 mg/m^2/g di polvere, tutte le postazioni dell'area spezzina; trattandosi di un fenomeno 'a

rimescolamento convettivo o avvezione e aumenta quando la stabilità atmosferica consente l'accumulo del Radon nei bassi strati del PBL: di conseguenza misurando tale parametro è possibile avere una valutazione della stabilità atmosferica.

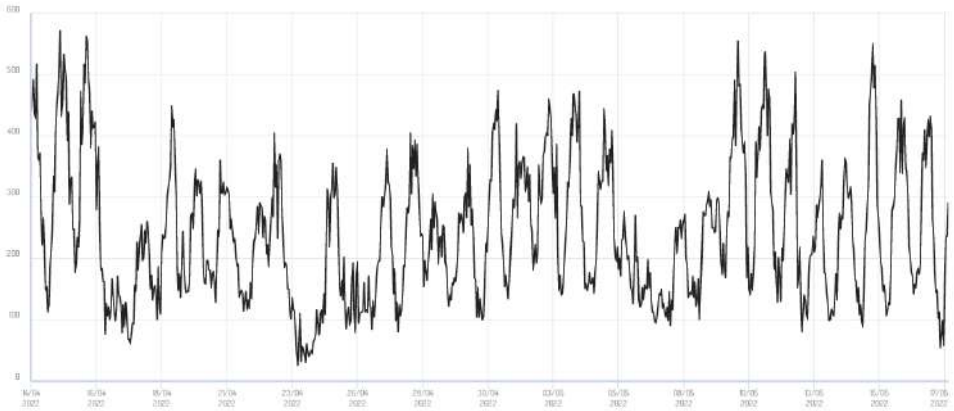
larga scala' si può ipotizzare, con buona probabilità, che lo stesso sia dovuto ad una causa di natura meteorologica. Analizzando nel dettaglio il periodo emerge come lo stesso sia stato caratterizzato, intorno alla terza settimana di aprile, da venti particolarmente intensi (tra le varie si è registrata la caduta di un grosso ponteggio in centro città) e soprattutto persistenti (diverse ore con medie prossime o superiori ai 10 m/s), in un contesto di suolo asciutto (le precipitazioni mancavano da circa due settimane): questo può avere accresciuto in modo anomalo la deposizione raccolta, semplicemente attraverso meccanismi di ri-sollevamento della polvere presente sul suolo secco.
Vi è poi anche la possibilità di un trasporto di polveri remote. L'analisi dei valori di PM10 sulle postazioni regionali non ha evidenziato nulla di particolare per cui sembrerebbe esclusa la possibilità di una "dry deposition" di polveri: è possibile però che siano entrati in gioco meccanismi di "wet deposition" in occasione di due eventi precipitativi (centrati sul 22/04 e sul 06/05) che i modelli vedevano 'ricchi' di polveri (come da figure sottostanti).





In sintesi, la spiegazione più probabile che ha prodotto questi elevati ratei di deposizione può trovarsi nella sommatoria dei due eventi sopra descritti.

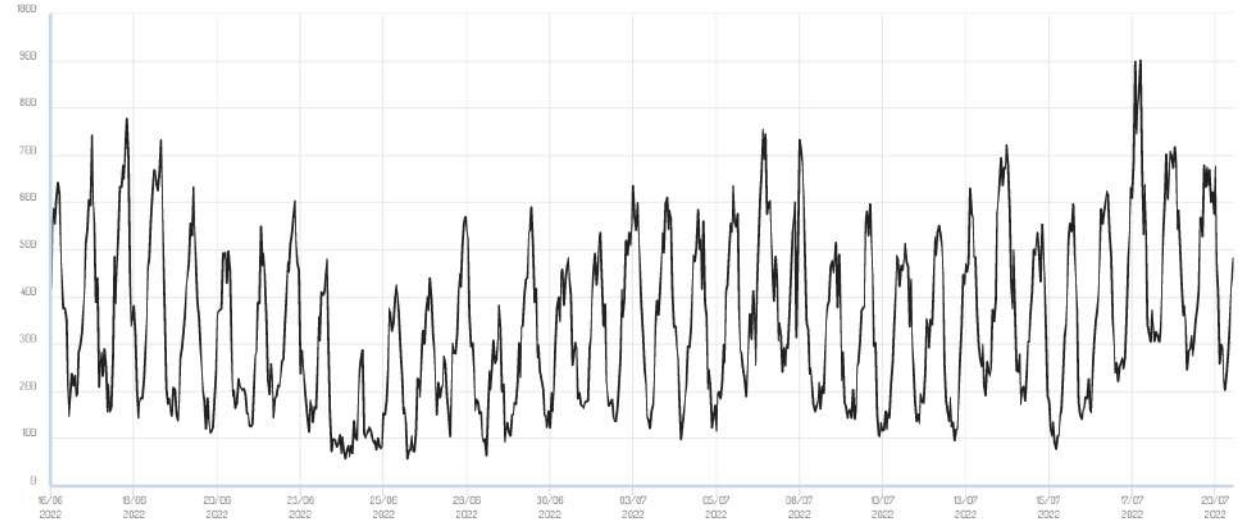
Nel grafico che segue, sono rappresentati i valori disponibili dell'attività BETA associabile ai prodotti di decadimento del Radon rilevati con il campionatore SWAM di Amendola: sono evidenti i cicli giornalieri che presentano una sostanziale regolarità, a parte alcuni momenti di relativa maggiore instabilità in occasione della Pasqua, intorno al 23 di aprile (quando si sono registrati i valori di Radom più bassi in corrispondenza dunque dei valori più elevati del PBL) e nella prima decade di maggio.



Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

La prima parte della **campagna estiva P29 22/3 (16/06/2022 ÷ 20/07/2022)** vede un tempo decisamente estivo, stabile, soleggiato e temperature superiori alla norma. Intorno alla fine del mese di giugno, tuttavia si registra un temporaneo peggioramento legato all'ingresso di un sistema atlantico da ovest: il sistema ha stazionato qualche giorno sul Mediterraneo centrale apportando precipitazioni significative un po' su tutta la regione, anche se più intense sul centro-ponente. Si è trattato di una situazione temporanea e già dalla prima settimana del mese di luglio il tempo si è stabilizzato grazie ad una nuova rimonta anticiclonica che ha garantito condizioni soleggiate e temperature ampiamente sopra l'atteso fino al termine del monitoraggio.
Durante la campagna si sono registrate nel complesso temperature medie decisamente elevate e diversi record di caldo con temperature massime mensili in alcuni siti a intorno ai 39 °C. Per quanto riguarda le precipitazioni, si è registrato un forte deficit rispetto ai valori climatologici con valori cumulati nello spezzino inferiori di oltre l'80%.
Nel grafico sottostante, sono rappresentati i valori disponibili di stima della stabilità atmosferica legata alla misura dell'attività BETA associabile ai prodotti di decadimento del Radon rilevati con risoluzione oraria dal campionatore SWAM della postazione di Fossamastra: sono evidenti i cicli giornalieri che presentano una sostanziale regolarità, per effetto della pressoché totale assenza di fasi instabili nel corso del periodo, con i valori di massimo intrappolamento (dunque di PBL più basso) sistematicamente in corrispondenza delle prime ore del mattino.

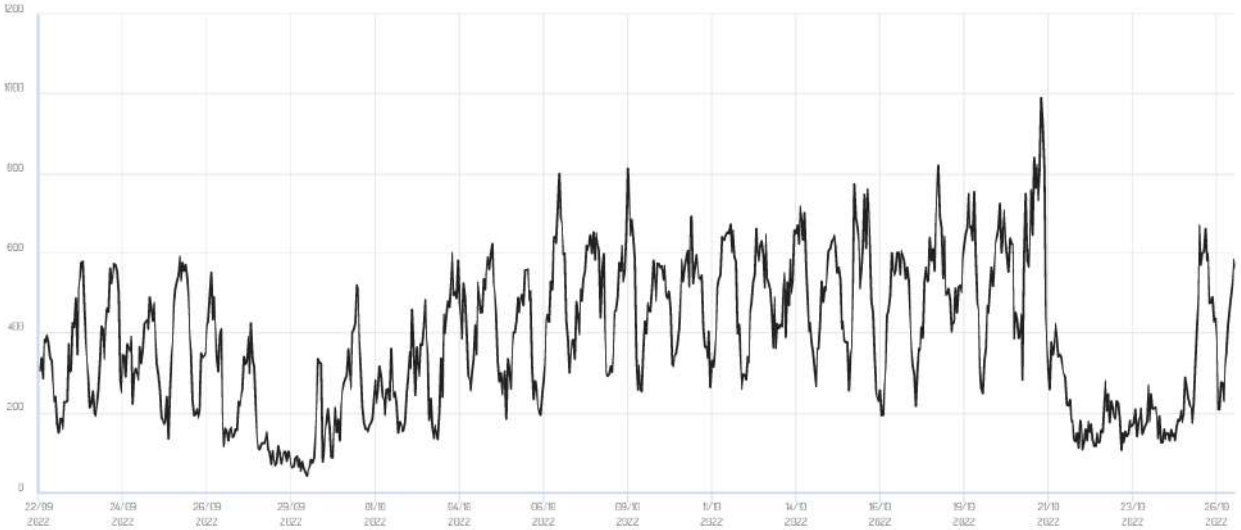


La campagna **autunnale P29 22/4** (22/09/2022 ÷ 26/10/2022) ha inizio in concomitanza con il termine di una fase anticiclonica che ha caratterizzato l'Europa centro orientale e gran parte del Mediterraneo nella prima parte di settembre. Nell'ultima settimana del mese, un'area depressionaria prende possesso del continente e del Mediterraneo occidentale con precipitazioni a tratti intense associate a correnti di Libeccio e mari localmente agitati. Nella prima settimana di ottobre l'Europa risulta interessata da una rimonta anticiclonica con condizioni quasi estive: le temperature raggiungono valori pomeridiani di 26-27 °C decisamente superiori alla norma. La situazione è particolarmente evidente analizzando l'anomalia di geopotenziale a 850 hPa: l'esteso campo di alta pressione disposto lungo i meridiani, protegge il continente dalle depressioni confinandole oltre il 50° parallelo nord o nel vicino atlantico e determina il

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

richiamo caldo dal nord Africa lungo il bordo occidentale dell'Europa e l'area mediterranea. Tale configurazione viene temporaneamente interrotta da qualche veloce passaggio instabile, più evidente verso fine periodo, quando si assiste anche a sporadici fenomeni precipitativi.
In sintesi, il periodo nel complesso è stato caratterizzato da temperature medie sopra l'atteso sull'Europa e l'area Mediterranea. In Liguria, come nel resto del nord Italia, si sono registrate condizioni d'intensa siccità accompagnate da temperature elevate.
Nel grafico sottostante, sono rappresentati i valori disponibili di stima della stabilità atmosferica legata alla misura dell'attività BETA associabile ai prodotti di decadimento del Radon rilevati con risoluzione oraria dal campionatore SWAM della postazione di Fossamastra: sono evidenti i cicli giornalieri (valori relativamente più elevati di notte rispetto al giorno) sopra i quali si innestano le situazioni meteorologiche locali che hanno portato alla quasi totale scomparsa del ciclo giorno/notte, nelle varie situazioni di tempo perturbato registrate nel periodo nel quale si è sviluppato il monitoraggio: è molto evidente la fase di maltempo a fine settembre e quella meno rilevante ad inizio della ultima decade di ottobre.



Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

3.2 Andamento della temperatura e dell'umidità

Nelle figure che seguono sono riportati, nei quattro periodi di monitoraggio, gli andamenti di temperatura e umidità misurati presso la postazione meteo del Comune della Spezia, rappresentativa del tessuto urbano e presso Monte Beverone, indicativa della zona collinare intorno e rappresentativa anche di un'area più estesa.

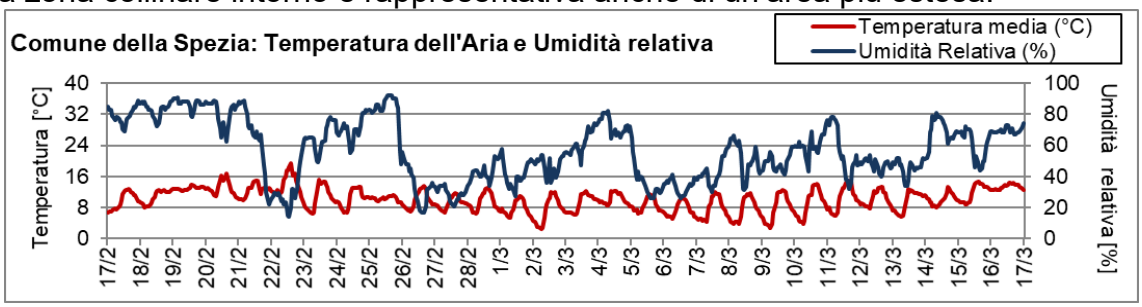


Figura 3– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P29 22/1.

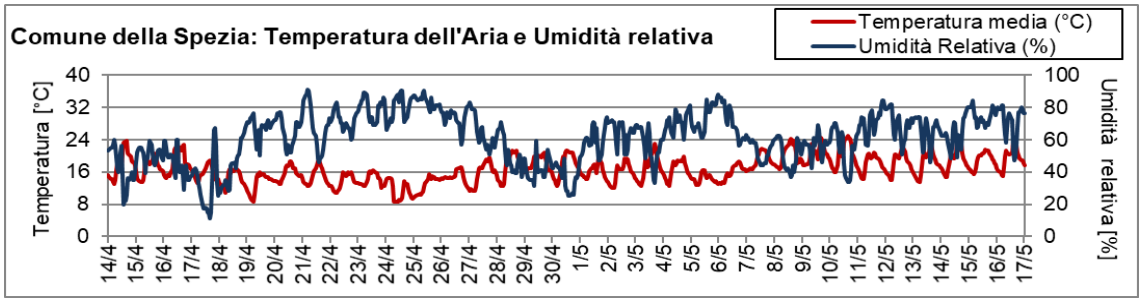


Figura 4 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P29 22/2.

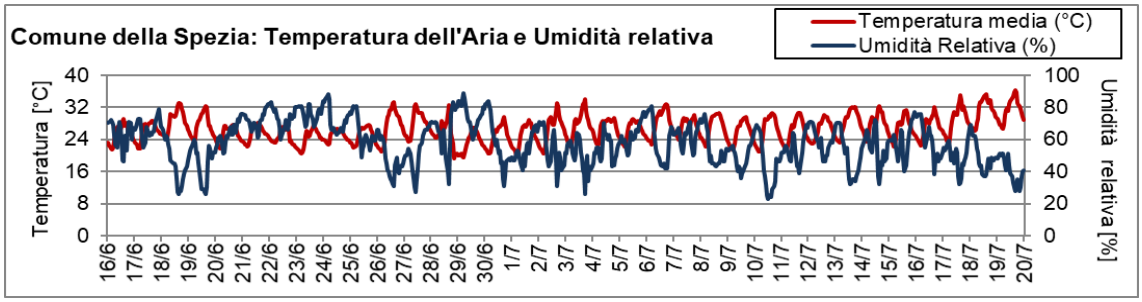


Figura 5– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P29 22/3.

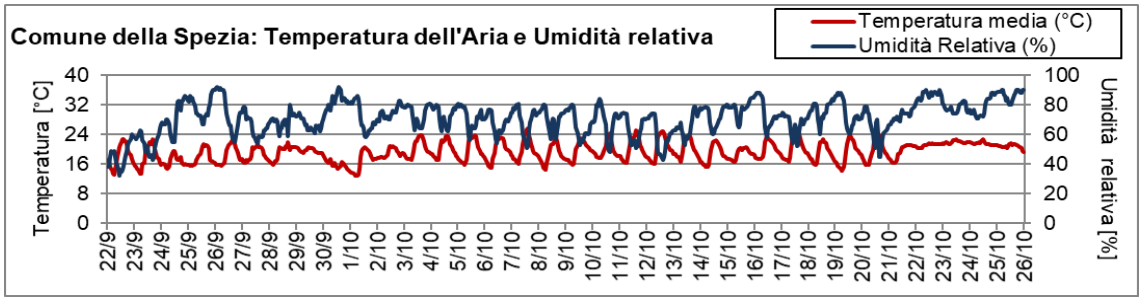


Figura 6– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P29 22/4.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
IQNet
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

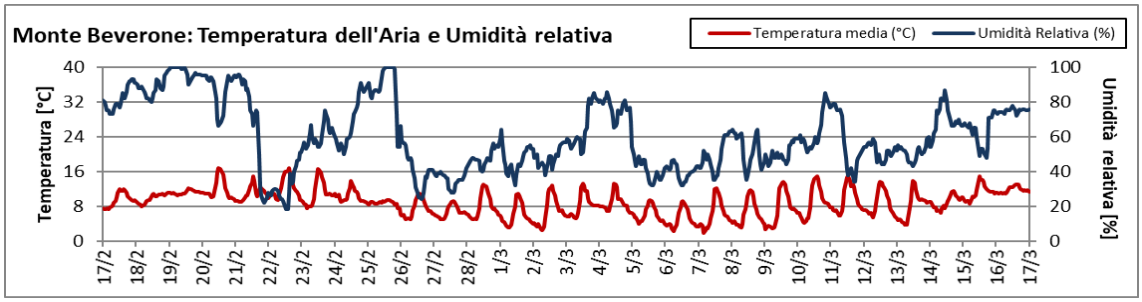


Figura 7– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P29 22/1.

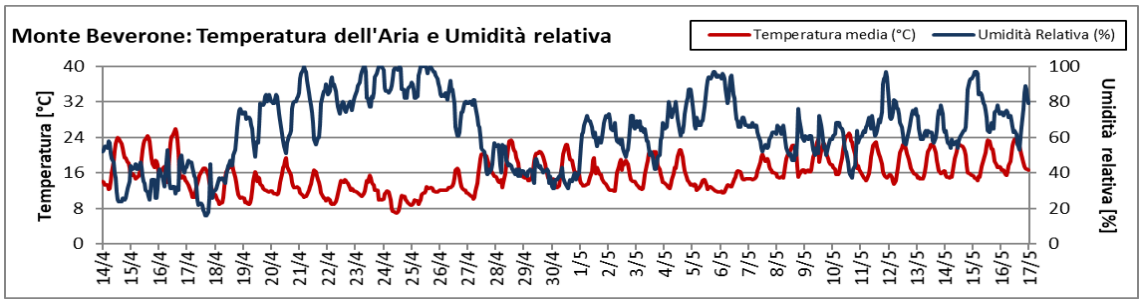


Figura 8– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P29 22/2.

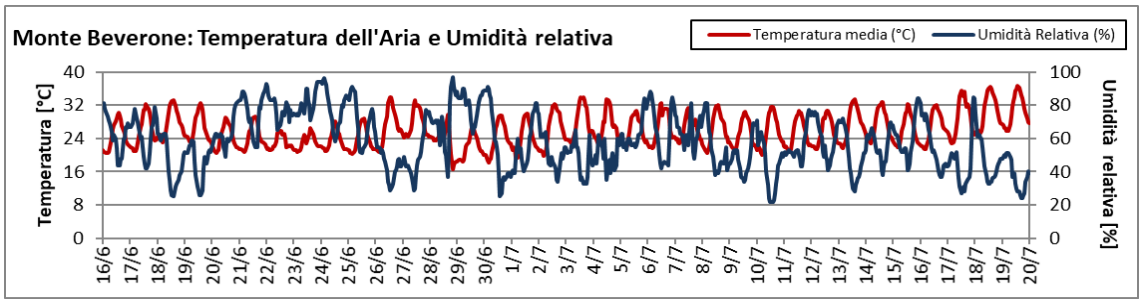


Figura 9– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P29 22/3.

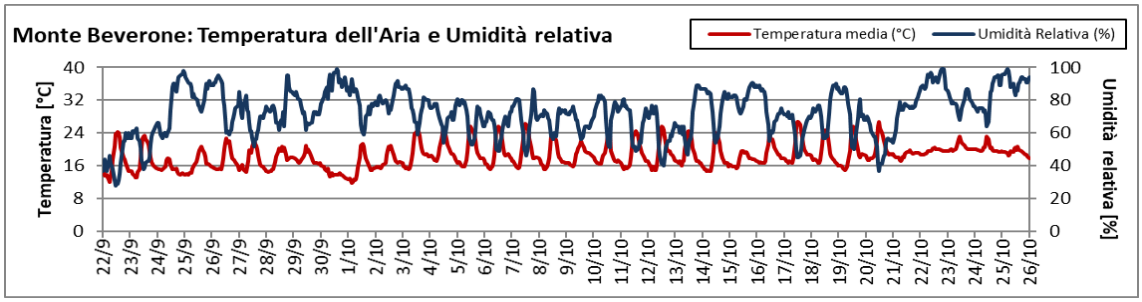


Figura 10– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P29 22/4.

Il prospetto seguente riassume alcuni indici statistici di temperatura e umidità nelle campagne per le due postazioni:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Comune della Spezia				
	invernale	primaverile	estiva	autunnale
	P29 22/1	**P29 22/2**	**P29 22/3**	**P29 22/4**
Temperatura (°C)				
media	10	17	27	19
minimo	2	9	19	13
massimo	19	25	36	26
mediana	10	17	27	19
Umidità (%)				
media	57	62	57	71
minimo	14	11	23	32
massimo	92	91	89	92
mediana	56	63	58	72

Tabella 8 – Indici statistici meteorologici Comune della Spezia.

Monte Beverone				
	invernale	primaverile	estiva	autunnale
	P29 22/1	**P29 22/2**	**P29 22/3**	**P29 22/4**
Temperatura (°C)				
media	9	16	26	18
minimo	-2	8	16	8
massimo	18	24	33	21
mediana	10	14	23	14
Umidità (%)				
media	61	64	57	73
minimo	14	27	30	36
massimo	100	100	96	100
mediana	63	80	70	66

Tabella 9 – Indici statistici meteorologici Monte Beverone.

Tutte le campagne, ad eccezione di quella primaverile, sono state caratterizzate da temperature superiori ai valori climatologici ed anche a quelli rilevati nelle corrispondenti campagne dell'anno precedente; il fenomeno è particolarmente marcato nelle campagne estiva ed autunnale: in particolare in quest'ultima le medie sono risultate anche di 3-4 °C superiori a quelle dell'anno precedente). A tal proposito, va segnalato che, le stesse nel 2022 si sono sviluppate con circa 2 settimane di anticipo, in un periodo dunque caratterizzato da una durata superiore del giorno.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

3.3 Anemometria

Di seguito e in Appendice 2 sono riportate le Rose dei Venti geolocalizzate sulle postazioni individuate come rappresentative:

Figura 11– Rose dei venti durante la P29 22/1.

Figura 12– Rose dei venti durante la P29 22/2.

Figura 13– Rose dei venti durante la P29 22/3.

Figura 14– Rose dei venti durante la P29 22/4.

I venti hanno mostrato un comportamento non particolarmente differente nel corso dei quattro periodi di monitoraggio: i venti più intensi (sopra i 6 m/s) nella maggior parte dei casi, sono risultati provenienti dai quadranti meridionali e questo anche nella campagna autunnale (diversamente da quanto registrato nel 2021); continua il dominio in estate della circolazione di brezza ben evidente dalla Figura 17 soprattutto al livello del mare.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

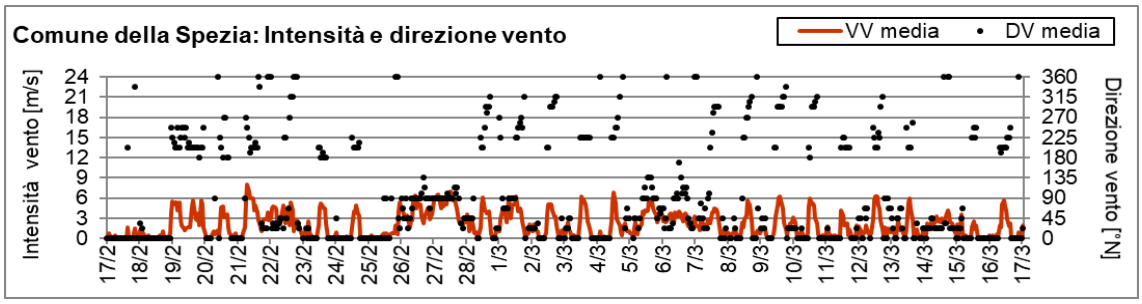


Figura 15– Intensità e direzione del vento durante la campagna P29 22/1.

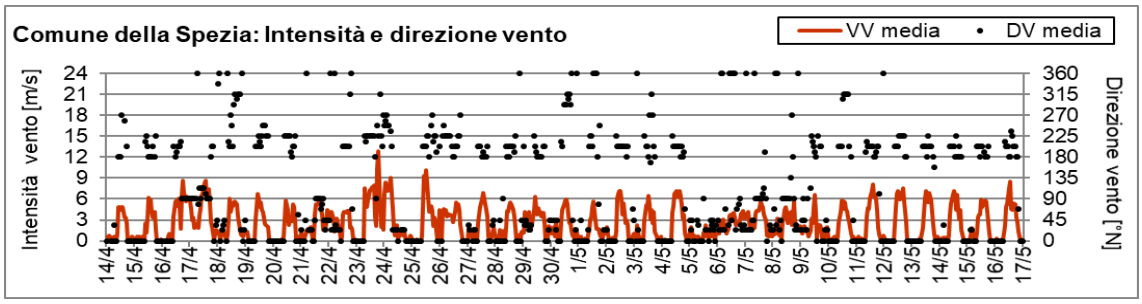


Figura 16– Intensità e direzione del vento durante la campagna P29 22/2.

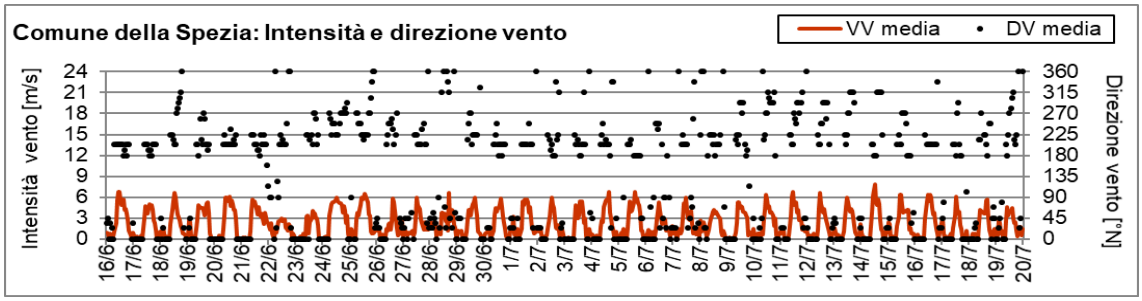


Figura 17– Intensità e direzione del vento durante la campagna P29 22/3.

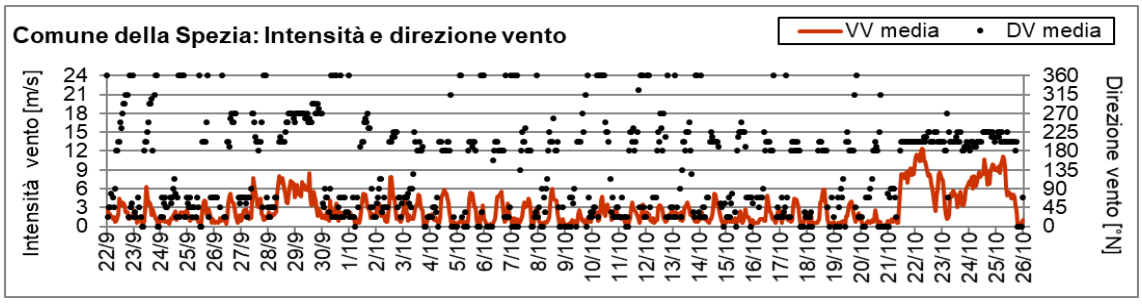


Figura 18– Intensità e direzione del vento durante la campagna P29 22/4.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

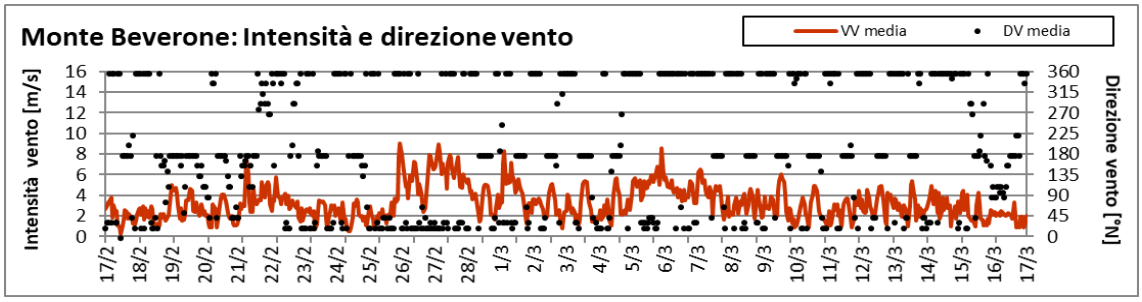


Figura 19– Intensità e direzione del vento durante la campagna P29 22/1.

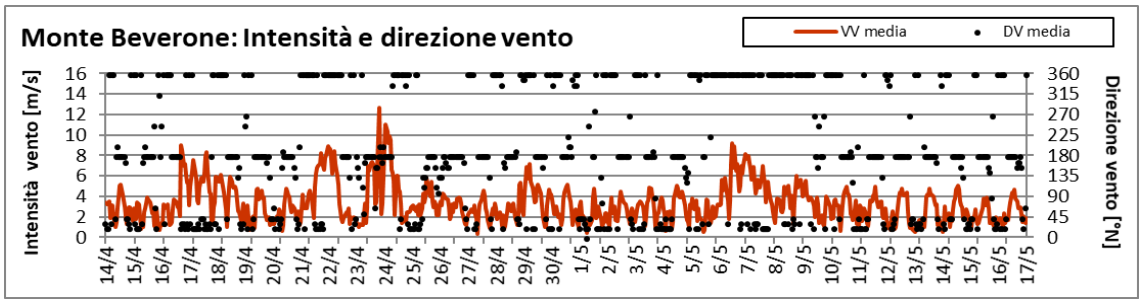


Figura 20– Intensità e direzione del vento durante la campagna P29 22/2.

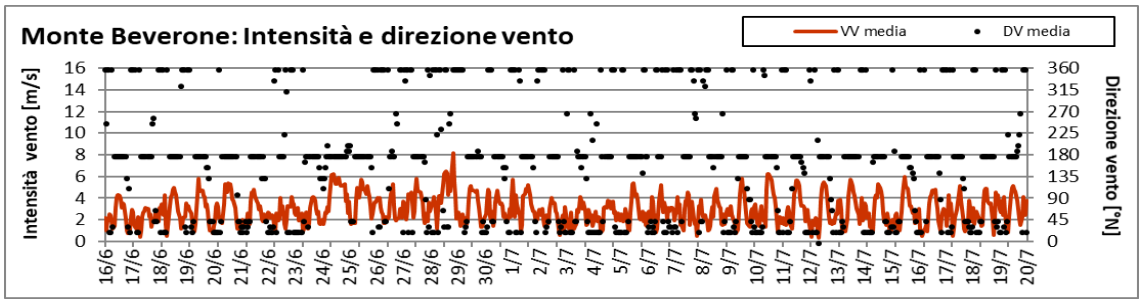


Figura 21– Intensità e direzione del vento durante la campagna P29 22/3.

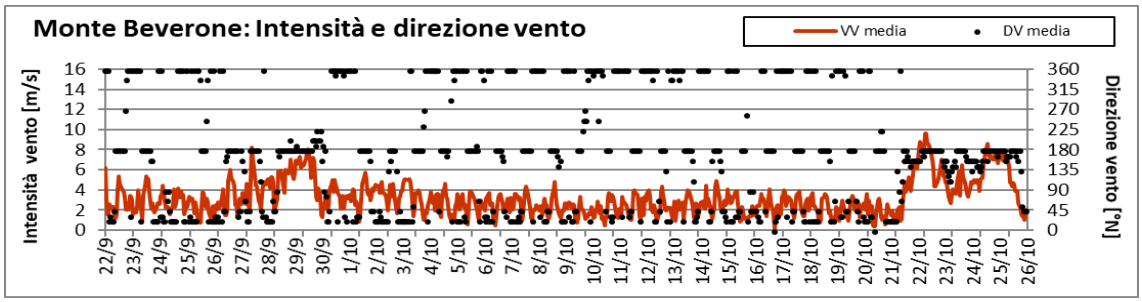


Figura 22– Intensità e direzione del vento durante la campagna P29 22/4.

Nei precedenti grafici sono riportati gli andamenti temporali nei quattro periodi di monitoraggio della centralina meteo del Comune della Spezia e di quelli di Monte Beverone.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

In modo molto evidente nella campagna estiva, ma comunque in generale in assenza di situazioni di forzanti a scala sinottica (tipiche delle campagne primaverile ed autunnale), è ben visibile la ciclicità nell'intensità e direzione del vento (legata per l'appunto ai meccanismi di brezza) con punte anche oltre i 4 m/s, in estate quando le termiche sono più intense e lievemente superiori nella postazione del Comune.
La figura che segue riassume la frequenza di ore con differenti velocità di vento nelle campagne di monitoraggio. Risulta evidente la differenza dell'andamento della velocità del vento nelle varie campagne ed in particolare tra le due postazioni, con una diversa distribuzione delle intensità: nel dettaglio si evidenziano valori mediamente più alti nella postazione del Monte Beverone, posta ad una quota più elevata e percentuali di calma di vento (velocità < 1 m/s) nel sito del Comune, di gran lunga maggiori in tutte le stagioni.

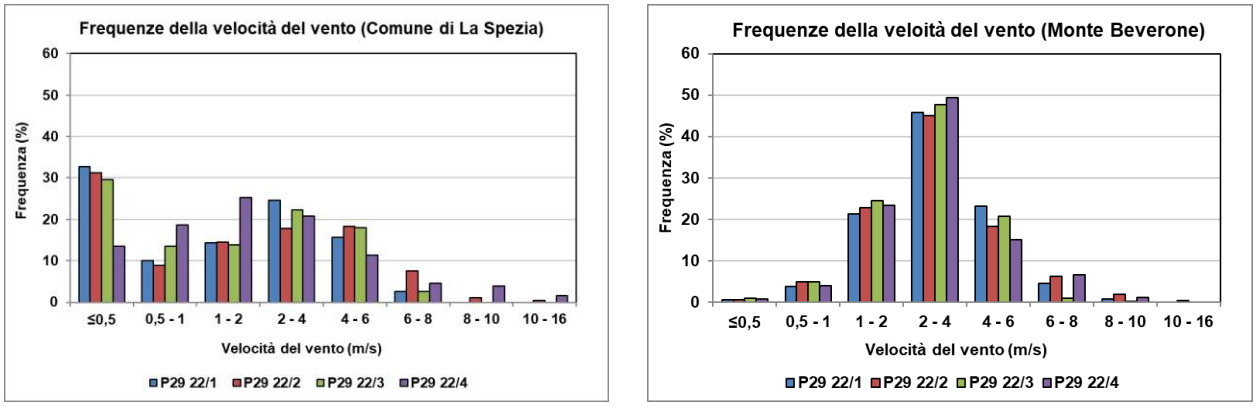


Figura 23– Frequenze della velocità del vento nei quattro periodi di monitoraggio.

Dall'analisi delle figure precedenti e della successiva tabella risulta che, in termini di frequenza di velocità del vento, i periodi di monitoraggio considerati non sono stati particolarmente diversi, anche se vi è stata una frequenza maggiore di ore con venti di intensità superiore ai 6 m/s, nella campagna primaverile. Si evidenzia che, nel corso del 2022 nel sito del Comune della Spezia, si sono avute un maggior numero di calme di vento rispetto all'anno precedente: la stessa cosa non si è avuta al Monte Beverone che ha mostrato una quasi perfetta sovrapponibilità con l'anno precedente. Questa analisi ha portato a verifiche più approfondite sull'anemometro posto sulla torre comunale: si sono evidenziati piccoli problemi di natura meccanica che aumentavano l'inerzia del mulinello con conseguente innalzamento della soglia di misura e pertanto lo stesso è stato sostituito nel corso del mese di settembre.

		Velocità vento [m/s] - Comune della Spezia							
Campagna	**Ore totali**	**≤0,5**	**0,5-1**	**1-2**	**2-4**	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**10-16**
P29 22/1	696	228	70	100	171	109	18	0	0
P29 22/2	816	255	73	119	146	150	61	9	3
P29 22/3	840	249	114	117	187	151	22	0	0
P29 22/4	840	114	157	213	175	95	39	33	14

		Velocità vento [m/s] - Monte Beverone							
Campagna	**Ore totali**	**≤0,5**	**0,5-1**	**1-2**	**2-4**	**4-6**	**6-8**	**8-10**	**10-16**
P29 22/1	696	4	27	148	319	161	31	6	0
P29 22/2	816	5	40	186	367	149	51	15	3
P29 22/3	840	8	41	206	401	175	8	1	0
P29 22/4	840	6	33	196	415	126	55	9	0

Tabella 10 – Numero di ore con differenti velocità del vento nelle campagne di monitoraggio.

3.4 Precipitazioni

Nel seguito è mostrata una tabella riepilogativa delle precipitazioni registrate nel corso delle campagne di monitoraggio.

	Comune della Spezia			
	Campagna P29 22/1	**Campagna P29 22/2**	**Campagna P29 22/3**	**Campagna P29 22/4**
N° eventi meteorici	3	3	2	4
N° giorni totali	3	8	3	7
Precipitazione totale [mm]	23,4	65	16,2	50,6

	La Foce - Monteviseggi			
	Campagna P29 22/1	**Campagna P29 22/2**	**Campagna P29 22/3**	**Campagna P29 22/4**
N° eventi meteorici	5	3	2	4
N° giorni totali	5	8	4	7
Precipitazione totale [mm]	29,4	105,8	24	46,8

	Fornola			
	Campagna P29 22/1	**Campagna P29 22/2**	**Campagna P29 22/3**	**Campagna P29 22/4**
N° eventi meteorici	2	4	2	1
N° giorni totali	2	8	2	4
Precipitazione totale [mm]	26,2	75,2	26,6	81,2

Tabella 11 – Precipitazione cumulata misurata a Comune della Spezia, La Foce- Monte Viseggi e Fornola (mm).

Nei grafici successivi è mostrato l'andamento temporale degli eventi di precipitazione, anche riportati giornalmente in Appendice 2 nelle campagne di monitoraggio:

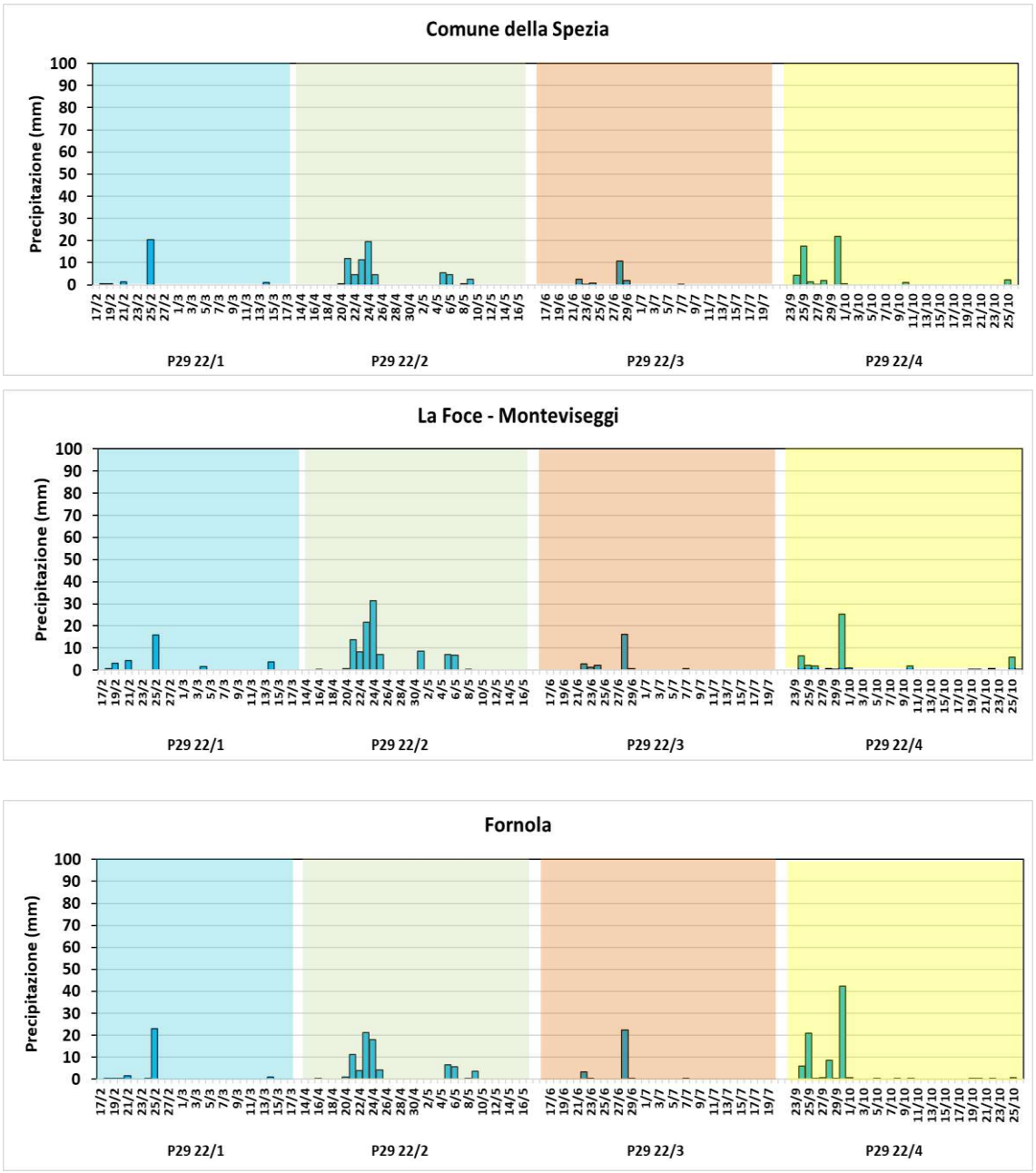


Figura 24– Precipitazioni durante il periodo delle campagne del 2022.

Dal confronto con l'anno precedente, emergono valori spesso significativamente inferiori in tutte le postazioni ed in tutte le stagioni, con un'unica eccezione per la postazione di Fornola (quella assunta come riferimento per l'area Val di Magra/Vara) in estate. Al di là dei valori assoluti, anche nel 2022, come già nell'anno precedente, le campagne sviluppatesi in primavera ed autunno sono risultate quelle più piovose.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

3.4.1 Confronto tra dati pluviometrici e precipitazioni raccolte dai deposimetri

La tabella seguente riporta l'entità delle precipitazioni umide raccolte dai deposimetri inorganici ed organici durante i quattro periodi di monitoraggio:

Postazione	Sigla	Data Inizio	Data Fine	Deposimetri inorganici precipitazione [mm]	Deposimetri organici precipitazione [mm]
Campagna P29 22/1 (inverno)					
Follo	FL	17/02/2022	17/03/2022	17	19
Arcola	AR	17/02/2022	17/03/2022	33	39
Maggiolina	MG	17/02/2022	17/03/2022	32	34
Melara	ME	17/02/2022	17/03/2022	25	30
Fossamastra	FS	17/02/2022	17/03/2022	37	41
Campagna P29 22/2 (primavera)					
Follo	FL	14/04/2022	17/05/2022	89	91
Arcola	AR	14/04/2022	17/05/2022	78	88
Maggiolina	MG	14/04/2022	17/05/2022	84	93
Melara	ME	14/04/2022	17/05/2022	97	92
Fossamastra	FS	14/04/2022	17/05/2022	85	92
Campagna P29 22/3 (estate)					
Follo	FL	16/06/2022	20/07/2022	6	16
Arcola	AR	16/06/2022	20/07/2022	8	24
Maggiolina	MG	16/06/2022	20/07/2022	6	18
Melara	ME	16/06/2022	20/07/2022	6	18
Fossamastra	FS	16/06/2022	20/07/2022	6	14
Campagna P29 22/4 (autunno)					
Follo	FL	22/09/2022	26/10/2022	57	65
Arcola	AR	22/09/2022	26/10/2022	60	69
Maggiolina	MG	22/09/2022	26/10/2022	44	86
Melara	ME	22/09/2022	26/10/2022	71	95
Fossamastra	FS	22/09/2022	26/10/2022	67	84

Tabella 12 – Entità delle precipitazioni raccolte dai deposimetri. Valori in mm.

Nel corso della campagna estiva, la quantità di precipitazione raccolta è stata inferiore rispetto alle altre campagne, soprattutto rispetto a quella primaverile e autunnale: pertanto le differenze rilevate in alcuni casi tra le due tipologie di raccoglitori, molto contenute in termini assolute ma rilevanti in termini percentuali, possono essere ricondotte probabilmente ad una diversa evaporazione, a causa dei materiali che li costituiscono (plastica per gli inorganici, vetro per gli organici) e ai fattori di forma degli imbuti con collo di diametro differente.

Nella figura che segue è mostrata la correlazione tra le entità di precipitazioni raccolte dai deposimetri per specie inorganiche e organiche installati in parallelo nelle postazioni di monitoraggio:

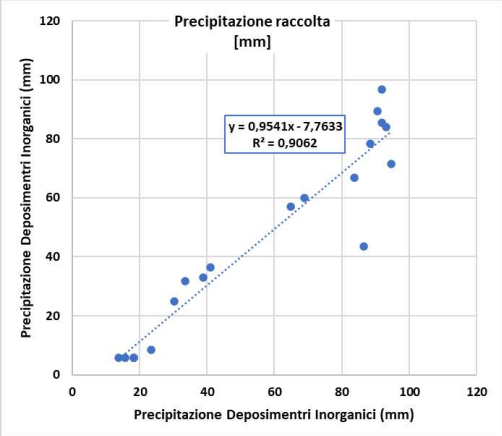


Figura 25– Correlazione tra le precipitazioni raccolte dai deposimetri installati in parallelo.

Come già in passato, a parte singoli e limitati casi, probabilmente legati all'intensità delle precipitazioni e alla turbolenza atmosferica, la correlazione appare ottima ed entrambi i tipi di campioni sono rappresentativi delle deposizioni umide avvenute nel periodo.
La tabella seguente sintetizza i valori medi delle precipitazioni raccolte dai deposimetri organici e inorganici nelle quattro campagne:

Campagna	n	Media	Dev. Std	Mediana	Minimo	Massimo
P29 22/1	10	31	8	33	17	41
P29 22/2	10	89	5	90	78	97
P29 22/3	10	12	6	11	6	24
P29 22/4	10	70	14	68	44	95

Tabella 13 - Valori statistici delle deposizioni umide raccolte nei deposimetri.

Risulta evidente l'estrema variabilità delle precipitazioni, con valori medi di campagna spesso inferiori a metà del valore registrato nello stesso periodo del 2021.
Nella figura seguente, sono confrontate le medie delle precipitazioni raccolte da entrambi i deposimetri delle varie postazioni nei quattro periodi di monitoraggio:

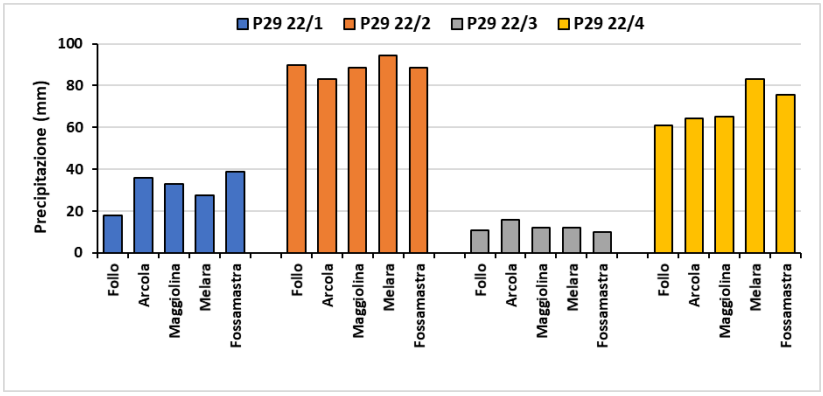


Figura 26– Precipitazioni medie raccolte dai deposimetri durante i quattro periodi di monitoraggio.

È evidente come i valori più elevati si siano riscontrati nella campagna primaverile e autunnale, quando si sono rilevate le maggiori differenze tra i siti, in linea con le precipitazioni a carattere temporalesco che hanno caratterizzato il periodo.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
IQNet
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

3.5 Caratteristiche meteo generali delle campagne suppletive effettuate a Melara e ByPass-Fossamastra

Nel seguito sono descritte le principali caratteristiche meteorologiche delle campagne di monitoraggio integrative, che hanno consentito di verificare con continuità nel corso dell'anno 2022, le deposizioni inorganiche presso il sito di Melara e di ByPass.
Nella tabella che segue è riportata l'articolazione delle diverse campagne ed il raffronto tra la precipitazione raccolta nei deposimetri e quella rilevata presso la postazione del Comune della Spezia.

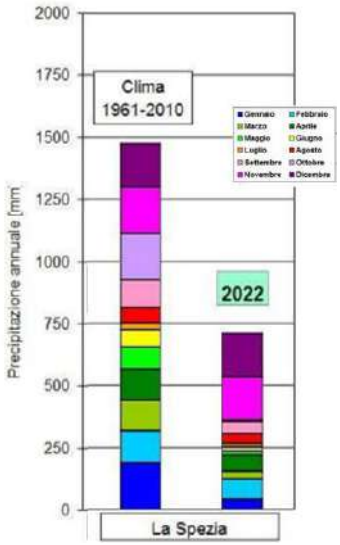
Campagne Melara	Campagne BYPASS	Data Inizio	Data Fine	Giorni esposizione	Precipitazione MELARA [mm]	Precipitazione BYPASS [mm]	Precipitazione La Spezia Comune [mm]
ME 21/G	BY 21/I	07/12/21	11/01/22	36	235	211	121
ME 22/A	BY 22/A	11/01/22	17/02/22	38	86	124	71
P29 22/1	BY 22/B	17/02/22	17/03/22	29	25	46	23
ME 22/B	BY 22/C	17/03/22	14/04/22	29	80	76	45
P29 22/2	BY 22/D	14/04/22	17/05/22	34	97	108	65
ME 22/C	BY 22/E	17/05/22	16/06/22	31	18	18	2
P29 22/3	BY 22/F	16/06/22	20/07/22	35	6	7	16
ME 22/D	BY 22/G	20/07/22	23/08/22	35	48	39	49
ME 22/E	BY 22/H	23/08/22	22/09/22	31	18	20	9
P29 22/4	BY 22/I	22/09/22	26/10/22	35	71	98	48
ME 22/F	BY 22/L	26/10/22	29/11/22	35	229	281	172
ME 22/G	BY 22/M	29/11/22	28/12/22	30	283	278	159

Tabella 14 – Precipitazione cumulata misurata presso il Comune della Spezia e le due postazioni di Melara e BYPASS (mm).

Si evidenzia come nel corso dell'anno 2022, la precipitazione raccolta nei deposimetri è risultata in media, a Melara circa il 50% e a ByPass circa il 70%, superiore a quella rilevata presso la stazione La Spezia – Comune: si tratta di un dato in linea con quanto rilevato anche negli anni precedenti ed evidentemente legato alla complessa morfologia dell'area di studio nonché alle diverse altezze rispetto al suolo di posizionamento dei sistemi di raccolta della precipitazione.

In generale, come è evidente dal grafico e dalla tabella seguente con la valutazione dello Standard Precipitazion Index[9], l'anno 2022 ha visto per la postazione Arpal di "La Spezia – Comune", precipitazioni di poco superiori al 50% a quelle climatologiche: in particolare sono risultati 'moderatamente siccitosi' i mesi di gennaio, marzo e maggio ed 'estremamente siccitoso' quello di ottobre.

[9] L'indice SPI - Standard Precipitation Index, sviluppato da McKee et al. (1993), è un indicatore di surplus o deficit pluviometrico estesamente utilizzato a livello internazionale. Esso considera la variabile precipitazione e definisce gli stati siccitosi o umidi rapportando alla deviazione standard la differenza degli apporti pluviometrici rispetto alla precipitazione media di un determinato intervallo di tempo (ovvero il quantitativo di pioggia caduto viene valutato in base alla variabilità della precipitazione negli anni precedenti). I valori dello SPI oscillano nella maggior parte dei casi tra +2 e -2 anche se questi estremi possono essere superati entrambi. I valori positivi indicano situazioni di surplus pluviometrico mentre valori negativi individuano situazioni di siccità.



La Spezia

Mese	SPI	Classe
Gennaio	-1,0958	Moderatamente siccitoso
Febbraio	-0,1094	Normale
Marzo	-1,2091	Moderatamente siccitoso
Aprile	0,0846	Normale
Maggio	-1,3828	Moderatamente siccitoso
Giugno	-0,9128	Normale
Luglio	-0,1475	Normale
Agosto	0,1421	Normale
Settembre	-0,1764	Normale
Ottobre	-3,0103	Estremamente siccitoso
Novembre	0,6389	Normale
Dicembre	0,9427	Normale

Figura 27– Andamento delle precipitazioni nella postazione Arpal di "La Spezia – Comune": valori anno 2022 vs climatologici.

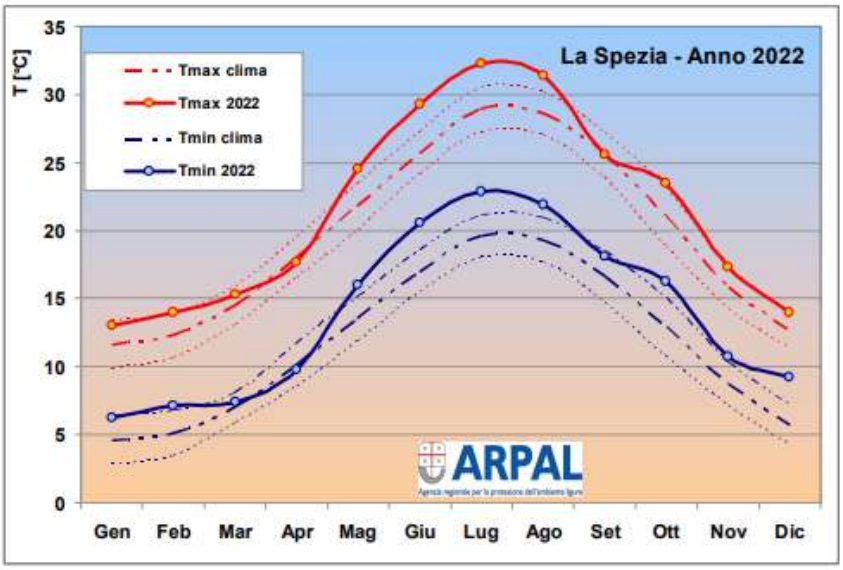


Figura 28– Andamento delle temperature nella postazione Arpal di "La Spezia – Comune (la linea intera indica i valori dell'anno 2022, mentre quelle tratteggiate sono relative ai valori climatologici con le rispettive fasce di confidenza (deviazione standard).

Anche per quanto riguarda le temperature, si sono registrate significative anomalie: in particolare per quelle massime, che da maggio ad agosto sono sempre risultate superiori ai massimi climatologici; anche per le minime, l'anomalia rispetto ai valori climatologici è sempre risultata positiva, fatto salvo nei mesi di marzo e aprile.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

4. RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE DELLE DEPOSIZIONI

Le campagne di monitoraggio del 2022, in linea con quanto definito nel Protocollo a partire dal 2017, sono state effettuate nel corso delle quattro diverse stagioni, con campagne di misura della durata di circa un mese. Questo approccio è in linea con quanto previsto per le misurazioni indicative delle deposizioni totali dal D.Lgs 155/2010 Allegato 1-Tabella 2, e consente che i valori medi dei vari parametri misurati nei quattro periodi più significativi dal punto di vista meteoclimatico possano essere considerati rappresentativi dell'intero anno solare.
Di seguito sono riportate le date di inizio e fine delle campagne del 2022, la loro durata in giorni e la percentuale di giorni di funzionamento della centrale ENEL rispetto alla durata di ciascuna campagna:

Campagna	*Data inizio*	*Data fine*	*Durata*	*Funzionamento Centrale %*	*Funzionamento Centrale*
P 29 22/1	17/02/2022	17/03/2022	29	0	Non attiva
P 29 22/2	14/04/2022	17/05/2022	34	0	Non attiva
P 29 22/3	16/06/2022	20/07/2022	35	0	Non attiva
P 29 22/4	22/09/2022	26/10/2022	35	0	Non attiva

Tabella 15 - Periodi di campionamento delle campagne 2022 e operatività della Centrale.

Le quattro campagne di monitoraggio del 2022 (Tabella 15) costituiscono di fatto un 'bianco', in quanto la centrale è risultata non operativa, rappresentando cosi l'assenza di pressioni ambientali dovute alle emissioni dalla centrale.

Il monitoraggio delle deposizioni è stato condotto su un set ridotto definito tra le 9 postazioni già utilizzate nel 2014-2020, ovvero Follo, Arcola, Maggiolina, Melara e Fossamastra. Tali postazioni, sulla scorta dei risultati ottenuti negli otto anni di monitoraggio (2014 ÷ 2021), sono quelle considerate più interessanti e rappresentative di tutta l'area indagata.

Per quanto riguarda il sito di Fossamastra, dopo la sperimentazione del 2016, il deposimetro di riferimento per la postazione è quello posizionato a circa 2 m da terra, a livello della sede stradale. Nelle successive tabelle e figure, la postazione "Fossamastra" indica quindi il deposimetro collocato presso la sede stradale e non compare più la distinzione "Alto" e "Basso" dei precedenti Rapporti.

Per quanto riguarda il sito di Arcola, dopo la sperimentazione del 2017, il deposimetro di riferimento per la postazione è quello posizionato all'interno della Scuola, in un sito rappresentativo di area vasta e non più come quello utilizzato negli anni precedenti che ha evidenziato limiti legati a inquinamenti estremamente locali già discussi (si veda il report trasmesso con nota prot. Arpal 37531 del 20/12/2018).

4.1 Ratei di deposizione delle polveri e entità precipitazioni

La tabella seguente riassume i ratei di deposizione delle polveri sedimentabili insolubili in acqua, espresse in mg/m^2/d determinate nei deposimetri inorganici e la precipitazione raccolta espressa in mm.

Postazione	Sigla	Data Inizio	Data Fine	Giorni esposizione	Rateo deposizione [mg/m²/d]	Precipitazione raccolta [mm]
Campagna P29 22/1 (Centrale non attiva) – campagna di bianco						
Follo	FL	17/02/2022	17/03/2022	28	14	17
Arcola	AR	17/02/2022	17/03/2022	28	12	33
Maggiolina	MG	17/02/2022	17/03/2022	28	13	32
Melara	ME	17/02/2022	17/03/2022	28	15	25
Fossamastra	FS	17/02/2022	17/03/2022	28	114	37
Campagna P29 22/2 (Centrale non attiva) – campagna di bianco						
Follo	FL	14/04/2022	17/05/2022	33	177	89
Arcola	AR	14/04/2022	17/05/2022	33	169	78
Maggiolina	MG	14/04/2022	17/05/2022	33	167	84
Melara	ME	14/04/2022	17/05/2022	33	142	97
Fossamastra	FS	14/04/2022	17/05/2022	33	236	85
Campagna P29 22/3 (Centrale non attiva) – campagna di bianco						
Follo	FL	16/06/2022	20/07/2022	34	65	6
Arcola	AR	16/06/2022	20/07/2022	34	66	8
Maggiolina	MG	16/06/2022	20/07/2022	34	74	6
Melara	ME	16/06/2022	20/07/2022	34	97	6
Fossamastra	FS	16/06/2022	20/07/2022	34	172	6
Campagna P29 22/4 (Centrale non attiva) – campagna di bianco						
Follo	FL	22/09/2022	26/10/2022	34	26	57
Arcola	AR	22/09/2022	26/10/2022	34	53	60
Maggiolina	MG	22/09/2022	26/10/2022	34	10	44
Melara	ME	22/09/2022	26/10/2022	34	10	71
Fossamastra	FS	22/09/2022	26/10/2022	34	132	67

Tabella 16 – Ratei di deposizione delle polveri sedimentabili e entità precipitazioni.

I ratei di deposizione delle polveri insolubili misurati nelle quattro campagne di monitoraggio sono riportati nella figura seguente. È stato incluso anche il valore della precipitazione cumulata (misurata in mm) con asse secondario invertito:

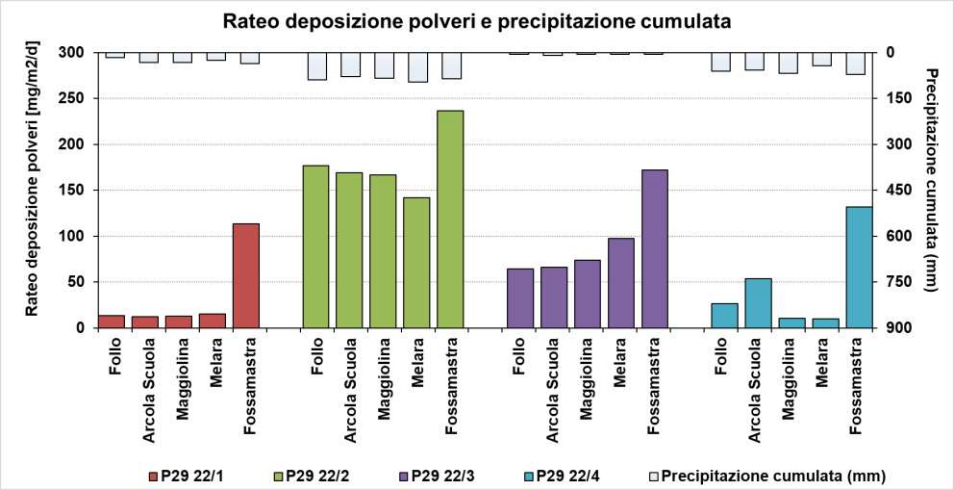


Figura 29 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili e precipitazione cumulata in mm.

Dalla Figura 29 non si notano poi particolari differenze tra le postazioni urbane ed extraurbane ad eccezione della postazione di Fossamastra, in cui si evidenziano i valori più elevati nei ratei di deposizione in tutte le campagne.
In corrispondenza della campagna primaverile sono stati rilevati i più alti ratei di deposizione dell'anno e tra i più elevati mai registrati. Ciò può essere probabilmente spiegato da due distinti eventi meteo che si sono verificati nel corso del periodo: venti particolarmente intensi e persistenti, che hanno determinato un elevato risollevamento

delle polveri presenti sul suolo secco ed un'elevata deposizione per via umida di polveri di origine sahariana (vedi 3.1).

4.1.1 Valutazione della entità della polverosità depositata nel 2022

I valori della entità delle deposizioni di polveri riscontrati nell'area in esame nelle campagne del 2022 sono rimasti compresi complessivamente tra 10 e 236 mg/m^2/d. Più in dettaglio:

- campagna **P29 22/1** (invernale): deposizioni comprese tra 12 e 114 mg/m^2/d;
- campagna **P29 22/2** (primaverile): deposizioni comprese tra 142 e 236 mg/m^2/d;
- campagna **P29 22/3** (estiva): deposizioni comprese tra 65 e 172 mg/m^2/d;
- campagna **P29 22/4** (autunno): deposizioni comprese tra 10 e 132 mg/m^2/d.

Pur considerando il rateo più elevato di Fossamastra della campagna **P29 22/2**, se si assume un rateo medio complessivo di 88 mg/m^2/d, e a seconda del valore di riferimento europeo usato per il confronto (200 o 350 mg/m^2/d), si può affermare che nell'area della Spezia le polveri sedimentabili sono da 2 a 4 volte inferiori rispetto ai valori guida europei, riportati di seguito.

Stato	Rateo deposizione [mg/m^2/d]	Riferimento
Germania (media annua)	350	TA Luft, 2002
Austria (media annua)	210	Gesamte Rechtsvorschrift für Immissionsschutzgesetz-Luft, Fassung vom, 2013
Svizzera (media annua)	200	Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt 1986), media aritmetica annuale
Slovenia (media annua)	200	Decree on limit values, alert thresholds and critical imission values for substances into the atmosphere). (Ur. L. RS št.73/1994)
Norvegia	167	Espresso come 5 g/m^2/30 giorni. Norway, 2004. Forskrift om begrensning av forurensning, FOR 2004-06-01 nr 931. (Regu-lation on limitation of pollution).
Belgio-Fiandre (media mensile)	350	VLAREM II order of the Flemish Government of 1 June 1995 concerning General and Sectoral provisions relating to Environmental Safety. Appendix 2.5.2. Environmental quality standards for particulate fallout
Regno Unito e Scozia (media mensile)	200	Environment Agency, 2013
Irlanda	< 30 in aree rurali, 80-130 aree urbane e industriali	Irish Institute for Industrial Research and Standards, 1981

Tabella 17 - Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri [10].

In Italia non sono stati adottati valori normativi o di riferimento per le deposizioni di polveri. Per una valutazione dei valori di deposizione misurati alla Spezia, si può fare riferimento al rapporto finale del gruppo di lavoro della Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico del Ministero dell'Ambiente che riporta la seguente classificazione dell'indice di polverosità basata sul rateo di deposizione gravimetrico:

[10] Si veda anche G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Deposizioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito:
http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

Classe di polverosità	Polvere totale sedimentabile (mg/m²/d)	Indice di polverosità
I	<100	Praticamente assente
II	100 – 250	Bassa
III	251 – 500	Media
IV	501 – 600	Medio-alta
V	>600	Elevata

Tabella 18 - Classi di Polverosità in funzione del rateo di deposizione [10].

Il rateo medio misurato alla Spezia nelle campagne del 2022 (88 mg/m^2/d) è indicativo di una polverosità "praticamente assente".

4.2 Metalli nelle deposizioni di polveri

4.2.1 Ratei di deposizione dei metalli

Nella tabella seguente sono riassunti i ratei di deposizione dei metalli determinati in accordo con quanto previsto dalla Prescrizione 29. I ratei di deposizione sono espressi tutti in µg/m^2/d:

Postazione	Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Follo	P29 22/1	<0,01	0,014	<0,001	<0,001	3,25	0,96	0,75	2,23	6,94	0,77
Follo	P29 22/2	1,42	0,073	<0,008	0,016	14,09	6,42	7,86	8,88	106,74	15,05
Follo	P29 22/3	0,44	0,030	<0,001	0,022	7,18	2,27	3,50	5,98	34,71	4,70
Follo	P29 22/4	0,28	0,037	<0,010	0,015	4,73	1,79	2,84	3,14	13,40	2,21
Arcola	P29 22/1	0,10	0,011	<0,001	<0,008	1,51	0,88	1,32	2,84	4,27	0,55
Arcola	P29 22/2	1,57	0,120	0,009	0,050	17,14	8,12	9,01	21,39	123,24	17,51
Arcola	P29 22/3	0,60	0,060	0,015	0,028	7,67	2,18	4,16	11,33	51,80	6,53
Arcola	P29 22/4	0,15	0,035	<0,010	0,011	5,05	2,41	1,97	7,50	12,28	1,61
Maggiolina	P29 22/1	0,14	0,012	<0,001	<0,001	2,67	1,08	1,59	4,12	5,61	0,79
Maggiolina	P29 22/2	1,23	0,067	<0,008	<0,001	16,28	6,78	12,56	21,16	99,92	13,74
Maggiolina	P29 22/3	0,62	0,056	<0,008	0,037	9,32	3,14	9,01	21,80	51,15	6,39
Maggiolina	P29 22/4	0,13	<0,010	<0,010	<0,010	2,44	0,84	1,37	2,50	4,37	1,05
Melara	P29 22/1	0,04	0,018	<0,001	<0,001	2,80	3,16	1,46	5,70	7,07	2,69
Melara	P29 22/2	0,94	0,057	<0,001	<0,001	9,91	3,60	6,32	9,98	82,83	11,05
Melara	P29 22/3	0,68	0,045	0,015	0,040	9,93	3,02	4,56	12,42	63,16	7,34
Melara	P29 22/4	0,14	<0,010	<0,010	<0,010	3,93	1,38	3,36	5,10	6,19	0,95
Fossamastra	P29 22/1	0,43	<0,008	<0,001	0,019	25,57	12,87	9,58	31,70	59,56	7,70
Fossamastra	P29 22/2	1,70	0,135	0,009	<0,008	44,76	18,53	19,76	82,20	169,20	20,95
Fossamastra	P29 22/3	1,02	0,112	0,025	0,048	34,03	13,28	15,27	60,43	121,93	13,04
Fossamastra	P29 22/4	0,81	0,125	0,020	0,033	46,18	21,04	19,64	88,73	118,53	13,30

Tabella 19 - Ratei di deposizione in µg/m^2/d di metalli nelle campagne di monitoraggio 2022.

La tabella evidenzia che le maggiori deposizioni di metalli sono state rilevate nelle postazioni dell'area cittadina (Fossamastra, Melara e Maggiolina) specie per i metalli di prevalente origine antropica (Pb, Cr, Cu, Ni, V). Le più alte deposizioni in tutte le postazioni di quasi tutti i metalli, in analogia con le polveri, si sono riscontrate nella campagna primaverile (**22/2**); in particolare si sono rilevati valori maggiori rispetto alle altre campagne soprattutto per i terrigeni (As e Mn), ciò probabilmente per via del fatto che il periodo è stato caratterizzato anche da forte risollevamento e trasporto di polveri dal Sahara (vedi cap. 3). Si osserva, invece come l'altra campagna caratterizzata da precipitazioni (**22/4**) presenta bassi valori di deposizione dei metalli.

4.2.1.1 Correlazione tra ratei di deposizioni di polveri e di metalli

Le figure che seguono illustrano le correlazioni tra il rateo delle deposizioni di polveri sedimentabili e quello dei metalli: As, Ni, Cu, Mn, V, Cr e Pb

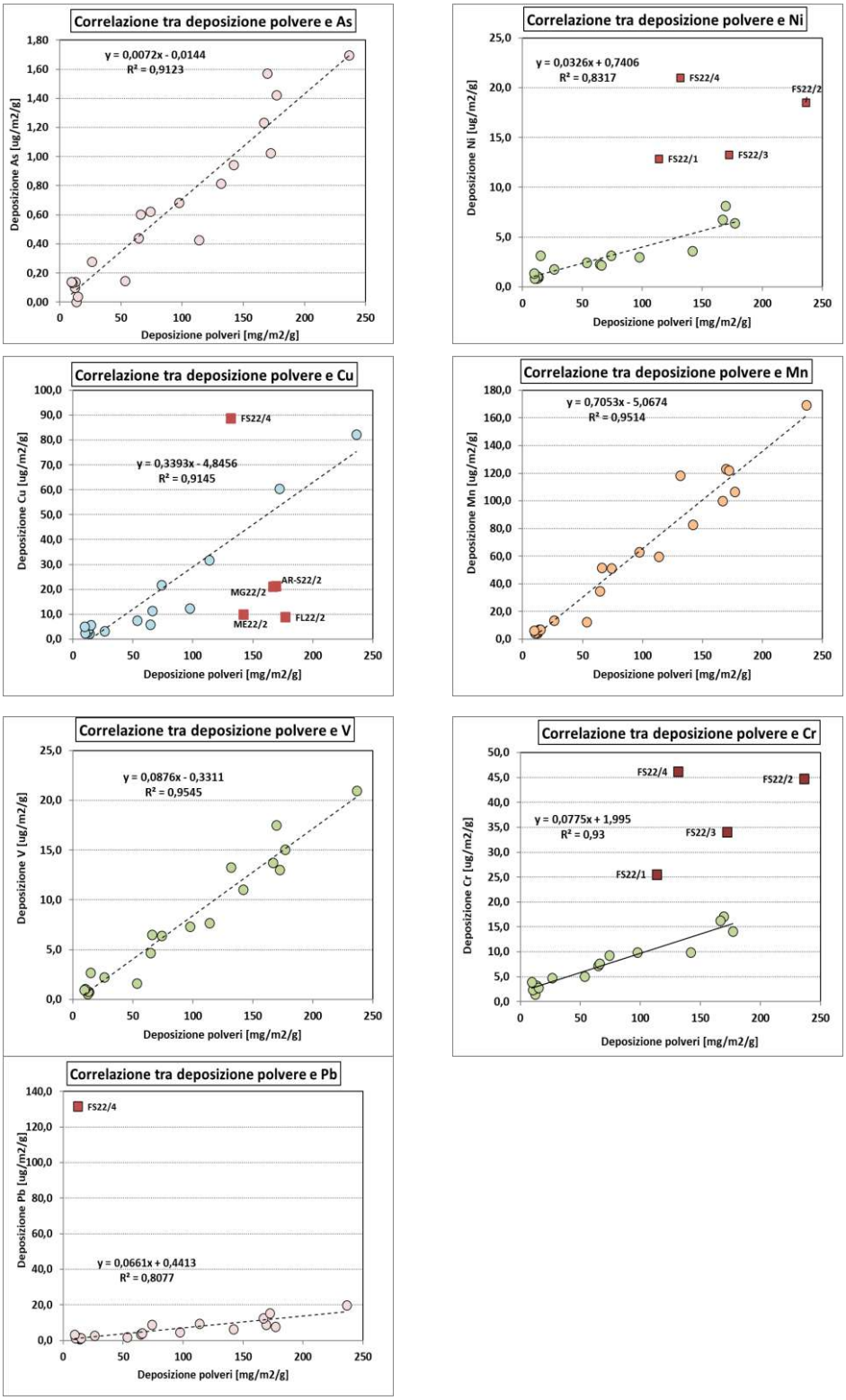


Figura 30 – Correlazioni tra deposizioni di polveri e alcuni metalli.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Le figure mettono in evidenzia che le correlazioni tra alcuni metalli (soprattutto As, Mn, e V) e le polveri depositate sono molto buone: si rileva una tipica composizione, poco variabile nel corso delle campagne, riferibile ad un complesso omogeneo di sorgenti emissive, tra cui quella di tipo crostale che presenta un ruolo significativo. Si rilevano alcune eccezioni a Fossamastra in tutte le campagne, più evidenti per Ni e Cr, e. per molte postazioni, nella campagna primaverile (**22/2**) per il Cu.

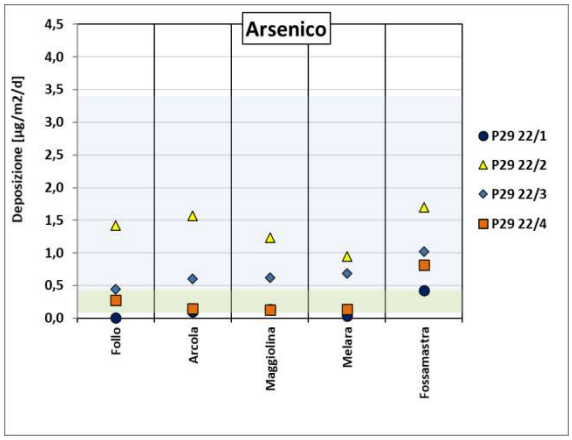
4.2.1.2 Confronto delle deposizioni di metalli del 2022 con valori di riferimento

Premesso che, in linea generale, le deposizioni di metalli sono state relativamente modeste, i valori misurati per As, Cd, e Ni per la città della Spezia ricadono tipicamente all'interno degli intervalli rilevati in differenti aree (rurali, urbane e industriali) di nazioni europee. Si riportano tali intervalli nella tabella seguente, tratta dal documento "*European Commission, 2001, Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds, Position paper*":

Metallo	Aree rurali	Aree urbane	Aree industriali
As [µg/m^2/d]	0.082 – 0.43	0.22 – 3.4	2 – 4.3
Cd [µg/m^2/d]	0.011 – 0.14	0.16 – 0.90	0.12 – 4.6
Ni [µg/m^2/d]	0.03 – 4.3	5 - 11	2.3 – 22

Tabella 20 - Ratei di deposizioni di As, Cd e Ni in aree europee omogenee per tipologia.

Nelle figure seguenti si riportano i ratei di deposizione di As, Cd, e Ni rilevati nelle quattro campagne[11], dove si indica con la banda in verde chiaro l'intervallo di deposizione delle aree rurali e con quella in azzurro chiaro, l'intervallo di deposizione per le aree urbane.



Legenda:

- Fascia verde chiaro: intervallo di deposizioni riscontrate in aree rurali europee.
- Fascia azzurro chiaro: intervallo di deposizioni riscontrate in aree urbane europee.

[11] Come sopra riportato, i valori di deposizioni inferiori al limite di rilevabilità (LdR) sono stati sostituiti da metà del LdR

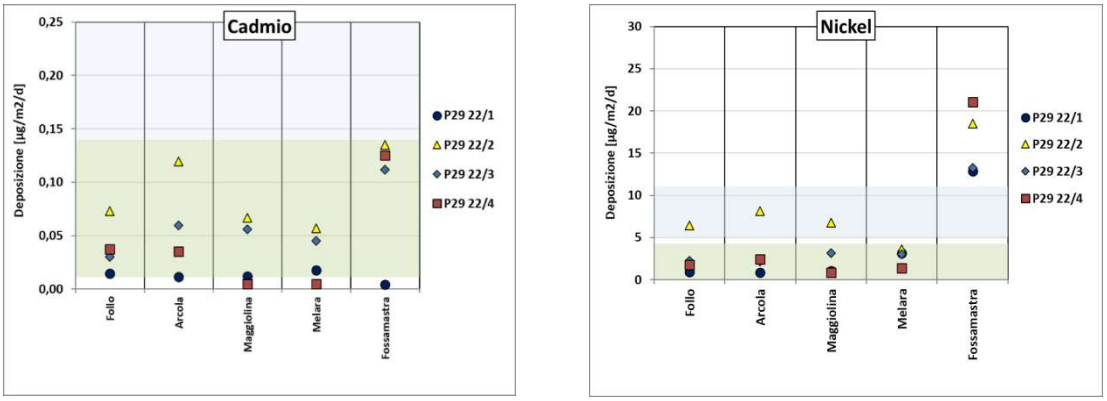


Figura 31 – Ratei di deposizione di As, Cd e Ni alla Spezia, confrontati con gli intervalli riscontrabili in aree rurali ed urbane europee.

I ratei di deposizione riscontrati per la città della Spezia, nella maggior parte dei casi ricadono entro l'intervallo associato alle aree rurali ed in più rari casi in quello associato alle aree urbane, fatta eccezione per il Ni a Fossamastra risultato sempre in quello associabile alle aree industriali (vedi Tabella 20).

4.2.2 Concentrazioni di metalli nelle polveri depositate

Nella tabella seguente sono riassunte le **concentrazioni** dei metalli espressi in **µg/g** nelle polveri depositate; i valori analitici inferiori al limite di rilevabilità strumentale, sono stati sostituiti con metà del limite di rivelabilità. I valori di concentrazioni nelle polveri sono stati ottenuti dividendo la quantità totale di ciascun metallo per il peso delle polveri depositate. I valori seguiti da un asterisco indicano le concentrazioni calcolate a partire da ratei dei metalli inferiori al limite di quantificazione.

Postazione	Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Follo	P29 22/1	0,38*	1,33	0,04*	0,04*	300	89	69	205	640	71
Follo	P29 22/2	8,79	0,45	0,02*	0,10	87	40	49	55	659	93
Follo	P29 22/3	6,82	0,46	0,01*	0,34	111	35	54	93	537	73
Follo	P29 22/4	9,02	1,20	0,16*	0,50	153	58	92	102	434	72
Arcola	P29 22/1	10,08	1,16	0,04*	0,42*	154	90	134	290	435	56
Arcola	P29 22/2	10,11	0,77	0,06	0,32	110	52	58	138	794	113
Arcola	P29 22/3	9,14	0,90	0,22	0,42	116	33	63	172	785	99
Arcola	P29 22/4	2,32	0,56	0,08*	0,18	81	39	31	120	196	26
Maggiolina	P29 22/1	13,64	1,16	0,04*	0,04*	261	105	156	403	548	77
Maggiolina	P29 22/2	8,06	0,44	0,03*	0,003*	106	44	82	138	653	90
Maggiolina	P29 22/3	8,46	0,76	0,06*	0,50	126	43	122	295	693	87
Maggiolina	P29 22/4	10,95	0,41*	0,41*	0,41*	203	70	114	208	364	87
Melara	P29 22/1	3,28	1,47	0,03*	0,03*	234	264	122	476	590	224
Melara	P29 22/2	7,25	0,44	0,003*	0,003*	76	28	49	77	636	85
Melara	P29 22/3	7,02	0,46	0,15	0,41	102	31	47	128	649	75
Melara	P29 22/4	12,34	0,44*	0,44*	0,44*	348	122	297	452	548	84
Fossamastra	P29 22/1	4,69	0,05*	0,005*	0,20	280	141	105	348	653	84
Fossamastra	P29 22/2	7,81	0,62	0,04	0,02*	206	85	91	379	779	96
Fossamastra	P29 22/3	5,95	0,65	0,14	0,28	198	77	89	351	709	76
Fossamastra	P29 22/4	5,28	0,81	0,13	0,22	300	137	127	576	769	86

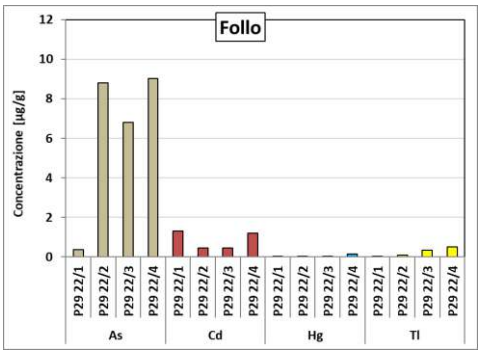
Tabella 21 - Concentrazioni di metalli nelle polveri depositate nelle campagne del 2022. Valori in µg/g.

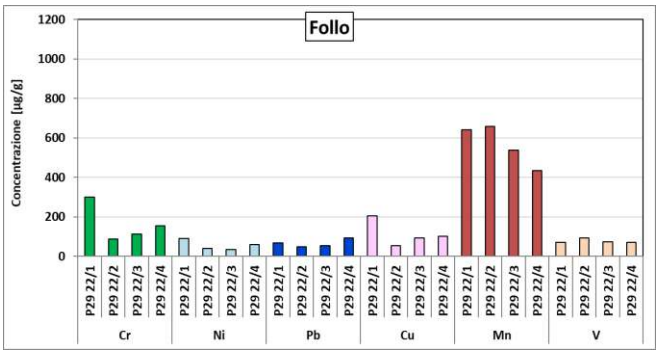
Le concentrazioni di metalli nelle polveri sono variabili entro intervalli ristretti tra le 4 campagne, ad eccezione del Ni e del V a Melara nella campagna invernale (**22/1**): per questa anomalia non è stata trovata alcuna plausibile spiegazione.

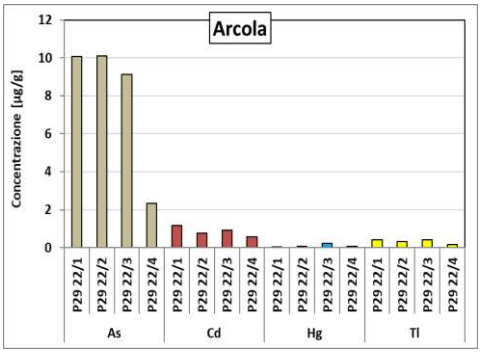
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

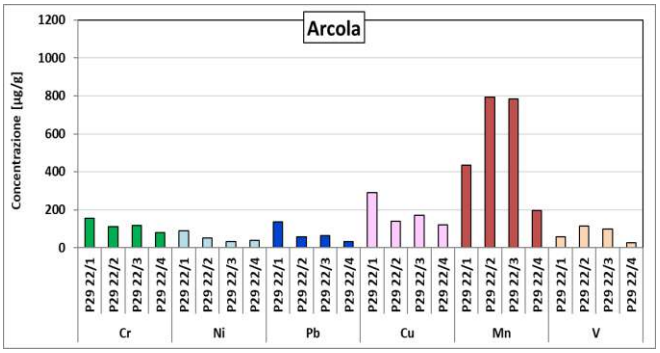
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

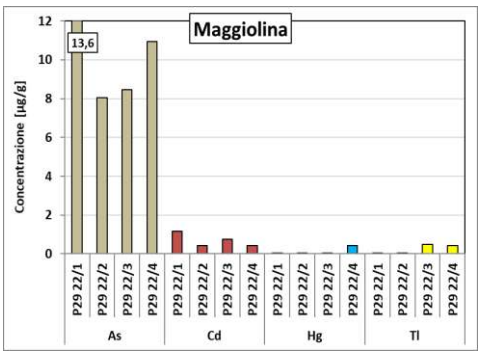
Le figure che seguono riportano per ciascuna postazione l'andamento delle **concentrazioni** di metalli, in µg/g, nelle polveri depositate separati tra metalli in tracce e maggioritari.

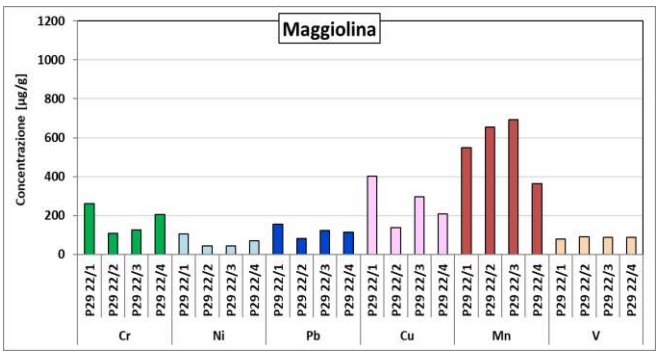


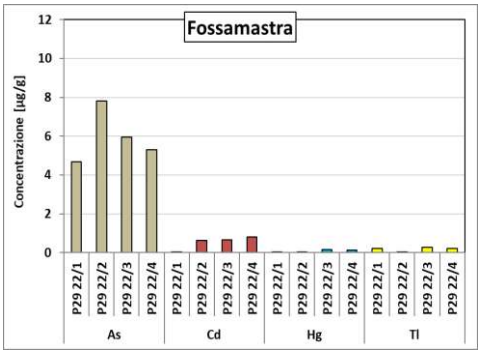


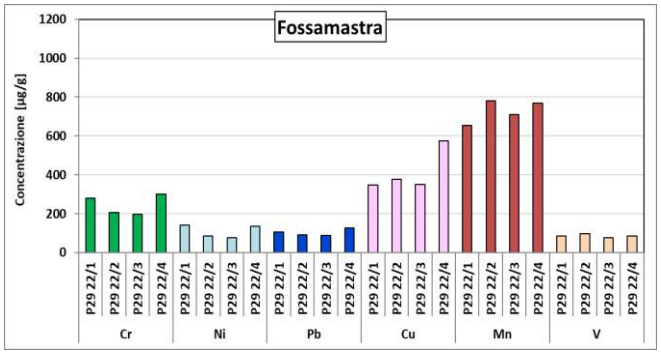












Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

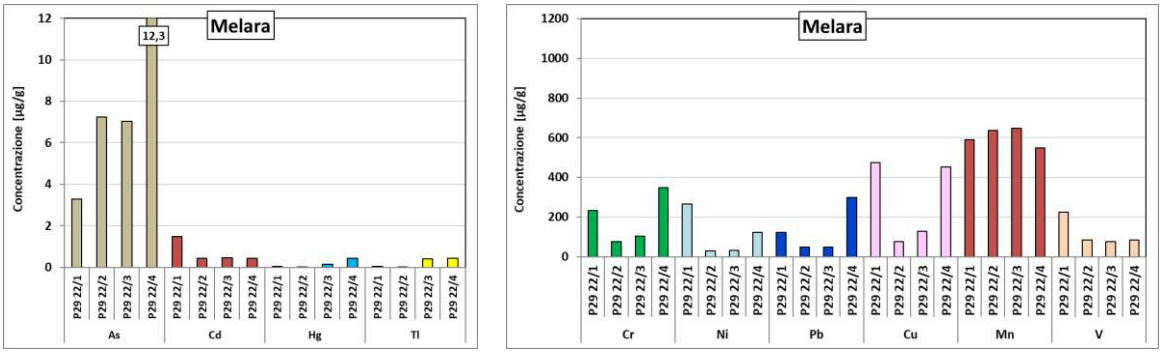


Figura 32 - Concentrazioni dei metalli depositati nelle polveri durante il 2022.

Relativamente ai grafici di Figura 32, si evidenzia il carattere ubiquitario del Manganese che è quello presente in concentrazioni più elevate in tutte le postazioni e dell'Arsenico in modo più evidente nelle postazioni che presentano terreni scoperti nelle vicinanze.

4.3 Composti organici nelle deposizioni di polveri

Come introdotto nel cap. 2, le deposizioni dedicate alla determinazione dei composti organici sono state raccolte utilizzando campionatori con le parti interne interamente in vetro. I campioni di deposizione sono stati poi caratterizzati da ARPAL relativamente al loro contenuto di IPA, PCDD/F e PCB (vedi cap. 2 per ulteriori dettagli).
I risultati delle determinazioni analitiche sono riportati nei paragrafi che seguono. Inoltre, per valutare analogie e differenze qualitative tra le deposizioni di IPA nelle differenti postazioni, si è fatto ricorso alla tecnica del *fingerprinting*, confrontando i profili normalizzati di IPA di ciascun campione. Tale tecnica è molto utilizzata per valutare l'origine delle contaminazioni in ambiente di idrocarburi petroliferi (Wang Z., Scott S., 2010), ma può essere applicata anche ad altre famiglie di composti, tra cui appunto gli IPA e le diossine (Plumb R. H., 2004). I profili normalizzati per la valutazione del *fingerprint* di ciascun campione di deposizione sono stati ottenuti nella seguente maniera:

- i ratei giornalieri di deposizione inferiori al limite di rilevabilità sono stati sostituiti dal loro valore numerico. Per tutte le classi di composti si è scelto la metà del valore del limite di quantificazione (medium-bound);
- per ogni campione si è calcolata la somma dei ratei di deposizione di ciascun composto ("massa del *fingerprint*");
- per ciascun campione, il rateo di ogni composto è stato diviso per la "massa del *fingerprint"*, ottenendo una frazione decimale, variabile tra 0 e 1, che rappresenta l'abbondanza relativa di un composto nel *fingerprint;*
- per ciascun campione, sono stati confrontati graficamente i *fingerprint* normalizzati.

Per quanto riguarda invece PCDD/F e PCB *dl*, il profilo dei ratei di deposizione dei congeneri analizzati è stato confrontato con profili di letteratura.

4.3.1 Ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Tra gli idrocarburi policiclici aromatici sono stati analizzati oltre agli IPA previsti dalla norma UNI EN 15980:2011 (di seguito norma UNI), anche altri di interesse ambientale. Dal 2019, la determinazione degli IPA è stata spostata dal Laboratorio della Spezia a quello di Genova, mantenendo comunque gli stessi limiti di quantificazione. Nella tabella che segue sono riportati i risultati delle determinazioni di IPA, espressi in ng/m^2/d, i nomi degli IPA sono stati abbreviati in accordo con quanto espresso nel cap.2:

Postazione	Camp.	Fen	Ant	Flu	Pir	BaA	Cri	BbF+ BjF	BkF	BeP	BaP	IP	DBahAn	BghiP	DBaiP	DBaeP	DBahP	Cor
Follo	22/1	5	<2	5	5	<2	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Follo	22/2	4	<2	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Follo	22/3	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Follo	22/4	2	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Arcola	22/1	5	<2	5	3	<2	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Arcola	22/2	2	<2	2	2	<2	2	<2	<2	<2	<2	2	<2	2	<2	<2	<2	<2
Arcola	22/3	2	<2	2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Arcola	22/4	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Maggiolina	22/1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Maggiolina	22/2	3	<2	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Maggiolina	22/3	2	<2	3	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2
Maggiolina	22/4	3	4	2	3	<2	2	2	2	<2	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	2
Fossamastra	22/1	76	6	93	144	<2	44	<2	<2	<2	<2	19	<2	89	<2	<2	<2	76
Fossamastra	22/2	18	<2	20	34	<2	11	<2	<2	9	nd	<2	<2	25	<2	<2	<2	24
Fossamastra	22/3	24	<2	31	56	2	14	12	9	15	<2	10	<2	54	<2	<2	<2	39
Fossamastra	22/4	41	5	45	95	6	21	7	8	20	<2	12	<2	56	<2	<2	<2	42
Melara	22/1	5	<2	5	6	<2	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	5	<2	<2	<2	<2
Melara	22/2	6	<2	2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Melara	22/3	3	<2	3	2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	2
Melara	22/4	3	3	2	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2

Tabella 22 – Rateo di deposizioni di IPA del 2022. Valori in ng/m^2/d.

Dalla tabella precedente emergono le seguenti considerazioni:

- i ratei degli IPA, quando superiori al limite di quantificazione, presentano valori molto bassi soprattutto nelle postazioni extraurbane e lievemente superiori per quelle urbane;
- i maggiori ratei di deposizione degli IPA si sono riscontrati a Fossamastra, come nei precedenti anni di monitoraggio;
- gli IPA caratteristici delle emissioni del traffico veicolare, coronene e BghiP, si sono rilevati solo a Fossamastra, in particolar modo durante la campagna invernale (**22/1**).

Per le successive considerazioni, i valori inferiori al limite di quantificazione (LdQ) sono stati sostituiti con metà del valore limite, in accordo con le indicazioni del Rapporto ISTISAN 06/38[12] che rimanda al Rapporto ISTISAN 04/15[13].
La tabella seguente, riporta i ratei di deposizione della somma di tutti gli IPA determinati (IPA totali) e di quelli previsti dalla norma UNI (v. cap.2), entrambi intesi come

[12] Menichini E., et al., 2006.
[13] Menichini E..e Viviano G., 2004

sommatoria dei valori superiori al LdQ e di metà dello stesso, nel caso di ratei inferiori al LdQ:

	P29 22/1		P29 22/2		P29 22/3		P29 22/4	
	IPA Totali	*IPA norma UNI*	IPA Totali	*IPA norma UNI*	IPA Totali	*IPA norma UNI*	IPA Totali	*IPA norma UNI*
Follo	31	6	19	5	14	5	17	5
Arcola	16	6	22	7	17	6	15	5
Maggiolina	16	6	19	5	21	5	29	7
Fossamastra	556	24	149	4	269	34	362	34
Melara	36	6	22	5	23	6	22	5

Tabella 23 – Deposizioni di IPA nelle quattro campagne. Valori in ng/m^2/d.

La tabella evidenzia che nel 2022 i valori più elevati di deposizioni IPA totali si sono rilevati nella campagna invernale e autunnale (**22/1** e **22/4** rispettivamente) soprattutto nella postazione di Fossamastra.

La figura seguente invece confronta l'andamento spaziale delle deposizioni di IPA totali e degli IPA elencati nella norma UNI nel 2022.

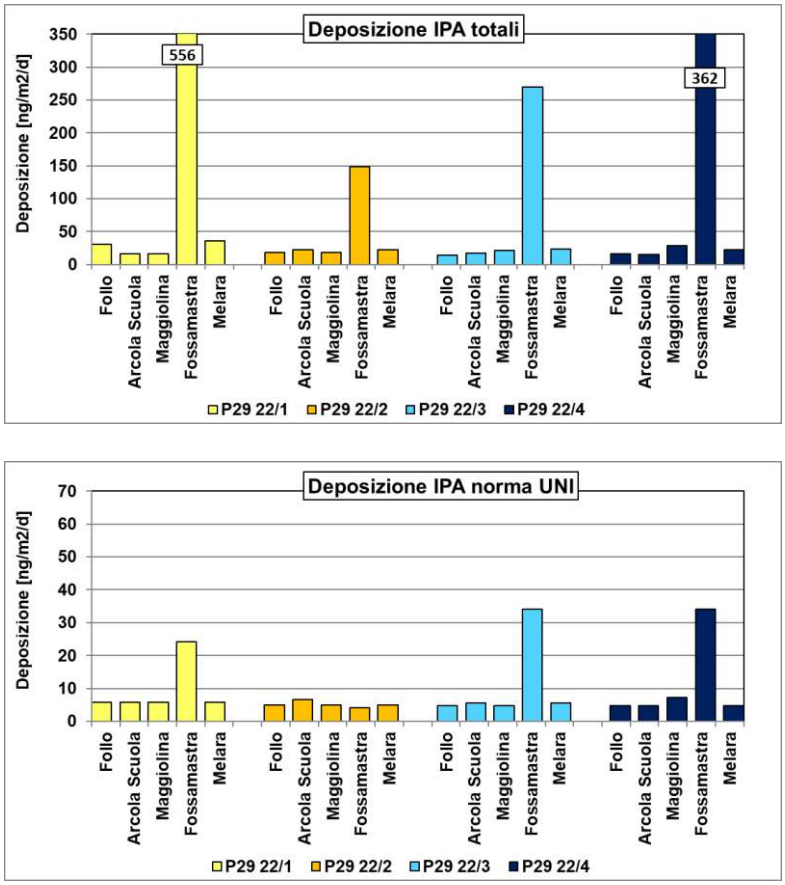


Figura 33 – Deposizioni di IPA totali (sopra) e della norma UNI EN 15980:2011 (sotto) nel 2022.

Si evidenzia che i maggiori tassi di deposizione di IPA sono stati registrati sempre nella postazione di Fossamastra, in particolare gli IPA totali nella campagna invernale **22/1** mentre quelli della norma UNI nelle campagne primaverile ed autunnale **(22/3** e **22/4)**.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Gli intervalli di deposizioni degli IPA totali e di quelli previsti dalla norma UNI, nelle postazioni distinte in extraurbane e urbane (come riportato in tabella), sono riportati nel prospetto seguente:

Campagna	Postazioni extraurbane (Follo e Arcola)		Postazioni urbane (Maggiolina, Fossamastra e Melara)	
	IPA Totali [ng/m^2/d]	IPA norma UNI [ng/m^2/d]	IPA Totali [ng/m^2/d]	IPA norma UNI [ng/m^2/d]
P29 22/1 (inverno)	16-31	6-6	16-556	6-24
P29 22/2 (primavera)	19-22	5-7	19-149	4-5
P29 22/3 (estate)	14-17	5-6	21-269	5-34
P29 22/4 (autunno)	15-17	5-5	22-362	5-34

Tabella 24 – Intervalli di deposizione di IPA nelle campagne. Valori in ng/m^2/d.

Riferendosi alla tabella precedente emergono alcune osservazioni ulteriori, riportate di seguito:

- nelle postazioni extraurbane e urbane, i valori più elevati di deposizione di IPA totali si sono avuti nelle campagne invernale (**22/1**);
- nelle postazioni urbane, il valore massimo di deposizione di IPA della norma UNI si sono avute in estate (**22/3**) e in autunno (**22/4**).

4.3.1.1 Ratei di deposizioni di benzo[a]pirene

Non essendoci valori limite normativi per le deposizioni di IPA ed essendo ampiamente variabile il numero di IPA determinati negli studi in letteratura, si è fatto riferimento ad un solo IPA specifico, il benzo[a]pirene (BaP). I ratei di deposizione del BaP sono riportati nella tabella seguente:

	P29 21/1 inverno	P29 21/2 primavera	P29 21/3 estate	P29 21/4 autunno
Follo	0,97	0,82	0,79	0,79
Arcola	0,97	0,82	0,79	0,79
Maggiolina	0,97	0,82	0,79	0,79
Fossamastra	0,97	ND	0,79	0,79
Melara	0,97	0,82	0,79	0,79

Tabella 25 – Ratei di deposizione di benzo(a)pirene nel 2022. Valori in ng/m^2/d.

Nelle campagne del 2022 si sono riscontrati in tutte le postazioni valori dei ratei di deposizione di BaP molto contenuti, sempre inferiori al limite di quantificazione.
Una valutazione dell'andamento temporale del BaP durante le campagne del 2014-2022 è riportata nel cap. 5.
La figura seguente riporta il rateo di deposizione di BaP nelle quattro campagne e mostra quanto detto sopra circa gli andamenti delle deposizioni nel corso del 2022.

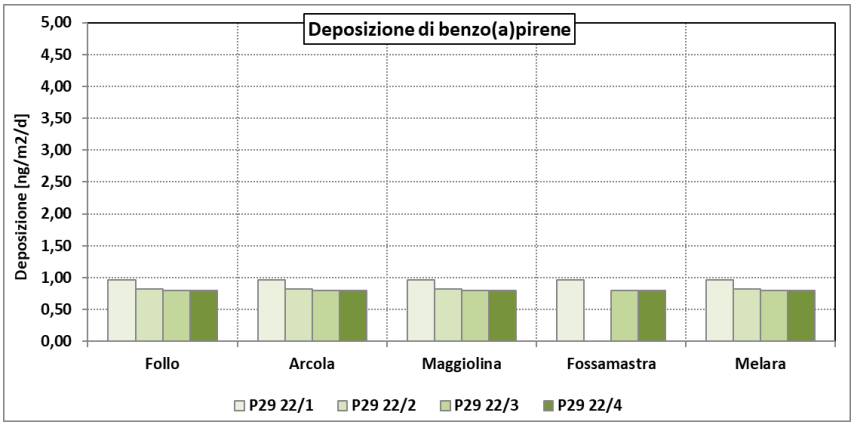


Figura 34 – Deposizioni di benzo(a)pirene nelle campagne di monitoraggio del 2022.

Il rateo di deposizione medio del BaP nell'intero comprensorio della Spezia nel periodo di campionamento del 2022, presenta un valore pari a 0,8 ng/m^2/d. Tale valore può essere quindi confrontato con i valori di letteratura riportati in Tabella 26, suddivisi tra deposizioni in aree di fondo e urbane-industriali. I valori sono espressi in ng/m^2/d:

Aree rurali, remote o siti di riferimento			
Italia	Melfi	1,9-6,9 (min-max)	Menichini et al,, 2007
	Laguna di Venezia	6-9 (min-max)	Rossini et al, 2001, Presentazione G, Settimo[14]
	Aosta, sito di riferimento	5	Presentazione G, Settimo
	Cerano (Novara), rurale	3,3 (media anno 2012)	ARPA Piemonte, 2014
	Cerano (Novara), fondo urbano	3,7 (media anno 2012)	ARPA Piemonte, 2014
	San Nicola di Melfi (stagione fredda)	1,9-5,7 (min-max)	Presentazione G, Settimo
Finlandia	Pallas	2-10 (min-max)	EMEP, 2005
Svezia	Rorvik	5-17 (min-max)	EMEP, 2005

Aree urbane e industriali			
Italia	Venezia	30 (media annuale)	Rossini et al,, 2001
	Aosta	28	Arpa Val D'Aosta, 2010
	Taranto 2008-2011	2,0-182	Presentazione G, Settimo
	San Nicola di Melfi (stagione fredda)	3,2-4,1 (area urbana) 4,6-6,9 (area industriale)	Presentazione G, Settimo
	Borgo Valsugana	nd-5 (dry) 1-27 (wet)	Argiriadis, E,, et al, 2014
Francia	Parigi	25 (media annuale)	Ollivon, D et al,, 2003
	Le Havre	270 (mag,-ott, 2001)	Motelay-Massei, A, et al,, 2002
	Rouen	150 (mag,-ott, 2001)	
	Evreux	130 (mag,-ott, 2001)	

Tabella 26 - Valori di deposizione di benzo[a]pirene tratti dalla letteratura. Valori in ng/m^2/d.

Dalla tabella, si evince che la media annuale di deposizioni di BaP nella città della Spezia risulta molto inferiore a quella degli altri siti urbani sopraripportati.

[14] Si veda G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Deposizioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

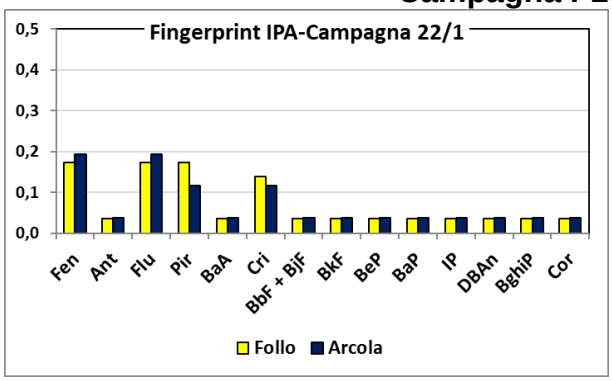
Member of CISQ Federation
RINA
IQNet
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

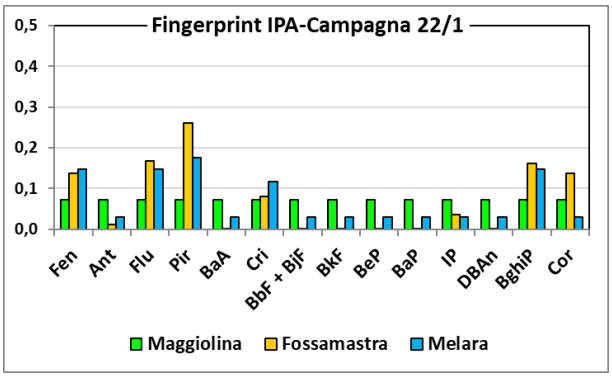
4.3.1.2 Fingerprint IPA nelle deposizioni

Per valutare eventuali differenze qualitative tra le deposizioni avvenute nelle postazioni durante le campagne si è fatto ricorso alla analisi di *fingerprint* dei profili normalizzati degli IPA. La procedura per l'ottenimento dei *fingerprint* è stata descritta nel par. 4.3.

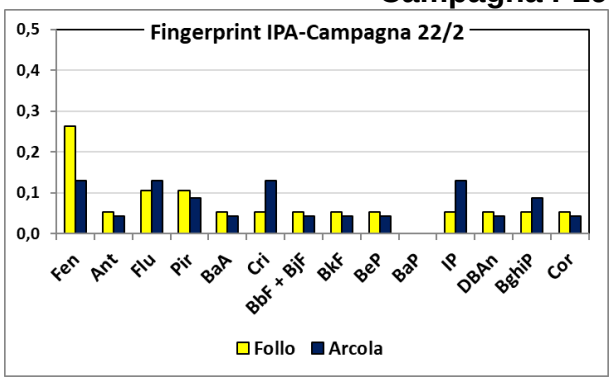
Nelle figure che seguono sono mostrati i profili ottenuti, suddivisi per campagna e raggruppati per postazioni con caratteristiche simili (**extraurbane**: Follo, Arcola; **urbane**: Maggiolina, Fossamastra e Melara).

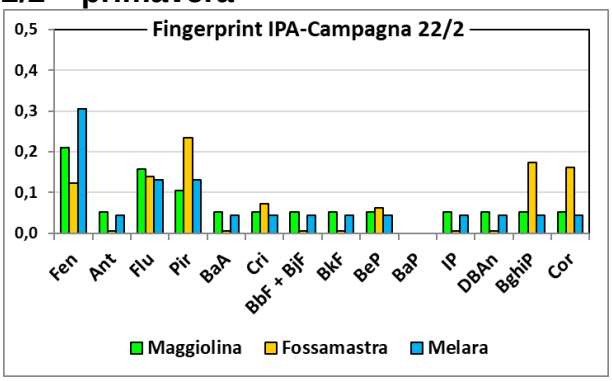
Campagna P29 22/1 – inverno



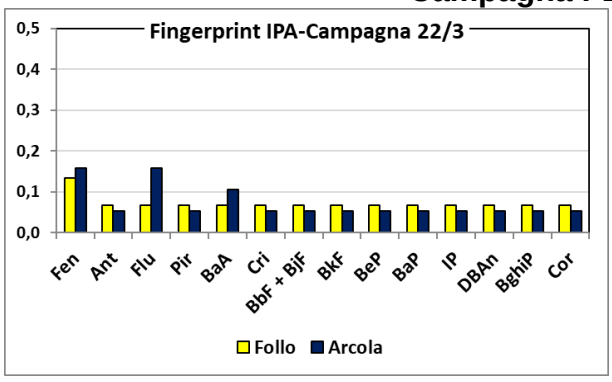


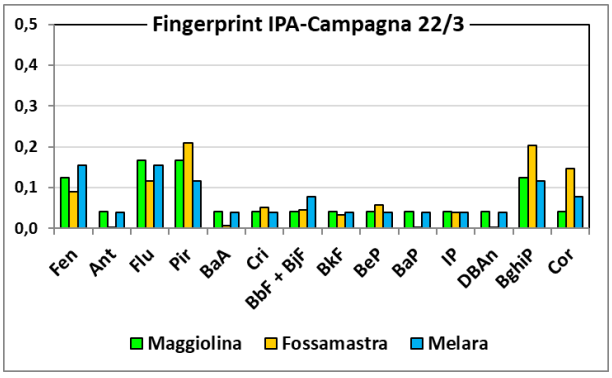
Campagna P29 22/2 – primavera



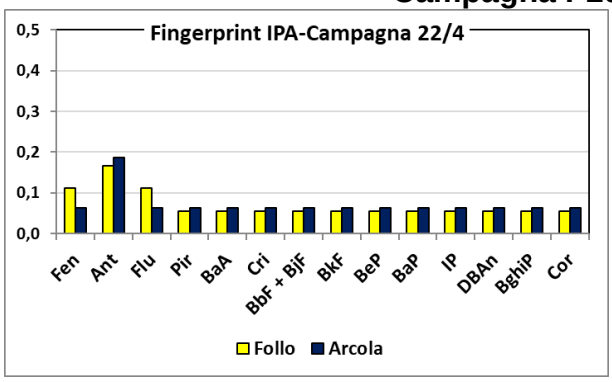


Campagna P29 22/3 – estate





Campagna P29 22/4 – autunno



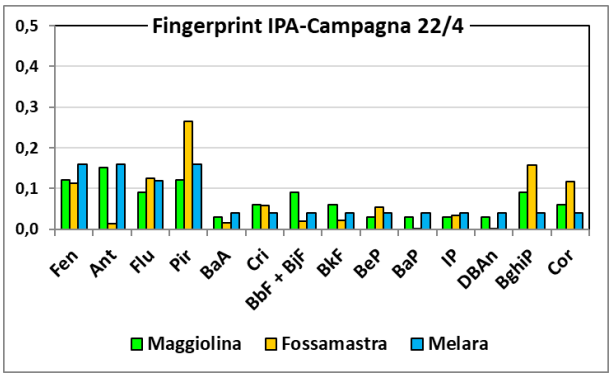


Figura 35 – *Fingerprint* degli IPA totali nelle campagne del 2022.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

I *fingerprint* evidenziano pattern abbastanza simili tra le postazioni urbane nel corso delle quattro campagne dominati dalla presenza di benzo(ghi)perilene e coronene. Nelle postazioni extraurbane, appaiono leggermente differenti dalle urbane ma piuttosto omogenei tra le quattro campagne, dominati da fenantrene e fluorantene, soprattutto nella campagna invernale e primaverile.

4.3.2 PCDD/F e PCB nelle deposizioni di polveri

Nelle tabelle che seguono sono riportati i ratei di deposizione dei congeneri di PCDD/F e PCB determinati nei campioni di deposizioni delle postazioni rimaste operative a partire dal 2020. I valori sono espressi in pg/m^2/d:

Postazione	Campagna	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Follo	22/1	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	2,83	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,03	<0,03	<0,03	1,21	<0,01	12,64
Follo	22/2	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	1,02	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,23	<0,003	<0,002
Follo	22/3	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	1,83	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,37	<0,003	0,89
Follo	22/4	<0,01	<0,004	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	2,09	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,001	<0,003	0,37
Arcola	22/1	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	0,87	3,25	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,03	<0,04	0,56	<0,01	6,98
Arcola	22/2	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	1,30	17,6	0,25	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	0,60	<0,004	<0,002
Arcola	22/3	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	2,49	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	0,33	<0,002	<0,002
Arcola	22/4	<0,005	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,47	2,36	<0,01	<0,004	<0,004	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,39	<0,001	<0,003
Maggiolina	22/1	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	1,25	6,13	<0,02	<0,01	<0,01	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	0,49	<0,01	19,21
Maggiolina	22/2	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	0,54	2,80	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,66	<0,01	3,59
Maggiolina	22/3	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	1,76	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,61	<0,004	0,39
Maggiolina	22/4	<0,01	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	0,41	3,79	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,49	<0,002	0,52
Fossamastra	22/1	<0,02	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	2,66	11,2	<0,05	<0,02	<0,02	<0,03	<0,03	<0,04	<0,05	1,78	<0,01	2,86
Fossamastra	22/2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,62	5,48	0,55	<0,01	0,37	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	0,77	<0,01	<0,002
Fossamastra	22/3	<0,02	<0,01	<0,02	<0,02	<0,01	2,66	8,19	0,26	<0,01	0,42	0,64	<0,02	0,40	<0,04	1,75	<0,01	3,25
Fossamastra	22/4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,62	11,7	0,34	<0,01	<0,01	0,35	0,26	<0,03	<0,03	<0,001	<0,01	2,26
Melara	22/1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,97	3,56	<0,03	<0,01	<0,01	<0,03	<0,03	<0,04	<0,04	0,53	<0,01	1,56
Melara	22/2	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	0,75	0,43	<0,01	0,30	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,002	<0,003	<0,002
Melara	22/3	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	1,38	15,4	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	1,04	<0,01	2,06
Melara	22/4	<0,01	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	0,90	3,64	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	1,70	<0,003	0,30

Tabella 27 - Ratei di deposizione di congeneri di PCDD e PCDF. Valori in pg/m^2/d.

La maggior parte dei ratei sono risultati inferiori al limite di quantificazione mentre octaclorodibenzo-p-diossina (OCDD), la meno tossica delle diossine (Appendice 1) e, 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD tra i congeneri di PCDD, e soprattutto octaclorodibenzofurano (OCDF) e 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF tra i congeneri di PCDF, sono risultati rilevabili nei campioni di deposizione. La TCDD non è mai stata rilevata in alcuna postazione nelle quattro campagne perché inferiore al limite.

Nella tabella successiva sono riportati i ratei di deposizione dei PCB *dioxin like* (*dl*), anch'essi espressi in pg/m^2/d:

Postazione	Campagna	PCB 81	PCB 77	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Follo	22/1	<0,03	1,1	<0,1	<0,01	8,2	<0,2	16,6	<0,2	4,3	<0,1	2,4	<0,04
Follo	22/2	<0,02	<0,1	<0,04	<0,01	8,4	0,4	15,4	0,2	4,9	1,8	2,4	<0,02
Follo	22/3	<0,03	3,4	<0,05	<0,01	8,7	1,3	23,9	0,8	3,0	1,0	2,0	<0,02
Follo	22/4	0,10	1,0	0,4	<0,01	5,2	0,7	12,6	0,1	2,4	0,6	1,4	0,41
Arcola	22/1	<0,03	1,6	<0,1	<0,01	7,3	<0,1	14,8	<0,1	3,4	1,0	1,9	<0,03
Arcola	22/2	0,45	5,8	0,9	<0,01	38,0	2,5	98,1	1,7	14,5	3,8	8,4	1,74
Arcola	22/3	<0,02	3,7	<0,0	<0,005	13,9	1,8	40,6	1,1	4,0	1,1	2,6	0,76
Arcola	22/4	0,22	0,8	0,6	<0,01	8,6	0,5	15,7	0,4	4,6	1,1	2,5	0,58
Maggiolina	22/1	<0,03	3,3	<0,1	<0,01	32,0	1,9	64,6	<0,1	13,4	4,3	7,1	1,33
Maggiolina	22/2	<0,02	2,4	0,9	<0,01	35,0	2,0	72,7	<0,1	11,7	3,8	5,4	0,55
Maggiolina	22/3	<0,02	7,2	1,1	<0,01	53,9	3,6	125,4	2,2	18,3	5,4	9,2	1,18
Maggiolina	22/4	0,18	4,7	1,1	0,01	55,9	1,9	110,7	1,7	15,5	4,7	8,2	1,59
Fossamastra	22/1	<0,04	20,3	5,6	<0,02	606,8	16,1	1439,1	17,7	243,9	72,8	124,5	12,07
Fossamastra	22/2	1,51	40,6	12,2	0,43	451,6	12,5	1076,8	13,1	193,2	59,8	105,3	9,72
Fossamastra	22/3	0,81	34,6	10,8	0,62	156,0	7,6	339,2	5,2	92,6	26,6	49,4	11,69
Fossamastra	22/4	0,70	20,4	5,4	0,44	176,6	7,1	381,7	5,8	76,6	18,7	36,8	7,70
Melara	22/1	<0,09	2,9	<0,1	<0,02	41,7	<0,2	88,7	<0,2	27,1	6,5	14,0	5,40
Melara	22/2	<0,02	0,6	0,7	<0,01	8,2	0,5	17,7	0,6	4,1	1,4	1,7	0,51
Melara	22/3	<0,02	5,3	0,7	<0,01	43,5	3,1	92,8	2,1	12,6	2,7	5,8	1,24
Melara	22/4	0,20	2,6	0,5	<0,01	19,8	1,1	35,9	0,6	7,7	1,9	3,0	0,66

Tabella 28 - Ratei di deposizione di congeneri di PCB. Valori in pg/m^2/d.

Come per le diossine, anche se in minor misura, i PCB ricercati sono risultati a volte inferiori al limite di quantificazione (LdQ). Deposizioni di PCB significativamente superiori al LdQ sono stati rilevate in quasi tutte le campagne e postazioni, per molti congeneri. Tra questi, il PCB 118 è quello rilevato a maggiore concentrazione relativa in tutti i campioni. in particolar modo nella postazione urbana di Fossamastra. principalmente nelle campagne **22/1** e **22/2**, plausibilmente per eventi localizzati di cui non si ha conoscenza.

Va ricordato che le deposizioni sopra riportate di PCB, ma anche di PCDD/F, hanno una limitata valenza ambientale in termini di tossicità. Nelle deposizioni della città della Spezia sono in generale poco significativi i PCB maggiormente tossici, quale il congenere PCB 126 (TEF pari a 0,1) e il PCB 169 (TEF pari a 0,03), mentre quelli maggiormente rilevati sono di tossicità limitatissima.
Le deposizioni totali di PCCD/F e PCB *dl* sono state espresse in termini di tossicità equivalente alla 2,3,7,8-TCDD (si veda l'Appendice 1 per i fattori di tossicità e il cap. 2 per le convenzioni utilizzate) in pg I-TEQ/m^2/d, come prassi per i campioni ambientali, sostituendo ai valori inferiori al LdQ la metà del LdQ ("medium-bound"). I ratei ottenuti sono riassunti di seguito:

Postazione	Campagna	TEQ PCDD/F medium-bound	TEQ PCB *dl* medium-bound	TEQ PCDD/F+PCB *dl* medium-bound
Follo	22/1	0,04	0,004	0,05
Follo	22/2	0,01	0,003	0,02
Follo	22/3	0,02	0,004	0,02
Follo	22/4	0,01	0,03	0,05
Arcola	22/1	0,04	0,01	0,05
Arcola	22/2	0,07	0,10	0,17
Arcola	22/3	0,02	0,004	0,02
Arcola	22/4	0,02	0,06	0,08
Maggiolina	22/1	0,06	0,01	0,07
Maggiolina	22/2	0,03	0,09	0,12
Maggiolina	22/3	0,02	0,12	0,14
Maggiolina	22/4	0,03	0,12	0,14
Fossamastra	22/1	0,09	0,64	0,72
Fossamastra	22/2	0,28	1,30	1,58
Fossamastra	22/3	0,41	1,12	1,54
Fossamastra	22/4	0,15	0,58	0,73
Melara	22/1	0,04	0,01	0,05
Melara	22/2	0,20	0,07	0,27
Melara	22/3	0,06	0,07	0,13
Melara	22/4	0,04	0,05	0,09

Tabella 29 - Ratei di deposizione di PCDD/F e PCB *dl*. Valori in pg TEQ/m^2/d.

I ratei di deposizione di PCDD/F e PCB, espressi in TEQ, risultano nel 2022 di bassa entità, in genere inferiori a 1 pg I-TEQ/m^2/d, fatta eccezione per la postazione di Fossamastra nella campagna primaverile **22/2** e estiva **22/3** dovuti principalmente a deposizioni di PCB.
La figura seguente confronta l'andamento spaziale delle deposizioni complessive di PCDD/F e PCB *dl* "medium-bound":

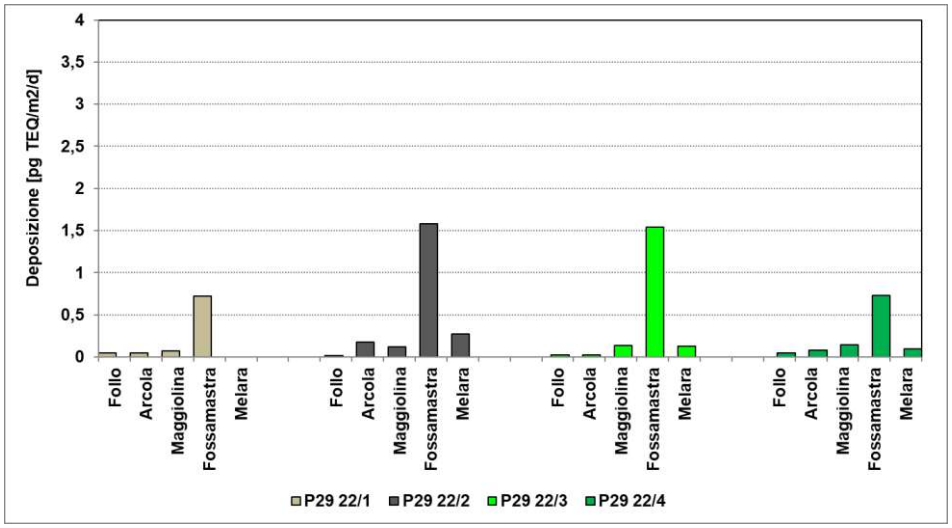


Figura 36 - Deposizioni di PCDD/F e PCB *dl* "medium-bound". Valori in pg TEQ/m^2/d.

Dalla figura precedente risultano evidenti le basse deposizioni di specie clorurate soprattutto nelle postazioni extraurbane e nella campagna estiva (**22/3**).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

4.3.2.1 Confronto con valori guida di riferimento

Per le deposizioni di PCDD/F e PCB *dl* attualmente non sono stati fissati livelli normativi nazionali o europei. In letteratura, invece, sono stati proposti valori guida di riferimento che tenessero conto dell'assunzione giornaliera tollerabile di questi composti.
Uno dei primi valori guida è quello proposto da L. Van Lieshout et al. (Van Lieshout L., 2001). In base all'assunzione di una dose giornaliera tollerabile (TDI) di 1-4 pg WHO-TEQ/kg di peso corporeo. Tali autori hanno proposto che la deposizione media annuale di PCDD/F non debba eccedere 3,4–10 pg WHO-TEQ/m^2/d come media annuale e 6,8-27 pg WHO-TEQ/m^2/d come valore massimo di deposizione mensile.
In Germania, nel 1994, un gruppo di esperti ha proposto un valore guida solo per PCDD/F di 15 pg I-TEQ/m^2/d[15]. Nel 2004, in base ancora a considerazione sulla TDI, tale valore guida è stato abbassato a 4 pg WHO-TEQ/m^2/d[16].
Nel 2007, Cornelis et al, (Cornelis C, et al, 2007) hanno proposto un valore guida per le deposizioni di PCDD/F e PCB *dl* di 8,2 pg WHO-TEQ/m^2/d, come media annuale, e di 21 pg WHO-TEQ/m^2/d, come deposizione massima mensile, entrambe stimate sulla base di un TDI di 2 pg WHO-TEQ/kg di peso corporeo. In Francia, nei piani di sorveglianza della qualità dell'aria in aree con presenza di impianti di incenerimento, sono stati proposti, per le deposizioni atmosferiche, dei valori guida di 5-15 pg I-TEQ/m^2/d (Bodenan, F., 2011). I valori inferiori a 5 pg I-TEQ/m^2/d possono essere considerati come valori di fondo urbano-industriale, mentre quelli superiori a 15 pg I-TEQ/m^2/d potrebbero essere legati ad un contributo antropico emissivo che va approfondito con ulteriori campionamenti in punti diversi, e con lo studio del profilo dei congeneri per valutare la sorgente (vedi anche[17]).
Attualmente, il valore guida di 4 pg WHO-TEQ/m^2/d come media annuale della sommatoria delle deposizioni di PCDD/F e PCB è quello più utilizzato per valutare possibili apporti antropici in un sito.

Per valutare il rateo medio di deposizioni di specie clorurate sono stati inclusi tutti i dati in quanto non si sono verificati eventi ritenuti anomali che possano aver influito sulle deposizioni tipiche del comprensorio.
Il rateo medio annuale di deposizione di PCDD/F per il 2022 quindi è pari a 0,08 ± 0,10 I-TEQ pg/m^2/d, quello di PCB *dl* a 0,22 ± 0,38 I-TEQ pg/m^2/d e il complessivo di PCDD/F e PCB *dl* a 0,30 ± 0,48 I-TEQ pg/m^2/d, valori coerenti con l'anno precedente.

Le deposizioni medie del 2022 del comprensorio di Spezia sono poco circa un decimo del valore guida di 4 WHO-TEQ pg/m^2/d e si possono escludere significativi apporti antropici, come risulta dal confronto con la tabella seguente che riporta una serie di intervalli di valori misurati in aree rurali, urbane e industriali tratti dalla letteratura per altri siti italiani:

[15] Länderausschusses für Immissionsschutz den Bericht "Immissions-werte für die Luftschadstoffe PCDD und PCDF", 1994
[16] Bericht des Länd erausschusses für Immissionsschutz (LAI), Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüber wachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe – Vom 21. September 2004
[17] Si veda G. Settimo "Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale", Seminario Deposizioni atmosferiche, Brescia, 2014. Consultabile al sito: http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index

Sito	Min - Max	Rif
Area rurale (Mantova)	1,28-2,71	Viviano, G, et al, 2012
Area urbana/industriale con inceneritore (Mantova)	1,20-5,13	Viviano, G, et al, 2012
Area urbana/industriale con cementificio (Cuneo)	0,05-3,72	ARPA Piemonte, 2013
Siti di riferimento regionali Piemonte	Sito 1: 0,05-24,7 Sito 2: 5,36-189	ARPA Piemonte, 2013
Area industriale (P, Marghera)	15-2767	Viviano, G, et al, 2012
Area urbana con inceneritori (Regione Veneto, Adige, Po)	10-337	Viviano, G, et al, 2012
Area industriale con inceneritore (Rimini)	0,75-3,7	Viviano, G, et al, 2012
Area industriale con inceneritore (S, Nicola di Melfi)	1,47-2,33	Viviano, G, et al, 2012

Tabella 30 – Intervalli minimi e massimi di deposizione in diverse aree italiane. Valori in pg I-TEQ/m^2/d.

I valori di deposizione rilevati alla Spezia sono in linea o inferiori ai valori minimi rilevati in aree di differenti tipologie in Italia e in altre nazioni europee, come riportati nella tabella che segue[18]:

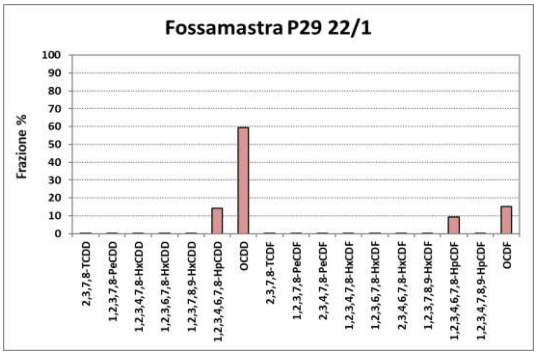
Paese	Siti urbani	Siti rurali
Belgio	<1-12	<1-3,1
Germania	0,5-464	7-17
Regno Unito	<1-312	nv–517
Danimarca	300-31500	300-1700
Francia	100-147	20-50

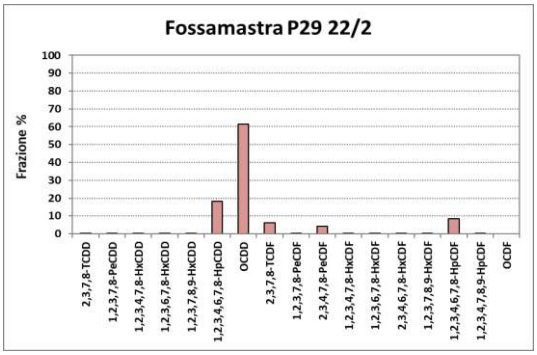
Tabella 31 - Intervalli minimi e massimi di deposizione in diverse aree europee, Valori in pg I-TEQ/m^2/d, Valori in pg TEQ/m^2/d.

In sintesi, le deposizioni complessive di PCDD/F e PCB nel 2022 sono risultate basse.

4.3.2.2 Pattern dei congeneri di PCDD/F e PCB dl nelle deposizioni

L'esame dei *pattern* di PCDD/F indica che si tratta di quelli ubiquitariamente presenti nelle deposizioni italiane e nel resto del mondo[19], ove domina la presenza di OCDD e di 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD.
Alcuni esempi sono mostrati di seguito relativi alla postazione di Fossamastra:





[18] Istituto Superiore di Sanità, Studio effettuato su commissione del Comune di Reggio Emilia: "Caratterizzazione ambientale del territorio del comune di Reggio Emilia inserita nel contesto provinciale"
[19] Per una discussione di questo pattern, si vedano i rapporti precedenti.

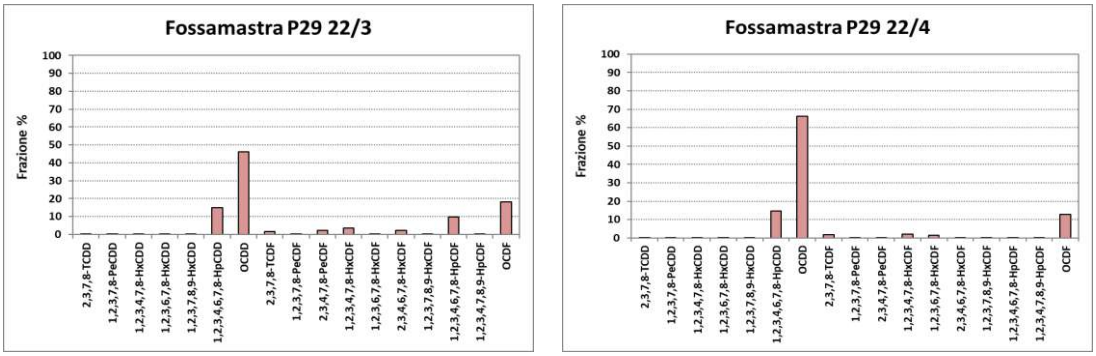


Figura 37 - *Pattern* delle deposizioni di PCDD/F a Fossamastra per le 4 campagne del 2022.

Pattern analoghi si rilevano anche nelle altre postazioni per le medesime campagne.

Allo stesso modo delle PCDD/F, anche i PCB *dl* mostrano nel 2022 un *pattern* molto comune, analogo anche a quello riscontrato nel 2014-2021. Con minime variazioni, il tipico *pattern* è quello mostrato nella figura che segue, relativo alle deposizioni di Follo, Arcola, Maggiolina e Fossamastra in differenti campagne.

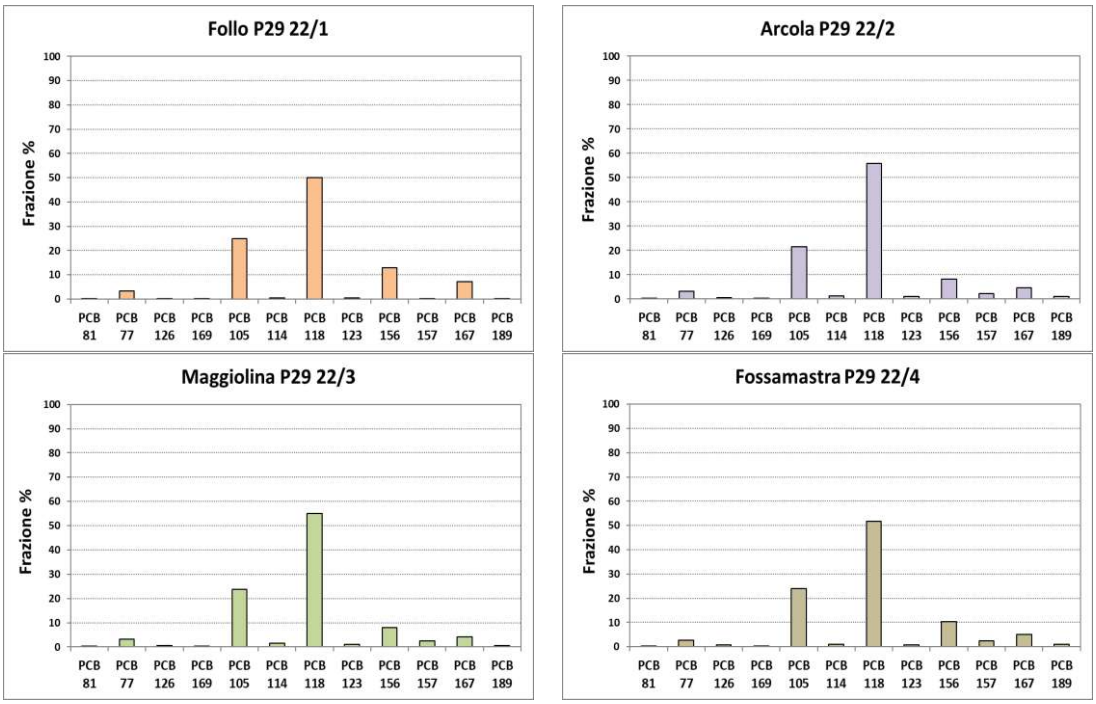


Figura 38 - *Pattern* delle deposizioni di PCB nel corso di differenti campagne annuali.

4.4 Specie ioniche nelle deposizioni di polveri

Nel protocollo analitico è stato previsto di determinare anche alcune specie ioniche utilizzando i campioni raccolti dai deposimetri per le specie inorganiche. Trattandosi di deposimetri del tipo "bulk", le specie ioniche sono la somma di quelle presenti nelle deposizioni umide (fase liquida) e nelle deposizioni secche di polveri sedimentabili. I risultati delle determinazioni sono riportati nella tabella seguente, in termini di ratei di deposizione, espressi in mg/m^2/d:

Postazione (Abbr.)	Campagna	Ca^{2+}	Na^+	Mg^{2+}	K^+	NH_4^+	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Follo (FL)	P29 22/1	1,88	3,66	0,57	0,79	0,81	6,14	3,08	1,78	0,92
Follo (FL)	P29 22/2	20,40	4,11	1,44	0,87	0,07	6,74	4,50	1,25	0,31
Follo (FL)	P29 22/3	1,64	0,60	0,14	0,12	0,004	1,58	0,004	1,10	0,88
Follo (FL)	P29 22/4	2,72	5,92	0,88	1,57	4,07	10,30	3,67	4,04	2,60
Arcola (AR)	P29 22/1	1,32	3,24	0,52	0,32	0,52	5,06	3,49	1,73	1,02
Arcola (AR)	P29 22/2	18,82	4,34	1,42	0,71	0,06	7,37	4,27	1,15	0,12
Arcola (AR)	P29 22/3	0,82	0,64	0,26	0,29	0,01	1,46	0,01	1,54	1,34
Arcola (AR)	P29 22/4	13,21	8,59	4,37	14,60	8,47	19,73	0,21	5,06	2,30
Maggiolina (MG)	P29 22/1	1,89	3,78	0,67	0,34	0,81	6,13	3,90	1,94	1,08
Maggiolina (MG)	P29 22/2	19,53	4,47	1,59	0,53	0,06	7,88	5,00	1,24	0,14
Maggiolina (MG)	P29 22/3	0,71	0,79	0,24	0,11	0,004	1,70	0,004	1,59	1,36
Maggiolina (MG)	P29 22/4	3,06	4,37	1,30	2,81	0,03	7,65	0,09	1,99	0,92
Fossamastra (FS)	P29 22/1	8,10	4,61	1,06	0,35	0,61	7,33	4,43	2,36	1,34
Fossamastra (FS)	P29 22/2	23,26	5,37	1,76	0,80	0,06	9,35	4,25	1,27	0,01
Fossamastra (FS)	P29 22/3	0,73	1,51	0,26	0,22	0,03	3,10	0,73	2,22	1,79
Fossamastra (FS)	P29 22/4	10,07	7,12	1,46	0,35	0,05	12,49	2,64	2,74	0,99
Melara (ME)	P29 22/1	1,73	3,66	0,57	0,36	0,77	5,71	3,61	1,73	0,94
Melara (ME)	P29 22/2	18,28	5,20	1,76	1,34	0,07	8,51	4,57	1,31	0,13
Melara (ME)	P29 22/3	1,09	0,97	0,58	0,45	0,004	2,40	1,43	2,36	2,03
Melara (ME)	P29 22/4	1,54	5,92	0,84	0,40	0,05	10,25	2,00	2,33	0,90

Tabella 32 - Ratei di deposizione di specie ioniche nelle campagne di monitoraggio 2022 (Valori in mg/m^2/d).

Le specie ioniche maggiormente rilevate nella fase acquosa dei deposimetri sono Na^+ e Cl^-, di evidente origine marina. Durante la campagna primaverile **22/2** si evidenziano elevati valori di Ca^{2+} in tutte le postazioni, probabilmente dovuto ad un maggiore risollevamento del suolo (vedi cap 3).
Nella figura che segue sono mostrate le deposizioni di Na^+ e Cl^- nelle quattro campagne. Il nome delle postazioni è abbreviato con la codifica riportata in Tabella 32:

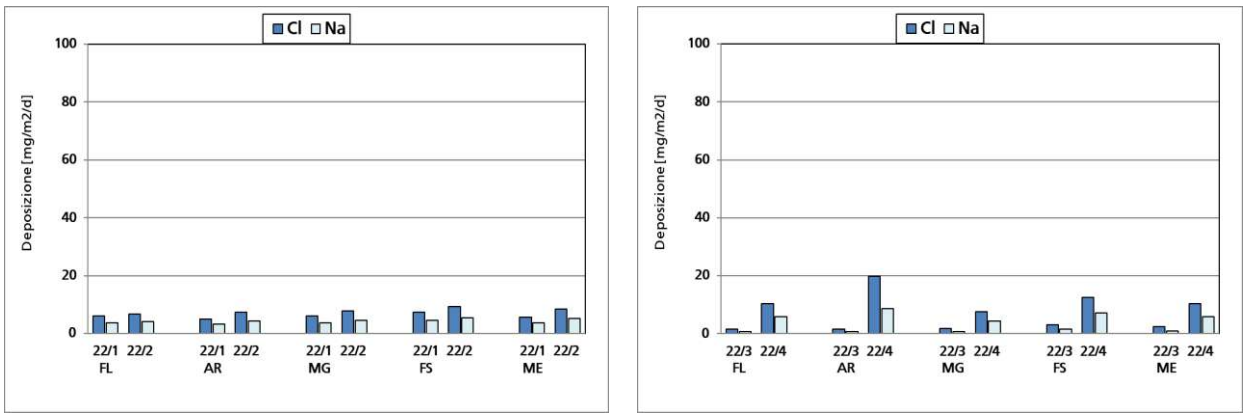


Figura 39 - Deposizioni di cloro e sodio nelle campagne di monitoraggio campagne del 2022.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Le maggiori deposizioni di sodio e cloruro si sono avute nella campagna autunnale **22/4** per gli apporti da aerosol marino, in accordo con quanto riportato in letteratura [Cuccia et al., 2014].

Per via della presenza di aerosol marino, è stata calcolato il solfato non marino ($nssSO_4$[20]) che è stato riportato nell'ultima colonna della Tabella 32. I componenti principali del solfato totale, infatti, sono il solfato marino ($ssSO_4^{2-}$), che è la quantità di solfato presente nelle particelle di aerosol marino e il solfato non marino che ha tre contributi: antropogenico, biogenico e crostale [Bove et al., 2016]. I solfati di origine marina sono stati calcolati attraverso una relazione, che tiene conto dei rapporti relativi tra sodio e solfati nell'acqua di mare[21]:
$[ssSO_4^{2-}] = 0{,}246\ [Na^+]$

I solfati non marini, sono stati ottenuti mediante sottrazione:

$[nssSO_4^{2-}] = [totSO_4^{2-}] - [ssSO_4^{2-}]$

La componente secondaria dell'aerosol, in genere, è costituita da solfato di ammonio e nitrato di ammonio che si formano a seguito di reazioni che avvengono in atmosfera a partire dai precursori gassosi NO_x e SO_2. Nella figura che segue, sono mostrate le deposizioni di nitrati (NO_3^-) e solfati non marini ($nssSO_4^{2-}$) nelle campagne di monitoraggio:

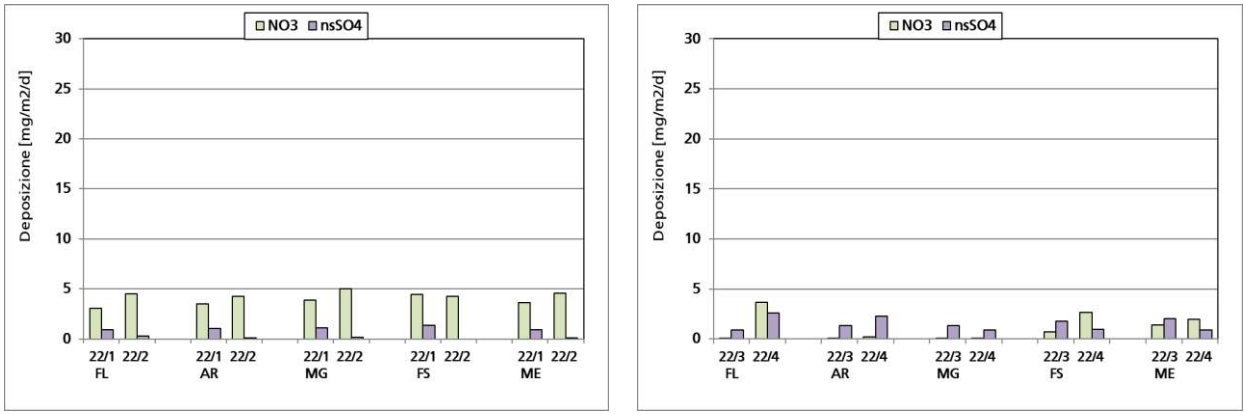


Figura 40 - Deposizioni di nitrati e solfati non marini ($nsSO_4$) nelle campagne del 2022.

Come riscontrato negli anni precedenti, le deposizioni di NO_3^- sono risultate spesso maggiori di quelle dei $_{nss}SO_4^{2-}$, in quanto sono maggiormente rilevanti le emissioni di NO_x rispetto a quelle degli SO_2. Le maggiori deposizioni di NO_3^- si sono riscontrate principalmente nella campagna primaverile **22/2** mentre quelle di SO_4^{2-} in quella autunnale **22/4** (ed in modo più evidente a Follo e Arcola): entrambe le campagne sono risultate quelle caratterizzate dai valori di pioggia cumulata più elevata.

[20] nssSO4: non sea sulphate
[21] Nell'acqua di mare sono contenuti circa: 19'000 mg/kg di cloruri, 11'000 di sodio, 2'700 di solfati, 1'300 di magnesio e 400 di calcio.

Le minime deposizioni di nitrati si sono avute sempre durante la campagna estiva **22/3**, con precipitazioni quasi assenti: queste possono pertanto rappresentare l'entità della deposizione secca delle specie ioniche sopracitate, confermando che il meccanismo predominante della deposizione di questi parametri è per via umida.

4.5 Analisi dati rilevati dalle postazioni di MELARA e BYPASS annuale

Presso le postazioni di Melara e Bypass, la raccolta delle deposizioni è stata effettuata anche nei periodi non coperti dalle campagne periodiche rilevando solo i parametri inorganici.

4.5.1 Rateo di deposizione di polveri

In Tabella 33 e Tabella 34 sono riportati i ratei di deposizione delle due postazioni di Melara e Bypass sia per le campagne aggiuntive che per quelle stagionali (evidenziate in grassetto). Si ricorda che per tutto l'anno 2022 la Centrale Enel è rimasta spenta mentre l'ultima campagna del 2021 (analizzata in questo Report) ha avuto un funzionamento della CTE del 14%.

MELARA					
Sigla	**Data Inizio**	**Data Fine**	**Giorni esposizione**	**Rateo deposizione insolubile [mg/m²/d]**	**Precipitazione raccolta [mm]**
ME21/G	07/12/2021	11-01-2022	35	3	196
ME22/A	11-01-2022	17/02/2022	37	6	71
P29 22/1	**17/02/2022**	**17/03/2022**	**28**	**15**	**25**
ME22/B	17/03/2022	14-04-2022	28	48	66
P29 22/2	**14/04/2022**	**17/05/2022**	**33**	**142**	**97**
ME22/C	17/05/2022	16-06-2022	30	43	15
P29 22/3	**16/06/2022**	**20/07/2022**	**34**	**97**	**6**
ME22D	20/07/2022	23-08-2022	34	36	40
ME22/E	23-08-2022	22-09-2022	30	14	15
P29 22/4	**22/09/2022**	**26/10/2022**	**34**	**10**	**71**
ME22/F	26/10/2022	29/11/2022	34	4	191
ME22/G	29/11/2022	28/12/2022	29	6	235

Tabella 33 – Ratei di deposizione delle polveri sedimentabili e entità precipitazioni a Melara.

BYPASS					
Sigla	**Data Inizio**	**Data Fine**	**Giorni esposizione**	**Rateo deposizione insolubile [mg/m2/d]**	**Precipitazione raccolta [mm]**
BY21/I	07/12/2021	11/01/2022	35	63	176
BY22/A	11/01/2022	17/02/2022	37	112	103
BY22/B	17/02/2022	17/03/2022	28	121	38
BY22/C	17/03/2022	14-04-2022	28	159	63
BY22/D	14/04/2022	17/05/2022	33	189	90
BY22/E	17/05/2022	16-06-2022	30	85	15
BY22/F	16/06/2022	20/07/2022	34	161	6
BY22/G	20/07/2022	23-08-2022	34	158	33
BY22/H	23-08-2022	22-09-2022	30	147	16
BY22/I	22/09/2022	26/10/2022	34	89	77
BY22/L	26/10/2022	29/11/2022	34	99	234
BY22/M	29/11/2022	28/12/2022	29	51	231

Tabella 34 – Ratei di deposizione delle polveri sedimentabili e entità precipitazioni a Bypass.

I ratei di deposizione delle polveri insolubili misurati nelle campagne di monitoraggio a Melara e a Bypass, sono riportati nelle figure seguenti riferite all'intero anno. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della **P29 2022** mentre

quelli in rosso alle campagne aggiuntive. È stata inclusa anche la precipitazione raccolta, in mm, con asse secondario invertito:

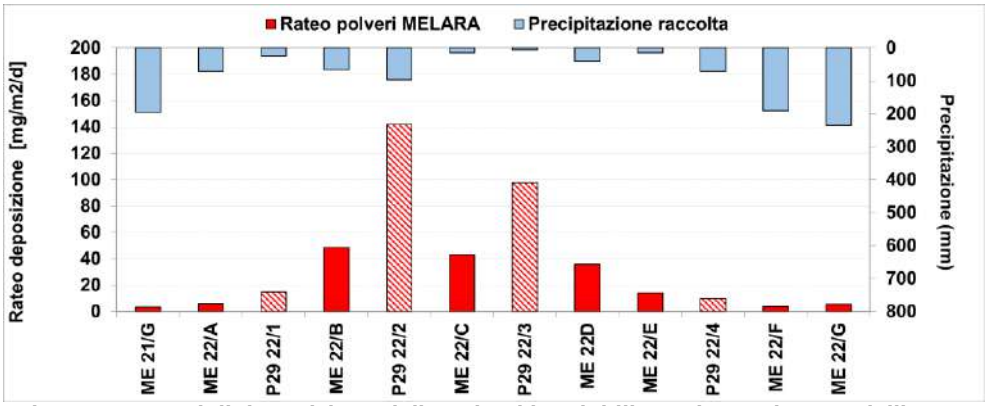


Figura 41 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili a Melara nel corso dell'anno.

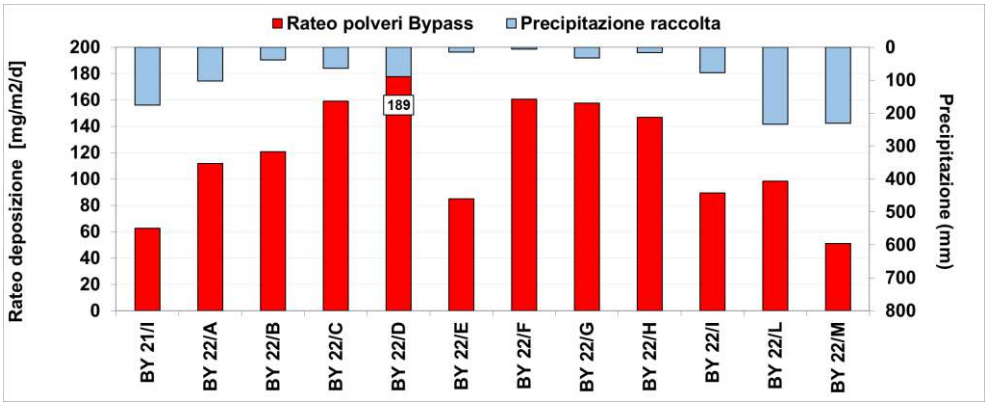


Figura 42 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili a Bypass nel corso dell'anno.

In entrambi i siti si evidenziano andamenti in lieve crescita durante l'anno con i valori più elevati registrati in primavera e estate eccetto che nella campagna a cavallo tra maggio e giugno; a Melara, eccetto che nella campagna **22/2** (che ha evidenziato deposizioni elevate su tutta l'area), i ratei rimangono comunque inferiori a 100 mg/m^2/d.

4.5.2 Contenuto di metalli e specie ioniche

Nella tabella seguente sono riassunti i ratei di deposizione dei metalli determinati nel corso dell'anno nei due siti. I ratei di deposizione sono espressi tutti in µg/m^2/d e sono evidenziati con (*) i ratei calcolati a partire dai valori al LdR:

Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
ME 21/G	0,07	0,02*	0,005*	0,025*	1,28	0,68	1,46	1,93	1,78	0,26
ME 22/A	0,99	0,02*	0,15	0,023*	13,80	10,70	15,48	42,23	69,44	5,02
P29 22/1	0,04	0,02	0,0004*	0,0004*	2,80	3,16	1,46	5,70	7,07	2,69
ME 22/B	0,49	0,03*	0,006*	0,031*	10,52	4,25	8,88	14,53	39,79	4,46
P29 22/2	0,94	0,06	0,0004*	0,0004*	9,91	3,60	6,32	9,98	82,83	11,05
ME 22/C	0,14	0,03*	0,006*	0,029*	9,14	5,78	2,62	6,66	23,09	5,41
P29 22/3	0,68	0,04	0,015	0,040	9,93	3,02	4,56	12,42	63,16	7,34
ME 22D	0,39	0,03*	0,031	0,026*	7,86	4,13	8,68	12,87	30,54	3,51
ME 22/E	0,30	0,03*	0,660	0,029*	6,48	3,24	6,02	14,87	16,44	1,20
P29 22/4	0,14	0,005*	0,005*	0,005*	3,93	1,38	3,36	5,10	6,19	0,95
ME 22/F	0,03*	0,03*	0,071	0,026*	1,18	0,96	1,39	2,43	2,42	0,27
ME 22/G	0,03*	0,03*	0,108	0,030*	1,58	1,16	1,94	2,69	3,45	0,50

Tabella 35 - Ratei di deposizione in μg/m²/d di metalli nelle campagne di monitoraggio 2022 a Melara. Con (*) sono identificati i valori inferiori al LdR.

Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
BY21/I	0,21	0,02*	0,005*	0,025*	11,39	4,95	4,82	13,39	23,12	2,73
BY22/A	8,96	0,56	0,038	0,023*	335,96	147,33	201,62	1.399,82	369,65	116,74
BY22/B	0,37	0,03*	0,006*	0,031*	17,30	8,29	7,63	23,92	43,92	4,99
BY22/C	0,79	0,09	0,006*	0,031*	30,29	12,13	16,05	51,95	79,86	8,61
BY22/D	1,27	0,03*	0,058	0,026*	19,89	9,42	8,91	35,69	26,05	8,53
BY22/E	0,12	0,03*	0,006*	0,029*	10,94	6,32	3,82	17,42	26,52	3,27
BY22/F	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
BY22/G	0,68	0,08	0,056	0,026*	26,65	12,92	11,39	37,79	0,19	8,07
BY22/H	0,58	0,08	0,197	0,029*	27,49	12,62	13,54	39,76	0,22	7,41
BY22/I	0,34	0,03*	0,061	0,026*	17,92	8,72	7,86	32,88	0,19	4,75
BY22/L	0,26	0,03*	0,085	0,026*	16,01	8,31	9,17	31,97	46,72	5,77
BY22/M	0,14	0,03*	0,066	0,030*	8,79	4,48	4,21	10,27	27,10	3,71

Tabella 36 - Ratei di deposizione in μg/m²/d di metalli nelle campagne di monitoraggio 2022 a Bypass. Con (*) sono identificati i valori inferiori al LdR.

In linea di massima i ratei dei metalli sono variati in intervalli abbastanza ristretti e, a parte i valori più elevati di deposizione per alcuni nella campagna invernale **22/A**, a Melara sembra esserci un andamento che vede gran parte dei valori più elevati rilevati nel corso della stagione più calda.
A Bypass i ratei sono risultati molto variabili nel corso dell'anno, senza un evidente andamento stagionale: spiccano anche qui i valori della campagna **22/A**, che ha visto in assoluto i valori più elevati per quasi tutti i metalli ed in particolare per il Cu.

Nella tabella seguente sono riassunte le concentrazioni dei metalli nel corso dell'anno, espresse in μg/g. I dati inferiori al limite di rilevabilità sono sostituiti con metà del loro valore limite, e sono evidenziati con (*):

Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
ME 21/G	17,50	6,25*	1,25*	6,25*	323,75	172,50	368,75	486,25	447,50	66,25
ME 22/A	136,36	3,25*	20,13	3,25*	1.909,09	1.480,52	2.142,86	5.844,16	9.610,39	694,81
P29 22/1	3,28	1,47	0,03*	0,03*	233,55	263,98	121,62	475,50	589,82	224,26
ME 22/B	8,44	0,53*	0,11*	0,53*	181,20	73,29	152,99	250,32	685,58	76,82
P29 22/2	7,25	0,44	0,003*	0,003*	76,10	27,63	48,54	76,63	636,01	84,82
ME 22/C	2,78	0,56*	0,11*	0,56*	175,56	110,89	50,22	127,78	443,33	103,89
P29 22/3	7,02	0,46	0,15	0,41	102,03	31,03	46,88	127,59	648,68	75,37
ME 22D	9,00	0,59*	0,71	0,59*	182,46	95,85	201,42	298,58	708,53	81,52
ME 22/E	17,35	1,70*	38,78	1,70*	380,95	190,48	353,74	874,15	965,99	70,75
P29 22/4	12,34	0,44*	0,44*	0,44*	348,43	122,04	297,40	452,17	548,02	84,49
ME 22/F	5,95*	5,95*	16,67	5,95*	276,19	223,81	323,81	566,67	563,10	61,90
ME 22/G	4,39*	4,39*	15,79	4,39*	231,58	170,18	284,21	394,74	505,26	72,81

Tabella 37 – Concentrazione di metalli nelle polveri depositate durante le campagne di monitoraggio 2022 a Melara. Valori in μg/g. Con (*) sono identificati i valori inferiori al LdR.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
BY21/I	2,83	0,33	0,07	0,33	151,12	65,59	63,88	177,63	306,58	36,18
BY22/A	66,78	4,20	0,28	0,17	2.503,50	1.097,90	1.502,45	10.431,12	2.754,55	869,93
BY22/B	2,56	0,21	0,04	0,21	119,23	57,14	52,61	164,87	302,74	34,40
BY22/C	4,12	0,45	0,03	0,16	158,30	63,38	83,90	271,48	417,37	44,98
BY22/D	5,58	0,12	0,25	0,12	87,50	41,44	39,19	157,04	114,61	37,52
BY22/E	1,19	0,28	0,06	0,28	107,02	61,83	37,37	170,44	259,46	31,99
BY22/F	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
BY22/G	3,61	0,40	0,30	0,13	140,78	68,23	60,14	199,57	1,00	42,61
BY22/H	3,28	0,46	1,12	0,16	155,84	71,52	76,77	225,39	1,25	41,99
BY22/I	3,19	0,24	0,57	0,24	166,98	81,21	73,26	306,37	1,81	44,24
BY22/L	2,16	0,22	0,72	0,22	135,17	70,17	77,37	269,87	394,40	48,71
BY22/M	2,23	0,49	1,07	0,49	142,62	72,62	68,35	166,50	439,51	60,19

Tabella 38 – Concentrazione di metalli nelle polveri depositate durante le campagne di monitoraggio 2022 a Bypass. Valori in μg/g. Con (*) sono identificati i valori inferiori al LdR.

Dalla tabella soprariportata risulta come le concentrazioni dei metalli nel 2022 presentino un'elevata variabilità nel corso dell'anno. Si evidenziano anche per questo parametro ed in entrambi i siti, valori elevati per la maggior parte dei metalli nella campagna **22/A**. Si ipotizza che tale anomalia possa avere una causa di natura antropica non nota in quanto verificatosi per i soli composti non solubili quindi dovuta ad ossidi di metalli probabilmente risollevati in aria e depositati successivamente.

Nella tabella seguente sono riassunti i ratei di deposizione delle specie ioniche determinate nei due siti nel corso dell'anno. I ratei di deposizione sono espressi tutti in $mg/m^2/d$:

Campagna	Ca^{2+}	Na^+	Mg^{2+}	K^+	NH_4^+	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
ME 21/G	22,4	22,4	3,4	2,2	1,7	11,2	5,6	3,9	2,4
ME 22/A	5,8	3,8	nd	0,6	1,0	7,7	3,8	1,9	0,8
P29 22/1	1,73	3,66	0,57	0,36	0,77	5,71	3,61	1,73	0,94
ME 22/B	5,9*	11,8	1,2*	0,7	0,9	16,5	2,4	2,4	0,1
P29 22/2	18,28	5,20	1,76	1,34	0,07*	8,51	4,57	1,31	0,13
ME 22/C	3,0	1,5	0,3	0,4	0,01	2,0	0,5	0,5	0,2
P29 22/3	1,09	0,97	0,58	0,45	0,004	2,40	1,43	2,36	2,03
ME 22D	8,1	2,3	0,7	0,3	0,03*	3,5	4,7	2,3	1,8
ME 22/E	2,00	1,00	0,35	0,10	0,01*	2,50	1,50	1,00	0,65
P29 22/4	1,54	5,92	0,84	0,40	0,05	10,25	2,00	2,33	0,90
ME 22/F	5,05	3,93	1,12	1,12*	0,90	5,61	5,05	3,93	3,14
ME 22/G	4,87	6,49	1,30	1,62*	1,54	16,24	8,12	4,06	1,79

Tabella 39 - Ratei di deposizione in $mg/m^2/d$ di ioni a Melara nelle campagne di monitoraggio 2022.

Campagna	Ca^{2+}	Na^+	Mg^{2+}	K^+	NH_4^+	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
BY21/I	30,16	10,05	4,52	2,01	1,51	15,08	10,05	10,05	7,95
BY22/A	22,23	5,56	nd	0,56	0,83	8,34	8,34	2,78	1,62
BY22/B	8,23	5,49	1,23	0,41	0,03*	9,60	6,86	2,74	1,40
BY22/C	15,78	11,27	1,13*	2,25	1,26	15,78	2,25	4,51	2,31
BY22/D	29,85	8,14	1,36*	1,63	0,05*	13,57	11,40	5,43	3,53
BY22/E	0,51	1,01	0,10	0,05*	0,01*	0,36	0,41	0,30	0,25
BY22/F	2,72	1,36	0,25	0,17	0,004*	1,36	1,87	1,70	1,51
BY22/G	18,24	5,76	1,06	0,58	0,02*	10,56	4,80	2,88	1,41
BY22/H	2,20	1,10	0,38	0,11	0,01	2,74	1,65	1,10	0,71
BY22/I	13,51	9,01	2,03	0,45	0,06*	15,76	2,25	4,50	2,30
BY22/L	20,65	5,51	2,06	0,69*	0,69	13,76	6,19	4,82	2,90
BY22/M	15,94	7,97	2,39	0,80*	1,27	15,94	7,97	4,78	2,56

Tabella 40 - Ratei di deposizione in $mg/m^2/d$ di ioni a Bypass nelle campagne di monitoraggio 2022.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Le deposizioni più variabili sono quelle di sodio, cloro e calcio. Le campagne caratterizzate dalle maggiori precipitazioni raccolte presentano un'elevata quantità di sali marini (sodio, cloruro e magnesio), calcio e solfati.
Di seguito si riportano i risultati rappresentativi di tutto l'anno, delle indagini al SEM effettuate a Bypass: si evidenzia che, la quantità di particelle di carbone rilevate nello strato superficiale delle deposizioni raccolte sul filtro non sono mai risultate superiori al limite di rilevabilità.

Campagna	% carbone
BY21/I	< 0,1
BY22/A	< 0,1
BY22/B	< 0,1
BY22/C	< 0,1
BY22/D	< 0,1
BY22/E	< 0,1
BY22/F	< 0,1
BY22/G	< 0,1
BY22/H	< 0,1
BY22/I	< 0,1
BY22/L	< 0,1
BY22/L	< 0,1

Tabella 41 - Percentuale stimata di particelle di carbone superficiali nei campioni di deposizione a Bypass.

Da quanto sopra riportato, si evidenzia che anche la campagna a cavallo tra dicembre 2021 e gennaio 2022 (**ME 21/G** e **BY 21/I**) che ha visto l'ultimo periodo di funzionamento della CTE ENEL (5 giorni su 35 di campagna), non ha evidenziato alcuna differenza nei valori dei parametri investigati rispetto alle altre effettuate con centrale spenta.

5 SINTESI DEI RISULTATI DEI MONITORAGGI 2014-2022

In questo capitolo sono valutati i risultati delle campagne della prescrizione 29 (ex P14) effettuate fino al 2022. In particolare, sono analizzati gli andamenti riscontrati e la media dei risultati acquisiti nel corso dei nove anni di monitoraggio, con l'obiettivo di avere una valutazione statistica delle deposizioni di specie chimiche che avvengono in media **stagionalmente** e non influenzate da eventi estemporanei (eventi meteo estremi, incendi, lavori stradali, ecc.). Per ottenere ciò è stata effettuata una selezione critica di tutti i dati, tenendo conto di eventi particolari e, per ciascun parametro, sono indicati i campioni non utilizzati nelle valutazioni statistiche e le relative motivazioni.
Si ricorda che nell'anno 2020 ha avuto inizio l'emergenza COVID 19 che ha portato ad una serie di restrizioni sulle attività e sulla mobilità: pertanto i dati relativi a tale anno sono affetti da questa particolarità ed eventuali differenze riscontrate vanno lette in questo contesto.
Si riportano nel prospetto che segue i periodi delle campagne condotte:

Prescrizione 14				
Codifica	Data	Note	Funzionamento della C.le ENEL	
			Giorni	Percentuale
P14 14/0	23/05 – 16/06/14	Campagna primaverile di "bianco"	0	0%
P14 14/1	07/07 – 06/08/14	Campagna di monitoraggio estiva	26	87%
P14 14/2	06/08 – 09/09/14	Campagna di monitoraggio estiva	27	79%
P14 15/1	19/01 - 19/02/15	Campagna di monitoraggio invernale	14	45%
P14 15/2	19/02 - 24/03/15	Campagna di monitoraggio invernale	27	82%
P14 15/3	17/06 - 17/07/15	Campagna di monitoraggio estiva	23	77%
P14 15/4	17/07 - 26/08/15	Campagna di monitoraggio estiva	29	73%
P14 16/1	26/02 – 30/03/16	Campagna di monitoraggio invernale	32	97%
P14 16/2	30/03 - 27/04/16	Campagna di monitoraggio invernale	22	79%
P14 16/3	28/06 - 28/07/16	Campagna di monitoraggio estiva	30	100%
P14 16/4	28/07 - 01/09/16	Campagna di monitoraggio estiva	12	34%
P14 17/1	19/01 – 22/02/17	Campagna di monitoraggio invernale	25	74%
P14 17/2	27/04 - 25/05/17	Campagna di monitoraggio primaverile di "bianco"	0	0%
P14 17/3	29/06 - 02/08/17	Campagna di monitoraggio estiva	11	32%
P14 17/4	10/10 - 09/11/17	Campagna di monitoraggio autunnale	30	100%
P 14 18/1	18/01 - 22/02/18	Campagna di monitoraggio invernale	16	47%
P 14 18/2	30/03 - 27/04/18	Campagna di monitoraggio primaverile di "bianco"	0	0%
P 14 18/3	28/06 - 02/08/18	Campagna di monitoraggio estiva	14	42%
P 14 18/4	11/10 - 06/11/18	Campagna di monitoraggio autunnale	8	30%
P14 19/1	14/03 - 18/04/19	Campagna di monitoraggio primaverile di "bianco"	0	0%
P14 19/2	20/06 - 24/07/19	Campagna di monitoraggio estiva	11	32%
P14 19/3	08/10 - 04/11/19	Campagna di monitoraggio autunnale di "bianco"	0	0%
P14 19/4	07/11 - 12/12/19	Campagna di monitoraggio invernale	19	54%
P29 20/1	21/04 - 27/05/20	Campagna di monitoraggio primaverile	10	22%
P29 20/2	24/06 -30/07/20	Campagna di monitoraggio estiva di "bianco"	0	0%
P29 20/3	08/10 - 10/11/20	Campagna di monitoraggio autunnale di "bianco"	0	0%
P29 20/4	10/11 - 11/12/20	Campagna di monitoraggio invernale	2	10%
P29 21/1	11/02 - 18/03/21	Campagna di monitoraggio invernale di "bianco"	0	0%
P29 21/2	20/04 - 26/05/21	Campagna di monitoraggio primaverile	3	8%
P29 21/3	30/06 - 04/08/21	Campagna di monitoraggio estiva di "bianco"	0	0%
P29 21/4	13/10 - 11/11/21	Campagna di monitoraggio autunnale di "bianco"	0	0%
P29 22/1	17/02 - 17/03/22	Campagna di monitoraggio invernale di "bianco"	0	0%
P29 22/2	14/04 - 17/05/22	Campagna di monitoraggio primaverile di "bianco"	0	0%
P29 22/3	16/06 - 20/07/22	Campagna di monitoraggio estiva di "bianco"	0	0%
P29 22/4	22/09 - 26/10/22	Campagna di monitoraggio autunnale di "bianco"	0	0%

Tabella 42 - Campagne eseguite per la prescrizione 14 fino al 2019 e 29 (ex 14) dal 2022.

Dalla precedente tabella emerge che:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
IQNet
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

- nel complesso sono state condotte 2 campagne primaverili, 9 campagne estive, 2 autunnali e 8 invernali di monitoraggio con la Centrale in parziale funzionamento;
- la campagna **P14 14/0** è stata l'unica campagna concordata di bianco, ovvero a Centrale ferma, parzialmente anomala solo per la postazione di Fossamastra, in quanto erano in corso presso la vicina banchina ENEL una serie di lavori di manutenzione. Per le altre postazioni non sono stati rilevati eventi anomali, salvo il caso della postazione di fondo urbano di Chiappa per gli IPA;
- la campagna primaverile **P14 17/2** a causa di un fermo programmato dell'impianto CTE effettuato in anticipo, è diventata di fatto una campagna di bianco ed è stata utilizzata come tale, per la valutazione degli andamenti pluriennali, ad esclusione delle deposizioni di PCDD/F (si veda rapporto Arpal prot. nr. 38264 del 28/12/18);
- la campagna primaverile **P14 18/2** è stata una campagna di bianco, in quanto la Centrale non ha funzionato; il periodo è stato caratterizzato da importanti deposizioni di sabbie sahariane;
- la campagna autunnale **P14 18/4** ha visto un evento meteorologico estremo (la mareggiata storica di fine ottobre) e pertanto non è stata inclusa nelle valutazioni statistiche;
- le campagne: primaverile **P14 19/1**, autunnale **P14 19/3**, estiva **P29 20/2**, autunnale **P29 20/3**, le campagne del 2021 (eccetto la primaverile **21/2**) e tutte quelle del 2022 sono state di fatto campagne di bianco, in quanto la Centrale non ha funzionato: sono state pertanto utilizzate come tali per la valutazione degli andamenti pluriennali;
- le campagne del 2020 sono state effettuate in piena emergenza pandemica COVID19 e quella primaverile (campagna **20/1**) in parziale lockdown.

Nel corso delle campagne sono avvenuti gli eventi anomali meteorologici e locali riassunti di seguito:

- Campagne con eventi anomali meteorologici:
  - durante la **P14 14/1** a Spezia si è avuta un'anomalia pluviometrica di ben +138 mm/mese e temperature al di sotto della climatologia con uno scostamento negativo di circa 1.5 °C;
  - durante la **P14 15/2** nella postazione di Follo, a causa delle violente raffiche di vento, si è verificato il rovesciamento dei deposimetri e la loro sostituzione, con una durata della campagna di 19 giorni anziché 33;
  - nel corso della **P14 16/2** sono avvenuti due eventi di Saharan Dust;
  - durante la **P14 17/1,** visti i valori cumulati in alcune zone (Follo, Chiappa che hanno oltrepassato i 200 mm), è stato effettuato il cambio dei deposimetri dopo solo circa due settimane di esposizione al fine di evitare la tracimazione della precipitazione già raccolta;
  - la campagna **P14 18/4** è stata caratterizzata da un fenomeno molto marcato di avvezione sahariana con intensa deposizione di sabbia accompagnato da una mareggiata da ostro e da libeccio con tempo di ritorno duecentennale;
  - durante la campagna invernale **P14 19/4**, l'accesso al sito di Maggiolina non era consentito a causa di lavori nell'area circostante, pertanto le deposizioni non sono risultate disponibili presso questa postazione. Inoltre, sempre durante tale campagna, l'eccezionale quantità di precipitazioni ha costretto ad un cambio

anticipato dei deposimetri, avvenuto in data 21/11/2019, e le deposizioni sono state analizzate separatamente e i ratei sommati;
- durante la primaverile **P29 20/1** si sono verificati due eventi meteo di avvezione sahariana con significativa deposizione di sabbia sahariana;
- durante la campagna invernale **P29 20/4** si sono registrate cumulate elevate su tutta l'area e condizioni di forte maltempo;
- durante la campagna invernale **P29 21/1** si è verificato il fenomeno meteo della cosiddetta "caligo", una nebbia avvettiva che dal mare ha sconfinato sulla costa, comportando tra le altre cose un aumento generalizzato del particolato atmosferico;
- durante tutte le campagne del 2021 eccetto che quella autunnale **21/4** si sono verificati diversi eventi meteo di avvezione sahariana.
- nel corso della campagna primaverile **P29 22/02** si è registrato un fenomeno che ha interessato, con un contributo stimabile nell'ordine di circa 100 mg/m^2/g di polvere, tutta le postazioni dell'area spezzina; trattandosi di un fenomeno 'a larga scala' si può ipotizzare, con buona probabilità, che lo stesso sia dovuto ad una causa di natura meteorologica.

- Campagne con episodi locali e di incendi:
  - Durante le campagne del **2015** si sono verificate presso la postazione di **Fossamastra**, modifiche della viabilità;
  - Nel corso della campagna **P14 15/1** si è verificato un episodio locale di combustione di biomasse a Bolano;
  - Nel corso della campagna **P14 15/2** la postazione di Maggiolina ha risentito di fenomeni molto locali, ovvero di sfalci delle zone erbose con sollevamento di polveri e dispersione di materiale non inerente alle deposizioni atmosferiche;
  - Nel corso della campagna **P14 16/1**, il 23/03/2016 vi è stato un grave incendio di un edificio civile nei pressi della postazione di **Fossamastra** che ha influenzato alcune postazioni, come meglio descritto nel seguito;
  - Nel corso della campagna **P14 16/2** si sono avuti gli eventi seguenti:
    - Il 16/04/2016 si è sviluppato un Incendio nel bosco in località Pianazze, a ridosso della Centrale ENEL;
    - Il 19/04/2016 vi è stato un incendio presso la fonderia Patrone con probabile influenza sulle postazioni di Saint Bon e Chiappa;
  - Nel corso della campagna **P14 17/1**, si sono registrati abbruciamenti presso le postazioni extraurbane (Follo, Bolano e a Le Grazie) e nella zona di Parco della Maggiolina;
  - Nel corso della campagna estiva **P14 17/3** si sono verificati diversi incendi nella provincia della Spezia e in zone limitrofe:
    - il 09/07/2017 tre incendi nel Parco di Montemarcello e altri due roghi nella zona di Santo Stefano;
    - il 17/07/2017 un rogo nei boschi di Zignago e nel comune di Beverino;
    - il 28/07/2017 un incendio presso azienda Costa Mauro in Albiano Magra;
    - il giorno 30/07/2017 un incendio di diversi ettari di bosco in un'area compresa tra Beverino e Rocchetta Vara che è proseguito per diversi giorni.

- Durante la campagna estiva **P14 18/3**, il 14/07/2018 si è verificato un incendio, partito da una discarica abusiva, che ha devastato una vasta area di bosco fra Podenzana e Bolano;
- Nel corso della campagna autunnale **P14 18/4**, il 27/10/2018 si è verificato un incendio in una zona collinare, boschiva, sopra la Centrale ENEL e all'alba un principio di incendio nel vano scala dell'ultimo piano di una palazzina in un quartiere non lontano dalla postazione di Piazza Saint Bon;
- Durante la campagna primaverile **P29 20/1** nei giorni **01/05/2020** si è rilevato un incendio presso una palazzina in centro della città;
- Durante la autunnale **P29 20/3:** in data **10-11 ottobre** a Chiappa è stato osservato sfalcio e potatura ulivi, con probabile abbruciamenti; in data **14/10/2020** vicino la postazione di Fossamastra (zona via delle casermette) si è avuto un rogo di auto e camper; in data **29/10/2020** presso la postazione di Saint Bon si sono avuti interventi al manto stradale con nuova asfaltatura mediante bitume;
- Durante la primaverile **P29 21/2** in data **09/05/2021** si è rilevato un incendio presso un appartamento in via dei Pini nelle vicinanze del sito di Melara.

Si segnala inoltre che presso il sito di **Fossamastra**, nelle campagne 2014-2015 il deposimetro era posizionato a circa 6 metri di altezza sul tetto del fabbricato in cemento in corrispondenza del sistema di bypass della linea di movimentazione del carbone. Nelle campagne del 2016 si è deciso di posizionare un deposimetro nella stessa postazione ma a circa 2 m di altezza (denominato Fossamastra – Basso) per uniformità con i deposimetri delle altre postazioni. Il deposimetro sul tetto del fabbricato è stato mantenuto, denominandolo Fossamastra-Alto. La valutazione dei ratei di polveri e metalli misurati nei due deposimetri adiacenti ha permesso di dedurre che i ratei del deposimetro Fossamastra-Basso sono con buona riproducibilità il doppio di quelli del deposimetro Fossamastra-Alto. Sulla base di questo confronto, pur con le dovute cautele legate al limitato numero di dati disponibili, si sono stimati a ritroso i ratei di deposizione delle polveri che si sarebbero rilevati a Fossamastra–Basso negli anni precedenti (applicando quindi ai ratei di deposizione rilevati a Fossamastra–Alto un fattore pari a 2). Pertanto, i dati utilizzati per i confronti pluriennali a Fossamastra (deposizione di polveri, metalli e specie organiche) si intendono come se fossero tutti stati prelevati a 2 m di altezza (per dettagli si veda il rapporto Arpal prot. nr. 38264 del 28/12/18). Dopo tale sperimentazione, il deposimetro di riferimento per la postazione è quello posizionato a circa 2 m da terra, in prossimità della sede stradale. Nel 2017 si sono condotti due ulteriori campionamenti con un secondo deposimetro in posizione elevata per confermare gli andamenti riscontrati nel 2016. Nel report sopracitato è riportato il confronto sia per il contenuto della polvere che dei metalli che conferma il fattore utilizzato per il ricalcolo delle deposizioni del 2014-2015.

Nei paragrafi che seguono, i dati pluriennali di monitoraggio delle deposizioni sono riassunti e sintetizzati per valutare gli andamenti riscontrabili. Per tale scopo, all'inizio di ciascun paragrafo sono indicate le assunzioni fatte.
Per i calcoli e le considerazioni del presente capitolo, i valori di deposizioni inferiori al limite di rilevabilità, sono stati sostituiti con metà del limite di rivelabilità, in accordo col Rapporto ISTISAN 04/15 (Menichini, E., & Viviano, G., 2004).

5.1 Ratei di deposizione delle polveri

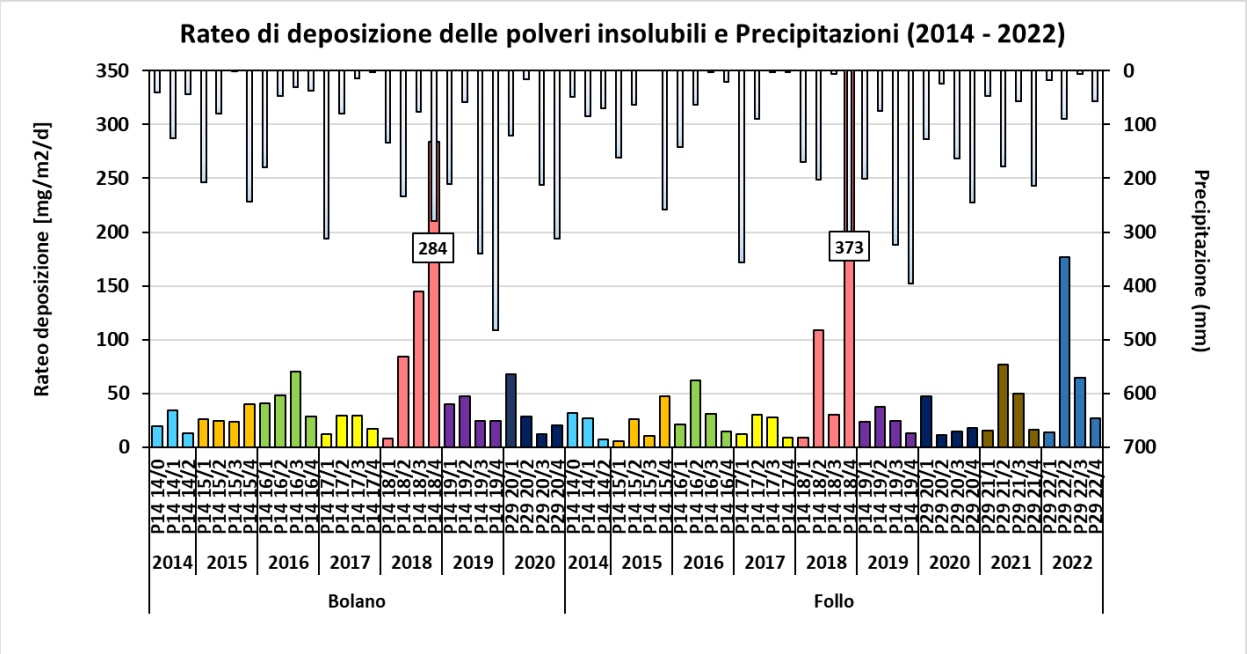
Per l'analisi dell'andamento dei ratei di deposizione delle polveri dal 2014 al 2022 sono stati presi in considerazione i risultati ottenuti nelle postazioni previste dal protocollo, con le seguenti assunzioni:

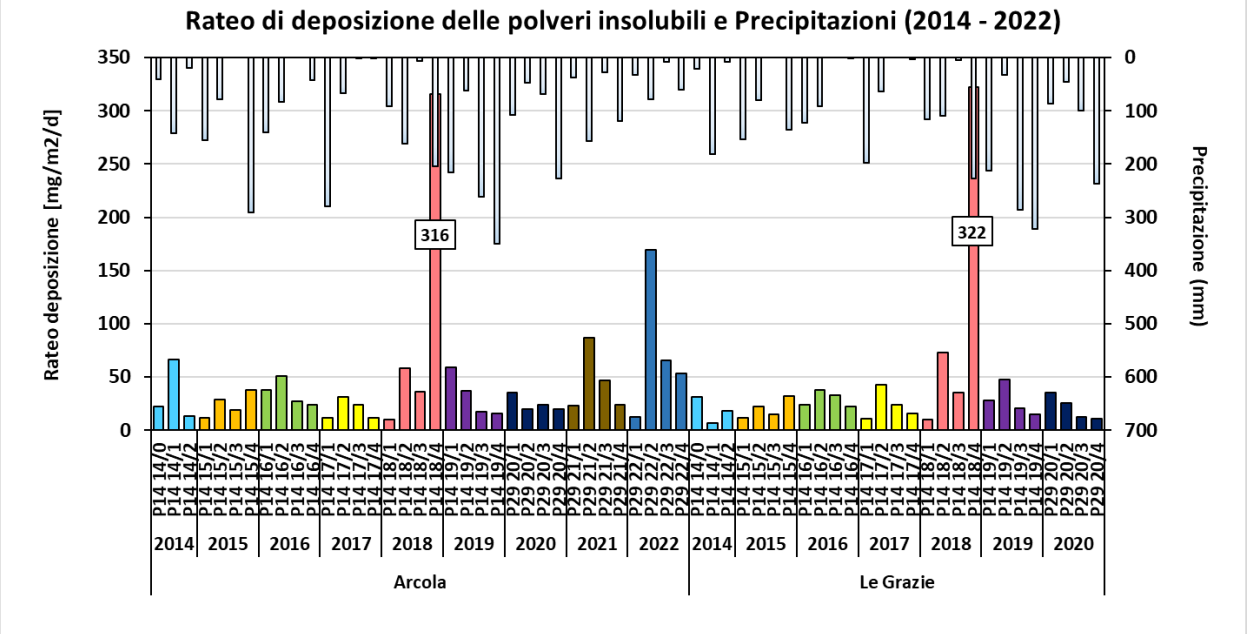
- sono state escluse le campagne eseguite nelle postazioni di Canaletto e Vezzano, in quanto campagne "spot" con mezzo mobile;
- sono stati inclusi i monitoraggi nella postazione di Melara, condotti in contemporanea con le campagne della prescrizione 29 (ex 14), in quanto, su base modellistica, è punto di massima deposizione delle emissioni della Centrale ENEL, nel caso soprattutto di eventi piovosi. Tale sito è stato inserito dal 2016 nel protocollo modificato, come postazione di monitoraggio continuo;
- non è stato considerato il rateo di deposizioni di **polveri** e **metalli** rilevato nella campagna **P14 15/2** a **Maggiolina** (156 mg/m^2/d) in quanto fortemente influenzato da operazioni di sfalcio nella zona erbosa adiacente la postazione, che ha risollevato dal terreno una discreta quantità di polveri e altri materiali vegetali, non riferibili quindi alle deposizioni atmosferiche;
- le campagne **P14 14/0**, **P14 17/2**, **P14 18/2**, **P14 19/1**, **P14 19/3**, **P29 20/2**, **P29 20/3**, **P29 21/1**, **P29 21/3**, **P29 21/4, P29 22/1; P29 22/2, P29 22/3, P29 22/4** sono state utilizzate come bianco in quanto la Centrale non ha mai funzionato.

- ai fini delle valutazioni degli andamenti temporali delle deposizioni, le campagne sono state raggruppate nella seguente maniera:
    - campagne di bianco: **P14 14/0**; **17/2**; **18/2**; **19/1**; **19/3**; **P29 20/2**; **20/3**; **21/1**; **21/3**; **21/4**; **22/1; 22/2, 22/3, 22/4**.
    - campagne estive: **P14 14/1/**; **14/2**; **15/3**; **15/4**; **16/3**; **16/4**; **17/3**; **18/3**; **19/2**;
    - campagne invernali: **P14 15/1**; **15/2**; **16/1**; **16/2**; **17/1**; **18/1**; **19/4**; **P29 20/4**;
    - campagne primaverili: **P29 20/1** e **21/2** essendo solo due campagne in questa stagione, è risultata poco rappresentativa pertanto non è stata effettuata la valutazione stagionale;
    - campagna autunnale: **P14 17/4**, disponendo di una sola campagna valida non è stato possibile procedere a valutazioni stagionali (la campagna P14 **18/4** è stata esclusa per la presenza di eventi meteorologici anomali);
- ai fini delle valutazioni degli andamenti spaziali delle deposizioni, le postazioni sono state raggruppate nella seguente maniera:
    - postazioni extra urbane; Bolano, Follo, Arcola, Le Grazie
    - postazione di fondo urbano: Chiappa;
    - postazione urbane: Maggiolina, Saint Bon, Fossamastra, Melara.

Come noto dal 2021, alla luce della sempre più ridotta attività della CTE, il monitoraggio è rimasto attivo solo in un sottoinsieme di postazioni rappresentativo delle due principali tipologie di siti, extra urbani ed urbani; nel dettaglio il monitoraggio ha interessato le postazioni di Follo, Arcola, Maggiolina, Fossamastra e Melara (vedi cap 2). Si è pertanto definito, per omogeneità con i report precedenti, di effettuare le valutazioni medie stagionali in maniera analoga agli altri anni, anche se le medie pluriennali

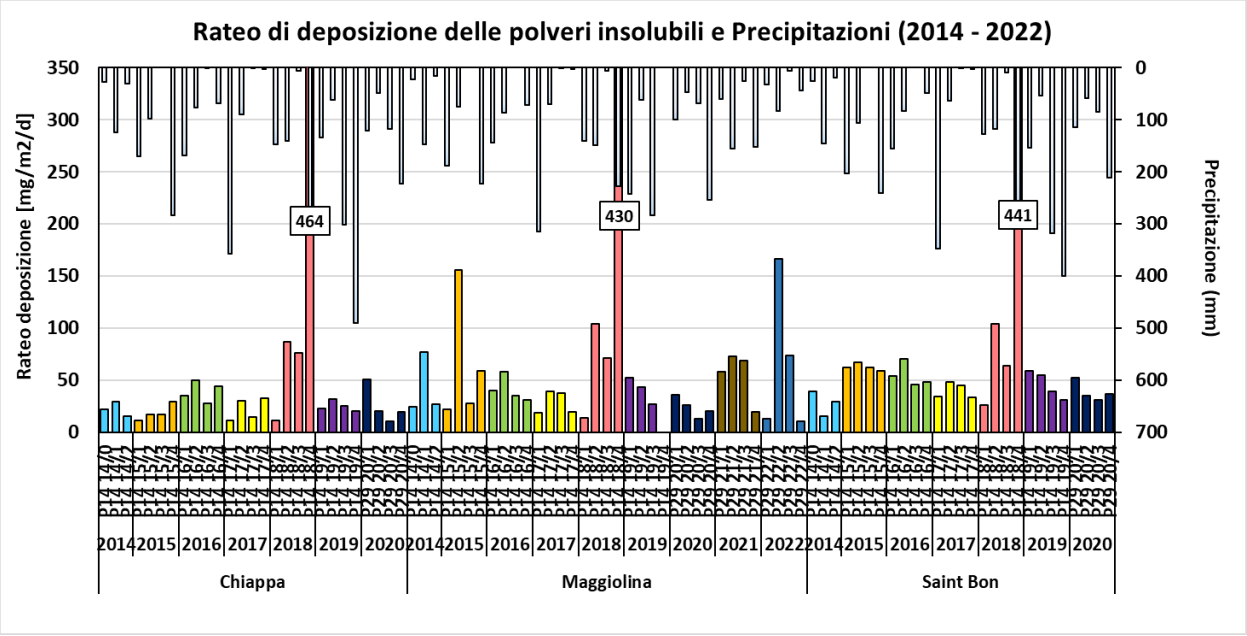
presentano valori aggiornati al 2022 solo per le campagne di bianco e nelle postazioni rimaste attive.
Con le assunzioni sopra esposte, nella figura che segue, sono riportati i ratei di deposizione delle polveri nelle postazioni di monitoraggio per tutte le campagne fin qui realizzate. Il fondo scala è stato fissato a 350 mg/m^2/d, il valore che la normativa tedesca considera come riferimento per le deposizioni massime di polveri (vedi cap. 4). Sono anche riportate le precipitazioni con asse secondario invertito.





Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001



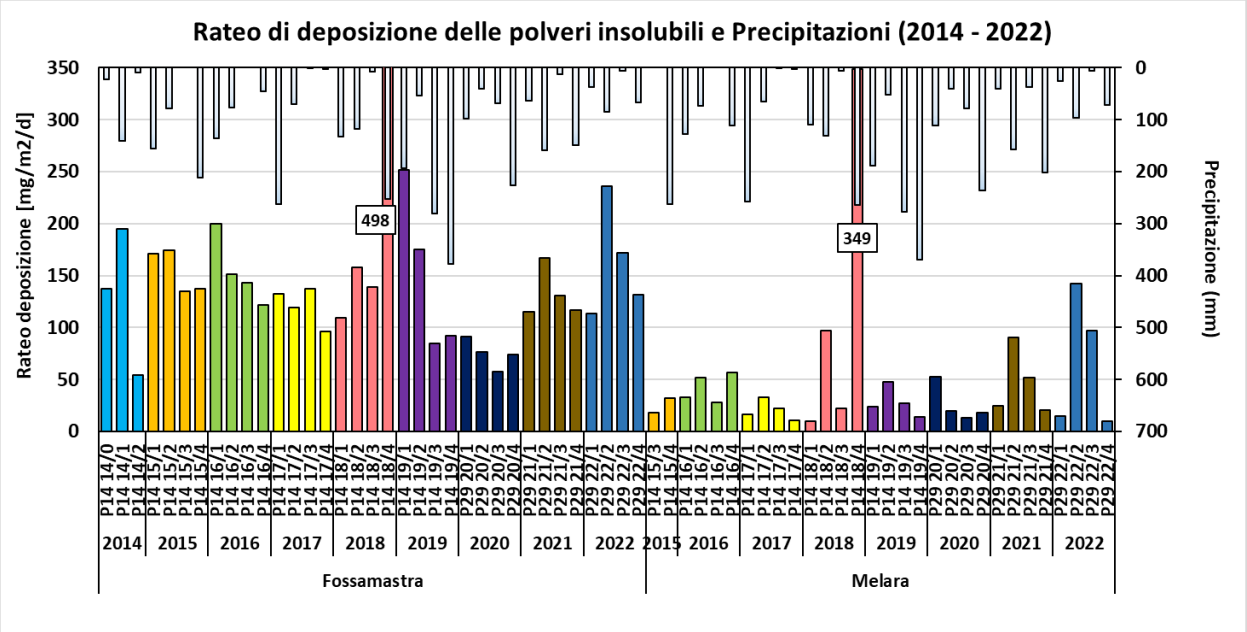


Figura 43- Confronto dei ratei di deposizione di polveri delle campagne 2014-2022. Postazioni extraurbane (Bolano e Follo e Arcola e Le Grazie) e postazioni urbane (Chiappa, Saint Bon, Maggiolina, Fossamastra e Melara).

Dalla figura precedente, si evidenzia che:

- la campagna autunnale **P14 18/4** si configura come un'eccezione, in quanto durante il periodo si è verificato un evento meteo estremo, rendendo i valori di deposizione non utilizzabili ai fini statistici;
- con l'eccezione del punto precedente, le deposizioni si collocano complessivamente, a meno di **Fossamastra**, ben al di sotto dei valori di riferimento adottati da alcune nazioni europee aventi caratteristiche analoghe a quelle del territorio italiano (200 – 350 mg/m^2/d) e sono inquadrabili quasi sempre nella classe di polverosità

"*praticamente assente*" (<100 mg/m^2/d) secondo i parametri di classificazione del rapporto finale del gruppo di lavoro della Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico (vedi par. 4.1.1);

- la postazione di **Fossamastra**[22] presenta ratei di deposizione più elevati rispetto alle altre postazioni, ma comunque inferiori ai valori di riferimento adottati da alcune nazioni europee e la collocano in una classe di polverosità "*bassa*" secondo i parametri di classificazione del rapporto finale del gruppo di lavoro della Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico (vedi par 4.1.1). In tale postazione, si rilevano sistematicamente ratei più elevati in tutte le stagioni e suggeriscono una caratteristica locale;
- in un quadro di basse deposizioni di polveri con differenze non significative tra le postazioni, a meno di quella di Fossamastra, si osservano tuttavia valori dal 2021 confrontabili a quelli degli anni precedenti il 2020 (anno di inizio pandemia caratterizzato da una riduzione generalizzata dei ratei di polveri).
- si notano comunque alcune lievi differenze tra i valori **medi** stagionali dei ratei di deposizione delle postazioni in area urbana e quelle in zone extraurbane; pertanto si è deciso di procedere ad una valutazione delle caratteristiche di deposizione delle due aree, riunendo le postazioni in gruppi omogenei per entità media delle deposizioni stagionali.

Nella tabella che segue sono riportati i valori medi stagionali (± 1 deviazione standard) dei ratei di deposizione di **polveri** nelle postazioni di monitoraggio, a confronto con la campagna di bianco. I ratei rilevati nelle singole campagne sono riportati in Appendice A4.1. I raggruppamenti delle campagne stagionali per il calcolo delle medie sono riportati ad inizio paragrafo.

Postazione	Tipologia	Campagne di bianco	Campagne estive	Campagne invernali
		Media ± Dev. St. (mg/m^2/d)	*Media ± Dev. St. (mg/m^2/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m^2/d)*
Follo	extra-urbana	43±47	26±13	21±18
Arcola	extra-urbana	45±40	32±15	23±15
Maggiolina (#)	urbana	50±44	45±19	25±19
Fossamastra (*)	urbana	136±55	137±39	138±44
Melara	urbana	44±41	33±15	24±16

Tabella 43 – Ratei medi stagionali nelle postazioni di monitoraggio e delle campagne di bianco. (#) – Non è incluso il rateo della campagna P14 15/2 (v. sopra). (*) - I ratei di Fossamastra del 2014-15 sono stati ricalcolati come se fossero tutti rilevati al livello di 2 m.

Si ricorda che le medie pluriennali presentano valori aggiornati dal 2021 solo per le campagne di bianco e nelle postazioni rimaste attive (Arcola, Follo, Maggiolina, Melara Fossamastra).

I ratei stagionali estivi sono di poco superiori a quelli invernali per la maggior parte delle postazioni ad eccezione di Fossamastra dove risultano praticamente uguali. Di rilievo il fatto che nel corso delle campagne di bianco si sono registrati i ratei medi in assoluto più elevati, fatto salvo per Fossamastra che, per la peculiarità di essere fortemente

[22] Per la postazione di Fossamastra, da intendersi come quella di Fossamastra – Basso, a livello di terra, si sono utilizzati i ratei stimati a ritroso per le deposizioni del 2014 e 2015 (v. par. 5.3).

impattata dal traffico veicolare, presenta una polverosità per nulla influenzata dalla stagionalità

Come sopra introdotto, le postazioni sono state raggruppate per tipologia di ubicazione (extraurbane, urbane, ecc.) e nella tabella che segue sono riportati i ratei medi di deposizione stagionale delle polveri (± 1 deviazione standard) e delle campagne di bianco. La postazione di Fossamastra, per via della singolarità delle sue deposizioni, è stata mantenuta separata dalle altre urbane.

	Campagne di bianco	Campagne Estive	Campagne invernali
	Media ± Dev. St. (mg/m²/d)	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*
P. Extra-urbane	41±37	33±24	22±14
P. Urbane (#)	48±39	42±17	35±19
Fossamastra (*)	136±55	137±39	138±44

Tabella 44 - Confronto tra i valori della media stagionale (± 1 deviazione standard) per le polveri depositate nelle campagne della prescrizione P14 e della prescrizione 29. Valori in µg/m²/d. (#) – Non è incluso il rateo della campagna P14 15/2 di Maggiolina (v. sopra). (*) - I ratei di Fossamastra del 2014-15 sono stati ricalcolati come se fossero tutti rilevati a livello di 2 m.

La tabella evidenzia nelle campagne di bianco valori medi lievemente maggiori più simili a quelli medi estivi con centrale in funzione e maggiori a quelli medi invernali: ciò è dovuto agli eventi naturali non correlati al funzionamento della Centrale, quali ad esempio le varie intrusioni di polveri di matrice sahariana che si sono verificate nel corso degli anni con frequenza sempre maggiore e probabilmente perché le campagne di bianco essendo più numerose, presentano una statistica più solida. Fa eccezione Fossamastra che per quanto detto in precedenza presenta una polverosità per nulla influenzata dalla stagionalità.

I dati della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue:

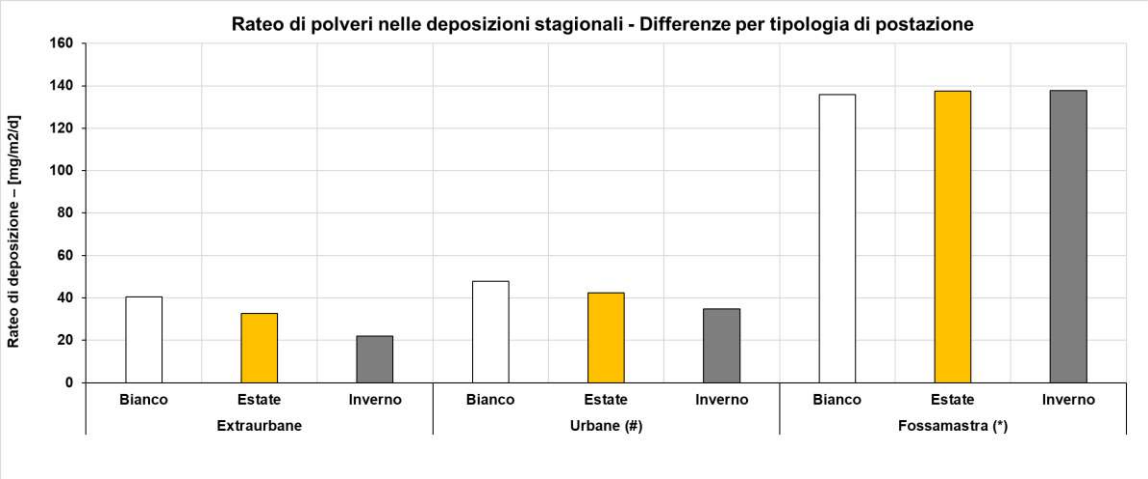


Figura 44 – Confronto tra i ratei stagionali di deposizione di polveri. (#) – Non è incluso il rateo della campagna P14 15/2 di Maggiolina (v. sopra). (*) - I ratei di Fossamastra del 2014-15 sono stati ricalcolati come se fossero tutti rilevati a livello di 2 m.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
IQNet
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Pur con le limitazioni del caso (dal 2021 il numero di postazioni è ridotto ma solo per il calcolo delle campagne di bianco perché caratterizzate da non funzionamento della CTE), valutando i ratei medi stagionali per gruppi omogenei di postazioni si possono fare le seguenti considerazioni:

- le postazioni **extraurbane** presentano una deposizione caratterizzata da valori molto bassi e lievemente superiori in estate rispetto all'inverno e rappresentano un fondo tipico del tessuto extraurbano. Inoltre, i ratei medi estivi sono comparabili a quelli medi delle campagne di bianco;
- nelle postazioni **urbane** le differenze dei ratei medi di deposizione stagionali sono più limitate, superiori comunque in estate, e si hanno maggiori deposizioni medie rispetto a quelle **extraurbane** in entrambe le stagioni. Tali differenze di deposizioni medie potrebbero comunque essere rappresentative del contributo del complesso delle pressioni antropiche (riscaldamento, traffico, emissioni industriali incluse quelle portuali), nonché delle influenze dei fattori climatici che impediscono un completo rimescolamento degli strati di aria e favoriscono un accumulo degli inquinanti negli strati più bassi. Anche in queste postazioni, i ratei medi estivi sono comparabili a quelli medi delle campagne di bianco, che presentano una numerosità maggiore nella stagione più calda;
- la postazione di **Fossamastra** è stata trattata a parte per la sua peculiarità e si sono evidenziati ratei stagionali praticamente equivalenti tra le campagne svolte nel periodo invernale ed estivo e tra quelle cosiddette 'di bianco'. Si conferma quindi che questa postazione è fortemente influenzata da una pluralità di pressioni antropiche durante tutto l'anno, tra cui le principali sono le attività di movimentazione dei container nella limitrofa area portuale e l'elevato traffico veicolare, pressoché costante nel tempo. La particolarità della postazione di Fossamastra risulta anche dal fatto che i ratei misurati sono circa il triplo di quelli delle altre postazioni urbane, sia in inverno che in estate e 4-6 volte maggiori di quelli delle postazioni extraurbane. Si segnala che presso tale postazione viene eseguito anche il monitoraggio in continuo e che le determinazioni analitiche previste non hanno evidenziato presenza di carbone (vedi cap 4).

5.2 Metalli nelle deposizioni di polveri

5.2.1 Ratei di deposizioni stagionali dei metalli

Le figure seguenti confrontano i ratei di deposizioni dei metalli dal 2014 al 2022, nel corso delle campagne elencate nella Tabella 42.

Le figure includono prima i metalli presenti in tracce, con fondo scala 0,7 μg/m^2/d e poi i metalli maggioritari, con fondo scala 70 μg/m^2/d. Per Fossamastra è stata usato un fondo scala differente, rispettivamente di 1,2 μg/m^2/d per i metalli minoritari e di 120 μg/m^2/d per quelli maggioritari. Si ricorda che i dati di Fossamastra relativi al biennio 2014-15 sono stati stimati sulla base dei risultati dei monitoraggi in doppio del 2016 (vedi par. 4.3). I dati numerici sono riportati in Appendice 4.

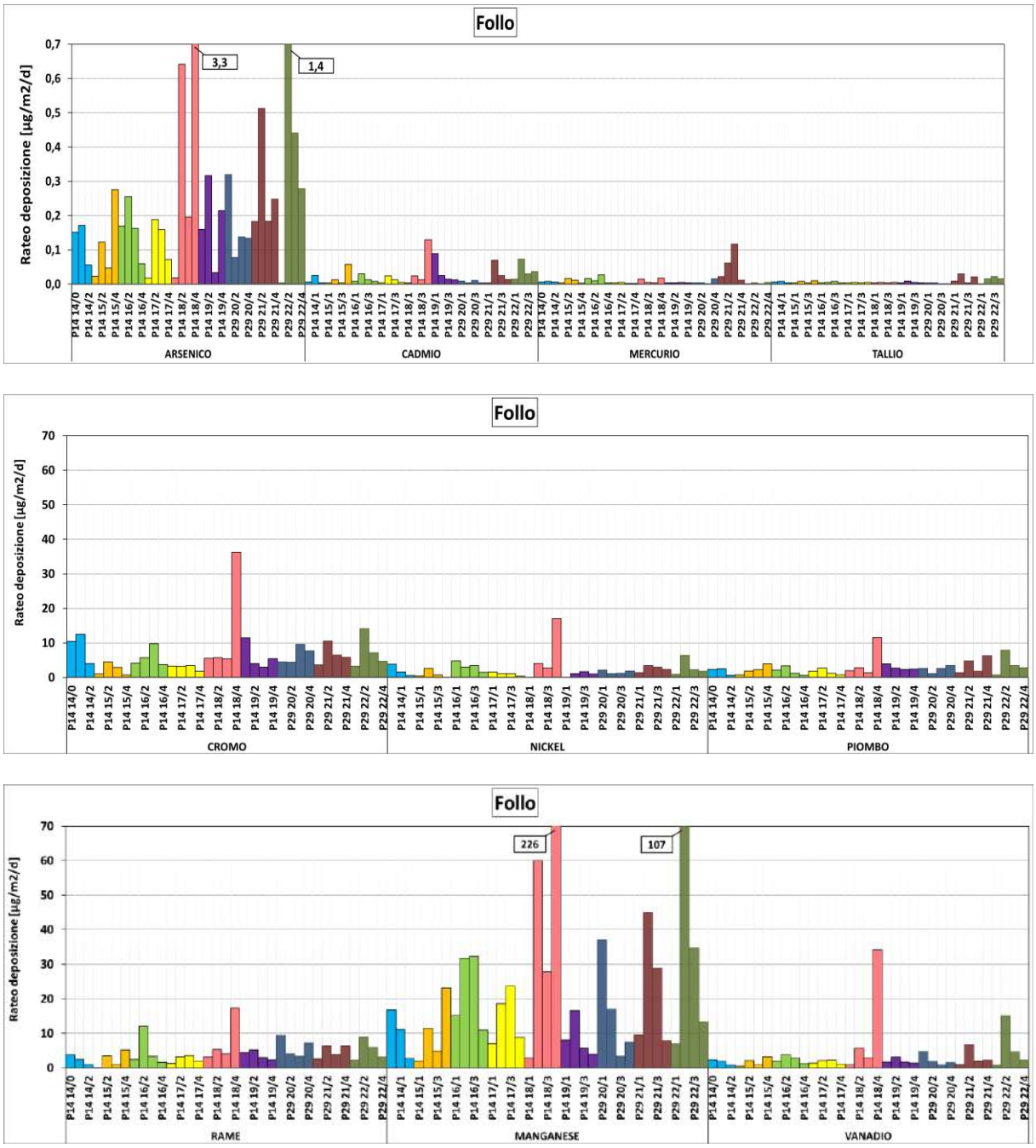


Figura 45 – Confronto delle deposizioni di metalli nelle campagne 2014-2022.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

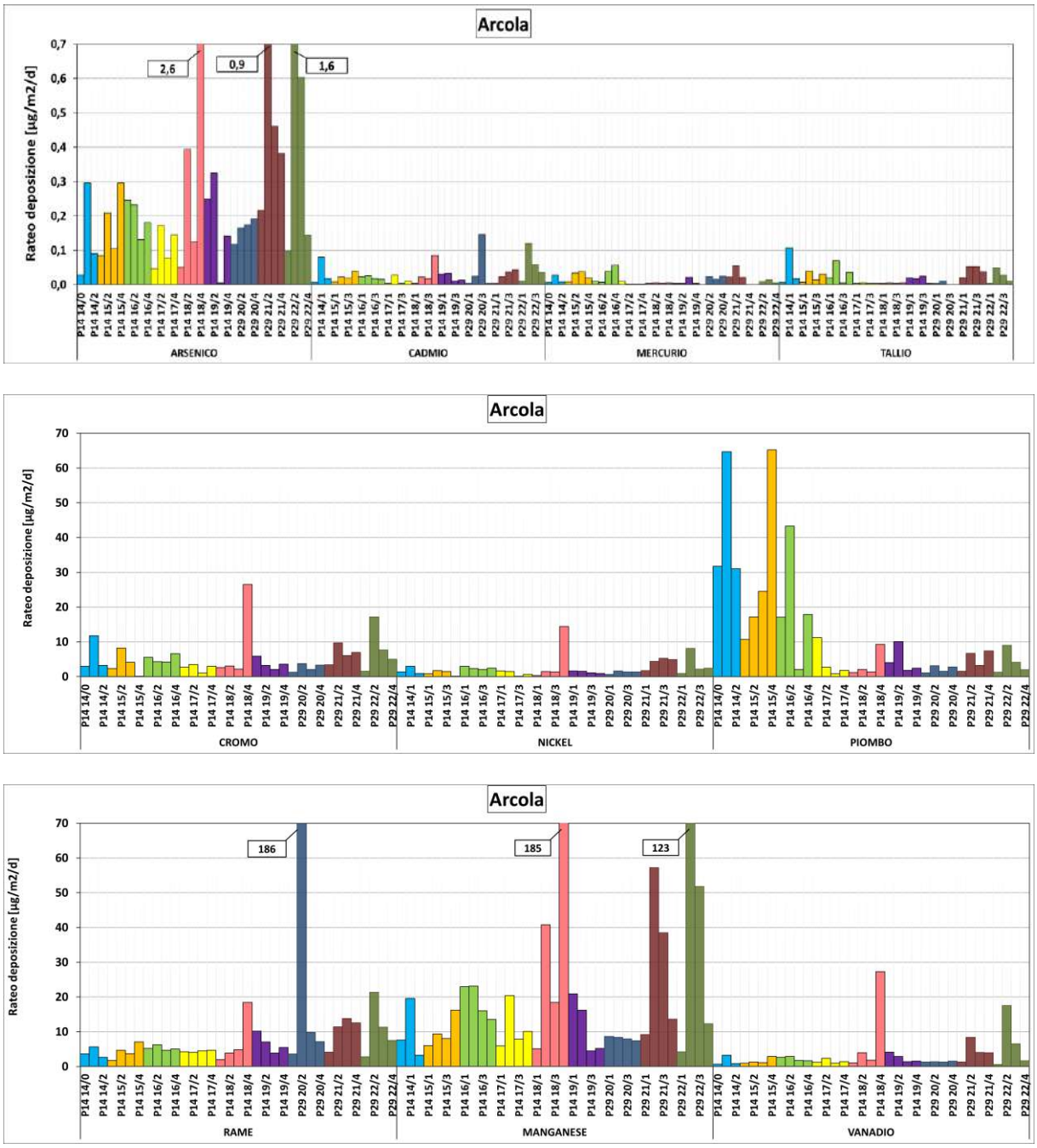
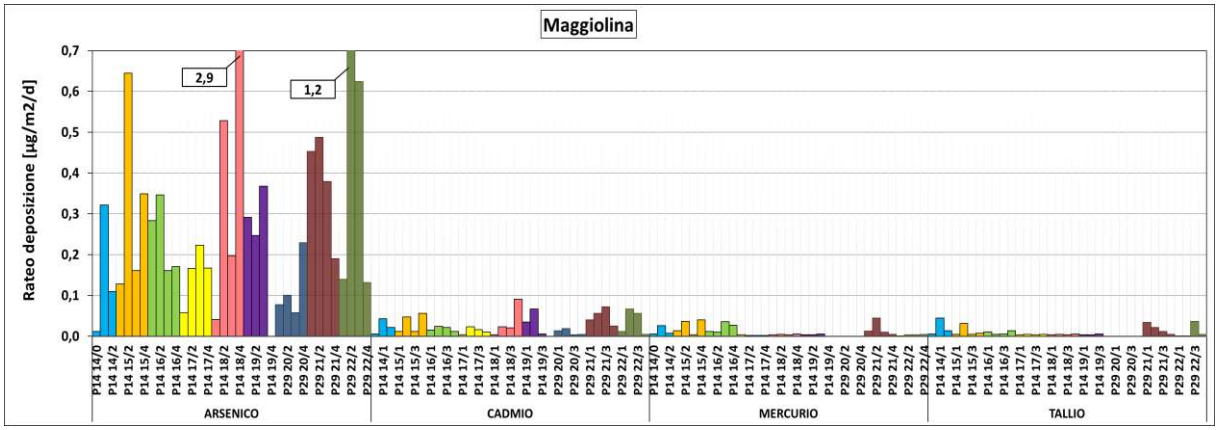
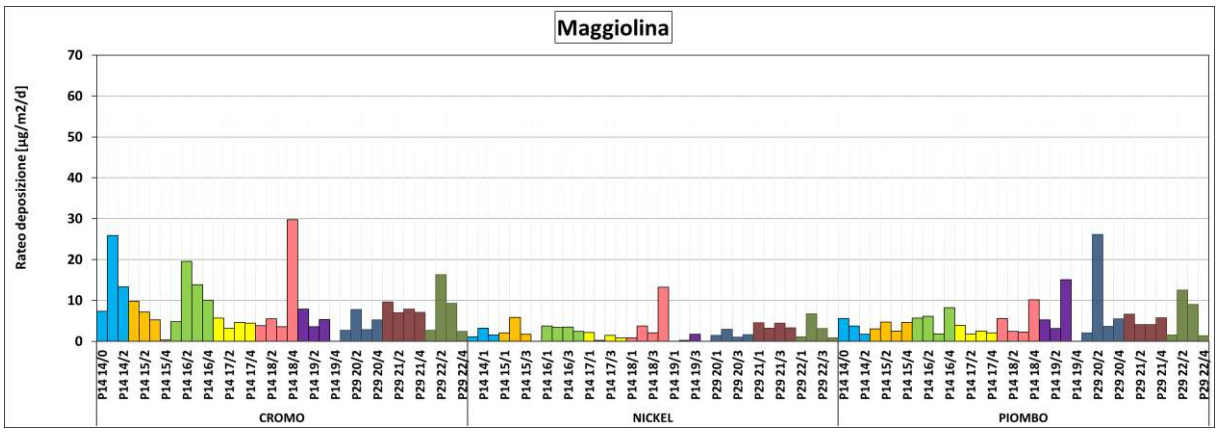


Figura 46 – Confronto delle deposizioni di metalli nelle campagne 2014-2022.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001





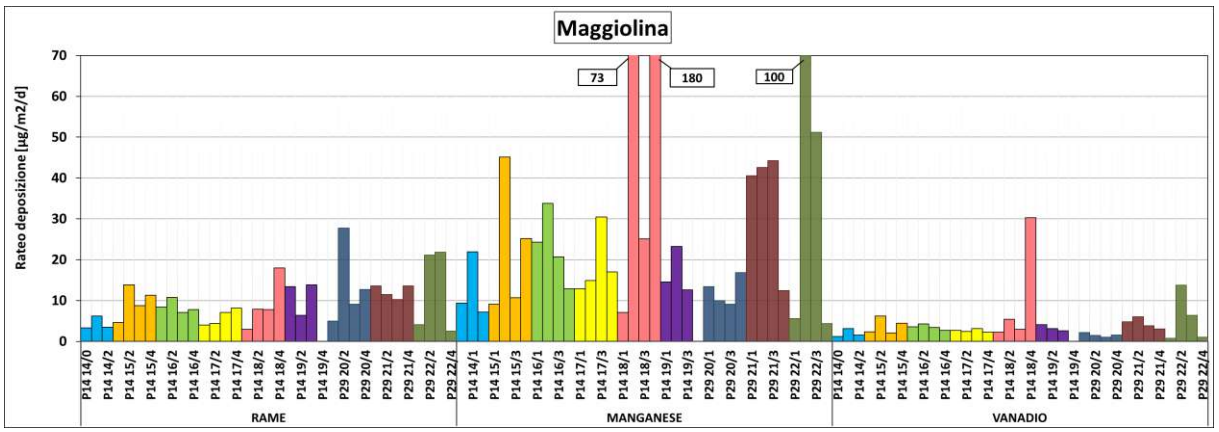


Figura 47 – Confronto delle deposizioni di metalli nelle campagne 2014-2022.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

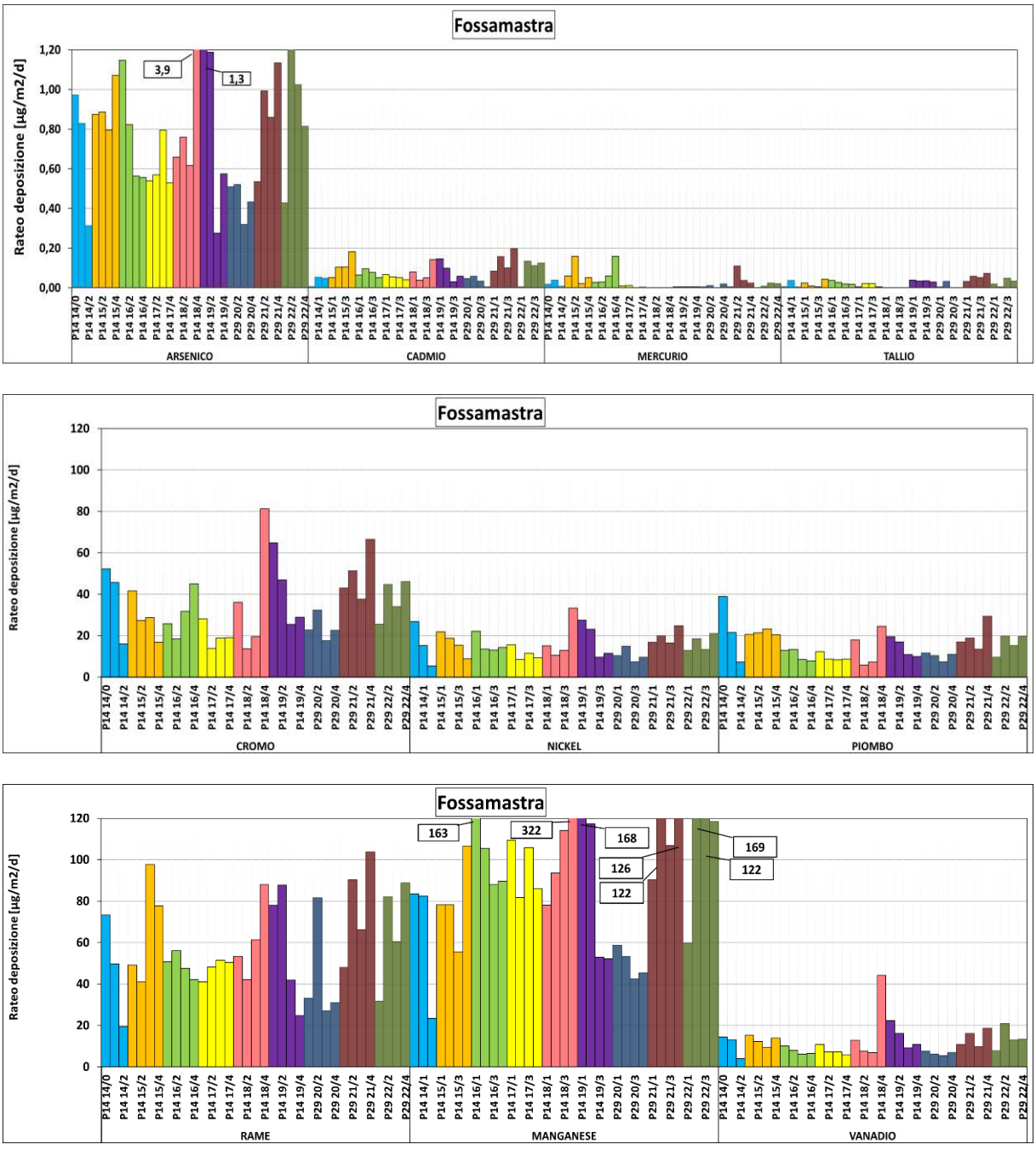


Figura 48 – Confronto delle deposizioni di metalli nelle campagne 2014-2022.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

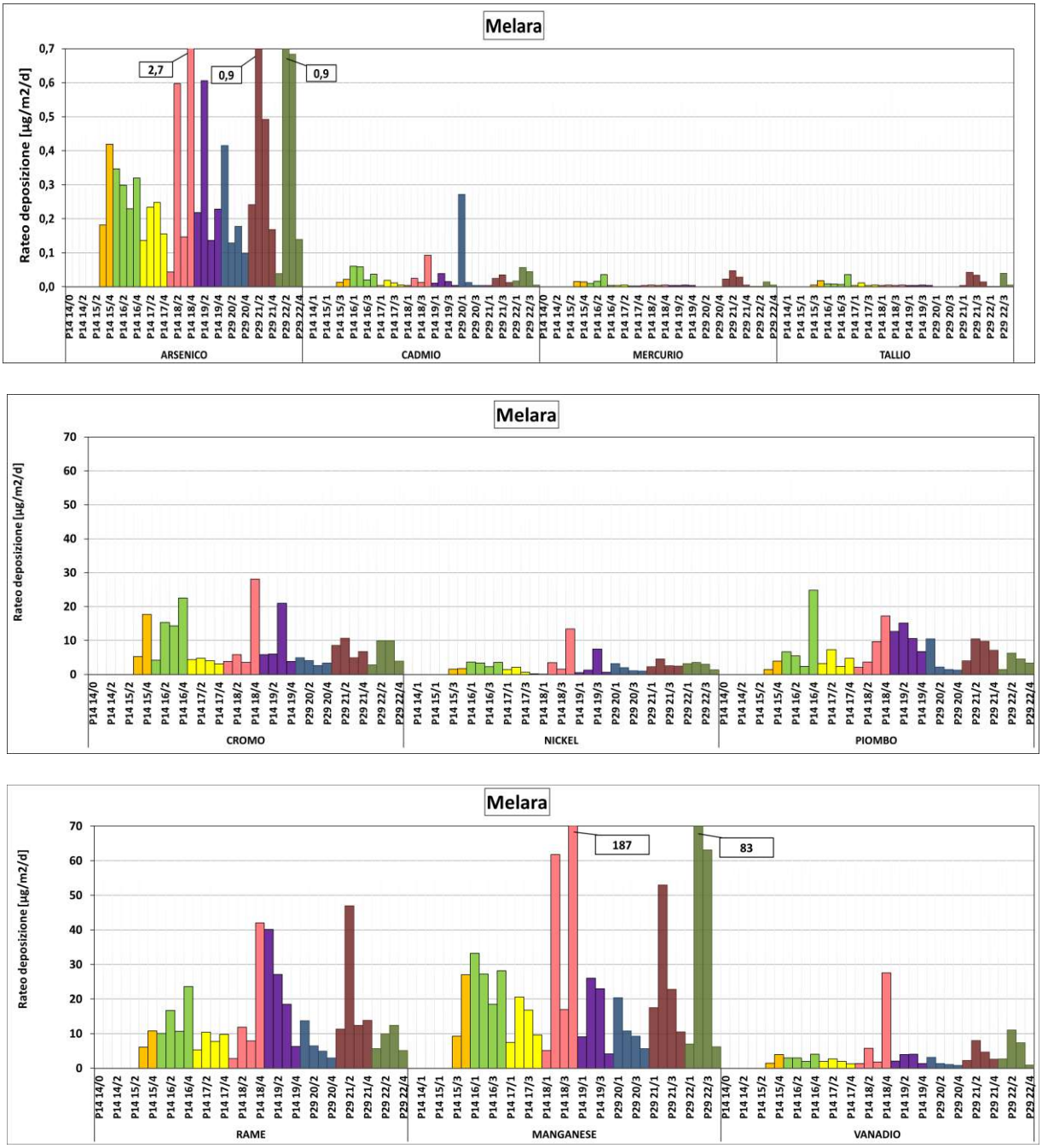


Figura 49 – Confronto delle deposizioni di metalli nelle campagne 2014-2022.

Per meglio valutare gli andamenti stagionali, nella tabella che segue sono riassunti i ratei stagionali di deposizione dei metalli nelle singole postazioni e quelli della campagna di bianco. Non sono stati considerati gli andamenti di Hg e Tl che hanno valori molto bassi e molto spesso vicini al loro limite di quantificazione.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Media ± Dev. St. (µg/m²/d)	Campagna	As	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Follo (extraurbana)	**Bianco**	0,30±0,36	0,03±0,02	6,6±3,5	2,2±1,6	3,0±1,9	4,3±1,8	23,6±28,3	3,1±3,7
	Estate	0,16±0,10	0,02±0,02	5,2±3,7	1,4±1,1	1,8±1,1	3,1±1,7	17,0±10,3	2,1±1,0
	Inverno	0,12±0,09	0,01±0,01	4,7±2,0	1,9±1,5	2,2±0,9	3,6±3,6	10,5±9,7	1,8±1,0
Arcola (extraurbana)	**Bianco**	0,34±0,39	0,04±0,04	5,0±4,0	2,5±2,1	5,6±7,9	8,3±5,6	25,3±32,0	3,6±4,4
	Estate	0,18±0,09	0,03±0,02	4,3±3,3	1,6±0,8	24,3±25,3	5,0±1,4	13,9±5,2	2,0±0,9
	Inverno	0,15±0,08	0,01±0,01	4,1±2,0	1,5±0,9	13,2±13,7	4,6±1,9	10,6±7,8	1,6±0,7
Maggiolina (^) (urbana)	**Bianco**	0,34±0,31	0,03±0,02	7,1±3,9	2,6±1,9	7,3±6,8	12,3±7,3	29,7±28,7	3,8±3,3
	Estate	0,22±0,08	0,03±0,02	8,9±7,9	1,8±1,2	3,4±2,0	7,3±2,1	19,7±7,7	3,0±0,8
	Inverno	0,18±0,12	0,01±0,01	8,1±6,0	2,3±1,1	5,0±1,2	7,2±4,0	17,3±10,1	2,8±1,0
Fossamastra (*) (urbana)	**Bianco**	0,71±0,41	0,07±0,06	32,4±17,2	14,3±7,2	15,6±9,1	58,0±25,5	84,2±43,7	10,1±5,4
	Estate	0,68±0,22	0,07±0,05	25,4±13,5	10,8±4,8	13,3±6,9	52,7±24,1	76,8±34,1	7,9±3,6
	Inverno	0,70±0,29	0,06±0,04	25,5±11,4	14,6±7,0	14,5±5,0	41,1±16,2	82,7±46,8	9,6±4,3
Melara (urbana)	**Bianco**	0,42±0,38	0,03±0,04	11,9±17,0	4,9±7,1	6,3±5,0	17,3±20,5	41,0±46,0	5,7±6,0
	Estate	0,39±0,36	0,03±0,03	16,3±15,4	4,9±8,1	8,8±9,0	22,1±29,5	33,4±37,5	4,5±5,2
	Inverno	0,25±0,20	0,03±0,03	10,0±10,3	3,5±4,1	4,8±3,2	10,4±8,8	21,8±19,1	3,5±3,7

Tabella 45– Ratei medi stagionali dei metalli nelle postazioni di monitoraggio. (^) Il rateo medio invernale di Maggiolina non include il dato della campagna P14 15/2 (v. sopra). (*) I ratei di Fossamastra del 2014-15 sono stati ricalcolati come se fossero tutti rilevati a livello di 2 m.

Esaminando i ratei medi stagionali, va osservato, in primo luogo, che i valori delle deviazioni standard sono elevati e le apparenti differenze nelle deposizioni medie stagionali non hanno in effetti una grande rilevanza statistica, specie per le postazioni extra-urbane. Risulta evidente che il rateo medio pluriennale delle campagne di bianco subisce l'influenza della campagna **P14 18/2** per quanto riguarda As e Mn e per quasi tutte le postazioni eccetto Fossamastra. Nel caso specifico di Melara, i valori medi delle campagne di bianco sono confrontabili e in alcuni casi più alti per quasi tutti i metalli, a quelle stagionali: ciò suggerisce che le deposizioni non sono correlate al funzionamento della Centrale.
La postazione di **Arcola** si differenzia da tutte le altre postazioni extra-urbane per quanto riguarda il Pb, il cui rateo medio è alterato dai valori delle campagne precedenti al 2018, anno in cui è stato spostato il deposimetro (vedi cap.4). Dal 2018 i dati sono del tutto paragonabili ai valori delle postazioni extraurbane eccetto che Mn nella **P14 18/4** e per Cu nella **P29 20/2**.

Utilizzando i criteri sopra adottati per le polveri, nella tabella che segue sono riassunti i **valori medi stagionali** dei ratei dei metalli per le differenti tipologie di postazioni. Nella statistica sono stati esclusi:

- i valori di Pb di **Arcola** (postazione extraurbana), per la particolarità locale della deposizione di questo metallo fino al 2017;
- i valori dei metalli di **Maggiolina** della campagna invernale **P14 15/2** per i problemi legati all'attività di sfalcio (descritto sopra);
- il valore di Cu nella campagna estiva **P29 20/2**, in quanto probabilmente i vitigni presenti nelle immediate vicinanze sono stati trattati con prodotti fitosanitari a base di rame.

Inoltre, è stata mantenuta separata la postazione di **Fossamastra** per la sua particolarità.

	Media ± Dev. St. (µg/m²/d)	As	Cd	Cr	Ni	Pb (*)	Cu	Mn	V
Bianco	P. Extra-urbane	0,27±0,32	0,03±0,03	5,0±3,4	2,0±1,7	3,9±4,8	5,7±3,8	22,0±26,0	3,0±3,4
	P. Urbane	0,35±0,32	0,04±0,03	9,8±11,0	3,9±4,6	6,6±5,3	15,7±14,2	35,1±35,8	4,5±4,3
	Fossamastra	0,71±0,41	0,07±0,06	32,4±17,2	14,3±7,2	15,6±9,1	58,0±25,5	84,2±43,7	10,1±5,4
Estate	P. Extra-urbane	0,16±0,08	0,02±0,02	4,4±3,1	1,5±1,5	7,6±15,6	3,8±1,6	16,9±11,2	2,0±1,0
	P. Urbane	0,27±0,21	0,03±0,03	11,6±9,9	3,2±4,4	5,6±5,3	17,8±19,2	26,8±21,7	3,3±2,8
	Fossamastra	0,68±0,22	0,07±0,05	25,4±13,5	10,8±4,8	13,3±6,9	52,7±24,1	76,8±34,1	7,9±3,6
Inverno	P. Extra-urbane	0,12±0,08	0,02±0,02	3,4±2,1	1,7±1,5	5,0±8,1	3,7±2,3	9,7±7,9	1,6±0,8
	P. Urbane	0,23±0,14	0,02±0,02	9,8±6,5	3,7±2,8	5,9±2,8	13,2±8,7	23,9±14,8	3,3±2,0
	Fossamastra	0,70±0,29	0,06±0,04	25,5±11,4	14,6±7,0	14,5±5,0	41,1±16,2	82,7±46,8	9,6±4,3

Tabella 46 - Confronto tra i valori medi stagionali (± 1 deviazione standard) per i metalli depositati nelle campagne della prescrizione P14. Valori in µg/m²/d. (*) Nelle postazioni extra-urbane non è inclusa Arcola.

I valori della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue:

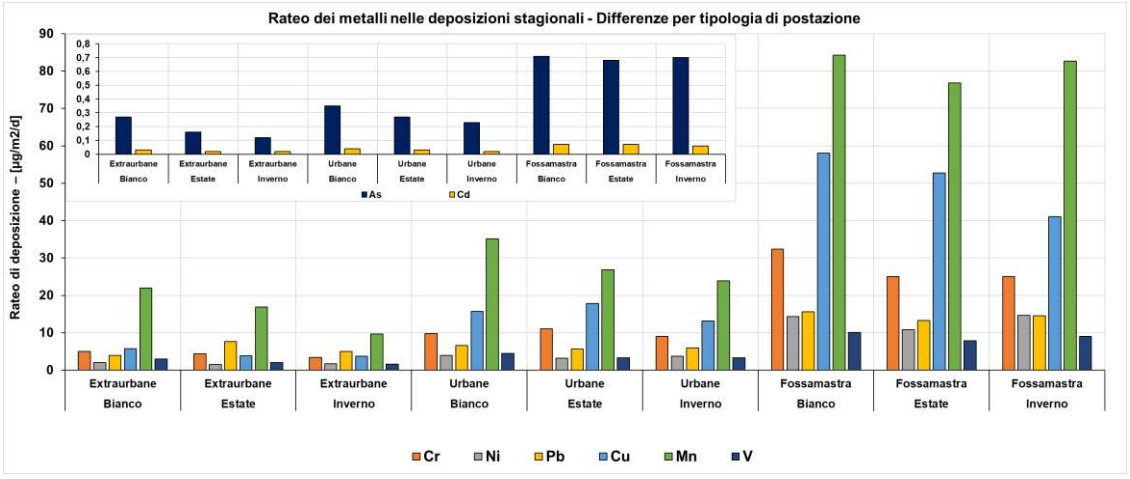


Figura 50 –Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei dei metalli nei differenti tipi di postazioni.

I ratei medi stagionali confermano le osservazioni precedenti, ovvero:

- nelle postazioni **extraurbane** i ratei medi stagionali di tutti i metalli, eccetto che per il Mn (maggiore in estate per le extraurbane) sono confrontabili tra di loro, tenuto conto delle deviazioni standard associate ai dati;
- considerazioni analoghe valgono anche per i ratei medi stagionali delle postazioni **urbane**. Le deposizioni medie stagionali di queste postazioni sono da 1,5 a 5 volte maggiori di quelle delle postazioni extraurbane;
- si rileva per il Mn una deposizione lievemente superiore in estate in tutte le postazioni eccetto che in Fossamastra, dove risulta lievemente maggiore in inverno;
- per la postazione di **Fossamastra**, i ratei medi stagionali sono maggiori di 2-4 volte rispetto a quelli riscontrati nelle postazioni urbane e sono tra loro praticamente equivalenti per As, Cd, Cr, maggiori in inverno per Ni, Pb, Mn e V e in estate per Cu;
- non si riscontrano significative differenze tra le campagne di bianco e quelle a centrale in funzione, salvo nelle postazioni extraurbane, il caso di Mn (influenza dalle polveri sahariane della campagna di bianco **P14 18/2**) e del Cu (caso anomalo campagna di bianco estiva **20/2**);

- per quanto riguarda i metalli di prevalente origine antropica (Pb, Cr, Cu, Ni, V) nelle postazioni urbane, a causa della elevata variabilità del dato, non sembrano esserci particolari differenze stagionali;
- in ogni caso, i ratei di deposizione dei metalli come quelli delle polveri sedimentabili, sono ampiamente entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee, riportati nel cap. 4, e tipici di ambienti urbani e rurali europei.

5.2.2 Concentrazioni di metalli nelle polveri

Per valutare le possibili variazioni intervenute nella composizione delle polveri depositate durante le campagne di monitoraggio, si è proceduto al calcolo delle concentrazioni dei metalli maggioritari. Negli istogrammi seguenti sono mostrate appunto le **concentrazioni** in **μg/g** dei metalli nelle deposizioni raccolte nel corso delle campagne. In Appendice 4 sono riportati i valori numerici di tutte le campagne:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

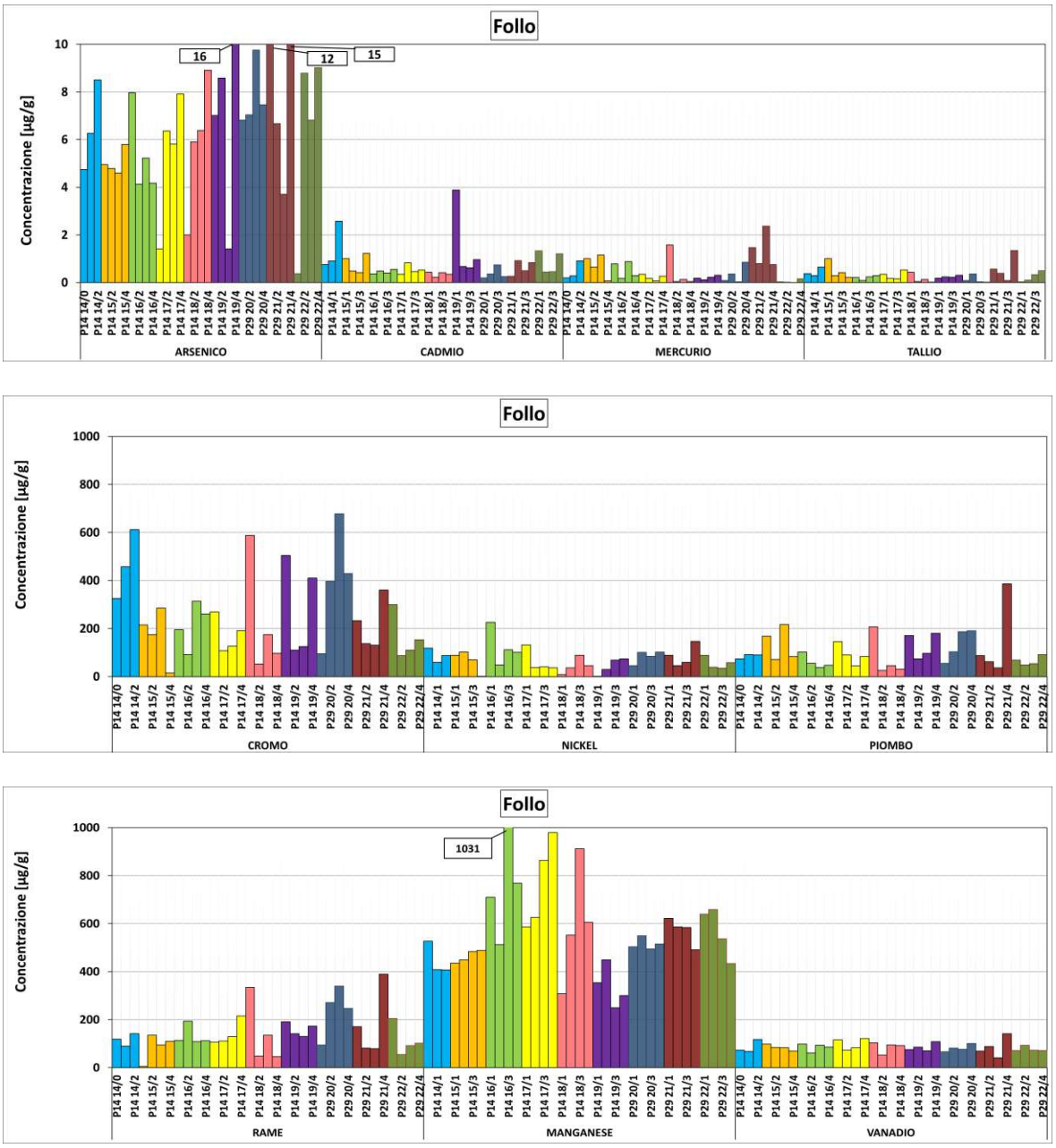


Figura 51– Confronto delle concentrazioni (µg/g) di metalli nelle campagne 2014-2022.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

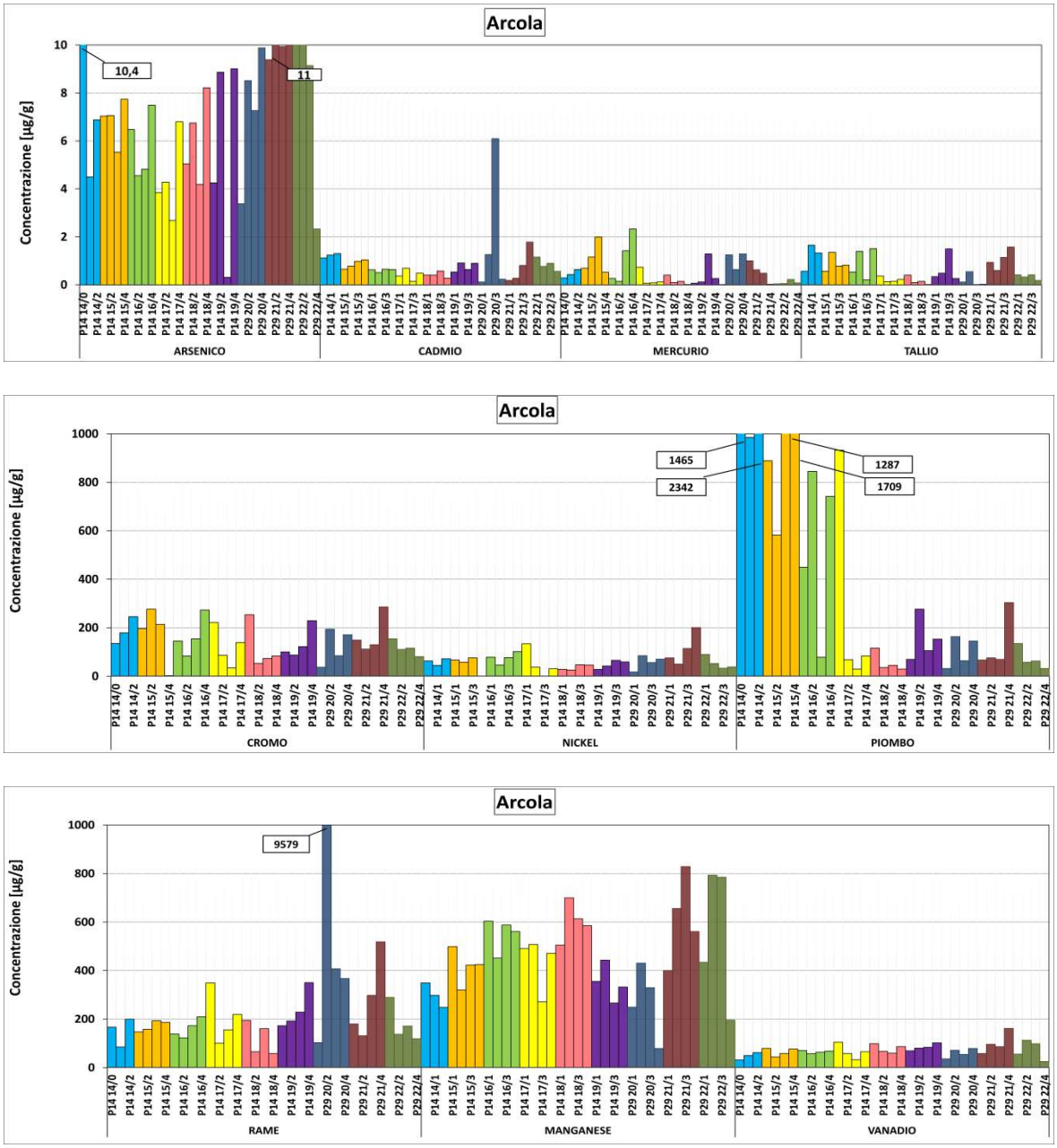


Figura 52– Confronto delle concentrazioni (µg/g) di metalli nelle campagne 2014-2022.

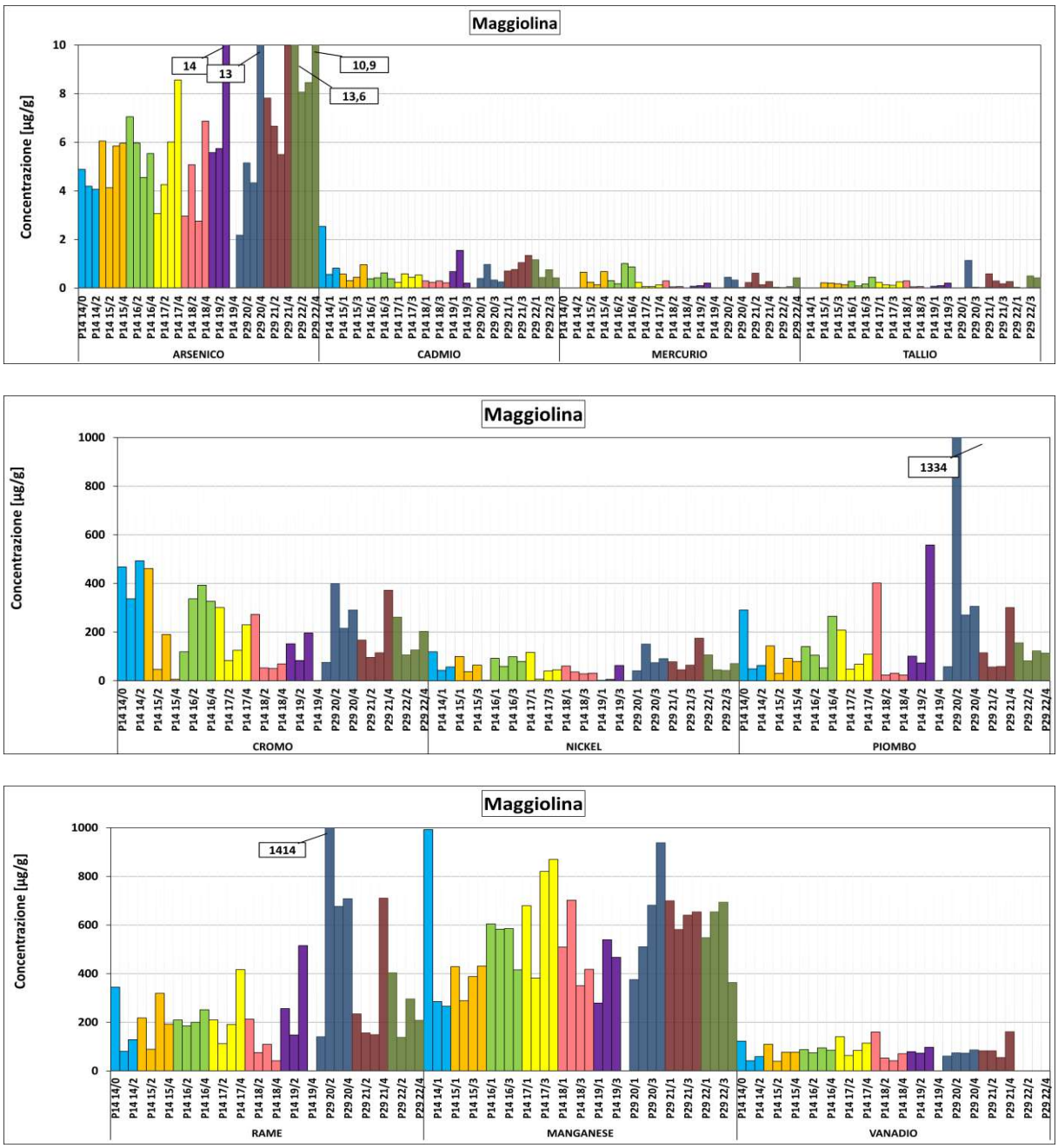


Figura 53– Confronto delle concentrazioni (µg/g) di metalli nelle campagne 2014-2022.

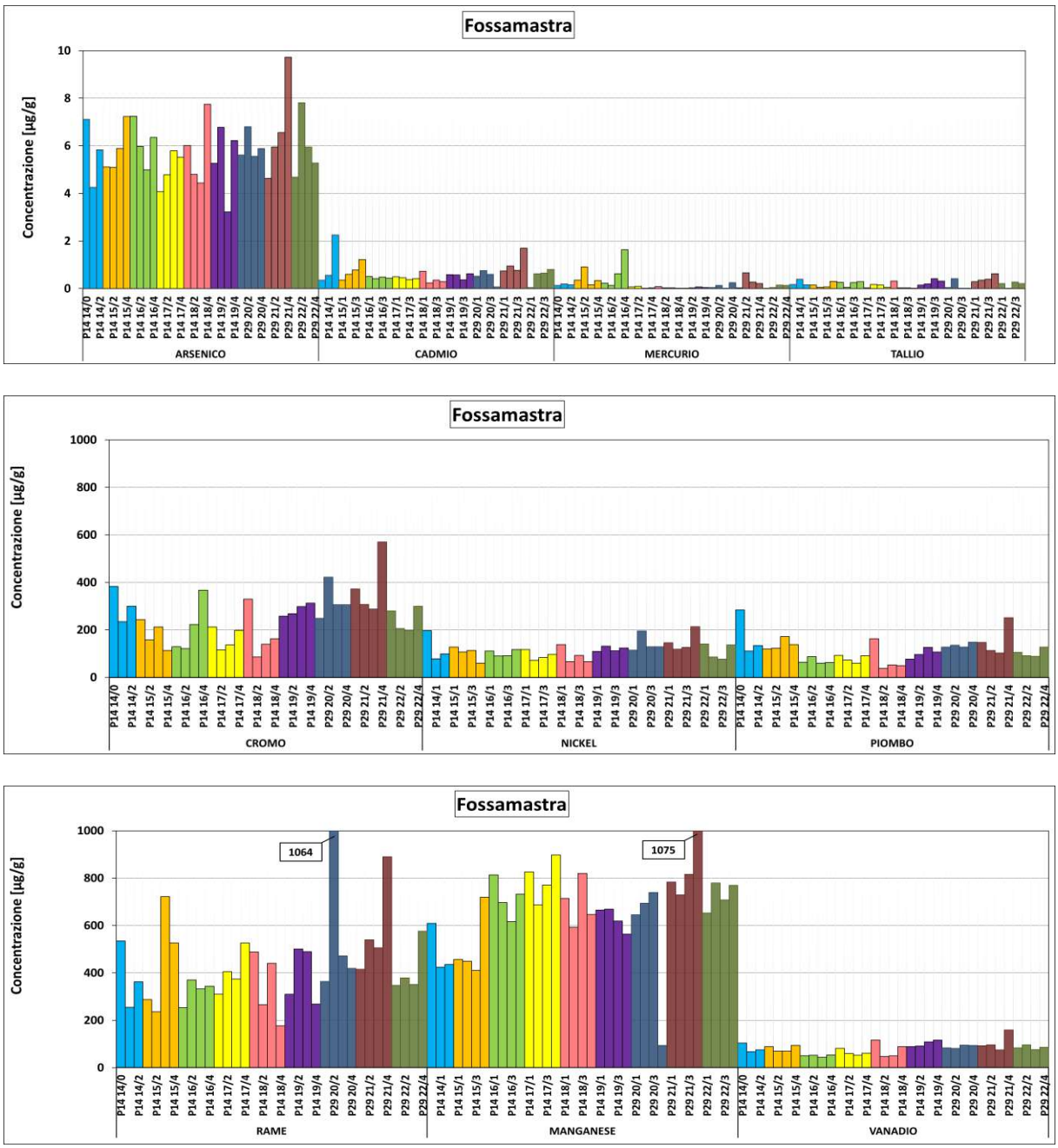


Figura 54– Confronto delle concentrazioni (µg/g) di metalli nelle campagne 2014-2022.

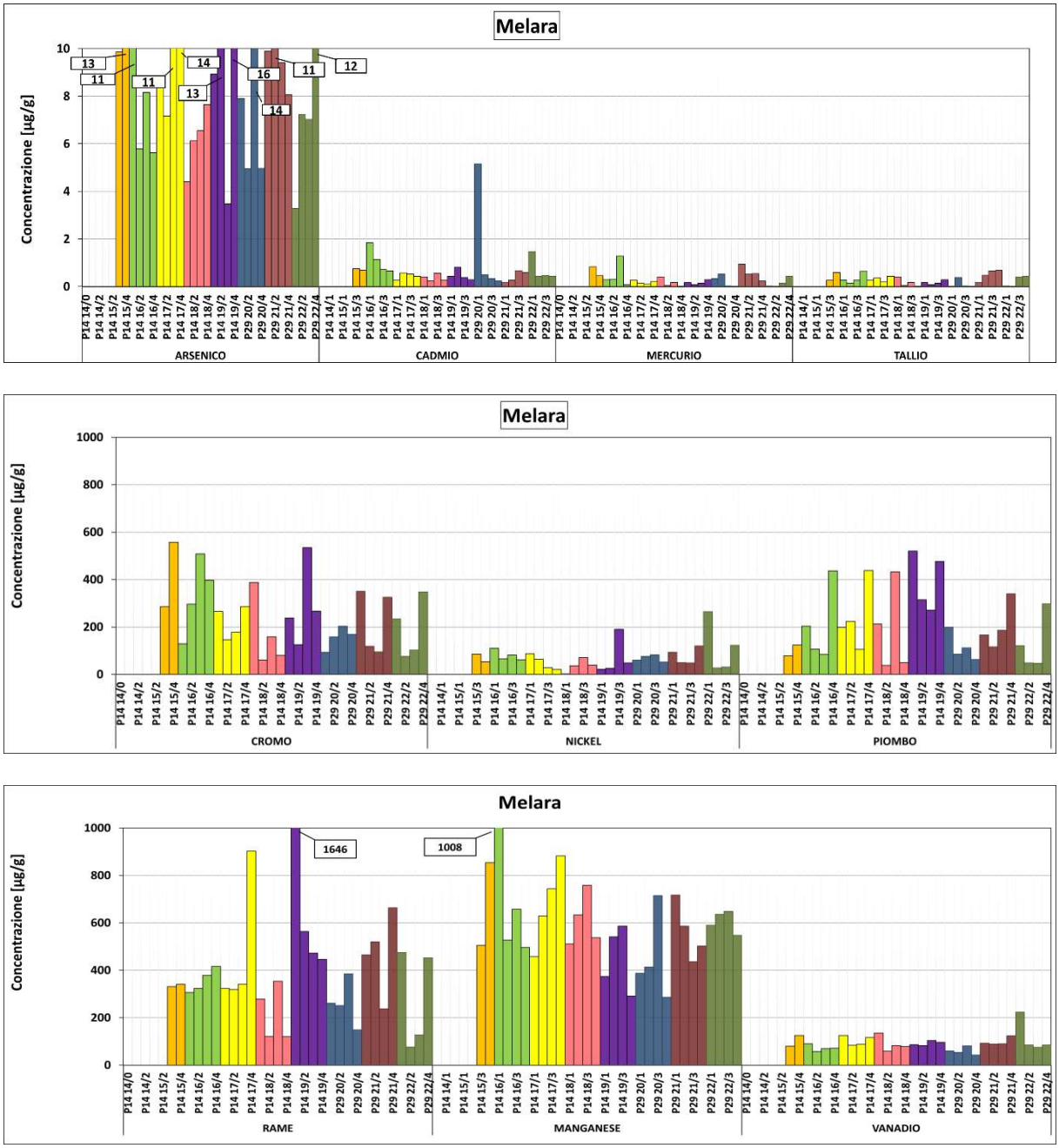


Figura 55– Confronto delle concentrazioni (µg/g) di metalli nelle campagne 2014-2022.

Dai grafici sopra si evidenzia quanto segue:

- la concentrazione di **As** nelle polveri è molto variata nel corso delle campagne con andamento simile nelle postazioni urbane ed extraurbane. Essendo significativamente presente nei terreni del comprensorio della Spezia, ciò potrebbe essere associato ad apporti tipicamente terrigeni. La maggiore concentrazione di As si osserva nelle polveri depositate a Melara e a Follo;

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

- la concentrazione di **Cd** è rimasta sempre bassa e confrontabile nelle polveri delle postazioni urbane ed extraurbane, con alcuni episodi di più elevate concentrazioni rispetto all'usuale;
- le concentrazioni di **Hg** e **Tl** sono risultate molto basse in tutte le postazioni con simile andamento temporale e limitate differenze tra le tipologie di postazioni, salvo il caso di Arcola in cui il Tl sembra leggermente più concentrato;
- le concentrazioni di **Cr** nelle polveri sono risultate abbastanza variabili in tutte le postazioni ma confrontabili nell'ambito della stessa tipologia. Una maggiore concentrazione di Cr è presente nelle polveri delle postazioni urbane;
- la concentrazione di **Ni** è risultata poco variabile in tutte le postazioni con qualche episodio di valori più elevati;
- la concentrazione di **Pb** è risultata poco variabile a parte qualche episodio di maggior concentrazione rilevata a Maggiolina nella campagna **P14 18/1**, **19/3** e **P29 20/2**. La postazione di Melara ha un andamento diverso dalle altre postazioni con valori anche molto elevati alternati a concentrazioni più basse. La postazione di Arcola si differenzia da tutte le altre per la elevata presenza estemporanea di Pb fino al 2017. Dal 2018 i valori sono confrontabili con quelli delle postazioni extraurbane;
- la concentrazione di **Cu** risulta maggiore in ambiente tipicamente urbano (Fossamastra, Melara, Maggiolina) rispetto alle aree extraurbane e riflette le influenze dovute alle emissioni industriali e al traffico. Un valore decisamente anomalo di concentrazione di Cu è stato rilevato ad Arcola nella **P29 20/2**;
- la concentrazione di **Mn** nelle polveri è risultata molto variabile, ma in ogni caso elevata e tipicamente maggioritaria in tutte le postazioni. Essendo il Mn un metallo tipicamente terrigeno e presente in minerali del territorio spezzino in cui addirittura nell'Ottocento erano attive piccole cave[23] (Fregara, Amora, Casale, Cerchiara), è possibile che le deposizioni siano fortemente influenzate da apporti naturali;
- la concentrazione di **V** è poco variata nelle polveri di tutte le postazioni.

La tabella che segue riassume le **concentrazioni medie** dei metalli nelle polveri depositate stagionalmente e delle campagne di bianco in ciascuna postazione. Non è stata considerata la campagna invernale **P14 15/2** di Maggiolina per l'inquinamento dovuto all'effettuazione di attività di sfalcio nell'area limitrofa. Inoltre, non è stata effettuata la campagna di bianco del 2014 della postazione di Melara.

[23] F. Rolla - La Storia Naturale del Golfo della Spezia fra la fine del 1700 e il 1800, Volume VI, Osservazioni naturalistiche, fermenti rivoluzionari e Arcadia. Collana Thyrrenis.

Media ± Dev. St. (µg/g)		As	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Follo (extraurbana)	**Bianco**	7,0±3,9	0,9±0,9	255±183	69±39	109±92	165±105	523±115	76±22
	Estate	6,2±1,5	0,8±0,7	262±185	66±37	81±55	118±20	646±246	87±15
	Inverno	6,1±4,6	0,5±0,3	297±165	98±64	140±57	164±99	477±137	96±17
Arcola (extraurbana)	**Bianco**	8,2±3,5	1,2±1,5	127±60	67±48	199±371	888±2505	484±211	74±35
	Estate	6,1±1,7	0,9±0,3	151±87	59±29	837±819	176±37	465±132	65±9
	Inverno	6,6±2,1	0,6±0,2	197±63	68±31	514±350	228±107	448±97	79±22
Maggiolina (^) (urbana)	**Bianco**	7,7±3,3	0,8±0,6	208±125	73±50	255±341	395±354	590±182	86±28
	Estate	5,0±1,1	0,7±0,4	222±171	46±32	86±70	180±74	453±173	70±19
	Inverno	6,3±3,6	0,4±0,1	297±110	86±23	217±115	290±205	624±176	110±34
Fossamastra (urbana)	**Bianco**	5,9±1,6	0,6±0,4	292±124	129±47	127±67	501±223	728±122	90±26
	Estate	5,4±1,2	0,8±0,6	222±83	96±22	99±43	429±139	622±160	66±18
	Inverno	5,4±0,7	0,5±0,2	226±85	118±15	113±33	329±89	642±146	84±26
Melara (urbana)	**Bianco**	7,8±0,7	0,5±1,0	221±148	91±47	189±64	438±211	572±218	96±12
	Estate	9,6±2,9	0,7±0,1	316±175	58±24	225±164	390±82	651±140	86±19
	Inverno	8,3±4,4	0,8±0,7	253±93	61±37	210±144	305±96	514±264	91±36

Tabella 47 – Concentrazioni medie dei metalli nelle polveri depositate stagionalmente in ciascuna postazione. Valori in µg/g. (^) La concentrazione media invernale di Maggiolina non include il dato della campagna P14 15/2 (v. sopra).

Dalla tabella precedente, si evidenzia l'estrema variabilità delle concentrazioni di metalli nelle postazioni cittadine (Maggiolina e Fossamastra), pertanto non è possibile un confronto tra i dati relativi alle campagne di bianco e a centrale in funzione.
Analizzando le variazioni di concentrazione per postazione, si confermano alcuni andamenti già messi in evidenza in precedenza:

- le concentrazioni medie stagionali di **As** e di **Cd** sono confrontabili in quasi tutte le postazioni e variano entro un intervallo ristretto confrontabile con i valori delle campagne di bianco, tenendo conto della variabilità del dato;
- la concentrazione di **Cr** ha un andamento stagionale più complesso, con variazioni anche all'interno del tipo di postazione. Il Cr risulta molto concentrato nelle polveri di tutte le postazioni urbane e in quella di Follo per le extraurbane, dove si rilevano evidentemente influenze di tipo locale. La variabilità della concentrazione di Cr, in taluni casi, potrebbe essere legata ai riporti effettuati con terreni provenienti dalla Val di Vara e Magra, caratterizzati da contenuti naturali elevati di Cr e alle attività di movimentazione di rinfuse nell'area portuale;
- la concentrazione di **Ni** ha un andamento che sembra essere indipendente dal tipo di postazione e si nota in tutte le postazioni una maggiore concentrazione nelle polveri invernali, sebbene le variazioni associate ai dati siano molto elevate;
- la concentrazione di **Pb** risulta maggiore nelle polveri delle postazioni urbane coerentemente con le potenziali maggiori emissioni antropiche dell'ambiente urbano. Si nota un aumento invernale apprezzabile in tutte le postazioni eccetto che a Fossamastra e a Melara, che rimane stagionalmente poco variabile. Arcola, come già rilevato, si differenzia da tutte le altre postazioni per le elevate deposizioni di Pb e quindi per le elevate concentrazioni riscontrate che vanno imputate ad una sorgente prettamente locale. Una discussione più estesa del caso di Arcola è riportata nel documento prot. Arpal 0037531 del 20/12/2018;
- la concentrazione di **Cu** si differenzia lievemente nelle polveri delle postazioni extraurbane da quelle delle postazioni urbane con valori maggiori in queste ultime. La variazione stagionale è poco evidente in tutte le postazioni e in generale le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle campagne di bianco.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

L'insieme di queste osservazioni fa propendere a delineare un quadro di sostanziale diffusione uniforme del Cu nelle aree extraurbane cui si sovrappongono i contributi antropici tipici che portano a circa un raddoppio della sua concentrazione nelle polveri dell'ambiente urbano;

- le concentrazioni di **Mn** nelle polveri presentano elevata variabilità e scarsa variazione stagionale in tutte le postazioni. Ciò sembrerebbe essere coerente con la presenza di apporti antropici in area urbana su un fondo naturale di Mn, data la sua diffusione nei terreni spezzini, in linea anche con la sua concentrazione media nella crosta terrestre (circa 0,1% in peso);
- la concentrazione di **V**, come quella di As e Cd, sembra più uniforme e con un lieve aumento in inverno rispetto all'estate in tutte le postazioni.

Nella tabella che segue sono riassunte le concentrazioni medie per tipologia di postazione e distinte per stagione, ricordando che non è stato considerato il dato della campagna **P14 15/2** di Maggiolina (postazione urbana). Sono stati esclusi, inoltre, i dati anomali di Pb della postazione di Arcola (postazione extraurbana), per i motivi già citati.

	Media ± Dev. St. (µg/g)	As	Cd	Cr	Ni	Pb (*)	Cu	Mn	V
Bianco	P. Extra-urbane	6,0±3,2	0,7±0,7	186±149	57±35	114±77	172±99	490±155	72±19
	P. Urbane	7,2±3,0	0,8±0,6	223±132	86±58	206±237	419±341	594±164	87±33
	Fossamastra	5,9±1,6	0,6±0,4	292±124	129±47	127±67	501±223	728±122	90±26
Estate	P. Extra-urbane	5,3±1,7	0,7±0,5	195±156	52±38	75±44	117±34	555±219	68±19
	P. Urbane	6,3±2,8	0,8±0,4	262±162	61±33	137±110	363±199	564±184	72±20
	Fossamastra	5,4±1,2	0,8±0,6	222±83	96±22	99±43	429±139	622±160	66±18
Inverno	P. Extra-urbane	5,4±3,5	0,7±0,6	173±134	85±52	134±67	176±97	417±177	83±22
	P. Urbane	6,6±3,3	0,5±0,4	262±88	86±33	203±118	349±158	599±233	93±30
	Fossamastra	5,4±0,7	0,5±0,2	226±85	118±15	113±33	329±89	642±146	84±26

Tabella 48 - Confronto tra le concentrazioni medie stagionali (± 1 deviazione standard) per i metalli depositati nelle campagne della prescrizione P14. Valori in µg/g. (*) Nelle postazioni extra-urbane è esclusa Arcola per il Pb.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

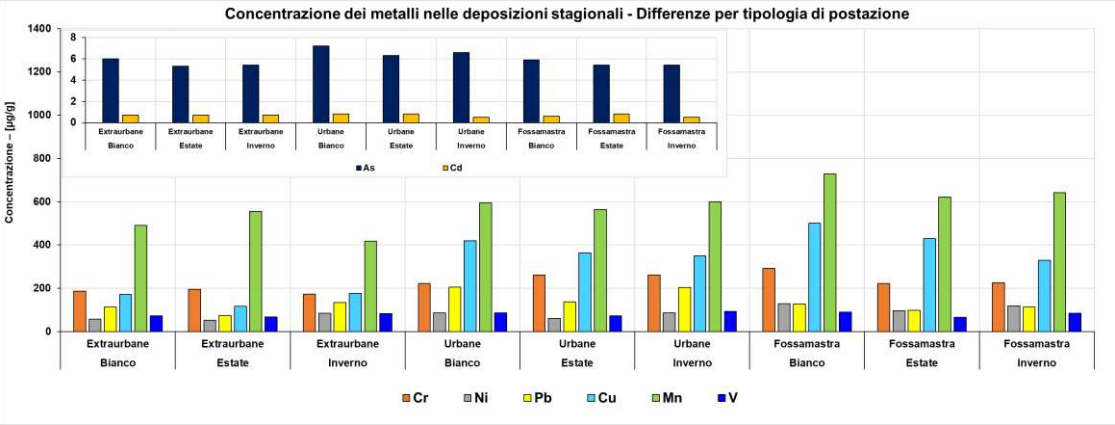


Figura 56 – Medie stagionali delle concentrazioni di metalli nelle polveri per tipologia di postazione.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Dalla tabella e dal grafico precedenti, analizzando le variazioni di deposizioni tra le tipologie di postazioni si confermano buona parte delle osservazioni già riportate, che si possono così riassumere:

- le concentrazioni di As e Cd nelle polveri sono molto simili in tutte le postazioni, con poca variabilità stagionale, prefigurando una spiccata omogeneità di diffusione, confermata anche dalla equivalenza tra le concentrazioni rilevate nelle campagne di bianco e quelle stagionali;
- la concentrazione di Cr mostra una concentrazione lievemente maggiore nelle polveri estive rispetto a quelle invernali nelle postazioni extraurbane mentre si ha una sostanziale equivalenza in quelle urbane e a Fossamastra;
- la concentrazione di Ni e V risulta maggiore nelle polveri invernali rispetto a quelle estive in tutte le tipologie di postazioni. Rispetto alle campagne di bianco, le concentrazioni delle campagne stagionali sono abbastanza confrontabili con esse;
- per Cu e Pb (esclusi i valori di Arcola) si nota una tendenza ad avere polveri maggiormente concentrate in questi metalli nelle postazioni urbane, mentre per quanto riguarda il Mn le polveri risultano a concentrazioni abbastanza uniformi in tutte le postazioni. Le medie stagionali risultano per questi metalli in linea, in molti casi inferiori lievemente a quelle delle campagne di bianco;
- le concentrazioni di metalli a **Fossamastra**, al contrario dei ratei di deposizione, non sono particolarmente differenti da quelle delle altre postazioni urbane, ad eccezione del Pb e con lievi differenze per Ni e Mn, ad indicare che la polvere della zona ha una composizione simile ad esse;
- le concentrazioni dei metalli risultano comunque non soggette a variazioni significative legate alla stagione, al tempo e allo spazio indicando una ricaduta caratteristica del territorio; si ricorda che solo Arcola relativamente al Pb si diversificano rispetto alle altre stazioni.

5.3 Composti organici nelle deposizioni di polveri

5.3.1 Ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Le figure che seguono confrontano i tassi di deposizione di IPA, totali[24] e della norma UNI (v. cap. 4), di tutte le campagne effettuate fino al 2022.

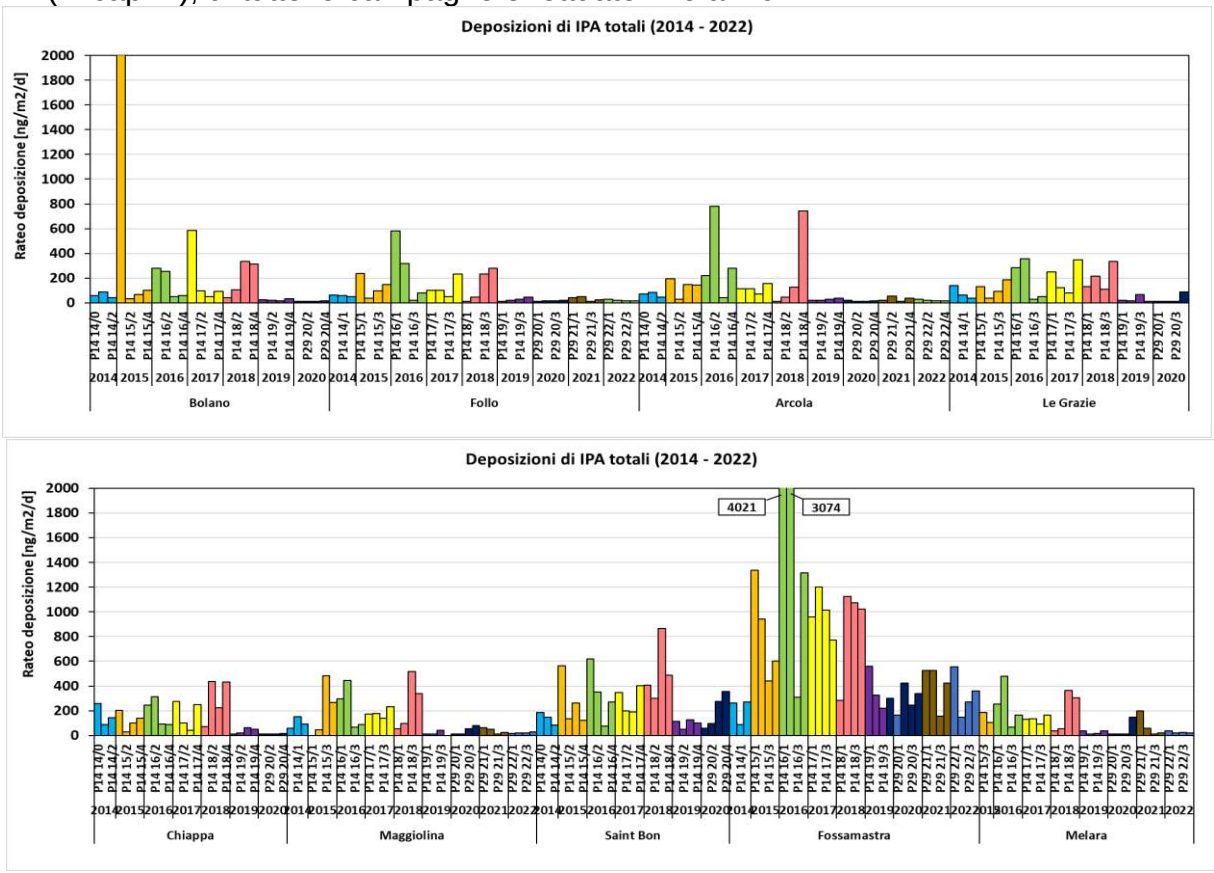


Figura 57 – Deposizioni di IPA totali nelle campagne del 2014 - 2022.

[24] Si ricorda che gli IPA totali comprendono una serie di composti policiclici da fenantrene (tre anelli condensati) a coronene (sei anelli condensati), aventi differente tensione di vapore. Gli IPA della norma UNI comprendono IPA ad alto peso molecolare, poco volatili, prevalentemente cancerogeni.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

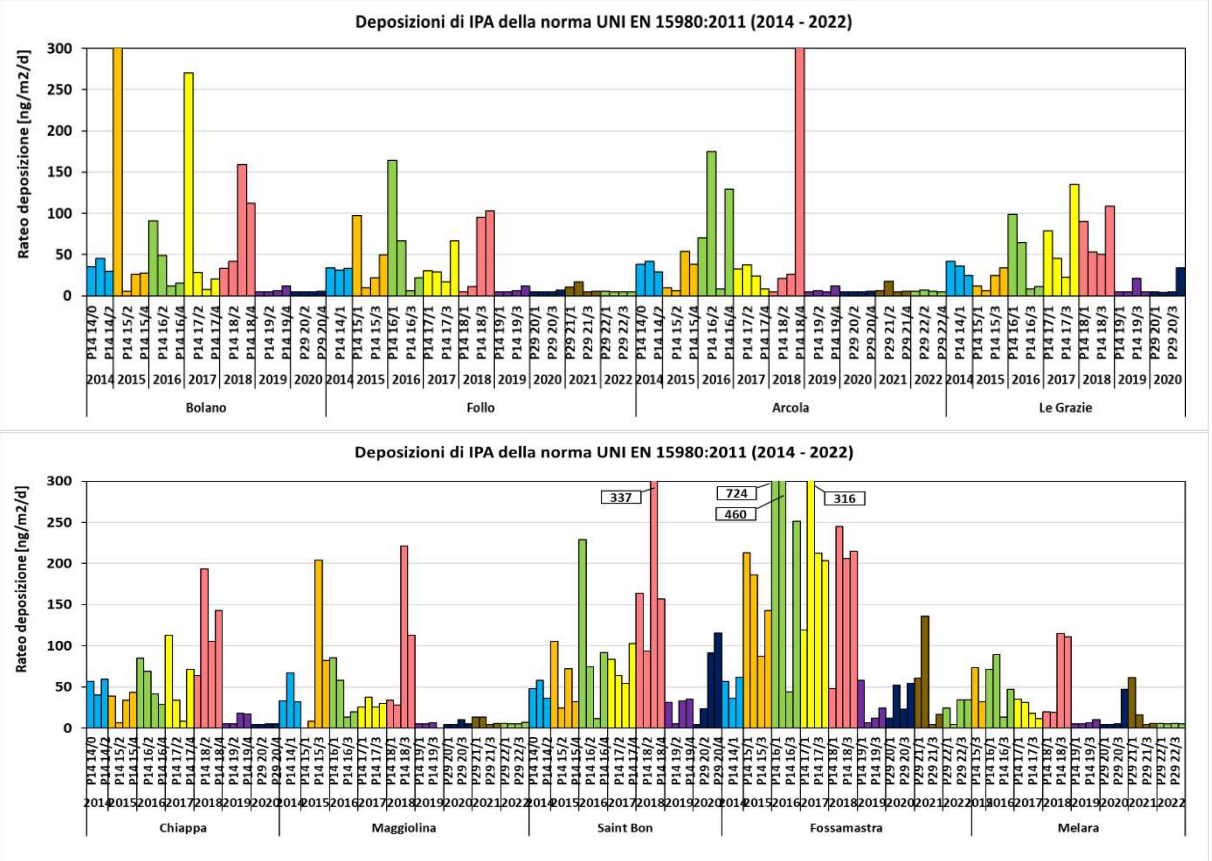


Figura 58 – Deposizioni della norma UNI EN 15980:2011 nelle campagne del 2014 - 2022.

I dati numerici dei ratei di deposizione degli IPA sono riportati in Appendice 4.

Dalle figure precedenti, si nota una diminuzione generale dei ratei di IPA negli ultimi anni. Rimangono alcuni ratei più elevati rispetto a quelli che vengono rilevati normalmente in ciascuna postazione, legati a eventi anomali degli anni precedenti, per lo più incendi. Ricordando che l'obiettivo delle valutazioni pluriennali è quello di avere una stima delle deposizioni di IPA che avvengono normalmente stagionalmente, è stata effettuata una selezione critica eliminando i dati associati ad eventi anomali. Nel prospetto seguente sono indicati i ratei di deposizione di IPA classificabili come eventi anomali:

Campagna	Stagione	Evento anomalo	Note
P14 14/0 (bianco)	estate	• Chiappa: elevato valore per tipo di postazione non associabile ad evento noto	Il rateo rilevato a Chiappa (258 ng/m^2/d) è stato utilizzato in quanto inferiore a 400 ng/m^2/d) ma appare anomalo per il tipo di postazione
P14 15/1	inverno	• Bolano: elevato valore associabile ad incendio boschivo; • Maggiolina: rottura del deposimetro (nessun dato); • Saint Bon: lavori stradali e asfaltatura con emissioni di fumi.	Sono stati esclusi i ratei di Bolano (2163 ng/m^2/d) e Saint Bon (552 ng/m^2/d).
P14 15/3	estate	• Maggiolina: elevato valore di IPA per lavori asfaltatura	E' stato escluso il dato di Maggiolina (482 ng/m^2/d)
P14 16/1	inverno	• Follo, Saint Bon, Fossamastra: influenze da ceneri dell'incendio in zona Fossamastra del 23/03/16.	Sono stati esclusi i ratei di Follo (580 ng/m^2/d), Saint Bon (621 ng/m^2/d) e Fossamastra (4021 ng/m^2/d).
P14 16/2	inverno	• Fossamastra, Melara e Maggiolina: influenze da ceneri dell'incendio in zona Fossamastra del 23/03/16. • Arcola: influenzata da una sorgente locale, particolarmente elevata durante la campagna.	Sono stati esclusi i ratei di, Fossamastra (3074 ng/m^2/d), Melara (479 ng/m^2/d), Maggiolina (446 ng/m^2/d), Arcola (781 ng/m^2/d).
P14 17/1	inverno	• Bolano: elevato valore associabile ad incendio boschivo	E' stato escluso il dato di Bolano (586 ng/m^2/d)
P14 18/3	Estate	• Bolano: valore anomalo per incendio locale	Il rateo rilevato a Bolano (333 ng/m^2/d) è stato escluso

Tabella 49 – Campagne con ratei di deposizione di IPA con valori anomali. I valori dei ratei si riferiscono agli IPA totali.

Per le postazioni di **Fossamastra** e **Melara** sono stati esclusi solo i dati riferibili all'incendio dell'edificio civile prossimo alla postazione di Fossamastra, visibili nelle deposizioni delle campagne **P14 16/1** e **16/2**.
È stato mantenuto il dato di **Maggiolina** della campagna **P14 15/2**, escluso per le valutazioni statistiche di polveri e metalli, in quanto il rateo di IPA rilevato non risulta influenzato dalle operazioni di sfalcio (v. sopra), ma sono stati esclusi i ratei della campagna **P14 15/3** per le influenze di lavori di asfaltatura nelle vie adiacenti alla postazione e della campagna **P14 16/2**, per le influenze dell'incendio di Fossamastra, poco distante dalla postazione.

Per massima completezza, la tabella che segue riporta il confronto tra le medie stagionali di deposizione degli IPA totali e della norma UNI (v. cap. 2), utilizzando tutti i dati (a sinistra) e quelle con eliminazione dei dati anomali di Tabella 49, evidenziate in verde. I valori sono espressi in ng/m^2/d*:*

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Postazione	Stagione	Ratei inclusi i dati anomali		Ratei esclusi i dati anomali	
		Rateo degli IPA Totali	Rateo degli IPA Norma UNI	Rateo degli IPA Totali	Rateo degli IPA Norma UNI
Follo	Bianco	37±29	12±11	37±29	12±11
	Estate	83±69	31±28	83±69	31±28
	Inverno	169±200	49±57	110±120	33±36
Arcola	Bianco	33±29	11±12	33±29	11±12
	Estate	107±79	40±37	107±79	40±37
	Inverno	176±258	39±59	90±88	20±24
Maggiolina	Bianco	46±45	12±12	46±45	12±12
	Estate	202±182	74±82	167±159	58±71
	Inverno	183±160	36±31	130±106	32±32
Fossamastra	Bianco	463±327	67±93	463±327	67±93
	Estate	604±427	116±89	604±427	116±89
	Inverno	1407±1397	229±244	693±445	107±79
Melara	Bianco	47±56	13±17	47±56	13±17
	Estate	143±114	43±39	143±114	43±39
	Inverno	181±167	45±30	121±91	37±24

Tabella 50 – Ratei medi ± Dev. St. degli IPA totali e della norma UNI, esclusi i valori di Tabella 49. Valori in ng/m^2/d.

Facendo riferimento ai dati complessivi, inclusi i dati anomali, come evidenziato nei rapporti precedenti, si osserva che le deposizioni di IPA alla Spezia sono comunque generalmente basse, salvo casi particolari locali come Fossamastra ed eventi anomali quali incendi, lavori edili, asfaltature (v. Tabella 49). Dai ratei di deposizione degli **IPA totali** depurati dei dati anomali e tenendo sempre conto della variabilità dei dati, si evidenzia che:

- ad Arcola, tra le postazioni extraurbane e a Maggiolina e Melara, tra le postazioni urbane, si misurano valori di IPA totali e della norma UNI leggermente più elevati in estate;
- a Fossamastra invece, si osservano valori degli IPA totali lievemente più elevati in inverno e valori **degli IPA** della **norma UNI** senza alcuna differenziazione stagionale.

Fossamastra rappresenta anche per le deposizioni degli IPA un caso a sé, in quanto si riscontrano ratei più elevati delle altre postazioni urbane (Maggiolina e Melara) e un lieve aumento degli IPA totali nel periodo invernale, presumibilmente a causa delle sfavorevoli condizioni meteorologiche in quanto le pressioni industriali rimangono stagionalmente relativamente costanti.

Nella tabella che segue sono riassunti i valori medi ± 1 deviazione standard dei ratei di deposizione rilevati nelle postazioni suddivise in urbane ed extraurbane nelle campagne **di bianco** e nelle **campagne estive e invernali**. La postazione di Fossamastra, per via della singolarità delle sue deposizioni, è mantenuta separata dalle altre urbane.

		Ratei inclusi i dati anomali		Ratei esclusi i dati anomali	
	Media ± Dev. St. (ng/m²/d)	Rateo degli IPA TOT	Rateo degli IPA Norma UNI	Rateo degli IPA TOT	Rateo degli IPA Norma UNI
Bianco	**P. Extra-urbane**	46±46	15±15	46±46	15±15
	P. Urbane	75±80	21±25	75±80	21±25
	Fossamastra	463±327	67±93	463±327	67±93
Estate	**P. Extra-urbane**	88±73	33±33	81±61	29±25
	P. Urbane	196±191	67±79	184±185	61±75
	Fossamastra	604±427	116±89	604±427	116±89
Inverno	**P. Extra-urbane**	233±400	73±141	119±112	34±34
	P. Urbane	253±184	66±56	185±130	52±44
	Fossamastra	1407±1397	229±244	693±445	107±79

Tabella 51 – Ratei medi ± Dev. St. degli IPA totali e della norma UNI. Valori in ng/m²/d.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente relativa ai ratei medi esclusi i dati anomali:

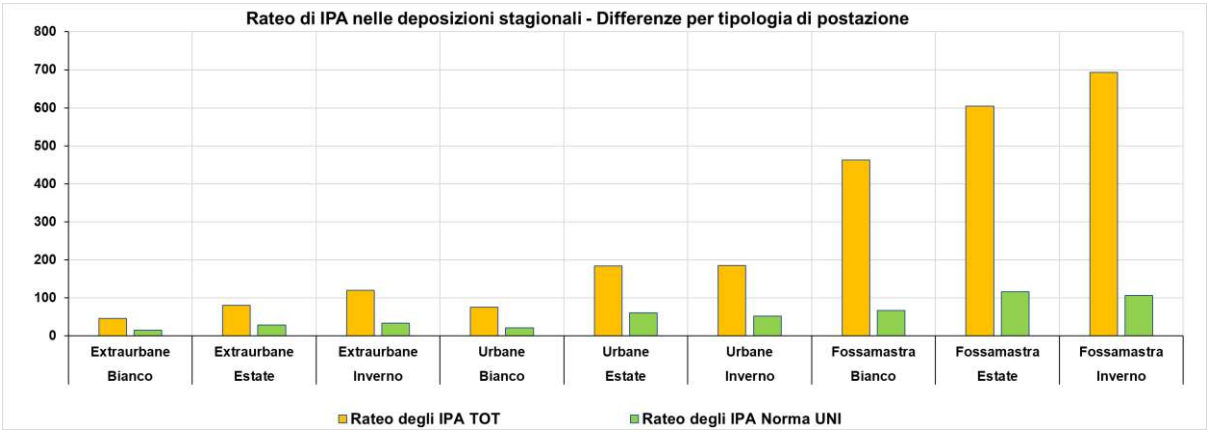


Figura 59 – Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei di IPA totali e IPA Norma UNI nei differenti tipi di postazioni (esclusi i valori anomali).

Riferendosi ai dati depurati dei valori anomali valgono le osservazioni sopra riportate, così riassumibili:

- per ogni tipologia di postazione (fatta eccezione per le postazioni urbane), si nota una variazione stagionale degli IPA, in aumento in inverno;
- nelle postazioni urbane si hanno ratei di IPA lievemente maggiori rispetto alle extraurbane, e senza una netta differenza stagionale, a causa delle maggiori pressioni antropiche;
- Fossamastra ha sempre una forte pressione antropica, più accentuata in inverno per gli IPA totali.

Per valutare eventuali differenze qualitative tra le deposizioni avvenute nelle postazioni negli anni, qui di seguito si riportano le analisi di *fingerprint* dei profili normalizzati degli IPA riportate nel cap. 4 suddivisi per campagna e raggruppati per postazioni con caratteristiche simili (**extraurbane**: Bolano, Follo, Arcola e Le Grazie; **urbane**: Chiappa, Maggiolina, Saint Bon, Fossamastra e Melara).

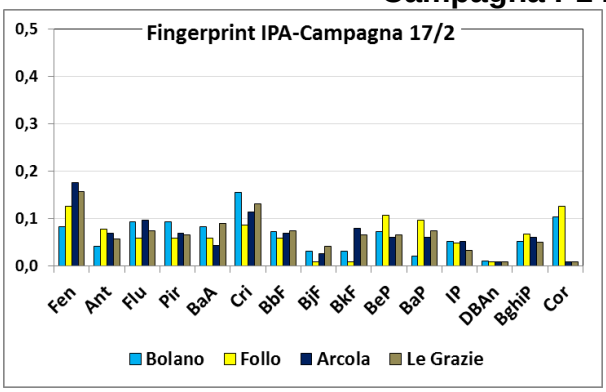
Si illustra il confronto tra le campagne primaverili dal 2017 al 2022: nelle campagne si evidenziano pattern abbastanza simili negli anni, dominati dalla presenza degli IPA leggeri (fenantrene) e una lieve preponderanza di IPA pesanti riferibili ad emissioni del traffico veicolare a benzina[25], benzo(ghi)perilene e coronene nelle postazioni urbane.
Nella primavera del 2020 (campagna **20/1**) si osserva una generalizzata diminuzione dei valori del pattern con l'eccezione delle postazioni urbane dove questo fenomeno è meno evidente.

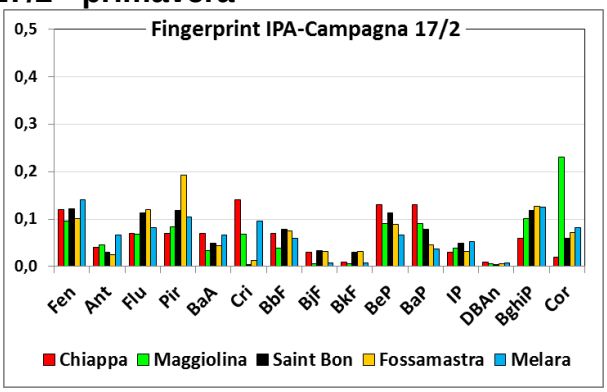
[25] Gli studi condotti sul particolato raccolto in tunnel trafficati indicano che esso è arricchito in benzo(ghi)perilene e coronene, che sono caratteristici delle emissioni di motori a benzina (Miguel et al., 1998). Masclet et al.,1986 hanno riscontrato invece che le emissioni di motori diesel sono arricchite in fluorantene, pirene e crisene.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

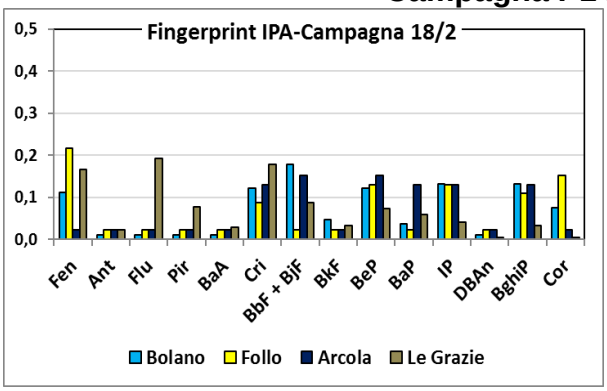
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

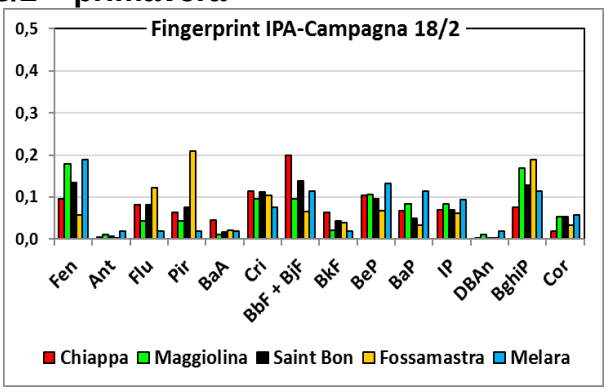
Campagna P14 17/2 - primavera



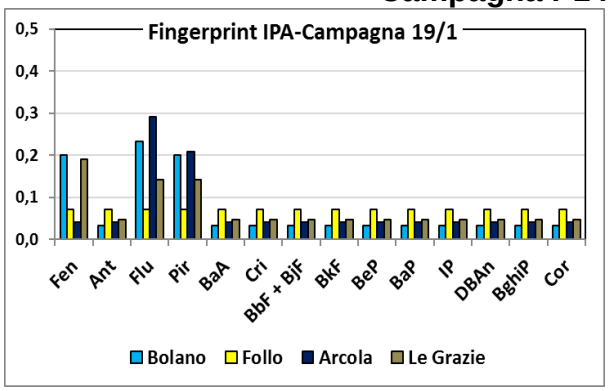


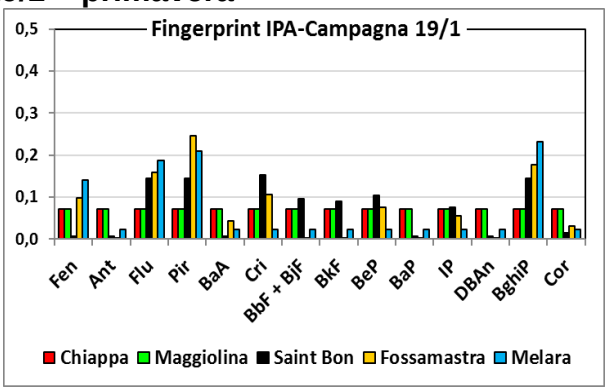
Campagna P14 18/2 – primavera



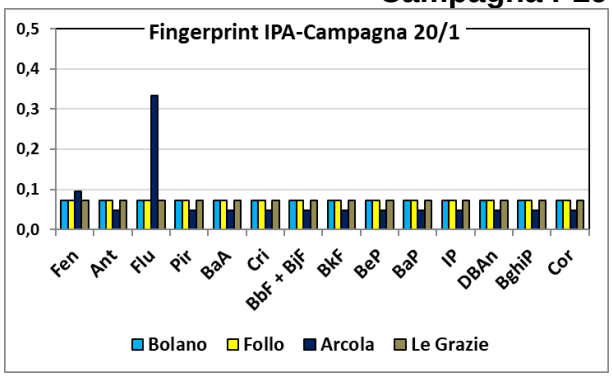


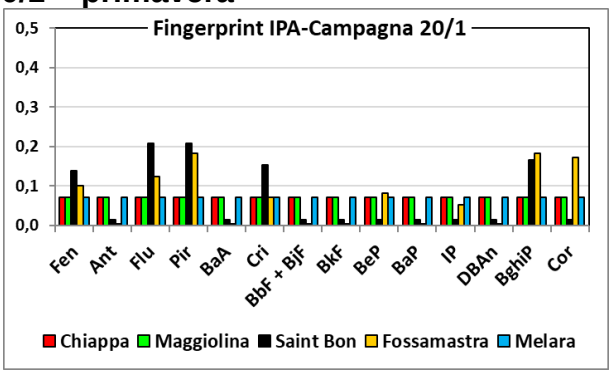
Campagna P14 19/1 – primavera





Campagna P29 20/1 – primavera





Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

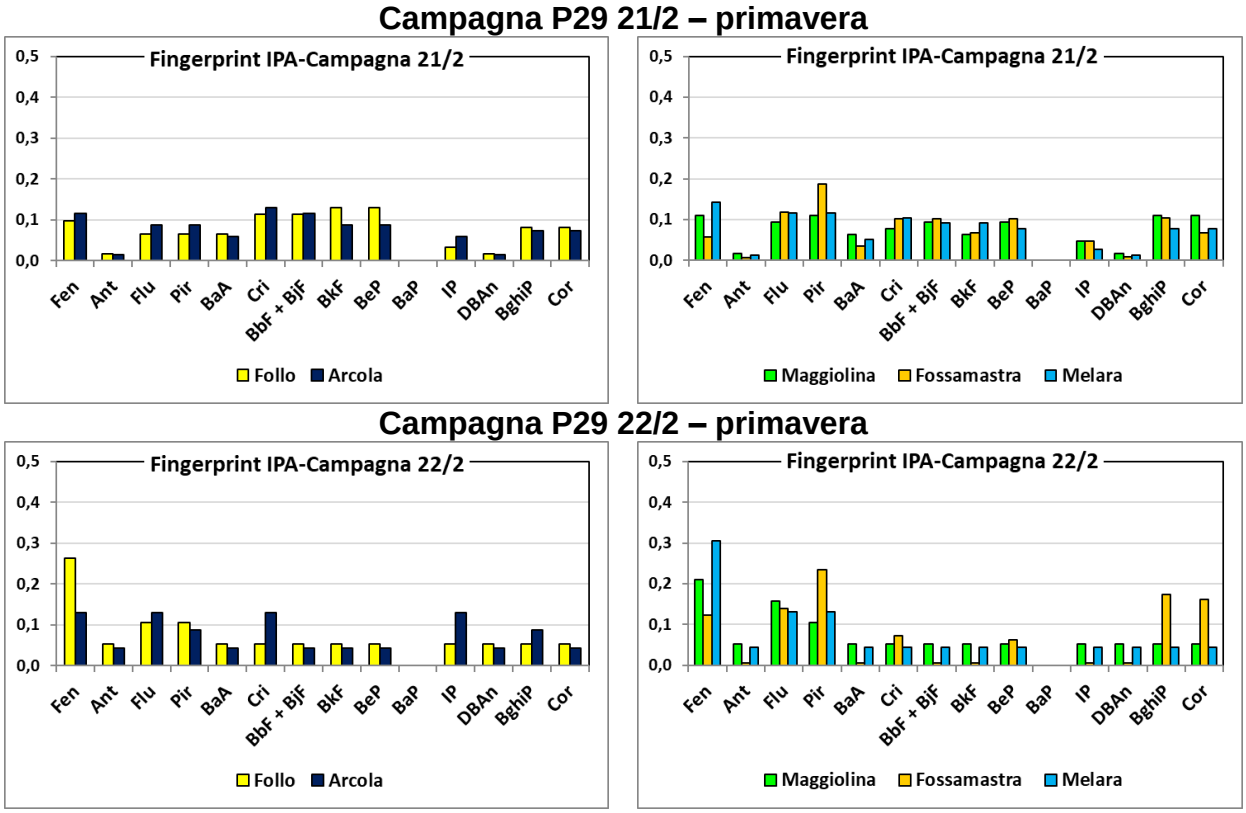
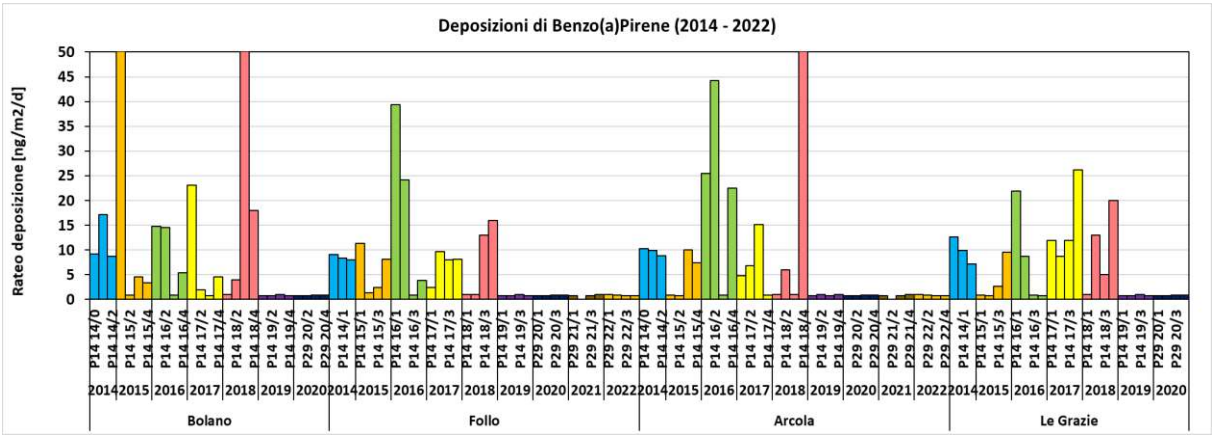


Figura 60 – Confronto tra i *Fingerprint* degli IPA totali nelle campagne primaverili svolte nella P29 (ex 14) per le postazioni extraurbane (a sin) e urbane (a ds).

5.3.1.1 Ratei di deposizione di benzo(a)pirene

La figura che segue confronta i tassi di deposizione di benzo(a)pirene (BaP) in tutte le campagne effettuate fino al 2022:



Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

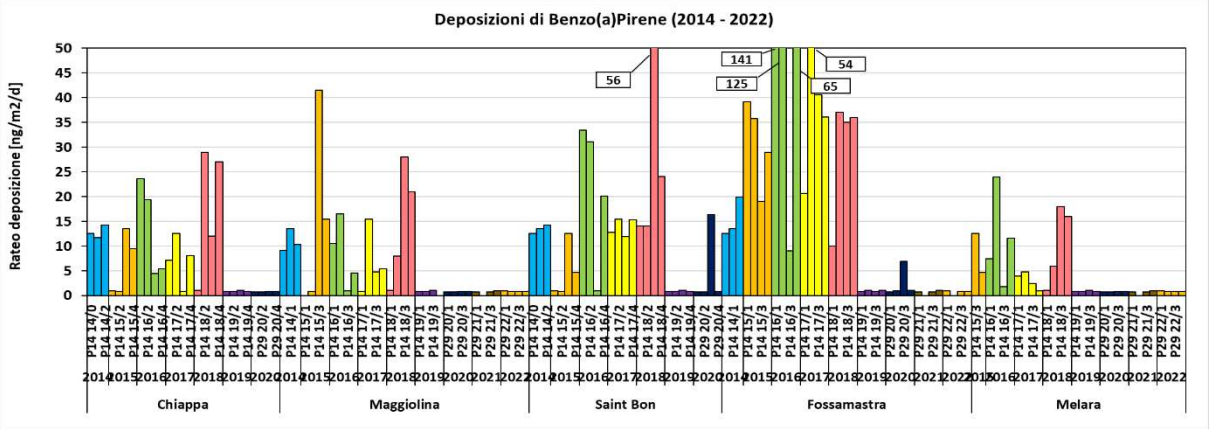


Figura 61 – Confronto dei ratei di deposizione medi di BaP nelle campagne 2014-2022.

I dati numerici dei ratei di deposizione del BaP sono riportati in Appendice 5.4. Dalla figura precedente, si notano alcuni ratei più elevati di BaP rispetto a quelli che vengono rilevati normalmente in ciascuna postazione, legati agli eventi anomali, discussi in precedenza per i ratei degli IPA totali e della norma UNI (v. Tabella 49).

Per completezza, la tabella che segue riporta il confronto tra le medie stagionali di tutti i dati e quelle con eliminazione dei dati anomali di Tabella 49, evidenziate in verde. I valori sono espressi in ng/m^2/d.

		Ratei inclusi i dati anomali	Ratei esclusi i dati anomali
Postazione		Rateo del B(a)P	Rateo del B(a)P
Follo	**Bianco**	3±4	3±4
	Estate	6±4	6±4
	Inverno	10±14	7±9
Arcola	**Bianco**	2±3	2±3
	Estate	8±7	8±7
	Inverno	10±16	5±9
Maggiolina	**Bianco**	3±5	3±5
	Estate	13±14	10±9
	Inverno	5±7	3±5
Fossamastra	**Bianco**	9±17	9±17
	Estate	26±19	26±19
	Inverno	47±55	18±17
Melara	**Bianco**	2±2	2±2
	Estate	7±7	7±7
	Inverno	6±9	6±6

Tabella 52 – Ratei medi ± Dev. St. del BaP.

Le deposizioni di BaP appaiono modeste salvo che a Fossamastra, avente ratei decisamente maggiori di tutte le altre postazioni. Riferendosi ai dati depurati dei valori anomali, si osserva anche una ridotta variabilità delle sue deposizioni tra le postazioni (a meno di Fossamastra). I valori delle deposizioni delle campagne di bianco e quelli delle campagne con Centrale in funzione risultano molto contenuti e confrontabili tra loro.

Di seguito, sono riassunti i valori medi ± 1 deviazione standard dei ratei di deposizione rilevati nelle postazioni, suddivise in urbane ed extra-urbane, nelle campagne di bianco e nelle **campagne estive e invernali**. La postazione di Fossamastra, per via della singolarità delle sue deposizioni, è mantenuta separata dalle altre urbane.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

	Postazione	Ratei inclusi dati anomali	Ratei esclusi dati anomali
		Rateo del B(a)P	Rateo del B(a)P
Bianco	P. Extra-urbane	3±4	3±4
	P. Urbane	4±5	4±5
	Fossamastra	9±17	9±17
Estate	P. Extra-urbane	8±12	6±5
	P. Urbane	12±13	11±12
	Fossamastra	26±19	26±19
Inverno	P. Extra-urbane	12±23	6±8
	P. Urbane	8±10	6±8
	Fossamastra	47±55	18±17

Tabella 53 – Ratei medi ± Dev. St. del BaP. Valori in ng/m^2/d.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

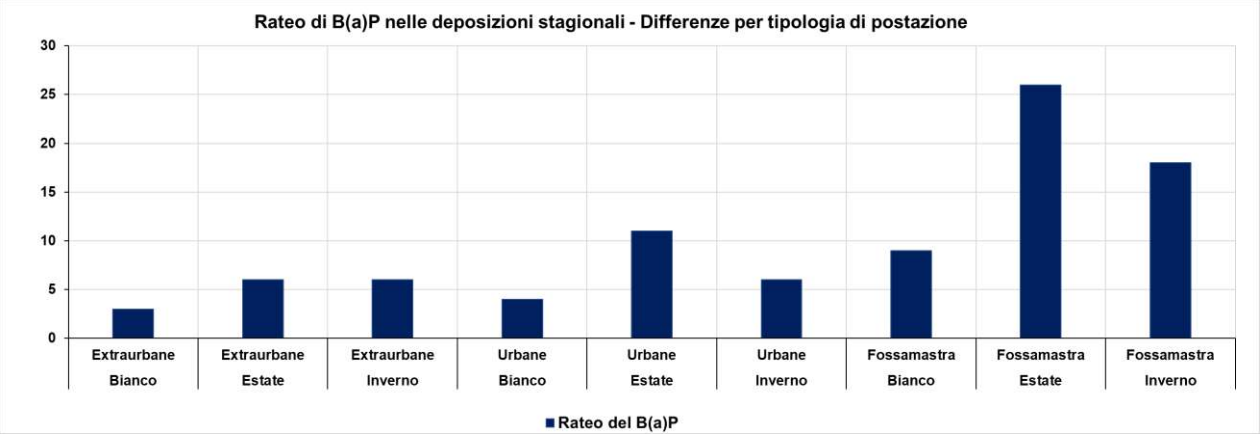


Figura 62 – Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei di B(a)P nei differenti tipi di postazioni (valori anomali esclusi).

Raggruppando le postazioni e considerando i dati depurati dei dati anomali, si evidenzia ancora meglio la generale diffusione omogenea del BaP su tutta l'area della Spezia e la particolarità di Fossamastra. Come per gli IPA, i valori delle campagne di bianco sono abbastanza confrontabili con quelli stagionali. Da notare che i dati evidenziano una situazione di fondo paragonabile a quella di realtà con basse pressioni antropiche, ad eccezione di Fossamastra che presenta valori più elevati.

5.4 PCDD/F e PCB nelle deposizioni di polveri

In Appendice 4 e nelle figure seguenti sono riportati i ratei di deposizione di PCDD/F e PCB per tutte le postazioni dal 2014 al 2022 per le cinque postazioni rimaste attive e anche per quelle monitorate fino al 2018 (vedi cap 2). Le ultime due figure confrontano i ratei complessivi di PCDD/F e PCB:

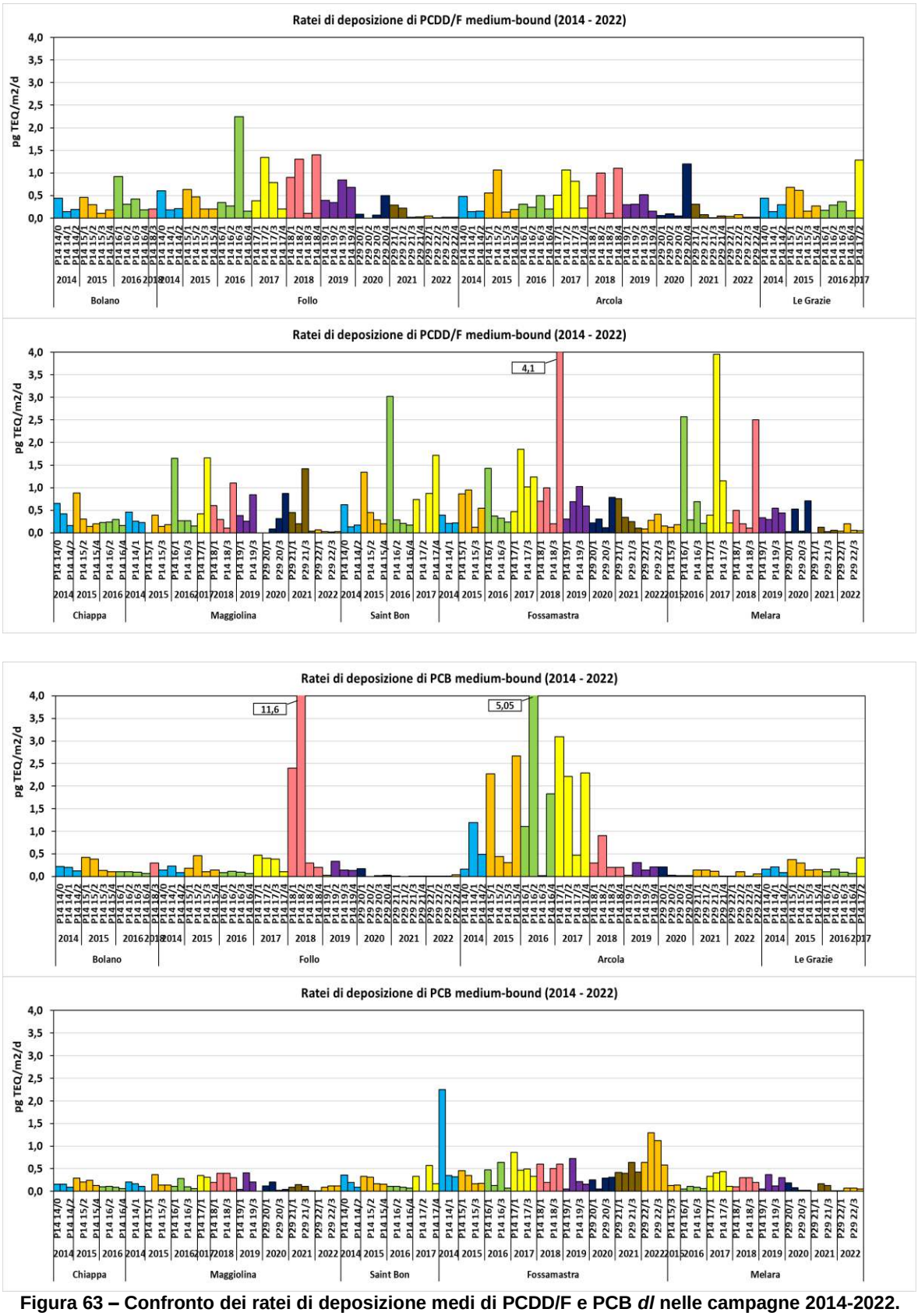


Figura 63 – Confronto dei ratei di deposizione medi di PCDD/F e PCB *dl* nelle campagne 2014-2022.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

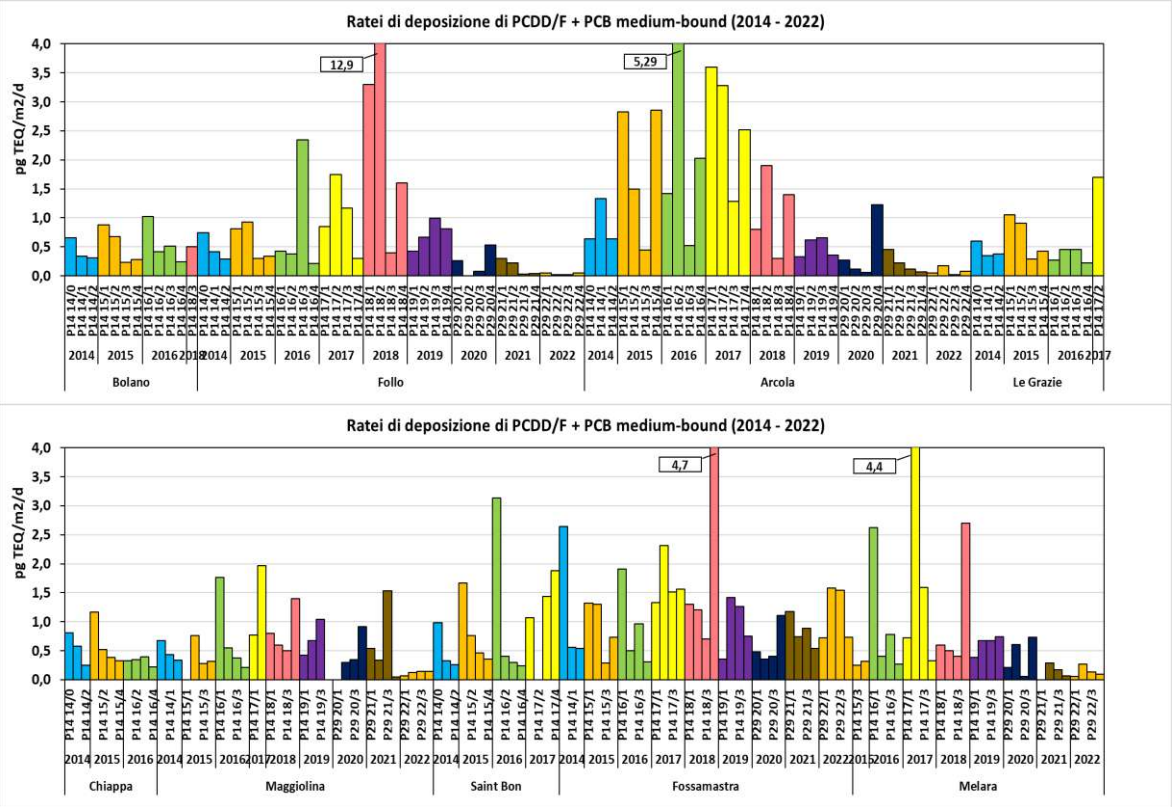


Figura 64 – Ratei di deposizione medi di sommatoria di PCDD/F e PCB nelle campagne 2014-2022.

Dalle figure precedenti si notano alcuni ratei di deposizione di PCDD/F e PCB elevati rispetto al normale andamento riscontrabile nelle postazioni.
Ricordando che l'obiettivo delle valutazioni pluriennali è quello di avere una stima delle deposizioni che avvengono normalmente stagionalmente, è stata effettuata una selezione critica dei dati, valutando come anomali i ratei di PCDD/F e PCB superiori rispettivamente a 1 pg TEQ/m^2/d in presenza di un evento noto estemporaneo (abbruciamenti, incendi, etc..) locale.

Le più elevate deposizioni di PCDD/F sono per la maggior parte riferibili alle conseguenze dell'incendio di un edificio civile a Fossamastra il 23/03/16 durante la campagna **P14 16/1**, che ha influenzato le deposizioni di alcune postazioni urbane.
Durante la campagna **P14 17/2** si è misurato inoltre un insolito incremento delle deposizioni di PCDD/F, difficilmente rappresentativo di una campagna di bianco, particolarmente accentuato nelle postazioni di Arcola, Fossamastra, Melara e Follo, tali dati non sono stati considerati nelle elaborazioni stagionali (v. Tabella 54). Nel 2018, invece, si sono riscontrati dei valori molto elevati a Follo di PCB (fino a 11,6 pg TEQ/m^2/d nella campagna di bianco **P14 18/2**, tale valore appare estremamente anomalo per la postazione ed induce a ritenere sia dovuto a cause di abbruciamenti di materiali plastici. È opportuno ricordare che tale campagna è stata caratterizzate da forti venti che possono aver portato a risollevamenti di polveri.
Si nota tuttavia una graduale diminuzione negli anni con lieve rialzo dei valori nel 2021, dopo l'anno della pandemia ma percepibile principalmente a Fossamastra.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Per quanto riguarda la postazione di **Arcola**, risulta evidente che le elevate deposizioni di **PCB**, sempre associate a quelle del Pb, avvenivano in maniera estemporanea plausibilmente a causa di una sorgente locale come discusso nei precedenti rapporti.
Da quanto sopra riportato, nel prospetto seguente, sono indicati i ratei di deposizione di PCDD/F e PCB classificabili come eventi anomali in quanto maggiori di 1 pg TEQ/m^2/d, valore ben superiore agli intervalli normalmente riscontrati (v. Appendice 5). Nella tabella non è inserita Arcola per PCB di cui si sono eliminati i dati delle campagne **P14 14/1**, **15/1**, **15/4**, **16/1**, **16/2**, **16/4, 17/2** in cui si sono avuti i ratei anomali per la pressione locale descritta nel documento prot. Arpal 0037531 del 20/12/2018:

Campagna	Stagione	Evento anomalo	Note
P14/0 (bianco)	estate	• Lavori manutenzione alle Torri in banchina ENEL	Esclusa deposizione di **PCB** (2,25 pg TEQ/m^2/d) a Fossamastra.
P14 15/1	inverno	• Lavori stradali nelle vicinanze della postazione di Saint Bon	Esclusa deposizione di Saint Bon per **PCDD/F** (1,34 pg TEQ/m^2/d)
P14 15/2	inverno	• Possibili abbruciamenti di materiali plastici nella zona	Esclusa deposizione di Arcola per **PCDD/F** (1,1 pg TEQ/m^2/d)
P14 16/1	inverno	• Postazioni influenzate dall'incendio a Fossamastra del 23/03/16	Escluse deposizioni di Bolano (0,9 pg TEQ/m^2/d), Maggiolina (1,7 pg TEQ/m^2/d), Saint Bon (3,0 pg TEQ/m^2/d), Fossamastra (1,4 pg TEQ/m^2/d), Melara (2,6 pg TEQ/m^2/d) per **PCDD/F**
P14 16/3	estate	• Possibili abbruciamenti di materiali plastici nella zona	Esclusa deposizione di Follo per **PCDD/F** (2,25 pg TEQ/m^2/d)
P14 17/2	bianco	• Non individuato (v. anche par. 5)	Campagna di "bianco". Esclusi i ratei di PCDD/F in tutte le postazioni per l'anomalia dei dati.
P14 18/2	bianco	• Follo: alto anomalo PCB ma anche di PCDD/F	Esclusa deposizione di Follo per **PCB** (11,6 pg TEQ/m^2/d)

Tabella 55 – Ratei di deposizione di PCDD/F e PCB non utilizzati per le valutazioni statistiche.

Data la loro peculiarità, i valori dei ratei della tabella precedente, sono stati esclusi nelle medie stagionali riportate nella tabella seguente, in quanto si intende avere una stima statistica delle deposizioni di PCDD/F e PCB che avvengono normalmente, quindi non influenzate da eventi estemporanei. Per chiarezza, la tabella che segue riporta il confronto tra medie stagionali di tutti i dati e quelle con eliminazione dei dati anomali, evidenziate in grigio. I valori sono espressi in pg TEQ/m^2/d.

		Ratei inclusi dati anomali			*Ratei esclusi dati anomali*		
Postazione		TEQ PCDD/F	TEQ PCB dl	TEQ PCDD/F +PCB dl	TEQ PCDD/F	TEQ PCB dl	TEQ PCDD/F +PCB dl
Follo (extraurbana)	**Bianco**	0,38±0,49	0,07±0,12	0,44±0,58	0,38±0,49	0,95±3,20	1,34±3,51
	Estate	0,27±0,22	0,19±0,12	0,43±0,32	0,49±0,69	0,19±0,12	0,68±0,69
	Inverno	0,52±0,21	0,48±0,79	1,00±0,95	0,52±0,21	0,48±0,79	1,00±0,95
Arcola (extraurbana)	**Bianco**	0,29±0,36	0,13±0,24	0,41±0,53	0,29±0,36	0,28±0,60	0,57±0,92
	Estate	0,28±0,23	0,30±0,18	0,48±0,35	0,28±0,23	0,83±0,89	1,11±0,86
	Inverno	0,49±0,35	0,24±0,18	0,55±0,32	0,57±0,38	1,56±1,78	2,13±1,66
Maggiolina (urbana)	**Bianco *(*)***	0,34±0,41	0,14±0,12	0,57±0,58	0,44±0,53	0,14±0,12	0,57±0,58
	Estate	0,20±0,06	0,19±0,14	0,39±0,14	0,20±0,06	0,19±0,14	0,39±0,14
	Inverno	0,51±0,23	0,23±0,13	0,65±0,29	0,70±0,51	0,23±0,13	0,93±0,43
Fossamastra (urbana)	**Bianco**	0,50±0,50	0,49±0,38	0,96±0,58	0,50±0,50	0,62±0,59	1,12±0,71
	Estate	0,40±0,30	0,38±0,22	0,78±0,44	0,40±0,30	0,38±0,22	0,78±0,44
	Inverno	0,67±0,21	0,42±0,24	1,01±0,37	0,77±0,33	0,42±0,24	1,19±0,42
Melara (urbana)	**Bianco**	0,19±0,20	0,11±0,12	0,28±0,22	0,50±1,10	0,11±0,12	0,61±1,20
	Estate	0,39±0,39	0,22±0,15	0,61±0,48	0,39±0,39	0,22±0,15	0,61±0,48
	Inverno	0,47±0,16	0,15±0,13	0,54±0,27	0,82±0,87	0,15±0,13	0,97±0,82

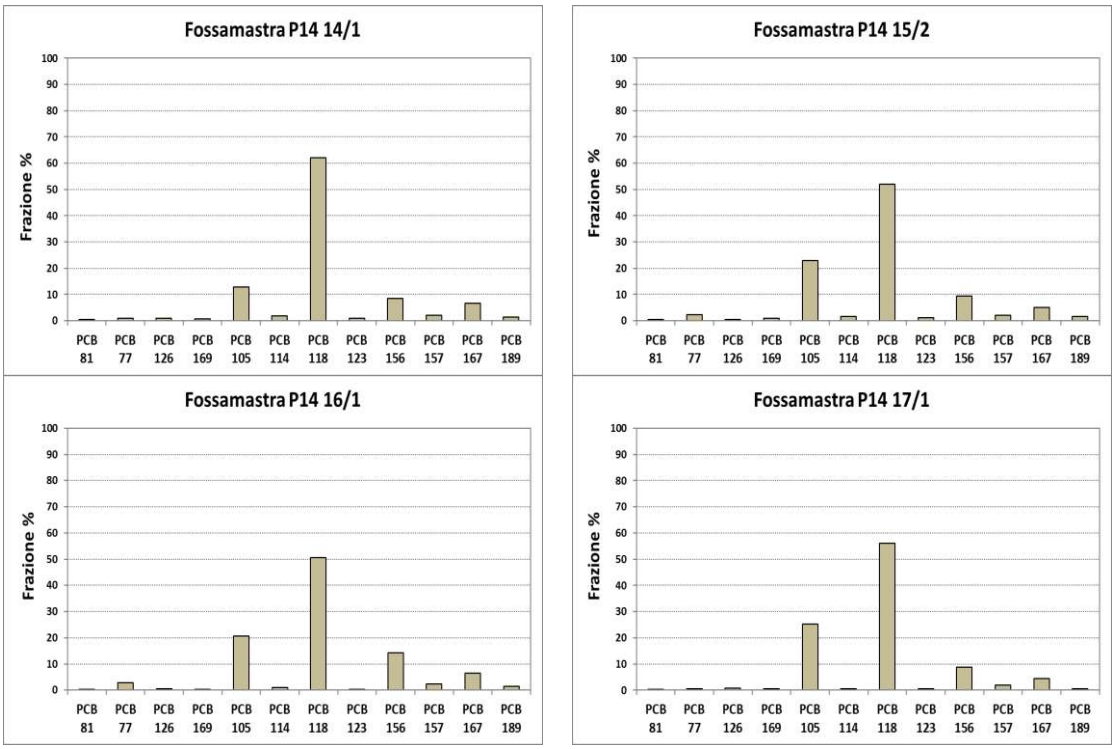
Tabella 56 – Ratei medi stagionali ± Dev. St. per PCDD/F e PCB.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Nel complesso, come evidenziato nei rapporti precedenti, le deposizioni di **PCDD/F** e **PCB** alla Spezia sono generalmente basse, salvo casi particolari (Arcola per i PCB, e eventi anomali, soprattutto incendi – v. Tabella 55). Considerando anche i dati anomali, le deposizioni totali di PCDD/F e PCB non superano i 4 pg TEQ/m^2/d come media annuale in tutte le postazioni ad eccezione di Follo nel 2018 per l'elevato valore di PCB verificatosi nella campagna **P14 18/2** e di Melara, per il dato di PCDD/F della campagna di bianco **P14 17/2**, decisamente poco rappresentativo e del tutto localizzato (si veda rapporto Arpal prot. nr. 38264 del 28/12/18).
Facendo riferimento ai ratei di deposizione depurati dei dati anomali e tenendo conto della loro variabilità, non si evidenzia particolare differenza tra le postazioni urbane ed extraurbane a parità di stagione. Si coglie una lieve dipendenza della stagionalità per le PCDD/F con valori maggiori in inverno e minori in estate in tutte le postazioni. I ratei delle campagne di bianco, esclusi i dati anomali, sono confrontabili con quelli stagionali.

Di seguito si riportano i pattern di PCB *dl* della campagna autunnale **21/4**, del tutto simile, ad esempio, a quelli delle campagne invernali **P14 14/1**, **P14 16/1** e **P14 17/1, 19/4,** primaverile **P14 15/2**, autunnali **P14 18/4**, **P29 (20/4** e **21/4)** e invernale **P14 19/4** a Fossamastra.



Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

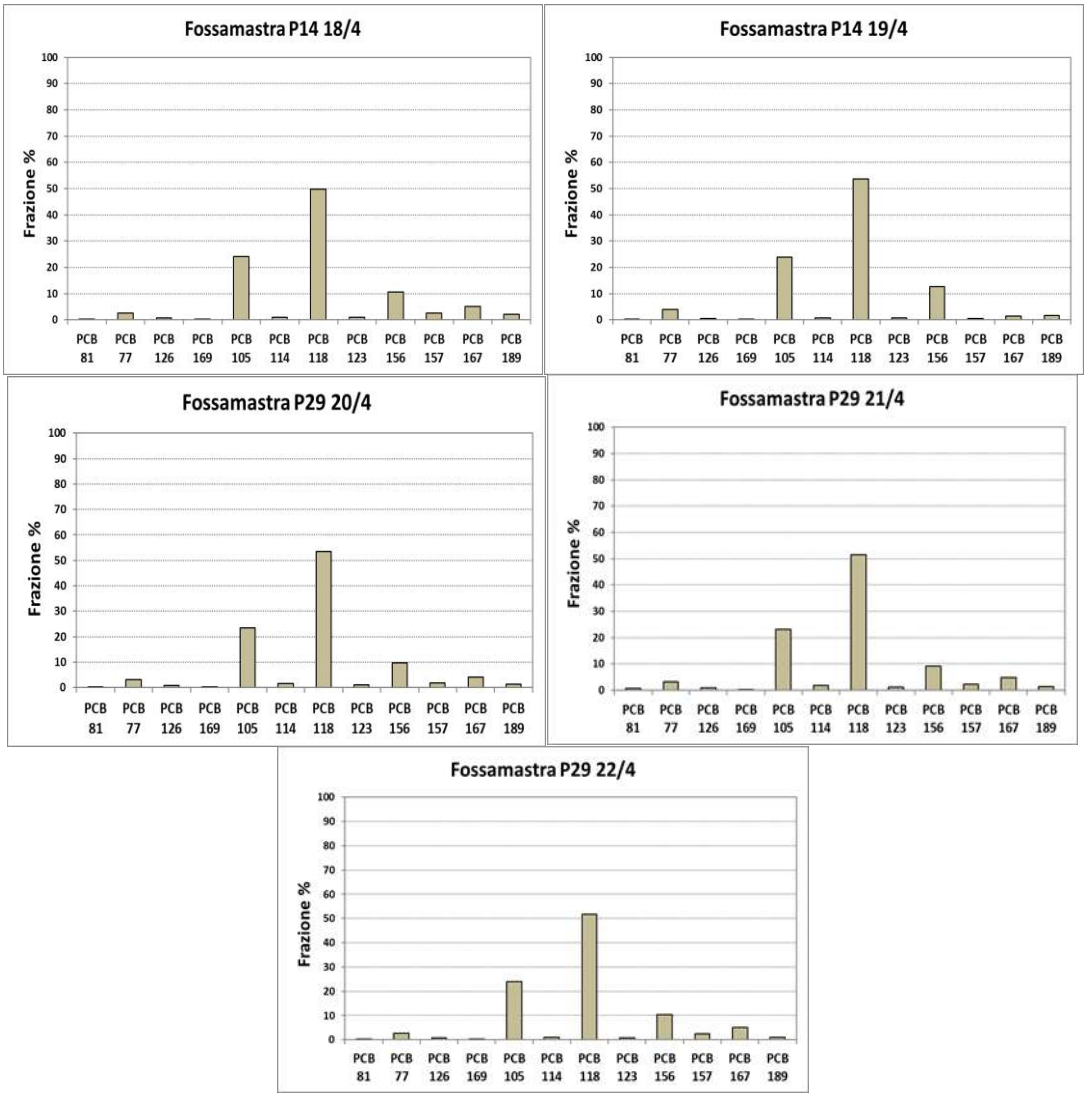


Figura 65 - *Pattern* delle deposizioni di PCB nelle campagne svolte fino al 2022.

Riferendosi solo ai campioni con PCB *dl* superiori al LdQ, lo stesso *pattern* si ritrova nelle deposizioni delle altre postazioni.
Tale *pattern* è molto simile a quello che si riscontra in altre zone di Italia e del mondo e rappresenta il background ubiquitario dei PCB in atmosfera, come ampiamente illustrato nel rapporto del 2015[26], cui si rimanda.

5.5 **Specie ioniche nelle deposizioni delle polveri**

Nel protocollo analitico è stato previsto di determinare anche alcune specie ioniche utilizzando i campioni raccolti dai deposimetri per specie inorganiche. Trattandosi di deposimetri del tipo “bulk”, le specie ioniche sono la somma di quelle presenti nelle

[26] Rapporto P14 anno 2015 prot. ARPAL nr. 11569 del 14/04/2017

deposizioni umide (piogge) e nelle deposizioni secche di polveri sedimentabili. I dati numerici dei ratei di deposizione delle specie ioniche del 2014 – 2022 sono riportati in Appendice 4. Nei grafici che seguono sono presentati i risultati delle deposizioni di nitrati e solfati non marini e quelle di sodio e cloro negli anni di monitoraggio.

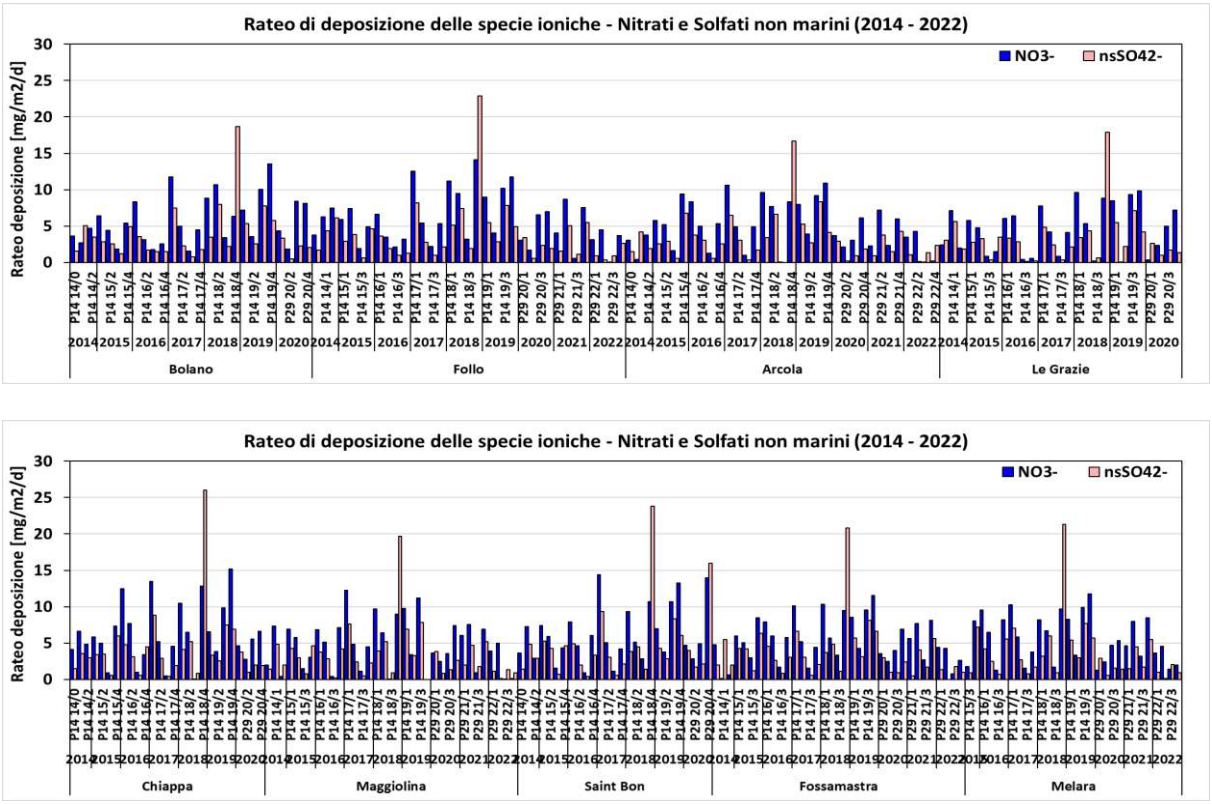
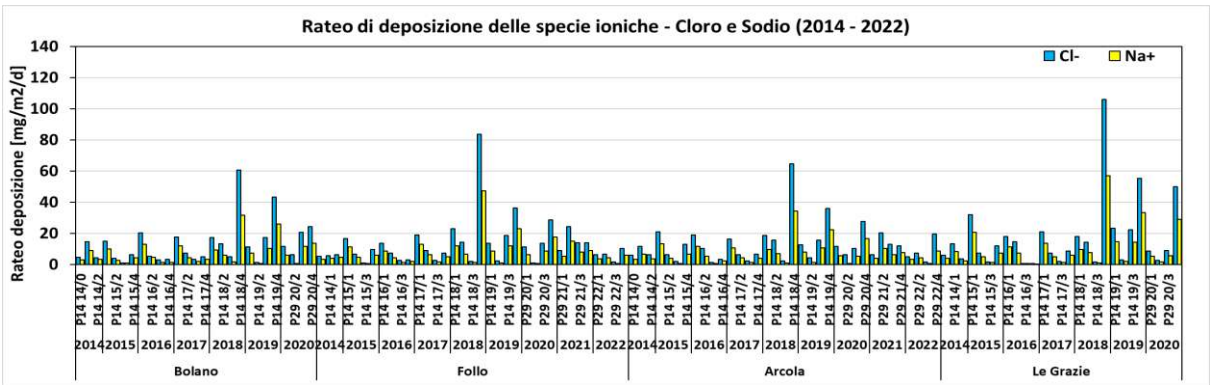


Figura 66 - Ratei di deposizione di nitrati e solfati non marini (v. testo) nel 2014-2022. Valori in mg/m^2/d.



Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

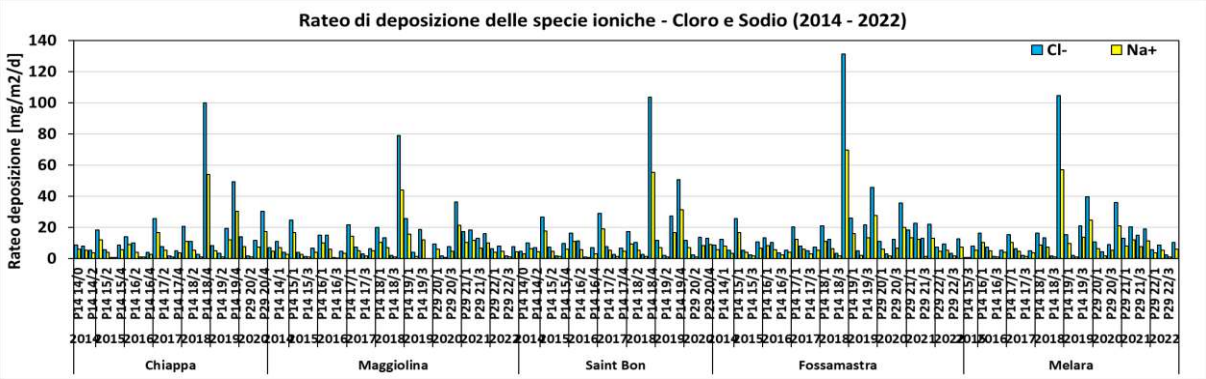


Figura 67 - Ratei di deposizione di cloruri e sodio nel 2014-2022. Valori in mg/m^2/d.

Nella tabella che segue sono riassunti i risultati di deposizione delle specie ioniche degli anni di monitoraggio mediati stagionalmente (Media ± 1 Deviazione Standard), escludendo dalle medie le campagne di bianco. I valori di ratei di deposizione delle specie ioniche della campagna **P14 15/2** a Maggiolina sono stati mantenuti, al contrario di quelle delle polveri e dei metalli (v. sopra), in quanto non risultano influenzati dagli eventi di sfalcio. I valori sono espressi in mg/m^2/d:

Media ± Dev. St. (mg/m^2/d)		Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH^{4+}	Cl^{-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Follo	**Bianco**	4,4±5,0	5,9±3,3	0,9±0,4	0,6±0,4	1,7±2,0	9,8±5,2	5,0±3,2	4,3±3,1	2,9±2,6
	Estate	3,0±1,4	2,4±1,8	0,4±0,2	0,3±0,1	0,6±0,7	3,9±2,8	3,9±1,9	3,2±2,3	2,6±2,0
	Inverno	3,9±2,3	11,7±6,3	1,3±0,8	0,8±0,3	1,7±1,2	18,8±10,2	8,2±3,2	6,7±2,8	4,0±2,1
Arcola	**Bianco**	5,3±5,1	5,3±2,9	1,1±1,0	1,6±3,7	1,7±2,22	9,8±5,1	4,0±2,8	4,0±3,0	2,7±2,5
	Estate	3,0±2,4	2,7±2,4	0,5±0,5	0,3±0,2	0,5±0,6	5,1±4,3	3,0±3,0	2,9±2,8	2,4±2,2
	Inverno	3,8±1,3	11,6±5,9	1,4±0,7	1,1±0,6	1,5±1,2	19,4±9,3	7,7±2,5	6,2±1,9	3,5±1,4
Maggiolina	**Bianco**	5,0±4,6	6,4±4,2	1,1±0,60	1,2±1,3	0,93±1,20	10,7±6,8	4,5±3,4	4,2±3,3	2,7±2,5
	Estate	2,8±2,1	2,4±2,1	0,4±0,3	0,7±0,6	0,5±0,6	4,0±3,2	2,7±2,8	2,9±2,3	2,4±1,9
	Inverno	4,3±1,5	11,5±6,4	1,4±0,7	0,7±0,3	1,2±1,0	19,4±9,9	7,7±2,5	6,7±2,3	4,0±1,7
Fossamastra	**Bianco**	10,4±7,2	7,2±4,8	1,5±0,8	0,5±0,2	0,7±0,8	12,6±7,0	4,9±2,5	4,4±3,2	2,7±2,4
	Estate	5,8±4,7	3,5±2,2	0,7±0,5	0,3±0,1	0,3±0,4	5,8±3,4	3,2±2,7	3,4±2,5	2,6±2,1
	Inverno	13,3±4,0	13,1±7,9	2,4±1,4	0,7±0,3	0,9±0,9	22,0±13,3	8,0±2,4	7,4±2,8	4,4±1,6
Melara	**Bianco (*)**	5,0±4,7	6,5±3,6	1,2±0,6	0,8±0,6	1,1±1,1	11,0±5,7	5,0±2,7	4,3±3,1	2,8±2,5
	Estate	2,8±2,3	1,9±1,8	0,5±0,6	0,3±0,3	0,7±0,8	2,9±2,6	3,7±3,1	3,1±3,0	2,7±2,7
	Inverno	4,6±2,0	13,2±7,7	1,8±1,1	1,5±1,5	1,9±1,3	21,7±12,8	8,6±2,4	7,0±2,7	4,0±2,1

Tabella 57 – Ratei stagionali delle deposizioni di specie ioniche nel 2014-2022. Valori in mg/m^2/d.

Dalla tabella precedente emerge quanto segue:

- le deposizioni di solfati e nitrati sono maggiori nella stagione invernale rispetto a quella estiva con valori medi di bianco confrontabili tra postazioni e tra stagioni;
- ad esclusione del K^+ a Maggiolina, il rateo medio invernale delle specie ioniche risulta maggiore di quello estivo per tutte le postazioni, probabilmente legato a fattori meteorologici;
- la concentrazione di Ca^{2+} a Fossamastra risulta più alta rispetto a quella di tutte le altre postazioni con valori raddoppiati nella stagione invernale; anche il valore delle campagne di bianco è molto simile al valore medio delle campagne invernali.

Nella tabella che segue sono riassunti i ratei di deposizioni medi per tipologia di postazione e distinti per stagione:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

	Media ± Dev. St. (mg/m²/d)	Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH^{4+}	Cl^{-}	NO^{3-}	SO_4^{2-}	$nsSO_4^{2-}$
Bianco	P. Extra-urbane	4,7±4,3	6,0±3,6	1,0±0,7	1,1±2,2	1,6±1,9	10,5±5,7	5,0±3,1	4,6±3,1	3,1±2,5
	P. Urbane	5,2±4,1	6,5±4,0	1,2±0,6	1,0±1,0	1,6±2,0	10,9±6,5	4,9±2,9	4,5±3,2	2,9±2,4
	Fossamastra	10,4±7,2	7,2±4,8	1,5±0,8	0,5±0,2	0,7±0,8	12,6±7,0	4,9±2,5	4,4±3,2	2,7±2,4
Estate	P. Extra-urbane	2,9±1,8	2,6±2,4	0,4±0,4	0,5±0,8	0,5±0,5	4,4±3,9	2,9±2,3	2,9±2,4	2,3±1,9
	P. Urbane	3,3±2,3	2,4±2,0	0,5±0,4	0,6±0,5	0,5±0,6	4,0±3,2	3,2±2,6	3,0±2,4	2,5±2,0
	Fossamastra	5,8±4,7	3,5±2,2	0,7±0,5	0,3±0,1	0,3±0,4	5,8±3,4	3,2±2,7	3,4±2,5	2,6±2,1
Inverno	P. Extra-urbane	3,9±2,0	12,7±7,5	1,5±0,9	1,1±0,8	1,4±1,0	20,9±12,5	7,8±2,7	6,5±2,5	3,6±1,6
	P. Urbane	5,9±3,0	12,7±7,4	2,1±2,1	1,7±2,3	2,4±2,6	20,8±11,8	8,7±3,0	7,7±3,3	4,9±3,2
	Fossamastra	13,3±4,0	13,1±7,9	2,4±1,4	0,7±0,3	0,9±0,9	22,0±13,3	8,0±2,4	7,4±2,8	4,4±1,6

Tabella 58 - Ratei stagionali delle deposizioni di specie ioniche nel 2014-2022 per tipologia di postazione. Valori in mg/m²/d.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

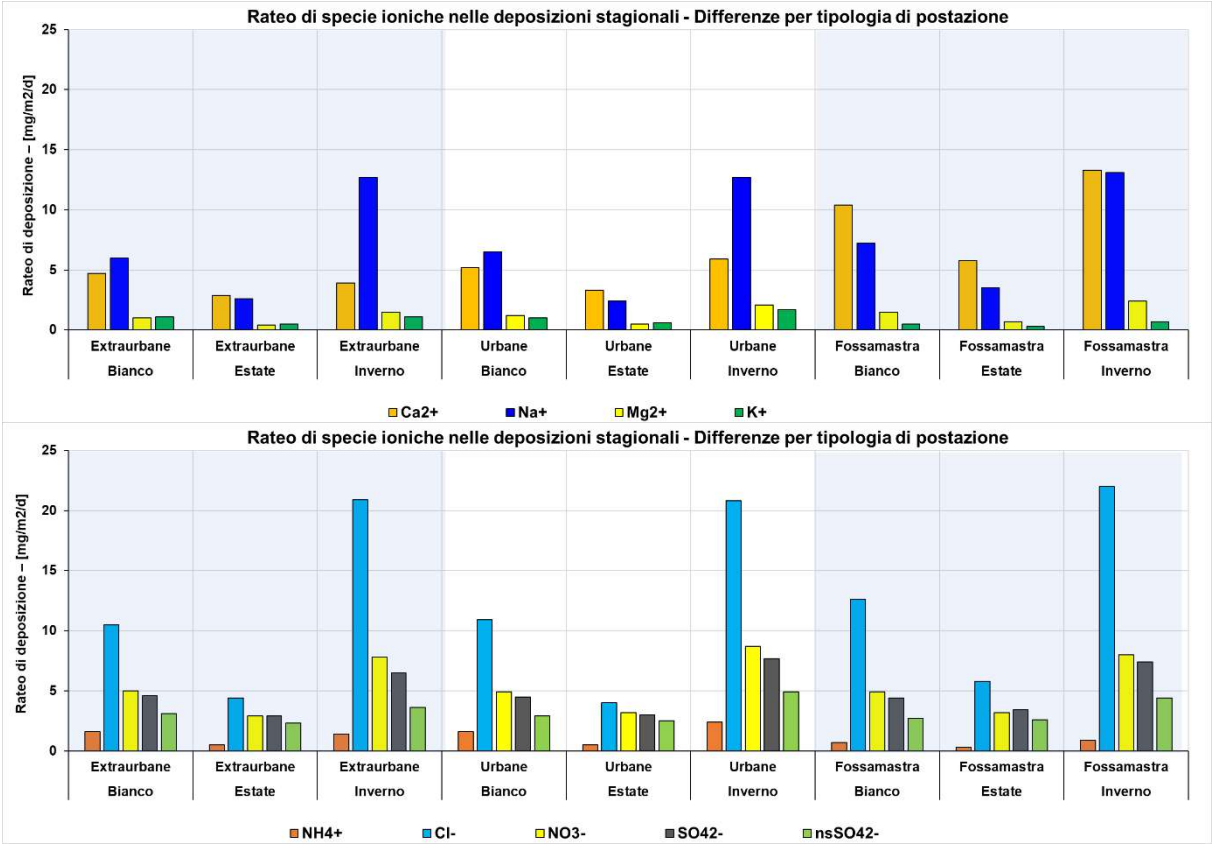


Figura 68 – Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei delle specie ioniche nei differenti tipi di postazioni.

Dalla tabella e dal grafico precedenti si evidenzia che:

- il rateo medio di deposizione delle specie ioniche è abbastanza confrontabile tra differenti tipologie di postazione per ogni stagione a meno del K^{+} e NH_4^{+} nella postazione di fondo urbano e del Ca^{2+} a Fossamastra, probabilmente influenzati da differenti pressioni locali;
- in tutte le postazioni i ratei medi invernali sono almeno il doppio di quelli estivi (cloro e sodio presentano ratei anche 3-4 volte maggiori), in quanto la

deposizione di specie ioniche avviene prevalentemente per via umida e quindi correlata all'entità delle precipitazioni;
- i valori medi delle campagne di bianco si collocano quasi ovunque in maniera intermedia rispetto a quelli stagionali.

5.6 **Sintesi dei risultati dei monitoraggi 2016-2022 rilevati dalla postazione fissa MELARA**

In questo paragrafo sono valutati i risultati delle campagne della prescrizione 29 (ex 14), effettuate nella postazione di Melara, inserita dal 2016 nel protocollo modificato, come postazione di monitoraggio continuo.
Per l'analisi dell'andamento dei ratei di deposizione delle polveri dal 2016 al 2022 sono stati presi in considerazione i monitoraggi condotti in contemporanea con le campagne della prescrizione 29 (ex14).
In particolare, per la valutazione degli andamenti pluriennali è stata effettuata una valutazione statistica delle deposizioni e delle concentrazioni in aria di specie chimiche che avvengono in media **stagionalmente** e non influenzate da eventi estemporanei (incendi, lavori stradali, ecc.).

Nella Tabella che segue sono riportate le campagne di monitoraggio effettuate a partire dal 2016.

Nel complesso:
- sono state condotte: 14 campagne invernali, 7 primaverili, 12 estive e 11 campagne autunnali con la Centrale in funzionamento;
- sono state trattate come bianco tutte le campagne indicate in Tabella 59 con la sigla "bianco" perché centrale non operativa, per un totale di 32 campagne.
- dalle elaborazioni statistiche è stata esclusa la campagna autunnale **P14 18/4**, caratterizzata da un fenomeno molto marcato di avvezione sahariana con intensa deposizione di sabbia accompagnato da una mareggiata da ostro e da libeccio con tempo di ritorno duecentennale.

Per i calcoli e le considerazioni del presente paragrafo, i valori di deposizioni inferiori al limite di rilevabilità, sono stati sostituiti con metà del limite di rivelabilità.

Sigla	Data Inizio	Data Fine	Note
P14 16/1	26/02/16	30/03/16	Campagna invernale
P14 16/2	30/03/16	27/04/16	Campagna invernale
ME 16/A	27/04/16	30/05/16	Campagna primaverile
ME 16/B	30/05/16	28/06/16	Campagna estiva
P14 16/3	28/06/16	28/07/16	Campagna estiva
P14 16/4	28/07/16	01/09/16	Campagna estiva
ME 16/C	01/09/16	28/09/16	Campagna autunnale
ME 16/D	28/09/16	28/10/16	Campagna autunnale
ME 16/E	28/10/16	01/12/16	Campagna autunnale
ME16/F	01/12/16	19/01/17	Campagna invernale
P14 17/1	19/01/17	22/02/17	Campagna invernale
ME 17/A	27/02/17	24/03/17	Campagna primaverile
ME 17/B	24/03/17	20/04/17	Campagna primaverile
P14 17/2	27/04/17	25/05/17	Campagna primaverile/"bianco"
ME 17/C	25/05/17	29/06/17	Campagna estiva
P14 17/3	29/06/17	02/08/17	Campagna estiva
ME 17/D	02/08/17	05/09/17	Campagna estiva
ME 17/E	05/09/17	10/10/17	Campagna autunnale
P14 17/4	10/10/17	09/11/17	Campagna autunnale
ME 17/F	09/11/17	13/12/17	Campagna autunnale
ME 17/G	13/12/17	18/01/18	Campagna invernale
P14 18/1	18/01/18	22/02/18	Campagna invernale
ME 18/A	22/02/18	29/03/18	Campagna invernale
P14 18/2	30/03/18	27/04/18	Campagna primaverile/"bianco"
ME 18/B	27/04/18	30/05/18	Campagna primaverile
ME 18/C	30/05/18	28/06/18	Campagna estiva
P14 18/3	28/06/18	01/08/18	Campagna estiva
ME 18/D	01/08/18	03/09/18	Campagna estiva
ME 18/E	03/09/18	11/10/18	Campagna autunnale
P14 18/4	11/10/18	06/11/18	Campagna autunnale
ME 18/F	06/11/18	17/12/18	Campagna autunnale
ME 19/A	17/12/2018	15/01/2019	Campagna invernale
ME 19/B	15/01/2019	14/02/2019	Campagna invernale
ME 19/C	14/02/2019	14/03/2019	Campagna invernale/"bianco"
P14 19/1	14/03/2019	18/04/2019	Campagna primaverile/"bianco"
ME 19/D	18/04/2019	22/05/2019	Campagna primaverile/"bianco"
ME 19/E	22/05/2019	20/06/2019	Campagna primaverile/"bianco"
P14 19/2	20/06/2019	24/07/2019	Campagna estiva
ME 19/F	24/07/2019	05/09/2019	Campagna estiva
ME 19/G	05/09/2019	08/10/2019	Campagna autunnale
P14 19/3	08/10/2019	04/11/2019	Campagna autunnale/"bianco"
P14 19/4	07/11/2019	12/12/2019	Campagna invernale
ME 19/H	12/12/2019	13/01/2020	Campagna invernale
ME 20/A	13/01/2020	13/02/2020	Campagna invernale/"bianco"
ME 20/B	13/02/2020	17/03/2020	Campagna invernale/"bianco"
ME 20/C	17/03/2020	21/04/2020	Campagna primaverile/"bianco"
P29 20/1	21/04/2020	27/05/2020	Campagna primaverile
ME 20/D	27/05/2020	24/06/2020	Campagna estiva
P29 20/2	24/06/2020	30/07/2020	Campagna estiva/"bianco"
ME 20/E	30/07/2020	03/09/2020	Campagna estiva/"bianco"
ME 20/F	03/09/2020	08/10/2020	Campagna autunnale/"bianco"
P29 20/3	08/10/2020	10/11/2020	Campagna autunnale/"bianco"
P29 20/4	10/11/2020	11/12/2020	Campagna invernale
ME 20/G	11/12/2020	12/01/2021	Campagna invernale/"bianco"
ME 21/A	12/01/2021	11/02/2021	Campagna invernale/"bianco"
P29 21/1	11/02/2021	18/03/2021	Campagna invernale/"bianco"
ME 21/B	18/03/2021	20/04/2021	Campagna primaverile
P29 21/2	20/04/2021	26/05/2021	Campagna primaverile
ME 21/C	26/05/2021	30/06/2021	Campagna primaverile/"bianco"
P29 21/3	30/06/2021	04/08/2021	Campagna estiva/"bianco"
ME 21/D	04/08/2021	07/09/2021	Campagna estiva/"bianco"
ME 21/E	07/09/2021	13/10/2021	Campagna autunnale
P29 21/4	13/10/2021	11/11/2021	Campagna autunnale/"bianco"
ME 21/F	11/11/2021	07/12/2021	Campagna invernale
ME 21/G	07/12/2021	11/01/2022	Campagna invernale
ME 22/A	11/01/2022	17/02/2022	Campagna invernale/"bianco"
P29 22/1	17/02/2022	17/03/2022	Campagna invernale/"bianco"
ME 22/B	17/03/2022	14/04/2022	Campagna primaverile/"bianco"
P29 22/2	14/04/2022	17/05/2022	Campagna primaverile/"bianco"
ME 22/C	17/05/2022	16/06/2022	Campagna primaverile/"bianco"
P29 22/3	16/06/2022	20/07/2022	Campagna estiva/"bianco"
ME 22D	20/07/2022	23/08/2022	Campagna estiva/"bianco"
ME 22/E	23-08-2022	22/09/2022	Campagna estiva/"bianco"
P29 22/4	22/09/2022	26/10/2022	Campagna autunnale/"bianco"
ME 22/F	26/10/2022	29/11/2022	Campagna autunnale/"bianco"
ME 22/G	29/11/2022	28/12/2022	Campagna invernale/"bianco"

Tabella 59 - Campagne eseguite per la prescrizione 29 (ex 14).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

5.6.2 Ratei di deposizione delle polveri

Nella Tabella che segue sono riportati i ratei di deposizione della postazione di Melara per le campagne aggiuntive (evidenziate in grassetto) e per quelle di campagna, e le % di esercizio della CTE.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Sigla	Data Inizio	Data Fine	Giorni esposizione	Rateo deposizione insolubile [mg/m^2/d]	Precipitazione raccolta [mm]	% di esercizio CTE
P14 16/1	26/06/16	30/03/16	33	33	127	97%
P14 16/2	30/06/16	27/04/16	28	52	74	79%
ME 16/A	27/04/16	30/05/16	33	75	62	85%
ME 16/B	30/05/16	28/06/16	29	22	161	82%
P14 16/3	28/06/16	28/07/16	30	28	0	100%
P14 16/4	28/07/16	01/09/16	35	57	112	16%
ME 16/C	01/09/16	28/09/16	27	20	67	86%
ME 16/D	28/09/16	28/10/16	30	91	86	74%
ME 16/E	28/10/16	01/12/16	34	31	138	99%
ME 16/F	01/12/16	19/01/17	50	10	33	92%
P14 17/1	19/01/17	22/02/17	34	16	257	74%
ME 17/A	27/02/17	24/03/17	25	50	45	88%
ME 17/B	24/03/17	27/04/17	34	54	28	100%
P14 17/2	27/04/17	25/05/17	28	33	66	0%
ME 17/C	25/05/17	29/06/17	34	152	11	24%
P14 17/3	29/06/17	02/08/17	34	23	0	32%
ME 17/D	02/08/17	05/09/17	34	18	1	38%
ME 17/E	05/09/17	10/10/17	35	17	153	54%
P14 17/4	10/10/17	09/11/17	30	11	65	100%
ME 17/F	09/11/17	13/12/17	34	20	221	88%
ME 17/G	13/12/17	18/01/18	36	27	150	78%
P14 18/1	18/01/18	22/02/18	35	10	109	41%
ME 18/A	22/02/18	29/03/18	35	32	248	20%
P14 18/2	30/03/18	27/04/18	28	97	131	0%
ME 18/B	27/04/18	30/05/18	33	19	54	9%
ME 18/C	30/05/18	28/06/18	29	37	37	17%
P14 18/3	28/06/18	01/08/18	34	22	6	35%
ME 18/D	01/08/18	03/09/18	33	24	39	100%
ME 18/E	03/09/18	11/10/18	38	28	20	100%
P14 18/4	11/10/18	06/11/18	26	349	264	27%
ME 18/F	06/11/18	17/12/18	41	41	202	100%
ME 19/A	17/12/18	15/01/19	29	16	36	48%
ME 19/B	15/01/19	14/02/19	30	17	222	100%
ME 19/C	14/02/19	14/03/19	28	29	44	0%
P14 19/1	14/03/19	18/04/19	35	24	188	0%
ME 19/D	18/04/19	22/05/19	34	41	219	0%
ME 19/E	22/05/19	20/06/19	29	36	125	0%
P14 19/2	20/06/19	24/07/19	34	48	52	32%
ME 19/F	24/07/19	05/09/19	43	52	130	16%
ME 19/G	05/09/19	08/10/19	33	3	148	6%
P14 19/3	08/10/19	04/11/19	27	27	278	0%
P14 19/4	07/11/19	12/12/19	35	14	370	54%
ME 19/H	12/12/19	13/01/20	32	3	281	31%
ME 20/A	13/01/20	13/02/20	31	13	149	0%
ME 20/B	13/02/20	17/03/20	33	24	199	0%
ME 20/C	17/03/20	21/04/20	35	24	18	0%
P29 20/1	21/04/20	27/05/20	36	53	110	22%
ME 20/D	27/05/20	24/06/20	28	35	178	60%
P29 20/2	24/06/20	30/07/20	36	20	40	0%
ME 20/E	30/07/20	03/09/20	35	27	154	0%
ME 20/F	03/09/20	08/10/20	35	28	222	0%
P29 20/3	08/10/20	10/11/20	33	13	79	0%
P29 20/4	10/11/20	11/12/20	31	18	236	10%
ME 20/G	11/12/20	12/01/21	32	11	347	0%
ME 21/A	12/01/21	11/02/21	30	57	270	0%
P29 21/1	11/02/21	18/03/21	35	24	41	0%
ME 21/B	18/03/21	20/04/21	33	37	57	12%
P29 21/2	20/04/21	26/05/21	36	90	157	8%
ME 21/C	26/05/21	30/06/21	35	37	6	0%
P29 21/3	30/06/21	04/08/21	35	51	38	0%
ME 21/D	04/08/21	07/09/21	34	40	23	0%
ME 21/E	07/09/21	13/10/21	36	70	274	25%
P29 21/4	13/10/21	11/11/21	29	21	202	0%
ME 21/F	11/11/21	07/12/21	26	90	137	16%
ME 21/G	07/12/21	11/01/22	35	3	196	14%
ME 22/A	11/01/22	17/02/22	37	6	71	0%
P29 22/1	17/02/22	17/03/22	28	15	25	0%
ME 22/B	17/03/22	14/04/22	28	48	66	0%
P29 22/2	14/04/22	17/05/22	33	142	97	0%
ME 22/C	17/05/22	16/06/22	30	43	15	0%
P29 22/3	16/06/22	20/07/22	34	97	6	0%
ME 22D	20/07/22	23/08/22	34	36	40	0%
ME 22/E	23/08/22	22/09/22	30	14	15	0%
P29 22/4	22/09/22	26/10/22	34	10	71	0%
ME 22/F	26/10/22	29/11/22	34	4	191	0%
ME 22/G	29/11/22	28/12/22	29	6	235	0%

Tabella 60 – Ratei di deposizione polveri, precipitazione raccolta e percentuale di esercizio della CTE ENEL. Campagne eseguite per la Prescrizione 29.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Nella figura che segue, sono riportati i ratei di deposizione delle polveri. È stata inclusa anche la precipitazione totale raccolta nel deposimetro, in mm, con asse secondario invertito.
Si evidenzia che nei grafici le campagne comprese nella P 29 (ex 14) sono riportate con istogramma tratteggiato quelle integrative con istogramma a colore pieno.

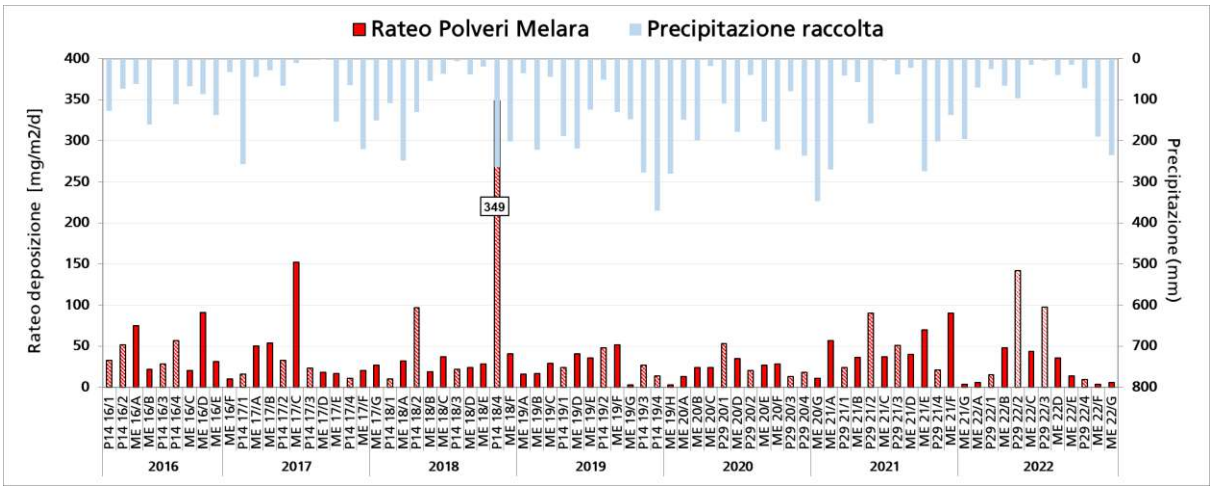


Figura 69 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili e precipitazione raccolta nel corso delle campagne 2016-2022. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della Prescrizione 29 (ex 14) mentre quelli in rosso alle campagne aggiuntive.

Dalla figura precedente, si evidenzia che:

- le deposizioni, fatta esclusione per quelle rilevate durante la campagna **P14 18/4**[27], si collocano complessivamente ben al di sotto dei valori di riferimento adottati da alcune nazioni europee aventi caratteristiche analoghe a quelle del territorio italiano (200 – 350 mg/m^2/d) (vedi par. 4.1.1);
- si nota un lieve aumento nel 2021, dopo la riduzione dell'anno di inizio pandemia e una diminuzione verso la fine del 2022;
- nel complesso, emerge un quadro di contenute deposizioni di polveri, la cui variabilità è indipendente dalla precipitazione raccolta e dal funzionamento della Centrale CTE come si evidenzia nella figura sottostante.

[27] La particolarità di questa campagna caratterizzata da anomale deposizioni di polveri, per evento estremo meteorologico, è stata ampiamente discussa nei capitoli precedenti.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
IQNet
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

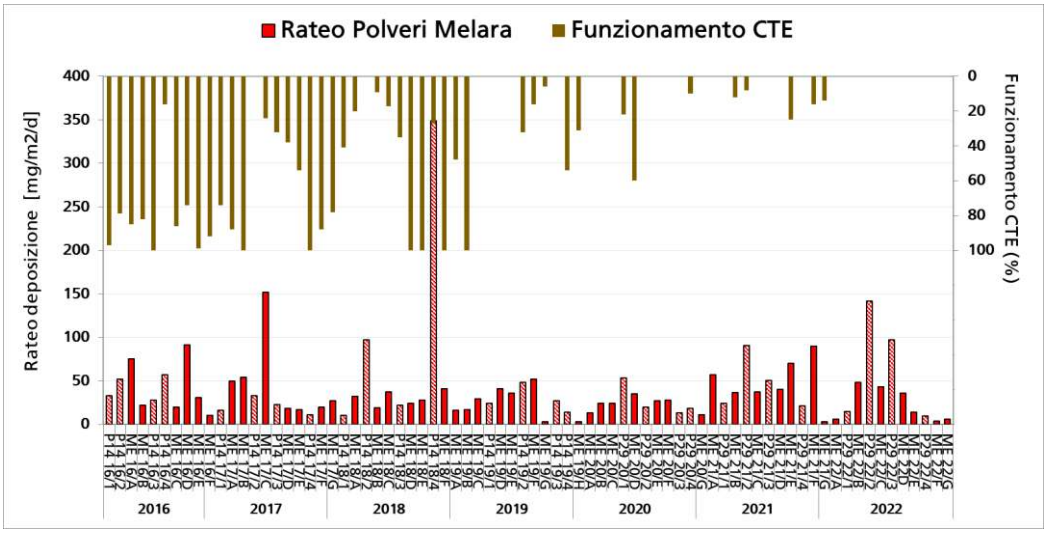


Figura 70 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili e funzionamento della centrale CTE con asse secondario invertito nel corso delle campagne 2016-2022. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della Prescrizione 29 (ex)14 mentre quelli in rosso alle campagne aggiuntive.

Nella tabella che segue sono riportati i valori medi stagionali (± 1 deviazione standard) dei ratei di deposizione di **polveri**, a confronto con la campagna di bianco.

Postazione	Bianco	Inverno	Primavera	Estate	Autunno*
	Media (mg/m²/d)	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*	*Media ± Dev. St. (mg/m²/d)*
Melara	34±30	24±23	54±23	43±37	33±27

Tabella 61 – Ratei medi stagionali delle campagne continuative di monitoraggio e della campagna di bianco. (*) È stata esclusa la campagna P14 18/4 per anomalia meteorologica.

Dai dati raccolti si può osservare quanto riportato nel seguito:

- i ratei medi stagionali sono abbastanza confrontabili tra i periodi più caldi (primavera e estate) e i più freddi (autunno e inverno);
- i ratei maggiori si rilevano in primavera;
- i valori medi di bianco si collocano in maniera intermedia tra quelli estivi e invernali, data l'elevata variabilità stagionale delle campagne di bianco.

I dati della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue assieme alla percentuale di funzionamento della CTE ENEL:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

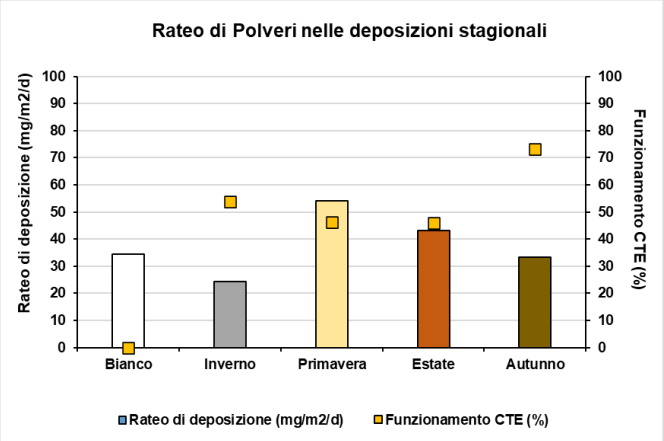
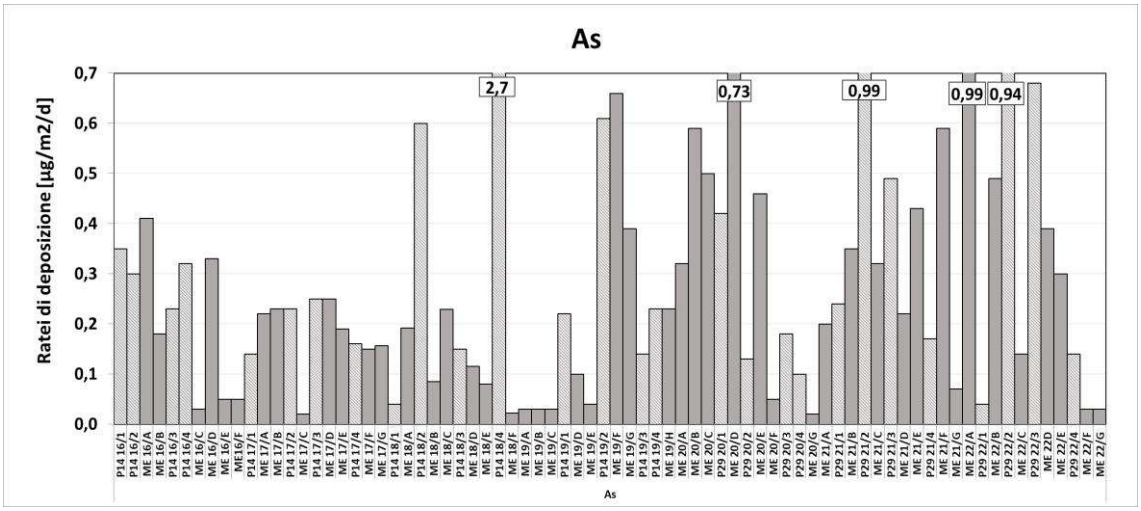


Figura 71 – Confronto tra i ratei stagionali di deposizione di polveri e % di funzionamento CTE.

I dati rilevati non evidenziano una correlazione significativa con il funzionamento della Centrale CTE ENEL.

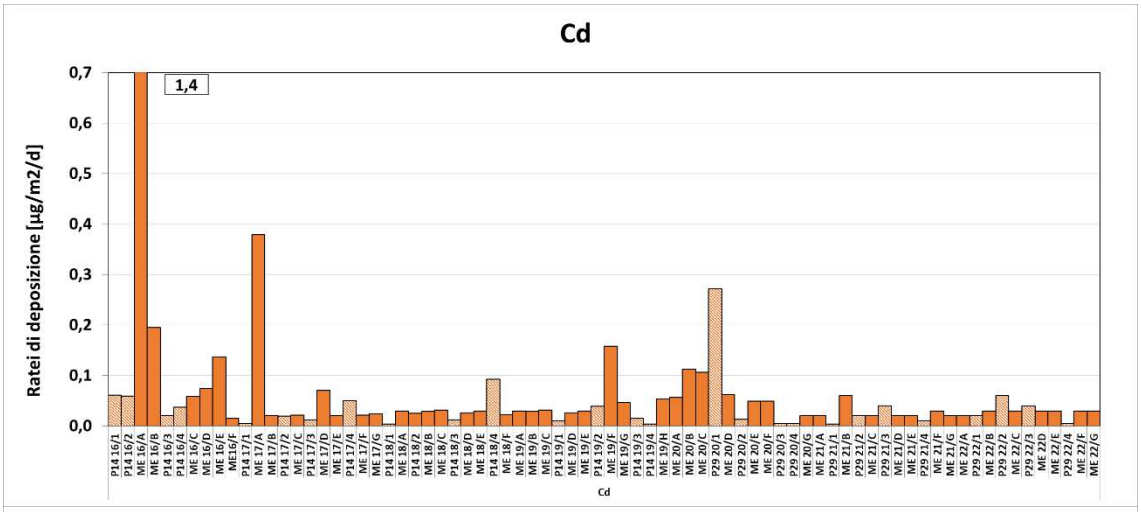
5.6.3 Ratei di deposizioni stagionali dei metalli

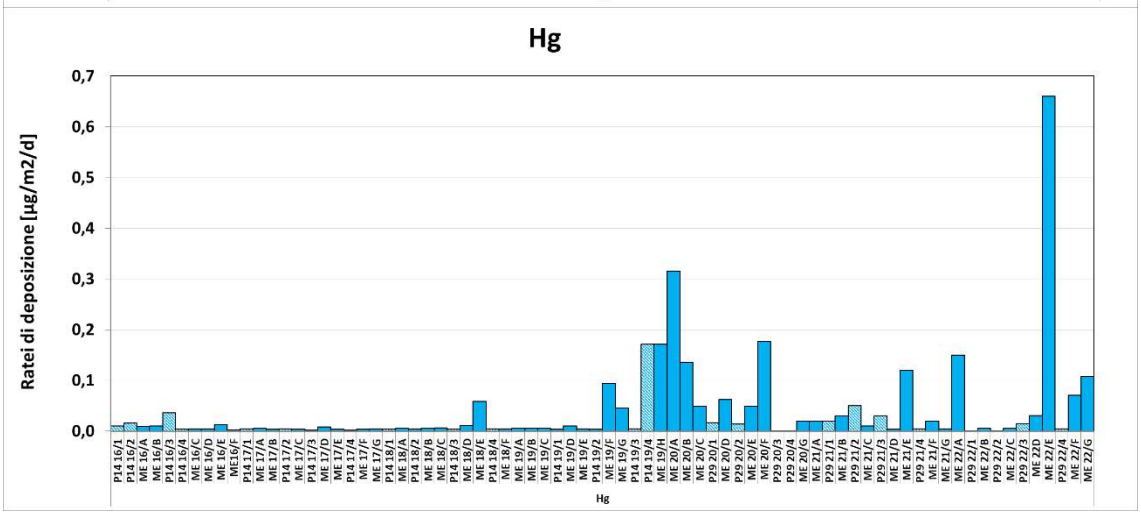
Le figure seguenti confrontano i ratei di deposizioni dei metalli dal 2016 al 2022, nel corso delle campagne elencate nella Tabella 59.
Le prime includono i metalli presenti in traccia, con fondo scala 0,7 µg/m^2/d e quelle dopo i metalli maggioritari, con fondo scala 70 µg/m^2/d.
Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della P29 (ex14) mentre quelli pieni alle campagne aggiuntive.

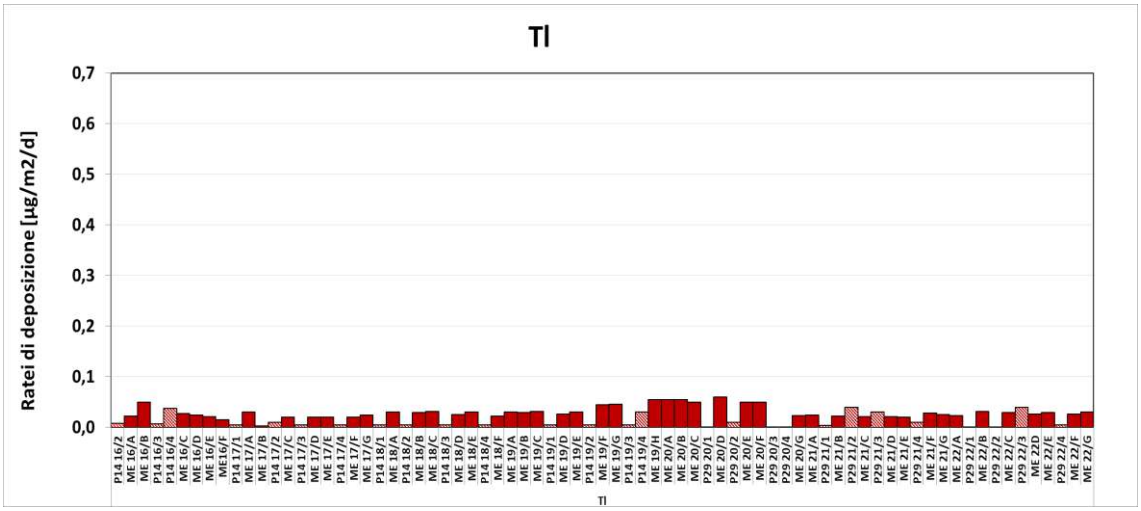


Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

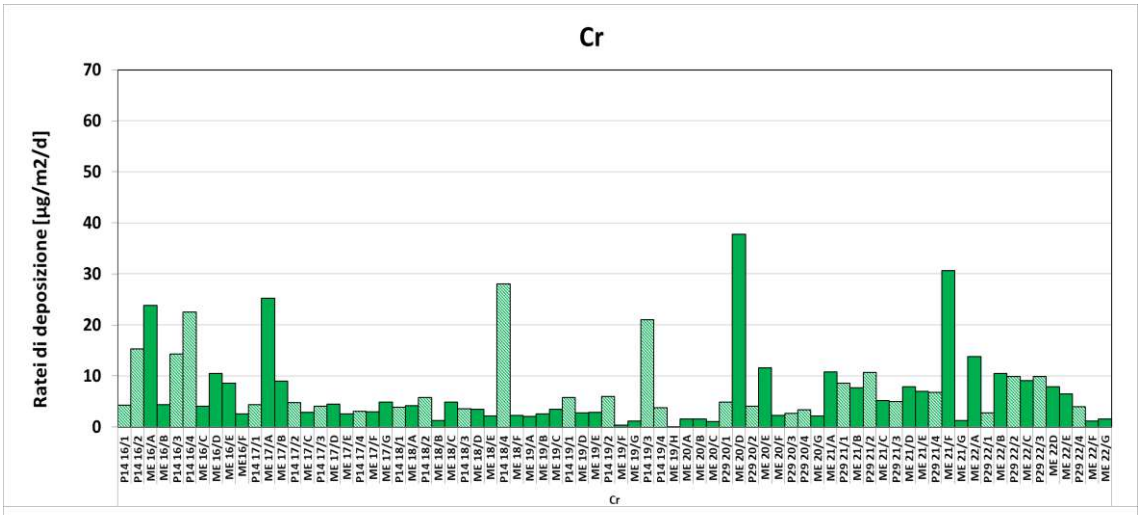


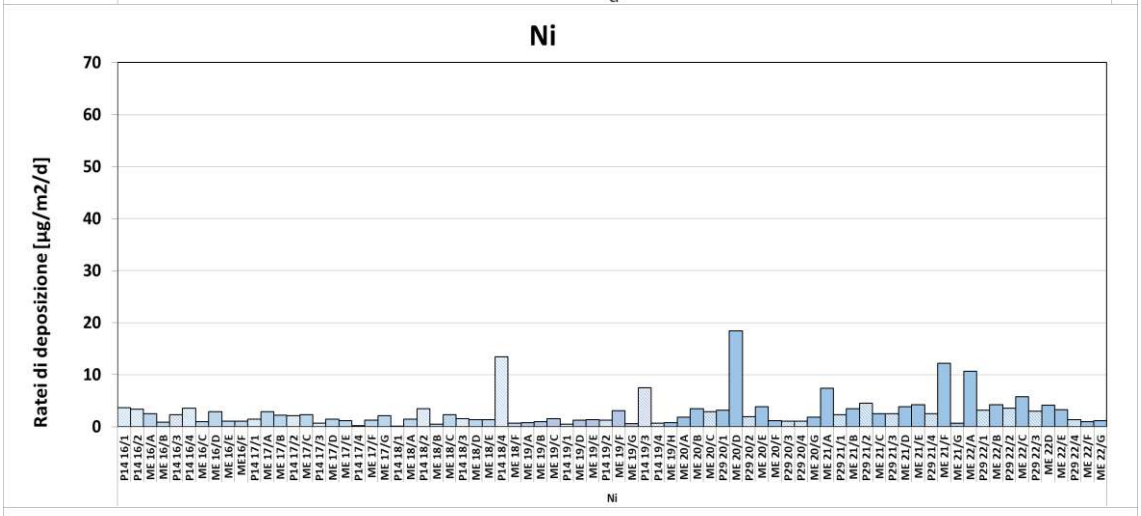


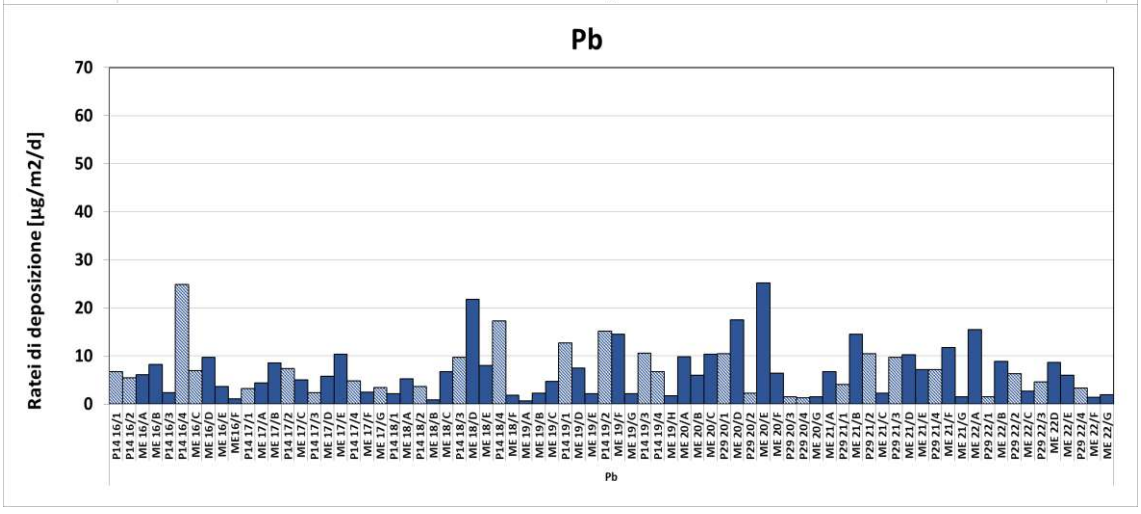


Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001







Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

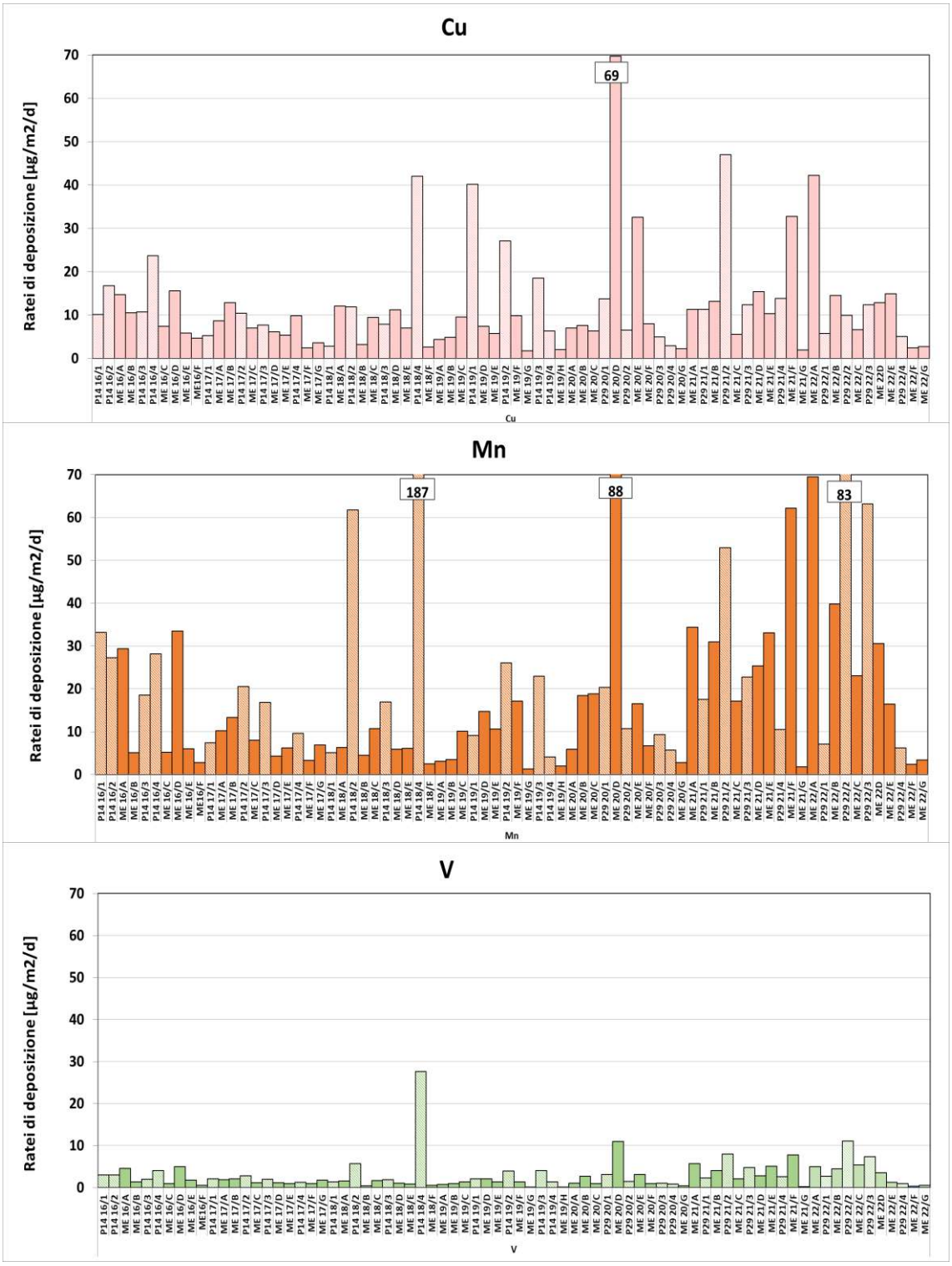


Figura 72 – Confronto delle deposizioni di metalli nelle campagne 2016-2022. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della Prescrizione 29 (ex14) mentre quelli pieni alle campagne aggiuntive.

Dai grafici sopra, si evidenzia che i ratei di deposizione dei metalli sono risultati abbastanza omogenei nel corso dei sei anni per As, Hg, Tl, Ni, V mentre mostrano una maggiore variabilità per Cd, Cr, Pb, Cu e Mn. Il valore di Cd nella campagna **ME P16/A**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

e di Cr, Ni e Cu nella **P29 20/D**, cosi come anche i valori di V, As e Mn nella campagna **P14 18/4** (caratterizzata intensa mareggiata e un fenomeno di avvezione sahariana) e di Hg nella **P29 22/E** sembrerebbero casi isolati. Il Mn presenta un alto valore di rateo durante il corso della **P29 22/2** tuttavia confrontabile con qualche picco rilevato nel corso degli anni passati.

Per meglio valutare gli andamenti stagionali, nella tabella che segue sono riassunti i ratei stagionali di deposizione dei metalli nella postazione e quelli delle campagne di bianco. Non sono stati considerati gli andamenti di Hg e Tl che hanno valori molto bassi e molto spesso vicini al loro limite di quantificazione.

Media ± Dev. St. (µg/m²/d)	*Campagna*	As	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Melara (urbana)	***Bianco***	0,3±0,3	0,03±0,025	6,1±4,4	3,1±2,2	6,6±5,0	11,8±9,6	22,2±20,4	2,9±2,3
	Inverno	0,2±0,2	0,03±0,02	5,9±7,9	2,2±3,1	3,8±3,1	7,9±8,3	12,2±17,2	1,8±1,9
	Primavera	0,4±0,3	0,31±0,50	11,8±9,2	2,7±1,2	7,9±4,5	16,2±14,1	23,1±16,4	3,4±2,4
	Estate	0,3±0,2	0,06±0,06	9,1±10,9	3,3±4,9	11,2±7,5	16,8±17,9	20,5±22,9	2,7±2,8
	Autunno	0,2±0,2	0,05±0,04	4,4±3,1	1,4±1,2	5,7±3,2	6,8±4,3	10,7±12,1	1,7±1,8

Tabella 62 – Ratei medi stagionali dei metalli nella postazione di Melara.

Esaminando i ratei medi stagionali, va osservato, in primo luogo, che i valori delle deviazioni standard sono spesso elevati e le apparenti differenze nelle deposizioni medie stagionali non hanno una grande rilevanza statistica. I valori della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue:

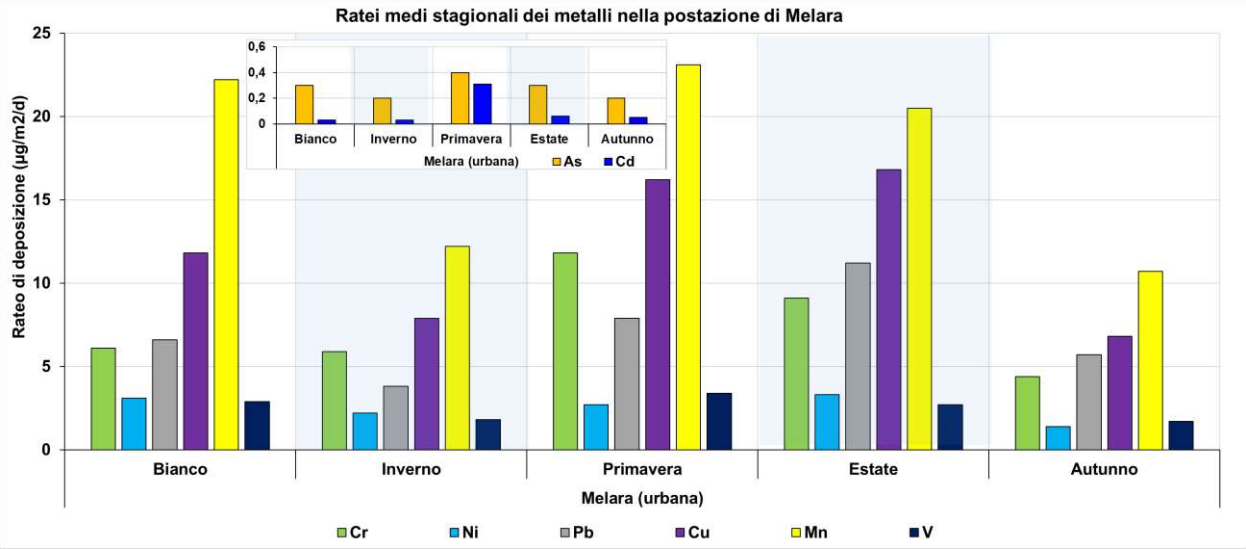


Figura 73 – Confronto tra i valori medi stagionali dei ratei dei metalli a Melara.

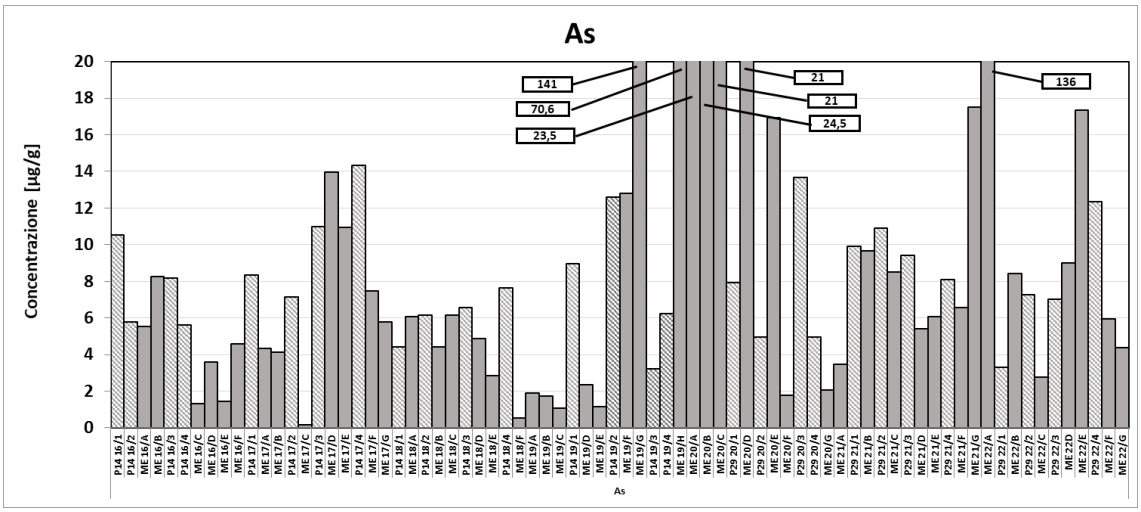
Dalla figura precedente, inoltre si evidenzia che i valori medi delle campagne di bianco sono confrontabili con i ratei medi stagionali; in ogni caso, i ratei di deposizione dei metalli come quelli delle polveri sedimentabili, sono ampiamente entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee, riportati nel cap. 4, e tipici di ambienti urbani e rurali.

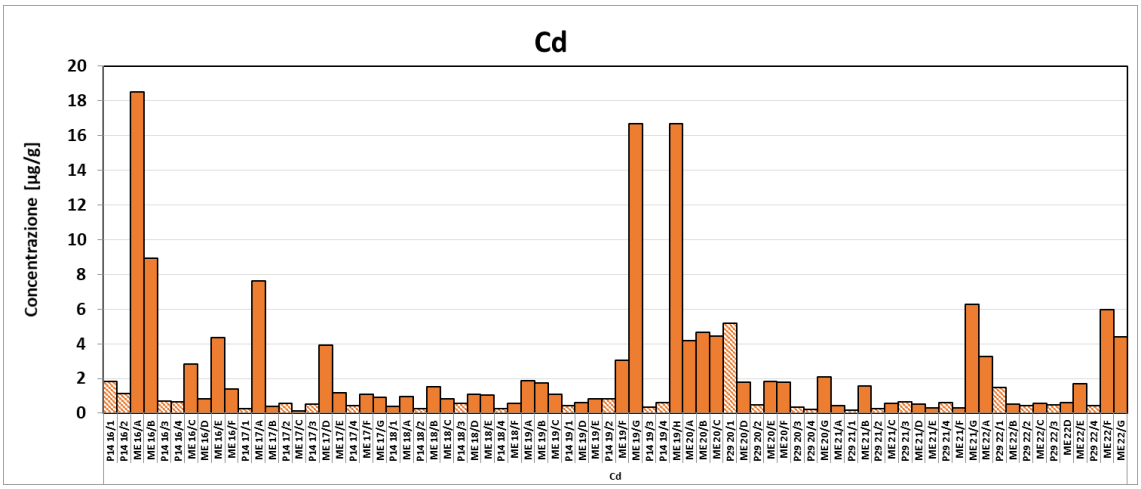
Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

5.6.4 Concentrazioni di metalli nelle polveri

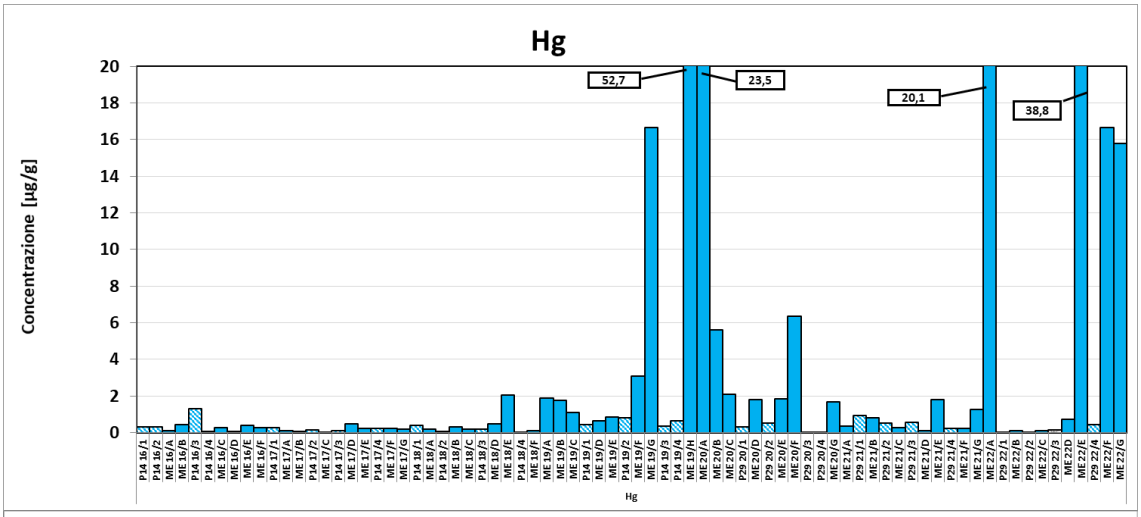
Per valutare le possibili variazioni intervenute nella composizione delle polveri depositate durante le campagne di monitoraggio, si è proceduto al calcolo delle concentrazioni dei metalli. Nei grafici seguenti sono mostrate le **concentrazioni** in μg/g dei metalli nelle deposizioni raccolte nel corso delle campagne: gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della P29 (ex14) mentre quelli pieni alle campagne aggiuntive.

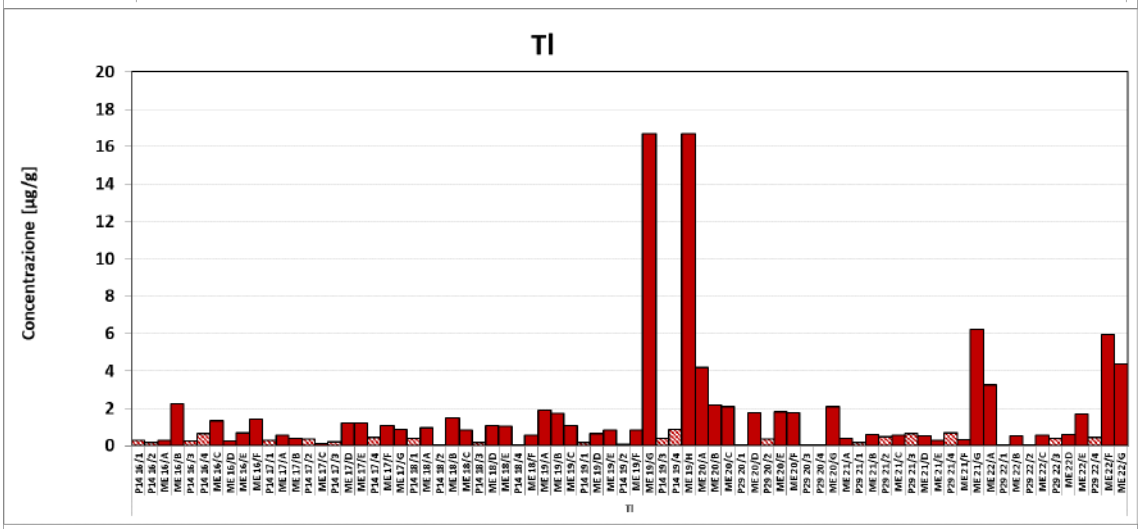


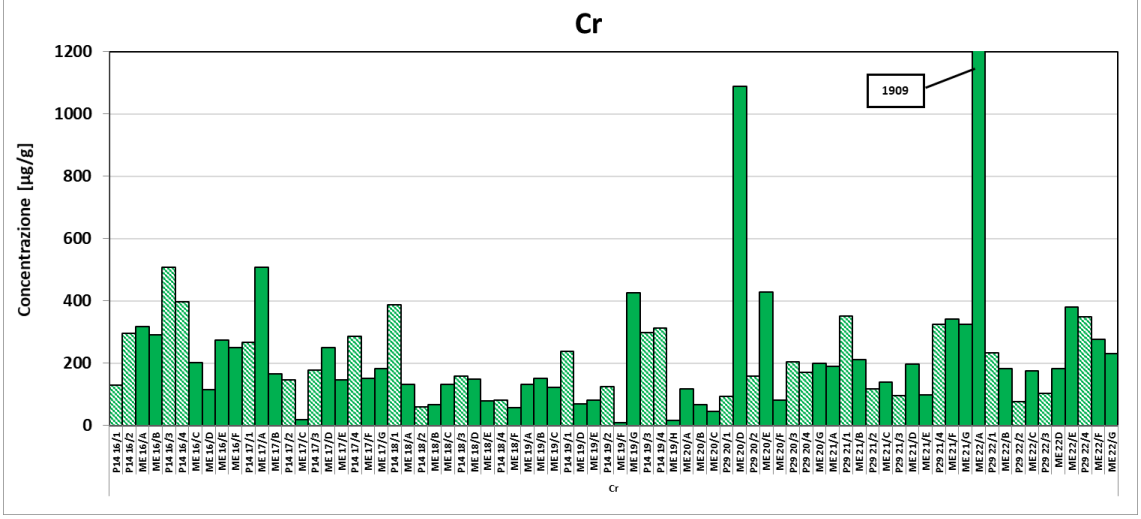


Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
IQNet
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

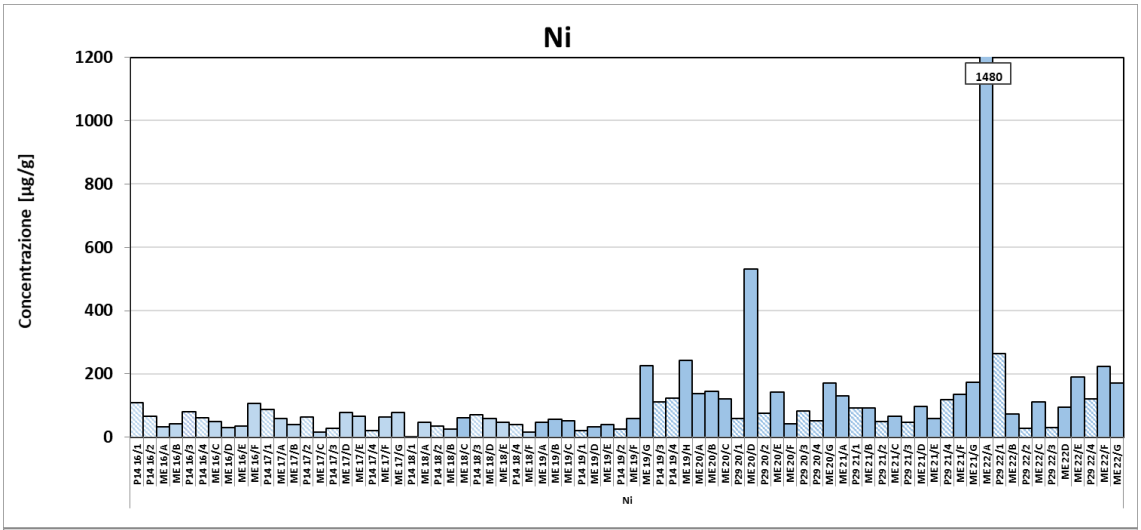


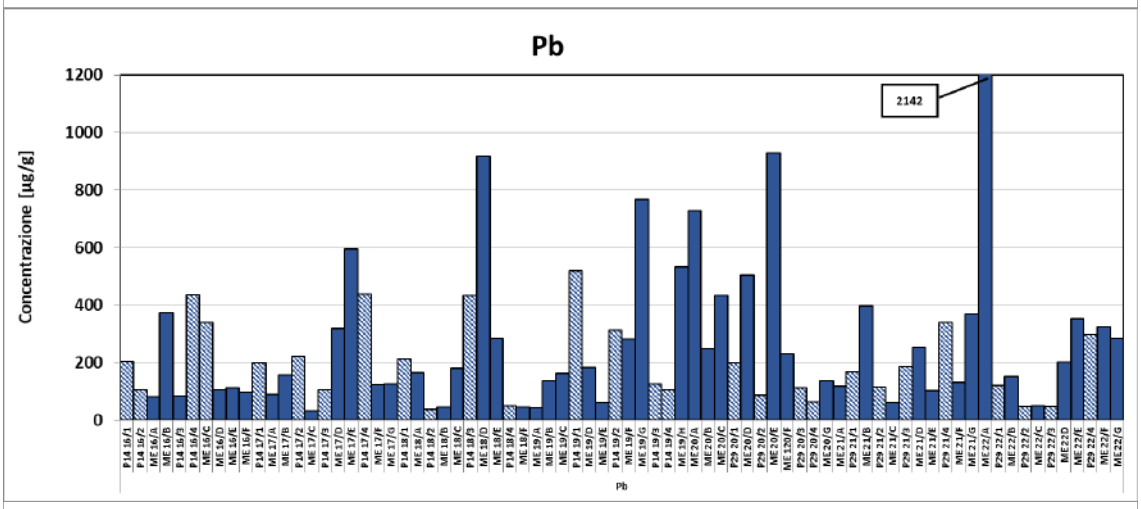


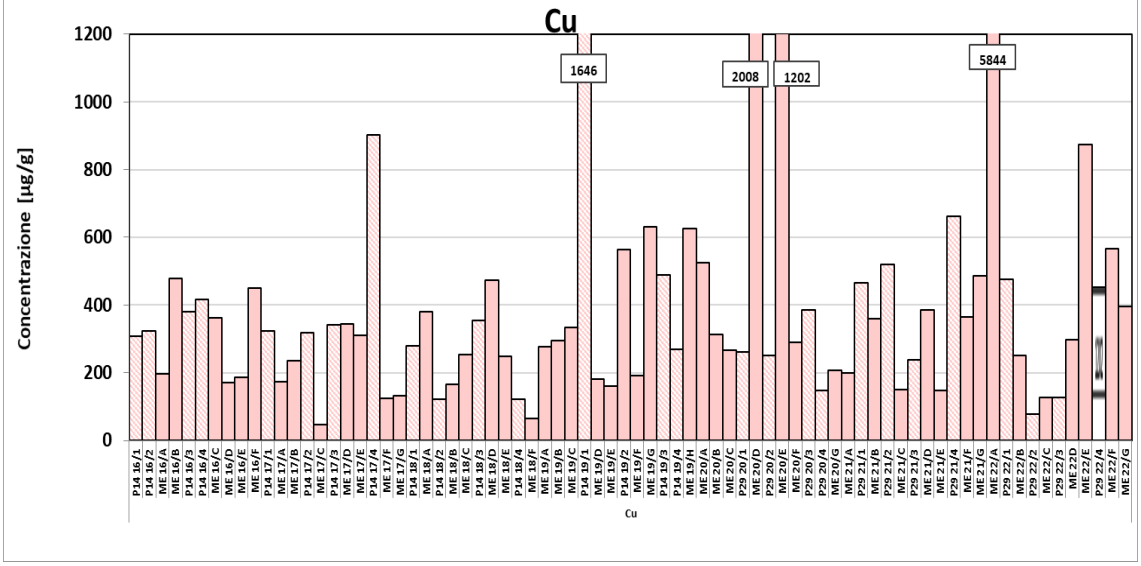


Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001







Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

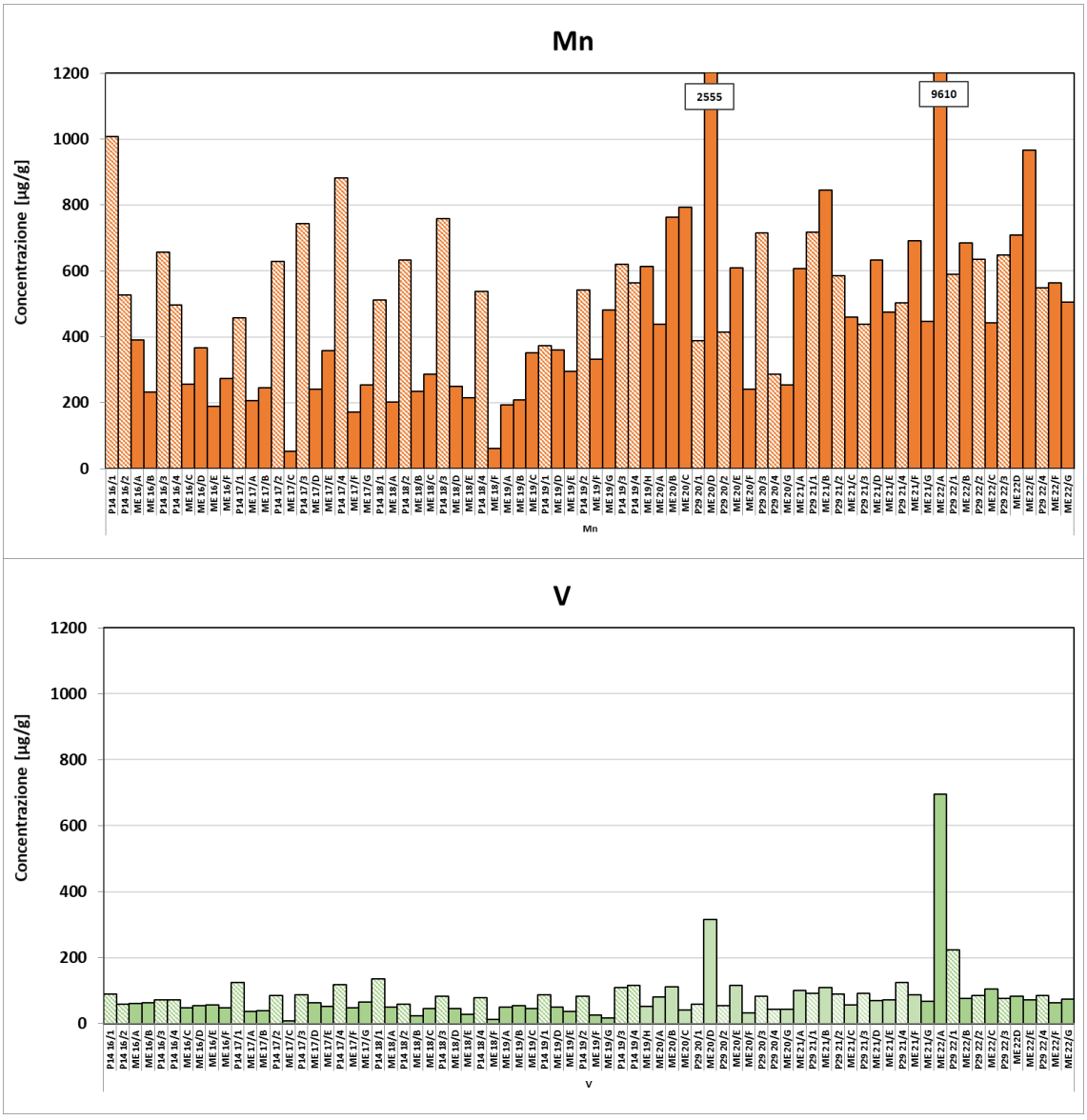


Figura 74– Confronto delle concentrazioni (µg/g) di metalli nelle campagne 2016-2022. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della Prescrizione 29 (ex 14) mentre quelli in rosso alle campagne aggiuntive.

Dai grafici in Figura 74 si evidenzia che tra le varie campagne:

- la concentrazione di As e Cd è abbastanza variabile con i valori più elevati nelle campagne**19/G** per As e **16/A** per Cd;
- le concentrazioni di Hg e di Tl sono molto basse, a parte qualche campagna;
- le concentrazioni di Ni e di V sono poco variabili;
- la concentrazione di Pb è abbastanza variabile e con elevati valori;
- la concentrazione di Cu è quasi sempre significativa;
- la concentrazione di Mn è molto variabile; essendo un metallo tipicamente terrigeno, potrebbe essere fortemente influenzata da apporti naturali;
- la concentrazione di Cr, Ni, Cu, Mn e V rilevata nella campagna **20/D**, rispetto alle ipotesi formulate nel rapporto (vedi Report 2020, n. 22249 del 02/08/2021), si ritiene causata da non individuate attività antropiche nelle vicinanze in quanto, nelle

operazioni di accensione della CTE dopo un lungo periodo di inattività, effettuate anche nel 2021, non si sono evidenziati valori anomali di questi metalli;

- la concentrazione elevata di As, Cr, Ni, Pb, Cu, Mn e V rilevata nella campagna **22/A** si ritiene sia causata da non individuate attività antropiche probabilmente verificatosi a larga scala (rilevate anche per lo stesso periodo a BYPASS, vedi cap 4).

La tabella che segue riassume le **concentrazioni medie** dei metalli nelle polveri nelle diverse stagioni e nella campagna di bianco.

Media ± Dev. St. (µg/g)		As	Cd	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Melara (urbana)	**Bianco**	12,4±23,5	1,5±1,6	241±321	144±251	293±391	537±1013	836±1610	100±114
	Inverno	11,1±17,6	2,5±4,4	220±106	95±61	178±130	333±128	446±232	74±31
	Primavera	6,7±2,8	5,0±6,5	211±155	51±22	155±118	273±127	413±231	59±31
	Estate	9,3±5,4	1,9±2,5	275±294	93±140	332±239	488±498	595±657	80±78
	Autunno	5,4±4,8	1,4±1,3	156±82	43±18	239±188	280±251	331±241	54±29

Tabella 63 – Concentrazioni medie dei metalli nelle polveri depositate stagionalmente. Valori in µg/g. Esclusi tutti i dati campagna della ME 19/G.

Dalla tabella precedente si evidenzia una certa variabilità delle concentrazioni di metalli, tuttavia, le concentrazioni medie nelle campagne di bianco sono confrontabili con quelle stagionali. I valori della tabella precedente sono mostrati sotto forma di istogrammi nella figura che segue:

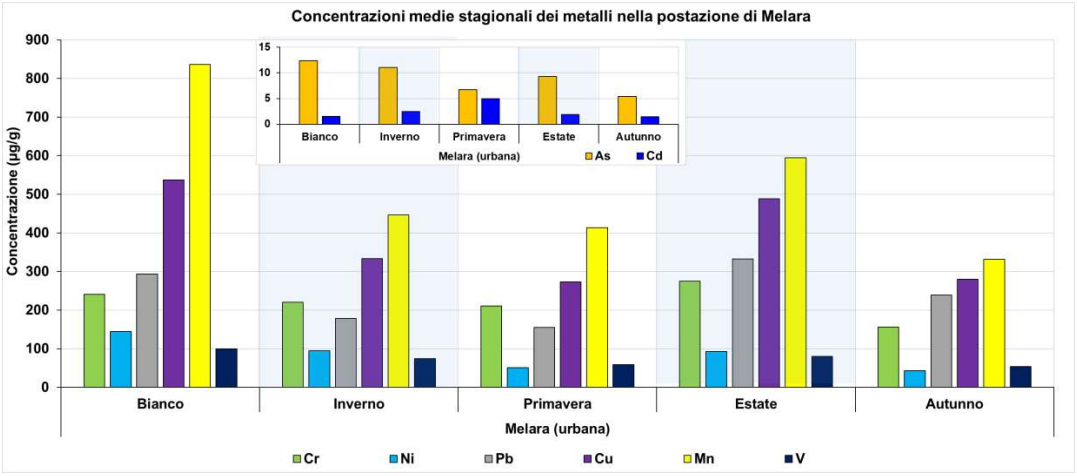


Figura 75 – Confronto tra concentrazioni medie dei metalli nelle polveri depositate stagionalmente a Melara.

5.6.5 Specie ioniche nelle deposizioni delle polveri

Nel protocollo analitico è stato previsto di determinare anche alcune specie ioniche utilizzando i campioni raccolti dai deposimetri per specie inorganiche. Trattandosi di deposimetri del tipo "bulk", le specie ioniche sono la somma di quelle presenti nelle deposizioni umide (piogge) e nelle deposizioni secche di polveri sedimentabili.
Nella tabella che segue sono riassunti i risultati di deposizione delle specie ioniche dei tre anni di monitoraggio mediati stagionalmente. I valori sono espressi in mg/m^2/d:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Media ± Dev. St. (mg/m²/d)		Ca2+	Na+	Mg2+	K+	NH4+	Cl-	NO3-	SO42-	nsSO42-
Melara	**Bianco**	11,1±17,1	1,9±2,2	2,3±8,4	1,0±1,0	20,0±30,9	6,3±4,7	5,0±5,2	2,2±1,8	11,1±17,1
	Inverno	14,9±7,5	2,2±1,2	0,9±0,5	1,4±1,1	25,5±15,8	7,3±3,0	6,0±2,7	2,9±1,9	14,9±7,5
	Primavera	7,4±2,8	10,6±7,9	1,7±1,1	0,8±0,7	0,7±0,7	18,8±14,1	5,2±2,4	6,6±2,9	3,9±1,3
	Estate	14,8±30,1	5,1±5,0	1,1±1,1	0,4±0,3	0,8±1,0	9,4±9,9	5,2±5,4	4,3±3,8	2,8±2,8
	Autunno	8,9±7,0	19,5±31,1	3,1±3,6	1,2±1,1	1,2±0,7	34,7±56,0	7,2±3,9	9,2±8,3	4,4±3,3

Tabella 64 – Ratei stagionali delle deposizioni di specie ioniche nel 2016-2022. Valori in mg/m²/d.

Per meglio confrontare gli andamenti, nel grafico seguente si riportano i valori della tabella precedente:

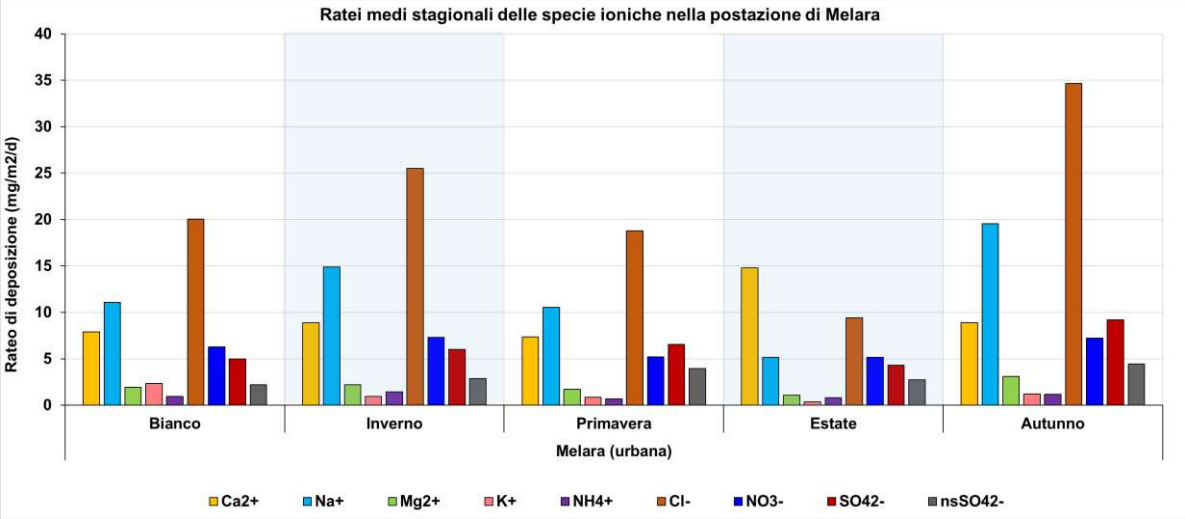


Figura 76 – Confronto tra ratei medi stagionali delle specie ioniche a Melara.

Dalla tabella e figura precedente emerge quanto segue:

- le deposizioni delle specie ioniche sono caratterizzate da valori modesti, fatta eccezione per il Na^+ e Cl^-, con valori più elevati nelle campagne autunnali e per il Ca^{2+} nelle estive;
- i ratei dei solfati non marini sono molto simili stagionalmente, mentre quelli dei nitrati sono più omogenei;
- i ratei medi stagionali delle specie ioniche risultano abbastanza confrontabili tra loro tenuto conto della deviazione standard;
- il rateo medio nelle campagne di bianco risulta confrontabile ai valori medi stagionali, fatta eccezione per il K+ legato alla campagna **20/G** probabilmente riconducibile a combustione di biomasse per le condizioni meteoclimatiche (basse temperature e elevate precipitazioni).

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

6 SINTESI E CONCLUSIONI

In questo capitolo sono riassunti gli aspetti salienti dell'attività di monitoraggio definita dalla Prescrizione 29 ai sensi del Decreto AIA nr. 351/2019, che sostituisce integralmente il Decreto AIA nr. 244/2013. Con il nuovo Decreto AIA la Prescrizione 14 è stata nella sostanza lasciata immutata e "rinominata" in Prescrizione 29: essa prescrive "……*l'implementazione di campagne annuali di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, da realizzarsi in collaborazione con ARPAL e con le Amministrazioni Comunali (Comuni di La Spezia e di Arcola), per il dosaggio di metalli (As, Pb, Cd, Ni, V, Cu, Cr, Mn, Hg e Tl), IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB, con particolare riferimento a dioxin like. Anche garantendo la piena collaborazione con Enti Locali ed ARPAL per l'attualizzazione dell'esistente PRQA*".

Le attività previste nel periodo oggetto del presente Report hanno visto una significativa rivisitazione: infatti, a seguito del provvedimento del Ministero della Transizione Ecologica di autorizzazione alla cessazione definitiva del gruppo 3 della centrale termoelettrica "Eugenio Montale" della Spezia, a far data 01/01/2022 è venuta meno la possibilità di emissioni dalla Centrale e di conseguenza la finalità primaria dei monitoraggi individuati dalle due Prescrizioni P29 e P34 dell'AIA vigente.

Pertanto si è valutato di mantenere transitoriamente (v.cap. 2), in toto le attività della Prescrizione 29 (quella relativa ai monitoraggi di area vasta) come definite nell'ultima revisione del protocollo attuativo (dicembre 2020) e di mantenere, per la Prescrizione P34 (relativa agli impatti della movimentazione del carbone non più presente come combustibile), la sola attività di monitoraggio delle deposizioni su tutto l'anno nel sito di BYPASS-Fossamastra, soggetto alle maggiori pressioni antropiche. In questo modo, con il gruppo 3 della CTE inattivo, è stato possibile valutare gli andamenti dei parametri monitorati a partire dal 2014.

Il presente capitolo ha mantenuto la struttura di quello relativo all'anno precedente, comprendendo la sintesi relativa alle attività di monitoraggio del 2022 (par. 6.1) e la valutazione complessiva del periodo di monitoraggio 2014÷2022 (par. 6.2): non è stata sviluppata la parte dove vengono riassunti i principali parametri di emissione/impiantistici legati al funzionamento della CTE (che costituiva il capitolo 4), in quanto la stessa non è mai risultata funzionante. E' stata riportata la valutazione della postazione fissa nell'anno 2022 di BYPASS-Fossamastra in precedenza discussa nel report relativo alla P34.

6.2 **Sintesi monitoraggio 2022**

Nel 2022 il monitoraggio ha visto l'esecuzione di quattro campagne, una per stagione, della durata di circa un mese. Il monitoraggio è stato effettuato nei siti di Fossamastra, Maggiolina, Follo, Arcola e Melara ritenuti ampiamente rappresentativi di tutta l'area indagata. Inoltre il campionamento è stato effettuato in continuo, garantendo la copertura dell'intero anno nel sito di Melara, in quanto area di massima ricaduta

individuata dal modello diffusionale relativo alle emissioni del gruppo SP3 (nota prot. ARPAL n. 143055 del 25/09/2014, prot. ENEL nr. 29989 del 29/07/2015 e nr. 0018726 del 31/05/2016) e nel sito di BYPASS-Fossamastra (sito di riferimento per la Prescrizione P34 relativa agli impatti della movimentazione del carbone non più presente come combustibile) storicamente soggetto alle maggiori pressioni antropiche.

Nel corso di tutte le campagne di monitoraggio del 2022, la centrale è risultata non operativa costituendo di fatto un **'bianco'**, rappresentando cosi l'assenza di pressioni ambientali dovute alle emissioni dalla centrale.

Per quanto riguarda le **caratteristiche meteorologiche** delle campagne di monitoraggio, nel 2022 come nell'anno precedente, la campagna invernale è stata effettuata a fine stagione (nei mesi di febbraio-marzo), diversamente da quanto fatto negli anni 2019 e 2020, quando questo monitoraggio si sviluppava prevalentemente nel corso dei mesi di novembre-dicembre: questo comporta ovvi effetti sui valori dei principali parametri meteorologici che risultano, pur a parità di stagione, significativamente differenti, con tutto quello che ne consegue circa i possibili impatti sulle deposizioni.

La campagna **invernale 22/1** si apre con ancora qualche giornata piovosa, residuo del maltempo che ha caratterizzato l'inizio del mese di febbraio. Segue una lunga fase di tempo stabile e solo nell'ultima settimana del monitoraggio si sono registrate condizioni di maggiore instabilità, tipiche dell'incipiente primavera.
La campagna **primaverile 22/2** vede due fasi: la prima nel mese di aprile, con una parziale attenuazione del deficit precipitativo registrato dalla precedente stagione invernale per effetto del passaggio di un sistema perturbato caratterizzato da precipitazioni ed intense mareggiate di Libeccio sul Levante; la seconda nella prima metà del mese di maggio, con temperature sopra la norma e condizioni di variabilità con qualche piovasco solo nella prima decade e il ritorno delle condizioni siccitose che hanno caratterizzato la precedente stagione invernale, in particolare nel Nord Italia.
La campagna **estiva 22/3** è caratterizzata fino a fine giugno da un tempo caldo/secco e decisamente estivo, seguito da temporaneo peggioramento legato all'ingresso di un sistema atlantico da ovest sul Mediterraneo centrale, con precipitazioni significative un po' su tutta la regione. Dai primi di luglio si è avuta una fase caratterizzata da una rimonta anticiclonica, tempo soleggiato e temperature ampiamente sopra l'atteso che caratterizzano il periodo di monitoraggio fino al termine.
La campagna **autunnale 22/4** è caratterizzata da una prima fase dominata da un'estesa area depressionaria con precipitazioni a tratti intense associate a correnti di Libeccio e mari localmente agitati. Nella prima settimana di ottobre, una rimonta anticiclonica riporta condizioni quasi estive con temperature pomeridiane fino a 27 °C, decisamente superiori alla norma e verso fine periodo si assiste a qualche fenomeno precipitativo che però non attenua le condizioni d'intensa siccità.

I ratei di **deposizioni di polveri** misurati alla Spezia nel 2022, sono indicativi di una scarsa **polverosità**.

Seppur con la limitazione del ridotto periodo temporale delle campagne[28], il **rateo medio** misurato alla Spezia nel 2022 (88 mg/m^2/d) è indicativo di una polverosità "praticamente assente".
In corrispondenza della campagna primaverile **22/2** sono stati rilevati i più alti ratei di deposizione dell'anno e tra i più elevati mai registrati. Ciò può essere probabilmente spiegato da due distinti eventi meteo che si sono verificati nel corso del periodo: venti particolarmente intensi e persistenti, che hanno determinato un forte risollevamento delle polveri presenti sul suolo secco ed un'elevata deposizione per via umida di polveri di origine sahariana.

A **Melara**, dove il modello diffusionale prevede la massima ricaduta delle emissioni della Centrale, le deposizioni sono risultate quantitativamente in linea con la media di quelle misurate nelle altre postazioni. In particolare, i ratei sono risultati abbastanza confrontabili con quelli rilevati nelle postazioni extra-urbane rappresentative delle aree meno soggette a pressione antropica.

Le **deposizioni** dei **metalli** sono compatibili con quelle degli anni precedenti: le maggiori deposizioni sono state rilevate nelle postazioni dell'area cittadina, specie per i metalli di prevalente origine antropica (Pb, Cr, Cu, Ni, V); le più alte deposizioni in tutte le postazioni di quasi tutti i metalli, in analogia con le polveri, si sono riscontrate nella campagna primaverile (**22/2**); in particolare si sono rilevati valori maggiori rispetto alle altre campagne soprattutto per i terrigeni (As e Mn), ciò probabilmente per via del fatto che il periodo è stato caratterizzato anche da forte risollevamento e trasporto di polveri dal Sahara; l'altra campagna caratterizzata da precipitazioni (**22/4**) presenta bassi valori di deposizione dei metalli.

Il contenuto in **concentrazione dei metalli** nelle polveri è risultato variabile entro intervalli abbastanza ristretti, ad eccezione del Ni e del V a Melara nella campagna invernale (**22/1**): per questa anomalia non è stata trovata alcuna plausibile spiegazione.

Per quanto riguarda le deposizioni di **IPA**[29], sono stati determinati quelli **cancerogeni** previsti dalla Norma Europea UNI EN 15890:2011, integrati con ulteriori composti policiclici aromatici di interesse al monitoraggio (denominati nel seguito IPA totali).
Nelle diverse postazioni, le deposizioni di **IPA totali** nel 2022 sono risultate piuttosto basse, soprattutto nelle postazioni extraurbane e con valori lievemente superiori in quelle urbane, in particolare nella campagna invernale (**22/1**).
Relativamente alla loro **distribuzione spaziale**, le deposizioni maggiori di IPA totali e della norma UNI si sono avute nelle postazioni urbane, in modo particolare a Fossamastra.
Relativamente alla loro **distribuzione temporale**, il valore massimo di deposizione di IPA totali si è avuto nelle maggior parte dei casi in inverno (**22/1**), da attribuire alla messa in funzione del riscaldamento domestico mentre il valore maggiore di deposizione degli IPA della norma UNI si è registrato in estate (**22/3**) e autunno (**22/4**).

[28] le campagne sono eseguite nelle 4 stagioni dell'anno solare e pertanto garantiscono i requisiti per le misure indicative previsti dal d.lgs. 155/2010 per la determinazione delle deposizioni.
[29] IPA – Idrocarburi Policiclici Aromatici: composti idrocarburi caratterizzati da almeno due anelli aromatici condensati.

A **Melara**, postazione ritenuta dalla modellazione la più influenzata dalle ricadute della centrale ENEL, i ratei degli IPA sono più simili a quelli delle postazioni extraurbane piuttosto che a quelli rilevati nelle postazioni urbane.

Il rateo di deposizione del **benzo[a]pirene** (BaP), uno degli IPA cancerogeni previsti dalla norma UNI EN 15890:2011, nell'intero comprensorio della Spezia nel 2022 ha un valore medio pari a 0,8 ng/m^2/d che, confrontato con i dati di letteratura, risulta inferiore a quello di altri siti urbani europei, con analoghe caratteristiche di pressione antropica. Nelle campagne del 2022 si sono riscontrati valori dei ratei di deposizione BaP molto contenuti, sempre inferiori al limite di quantificazione.

Per valutare eventuali differenze qualitative **spazio-temporali** tra le deposizioni di **IPA totali** avvenute nelle postazioni durante le quattro campagne, si è fatto ricorso alla analisi di ***fingerprint*** dei profili normalizzati degli IPA che mettono in evidenza il rapporto relativo tra gli IPA presenti nelle deposizioni. I *fingerprint* evidenziano pattern abbastanza simili tra le postazioni urbane nel corso delle quattro campagne dominati dalla presenza di benzo(ghi)perilene e coronene. Nelle postazioni extraurbane, appaiono leggermente differenti dalle urbane ma piuttosto omogenei tra le quattro campagne, dominati da fenantrene e fluorantene, soprattutto nella campagna invernale e primaverile.

Relativamente a **diossine (PCDD/F)** e **PCB *dioxin like***, i **ratei di deposizione** sono risultati molto bassi, spesso inferiori al limite di quantificazione. I congeneri di PCDD/F e PCB *dioxin like* risultati rilevabili sono quelli normalmente riscontrati in maniera ubiquitaria nelle deposizioni atmosferiche e che costituiscono il fondo antropico.
Per esprimere la quantità complessiva di diossine e PCB *dioxin like*, i dati di deposizione sono stati espressi con un unico valore numerico in unità di tossicità equivalente alla 2,3,7,8-TCDD[30].
La maggior parte dei congeneri di PCDD e PCDF sono risultati inferiori al limite di quantificazione. Tra tutti i congeneri, solo la meno tossica delle diossine, octaclorodibenzo-p-diossina (OCDD) e 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD tra i congeneri di PCDD, e soprattutto octaclorodibenzofurano (OCDF) e 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF tra i congeneri di PCDF, sono risultati rilevabili nei campioni di deposizione. La TCDD non è mai stata rilevata in alcuna postazione nelle quattro campagne perché inferiore al limite.
Complessivamente, le deposizioni medie di PCDD/F e PCB del 2022 alla Spezia sono circa un decimo del valore guida di 4 WHO-TEQ pg/m^2/d e si possono escludere significativi apporti antropici.
Da un confronto con i valori di deposizione rilevati in altri siti italiani, quelli riscontrati alla Spezia sono in linea o inferiori ai valori minimi rilevati in aree a differenti tipologia in Italia e in altre nazioni europee (cap 4).
Dal confronto tra i **profili** ("*patterns*") di diossine e PCB *dioxin like* nei campioni di deposizione si evidenziano i tipici *pattern,* dominati dalla presenza di octaclorodiossina

[30] Tale valore è ottenuto moltiplicando i valori in massa di ciascun composto per il rispettivo fattore di tossicità equivalente alla 2,3,7,8-TCDD, definito dalla Organizzazione Mondiale per la Sanità e sommando le concentrazioni così normalizzate rispetto alla tossicità, come previsto per i campioni ambientali. Tale modalità di espressione dei risultati, esalta i congeneri più cancerogeni e fornisce una visione più rispondente alla loro effettiva tossicità.

e di PCB 118, dovuti a una contaminazione "invecchiata" e quindi a trasporto da masse di aria per tempi lunghi.

Per quanto concerne le **specie ioniche,** Na^+ e Cl^-, di chiara origine marina, sono quelle maggiormente rilevate nella fase acquosa, presentando i più alti valori nella campagna autunnale **22/4**, mentre nel corso della campagna primaverile **22/2** si sono avuti elevati valori di Ca^{2+} in tutte le postazioni, probabilmente per l'apporto crostale. In tutte le campagne, le deposizioni di NO_3^- sono risultate maggiori di quelle dei SO_4^{2-}, confermando l'influenza preponderante delle emissioni di NO_x, come è riscontrabile in maniera ubiquitaria da molti anni.

I **ratei di deposizione delle polveri** misurati nel 2022, relativamente ai due siti dove viene effettuato il monitoraggio continuo, a **Melara**, sono risultati simili a quelli delle altre postazioni extraurbane e quasi sempre inferiori a 100 $mg/m^2/d$ (indicativo di una polverosità 'praticamente assente'), a **Bypass-Fossamastra** sono risultati circa il triplo di quelli delle altre urbane, con valori medi compresi tra 100 e 250 $mg/m^2/d$ (indicativo di una polverosità 'bassa') confermando la particolarità del sito.
Per quanto riguarda i **ratei di deposizione dei metalli** emerge quanto segue:

- a **Melara** sono variati in linea generale in intervalli abbastanza ristretti e, a parte qualche eccezione, sembra esserci un andamento caratterizzato da valori più elevati rilevati nel corso della stagione più calda;
- a **Bypass** i ratei sono risultati molto variabili nel corso dell'anno, senza un evidente andamento stagionale: spiccano i valori della campagna **22/A**, che ha visto in assoluto i valori più elevati per quasi tutti i metalli ed in particolare per il Cu.

Le **concentrazioni dei metalli** presentano un'elevata variabilità nel corso dell'anno e **in entrambi i siti** si evidenziano i valori elevati per la maggior parte dei metalli nella campagna **22/A**. Si ipotizza che tale anomalia possa avere una causa di natura antropica non nota in quanto verificatasi probabilmente per ossidi di metalli risollevati in aria e successivamente depositati.
I **ratei di deposizione delle specie ioniche** presentano valori più variabili in entrambi i siti per sodio, cloro e calcio.
I risultati rappresentativi di tutto l'anno, **delle indagini al SEM** effettuate **a Bypass,** inoltre evidenziano che, la quantità di particelle di carbone rilevate nello strato superficiale delle deposizioni raccolte sul filtro non sono mai risultate superiori al limite di rilevabilità. D'altro canto, si ricorda, che nel 2022 non c'è stata alcuna movimentazione di carbone.

6.3 **Sintesi e conclusioni del periodo 2014 ÷ 2022**

Nel seguito sono valutati i risultati delle campagne della Prescrizione 29 (ex14) effettuate dal 2014 fino al 2022. In particolare, sono indicati gli aspetti salienti derivanti dall'analisi dei risultati acquisiti nel corso dei nove anni di monitoraggio, effettuata mediante una selezione critica di tutti i dati in modo da isolare quelli conseguenti ad eventi spot e definire la situazione di fondo e le reali criticità.

Si evidenzia che le quattro campagne del 2022 sono considerate, nella valutazione degli andamenti stagionali pluriennali, campagne di bianco, in quanto effettuate a centrale non operativa.
In totale sono state condotte 35 campagne di monitoraggio, di cui 21 con la Centrale in funzionamento e 14 di bianco. Le campagne con CTE funzionante sono così suddivise: 7 invernali, 2 primaverili, 9 estive e 2 autunnali. Le campagne di bianco invece si sono svolte 5 nella stagione primaverile, 3 in quella estiva, 4 in quella autunnale e 2 in quella invernale. Per le valutazioni degli andamenti stagionali non sono state considerate le campagne primaverili e autunnali ma solo le stagioni estiva ed invernale.

Nel corso delle campagne sono avvenuti eventi meteorologici atipici e locali episodi di incendi e cantierizzazioni che hanno portato come conseguenza anomalie su alcuni parametri che, nei casi conosciuti, sono stati esclusi nell'elaborazione complessiva. L'elenco degli eventi è riportato al cap. 5.

Per l'analisi dell'andamento dei **ratei di deposizione delle polveri** dal 2014 al 2022 sono stati presi in considerazione i risultati ottenuti nelle postazioni previste dal protocollo, dopo le opportune valutazioni critiche descritte nel cap. 5.
Nel complesso si evidenzia che in tutte le postazioni, a meno di Fossamastra, le deposizioni medie di polveri si collocano al di sotto dei valori di riferimento adottati da alcune nazione europee aventi caratteristiche analoghe a quelle del territorio italiano (200 – 350 mg/m^2/d) e riferendosi ai criteri nazionali italiani (cap. 4) sono inquadrabili nella classe di polverosità "*praticamente assente*" (<100 mg/m^2/d). **Fossamastra** che si colloca nella classe di polverosità "*bassa*" (rateo compreso tra 100 e 250 mg/m^2/d), presenta in maniera sistematica i ratei più elevati in tutte le campagne condotte in tutte le stagioni ad evidenziare una caratteristica locale.
Si segnala che in un quadro di basse deposizioni di polveri con differenze non significative tra le postazioni, a meno di quella di Fossamastra, i valori nel 2022 sono confrontabili a quelli degli anni precedenti a meno del 2020, caratterizzato da una riduzione generalizzata dei ratei di polveri per effetto del lockdown.

L'analisi dei dati 2014 - 2022 conferma che le postazioni extraurbane presentano una deposizione caratterizzata da valori molto bassi, lievemente superiori in estate rispetto all'inverno; tale situazione individua un fondo tipico del tessuto extraurbano mentre le postazioni urbane presentano maggiori deposizioni rispetto alle altre con differenze dei ratei medi di deposizione stagionali molto limitate.
Confrontando le campagne di bianco a Centrale ferma con quelle a Centrale operativa si evidenzia che i ratei medi risultano comparabili: ciò significa che non si rilevano sui ratei di deposizione impatti significativi legati all'operatività della Centrale. Si ricorda che negli ultimi 4 anni la CTE ha notevolmente ridotto la propria attività fino a interromperla completamente il 22/12/2021.

Si è continuato a trattare a parte la postazione di **Fossamastra,** per la sua peculiarità e si sono evidenziati ratei stagionali praticamente equivalenti tra le campagne svolte nel periodo invernale e estivo e nelle campagne di bianco. La particolarità della postazione di Fossamastra risulta anche dal fatto che i ratei misurati sono circa il triplo di quelli

delle altre postazioni urbane, sia in inverno che in estate, e 4-6 volte maggiori di quelli delle postazioni extraurbane. Questa postazione continua ad essere fortemente influenzata da una pluralità di pressioni antropiche durante tutto l'anno, tra cui le principali sono le attività di movimentazione dei container nella limitrofa area portuale e il volume di traffico, pressoché costante nel tempo. Si segnala che presso tale postazione viene eseguito anche il monitoraggio in continuo e che le determinazioni analitiche previste non hanno evidenziato presenza di carbone.

Relativamente ai **ratei di deposizioni dei metalli,** utilizzando i criteri sopra adottati per le polveri, emerge che i valori delle deviazioni standard sono elevati e le apparenti differenze nelle deposizioni medie stagionali non hanno in effetti una grande rilevanza statistica, specie per le postazioni extra-urbane. Si può osservare comunque, che nelle postazioni **extraurbane**, i ratei medi stagionali di tutti i metalli eccetto che per il Mn (maggiore in estate) sono confrontabili tra di loro, tenuto conto delle deviazioni standard associate ai dati. Considerazioni analoghe valgono anche per i ratei medi stagionali delle postazioni **urbane**; le deposizioni medie stagionali di queste postazioni sono da 1,5 a 5 volte maggiori di quelle delle postazioni extraurbane.
A **Fossamastra**, i ratei medi stagionali sono maggiori di 2-4 volte rispetto a quelli riscontrati nelle postazioni urbane e sono tra loro praticamente equivalenti per As, Cd, Cr, maggiori in inverno per Ni, Pb, Mn e V e in estate per il Cu.
Il confronto tra i ratei delle campagne di **bianco**, a Centrale ferma, e quelli delle campagne a Centrale in funzione, in linea generale non evidenzia, in tutte le postazioni, significative variazioni. In ogni caso, i ratei di deposizione medi dei metalli come quelli delle polveri sedimentabili, sono ampiamente entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee e tipici di ambienti urbani o rurali.

Utilizzando i criteri sopra adottati per le polveri, tenuto conto della incertezza associata al dato, le **concentrazioni dei metalli** risultano poco variabili e in modo indipendente dalla stagione, dal tempo e dallo spazio indicando una ricaduta caratteristica del territorio; si ricorda che la postazione di Arcola si differenzia da tutte le altre per la elevata presenza estemporanea di Pb rilevata fino al 2017 e con buona probabilità legata a qualche attività antropica estremamente localizzata.
Le concentrazioni di metalli a **Fossamastra**, al contrario dei ratei di deposizione, a parte qualche eccezione, non sono particolarmente differenti da quelle delle altre postazioni urbane, ad indicare che la polvere della zona ha una composizione simile in tutta l'area.

Relativamente ai ratei di deposizione di Idrocarburi policiclici aromatici (**IPA**), depurati dei dati anomali utilizzando i criteri riportati al cap.5, tenendo conto anche in questo caso della variabilità dei dati, si evidenzia una diminuzione negli ultimi anni anche con qualche presenza di eventi anomali noti, in un quadro di valori alla Spezia generalmente bassi con lieve variazione stagionale. Nelle postazioni extraurbane e di fondo urbano, ad esclusione di Arcola, le deposizioni di IPA totali e della norma UNI sono maggiori in inverno; nelle postazioni urbane, le deposizioni degli IPA totali e quelli della norma UNI, non presentano alcuna differenziazione stagionale; inoltre, se si esclude Fossamastra, gli IPA della Norma UNI, presentano limitate differenze tra l'ambiente urbano e quello extraurbano.

Relativamente ai **ratei di deposizione di benzo(a)pirene** depurati dei dati anomali utilizzando i criteri riportati al cap. 5, valgono le considerazioni sopra riportate per gli IPA della norma UNI; si osserva quindi una ridotta variabilità delle sue deposizioni tra postazioni extraurbane ed urbane con anche poche differenziazioni stagionali, salvo il caso di Fossamastra, avente ratei decisamente maggiori di tutte le altre postazioni. I valori delle deposizioni delle campagne di bianco e quelli delle campagne con Centrale in funzione risultano molto contenuti e confrontabili tra loro.

Relativamente ai **ratei di deposizione di PCDD/F e PCB** si evince che nel complesso le loro deposizioni sono generalmente basse e, escludendo i dati anomali, inferiori al valore guida relativo alla media annuale pari a 4 pg TEQ/m^2/d.
Facendo riferimento ai ratei di deposizione si evidenzia che esiste una ridotta differenziazione tra le postazioni urbane ed extraurbane a parità di stagione, con una lieve dipendenza dalla stagionalità per PCDD/F, con un aumento in inverno, in tutte le postazioni.

Si ricorda che lo stesso ***pattern* di PCDD/F e PCB** *dl* si ritrova nelle deposizioni di tutte le postazioni della Spezia: tale *pattern* è molto simile a quello che si riscontra in altre zone di Italia e del mondo e rappresenta il background ubiquitario in atmosfera.

Relativamente alle **specie ioniche nelle** deposizioni, dall'analisi dei dati, emerge che il rateo medio è abbastanza confrontabile tra differenti tipologie di postazione per ogni stagione (a meno del K^+ e NH_4^+ nella postazione di fondo urbano e del Ca^{2+} a Fossamastra, probabilmente influenzati da differenti pressioni locali). Il rateo medio invernale degli ioni, ad esclusione di poche eccezioni, risulta maggiore di quello estivo per tutte le postazioni, probabilmente legato a fattori meteorologici; i valori delle campagne di bianco si collocano quasi ovunque in maniera intermedia rispetto a quelli stagionali.

Per l'analisi dell'andamento dei **ratei di deposizione delle polveri** a **Melara** dal 2016 è stata effettuata una valutazione stagionale come per le altre postazioni. Nel complesso, emerge un quadro di deposizioni variabili in modo abbastanza indipendente dalla precipitazione raccolta e soprattutto dal funzionamento della Centrale.
I **ratei di deposizione dei metalli** come quelli delle polveri sedimentabili, sono ampiamente entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee e tipici di ambienti urbani e rurali europei, con valori confrontabili più con le postazioni extraurbane che con quelle urbane.
Le **concentrazioni di metalli** evidenziano una certa variabilità confrontabile con quella rilevata nelle altre postazioni urbane non legata alla stagionalità con i valori maggiori misurati per i metalli Mn e Cu. Si segnala che nella campagna **22/A**, per quasi tutti i metalli si è rilevata la concentrazione in assoluto più elevata probabilmente causata da non individuate attività antropiche verificatosi a larga scala (vedi cap 4).

I ratei e le concentrazioni medie dei metalli nelle campagne di bianco sono confrontabili e a volte maggiori di quelle stagionali con CTE funzionante.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 45001

Nella postazione di **Fossamastra** si hanno deposizioni con caratteristiche sostanzialmente analoghe a quelle delle altre postazioni urbane, ma in quantità nettamente maggiore e sostanzialmente confrontabili in tutti i periodi monitorati. La maggiore polverosità è ascrivibile al contributo di polveri più grossolane (>100 µm) molto probabilmente attribuibile al risollevamento operato dal traffico autoveicolare intenso con significativa componente di mezzi pesanti.

Dall'analisi dei dati del periodo 2014÷2022 si conferma quanto detto nei precedenti rapporti e cioè che l'area della Spezia presenta uno stato ambientale senza una pressione antropica preponderante; infatti le postazioni, sia urbane che extraurbane, presentano deposizioni con caratteristiche simili sia come entità che come composizione. Si evidenziano solo contenute variazioni stagionali nelle postazioni urbane probabilmente a causa del ruolo che può assumere in inverno il riscaldamento domestico, in concorso con fattori meteorologici favorevoli all'accumulo di inquinanti al suolo.

Nonostante nei nove anni di monitoraggio delle deposizioni non si siano mai rilevate criticità rispetto ai valori di riferimento e pur con il fatto che nel corso del 2022 la CTE non ha mai operato, per il 2023 si è ritenuto comunque di mantenere il monitoraggio delle deposizioni e le relative determinazione analitiche nei siti di Fossamastra, Maggiolina, Follo, Melara con la consueta programmazione stagionale. Si è inoltre stabilito di continuare il monitoraggio delle deposizioni nel sito di Melara senza soluzione di continuità, effettuando di norma la sola determinazione gravimetrica delle deposizioni e limitando ulteriori attività analitiche sulla componente inorganica solo in caso di riattivazione della CTE.

7 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Argiriadis, E., Rada, E. C., Vecchiato, M., Zambon, S., Ionescu, G., Schiavon, M., Gambaro, A. (2014). Assessing the influence of local sources on POPs in atmospheric depositions and sediments near Trento (Italy). *Atmospheric Environment*, 98, 32-40.

ARPA Piemonte Dip.Cuneo (2013). Deposizioni PCDD PCDF Valle Vermenagna Febbraio 2013.

ARPA Piemonte Dip. Novara (2014). Relazione tecnica sulle deposizioni atmosferiche in comune di Cerano.

ARPA Val d'Aosta, 2010. "Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche - periodo 2008/2009" reperibile al sito: http://www.arpa.vda.it/images/stories/ARPA/aria/datiQA/deposimetri/relazione_deposimetri_2008_2009.pdf.

Bodenan, F., Michel, P., Cary, L., Leynet, A., & Piantone, P. (2011). Environmental surveillance of incinerators: 2006-2009 data on dioxin/furan atmospheric deposition and associated thresholds. In *31st International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants DIOXIN 2011* (p. 4104).

Bove M.C., Brotto P., Calzolai G., Cassola F., Cavalli F., Fermo P., Hjorth J., Massabò D., Nava S., Piazzalunga A., Schembari C., Prati. (2016). PM10 source apportionment applying PMF and chemical tracer analysis to ship-borne measurements in the Western Mediterranean. Atmospheric Environment 125, 140-151.

CESI (2014), Centrale Enel E. Montale di La Spezia: Prescrizione n.15 del Parere istruttorio della Commissione IPPC relativo al rilascio dell'AIA. Realizzazione di un modello delle emissioni e delle ricadute. Prot. B4022745 del 19/092014 trasmesso con note Enel-PRO-25/09/2014-0038660, Enel-PRO-25/09/2014-0038661 e Enel-PRO-25/09/2014-0038662.

Cornelis C., De Brouwere K., De Fré R., Goyvaerts M.P., Schoeters G., Swaans W., Van Holderbeke M. (2007). Proposal for environmental guideline values for atmospheric deposition of dioxins and PCBs. Study accomplished under the authority of VMM 2007/IMS/R/277. Final report.

Cuccia E., Massabò D., Ariola V., Bove M.C., Fermo P., Piazzalunga A., Prati P. (2014). Size-resolved comprehensive characterization of airborne particulate matter. Atmospheric Environment 67, 14-26.

Esposito, V., Maffei, A., Ficocelli, S., Spartera, M., Giua, R., & Assennato, G. (2012). Dioxins from industrial emissions to the environment. The Taranto case study. Italian Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 3, 42-8.

Guerzoni, S., Rampazzo, G., Molinaroli, E., & Rossini, P. (2005). Atmospheric bulk deposition to the Lagoon of Venice: Part II. Source apportionment analysis near the industrial zone of Porto Marghera, Italy. Environment international, 31 (7), 975-982.

Menichini, E., & Viviano, G. (2004). Trattamento dei dati inferiori al limite di rivelabilità nel calcolo dei risultati analitici. Rapporto ISTISAN 04/15.

Miguel, A. H., Kirchstetter, T. W., Harley, R. A., & Hering, S. V. (1998). On-road emissions of particulate polycyclic aromatic hydrocarbons and black carbon from gasoline and diesel vehicles. Environmental Science & Technology, 32(4), 450-455.

Plumb, R. H. (2004). Fingerprint Analysis of Contaminant Data: A Forensic Tool for Evaluating Environmental Contamination. *EPA/600/5-04/054.*

Rada, E. C., Ragazzi, M., & Schiavon, M. (2014). Assessment of the local role of a steel making plant by POPs deposition measurements. Chemosphere, 110, 53-61.

Van Lieshout, L., Desmedt, M., Roekens, E., De Fré, R., Van Cleuvenbergen, R., & Wevers, M. (2001). Deposition of dioxins in Flanders (Belgium) and a proposition for guide values. *Atmospheric Environment*, 35, S83-S90.

Venturini, E., Vassura, I., Ferroni, L., Raffo, S., Passarini, F., Beddows, D. C., & Harrison, R. M. (2013). Bulk deposition close to a municipal solid waste incinerator: one source among many. Science of the Total Environment, 456, 392-403.

Viviano G, Settimo, G. et al. Istituto Superiore Sanità 2012. Le deposizioni 2012

Wang Zhendi and Scott Stout. (2010) Oil spill environmental forensics: fingerprinting and source identification. *Academic Press*.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

APPENDICE 1

FATTORI DI TOSSICITÀ DI PCDD, PCDF E PCB

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF) e PCB dioxin like (DL), determinati nelle deposizioni e i loro fattori di tossicità (TEF) secondo quanto sviluppato in ambito NATO e dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità (World Health Organization - WHO):

Compound	NATO, 1998	WHO 1998 TEF	WHO 2005 TEF*
chlorinated dibenzo-p-dioxins			
2,3,7,8-TCDD	1	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0.5	1	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01	0.01
OCDD	0.001	0.0001	0.0003
chlorinated dibenzofurans			
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.05	0.03
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.5	0.3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01	0.01
OCDF	0.001	0.0001	0.0003
non-ortho substituted PCBs			
PCB 77		0.0001	0.0001
PCB 81		0.0001	0.0003
PCB 126		0.1	0.1
PCB 169		0.01	0.03
mono-ortho substituted PCBs			
105		0.0001	0.00003
114		0.0005	0.00003
118		0.0001	0.00003
123		0.0001	0.00003
156		0.0005	0.00003
157		0.0005	0.00003
167		0.00001	0.00003
189		0.0001	0.00003

* I numeri in grassetto Numbers in bold indicano un cambio del valore del TEF
Riferimento: *Van den Berg et al*: **The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

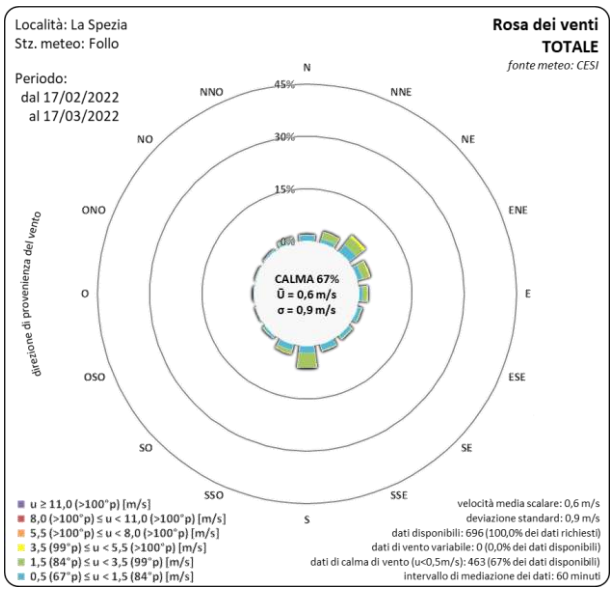
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

APPENDICE 2

ROSA DEI VENTI E PRECIPITAZIONI DURANTE I PERIODI DI MONITORAGGIO

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

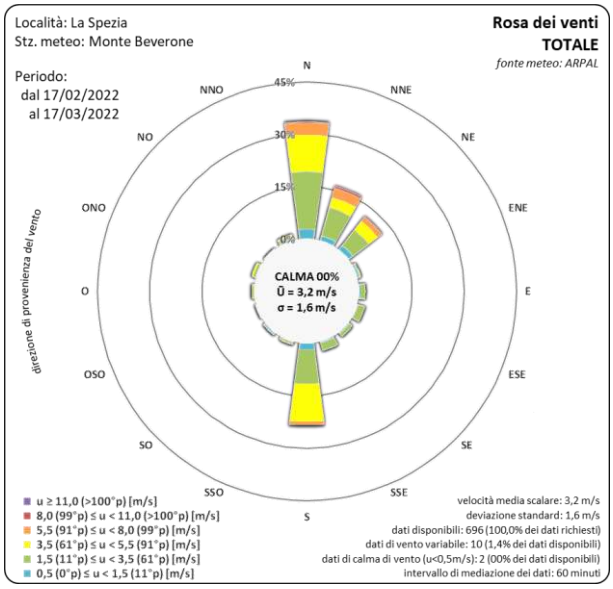
Campagna P29 22/1



16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	1,58%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,72%	1,1
NNE	11,25	33,75	-	1,15%	2,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,16%	1,8
NE	33,75	56,25	-	2,59%	2,59%	0,72%	0,00%	0,00%	0,00%	5,89%	2,0
ENE	56,25	78,75	-	1,29%	2,01%	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	3,59%	2,1
E	78,75	101,25	-	0,86%	1,29%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	2,30%	1,9
ESE	101,25	123,75	-	1,01%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,15%	0,9
SE	123,75	146,25	-	1,01%	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,29%	1,2
SSE	146,25	168,75	-	1,58%	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,87%	1,2
S	168,75	191,25	-	1,87%	4,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,03%	1,8
SSO	191,25	213,75	-	1,58%	1,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,73%	1,5
SO	213,75	236,25	-	0,72%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,86%	1,2
OSO	236,25	258,75	-	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	1,3
O	258,75	281,25	-	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,29%	0,9
ONO	281,25	303,75	-	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,29%	0,6
NO	303,75	326,25	-	0,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,57%	0,8
NNO	326,25	348,75	-	1,01%	0,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,58%	1,5
		VAR	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
		CALM	66,52%	-	-	-	-	-	-	66,52%	-
		TOT	66,52%	17,53%	14,80%	1,15%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,64

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

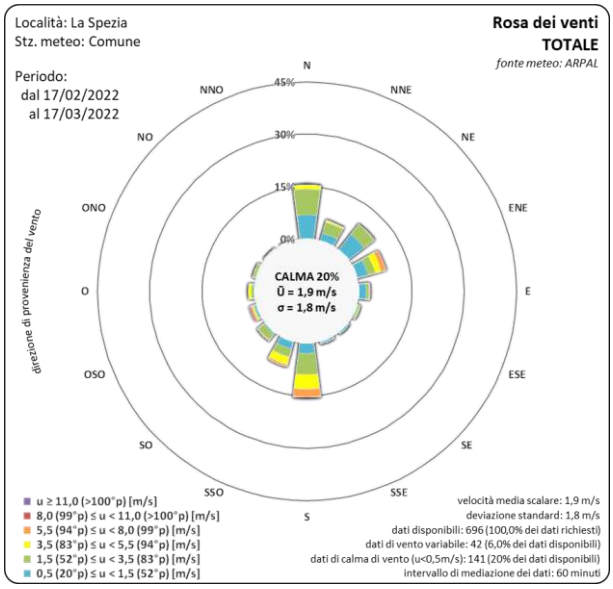
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001



16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	2,73%	16,52%	10,49%	3,45%	0,29%	0,00%	33,48%	3,4
NNE	11,25	33,75	-	1,29%	8,48%	3,02%	2,73%	0,57%	0,00%	16,09%	3,6
NE	33,75	56,25	-	1,44%	5,75%	3,16%	1,44%	0,14%	0,00%	11,93%	3,3
ENE	56,25	78,75	-	0,43%	0,29%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,86%	2,1
E	78,75	101,25	-	0,29%	1,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,58%	1,9
ESE	101,25	123,75	-	0,00%	2,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,01%	2,2
SE	123,75	146,25	-	0,14%	1,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,15%	2,0
SSE	146,25	168,75	-	0,14%	2,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,44%	2,4
S	168,75	191,25	-	1,72%	9,77%	10,78%	1,01%	0,00%	0,00%	23,28%	3,4
SSO	191,25	213,75	-	0,00%	0,57%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,72%	2,4
SO	213,75	236,25	-	0,43%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,57%	1,3
OSO	236,25	258,75	-	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	3,3
O	258,75	281,25	-	0,00%	0,43%	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,72%	3,1
ONO	281,25	303,75	-	0,14%	0,72%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	1,29%	2,8
NO	303,75	326,25	-	0,14%	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,29%	2,4
NNO	326,25	348,75	-	0,43%	0,86%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	1,72%	2,8
		VAR	-	1,15%	0,14%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	1,44%	1,4
		CALM	0,29%	-	-	-	-	-	-	0,29%	-
		TOT	0,29%	10,49%	50,43%	29,17%	8,62%	1,01%	0,00%	100,00%	3,24

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

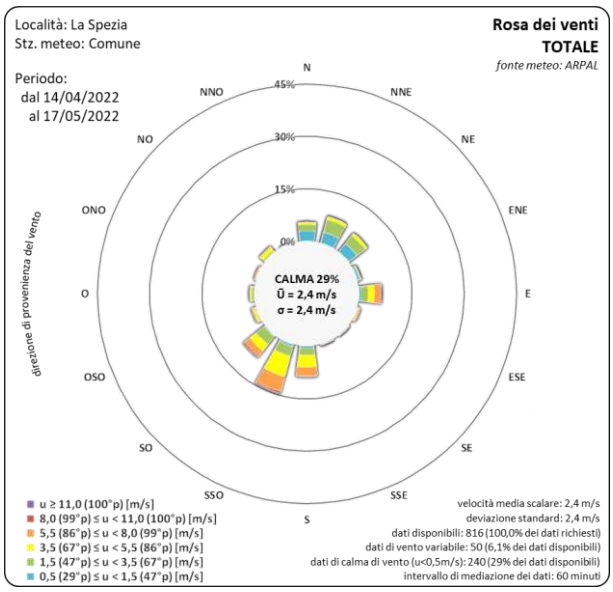


16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	6,75%	7,47%	1,15%	0,00%	0,00%	0,00%	15,37%	1,7
NNE	11,25	33,75	-	2,16%	3,30%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	5,89%	1,8
NE	33,75	56,25	-	5,46%	3,59%	0,00%	0,14%	0,00%	0,00%	9,20%	1,4
ENE	56,25	78,75	-	3,02%	2,16%	1,72%	1,29%	0,14%	0,00%	8,33%	3,0
E	78,75	101,25	-	1,87%	0,72%	0,14%	0,14%	0,14%	0,00%	3,02%	2,1
ESE	101,25	123,75	-	0,14%	0,43%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,72%	2,5
SE	123,75	146,25	-	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,29%	0,8
SSE	146,25	168,75	-	0,29%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,43%	1,2
S	168,75	191,25	-	2,73%	6,03%	4,17%	2,30%	0,14%	0,00%	15,37%	3,4
SSO	191,25	213,75	-	2,01%	2,44%	2,16%	0,57%	0,00%	0,00%	7,18%	2,9
SO	213,75	236,25	-	0,43%	2,01%	0,00%	0,29%	0,00%	0,00%	2,73%	2,7
OSO	236,25	258,75	-	0,43%	0,29%	0,43%	0,43%	0,43%	0,00%	2,01%	5,1
O	258,75	281,25	-	0,29%	0,57%	0,72%	0,00%	0,14%	0,00%	1,72%	3,6
ONO	281,25	303,75	-	0,14%	0,72%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	1,01%	2,6
NO	303,75	326,25	-	0,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,29%	0,9
NNO	326,25	348,75	-	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	0,9
		VAR	-	5,46%	0,43%	0,14%	0,00%	0,00%	0,00%	6,03%	0,8
		CALM	20,26%	-	-	-	-	-	-	20,26%	-
		TOT	20,26%	31,90%	30,32%	11,35%	5,17%	1,01%	0,00%	100,00%	1,93

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

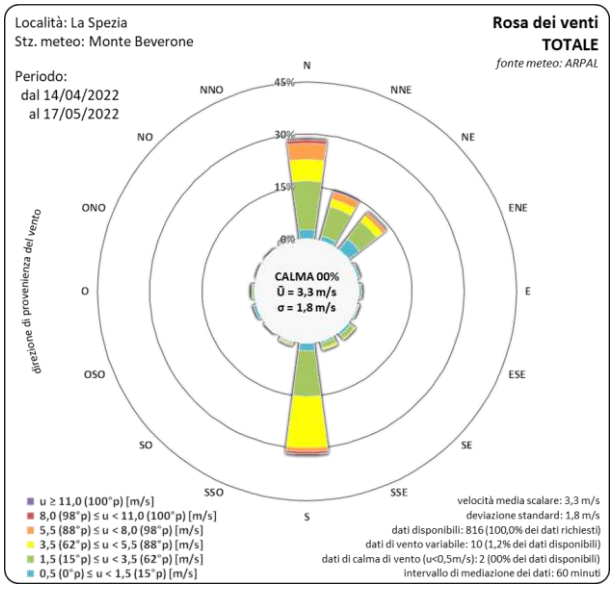
Campagna P29 22/2



16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	2,94%	1,72%	0,61%	0,12%	0,00%	0,00%	5,39%	1,7
NNE	11,25	33,75	-	3,19%	3,68%	0,86%	0,00%	0,00%	0,00%	7,72%	1,9
NE	33,75	56,25	-	2,94%	2,94%	0,86%	0,00%	0,00%	0,00%	6,74%	1,8
ENE	56,25	78,75	-	0,49%	0,37%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,98%	1,9
E	78,75	101,25	-	0,49%	1,96%	1,84%	1,72%	0,25%	0,00%	6,25%	4,2
ESE	101,25	123,75	-	0,00%	0,12%	0,25%	0,37%	0,00%	0,00%	0,74%	5,0
SE	123,75	146,25	-	0,00%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	4,1
SSE	146,25	168,75	-	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,9
S	168,75	191,25	-	0,49%	1,96%	3,43%	2,57%	0,12%	0,00%	8,58%	4,3
SSO	191,25	213,75	-	0,49%	2,82%	6,13%	4,41%	0,49%	0,00%	14,34%	4,8
SO	213,75	236,25	-	0,25%	2,94%	2,33%	1,96%	0,37%	0,12%	7,97%	4,5
OSO	236,25	258,75	-	0,12%	0,25%	0,49%	0,37%	0,12%	0,00%	1,35%	5,2
O	258,75	281,25	-	0,00%	0,61%	0,49%	0,12%	0,12%	0,00%	1,35%	4,2
ONO	281,25	303,75	-	0,00%	0,12%	0,12%	0,37%	0,00%	0,00%	0,61%	5,0
NO	303,75	326,25	-	0,00%	0,61%	1,10%	0,37%	0,00%	0,00%	2,08%	4,1
NNO	326,25	348,75	-	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	1,0
		VAR	-	5,64%	0,37%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	6,13%	0,9
		CALM	29,41%	-	-	-	-	-	-	29,41%	-
		TOT	29,41%	17,28%	20,47%	18,87%	12,38%	1,47%	0,12%	100,00%	2,43

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

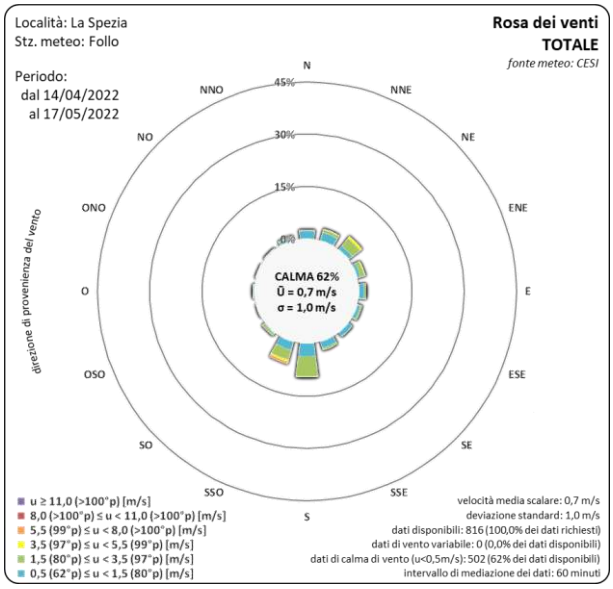
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001



16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	2,57%	13,97%	6,13%	4,66%	0,98%	0,00%	28,31%	3,6
NNE	11,25	33,75	-	1,23%	8,82%	2,33%	1,96%	0,25%	0,00%	14,58%	3,3
NE	33,75	56,25	-	3,80%	6,25%	2,08%	1,10%	0,25%	0,00%	13,48%	2,8
ENE	56,25	78,75	-	0,49%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,61%	1,7
E	78,75	101,25	-	0,37%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,61%	1,4
ESE	101,25	123,75	-	0,12%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,37%	2,3
SE	123,75	146,25	-	0,61%	1,35%	0,37%	0,00%	0,00%	0,00%	2,33%	2,2
SSE	146,25	168,75	-	0,37%	1,35%	0,49%	0,25%	0,00%	0,00%	2,45%	3,2
S	168,75	191,25	-	1,96%	13,11%	14,71%	1,10%	0,61%	0,25%	31,74%	3,6
SSO	191,25	213,75	-	0,25%	0,37%	0,25%	0,25%	0,00%	0,00%	1,10%	3,4
SO	213,75	236,25	-	0,12%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,25%	3,0
OSO	236,25	258,75	-	0,74%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,74%	1,2
O	258,75	281,25	-	0,49%	0,25%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,86%	1,7
ONO	281,25	303,75	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
NO	303,75	326,25	-	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,7
NNO	326,25	348,75	-	0,37%	0,49%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,98%	2,3
		VAR	-	0,86%	0,37%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,23%	1,1
		CALM	0,25%	-	-	-	-	-	-	0,25%	-
		TOT	0,25%	14,46%	46,94%	26,59%	9,44%	2,08%	0,25%	100,00%	3,28

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

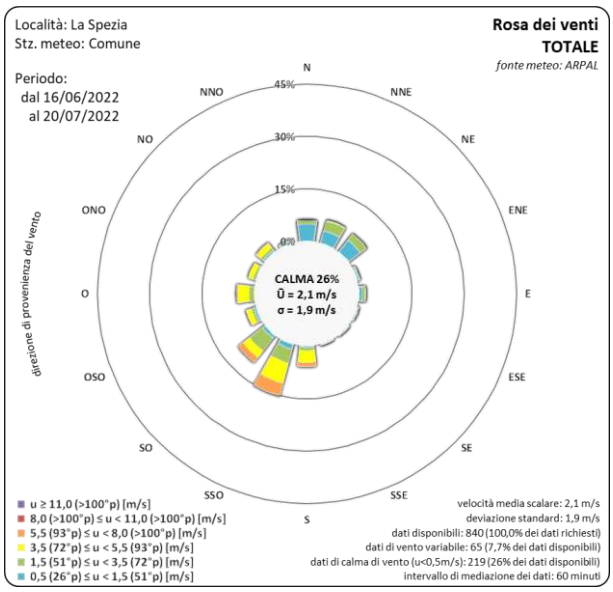


16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	2,21%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,45%	1,1
NNE	11,25	33,75	-	2,33%	0,86%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	3,31%	1,3
NE	33,75	56,25	-	1,23%	2,82%	0,61%	0,12%	0,00%	0,00%	4,78%	2,2
ENE	56,25	78,75	-	0,74%	1,23%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	2,21%	2,0
E	78,75	101,25	-	1,23%	0,61%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,84%	1,2
ESE	101,25	123,75	-	0,74%	0,49%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,23%	1,1
SE	123,75	146,25	-	1,10%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,23%	0,9
SSE	146,25	168,75	-	1,72%	0,61%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,33%	1,1
S	168,75	191,25	-	3,55%	5,76%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	9,56%	1,7
SSO	191,25	213,75	-	2,33%	2,94%	0,49%	0,61%	0,00%	0,00%	6,37%	2,3
SO	213,75	236,25	-	0,25%	0,74%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,98%	2,1
OSO	236,25	258,75	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
O	258,75	281,25	-	0,25%	0,12%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,49%	2,4
ONO	281,25	303,75	-	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	3,2
NO	303,75	326,25	-	0,25%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,37%	1,1
NNO	326,25	348,75	-	0,98%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,23%	1,3
VAR			-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
CALM			61,52%	-	-	-	-	-	-	61,52%	-
TOT			61,52%	18,87%	17,03%	1,84%	0,74%	0,00%	0,00%	100,00%	0,74

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

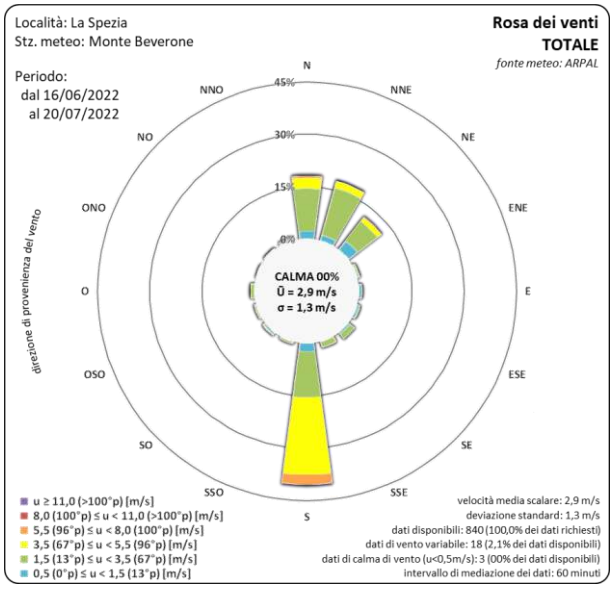
Campagna P29 22/3



16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	4,87%	0,95%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,82%	1,0
NNE	11,25	33,75	-	3,56%	2,85%	0,24%	0,00%	0,00%	0,00%	6,65%	1,6
NE	33,75	56,25	-	4,16%	2,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,29%	1,4
ENE	56,25	78,75	-	0,36%	0,12%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,59%	1,7
E	78,75	101,25	-	0,71%	0,83%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	1,66%	1,8
ESE	101,25	123,75	-	0,12%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,24%	1,6
SE	123,75	146,25	-	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	1,7
SSE	146,25	168,75	-	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	2,4
S	168,75	191,25	-	0,24%	0,95%	3,33%	1,19%	0,00%	0,00%	5,70%	4,4
SSO	191,25	213,75	-	1,31%	4,04%	6,06%	3,56%	0,00%	0,00%	14,96%	4,0
SO	213,75	236,25	-	0,83%	4,63%	2,49%	1,66%	0,00%	0,00%	9,62%	3,6
OSO	236,25	258,75	-	0,59%	0,71%	1,66%	0,00%	0,00%	0,00%	2,97%	3,4
O	258,75	281,25	-	0,12%	1,31%	3,33%	0,24%	0,00%	0,00%	4,99%	3,9
ONO	281,25	303,75	-	0,00%	0,83%	1,43%	0,00%	0,00%	0,00%	2,26%	3,7
NO	303,75	326,25	-	0,59%	0,95%	1,43%	0,24%	0,00%	0,00%	3,21%	3,3
NNO	326,25	348,75	-	0,59%	0,24%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	1,2
		VAR	-	6,77%	0,24%	0,71%	0,00%	0,00%	0,00%	7,72%	1,1
		CALM	26,25%	-	-	-	-	-	-	26,25%	-
		TOT	26,25%	24,82%	21,14%	20,90%	6,89%	0,00%	0,00%	100,00%	2,11

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

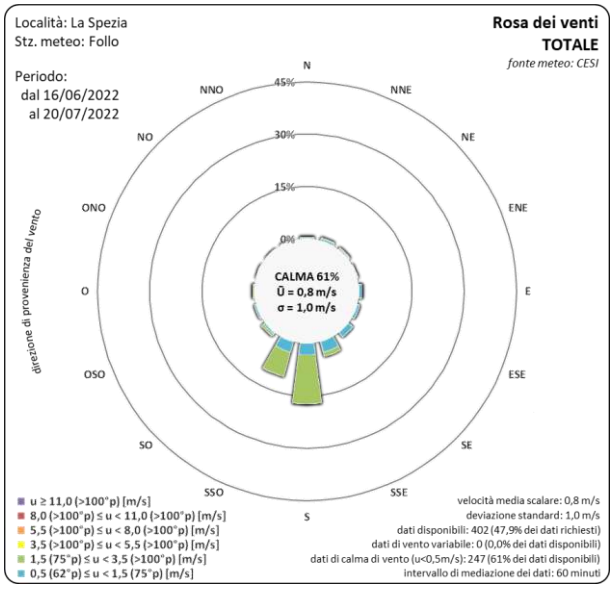
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001



16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	2,26%	12,11%	2,97%	0,48%	0,12%	0,00%	17,93%	2,6
NNE	11,25	33,75	-	1,78%	14,01%	1,90%	0,00%	0,00%	0,00%	17,70%	2,5
NE	33,75	56,25	-	3,09%	7,13%	1,31%	0,24%	0,00%	0,00%	11,76%	2,1
ENE	56,25	78,75	-	0,12%	0,36%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,59%	2,4
E	78,75	101,25	-	0,48%	0,24%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,71%	1,5
ESE	101,25	123,75	-	0,36%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,71%	1,5
SE	123,75	146,25	-	0,36%	1,78%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,14%	2,0
SSE	146,25	168,75	-	0,00%	1,54%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	1,66%	2,7
S	168,75	191,25	-	2,26%	13,06%	22,09%	2,73%	0,00%	0,00%	40,14%	3,7
SSO	191,25	213,75	-	0,00%	0,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,48%	2,8
SO	213,75	236,25	-	0,48%	0,24%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	1,6
OSO	236,25	258,75	-	0,12%	0,36%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	0,59%	2,5
O	258,75	281,25	-	0,12%	0,83%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	1,07%	2,0
ONO	281,25	303,75	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
NO	303,75	326,25	-	0,12%	0,24%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,36%	1,8
NNO	326,25	348,75	-	0,24%	0,59%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,83%	2,0
VAR			-	0,95%	1,07%	0,00%	0,12%	0,00%	0,00%	2,14%	1,9
CALM			0,36%	-	-	-	-	-	-	0,36%	-
TOT			0,36%	12,71%	54,39%	28,74%	3,68%	0,12%	0,00%	100,00%	2,91

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

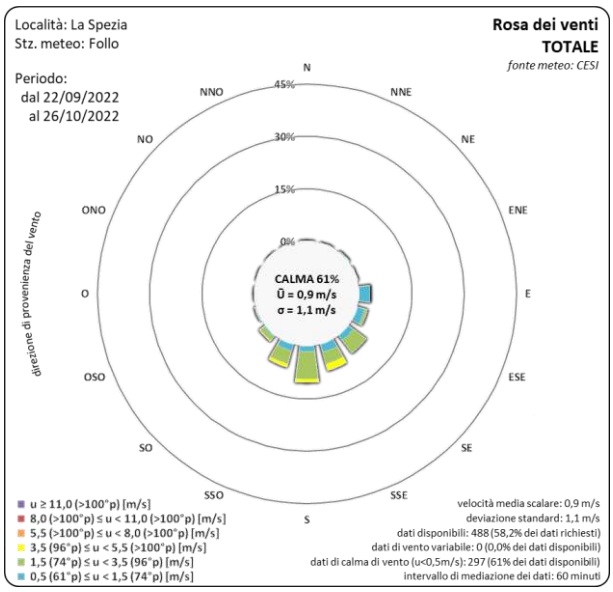


16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	0,25%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%	1,1
NNE	11,25	33,75	-	0,50%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,74%	1,3
NE	33,75	56,25	-	0,25%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%	1,1
ENE	56,25	78,75	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
E	78,75	101,25	-	0,74%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,74%	1,1
ESE	101,25	123,75	-	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%	1,0
SE	123,75	146,25	-	1,49%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,49%	0,7
SSE	146,25	168,75	-	2,97%	1,24%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,21%	1,2
S	168,75	191,25	-	3,22%	13,86%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	17,08%	2,2
SSO	191,25	213,75	-	2,97%	7,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,15%	1,9
SO	213,75	236,25	-	0,50%	0,74%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,24%	1,9
OSO	236,25	258,75	-	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%	1,0
O	258,75	281,25	-	0,00%	0,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,50%	2,7
ONO	281,25	303,75	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
NO	303,75	326,25	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
NNO	326,25	348,75	-	0,00%	0,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,25%	3,2
		VAR	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
		CALM	61,63%	-	-	-	-	-	-	61,63%	-
		TOT	61,63%	13,86%	24,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,78

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

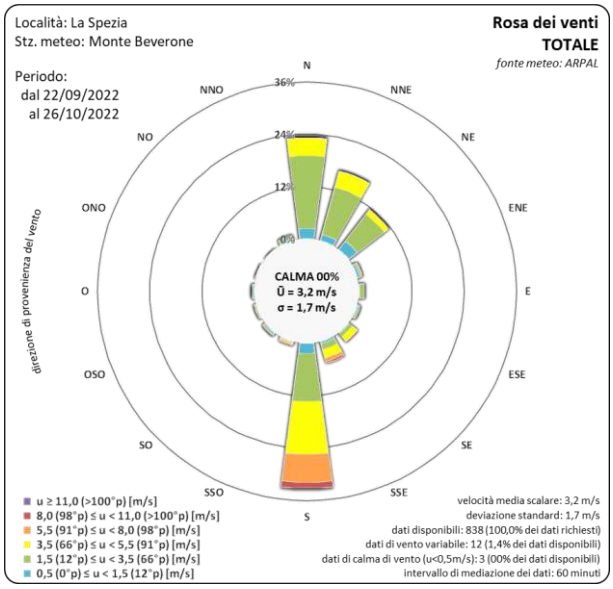
Campagna P29 22/4



16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
NNE	11,25	33,75	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
NE	33,75	56,25	-	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	1,2
ENE	56,25	78,75	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
E	78,75	101,25	-	3,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,07%	0,7
ESE	101,25	123,75	-	2,05%	0,82%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,87%	1,2
SE	123,75	146,25	-	1,64%	4,51%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	6,15%	2,1
SSE	146,25	168,75	-	2,25%	3,48%	1,84%	0,00%	0,00%	0,00%	7,58%	2,5
S	168,75	191,25	-	1,43%	7,99%	0,82%	0,00%	0,00%	0,00%	10,25%	2,2
SSO	191,25	213,75	-	1,84%	3,89%	0,82%	0,00%	0,00%	0,00%	6,56%	2,1
SO	213,75	236,25	-	0,41%	1,43%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	2,05%	2,5
OSO	236,25	258,75	-	0,20%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,41%	1,4
O	258,75	281,25	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
ONO	281,25	303,75	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
NO	303,75	326,25	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
NNO	326,25	348,75	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
		VAR	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
		CALM	60,86%	-	-	-	-	-	-	60,86%	-
		TOT	60,86%	13,11%	22,34%	3,69%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,88

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

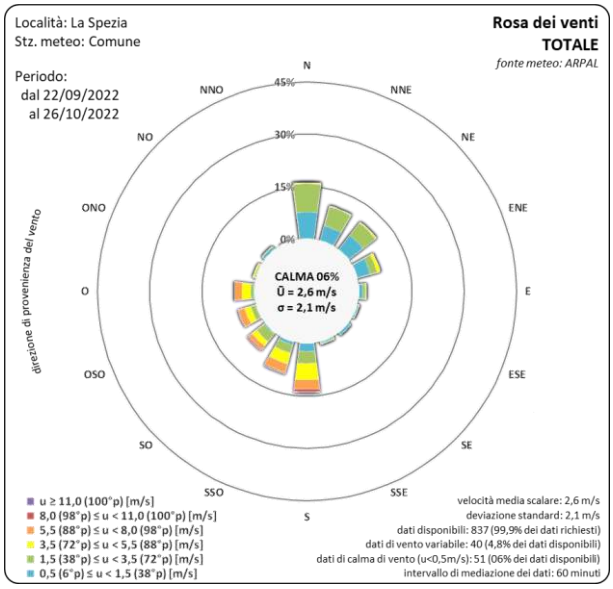
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001



16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	2,39%	16,59%	4,06%	0,12%	0,00%	0,00%	23,15%	2,6
NNE	11,25	33,75	-	1,43%	11,22%	3,82%	0,00%	0,00%	0,00%	16,47%	2,7
NE	33,75	56,25	-	2,39%	7,76%	1,31%	0,00%	0,00%	0,00%	11,46%	2,3
ENE	56,25	78,75	-	0,48%	0,48%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	1,07%	1,9
E	78,75	101,25	-	0,00%	1,07%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,07%	2,2
ESE	101,25	123,75	-	0,12%	0,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%	2,3
SE	123,75	146,25	-	0,00%	1,07%	1,43%	0,00%	0,00%	0,00%	2,51%	3,5
SSE	146,25	168,75	-	0,36%	1,43%	2,03%	0,84%	0,36%	0,00%	5,01%	4,3
S	168,75	191,25	-	2,27%	10,98%	12,05%	6,44%	1,31%	0,00%	33,05%	4,2
SSO	191,25	213,75	-	0,00%	0,24%	0,24%	0,36%	0,00%	0,00%	0,84%	5,1
SO	213,75	236,25	-	0,36%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,72%	1,6
OSO	236,25	258,75	-	0,12%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,48%	2,1
O	258,75	281,25	-	0,36%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,48%	1,4
ONO	281,25	303,75	-	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,9
NO	303,75	326,25	-	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,0
NNO	326,25	348,75	-	0,36%	0,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,19%	1,7
		VAR	-	1,31%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,43%	0,9
		CALM	0,36%	-	-	-	-	-	-	0,36%	-
		TOT	0,36%	12,05%	53,10%	25,06%	7,76%	1,67%	0,00%	100,00%	3,16

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001



16 SETTORI			CLASSI [m/s]							TOT	V. MED.
ID	da	a	CAL	0,5≤u<1,5	1,5≤u<3,5	3,5≤u<5,5	5,5≤u<8	8≤u<11	u≥11		SCALARE
N	348,75	11,25	-	7,65%	8,12%	0,24%	0,00%	0,00%	0,00%	16,01%	1,6
NNE	11,25	33,75	-	4,30%	5,73%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	10,16%	1,7
NE	33,75	56,25	-	5,14%	4,42%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	9,92%	1,6
ENE	56,25	78,75	-	3,70%	2,03%	0,84%	0,00%	0,00%	0,00%	6,57%	1,8
E	78,75	101,25	-	0,84%	0,84%	0,24%	0,00%	0,00%	0,00%	1,91%	2,0
ESE	101,25	123,75	-	0,24%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,36%	1,4
SE	123,75	146,25	-	0,60%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%	0,9
SSE	146,25	168,75	-	0,24%	0,24%	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%	2,4
S	168,75	191,25	-	2,15%	3,46%	4,78%	2,63%	0,72%	0,24%	13,98%	4,2
SSO	191,25	213,75	-	0,84%	2,39%	3,23%	2,51%	0,36%	0,00%	9,32%	4,3
SO	213,75	236,25	-	0,36%	2,75%	1,55%	1,31%	0,36%	0,00%	6,33%	4,0
OSO	236,25	258,75	-	0,12%	1,43%	1,79%	1,91%	0,12%	0,00%	5,38%	4,8
O	258,75	281,25	-	0,24%	0,84%	2,51%	2,15%	0,00%	0,00%	5,73%	4,9
ONO	281,25	303,75	-	0,12%	0,36%	0,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,96%	3,1
NO	303,75	326,25	-	0,84%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,19%	1,5
NNO	326,25	348,75	-	0,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%	0,8
		VAR	-	4,18%	0,60%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,78%	0,9
		CALM	6,09%	-	-	-	-	-	-	6,09%	-
		TOT	6,09%	31,66%	33,69%	16,25%	10,51%	1,55%	0,24%	100,00%	2,64

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

PRECIPITAZIONI: Valori in millimetri (mm).

Campagna P29 22/1 - dal 17/02/2022 al 17/03/2022

Giorno Settimana	Data	Comune della Spezia	La Foce - Monteviseggi	Fornola
Gio	17/02/2022	0	0	0
Ven	18/02/2022	0,4	0,6	0,2
Sab	19/02/2022	0,4	3,2	0,2
Dom	20/02/2022	0	0	0,2
Lun	21/02/2022	1,2	4,2	1,6
Mar	22/02/2022	0	0	0
Mer	23/02/2022	0	0	0
Gio	24/02/2022	0	0	0,2
Ven	25/02/2022	20,4	16	23
Sab	26/02/2022	0	0	0
Dom	27/02/2022	0	0	0
Lun	28/02/2022	0	0	0
Mar	01/03/2022	0	0	0
Mer	02/03/2022	0	0	0
Gio	03/03/2022	0	0	0
Ven	04/03/2022	0	1,6	0
Sab	05/03/2022	0	0	0
Dom	06/03/2022	0	0	0
Lun	07/03/2022	0	0	0
Mar	08/03/2022	0	0	0
Mer	09/03/2022	0	0	0
Gio	10/03/2022	0	0	0
Ven	11/03/2022	0	0	0
Sab	12/03/2022	0	0	0
Dom	13/03/2022	0	0	0
Lun	14/03/2022	1	3,8	0,8
Mar	15/03/2022	0	0	0
Mer	16/03/2022	0	0	0
Gio	17/03/2022	0	0	0
Totale (mm)		**23,4**	**29,4**	**26,2**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Campagna P29 22/2 - dal 14/04/2022 al 17/05/2022

Giorno Settimana	Data	Comune della Spezia	La Foce - Monteviseggi	Fornola
Gio	14/04/2022	0	0	0
Ven	15/04/2022	0	0	0
Sab	16/04/2022	0	0,2	0,2
Dom	17/04/2022	0	0	0
Lun	18/04/2022	0	0	0
Mar	19/04/2022	0	0	0
Mer	20/04/2022	0,4	0,6	0,8
Gio	21/04/2022	12	13,8	11,2
Ven	22/04/2022	4,6	8,4	3,8
Sab	23/04/2022	11,2	21,6	21,2
Dom	24/04/2022	19,4	31,4	18
Lun	25/04/2022	4,6	7	4,2
Mar	26/04/2022	0	0	0
Mer	27/04/2022	0	0	0
Gio	28/04/2022	0	0	0
Ven	29/04/2022	0	0	0
Sab	30/04/2022	0	0	0
Dom	01/05/2022	0	8,6	0
Lun	02/05/2022	0	0	0
Mar	03/05/2022	0	0	0
Mer	04/05/2022	0	0	0
Gio	05/05/2022	5,4	7,2	6,4
Ven	06/05/2022	4,6	6,8	5,6
Sab	07/05/2022	0	0	0
Dom	08/05/2022	0,4	0,2	0,2
Lun	09/05/2022	2,4	0	3,6
Mar	10/05/2022	0	0	0
Mer	11/05/2022	0	0	0
Gio	12/05/2022	0	0	0
Ven	13/05/2022	0	0	0
Sab	14/05/2022	0	0	0
Dom	15/05/2022	0	0	0
Lun	16/05/2022	0	0	0
Mar	17/05/2022	0	0	0
Totale (mm)		**65,0**	**105,8**	**75,2**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Campagna P29 22/3 - dal 16/06/2022 al 20/07/2022

Giorno Settimana	Data	Comune della Spezia	La Foce - Monteviseggi	Fornola
Gio	16/06/2022	0	0	0
Ven	17/06/2022	0	0	0
Sab	18/06/2022	0	0	0
Dom	19/06/2022	0	0	0
Lun	20/06/2022	0	0	0
Mar	21/06/2022	0	0	0
Mer	22/06/2022	2,6	2,8	3,4
Gio	23/06/2022	0,2	1,4	0,4
Ven	24/06/2022	0,6	2,2	0
Sab	25/06/2022	0	0	0
Dom	26/06/2022	0	0	0
Lun	27/06/2022	0	0	0
Mar	28/06/2022	10,8	16,2	22,2
Mer	29/06/2022	1,8	0,8	0,4
Gio	30/06/2022	0	0	0
Ven	01/07/2022	0	0	0
Sab	02/07/2022	0	0	0
Dom	03/07/2022	0	0	0
Lun	04/07/2022	0	0	0
Mar	05/07/2022	0	0	0
Mer	06/07/2022	0	0	0
Gio	07/07/2022	0,2	0,6	0,2
Ven	08/07/2022	0	0	0
Sab	09/07/2022	0	0	0
Dom	10/07/2022	0	0	0
Lun	11/07/2022	0	0	0
Mar	12/07/2022	0	0	0
Mer	13/07/2022	0	0	0
Gio	14/07/2022	0	0	0
Ven	15/07/2022	0	0	0
Sab	16/07/2022	0	0	0
Dom	17/07/2022	0	0	0
Lun	18/07/2022	0	0	0
Mar	19/07/2022	0	0	0
Mer	20/07/2022	0	0	0
Totale (mm)		**16,2**	**24,0**	**26,6**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Campagna P29 22/4 - dal 22/09/2022 al 26/10/2022

Giorno Settimana	Data	Comune della Spezia	La Foce - Monteviseggi	Fornola
Gio	22/09/2022	0	0	0
Ven	23/09/2022	0	0	0
Sab	24/09/2022	4,4	6,4	6
Dom	25/09/2022	17,4	2,2	20,8
Lun	26/09/2022	1,2	1,8	0,4
Mar	27/09/2022	0,2	0	0,6
Mer	28/09/2022	2	0,6	8,4
Gio	29/09/2022	0	0,2	0,4
Ven	30/09/2022	21,8	25,2	42,2
Sab	01/10/2022	0,4	1	0,6
Dom	02/10/2022	0	0	0
Lun	03/10/2022	0	0	0
Mar	04/10/2022	0	0	0
Mer	05/10/2022	0	0	0,2
Gio	06/10/2022	0	0	0
Ven	07/10/2022	0	0	0
Sab	08/10/2022	0	0	0,2
Dom	09/10/2022	0	0	0
Lun	10/10/2022	1	2	0,2
Mar	11/10/2022	0	0	0
Mer	12/10/2022	0	0	0
Gio	13/10/2022	0	0	0
Ven	14/10/2022	0	0	0
Sab	15/10/2022	0	0	0
Dom	16/10/2022	0	0	0
Lun	17/10/2022	0	0	0
Mar	18/10/2022	0	0	0
Mer	19/10/2022	0	0,4	0,2
Gio	20/10/2022	0	0,2	0,2
Ven	21/10/2022	0	0	0
Sab	22/10/2022	0	0,8	0,2
Dom	23/10/2022	0	0	0
Lun	24/10/2022	0	0	0
Mar	25/10/2022	2,2	5,8	0,6
Mer	26/10/2022	0	0,2	0
Totale (mm)		**50,6**	**46,8**	**81,2**

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

APPENDICE 3

DESCRIZIONE DELLE POSTAZIONI

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Postazione	**FOSSAMASTRA BYPASS - FS**
Tipologia	**industriale urbana**
Coordinate-quota	**44° 6'18.11"N - 9°51'26.07"E - 2 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche**
Parametri monitorati (**)	**metalli – Presenza Carbone con SEM**

Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è posto in corrispondenza del sistema di bypass di Viale San Bartolomeo della linea di movimentazione del carbone, a circa 15 m dal centro dell'incrocio tra via Privata Enel e Viale S. Bartolomeo in una zona caratterizzata da intenso traffico veicolare, soprattutto di mezzi pesanti.
In direzione N – NE, a circa 10 m, è presente un edificio alto poco meno di 10 m ed alcuni alberi ad alto fusto, questi ultimi comunque fuori dal cono di possibile influenza.
Nel raggio di circa 200 m si segnalano varie attività, le principali: movimentazione container e carbone (con attracco di navi mercantili) darsena con attività di cantieristica; la maggior parte dei terreni in questo raggio risultano asfaltati.
A circa 25 m direzione N è presente la postazione RQA di Fossamastra.

Si segnala che nelle campagne 2014-2015 il deposimetro di Fossamastra era posizionato a circa 6 metri di altezza sul tetto del fabbricato in cemento (a partire dal 2016 denominato **Fossamastra-ALTO**)
A partire dalle campagne del 2016 si è deciso, per uniformità con i deposimetri delle altre postazioni, di posizionare un ulteriore deposimetro a circa 2 m di altezza (denominato **Fossamastra-BASSO**) e di utilizzare, a partire dall'anno sopracitato, questo deposimetro per le valutazioni nell'ambito delle attività relative alle Prescrizioni 14 e 18.

	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro in-organici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in plastica
Deposimetro in-organici (**)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in plastica
Conta-traffico (**)	-	-	-	su vle S.Bartolomeo e su via Privata ENEL

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 29
(**) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 34

Postazione	**PARCO DELLA MAGGIOLINA – MG**
Tipologia	**fondo urbano**
Coordinate-quota	**44° 6'57.32"N - 9°50'37.70"E - 6 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche - meteo**

Note caratteristiche del sito

La strumentazione integrativa è stata collocata in adiacenza alla postazione della RQA, all'interno dell'esistente recinzione.

La postazione è circondata da terreni erbosi adibiti nella zona W ad area attrezzata per sgambatura cani. Un filare di alberi ad alto fusto ad Est, comunque parzialmente interrotto proprio in corrispondenza della cabina, può agire da parziale elemento perturbante.
Si segnala già a meno di 50 m la presenza di una via abbastanza trafficata (via Prosperi), e a S, lungo la direzione dei venti prevalenti, a meno di 300 m, via Carducci (strada ad intenso flusso veicolare) e a poco più di 500 m l'area del porto commerciale.

	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl		-	imbuto e bottiglia in plastica

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 29

Postazione	**FOLLO - FL**
Tipologia	**fondo suburbano**
Coordinate-quota	**44° 9'53.39"N - 9°51'1.83"E - 220 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche - meteo**

Note caratteristiche del sito

La strumentazione è collocata in adiacenza alla cabina di monitoraggio della rete di qualità dell'aria.
Fino al 2019 la postazione si trovava presso la cabina di Enel Distribuzione a circa 100 m di distanza in linea d'aria, in una posizione con caratteristiche molto simili (la nuova postazione è indicata con il pallino nero).

Il sito di misura, ai margini della strada per Follo Alta, è posto nella valle del Fiume Vara in prossimità del crinale, senza alcuna criticità significativa dal punto di vista di eventuali ostacoli limitrofi; è circondato da terreni parzialmente coltivati.

La zona è caratterizzata dalla presenza di un insediamenti abitativi sparsi e sovrasta la vallata dove vi sono numerose attività produttive, site comunque ad una distanza di circa 1 km e ad una quota inferiore di circa 200 m.

	marca	modello	S/N	Note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica
Temperatura aria	LASTEM	-	-	
Velocità e direzione vento	LASTEM	-	-	su palo a 4 m

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 29

Postazione	**MELARA – ME**
Tipologia	**fondo urbano**
Coordinate-quota	**44° 7'1.75"N - 9°52'38.03"E – 20 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine – specie ioniche**

Note caratteristiche del sito

Il sito di misura si trova nel parcheggio della scuola comunale dell'infanzia Acchiappasogni, lungo le pendici della collina di Melara; presenta in direzione Sud (dunque lungo la direzione dei venti prevalenti) a circa 50 m l'Aurelia, a 150 m il raccordo autostradale e a poco più di 500 il camino della centrale, nonché il resto della zona industriale.

In direzione Nord a circa 150 m è presente la ferrovia Torino-Roma.

Gli edifici circostanti sono al più di due piani e non rappresentano dunque un ostacolo significativo, rendendo pertanto il sito adeguatamente rappresentativo dell'intera zona.

	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 29

Postazione	**Scuola di Baccano di ARCOLA – AR**
Tipologia	**fondo suburbano**
Coordinate-quota	**44.111165°- 9.897212°- 135 m slm**
Parametri monitorati (*)	**metalli – IPA – PCB *dl* – Diossine**

Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è posto all'interno del giardino della scuola primaria di Baccano, in prossimità dello spartiacque tra Golfo e Valle del Magra, ad una distanza inferiore a 50 m dal punto di misura posto nel piazzale, in direzione N.

Il sito è sufficientemente aperto specie per le direzioni di vento da W; si segnala in direzione N la presenza di un parziale ostacolo costituito dall'edifico scolastico.

Nell'intorno si segnala la presenza di terreni coltivati.
Nella mappa sottostante è evidenziato in rosso il sito utilizzato fino al 2018 ed in verde quello attuale.

	marca	modello	S/N	note
Deposimetro organici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in Pirex
Deposimetro inorganici (*)	Analitica srl	-	-	imbuto e bottiglia in plastica

(*) Monitoraggio integrativo realizzato nell'ambito della Prescrizione 29

APPENDICE 4

TABELLE DI SINTESI DEPOSIZIONE E COMPOSIZIONE 2014÷2022

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

A.4.1. APPENDICE - Rateo delle polveri nelle deposizioni e precipitazione cumulata (2014 – 2022)

Postazione	Anno	Campagna	Rateo delle polveri [mg/m²/d]	Precipitazione cumulata [mm]
Bolano	2014	P14 14/0	19	41
		P14 14/1	34	126
		P14 14/2	13	44
	2015	P14 15/1	26	207
		P14 15/2	24	80
		P14 15/3	23	1
		P14 15/4	40	244
	2016	P14 16/1	41	179
		P14 16/2	48	46
		P14 16/3	70	30
		P14 16/4	28	37
	2017	P14 17/1	12	312
		P14 17/2	29	80
		P14 17/3	29	13
		P14 17/4	16	2
	2018	P14 18/1	8	133
		P14 18/2	84	233
		P14 18/3	145	76
		P14 18/4	284	279
	2019	P14 19/1	40	211
		P14 19/2	47	58
		P14 19/3	24	340
		P14 19/4	24	482
	2020	P29 20/1	68	120
		P29 20/2	28	16
		P29 20/3	12	213
		P29 20/4	21	312
Follo	2014	P14 14/0	32	49
		P14 14/1	27	84
		P14 14/2	7	70
	2015	P14 15/1	5	162
		P14 15/2	26	63
		P14 15/3	10	0
		P14 15/4	47	258
	2016	P14 16/1	21	142
		P14 16/2	62	63
		P14 16/3	31	2
		P14 16/4	14	21
	2017	P14 17/1	12	357
		P14 17/2	30	90
		P14 17/3	27	3
		P14 17/4	9	3
	2018	P14 18/1	9	170
		P14 18/2	109	202
		P14 18/3	30	6
		P14 18/4	373	342
	2019	P14 19/1	23	201
		P14 19/2	37	75
		P14 19/3	24	323
		P14 19/4	13	396
	2020	P29 20/1	47	127
		P29 20/2	11	23
		P29 20/3	12	213
		P29 20/4	18	245
	2021	P29 21/1	16	47
		P29 21/2	77	177
		P29 21/3	50	56
		P29 21/4	16	213
	2022	P29 22/1	14	17
		P29 22/2	177	89
		P29 22/3	65	6
		P29 22/4	26	57

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Postazione	Anno	Campagna	Rateo delle polveri [mg/m²/d]	Precipitazione cumulata [mm]
Arcola	2014	P14 14/0	22	40
		P14 14/1	66	142
		P14 14/2	13	19
	2015	P14 15/1	12	155
		P14 15/2	29	78
		P14 15/3	19	0
		P14 15/4	38	291
	2016	P14 16/1	38	141
		P14 16/2	51	83
		P14 16/3	27	0
		P14 16/4	24	43
	2017	P14 17/1	12	280
		P14 17/2	32	66
		P14 17/3	24	0
		P14 17/4	12	2
	2018	P14 18/1	10	91
		P14 18/2	58	162
		P14 18/3	36	6
		P14 18/4	316	205
	2019	P14 19/1	59	216
		P14 19/2	37	62
		P14 19/3	17	261
		P14 19/4	16	350
	2020	P29 20/1	35	108
		P29 20/2	19	48
		P29 20/3	24	69
		P29 20/4	19	227
	2021	P29 21/1	23	37
		P29 21/2	87	157
		P29 21/3	46	28
		P29 21/4	24	118
	2022	P29 22/1	12	33
		P29 22/2	169	78
		P29 22/3	66	8
		P29 22/4	53	60
Le Grazie	2014	P14 14/0	31	21
		P14 14/1	7	182
		P14 14/2	18	8
	2015	P14 15/1	12	154
		P14 15/2	22	80
		P14 15/3	15	0
		P14 15/4	32	136
	2016	P14 16/1	24	123
		P14 16/2	38	91
		P14 16/3	33	0
		P14 16/4	22	2
	2017	P14 17/1	11	198
		P14 17/2	43	64
		P14 17/3	24	0
		P14 17/4	16	3
	2018	P14 18/1	10	116
		P14 18/2	73	110
		P14 18/3	35	5
		P14 18/4	322	227
	2019	P14 19/1	28	213
		P14 19/2	48	32
		P14 19/3	21	286
		P14 19/4	15	322
	2020	P29 20/1	36	86
		P29 20/2	26	45
		P29 20/3	12	100
		P29 20/4	11	237

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Postazione	Anno	Campagna	Rateo delle polveri [mg/m²/d]	Precipitazione cumulata [mm]
Chiappa	2014	P14 14/0	22	28
		P14 14/1	29	125
		P14 14/2	15	30
	2015	P14 15/1	11	170
		P14 15/2	17	98
		P14 15/3	17	0
		P14 15/4	29	283
	2016	P14 16/1	35	169
		P14 16/2	50	76
		P14 16/3	28	1
		P14 16/4	44	68
	2017	P14 17/1	12	357
		P14 17/2	30	89
		P14 17/3	14	0
		P14 17/4	33	2
	2018	P14 18/1	11	148
		P14 18/2	87	140
		P14 18/3	76	6
		P14 18/4	464	306
	2019	P14 19/1	23	134
		P14 19/2	32	62
		P14 19/3	25	302
		P14 19/4	20	490
	2020	P29 20/1	50	121
		P29 20/2	20	48
		P29 20/3	10	118
		P29 20/4	19	222
Maggiolina	2014	P14 14/0	24	22
		P14 14/1	77	148
		P14 14/2	27	16
	2015	P14 15/1	22	188
		P14 15/2	156	75
		P14 15/3	28	0
		P14 15/4	59	222
	2016	P14 16/1	40	144
		P14 16/2	58	87
		P14 16/3	35	0
		P14 16/4	31	71
	2017	P14 17/1	19	315
		P14 17/2	39	70
		P14 17/3	37	0
		P14 17/4	20	2
	2018	P14 18/1	14	140
		P14 18/2	104	149
		P14 18/3	71	6
		P14 18/4	430	227
	2019	P14 19/1	52	243
		P14 19/2	43	62
		P14 19/3	27	284
		P14 19/4	nd	nd
	2020	P29 20/1	36	99
		P29 20/2	26	47
		P29 20/3	13	68
		P29 20/4	20	254
	2021	P29 21/1	58	61
		P29 21/2	73	155
		P29 21/3	69	26
		P29 21/4	19	152
	2022	P29 22/1	13	32
		P29 22/2	167	84
		P29 22/3	74	6
		P29 22/4	10	44

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Postazione	Anno	Campagna	Rateo delle polveri [mg/m²/d]	Precipitazione cumulata [mm]
Saint Bon	2014	P14 14/0	39	25
		P14 14/1	15	146
		P14 14/2	29	20
	2015	P14 15/1	62	203
		P14 15/2	67	106
		P14 15/3	62	0
		P14 15/4	59	241
	2016	P14 16/1	54	156
		P14 16/2	70	83
		P14 16/3	46	0
		P14 16/4	48	48
	2017	P14 17/1	34	347
		P14 17/2	49	64
		P14 17/3	45	0
		P14 17/4	34	2
	2018	P14 18/1	26	128
		P14 18/2	104	118
		P14 18/3	64	10
		P14 18/4	441	263
	2019	P14 19/1	59	153
		P14 19/2	55	54
		P14 19/3	39	318
		P14 19/4	31	400
	2020	P29 20/1	52	114
		P29 20/2	35	69
		P29 20/3	31	84
		P29 20/4	37	212
Fossamastra	2014	P14 14/0	137	23
		P14 14/1	195	140
		P14 14/2	54	9
	2015	P14 15/1	171	155
		P14 15/2	174	78
		P14 15/3	135	0
		P14 15/4	137	211
	2016	P14 16/1	200	136
		P14 16/2	151	77
		P14 16/3	143	0
		P14 16/4	122	45
	2017	P14 17/1	132	263
		P14 17/2	119	70
		P14 17/3	137	0
		P14 17/4	96	2
	2018	P14 18/1	109	133
		P14 18/2	158	117
		P14 18/3	139	7
		P14 18/4	498	253
	2019	P14 19/1	252	194
		P14 19/2	175	53
		P14 19/3	85	280
		P14 19/4	92	377
	2020	P29 20/1	91	98
		P29 20/2	77	40
		P29 20/3	57	68
		P29 20/4	74	226
	2021	P29 21/1	115	63
		P29 21/2	167	160
		P29 21/3	131	12
		P29 21/4	117	149
	2022	P29 22/1	114	37
		P29 22/2	236	85
		P29 22/3	172	6
		P29 22/4	132	67

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Postazione	Anno	Campagna	Rateo delle polveri [mg/m²/d]	Precipitazione cumulata [mm]
Melara	2015	P14 15/3	18	0
		P14 15/4	32	263
	2016	P14 16/1	33	127
		P14 16/2	52	74
		P14 16/3	28	0
		P14 16/4	57	112
	2017	P14 17/1	16	257
		P14 17/2	33	66
		P14 17/3	23	0
		P14 17/4	11	2
	2018	P14 18/1	10	109
		P14 18/2	97	131
		P14 18/3	22	6
		P14 18/4	349	264
	2019	P14 19/1	24	188
		P14 19/2	48	52
		P14 19/3	27	278
		P14 19/4	14	370
	2020	P29 20/1	53	110
		P29 20/2	20	40
		P29 20/3	13	79
		P29 20/4	18	236
	2021	P29 21/1	24	41
		P29 21/2	90	157
		P29 21/3	52	38
		P29 21/4	21	202
	2022	P29 22/1	15	25
		P29 22/2	142	97
		P29 22/3	97	6
		P29 22/4	10	71

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

A.4.2. APPENDICE - Rateo dei metalli nelle deposizioni (2014 – 2022)

Rateo dei metalli nelle deposizioni – [µg/m²/d]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Bolano	2014	P14 14/0	0,15	0,024	0,008	0,012	1,91	1,11	2,56	2,34	14,80	1,33
		P14 14/1	0,13	0,033	0,019	0,010	7,77	1,61	2,15	3,14	9,46	1,47
		P14 14/2	0,08	0,005	0,014	0,004	2,43	0,70	0,78	1,86	3,43	0,83
	2015	P14 15/1	0,13	0,009	0,008	0,005	3,88	2,25	2,44	3,84	11,55	1,85
		P14 15/2	0,10	0,012	0,012	0,004	0,73	1,32	1,18	2,30	7,44	1,33
		P14 15/3	0,09	0,010	0,041	0,005	6,73	1,14	0,82	2,58	11,44	1,19
		P14 15/4	0,22	0,054	0,029	0,004	0,07	0,01	2,86	3,65	13,50	1,97
	2016	P14 16/1	0,23	0,127	0,004	0,004	8,14	7,43	3,07	3,19	27,43	3,22
		P14 16/2	0,16	0,022	0,008	0,005	3,19	1,82	1,63	3,25	21,97	2,37
		P14 16/3	0,14	0,021	0,113	0,005	11,09	8,68	1,77	4,57	46,28	3,56
		P14 16/4	0,09	0,012	0,004	0,004	2,82	1,16	1,53	3,34	17,53	1,59
	2017	P14 17/1	0,04	0,004	0,009	0,004	1,78	1,52	2,15	1,62	11,04	1,25
		P14 17/2	0,12	0,016	0,003	0,005	3,45	0,79	1,80	2,88	16,32	1,79
		P14 17/3	0,12	0,012	0,002	0,004	2,87	0,01	1,41	2,74	29,63	2,09
		P14 17/4	0,11	0,005	0,002	0,005	2,67	0,36	1,25	3,24	11,40	1,43
	2018	P14 18/1	<0,01	<0,008	0,010	<0,01	0,71	<0,01	0,98	0,66	2,38	0,80
		P14 18/2	0,51	0,029	<0,010	<0,01	4,45	2,65	5,17	4,18	61,92	5,41
		P14 18/3	0,32	0,020	<0,008	<0,01	4,90	1,65	2,58	6,58	54,34	4,41
		P14 18/4	2,08	0,041	<0,011	<0,01	20,53	10,96	8,59	11,38	90,21	23,07
	2019	P14 19/1	0,25	0,025	0,008	0,010	4,34	0,01	3,76	5,06	21,59	3,86
		P14 19/2	0,24	0,026	0,008	0,010	3,83	1,37	2,14	3,73	27,06	3,83
		P14 19/3	0,02	0,011	0,011	0,010	3,40	1,62	2,28	3,82	7,33	1,82
		P14 19/4	0,11	0,030	0,008	0,010	1,68	1,05	1,65	2,60	5,24	1,32
	2020	P29 20/1	0,57	0,030	<0,008	<0,008	5,14	2,63	4,63	9,38	36,93	4,78
		P29 20/2	0,10	0,020	0,015	0,01	3,58	1,64	3,16	4,13	17,03	1,84
		P29 20/3	0,10	<0,009	0,017	<0,001	2,10	0,84	1,50	3,35	3,38	0,85
		P29 20/4	0,19	<0,009	0,025	<0,001	3,35	1,37	2,83	7,17	7,45	1,53
Follo	2014	P14 14/0	0,15	0,024	0,006	0,012	10,41	3,80	2,38	3,79	16,82	2,31
		P14 14/1	0,17	0,025	0,008	0,008	12,52	1,62	2,50	2,44	11,16	1,87
		P14 14/2	0,06	0,017	0,006	0,004	4,04	0,58	0,60	0,94	2,69	0,77
	2015	P14 15/1	0,02	0,005	0,005	0,005	1,00	0,41	0,78	0,02	2,03	0,46
		P14 15/2	0,12	0,012	0,017	0,008	4,49	2,62	1,82	3,45	11,50	2,14
		P14 15/3	0,05	0,004	0,012	0,004	2,94	0,73	2,23	0,97	4,97	0,85
		P14 15/4	0,28	0,058	0,004	0,010	0,69	0,01	3,94	5,18	23,23	3,31
	2016	P14 16/1	0,17	0,008	0,017	0,004	4,17	4,82	2,18	2,43	15,13	2,09
		P14 16/2	0,26	0,030	0,010	0,005	5,69	3,02	3,40	11,95	31,73	3,78
		P14 16/3	0,16	0,013	0,028	0,008	9,81	3,51	1,16	3,39	32,22	2,92
		P14 16/4	0,06	0,008	0,004	0,004	3,73	1,44	0,68	1,61	10,95	1,23
	2017	P14 17/1	0,02	0,004	0,004	0,004	3,27	1,60	1,77	1,29	7,11	1,41
		P14 17/2	0,19	0,025	0,005	0,005	3,22	1,11	2,67	3,30	18,58	2,18
		P14 17/3	0,16	0,012	0,002	0,004	3,45	1,11	1,23	3,54	23,65	2,28
		P14 17/4	0,07	0,005	0,002	0,005	1,73	0,33	0,76	1,94	8,86	1,09
	2018	P14 18/1	0,02	<0,008	0,015	<0,01	5,58	0,08	1,97	3,18	2,93	0,98
		P14 18/2	0,64	0,024	<0,010	<0,01	5,76	4,01	2,85	5,31	59,97	5,78
		P14 18/3	0,20	0,013	<0,008	<0,01	5,36	2,73	1,42	4,15	27,91	2,90
		P14 18/4	3,32	0,129	0,018	<0,01	36,28	17,02	11,62	17,41	226,07	34,11
	2019	P14 19/1	0,16	0,089	0,008	0,010	11,52	0,01	3,90	4,38	8,09	1,72
		P14 19/2	0,32	0,025	0,009	0,010	4,06	1,08	2,75	5,25	16,59	3,17
		P14 19/3	0,03	0,015	0,011	0,010	2,96	1,64	2,29	3,10	5,91	1,68
		P14 19/4	0,21	0,013	0,008	0,010	5,49	0,99	2,42	2,32	4,01	1,44
	2020	P29 20/1	0,32	0,009	<0,008	<0,008	4,49	2,13	2,58	4,42	23,58	3,12
		P29 20/2	0,08	<0,008	<0,008	<0,008	4,37	1,11	1,14	2,99	6,05	0,91
		P29 20/3	0,14	0,011	<0,001	<0,001	9,56	1,19	2,64	4,78	6,97	1,09
		P29 20/4	0,13	<0,009	0,015	<0,001	7,73	1,84	3,43	4,45	9,26	1,82
	2021	P29 21/1	0,18	<0,008	0,023	0,009	3,63	1,39	1,36	2,65	9,68	1,07
		P29 21/2	0,51	0,071	0,062	0,030	10,57	3,48	4,78	6,31	45,07	6,77
		P29 21/3	0,18	0,025	0,117	<0,009	6,48	2,97	1,79	3,92	28,91	2,02
		P29 21/4	0,25	0,014	0,012	0,022	5,84	2,38	6,26	6,31	7,95	2,29
	2022	P29 22/1	<0,01	0,014	<0,001	<0,001	3,25	0,96	0,75	2,23	6,94	0,77
		P29 22/2	1,42	0,073	<0,008	0,016	14,09	6,42	7,86	8,88	106,74	15,05
		P29 22/3	0,44	0,030	<0,001	0,022	7,18	2,27	3,50	5,98	34,71	4,70
		P29 22/4	0,28	0,037	<0,010	0,015	4,73	1,79	2,84	3,14	13,40	2,21

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo dei metalli nelle deposizioni – [µg/m²/d]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Arcola	2014	P14 14/0	0,23	0,024	0,006	0,012	2,93	1,35	31,70	3,60	7,56	0,69
		P14 14/1	0,30	0,081	0,028	0,108	11,73	2,93	64,72	5,61	19,61	3,29
		P14 14/2	0,09	0,017	0,009	0,018	3,25	0,96	31,04	2,64	3,29	0,82
	2015	P14 15/1	0,08	0,008	0,008	0,007	2,36	0,80	10,66	1,77	5,98	0,95
		P14 15/2	0,21	0,023	0,034	0,040	8,17	1,72	17,14	4,65	9,42	1,27
		P14 15/3	0,11	0,019	0,038	0,015	4,08	1,43	24,50	3,69	8,05	1,11
		P14 15/4	0,30	0,040	0,020	0,031	0,07	0,01	65,18	7,10	16,18	2,92
	2016	P14 16/1	0,25	0,024	0,010	0,020	5,52	2,97	17,06	5,24	22,92	2,67
		P14 16/2	0,23	0,026	0,007	0,071	4,27	2,35	43,28	6,26	23,11	2,90
		P14 16/3	0,13	0,018	0,039	0,006	4,21	2,12	2,12	4,71	16,03	1,73
		P14 16/4	0,18	0,015	0,056	0,036	6,57	2,45	17,89	5,04	13,52	1,63
	2017	P14 17/1	0,05	0,004	0,009	0,004	2,66	1,61	11,20	4,19	5,89	1,25
		P14 17/2	0,10	0,005	0,003	0,005	1,82	0,49	5,01	2,97	10,88	1,64
		P14 17/3	0,11	0,009	0,002	0,004	3,20	1,68	1,70	4,41	13,98	1,52
		P14 17/4	0,09	0,005	0,002	0,005	1,65	0,01	7,25	4,15	5,25	0,82
	2018	P14 18/1	0,05	<0,008	<0,008	<0,01	2,58	0,28	1,18	1,98	5,14	1,00
		P14 18/2	0,39	0,023	<0,010	<0,01	3,06	1,48	2,09	3,85	40,82	3,92
		P14 18/3	0,13	0,017	<0,008	<0,01	2,20	1,41	1,35	4,84	18,43	1,80
		P14 18/4	2,60	0,084	<0,011	<0,01	26,53	14,46	9,29	18,44	184,69	27,33
	2019	P14 19/1	0,25	0,032	0,008	0,020	5,91	1,64	4,07	10,19	20,94	4,11
		P14 19/2	0,32	0,033	0,008	0,020	3,20	1,52	10,09	7,04	16,19	2,94
		P14 19/3	0,01	0,011	0,022	0,030	2,07	1,10	1,78	3,88	4,51	1,41
		P14 19/4	0,14	0,014	0,008	0,010	3,61	0,93	2,42	5,50	5,22	1,59
	2020	P29 20/1	0,12	<0,008	<0,001	<0,008	1,28	0,63	1,12	3,62	8,71	1,26
		P29 20/2	0,17	0,024	0,024	0,01	3,79	1,66	3,16	186,19	8,36	1,40
		P29 20/3	0,18	0,147	0,015	<0,001	2,04	1,36	1,56	9,85	7,97	1,31
		P29 20/4	0,19	<0,009	0,025	<0,001	3,34	1,37	2,82	7,15	7,42	1,53
	2021	P29 21/1	0,22	<0,008	0,023	0,022	3,43	1,75	1,53	4,13	9,19	1,33
		P29 21/2	0,97	0,024	0,055	0,053	9,72	4,38	6,66	11,40	57,18	8,38
		P29 21/3	0,46	0,037	0,022	0,053	6,04	5,29	3,23	13,84	38,46	4,02
		P29 21/4	0,38	0,043	<0,001	0,038	6,95	4,89	7,36	12,59	13,64	3,93
	2022	P29 22/1	0,10	0,011	<0,001	<0,008	1,51	0,88	1,32	2,84	4,27	0,55
		P29 22/2	1,57	0,120	0,009	0,050	17,14	8,12	9,01	21,39	123,24	17,51
		P29 22/3	0,60	0,060	0,015	0,028	7,67	2,18	4,16	11,33	51,80	6,53
		P29 22/4	0,15	0,035	<0,010	0,011	5,05	2,41	1,97	7,50	12,28	1,61
Le Grazie	2014	P14 14/0	0,11	0,024	0,011	0,012	6,70	2,09	3,77	6,03	12,22	1,74
		P14 14/1	0,05	0,011	0,014	0,005	3,09	0,67	0,78	1,02	2,93	0,48
		P14 14/2	0,12	0,016	0,009	0,004	6,70	1,34	1,87	2,81	8,63	1,23
	2015	P14 15/1	0,08	0,007	0,008	0,005	0,53	1,74	2,64	3,26	3,08	0,90
		P14 15/2	0,09	0,013	0,014	0,004	0,86	1,29	1,72	3,20	4,21	0,83
		P14 15/3	0,07	0,009	0,036	0,005	2,62	0,64	1,02	2,16	4,44	0,81
		P14 15/4	0,13	0,037	0,005	0,004	0,07	0,01	3,19	4,00	12,82	1,48
	2016	P14 16/1	0,20	0,012	0,013	0,004	3,07	1,59	2,76	4,88	12,13	2,00
		P14 16/2	0,20	0,028	0,011	0,008	3,39	2,52	2,83	5,59	16,48	2,37
		P14 16/3	0,20	0,012	0,035	0,007	5,99	2,27	2,87	4,33	21,64	1,89
		P14 16/4	0,15	0,020	0,037	0,010	7,47	2,22	3,97	4,96	17,46	1,65
	2017	P14 17/1	0,02	0,004	0,004	0,004	1,41	0,95	1,80	1,62	3,02	0,82
		P14 17/2	0,18	0,016	0,003	0,005	2,03	0,27	2,23	3,15	13,81	2,10
		P14 17/3	0,16	0,009	0,002	0,004	1,73	0,01	1,90	2,81	14,76	1,50
		P14 17/4	0,14	0,014	0,002	0,005	1,99	0,35	2,45	5,84	10,16	1,30
	2018	P14 18/1	0,05	0,011	<0,008	<0,01	1,10	<0,01	1,57	2,33	2,53	1,00
		P14 18/2	0,48	0,016	<0,010	<0,01	4,02	2,69	2,44	6,88	44,10	4,84
		P14 18/3	0,17	0,013	<0,008	<0,01	2,27	1,42	1,56	3,75	17,06	2,20
		P14 18/4	2,75	0,087	<0,011	<0,01	26,77	16,35	13,05	18,74	182,41	28,97
	2019	P14 19/1	0,19	0,010	0,008	0,010	1,91	0,01	4,10	9,74	5,35	1,63
		P14 19/2	0,30	0,038	0,009	0,010	2,63	1,06	5,01	5,16	19,12	2,89
		P14 19/3	0,07	0,016	0,011	0,010	2,19	1,19	4,19	5,10	5,06	1,99
		P14 19/4	0,17	0,008	0,008	0,010	2,44	0,94	3,13	5,15	4,00	1,76
	2020	P29 20/1	0,17	<0,008	<0,001	<0,001	2,32	1,69	3,90	6,26	13,52	1,86
		P29 20/2	0,14	0,015	0,015	0,01	3,66	1,66	4,90	5,79	9,13	1,39
		P29 20/3	0,03	<0,009	<0,009	<0,001	2,19	1,06	3,08	4,08	5,81	1,01
		P29 20/4	0,02	<0,009	<0,001	<0,001	1,56	0,77	3,16	3,48	3,08	0,79

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo dei metalli nelle deposizioni – [µg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Chiappa	2014	P14 14/0	0,13	0,029	0,005	0,015	1,41	0,77	1,79	2,29	7,85	0,89
		P14 14/1	0,16	0,012	0,012	0,023	11,15	1,59	2,55	4,05	10,90	1,80
		P14 14/2	0,11	0,012	0,015	0,008	3,88	1,18	1,42	2,68	4,32	0,91
	2015	P14 15/1	0,08	0,005	0,008	0,005	2,14	0,92	2,04	1,81	3,86	1,08
		P14 15/2	0,09	0,006	0,019	0,004	0,14	0,84	1,47	2,73	3,69	0,99
		P14 15/3	0,09	0,007	0,024	0,005	3,15	0,64	0,86	2,21	4,85	1,03
		P14 15/4	0,21	0,025	0,004	0,005	0,07	3,86	3,61	4,93	9,62	1,73
	2016	P14 16/1	0,22	0,035	0,037	0,004	3,72	10,84	3,01	3,52	18,11	2,57
		P14 16/2	0,25	0,022	0,011	0,005	3,30	2,52	2,76	6,65	26,32	2,94
		P14 16/3	0,15	0,015	0,044	0,010	5,50	3,30	1,37	4,60	19,40	2,05
		P14 16/4	0,06	0,187	0,004	0,004	3,88	0,46	1,51	4,01	14,75	1,41
	2017	P14 17/1	0,03	0,016	0,015	0,004	1,86	1,65	4,23	2,62	4,46	1,56
		P14 17/2	0,16	0,024	0,005	0,005	1,39	1,36	2,59	4,63	10,78	1,71
		P14 17/3	0,06	0,004	0,002	0,004	0,79	0,01	1,61	1,70	9,74	0,83
		P14 17/4	0,27	0,015	0,002	0,005	3,09	4,08	4,31	8,14	25,37	2,84
	2018	P14 18/1	<0,01	<0,008	<0,008	<0,01	2,37	0,20	6,68	2,66	3,87	1,32
		P14 18/2	0,55	0,026	<0,010	<0,01	4,84	2,88	3,29	11,97	50,83	5,18
		P14 18/3	0,17	0,025	<0,008	<0,01	2,41	2,38	4,51	5,48	19,99	2,07
		P14 18/4	3,85	0,109	<0,011	<0,01	36,63	21,80	14,20	34,26	254,10	39,30
	2019	P14 19/1	0,12	0,010	0,008	0,010	2,60	0,01	2,68	9,18	5,01	1,22
		P14 19/2	0,26	0,030	0,009	0,010	2,17	0,48	2,47	8,36	12,76	2,36
		P14 19/3	0,05	0,011	0,011	0,010	3,54	1,65	3,27	7,50	8,69	2,39
		P14 19/4	0,24	0,008	0,011	0,010	2,93	1,11	3,14	5,21	5,78	2,37
	2020	P29 20/1	0,42	0,022	<0,008	<0,008	3,93	3,12	3,19	13,12	25,84	3,82
		P29 20/2	0,09	0,015	0,011	<0,008	3,28	1,36	1,87	9,12	7,97	1,16
		P29 20/3	0,05	0,011	<0,009	<0,001	1,23	0,56	1,20	4,38	3,79	0,63
		P29 20/4	0,22	<0,009	<0,009	<0,001	2,54	1,46	2,29	4,33	5,52	1,35
Maggiolina	2014	P14 14/0	0,11	0,060	0,012	0,030	11,02	2,79	6,85	8,11	23,36	2,87
		P14 14/1	0,32	0,043	0,026	0,045	25,88	3,24	3,74	6,18	21,90	3,17
		P14 14/2	0,11	0,022	0,008	0,014	13,31	1,53	1,70	3,48	7,20	1,58
	2015	P14 15/1	0,13	0,012	0,014	0,005	9,77	2,11	3,04	4,61	9,08	2,33
		P14 15/2	0,64	0,048	0,037	0,031	7,21	5,89	4,68	13,82	45,12	6,19
		P14 15/3	0,16	0,012	0,004	0,005	5,26	1,75	2,52	8,79	10,68	2,11
		P14 15/4	0,35	0,056	0,040	0,008	0,29	0,01	4,65	11,26	25,22	4,49
	2016	P14 16/1	0,28	0,015	0,012	0,011	4,77	3,71	5,65	8,43	24,32	3,54
		P14 16/2	0,35	0,024	0,010	0,005	19,54	3,44	6,10	10,78	33,81	4,30
		P14 16/3	0,16	0,022	0,036	0,006	13,86	3,46	1,84	7,08	20,68	3,36
		P14 16/4	0,17	0,012	0,027	0,014	10,11	2,45	8,21	7,77	12,85	2,65
	2017	P14 17/1	0,06	0,004	0,004	0,004	5,70	2,21	3,95	3,98	12,91	2,67
		P14 17/2	0,17	0,023	0,003	0,005	3,22	0,28	1,84	4,36	14,91	2,45
		P14 17/3	0,22	0,016	0,002	0,004	4,63	1,48	2,53	7,10	30,48	3,14
		P14 17/4	0,17	0,010	0,002	0,005	4,48	0,87	2,11	8,12	16,97	2,22
	2018	P14 18/1	0,04	<0,008	<0,008	<0,01	3,81	0,83	5,60	2,97	7,11	2,23
		P14 18/2	0,53	0,023	<0,010	<0,01	5,48	3,76	2,46	7,91	73,29	5,43
		P14 18/3	0,20	0,021	<0,008	<0,01	3,57	2,05	2,24	7,77	25,06	2,96
		P14 18/4	2,95	0,091	<0,011	<0,01	29,79	13,24	10,20	17,94	179,81	30,31
	2019	P14 19/1	0,29	0,035	0,008	0,010	7,90	0,01	5,25	13,41	14,57	4,13
		P14 19/2	0,25	0,067	0,008	0,010	3,57	0,23	3,14	6,36	23,23	3,13
		P14 19/3	0,37	0,011	0,011	0,010	5,29	1,70	15,05	13,89	12,60	2,63
		P14 19/4	*non disponibile*									
	2020	P29 20/1	0,08	0,014	<0,001	<0,001	2,71	1,47	2,04	5,01	13,43	2,17
		P29 20/2	0,10	0,019	0,009	0,02	7,83	2,95	26,16	27,74	10,01	1,45
		P29 20/3	0,06	<0,009	<0,009	<0,001	2,89	1,00	3,62	9,06	9,14	0,98
		P29 20/4	0,23	<0,009	<0,001	<0,001	5,20	1,64	5,48	12,69	16,82	1,55
	2021	P29 21/1	0,45	0,040	0,013	0,034	9,66	4,50	6,66	13,61	40,56	4,81
		P29 21/2	0,49	0,056	0,044	0,022	7,01	3,25	4,13	11,45	42,55	6,03
		P29 21/3	0,38	0,072	0,010	0,012	7,89	4,41	4,06	10,28	44,21	3,83
		P29 21/4	0,19	0,026	<0,010	<0,010	7,09	3,33	5,74	13,55	12,46	3,08
	2022	P29 22/1	0,14	0,012	<0,001	<0,001	2,67	1,08	1,59	4,12	5,61	0,79
		P29 22/2	1,23	0,067	<0,008	<0,001	16,28	6,78	12,56	21,16	99,92	13,74
		P29 22/3	0,62	0,056	<0,008	0,037	9,32	3,14	9,01	21,80	51,15	6,39
		P29 22/4	0,13	<0,010	<0,010	<0,010	2,44	0,84	1,37	2,50	4,37	1,05

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo dei metalli nelle deposizioni – [µg/m²/d]												
Postazione	Anno	Campagna	As	Cd	Hg	Tl	Cr	Ni	Pb	Cu	Mn	V
Saint Bon	2014	P14 14/0	0,18	0,029	0,009	0,015	20,03	7,36	5,99	21,32	23,03	2,40
		P14 14/1	0,10	0,021	0,012	0,005	8,25	1,73	2,34	8,39	9,05	1,44
		P14 14/2	0,14	0,050	0,008	0,004	8,50	2,45	3,09	12,49	14,09	1,68
	2015	P14 15/1	0,28	0,049	0,024	0,005	14,87	6,03	6,72	20,21	33,05	4,12
		P14 15/2	0,32	0,033	0,033	0,004	9,00	7,14	4,72	18,64	32,57	4,34
		P14 15/3	0,18	0,020	0,082	0,005	8,17	2,97	3,53	14,17	14,81	2,10
		P14 15/4	0,21	0,106	0,071	0,004	1,32	0,01	8,22	22,67	28,03	3,00
	2016	P14 16/1	0,35	0,023	0,007	0,015	12,67	8,03	7,00	22,83	43,21	4,41
		P14 16/2	0,35	0,029	0,015	0,005	12,43	4,79	5,86	32,98	42,65	4,29
		P14 16/3	0,22	0,037	0,029	0,012	14,58	4,35	4,36	20,55	29,39	2,85
		P14 16/4	0,24	0,025	0,076	0,014	17,61	5,22	8,40	25,89	36,64	2,82
	2017	P14 17/1	0,11	0,014	0,004	0,004	9,37	4,44	10,98	15,14	22,84	3,33
		P14 17/2	0,24	0,154	0,005	0,005	8,40	3,43	5,47	17,13	35,82	3,34
		P14 17/3	0,25	0,021	0,002	0,010	9,01	2,53	6,28	23,68	31,60	2,70
		P14 17/4	0,19	0,020	0,002	0,005	8,75	2,22	4,41	25,16	32,64	2,27
	2018	P14 18/1	0,12	0,018	<0,008	<0,01	5,97	2,52	3,72	6,71	9,96	2,50
		P14 18/2	0,62	0,023	<0,010	<0,01	8,81	4,85	4,46	22,50	98,62	5,73
		P14 18/3	0,31	0,032	<0,008	<0,01	11,71	5,93	5,77	60,68	54,38	3,93
		P14 18/4	3,60	0,096	<0,011	<0,01	48,68	19,88	18,56	66,18	308,79	37,79
	2019	P14 19/1	0,34	0,059	0,008	0,010	16,78	5,55	9,33	33,55	35,90	4,83
		P14 19/2	0,42	0,034	0,009	0,010	15,39	5,18	6,32	36,81	39,41	4,90
		P14 19/3	0,12	0,011	0,011	0,010	3,04	2,02	2,39	4,38	6,17	2,07
		P14 19/4	0,28	0,019	0,008	0,010	9,32	2,57	10,98	21,30	14,87	3,57
	2020	P29 20/1	0,41	0,035	<0,008	<0,001	6,55	3,39	11,96	19,98	27,98	4,04
		P29 20/2	0,19	0,030	0,017	0,01	11,98	4,50	5,87	26,67	23,02	2,53
		P29 20/3	0,13	0,042	<0,009	<0,001	9,30	3,74	7,62	12,44	22,95	2,74
		P29 20/4	0,22	0,009	<0,001	<0,001	13,20	3,91	10,49	19,40	44,10	2,87
Fossamastra	2014	P14 14/0	0,97	0,060	0,020	0,005	52,30	26,87	38,89	73,26	83,39	14,30
		P14 14/1	0,83	0,050	0,040	0,040	45,62	15,20	21,57	49,72	82,56	13,13
		P14 14/2	0,31	0,050	0,010	0,005	16,08	5,29	7,19	19,43	23,37	4,00
	2015	P14 15/1	0,87	0,050	0,060	0,020	41,63	21,76	20,53	49,08	78,24	15,29
		P14 15/2	0,89	0,100	0,160	0,010	27,37	18,67	21,40	41,09	78,22	12,10
		P14 15/3	0,80	0,110	0,020	0,005	28,71	15,32	23,24	97,66	55,56	9,54
		P14 15/4	1,07	0,180	0,050	0,040	16,76	8,82	20,48	77,84	106,62	13,89
	2016	P14 16/1	1,15	0,070	0,030	0,040	25,77	22,20	12,81	50,74	163,04	10,07
		P14 16/2	0,82	0,100	0,030	0,030	18,36	13,54	13,28	56,01	105,59	7,91
		P14 16/3	0,56	0,080	0,060	0,020	31,75	13,04	8,52	47,49	87,96	6,25
		P14 16/4	0,56	0,050	0,160	0,020	45,00	14,33	7,71	42,06	89,56	6,51
	2017	P14 17/1	0,54	0,066	0,009	0,004	28,06	15,57	12,23	41,00	109,21	10,68
		P14 17/2	0,57	0,055	0,012	0,020	13,78	8,49	8,65	48,20	81,65	7,11
		P14 17/3	0,80	0,051	0,002	0,021	18,83	11,40	8,31	51,41	105,78	7,17
		P14 17/4	0,53	0,041	0,002	0,005	18,95	9,22	8,68	50,44	86,02	5,87
	2018	P14 18/1	0,66	0,080	0,009	0,03	36,06	15,14	17,88	53,43	78,14	12,77
		P14 18/2	0,76	0,038	<0,010	<0,01	13,64	10,47	5,88	42,02	93,66	7,52
		P14 18/3	0,62	0,050	<0,008	<0,01	19,43	12,93	7,19	61,36	114,04	6,91
		P14 18/4	3,86	0,142	<0,011	<0,01	81,19	33,19	24,41	88,02	322,03	44,14
	2019	P14 19/1	0,22	0,010	0,008	0,010	5,80	0,53	12,69	40,19	9,13	2,12
		P14 19/2	0,61	0,039	0,008	0,010	6,00	1,26	15,12	27,14	26,04	3,97
		P14 19/3	0,14	0,015	0,011	0,010	21,00	7,48	10,61	18,56	23,00	4,09
		P14 19/4	0,23	0,008	0,008	0,010	3,80	0,68	6,77	6,34	4,14	1,37
	2020	P29 20/1	0,51	0,048	<0,008	<0,008	22,68	10,42	11,66	33,16	58,72	7,67
		P29 20/2	0,52	0,058	0,011	0,03	32,32	14,93	10,36	81,61	53,20	6,24
		P29 20/3	0,32	0,034	<0,001	<0,001	17,60	7,37	7,34	27,10	42,48	5,47
		P29 20/4	0,43	<0,009	0,019	<0,001	22,59	9,54	10,95	30,89	45,33	6,93
	2021	P29 21/1	0,53	0,085	<0,008	0,033	42,94	16,79	17,02	47,96	90,37	10,74
		P29 21/2	0,99	0,158	0,110	0,059	51,30	19,86	18,89	90,25	121,95	16,04
		P29 21/3	0,86	0,100	0,037	0,052	37,67	16,48	13,52	66,19	106,87	9,77
		P29 21/4	1,13	0,198	0,025	0,073	66,58	24,85	29,35	103,86	125,52	18,52
	2022	P29 22/1	0,43	<0,008	<0,001	0,019	25,57	12,87	9,58	31,70	59,56	7,70
		P29 22/2	1,70	0,135	0,009	<0,008	44,76	18,53	19,76	82,20	169,20	20,95
		P29 22/3	1,02	0,112	0,025	0,048	34,03	13,28	15,27	60,43	121,93	13,04
		P29 22/4	0,81	0,125	0,020	0,033	46,18	21,04	19,64	88,73	118,53	13,30

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo dei metalli nelle deposizioni – [µg/m²/d]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Melara	2015	**P14 15/3**	0,18	0,014	0,015	0,005	5,25	1,58	1,45	6,08	9,30	1,47
		P14 15/4	0,42	0,022	0,015	0,019	17,67	1,71	3,92	10,81	27,05	3,97
	2016	**P14 16/1**	0,35	0,061	0,010	0,009	4,24	3,63	6,70	10,10	33,21	2,97
		P14 16/2	0,30	0,059	0,016	0,008	15,28	3,37	5,48	16,72	27,23	2,98
		P14 16/3	0,23	0,020	0,036	0,007	14,29	2,30	2,35	10,68	18,50	1,98
		P14 16/4	0,32	0,037	0,004	0,037	22,53	3,53	24,81	23,65	28,21	4,02
	2017	**P14 17/1**	0,14	0,004	0,004	0,004	4,34	1,42	3,22	5,29	7,46	2,03
		P14 17/2	0,23	0,019	0,005	0,012	4,79	2,11	7,32	10,42	20,57	2,76
		P14 17/3	0,25	0,012	0,002	0,004	4,03	0,64	2,37	7,72	16,81	1,98
		P14 17/4	0,16	0,005	0,002	0,005	3,10	0,23	4,76	9,80	9,58	1,27
	2018	**P14 18/1**	0,04	<0,008	<0,008	<0,01	3,87	0,02	2,12	2,78	5,10	1,35
		P14 18/2	0,60	0,025	<0,010	<0,01	5,82	3,50	3,65	11,86	61,76	5,73
		P14 18/3	0,15	0,012	<0,008	<0,01	3,53	1,59	9,68	7,92	16,96	1,86
		P14 18/4	2,67	0,092	<0,011	<0,01	28,08	13,45	17,26	42,05	187,42	27,61
	2019	**P14 19/1**	1,33	0,146	0,008	0,040	64,82	27,42	19,47	78,02	167,67	22,40
		P14 19/2	1,19	0,099	0,008	0,030	46,96	23,15	16,90	87,66	117,24	16,01
		P14 19/3	0,28	0,031	0,011	0,040	25,46	9,55	10,81	41,86	52,82	9,26
		P14 19/4	0,57	0,058	0,008	0,030	28,84	11,45	9,82	24,77	52,07	10,75
	2020	**P29 20/1**	0,22	0,009	<0,001	<0,001	13,20	3,91	10,49	19,40	44,10	2,87
		P29 20/2	0,42	0,272	0,017	<0,001	4,90	3,17	10,50	13,75	20,39	3,12
		P29 20/3	0,13	0,013	0,014	0,010	4,12	1,98	2,23	6,52	10,76	1,41
		P29 20/4	0,18	<0,009	<0,001	<0,001	2,63	1,07	1,46	4,99	9,28	1,06
	2021	**P29 21/1**	0,24	<0,008	0,023	<0,008	8,54	2,28	4,06	11,35	17,51	2,25
		P29 21/2	0,99	0,024	0,047	0,043	10,66	4,53	10,50	46,95	52,95	7,99
		P29 21/3	0,49	0,035	0,029	0,034	4,97	2,52	9,73	12,42	22,79	4,72
		P29 21/4	0,17	0,012	<0,010	0,014	6,77	2,50	7,10	13,83	10,48	2,59
	2022	**P29 22/1**	0,04	0,018	<0,001	<0,001	2,80	3,16	1,46	5,70	7,07	2,69
		P29 22/2	0,94	0,057	<0,001	<0,001	9,91	3,60	6,32	9,98	82,83	11,05
		P29 22/3	0,68	0,045	0,015	0,040	9,93	3,02	4,56	12,42	63,16	7,34
		P29 22/4	0,14	<0,010	<0,010	<0,010	3,93	1,38	3,36	5,10	6,19	0,95

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

A.4.3. APPENDICE – Concentrazione dei metalli nelle polveri depositate (2014 – 2022)

Concentrazione dei metalli nelle deposizioni – [µg/g]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Bolano	2014	P14 14/0	7,7	1,28	0,41	0,64	101	59	136	124	785	70
		P14 14/1	3,9	0,95	0,56	0,28	226	47	62	91	275	43
		P14 14/2	6,2	0,37	1,03	0,32	184	53	59	141	259	63
	2015	P14 15/1	5,2	0,35	0,33	0,19	154	90	97	153	460	74
		P14 15/2	4,2	0,50	0,52	0,19	31	56	50	98	316	57
		P14 15/3	3,7	0,45	1,75	0,21	290	49	35	111	493	51
		P14 15/4	5,4	1,35	0,72	0,09	1,8	0,3	71	91	337	49
	2016	P14 16/1	5,7	3,12	0,11	0,11	201	183	76	79	676	79
		P14 16/2	3,4	0,46	0,17	0,11	67	38	34	68	461	50
		P14 16/3	2,0	0,30	1,61	0,07	157	123	25	65	657	50
		P14 16/4	3,1	0,43	0,14	0,14	99	41	54	117	615	56
	2017	P14 17/1	3,6	0,36	0,76	0,36	149	127	179	135	921	104
		P14 17/2	4,0	0,55	0,09	0,18	119	27	62	100	564	62
		P14 17/3	4,2	0,40	0,07	0,15	98	0,4	48	94	1.016	72
		P14 17/4	6,4	0,29	0,15	0,29	162	22	76	197	692	87
	2018	P14 18/1	0,49	0,49	1,21	0,49	84	0,49*	115	77	281	94
		P14 18/2	6,10	0,34	0,06	0,06	53	31	61	50	735	64
		P14 18/3	2,18	0,14	0,03	0,03	34	11	18	45	374	30
		P14 18/4	7,33	0,15	0,02	0,02	72	39	30	40	318	81
	2019	P14 19/1	6,18	0,61	0,10	0,10	108	0,10	94	126	538	96
		P14 19/2	5,06	0,55	0,09	0,30	82	29	46	79	577	82
		P14 19/3	0,92	0,46	0,22	0,22	141	68	95	159	305	76
		P14 19/4	4,59	1,23	0,17	0,17	69	43	68	107	215	54
	2020	P29 20/1	6,18	0,61	0,10*	0,10*	108	0,10*	94	126	538	96
		P29 20/2	5,06	0,55	0,09*	0,30	82	29	46	79	577	82
		P29 20/3	0,92	0,46	0,22*	0,22*	141	68	95	159	305	76
		P29 20/4	4,59	1,23	0,17*	0,17*	69	43	68	107	215	54
Follo	2014	P14 14/0	4,7	0,76	0,20	0,38	326	119	75	119	527	72
		P14 14/1	6,3	0,91	0,28	0,29	458	59	91	89	408	68
		P14 14/2	8,5	2,58	0,90	0,64	613	88	91	142	407	117
	2015	P14 15/1	5,0	1,00	1,00	1,00	215	89	168	5,0	436	98
		P14 15/2	4,8	0,48	0,65	0,30	175	102	71	135	450	84
		P14 15/3	4,6	0,41	1,16	0,41	285	71	217	94	483	83
		P14 15/4	5,8	1,22	0,08	0,21	15	0,2	83	109	489	70
	2016	P14 16/1	8,0	0,37	0,78	0,21	196	226	102	114	709	98
		P14 16/2	4,1	0,48	0,17	0,08	92	49	55	193	513	61
		P14 16/3	5,2	0,40	0,88	0,24	314	112	37	108	1.031	94
		P14 16/4	4,2	0,56	0,29	0,29	262	101	48	113	768	86
	2017	P14 17/1	1,4	0,35	0,35	0,35	270	132	146	107	586	116
		P14 17/2	6,4	0,83	0,17	0,17	108	38	90	111	626	73
		P14 17/3	5,8	0,45	0,08	0,15	126	40	45	129	864	83
		P14 17/4	7,9	0,53	0,27	0,53	191	37	84	215	980	121
	2018	P14 18/1	2,00	0,43	1,58	0,43	588	9	207	335	309	103
		P14 18/2	5,91	0,23	0,05	0,05	53	37	26	49	552	53
		P14 18/3	6,39	0,42	0,13	0,13	175	89	46	136	912	95
		P14 18/4	8,91	0,35	0,05	0,01	97	46	31	47	606	91
	2019	P14 19/1	7,02	3,89	0,18	0,18	504	0,18	170	192	354	75
		P14 19/2	8,58	0,68	0,12	0,24	110	29	74	142	449	86
		P14 19/3	1,42	0,63	0,23	0,23	125	69	97	131	249	71
		P14 19/4	16,06	0,96	0,31	0,31	411	74	181	174	300	108
	2020	P29 20/1	6,83	0,20	0,09*	0,09*	96	46	55	94	504	67
		P29 20/2	7,04	0,36*	0,36*	0,36*	397	101	104	272	549	82
		P29 20/3	9,76	0,75	0,03*	0,03*	678	85	187	339	495	77
		P29 20/4	7,47	0,26*	0,85	0,03*	429	102	191	247	515	101
	2021	P29 21/1	11,77	0,26*	1,47	0,57	233	89	87	171	622	69
		P29 21/2	6,68	0,92	0,81	0,40	138	45	62	82	587	88
		P29 21/3	3,71	0,51	2,37	0,09*	131	60	36	79	584	41
		P29 21/4	15,31	0,84	0,76	1,35	361	147	387	390	491	141
	2022	P29 22/1	0,38*	1,33	0,04*	0,04*	300	89	69	205	640	71
		P29 22/2	8,79	0,45	0,02*	0,10	87	40	49	55	659	93
		P29 22/3	6,82	0,46	0,01*	0,34	111	35	54	93	537	73
		P29 22/4	9,02	1,20	0,16*	0,50	153	58	92	102	434	72

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Concentrazione dei metalli nelle deposizioni – [µg/g]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Arcola	2014	P14 14/0	10,4	1,11	0,29	0,56	135	62	1465	166	349	32
		P14 14/1	4,5	1,24	0,43	1,65	179	45	986	85	299	50
		P14 14/2	6,9	1,31	0,64	1,33	246	73	2342	199	248	62
	2015	P14 15/1	7,0	0,65	0,69	0,56	197	67	889	147	499	79
		P14 15/2	7,1	0,79	1,16	1,36	277	58	581	158	320	43
		P14 15/3	5,5	0,97	1,99	0,78	214	75	1.287	194	422	58
		P14 15/4	7,7	1,04	0,53	0,82	1,9	0,3	1.709	186	424	76
	2016	P14 16/1	6,5	0,62	0,25	0,54	145	78	450	138	604	70
		P14 16/2	4,6	0,51	0,14	1,39	83	46	845	122	451	57
		P14 16/3	4,8	0,66	1,42	0,21	154	78	78	173	588	63
		P14 16/4	7,5	0,64	2,33	1,51	272	102	742	209	561	68
	2017	P14 17/1	3,8	0,36	0,73	0,36	222	134	933	349	490	104
		P14 17/2	3,3	0,16	0,08	0,16	58	16	158	94	345	52
		P14 17/3	4,8	0,37	0,09	0,18	133	70	71	184	583	64
		P14 17/4	7,3	0,40	0,20	0,40	138	1,2	605	347	438	68
	2018	P14 18/1	5,04	0,40	0,40	0,40	253	28	116	194	505	98
		P14 18/2	6,75	0,40	0,09	0,09	52	25	36	66	700	67
		P14 18/3	4,19	0,57	0,14	0,14	73	47	45	161	613	60
		P14 18/4	8,22	0,27	0,02	0,02	84	46	29	58	585	87
	2019	P14 19/1	4,25	0,54	0,07	0,34	100	28	69	173	355	70
		P14 19/2	8,87	0,91	0,12	0,48	88	42	276	193	444	81
		P14 19/3	0,32*	0,64	1,29	1,49	122	65	105	229	267	83
		P14 19/4	9,01	0,89	0,26	0,26	229	59	154	350	332	101
	2020	P29 20/1	4,25	0,54	0,07*	0,34	100	28	69	173	355	70
		P29 20/2	8,87	0,91	0,12*	0,48	88	42	276	193	444	81
		P29 20/3	0,32*	0,64	1,29	1,49	122	65	105	229	267	83
		P29 20/4	9,01	0,89	0,26*	0,26*	229	59	154	350	332	101
	2021	P29 21/1	9,39	0,18*	1,00	0,94	149	76	66	180	400	58
		P29 21/2	11,08	0,27	0,63	0,61	112	50	76	131	657	96
		P29 21/3	9,93	0,80	0,48	1,14	130	114	70	298	829	87
		P29 21/4	15,70	1,79	0,02*	1,58	286	201	303	518	561	162
	2022	P29 22/1	10,08	1,16	0,04*	0,42*	154	90	134	290	435	56
		P29 22/2	10,11	0,77	0,06	0,32	110	52	58	138	794	113
		P29 22/3	9,14	0,90	0,22	0,42	116	33	63	172	785	99
		P29 22/4	2,32	0,56	0,08*	0,18	81	39	31	120	196	26
Le Grazie	2014	P14 14/0	3,5	0,79	0,34	0,39	217	68	122	195	395	56
		P14 14/1	7,1	1,61	2,12	0,71	452	98	114	150	429	70
		P14 14/2	6,8	0,90	0,48	0,24	380	76	106	159	490	70
	2015	P14 15/1	6,9	0,65	0,75	0,42	48	156	237	292	276	80
		P14 15/2	4,0	0,57	0,64	0,20	39	59	79	146	192	38
		P14 15/3	4,5	0,57	2,42	0,32	174	43	68	144	295	54
		P14 15/4	4,1	1,16	0,14	0,11	2,2	0,3	98	123	395	46
	2016	P14 16/1	8,1	0,49	0,54	0,18	127	66	114	202	501	83
		P14 16/2	5,4	0,74	0,31	0,20	90	67	75	149	439	63
		P14 16/3	6,0	0,37	1,06	0,23	183	69	88	132	661	58
		P14 16/4	6,7	0,92	1,68	0,45	340	101	181	226	794	75
	2017	P14 17/1	1,6	0,40	0,40	0,40	130	87	166	149	279	76
		P14 17/2	4,1	0,36	0,06	0,12	48	6,3	52	74	324	49
		P14 17/3	7,0	0,40	0,09	0,18	74	0,5	81	120	627	64
		P14 17/4	8,6	0,91	0,15	0,30	126	22	155	368	641	82
	2018	P14 18/1	5,39	1,11	0,41	0,41	109	0,41*	155	230	250	99
		P14 18/2	6,48	0,21	0,07	0,07	55	37	33	94	601	66
		P14 18/3	4,80	0,38	0,12	0,12	65	41	45	107	489	63
		P14 18/4	8,55	0,27	0,02	0,02	83	51	40	58	566	90
	2019	P14 19/1	6,70	0,36	0,15	0,15	69	0,15	148	352	193	59
		P14 19/2	6,10	0,78	0,09	0,09	54	22	104	107	396	60
		P14 19/3	3,16	0,75	0,25	0,66	102	55	196	239	237	93
		P14 19/4	11,68	0,28	0,28	0,28	166	64	213	351	273	120
	2020	P29 20/1	6,70	0,36	0,15*	0,15*	69	0,15*	148	352	193	59
		P29 20/2	6,10	0,78	0,09*	0,09*	54	22	104	107	396	60
		P29 20/3	3,16	0,75	0,25*	0,66	102	55	196	239	237	93
		P29 20/4	11,68	0,28*	0,28*	0,28*	166	64	213	351	273	120

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Concentrazione dei metalli nelle deposizioni – [µg/g]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Chiappa	2014	**P14 14/0**	6,2	1,35	0,24	0,68	65	35	83	106	363	41
		P14 14/1	5,6	0,42	0,44	0,82	391	56	90	142	382	63
		P14 14/2	6,8	0,79	0,99	0,54	251	76	92	173	280	59
	2015	**P14 15/1**	7,1	0,46	0,75	0,42	192	82	183	162	346	97
		P14 15/2	5,5	0,36	1,11	0,25	8,1	48	85	157	213	57
		P14 15/3	5,4	0,44	1,46	0,29	190	38	52	133	293	62
		P14 15/4	7,2	0,86	0,12	0,18	2,5	133	124	169	330	59
	2016	**P14 16/1**	6,2	1,00	1,07	0,12	106	310	86	101	517	73
		P14 16/2	5,0	0,44	0,23	0,11	65	50	55	132	522	58
		P14 16/3	5,4	0,55	1,59	0,35	199	119	50	167	702	74
		P14 16/4	1,3	4,28	0,09	0,09	89	10	35	92	338	32
	2017	**P14 17/1**	2,9	1,36	1,28	0,37	160	142	364	225	384	134
		P14 17/2	5,4	0,79	0,17	0,17	46	45	86	153	356	57
		P14 17/3	4,2	0,30	0,15	0,30	55	0,9	113	119	683	58
		P14 17/4	8,2	0,46	0,07	0,15	94	125	132	249	775	87
	2018	**P14 18/1**	0,39	0,39	0,39	0,39	224	18	631	251	366	125
		P14 18/2	6,31	0,30	0,06	0,06	55	33	38	137	583	59
		P14 18/3	2,25	0,33	0,05	0,05	32	31	59	72	263	27
		P14 18/4	8,30	0,23	0,01	0,01	79	47	31	74	547	85
	2019	**P14 19/1**	5,24	0,43	0,18	0,18	113	0,18	117	400	219	53
		P14 19/2	8,03	0,94	0,13	0,13	68	15	77	262	400	74
		P14 19/3	1,83	0,21	0,21	0,21	139	65	129	295	342	94
		P14 19/4	11,85	0,21	0,56	0,21	146	55	157	261	289	118
	2020	**P29 20/1**	5,24	0,43	0,18*	0,18*	113	0,18*	117	400	219	53
		P29 20/2	8,03	0,94	0,13*	0,13*	68	15	77	262	400	74
		P29 20/3	1,83	0,21*	0,21*	0,21*	139	65	129	295	342	94
		P29 20/4	11,85	0,21*	0,56	0,21*	146	55	157	261	289	118
Maggiolina	2014	**P14 14/0**	4,9	2,53	0,50	1,27	468	118	291	344	993	122
		P14 14/1	4,2	0,56	0,34	0,58	337	42	49	80	285	41
		P14 14/2	4,1	0,82	0,28	0,52	493	57	63	129	266	59
	2015	**P14 15/1**	6,1	0,58	0,65	0,22	461	100	143	217	428	110
		P14 15/2	4,1	0,31	0,24	0,20	46	38	30	88	288	40
		P14 15/3	5,8	0,45	0,14	0,17	190	63	91	319	387	76
		P14 15/4	6,0	0,96	0,68	0,14	4,9	0,2	79	192	431	77
	2016	**P14 16/1**	7,0	0,38	0,30	0,28	119	92	141	210	604	88
		P14 16/2	6,0	0,41	0,18	0,09	336	59	105	186	582	74
		P14 16/3	4,5	0,62	1,01	0,17	392	98	52	200	585	95
		P14 16/4	5,5	0,38	0,87	0,44	327	79	265	251	416	86
	2017	**P14 17/1**	3,1	0,23	0,23	0,23	300	116	208	210	679	140
		P14 17/2	4,3	0,59	0,07	0,13	82	7,0	47	112	382	63
		P14 17/3	6,0	0,44	0,06	0,11	125	40	68	191	820	84
		P14 17/4	8,6	0,53	0,12	0,25	230	45	108	416	870	114
	2018	**P14 18/1**	2,96	0,30	0,30	0,30	273	60	401	213	510	160
		P14 18/2	5,07	0,22	0,05	0,05	53	36	24	76	702	52
		P14 18/3	2,76	0,29	0,06	0,06	50	29	31	109	351	41
		P14 18/4	6,86	0,21	0,01	0,01	69	31	24	42	418	70
	2019	**P14 19/1**	5,57	0,68	0,08	0,08	151	0,08	100	257	279	79
		P14 19/2	5,74	1,55	0,10	0,10	83	5	73	148	540	73
		P14 19/3	13,64	0,20	0,20	0,20	196	63	558	515	467	98
		P14 19/4	*non disponibile*									
	2020	**P29 20/1**	5,57	0,68	0,08*	0,08*	151	0,08*	100	257	279	79
		P29 20/2	5,74	1,55	0,10*	0,10*	83	5	73	148	540	73
		P29 20/3	13,64	0,20*	0,20*	0,20*	196	63	558	515	467	98
		P29 20/4	5,76	1,00	0,07*	0,07*	283	94	157	566	606	82
	2021	**P29 21/1**	7,81	0,70	0,22	0,58	167	78	115	235	699	83
		P29 21/2	6,66	0,77	0,61	0,30	96	44	56	156	581	82
		P29 21/3	5,50	1,05	0,14	0,17	114	64	59	149	640	56
		P29 21/4	9,98	1,34	0,26*	0,26*	372	175	301	710	653	162
	2022	**P29 22/1**	13,64	1,16	0,04*	0,04*	261	105	156	403	548	77
		P29 22/2	8,06	0,44	0,03*	0,003*	106	44	82	138	653	90
		P29 22/3	8,46	0,76	0,06*	0,50	126	43	122	295	693	87
		P29 22/4	10,95	0,41*	0,41*	0,41*	203	70	114	208	364	87

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Concentrazione dei metalli nelle deposizioni – [µg/g]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Saint Bon	2014	P14 14/0	4,7	0,75	0,22	0,37	510	188	153	543	587	61
		P14 14/1	6,9	1,37	0,77	0,32	551	116	156	560	604	96
		P14 14/2	4,8	1,74	0,27	0,15	297	86	108	436	491	58
	2015	P14 15/1	4,5	0,78	0,39	0,07	239	97	108	325	531	66
		P14 15/2	4,8	0,49	0,49	0,07	133	106	70	276	483	64
		P14 15/3	2,9	0,32	1,32	0,08	131	48	57	228	238	34
		P14 15/4	3,5	1,79	1,20	0,06	22	0,2	139	383	474	51
	2016	P14 16/1	6,5	0,43	0,13	0,27	234	148	129	422	798	82
		P14 16/2	5,0	0,42	0,21	0,07	178	69	84	472	611	61
		P14 16/3	4,8	0,80	0,62	0,25	316	94	94	445	637	62
		P14 16/4	5,1	0,51	1,59	0,29	368	109	175	540	765	59
	2017	P14 17/1	3,3	0,42	0,13	0,13	276	131	324	447	674	98
		P14 17/2	5,0	3,16	0,11	0,11	173	71	113	353	738	69
		P14 17/3	5,6	0,46	0,05	0,22	199	56	139	523	698	60
		P14 17/4	5,6	0,59	0,07	0,14	259	66	131	746	967	67
	2018	P14 18/1	4,69	0,67	0,16	0,16	225	95	141	253	376	94
		P14 18/2	5,99	0,22	0,05	0,05	85	47	43	217	952	55
		P14 18/3	4,81	0,51	0,06	0,06	183	93	90	950	851	62
		P14 18/4	8,16	0,22	0,01	0,01	110	45	42	150	700	86
	2019	P14 19/1	5,76	1,00	0,07	0,07	283	94	157	566	606	82
		P14 19/2	7,52	0,61	0,08	0,19	278	93	114	664	711	88
		P14 19/3	4,37	0,20*	0,20	0,20	115	76	90	166	234	78
		P14 19/4	9,05	0,60	0,13	0,44	300	83	353	685	479	115
	2020	P29 20/1	7,52	0,61	0,08*	0,19	278	93	114	664	711	88
		P29 20/2	4,37	0,20*	0,20*	0,20*	115	76	90	166	234	78
		P29 20/3	9,05	0,60	0,13*	0,44	300	83	353	685	479	115
		P29 20/4	8,94	0,42	0,17*	0,17*	238	22	520	1646	374	87
Fossamastra	2014	P14 14/0	7,1	0,36	0,13	0,18	382	196	284	535	609	104
		P14 14/1	4,3	0,56	0,20	0,39	234	78	111	255	424	67
		P14 14/2	5,8	2,25	0,16	0,16	300	99	134	362	436	74
	2015	P14 15/1	5,1	0,36	0,35	0,14	243	127	120	287	457	89
		P14 15/2	5,1	0,59	0,91	0,06	157	107	123	236	450	70
		P14 15/3	5,9	0,78	0,16	0,07	212	113	172	722	411	71
		P14 15/4	7,2	1,23	0,35	0,30	113	60	138	526	720	94
	2016	P14 16/1	5,7	0,33	0,14	0,18	129	111	64	253	813	50
		P14 16/2	5,4	0,63	0,19	0,19	121	89	88	370	697	52
		P14 16/3	3,9	0,55	0,42	0,14	223	91	60	333	617	44
		P14 16/4	4,5	0,43	1,30	0,15	368	117	63	344	731	53
	2017	P14 17/1	4,1	0,50	0,07	0,03	212	118	93	310	827	81
		P14 17/2	4,8	0,46	0,10	0,17	116	71	73	405	687	60
		P14 17/3	5,8	0,37	0,02	0,15	137	83	61	375	771	52
		P14 17/4	5,5	0,42	0,03	0,05	198	96	91	526	897	61
	2018	P14 18/1	6,02	0,73	0,09	0,32	330	138	163	488	714	117
		P14 18/2	4,80	0,24	0,03	0,03	86	66	37	266	592	48
		P14 18/3	4,43	0,36	0,03	0,03	140	93	52	441	820	50
		P14 18/4	7,75	0,29	0,01	0,01	163	67	49	177	646	89
	2019	P14 19/1	5,27	0,58	0,02	0,15	257	109	77	310	665	89
		P14 19/2	6,78	0,57	0,02	0,20	268	132	97	501	669	91
		P14 19/3	3,23	0,37	0,06	0,42	298	112	127	490	619	108
		P14 19/4	6,22	0,63	0,04	0,32	312	124	106	268	563	116
	2020	P29 20/1	5,27	0,58	0,02*	0,15	257	109	77	310	665	89
		P29 20/2	6,78	0,57	0,02*	0,20	268	132	97	501	669	91
		P29 20/3	3,23	0,37	0,06*	0,42	298	112	127	490	619	108
		P29 20/4	6,22	0,63	0,04*	0,32	312	124	106	268	563	116
	2021	P29 21/1	4,64	0,74	0,04*	0,28	372	146	147	416	783	93
		P29 21/2	5,95	0,95	0,66	0,35	307	119	113	540	730	96
		P29 21/3	6,56	0,76	0,28	0,39	288	126	103	506	816	75
		P29 21/4	9,72	1,70	0,21	0,63	570	213	251	890	1.075	159
	2022	P29 22/1	4,69	0,05*	0,005*	0,20	280	141	105	348	653	84
		P29 22/2	7,81	0,62	0,04	0,02*	206	85	91	379	779	96
		P29 22/3	5,95	0,65	0,14	0,28	198	77	89	351	709	76
		P29 22/4	5,28	0,81	0,13	0,22	300	137	127	576	769	86

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Concentrazione dei metalli nelle deposizioni – [µg/g]												
Postazione	**Anno**	**Campagna**	**As**	**Cd**	**Hg**	**Tl**	**Cr**	**Ni**	**Pb**	**Cu**	**Mn**	**V**
Melara	2015	**P14 15/3**	9,9	0,75	0,84	0,26	286	86	79	331	505	80
		P14 15/4	13,2	0,69	0,46	0,59	557	54	124	341	853	125
	2016	**P14 16/1**	10,5	1,85	0,29	0,28	129	110	204	307	1.008	90
		P14 16/2	5,8	1,14	0,32	0,16	296	65	106	324	528	58
		P14 16/3	8,2	0,71	1,29	0,26	508	82	83	379	657	71
		P14 16/4	5,6	0,65	0,07	0,64	397	62	437	416	497	71
	2017	**P14 17/1**	8,4	0,27	0,27	0,27	266	87	198	324	458	125
		P14 17/2	7,2	0,58	0,16	0,35	146	64	223	318	628	84
		P14 17/3	11,0	0,54	0,09	0,19	178	28	105	341	743	88
		P14 17/4	14,3	0,44	0,22	0,44	286	21	439	903	883	117
	2018	**P14 18/1**	4,42	0,41	0,41	0,41	388	2	212	279	511	135
		P14 18/2	6,13	0,25	0,05	0,05	60	36	37	122	634	59
		P14 18/3	6,55	0,56	0,18	0,18	158	71	433	354	758	83
		P14 18/4	7,65	0,26	0,02	0,02	80	39	49	121	537	79
	2019	**P14 19/1**	8,94	0,42	0,17	0,17	238	22	520	1646	374	87
		P14 19/2	12,59	0,81	0,09	0,09	125	26	314	564	541	83
		P14 19/3	3,47	0,39	0,14	0,14	535	190	270	473	586	104
		P14 19/4	16,05	0,29*	0,29	0,29	267	48	476	446	291	97
	2020	**P29 20/1**	8,94	0,42	0,17*	0,17*	238	22	520	1646	374	87
		P29 20/2	12,59	0,81	0,09*	0,09*	125	26	314	564	541	83
		P29 20/3	3,47	0,39	0,14*	0,14*	535	190	270	473	586	104
		P29 20/4	16,05	0,29*	0,29*	0,29*	267	48	476	446	291	97
	2021	**P29 21/1**	9,90	0,17*	0,94	0,17*	350	93	167	466	718	92
		P29 21/2	10,91	0,27	0,52	0,47	118	50	116	520	586	89
		P29 21/3	9,43	0,67	0,55	0,65	95	48	186	238	437	91
		P29 21/4	8,08	0,59	0,24*	0,69	325	120	340	663	503	124
	2022	**P29 22/1**	3,28	1,47	0,03*	0,03*	234	264	122	476	590	224
		P29 22/2	7,25	0,44	0,003*	0,003*	76	28	49	77	636	85
		P29 22/3	7,02	0,46	0,15	0,41	102	31	47	128	649	75
		P29 22/4	12,34	0,44*	0,44*	0,44*	348	122	297	452	548	84

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

A.4.4. Ratei di deposizione degli IPA totali, della Norma UNI e del B(a)P (2014 – 2022)

Postazione	Anno	Campagna	Rateo degli IPA TOT [ng/m2/d]	Rateo degli IPA Norma UNI [ng/m2/d]	Rateo del B(a)P [ng/m2/d]
Bolano	2014	P14 14/0	61	35	9
		P14 14/1	88	45	17
		P14 14/2	43	29	9
	2015	P14 15/1	2163	768	122
		P14 15/2	31	6	1
		P14 15/3	69	26	5
		P14 15/4	99	28	3
	2016	P14 16/1	281	91	15
		P14 16/2	253	49	15
		P14 16/3	49	12	1
		P14 16/4	58	15	5
	2017	P14 17/1	586	270	23
		P14 17/2	97	28	2
		P14 17/3	50	8	1
		P14 17/4	94	21	5
	2018	P14 18/1	42	33	1
		P14 18/2	107	42	4
		P14 18/3	333	159	71
		P14 18/4	315	112	18
	2019	P14 19/1	26	5	0,8
		P14 19/2	20	5	0,8
		P14 19/3	18	6	1,0
		P14 19/4	35	12	0,8
	2020	P29 20/1	14	5	0,8
		P29 20/2	13	5	0,8
		P29 20/3	14	5	0,8
		P29 20/4	15	5	0,9
Follo	2014	P14 14/0	63	34	9
		P14 14/1	57	31	8
		P14 14/2	49	33	8
	2015	P14 15/1	236	97	11
		P14 15/2	36	10	1
		P14 15/3	96	22	2
		P14 16/4	147	49	8
	2016	P14 16/1	580	164	39
		P14 16/2	319	67	24
		P14 16/3	19	6	1
		P14 16/4	78	22	4
	2017	P14 17/1	99	30	2
		P14 17/2	103	29	10
		P14 17/3	48	17	8
		P14 17/4	233	67	8
	2018	P14 18/1	14	5	1
		P14 18/2	48	11	1
		P14 18/3	235	95	13
		P14 18/4	278	103	16
	2019	P14 19/1	14	5	0,8
		P14 19/2	19	5	0,8
		P14 19/3	28	6	1,0
		P14 19/4	47	12	0,8
	2020	P29 20/1	14	5	0,8
		P29 20/2	14	5	0,8
		P29 20/3	15	5	0,8
		P29 20/4	22	7	0,9
	2021	P29 21/1	42	11	0,8
		P29 21/2	49	17	nd
		P29 21/3	13	5	0,8
		P29 21/4	25	6	0,9
	2022	P29 22/1	31	6	1,0
		P29 22/2	19	5	0,8
		P29 22/3	14	5	0,8
		P29 22/4	17	5	0,8

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Postazione	Anno	Campagna	Rateo degli IPA TOT [ng/m2/d]	Rateo degli IPA Norma UNI [ng/m2/d]	Rateo del B(a)P [ng/m2/d]
Arcola	2014	P14 14/0	73	38	10
		P14 14/1	86	42	10
		P14 14/2	45	29	9
	2015	P14 15/1	196	10	1
		P14 15/2	31	6	1
		P14 15/3	147	54	10
		P14 15/4	143	38	7
	2016	P14 16/1	221	70	25
		P14 16/2	781	175	44
		P14 16/3	43	8	1
		P14 16/4	279	129	22
	2017	P14 17/1	114	33	5
		P14 17/2	114	38	7
		P14 17/3	71	24	15
		P14 17/4	158	8	1
	2018	P14 18/1	14	5	1
		P14 18/2	48	21	6
		P14 18/3	126	26	1
		P14 18/4	743	358	58
	2019	P14 19/1	22	5	0,8
		P14 19/2	20	6	1,0
		P14 19/3	28	5	0,8
		P14 19/4	36	12	1,0
	2020	P29 20/1	20	4	0,7
		P29 20/2	13	5	0,8
		P29 20/3	14	5	0,8
		P29 20/4	15	5	0,9
	2021	P29 21/1	19	6	0,8
		P29 21/2	54	17	nd
		P29 21/3	13	5	0,8
		P29 21/4	36	6	0,9
	2022	P29 22/1	28	6	1,0
		P29 22/2	22	7	0,8
		P29 22/3	17	6	0,8
		P29 22/4	15	5	0,8
Le Grazie	2014	P14 14/0	140	42	13
		P14 14/1	65	36	10
		P14 14/2	37	25	7
	2015	P14 15/1	132	12	1
		P14 15/2	37	6	1
		P14 15/3	93	25	3
		P14 15/4	187	34	10
	2016	P14 16/1	282	98	22
		P14 16/2	356	64	9
		P14 16/3	28	8	1
		P14 16/4	49	11	1
	2017	P14 17/1	250	79	12
		P14 17/2	121	45	9
		P14 17/3	78	22	12
		P14 17/4	350	135	26
	2018	P14 18/1	132	90	1
		P14 18/2	214	53	13
		P14 18/3	108	50	5
		P14 18/4	333	109	20
	2019	P14 19/1	19	5	0,8
		P14 19/2	18	5	0,8
		P14 19/3	69	21	1,0
		P14 19/4	14	5	0,8
	2020	P29 20/1	13	4	0,7
		P29 20/2	13	4	0,8
		P29 20/3	14	5	0,8

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Postazione	Anno	Campagna	Rateo degli IPA TOT [ng/m2/d]	Rateo degli IPA Norma UNI [ng/m2/d]	Rateo del B(a)P [ng/m2/d]
Chiappa	2014	P14 14/0	258	57	13
		P14 14/1	88	40	12
		P14 14/2	142	59	14
	2015	P14 15/1	203	39	1
		P14 15/2	31	6	1
		P14 15/3	101	34	14
		P14 15/4	138	43	10
	2016	P14 16/1	248	85	24
		P14 16/2	315	69	19
		P14 16/3	91	41	4
		P14 16/4	90	29	5
	2017	P14 17/1	277	113	7
		P14 17/2	100	34	13
		P14 17/3	40	8	1
		P14 17/4	249	71	8
	2018	P14 18/1	73	64	1
		P14 18/2	438	193	29
		P14 18/3	226	105	12
		P14 18/4	431	143	27
	2019	P14 19/1	14	5	0,8
		P14 19/2	19	5	0,8
		P14 19/3	64	18	1,0
		P14 19/4	50	17	0,8
	2020	P29 20/1	13	4	0,7
		P29 20/2	14	5	0,8
		P29 20/3	14	5	0,8
		P29 20/4	15	5	0,9
Maggiolina	2014	P14 14/0	57	33	9
		P14 14/1	153	67	14
		P14 14/2	94	32	10
	2015	P14 15/1	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 15/2	48	8	1
		P14 15/3	482	204	42
		P14 15/4	265	82	15
	2016	P14 16/1	298	85	11
		P14 16/2	446	58	16
		P14 16/3	66	14	1
		P14 16/4	91	20	5
	2017	P14 17/1	172	25	1
		P14 17/2	176	38	15
		P14 17/3	139	25	5
		P14 17/4	232	30	5
	2018	P14 18/1	53	34	1
		P14 18/2	96	28	8
		P14 18/3	515	221	28
		P14 18/4	338	113	21
	2019	P14 19/1	14	5	0,8
		P14 19/2	14	5	0,8
		P14 19/3	42	6	1,0
		P14 19/4	*non disponibile*		
	2020	P29 20/1	**13**	**4**	**0,7**
		P29 20/2	**13**	**5**	**0,8**
		P29 20/3	**57**	**10**	**0,8**
		P29 20/4	**80**	**5**	**0,9**
	2021	P29 21/1	62	13	0,8
		P29 21/2	50	14	**nd**
		P29 21/3	13	5	0,8
		P29 21/4	23	6	0,9
	2022	P29 22/1	16	6	1,0
		P29 22/2	19	5	0,8
		P29 22/3	21	5	0,8
		P29 22/4	29	7	0,8

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM ISO 45001

Postazione	Anno	Campagna	Rateo degli IPA TOT [ng/m2/d]	Rateo degli IPA Norma UNI [ng/m2/d]	Rateo del B(a)P [ng/m2/d]
Saint Bon	2014	P14 14/0	188	48	13
		P14 14/1	149	58	14
		P14 14/2	84	36	14
	2015	P14 15/1	562	105	1
		P14 15/2	137	24	1
		P14 15/3	264	72	13
		P14 15/4	123	32	5
	2016	P14 16/1	621	229	33
		P14 16/2	350	75	31
		P14 16/3	78	12	1
		P14 16/4	271	92	20
	2017	P14 17/1	346	83	13
		P14 17/2	201	64	15
		P14 17/3	191	54	12
		P14 17/4	404	103	15
	2018	P14 18/1	408	164	14
		P14 18/2	299	94	14
		P14 18/3	866	337	56
		P14 18/4	489	157	24
	2019	P14 19/1	114	31	0,8
		P14 19/2	52	5	0,8
		P14 19/3	127	33	1,0
		P14 19/4	101	35	0,8
	2020	P29 20/1	57	4	0,7
		P29 20/2	99	23	0,7
		P29 20/3	276	91	16,4
		P29 20/4	354	116	0,9
Fossamastra	2014	P14 14/0	263	57	13
		P14 14/1	88	36	14
		P14 14/2	270	62	20
	2015	P14 15/1	1336	213	39
		P14 15/2	940	186	36
		P14 15/3	439	87	19
		P14 15/4	602	143	29
	2016	P14 16/1	4021	724	141
		P14 16/2	3074	460	125
		P14 16/3	309	44	9
		P14 16/4	1313	251	65
	2017	P14 17/1	959	119	21
		P14 17/2	1202	316	54
		P14 17/3	1013	212	41
		P14 17/4	770	204	36
	2018	P14 18/1	284	48	10
		P14 18/2	1122	245	37
		P14 18/3	1073	206	35
		P14 18/4	1021	215	36
	2019	P14 19/1	561	58	0,8
		P14 19/2	328	6	1,0
		P14 19/3	222	12	0,8
		P14 19/4	299	24	1,0
	2020	P29 20/1	164	12	0,8
		P29 20/2	392	52	1,0
		P29 20/3	239	23	6,9
		P29 20/4	341	54	1,0
	2021	P29 21/1	527	60	0,8
		P29 21/2	526	136	nd
		P29 21/3	158	5	0,8
		P29 21/4	425	17	1,0
	2022	P29 22/1	556	24	1,0
		P29 22/2	149	4	nd
		P29 22/3	269	34	0,8
		P29 22/4	362	34	0,8

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Postazione	Anno	Campagna	Rateo degli IPA TOT [ng/m2/d]	Rateo degli IPA Norma UNI [ng/m2/d]	Rateo del B(a)P [ng/m2/d]
Melara	2015	P14 15/3	188	73	13
		P14 15/4	104	32	5
	2016	P14 16/1	254	72	7
		P14 16/2	479	89	24
		P14 16/3	68	14	2
		P14 16/4	166	47	12
	2017	P14 17/1	130	35	4
		P14 17/2	134	31	5
		P14 17/3	95	17	2
		P14 17/4	164	12	1
	2018	P14 18/1	36	20	1
		P14 18/2	55	19	6
		P14 18/3	364	115	18
		P14 18/4	306	111	16
	2019	P14 19/1	36	5	0,8
		P14 19/2	14	5	0,8
		P14 19/3	18	6	1,0
		P14 19/4	37	10	0,8
	2020	P29 20/1	13	4	0,7
		P29 20/2	13	5	0,8
		P29 20/3	14	5	0,8
		P29 20/4	149	47	0,9
	2021	P29 21/1	198	61	0,8
		P29 21/2	60	16	nd
		P29 21/3	13	5	0,8
		P29 21/4	21	6	0,9
	2022	P29 22/1	36	6	1,0
		P29 22/2	22	5	0,8
		P29 22/3	23	6	0,8
		P29 22/4	22	5	0,8

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

A.4.5. APPENDICE – Ratei di deposizione di PCDD/F (2014 – 2022). Valori in pg/m2/d

Rateo di PCDD/F nelle deposizioni – [pg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Bolano	2014	P14 14/0	<0,26	<0,35	<0,34	<0,39	<0,33	<0,78	4,96	<0,28	<0,27	<0,29	<0,30	<0,29	<0,34	<0,29	<0,43	<0,42	<0,77
		P14 14/1	<0,07	<0,11	<0,12	<0,15	<0,13	<0,14	1,62	<0,14	<0,08	<0,09	<0,11	<0,11	<0,12	<0,12	<0,17	<0,14	<0,45
		P14 14/2	<0,14	<0,18	<0,15	<0,18	<0,15	<0,32	2,23	<0,14	<0,09	<0,09	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,18	<0,18	<0,47
	2015	P14 15/1	<0,19	0,35	<0,25	<0,29	<0,24	2,44	1,39	<0,17	<0,16	<0,17	<0,23	<0,24	<0,23	<0,23	1,57	0,52	0,87
		P14 15/2	<0,17	<0,25	<0,28	<0,34	<0,28	<0,44	<0,73	<0,23	<0,15	<0,16	<0,22	<0,23	<0,22	<0,29	<0,28	<0,30	<0,62
		P14 15/3	<0,03	<0,12	<0,13	<0,14	<0,12	<0,25	<0,61	<0,06	<0,06	<0,06	<0,07	<0,06	<0,07	<0,06	<0,15	<0,14	<0,56
		P14 15/4	<0,13	<0,14	<0,16	<0,18	<0,15	<0,22	<0,26	<0,11	<0,10	<0,09	<0,13	<0,12	<0,12	<0,11	<0,14	<0,14	<0,26
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	3,83	0,8	12,86	7,65	<0,10	<0,09	0,36	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	1,44	<0,17	<0,40
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,29	0,47	3,5	0,19	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,52	<0,29	<0,68
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	0,32	<0,21	7,26	9,52	0,46	<0,02	0,15	0,34	<0,17	<0,17	<0,17	0,55	<0,20	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	2,95	1,08	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,34	<0,19	<0,44
	2018	P14 18/3	<0,05	<0,06	<0,09	<0,09	<0,08	2,78	60,39	<0,11	<0,05	<0,05	<0,08	<0,08	<0,09	<0,08	0,46	<0,14	<0,25
	2014	P14 14/0	<0,31	<0,53	<0,63	<0,84	<0,70	<1,06	<1,23	<0,28	<0,28	<0,30	<0,48	<0,49	<0,51	<0,45	<0,74	<0,73	<1,28
		P14 14/1	<0,08	<0,18	<0,18	<0,21	<0,18	<0,33	1,24	<0,08	<0,08	<0,09	<0,17	<0,16	<0,15	<0,15	<0,27	<0,22	<0,63
		P14 14/2	<0,07	<0,13	<0,18	<0,22	<0,18	1,43	3,98	<0,15	<0,10	<0,10	<0,15	<0,16	<0,18	<0,17	1,75	0,64	2,39
	2015	P14 15/1	<0,19	<0,23	<0,27	<0,31	0,7	2,26	<0,81	0,52	0,35	0,35	<0,24	0,52	<0,23	<0,24	1,74	<0,35	2,09
		P14 15/2	<0,29	<0,34	<0,43	<0,48	<0,41	<0,63	<1,07	<0,27	<0,23	<0,23	<0,37	<0,36	<0,34	<0,34	1,71	<0,44	<0,90
		P14 15/3	<0,10	<0,17	<0,19	<0,21	<0,18	0,8	<0,66	<0,10	0,32	<0,08	<0,14	<0,12	<0,12	<0,11	<0,18	<0,16	1,59
		P14 15/4	<0,14	<0,16	<0,17	<0,19	<0,16	<0,15	0,95	<0,13	<0,11	<0,13	<0,12	<0,11	<0,14	<0,11	<0,15	<0,15	<0,28
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	1,02	<0,14	6,71	7,41	<0,10	<0,09	<0,09	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	1,31	<0,17	<0,40
		P14 16/2	<0,12	<0,21	<0,27	<0,29	<0,24	3,3	1,68	<0,15	<0,13	<0,12	<0,21	<0,20	<0,20	<0,20	<0,52	<0,29	<0,68
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	3,08	2,1	24,12	32,21	3,21	0,96	1,45	2,12	<0,17	<0,17	<0,17	1,68	<0,25	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	<0,20	0,9	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,33	<0,19	<0,44
	2017	P14 17/1	<0,23	<0,23	<0,31	<0,35	<0,30	3,53	7,15	<0,20	<0,19	<0,18	<0,19	<0,18	<0,21	<0,19	1,56	<0,27	2,12
		P14 17/2	<0,42	<0,57	<0,60	<0,67	<0,55	1,32	6,76	0,39	<0,42	0,39	1,74	1,54	1,54	<0,49	10,23	1,93	7,14
		P14 17/3	<0,56	<0,56	<0,72	<0,75	<0,63	<1,06	0,93	<0,25	<0,59	<0,49	<0,48	<0,45	<0,48	<0,48	<0,64	<0,68	<1,52
		P14 17/4	<0,08	<0,14	<0,12	<0,15	<0,13	2,88	3,06	<0,14	<0,07	<0,08	<0,11	<0,11	<0,12	<0,09	1,62	<0,14	0,90
	2018	P14 18/1	<0,18	<0,13	<0,13	0,62	<0,09	4,63	15,91	0,93	0,62	0,62	0,46	0,46	0,62	<0,10	1,24	0,31	2,47
		P14 18/2	<0,16	<0,31	<0,29	<0,32	<0,25	3,67	4,25	3,47	<0,21	1,16	<0,28	<0,27	<0,27	<0,32	2,12	<0,29	<0,78
		P14 18/3	<0,05	<0,10	<0,14	<0,15	<0,12	0,62	0,46	<0,12	<0,06	<0,06	<0,08	<0,08	<0,09	<0,08	0,62	<0,12	<0,24
		P14 18/4	<0,27	<0,31	<0,33	<0,34	0,83	3,32	7,88	<0,44	<0,50	1,45	0,62	0,83	0,83	<0,55	3,73	0,62	2,28
	2019	P14 19/1	0,15	<0,24	<0,23	<0,21	<0,18	0,93	3,25	0,31	<0,17	<0,18	<0,12	<0,11	<0,14	0,31	0,46	0,31	0,46
		P14 19/2	<0,09	<0,08	<0,09	<0,09	<0,08	<1,23	2,39	<0,12	<0,15	<0,16	<1,02	<0,94	<1,00	<1,07	<0,06	<0,07	<0,08
		P14 19/3	<0,27	<0,31	<0,45	1,20	<0,44	8,40	13,79	<0,40	<0,47	<0,46	<1,02	<0,97	<1,07	<0,98	1,80	<0,32	1,60
		P14 19/4	<0,04	<0,05	<0,07	0,47	<0,06	4,19	13,20	<0,05	<0,05	0,62	0,47	0,62	<0,06	0,78	2,79	0,47	4,50
	2020	P29 20/1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,23	3,42	0,17	<0,01	<0,02	<0,02	0,14	0,20	<0,02	0,51	<0,01	0,39
		P29 20/2	*dato non disponibile*																
		P29 20/3	<0,02	<0,03	<0,02	<0,02	<0,02	2,01	4,93	<0,02	<0,02	<0,03	<0,04	<0,04	<0,03	<0,04	0,55	<0,02	<0,10
		P29 20/4	0,03	<0,05	<0,03	<0,03	<0,03	3,29	12,26	0,42	<0,04	0,66	<0,07	<0,07	<0,06	<0,07	2,22	<0,03	2,15
	2021	P29 21/1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,66	2,42	0,22	0,23	0,30	0,25	0,22	0,20	<0,03	0,65	<0,01	0,86
		P29 21/2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,18	1,57	0,13	0,12	0,20	0,29	0,16	0,18	<0,02	0,88	0,15	1,10
		P29 21/3	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,50	1,97	<0,01	<0,005	<0,005	<0,02	<0,02	<0,03	<0,03	0,26	<0,003	<0,005
		P29 21/4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,12	0,86	<0,02	<0,01	<0,01	<0,06	<0,07	<0,08	<0,09	<0,01	<0,01	1,84
	2022	P29 22/1	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	2,83	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,03	<0,03	<0,03	1,21	<0,01	12,64
		P29 22/2	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	1,02	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,23	<0,003	<0,002
		P29 22/3	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	1,83	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,37	<0,003	0,89
		P29 22/4	<0,01	<0,004	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	2,09	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,001	<0,003	0,37

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di PCDD/F nelle deposizioni – [pg/m2/d]

Postazione	Anno	Campagna	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Arcola	2014	P14 14/0	<0,28	<0,34	<0,43	<0,54	<0,45	<0,88	<0,93	<0,30	<0,26	<0,28	<0,38	<0,38	<0,42	<0,38	<0,54	<0,52	<0,97
		P14 14/1	<0,06	<0,11	<0,14	<0,17	<0,14	<0,28	<0,54	<0,17	<0,08	<0,09	<0,12	<0,11	<0,13	<0,13	<0,21	<0,17	<0,50
		P14 14/2	<0,06	<0,14	<0,16	<0,18	<0,15	<0,33	0,8	<0,16	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,12	<0,12	<0,15	<0,15	<0,41
	2015	P14 15/1	<0,22	<0,27	<0,28	<0,31	<0,26	2,24	<0,69	0,52	0,52	0,35	<0,23	<0,22	<0,22	<0,22	1,04	0,52	1,21
		P14 15/2	<0,14	0,49	<0,20	<0,22	<0,19	1,64	2,62	0,65	0,82	0,82	0,49	0,49	0,65	<0,14	1,15	<0,19	1,47
		P14 15/3	<0,06	<0,12	<0,13	<0,14	<0,11	<0,27	2,18	<0,09	<0,06	<0,06	<0,11	<0,11	<0,11	<0,09	<0,15	<0,15	<0,52
		P14 15/4	<0,11	<0,14	<0,15	<0,18	<0,15	<0,22	<0,28	<0,26	<0,13	<0,13	<0,12	<0,11	<0,11	<0,11	<0,13	<0,13	<0,28
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	0,62	<0,14	5,38	8,79	<0,10	<0,09	<0,09	<0,11	0,32	<0,11	<0,11	0,37	<0,17	<0,40
		P14 16/2	<0,12	<0,21	<0,26	<0,29	<0,24	<0,31	0,37	<0,15	<0,13	<0,12	<0,21	<0,20	<0,20	<0,19	<0,52	<0,29	<0,67
		P14 16/3	<0,02	<0,05	<0,06	1,41	0,27	8,9	10,97	0,58	0,31	0,15	0,47	<0,04	<0,04	<0,04	0,25	0,04	<0,14
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	3,19	13,16	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	0,04	<0,19	0,44
	2017	P14 17/1	<0,27	<0,28	<0,39	<0,43	<0,37	7,31	16,06	<0,23	<0,20	<0,19	<0,25	<0,23	<0,25	<0,24	3,18	<0,34	2,65
		P14 17/2	<0,53	<0,61	<0,75	<0,80	<0,67	<1,02	2,70	<0,58	<0,50	<0,49	0,77	1,16	0,97	<0,55	4,05	<0,81	<1,38
		P14 17/3	<0,53	<0,72	<0,79	<0,72	<0,60	<1,11	1,18	<0,25	<0,57	<0,51	<0,47	<0,46	<0,44	<0,47	<0,64	<0,70	<1,79
		P14 17/4	<0,11	<0,18	<0,16	<0,19	<0,15	2,52	4,68	<0,12	<0,10	<0,10	<0,13	<0,12	<0,12	<0,11	0,72	<0,14	<0,26
	2018	P14 18/1	0,15	<0,08	<0,10	0,46	<0,06	3,24	4,32	0,31	0,31	0,15	0,31	0,31	0,46	<0,06	1,24	<0,09	0,62
		P14 18/2	<0,23	<0,42	<0,27	<0,31	<0,25	<0,89	2,90	5,41	<0,22	<0,25	<0,39	<0,38	<0,39	<0,42	<0,56	<0,48	<1,43
		P14 18/3	<0,06	<0,08	<0,11	<0,12	<0,09	1,24	1,24	<0,09	<0,05	<0,05	<0,10	<0,09	<0,10	<0,09	0,46	<0,11	<0,25
		P14 18/4	<0,21	<0,23	<0,28	0,62	0,41	2,70	6,64	<0,38	<0,34	1,24	0,41	0,41	0,62	<0,36	2,07	<0,25	1,24
	2019	P14 19/1	<0,12	<0,17	<0,24	<0,23	<0,20	2,47	7,42	0,46	<0,16	<0,16	<0,13	<0,12	<0,18	<0,15	0,46	<0,15	1,08
		P14 19/2	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,12	<0,94	2,70	<0,13	<0,13	<0,13	<0,74	<0,67	<0,72	<0,76	<0,04	<0,04	<0,06
		P14 19/3	<0,25	<0,29	<0,23	<0,24	<0,23	1,80	4,60	<0,33	<0,27	<0,28	<0,78	<0,78	<0,90	<0,80	1,00	<0,22	<0,38
		P14 19/4	<0,05	<0,07	<0,10	<0,10	<0,09	3,09	7,89	<0,06	<0,06	<0,07	<0,05	<0,05	<0,08	<0,07	1,55	<0,06	1,39
	2020	P29 20/1	0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	3,44	0,24	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,46	<0,02	<0,03
		P29 20/2	0,03	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,56	2,36	0,30	0,14	<0,02	<0,05	<0,04	<0,04	<0,04	<0,01	<0,01	0,24
		P29 20/3	0,01	<0,03	<0,01	<0,02	<0,01	0,81	1,94	<0,02	<0,01	<0,02	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,33	<0,01	<0,08
		P29 20/4	0,37	<0,03	0,67	0,46	0,40	4,35	12,75	0,58	0,62	0,58	0,60	0,73	0,64	<0,06	2,34	0,57	2,09
	2021	**P29 21/1**	<0,02	<0,02	0,33	<0,02	0,18	2,29	1,83	<0,03	<0,02	0,27	0,32	0,21	<0,03	0,21	0,93	<0,01	0,77
		P29 21/2	<0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,17	3,00	<0,04	<0,03	<0,03	<0,08	<0,09	<0,10	<0,10	1,30	<0,05	1,07
		P29 21/3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,04	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,03	<0,03	<0,004	<0,005	<0,01
		P29 21/4	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,13	10,96	<0,02	<0,01	<0,01	<0,06	<0,07	<0,08	<0,08	1,29	<0,01	2,39
	2022	P29 22/1	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	0,87	3,25	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,03	<0,04	0,56	<0,01	6,98
		P29 22/2	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	1,30	17,6	0,25	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	0,60	<0,004	<0,002
		P29 22/3	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	2,49	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	0,33	<0,002	<0,002
		P29 22/4	<0,005	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,47	2,36	<0,01	<0,004	<0,004	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,39	<0,001	<0,003

Rateo di PCDD/F nelle deposizioni – [pg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Le Grazie	2014	P14 14/0	<0,23	<0,39	<0,39	<0,52	<0,43	<0,86	7,53	<0,23	<0,25	<0,24	<0,34	<0,33	<0,37	<0,34	<0,50	<0,48	<0,86
		P14 14/1	<0,06	<0,13	<0,17	<0,20	<0,16	<0,28	1,08	<0,06	<0,17	<0,06	<0,10	<0,10	<0,11	<0,11	<0,20	<0,18	<0,49
		P14 14/2	<0,06	<0,13	<0,13	<0,16	<0,14	<0,33	<0,53	<0,10	<0,72	<0,72	<0,08	<0,08	<0,09	<0,09	<0,18	<0,16	<0,49
	2015	P14 15/1	<0,17	0,33	<0,24	0,49	<0,24	1,31	<0,63	<0,22	<0,12	0,33	0,49	<0,20	<0,20	<0,20	1,64	<0,26	1,31
		P14 15/2	<0,06	<0,13	<0,13	<0,16	<0,13	0,72	<0,55	<0,09	<0,07	<0,07	<0,12	<0,11	<0,11	<0,10	0,9	0,36	1,79
		P14 15/3	<0,20	<0,21	<0,21	<0,24	<0,20	<0,26	0,68	<0,16	<0,13	<0,13	<0,18	<0,17	<0,17	<0,16	<0,21	<0,22	0,95
		P14 15/4	<0,14	<0,20	<0,24	<0,27	0,35	3,31	6,44	<0,20	0,52	0,52	0,7	0,52	<0,23	<0,19	1,57	<0,26	1,22
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	<0,09	<0,07	2,22	1,06	<0,10	<0,09	<0,01	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	1,28	<0,09	<0,18
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,30	<0,25	4,68	1,14	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,12	<0,30	<0,69
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	<0,26	<0,21	6,65	6	0,3	0,32	<0,11	0,5	<0,17	<0,17	<0,17	<0,45	<0,26	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	0,44	0,48	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,33	<0,19	0,12
	2017	P14 17/2	<0,69	<0,82	<0,93	<1,01	<0,84	<1,32	3,47	<0,60	<0,62	<0,60	<0,66	0,77	1,74	<0,70	6,56	<1,05	5,21
Chiappa	2014	P14 14/0	<0,33	<0,48	<0,45	<0,60	<0,49	<1,06	7,4	<0,42	<0,38	<0,41	<0,49	<0,48	<0,49	<0,47	4,11	<0,49	<1,01
		P14 14/1	<0,06	0,54	<0,18	<0,22	<0,19	<0,27	1,08	<0,21	<0,11	<0,12	<0,13	<0,13	<0,15	<0,14	1,08	<0,20	<0,58
		P14 14/2	<0,10	<0,15	<0,14	<0,18	<0,15	<0,26	<0,57	<0,14	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,10	<0,13	<0,12	<0,47
	2015	P14 15/1	<0,16	<0,20	<0,23	<0,28	0,35	2,96	1,57	0,35	<0,12	0,7	0,87	0,87	0,7	<0,18	1,91	<0,29	2,26
		P14 15/2	<0,19	<0,22	<0,25	<0,30	<0,25	1,31	<0,67	<0,17	<0,14	<0,15	<0,23	<0,21	<0,21	<0,21	0,82	<0,35	1,15
		P14 15/3	<0,05	<0,14	<0,14	<0,15	<0,14	<0,17	<0,55	<0,09	<0,07	<0,07	<0,12	<0,11	<0,11	<0,10	1,08	<0,16	2,17
		P14 15/4	<0,14	<0,16	<0,18	<0,20	<0,16	<0,28	2,71	<0,12	<0,11	<0,12	<0,14	<0,13	<0,14	<0,13	<0,16	<0,16	<0,29
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	0,1	0,74	<0,07	0,28	0,4	<0,10	<0,01	<0,09	<0,08	<0,11	<0,11	<0,11	0,89	<0,17	2,4
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,30	<0,24	<0,32	1,41	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,53	<0,30	<0,69
		P14 16/3	<0,10	<0,18	<0,23	<0,25	<0,21	4,82	6,43	<0,13	<0,11	<0,10	0,34	0,23	<0,17	<0,17	<0,45	<0,25	<0,59
		P14 16/4	<0,08	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	<0,20	1,08	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,34	<0,19	<0,44

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di PCDD/F nelle deposizioni – [pg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Maggiolina	2014	P14 14/0	<0,19	<0,41	<0,49	<0,59	<0,49	<0,83	<1,06	<0,30	<0,29	<0,29	<0,37	<0,35	<0,39	<0,35	<0,53	<0,47	<1,00
		P14 14/1	<0,15	<0,22	<0,16	<0,22	<0,18	1,44	1,08	<0,20	<0,11	<0,12	<0,15	<0,15	<0,17	<0,17	0,9	<0,25	<0,65
		P14 14/2	<0,09	<0,37	<0,20	<0,25	<0,21	<0,27	1,59	<0,14	<0,10	<0,10	<0,13	<0,13	<0,14	<0,13	<0,14	<0,13	<0,31
	2015	P14 15/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 15/2	<0,21	<0,27	<0,31	<0,36	<0,30	2,63	11,17	<0,20	<0,17	<0,17	<0,28	<0,27	<0,29	<0,29	1,31	<0,42	<0,74
		P14 15/3	<0,05	<0,12	<0,12	<0,13	<0,10	1,26	1,63	<0,10	<0,05	<0,05	<0,12	<0,11	<0,11	<0,10	0,9	0,36	1,26
		P14 15/4	<0,12	<0,13	<0,14	<0,16	<0,13	<0,24	0,4	<0,13	<0,09	<0,09	<0,12	<0,11	<0,11	<0,10	0,8	<0,17	<0,28
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	4,02	1,84	29,45	41,98	<0,10	<0,09	1,14	<0,16	<0,14	<0,11	<0,11	2,33	0,59	2,51
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,29	<0,24	2,38	1,4	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	0,97	<0,29	<0,68
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	<0,33	<0,47	4,12	0,66	<0,13	<0,12	<0,11	<0,19	<0,29	<0,18	<0,17	<0,46	<0,26	<0,60
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,15	<0,20	0,94	<0,09	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,12	<0,33	<0,19	0,59
	2017	P14 17/1	<0,23	<0,25	<0,30	<0,35	<0,29	3,37	8,11	<0,21	0,57	<0,19	<0,23	<0,21	<0,23	<0,21	2,19	<0,27	1,47
		P14 17/2	<0,40	<0,49	<0,56	1,35	0,97	1,32	5,02	0,97	<0,40	0,77	1,35	0,77	2,12	<0,44	10,23	1,35	5,21
	2018	P14 18/1	<0,11	<0,14	<0,16	0,31	<0,10	4,17	11,27	0,62	0,62	0,46	0,31	0,46	<0,15	<0,11	2,01	0,46	1,85
		P14 18/2	<0,13	<0,20	<0,19	<0,22	<0,17	<0,54	2,90	<0,23	<0,14	<0,16	<0,26	<0,23	<0,22	<0,26	<0,40	<0,25	<0,80
		P14 18/3	<0,04	<0,09	<0,12	<0,12	<0,10	0,77	2,16	<0,09	<0,06	<0,06	<0,11	<0,09	<0,11	<0,10	<0,13	<0,14	<0,31
		P14 18/4	<0,25	<0,23	<0,23	<0,23	<0,22	1,66	6,83	<0,47	0,41	1,24	<0,40	<0,43	0,62	<0,40	2,07	<0,26	1,24
	2019	P14 19/1	<0,22	<0,31	<0,46	<0,45	<0,39	<0,47	1,24	<0,19	<0,22	<0,24	<0,22	<0,22	<0,29	<0,25	<0,34	<0,34	<0,48
		P14 19/2	<0,07	<0,07	<0,12	<0,12	<0,11	<0,08	3,32	<0,13	<0,12	<0,13	<0,75	<0,66	<0,65	<0,76	<0,07	<0,07	0,32
		P14 19/3	<0,45	<0,24	<0,38	<0,38	<0,36	5,21	13,23	<0,38	0,80	<0,57	<1,06	<1,03	<1,14	<1,02	1,20	<0,29	1,00
		P14 19/4	non disponibile																
	2020	**P29 20/1**	non disponibile																
		P29 20/2	<0,03	<0,02	0,22	<0,01	<0,01	0,75	5,62	0,08	<0,02	<0,02	<0,04	<0,04	0,12	<0,04	0,27	<0,01	0,55
		P29 20/3	<0,03	<0,04	<0,02	<0,02	<0,02	1,20	2,69	<0,04	0,33	0,43	<0,40	<0,36	<0,03	<0,05	<0,02	<0,03	<0,10
		P29 20/4	<0,03	<0,03	0,71	0,51	<0,03	4,57	11,85	0,30	0,32	0,72	0,80	0,80	0,67	<0,06	2,63	0,45	2,03
	2021	**P29 21/1**	<0,01	0,18	0,32	0,27	<0,01	2,31	5,69	<0,03	0,25	0,44	0,25	<0,03	<0,02	<0,02	0,89	<0,01	0,79
		P29 21/2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,92	1,19	0,25	<0,01	0,24	<0,01	0,22	<0,02	<0,02	0,75	<0,01	0,63
		P29 21/3	<0,01	<0,00	<0,01	<0,01	<0,01	0,49	3,24	3,92	1,24	1,76	0,65	<0,02	<0,03	<0,03	0,49	<0,004	0,51
		P29 21/4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,12	<0,01	<0,03	<0,01	<0,01	<0,07	<0,07	<0,10	<0,08	1,23	<0,01	1,20
	2022	P29 22/1	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	1,25	6,13	<0,02	<0,01	<0,01	<0,03	<0,03	<0,03	<0,04	0,49	<0,01	19,21
		P29 22/2	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	0,54	2,80	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,66	<0,01	3,59
		P29 22/3	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	1,76	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,61	<0,004	0,39
		P29 22/4	<0,01	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	0,41	3,79	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	0,49	<0,002	0,52
Saint Bon	2014	P14 14/0	<0,36	<0,55	<0,44	<0,56	<0,47	<1,02	5,5	<0,44	<0,36	<0,36	<0,45	<0,48	<0,52	<0,49	<0,59	<0,56	<1,15
		P14 14/1	<0,07	<0,12	<0,14	<0,17	<0,14	<0,26	1,62	<0,09	<0,06	<0,06	<0,08	<0,08	<0,09	<0,09	<0,18	<0,17	<0,49
		P14 14/2	<0,07	<0,18	<0,15	<0,19	<0,15	<0,31	<0,56	<0,15	<0,10	<0,10	<0,12	<0,11	<0,14	<0,14	<0,17	<0,17	<0,44
	2015	P14 15/1	<0,17	0,87	<0,27	1,22	<0,26	3,82	4	0,52	0,87	0,52	0,69	1,04	0,69	<0,21	1,74	<0,30	2,61
		P14 15/2	<0,19	<0,29	<0,30	<0,34	<0,28	2,47	<0,72	0,33	0,33	0,16	<0,23	<0,23	0,33	<0,21	0,99	<0,30	1,97
		P14 15/3	<0,08	<0,52	<0,28	<0,31	<0,25	<0,33	3,07	<0,15	<0,09	<0,10	<0,19	<0,17	<0,19	<0,19	<0,23	<0,23	<0,54
		P14 15/4	<0,14	<0,14	<0,16	<0,18	<0,15	<0,24	<0,35	<0,14	<0,11	<0,11	<0,12	<0,12	<0,12	<0,11	0,54	<0,16	<0,27
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,15	9,35	5,56	46,76	67,46	<0,10	0,49	1,15	2,43	<0,11	<0,11	<0,11	3,27	<0,17	2,39
		P14 16/2	<0,12	<0,22	<0,27	<0,30	<0,10	2,78	14,92	<0,15	<0,13	<0,12	<0,22	<0,20	<0,20	<0,20	1,36	<0,30	<0,69
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	<0,37	<0,21	<0,27	0,16	<0,11	<0,11	<0,07	<0,24	<0,17	<0,17	<0,17	<0,41	<0,26	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	0,79	9,79	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	0,33	<0,19	0,12
	2017	P14 17/1	<0,19	<0,23	<0,28	<0,32	<0,27	7,37	15,74	<0,20	<0,16	0,73	<0,20	<0,18	<0,20	<0,19	2,53	0,47	2,17
		P14 17/2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 17/3	<0,50	<0,65	<0,95	<0,91	<0,76	<1,44	11,13	<0,42	<0,64	<0,58	<0,58	<0,56	<0,56	<0,58	<0,76	<0,79	<1,76
		P14 17/4	<0,11	<0,11	0,36	2,52	1,80	15,68	22,88	1,44	0,72	1,08	1,26	0,54	0,54	<0,12	1,80	0,54	1,44

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di PCDD/F nelle deposizioni – [pg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	2,3,7,8-TCDD	1,2,3,7,8-PeCDD	1,2,3,4,7,8-HxCDD	1,2,3,6,7,8-HxCDD	1,2,3,7,8,9-HxCDD	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	OCDD	2,3,7,8-TCDF	1,2,3,7,8-PeCDF	2,3,4,7,8-PeCDF	1,2,3,4,7,8-HxCDF	1,2,3,6,7,8-HxCDF	2,3,4,6,7,8-HxCDF	1,2,3,7,8,9-HxCDF	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	OCDF
Fossamastra	2014	P14 14/0	<0,17	<0,35	<0,39	<0,49	<0,40	<0,74	9,59	<0,34	<0,22	<0,22	<0,31	<0,31	<0,33	<0,30	<0,42	<0,38	<0,92
		P14 14/1	<0,08	<0,23	<0,17	<0,21	<0,17	<0,32	3,43	<0,20	<0,09	<0,10	<0,14	<0,14	<0,16	<0,17	1,44	<0,21	<0,44
		P14 14/2	<0,08	<0,21	<0,14	<0,17	<0,14	1,11	3,66	<0,16	<0,11	<0,11	<0,14	<0,14	<0,16	<0,14	1,59	0,48	1,59
	2015	P14 15/1	<0,21	<0,22	<0,23	<0,29	<0,23	2,26	<0,57	<0,44	<0,15	0,7	0,87	0,52	0,87	<0,21	2,26	<0,24	1,74
		P14 15/2	<0,15	<0,19	<0,20	0,7	0,52	2,97	3,67	0,52	0,52	0,7	0,7	0,7	0,52	<0,16	2,27	0,7	2,62
		P14 15/3	<0,06	<0,11	<0,10	<0,11	<0,09	<0,19	3,28	<0,11	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,06	<0,12	<0,12	<0,46
		P14 15/4	<0,11	<0,14	<0,11	<0,14	<0,11	1,35	4,59	0,41	<0,10	0,54	0,27	0,41	0,27	<0,09	1,22	<0,11	0,81
	2016	P14 16/1	<0,10	<0,13	<0,17	2,34	1,46	12,13	16,84	<0,10	0,36	1,03	1,51	0,71	<0,11	<0,11	3,83	<0,17	4,68
		P14 16/2	<0,12	<0,21	<0,27	<0,29	<0,24	6,85	26,69	<0,15	<0,13	<0,12	<0,21	<0,20	<0,20	<0,20	3,58	<0,29	<0,68
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	0,32	0,21	2,92	10,88	<0,13	<0,11	<0,11	<0,36	0,4	<0,17	<0,17	<0,45	<0,26	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	3,54	11,33	0,41	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	<0,33	<0,19	2,15
	2017	P14 17/1	<0,26	<0,27	<0,33	<0,38	<0,32	4,17	17,11	<0,25	<0,20	<0,19	<0,23	<0,21	<0,25	<0,22	3,32	0,93	3,90
		P14 17/2	<0,43	<0,51	<0,62	<0,61	<0,51	4,63	11,39	0,77	<0,43	0,97	2,32	1,93	1,74	<0,51	13,13	2,51	6,76
		P14 17/3	<0,62	<0,87	<1,07	<1,02	<0,85	<1,31	7,31	<0,45	<0,64	<0,64	<0,64	<0,57	<0,64	<0,57	<0,95	<0,94	<1,95
		P14 17/4	<0,08	<0,19	<0,20	1,80	0,72	7,57	12,79	0,90	0,54	0,90	0,90	0,54	0,54	<0,14	1,98	<0,18	1,62
	2018	P14 18/1	<0,14	<0,15	<0,21	<0,19	<0,15	4,94	8,34	<0,20	<0,11	0,93	<0,15	<0,14	<0,14	<0,15	2,16	<0,19	<0,39
		P14 18/2	<0,22	<0,21	<0,24	0,77	<0,18	8,11	15,44	1,35	0,77	0,58	1,16	<0,23	<0,24	<0,19	1,74	<0,28	2,32
		P14 18/3	<0,10	<0,11	<0,12	<0,13	0,31	1,39	4,94	<0,16	<0,08	<0,08	<0,10	<0,09	<0,10	<0,09	1,08	<0,14	<0,22
		P14 18/4	<0,29	<0,58	1,03	5,58	2,90	24,20	35,99	2,07	1,03	3,52	1,24	<0,85	3,10	0,83	4,14	0,62	2,69
	2019	P14 19/1	<0,12	<0,21	<0,23	0,77	<0,15	<0,31	11,91	<0,12	<0,13	<0,13	<0,12	<0,12	<0,13	<0,13	1,86	<0,13	2,48
		P14 19/2	<0,19	<0,23	<0,24	<0,22	<0,21	2,21	8,54	<0,37	<0,28	0,47	<0,99	<0,93	<0,96	<1,08	1,11	<0,16	1,11
		P14 19/3	<0,34	<0,44	<0,28	<0,28	<0,28	2,21	10,22	<0,62	<0,50	0,80	<0,97	<0,93	<1,05	<0,99	3,01	<0,38	2,81
		P14 19/4	<0,06	<0,07	<0,09	0,46	<0,09	3,56	11,78	<0,06	<0,07	0,62	0,46	<0,05	<0,07	0,46	1,86	<0,05	1,86
	2020	P29 20/1	<0,02	<0,01	0,24	<0,01	<0,01	2,94	7,51	0,18	0,14	0,18	<0,02	0,12	0,15	<0,01	0,43	<0,01	0,32
		P29 20/2	<0,04	<0,03	<0,02	<0,02	<0,02	0,85	5,09	0,19	0,11	0,32	0,29	0,23	0,22	<0,04	0,74	0,18	1,16
		P29 20/3	<0,02	<0,06	<0,04	<0,04	<0,04	1,80	8,47	0,42	<0,03	<0,03	<0,04	<0,04	<0,03	<0,04	<0,01	<0,01	<0,11
		P29 20/4	<0,04	<0,04	<0,03	<0,03	<0,03	4,40	16,43	0,58	0,46	0,73	0,84	0,56	0,74	<0,06	2,61	0,28	1,28
	2021	**P29 21/1**	<0,01	0,20	0,32	0,41	0,24	3,31	8,78	0,45	0,29	0,59	0,40	0,45	0,53	<0,04	1,68	0,33	1,28
		P29 21/2	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,73	5,61	0,36	0,20	0,36	0,32	0,34	<0,03	<0,02	1,19	0,18	1,05
		P29 21/3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,87	8,65	0,44	<0,01	0,30	<0,02	<0,02	<0,03	<0,03	1,11	<0,01	1,27
		P29 21/4	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	3,08	8,63	<0,04	<0,02	<0,02	<0,07	<0,07	<0,10	<0,09	2,80	<0,02	1,41
	2022	P29 22/1	<0,02	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	2,66	11,2	<0,05	<0,02	<0,02	<0,03	<0,03	<0,04	<0,05	1,78	<0,01	2,86
		P29 22/2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,62	5,48	0,55	<0,01	0,37	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	0,77	<0,01	<0,002
		P29 22/3	<0,02	<0,01	<0,02	<0,02	<0,01	2,66	8,19	0,26	<0,01	0,42	0,64	<0,02	0,40	<0,04	1,75	<0,01	3,25
		P29 22/4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,62	11,7	0,34	<0,01	<0,01	0,35	0,26	<0,03	<0,03	<0,001	<0,01	2,26
Melara	2015	P14 15/3	<0,06	<0,13	<0,12	<0,14	<0,12	<0,17	<0,48	<0,07	<0,05	<0,05	<0,08	<0,07	<0,07	<0,07	<0,10	<0,10	<0,41
		P14 15/4	<0,13	<0,13	<0,13	<0,15	<0,13	<0,19	8,47	<0,12	<0,09	<0,09	<0,11	<0,11	<0,11	<0,10	<0,15	<0,14	<0,25
	2016	P14 16/1	<0,10	0,14	<0,15	7,94	3,25	32,91	27,79	<0,11	0,5	1,31	2,34	<0,11	<0,12	<0,12	1,99	0,06	1,36
		P14 16/2	<0,12	<0,21	<0,26	<0,29	<0,24	4,92	1,38	<0,15	<0,13	<0,12	<0,21	<0,20	<0,20	<0,19	<0,52	<0,29	<0,67
		P14 16/3	<0,10	<0,19	<0,23	2,27	0,49	10,07	8,12	0,46	<0,06	<0,05	0,83	0,24	<0,17	<0,17	1,04	0,41	<0,59
		P14 16/4	<0,07	<0,14	<0,17	<0,19	<0,16	3,89	13,48	<0,10	<0,08	<0,08	<0,14	<0,13	<0,13	<0,13	1	<0,19	<0,44
	2017	P14 17/1	<0,24	<0,22	<0,31	<0,38	<0,31	2,72	7,31	<0,18	<0,17	<0,17	<0,20	<0,18	<0,21	<0,20	2,50	0,75	2,12
		P14 17/2	<0,50	<0,64	<0,72	<0,82	<0,68	8,69	12,93	1,74	1,54	3,09	2,90	3,67	6,18	<0,68	18,92	3,09	9,85
		P14 17/3	<0,76	<1,03	<1,10	<1,05	<0,87	<1,27	3,82	<0,45	<0,72	<0,64	<0,76	<0,68	<0,70	<0,68	<0,86	<0,95	<1,81
		P14 17/4	<0,08	<0,18	<0,15	<0,18	<0,14	1,80	3,42	0,36	<0,08	<0,08	<0,09	<0,09	<0,09	<0,08	0,90	<0,16	<0,27
	2018	P14 18/1	<0,10	<0,14	<0,15	0,46	<0,10	4,94	10,19	<0,14	0,31	0,46	<0,12	0,46	<0,12	<0,10	0,93	0,31	1,24
		P14 18/2	<0,13	<0,16	<0,18	<0,21	<0,16	<0,29	2,90	<0,19	<0,12	<0,12	<0,14	<0,14	<0,18	<0,15	<0,31	<0,18	<0,49
		P14 18/3	<0,05	<0,11	<0,14	<0,15	<0,12	0,93	2,16	<0,11	<0,07	<0,07	<0,12	<0,12	<0,12	<0,11	0,62	<0,14	<0,33
		P14 18/4	0,41	0,62	0,83	1,04	1,24	3,73	10,16	<0,50	1,04	1,66	1,04	1,24	1,04	1,04	3,11	1,04	3,32
	2019	P14 19/1	<0,13	<0,19	<0,32	<0,32	<0,29	<0,31	6,03	<0,18	<0,19	<0,19	0,46	<0,15	<0,22	<0,21	1,86	0,31	1,70
		P14 19/2	<0,10	<0,10	<0,11	<0,11	<0,11	<0,93	3,49	<0,11	<0,14	<0,16	<0,76	<0,71	<0,73	<0,82	<0,06	<0,07	<0,15
		P14 19/3	<0,33	<0,24	<0,24	<0,26	<0,24	1,60	4,80	<0,35	<0,28	<0,29	<0,84	<0,77	<0,89	<0,82	0,60	<0,22	<0,40
		P14 19/4	<0,04	<0,05	<0,08	0,93	<0,08	5,87	14,99	<0,05	<0,05	<0,05	0,77	0,46	<0,06	0,62	2,16	<0,05	2,01
	2020	**P29 20/1**	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,54	2,78	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,31	<0,01	<0,04
		P29 20/2	<0,02	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	1,05	3,90	0,29	0,12	0,88	<0,03	0,16	<0,03	<0,03	0,30	<0,01	0,38
		P29 20/3	<0,02	<0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,06	<0,25	<0,03	<0,02	<0,02	<0,04	<0,03	<0,03	<0,04	<0,01	<0,01	<0,09
		P29 20/4	<0,03	<0,03	0,42	<0,03	0,30	4,35	11,03	0,44	0,52	0,57	0,46	0,74	0,60	<0,05	2,12	0,42	2,24
	2021	**P29 21/1**	*non disponibile*																
		P29 21/2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,32	3,28	0,32	<0,01	<0,01	<0,02	0,36	<0,02	<0,02	0,98	0,16	0,95
		P29 21/3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,44	4,27	<0,02	<0,01	<0,01	<0,02	<0,03	<0,03	<0,03	<0,005	<0,01	<0,01
		P29 21/4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,57	2,34	<0,03	<0,01	<0,01	<0,06	<0,06	<0,07	<0,07	1,14	<0,01	0,79
	2022	P29 22/1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,97	3,56	<0,03	<0,01	<0,01	<0,03	<0,03	<0,04	<0,04	0,53	<0,01	1,56
		P29 22/2	<0,01	<0,003	<0,01	<0,01	<0,01	<0,03	0,75	0,43	<0,01	0,30	<0,01	<0,02	<0,02	<0,02	<0,002	<0,003	<0,002
		P29 22/3	<0,01	<0,002	<0,01	<0,01	<0,01	1,38	15,4	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	1,04	<0,01	2,06
		P29 22/4	<0,01	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	0,90	3,64	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	1,70	<0,003	0,30

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

A.4.6. Ratei di deposizione di PCB (2014 – 2022). Valori in pg/m2/d

Rateo di PCB nelle deposizioni – [pg/m²/d]														
Postazione	Anno	Campagna	PCB 81	PCB 77	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Bolano	2014	P14 14/0	<2	<2	<4	<1	<3	<3	<3	<3	<2	<2	<2	<2
		P14 14/1	<1	<1	<4	<1	<4	<3	<3	<4	5	<1	2	<1
		P14 14/2	<1	5	<2	<2	55	4	137	3	52	12	27	7
	2015	P14 15/1	<1	1	4	2	2	2	1	<2	1	1	1	3
		P14 15/2	1	2	3	2	1	2	1	<1	1	1	1	1
		P14 15/3	<1	1	1	<1	1	<1	4	<1	1	1	1	1
		P14 15/4	<1	1	1	<0,5	1	<1	4	<1	1	0,5	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	1,5	1	<0,2	3,2	<0,9	6,2	<0,9	3,2	0,2	0,2	0,2
		P14 16/2	<0,0	3,8	0,9	<0,4	0,9	0,8	4,5	<1,3	3,3	0,1	0,3	1,3
		P14 16/3	<0,5	0,7	0,8	<0,3	1	<0,7	0,9	<1,1	1,3	0,4	0,3	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	0,8	<0,5	0,7	<0,8	2,5	0,3	0,3	0,3
	2018	P14 18/3	4,3	<1,2	19,8	<2,5	44,5	<2,5	2,4	9,7	1,7	2,8	<1,7	2,6
Follo	2014	P14 14/0	<1	<1	<3	<1	<2	<2	<2	<3	<1	<1	<1	<1
		P14 14/1	<1	4	<4	<1	<4	<4	<4	<4	3	<1	<1	<1
		P14 14/2	<1	3	<1	<1	<2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	2015	P14 15/1	<1	1	2	<1	1	<1	1	<1	1	1	1	1
		P14 15/2	3	2	3	5	2	5	2	<2	1	1	1	5
		P14 15/3	<1	1	1	<1	4	<1	22	<1	4	1	1	1
		P14 15/4	<1	1	1	<1	1	<1	7	<1	1	1	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	3,3	0,8	<0,2	2,7	<0,0	8,1	1,7	4	1,5	2,7	1,2
		P14 16/2	<0,6	2,9	0,9	0,3	3,9	<0,1	11,6	0,4	8,9	1,3	3,6	0,5
		P14 16/3	<0,5	0,7	0,8	<0,3	1	<0,7	0,9	<1,1	0,4	0,3	0,1	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	0,7	<0,5	0,7	<0,8	0,3	0,3	0,3	0,3
	2017	P14 17/1	<2,7	3,1	4,4	<1,9	3,7	<3,3	3	<3,2	2,1	2,4	1,3	1,5
		P14 17/2	<2,7	2,7	3,8	<1,1	14,1	<4,4	22	<4,0	1,5	1,4	1,5	1,6
		P14 17/3	<1,5	1,5	3,6	<0,9	13,7	<3,2	18,8	<2,9	1,1	1	1,2	1,9
		P14 17/4	<0,6	2,7	0,9	<0,4	5,4	<0,9	8,1	<1,0	1,1	1,1	0,7	0,5
	2018	P14 18/1	84,9	<1,6	1592,3	<3,4	3991,5	139,0	10,2	2465,6	237,8	1153,7	36,6	703,5
		P14 18/2	421,2	<4,6	1464,1	<7,3	2537,3	48,5	113,5	585,3	193,8	300,8	<6,6	35,9
		P14 18/3	3,4	<1,0	19,5	<2,6	45,7	<2,8	2,4	9,9	1,1	1,5	<0,9	0,9
		P14 18/4	2,3	<1,3	16,8	<1,8	32,1	<1,8	1,7	5,2	1,9	2,7	<0,8	1,5
	2019	P14 19/1	<0,2	0,9	<0,5	<0,3	5,7	<0,5	15,2	<0,5	4,3	0,8	1,1	0,9
		P14 19/2	<1,0	5,6	2,5	2,5	11,3	2,7	24,0	3,0	3,5	2,4	3,3	2,7
		P14 19/3	<2,4	11,0	<2,5	<1,0	22,2	<2,4	47,2	<2,3	5,6	<1,1	3,0	<1,0
		P14 19/4	<0,9	<0,8	<2,5	<0,4	16,0	<4,3	27,3	<4,2	4,8	<0,9	2,8	<1,1
	2020	P29 20/1	<0,3	6,1	1,7	<0,2	20,2	2,3	49,9	1,8	8,2	2,2	4,4	2,2
		P29 20/2	*non disponibile*											
		P29 20/3	<0,2	2,8	<0,2	<0,1	9,3	1,0	18,9	<0,2	3,8	1,0	1,9	<0,1
		P29 20/4	<0,3	4,1	<0,4	<0,3	20,0	2,0	50,1	<0,4	6,9	1,9	3,9	<0,2
	2021	P29 21/1	<0,1	1,3	<0,1	<0,1	8,3	1,2	16,8	<0,1	5,1	1,7	2,2	1,7
		P29 21/2	<0,1	2,7	<0,2	<0,1	6,4	0,9	14,9	0,7	3,4	1,0	1,4	0,3
		P29 21/3	1,1	1,3	<0,1	<0,1	11,6	1,8	27,3	1,1	3,1	1,6	1,3	<0,1
		P29 21/4	<0,1	1,8	<0,1	<0,1	8,4	<0,1	19,9	<0,1	5,0	1,1	3,1	<0,1
	2022	P29 22/1	<0,03	1,1	<0,1	<0,01	8,2	<0,2	16,6	<0,2	4,3	<0,1	2,4	<0,04
		P29 22/2	<0,02	<0,1	<0,04	<0,01	8,4	0,4	15,4	0,2	4,9	1,8	2,4	<0,02
		P29 22/3	<0,03	3,4	<0,05	<0,01	8,7	1,3	23,9	0,8	3,0	1,0	2,0	<0,02
		P29 22/4	0,10	1,0	0,4	<0,01	5,2	0,7	12,6	0,1	2,4	0,6	1,4	0,41

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di PCB nelle deposizioni – [pg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	PCB 81	PCB 77	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Arcola	2014	P14 14/0	<2	<2	<3	<1	<2	<3	<3	<3	<1	<1	<1	<1
		P14 14/1	<1	27	12	<2	11	<4	25	<5	31	8	12	4
		P14 14/2	<1	14	5	<2	45	<2	78	<2	29	9	9	3
	2015	P14 15/1	3	84	22	<4	199	9	451	8	114	36	51	9
		P14 15/2	<1	12	4	2	42	3	70	2	23	7	9	4
		P14 15/3	3	4	3	2	14	2	40	<2	6	3	5	1
		P14 15/4	<1	122	26	<2	277	10	542	7	128	39	56	7
	2016	P14 16/1	<0,4	50,3	10,8	<0,2	139,6	<0,9	239,1	<0,9	62,9	19,5	26,3	3,7
		P14 16/2	5,1	184,2	49,7	<0,3	568,1	13,1	1008,8	18,9	85,5	87,6	104,1	7,5
		P14 16/3	<0,1	0,2	0,2	<0,1	0,2	<0,2	0,2	<0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
		P14 16/4	<0,4	46,9	18,1	<0,2	127,6	2,5	174	3,2	105	25,8	30,1	7,7
	2017	P14 17/1	<3,5	107,5	29,8	<4,7	335,5	<5,7	564,7	<5,5	187,3	56,6	64,1	11,1
		P14 17/2	<2,5	77,2	21,4	<2,6	279	<4,8	400,6	<4,9	168	55	55,6	12,2
		P14 17/3	<1,8	1,9	4,5	<1,1	24,6	<3,4	59,9	<3,7	6	4,5	1,7	2,1
		P14 17/4	2	93,7	22,3	<1,7	239,6	6,8	419,8	8,6	109,9	33,7	53,7	6,5
	2018	P14 18/1	2,5	<0,7	37,1	<1,5	81,9	<1,6	2,5	48,3	6,5	24,7	<1,2	11,3
		P14 18/2	31,7	<3,2	396,1	31,5	613,5	29,5	7,4	127,6	46,7	69,5	<7,4	12,4
		P14 18/3	2,8	<1,1	8,8	<1,9	23,2	2,5	2,0	4,6	1,5	2,8	<0,8	1,5
		P14 18/4	4,4	<1,5	40,0	<2,4	75,3	<2,5	2,2	15,6	3,9	8,9	<1,2	3,3
	2019	P14 19/1	<0,2	<0,2	<0,5	<0,2	8,7	<0,5	16,2	<0,6	3,1	0,6	1,2	<0,3
		P14 19/2	<0,9	5,6	2,4	2,4	15,4	<1,1	32,8	3,0	6,3	3,2	4,6	2,5
		P14 19/3	<2,3	8,2	<2,3	<1,2	23,0	<2,3	55,2	<2,4	9,6	2,2	5,0	1,2
		P14 19/4	<1,6	<0,9	<3,9	<0,6	39,7	<4,8	74,1	<5,1	26,1	<1,9	9,9	<1,5
	2020	P29 20/1	<0,4	12,1	2,0	<0,3	58,8	4,2	150,6	3,1	16,0	4,6	7,0	2,1
		P29 20/2	<0,2	3,7	<0,4	<0,2	18,8	0,6	45,6	0,9	6,4	1,5	2,4	0,7
		P29 20/3	<0,2	2,6	<0,2	<0,1	9,2	<0,2	22,8	<0,2	3,8	1,1	1,8	<0,1
		P29 20/4	<0,2	4,3	<0,3	<0,2	17,5	<0,3	39,6	<0,3	6,6	<0,2	3,0	<0,2
	2021	P29 21/1	1,4	4,3	1,1	0,7	16,9	1,9	26,9	1,5	4,1	2,2	2,0	1,4
		P29 21/2	<0,1	2,1	1,4	0,1	10,8	0,7	22,8	1,3	4,0	1,3	1,6	0,4
		P29 21/3	<0,1	1,7	1,0	<0,1	12,3	<0,1	27,3	1,1	3,8	2,0	1,6	<0,1
		P29 21/4	<0,1	2,6	<0,2	<0,1	20,7	3,6	93,9	<0,2	20,3	3,2	11,0	2,2
	2022	P29 22/1	<0,03	1,6	<0,1	<0,01	7,3	<0,1	14,8	<0,1	3,4	1,0	1,9	<0,03
		P29 22/2	0,45	5,8	0,9	<0,01	38,0	2,5	98,1	1,7	14,5	3,8	8,4	1,74
		P29 22/3	<0,02	3,7	<0,0	<0,005	13,9	1,8	40,6	1,1	4,0	1,1	2,6	0,76
		P29 22/4	0,22	0,8	0,6	<0,01	8,6	0,5	15,7	0,4	4,6	1,1	2,5	0,58

Rateo di PCB nelle deposizioni – [pg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	PCB 81	PCB 77	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Le Grazie	2014	P14 14/0	<1	<1	<3	<1	<3	<3	<3	<3	<1	<1	<1	<1
		P14 14/1	<1	<1	<4	<1	<3	<4	<3	<4	6	<2	4	<2
		P14 14/2	<1	3	<1	<1	5	<1	4	<1	4	4	2	<2
	2015	P14 15/1	3	5	3	2	26	3	50	2	10	2	5	5
		P14 15/2	2	2	2	2	9	2	8	1	8	1	2	4
		P14 15/3	1	2	1	1	4	<1	18	<1	3	1	1	1
		P14 15/4	<1	1	1	<1	9	<1	26	<1	5	1	2	1
	2016	P14 16/1	<0,4	2,8	1	<0,2	11,9	1,5	31,7	<0,3	10	2	3,7	1,1
		P14 16/2	<0,6	3,3	1,5	<0,7	1,2	2	7	<1,4	9,4	0,5	1,6	1,6
		P14 16/3	<0,5	1,5	0,8	<0,3	3,9	<0,1	3,4	<1,1	10,4	1,1	9,1	0,4
		P14 16/4	<0,4	0	0,6	<0,2	0,7	<0,5	0,7	<0,8	0,1	0,8	5,2	3,1
	2017	P14 17/2	<2,1	2,3	3,9	<1,5	6,9	<3,7	34,2	<3,6	2,9	1,7	3,7	2
Chiappa	2014	P14 14/0	<1	<1	<3	<1	<3	<3	<3	<3	<1	<1	<1	<1
		P14 14/1	<1	<1	<3	<1	<2	<3	<3	<3	<1	<1	2	<1
		P14 14/2	<1	<1	<2	<1	5	<1	5	<2	2	<1	<1	<1
	2015	P14 15/1	2	1	2	2	1	2	1	<1	2	1	1	4
		P14 15/2	2	2	1	2	1	1	1	<1	1	1	1	3
		P14 15/3	<1	3	2	2	6	<1	31	2	4	2	2	2
		P14 15/4	<1	1	1	<1	2	<1	5	<1	1	1	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	3,2	0,9	<0,2	6,8	<0,9	17,8	<0,9	6,9	2	3,3	0,8
		P14 16/2	<0,6	2,7	1	0,4	2,8	<0,1	7,3	1,3	4,1	0,2	2,3	0,9
		P14 16/3	<0,5	2,1	0,8	<0,3	1	<0,1	0,9	<1,1	0,4	0,3	0,4	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	0,8	<0,2	0,7	<0,8	3,6	0,4	0,3	0,3

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di PCB nelle deposizioni – [pg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	PCB 81	PCB 77	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Maggiolina	2014	P14 14/0	<2	<2	<4	<2	<3	<3	<3	<3	13	<2	<2	<2
		P14 14/1	<1	<1	<3	<2	<2	<2	<2	<3	10	<2	4	3
		P14 14/2	<1	7	<2	<1	23	<2	40	<2	4	2	2	2
	2015	P14 15/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 15/2	<1	7	3	2	33	4	87	<2	13	3	7	3
		P14 15/3	<1	4	1	1	35	3	90	<1	10	3	6	3
		P14 15/4	<1	1	1	<1	18	<1	44	<1	5	1	2	1
	2016	P14 16/1	<0,3	11,8	1	<0,2	57,8	<3,3	117,4	6	24,6	7,4	15	3,8
		P14 16/2	<0,6	6	2,6	0,4	55,6	1,4	103,3	2,3	10,6	0,7	6,8	2,2
		P14 16/3	<0,5	6,1	0,9	<0,3	21,6	3,4	34,9	<0,3	4,1	0,8	4,8	0,4
		P14 16/4	<0,4	2,6	0,6	<0,2	0,7	<0,5	0,6	<0,8	2,9	1	0	0,3
	2017	P14 17/1	<2,2	2,3	3,3	<1,1	16,2	<3,1	41,5	<3,0	8,7	1,5	1,3	1,4
		P14 17/2	<1,4	1,6	2,9	<1,2	47,1	<2,9	91,5	<2,8	13,5	4,2	6	1,5
	2018	P14 18/1	4,0	<0,9	55,9	<1,7	142,9	2,3	1,6	70,6	7,3	39,1	<1,3	18,5
		P14 18/2	18,1	<1,6	64,7	<3,3	127,8	<3,4	3,4	13,1	4,1	7,7	<1,7	1,4
		P14 18/3	6,6	<1,4	69,5	<3,4	144,4	<3,9	3,4	25,2	4,3	9,9	<2,4	3,9
		P14 18/4	13,7	<2,2	157,3	6,0	296,0	5,6	3,0	39,3	8,3	18,0	<1,9	4,3
	2019	P14 19/1	<0,3	<0,2	<0,7	<0,3	3,1	<1,0	5,9	<0,8	0,5	0,5	<0,6	<0,5
		P14 19/2	<1,1	7,3	3,3	2,5	31,7	3,6	64,9	3,8	9,7	4,0	6,5	3,3
		P14 19/3	<2,5	11,2	<3,5	<1,8	45,7	<3,4	92,6	<3,5	12,8	3,8	6,4	<1,9
		P14 19/4	*non disponibile*											
	2020	P29 20/1	<0,8	16,0	<1,9	<1,1	79,9	<1,6	176,9	<1,7	30,8	<1,2	<1,5	5,3
		P29 20/2	<0,3	10,9	1,9	<0,4	59,0	3,1	128,7	1,5	25,6	4,5	13,3	4,8
		P29 20/3	<0,6	5,1	<0,4	<0,3	27,0	2,2	67,8	<0,4	8,5	<0,3	4,1	<0,2
		P29 20/4	<0,4	9,9	<0,6	<0,3	51,7	3,3	115,9	<0,6	12,5	2,8	6,0	<0,3
	2021	P29 21/1	1,3	3,8	0,9	<0,1	29,8	2,2	67,3	1,9	9,7	3,4	4,9	2,0
		P29 21/2	<0,1	7,0	1,5	<0,1	37,5	2,5	85,6	1,8	10,8	3,1	5,3	1,1
		P29 21/3	1,3	3,2	1,1	<0,1	33,8	2,1	67,4	1,7	9,6	3,4	3,7	1,6
		P29 21/4	<0,1	2,8	<0,2	<0,1	36,2	<0,2	66,7	<0,2	8,9	2,7	5,6	<0,1
	2022	P29 22/1	<0,03	3,3	<0,1	<0,01	32,0	1,9	64,6	<0,1	13,4	4,3	7,1	1,33
		P29 22/2	<0,02	2,4	0,9	<0,01	35,0	2,0	72,7	<0,1	11,7	3,8	5,4	0,55
		P29 22/3	<0,02	7,2	1,1	<0,01	53,9	3,6	125,4	2,2	18,3	5,4	9,2	1,18
		P29 22/4	0,18	4,7	1,1	0,01	55,9	1,9	110,7	1,7	15,5	4,7	8,2	1,59
Saint Bon	2014	P14 14/0	<3	<3	<6	<5	<5	<5	<5	<5	<6	<6	<6	<5
		P14 14/1	<1	<1	<4	<1	<3	<3	<3	<4	4	<1	3	<1
		P14 14/2	<1	4	<2	<1	6	<2	3	<2	2	1	<1	1
	2015	P14 15/1	2	6	3	2	18	2	40	1	7	2	3	4
		P14 15/2	2	5	3	1	18	3	34	1	7	1	5	3
		P14 15/3	<1	5	1	<1	19	3	57	2	13	4	6	2
		P14 15/4	<1	1	1	<1	25	<1	58	<1	6	1	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	0,5	1	<0,2	34,2	<0,9	59,6	<0,9	18,4	3,3	7,3	0,2
		P14 16/2	<0,6	8,4	1	<0,4	55,9	1,3	93,8	<1,3	4,9	5,1	11	3,5
		P14 16/3	<0,5	1,8	0,8	<0,3	8,3	1,7	5	<1,1	4,1	2,4	2	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	5,6	1,6	11,2	<0,8	12,2	1,9	4,2	0,3
	2017	P14 17/1	<2,5	1,8	3,1	<1,4	6,1	<3,3	21	<2,8	5,8	2,2	3,4	1,7
		P14 17/2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		P14 17/3	<1,8	2,1	5,2	<2,3	97	<4,2	249,6	<4,4	35,6	6,4	12,7	2,6
		P14 17/4	<0,8	5,9	1,4	<1,1	42,9	<1,4	81,8	2,9	14,1	5,2	7	2,7

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di PCB nelle deposizioni – [pg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	PCB 81	PCB 77	PCB 126	PCB 169	PCB 105	PCB 114	PCB 118	PCB 123	PCB 156	PCB 157	PCB 167	PCB 189
Fossamastra	2014	P14 14/0	<4	75	19	<16	671	32	1668	21	298	79	161	11
		P14 14/1	<3	5	<5	<4	70	10	334	<6	46	12	36	7
		P14 14/2	<1	10	3	<2	39	3	93	2	26	6	12	7
	2015	P14 15/1	2	11	4	<2	104	8	269	6	41	7	16	6
		P14 15/2	2	10	2	4	96	7	217	5	39	8	21	7
		P14 15/3	1	11	1	<1	43	3	117	2	22	5	9	2
		P14 15/4	<1	4	2	<2	40	<1	109	<1	24	4	9	2
	2016	P14 16/1	<0,4	13,3	4,6	<0,2	101,8	5,3	249,5	<0,9	69,7	11,4	31,7	6,9
		P14 16/2	<0,6	18,7	0,9	<1,7	95,4	5	200,1	<3,8	60,8	13,6	26,8	9,1
		P14 16/3	<0,5	14,3	6,2	<0,3	108,3	6,2	217,4	5,8	54,7	14,1	35,1	9,3
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	45,7	<0,5	87,3	<0,8	31,9	0,3	15,2	0,3
	2017	P14 17/1	<3,5	4,2	7,8	<4,9	120,3	<5,4	267,9	<5,7	41,5	9,4	20,8	4,3
		P14 17/2	<1,8	21,8	3,9	1,9	158,3	11,2	315,6	8,7	67,6	13,3	32,4	6,9
		P14 17/3	<1,8	10,5	4,4	<2,7	91,4	<4,0	182	<4,5	56,4	11,1	23,8	7,2
		P14 17/4	1,4	15,9	2,9	<1,6	118,9	6,5	241,4	6,1	46,8	10,3	24,3	5,9
	2018	P14 18/1	1,8	<1,8	99,8	<5,0	207,9	<5,2	5,0	54,7	15,1	38,6	<4,4	4,6
		P14 18/2	8,9	<1,1	85,9	7,1	220,1	3,5	1,9	45,8	7,9	24,7	<1,7	8,9
		P14 18/3	13,3	<1,5	61,3	4,0	147,5	4,3	4,3	36,1	7,4	18,8	<3,2	5,1
		P14 18/4	18,0	<2,0	164,4	6,4	340,2	7,2	5,0	72,6	17,2	35,0	<2,7	13,9
	2019	P14 19/1	<0,3	0,8	<0,8	<0,5	13,3	<0,8	29,2	<0,8	4,8	1,1	1,2	<0,7
		P14 19/2	<1,3	17,1	6,2	3,3	90,2	7,3	189,8	6,6	44,9	10,8	26,1	8,5
		P14 19/3	<2,7	18,0	<3,5	<2,5	84,2	5,8	188,4	<3,6	33,7	6,0	18,2	4,8
		P14 19/4	<1,1	12,6	<2,8	<0,6	77,5	<5,6	175,1	<5,4	41,1	<3,4	4,9	5,3
	2020	P29 20/1	<0,4	11,3	2,4	<0,4	75,8	5,0	164,4	2,8	18,8	4,8	8,9	2,2
		P29 20/2	<0,3	13,4	<0,5	<0,3	144,8	4,4	347,4	6,1	22,1	4,8	11,2	0,8
		P29 20/3	<0,3	14,3	2,7	<0,4	94,5	5,5	219,9	4,2	42,9	7,5	17,4	5,6
		P29 20/4	<0,3	13,0	3,0	<0,4	101,3	6,4	232,4	4,4	41,8	8,0	18,3	5,5
	2021	P29 21/1	3,4	14,3	3,6	1,8	93,4	5,8	208,6	4,4	40,4	9,0	19,0	7,3
		P29 21/2	<0,1	10,5	3,5	1,4	55,6	<0,2	132,9	2,7	31,8	6,6	16,0	5,5
		P29 21/3	3,9	17,4	5,8	1,5	128,2	6,7	275,9	5,5	61,0	14,1	28,6	9,0
		P29 21/4	2,9	13,2	4,2	<0,1	95,4	7,5	211,4	4,7	37,4	9,2	19,9	5,2
	2022	P29 22/1	<0,04	20,3	5,6	<0,02	606,8	16,1	1439,1	17,7	243,9	72,8	124,5	12,07
		P29 22/2	1,51	40,6	12,2	0,43	451,6	12,5	1076,8	13,1	193,2	59,8	105,3	9,72
		P29 22/3	0,81	34,6	10,8	0,62	156,0	7,6	339,2	5,2	92,6	26,6	49,4	11,69
		P29 22/4	0,70	20,4	5,4	0,44	176,6	7,1	381,7	5,8	76,6	18,7	36,8	7,70
Melara	2015	P14 15/3	<1	1	1	<1	15	1	47	2	6	1	4	1
		P14 15/4	<1	1	1	<1	1	<1	1	<1	1	1	1	1
	2016	P14 16/1	<0,4	1,6	0,4	<0,2	17,9	<0,9	36,3	<0,4	10,7	2,3	4	0,6
		P14 16/2	<0,6	6,7	0,9	<0,8	22,8	<0,8	53,2	<2,2	17,3	3,9	10,8	0,5
		P14 16/3	<0,5	6,2	0,8	<0,3	20,6	1,2	41,7	3,8	7,6	1,4	3,3	0,4
		P14 16/4	<0,4	0,5	0,6	<0,2	0,7	<0,5	0,7	<0,8	5,5	0,3	0,3	0,3
	2017	P14 17/1	<1,9	2,3	3,1	<1,4	2,7	<2,5	9,2	<2,3	3,9	1,5	1,4	1,6
		P14 17/2	<2,2	2,5	3,8	<1,4	26,1	<3,6	51,7	<3,6	9,1	2,5	5,6	1,9
		P14 17/3	<1,6	1,6	4,1	<1,4	22,4	<4,2	56,1	<3,2	6	3,5	2,5	2,1
		P14 17/4	<0,7	4,1	1	<0,7	12,3	<1,0	25,4	<1,1	5,2	1,6	2	0,7
	2018	P14 18/1	2,5	<0,6	11,7	<1,0	32,9	1,1	1,0	6,2	1,5	3,2	<0,6	0,9
		P14 18/2	5,2	<1,3	32,6	<2,7	56,9	<2,8	2,7	12,7	4,1	7,1	<1,3	3,5
		P14 18/3	4,3	<1,1	25,5	<2,4	49,4	<2,7	2,3	15,0	1,8	5,6	<1,6	1,7
		P14 18/4	5,4	<1,7	36,1	2,9	83,3	<2,2	2,1	13,1	3,3	7,7	<1,3	2,7
	2019	P14 19/1	<0,2	<0,3	<0,8	<0,6	14,4	<0,8	28,3	<0,8	6,8	1,2	2,5	1,4
		P14 19/2	<1,0	7,3	2,9	2,7	19,2	3,0	36,6	3,0	7,0	3,3	4,9	3,0
		P14 19/3	<2,2	9,8	<2,0	<0,9	23,6	<2,1	46,4	<2,2	6,6	1,4	3,0	<1,2
		P14 19/4	<3,3	<1,1	<5,7	<1,0	16,8	<3,3	33,2	<3,0	<1,1	<1,1	<1,3	<1,0
	2020	P29 20/1	<0,3	9,1	1,7	<0,3	33,7	2,7	66,6	<0,4	12,5	3,2	6,0	1,9
		P29 20/2	<0,3	5,0	0,7	<0,3	32,9	2,0	78,1	1,1	13,5	3,1	6,8	1,2
		P29 20/3	<0,2	3,8	<0,3	<0,2	20,8	2,0	51,0	1,5	8,4	2,4	4,7	<0,2
		P29 20/4	<0,3	3,8	<0,3	<0,2	18,8	<0,3	43,3	<0,3	7,7	1,9	3,0	1,2
	2021	P29 21/1	*non disponibile*											
		P29 21/2	<0,1	4,2	1,6	0,3	22,7	1,8	46,7	1,5	10,6	2,2	5,0	1,9
		P29 21/3	1,3	3,6	1,3	<0,1	23,5	2,4	55,1	1,8	8,2	2,8	3,6	1,9
		P29 21/4	<0,1	1,0	<0,2	<0,1	13,1	<0,1	51,1	<0,2	6,8	<0,1	5,8	<0,1
	2022	P29 22/1	<0,09	2,9	<0,1	<0,02	41,7	<0,2	88,7	<0,2	27,1	6,5	14,0	5,40
		P29 22/2	<0,02	0,6	0,7	<0,01	8,2	0,5	17,7	0,6	4,1	1,4	1,7	0,51
		P29 22/3	<0,02	5,3	0,7	<0,01	43,5	3,1	92,8	2,1	12,6	2,7	5,8	1,24
		P29 22/4	0,20	2,6	0,5	<0,01	19,8	1,1	35,9	0,6	7,7	1,9	3,0	0,66

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

A.4.7. APPENDICE – Ratei di deposizione di specie ioniche (2014 – 2022)

Rateo di deposizione delle specie ioniche nelle deposizioni - [mg/m^2/d]											
Postazione	Anno	Campagna	Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH_4^{+}	Cl^{-}	NO_3^{-}	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Bolano	2014	P14 14/0	1,9	3,1	0,5	0,4	0,85	4,6	3,6	2,2	1,6
		P14 14/1	3,5	9,0	1,2	0,8	0,61	14,4	2,7	7,1	5,1
		P14 14/2	1,7	3,1	0,5	0,4	1,11	4,3	4,7	4,0	3,4
	2015	P14 15/1	4,1	10,0	1,3	0,5	0,17	15,0	6,4	4,9	2,8
		P14 15/2	3,0	2,8	0,5	0,4	0,39	4,0	4,4	3,1	2,6
		P14 15/3	1,6	0,8	0,2	0,9	0,28	0,9	1,8	1,3	1,2
		P14 15/4	3,5	4,2	0,7	0,8	0,15	6,2	5,4	5,8	4,9
	2016	P14 16/1	5,7	13,0	1,3	2,6	2,12	20,3	8,3	6,3	3,5
		P14 16/2	4,7	4,5	0,7	1,1	1,19	5,3	3,1	2,4	1,7
		P14 16/3	5,4	1,3	0,8	4,8	1,36	2,8	1,8	1,8	1,4
		P14 16/4	3,9	1,4	0,3	0,5	0,67	3,2	2,5	1,9	1,5
	2017	P14 17/1	3,0	12,0	1,3	0,9	2,28	17,6	11,7	9,9	7,5
		P14 17/2	3,7	4,4	0,6	0,7	0,29	7,3	5,0	3,3	2,3
		P14 17/3	2,3	1,8	0,3	0,8	0,72	3,3	1,5	1,2	0,8
		P14 17/4	1,8	3,4	0,4	0,7	0,23	4,9	4,4	2,5	1,8
	2018	P14 18/1	1,5	9,2	1,2	0,8	1,3	17,2	8,8	5,9	3,5
		P14 18/2	10,3	6,0	1,2	0,8	2,8	13,2	10,7	9,8	8,0
		P14 18/3	6,8	1,6	0,6	1,3	0,8	4,9	3,4	2,9	2,2
		P14 18/4	54,7	31,5	7,7	12,8	2,5	60,6	6,3	27,2	18,7
	2019	P14 19/1	4,1	7,1	1,2	1,4	2,9	11,2	7,2	6,9	5,3
		P14 19/2	3,7	0,6	0,4	1,2	1,1	1,2	3,5	2,7	2,5
		P14 19/3	8,2	10,3	2,0	3,2	0,3	17,2	10,1	10,1	7,7
		P14 19/4	10,8	26,0	4,0	4,5	2,3	43,2	13,5	11,8	5,8
	2020	P29 20/1	6,20	6,06	1,06	0,87	0,81	11,45	4,36	4,93	3,34
		P29 20/2	4,89	0,63	0,24	0,98	0,01	6,10	1,83	0,76	0,61
		P29 20/3	4,48	11,65	1,50	2,47	0,57	20,61	8,37	5,10	2,23
		P29 20/4	4,10	13,59	1,80	2,19	0,25	24,10	8,15	5,40	2,03
Follo	2014	P14 14/0	2,7	3,4	0,6	0,3	0,44	5,2	3,8	2,4	1,7
		P14 14/1	2,7	3,8	0,5	0,5	2,04	5,6	6,2	5,1	4,4
		P14 14/2	2,4	4,6	0,7	0,4	1,61	6,4	7,5	7,0	6,1
	2015	P14 15/1	2,0	11,1	1,1	0,5	0,31	16,6	5,9	5,2	2,9
		P14 15/2	3,9	4,6	0,7	0,5	1,07	6,5	7,4	4,7	3,8
		P14 15/3	1,0	0,7	0,1	0,2	0,09	0,9	1,9	0,7	0,6
		P14 15/4	5,5	5,8	0,8	0,4	0,54	9,7	4,9	5,9	4,6
	2016	P14 16/1	2,5	8,6	0,7	0,5	1,54	13,7	6,6	5,5	3,6
		P14 16/2	4,7	4,1	0,6	1,2	1,95	7,2	3,5	2,9	1,9
		P14 16/3	2,5	1,4	0,2	0,2	0,15	2,5	2,1	1,3	0,9
		P14 16/4	2,3	1,8	0,3	0,3	0,01	3,0	3,2	1,7	1,3
	2017	P14 17/1	9,0	12,9	1,2	1,2	3,39	19,0	12,5	10,9	8,2
		P14 17/2	3,0	6,2	0,8	0,4	0,77	9,0	5,4	4,0	2,8
		P14 17/3	2,5	1,6	0,2	0,2	0,01	2,6	2,2	1,3	1,0
		P14 17/4	3,3	4,9	0,5	0,3	0,21	7,2	5,3	3,2	2,1
	2018	P14 18/1	1,5	11,9	1,5	0,9	2,6	22,9	11,2	8,3	5,1
		P14 18/2	8,5	6,5	1,2	0,9	3,4	14,4	9,5	9,4	7,4
		P14 18/3	2,9	1,2	0,3	0,2	0,3	2,0	3,2	2,2	1,9
		P14 18/4	46,4	47,2	7,7	2,9	4,7	83,5	14,1	34,5	22,9
	2019	P14 19/1	2,5	8,7	1,1	0,6	3,7	13,6	9,0	7,4	5,5
		P14 19/2	5,1	0,9	0,3	0,2	0,7	2,3	4,0	3,2	2,9
		P14 19/3	4,4	11,9	1,5	1,4	6,4	18,6	10,2	10,4	7,8
		P14 19/4	4,1	22,8	2,8	1,2	2,7	36,3	11,8	10,0	4,9
	2020	P29 20/1	6,24	6,34	1,04	0,58	0,09	11,30	3,02	5,01	3,43
		P29 20/2	1,02	0,56	0,11	0,11	0,22	0,99	1,71	0,71	0,57
		P29 20/3	3,12	8,71	1,08	0,65	2,40	13,69	6,51	4,27	2,36
		P29 20/4	3,45	17,58	1,81	0,88	0,20	28,52	6,96	5,88	1,90
	2021	P29 21/1	1,43	5,21	0,69	0,35	1,03	9,05	4,07	2,78	1,52
		P29 21/2	9,86	14,83	2,26	1,03	0,97	24,17	8,67	8,42	5,05
		P29 21/3	4,55	7,93	1,17	0,47	0,04	13,96	0,51	3,04	1,09
		P29 21/4	3,14	9,09	1,32	0,56	0,18	13,97	7,57	7,42	5,47
	2022	P29 22/1	1,88	3,66	0,57	0,79	0,81	6,14	3,08	1,78	0,92
		P29 22/2	20,40	4,11	1,44	0,87	0,07	6,74	4,50	1,25	0,31
		P29 22/3	1,64	0,60	0,14	0,12	0,004	1,58	0,004	1,10	0,88
		P29 22/4	2,72	5,92	0,88	1,57	4,07	10,30	3,67	4,04	2,60

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di deposizione delle specie ioniche nelle deposizioni - [mg/m²/d]

Postazione	Anno	Campagna	Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH_4^{+}	Cl^{-}	NO_3^{-}	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Arcola	2014	P14 14/0	3,0	3,3	0,5	0,5	0,44	5,8	3,0	2,3	1,4
		P14 14/1	4,3	6,7	0,9	0,7	0,12	11,6	0,4	5,8	4,2
		P14 14/2	1,9	3,4	0,5	0,4	0,80	6,3	3,8	2,8	1,9
	2015	P14 15/1	4,9	13,4	1,6	0,5	0,30	21,0	5,8	5,5	2,6
		P14 15/2	4,3	4,0	0,6	0,7	0,21	6,4	5,2	3,8	2,9
		P14 15/3	1,7	0,7	0,1	0,3	0,00	1,8	1,6	0,8	0,6
		P14 15/4	7,7	6,4	1,6	0,2	0,71	12,8	9,4	8,5	6,7
	2016	P14 16/1	4,5	11,4	1,2	2,2	2,00	19,0	8,4	6,4	3,7
		P14 16/2	5,7	5,4	0,8	1,4	1,97	10,2	5,0	4,5	3,1
		P14 16/3	1,1	0,7	0,1	0,2	0,07	1,2	1,3	0,7	0,6
		P14 16/4	2,9	2,4	0,4	0,2	1,01	3,4	5,3	3,0	2,6
	2017	P14 17/1	2,4	10,6	0,9	0,8	2,75	16,3	10,6	8,7	6,4
		P14 17/2	3,2	4,3	0,6	0,8	0,41	6,1	4,9	3,9	3,0
		P14 17/3	0,9	1,4	0,1	0,3	0,06	2,2	0,9	0,6	0,3
		P14 17/4	2,7	3,8	0,4	0,4	0,27	6,6	4,9	2,6	1,7
	2018	P14 18/1	2,1	9,5	1,2	0,7	1,6	18,7	9,6	6,0	3,4
		P14 18/2	9,1	7,0	1,2	0,9	2,2	15,5	7,7	8,8	6,6
		P14 18/3	1,3	0,9	0,1	0,1	0,01	2,2	0,01	0,1	0,0
		P14 18/4	38,1	34,3	5,9	3,1	1,8	64,5	8,3	25,7	16,7
	2019	P14 19/1	4,2	7,8	1,0	0,6	2,5	12,5	8,0	7,0	5,2
		P14 19/2	5,6	1,2	0,4	0,4	1,7	4,3	3,9	3,3	2,7
		P14 19/3	3,9	10,7	1,4	1,1	2,4	15,7	9,2	10,5	8,3
		P14 19/4	4,1	22,2	2,7	1,3	3,1	35,8	10,9	9,1	4,1
	2020	P29 20/1	6,48	5,72	0,99	0,84	1,30	11,47	3,68	4,49	2,89
		P29 20/2	4,33	0,64	0,18	0,30	1,22	6,28	2,11	1,08	0,20
		P29 20/3	3,51	5,38	0,79	1,14	2,85	10,29	3,04	2,34	0,91
		P29 20/4	2,77	16,44	2,03	0,81	0,18	27,49	6,10	5,67	1,83
	2021	P29 21/1	0,78	3,80	0,51	0,20	0,51	6,35	2,26	1,79	0,90
		P29 21/2	11,05	10,23	1,71	0,83	0,31	20,15	7,19	6,56	3,75
		P29 21/3	5,08	6,37	1,01	0,94	0,02	12,95	2,34	3,25	1,44
		P29 21/4	2,59	7,48	1,11	0,58	2,57	12,08	6,00	5,96	4,27
	2022	P29 22/1	1,32	3,24	0,52	0,32	0,52	5,06	3,49	1,73	1,02
		P29 22/2	18,82	4,34	1,42	0,71	0,06	7,37	4,27	1,15	0,12
		P29 22/3	0,82	0,64	0,26	0,29	0,01	1,46	0,01	1,54	1,34
		P29 22/4	13,21	8,59	4,37	14,60	8,47	19,73	0,21	5,06	2,30
Le Grazie	2014	P14 14/0	5,7	3,8	0,7	0,6	0,27	6,0	2,4	3,9	3,0
		P14 14/1	3,7	8,3	1,2	0,6	0,51	13,2	7,1	7,4	5,6
		P14 14/2	1,5	2,2	0,3	0,6	1,09	3,7	2,0	2,4	1,9
	2015	P14 15/1	3,1	20,5	2,5	0,9	0,79	31,8	5,8	7,2	2,8
		P14 15/2	4,4	4,8	0,8	0,7	0,06	7,3	4,8	4,3	3,3
		P14 15/3	1,0	1,2	0,1	0,2	0,00	1,6	0,8	0,5	0,3
		P14 15/4	3,3	7,2	1,0	0,5	0,09	11,8	1,5	5,1	3,4
	2016	P14 16/1	3,4	11,3	1,1	0,7	1,80	17,8	6,0	5,8	3,3
		P14 16/2	5,2	7,3	1,0	0,9	1,03	14,6	6,4	4,9	2,9
		P14 16/3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,00	0,6	0,4	0,2	0,1
		P14 16/4	0,5	0,3	0,0	0,0	0,00	0,5	0,5	0,2	0,2
	2017	P14 17/1	1,6	13,5	1,4	0,7	2,05	21,0	7,8	7,7	4,8
		P14 17/2	2,7	4,9	0,6	0,4	0,52	7,1	4,2	3,4	2,4
		P14 17/3	1,3	1,2	0,2	0,2	0,49	2,0	0,8	0,6	0,3
		P14 17/4	2,7	5,9	0,6	0,4	0,07	8,7	4,1	3,3	2,1
	2018	P14 18/1	1,1	9,6	1,2	0,7	1,6	17,9	9,6	5,9	3,4
		P14 18/2	7,1	7,5	1,3	0,7	0,6	14,4	5,3	6,3	4,3
		P14 18/3	1,6	0,9	0,2	0,1	0,1	1,7	0,2	0,8	0,6
		P14 18/4	42,3	57,0	8,7	3,1	2,4	106,0	8,8	32,7	17,9
	2019	P14 19/1	3,4	14,5	1,8	1,4	4,6	23,1	8,5	8,7	5,5
		P14 19/2	3,6	1,8	0,5	0,2	0,2	3,0	0,0	2,6	2,2
		P14 19/3	3,7	14,2	1,8	1,5	2,2	22,4	9,3	10,3	7,1
		P14 19/4	4,3	33,2	4,1	1,5	2,2	55,4	9,8	11,9	4,2
	2020	P29 20/1	5,70	5,19	0,95	1,23	0,06	8,68	0,34	3,81	2,60
		P29 20/2	2,45	1,45	0,37	0,47	0,65	2,62	2,36	1,32	0,95
		P29 20/3	2,20	5,59	0,69	0,45	2,48	9,00	4,94	2,91	1,65
		P29 20/4	3,40	28,92	3,17	1,14	0,52	49,82	7,21	8,26	1,30

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di deposizione delle specie ioniche nelle deposizioni - [mg/m²/d]											
Postazione	Anno	Campagna	Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH_4^{+}	Cl^{-}	NO_3^{-}	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Chiappa	2014	P14 14/0	2,4	5,8	0,7	0,7	0,04	8,8	4,1	2,7	1,5
		P14 14/1	2,9	5,2	0,8	0,8	0,39	7,9	6,6	4,6	3,5
		P14 14/2	1,6	3,6	0,5	0,6	1,59	5,1	4,8	3,7	3,0
	2015	P14 15/1	2,7	11,8	1,3	0,5	0,14	18,1	5,8	5,9	3,4
		P14 15/2	2,1	3,8	0,5	0,4	0,77	5,5	5,0	4,2	3,4
		P14 15/3	0,6	0,7	0,1	0,4	0,09	0,8	0,9	0,6	0,5
		P14 15/4	3,0	5,5	0,6	0,5	1,21	8,6	7,3	7,2	6,0
	2016	P14 16/1	3,6	8,8	0,8	0,8	4,02	13,9	12,5	6,7	4,7
		P14 16/2	4,7	4,0	0,6	1,2	1,54	9,9	7,7	4,5	3,1
		P14 16/3	1,0	0,8	0,1	0,3	0,20	1,1	1,0	0,7	0,5
		P14 16/4	2,0	2,6	0,4	2,2	12,26	3,9	3,4	5,0	4,5
	2017	P14 17/1	2,4	16,6	1,6	0,9	2,60	25,5	13,4	12,3	8,8
		P14 17/2	2,6	5,3	0,7	0,6	0,29	7,7	5,2	4,0	2,9
		P14 17/3	0,6	1,0	0,3	2,9	0,004	1,5	0,5	0,6	0,4
		P14 17/4	1,5	3,6	0,3	0,5	0,39	5,0	4,5	2,6	1,9
	2018	P14 18/1	1,6	11,0	1,3	0,8	1,1	20,7	10,5	7,0	4,1
		P14 18/2	5,9	5,2	0,8	0,6	2,5	11,0	6,5	6,8	5,2
		P14 18/3	1,8	1,0	0,2	0,5	0,004	2,5	0,01	1,1	0,8
		P14 18/4	56,2	54,0	8,7	3,4	4,7	99,8	12,8	40,0	26,0
	2019	P14 19/1	2,1	4,8	0,7	0,9	2,5	8,1	6,5	4,5	3,3
		P14 19/2	4,5	0,8	0,3	0,4	0,6	3,3	3,8	3,0	2,5
		P14 19/3	3,7	11,9	1,5	1,1	3,4	19,1	9,8	10,1	7,5
		P14 19/4	5,4	30,4	3,8	1,5	7,7	49,3	15,2	13,8	6,9
	2020	P29 20/1	7,88	7,43	1,30	0,92	0,67	13,86	4,61	5,70	3,76
		P29 20/2	1,90	0,84	0,17	0,50	0,66	1,50	2,73	1,15	0,94
		P29 20/3	2,15	7,38	0,94	0,67	3,70	11,74	5,51	3,63	1,99
		P29 20/4	3,11	17,38	2,18	1,31	0,18	30,41	6,61	6,16	1,92
Maggiolina	2014	P14 14/0	3,6	4,5	0,7	0,9	0,02	7,0	2,0	2,4	1,4
		P14 14/1	4,6	7,0	1,0	0,7	1,48	11,1	7,3	6,4	4,8
		P14 14/2	2,0	2,6	0,4	0,2	0,43	4,0	0,4	2,6	2,0
	2015	P14 15/1	4,5	16,5	2,0	0,8	0,48	24,5	6,9	7,7	4,3
		P14 15/2	4,0	2,7	0,6	0,2	0,06	4,0	5,7	3,5	3,0
		P14 15/3	1,1	1,0	0,1	0,6	0,10	1,3	1,5	0,9	0,7
		P14 15/4	4,0	3,9	0,8	0,4	0,14	6,7	3,0	5,6	4,6
	2016	P14 16/1	5,1	9,8	1,1	0,5	1,46	15,0	6,8	5,8	3,7
		P14 16/2	7,0	5,8	0,9	1,0	0,99	15,0	5,1	4,9	2,8
		P14 16/3	0,3	0,4	0,1	0,6	0,00	0,5	0,4	0,3	0,2
		P14 16/4	3,6	3,1	0,5	0,5	1,56	4,4	7,1	4,8	4,2
	2017	P14 17/1	3,4	14,3	1,4	0,9	3,14	21,6	12,2	10,6	7,6
		P14 17/2	3,4	5,0	0,8	0,6	0,06	7,3	4,8	3,4	2,4
		P14 17/3	1,4	1,6	0,2	0,6	0,02	2,9	1,1	0,8	0,4
		P14 17/4	2,2	4,8	0,6	0,7	0,32	6,3	4,5	3,2	2,3
	2018	P14 18/1	2,1	10,3	1,4	0,6	1,6	19,8	9,7	6,7	3,9
		P14 18/2	8,7	6,9	1,1	0,7	1,8	13,3	6,4	7,1	5,2
		P14 18/3	1,6	0,8	0,2	0,3	0,1	1,8	0,004	1,2	0,9
		P14 18/4	41,9	44,0	7,2	2,7	3,2	78,9	9,0	30,7	19,7
	2019	P14 19/1	5,4	15,7	2,2	1,9	3,9	25,4	9,8	10,5	6,9
		P14 19/2	6,8	1,2	0,7	2,4	0,4	3,8	3,4	3,8	3,3
		P14 19/3	5,0	11,8	1,7	1,2	2,4	18,4	11,2	10,4	7,8
		P14 19/4	*non disponibile*								
	2020	P29 20/1	7,63	5,78	1,02	0,60	2,68	9,10	3,65	5,08	3,81
		P29 20/2	3,13	0,67	0,32	0,29	0,43	1,72	2,44	1,06	0,82
		P29 20/3	3,06	4,49	0,66	0,34	1,78	7,48	3,57	2,36	1,31
		P29 20/4	4,04	21,31	2,64	0,96	0,44	36,22	7,43	7,64	2,58
	2021	P29 21/1	2,45	10,41	1,35	0,55	1,62	17,42	6,01	4,38	1,95
		P29 21/2	12,63	11,64	2,00	1,58	0,11	18,35	7,58	7,27	4,71
		P29 21/3	4,91	6,59	1,44	4,96	0,02	12,77	0,88	3,55	1,76
		P29 21/4	4,58	9,92	1,98	2,08	0,13	15,88	6,92	7,39	5,17
	2022	P29 22/1	1,89	3,78	0,67	0,34	0,81	6,13	3,90	1,94	1,08
		P29 22/2	19,53	4,47	1,59	0,53	0,06	7,88	5,00	1,24	0,14
		P29 22/3	0,71	0,79	0,24	0,11	0,004	1,70	0,004	1,59	1,36
		P29 22/4	3,06	4,37	1,30	2,81	0,03	7,65	0,09	1,99	0,92

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di deposizione delle specie ioniche nelle deposizioni - [mg/m²/d]											
Postazione	Anno	Campagna	Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH_4^{+}	Cl^{-}	NO_3^{-}	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Saint Bon	2014	P14 14/0	4,1	3,1	0,5	0,5	0,57	4,6	3,6	2,0	1,4
		P14 14/1	5,5	6,3	1,2	1,0	0,82	10,1	7,2	6,3	4,9
		P14 14/2	3,9	4,2	0,8	0,7	0,18	6,8	2,9	3,8	2,9
	2015	P14 15/1	13,1	17,5	3,0	1,5	2,41	26,4	7,4	8,9	5,2
		P14 15/2	13,0	4,7	1,2	0,5	0,74	7,2	5,9	5,3	4,3
		P14 15/3	2,0	1,1	0,2	0,4	0,19	1,7	1,6	0,9	0,7
		P14 15/4	6,4	5,9	1,1	0,4	0,15	9,7	4,3	6,0	4,6
	2016	P14 16/1	7,2	10,8	1,4	0,9	2,44	16,2	7,9	7,1	4,9
		P14 16/2	7,3	5,5	0,9	0,8	1,17	11,2	4,6	3,5	1,9
		P14 16/3	0,9	0,7	0,1	0,2	0,00	1,1	0,9	0,6	0,4
		P14 16/4	7,6	3,0	0,9	1,5	1,41	6,9	6,1	4,3	3,3
	2017	P14 17/1	6,7	18,9	1,9	2,1	4,43	28,9	14,4	13,4	9,4
		P14 17/2	5,1	5,3	0,9	0,9	2,43	7,7	5,1	4,1	3,0
		P14 17/3	1,2	1,3	0,2	0,6	0,00	2,5	1,1	0,9	0,5
		P14 17/4	4,1	4,6	0,7	1,5	0,69	6,6	4,2	3,1	2,1
	2018	P14 18/1	3,3	9,1	1,4	1,5	2,2	17,3	9,3	6,3	3,8
		P14 18/2	7,5	5,3	1,1	0,7	2,3	10,2	5,1	5,9	4,5
		P14 18/3	2,8	1,3	0,3	0,7	0,3	2,5	2,8	1,7	1,4
		P14 18/4	53,1	55,4	9,8	9,8	5,6	103,4	10,7	38,3	23,8
	2019	P14 19/1	6,6	7,0	1,3	1,2	3,7	11,6	7,0	5,8	4,2
		P14 19/2	6,1	1,0	0,6	0,6	1,5	1,9	3,8	3,1	2,8
		P14 19/3	8,7	16,7	2,9	2,8	5,8	27,3	10,7	12,1	8,3
		P14 19/4	8,0	31,2	4,3	2,8	5,6	50,6	13,3	13,1	6,0
	2020	P29 20/1	8,46	7,02	1,41	0,83	1,71	11,44	4,71	5,57	3,97
		P29 20/2	4,50	1,08	0,44	1,13	1,38	2,24	2,79	1,99	1,68
		P29 20/3	5,16	8,15	1,13	1,12	9,37	13,52	4,90	4,00	2,11
		P29 20/4	5,89	18,26	2,61	2,17	1,66	31,28	7,16	6,96	2,60
Fossamastra	2014	P14 14/0	6,1	5,6	0,8	0,5	0,34	8,6	4,7	3,2	2,0
		P14 14/1	8,7	7,8	1,6	0,4	0,12	12,2	0,1	7,2	5,5
		P14 14/2	2,9	3,4	0,5	0,6	0,70	5,3	0,6	2,7	2,0
	2015	P14 15/1	16,5	16,7	3,1	0,7	0,12	25,5	6,0	7,8	4,3
		P14 15/2	10,4	3,8	1,0	0,4	0,23	5,3	5,1	4,9	4,1
		P14 15/3	1,9	1,7	0,2	0,2	0,10	2,2	2,9	1,5	1,2
		P14 15/4	8,0	6,5	1,3	0,3	0,43	10,5	8,5	7,8	6,3
	2016	P14 16/1	19,0	8,4	1,6	0,5	1,25	13,2	7,9	6,4	4,5
		P14 16/2	12,9	5,5	1,2	0,7	0,99	10,2	6,0	4,0	2,6
		P14 16/3	1,6	2,2	0,2	0,2	0,09	3,5	1,7	1,3	0,8
		P14 16/4	7,6	3,9	0,8	0,3	0,74	5,3	5,7	3,8	3,0
	2017	P14 17/1	9,9	12,1	1,7	0,7	1,77	20,1	10,1	9,4	6,6
		P14 17/2	4,7	5,8	0,9	0,6	1,84	8,1	5,2	4,1	3,0
		P14 17/3	2,5	3,1	0,3	0,2	0,00	4,8	1,6	1,2	0,5
		P14 17/4	4,5	5,1	0,6	0,3	0,23	7,3	4,4	3,1	2,1
	2018	P14 18/1	9,8	10,9	2,1	0,6	0,3	21,0	10,3	6,6	3,7
		P14 18/2	11,3	6,2	1,6	0,6	1,2	12,3	5,7	6,5	4,8
		P14 18/3	3,2	1,5	0,3	0,2	0,01	3,2	3,3	1,5	1,1
		P14 18/4	60,4	69,7	10,9	3,8	3,6	131,3	9,5	39,2	20,8
	2019	P14 19/1	25,4	15,9	2,6	0,9	2,4	25,8	8,6	9,3	5,7
		P14 19/2	15,8	1,8	0,9	0,4	0,9	5,0	4,3	3,8	3,1
		P14 19/3	12,7	13,3	2,8	0,7	0,3	21,6	9,5	11,1	8,1
		P14 19/4	18,2	27,4	5,4	1,3	2,6	45,5	11,5	12,9	6,6
	2020	P29 20/1	10,65	5,90	1,49	0,53	0,15	10,85	3,51	4,48	2,97
		P29 20/2	7,07	1,70	0,39	0,17	0,03	2,89	2,48	1,35	0,94
		P29 20/3	7,38	6,60	1,13	0,33	0,44	12,15	3,96	2,59	0,90
		P29 20/4	9,81	19,78	3,10	0,90	0,18	35,45	6,88	7,32	2,38
	2021	P29 21/1	11,32	13,33	2,43	0,69	1,85	18,21	5,61	3,02	0,48
		P29 21/2	20,87	12,28	2,54	0,92	0,49	22,68	7,71	7,20	4,04
		P29 21/3	1,75	1,38	1,01	0,46	0,01	12,90	2,66	3,48	1,68
		P29 21/4	16,19	12,80	2,57	0,78	0,13	21,93	8,08	8,65	5,59
	2022	P29 22/1	8,10	4,61	1,06	0,35	0,61	7,33	4,43	2,36	1,34
		P29 22/2	23,26	5,37	1,76	0,80	0,06	9,35	4,25	1,27	0,01
		P29 22/3	0,73	1,51	0,26	0,22	0,03	3,10	0,73	2,22	1,79
		P29 22/4	10,07	7,12	1,46	0,35	0,05	12,49	2,64	2,74	0,99

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Rateo di deposizione delle specie ioniche nelle deposizioni - [mg/m^2/d]											
Postazione	Anno	Campagna	Ca^{2+}	Na^{+}	Mg^{2+}	K^{+}	NH_4^{+}	Cl^{-}	NO_3^{-}	SO_4^{2-}	$nssSO_4^{2-}$
Melara	2015	P14 15/3	1,2	0,6	0,1	0,2	0,10	0,7	1,8	1,0	0,9
		P14 15/4	3,9	5,2	0,9	0,3	1,46	7,9	8,1	8,3	7,2
	2016	P14 16/1	5,6	10,2	1,0	1,0	2,70	16,3	9,6	6,5	4,2
		P14 16/2	4,9	4,8	0,8	0,8	0,87	7,2	6,5	3,5	2,5
		P14 16/3	0,8	0,9	0,1	0,1	0,05	1,1	1,3	0,9	0,7
		P14 16/4	6,9	3,8	1,5	1,1	1,06	5,3	8,2	6,3	5,5
	2017	P14 17/1	3,3	10,3	1,3	0,7	3,23	15,2	10,3	9,1	7,0
		P14 17/2	2,9	4,5	0,7	0,3	2,21	6,4	5,8	3,6	2,7
		P14 17/3	1,2	1,3	0,2	0,2	0,00	2,0	1,5	1,0	0,7
		P14 17/4	1,7	3,6	0,4	0,3	0,40	5,0	3,8	2,4	1,7
	2018	P14 18/1	1,3	8,7	1,2	0,5	1,1	16,4	8,2	5,4	3,2
		P14 18/2	10,0	7,1	1,8	0,9	2,7	13,1	6,7	7,8	6,0
		P14 18/3	1,5	0,8	0,1	0,2	0,004	1,6	1,7	1,1	0,9
		P14 18/4	50,5	57,0	10,2	6,6	3,1	104,6	9,7	35,9	21,3
	2019	P14 19/1	3,1	9,5	1,3	0,6	3,3	15,1	8,3	7,5	5,4
		P14 19/2	4,2	0,8	0,3	0,3	1,9	2,0	3,3	3,2	3,0
		P14 19/3	6,7	13,5	2,2	2,5	2,4	21,0	9,9	10,6	7,7
		P14 19/4	5,7	24,5	3,2	1,4	3,0	39,5	11,8	11,2	5,7
	2020	P29 20/1	6,18	6,27	1,09	0,78	0,61	10,48	1,28	4,39	2,93
		P29 20/2	3,51	1,71	0,38	1,06	0,22	4,15	2,36	1,14	0,56
		P29 20/3	3,00	5,42	0,77	0,55	1,02	8,89	4,71	2,75	1,51
		P29 20/4	6,89	20,92	3,30	4,46	0,19	35,86	5,34	6,42	1,41
	2021	P29 21/1	1,98	7,83	1,14	0,43	1,32	13,08	4,64	3,27	1,45
		P29 21/2	13,15	11,92	2,38	0,89	0,87	20,33	7,94	7,30	4,46
		P29 21/3	6,33	7,61	1,17	0,66	0,55	14,86	3,16	3,73	1,66
		P29 21/4	4,72	11,38	1,83	0,63	0,17	19,03	8,47	8,13	5,47
	2022	P29 22/1	1,73	3,66	0,57	0,36	0,77	5,71	3,61	1,73	0,94
		P29 22/2	18,28	5,20	1,76	1,34	0,07	8,51	4,57	1,31	0,13
		P29 22/3	1,09	0,97	0,58	0,45	0,004	2,40	1,43	2,36	2,03
		P29 22/4	1,54	5,92	0,84	0,40	0,05	10,25	2,00	2,33	0,90

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

APPENDICE 5

VALIDAZIONE DEI DATI DI METALLI NEI DEPOSIMETRI

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Scopo del documento è quello di descrivere le attività effettuate da ARPAL ai fini della validazione delle determinazioni analitiche non direttamente eseguite, relativamente alle campagne di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche effettuate in ottemperanza alla prescrizione P29 (ex P14).
Nel 2022 (vedi cap. 4 per dettagli) sono stati raccolti 20 campioni di deposizioni più 4 campioni di bianco di Laboratorio. Per quel che concerne la determinazione dei metalli nelle deposizioni si è stabilito che ARPAL eseguisse le determinazioni su un set di campioni di circa il 20%.

ARPAL ha eseguito le determinazioni dei metalli (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Tl, V) secondo il seguente schema delle postazioni di Fossamastra (**22/1**, **22/2**, **22/3**) Maggiolina (**22/1, 22/2, 22/3**) e Melara (**22/2 e 22/3**). Complessivamente sono stati controllati 8 campioni di deposizione su un totale di 24 deposizioni (33%).

Il confronto tra le misure di ARPAL e quelle di CESI è stato effettuato calcolando una "percentuale di discordanza" tra i due laboratori utilizzando la seguente definizione che offre il vantaggio di essere simmetrica, a meno del segno:

$$\Delta C = \frac{C_{CESI} - C_{ARPAL}}{\frac{1}{2}(C_{CESI} + C_{ARPAL})}$$

I valori delle "percentuali di discordanza", risultanti dall'applicazione della Procedura ARPAL a ciascuna coppia dei risultati analitici, sono riportati nella Tabella seguente**.**
Usando il criterio del protocollo ARPAL (approvato dall'ISS in data 05/11/03), che prevede per ogni singolo parametro un **intervallo di conformità del 50%,** la percentuale dei campioni da ritenersi complessivamente conformi, considerando le quattro campagne, è riportata nella tabella che segue:

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Parametro	N° campioni conformi	N° campioni NON conformi	N° campioni Totali	% di conformità
Cadmio	4	4	8	50%
Cromo Totale	8	0	8	100%
Piombo	8	0	8	100%
Rame	8	0	8	100%
Arsenico	8	0	8	100%
Vanadio	8	0	8	100%
Manganese	6	2	8	75%
Tallio	8	0	8	100%
Nichel	8	0	8	100%
TOTALE	**66**	**6**	**72**	**92%**

L'indice di validazione conclusivo, che è dato dalla media delle percentuali di conformità di ogni singolo parametro, risulta pari a 92% maggiore del valore soglia prefissato dal protocollo ARPAL, pari al 70%. Si segnala tuttavia, che probabilmente a causa di un problema di natura analitica, il Cd ha evidenziato differenze maggiori probabilmente perché presente spesso con valori poco superiori al limite: la maggiore presenza di dati differenti solo per questo metallo non ha comunque compromesso il valore dell'indice di validazione che su base annua è risultato pienamente accettabile.

CONCLUSIONI

Come risulta dalla tabella sopra riportata, per ciascun parametro il valore della percentuale di conformità complessiva è maggiore del valore soglia indicato dalla procedura ARPAL, pari al 70%, ad indicare che il confronto non ha evidenziato criticità. Si precisa inoltre che la procedura non è stata applicata al mercurio, in quanto le metodiche dei laboratori sono diverse: per questo parametro si è concordato di utilizzare i dati CESI, in quanto il limite di quantificazione del Laboratorio CESI è inferiore rispetto a quello del Laboratorio ARPAL.

Complessivamente, la performance è risultata più che soddisfacente e quindi sono considerate valide, ai fini dell'esecuzione della prescrizione 29 AIA le determinazioni analitiche dei metalli nelle deposizioni atmosferiche fornite dal Laboratorio CESI.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

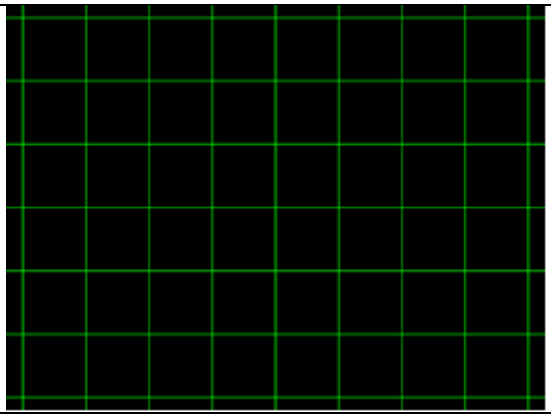
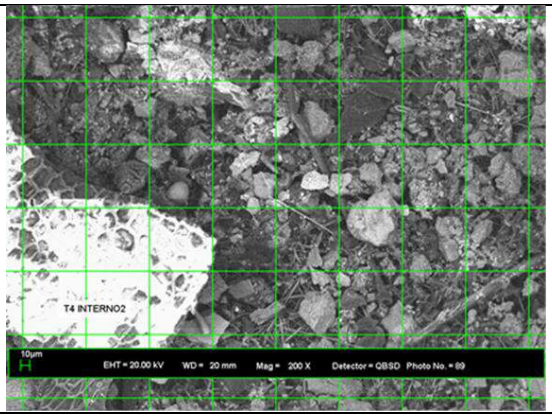
Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

APPENDICE 6 – MODALITÀ OPERATIVA UTILIZZATA PER ANALISI AL SEM

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

La procedura per il conteggio delle particelle di carbone incombusto ha previsto di operare nella seguente maniera:

- da ogni filtro ottenuto dalla filtrazione delle deposizioni, si preleva un quarto[1] da destinare alle indagini in SEM;
- lungo la bisettrice di ciascun quarto di filtro si selezionano tre aree di 1 mm^2 in prossimità dei due estremi (bordo e centro del filtro) e nel punto centrale della bisettrice. Si è ritenuto che questa scelta consentisse di rimanere sufficientemente lontani dai punti di taglio del filtro e nello stesso tempo di analizzare zone differenti per tentare di ovviare alla disomogeneità indotte dalla filtrazione;
- si opera ad un ingrandimento di 200 x, sufficiente per apprezzare particelle di poco superiori ai 10 µm. A questo ingrandimento, per esaminare un'area totale di 1 mm^2 sono richieste 4 singole letture di un'area pari a 0,25 mm^2;
- per effettuare il conteggio delle particelle di carbone ciascuna area di 0,25 mm^2 è stata suddivisa in quadrati in modo da avere un reticolo di 63 nodi. Tale reticolo è stato sovrapposto a ciascuna area di 0,25 mm^2 come mostrato nella figura che segue:

	
Esempio di reticolo a 63 nodi	Esempio di reticolo sovrapposto ad un'area di 0,25 mm^2

- si procede al conteggio del numero di nodi che cadono all'interno o al bordo di una particella di carbone individuata dallo spettro di microanalisi e dalla morfologia. Come criterio si è adottato il seguente: nel caso di nodi che cadevano all'interno di una particella si è conteggiato un valore di 1, qualora il nodo ricadeva al bordo di una particella si è attribuito un valore di ½. Il rapporto tra il numero di nodi conteggiati e il numero totale dei nodi del reticolo, espresso in termini %, è riferibile all'area visibile al SEM ricoperta da particelle di carbone;
- la media delle % di area ricoperte da particelle di carbone delle tre zone da 1 mm^2 esaminate è considerata indicativa dell'intero filtro.

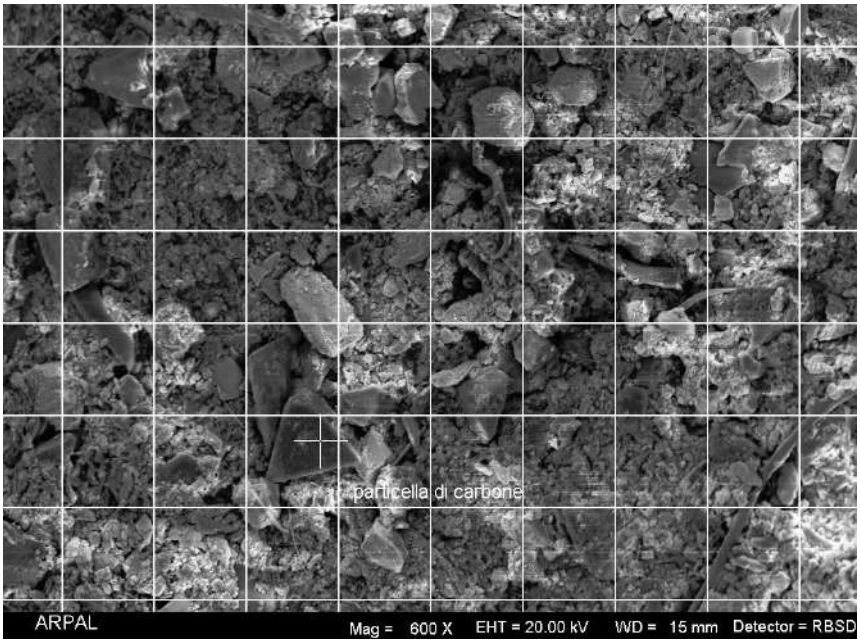
L'operatività necessaria all'analisi in SEM è molto onerosa in termini di impegno di lettura e con possibili elevate differenze tra le diverse zone del filtro a causa della elevata eterogeneità riscontrata e rappresenta un compromesso tra il numero di letture e la rappresentatività delle stesse.

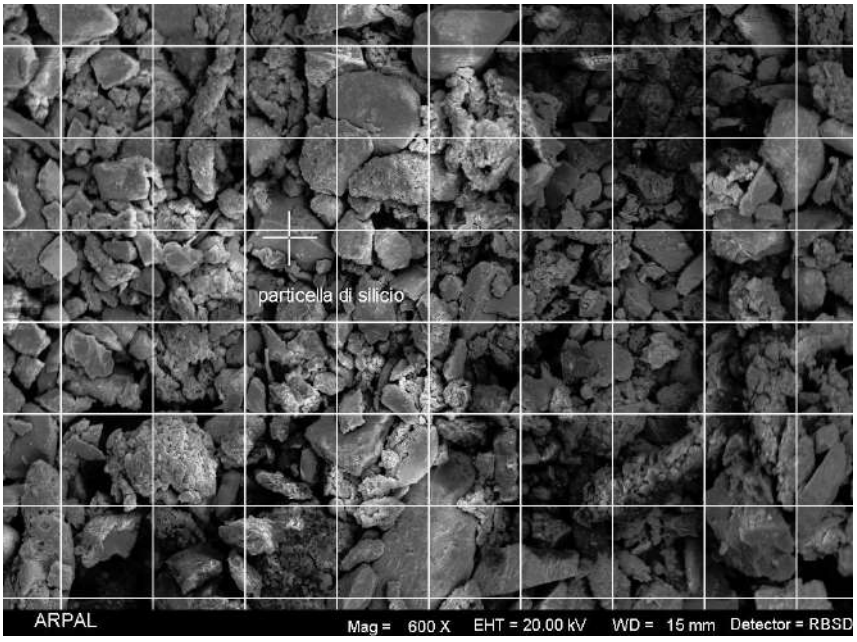
[1] Gli altri quarti di filtro sono stati destinati alle altre caratterizzazioni di tipo chimico.

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

Di seguito sono riportate alcune micrografie SEM (600x) di una area casuale acquisite mediante elettroni secondari per evidenziare la morfologia delle particelle. Le microfotografie sono una indicazione delle tipologie di particelle riscontrate sulla superficie dei filtri dei deposimetri e non riflettono la statistica delle particelle di carbone conteggiate.





Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

Member of CISQ Federation
RINA
CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 45001

ALLEGATO 1

PROTOCOLLO DI ATTUAZIONE DELLE PRESCRIZIONI 29 e 34

(rispettivamante ex PRESCRIZIONI 14 E 18)

Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria
Via Bombrini 8, 16149 Genova
Tel. +39 010 64371 PEC: arpal@pec.arpal.liguria.it
C.F. e P.IVA 01305930107

VERBALE RIUNIONE COMUNE DI LA SPEZIA - COMUNE DI ARCOLA – PROVINCIA DI LA SPEZIA – ARPA LIGURIA Dipartimento di La Spezia – ENEL – CESI SU PROTOCOLLI DI ATTUAZIONE PRESCRIZIONI 14 E 18 DEL PARERE ISTRUTTORIO COMMISSIONE IPPC CONTENUTO IN AIA DELLA CENTRALE ENEL "EUGENIO MONTALE" DI LA SPEZIA ED AVANZAMENTO ATTIVITÀ RQA

La Spezia, 16/04/2014

27 MAG 2014
8982

Presso il Comune di La Spezia, in Piazza Europa n. 1, sono presenti:

Per Comune di La Spezia: D. Natale, C. Canneti, L. Niggi, L. Biso, S. Masetti

Per Comune di Arcola: S. Parodi

Per Provincia di La Spezia: R. Serafini, S. Angelini

Per ARPAL, Dipartimento di La Spezia: F. Colonna, G. Leveratto

Per ENEL: V. Moro, L. Guarino, M. Muzzi,

Per CESI. M. Maspero

PARTE 1

Nel corso della riunione vengono esaminati e discussi le prescrizioni 14 e 18 contenute nel paragrafo 10 del parere della Commissione Istruttoria IPPC, parte integrante della Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio della centrale ENEL "Eugenio Montale" di La Spezia rilasciata con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 06/09/2013, prot. 0000244.

ARPAL, presenta i protocolli di attuazione delle citate prescrizioni, contenuti negli Allegati 1 e 2 del presente verbale, congiuntamente con CESI, incaricato dal Gestore di condurre, insieme ad ARPAL, i monitoraggi previsti dalle prescrizioni,.
Gli Enti Locali presenti approvano i protocolli di attuazione con le seguenti modifiche:

Per quanto attiene la prescrizione n. 14, viene aggiunta una postazione di monitoraggio sul territorio del Comune di Arcola in località Baccano; il Comune di Arcola si impegna ad individuare una postazione idonea alla collocazione dei deposimetri;
Il monitoraggio con deposi metri nella zona di Via del Canaletto sarà effettuato in concomitanza alla campagna con mezzo mobile;
Per la prescrizione n. 18, si conviene di aggiungere una postazione di deposimetri in corrispondenza del diffusore a mare di Enel.

Arpal richiede al Comune che vengano forniti i dati relativi al traffico urbano, inoltre rileva la necessità di acquisire i dati relativi al traffico portuale.

PARTE 2

Nel corso dell'incontro vengono esaminate anche le problematiche legate alla RQA e SME e le parti interessate concordano che:

Per quanto riguarda la RQA, Enel si impegna a sistemare ed attivare le stazioni di monitoraggio localizzate a Pitelli ed a Sarzana entro l'estate e di provvedere con la stessa tempistica a definire la localizzazione della stazione di Follo ;
di mantenere in servizio anche la stazione posta in loc. S. Venerio (attualmente in servizio ma con richiesta di spostamento da parte del parroco) quanto meno finché non sarà ripristinata la stazione di Pitelli;

Enel a seguito di richiesta avanzata dalla Provincia, estenderà anche ad Arpal ed al Comune della Spezia la visualizzazione dei dati in tempo reale dello SME che registra i dati delle emissioni in atmosfera a camino della Centrale.

Letto, approvato e sottoscritto.

Allegati:
Allegato 1 – Protocollo di attuazione della prescrizione 14
Allegato 2 – Protocollo di attuazione della prescrizione 18

Protocollo di attuazione della prescrizione 14

1 PREMESSA

La Centrale ENEL Eugenio Montale di La Spezia ha ricevuto l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per il suo esercizio con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 06/09/2013 (prot. 0000244). Nel parere della Commissione Istruttoria IPPC parte integrante della AIA, nel paragrafo 10 sono contenute una serie di prescrizioni. Nel presente protocollo di attuazione è presa in considerazione la prescrizione 14 del parere della Commissione Istruttoria IPPC che prevede:
"*Si prescrive l'implementazione di campagne annuali di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, da realizzarsi con ARPAL e Amministrazione Comunale, per il dosaggio di metalli (As, Pb, Cd, Ni, V, Cu, Cr, Mn, Hg e Tl), IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB, con particolare riferimento a dioxin-like. Anche garantendo la piena collaborazione con Enti Locali ed ARPAL per l'attualizzazione dell'esistente PRQA*".

Il Gestore, ai fini dell'ottemperanza alla prescrizione di cui sopra, si avvale del supporto di CESI. Nel seguito sono descritte in dettaglio le attività definite d'intesa con ARPAL Dipartimento della Spezia. Tutti i monitoraggi verranno effettuati in collaborazione e sotto la supervisione tecnica di ARPAL.

2 MODALITÀ DI ATTUAZIONE DELLA PRESCRIZIONE 14

Per l'attuazione della prescrizione 14, d'intesa con ARPAL, sono stati presi in considerazione i seguenti aspetti:

- Definizione del numero e durata delle campagne annuali;
- Individuazione delle postazioni di monitoraggio, in funzione delle loro caratteristiche;
- Tipo di deposimetri da utilizzare nelle campagne in funzione dei parametri da monitorare;
- Parametri chimici da monitorare e modalità di suddivisione del lavoro analitico;
- Individuazione delle stazioni meteorologiche più adatte a descrivere le caratteristiche meteoclimatiche dei periodi di monitoraggio;
- Validazione dei dati;
- Modalità di elaborazione dei risultati analitici e meteoclimatici;
- Raccolta di dati ed informazioni sulle sorgenti presenti sul territorio da utilizzare per la stesura dei commenti e delle valutazione dei monitoraggi.

Per il 2014, primo anno di attuazione dei monitoraggi e in assenza di dati pregressi, si utilizzerà un ampio protocollo sperimentale per ottenere un numero sufficiente di informazioni sulle caratteristiche delle deposizioni nel comprensorio di La Spezia in modo da per poter orientare in maniera più mirata i successivi monitoraggi. I risultati dei monitoraggi verranno pertanto anche valutati per la ridefinizione dei punti di monitoraggio delle successive campagne.

2.1 Definizione del numero e durata delle "campagne annuali di monitoraggio"

Nel primo anno di applicazione della prescrizione 14, le previste "campagne annuali di monitoraggio" comprenderanno due congrui periodi di monitoraggio, uno in periodo estivo e uno in periodo invernale, al fine di includere i due periodi più significativi dal punto di vista meteoclimatico. In particolare, per l'anno 2014 si effettueranno campionamenti delle deposizioni atmosferiche anche durante il periodo di fermo per manutenzione della Centrale di La Spezia, previsto in maggio-giugno. Dopo il riavvio e la messa a regime della Centrale, i campionamenti delle deposizioni riprenderanno, effettuando due periodi di monitoraggio consecutivi, ciascuno della durata di circa un mese. Il prospetto seguente esemplifica il programma temporale di massima:

Fase	Date	Note
Fermata Centrale per manutenzione	*5 maggio*	
Campagna durante fermata centrale	20/05 – 19/06	
Riavvio previsto Centrale	*30 giugno*	
1° campagna estiva	07/07 – 06/08	
2° campagna estiva	06/08 – 05/09	

Il programma temporale sopra indicato potrà subire modifiche in funzione del prolungarsi o meno delle attività di manutenzione della Centrale.
La campagna invernale verrà programmata per gennaio-febbraio 2015.
Negli anni successivi, il programma delle campagne annuali potrà essere modificato in funzione dei risultati ottenuti.

2.2 Individuazione delle postazioni di monitoraggio

Il 27 marzo 2014 è stato condotto un sopralluogo congiunto ARPAL-ENEL presso le postazioni della RRQA gestita da ARPAL di La Spezia, comprendente le postazioni della ex-rete di monitoraggio di ENEL. Il sopralluogo ha avuto lo scopo di verificare la fattibilità tecnica dell'alloggiamento dei deposimetri necessari per effettuare i monitoraggi, nonché valutare la fattibilità del posizionamento dei deposimetri, in base alle caratteristiche tecniche e logistiche della postazione, tenendo presente anche i criteri generali di microscala e i possibili impedimenti dovuti ad ostacoli naturali o antropici, al fine di eseguire un campionamento rappresentativo.

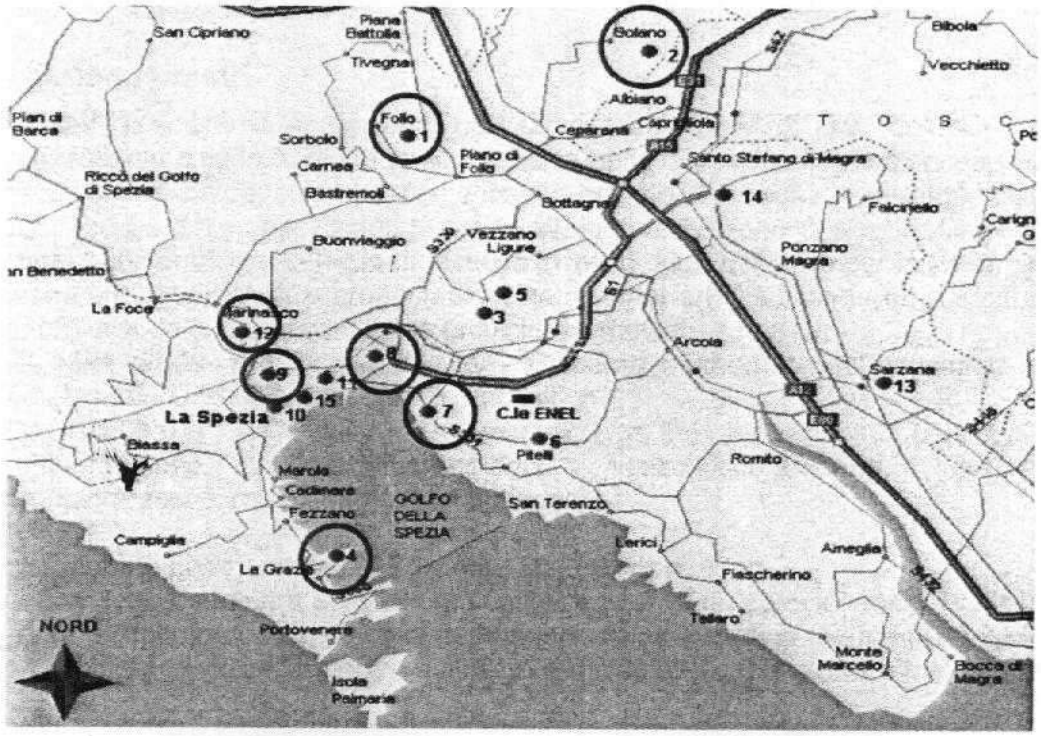
L'individuazione, congiunta con ARPAL, delle postazioni in cui effettuare il monitoraggio è stata condotta con lo scopo di assicurare la massima rappresentatività delle misure. Nello specifico sono state individuate 7 postazioni in modo da includere, secondo la classificazione di ARPAL, almeno una postazione per tipologia significativa (fondo urbano e suburbano, traffico, industriale, ecc.).
Nella tabella che segue sono indicate le postazioni individuate secondo i criteri sopra esposti e le integrazioni della attuale strumentazione per il rilevamento della qualità dell'aria:

Postazione	Tipologia ARPAL	Significatività per le deposizioni	Strumentazione esistente	Integrazione strumentazione meteo[1]	*Integrazione strumentazione qualità aria*
Chiappa	Fondo suburbana	Postazione di "bianco"	NOx e O_3	VV,DV 10 m, TA, UR, PA, PR	*PM10 (campionamento su filtro per 24 ore)*
Fossamastra	Industriale urbana	Deposizioni industriali, traffico, porto.	SO_2, NOx, PM10, PM2,5	-	*(strumento per contare traffico)*
Maggiolina	Fondo urbana	Fondo cittadino	SO_2, NOX, CO, O_3, PM10, PM2,5	-	-
Piazza San Bon	Traffico urbana	Traffico urbano	CO, NOx, Benzene, PM10	-	-
Le Grazie	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	SO_2, NOx	VV, DV 10 m, TA, UR, PA, PR, RN, RG	*PM10 (campionamento su filtro per 24 ore)*
Follo	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	-	VV, DV 10 m,	*PM10 (campionamento su filtro per 24 ore)*
Bolano (area verde nel centro storico)	(ex RRQA ENEL)	Deposizioni Industriali	SO_2, NOx, O_3	VV, DV 10 m, TA, UR, PA, RG	-

Enel, d'intesa con ARPAL, ha previsto di integrare l'attuale dotazione strumentale delle postazioni individuate, aggiungendo la strumentazione necessaria per il rilevamento dei parametri meteoclimatici e del PM10, per il periodo temporale previsto per i monitoraggi. Nella figura

[1] VV, DV 10m=Velocità e Direzione Vento a 10 m da terra; TA=Temperatura Aria; UR=Umidità Aria; PA=Pressione Atmosferica; PR= Precipitazioni; RN=Radiazione Netta; RG=Radiazione Globale.

seguente sono indicate le postazioni che saranno utilizzate per il monitoraggio delle deposizioni:



1 - Follo	7 - Fossamastra	12 - La Chiappa
2 - Bolano	8 - Maggiolina	
4 - Le Grazie	9 - Saint Bon	

Ciascuna di queste postazioni sarà dotata di un deposimetro "bulk" di tipo "bottle + funnel" per la raccolta delle deposizioni destinate alle determinazione di specie metalliche e di un deposimetro "bulk", sempre di tipo "bottle + funnel", adatto alla raccolta delle deposizioni destinate alle determinazione di microinquinanti organici (IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB *dioxin like*).Le caratteristiche dei deposimetri sono in accordo con la normativa vigente e sono tra quelli previsti dai metodi standard seguenti:

- UNI EN 15841:2009 "*Ambient air quality - Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition*";
- UNI EN 15980:2011 "*Air quality - Determination of the deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene*".

I deposimetri saranno posizionati su pali a circa 180-200 cm da terra.

Di seguito sono elencate le predisposizioni logistiche per poter ubicare i deposimetri e la strumentazione integrativa indicata nella tabella precedente:

Postazione	Predisposizioni nelle postazioni
Chiappa	Recinzione per depobulk
Fossamastra	Predisposizione per ubicazione depobulk su tetto bypass
Le Grazie	Piattaforma per supporto strumenti e fissaggio palo meteo
Follo	Recinzione per depobulk- anche se si utilizza laboratorio mobile
Maggiolina	Nessun intervento necessario
Piazza San Bon	Recinzione per depobulk
Bolano (area verde nel centro storico)	Recinzione larga per controventi

Oltre alle postazioni di monitoraggio sopra indicate, ARPAL di La Spezia si riserva di utilizzare il mezzo mobile per il rilevamento della qualità dell'aria, di proprietà dell'Autorità Portuale, per effettuare rilievi nell'area di Marina di Canaletto, sia durante il periodo di fermo della Centrale sia in

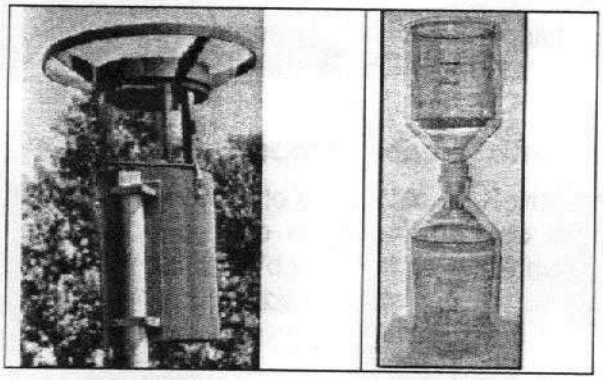
quello di funzionamento dell'impianto. In tal caso, il mezzo mobile sarà dotato anche di deposimetri dello stesso tipo utilizzato nelle postazioni fisse.

2.3 Tipi di deposimetri

Ciascuna delle postazioni sarà dotata di due deposimetri "bulk" di tipo "bottle + funnel" che raccolgono indistintamente la frazione umida e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale). Un deposimetro, con imbuto e bottiglia di raccolta in materiale plastico, sarà dedicato alla raccolta delle deposizioni destinate alle determinazione di specie metalliche mentre un deposimetro, con imbuto e bottiglia di raccolta in vetro, sarà utilizzato per la determinazione di microinquinanti organici (IPA cancerogeni, diossine e furani e PCB *dioxin like*). Le caratteristiche dei deposimetri sono in accordo con quelle previste dai metodi:

- UNI EN 15841:2009 "Ambient air quality - Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition";
- UNI EN 15980:2011 "Air quality - Determination of the deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene".

I deposimetri saranno posizionati su pali a circa 180-200 cm da terra.
Nella figura che segue, a destra è visibile la configurazione di un campionatore "bottle+funnel": la parte superiore è l'imbuto di raccolta delle deposizioni umide e secche mentre nella parte inferiore costituisce la bottiglia di raccolta mentre a sinistra è mostrato il campionatore in configurazione di prelievo:



2.4 Parametri chimici da monitorare nelle deposizioni, suddivisione del lavoro analitico e validazione dei dati

La prescrizione 14 indica esplicitamente i singoli metalli e più genericamente le classi di microinquinanti organici da monitorare nelle deposizioni.
I campioni di deposizione atmosferica integrale saranno opportunamente trattati per ottenere una fase solida su filtro ed una fase liquida. I microinquinanti metallici ed organici verranno determinati su entrambe le fasi ottenute nelle attività di laboratorio.

Per quanto riguarda gli IPA cancerogeni da monitorare, si determineranno prioritariamente i seguenti composti previsti dal metodo UNI EN 15841, mediante gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore a spettrometria di massa (HRGC/LRMS): benzo[a]antracene; benzo[b]fluorantene; benzo[j]fluorantene; benzo[k]fluorantene; benzo[a] pirene; dibenzo [a,h] antracene; indeno [1,2,3-cd] pirene.
A questi IPA, saranno aggiunti ulteriori idrocarburi policiclici aromatici di interesse al monitoraggio: fenantrene, antracene, fluorantene, pirene, crisene, benzo(e)pirene, benzo(ghi)perilene, dibenzo[a,e]pirene, dibenzo[a,i]pirene, dibenzo[a,h]pirene, dibenzo[a,l]pirene.
Per quanto riguarda policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF) e PCB dioxin like (DL), verranno determinati i composti per i quali è stato stabilito internazionalmente un fattore di tossicità.

Le attività analitiche saranno così suddivise:

- preparazione dei campioni di deposizioni per la determinazione di metalli e composti organici: congiuntamente tra ARPAL e CESI, con procedura concordata dai rispettivi tecnici di laboratorio;
- analisi di PCDD/F, PCB DL, IPA: ARPAL;
- analisi dei metalli: CESI.

ARPAL validerà i risultati delle analisi dei campioni analizzati a cura di CESI (metalli) eseguendo analisi in replicato sul 10-20% dei campioni raccolti durante le campagne.
Per ciascun deposimetro, verrà inoltre determinata l'entità della deposizione di particolato sedimentabile insolubile in acqua (analisi gravimetrica) e di fase acquosa (precipitazione umida), se presente.
I tecnici individuati da ARPAL e CESI si riuniranno periodicamente per l'esame dei risultati ottenuti dai monitoraggi e valuteranno gli esiti delle modalità di validazione dei dati.

2.5 Analisi integrative

Oltre ai parametri sopra indicati, nella fase acquosa dei deposimetri verranno determinate le seguenti specie ioniche: Na, K, Ca, Mg, NH4, SO_4, NO_3, Cl.
Nelle tre postazioni in cui verranno installati i campionatori integrativi di PM10 (Chiappa, Le Grazie e Follo), su un numero selezionato di campioni, scelti congiuntamente da ARPAL e CESI in base a criteri meteoclimatici, verranno determinati metalli, EC, OC e levoglucosano per la valutazione preliminare della incidenza di eventuali altre sorgenti che insistono sul territorio in esame. In base ai risultati preliminari, saranno valutati i parametri chimici più significativi per la individuazione di ulteriori sorgenti.

2.6 Individuazione delle stazioni meteorologiche di riferimento

Le postazioni meteorologiche di Comune, Porto Lotti e Monte Beverone verranno utilizzate come riferimento per le condizioni meteoclimatiche durante il periodo delle campagne. I dati delle postazioni di riferimento saranno confrontati e/o integrati da quelli delle postazioni meteorologiche installate nelle postazioni di monitoraggio (v. tabella sopra).

2.7 Elaborazione dei risultati analitici e meteoclimatici.

I tecnici individuati da ARPAL e CESI si riuniranno per stabilire le modalità di elaborazione dei risultati dei monitoraggi dei microinquinanti e di quelli meteoclimatici. Le elaborazioni numeriche successive saranno condotte congiuntamente tra gli enti coinvolti nella attività di monitoraggio e presentati in un rapporto conclusivo.

2.8 Raccolta di dati ed informazioni sulle sorgenti presenti sul territorio

Saranno raccolti presso gli Enti territoriali competenti dati ed informazioni utili a consentire di valutare l'entità di altre significative sorgenti presenti nel comprensorio di La Spezia, in particolare:

- Entità del traffico su ruota, con particolare riferimento alla zona di Fossamastra;
- Entità del traffico navale nel porto di La Spezia;
- Incidenza della combustione di biomasse sulla qualità dell'aria.

Protocollo di attuazione della prescrizione 18

1 PREMESSA

La Centrale ENEL Eugenio Montale di La Spezia ha ottenuto l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 06/09/2013 (prot. 0000244). Nel parere della Commissione Istruttoria IPPC parte integrante della AIA, nel paragrafo 10 sono contenute una serie di prescrizioni. Nel presente documento è presa in considerazione la **prescrizione 18** che prevede:
"*Considerata l'importanza delle attività di scarico, movimentazione, stoccaggio e manipolazione del carbone quale sorgente di inquinamento è auspicabile una verifica dell'efficacia delle iniziative adottate che consenta alle Autorità locali competenti un corretta gestione dei rischi per la salute. Si prescrive pertanto al Gestore, d'intesa con ARPAL e Amministrazione comunale, l'attivazione di periodiche campagne di monitoraggio che, anche adottando tecniche di source apportionment, analizzino le deposizioni atmosferiche nelle aree prospicienti gli impianti in relazione alle potenziali sorgenti*".

Il Gestore ha incaricato CESI di eseguire i monitoraggi ambientali previsti dalla prescrizione. Nel seguito sono descritte in dettaglio le attività definite d'intesa con ARPAL Dipartimento della Spezia. Tutti i monitoraggi verranno effettuati in collaborazione e sotto la supervisione tecnica di ARPAL.

2 MODALITÀ DI ATTUAZIONE DELLA PRESCRIZIONE 18

Per l'attuazione della prescrizione 18, ARPAL e CESI hanno preso in considerazione i seguenti aspetti:

- individuazione delle postazioni di monitoraggio "nelle aree prospicienti gli impianti";
- definizione della periodicità delle campagne di monitoraggio;
- tipo di deposimetri da utilizzare nelle campagne di monitoraggio;
- parametri da monitorare nelle deposizioni atmosferiche;
- Individuazione della stazione meteorologica più adatta a descrivere le caratteristiche meteoclimatiche dei periodi di monitoraggio;
- Validazioni dei dati;
- Elaborazione dei risultati analitici e meteoclimatici.

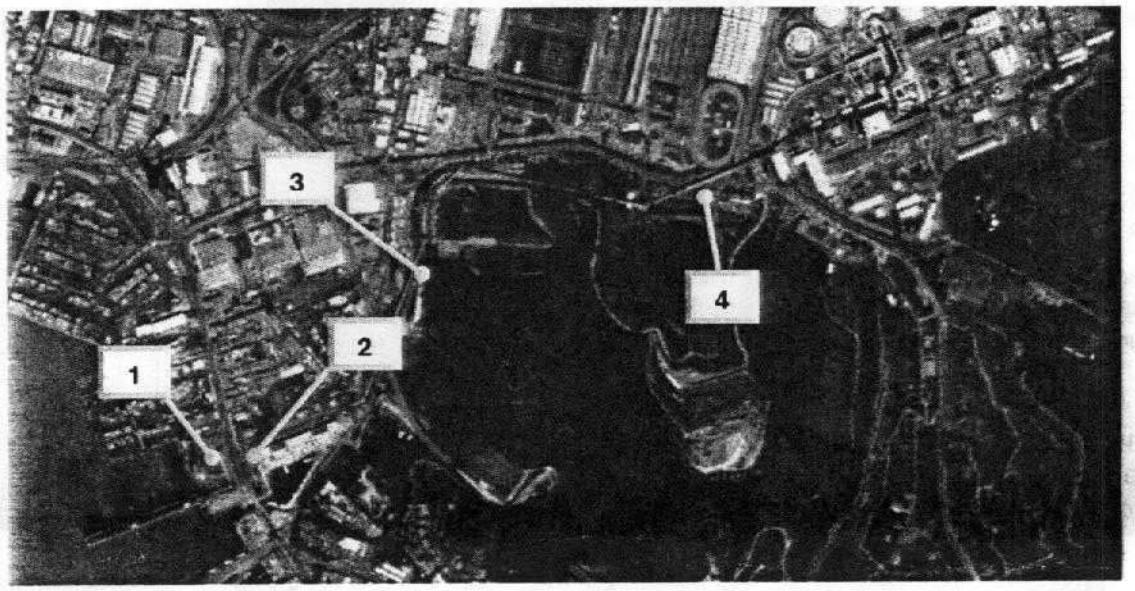
Per il 2014, primo anno di attuazione dei monitoraggi e in assenza di dati pregressi, si utilizzerà un ampio protocollo sperimentale per ottenere un numero sufficiente di informazioni sulle caratteristiche delle deposizioni atmosferiche riferibili all'utilizzo del carbone nella Centrale di La Spezia. I risultati dei monitoraggi verranno valutati congiuntamente da ARPAL e CESI per l'adozione di eventuali azioni correttive o la ridefinizione dei punti di monitoraggio.

2.1 Individuazione delle postazioni di monitoraggio "nelle aree prospicienti gli impianti"

In accordo con ARPAL, sono state individuate le aree inserite nella tabella seguente come quelle interessate alle attività di scarico, movimentazione, stoccaggio e manipolazione del carbone, seguendo il percorso del carbone dallo scarico delle navi alla banchina ENEL alla Centrale "Eugenio Montale":

Operazione	Area	Rif. in figura
Scarico del carbone da navi	Banchina ENEL	1
Scarico del carbone da navi e emissioni da Torre T2	Area "bypass", prospiciente la banchina ENEL	2
Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile e emissioni di polveri dal carbonile	Area prospiciente la Torre 4	3
Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile emissioni di polveri dal carbonile	Area tra Torre 7 e Centrale	4

Le postazioni sono indicate nella figura che segue:



Tali aree sono state visionate il 27 marzo 2014, durante il sopralluogo presso le postazioni della RRQA di La Spezia e considerate idonee da ARPAL, in quanto non presentano ostacoli od impedimenti che possano influire sulla rappresentatività delle deposizioni. A queste aree, sarà aggiunta una postazione di monitoraggio presso il "Terminal Ravano", a cura di ARPAL, o utilizzato il periodo di monitoraggio nell'area di Marina di Canaletto, sempre a cura di ARPAL, per avere indicazioni sul valore di fondo dovuto alle attività portuali.

Oltre alle deposizioni atmosferiche previste dalla prescrizione 18, saranno monitorate anche le polveri totali sospese (PTS), le più rappresentative visivamente della polverosità. Le postazioni saranno quindi attrezzate con la strumentazione indicata nella tabella seguente:

Rif. in figura	Postazione	Significatività per le deposizioni	Deposimetri	Strumentazione meteo[1]	Strumentazione qualità aria
1	Banchina ENEL	Scarico del carbone da navi	bulk per inorganici	VV e DV 10m, TA, UR, PA, PR	PTS (ARPAL)-
2	Area "bypass", prospiciente la banchina ENEL	Scarico del carbone da navi e emissioni da Torre T2	bulk per inorganici	-	PTS Skypost (CESI)
3	Area prospiciente la Torre 4	Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile e emissioni di polveri dal carbonile	bulk per inorganici	-	PTS Skypost (CESI)
4	Area tra Torre 7 e Centrale	Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile emissioni di polveri dal carbonile	bulk per inorganici	VV e DV 10m	PTS Skypost (CESI)

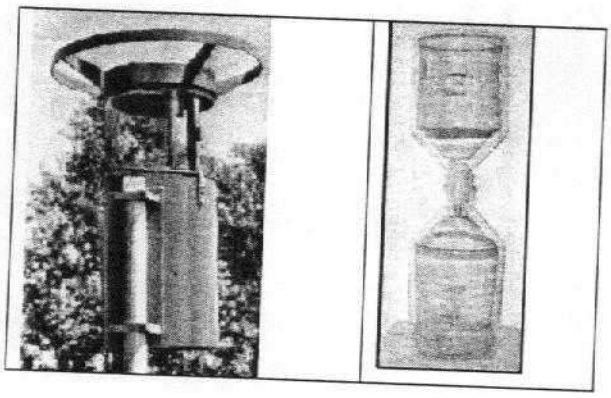
[1] VV e DV a 10m= Velocità e Direzione del Vento a 10 m; TA=Temperatura Aria; UR=Umidità Aria; PA=Pressione Atmosferica; PR= Precipitazioni.

2.2 Periodicità delle campagne di monitoraggio

Le attività di monitoraggio della prescrizione 18 saranno cadenzate in relazione alle attività di scarico dalla nave al carbonile e/o di trasporto dal carbonile alla Centrale e sarà condotto un periodo di monitoraggio all'anno., sulla scorta del lavoro già effettuato nel 2012.
Per il 2014 sarà effettuato un periodo di monitoraggio di un mese durante la fermata programmata del gruppo 3 (presumibilmente dal 20 maggio al 19 giugno) per acquisire i valori di fondo della zona. Dopo il riavvio del gruppo 3 a carbone (presumibilmente dal 30 giugno) e alla conseguente ripresa della movimentazione del carbone, sarà predisposto congiuntamente da ARPAL e CESI, sentita ENEL, un programma temporale di massima per definire i periodi di interesse al monitoraggio. Il monitoraggio con la Centrale in esercizio avrà la durata massima di 2 mesi.
Deposizioni atmosferiche e particolato PTS verranno pertanto prelevati in due distinte situazioni: "movimentazione" del carbone, che può variare in funzione della parte di impianto in funzione, e in assenza di movimentazione del carbone.

2.3 Tipi di deposimetri

Ciascuna delle postazioni di interesse alla prescrizione 18 sarà dotata di un deposimetro "bulk" di tipo "bottle + funnel" che raccoglie indistintamente la frazione umida e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale). Verranno utilizzati i deposimetri con imbuto e bottiglia di raccolta in materiale plastico.
I deposimetri saranno posizionati su pali a circa 180-200 cm da terra.
Nella figura che segue, a destra è visibile la configurazione di un campionatore "bottle+funnel": la parte superiore è l'imbuto di raccolta delle deposizioni umide e secche mentre nella parte inferiore costituisce la bottiglia di raccolta mentre a sinistra è mostrato il campionatore in configurazione di prelievo:



2.4 Parametri da monitorare nelle deposizioni atmosferiche

Nelle deposizioni atmosferiche raccolte, si procederà alla determinazione dei seguenti parametri:

- volume di acqua raccolta, se presente;
- peso delle polveri insolubili in acqua, per la valutazione della entità del rateo di deposizione, tramite filtrazione della deposizione integrale o lisciviazione della deposizione secca in assenza di precipitazioni;
- sul materiale raccolto su filtri, si effettueranno:
  - indagini in microscopia a scansione elettronica (SEM) per la valutazione delle particelle di carbone;
  - analisi del contenuto di carbonio organico (OC) ed elementare (EC). La somma dei due fornirà il carbonio totale (TC);
  - determinazione di elementi metallici in analogia a quelli analizzati nelle deposizioni atmosferiche.

Lo stesso protocollo analitico sarà applicato ai campioni di particolato PTS raccolti su filtro.

Tutte le attività analitiche (preparazione campioni, analisi chimiche, ecc.) saranno effettuate da CESI con procedura concordata con ARPAL.
ARPAL validerà i risultati delle analisi dei campioni analizzati a cura di CESI (metalli, EC e OC) eseguendo analisi in replicato sul 10-20% dei campioni raccolti durante le campagne.

2.5 Individuazione delle stazioni meteorologiche di riferimento

Le postazioni meteorologiche di Comune, Porto Lotti e Monte Beverone verranno utilizzate come riferimento per le condizioni meteoclimatiche durante il periodo delle campagne. I dati delle postazioni di riferimento saranno confrontati e/o integrati da quelli delle postazioni meteorologiche installate nelle postazioni di monitoraggio (v. tabella sopra).

2.6 Elaborazione dei risultati analitici, meteoclimatici ed applicazioni di tecniche di *source apportionment.*

I tecnici di ARPAL e CESI si riuniranno per stabilire le modalità di elaborazione statistica dei risultati dei monitoraggi dei microinquinanti e di quelli meteoclimatici. Le elaborazioni numeriche successive saranno condotte congiuntamente tra gli enti coinvolti nella attività di monitoraggio e presentati in un rapporto conclusivo.
Per quanto riguarda l'applicazione delle consuete tecniche di *source apportionment (CMB8, PMF, ecc.),* dato che esse vengono applicate normalmente ad un congruo numero di campioni di particolato aerodisperso di granulometria fine e molto raramente a deposizioni di particolato sedimentabile grossolano, verranno preferibilmente impiegate tecniche alternative che integrino parametri chimici e meteoclimatici per la valutazione delle relazioni tra direzioni prevalenti dei venti e potenziali sorgenti della movimentazione del carbone.

All. 3

Modifiche protocollo

A seguito dell'effettuazione delle campagne e dell'elaborazione dei dati dei monitoraggi degli anni 2014-2015-2016 relativi alle due prescrizioni AIA ENEL si attuano le seguenti modifiche al "Protocollo di attuazione delle prescrizioni 14 e 18 dell'AIA ENEL CTE della Spezia" così come definito nella riunione del 16/04/2014.

Prescrizione 14

1. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito aggiuntivo di MELARA (stimate ulteriori 8 campagne mensili) individuato dal modello diffusionale (Prescrizione 15 AIA) come punto di massima ricaduta;
2. Riduzione dei siti di monitoraggio delle sole diossine: da 9 siti fissi + 1 a spot su Mezzo Mobile AP (tipicamente sito di Marina del Canaletto) a 5 fissi (Fossamastra, Maggiolina, Follo, Le Grazie, Melara);
3. Confermata la suddivisione su nr. 4 campagne da 1 mese, ma da realizzarsi 1 per ciascuna stagione al fine di garantire la rappresentatività stagionale prevista dalla vigente normativa (dlgs 155/2010).

Prescrizione 18

4. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito di BYPASS (stimate ulteriori 9 campagne mensili);
5. Spostamento postazione di fondo da "DIFFUSORE" (sito poco rappresentativo delle pressioni per via della presenza di ostacoli significativi nelle immediate vicinanze) a "RAVANO" dove è già stata attivato nel 2015 il monitoraggio delle PTS, analogamente alle altre postazioni P18;
6. Eliminazione delle determinazioni analitiche con SEM sulle deposizioni in quanto non hanno prodotto risultati quantitativamente significativi;
7. Esecuzione di nr. 2 campagne zona Banchina ENEL (nr. 1 con scarico da nave e nr. 1 senza scarico da nave) con l'impiego di coppia di campionatori Vento Selettivi e determinazioni analitiche di metalli e specie ioniche sui filtri relativi al particolato con diametro aerodinamico < 10 um;
8. Attività di Source Apportionment di PM10 (con determinazione analitica su ciascun campione di metalli, specie ioniche, EC/OC) nel sito recettore di FOSSAMASTRA da effettuarsi su circa 100 campioni omogeneamente distribuiti nel corso delle campagne.

6/12/2016

ARPAL (COLONNA)

COMUNE SP (CANNETI)

PROVINCIA SP (BENVENUTO)

Allegato 2 alla convenzione

Attività svolte da ARPAL

Prescrizione 14

Dettaglio delle Attività [1]

1. Attività di campionamento in affiancamento a tecnici CESI su nr. 8 postazioni;

2. Determinazione **gravimetrica** su filtri campionati con testa PM10 (almeno 15% dei campioni) dei nr 3 siti integrativi per verifica e validazione delle attività a carico CESI;

3. Determinazione analitica di **metalli** (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Cu, V, Cr, Hg, Fe, Al, Ti, Co, Se, Be) su campioni di PM10 dei nr 3 siti integrativi in coincidenza con le giornate in cui le stesse analisi sono previste sulle postazioni della rete di qualità del'aria;

4. Determinazione dei **metalli** sui campioni di deposizione **metalli** (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Cu, V, Cr, Hg, Fe, Al, Ti, Co, Se, Be) per verifica e validazione della parte analitica a carico CESI (analisi ARPAL su circa il 30% dei campioni dato il numero ridotto degli stessi);

5. Determinazione analitica di **IPA** (benzo[a]antracene; benzo[b]fluorantene; benzo[j]fluorantene;benzo[k]fluorantene; benzo[a] pirene; dibenzo [a,h] antracene; indeno [1,2,3-cd] pirene. fenantrene, antracene, fluorantene, pirene, crisene, benzo(e)pirene, benzo(ghi)perilene, dibenzo[a,e]pirene, dibenzo[a,i]pirene, dibenzo[a,h]pirene,dibenzo[a,l]pirene, coronene), **PCB** e **diossine** sui campioni di deposizione (nel dettaglio IPA su 8 postazioni e diossine su 5);

6. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito di MELARA (stimate 8 campagne mensili);

7. Analisi dei risultati ed elaborazione di reportistica

Tali attività sono articolate:

- per l'anno 2018 su nr. 4 campagne, 1 per ciascuna stagione

[1] **L'attività analitica si intende su tutti i campioni quando non diversamente precisato**

Prescrizione 18

Dettaglio delle Attività [2]

1. Attività di campionamento in affiancamento a tecnici CESI con impiego anche di un campionatore ARPAL;

2. Determinazione **gravimetrica** su filtri campionati con testa PTS (almeno 15% dei campioni) dei nr 5 siti integrativi per verifica e validazione delle attività a carico CESI;

3. Determinazione analitica dei **metalli** su campioni di PTS (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Cu, V, Cr, Hg) dei nr 5 siti integrativi in coincidenza con le giornate in cui le stesse analisi sono previste sulle postazioni della rete di qualità del'aria;

4. Determinazione dei metalli sui campioni di deposizione (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Cu, V, Cr , Hg) per verifica e validazione della parte analitica a carico CESI (analisi ARPAL su circa il 30% dei campioni dato il numero ridotto degli stessi);

5. Qualitativa SEM per ricerca carbone sui campioni di deposizione;

6. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito di BYPASS (stimate 9 campagne mensili).

7. nr. 2 campagne zona Banchina ENEL (nr. 1 con scarico da nave e nr. 1 senza scarico da nave) con l'impiego di coppia di campionatori Vento Selettivi e determinazioni analitiche di metalli e specie ioniche sui filtri relativi al particolato con diametro aerodinamico < 10 um

8. Attività di Source Apportionment di PM10 (con determinazione analitica su ciascun campione di metalli, specie ioniche, EC/OC) nel sito recettore di FOSSAMASTRA da effettuarsi su circa 100 campioni omogeneamente distribuiti nel corso delle 4 campagne

9. Analisi dei risultati ed elaborazione di reportistica.

Tali attività sono articolate:

- per l'anno 2018 su:
  - nr. 1 campagna invernale
  - nr. 1 campagne estiva

[2] **L'attività analitica si intende su tutti i campioni quando non diversamente precisato**

Allegato 2

Attività svolte da ARPAL

Prescrizione 14

Dettaglio delle Attività [1]

1. Attività di campionamento in affiancamento a tecnici CESI su nr. 8 postazioni;

2. Determinazione **gravimetrica** su filtri campionati con testa PM10 (almeno 15% dei campioni) dei nr 3 siti integrativi per verifica e validazione delle attività a carico CESI;

3. Determinazione analitica di **metalli** (As, Pb, Ni, Cd) su campioni di PM10 dei nr 3 siti integrativi in coincidenza con le giornate in cui le stesse analisi sono previste sulle postazioni della rete di qualità del'aria;

4. Determinazione dei **metalli** sui campioni di deposizione **metalli** (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Cu, V, Cr, Hg, Fe, Al, Ti, Co, Se, Be) per verifica e validazione della parte analitica a carico CESI (analisi ARPAL su circa il 30% dei campioni dato il numero ridotto degli stessi);

5. Determinazione analitica di **IPA** (benzo[a]antracene; benzo[b]fluorantene; benzo[j]fluorantene;benzo[k]fluorantene; benzo[a] pirene; dibenzo [a,h] antracene; indeno [1,2,3-cd] pirene. fenantrene, antracene, fluorantene, pirene, crisene, benzo(e)pirene, benzo(ghi)perilene, dibenzo[a,e]pirene, dibenzo[a,i]pirene, dibenzo[a,h]pirene,dibenzo[a,l]pirene, coronene), **PCB** e **diossine** sui campioni di deposizione (nel dettaglio IPA su 8 postazioni e diossine su 5);

6. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito di MELARA (stimate 8 campagne mensili);

7. Analisi dei risultati ed elaborazione di reportistica

Tali attività sono articolate:

- per l'anno 2019 su nr. 4 campagne, 1 per ciascuna stagione

---

[1] **L'attività analitica si intende su tutti i campioni quando non diversamente precisato**

Prescrizione 18

Dettaglio delle Attività [2]

1. Attività di campionamento in affiancamento a tecnici CESI con impiego anche di un campionatore ARPAL;

2. Determinazione **gravimetrica** su filtri campionati con testa PTS (almeno 15% dei campioni) dei nr 5 siti integrativi per verifica e validazione delle attività a carico CESI;

3. Determinazione analitica dei **metalli** su campioni di PTS (As, Pb, Ni, Cd) dei nr 5 siti integrativi in coincidenza con le giornate in cui le stesse analisi sono previste sulle postazioni della rete di qualità del'aria;

4. Determinazione dei metalli sui campioni di deposizione (As, Pb, Ni, Cd, Mn, Cu, V, Cr , Hg) per verifica e validazione della parte analitica a carico CESI (analisi ARPAL su circa il 30% dei campioni dato il numero ridotto degli stessi);

5. Qualitativa SEM per ricerca carbone sui campioni di deposizione;

6. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito di BYPASS (stimate 9 campagne mensili).

7. Attività di Source Apportionment di PM10 (con determinazione analitica su ciascun campione di metalli, specie ioniche, EC/OC) nel sito recettore di FOSSAMASTRA e di fondo non perturbato Parco della Maggiolina da effettuarsi su circa 150 campioni omogeneamente distribuiti nel corso delle 2 campagne.

8. Analisi dei risultati ed elaborazione di reportistica.

Tali attività sono articolate:

- per l'anno 2019 su:
  - nr. 1 campagna invernale
  - nr. 1 campagne estiva

---

[2] **L'attività analitica si intende su tutti i campioni quando non diversamente precisato**

Allegato 3

Modifiche al "Protocollo di attuazione delle Prescrizioni 14 e 18 dell'AIA ENEL CTE della Spezia" [1] – aggiornamento 21/02/2020

A seguito dell'effettuazione delle campagne e dell'elaborazione dei dati dei monitoraggi degli anni 2014-2015-2016-2017-2018 relativi alle due prescrizioni AIA ENEL si attuano le seguenti modifiche al "Protocollo di attuazione delle prescrizioni 14 e 18 dell'AIA ENEL CTE della Spezia", così come definito nella riunione del 16/04/2014 e successivi aggiornamenti (dicembre 2016 e dicembre 2018).

Prescrizione 29 (ex P14)

1. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito aggiuntivo di MELARA (stimate ulteriori 8 campagne mensili) individuato dal modello diffusionale (ex Prescrizione 15 AIA) come punto di massima ricaduta;

2. Determinazione delle diossine in 5 siti fissi (Fossamastra, Maggiolina, Follo, Arcola, Melara): ciò è possibile in virtù del basso rateo di deposizione osservato e della loro diffusione ubiquitaria nell'area;

3. Confermata la suddivisione su nr. 4 campagne da 1 mese, ma da realizzarsi 1 per ciascuna stagione al fine di garantire la rappresentatività stagionale prevista dalla vigente normativa (dlgs 155/2010);

4. Sostituzione dei monitoraggi del particolato PM10 e delle determinazioni analitiche relative ai metalli (As, Pb, Ni, Cd) in coincidenza con le giornate in cui le stesse analisi sono previste sulle postazioni della rete di qualità dell'aria nei siti integrativi di Chiappa, Le Grazie e Follo con implementazione di un modello multi sorgente (CAMx, risoluzione spaziale a 1km) con l'obiettivo di valutare gli effetti di diverse sorgenti emissive sulle concentrazioni di inquinanti nell'area spezzina avendo come base dati l'ultima release dell'inventario delle emissioni regionale. Ciò è possibile in virtù del fatto che gli andamenti rilevati nel corso dei 5 anni di monitoraggio analizzati sono sempre risultati in linea con il resto della rete (che presenta nell'area della Spezia già 7 postazioni di monitoraggio di questo parametro). L'implementazione della modellistica sarà curata da Enel in stretta collaborazione con Arpal.

[1] Riferimento DM nr. 351 del 06/12/2019 nel quale le Prescrizioni 14 e 18 dell'AIA DM nr. 244 del 06/09/2013 alla quale il Protocollo di attuazione fa riferimento sono state nella sostanza lasciate immutate e "rinominate" in P29 e P34.

Prescrizione 34 (ex-P18)

5. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito di BYPASS (stimate ulteriori 9 campagne mensili);

6. Spostamento postazione di fondo da "DIFFUSORE" (sito poco rappresentativo delle pressioni per via della presenza di ostacoli significativi nelle immediate vicinanze) a "RAVANO" dove è già stata attivato nel 2015 il monitoraggio delle PTS, analogamente alle altre postazioni P18;
7. Reintroduzione delle determinazioni analitiche con SEM sulle deposizioni;

8. Sostituzione delle nr. 2 campagne zona Banchina ENEL (effettuate con l'impiego di coppia di campionatori Vento Selettivi) con attività di Source Apportionment di PM10 (con determinazione analitica su ciascun campione di metalli, specie ioniche, EC/OC) nel sito recettore di FOSSAMASTRA e di fondo non perturbato dalla movimentazione del carbone di PARCO DELLA MAGGIOLINA da effettuarsi su circa 170 campioni omogeneamente distribuiti nel corso delle campagne;

9. Sostituzione dei monitoraggi del particolato PTS e delle determinazioni analitiche di metalli (As, Pb, Ni, Cd) in coincidenza con le giornate in cui le stesse analisi sono previste sulle postazioni della rete di qualità dell'aria nei siti integrativi di Banchina Enel, Bypass, T4, T7 e Ravano Follo con l'implementazione di un modello mono sorgente (CALPUFF) con l'obiettivo di monitorare le ricadute da attività di scarico, movimentazione e stoccaggio del carbone. Ciò è possibile in virtù del fatto che gli andamenti rilevati nel corso dei 5 anni di monitoraggi analizzati non hanno evidenziato significativi scostamenti rispetto a quanto rilevato per il PM10 sul resto della rete.

Firmato digitalmente da
Fabrizia Colonna
O = ARPAL
C = IT

Documento firmato da:
CLAUDIO CANNETI
21.04.2020 08:56:53 UTC

Firmato digitalmente da:BENVENUTO GIANNI
Data:22/04/2020 09:17:47

Allegato 3

Modifiche al "Protocollo di attuazione delle Prescrizioni 29 e 34 dell'AIA ENEL CTE della Spezia" [1] – aggiornamento 10/12/2020

Prescrizione 29 (ex P14)

1. Monitoraggio delle deposizioni (volume e peso) per tutte le campagne 'suppletive' nel sito aggiuntivo di MELARA (stimate ulteriori 8 campagne mensili), sito individuato dal modello diffusionale (ex Prescrizione 15 AIA) come punto di massima ricaduta; l'analisi della componente inorganica prevista solo nelle campagne in cui l'impianto ha operato;

2. Monitoraggio delle deposizioni e determinazione analitiche in 5 dei 9 siti fissi: Fossamastra, Maggiolina, Follo, Arcola, Melara più 1 bianco (stessi siti dove sono previsti le determinazioni delle diossine); eliminazione dei monitoraggi delle deposizione nei 4 siti di Saint Bon, Chiappa, Le Grazie, Bolano in virtù di quanto osservato nei 6 anni di monitoraggio ad oggi completati;

3. Confermata la suddivisione su nr. 4 campagne da 1 mese, da realizzarsi 1 per ciascuna stagione al fine di garantire la rappresentatività stagionale prevista dalla vigente normativa (dlgs 155/2010);

4. Analisi modellistica e valutazione risultati.

Prescrizione 34 (ex-P18)

1. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito di BYPASS (stimate ulteriori 9 campagne mensili);

2. Riduzione del numero di postazioni da 5 a 4 con eliminazione della postazione di Banchina ENEL e mantenimento dei monitoraggi solo nelle postazioni di Ravano, Bypass, T4 e T7;

3. Mantenimento delle determinazioni analitiche con SEM sulle deposizioni a garanzia delle attività di Source Apportionment previste dalla Prescrizione 34;

4. Eliminazione di attività specifica di Source Apportionment di PM10 (con determinazione analitica su ciascun campione di metalli, specie ioniche, EC/OC) nel sito recettore di FOSSAMASTRA e di fondo non perturbato dalla movimentazione del carbone di PARCO DELLA MAGGIOLINA, poiché l'attività è stata conclusa.

Documento firmato da:
CLAUDIO CANNETI
20.01.2021 11:47:06 UTC

Firmato digitalmente da
Fabrizia Colonna
O = ARPAL
C = IT

Firmato digitalmente da:BENVENUTO GIANNI
Data:29/01/2021 09:51:33

[1] Riferimento DM nr. 351 del 06/12/2019 nel quale le Prescrizioni 14 e 18 dell'AIA DM nr. 244 del 06/09/2013 alla quale il Protocollo di attuazione fa riferimento sono state nella sostanza lasciate immutate e "rinominate" in P29 e P34.

Allegato 3

Modifiche al "Protocollo di attuazione delle Prescrizioni 29 e 34 dell'AIA ENEL CTE della Spezia" [1] – aggiornamento 19/01/2022

Premessa

A seguito del provvedimento del Ministero della Transizione Ecologica di autorizzazione alla cessazione definitiva del gruppo 3 della centrale termoelettrica "Eugenio Montale" di La Spezia a far data 01/01/2022 è venuta meno la possibilità di emissioni dalla centrale e di conseguenza la finalità primaria dei monitoraggi individuati dalle due prescrizioni P29 e P34 dell'AIA vigente. In attesa di vedere quali saranno i destini delle aree e con lo scopo di accrescere la conoscenza del territorio si è valutato di mantenere transitoriamente in toto le attività della Prescrizione 29 (quella relativa ai monitoraggi di area vasta) così come erano state definite nell'ultima revisione del protocollo attuativo (dicembre 2020) e di mantenere per la Prescrizione P34 (relativa agli impatti della movimentazione del carbone non più presente come combustibile) la sola attività di monitoraggio delle deposizioni su tutto l'anno nel sito di BYPASS-Fossamastra, soggetto alle maggiori pressioni antropiche. Così facendo sarà possibile meglio valutare a CTE con gruppo 3 inattivo gli andamenti dei parametri monitorati a partire dal 2014.

Nel seguito sono pertanto riassunte le modifiche al protocollo P29 con l'integrazione della attività che si è ritenuto opportuno mantenere relativa alla Prescrizione P34.

Prescrizione 29 (ex P14) e 34 (ex P18)

1. Monitoraggio delle deposizioni (volume e peso) per tutte le campagne 'suppletive' nel sito aggiuntivo di MELARA (stimate ulteriori 8 campagne mensili), sito individuato dal modello diffusionale (ex Prescrizione 15 AIA) come punto di massima ricaduta; l'analisi della componente inorganica prevista solo nelle campagne in cui l'impianto ha operato;

2. Monitoraggio delle deposizioni e determinazione analitiche in 5 dei 9 siti fissi: Fossamastra, Maggiolina, Follo, Arcola, Melara più 1 bianco (stessi siti dove sono previsti le determinazioni delle diossine); eliminazione dei monitoraggi delle deposizione nei 4 siti di Saint Bon, Chiappa, Le Grazie, Bolano in virtù di quanto osservato nei 6 anni di monitoraggio ad oggi completati;

3. Suddivisione su nr. 4 campagne da 1 mese, da realizzarsi 1 per ciascuna stagione al fine di garantire la rappresentatività stagionale prevista dalla vigente normativa (dlgs 155/2010);

4. Monitoraggio delle deposizioni (solo componente inorganica, come indicato nel protocollo) su tutto l'anno nel sito di BYPASS (12 campagne mensili, attività derivante da quanto effettuato negli ambiti Prescrizione 34 (ex P18).

Firma Dott.ssa F. Colonna ARPAL

Dott.ssa L. Niggi Comune della Spezia

Ing. G. Benvenuto Provincia della Spezia

[1] Riferimento DM nr. 351 del 06/12/2019 nel quale le Prescrizioni 14 e 18 dell'AIA DM nr. 244 del 06/09/2013 alla quale il Protocollo di attuazione fa riferimento sono state nella sostanza lasciate immutate e "rinominate" in P29 e P34.