

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 2021 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

Si trasmette in allegato il “**Report monitoraggio Prescrizione 34 (ex 18) - anno 2021**” 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 34 dell'AIA 351/2019



**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 34..... | 5 |
| 2.1 Il Protocollo di attuazione della Prescrizione 34 | 5 |
| 2.2 Numero e durata delle “campagne annuali di monitoraggio” del 2021 | 6 |
| 2.2.1 <i>Eventi accidentali durante i monitoraggi del 2021</i> | 7 |
| 2.3 Postazioni di monitoraggio | 8 |
| 2.4 Tipi di deposimetri utilizzati | 10 |
| 2.5 Parametri chimici, metodi e validazione dei dati | 11 |
| 2.5.1 <i>Suddivisione delle attività analitiche per il 2021</i> | 12 |
| 2.5.2 <i>Validazione dei risultati</i> | 12 |
| 2.5.3 <i>Rilevazione dei dati di traffico</i> | 12 |
| 3. INQUADRAMENTO METEOROLOGICO..... | 13 |
| 3.1 Caratteristiche meteorologiche generali del periodo relativo alle campagne di monitoraggio previste dalla Prescrizione 34 | 13 |
| 3.2 Andamento della temperatura e dell'umidità | 17 |
| 3.3 Anemometria | 19 |
| 3.4 Precipitazioni | 22 |
| 3.5 Caratteristiche meteo generali delle campagne suppletive effettuate a Bypass | 23 |
| 4. MOVIMENTAZIONE CARBONE E OPERATIVITÀ DELLA CENTRALE ENEL..... | 25 |
| 4.1 Scarico navi..... | 25 |
| 4.2 Giacenze carbone | 25 |
| 4.3 Movimentazione carbone | 27 |
| 4.4 Operatività della CTE | 28 |
| 5. RISULTATI DELLE CARATTERIZZAZIONI DELLE POLVERI..... | 29 |
| 5.1 Ratei polveri sedimentabili e entità precipitazioni | 29 |
| 5.1.1 <i>Valutazione della entità della polverosità</i> | 30 |
| 5.2 Metalli nelle deposizioni di polveri..... | 31 |
| 5.2.1 <i>Ratei di deposizione dei metalli</i> | 31 |
| 5.2.2 <i>Concentrazioni dei metalli nelle polveri depositate</i> | 38 |
| 5.3 Contenuto di carbonio organico (OC) ed elementare (EC)..... | 40 |
| 5.4 Caratterizzazione mediante SEM delle particelle depositate..... | 43 |
| 5.5 Analisi dati rilevati dalla postazione fissa BYPASS annuale | 44 |
| 5.5.1 <i>Rateo di deposizione di polveri</i> | 44 |
| 5.5.2 <i>Contenuto di metalli</i> | 46 |
| 5.5.3 <i>Caratterizzazione mediante SEM</i> | 48 |
| 6. SINTESI DEI RISULTATI DEL MONITORAGGIO FINO AL 2021..... | 49 |
| 6.1 Ratei di deposizione delle polveri sedimentabili | 50 |
| 6.2 Deposizioni di metalli contenuti nelle polveri sedimentabili | 55 |
| 6.3 Concentrazione di metalli nelle deposizioni di polveri sedimentabili | 58 |
| 6.4 Indagini mediante SEM e carbonio organico (OC) ed elementare (EC) nelle deposizioni | 60 |
| 7. SINTESI E CONCLUSIONI..... | 64 |
| 7.1 Sintesi monitoraggio 2021 | 64 |
| 7.2 Sintesi e conclusioni del periodo 2014 ÷ 2021..... | 67 |

ELENCO APPENDICI

APPENDICE 1 - Rose dei venti durante i periodi di monitoraggio.

APPENDICE 2 - Precipitazioni durante i periodi di monitoraggio.

APPENDICE 3 - Modalità operativa utilizzata per le indagini al SEM.

APPENDICE 4 - Valutazione della entità del traffico in zona Bypass.

APPENDICE 5 - Descrizione delle postazioni.

APPENDICE 6 - Validazione dei dati di metalli nei deposimetri.

ELENCO ALLEGATI

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

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 18 del parere della Commissione Istruttoria IPPC 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 una 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”.

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 34. Nel dettaglio questo il nuovo testo:

“Considerata l'importanza delle attività di scarico, movimentazione, stoccaggio e manipolazione del carbone quale sorgente di inquinamento il Gestore, d'intesa con ARPAL e Amministrazioni comunali (comuni di La Spezia e di Arcola), dovrà continuare ad implementare e migliorare il programma di campagne periodiche di monitoraggio che, anche adottando tecniche di source apportionment, analizzino le deposizioni atmosferiche nelle aree prospicienti gli impianti in relazione alle potenziali sorgenti, al fine della verifica dell'efficacia delle iniziative adottate consenta alle Autorità locali competenti una corretta gestione dei rischi per la salute”.

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 CESI¹ (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.

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

2. LA PRESCRIZIONE 34

Per l'attuazione della prescrizione 34, 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 meteorologiche dei periodi di monitoraggio;
- modalità di validazione dei dati;
- modalità di elaborazione dei risultati analitici e meteorologici;
- 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 34

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.

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 superficie 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 PTS², PM₁₀, 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

² Monitoraggio effettuato fino all'anno 2019

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 $\text{PM}_{2.5}$ 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 deposizioni³.

I dettagli applicativi del protocollo attuativo della prescrizione 34 sono descritti nei paragrafi seguenti.

In particolare, sulla scorta dei risultati ottenuti nei sette anni di monitoraggio (2014 ÷ 2020), si è definito a partire dal 2021 di:

- effettuare il monitoraggio delle deposizioni in 4 dei 5 siti (Ravano, Bypass, T4 e T7) con eliminazione della postazione di Banchina ENEL;
- mantenere il monitoraggio continuativo istituito a partire dal 2016 presso la postazione divenuta permanente di **Bypass** (vedi Tabella 2), zona sottovento allo scarico del carbone ENEL;

L'attività di analisi dei contributi delle sorgenti (Source Apportionment) terminata nel 2020, è relazionata con documento ad hoc.

2.2 Numero e durata delle “campagne annuali di monitoraggio” del 2021

Il Protocollo prevede l'attuazione di “campagne annuali di monitoraggio” che a partire dal 2017 comprendano due congrui periodi di rilevazione, ciascuno per ogni stagione meteorologica, al fine di includere i due periodi più significativi dal punto di vista meteorologico. Le **due** campagne della **P34** elencate nel prospetto che segue, sono state svolte entrambe senza scarico di carbone e con la centrale spenta:

| Prescrizione 34 | | | Prescrizione 29 | | |
|------------------|----------|--------------------|------------------|----------|----------------------|
| Data | Data | Codifica | Data | Codifica | Note |
| 11/02 – 18/03/21 | P34 21/1 | Campagna invernale | 11/02 – 18/03/21 | P29 21/1 | Campagna invernale |
| | | | 20/04 – 26/05/21 | P29 21/2 | Campagna primaverile |
| 30/06 – 04/08/21 | P34 21/2 | Campagna estiva | 30/06 – 04/08/21 | P29 21/3 | Campagna estiva |
| | | | 13/10 – 11/11/21 | P29 21/4 | Campagna autunnale |

Tabella 1 - Campagne di misura della Prescrizione 29 e 34.

³ 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.

Si evidenzia inoltre che, a causa dell'assenza di scarico di carbone durante i due periodi di campagna, entrambe le campagne sono diventate di fatto "campagne di bianco". Nel corso dell'anno 2021 è stato mantenuto il monitoraggio delle deposizioni totali, con campagne mensili a copertura di tutto l'anno, nella postazione di Bypass. La postazione è stata attivata in quanto la zona risulta sottovento allo scarico del carbone ENEL. Nel prospetto che segue sono riassunti i periodi delle campagne integrative a Bypass.

| Prescrizione 34 | |
|---------------------|-------------|
| Data | Codifica |
| 11/12/20 – 12/01/21 | BY_I_P34 20 |
| 12/01/21 – 11/02/21 | BY_A_P34 21 |
| 18/03/21 – 20/04/21 | BY_B_P34 21 |
| 20/04/21 – 26/05/21 | BY_C_P34 21 |
| 26/05/21 – 30/06/21 | BY_D_P34 21 |
| 04/08/21 – 07/09/21 | BY_E_P34 21 |
| 07/09/21 – 13/10/21 | BY_F_P34 21 |
| 13/10/21 – 11/11/21 | BY_G_P34 21 |
| 11/11/21 – 07/12/21 | BY_H_P34 21 |

Tabella 2 - Campagne di misura integrative della Prescrizione P34.

La postazione di Bypass, quindi, è rimasta attiva con continuità per tutto l'anno.

2.2.1 Eventi accidentali durante i monitoraggi del 2021

Si riportano di seguito altri eventi rilevati per le deposizioni:

- durante la campagna integrativa **P34 21/A** di Bypass, in data **05-08/02/2021** è stato rilevato un rilevante trasporto di polveri sahariane;
- durante la campagna invernale **P34 21/I** in data **22/02/21** si è verificato il fenomeno meteo della cosiddetta "caligo", una nebbia avveviva che dal mare ha sconfinato sulla costa, comportando tra le altre cose un aumento generalizzato del particolato atmosferico;
- durante la campagna integrativa **P34 21/B** di **Bypass**, in data **14/04/2021** si è rilevato un incendio nella vicina zona industriale;
- durante la campagna integrativa di Bypass **P34 21/E** si è registrato un aumento delle deposizioni per effetto di un'importante eruzione vulcanica alle isole Canarie.

Si segnala inoltre che in data 12 maggio (dunque nel corso della campagna **P34 21/C⁴**) si è registrato il crollo del ponte lungo viale San Bartolomeo che consente di scavalcare la darsena di Pagliari. La criticità che ha interessato tale struttura di fatto ha spostato tutto il traffico da/e verso Lerici da viale San Bartolomeo su via delle Casermette: ciò è ben evidente da quanto registrato dal contatraffico denominato Darsena (C2 nella figura seguente) posizionato lungo questa seconda arteria. Nel dettaglio il confronto dei dati di traffico registrati nelle due campagne ha evidenziato che i veicoli in transito sono aumentati di un fattore 5 durante i giorni lavorativi e di un fattore 10 durante il fine

⁴ il problema è al momento della stesura del presente report ancora in attesa di soluzione con conseguente viabilità provvisoria.

settimana con un possibile maggiore impatto sulle deposizioni di BYPASS per effetto dell'incremento nel risollevaramento indotto dall'aumento del traffico limitrofo.



Figura 1 – Le modifiche viabilistiche occorse a seguito del crollo del ponte di Pagliari (indicato con X).

2.3 Postazioni di monitoraggio

La scelta delle postazioni ha preso in considerazione le loro caratteristiche tecniche e logistiche, tenendo presente anche le condizioni meteorologiche ed anemometriche dei siti di campionamento al fine di determinare il contributo del polverino proveniente dalle situazioni di scarico, movimentazione e stoccaggio del carbone.

Nella tabella sono riportate le strumentazioni utilizzate durante le campagne:

| Postazione | Significatività per le deposizioni | Tipi di deposimetri | Strumentazione meteo ⁵ |
|-------------|--|---------------------|-----------------------------------|
| Bypass | Scarico del carbone da navi e emissioni diffuse movimentazione carbone | bulk per inorganici | - |
| Torre T4 | Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile e emissioni di polveri dal carbonile | bulk per inorganici | - |
| Torre T7 | Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile e emissioni di polveri dal carbonile | bulk per inorganici | VV e DV |
| Torre T7bis | Trasporto del carbone dalla banchina al carbonile e emissioni di polveri dal carbonile | bulk per inorganici | |
| Ravano | Emissioni diffuse da attività portuali e da traffico pesante | bulk per inorganici | - |

Tabella 3 - Postazioni di misura della Prescrizione 34.

Nella tabella si evidenzia l'introduzione a partire dalla campagna estiva di una nuova postazione denominata Torre T7 bis. Si tratta di un punto di misura posto ad un centinaio di metri da quello di Torre T7 che, in previsione della realizzazione di un cantiere legato alle previste modifiche dell'assetto impiantistico di centrale, dovrà essere ricollocato. Si è pertanto proceduto fin da subito a identificare una nuova postazione di misura idonea e rappresentativa da affiancare a quella esistente per valutare eventuali differenze tra i punti.

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione delle postazioni che sono state utilizzate per il monitoraggio delle deposizioni, in cui si evince la presenza del solo carbonile di Val Bosca (dismissione del carbonile di Val Fornola a partire da luglio 2016):

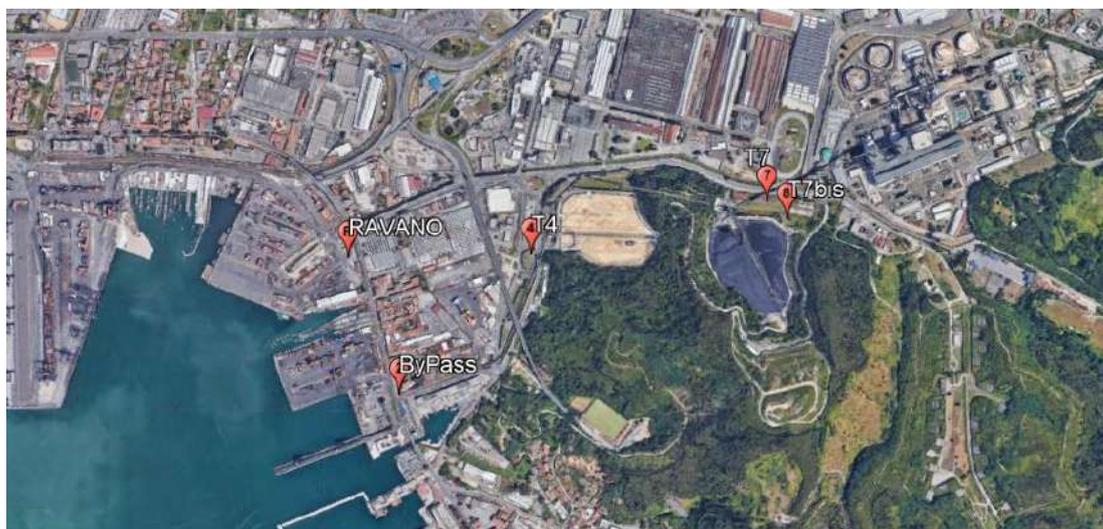


Figura 2 - Ubicazione delle postazioni di prelievo.

In Appendice 5 sono riportate le schede anagrafiche delle postazioni utilizzate.

⁵ VV e DV = Velocità e Direzione del Vento a 4 m.

2.4 Tipi di deposimetri utilizzati

Ciascuna delle postazioni è stata dotata di un deposimetro “bulk” di tipo “bottle + funnel” che raccoglie indistintamente la frazione umida e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale). Il deposimetro utilizzato è costituito da imbuto e bottiglia di raccolta in materiale plastico, per la raccolta delle deposizioni destinate alla determinazione di specie metalliche.

Le caratteristiche dei campionatori sono in accordo con quelle previste dal seguente metodo:

Deposimetro: UNI EN 15841:2009 “Ambient air quality - Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition”.

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 dalla norma di riferimento sopra citata. Nella figura che segue è visibile la configurazione dei campionatori in una delle postazioni di monitoraggio prescelte (Banchina ENEL):



Figura 3 – Configurazione di una delle postazioni di monitoraggio.

2.5 Parametri chimici, metodi e validazione dei dati

Nelle deposizioni atmosferiche raccolte, si è proceduto 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 è effettuato:
 - o determinazione dei seguenti elementi metallici: As, Cd, Cr tot, Hg, Ni, Pb, Cu, Mn, Tl, V;
 - o analisi integrativa del contenuto di carbonio organico (OC) ed elementare (EC) (v. par. 5.3). La somma dei due ha fornito il carbonio totale (TC);
 - o indagini in microscopia a scansione elettronica (SEM) per la valutazione delle particelle di carbone.

Per quanto riguarda i metalli determinati nelle deposizioni, 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 | 0,20 |
| Cu | µg | 0,05 |
| Hg | µg | 0,01 |
| Mn | µg | 0,10 |
| Ni | µg | 0,03 |
| Pb | µg | 0,02 |
| Tl | µg | 0,01 |
| V | µg | 0,02 |

Tabella 4 – Limiti di quantificazione per i metalli. Valori in µg.

Per la determinazione di OC ed EC, si è impiegato il metodo termo-ottico NIOSH 5040:1999 (si veda il par. 5.3 per una descrizione del metodo) con i limiti di rilevabilità seguenti:

| Parametro | u.m. | Carbonio |
|--------------------------|-------------------------------|----------|
| Carbonio Organico (OC) | [µg su filtro diametro 47 mm] | 1,3 |
| Carbonio Elementare (EC) | [µg su filtro diametro 47 mm] | 1,3 |

Tabella 5 – Limiti di quantificazione per OC e EC. Valori in µg totali su filtro.

I valori assoluti in µg dei metalli e di OC e EC 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 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ (rateo di deposizione giornaliero).

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 Suddivisione delle attività analitiche per il 2021

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 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 dei metalli: effettuate da CESI con validazione dei risultati da parte del laboratorio ARPAL;
- microscopia a scansione elettronica: ARPAL con procedura concordata con CESI.

Le deposizioni della postazione fissa di **Bypass** raccolte nei periodi non previsti dalle campagne del protocollo di attuazione della Prescrizione 34 sono state caratterizzate da ARPAL relativamente alla composizione dei metalli.

2.5.2 Validazione dei risultati

In Appendice 6 sono elencati i campioni di deposizione su cui ARPAL o CESI hanno eseguito le validazioni dei metalli.

Relativamente alle determinazioni dei metalli sulle deposizioni sono stati validati 5 campioni sui 12 totali eseguendo la determinazione analitica di tutti e 9 i metalli determinati. L'indice di validazione conclusivo è risultato pari a 90%, maggiore del valore soglia prefissato dal protocollo ARPAL, pari al 70%.

2.5.3 Rilevazione dei dati di traffico

Durante le due campagne del 2021 sono stati acquisiti i dati di traffico, posizionando due rilevatori, uno lungo V.le San Bartolomeo e l'altro lungo via delle Casermette, le due arterie che delimitano a SW il sito di Bypass (Appendice 4).

3. INQUADRAMENTO METEOROLOGICO

Come riferimento, per le condizioni meteorologiche durante il periodo delle campagne sono stati utilizzati i dati forniti dalle postazioni meteorologiche del Golfo della Spezia ritenute più affidabili e rappresentative. I dati delle postazioni di riferimento sono stati confrontati e/o integrati con quelli della strumentazione meteorologia installata presso la postazione di monitoraggio di Torre T7.

La lista delle postazioni utilizzate per l'inquadramento meteorologico è riassunta nella tabella che segue, con indicazione della strumentazione installata

| Postazione | Tipologia | Quota slm (m) | Parametri meteo misurati ⁶ |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| Comune della Spezia ⁷ | Stazione fissa | 40 | VV, DV 6 m, TA, UR, PA, RG |
| Monte Beverone | Stazione fissa | 220 | VV e DV 15 m, TA, UR, RG |
| Torre T7 | Integrazione strumentazione CESI | 5 | VV e DV 4m |

Tabella 6 – Postazioni meteorologiche utilizzate.

3.1 Caratteristiche meteorologiche generali del periodo relativo alle campagne di monitoraggio previste dalla Prescrizione 34

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 2021 si è tornati alla programmazione del monitoraggio invernale a fine stagione (nei mesi di febbraio-marzo), diversamente da quanto fatto negli anni 2019 e 2020, quando detta campagna si sviluppava prevalentemente nel corso dei mesi di novembre-dicembre: questo 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 21/1** (11/02/2021 ÷ 18/03/2021) 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 nel corso della quale si sono registrati nell'area spezzina i valori massimi annuali di PM10: questo anche per la presenza di una forte e persistente avvezione di polveri Sahariane. Solo nell'ultima settimana del monitoraggio si sono registrate condizioni di maggiore instabilità, tipiche dell'incipiente primavera.

La campagna **estiva P34 21/2** (30/06/2021 ÷ 04/08/2021) vede un primo periodo a tratti instabile, ma già dalla metà del mese di luglio si apre una fase caratterizzata da una rimonta anticiclonica, tempo soleggiato e temperature ampiamente sopra l'atteso.

⁶ 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; RG=Radiazione Globale.

Solo nell'ultima settimana di monitoraggio si assiste a tempo decisamente più instabile con rovesci temporaleschi che hanno dato luogo alle precipitazioni più significative del periodo. Anche in questa campagna si sono registrati alcuni eventi di trasporto di polveri dal Sahara: ma in questa occasione l'impatto sulla deposizione dovrebbe essere stato meno rilevante per via della non concomitanza di eventi precipitativi.

Nel dettaglio, la campagna **invernale P34 21/1 (11/02/2021 ÷ 18/03/2021)** vede in una prima fase qualche giornata piovosa, residuo del maltempo che ha caratterizzato l'inizio del mese di febbraio. Già da metà mese però si assiste ad una rimonta del campo di pressione sull'Europa meridionale e sull'area mediterranea e ad un cambiamento di configurazione che porta sull'Italia settentrionale tempo stabile e mite, ma umido, con presenza sulla Liguria oltreché di nubi basse e 'macaiose' anche di banchi di nebbia d'avvezione, la cosiddetta Caligo. Questo fenomeno, che ha avvolto diverse zone costiere anche durante il giorno (si vedano sotto alcune foto del golfo della Spezia), si è formato sul Levante della regione, quando una massa d'aria caldo-umida attraversando la fredda superficie marina si è raffreddata dal basso ed è condensata. I venti deboli che caratterizzavano il periodo hanno fatto il resto, non dissolvendola ma semplicemente spostandola verso le aree costiere.



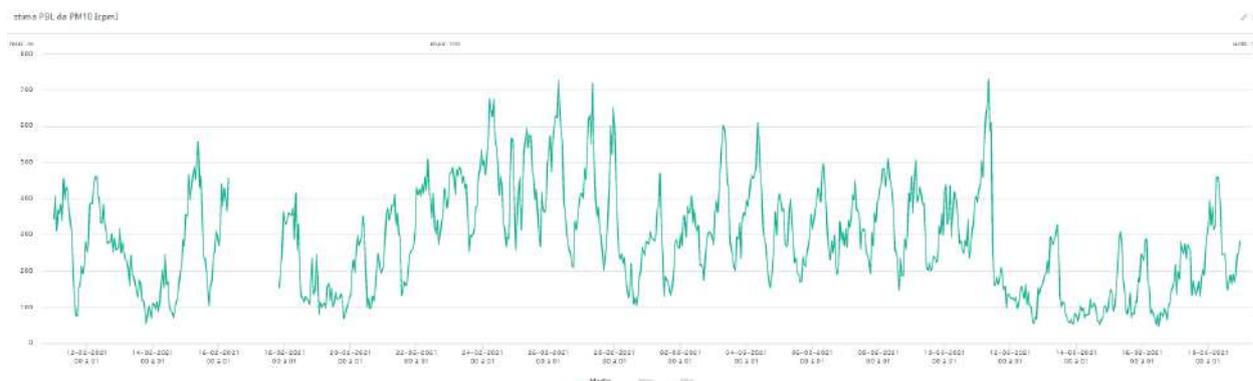
In concomitanza con questo fenomeno si è registrata anche una forte avvezione sahariana, con polveri desertiche trasportate dalle correnti di scirocco ai medio-bassi livelli. Ciò, insieme alla forte stabilità atmosferica, ha favorito l'innalzamento dei valori del PM e ovviamente anche delle deposizioni.

Dopo la prima settimana di marzo si evidenzia la discesa di aria più fresca che ha portato a tempo a tratti variabile in Liguria, con un po' d'instabilità pomeridiana. Il finale del monitoraggio è caratterizzato da condizioni quasi primaverili con giornate più soleggiate. Le precipitazioni sono risultate modeste e le temperature in linea con i valori climatologici. Si segnala infine una mareggiata di Libeccio verso metà marzo.

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 Radon⁸ 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 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.

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 ad inizio e fine prima decade di marzo.



La prima decade del mese di luglio con la quale si apre la **campagna estiva P34 21/2 (30/06/2021 ÷ 04/08/2021)**, vede prevalentemente tempo stabile e soleggiato. Ma già verso fine periodo, si registrano alcuni temporali localmente anche violenti che però non interessano, se non in modo marginale, l'area del Golfo.

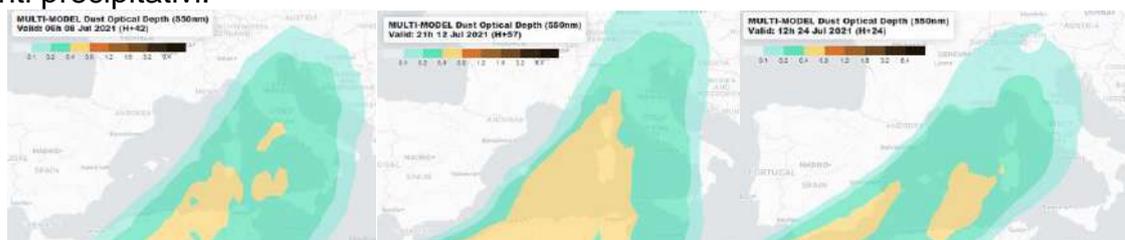
Nella seconda decade permane una certa variabilità, con rovesci e temporali che hanno interessato in misura maggiore le zone interne e qualche sconfinamento costiero (14/07). Mentre nella seconda parte del mese il nord Europa è interessato da un marcato peggioramento (in Germania si registra una violenta alluvione), la Liguria vede una parziale rimonta dell'anticiclone con condizioni di tempo più stabile in costa e addensamenti limitati ai rilievi dove si registra qualche debole rovescio.

Nell'ultima decade di luglio in Liguria le temperature salgono ampiamente sopra l'atteso, con punte di 36 °C. Il tempo risulta prevalentemente stabile e soleggiato in costa, a tratti variabile nell'entroterra; a fine periodo si assiste a qualche passaggio nuvoloso associato ad un rinforzo sciroccale dando luogo ad aumento del moto ondoso.

Il mese di agosto si apre sotto l'influenza di una depressione atlantica causando una serie di passaggi nuvolosi: tempo dunque più instabile, con rovesci temporaleschi e mare a tratti molto mosso o localmente agitato

In sintesi pertanto, la campagna è stata caratterizzata da temperature spesso sopra l'atteso, sia nei valori massimi che in quelli minimi, mentre per le precipitazioni si è registrato un lieve deficit rispetto ai valori climatologici.

Nelle mappe che seguono sono riportati i 3 principali eventi di trasporto di polveri Sahariane che hanno caratterizzato il periodo: ma in questa occasione l'impatto sulla deposizione dovrebbe essere stato meno rilevante per via della non concomitanza di eventi precipitativi.



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

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 sopra i quali si innestano le situazioni meteorologiche locali che hanno portato alla quasi totale scomparsa del ciclo giorno/notte (a metà luglio e ad inizio agosto), nelle varie situazioni di tempo relativamente perturbato registrate nel 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



3.2 Andamento della temperatura e dell'umidità

Nelle figure che seguono sono riportati, nei due periodi di monitoraggio, gli andamenti di temperatura e umidità misurati presso la postazione della rete meteo ARPAL e presso Torre T7.

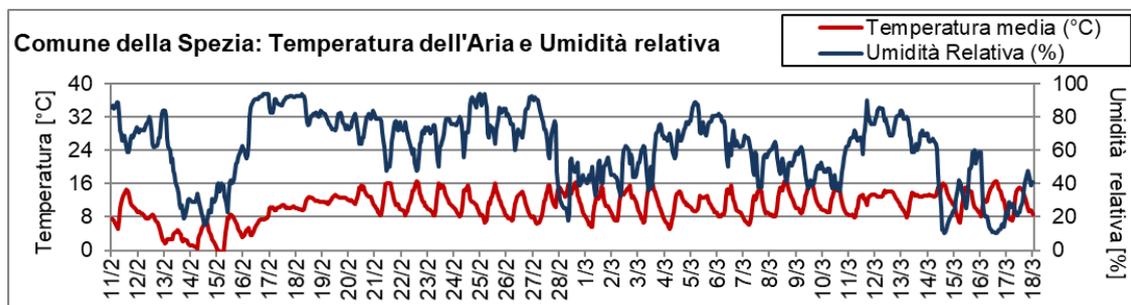


Figura 4– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P34 21/1.

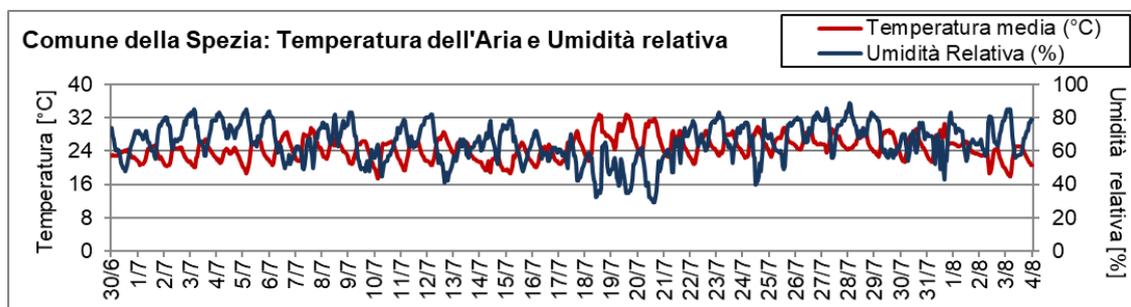


Figura 5 – Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P34 21/2.



Figura 6– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P34 21/1.

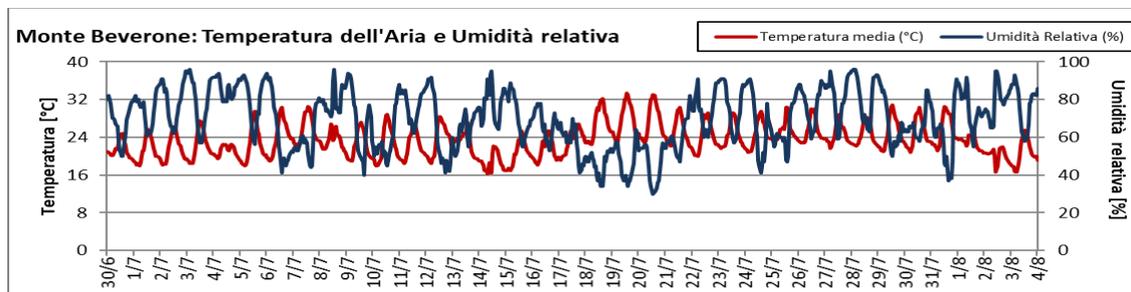


Figura 7– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P34 21/2.

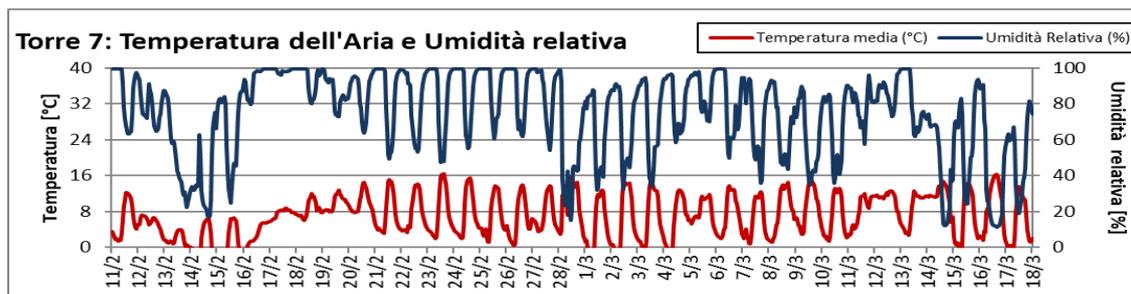


Figura 8– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P34 21/1.

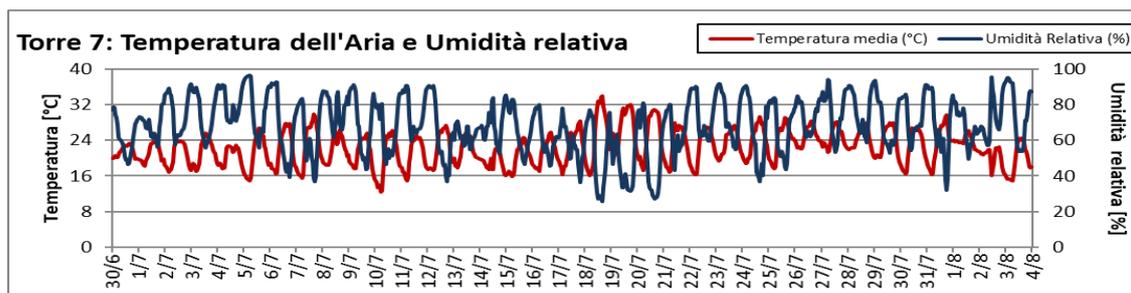


Figura 9– Andamento temporale di temperatura e umidità relativa durante la campagna P34 21/2.

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

| Comune della Spezia | | |
|-------------------------|----------|-----------|
| | estiva | invernale |
| | P34 21/1 | P34 21/2 |
| Temperatura (°C) | | |
| media | 10 | 25 |
| minimo | -1 | 18 |
| massimo | 17 | 33 |
| mediana | 11 | 25 |
| Umidità (%) | | |
| media | 61 | 65 |
| minimo | 10 | 29 |
| massimo | 94 | 89 |
| mediana | 66 | 66 |

Tabella 7 – Indici statistici meteorologici Comune della Spezia.

| Monte Beverone | | |
|-------------------------|----------|-----------|
| | estiva | invernale |
| | P34 21/1 | P34 21/2 |
| Temperatura (°C) | | |
| media | 10 | 23 |
| minimo | -2 | 16 |
| massimo | 18 | 33 |
| mediana | 10 | 23 |
| Umidità (%) | | |
| media | 62 | 70 |
| minimo | 14 | 30 |
| massimo | 100 | 96 |
| mediana | 63 | 70 |

Tabella 8 – Indici statistici meteorologici Monte Beverone.

Tutte le campagne sono state caratterizzate da temperature sostanzialmente in linea con i valori climatologici.

3.3 Anemometria

Di seguito sono riportate le Rose dei Venti geolocalizzate sulle postazioni individuate come rappresentative: Comune della Spezia, Monte Beverone e Torre T7. In Appendice 1 sono riportate le rose dei venti e una tabella con le frequenze e le velocità medie scalari dei venti per ogni direzione:



Figura 10 - Rose dei venti durante la P34 21/1 (campagna invernale).



Figura 11 - Rose dei venti durante la P34 21/2 (campagna estiva).

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

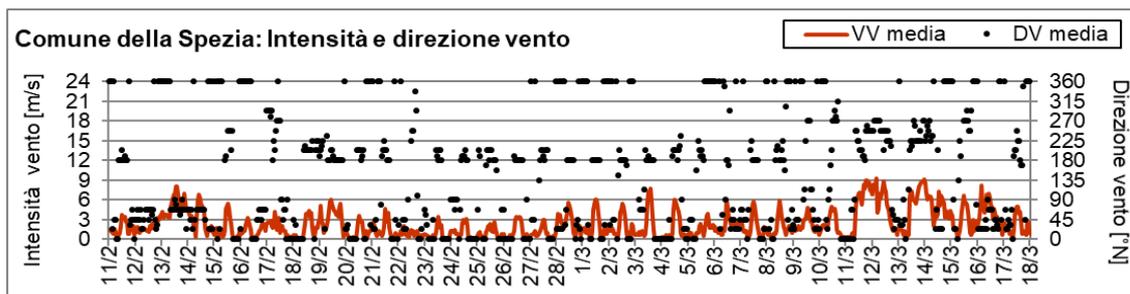


Figura 12– Intensità e direzione del vento durante la Campagna P34 21/1 (Comune della Spezia).

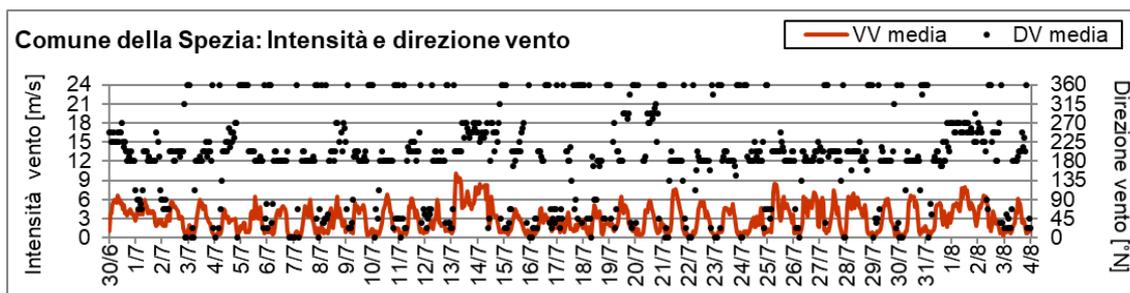


Figura 13– Intensità e direzione del vento durante la Campagna P34 21/2 (Comune della Spezia).

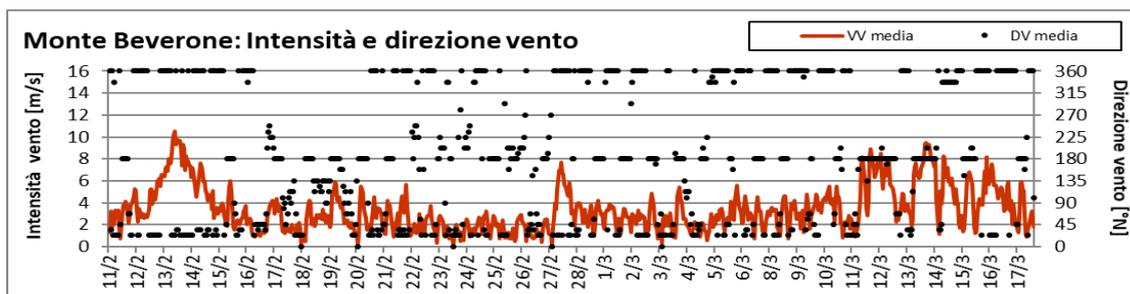


Figura 14– Intensità e direzione del vento durante la Campagna P34 21/1 (Monte Beverone).

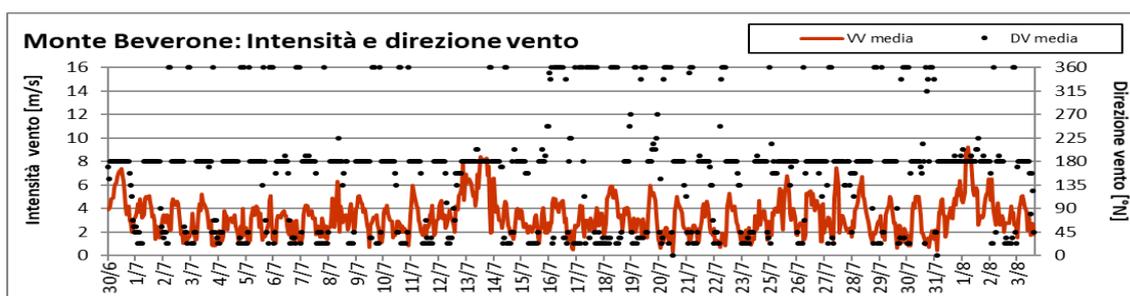


Figura 15– Intensità e direzione del vento durante la Campagna P34 21/2 (Monte Beverone).

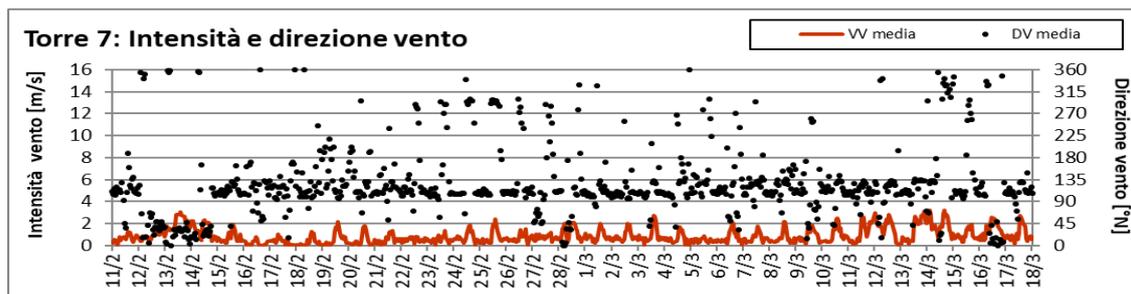


Figura 16– Intensità e direzione del vento durante la Campagna P34 21/1 (Torre T7).

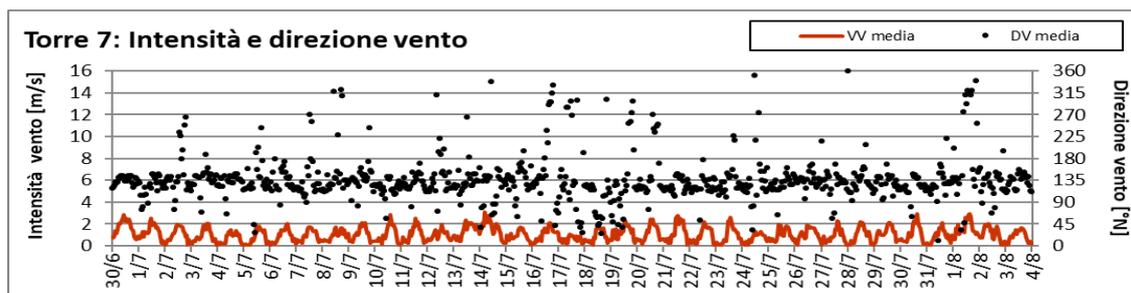


Figura 17– Intensità e direzione del vento durante la Campagna P34 21/2 (Torre T7).

Nei precedenti grafici sono riportati gli andamenti temporali nei due periodi di monitoraggio della centralina meteo del Comune della Spezia, di Monte Beverone e di Torre T7.

In modo molto evidente nella campagna estiva, ma comunque in generale in assenza di situazioni di forzanti a scala sinottica (tipiche di primavera ed autunno), 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 valori mediamente più alti nella postazione del Monte Beverone, posta ad una quota più elevata con percentuali di calma di vento (velocità < 1 m/s) nel sito del Comune di gran lunga maggiori in tutte le stagioni.

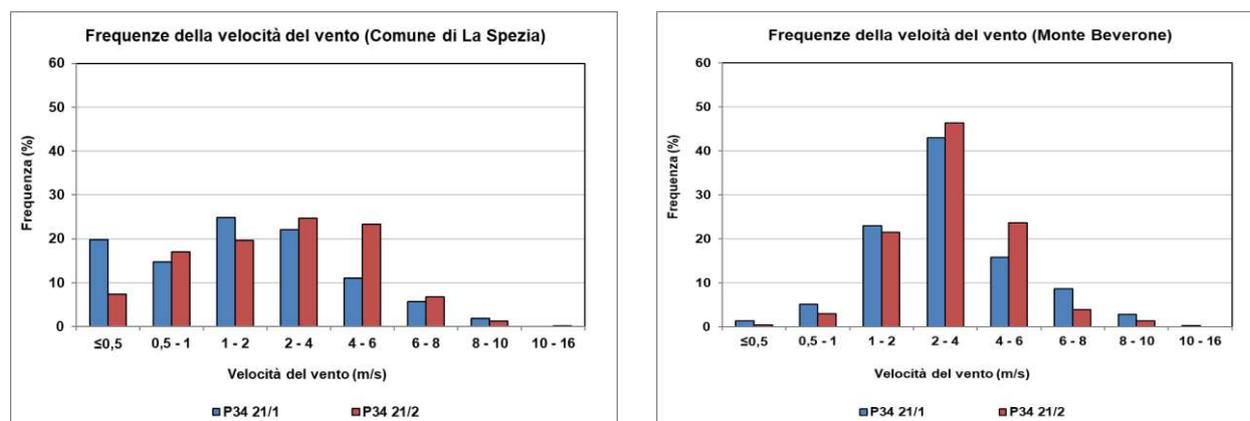


Figura 18– Frequenze della velocità del vento nei due periodi di monitoraggio.

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. I grafici di ciascun sito se confrontati con il corrispettivo dell'anno precedente mostrano buona sovrapposibilità a significare che dal punto di vista anemologico non vi sono stati particolari anomalie.

| | | 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 |
| P34 21/1 | 864 | 171 | 127 | 214 | 191 | 96 | 49 | 16 | 0 |
| P34 21/2 | 864 | 64 | 147 | 169 | 213 | 201 | 58 | 11 | 1 |

| | | 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 |
| P34 21/1 | 864 | 11 | 44 | 199 | 372 | 137 | 75 | 24 | 2 |
| P34 21/2 | 864 | 3 | 25 | 186 | 401 | 204 | 34 | 11 | 0 |

Tabella 9 – 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 presso la postazione di riferimento del Comune della Spezia.

| Comune della Spezia | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|
| | Campagna P34 21/1 | Campagna P34 21/2 |
| N° eventi meteorici | 4 | 4 |
| N° giorni totali | 7 | 5 |
| Precipitazione totale [mm] | 44,8 | 73,6 |

Tabella 10 – Precipitazione cumulata misurata a Comune della Spezia (mm).

Nel grafico successivo è mostrato l'andamento temporale degli eventi di precipitazione nelle due campagne di monitoraggio:

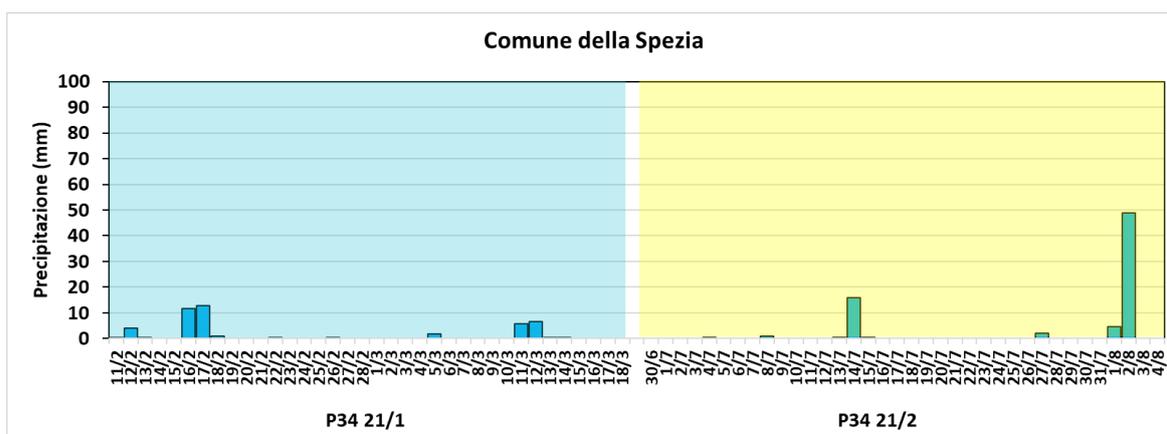


Figura 19– Precipitazioni durante il periodo delle campagne del 2021.

Dal confronto con l'anno precedente emergono valori di cumulata superiori nel corso della campagna estiva, inferiori in quella invernale: va però rilevato che quella invernale 2021 si è svolta a ridosso della primavera mentre nel corso del 2020, la stessa si era sviluppata in continuità con il periodo autunnale.

3.5 Caratteristiche meteo generali delle campagne suppletive effettuate a Bypass

Nel seguito sono descritte le principali caratteristiche meteorologiche delle campagne di monitoraggio integrative, che hanno consentito di verificare con continuità nel corso dell'anno 2021, le deposizioni inorganiche presso il sito 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.

Si segnala che per completare la copertura annuale, un'ulteriore campagna è stata effettuata a partire dal 07/12/21. Essendosi però svolta in parte anche nel corso del mese di gennaio 2022, la stessa, sarà elaborata e discussa in occasione del prossimo Rapporto.

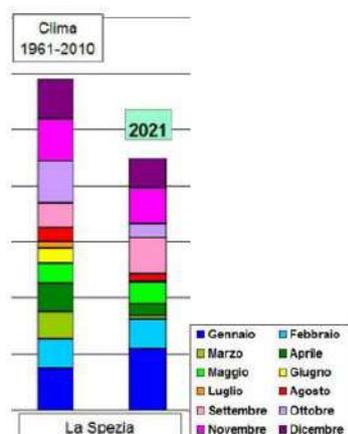
| Campagna | Data Inizio | Data Fine | Giorni esposizione | Precipitazione raccolta [mm] | Precipitazione Stazione La Spezia Comune [mm] |
|----------|-------------|------------|--------------------|------------------------------|---|
| BY 20/I | 11/12/2020 | 12/01/2021 | 32 | 351 | 269 |
| BY 21/A | 12/01/2021 | 11/02/2021 | 30 | 258 | 211 |
| P34 21/1 | 11/02/2021 | 18/03/2021 | 35 | 63 | 55 |
| BY 21/B | 18/03/2021 | 20/04/2021 | 33 | 69 | 45 |
| BY 21/C | 20/04/2021 | 26/05/2021 | 36 | 163 | 104 |
| BY 21/D | 26/05/2021 | 30/06/2021 | 35 | 6 | 1 |
| P34 21/2 | 30/06/2021 | 04/08/2021 | 35 | 13 | 22 |
| BY 21/E | 04/08/2021 | 07/09/2021 | 34 | 5 | 13 |
| BY 21/F | 07/09/2021 | 13/10/2021 | 36 | 276 | 198 |
| BY 21/G | 13/10/2021 | 11/11/2021 | 29 | 179 | 106 |
| BY 21/H | 11/11/2021 | 07/12/2021 | 26 | 138 | 119 |

Tabella 11 – Precipitazione cumulata misurata presso il Comune della Spezia e a Bypass (mm).

Si evidenzia come anche nel corso dell'anno 2021, la precipitazione raccolta nei deposimetri a Bypass è in media circa il 30% 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.

In generale l'anno 2021 ha visto per la postazione Arpal di "La Spezia – Comune" precipitazioni ampiamente sotto i valori climatologici con distribuzioni alquanto diverse nei vari mesi, come è evidente dal grafico e dalla tabella seguente con la valutazione dello Standard Precipitation Index⁹.

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 | 1,5761 | Molto umido |
| Febbraio | 0,5413 | Normale |
| Marzo | -2,0299 | Estremamente siccitoso |
| Aprile | -0,1450 | Normale |
| Maggio | 0,6879 | Normale |
| Giugno | -2,9776 | Estremamente siccitoso |
| Luglio | -0,8841 | Normale |
| Agosto | -0,0987 | Normale |
| Settembre | 1,2141 | Moderatamente umido |
| Ottobre | -0,6853 | Normale |
| Novembre | 0,5216 | Normale |
| Dicembre | 0,3236 | Normale |

Figura 20– Andamento delle precipitazioni nella postazione Arpal di “La Spezia – Comune”: valori anno 2021 vs climatologici.

Anche per quanto riguarda le temperature si sono registrate alcune significative anomalie: in particolare per quelle massime, si è rilevata un’anomalia positiva nei mesi di Febbraio, Marzo, Giugno, Agosto e Settembre, mentre per quelle minime una sola significativa negativa, a Maggio, durante la campagna primaverile.

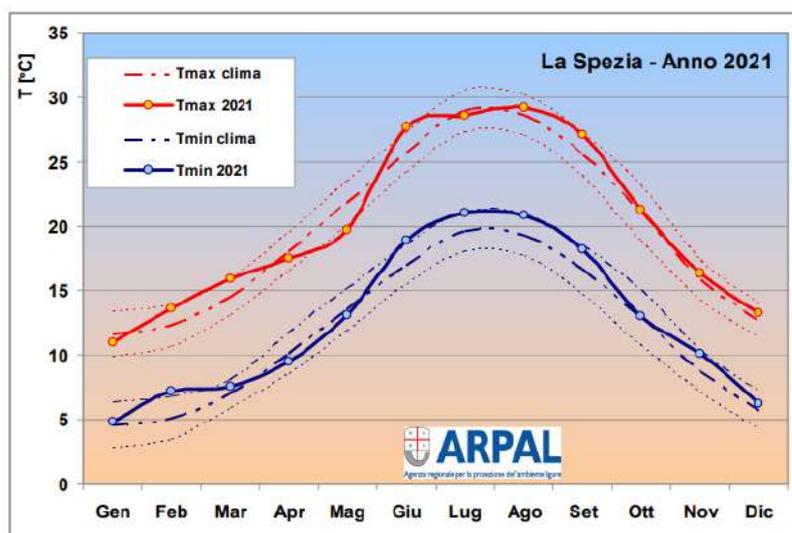


Figura 21– Andamento delle temperature nella postazione Arpal di “La Spezia – Comune (la linea intera indica i valori dell’anno 2021, mentre quelle tratteggiate sono relative ai valori climatologici con le rispettive fasce di confidenza (deviazione standard).

Si evidenziano poi nel corso della campagna **P34 21/C** (20/04/2021 ÷ 26/05/2021) almeno due importanti eventi di trasporto di polveri dal Sahara entrambi seguiti da eventi di precipitazione che hanno sicuramente favorito la deposizione delle polveri al suolo.

4. MOVIMENTAZIONE CARBONE E OPERATIVITÀ DELLA CENTRALE ENEL

Durante il periodo di monitoraggio sono stati raccolti ed elaborati i principali dati di impianto legati al funzionamento, alle emissioni della centrale termoelettrica ENEL e, soprattutto, alle attività di scarico e movimentazione del carbone dal molo ENEL ai carbonili e alla centrale.

Nei paragrafi 4.1 -4.3 sono riportati i dati relativi rispettivamente allo scarico, giacenza e movimentazione carbone e nel paragrafo 4.4 quelli relativi al funzionamento e alle emissioni prodotte, rappresentati in forma grafica, sia per la **P34 21/1** che per la **P34 21/2**.

Si ricorda che sebbene non ci sia stato scarico di carbone durante le due campagne di misura, nel 2021 c'è stata movimentazione di carbone seppur esigua.

4.1 Scarico navi

Durante lo svolgimento sia della campagna invernale **P34 21/1** (11/02/21 - 18/03/21) che di quella estiva **P34 21/2** (30/06/21 ÷ 04/08/21) non è stato scaricato carbone.

Nella tabella successiva è riportato il calendario di operatività delle navi carboniere del periodo 01/01/21 ÷ 31/12/21, con l'indicazione della quantità di carbone complessivamente scaricato nel 2021:

| Nave | Data inizio scarico | Data fine scarico | Carbone scaricato (t) |
|--------|---------------------|-------------------|-----------------------|
| Elaziz | 16/06/2021 | 20/06/2021 | 8001 |
| Ambra | 19/10/2021 | 20/10/2021 | 15778 |
| Hazar | 30/10/2021 | 08/11/2021 | 15536 |

Tabella 12 - Calendario di operatività delle navi carboniere nell'anno 2021.

Durante tutto l'anno è stato scaricato carbone per un totale di 39315 t: l'attività di scarico si è sviluppata in 26 giorni su 365 giorni (circa 7% dell'anno), con una media giornaliera pari a 108 t/g. Considerando solo i 26 giorni di effettivo scarico, si ha una media di 1512 t per ogni giorno di scarico, valore inferiore a quello medio annuale degli anni precedenti.

Dato che sia durante la campagna invernale **P34 21/1** che estiva **P34 21/2** non è stato scaricato carbone, i periodi di monitoraggio sono rappresentativi della ridotta attività di scarico del carbone avvenuta negli ultimi anni.

4.2 Giacenze carbone

Come noto a partire dal luglio 2016 il carbonile di Val Fornola non è più operativo (si veda nota prot. ENEL PRO-26/09/2016-0032038): pertanto la movimentazione di carbone nel 2021 si è avuta soltanto verso e dal carbonile di Val Bosca.

Durante la campagna **P34 21/1** la giacenza del carbonile di **Val Bosca** non è variata attestandosi intorno a circa il 15% della capienza mentre durante la **21/2** è di poco variata in quanto è stato movimentato carbone:

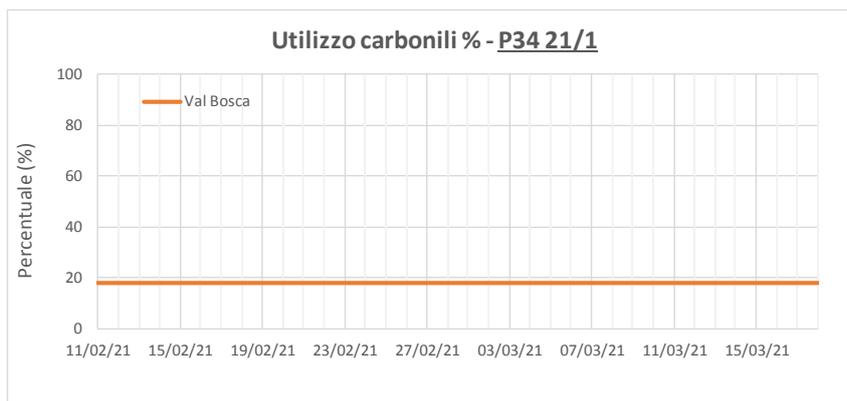


Figura 22 – Percentuale di utilizzo del carbonile durante la P34 21/1.

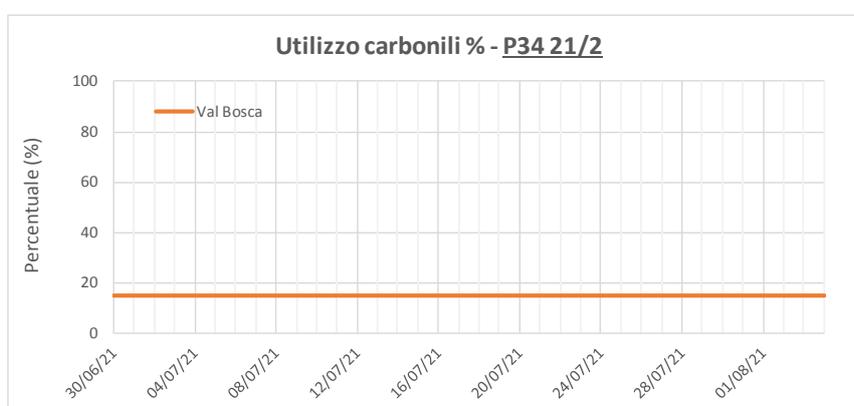


Figura 23 – Percentuale di utilizzo del carbonile durante la P34 21/2.

Nella figura seguente è riportato l'andamento delle giacenze di combustibile del carbonile di **Val Bosca** durante l'anno 2021:

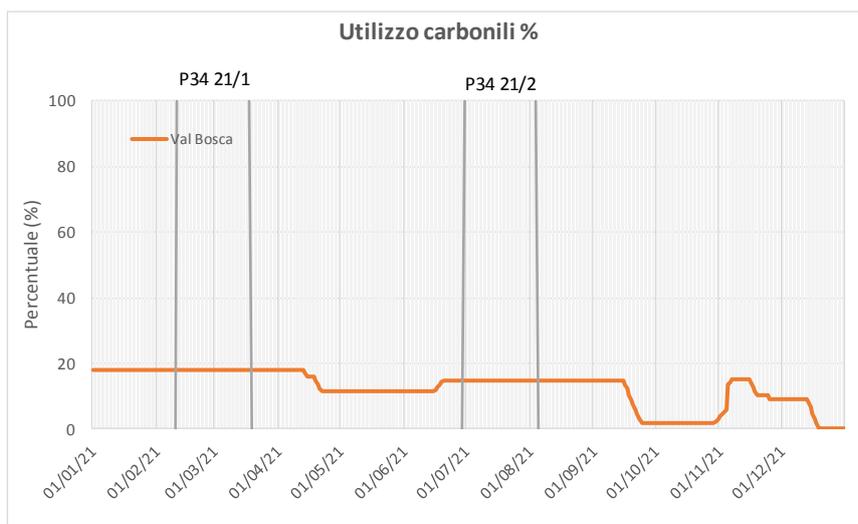


Figura 24 – Giacenze combustibile carbonile anno 2021.

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

Dalla figura si evince che i periodi delle due campagne sono stati caratterizzati da un valore di giacenza di combustibile nel carbonile basso e abbastanza costante nel corso dell'anno.

4.3 Movimentazione carbone

Dato che non c'è stato scarico di carbone in Banchina ENEL nelle due campagne della P34, nella figura che segue è rappresentata la movimentazione del carbone dal carbonile di **Val Bosca** alla Centrale nell'anno 2021 e la precipitazione giornaliera rilevata presso la postazione ARPAL del Comune della Spezia per tutto l'anno:

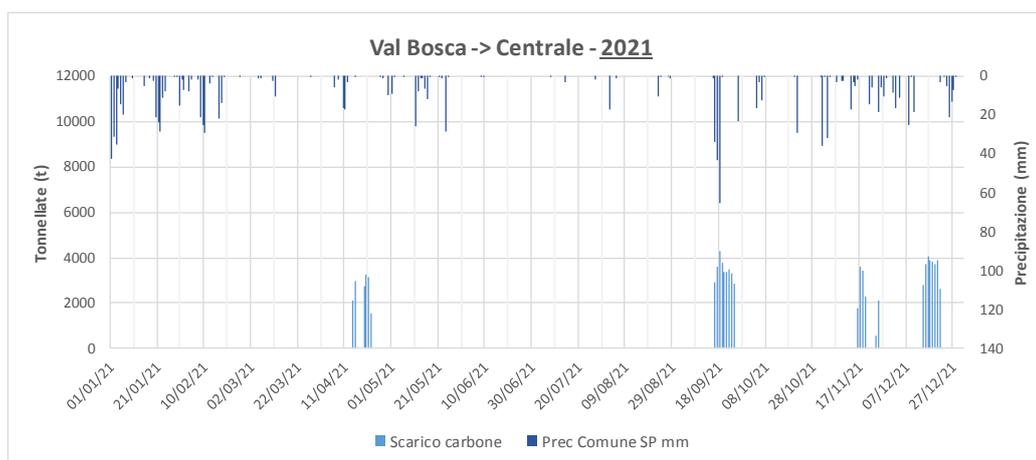


Figura 25 – Quantitativo giornaliero movimentato da Val Bosca a CTE durante il 2021.

Nella figura di seguito invece è rappresentato il quantitativo giornaliero totale di carbone scaricato nell'intero anno:

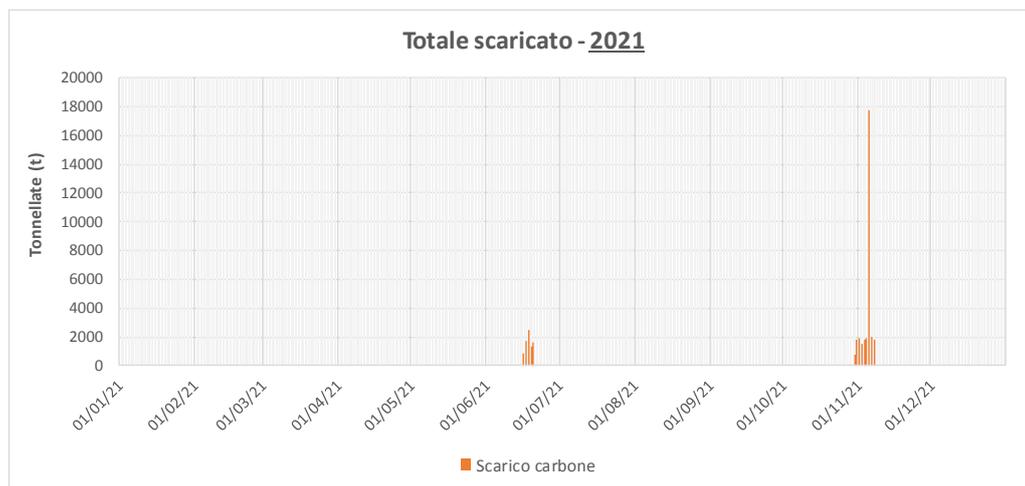


Figura 26 – Quantitativo giornaliero scaricato durante il 2021.

I grafici mettono in evidenza l'esiguo quantitativo di carbone scaricato e movimentato nel 2021 e la completa assenza di scarico in Banchina durante le due campagne.

4.4 Operatività della CTE

Durante il periodo di monitoraggio sono stati raccolti ed elaborati i principali dati di impianto legati al poco funzionamento e alle emissioni della centrale termoelettrica ENEL.

Il Gestore aveva anticipato per il gruppo SP3 l'applicazione dei valori limiti di emissione prescritti dal quarto anno di validità dell'AIA a partire dal 1° Gennaio 2016 in adeguamento alla Direttiva Europea 2010/75/UE "IED" recepita in Italia con il D.Lgs. 4 marzo 2014 n.46, rispettando di fatto i valori limite più restrittivi di quelli previsti dalla IED e presenti nella nuova AIA DM 351 del 06/12/2019.

Pertanto i limiti di legge **giornalieri**, vigenti dal 01/01/2016, per le emissioni dei macroinquinanti per il gruppo SP3 validi fino al 17/08/2021 e indicati a pag 10 della AIA DM del 06/12/2019 sono i seguenti:

- SO₂: 180 mg/Nm³
- NO_x: 180 mg/Nm³
- CO: 150 mg/Nm³
- Polveri: 15 mg/Nm³

Durante entrambe le campagne il gruppo SP3 non ha mai funzionato. Pertanto l'andamento dei parametri caratteristici e dei macroinquinanti monitorati non è stata riportata.

Si è voluto allora riportare solo l'operatività della centrale nel corso di un periodo di riferimento più esteso (anno 2021).

Come evidenziato nella tabella che segue, l'impianto nel corso dell'anno 2021 è stato in esercizio solo per il 7% del tempo (26 giorni di funzionamento e 339 giorni di non funzionamento).

| Data inizio | Data fine |
|------------------|------------------|
| 13/04/2021 06:00 | 14/04/2021 12:00 |
| 18/04/2021 06:00 | 21/04/2021 12:00 |
| 15/09/2021 06:00 | 23/09/2021 20:00 |
| 15/11/2021 11:00 | 18/11/2021 20:00 |
| 24/11/2021 23:00 | 25/11/2021 13:00 |
| 16/12/2021 23:00 | 20/12/2021 13:00 |

Tabella 13 – Periodo di esercizio del gruppo SP3 nell'anno 2021.

Da quanto sopra è evidente come il gruppo SP3 durante la campagna invernale **P34 21/1** (11/02-18/03) ed estiva **P34 21/2** (30/06-04/08) non sia mai entrato in funzione.

5. RISULTATI DELLE CARATTERIZZAZIONI DELLE POLVERI

Le campagne del 2021, entrambe con assenza di scarico da parte di navi carboniere in Banchina e con la centrale non operativa, sono state suddivise in due periodi di monitoraggio, di circa un mese ciascuno:

- Campagna invernale, indicata nel seguito come **P34 21/1**: dal 11/02 al 18/03,
- Campagna estiva, indicata nel seguito come **P34 21/2**: dal 30/06 al 04/08.

Di seguito sono riportati i risultati delle determinazioni di polveri sedimentabili e metalli nelle deposizioni atmosferiche dei due periodi di monitoraggio.

5.1 Ratei polveri sedimentabili e entità precipitazioni

La tabella seguente riassume i ratei di deposizione delle polveri sedimentabili insolubili in acqua, espresse in $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$, e le precipitazioni raccolte, espresse in mm, determinate tramite i deposimetri.

| Postazione | Sigla | Data Inizio | Data Fine | Giorni esposizione | Rateo deposizione insolubile [$\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$] | Precipitazione raccolta [mm] |
|--|-------|-------------|------------|--------------------|--|------------------------------|
| Campagna P34 21/1 (Centrale ferma) – campagna di bianco | | | | | | |
| Bypass | BY | 11/02/2021 | 18/03/2021 | 35 | 122,2 | 63,2 |
| Torre T4 | T4 | 11/02/2021 | 18/03/2021 | 35 | 31,7 | 47,1 |
| Torre T7 | T7 | 11/02/2021 | 18/03/2021 | 35 | 25,8 | 47,6 |
| Torre T7 - Bis | T7-B | 11/02/2021 | 18/03/2021 | 35 | - | - |
| Ravano | RA | 11/02/2021 | 18/03/2021 | 35 | 118,8 | 54,4 |
| Campagna P34 21/2 (Centrale ferma) - campagna di bianco | | | | | | |
| Bypass | BY | 30/06/2021 | 04/08/2021 | 34 | 142,6 | 12,6 |
| Torre T4 | T4 | 30/06/2021 | 04/08/2021 | 34 | 56,0 | 17,9 |
| Torre T7 | T7 | 30/06/2021 | 04/08/2021 | 34 | 54,5 | 19,2 |
| Torre T7 - Bis | T7-B | 30/06/2021 | 04/08/2021 | 34 | 65,9 | 20,7 |
| Ravano | RA | 30/06/2021 | 04/08/2021 | 34 | 152,7 | 16,0 |

Tabella 14 – Ratei di deposizione delle polveri sedimentabili e entità precipitazioni.

Nella campagna invernale (21/1) si sono avute abbondanti precipitazioni, mentre in quella estiva (21/2), si sono verificati eventi piovosi ma di minore entità rispetto all'altra stagione, comunque in linea con la climatologia tipica di entrambi i periodi.

I ratei di deposizione delle polveri insolubili sono confrontati nella figura seguente e sono anche riportate le precipitazioni rilevate in ciascuna postazione.

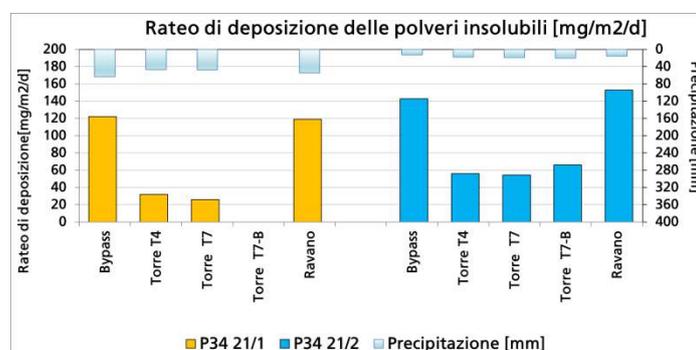


Figura 27 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili.

In tutte le postazioni, le deposizioni di polveri risultano maggiori durante la campagna estiva (21/2), seppur caratterizzata dalle minori precipitazioni registrate. Le massime deposizioni relative di polveri si sono avute a Ravano e a Bypass, con valori medi in aumento rispetto a quelli dell'anno 2020 caratterizzato da lockdown (v. cap.6). Il contesto delle deposizioni rimane comunque quantitativamente modesto (vedi paragrafo successivo), e a parte le due postazioni di Ravano e Bypass, tutte le altre non eccedono i 100 mg/m²/d.

5.1.1 Valutazione della entità della polverosità

I valori delle deposizioni di polveri riscontrati nell'area in esame nelle due campagne del 2021 sono rimasti compresi in un intervallo da 26 a 153 mg/m²/d. Sebbene i ratei misurati nel 2021 siano riferibili a pochi mesi, sono comunque indicativi di una modesta polverosità, come già rilevato nei precedenti monitoraggi (v. cap 6). L'intervallo di deposizioni riscontrato è infatti largamente inferiore al valore limite annuale adottato in Germania, pari a 350 mg/m²/d e tutti i valori si collocano anche al di sotto dei valori di riferimento più restrittivi adottati da alcune nazioni europee, che sono 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 (OIA 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. (Regulation 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 15- Valori di riferimento europei per la deposizione annuali 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 tasso di deposizione gravimetrico:

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

| Classe di polverosità | Polvere totale sedimentabile (mg/m ² /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 16 - Classi di Polverosità in funzione del tasso di deposizione 10.

Secondo gli indici di polverosità della Tabella 16, una valutazione conservativa della polverosità rilevata a Bypass e Ravano fa propendere per un indice di “bassa” polverosità, mentre per le altre postazioni la polverosità è da considerarsi “praticamente assente”.

5.2 Metalli nelle deposizioni di polveri

5.2.1 Ratei di deposizione dei metalli

Nella tabella seguente sono riassunti i ratei di deposizione dei metalli determinati in accordo con quanto previsto dalla Prescrizione 34. Tutti i ratei di deposizione sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$:

| Postazione | Campagna | As | Cd | Cr | Hg | Ni | Pb | Cu | Mn | Tl | V |
|--------------|----------|-----|------|----|-------|----|----|----|-----|-------|----|
| Bypass | P34 21/1 | 0,6 | 0,08 | 40 | 0,002 | 16 | 17 | 42 | 87 | 0,03 | 12 |
| Torre T4 | P34 21/1 | 0,3 | 0,02 | 16 | 0,003 | 5 | 10 | 19 | 25 | 0,01 | 4 |
| Torre T7 | P34 21/1 | 0,2 | 0,04 | 9 | 0,020 | 4 | 9 | 9 | 19 | 0,005 | 3 |
| Torre T7-Bis | P34 21/1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ravano | P34 21/1 | 0,8 | 0,08 | 32 | 0,013 | 16 | 16 | 31 | 81 | 0,03 | 12 |
| Bypass | P34 21/2 | 0,9 | 0,10 | 34 | 0,011 | 15 | 19 | 88 | 100 | 0,03 | 10 |
| Torre T4 | P34 21/2 | 0,5 | 0,04 | 11 | 0,023 | 5 | 8 | 21 | 47 | 0,02 | 4 |
| Torre T7 | P34 21/2 | 0,5 | 0,04 | 11 | 0,006 | 6 | 6 | 12 | 51 | 0,02 | 5 |
| Torre T7-Bis | P34 21/2 | 0,5 | 0,04 | 10 | 0,056 | 5 | 8 | 10 | 46 | 0,02 | 5 |
| Ravano | P34 21/2 | 0,9 | 0,10 | 35 | 0,024 | 19 | 13 | 35 | 121 | 0,04 | 10 |

Tabella 17 - Ratei di deposizione di metalli nelle campagne. Valori in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$.

Come visto per le polveri, le deposizioni della maggior parte dei metalli sono risultate maggiori nella campagna estiva eccetto che per i metalli Cr, Ni, Pb e V che presentano valori medi confrontabili tra le due campagne; le figure seguenti riportano i ratei delle deposizioni dei metalli in ciascuna postazione:

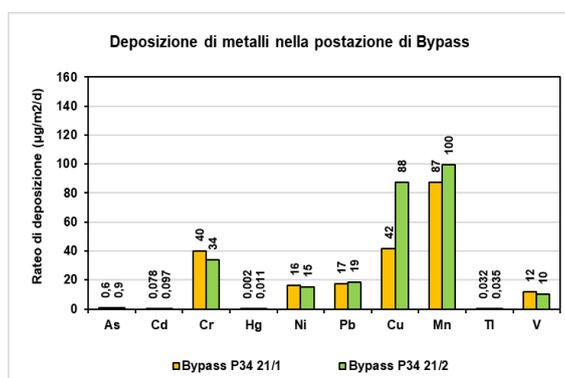


Figura 28 - Ratei di deposizione dei metalli nella postazione di Bypass.

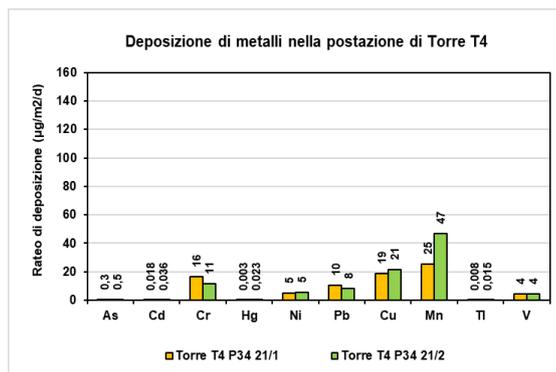


Figura 29- Ratei di deposizione dei metalli nella postazione di Torre T4.

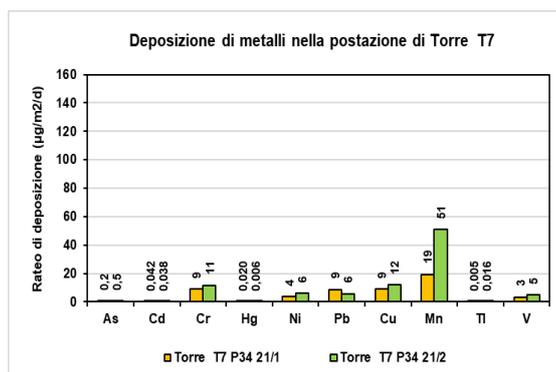


Figura 30 - Ratei di deposizione dei metalli nella postazione di Torre T7.

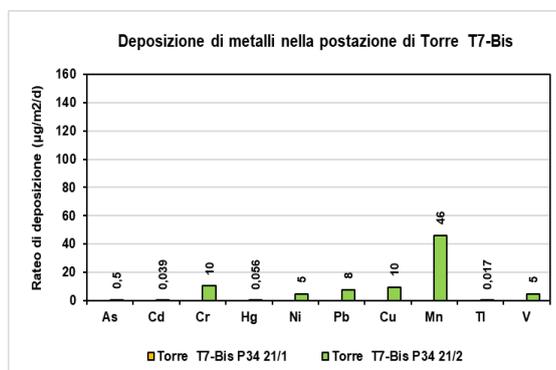


Figura 31 - Ratei di deposizione dei metalli nella postazione di Torre T7-Bis.

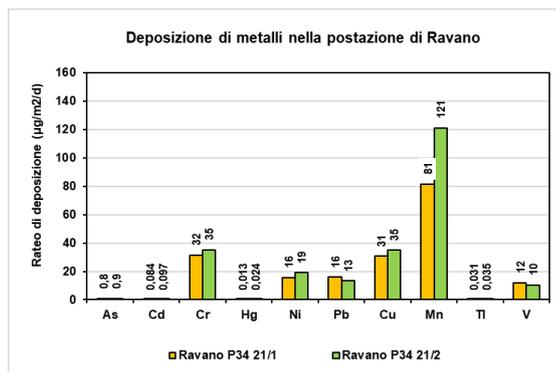
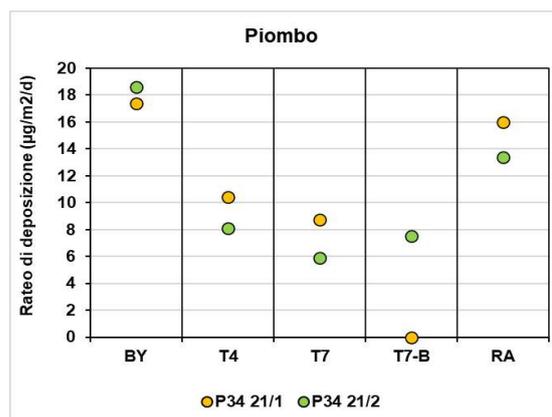
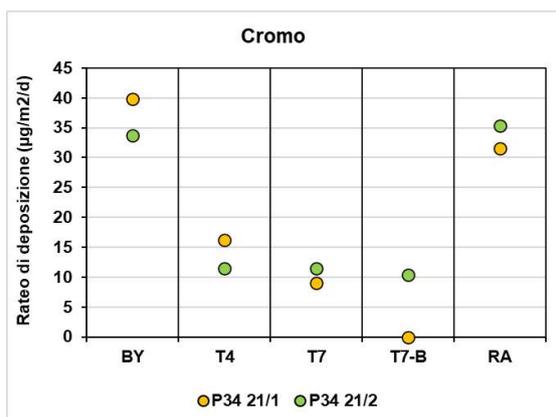
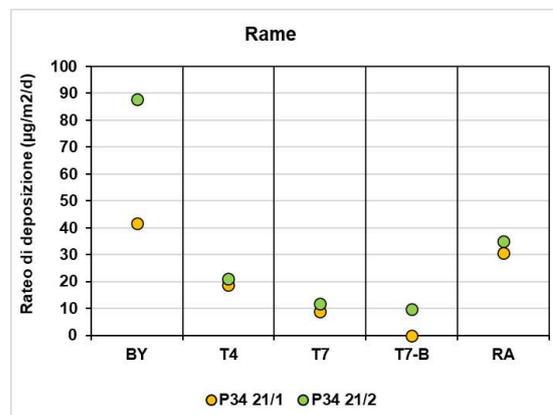
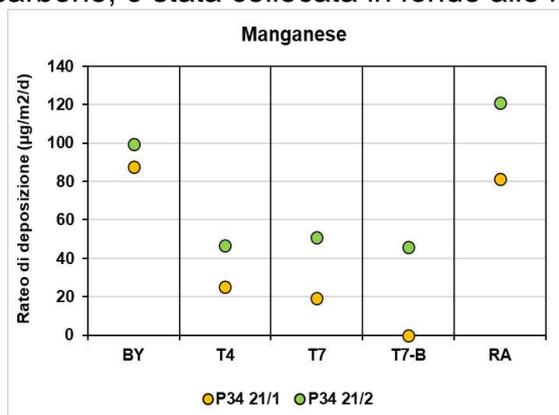


Figura 32- Ratei di deposizione dei metalli nella postazione di Ravano.

Nelle figure che seguono, i ratei di deposizione dei metalli **maggioritari** (Mn, Cu, Cr, Pb, Ni e V) nelle due campagne del 2021 sono ordinati lungo l'asse di movimentazione del carbone, partendo da Bypass (BY), Torre T4 (T4) e le due postazioni di Torre T7 (T7). La postazione di Ravano (RA), più lontana dall'asse di movimentazione del carbone, è stata collocata in fondo alle figure.



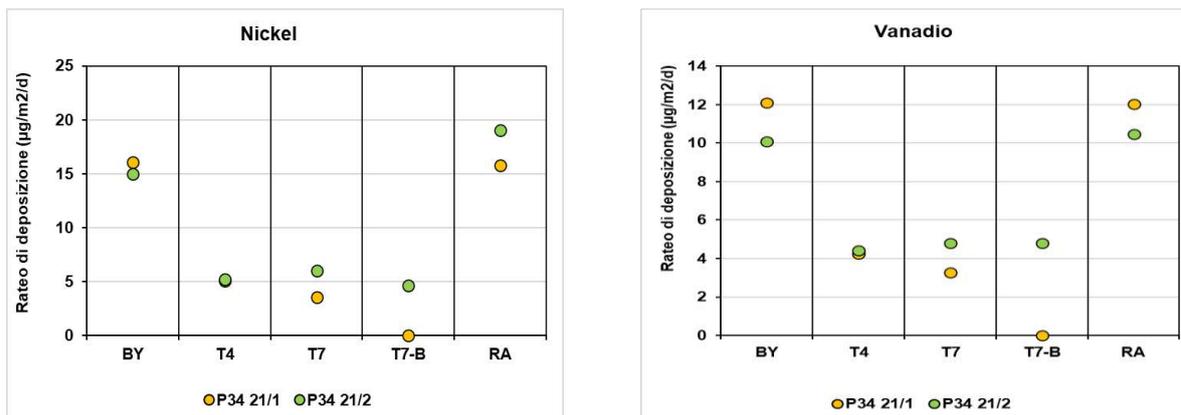
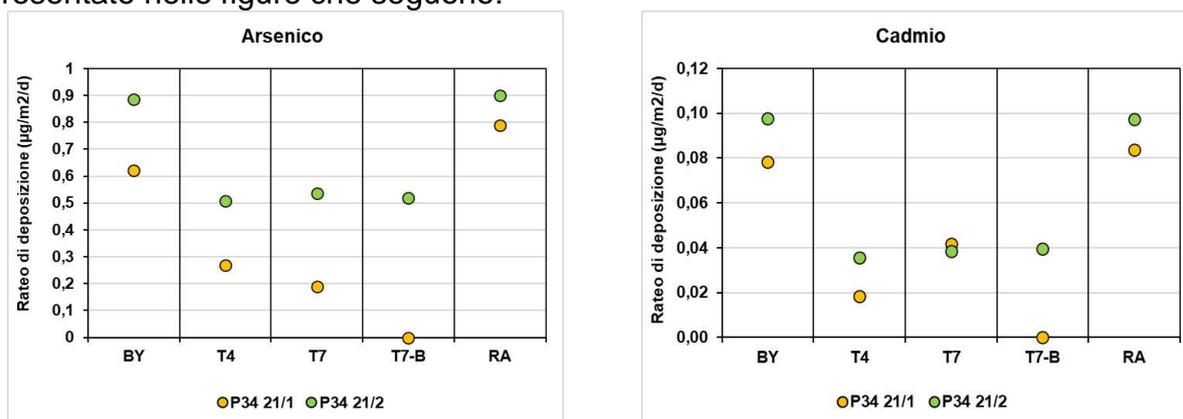


Figura 33 - Ratei di deposizione dei metalli maggioritari nelle postazioni ordinati lungo l'asse di movimentazione del carbone. Per le abbreviazioni delle postazioni si veda Tabella 14.

L'andamento generale è quello di una diminuzione delle deposizioni di metalli allontanandosi dalla linea di costa (postazione di Bypass) in direzione di Torre T7, come già rilevato negli anni precedenti. Le deposizioni della postazione di Ravano sono risultate paragonabili e a volte maggiori di quelle di Bypass; queste due postazioni hanno evidenziato, come per le polveri, i ratei dei metalli più elevati. Si conferma quindi che le postazioni che gravitano in prossimità dell'area di costa hanno deposizioni simili e più influenzate dalla viabilità e dalle emissioni navali. Infatti, l'andamento delle deposizioni di rame riflette quasi sicuramente le influenze dovute alle emissioni dagli organi meccanici dei veicoli a motore, decrescendo dalla postazione di Bypass a quella di T7. Un andamento simile si riscontra per i metalli vanadio e nickel, presenti nelle emissioni navali, a sottolineare anche per questi monitoraggi, l'influenza del porto commerciale.

L'andamento spaziale delle deposizioni dei metalli **minoritari** (As, Cd, Tl e Hg) è presentato nelle figure che seguono:



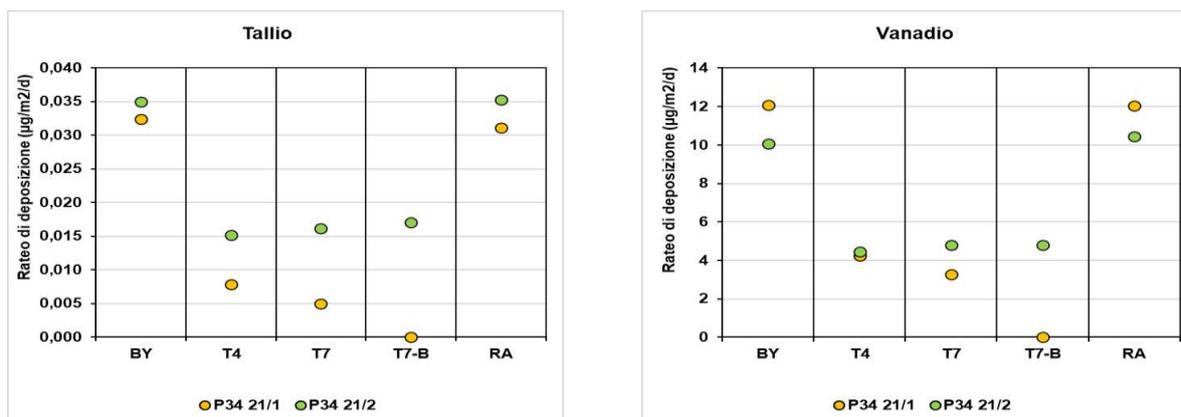


Figura 34- Ratei di deposizione dei metalli minoritari nelle postazioni ordinati lungo l'asse di movimentazione del carbone, escluso Ravano (RA). Per le abbreviazioni delle postazioni si veda Tabella 14.

Data l'esiguità della entità delle deposizioni di As, Cd, Tl e Hg, i ratei risultano in realtà abbastanza confrontabili in tutte le postazioni e lievemente superiori in estate.

Nel paragrafo che segue è riportato un confronto con valori di riferimento europei per As, Cd e Ni.

5.2.1.1 Confronto rateo deposizioni di metalli con valori di riferimento

Le deposizioni di As, Cd, e Ni alla Spezia si possono confrontare con gli intervalli riscontrabili in differenti aree (rurali, urbane e industriali) di nazioni europee, riportati nella tabella che segue, 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 [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$] | 0,082 – 0,43 | 0,22 – 3,4 | 2,0 – 4,3 |
| Cd [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$] | 0,011 – 0,14 | 0,16 – 0,90 | 0,12 – 4,6 |
| Ni [$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$] | 0,03 – 4,3 | 5 - 11 | 2,3 – 22 |

Tabella 18 - Ratei di deposizioni di As, Cd e Ni in aree europee omogenee per tipologia.

Per questo scopo, i grafici di seguito riportano i ratei di deposizione di As, Cd, e Ni rilevati nelle campagne nelle postazioni di monitoraggio.

Nelle figure, la banda in verde chiaro indica l'intervallo di deposizione delle aree rurali, quella in azzurro indica l'intervallo delle aree urbane e quella in arancione chiaro l'intervallo per le aree industriali.

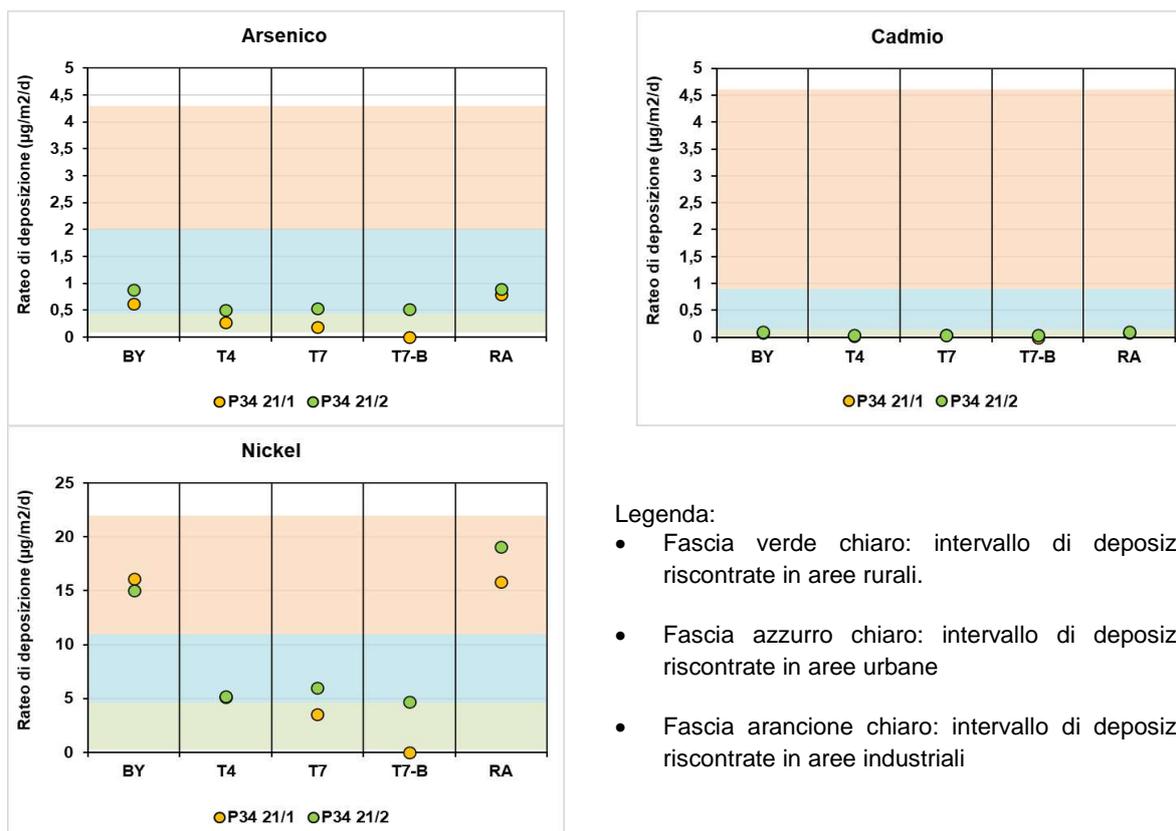


Figura 35 – Ratei di deposizione di As, Cd e Ni alla Spezia, confrontati con gli intervalli riscontrabili in aree rurali ed urbane europee.

I ratei di deposizione di **As** e **Cd** riscontrati alla Spezia non hanno mai ecceduto quelli tipici delle aree urbane. Per quanto riguarda le deposizioni di **Ni**, i ratei sono rimasti normalmente compresi in quelli tipici delle aree urbane nelle postazioni di T4 e T7 e in quelli delle aree industriali nelle postazioni vicino alla costa. Inoltre, i ratei più elevati sono risultati a Ravano nella campagna estiva **P34 21/2** e a Bypass similamente nelle due campagne.

Per valutare l'entità dei ratei di deposizione della Spezia, la tabella seguente riporta i valori guida di alcuni metalli nelle deposizioni atmosferiche adottati da altre nazioni europee, da intendersi come medie annuali:

| Nazione | As [µg/m²/d] | Cd [µg/m²/d] | Ni [µg/m²/d] | Pb [µg/m²/d] | Hg [µg/m²/d] | Tl [µg/m²/d] |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Germania | 4 | 2 | 15 | 100 | 1 | 2 |
| Svizzera | - | 2 | - | 100 | - | 2 |
| Croazia | 4 | 2 | 15 | 100 | - | 2 |
| Austria | - | 2 | - | 100 | - | - |
| Belgio | - | 2 | - | 250 | - | - |

Tabella 19 - Valori guida europei di alcuni metalli nelle deposizioni atmosferiche¹¹.

¹¹ 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

Prendendo come riferimento i valori guida della Germania (in quanto comprendono molti dei metalli analizzati nelle deposizioni di Spezia) e considerando ai fini di confronto il **valore massimo** delle deposizioni rilevato nelle differenti postazioni (v. successiva Tabella 20), si può osservare che i ratei riscontrati alla Spezia sono di gran lunga inferiori rispetto a quelli della Germania.

| Postazione | As [µg/m ² /d] | Cd [µg/m ² /d] | Ni [µg/m ² /d] | Pb [µg/m ² /d] | Hg [µg/m ² /d] | Tl [µg/m ² /d] |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Bypass | 0,9 | 0,10 | 16 | 19 | 0,01 | 0,03 |
| Torre T4 | 0,5 | 0,04 | 5 | 10 | 0,02 | 0,02 |
| Torre T7 | 0,5 | 0,04 | 6 | 9 | 0,02 | 0,02 |
| Torre T7-Bis | 0,5 | 0,04 | 5 | 8 | 0,06 | 0,02 |
| Ravano | 0,9 | 0,10 | 19 | 16 | 0,02 | 0,04 |
| Germania | 4 | 2 | 15 | 100 | 1 | 2 |

Tabella 20 - Valori massimi delle deposizioni di alcuni metalli nelle campagne di monitoraggio del 2021.

Per quanto riguarda il Ni, risulta che i valori massimi riscontrati superano di poco il valore guida tedesco per le postazioni di Bypass e Ravano. Va però ricordato che i valori guida si riferiscono a medie annuali mentre i valori riportati in Tabella 20 si riferiscono alla massima deposizione riscontrata nelle campagne. Se si considerano i valori medi delle due campagne si ottiene per **Bypass** una deposizione media uguale al valore guida e per **Ravano** di poco superiore ai valori guida tedeschi.

5.2.2 Concentrazioni dei metalli nelle polveri depositate

Per valutare le possibili variazioni intervenute nella composizione delle deposizioni durante le due campagne di monitoraggio, si è proceduto al calcolo delle **concentrazioni** dei metalli nelle polveri depositate. I valori sono espressi in **µg/g**.

| Postazione | Campagna | As | Cd | Cr | Hg | Ni | Pb | Cu | Mn | Tl | V |
|--------------|----------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| Bypass | P34 21/1 | 5,1 | 0,64 | 326 | 0,02 | 132 | 143 | 341 | 716 | 0,26 | 99 |
| Torre T4 | P34 21/1 | 8,4 | 0,58 | 513 | 0,10 | 161 | 328 | 591 | 799 | 0,25 | 134 |
| Torre T7 | P34 21/1 | 7,3 | 1,62 | 349 | 0,76 | 137 | 338 | 343 | 738 | 0,19 | 127 |
| Torre T7-Bis | P34 21/1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ravano | P34 21/1 | 6,7 | 0,71 | 265 | 0,11 | 133 | 134 | 259 | 686 | 0,26 | 101 |
| Bypass | P34 21/2 | 6,2 | 0,68 | 237 | 0,08 | 105 | 130 | 615 | 699 | 0,25 | 71 |
| Torre T4 | P34 21/2 | 9,1 | 0,64 | 204 | 0,41 | 93 | 145 | 377 | 831 | 0,27 | 79 |
| Torre T7 | P34 21/2 | 9,9 | 0,71 | 210 | 0,11 | 110 | 108 | 217 | 933 | 0,30 | 88 |
| Torre T7-Bis | P34 21/2 | 7,9 | 0,60 | 159 | 0,86 | 71 | 114 | 146 | 699 | 0,26 | 73 |
| Ravano | P34 21/2 | 5,9 | 0,64 | 231 | 0,16 | 125 | 88 | 229 | 794 | 0,23 | 68 |

Tabella 21 – Concentrazioni dei metalli nelle polveri depositate. Valori in µg/g.

Di seguito, le concentrazioni dei metalli nelle deposizioni raccolte nelle cinque postazioni nel corso delle campagne sono confrontate graficamente mediante istogrammi. Sopra le barre è indicato il valore della concentrazione di metalli riscontrata.

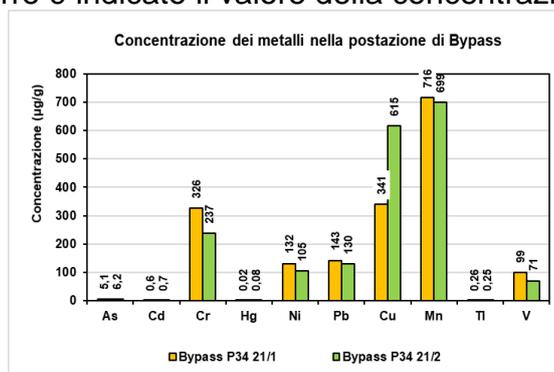


Figura 36 - Concentrazioni dei metalli nelle deposizioni di Bypass.

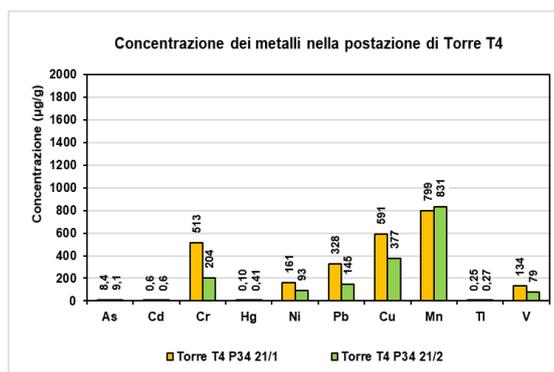


Figura 37 - Concentrazioni dei metalli nelle deposizioni misurate a Torre T4.

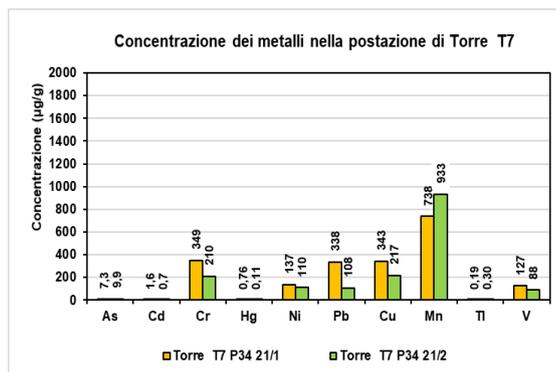


Figura 38 - Concentrazioni dei metalli nelle deposizioni misurate a Torre T7.

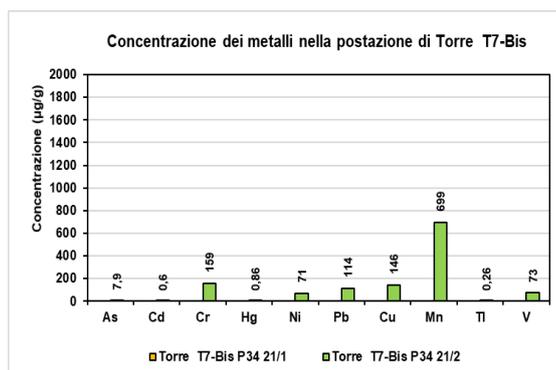


Figura 39 - Concentrazioni dei metalli nelle deposizioni misurate a Torre T7-Bis.

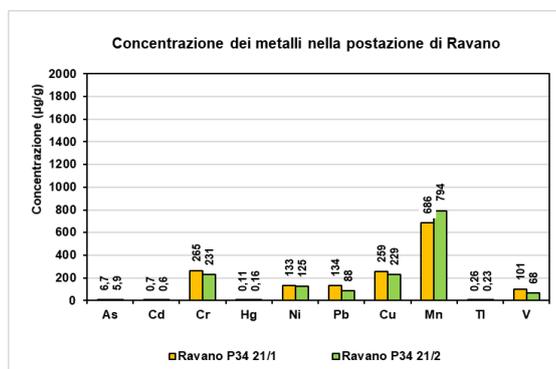


Figura 40 - Concentrazioni dei metalli nelle deposizioni misurate a Ravano.

Le due campagne evidenziano valori di concentrazione abbastanza confrontabili tra le due campagne con valori più elevati per i metalli Cr, Ni, Pb e V in tutte le postazioni nella campagna invernale (21/1).

5.3 Contenuto di carbonio organico (OC) ed elementare (EC)

Nelle deposizioni raccolte durante i monitoraggi della Prescrizione 34 è stata condotta la determinazione del contenuto di carbonio totale (TC), diviso in carbonio elementare (EC) ed organico (OC) [Poschl and Shirawa, 2015] usato generalmente per identificare la componente carboniosa dell'aerosol.

Il Carbonio Organico (OC) è una miscela di idrocarburi e di composti ossigenati del carbonio e può essere sia di origine primaria sia secondaria. L'OC primario si origina da emissioni da combustione principalmente come particelle submicroniche e anche da emissioni naturali di specie vegetali [Duan et al., 2004] mentre quello secondario da reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera tra composti organici volatili e precursori gassosi [Jacobson et al., 2000; Kanakidou et al., 2005; Tsigaridis et al., 2006].

Il Carbonio Elementare (EC) ha struttura grafitica con colorazione nera. È essenzialmente un inquinante primario, emesso direttamente durante l'incompleta combustione di fossili e carburanti [Bond et al., 2007, Szidat S. et al., 2009, Chow, J. et al. 2011].

Le misure di EC ed OC sono molto diffuse nel particolato urbano aero disperso specie nelle frazioni più fini. L'applicazione di questa determinazione alle deposizioni è molto meno frequente e non si hanno valori di riferimento caratteristici per differenti contesti (urbano, rurale, ecc.). In questo senso, le misure di EC e OC non possono essere comparate con quelle del particolato in aria riportate in letteratura, ma possono dare indicazioni sulle differenti caratteristiche del particolato sedimentabile, di granulometria grossolana rispetto a quello aero disperso, e la loro variabilità nel tempo.

In particolare, nel presente lavoro, le misure delle differenti forme del carbonio sono state valutate come potenziale indicatore della componente carboniosa nelle deposizioni, in aggiunta alle riconosciute sorgenti sopra esposte.

Nella tabella che segue sono riportati i valori di deposizione di polveri, carbonio organico (OC), elementare (EC) e totale (TC), quest'ultimo dato dalla somma di OC ed EC. Tutti i valori sono espressi in $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$.

| Postazione | Campagna | Polveri | OC | EC | TC |
|--------------|----------|---------|------|-----|------|
| Bypass | P34 21/1 | 122 | 26,4 | 7,1 | 33,5 |
| Torre T4 | P34 21/1 | 32 | 4,9 | 0,6 | 5,6 |
| Torre T7 | P34 21/1 | 26 | 5,2 | 0,7 | 5,9 |
| Torre T7-Bis | P34 21/1 | - | - | - | - |
| Ravano | P34 21/1 | 119 | 18,3 | 4,2 | 22,5 |
| Bypass | P34 21/2 | 143 | 14,8 | 3,6 | 18,4 |
| Torre T4 | P34 21/2 | 56 | 4,8 | 0,8 | 5,6 |
| Torre T7 | P34 21/2 | 55 | 6,9 | 1,2 | 8,1 |
| Torre T7-Bis | P34 21/2 | 66 | 5,9 | 2,5 | 8,4 |
| Ravano | P34 21/2 | 153 | 18,5 | 5,9 | 24,4 |

Tabella 22 - Deposizione di polveri, carbonio organico (OC), elementare (EC) e totale (TC). Valori in $\text{mg}/\text{m}^2/\text{d}$.

Di seguito sono confrontati gli andamenti di OC e di EC durante le campagne:

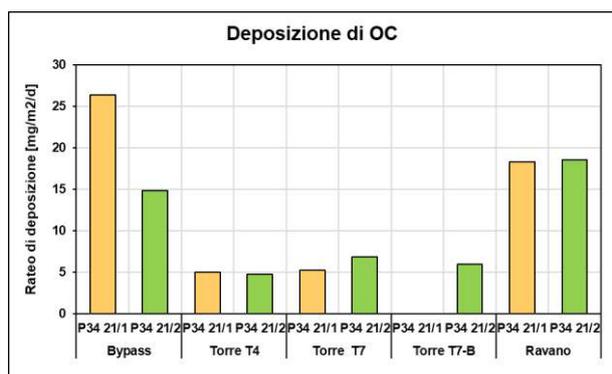


Figura 41 - Andamento delle deposizioni di OC nelle campagne P34 21/1 e 21/2.

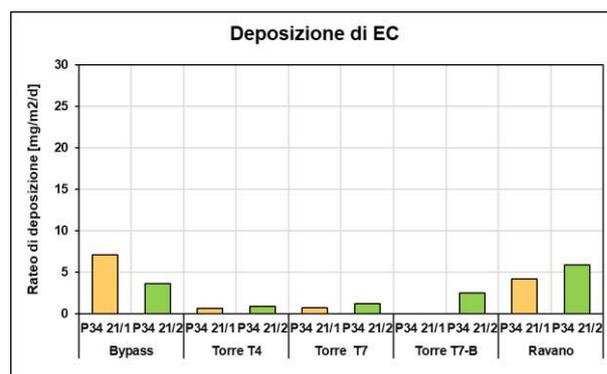


Figura 42 - Andamento delle deposizioni di EC nelle campagne P34 21/1 e 21/2.

Le deposizioni di carbonio organico OC e di carbonio elementare EC sono risultate abbastanza confrontabili in linea con le deposizioni di polveri in tutte le postazioni, eccetto che a Bypass e a Ravano, dove si registrano valori maggiori nella campagna invernale.

Nella tabella seguente sono riportati i valori del rapporto OC/EC nelle deposizioni delle cinque postazioni per le campagne di monitoraggio:

| Postazione | Campagna | OC/EC |
|--------------|----------|-------|
| Bypass | P34 21/1 | 3,7 |
| | P34 21/2 | 4,1 |
| Torre T4 | P34 21/1 | 8,2 |
| | P34 21/2 | 5,7 |
| Torre T7 | P34 21/1 | 8,0 |
| | P34 21/2 | 5,7 |
| Torre T7-Bis | P34 21/1 | n.d. |
| | P34 21/2 | 2,4 |
| Ravano | P34 21/1 | 4,4 |
| | P34 21/2 | 3,2 |

Tabella 23 - Valori del rapporto OC/EC nelle deposizioni.

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

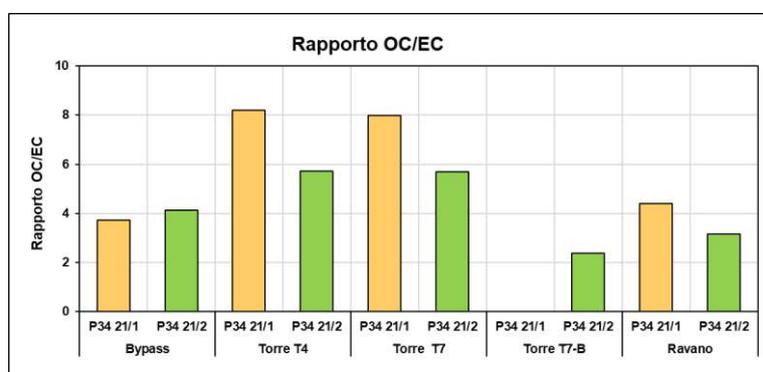


Figura 43 - Andamento del rapporto OC/EC nelle deposizioni.

Tra la campagna invernale **P34 21/1** e estiva **P34 21/2**, i rapporti OC/EC sono diminuiti in tutte le postazioni, eccetto che a Bypass e a Ravano dove risultano abbastanza simili tra le due campagne, indicando un'indipendenza della componente carboniosa sulle deposizioni dalla stagionalità.

Se si considerano i dati di OC e EC in termini del loro contenuto % nelle polveri, si ottengono i valori riportati nella tabella che segue:

| Postazione | Campagna | Polveri | OC% | EC% | TC% |
|--------------|----------|---------|-----|-----|-----|
| Bypass | P34 21/1 | 122 | 22 | 6 | 27 |
| | P34 21/2 | 143 | 10 | 3 | 13 |
| Torre T4 | P34 21/1 | 32 | 16 | 2 | 18 |
| | P34 21/2 | 56 | 8 | 1 | 10 |
| Torre T7 | P34 21/1 | 26 | 20 | 3 | 23 |
| | P34 21/2 | 55 | 13 | 2 | 15 |
| Torre T7-Bis | P34 21/1 | - | - | - | - |
| | P34 21/2 | 66 | 9 | 4 | 13 |
| Ravano | P34 21/1 | 119 | 15 | 3 | 19 |
| | P34 21/2 | 153 | 12 | 4 | 16 |

Tabella 24 – Contenuto % di OC, EC e TC nelle polveri depositate nelle due campagne.

In termini di Carbonio Totale (TC) i valori sono rimasti compresi tra il 13 e il 30% nelle due campagne. Le figure seguenti confrontano le % di OC e EC riscontrate nelle polveri depositate nelle campagne:

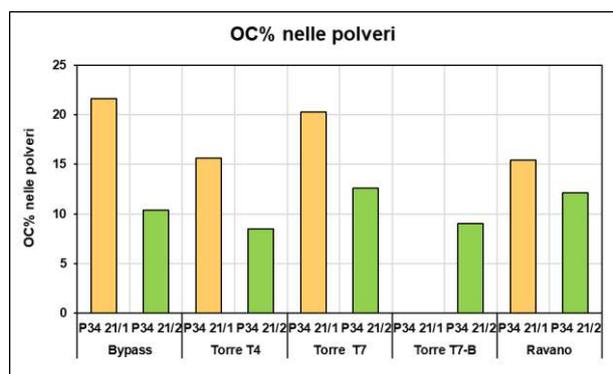


Figura 44 - Contenuto % di OC nelle polveri depositate nelle campagne

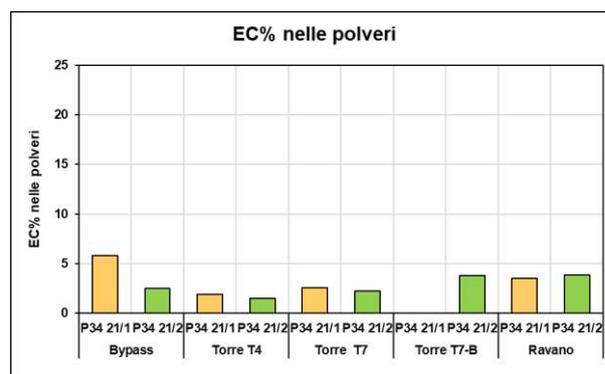


Figura 45 - Contenuto % di EC nelle polveri depositate nelle campagne

Dalle figure si nota un maggior contenuto % di OC ed EC in inverno rispetto all'estate in tutte le postazioni.

5.4 Caratterizzazione mediante SEM delle particelle depositate

Oltre alle caratterizzazioni prettamente chimiche, su porzioni dei filtri utilizzati per la filtrazione delle particelle insolubili sono state condotte indagini in microscopia elettronica a scansione (SEM) per valutare il tipo di particelle depositate e individuare la presenza di carbone incombusto attraverso le sue caratteristiche morfologiche e l'analisi spettrale con microsonda.

Ai campioni del 2021 è stata applicata la stessa modalità operativa in SEM usata in precedenza, che combina criteri di riconoscimento basati sulla morfologia delle particelle e conferme dallo spettro di microanalisi mediante sonda EDS. Un sunto della procedura e alcuni esempi di morfologia e spettri di microanalisi SEM di tipiche particelle sono riportati in Appendice 3. I risultati delle indagini al SEM sono riportati nella tabella che segue:

| Postazione | Campagna P34 21/1 | Campagna P34 21/2 |
|--------------|-------------------|-------------------|
| Bypass | < 0,1 | < 0,1 |
| Torre T4 | < 0,1 | < 0,1 |
| Torre T7 | < 0,1 | < 0,1 |
| Torre T7-Bis | < 0,1 | < 0,1 |
| Ravano | < 0,1 | < 0,1 |

Tabella 25 - Percentuale stimata di particelle di carbone superficiali nei campioni di deposizione.

I risultati indicano che nelle due campagne non si sono mai rilevate quantità superiori al limite di rilevabilità di carbone, anche alla luce dell'assenza completa di scarico di carbone in entrambe le campagne.

Va ricordato che la significatività di queste osservazioni è limitata sia dalla scarsa numerosità dei campioni esaminati sia dall'eterogeneità delle particelle riscontrate nelle deposizioni. Inoltre, poiché la superficie esaminata del filtro è piccola rispetto alla superficie totale (circa 0,2%), i risultati dell'indagine danno una indicazione soprattutto qualitativa.

5.5 Analisi dati rilevati dalla postazione fissa BYPASS annuale

ARPAL, insieme agli altri Enti interessati, ha effettuato una integrazione del protocollo di attuazione, prevedendo la raccolta delle deposizioni a Bypass anche nei periodi non coperti dalle campagne periodiche. Sono stati rilevati solo i parametri inorganici in quanto caratteristici dello scarico del carbone ENEL. I deposimetri delle campagne integrative sono stati sempre mantenuti a 2 metri di altezza come per i deposimetri delle due campagne di misura previste dal protocollo.

5.5.1 Rateo di deposizione di polveri

In Tabella 26 sono riportate i ratei di deposizione della postazione fissa di Bypass per le campagne aggiuntive (evidenziate in grassetto) assieme alle campagne descritte in precedenza facenti parte della P34. Le attività di scarico del carbone in banchina si sono avute solo in due (**P34 21/D** e **P34 21/G**) delle nove campagne aggiuntive che hanno caratterizzato quasi l'intero anno di monitoraggio. Nella tabella sono anche riportate le tonnellate di carbone scaricato in Banchina per ciascuna campagna.

| Sigla | Data Inizio | Data Fine | Giorni esposizione | Precipitazione raccolta [mm] | Scarico carbone in banchina (t) | Rateo deposizione insolubile [mg/m ² /d] |
|---------------------------------------|-------------|------------|--------------------|------------------------------|---------------------------------|---|
| P34 20/I | 11/12/2020 | 12/01/2021 | 32 | 351 | 0 | 49 |
| P34 21/A | 12/01/2021 | 11/02/2021 | 30 | 258 | 0 | 98 |
| P34 21/1 | 11/02/2021 | 18/03/2021 | 35 | 63 | 0 | 122 |
| P34 21/B | 18/03/2021 | 20/04/2021 | 33 | 54 | 0 | 109 |
| P34 21/C | 20/04/2021 | 26/05/2021 | 36 | 163 | 0 | 125 |
| P34 21/D | 26/05/2021 | 30/06/2021 | 35 | 6 | 8001 | 97 |
| P34 21/2 | 30/06/2021 | 04/08/2021 | 35 | 13 | 0 | 143 |
| P34 21/E | 04/08/2021 | 07/09/2021 | 34 | 5 | 0 | 71 |
| P34 21/F | 07/09/2021 | 13/10/2021 | 36 | 276 | 0 | 140 |
| P34 21/G | 13/10/2021 | 11/11/2021 | 29 | 179 | 31314 | 88 |
| P34 21/H | 11/11/2021 | 07/12/2021 | 26 | 138 | 0 | 15 |
| Media del rateo di deposizione | | | | | | 96 |

Tabella 26 – Ratei di deposizione delle polveri sedimentabili, quantità di carbone scaricato e entità delle precipitazioni a Bypass.

Il rateo di deposizione delle polveri a Bypass non risulta correlato con la movimentazione di carbone ed è caratterizzato da un valore di fondo più elevato rispetto alle altre postazioni (v. anche Rapporto monitoraggio P14 2019¹²). Il valore medio per il periodo di osservazione è risultato essere di 96 mg/m²/d e pertanto tale postazione si colloca nella classe di polverosità II ('bassa') della tabella redatta dal gruppo di lavoro della Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico del Ministero dell'Ambiente (vedi Tabella 16). I ratei di deposizione delle polveri insolubili misurati nelle campagne di monitoraggio a Bypass, sono riportati nella figura seguente. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle due campagne della Prescrizione 34, mentre quelli in rosso alle campagne integrative. È stata inclusa anche la precipitazione raccolta, in mm, con asse secondario invertito:

¹² "Report monitoraggio Prescrizione 14 2019" prot ARPAL n. 21494 del 06/08/2020.

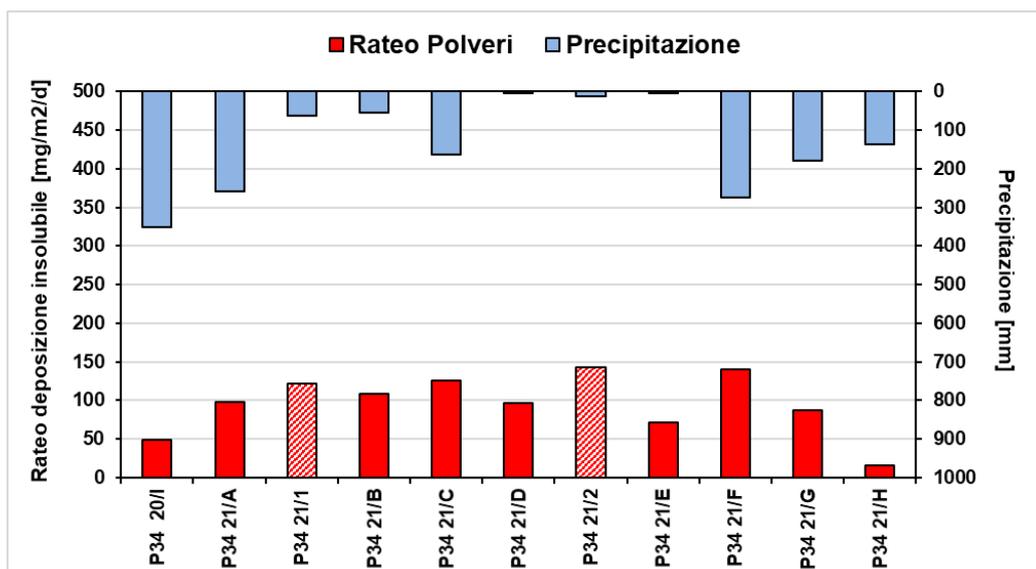


Figura 46 - Ratei di deposizione delle polveri insolubili e precipitazione raccolta in mm nel corso dell'anno.

La figura evidenzia che i ratei di deposizione sono rimasti compresi tra circa 15 e circa 150 mg/m³/d, senza un particolare trend nel corso dell'anno.

Nella figura sottostante, invece, i ratei di deposizione delle polveri sedimentabili sono confrontati con le tonnellate di carbone scaricato in Banchina (asse secondario, a destra nel grafico):

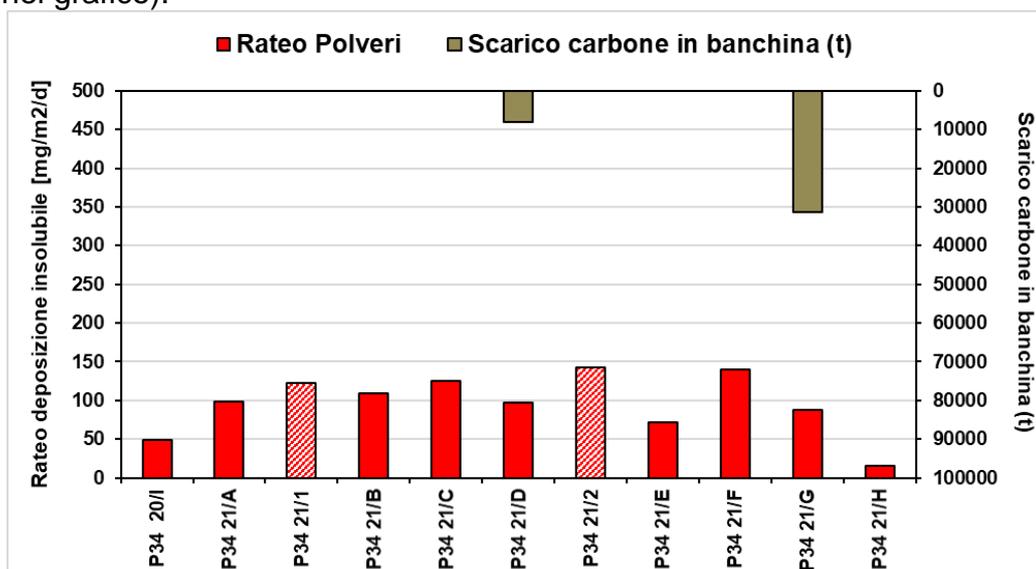


Figura 47 - Ratei di deposizione delle polveri e quantità di carbone scaricato in Banchina.

Come già evidenziato in precedenza, non si evidenzia alcuna correlazione tra rateo di deposizione delle polveri e quantità di carbone scaricato in Banchina. Infatti, si nota che nelle campagne con ratei di deposizione più elevati (P34 21/2 e 21/F) non si sono avute attività di scarico del carbone.

In conclusione, i ratei di deposizione delle polveri nelle campagne di campionamento senza scarico del carbone, sono confrontabili con quelli nelle due campagne con scarico del carbone.

5.5.2 Contenuto di metalli

Nella tabella seguente sono riassunti i ratei di deposizione dei metalli determinati a Bypass nel corso del 2021, in accordo con quanto previsto dalla prescrizione 34. I ratei di deposizione sono espressi tutti in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$:

| Campagna | As | Cd | Hg | Tl | Cr | Ni | Pb | Cu | Mn | V |
|------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|
| P34 20/I | 0,09 | 0,005 | 0,02 | 0,005 | 9 | 8 | 7 | 11 | 18 | 2,6 |
| P34 21/A | 0,32 | 0,005 | 0,03 | 0,005 | 8 | 5 | 9 | 13 | 30 | 5,9 |
| P34 21/1 | 0,62 | 0,078 | 0,002 | 0,032 | 40 | 16 | 17 | 42 | 87 | 12 |
| P34 21/B | 0,26 | 0,004 | 0,01 | 0,004 | 15 | 6 | 7 | 23 | 47 | 5,1 |
| P34 21/C | 0,50 | 0,004 | 0,02 | 0,004 | 15 | 6 | 8 | 27 | 49 | 4,5 |
| P34 21/D | 0,24 | 0,004 | 0,02 | 0,004 | 9 | 4 | 3 | 13 | 22 | 2,2 |
| P34 21/2 | 0,88 | 0,097 | 0,011 | 0,035 | 34 | 15 | 19 | 88 | 100 | 10 |
| P34 21/E | 0,08 | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 8 | 4 | 5 | 12 | 22 | 2,3 |
| P34 21/F | 0,82 | 0,004 | 0,03 | 0,004 | 25 | 11 | 9 | 27 | 17 | 8,1 |
| P34 21/G | 0,33 | 0,005 | 0,00 | 0,005 | 16 | 6 | 7 | 22 | 36 | 3,2 |
| P34 21/H | 0,07 | 0,006 | 0,00 | 0,006 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 0,4 |
| Media | 0,30 | 0,026 | 0,139 | 0,007 | 12 | 7 | 9 | 22 | 39 | 5 |
| Valore guida Germania | 4 | 2 | 1 | 2 | - | 15 | 100 | - | - | - |

Tabella 27 – Ratei di deposizione di metalli del 2021 nella postazione di Bypass.

Si evidenzia che i ratei medi annuali dei metalli risultano ampiamente inferiori ai valori guida tedeschi. Si nota inoltre che le campagne con rateo maggiore di polvere (**21/2** e **21/F**) risultano anche caratterizzate da maggiori valori di rateo di tutti i metalli per la **21/2** e della maggior parte dei metalli (eccetto che per Pb e Mn) per la **21/F**.

Nella tabella seguente sono riassunti invece le concentrazioni dei metalli a Bypass nel corso dell'anno, espresse in $\mu\text{g}/\text{g}$.

| Campagna | As | Cd | Hg | Tl | Cr | Ni | Pb | Cu | Mn | V |
|----------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| P34 20/I | 1,9 | 0,09 | 0,41 | 0,09 | 190 | 174 | 137 | 232 | 362 | 52 |
| P34 21/A | 3,2 | 0,05 | 0,27 | 0,05 | 85 | 54 | 90 | 136 | 304 | 60 |
| P34 21/1 | 5,1 | 0,64 | 0,02 | 0,26 | 326 | 132 | 143 | 341 | 716 | 99 |
| P34 21/B | 2,4 | 0,04 | 0,08 | 0,04 | 142 | 59 | 60 | 216 | 435 | 47 |
| P34 21/C | 4,0 | 0,03 | 0,13 | 0,03 | 122 | 48 | 64 | 219 | 392 | 36 |
| P34 21/D | 2,5 | 0,04 | 0,20 | 0,04 | 92 | 41 | 34 | 134 | 225 | 23 |
| P34 21/2 | 6,2 | 0,68 | 0,08 | 0,25 | 237 | 105 | 130 | 615 | 699 | 71 |
| P34 21/E | 1,1 | 0,06 | 0,03 | 0,06 | 111 | 55 | 64 | 174 | 313 | 32 |
| P34 21/F | 5,9 | 0,03 | 0,20 | 0,03 | 180 | 82 | 66 | 192 | 120 | 58 |
| P34 21/G | 3,8 | 0,06 | 0,03 | 0,06 | 188 | 68 | 85 | 249 | 415 | 36 |
| P34 21/H | 4,3 | 0,36 | 0,18 | 0,36 | 136 | 61 | 129 | 183 | 212 | 25 |

Tabella 28 – Concentrazioni in $\mu\text{g}/\text{g}$ dei metalli nelle polveri per le campagne di monitoraggio 2021.

Le figure che seguono riportano per Bypass l'andamento delle concentrazioni di metalli, in $\mu\text{g}/\text{g}$, presenti nelle polveri nell'anno. Gli istogrammi tratteggiati sono riferiti ai risultati delle campagne della **P34 20/1** e **P34 20/2**:

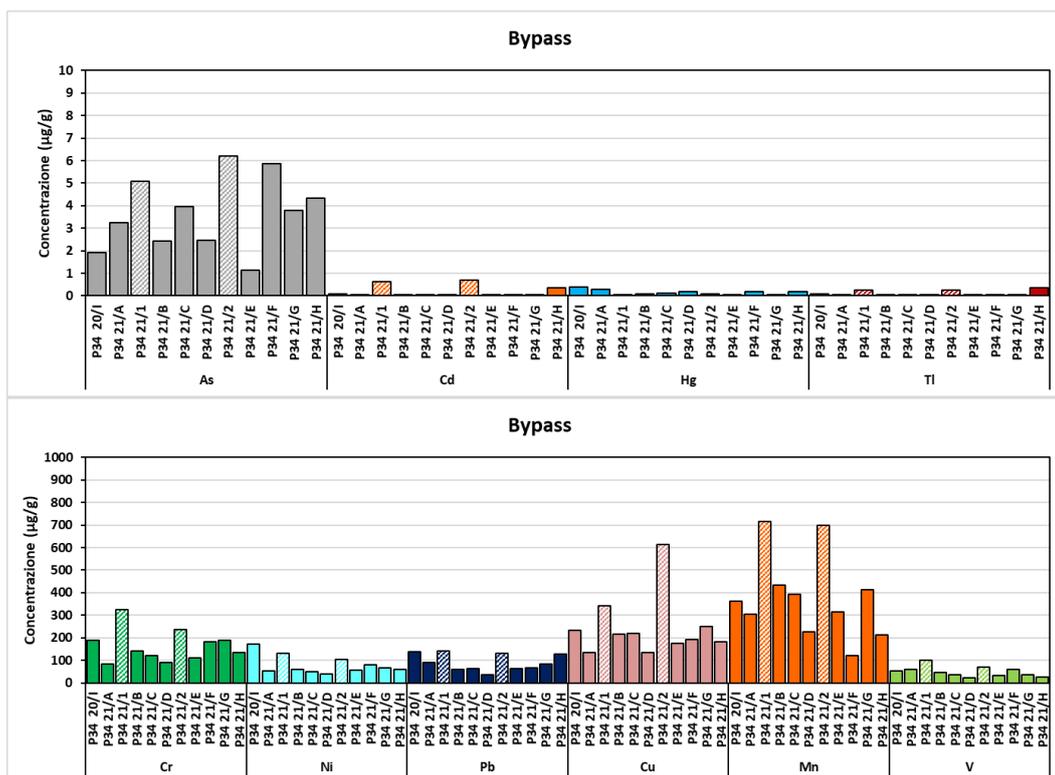


Figura 48 – Concentrazioni dei metalli a Bypass nel corso dell'anno.

I grafici e la tabella soprariportati evidenziano che le concentrazioni dei metalli presentano normalmente una variabilità abbastanza limitata durante il corso dell'anno; As e Hg tra i metalli minoritari e Cr, Cu e Mn tra quelli maggioritari sono risultati i metalli che presentano variabilità relativamente maggiore nel corso dell'anno. In conclusione, l'analisi estesa a tutto l'anno associata ai dati di carbone movimentate in Banchina non evidenzia alcuna correlazione con quest'ultima attività.

5.5.3 Caratterizzazione mediante SEM

I risultati delle indagini al SEM sono riportati nella tabella che segue:

| Campagna | % carbone |
|----------|-----------|
| P34 20/I | < 0,1 |
| P34 21/A | < 0,1 |
| P34 21/1 | < 0,1 |
| P34 21/B | < 0,1 |
| P34 21/C | < 0,1 |
| P34 21/D | < 0,1 |
| P34 21/2 | < 0,1 |
| P34 21/E | < 0,1 |
| P34 21/F | < 0,1 |
| P34 21/G | < 0,1 |
| P34 21/H | < 0,1 |

Tabella 29 - Percentuale stimata di particelle di carbone superficiali nei campioni di deposizione.

I risultati rappresentativi di tutto l'anno, 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. Va ricordato che la significatività di queste osservazioni è limitata sia dalla scarsa numerosità dei campioni esaminati sia dall'eterogeneità delle particelle riscontrate nelle deposizioni. Inoltre, poiché la superficie esaminata del filtro è piccola rispetto alla superficie totale (circa 0,2%), i risultati dell'indagine danno una indicazione soprattutto qualitativa.

6. SINTESI DEI RISULTATI DEL MONITORAGGIO FINO AL 2021

In questo paragrafo sono sinteticamente valutati i risultati delle campagne della prescrizione 34 (ex 18) effettuate dal 2014 al 2021 elencate nella successiva tabella. In particolare, sono stati analizzati gli andamenti riscontrati e valutati i risultati medi dei periodi di scarico e movimentazione di carbone a confronto con quelli in assenza di scarico e di funzionamento della CTE (campagna **P18 14/0** e **P34 20/1, 21/1 e 21/2**). La campagna di bianco **P18 17/0** non è stata considerata nelle elaborazioni a causa della sua peculiarità meteorologica (descritta di seguito) e per tale motivo non è riportata nella Tabella 30.

| Campagne prescrizione 34 (ex 18) | | | | |
|----------------------------------|----------|------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Anno | Codifica | Data | Quantità carbone scaricato (t) | Note |
| 2014 | P18 14/0 | 24/05 – 15/06/14 | 0 | Campagna di "bianco" |
| 2014 | P18 14/1 | 06/08 – 08/09/14 | 182221 | Campagna di monitoraggio estiva |
| 2015 | P18 15/1 | 04/02 – 04/03/15 | 173912 | Campagna di monitoraggio invernale |
| 2015 | P18 15/2 | 23/07 – 02/09/15 | 151750 | Campagna di monitoraggio estiva |
| 2016 | P18 16/1 | 04/03 – 06/04/16 | 152886 | Campagna di monitoraggio invernale |
| 2016 | P18 16/2 | 17/07 – 24/08/16 | 177458 | Campagna di monitoraggio estiva |
| 2017 | P18 17/1 | 12/01 – 08/02/17 | 131392 | Campagna di monitoraggio invernale |
| 2017 | P18 17/2 | 29/06 – 01/08/17 | 64683 | Campagna di monitoraggio estiva |
| 2018 | P18 18/1 | 18/01 – 22/02/18 | 66000 | Campagna di monitoraggio invernale |
| 2018 | P18 18/2 | 28/06 – 01/08/18 | 45674 | Campagna di monitoraggio estiva |
| 2019 | P18 19/1 | 20/06 - 24/07/19 | 0 | Campagna di monitoraggio estiva |
| 2019 | P18 19/2 | 07/11 - 12/12/19 | 2600 | Campagna di monitoraggio invernale |
| 2020 | P34 20/1 | 24/06 - 30/07/20 | 0 | Campagna di "bianco" estiva |
| 2020 | P34 20/2 | 10/11 - 11/12/20 | 0 | Campagna di monitoraggio invernale |
| 2021 | P34 21/1 | 11/02 – 18/03/21 | 0 | Campagna di "bianco" invernale |
| 2021 | P34 21/2 | 30/06 – 04/08/22 | 0 | Campagna di "bianco" estiva |

Tabella 30 - Sintesi delle campagne della prescrizione 34 (ex 18).

Al riguardo delle campagne effettuate si riportano le seguenti osservazioni:

- nel complesso sono state condotte cinque campagne estive e cinque invernali di monitoraggio con la Centrale in funzionamento e con scarico di carbone;
- la campagna estiva **P18 19/1** e invernale **P34 20/2** senza scarico di carbone non sono state considerate una campagna di bianco, perché con Centrale parzialmente in funzione e quindi con movimentazione di carbone dal carbonile;
- la campagna **P18 14/0** è stata una campagna di bianco, a Centrale ferma e senza scarico di carbone, parzialmente anomala solo per la postazione di **Bypass**, in quanto erano in corso presso la banchina ENEL una serie di lavori di manutenzione; anche le campagne di bianco **P34 20/1, 21/1 e 21/2** sono state considerate di bianco in quanto senza scarico di carbone e con CTE spenta;
- durante le campagne del **2015** si sono verificate presso la postazione di **Bypass**, modifiche della viabilità;
- le campagne del 2020 sono state effettuate durante l'emergenza COVID 19;

**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 partire dalla campagna **P34 21/C** si è registrata una significativa modifica viabilistica legata al crollo del ponte Darsena che ha prodotto un possibile maggiore impatto sulle deposizioni di BYPASS per effetto dell'incremento nel risollevarimento indotto dall'aumento del traffico limitrofo.

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

- Campagne con eventi anomali meteorologici e locali:
 - durante la estiva **P18 15/2** si sono verificate due eventi temporaleschi che hanno visto cadere oltre il 50% della pioggia del periodo: uno superiore ai 50 mm e l'altro prossimo ai 120 mm;
 - durante la **P18 17/1** si è verificato un evento di Saharan Dust di grandi proporzioni che, insieme a forte vento, ha determinato oltre a trasporto di sabbia, anche risollevarimento di elementi antropici/industriali (non è stata quindi raggruppata all'altra di bianco per calcoli ed elaborazioni medie);
 - durante la invernale **P18 19/2**, l'eccezionale quantità di precipitazioni ha costretto ad un cambio anticipato dei deposimetri, avvenuto in data 21/11/2019, e le deposizioni sono state sommate; inoltre nei giorni 10-11/11 e 23/11/2019 si sono avuti due eventi meteo di avvezione sahariana con significativa deposizione di sabbie;
 - durante la campagna invernale **P34 20/2** si sono registrate cumulate elevate su tutta l'area e condizioni di forte maltempo.
- Campagne con episodi di incendi:
 - durante la **P18 16/1**, il 23/03/2016 si è verificato un importante incendio di un edificio civile nei pressi della postazione di **Bypass**.

Relativamente alla postazione di Bypass, dal 2014 al 2015, il deposimetro è stato collocato a 6 metri da terra. Successivamente è stato ricollocato a livello del suolo, in analogia con gli altri deposimetri, e con punto di campionamento a 2 m da terra. I dati antecedenti il 2016 sono stati quindi ricalcolati con un opportuno fattore correttivo ricavato da misure in parallelo (par. 5.3 del Rapporto P14 2016¹³).

6.1 Ratei di deposizione delle polveri sedimentabili

Nella figura seguente è riassunto il rateo di deposizione delle polveri sedimentabili misurato nelle postazioni di Banchina Enel, Bypass, Torre T4 e Torre T7. Fino al 2016, la postazione di Diffusore è stata utilizzata per valutare il livello di fondo, ma dal 2017 è

¹³ "Report monitoraggio prescrizione 14 - anno 2016", Prot. ARPAL n.2778 del 26/01/2018.

stata sostituita da quella di Ravano. Nel grafico è inoltre riportata l'entità delle precipitazioni occorse nel periodo, in mm di precipitazione.

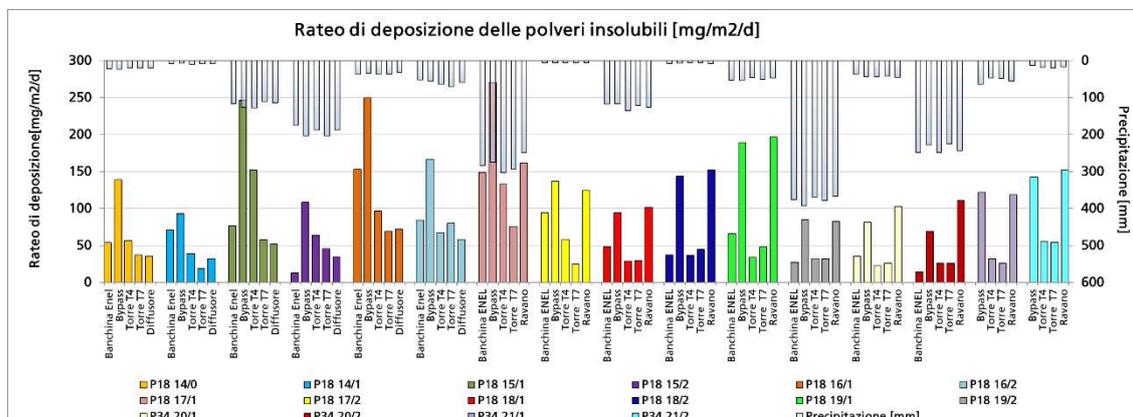


Figura 49 - Rateo di deposizione delle polveri insolubili delle campagne.

Tenendo conto della loro estrema variabilità, i ratei delle polveri sedimentabili sono comunque risultati con valori confrontabili in tutte le campagne eccetto per le campagne invernali **P18 15/1**, **16/1**, **17/1** in cui si sono avute deposizioni di polveri relativamente elevate nelle postazioni di Banchina ENEL, Bypass, Torre T4 e Ravano, rispetto alle altre campagne. Tale rialzo potrebbe dipendere in realtà da fattori stagionali.

Salvo i ratei misurati nella postazione di Bypass e Ravano, quasi sempre uguali o maggiori di 100 mg/m²/d, nelle altre postazioni si sono rilevati valori superiori a 100 mg/m²/d solo nelle campagne **P18 15/1** per Torre T4, **P18 16/1** per Banchina ENEL, **P18 17/1** per Banchina ENEL e Torre T4. Tutti i valori di deposizione rilevati si collocano comunque al di sotto dei valori di riferimento normalmente adottati da alcune nazioni europee (300 mg/m²/d, vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Per quanto riguarda le campagne estive condotte con scarico di carbone, i ratei sono rimasti abbastanza simili a quelli rilevati durante le campagne di bianco (**P18 14/0** e **P34 20/1** e **21/2**, estive) mentre in inverno i ratei sono stati complessivamente più elevati, come si coglie dalle figure sottostanti:

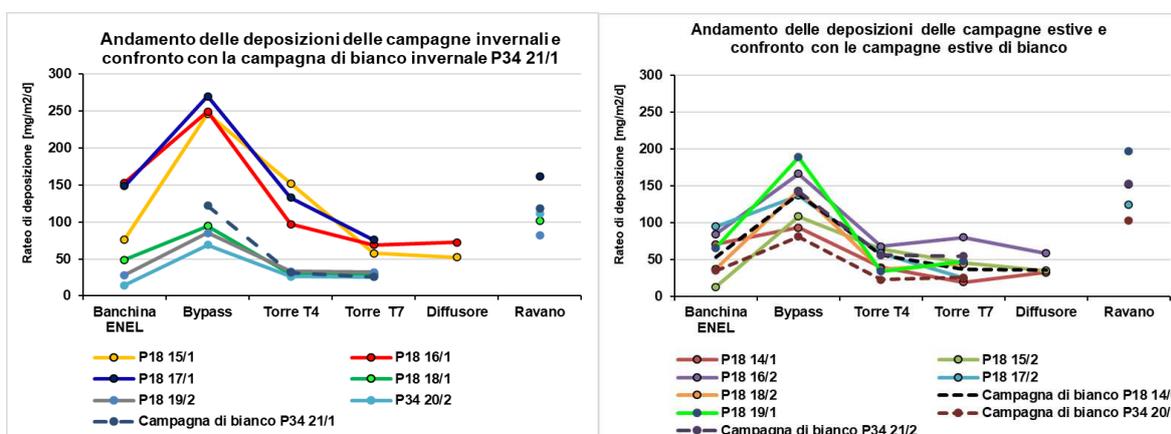


Figura 50 - Andamento delle deposizioni delle campagne estive e invernali e confronto con campagne di bianco estive P18 14/0 e P34 20/1.

Complessivamente, un fattore risultato abbastanza costante in tutte le campagne è stato la diminuzione dei ratei di polveri sedimentabili man mano che ci si allontana dalla costa. Tale effetto risultava meno evidente per Diffusore, in quanto la relativa lontananza dall'asse viario e la schermatura della sua collocazione rispetto alle attività portuali di movimentazione merci hanno limitato la sua rappresentatività nella valutazione delle deposizioni costiere non influenzate dallo scarico del carbone. È stata pertanto ridefinita la collocazione della postazione non influenzata dallo scarico del carbone sostituendola, a partire dal 2017 con la postazione di Ravano, che ha presentato elevati tassi di deposizione, paragonabili a quelli di Bypass, probabilmente dovuti alle limitrofe attività portuali. Da notare che entrambe le postazioni presentano poche campagne di bianco (**P18 14/0** per Diffusore e **P34 20/1, 21/1 e 21/2** per Ravano).

Le modeste variazioni osservate durante i diversi regimi di scarico e movimentazione del carbone rientrerebbero quindi, oltre che nella variabilità insita nella misura, anche nelle caratteristiche intrinseche del sito.

Nella Figura 51 sono confrontati i valori dei ratei di ogni campagna ordinando le postazioni dalle più prossime allo scarico del carbone (Banchina ENEL, Bypass e Torre T4) alle più lontane (Torre T7, Diffusore e Ravano). Come anticipato, i valori di Bypass per le campagne antecedenti il 2016 sono stati ricalcolati applicando un fattore correttivo testato e consolidato negli anni dovuto al cambio di altezza da terra del deposimetro (barre tratteggiate nel grafico sottostante). Si ricorda che dal 2021 non sono presenti i dati di Banchina ENEL perché la postazione non è più risultata attiva.

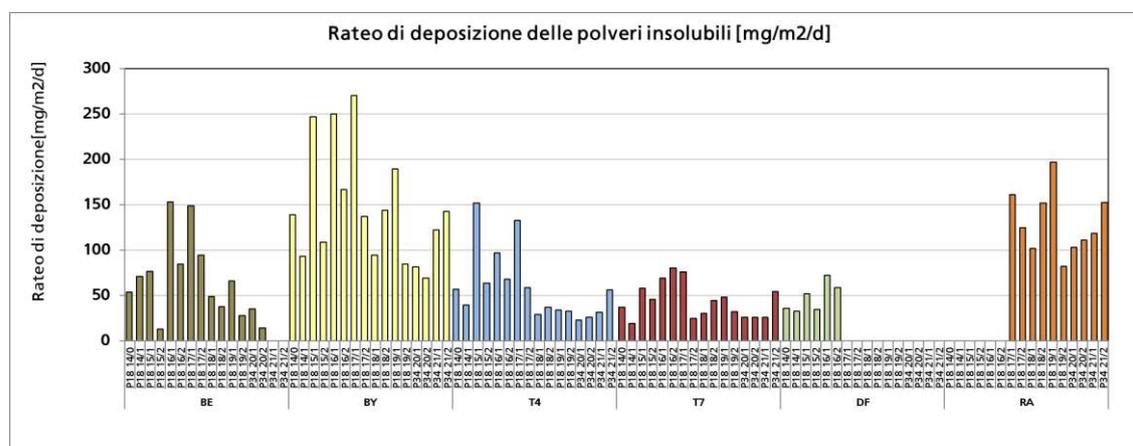


Figura 51 - Rateo di deposizione delle polveri insolubili delle campagne.

La figura precedente evidenzia meglio che, a parte qualche eccezione i ratei di deposizione nelle postazioni sono abbastanza confrontabili nelle campagne sin qui condotte. Tuttavia in generale si evidenzia una graduale diminuzione dei ratei negli anni, soprattutto a Bypass, da sempre sito caratterizzato dai ratei di polveri più elevati.

Di seguito è confrontato il rateo di deposizione **medio** delle polveri misurate durante le campagne estive e invernali effettuate con movimentazione del carbone e le campagne di bianco **P18 14/0** e **P34 (20/1, 21/1 e 21/2)**. Le barre di errore sovrapposte al valore

medio relativo allo scarico del carbone indicano ± 1 deviazione standard rispetto alla misura.

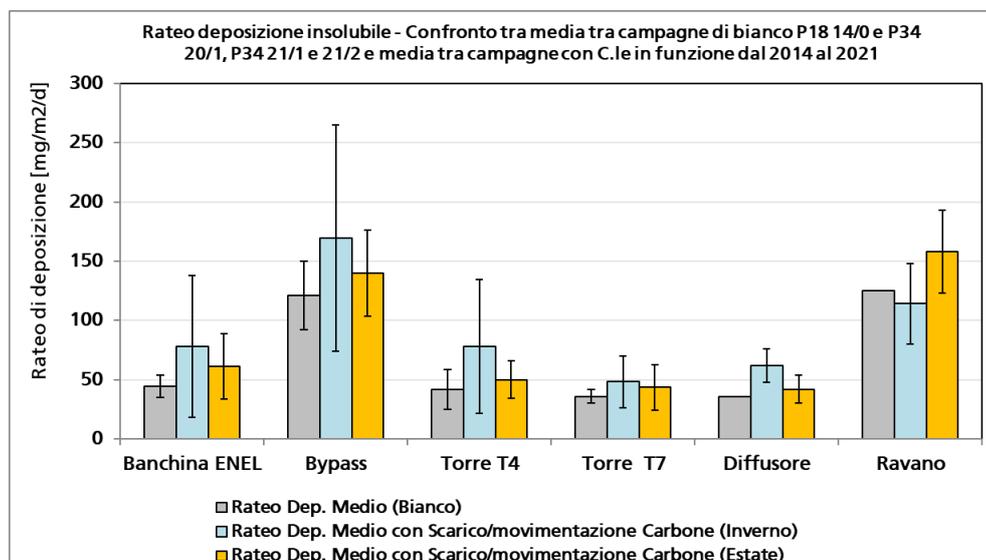


Figura 52 - Confronto rateo di deposizione medio delle polveri insolubili misurato durante le campagne di bianco (14/0, 20/1, 21/1 e 21/2) e nei periodi di scarico/movimentazione di carbone in estate e inverno.

Dall'istogramma precedente si può osservare che, a parte Ravano e Bypass, i valori medi estivi di deposizione di polveri durante lo scarico e movimentazione del carbone per tutte le postazioni sono prossimi a quelli delle campagne di bianco per lo più **estive**, mentre quelli invernali sono generalmente più elevati. Pur nella limitatezza nei dati, il valore estivo di Ravano è confrontabile con quello di Bypass, mentre quello invernale risulta mediamente inferiore. Si noti l'elevata variabilità dei ratei di Bypass in inverno evidente dall'elevata deviazione standard.

Nella tabella seguente sono riassunti i ratei di deposizione delle polveri e la quantità di carbone movimentata in ciascuna campagna:

| Rateo di deposizione delle polveri e quantità di carbone scaricato | | | | | | | |
|--|-------------|---------------|--------|----------|----------|-----------|--------|
| Campagne | Carbone (t) | Banchina Enel | Bypass | Torre T4 | Torre T7 | Diffusore | Ravano |
| P18 14/0 | 0 | 54 | 139 | 57 | 37 | 36 | - |
| P18 14/1 | 182221 | 71 | 93 | 39 | 19 | 32 | - |
| P18 15/1 | 173912 | 76 | 247 | 152 | 58 | 52 | - |
| P18 15/2 | 151750 | 13 | 108 | 64 | 46 | 35 | - |
| P18 16/1 | 152886 | 153 | 250 | 97 | 69 | 72 | - |
| P18 16/2 | 177458 | 84 | 167 | 68 | 80 | 58 | - |
| P18 17/1 | 131392 | 149 | 270 | 133 | 76 | - | 161 |
| P18 17/2 | 64683 | 95 | 137 | 58 | 25 | - | 125 |
| P18 18/1 | 66000 | 49 | 94 | 29 | 30 | - | 102 |
| P18 18/2 | 45674 | 37 | 144 | 37 | 44 | - | 152 |
| P18 19/1 | 0 | 66 | 189 | 34 | 48 | - | 197 |
| P18 19/2 | 2600 | 28 | 85 | 33 | 32 | - | 82 |
| P34 20/1 | 0 | 35 | 81 | 23 | 26 | - | 103 |
| P34 20/2 | 0 | 14 | 69 | 26 | 26 | - | 111 |
| P34 21/1 | 0 | - | 122 | 32 | 26 | - | 119 |
| P34 21/2 | 0 | - | 143 | 56 | 55 | - | 153 |

Tabella 31 - Rateo di deposizione delle polveri e quantità di carbone scaricato (2014 - 2021).

I dati della precedente tabella sono riportati in forma grafica nella figura seguente:

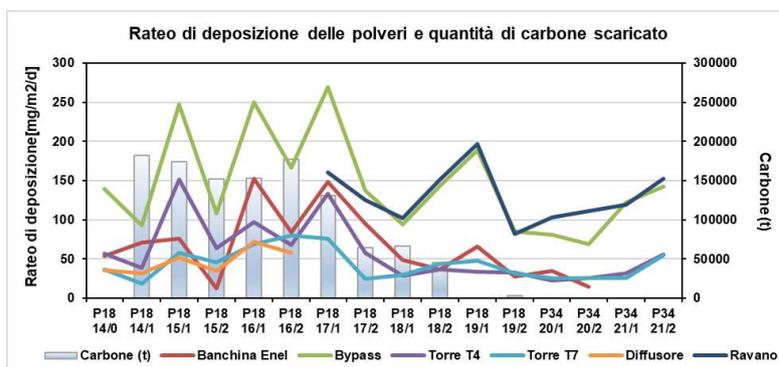


Figura 53 - Rateo di deposizione delle polveri e quantità di carbone scaricato (2014 - 2021).

Dall'esame della figura precedente risaltano immediatamente alcuni aspetti:

- una relativa costanza di scarico del carbone tra il 2014 e l'inverno del 2017 a meno della campagna di bianco;
- a partire dall'estate del 2017, la quantità di carbone scaricato è nettamente diminuita, circa il 50% in meno dei periodi precedenti e dal 2019 quasi assente;
- una netta dipendenza dei ratei di deposizione dalla stagionalità in quasi tutte le postazioni con massimi relativi in inverno e minimi relativi in estate fino al 2018, dove appare meno accentuata a causa della ridotta deposizione durante la campagna invernale **P18 18/1** (plausibilmente per cause meteorologiche che hanno diminuito la polverosità in aria). Dal 2019 poi, le maggiori deposizioni si sono rilevate nelle campagne estive (**P18 19/1**, **P34 20/1** e **P34 21/2**);
- si noti che le campagne **P18 19/1** e **P34 20/2** nonostante non presentino carbone scaricato ma movimentazione in quanto la CTE ENEL era parzialmente in funzione, sono confrontabili con quelle di bianco;
- non si nota dunque una correlazione tra ratei di deposizione e quantità di carbone movimentato.

Ad avvalorare l'ultima considerazione, si è eseguita una analisi di correlazione tra il rateo di deposizione di polveri e la quantità di carbone movimentato, mediante il coefficiente di *Pearson* (C_p), che assume il valore di +1 nel caso di massima correlazione positiva, di -1 di massima correlazione negativa e zero in assenza di correlazione (Tabella 32):

| <i>Correlazione di Pearson</i> (C_p) | <i>Quantità carbone scaricato</i> |
|---|-----------------------------------|
| Banchina Enel | 0,49 |
| Bypass | 0,47 |
| Torre T4 | 0,64 |
| Torre T7 | 0,49 |
| Diffusore | 0,30 |
| Ravano | 0,19 |

Tabella 32 - Correlazione di Pearson tra rateo di deposizione di polveri e carbone scaricato.

In nessun caso si hanno valori del coefficiente di *Pearson* indicativi di una elevata correlazione.

6.2 Deposizioni di metalli contenuti nelle polveri sedimentabili

Nei grafici seguenti sono riassunti i ratei di deposizione dei metalli in ciascuna postazione, determinati nelle campagne dal 2014 al 2021, espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$. Si ricorda che le scale dei componenti minoritari (As, Cd, Hg, Tl) e maggioritari (Cr, Ni, Pb, Cu, Mn, V) sono diverse e che i valori di Bypass per le campagne antecedenti il 2016 sono stati ricalcolati.

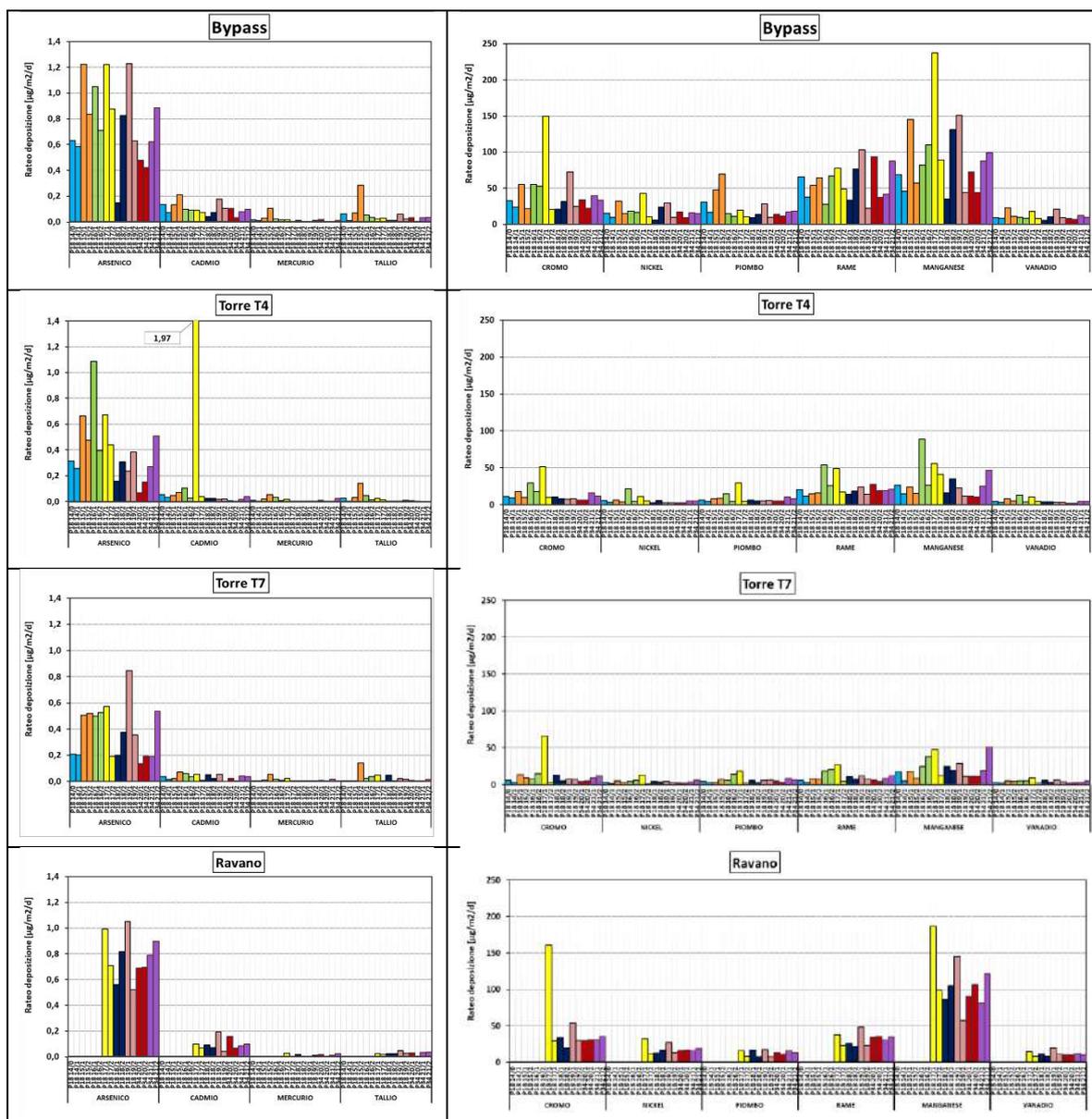


Figura 54 - Deposizione di metalli nelle polveri insolubili nei siti della P34 (ex P18).

Dai grafici sopra riportati si rileva che le deposizioni di metalli più elevate sono state misurate in genere a Bypass, in analogia con l'entità delle deposizioni di polveri: qui si

**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

evidenzia una maggiore deposizione sia dei metalli terrigeni (As e Mn) che di quelli associabili a sorgenti antropiche quali traffico veicolare o intra-portuale, combustione, attività industriali (Cr, Ni, V).

Nelle tabelle e nei grafici che seguono sono riassunti i ratei medi dei metalli minoritari e ± 1 dev.st dei maggioritari misurati nelle campagne estive e invernali a confronto con le campagne di bianco **P18 14/0** e **P34 (20/1, 21/1, 21/2)**:

| Rateo di deposizione (Valori in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$) | | Bypass | Torre T4 | Torre T7 | Ravano |
|--|--|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| ARSENICO | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 0,65 \pm 0,17 | 0,29 \pm 0,18 | 0,27 \pm 0,18 | 0,79 \pm 0,10 |
| | Campagne Estive | 0,84 \pm 0,22 | 0,35 \pm 0,10 | 0,44 \pm 0,25 | 0,86 \pm 0,17 |
| | Campagne Invernali | 0,79 \pm 0,45 | 0,42 \pm 0,23 | 0,39 \pm 0,17 | 0,69 \pm 0,22 |
| CADMIO | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 0,10 \pm 0,02 | 0,03 \pm 0,02 | 0,04 \pm 0,01 | 0,11 \pm 0,04 |
| | Campagne Estive | 0,12 \pm 0,06 | 0,04 \pm 0,02 | 0,03 \pm 0,02 | 0,11 \pm 0,070 |
| | Campagne Invernali | 0,08 \pm 0,04 | 0,03 \pm 0,02 | 0,03 \pm 0,02 | 0,07 \pm 0,025 |
| MERCURIO | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 0,01 \pm 0,007 | 0,01 \pm 0,008 | 0,01 \pm 0,007 | 0,02 \pm 0,006 |
| | Campagne Estive | 0,02 \pm 0,04 | 0,01 \pm 0,02 | 0,01 \pm 0,02 | 0,002 \pm 0,00002 |
| | Campagne Invernali | 0,02 \pm 0,01 | 0,01 \pm 0,01 | 0,01 \pm 0,01 | 0,01 \pm 0,01 |
| TALLIO | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 0,04 \pm 0,01 | 0,01 \pm 0,01 | 0,01 \pm 0,005 | 0,03 \pm 0,003 |
| | Campagne Estive | 0,07 \pm 0,11 | 0,03 \pm 0,05 | 0,04 \pm 0,05 | 0,03 \pm 0,02 |
| | Campagne Invernali | 0,03 \pm 0,02 | 0,02 \pm 0,01 | 0,02 \pm 0,02 | 0,02 \pm 0,01 |

Tabella 33 - Confronto rateo di deposizione medio dei metalli minoritari nelle polveri insolubili misurato durante le campagne di bianco (14/0, 20/1, 21/1 e 21/2) e nelle campagne estive (14/1, 15/2, 16/2, 17/2, 19/1) e invernali (15/1, 16/1, 17/1, 19/2 e 20/2). (*Dato anomalo di 1,97 eliminato della campagna P18 17/1).

| Rateo di deposizione (Valori in $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$) | | Bypass | Torre T4 | Torre T7 | Ravano |
|--|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| CROMO | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 35 \pm 3 | 11 \pm 4 | 8 \pm 3 | 32 \pm 3 |
| | Campagne Estive | 37 \pm 21 | 10 \pm 4 | 7 \pm 5 | 34 \pm 18 |
| | Campagne Invernali | 50 \pm 50 | 17 \pm 17 | 23 \pm 23 | 64 \pm 64 |
| MANGANESE | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 82 \pm 14 | 27 \pm 14 | 25 \pm 18 | 98 \pm 21 |
| | Campagne Estive | 97 \pm 41 | 26 \pm 11 | 18 \pm 13 | 116 \pm 25 |
| | Campagne Invernali | 99 \pm 79 | 24 \pm 17 | 24 \pm 14 | 109 \pm 55 |
| NICKEL | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 16 \pm 1 | 5 \pm 1 | 4 \pm 2 | 17 \pm 2 |
| | Campagne Estive | 18 \pm 8 | 4 \pm 1 | 3 \pm 2 | 19 \pm 8 |
| | Campagne Invernali | 20 \pm 15 | 5 \pm 3 | 6 \pm 4 | 19 \pm 9 |
| PIOMBO | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 20 \pm 7 | 7 \pm 2 | 6 \pm 2 | 14 \pm 1 |
| | Campagne Estive | 25 \pm 23 | 5 \pm 2 | 5 \pm 5 | 11 \pm 5 |
| | Campagne Invernali | 19 \pm 15 | 10 \pm 10 | 7 \pm 6 | 13 \pm 4 |
| RAME | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 72 \pm 24 | 22 \pm 4 | 8 \pm 3 | 33 \pm 2 |
| | Campagne Estive | 66 \pm 23 | 19 \pm 5 | 9 \pm 6 | 31 \pm 15 |
| | Campagne Invernali | 47 \pm 20 | 21 \pm 14 | 11 \pm 8 | 31 \pm 7 |
| VANADIO | P18 14/0 e P34 20/1, 21/1 e 21/2 | 10 \pm 2 | 4 \pm 1 | 3 \pm 1 | 11 \pm 1 |
| | Campagne Estive | 11 \pm 5 | 4 \pm 1 | 4 \pm 2 | 12 \pm 6 |
| | Campagne Invernali | 12 \pm 7 | 5 \pm 3 | 5 \pm 2 | 12 \pm 2 |

Tabella 34 - Confronto rateo di deposizione medio ± 1 dev.st. dei metalli maggioritari nelle polveri insolubili misurato durante le campagne di bianco (14/0, 20/1, 21/1 e 21/2) e nelle campagne estive (14/1, 15/2, 16/2, 17/2, 19/1) e invernali (15/1, 16/1, 17/1, 19/2 e 20/2). (*Dato anomalo di 1,97 eliminato della campagna P18 17/1)

I valori della tabella precedente sono mostrati in forma grafica nelle figure che seguono:

**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

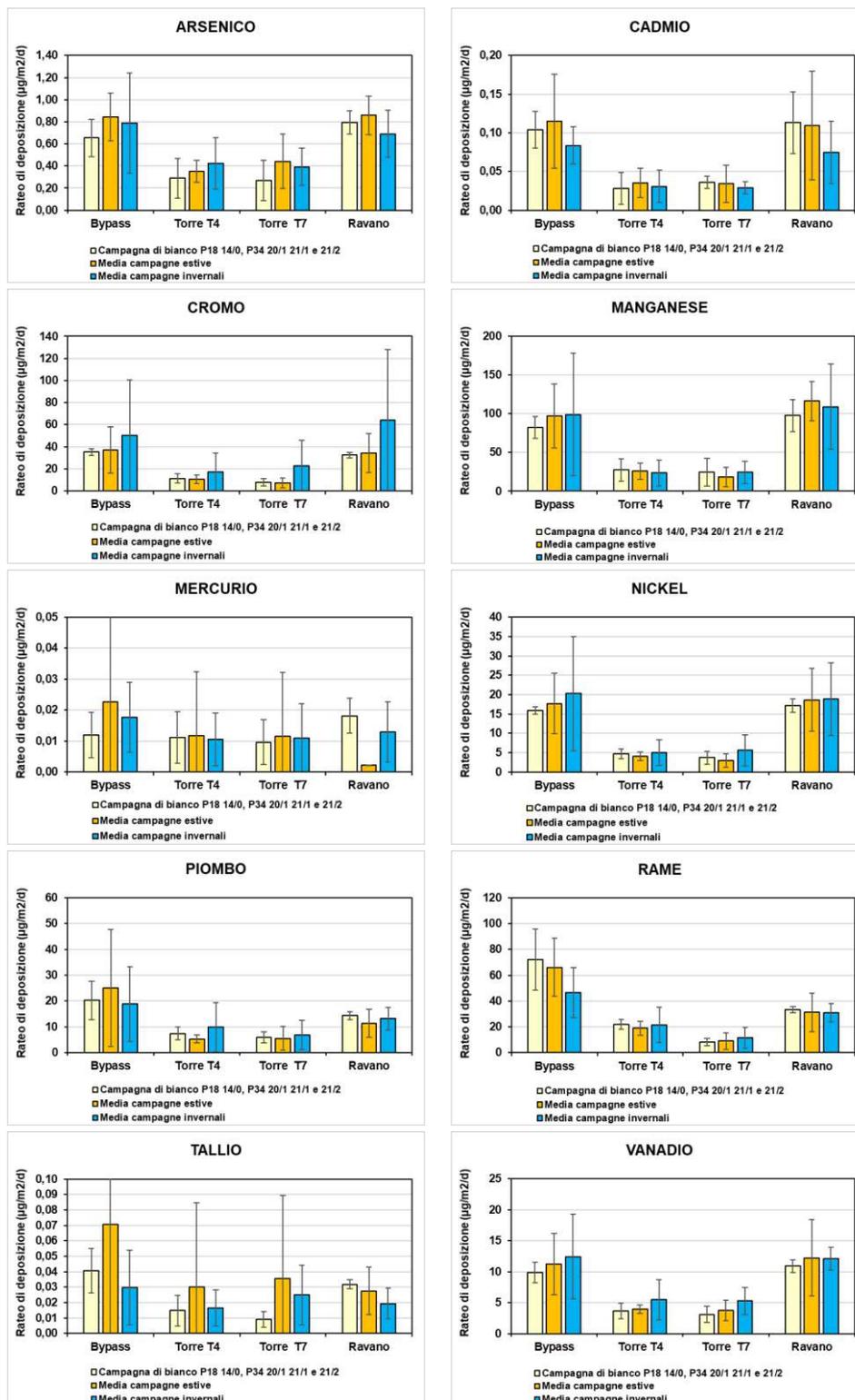


Figura 55 - Confronto rateo di deposizione medio dei metalli minoritari e medio \pm 1dev.st dei metalli maggioritari nelle polveri insolubili misurato durante le campagne di bianco (14/0, 20/1, 21/1 e 21/2) e nei periodi di campagna in estate (14/1, 15/2, 16/2, 17/2, 18/2, 19/1) e inverno (15/1, 16/1, 17/1, 18/1, 19/2, 20/2). (*Dato anomalo di 1,97 eliminato della campagna P18 17/1).

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

I metalli maggioritari presentano generalmente le deposizioni maggiori in inverno rispetto all'estate, eccetto che per i metalli Pb e Cu a Bypass con i valori medi più elevati in estate e a Ravano con valori medi confrontabili tra le due stagioni per quasi tutti i metalli. Gli altri metalli (As, Cd, Hg e Tl) invece risultano maggiormente ubiquitari e non si nota un marcato effetto stagionale. In ogni caso, i ratei di deposizione dei metalli, ma anche quelli delle polveri sedimentabili, sono entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee e tipici di ambienti urbani e rurali europei (v. cap. 5).

6.3 Concentrazione di metalli nelle deposizioni di polveri sedimentabili

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. Negli istogrammi seguenti sono mostrate appunto le **concentrazioni** dei metalli nelle deposizioni raccolte nelle postazioni nel corso delle campagne.

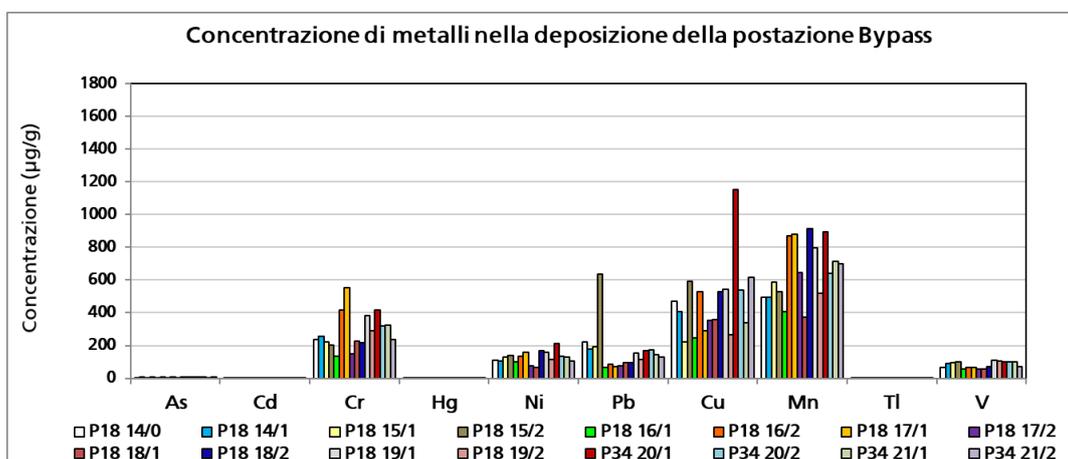


Figura 56 - Concentrazione di metalli nelle polveri insolubili - Bypass.

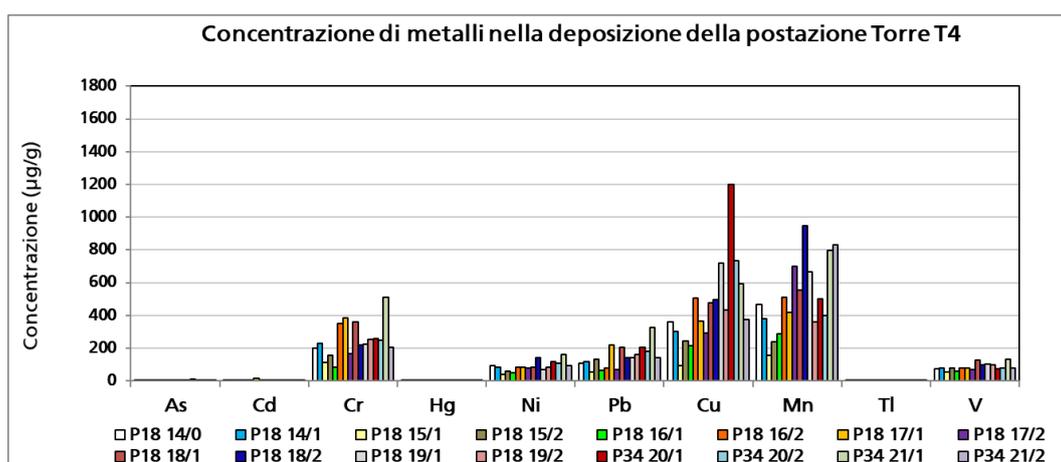


Figura 57 - Concentrazione di metalli nelle polveri insolubili - Torre T4.

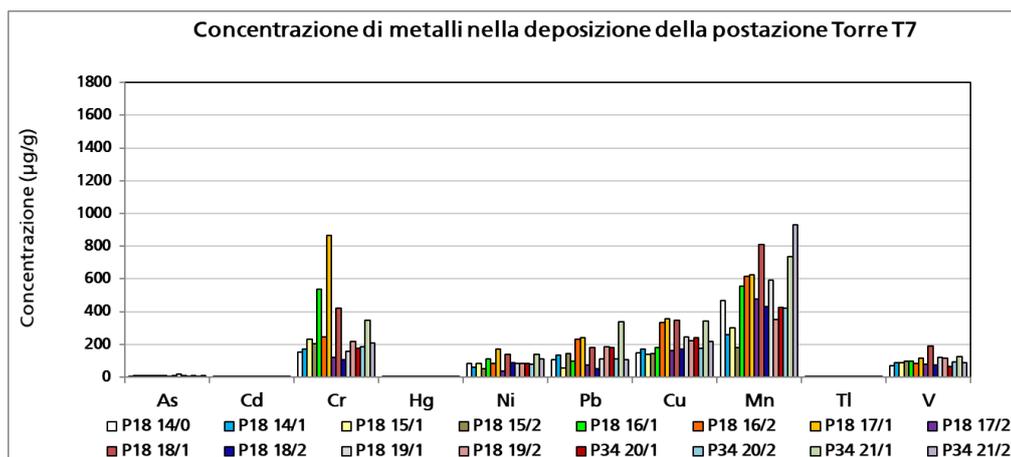


Figura 58 - Concentrazione di metalli nelle polveri insolubili - Torre T7.

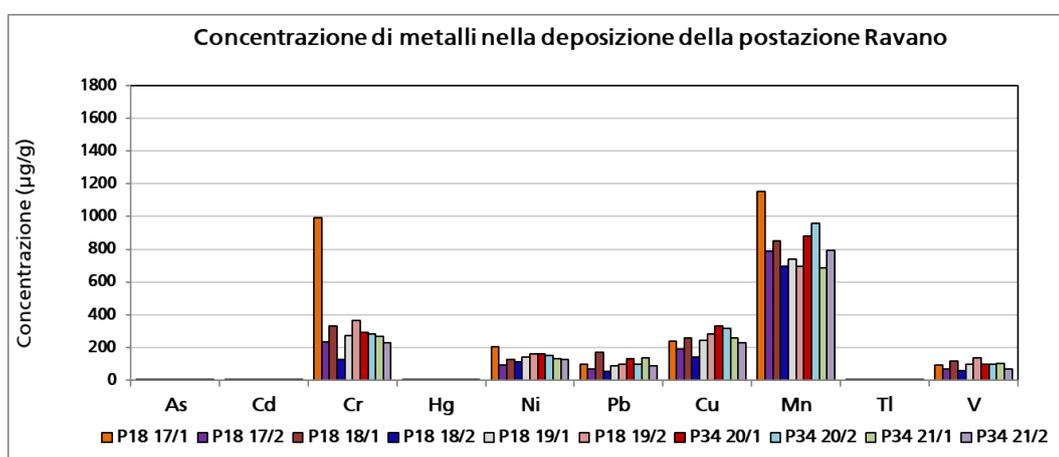


Figura 59 - Concentrazione di metalli nelle polveri insolubili - Ravano.

I metalli ricercati, comprensivi di quelli considerati avversi alla salute umana, sono una componente minoritaria delle polveri depositate e quelli che normalmente vengono rinvenuti in quantità maggiore nelle polveri sono Mn, Cu, Pb, Cr, Ni e V; gli altri risultano minoritari.

Focalizzandosi sui metalli maggioritari riscontrati nelle polveri e tenendo sempre presente che, anche per i metalli, ci si deve attendere una ampia escursione dei loro tenori, emerge viceversa un quadro di sostanziale equivalenza della composizione delle polveri che si depositano in ciascuna postazione. In particolare:

- la concentrazione di Ni e V nelle polveri nelle singole postazioni è poco variata nel corso delle campagne, mentre quella di Mn, Cr e Cu risulta più variabile in tutte le postazioni;
- le concentrazioni dei metalli diminuiscono man mano che ci si allontana dalla fascia costiera con valori più elevati per Bypass e Ravano.

6.4 Indagini mediante SEM e carbonio organico (OC) ed elementare (EC) nelle deposizioni

Il riconoscimento di carbone incombusto nelle deposizioni è stato effettuato mediante due modalità: un approccio visuale puntuale basato sulla identificazione al microscopio elettronico delle singole particelle corroborato da microanalisi in XRF e una valutazione distruttiva basata sulla analisi del contenuto di carbonio organico (OC) ed elementare (EC) e totale (TC), determinati tramite metodo termo-ottico.

Il primo approccio (SEM), di tipo semi-qualitativo, pur essendo molto oneroso in termini di impegno analitico, indaga la superficie dei filtri e risente della estrema eterogeneità delle particelle sedimentate nonché della loro distribuzione granulometrica.

Il secondo approccio prevede la determinazione quantitativa di OC, EC e TC come indicatori delle potenziali sorgenti della componente carboniosa nelle polveri depositate. L'esame integrato dei risultati di queste due tecniche può tuttavia fornire significative indicazioni sulla natura e l'origine delle particelle nelle deposizioni.

La tabella che segue raccoglie e confronta i risultati delle indagini mediante SEM volte a stimare la quantità percentuale di particelle di carbone superficiali nei campioni di deposizione raccolti. I valori sono espressi in % di particelle superficiali identificate come carbone nelle deposizioni. Il valore < 0,1, indica il limite di rilevabilità. Una descrizione della procedura e alcuni esempi di morfologia e spettri di microanalisi SEM di tipiche particelle sono riportati in Appendice 3. Si ricorda che i valori di Bypass per le campagne antecedenti il 2016 sono stati ricalcolati applicando un fattore 2 e contrassegnando i dati nella tabella con “*”.

| Postazione | P18 14/0 | P18 14/1 | P18 15/1 | P18 15/2 | P18 16/1 | P18 16/2 | P18 17/1 | P18 17/2 |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Banchina ENEL | 1,9 | 0,2 | <0,1 | 1,7 | 0,5 | 3 | 0,3 | < 0,1 |
| Bypass | 0,2* | 0,8* | <0,1* | <0,1* | 0,7 | 1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Torre T4 | 3,6 | 4,4 | 1,4 | 3,7 | 5,5 | 2,5 | 2,9 | 0,9 |
| Torre T7 | <0,1 | 1,3 | 2,2 | 1,3 | 0,3 | 4 | < 0,1 | 3 |
| Diffusore | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,3 | 0,8 | 0,2 | - | - |
| Ravano | - | - | - | - | - | - | < 0,1 | < 0,1 |

| Postazione | P18 18/1 | P18 18/2 | P18 19/1 | P18 19/2 | P34 20/1 | P34 20/2 | P34 21/1 | P34 21/2 |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Banchina ENEL | 4,9 | 5,9 | 0,4 | 0,9 | < 0,1 | 0,2 | - | - |
| Bypass | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Torre T4 | 1,5 | 0,2 | 0,9 | < 0,1 | < 0,1 | 0,5 | < 0,1 | < 0,1 |
| Torre T7 | 1,4 | 11,4 | 1,0 | 0,2 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Diffusore | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ravano | < 0,1 | < 0,1 | 0,3 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |

Tabella 35 - Percentuale stimata di particelle di carbone superficiali nei campioni di deposizione.

Dai risultati sopra riportati emerge chiaramente che la diffusione di particelle riconducibili al carbone incombusto è molto ridotta: il valore più elevato, che si discosta in modo significativo da quelli rilevati da inizio monitoraggio, è quello di Torre T7 della campagna estiva del 2018 (che risente delle possibili emissioni diffuse dal limitrofo carbonile di Val Bosca) con 11%; in Torre T4 si è avuta una deposizione di particelle di carbone abbastanza costante (con un valore medio intorno al 4%) fino alla dismissione del vicino carbonile di Val Fornola, avvenuta nel 2016. In Banchina ENEL (influenzata da eventuali emissioni diffuse durante lo scarico dalle navi) la presenza di carbone

incombusto è stata saltuaria, con i valori più elevati riscontrati nel 2018. La diffusione di polveri è rimasta però sempre limitata alla zona della Banchina in quanto non si è riscontrata nelle postazioni più adiacenti di Bypass, Diffusore e, successivamente alla dismissione di quest'ultima, a Ravano. Durante la campagna estiva **P18 19/1**, caratterizzata da assenza di scarico in Banchina ENEL, il contenuto maggiore di carbone, anche se in misura molto modesta, è stato rilevato nella postazione prossima al carbonile (Torre T7). Dal 2020 si nota un'assenza totale delle particelle di carbone. Nella tabella che segue sono riportati i valori di deposizione di polveri, carbonio organico (OC), elementare (EC) e totale (TC), dato dalla somma di OC ed EC ed il valore del rapporto OC/EC. Per confronto si riportano inoltre i valori presenti in

| Postazione | P18 18/1 | P18 18/2 | P18 19/1 | P18 19/2 | P34 20/1 | P34 20/2 | P34 21/1 | P34 21/2 |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Banchina ENEL | 4,9 | 5,9 | 0,4 | 0,9 | < 0,1 | 0,2 | - | - |
| Bypass | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Torre T4 | 1,5 | 0,2 | 0,9 | < 0,1 | < 0,1 | 0,5 | < 0,1 | < 0,1 |
| Torre T7 | 1,4 | 11,4 | 1,0 | 0,2 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Diffusore | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ravano | < 0,1 | < 0,1 | 0,3 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |

Tabella 35. Si ricorda che i valori di Bypass per le campagne antecedenti il 2016 sono stati ricalcolati applicando un fattore 2 e contrassegnando i dati nella tabella con un “*”.

| Postazione | Campagna | polveri | OC | EC | TC | OC/EC | %C | |
|---------------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| Banchina Enel | P18 14/0 | 54 | 9,7 | 13,8 | 23,5 | 0,7 | 1,9 | |
| | P18 14/1 | 71 | 6,0 | 10,8 | 16,8 | 0,6 | 0,2 | |
| | P18 15/1 | 76 | 7,4 | 8,3 | 15,6 | 0,9 | 0,1 | |
| | P18 15/2 | 13 | 2,4 | 1,3 | 3,7 | 1,8 | 1,7 | |
| | P18 16/1 | 153 | 8,5 | 4,0 | 12,5 | 2,1 | 0,5 | |
| | P18 16/2 | 84 | 13,3 | 7,6 | 20,9 | 1,8 | 3 | |
| | P18 17/1 | 149 | 12,2 | 5,8 | 18,0 | 2,1 | 0,3 | |
| | P18 17/2 | 95 | 8,9 | 3,4 | 12,3 | 2,6 | 0,1 | |
| | P18 18/1 | 49 | 2,9 | 2,7 | 5,6 | 1,1 | 4,9 | |
| | P18 18/2 | 37 | 2,7 | 1,6 | 4,3 | 1,7 | 5,9 | |
| | P18 19/1 | 66 | 9,7 | 4,6 | 14,3 | 2,1 | 0,4 | |
| | P18 19/2 | 28 | 4,9 | 1,1 | 6,0 | 4,5 | 0,9 | |
| | P34 20/1 | 35 | 4,9 | 1,2 | 6,2 | 3,9 | 0,1 | |
| | P34 20/2 | 14 | 5,5 | 1,0 | 6,5 | 5,6 | 0,2 | |
| | Bypass | P18 14/0 | 138* | 19,8* | 19* | 38,8* | 1,0 | 0,2 |
| | | P18 14/1 | 94* | 20,2* | 18,2* | 38,4* | 1,1 | 0,8 |
| P18 15/1 | | 246* | 24,6* | 17* | 41,6* | 1,5 | 0,1 | |
| P18 15/2 | | 108* | 22* | 7,6* | 29,4* | 2,9 | 0,1 | |
| P18 16/1 | | 250 | 27,9 | 14,1 | 42,0 | 2,0 | 0,7 | |
| P18 16/2 | | 167 | 25,4 | 11,8 | 37,2 | 2,2 | 1 | |
| P18 17/1 | | 270 | 20,6 | 5,7 | 26,3 | 3,6 | 0,1 | |
| P18 17/2 | | 137 | 12,9 | 2,9 | 15,8 | 4,4 | 0,1 | |
| P18 18/1 | | 94 | 2,8 | 1,1 | 3,9 | 2,5 | 0,1 | |
| P18 18/2 | | 144 | 10,7 | 5,5 | 16,3 | 1,9 | 0,1 | |
| P18 19/1 | | 189 | 20,1 | 11,8 | 31,9 | 1,7 | 0,1 | |
| P18 19/2 | | 85 | 10,9 | 3,3 | 14,2 | 3,3 | 0,1 | |
| P34 20/1 | | 81 | 12,5 | 1,6 | 14,1 | 7,7 | 0,1 | |
| P34 20/2 | | 69 | 11,8 | 2,2 | 14,1 | 5,3 | 0,1 | |
| P34 21/1 | | 122 | 26,4 | 7,1 | 33,5 | 3,7 | 0,1 | |
| P34 21/2 | | 143 | 14,8 | 3,6 | 18,4 | 4,1 | 0,1 | |
| Torre T4 | P18 14/0 | 57 | 11,6 | 14,5 | 26,2 | 0,8 | 3,6 | |
| | P18 14/1 | 39 | 11,9 | 20,5 | 32,4 | 0,6 | 4,4 | |
| | P18 15/1 | 152 | 14,9 | 28,6 | 43,5 | 0,5 | 1,4 | |
| | P18 15/2 | 64 | 6,9 | 13,1 | 19,9 | 0,5 | 3,7 | |
| | P18 16/1 | 97 | 12,2 | 11,8 | 24,1 | 1,0 | 5,5 | |
| | P18 16/2 | 68 | 9,4 | 6,1 | 15,5 | 1,5 | 2,5 | |
| | P18 17/1 | 133 | 19,0 | 9,6 | 28,6 | 2,0 | 2,9 | |
| P18 17/2 | 58 | 7,0 | 1,7 | 8,7 | 4,1 | 0,9 | | |

| Postazione | Campagna | polveri | OC | EC | TC | OC/EC | %C |
|------------|----------|---------|------|------|------|-------|------|
| | P18 18/1 | 29 | 3,5 | 1,3 | 4,8 | 2,7 | 1,5 |
| | P18 18/2 | 37 | 2,3 | 0,6 | 2,9 | 3,8 | 0,2 |
| | P18 19/1 | 34 | 5,3 | 1,3 | 6,7 | 4,1 | 0,9 |
| | P18 19/2 | 33 | 7,5 | 1,7 | 9,2 | 4,4 | 0,1 |
| | P34 20/1 | 23 | 6,0 | 1,0 | 7,0 | 5,8 | 0,1 |
| | P34 20/2 | 26 | 4,7 | 0,7 | 5,4 | 6,9 | 0,5 |
| | P34 21/1 | 32 | 4,9 | 0,6 | 5,6 | 8,2 | 0,1 |
| | P34 21/2 | 56 | 4,8 | 0,8 | 5,6 | 5,7 | 0,1 |
| | P18 14/0 | 37 | 16,2 | 14,1 | 30,3 | 1,2 | 0,1 |
| | P18 14/1 | 19 | 13,3 | 20,0 | 33,3 | 0,7 | 1,3 |
| | P18 15/1 | 58 | 8,5 | 9,8 | 18,3 | 0,9 | 2,2 |
| | P18 15/2 | 46 | 4,8 | 5,5 | 10,2 | 0,9 | 1,3 |
| | P18 16/1 | 69 | 8,9 | 4,4 | 13,3 | 2,0 | 0,3 |
| | P18 16/2 | 80 | 10,4 | 9,9 | 20,3 | 1,1 | 4 |
| | P18 17/1 | 76 | 9,1 | 5,6 | 14,7 | 1,6 | 0,1 |
| | P18 17/2 | 25 | 4,3 | 1,9 | 6,2 | 2,3 | 3 |
| Torre T7 | P18 18/1 | 30 | 4,9 | 1,3 | 6,2 | 3,8 | 1,4 |
| | P18 18/2 | 44 | 2,3 | 2,9 | 5,2 | 0,8 | 11,4 |
| | P18 19/1 | 48 | 8,1 | 7,1 | 15,2 | 1,1 | 1 |
| | P18 19/2 | 32 | 5,2 | 1,7 | 6,9 | 3,1 | 0,2 |
| | P34 20/1 | 26 | 3,6 | 1,3 | 4,9 | 2,8 | 0,1 |
| | P34 20/2 | 26 | 4,0 | 0,6 | 4,6 | 6,7 | 0,1 |
| | P34 21/1 | 26 | 5,2 | 0,7 | 5,9 | 8,0 | 0,1 |
| | P34 21/2 | 55 | 6,9 | 1,2 | 8,1 | 5,7 | 0,1 |
| | P18 14/0 | 36 | 14,1 | 7,4 | 21,5 | 1,9 | 0,1 |
| | P18 14/1 | 32 | 14,4 | 11,2 | 25,7 | 1,3 | 0,1 |
| Diffusore | P18 15/1 | 52 | 5,4 | 2,8 | 8,2 | 1,9 | 0,1 |
| | P18 15/2 | 35 | 2,7 | 1 | 3,7 | 2,7 | 0,3 |
| | P18 16/1 | 72 | 10,3 | 1,3 | 11,6 | 7,9 | 0,8 |
| | P18 16/2 | 58 | 9,5 | 1,2 | 10,6 | 8,1 | 0,2 |
| | P18 17/1 | 161 | 20,7 | 5,1 | 25,9 | 4,1 | 0,1 |
| | P18 17/2 | 125 | 17,4 | 4,5 | 21,9 | 3,9 | 0,1 |
| Ravano | P18 18/1 | 102 | 3,7 | 1,6 | 5,3 | 2,3 | 0,1 |
| | P18 18/2 | 152 | 13,5 | 6,4 | 20,0 | 2,1 | 0,1 |
| | P18 19/1 | 197 | 25,9 | 16,2 | 42,1 | 1,6 | 0,3 |
| | P18 19/2 | 82 | 10,8 | 2,6 | 13,4 | 4,2 | 0,1 |
| | P34 20/1 | 103 | 12,3 | 2,4 | 14,7 | 5,1 | 0,1 |
| | P34 20/2 | 111 | 13,0 | 2,9 | 15,9 | 4,4 | 0,1 |
| | P34 21/1 | 119 | 18,3 | 4,2 | 22,5 | 4,4 | 0,1 |
| | P34 21/2 | 153 | 18,5 | 5,9 | 24,4 | 3,2 | 0,1 |

Tabella 36 - Deposizione di polveri, carbonio organico (OC), elementare (EC) e totale (TC) (valori espressi in mg/m²/d), rapporto OC/EC e % di Carbonio rilevata con SEM (ai valori inferiori al limite di rilevabilità < 0.1 % è stato assegnato il limite di rilevabilità).

Si osserva che vi è una modesta correlazione tra quantità di polveri depositate e il loro contenuto di carbonio OC e EC, indicando che una pluralità di sorgenti indipendenti può contribuire ad esso mentre non c'è con la % di C rilevato al SEM. Si nota anche:

- un minimo relativo del carbonio totale (TC) nelle campagne estive del 2015 e 2018 (**P18 15/2** e **P18 18/2**) in quasi tutte le postazioni che dovrebbero essere attribuibili a soli fattori meteo climatici, essendo state eseguite entrambe con scarico e movimentazione del carbone;
- la maggiore deposizione di EC in Torre T4 durante la campagna invernale **P18 15/1**, quella anche con la maggiore movimentazione di carbone, si può correlare con la diffusione locale delle polveri di carbone in accordo con le osservazioni fatte in precedenza sulla natura delle polveri sedimentate durante la campagna invernale **P18 15/1**.

Le maggiori deposizioni di carbonio totale tuttavia, si osservano in Bypass e Ravano, in accordo con le maggiori deposizioni delle polveri rilevate.

Per esaminare la correlazione tra i valori del rapporto OC/EC e la percentuale di particelle di carbone stimate mediante SEM è stata utilizzata la rappresentazione con diagramma di dispersione (*scatter plot*), riportata di seguito, che consente di indagare le relazioni intercorrenti tra due variabili. Nel diagramma sono inclusi i risultati di tutte le postazioni, nelle diverse campagne sinora effettuate.

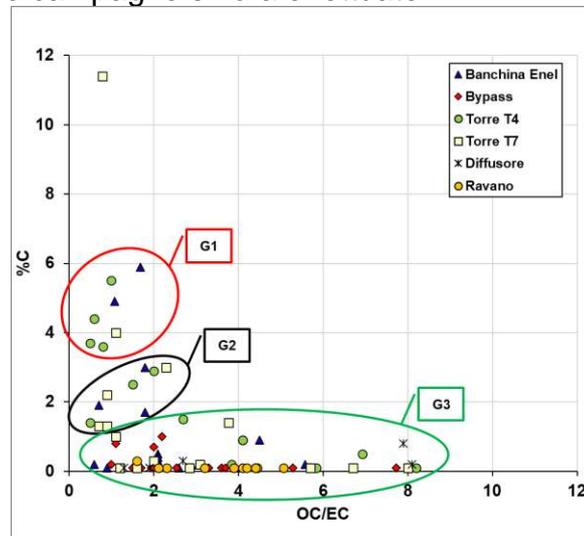


Figura 60 - Scatter plot tra OC/EC e particelle di carbone “(%C)” in ogni postazione.

Dal grafico precedente emerge che i punti si distribuiscono in tre gruppi diversi, più precisamente in:

- gruppo “G1”, costituito dai punti dati dal rapporto OC/EC compreso tra 0 e 2 e da una percentuale di particelle di carbone tra 3.5 e 6, e sono per la maggior parte relativi alla postazione di Torre T4 rilevati nel 2014 e 2015, di Banchina nel 2018, di T7 nel 2016;
- gruppo “G2”, costituito dai punti dati dal rapporto OC/EC compreso tra 0.5 e 2.5 e da una percentuale di particelle di carbone tra 1 e 3, e contiene campioni di deposizione prevalentemente relativi alla postazione di Torre T7 (nel 2014 e 2015), Torre T4 (nel 2016, 2017 e 2018) e Banchina ENEL (nel 2014, 2015 e 2016);
- gruppo “G3”, costituito dai punti aventi rapporto OC/EC compreso tra 0.5 e 8.1 e da una quasi totale assenza di particelle di carbone fino ad un massimo rilevato in Torre T4 di 1.5%. Tale gruppo include i campioni di deposizione relativi a tutte le altre postazioni.
- In questi gruppi non rientra il campione di Torre T7 della campagna **P18 18/2** che ha un contenuto di particelle di carbone superiore a tutti gli altri campioni (oltre il 10%).

Il quadro complessivo che emerge quindi è un sostanziale accordo tra le misure effettuate col SEM e quelle relative alle particelle di carbone che consentono di affermare che le eventuali polveri depositate dovute allo scarico e alla movimentazione del carbone sono di scarsa entità, limitate all'intorno locale del punto emissivo.

7. SINTESI E CONCLUSIONI

In questo capitolo sono riassunti gli aspetti salienti dell'attività di monitoraggio definita dalla Prescrizione 34 ai sensi del Decreto AIA nr. 351/2019, che sostituisce integralmente il Decreto AIA nr. 244/2013. Con il nuovo Decreto AIA la Prescrizione 18 è stata nella sostanza lasciata immutata e "rinominata" in Prescrizione 34: essa prescrive ".....*Considerata l'importanza delle attività di scarico, movimentazione, stoccaggio e manipolazione del carbone quale sorgente di inquinamento il Gestore, d'intesa con ARPAL e Amministrazione comunali (comuni di La Spezia e di Arcola), dovrà continuare ad implementare e migliorare il programma di campagne periodiche di monitoraggio che, anche adottando tecniche di source apportionment, analizzino le deposizioni atmosferiche nelle aree prospicienti gli impianti in relazione alle potenziali sorgenti, al fine della verifica dell'efficacia delle iniziative adottate consenta alle Autorità locali competenti una corretta gestione dei rischi per la salute*".

Poiché il contenuto della prescrizione non è variato rispetto alla precedente formulazione, si è utilizzata la modalità di attuazione già formalizzata nel Protocollo condiviso ed approvato dagli Enti Locali e dal Gestore, integrato con le modifiche definite nel corso negli anni a seguito dell'analisi dei risultati dei monitoraggi (v. cap.2). Inoltre, si è cercato anche di avere la massima sovrapposizione possibile con due delle 4 campagne previste dalla Prescrizione 29 (ex Prescrizione 14), della citata AIA. Il presente capitolo è diviso in due parti; la prima riporta la sintesi relativa alle attività di monitoraggio del 2021 (par. 7.1), la seconda quella derivante dalla valutazione complessiva del periodo di monitoraggio 2014÷2021 (par. 7.2).

7.1 Sintesi monitoraggio 2021

Le campagne del 2021, condotte entrambe senza scarico di carbone in Banchina e operatività della CTE, sono state suddivise in:

- invernale **P34 21/1**: dal 11/02/2021 al 18/03/2021;
- estiva **P34 21/2**: dal 30/06/2021 al 04/08/2021.

La mancanza di attività di scarico di carbone durante i due periodi di campagna ha fatto sì che entrambe siano diventate di fatto "campagne di bianco".

Per incrementare la rappresentatività stagionale del monitoraggio, a partire dal 2016 si è deciso di estenderne il monitoraggio all'intero anno per la postazione di Bypass, la più critica dal punto di vista della polverosità e oggetto di esposti da parte dei residenti, garantendo una totale copertura temporale con dodici campagne mensili.

Si segnala che nel corso della campagna **P34 21/C**¹⁴ si è registrato il crollo del ponte lungo viale San Bartolomeo che consente di scavalcare la darsena di Pagliari: questo inconveniente ha di fatto spostato tutto il traffico da/e verso Lerici, da viale San Bartolomeo a via delle Casermette, aumentando quindi il numero di veicoli in transito nelle immediate vicinanze del punto di campionamento. Dal confronto dei dati di traffico registrati dal contatraffico denominato Darsena nelle due campagne, si è rilevato un

¹⁴ il problema è al momento della stesura del presente report ancora in attesa di soluzione con conseguente viabilità provvisoria.

aumento notevole dei veicoli in transito durante i giorni lavorativi e soprattutto durante il fine settimana: questo non sembra però aver avuto un impatto rilevabile sulle deposizioni di Bypass anche per via del fatto che la ripresa delle attività a livelli ante-pandemia rende più complesso valutare il peso delle varie componenti antropiche che possono impattare sulle deposizioni.

Nel 2021 si è altresì proceduto alla sospensione del monitoraggio in Banchina ENEL alla luce della ridotta attività di scarico del carbone; in parallelo è stata introdotta a partire dalla campagna estiva (**21/2**) una nuova postazione denominata Torre T7 bis, posta ad un centinaio di metri da Torre T7, in previsione della realizzazione di un cantiere connesso alle previste modifiche dell'assetto impiantistico di centrale per valutare eventuali differenze tra i punti.

Per definire le condizioni al contorno del monitoraggio, sono state analizzate le attività di movimentazione del carbone e le condizioni meteorologiche durante il periodo delle due campagne.

Relativamente alle attività di scarico del carbone, le campagne di monitoraggio sono state svolte senza movimentazione di carbone: nel dettaglio l'attività di scarico per il 2021 si è sviluppata su 26 giorni, quindi solo per il 7% dell'anno.

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

Nel corso del 2021 si è tornati alla programmazione del monitoraggio invernale a fine stagione (nei mesi di febbraio-marzo), diversamente da quanto fatto negli anni 2019 e 2020, quando dette campagne si sviluppavano prevalentemente nel corso dei mesi di novembre-dicembre: questo 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 P34 21/1** 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 nel corso della quale si sono registrati nell'area spezzina i valori massimi annuali di PM10: questo anche per la presenza di una forte e persistente avvezione di polveri Sahariane. Solo nell'ultima settimana del monitoraggio si sono registrate condizioni di maggiore instabilità, tipiche dell'incipiente primavera.

La campagna **estiva P34 21/2** vede un primo periodo a tratti instabile, ma già dalla metà del mese di luglio si apre una fase caratterizzata da una rimonta anticiclonica, tempo soleggiato e temperature ampiamente sopra l'atteso. Solo nell'ultima settimana di monitoraggio si assiste a tempo decisamente più instabile con rovesci temporaleschi e precipitazioni più significative del periodo. Anche in questa campagna si sono registrati alcuni eventi di trasporto di polveri dal Sahara: ma in questa occasione l'impatto sulla deposizione dovrebbe essere stato meno rilevante per via delle non concomitanza di eventi precipitativi.

Dall'analisi del **rateo di deposizione** di polveri si è riscontrata poca variabilità tra le due campagne di monitoraggio con valori lievemente più elevati durante la campagna estiva (**21/2**), seppur caratterizzata dalle minori precipitazioni registrate. Le massime deposizioni relative di polveri si sono avute a Ravano e a Bypass, con valori in aumento rispetto a quelli dell'anno 2020 caratterizzato da lockdown. Il contesto delle deposizioni rimane comunque quantitativamente modesto, e a parte le postazioni di Ravano e Bypass, tutte le altre non eccedono i 100 mg/m²/d. Escludendo tali postazioni che, secondo una valutazione conservativa della polverosità, hanno un indice di "bassa" polverosità, nelle altre postazioni la polverosità è da considerarsi "praticamente assente".

I ratei di deposizione delle polveri misurate continuativamente a **Bypass** non risultano correlati con la quantità di carbone che è stato movimentato in Banchina nel corso di due delle campagne integrative (**21/D** e **21/G**) svolte nel corso del 2021. Il valore medio annuale di 96 mg/m²/d, che comprende le campagne della Prescrizione e quelle integrative, colloca tale postazione nella classe di polverosità "bassa".

Le **deposizioni dei metalli** sono risultate maggiori nella campagna estiva, come visto per le polveri, eccetto che per i metalli Cr, Ni, Pb e V che presentano valori confrontabili tra le due campagne.

L'andamento generale delle deposizioni di metalli è stato quello di una loro diminuzione allontanandosi dalla linea di costa (postazione di Bypass) in direzione di T7, come già rilevato negli anni precedenti. Le deposizioni della postazione di Ravano sono risultate paragonabili e a volte maggiori di quelle di Bypass; queste due postazioni hanno evidenziato, come per le polveri, i ratei dei metalli più elevati.

Relativamente ai singoli metalli, si può notare che l'andamento delle deposizioni di **Cu** riflette quasi sicuramente le influenze dovute alle emissioni dagli organi meccanici dei veicoli a motore, decrescendo dalla postazione di Bypass a quella di T7. Un andamento simile si riscontra per i metalli **V** e **Ni**, presenti nelle emissioni navali, a sottolineare anche per questi monitoraggi, l'influenza del porto commerciale.

I ratei di deposizione di **As** e **Cd** riscontrati alla Spezia non hanno mai ecceduto quelli tipici delle aree urbane. Per quanto riguarda le deposizioni di **Ni**, i ratei sono rimasti normalmente compresi in quelli tipici delle aree urbane nelle postazioni di T4 e T7 e in quelli delle aree industriali nelle postazioni vicino alla costa. Inoltre, i ratei più elevati sono risultati a Ravano nella campagna estiva (**21/2**) e a Bypass in modo equivalente nelle due campagne.

Prendendo come riferimento i valori guida annuali della Germania e considerando ai fini di confronto il **valore massimo** delle deposizioni rilevato nelle differenti postazioni, si può osservare che i ratei riscontrati alla Spezia sono di gran lunga inferiori rispetto ai valori guida tedeschi.

Per quanto riguarda il Ni, risulta che i valori massimi riscontrati superano di poco il valore guida sopraccitato per le postazioni di Bypass e Ravano: va però ricordato che i valori guida si riferiscono a medie annuali mentre i valori da noi riportati si riferiscono alla massima deposizione riscontrata nelle campagne.

Dall'analisi delle **concentrazioni dei metalli** emerge che le due campagne evidenziano valori di concentrazione abbastanza confrontabili tra di loro con valori più elevati per i metalli Cr, Ni, Pb e V in tutte le postazioni nella campagna invernale (**21/1**).

Il contenuto di **OC** e **EC** delle deposizioni atmosferiche del 2021 è risultato abbastanza confrontabile nelle due campagne in linea con le deposizioni di polveri in tutte le postazioni, eccetto che a Bypass e a Ravano, dove si registrano valori maggiori nella campagna invernale. In termini di Carbonio Totale (TC) i valori sono rimasti compresi tra il 19 e il 27% nella campagna invernale (**21/1**) e tra il 10 ed il 16% nella campagna estiva (**21/2**).

Gli esami condotti in **microscopia elettronica** (SEM) sulle deposizioni, non evidenziano presenza di carbone, in sintonia con l'assenza di scarico di carbone in entrambe le campagne.

Per quanto riguarda il monitoraggio continuativo a **Bypass**, i **ratei** medi annuali di **deposizioni dei metalli** sono risultati inferiori ai valori guida tedeschi; le campagne senza scarico di carbone, con rateo maggiore di polvere (**21/2** e **21/F**) risultano anche caratterizzate da maggiori valori di rateo di quasi tutti i metalli. Per quanto riguarda le **concentrazioni dei metalli** in questo sito si rileva una variabilità abbastanza limitata durante il corso di tutto l'anno; As e Hg tra i metalli minoritari e Cr, Cu e Mn tra quelli maggioritari sono risultati i metalli che presentano variabilità relativamente maggiore. Gli esami condotti in **microscopia elettronica** (SEM) rappresentativi dell'anno evidenziano un'assenza di particelle di carbone anche nelle due campagne in occasione della seppur limitata attività di movimentazione di carbone.

7.2 Sintesi e conclusioni del periodo 2014 ÷ 2021

I risultati delle campagne della Prescrizione 34 (ex18) effettuate dal **2014 al 2021** sono stati esaminati nel loro complesso e confrontati con le campagne di bianco (**P18 14/0** e **P34 20/1, P34 21/1 e P34 21/2**).

Confrontando i **ratei di deposizione delle polveri** emerge che nelle campagne estive i valori sono risultati simili tra loro e a quelli rilevati nelle campagne di bianco (più rappresentative del periodo estivo) mentre nelle campagne invernali si sono registrati valori generalmente più elevati. In generale si è osservata una tendenza alla diminuzione del rateo di deposizione di polveri sedimentabili man mano che ci si allontana dalla costa. Dal 2014 al 2016 è stata individuata la postazione di Diffusore come rappresentativa del fondo dell'area (per la sua collocazione non influenzata dalla movimentazione del carbone). Dal monitoraggio effettuato, tale postazione è risultata però poco rappresentativa per via degli ostacoli circostanti. Pertanto, a partire dal 2017, è stata individuata in sostituzione la postazione di Ravano ritenuta più rappresentativa e che per la distanza dalla linea carbone non risente della movimentazione e dello scarico di questo materiale. Presso tale sito, si sono rilevati elevati tassi di deposizione, paragonabili a quelli di Bypass, probabilmente dovuti alle limitrofe attività portuali.

Dal confronto dei dati di deposizione con le attività di scarico in Banchina ENEL (che dal 2017 hanno subito una notevole riduzione in termini quantitativi) non si è mai evidenziata alcuna relazione tra queste due variabili: si nota piuttosto una dipendenza dei ratei di deposizione dalla stagionalità in quasi tutte le postazioni.

Le **deposizioni di metalli** più elevate sono state misurate in genere a Bypass, in analogia con l'entità delle deposizioni di polveri. In particolare, a Bypass si evidenzia una maggiore deposizione sia dei metalli terrigeni (As e Mn) che di quelli associabili a sorgenti antropiche, quali traffico veicolare o intra-portuale, combustione, attività industriali (Cr, Ni, V).

I **ratei di deposizioni di metalli**, presentano valori generalmente più elevati nelle campagne invernali rispetto a quelle estive per la maggior parte dei maggioritari eccetto che per i metalli Pb e Cu a Bypass con i valori medi più elevati in estate e a Ravano con valori medi confrontabili tra le due stagioni per quasi tutti i metalli. Gli altri metalli (As, Cd, Hg e Tl) risultano maggiormente ubiquitari e non si nota un marcato effetto stagionale. In ogni caso, i ratei di deposizione dei metalli, ma anche quelli delle polveri sedimentabili, sono entro i valori guida come medie annuali adottati in alcune nazioni europee e tipici di ambienti urbani e rurali.

Anche le **concentrazioni dei metalli** nelle deposizioni tendono a diminuire man mano che ci si allontana dalla fascia costiera. Inoltre si nota una scarsa variabilità per Ni e V nelle singole postazioni, mentre per Mn, Cr e Cu le concentrazioni risultano più variabili in tutte le postazioni.

Il quadro complessivo emerso dal confronto tra le misure al **SEM** e quelle sulla componente di **carbonio organico (OC)** e **carbonio elementare (EC)** delle deposizioni, evidenzia un sostanziale accordo tra le misure effettuate con queste due tecniche che, consentono di affermare che, le eventuali polveri depositate dovute allo scarico e alla movimentazione del carbone sono di scarsa entità e limitate all'intorno locale del punto emissivo.

In conclusione, dalle analisi pluriennali emerge una correlazione tra polverosità e movimentazione di carbone pressoché assente, evidenziando dunque l'efficacia delle azioni svolte da ENEL per la riduzione ed il contenimento della polverosità dovuta ai processi interessati.

Sulla scorta dei risultati sia spaziali che temporali ottenuti negli otto anni di monitoraggio (2014 ÷ 2021) e della prevista completa assenza di scarico di carbone in Banchina e non operatività della CTE ENEL, si è deciso per l'anno 2022 di limitare il monitoraggio alla sola postazione di Bypass.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Bond, T.C., Bergstrom, R.W., 2007. Light absorption by carbonaceous particles: an investigative review. *Aerosol Sci. Technol.* 40, 27-67.

Chow, Judith C., et al., 2011. PM 2.5 source profiles for black and organic carbon emission inventories." *Atmospheric Environment* 45.31: 5407-5414.

Duan et al., 2004. Identification and estimate of biomass burning contribution to the urban aerosol organic carbon concentrations in Beijing.

Jacobson, Mark Z., 2000. Physically-based treatment of elemental carbon optics: Implications for global direct forcing of aerosols." *Geophysical Research Letters* 27.2: 217-220.

Kanakidou, M., et al., 2005. Organic aerosol and global climate modelling: a review, *Atmos. Chem. Phys.*, 5, 1053–1123, <http://www.atmos-chem-phys.net/5/1053/2005/>.

Poschl, U., Shiraiwa, 2015. M. Multiphase chemistry at the atmosphere-biosphere interface influencing climate and public health in the anthropocene. *Chemical Reviews* 115 (10), 4440-4475.

Szidat, Sönke, et al., 2009. Fossil and non-fossil sources of organic carbon (OC) and elemental carbon (EC) in Göteborg, Sweden." *Atmospheric Chemistry and Physics* 9.5: 1521-1535.

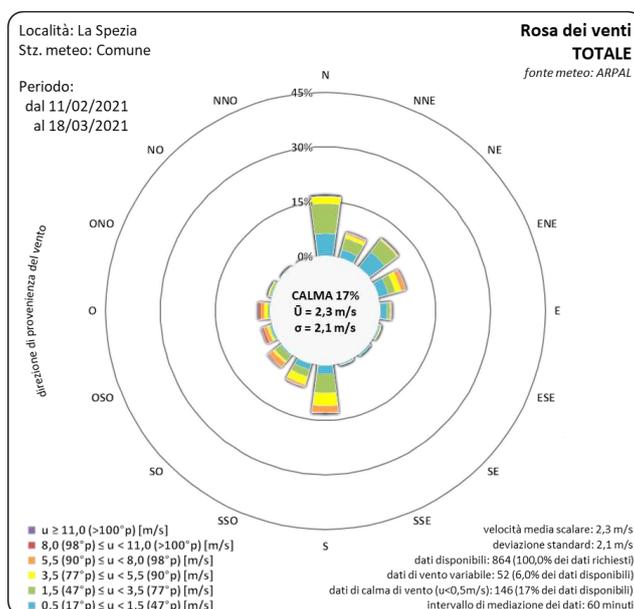
Tsigaridis, et al., 2006. Change in global aerosol composition since preindustrial times", *Atmos. Chem. Phys.*, 6, 5143–5162.

APPENDICE 1 – ROSE DEI VENTI 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

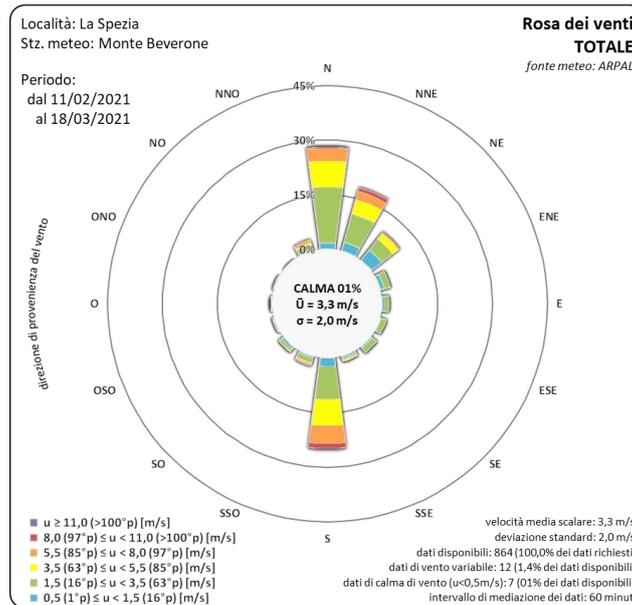


P34 21/1



| 16 SETTORI | | | CLASSI [m/s] | | | | | | | TOT | V. MED. SCALARE |
|------------|--------|--------|--------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|-------|--------|--------------------|
| 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 | | |
| N | 348,75 | 11,25 | - | 6,13% | 8,22% | 1,85% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 16,32% | 1,9 |
| NNE | 11,25 | 33,75 | - | 2,31% | 3,24% | 1,04% | 0,46% | 0,12% | 0,00% | 7,18% | 2,5 |
| NE | 33,75 | 56,25 | - | 5,21% | 4,28% | 0,23% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 9,84% | 1,6 |
| ENE | 56,25 | 78,75 | - | 2,66% | 1,97% | 1,62% | 1,27% | 0,12% | 0,00% | 7,64% | 3,1 |
| E | 78,75 | 101,25 | - | 1,74% | 0,81% | 0,12% | 0,23% | 0,12% | 0,00% | 3,01% | 2,1 |
| ESE | 101,25 | 123,75 | - | 0,23% | 0,35% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,69% | 2,2 |
| SE | 123,75 | 146,25 | - | 0,35% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,35% | 0,7 |
| SSE | 146,25 | 168,75 | - | 0,23% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,35% | 1,2 |
| S | 168,75 | 191,25 | - | 2,31% | 5,21% | 3,47% | 1,85% | 0,12% | 0,00% | 12,96% | 3,4 |
| SSO | 191,25 | 213,75 | - | 1,62% | 1,97% | 2,20% | 0,58% | 0,12% | 0,00% | 6,48% | 3,1 |
| SO | 213,75 | 236,25 | - | 0,46% | 1,85% | 0,58% | 1,39% | 0,35% | 0,00% | 4,63% | 4,2 |
| OSO | 236,25 | 258,75 | - | 0,46% | 0,35% | 0,58% | 1,04% | 0,58% | 0,00% | 3,01% | 5,5 |
| O | 258,75 | 281,25 | - | 0,23% | 0,46% | 0,93% | 1,04% | 0,58% | 0,00% | 3,24% | 5,3 |
| ONO | 281,25 | 303,75 | - | 0,23% | 0,58% | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,04% | 2,7 |
| NO | 303,75 | 326,25 | - | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,23% | 0,9 |
| NNO | 326,25 | 348,75 | - | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,12% | 0,9 |
| VAR | - | - | - | 5,21% | 0,46% | 0,35% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 6,02% | 1,0 |
| CALM | 16,90% | - | - | - | - | - | - | - | - | 16,90% | - |
| TOT | 16,90% | 29,75% | 29,86% | 13,31% | 8,10% | 2,08% | 0,00% | 100,00% | 2,27 | | |

**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



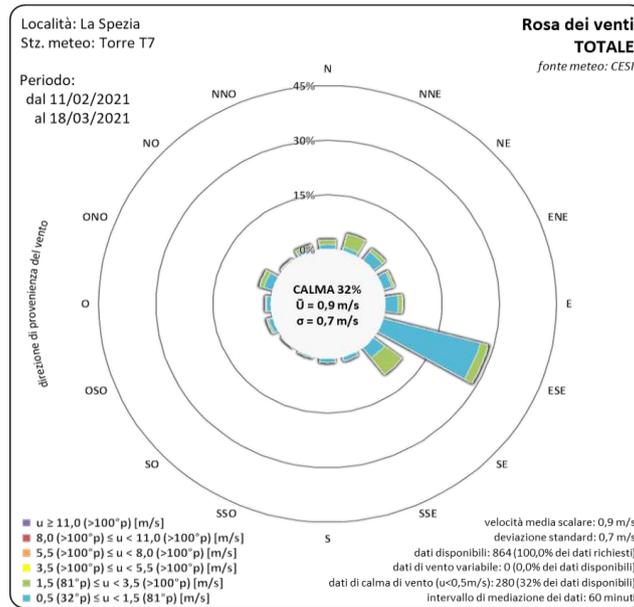
| 16 SETTORI | | | CLASSI [m/s] | | | | | | | TOT | V. MED. SCALARE |
|------------|--------|--------|--------------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|-------|---------|-----------------|
| ID | da | a | CAL | 0,5≤u<1,5 | 1,5≤u<3,5 | 3,5≤u<5,5 | 5,5≤u<8 | 8≤u<11 | u≥11 | | |
| N | 348,75 | 11,25 | - | 1,62% | 15,39% | 7,18% | 3,47% | 0,35% | 0,00% | 28,01% | 3,5 |
| NNE | 11,25 | 33,75 | - | 2,43% | 8,10% | 4,05% | 2,31% | 1,04% | 0,00% | 17,94% | 3,6 |
| NE | 33,75 | 56,25 | - | 3,47% | 3,82% | 1,97% | 0,23% | 0,23% | 0,00% | 9,72% | 2,5 |
| ENE | 56,25 | 78,75 | - | 0,93% | 1,74% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 2,66% | 1,9 |
| E | 78,75 | 101,25 | - | 0,58% | 1,04% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,62% | 1,7 |
| ESE | 101,25 | 123,75 | - | 0,00% | 1,50% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,50% | 2,1 |
| SE | 123,75 | 146,25 | - | 0,23% | 1,62% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,85% | 2,3 |
| SSE | 146,25 | 168,75 | - | 0,35% | 0,58% | 0,35% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,27% | 2,4 |
| S | 168,75 | 191,25 | - | 2,20% | 9,14% | 7,06% | 4,98% | 1,39% | 0,00% | 24,77% | 4,1 |
| SSO | 191,25 | 213,75 | - | 0,35% | 1,50% | 0,23% | 0,35% | 0,12% | 0,00% | 2,55% | 3,2 |
| SO | 213,75 | 236,25 | - | 0,69% | 0,69% | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,62% | 2,0 |
| OSO | 236,25 | 258,75 | - | 0,23% | 0,12% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,46% | 1,8 |
| O | 258,75 | 281,25 | - | 0,23% | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,46% | 1,6 |
| ONO | 281,25 | 303,75 | - | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,23% | 1,1 |
| 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 | - | 0,23% | 1,50% | 0,58% | 0,58% | 0,23% | 0,00% | 3,13% | 3,8 |
| VAR | - | - | - | 0,93% | 0,35% | 0,00% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 1,39% | 1,6 |
| CALM | - | - | 0,81% | - | - | - | - | - | - | 0,81% | - |
| TOT | - | - | 0,81% | 14,70% | 47,34% | 21,76% | 12,04% | 3,36% | 0,00% | 100,00% | 3,34 |

**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





| 16 SETTORI | | | CLASSI [m/s] | | | | | | | TOT | V. MED. SCALARE | |
|------------|--------|--------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------|-------------|--------|-----------------|------|
| ID | da | a | CAL | $0,5 \leq u < 1,5$ | $1,5 \leq u < 3,5$ | $3,5 \leq u < 5,5$ | $5,5 \leq u < 8$ | $8 \leq u < 11$ | $u \geq 11$ | | | |
| N | 348,75 | 11,25 | - | 1,27% | 1,27% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 2,55% | 1,5 | |
| NNE | 11,25 | 33,75 | - | 1,16% | 3,70% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 4,86% | 1,9 | |
| NE | 33,75 | 56,25 | - | 3,01% | 1,04% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 4,05% | 1,3 | |
| ENE | 56,25 | 78,75 | - | 2,43% | 0,58% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 3,01% | 1,1 | |
| E | 78,75 | 101,25 | - | 3,47% | 1,16% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 4,63% | 1,0 | |
| ESE | 101,25 | 123,75 | - | 26,27% | 2,20% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 28,47% | 0,8 | |
| SE | 123,75 | 146,25 | - | 3,70% | 5,67% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 9,38% | 1,7 | |
| SSE | 146,25 | 168,75 | - | 1,16% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,16% | 1,0 | |
| S | 168,75 | 191,25 | - | 1,04% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,04% | 1,0 | |
| SSO | 191,25 | 213,75 | - | 0,35% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,35% | 0,8 | |
| SO | 213,75 | 236,25 | - | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,12% | 0,5 | |
| OSO | 236,25 | 258,75 | - | 0,93% | 0,46% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,39% | 1,0 | |
| O | 258,75 | 281,25 | - | 0,93% | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,16% | 1,0 | |
| ONO | 281,25 | 303,75 | - | 2,20% | 1,16% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 3,36% | 1,4 | |
| NO | 303,75 | 326,25 | - | 0,12% | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,35% | 2,0 | |
| NNO | 326,25 | 348,75 | - | 0,81% | 0,93% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,74% | 1,6 | |
| VAR | - | - | - | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,0 | |
| CALM | - | - | - | 32,41% | - | - | - | - | - | 32,41% | - | |
| TOT | - | - | - | 32,41% | 48,96% | 18,63% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 100,00% | 0,88 |

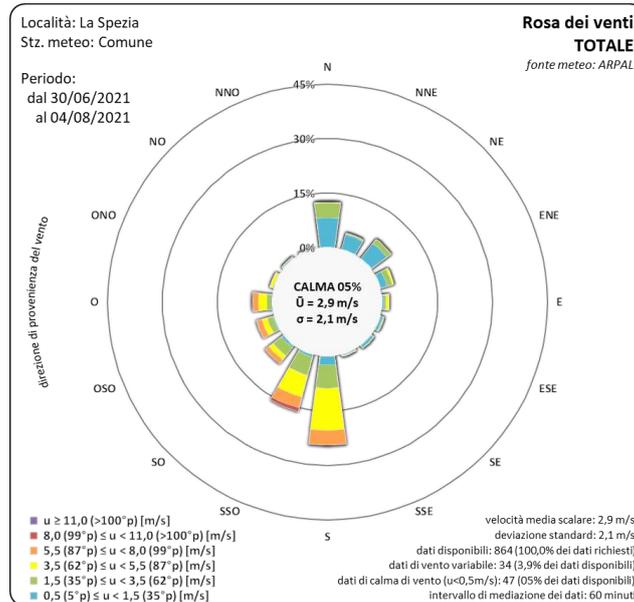
**Dipartimento Stato dell'Ambiente e Tutela
dai Rischi Naturali – U.O. Qualità dell'Aria**

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

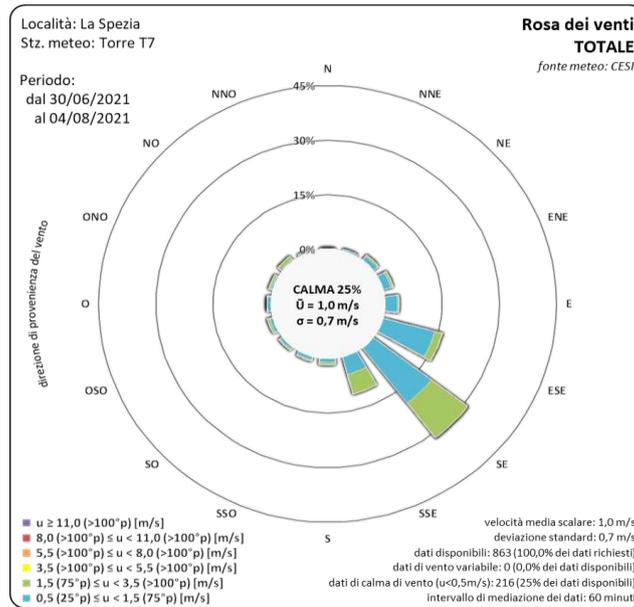


P34 21/2



| 16 SETTORI | | | CLASSI [m/s] | | | | | | | TOT | V. MED. SCALARE | |
|------------|--------|--------|--------------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|-------|--------|--------------------|------|
| 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 | | | |
| N | 348,75 | 11,25 | - | 8,22% | 4,05% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 12,38% | 1,4 | |
| NNE | 11,25 | 33,75 | - | 4,17% | 0,46% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 4,63% | 1,0 | |
| NE | 33,75 | 56,25 | - | 5,21% | 1,50% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 6,71% | 1,2 | |
| ENE | 56,25 | 78,75 | - | 1,74% | 1,50% | 0,46% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 3,70% | 1,8 | |
| E | 78,75 | 101,25 | - | 0,35% | 0,58% | 0,81% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,74% | 2,8 | |
| ESE | 101,25 | 123,75 | - | 0,58% | 0,23% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,93% | 1,6 | |
| SE | 123,75 | 146,25 | - | 0,58% | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,81% | 1,4 | |
| SSE | 146,25 | 168,75 | - | 0,12% | 0,23% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,46% | 2,4 | |
| S | 168,75 | 191,25 | - | 2,31% | 6,37% | 11,57% | 4,05% | 0,00% | 0,00% | 24,31% | 3,9 | |
| SSO | 191,25 | 213,75 | - | 0,58% | 5,21% | 6,13% | 3,13% | 1,04% | 0,00% | 16,09% | 4,3 | |
| SO | 213,75 | 236,25 | - | 0,58% | 2,89% | 1,50% | 1,27% | 0,12% | 0,00% | 6,37% | 3,8 | |
| OSO | 236,25 | 258,75 | - | 0,23% | 1,62% | 1,50% | 1,50% | 0,12% | 0,00% | 4,98% | 4,5 | |
| O | 258,75 | 281,25 | - | 0,35% | 1,16% | 2,20% | 1,50% | 0,23% | 0,00% | 5,44% | 4,6 | |
| ONO | 281,25 | 303,75 | - | 0,12% | 0,23% | 0,69% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 1,16% | 3,8 | |
| NO | 303,75 | 326,25 | - | 0,35% | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,58% | 1,5 | |
| NNO | 326,25 | 348,75 | - | 0,23% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,35% | 1,1 | |
| VAR | - | - | - | 3,47% | 0,46% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 3,94% | 1,0 | |
| CALM | - | - | - | 5,44% | - | - | - | - | - | 5,44% | - | |
| TOT | - | - | - | 5,44% | 29,17% | 27,08% | 25,23% | 11,57% | 1,50% | 0,00% | 100,00% | 2,92 |

**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



| 16 SETTORI | | | CLASSI [m/s] | | | | | | | TOT | V. MED. SCALARE |
|------------|--------|--------|--------------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|-------|---------|-----------------|
| 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 | | |
| N | 348,75 | 11,25 | - | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,23% | 1,1 |
| NNE | 11,25 | 33,75 | - | 0,46% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,46% | 1,1 |
| NE | 33,75 | 56,25 | - | 1,39% | 0,35% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,74% | 1,2 |
| ENE | 56,25 | 78,75 | - | 2,09% | 0,58% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 2,67% | 1,1 |
| E | 78,75 | 101,25 | - | 3,24% | 0,35% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 3,59% | 1,0 |
| ESE | 101,25 | 123,75 | - | 14,02% | 1,97% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 15,99% | 1,0 |
| SE | 123,75 | 146,25 | - | 19,12% | 12,05% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 31,17% | 1,4 |
| SSE | 146,25 | 168,75 | - | 4,98% | 5,56% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 10,54% | 1,5 |
| S | 168,75 | 191,25 | - | 1,04% | 0,70% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,74% | 1,5 |
| SSO | 191,25 | 213,75 | - | 0,93% | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,16% | 1,2 |
| SO | 213,75 | 236,25 | - | 0,58% | 0,46% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,04% | 1,4 |
| OSO | 236,25 | 258,75 | - | 0,58% | 0,70% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,27% | 1,5 |
| O | 258,75 | 281,25 | - | 0,70% | 0,23% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,93% | 1,4 |
| ONO | 281,25 | 303,75 | - | 0,23% | 0,58% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,81% | 1,7 |
| NO | 303,75 | 326,25 | - | 0,23% | 1,04% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 1,27% | 2,0 |
| NNO | 326,25 | 348,75 | - | 0,23% | 0,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,35% | 1,5 |
| VAR | - | - | - | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,0 |
| CALM | 25,03% | - | - | - | - | - | - | - | - | 25,03% | - |
| TOT | 25,03% | 50,06% | 24,91% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 100,00% | 1,04 |

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

APPENDICE 2

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



Valori in millimetri (mm) di precipitazione.
Campagna P34 21/1 - dal 11/02/2021 al 18/03/2021

| Giorno Settimana | Data | Comune della Spezia | La Foce - Monteviseggi | Fornola |
|---------------------|------------|------------------------|---------------------------|-------------|
| gio | 11/02/2021 | 0,2 | 0,4 | 0 |
| ven | 12/02/2021 | 4 | 1 | 4 |
| sab | 13/02/2021 | 0,2 | 3 | 0,4 |
| dom | 14/02/2021 | 0 | 0 | 0 |
| lun | 15/02/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mar | 16/02/2021 | 11,6 | 32,6 | 22 |
| mer | 17/02/2021 | 12,8 | 29,4 | 13,6 |
| gio | 18/02/2021 | 1 | 0,4 | 0,4 |
| ven | 19/02/2021 | 0 | 0 | 0 |
| sab | 20/02/2021 | 0 | 0 | 0 |
| dom | 21/02/2021 | 0 | 0,2 | 0 |
| lun | 22/02/2021 | 0,2 | 0 | 0 |
| mar | 23/02/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mer | 24/02/2021 | 0 | 0 | 0 |
| gio | 25/02/2021 | 0 | 0 | 0,2 |
| ven | 26/02/2021 | 0,2 | 0 | 0 |
| sab | 27/02/2021 | 0 | 0 | 0 |
| dom | 28/02/2021 | 0 | 0 | 0 |
| lun | 01/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mar | 02/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mer | 03/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| gio | 04/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| ven | 05/03/2021 | 1,8 | 5,2 | 1 |
| sab | 06/03/2021 | 0 | 0,8 | 1 |
| dom | 07/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| lun | 08/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mar | 09/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mer | 10/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| gio | 11/03/2021 | 5,8 | 5,8 | 2,4 |
| ven | 12/03/2021 | 6,6 | 10 | 10,2 |
| sab | 13/03/2021 | 0,2 | 0,2 | 0 |
| dom | 14/03/2021 | 0,2 | 0 | 0 |
| lun | 15/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mar | 16/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mer | 17/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| gio | 18/03/2021 | 0 | 0 | 0 |
| Totale (mm) | | 44,8 | 89,0 | 55,2 |

**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



Campagna P34 21/2 - dal 30/06/2021 al 04/08/2021

| Giorno Settimana | Data | Comune della Spezia | La Foce - Monteviseggi | Fornola |
|---------------------|------------|------------------------|---------------------------|-------------|
| mer | 30/06/2021 | 0 | 0 | 0 |
| gio | 01/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| ven | 02/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| sab | 03/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| dom | 04/07/2021 | 0,2 | 0,2 | 0 |
| lun | 05/07/2021 | 0 | 0,2 | 0 |
| mar | 06/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mer | 07/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| gio | 08/07/2021 | 1 | 1 | 0,2 |
| ven | 09/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| sab | 10/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| dom | 11/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| lun | 12/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mar | 13/07/2021 | 0,4 | 0 | 0 |
| mer | 14/07/2021 | 16 | 8,6 | 2,8 |
| gio | 15/07/2021 | 0,2 | 3 | 0 |
| ven | 16/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| sab | 17/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| dom | 18/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| lun | 19/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mar | 20/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mer | 21/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| gio | 22/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| ven | 23/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| sab | 24/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| dom | 25/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| lun | 26/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mar | 27/07/2021 | 2,2 | 2,8 | 1,6 |
| mer | 28/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| gio | 29/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| ven | 30/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| sab | 31/07/2021 | 0 | 0 | 0 |
| dom | 01/08/2021 | 4,6 | 0 | 0 |
| lun | 02/08/2021 | 49 | 55,4 | 17,4 |
| mar | 03/08/2021 | 0 | 0 | 0 |
| mer | 04/08/2021 | 0 | 0,2 | 0 |
| Totale (mm) | | 73,6 | 71,4 | 22,0 |

**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

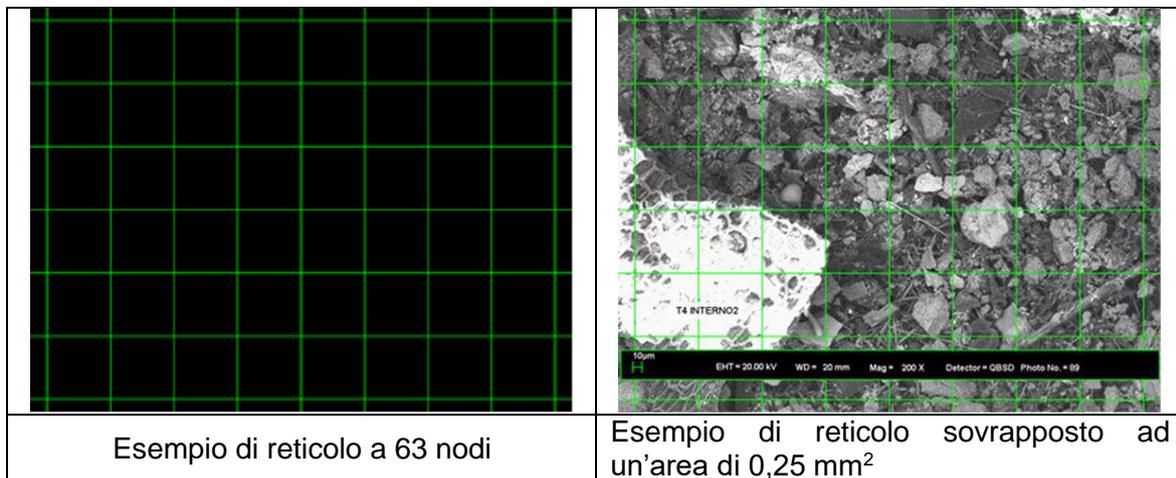


APPENDICE 3 – MODALITÀ OPERATIVA UTILIZZATA PER ANALISI AL SEM

**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 quarto¹ da destinare alle indagini in SEM;
- lungo la bisettrice di ciascun quarto di filtro si selezionano tre aree di 1 mm² 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 mm² sono richieste 4 singole letture di un'area pari a 0,25 mm²;
- per effettuare il conteggio delle particelle di carbone ciascuna area di 0,25 mm² 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 mm² come mostrato nella figura che segue:

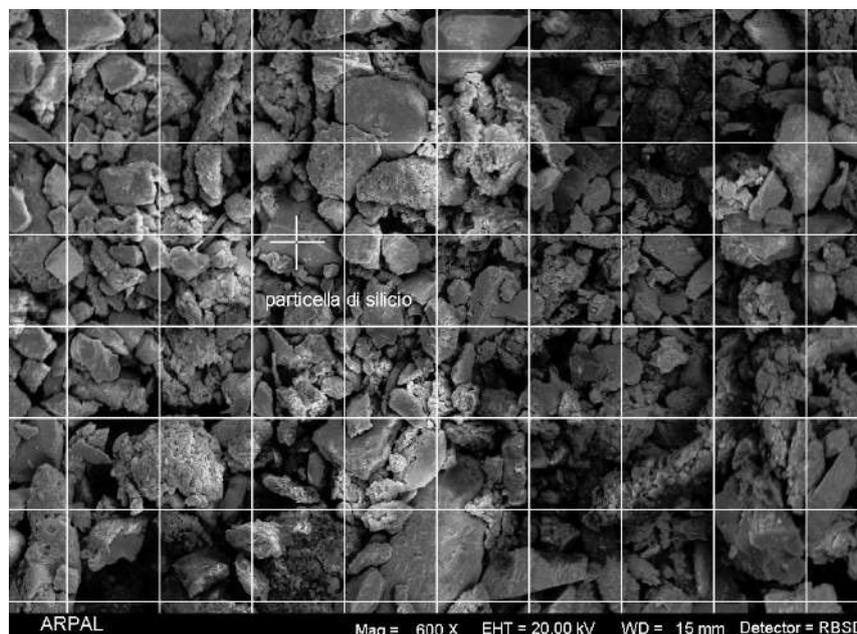
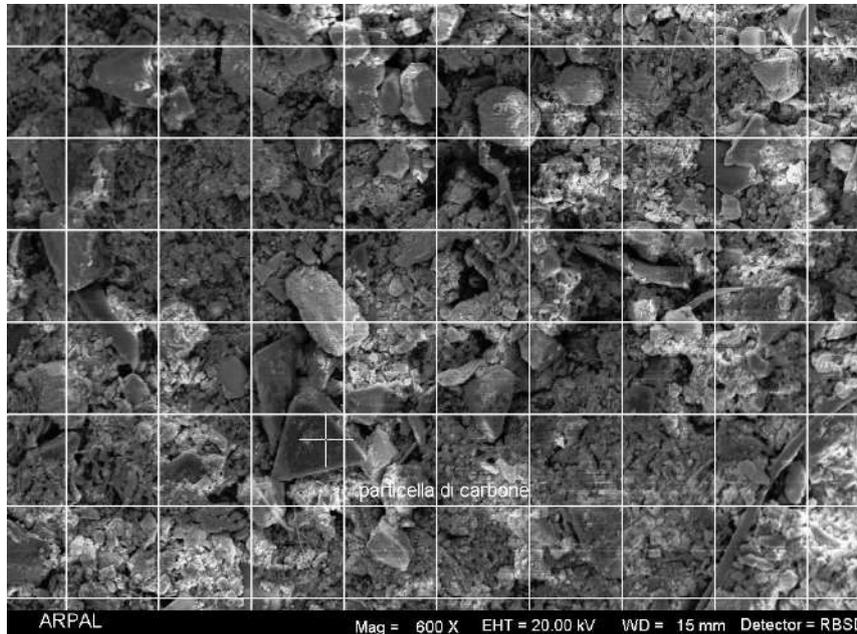


- si procede al conteggio del numero di nodi che cadono all'interno o al bordo di una particella di carbone individuata dallo spettro di microanalisi e dalla morfologia. Come criterio si è adottato il seguente: nel caso di nodi che cadevano all'interno di una particella si è conteggiato un valore di 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 mm² 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.

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

APPENDICE 4 – DATI DI TRAFFICO POSTAZIONE BYPASS

**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

AURELIA - 21/1 - Inverno 2021 - Media dei veicoli per giorno settimana

| Giorno | n | Automobili verso Spezia | Camion + bus verso Spezia | Automobili verso Lerici | Camion + bus verso Lerici | Auto totali | Camion + bus totali | Veicoli totali |
|--------|---|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|---------------------|----------------|
| lun | 5 | 1285 | 2481 | 1381 | 2056 | 2666 | 4537 | 7202 |
| mar | 5 | 1294 | 2505 | 1338 | 2090 | 2632 | 4595 | 7227 |
| mer | 5 | 1355 | 2558 | 1470 | 2088 | 2825 | 4646 | 7471 |
| gio | 6 | 1581 | 2116 | 1738 | 1804 | 3319 | 3920 | 7238 |
| ven | 5 | 1181 | 1913 | 1266 | 1639 | 2447 | 3552 | 5999 |
| sab | 5 | 881 | 1710 | 947 | 1585 | 1828 | 3295 | 5123 |
| dom | 5 | 543 | 1361 | 641 | 1413 | 1185 | 2773 | 3958 |

AURELIA - 21/2 - Estate 2021 - Media dei veicoli per giorno settimana

| Giorno | n | Automobili verso Spezia | Camion + bus verso Spezia | Automobili verso Lerici | Camion + bus verso Lerici | Auto totali | Camion + bus totali | Veicoli totali |
|--------|---|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|---------------------|----------------|
| lun | 5 | 1767 | 3537 | 1914 | 2635 | 3682 | 6172 | 9854 |
| mar | 5 | 1800 | 3568 | 1928 | 2676 | 3728 | 6244 | 9972 |
| mer | 6 | 1754 | 3408 | 1859 | 2537 | 3613 | 5945 | 9557 |
| gio | 5 | 1810 | 3592 | 1925 | 2718 | 3735 | 6309 | 10044 |
| ven | 5 | 1851 | 3749 | 2059 | 2771 | 3910 | 6520 | 10430 |
| sab | 5 | 1499 | 3308 | 1651 | 2517 | 3150 | 5825 | 8975 |
| dom | 5 | 1008 | 2424 | 1195 | 2080 | 2202 | 4504 | 6706 |

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

**DARSENA - 21/1 - Inverno 2021 - Media dei veicoli per giorno settimana**

| Giorno | n | Automobili verso il porto | Camion + bus verso il porto | Automobili verso C.le Enel | Camion + bus verso C.le Enel | Auto totali | Camion + bus totali | Veicoli totali |
|--------|---|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------|---------------------|----------------|
| lun | 5 | 842 | 194 | 599 | 137 | 1440 | 330 | 1771 |
| mar | 5 | 781 | 245 | 585 | 184 | 1366 | 429 | 1795 |
| mer | 5 | 769 | 217 | 539 | 163 | 1308 | 379 | 1687 |
| gio | 6 | 807 | 175 | 565 | 128 | 1372 | 303 | 1674 |
| ven | 5 | 766 | 205 | 573 | 161 | 1339 | 366 | 1705 |
| sab | 5 | 337 | 94 | 220 | 82 | 557 | 176 | 733 |
| dom | 5 | 155 | 57 | 98 | 53 | 253 | 110 | 363 |

DARSENA - 21/2 - Estate 2021 - Media dei veicoli per giorno settimana

| Giorno | n | Automobili verso il porto | Camion + bus verso il porto | Automobili verso C.le Enel | Camion + bus verso C.le Enel | Auto totali | Camion + bus totali | Veicoli totali |
|--------|---|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------|---------------------|----------------|
| lun | 5 | 3919 | 297 | 3262 | 252 | 7181 | 549 | 7730 |
| mar | 5 | 4019 | 281 | 3402 | 250 | 7421 | 531 | 7952 |
| mer | 6 | 3895 | 301 | 3294 | 282 | 7189 | 582 | 7771 |
| gio | 5 | 4115 | 333 | 3433 | 301 | 7548 | 635 | 8183 |
| ven | 5 | 4129 | 339 | 3499 | 298 | 7628 | 637 | 8265 |
| sab | 5 | 3264 | 195 | 2901 | 182 | 6164 | 377 | 6541 |
| dom | 5 | 2368 | 101 | 2047 | 100 | 4415 | 201 | 4616 |

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

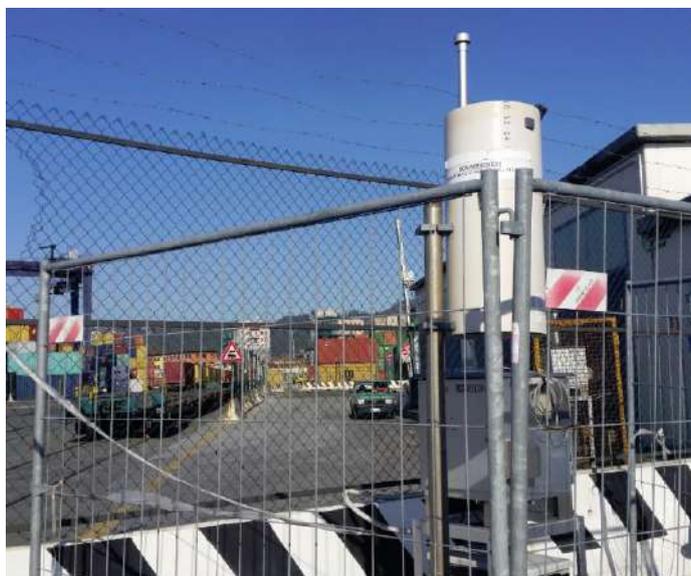


APPENDICE 5

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

| | |
|----------------------------------|--|
| Postazione | RAVANO – RA |
| Tipologia | industriale urbana |
| Coordinate-quota | 44° 6'30.29"N - 9°51'19.79"E - 2 m slm |
| Parametri monitorati (**) | metalli –EC/OC – Presenza Carbone con SEM |

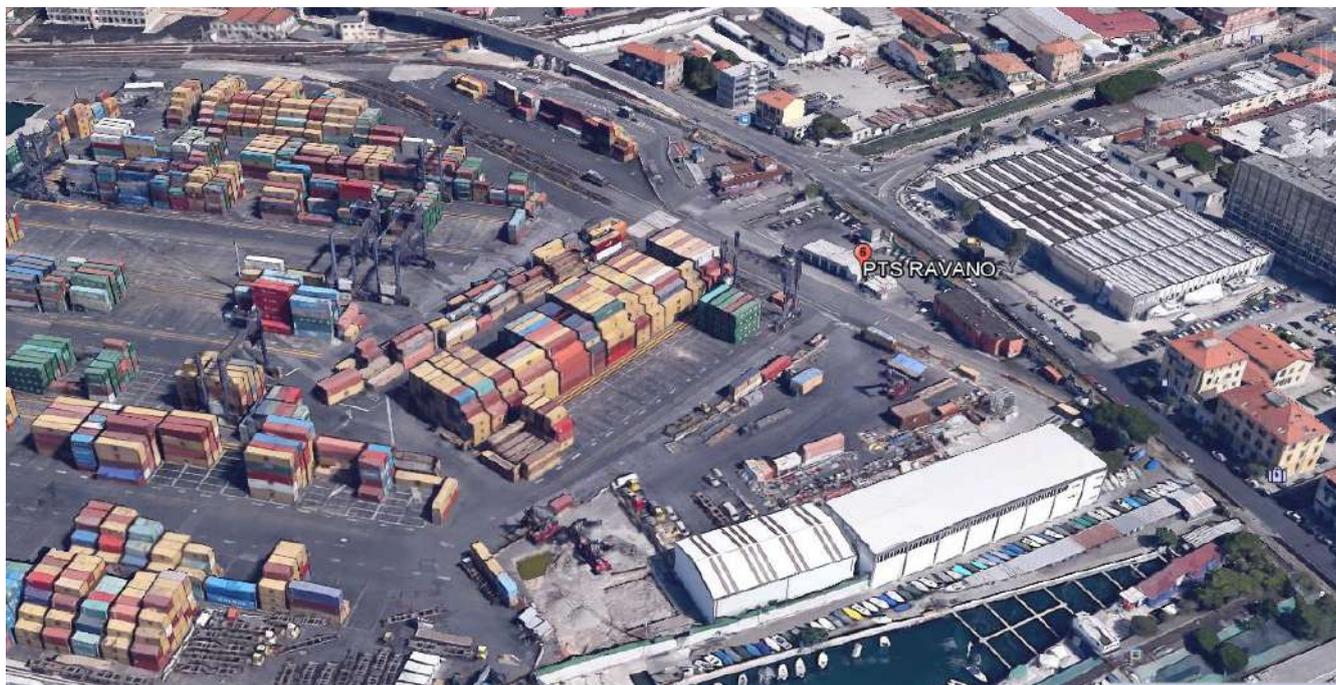


Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è posto all'interno del terminal LSCT, area Ravano, in un'area in prossimità degli uffici doganali.

La zona è caratterizzata da significative attività di movimentazione container con mezzi pesanti: a questo proposito si segnala in direzione N il varco di uscita dal terminal presso il quale si aveva fino all'autunno 2015 la presenza di mezzi pesanti in colonati; a E si sviluppa Viale San Bartolomeo, arteria caratterizzata da intenso traffico veicolare che presenta, a poco più di 60 m, l'incrocio regolato da semaforo con via Valdilocchi, incrocio anch'esso caratterizzato da traffico significativo soprattutto nelle ore di punta.

Si segnala inoltre in area limitrofa a S la presenza dei fasci di binari utilizzati per la formazione dei treni impiegati per la movimentazione container.



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

(**) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 34

| | |
|----------------------------------|---|
| Postazione | FOSSAMAISTRA 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 v.le S. Bartolomeo e su via Privata ENEL |

(*) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 29

(**) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 34

| | |
|----------------------------------|---|
| Postazione | TORRE T4 – T4 |
| Tipologia | industriale urbana |
| Coordinate-quota | 44° 6'30.40"N- 9°51'41.97"E - 5 m slm |
| Parametri monitorati (**) | metalli – EC/OC – Presenza Carbone con SEM |

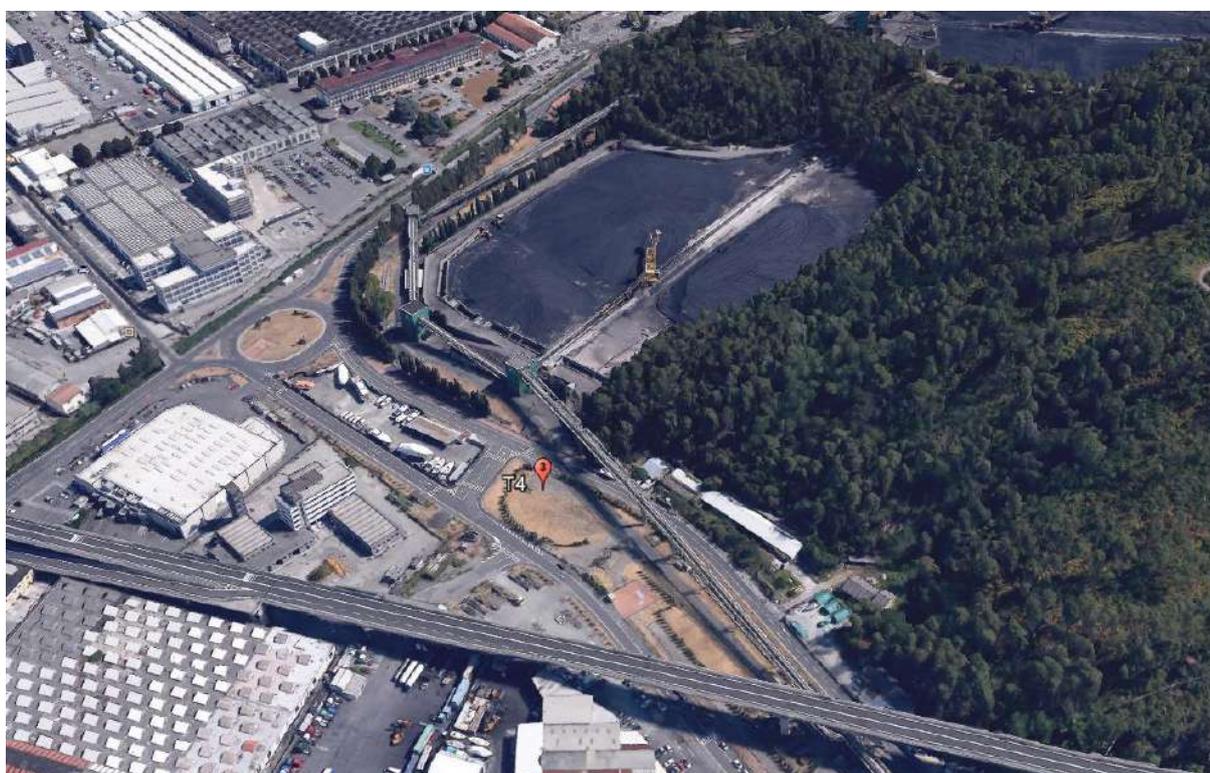


Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è posto in uno spiazzo erboso in prossimità del punto in cui la linea di movimentazione del carbone scavalca via privata ENEL, poco prima della torre T4; a Sud dell'area corre via privata OTO: entrambe le strade qui citate sono caratterizzate dal passaggio di numerosi mezzi pesanti.

Si segnala inoltre, in direzione Est, a circa 100 m, il raccordo sopraelevato Spezia-Lerici, e ad Ovest il carbonile Val Fornola, il cui accesso principale è posto a circa 30 m.

La presenza di alberi che contornano il sito di misura limita la rappresentatività dei dati di vento.



| | marca | modello | S/N | note |
|--|---------------|---------|-----|--------------------------------|
| Deposimetro in-organici (**) | Analitica srl | | - | imbuto e bottiglia in plastica |
| Temperatura aria ¹ | LASTEM | - | - | |
| Velocità e direzione vento ¹ | LASTEM | - | - | rilevato a 4 m |

(**) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 34

¹ dati acquisiti a partire da agosto 2015

| | |
|----------------------------------|---|
| Postazione | TORRE T7 – T7 |
| Tipologia | industriale urbana |
| Coordinate-quota | 44° 6'35.19"N - 9°52'10.45"E - 5 m slm |
| Parametri monitorati (**) | metalli – EC/OC – Presenza Carbone con SEM – meteo |



Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è posto in prossimità della torre 7 della linea di movimentazione carbone in un'area parzialmente asfaltata; a circa 15 m, in direzione N, si sviluppa via Valdilocchi (caratterizzata da traffico veicolare, con prevalenza di mezzi pesanti) e a circa 50 m in direzione S, un filare di alberi ad alto fusto separa la postazione dall'inizio del carbonile Val Bosca. In direzione NE, a circa 500 m vi è il camino del gruppo 3 a carbone.

Si evidenzia che nel corso dell'estate 2016 è stato collocato in prossimità barriere in prossimità dell'argine settentrionale del limitrofo carbonile un sistema di barriere utile a contenere i possibili effetti dell'azione eolica.

Nel raggio di circa 200 m i terreni risultano prevalentemente non asfaltati, con presenza di aree prevalentemente boscate. La presenza di molti ostacoli intorno al sito di misura limita la rappresentatività dei dati di vento.



| | marca | modello | S/N | note |
|-------------------------------------|---------------|---------|-----|--------------------------------|
| Deposimetro in-organici (**) | Analitica srl | | - | imbuto e bottiglia in plastica |
| Temperatura aria | LASTEM | - | - | |
| Velocità e direzione vento | LASTEM | - | - | rilevato a 4 m |

(**) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 34

| | |
|----------------------------------|---|
| Postazione | TORRE T7bis – T7bis |
| Tipologia | industriale urbana |
| Coordinate-quota | 44° 6'33.62"N- 9°52'12.86"E - 10 m slm |
| Parametri monitorati (**) | metalli – EC/OC – Presenza Carbone con SEM |



Note caratteristiche del sito

Il sito di misura è posto in prossimità della torre 7 della linea di movimentazione carbone in un'area parzialmente asfaltata ai margini del carbonile Val Bosca dal quale è separata da un filare di alberi ad alto fusto e da barriere utili a contenere i possibili effetti di diffusione del polverino di carbone da parte del vento.

Il sito è a circa 60 m NE di T7, in una posizione più elevata e distante da via Valdilocchi (caratterizzata da traffico veicolare, con prevalenza di mezzi pesanti).

In direzione NE, a circa 500 m vi è il camino del gruppo 3 a carbone.

Nel raggio di circa 200 m i terreni risultano in gran parte non asfaltati, con presenza di aree prevalentemente boscate.



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

(**) Monitoraggio nell'ambito della Prescrizione 34

APPENDICE 6

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

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 P34 (ex P18).

Nel 2021 (vedi cap. 5 per dettagli) sono stati raccolti 10 campioni di deposizioni più 2 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, in ciascuna delle due campagne, ha eseguito le determinazioni dei metalli (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Tl, V) secondo il seguente schema:

- campagna **P34 21/1** - postazioni di Bypass, Torre T4;
- campagna **P34 21/2** - postazioni di Ravano, Torre T7 bis e Bianco.

Complessivamente sono stati controllati 5 campioni di deposizione su un totale di 12 deposizioni (42%).

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:

| Parametro | N° campioni conformi | N° campioni NON conformi | N° campioni Totali | % di conformità |
|---------------|----------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|
| Cadmio | 4 | 1 | 5 | 80% |
| Cromo Totale | 4 | 1 | 5 | 80% |
| Piombo | 5 | 0 | 5 | 100% |
| Rame | 4 | 1 | 5 | 80% |
| Arsenico | 5 | 0 | 5 | 100% |
| Vanadio | 5 | 0 | 5 | 100% |
| Manganese | 4 | 1 | 5 | 80% |
| Tallio | 5 | 0 | 5 | 100% |
| Nichel | 4 | 1 | 5 | 100% |
| TOTALE | 40 | 5 | 45 | 90% |

L'indice di validazione conclusivo, che è dato dalla media delle percentuali di conformità di ogni singolo parametro, risulta pari a 90% maggiore del valore soglia prefissato dal protocollo ARPAL, pari al 70%.

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 34 AIA le determinazioni analitiche dei metalli nelle deposizioni atmosferiche fornite dal Laboratorio CESI.

ALLEGATO 1

PROTOCOLLO DI ATTUAZIONE DELLE PRESCRIZIONI 29 e 34
(rispettivamente 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

Comune di Arcola

27. MAR 2014

8982 a

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.

[Handwritten signatures]
*P. Boverato

Allegati:

Allegato 1 - Protocollo di attuazione della prescrizione 14

Allegato 2 - Protocollo di attuazione della prescrizione 18

[Handwritten signatures]
A. Marino
D. L. Mottola
S. L. Angelini
P.C.I.
S. L.

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 meteorologiche dei periodi di monitoraggio;
- Validazione dei dati;
- Modalità di elaborazione dei risultati analitici e meteorologici;
- Raccolta di dati ed informazioni sulle sorgenti presenti sul territorio da utilizzare per la stesura dei commenti e delle valutazioni 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 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 meteorologico. 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.).

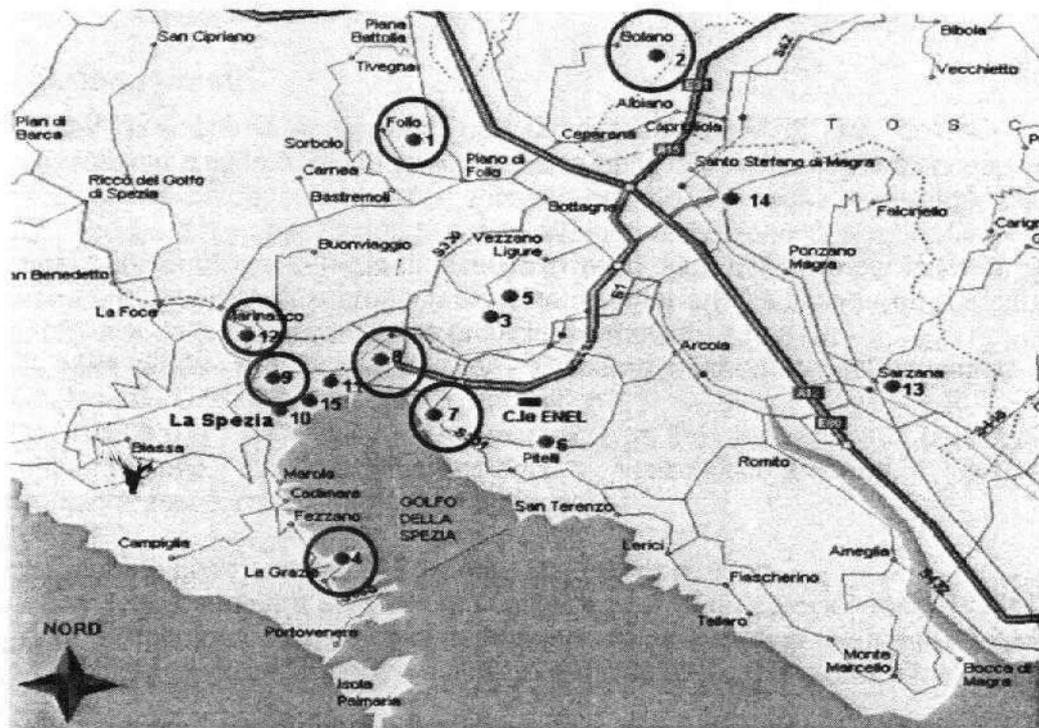
Nella tabella che segue sono indicate le postazioni individuate secondo i criteri sopra esposti e le integrazioni della attuale strumentazione per il rilevamento della qualità dell'aria:

| Postazione | Tipologia ARPAL | Significatività per le deposizioni | Strumentazione esistente | Integrazione strumentazione meteo¹ | 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 meteorologici 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 determinazioni di specie metalliche e di un deposimetro "bulk", sempre di tipo "bottle + funnel", adatto alla raccolta delle deposizioni destinate alle determinazioni 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.

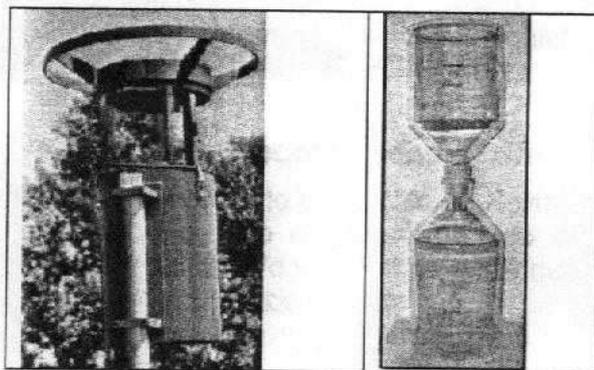
2.3 Tipi di deposimetri

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 alla 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, SO₄, NO₃, 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 meteorologici, 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 meteorologiche 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 meteorologici.

I tecnici individuati da ARPAL e CESI si riuniranno per stabilire le modalità di elaborazione dei risultati dei monitoraggi dei microinquinanti e di quelli meteorologici. 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 meteorologiche dei periodi di monitoraggio;
- Validazioni dei dati;
- Elaborazione dei risultati analitici e meteorologici.

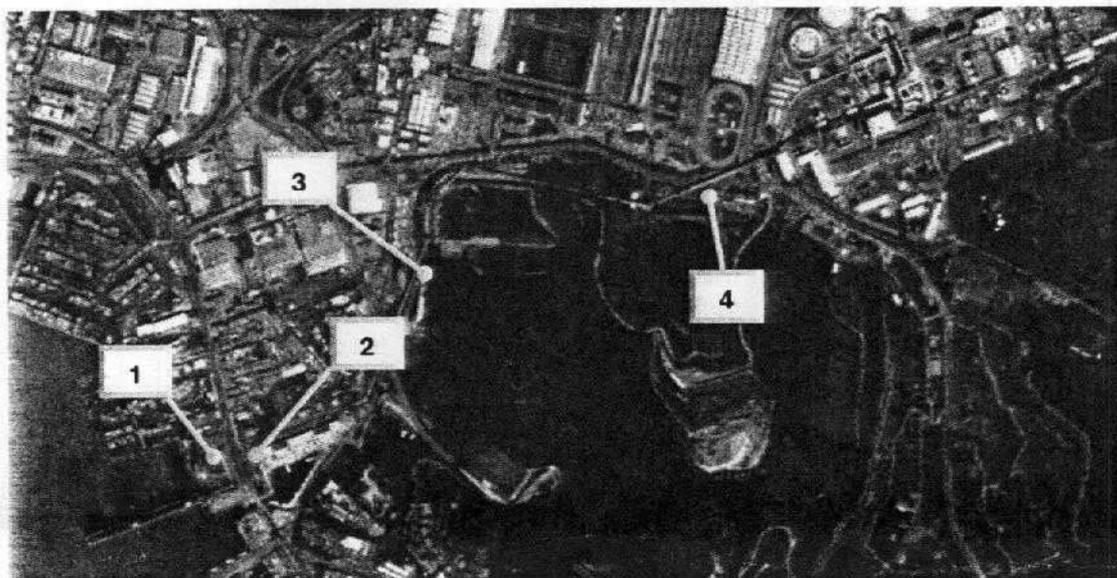
Per il 2014, primo anno di attuazione dei monitoraggi e in assenza di dati pregressi, si utilizzerà un ampio protocollo sperimentale per ottenere un numero sufficiente di informazioni sulle caratteristiche delle deposizioni atmosferiche riferibili all'utilizzo del carbone nella Centrale di La Spezia. 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

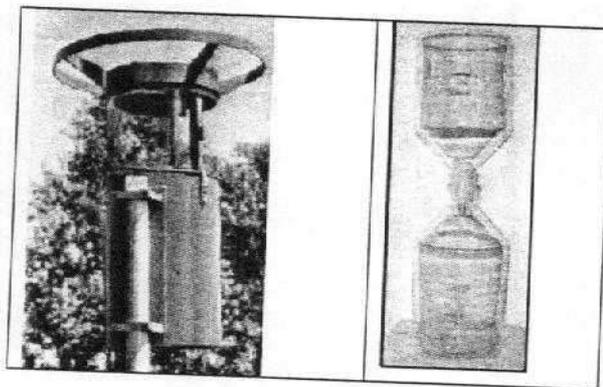
Le attività di monitoraggio della prescrizione 18 saranno cadenzate in relazione alle attività di scarico dalla nave al carbonile e/o di trasporto dal carbonile alla Centrale e sarà condotto un periodo di monitoraggio all'anno., sulla scorta del lavoro già effettuato nel 2012. Per il 2014 sarà effettuato 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:
 - o indagini in microscopia a scansione elettronica (SEM) per la valutazione delle particelle di carbone;
 - o analisi del contenuto di carbonio organico (OC) ed elementare (EC). La somma dei due fornirà il carbonio totale (TC);
 - o 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 meteorologiche 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, meteorologici 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 meteorologici. 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 meteorologici per la valutazione delle relazioni tra direzioni prevalenti dei venti e potenziali sorgenti della movimentazione del carbone.

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 FOSSAMAISTRA da effettuarsi su circa 100 campioni omogeneamente distribuiti nel corso delle campagne.

6/12/2016

[Handwritten signature]

ARPAL
(COLONNA)

[Handwritten signature]

COMUNE SP
(CANNETI)

[Handwritten signature]

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 dell'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 dell'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 dell'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 dell'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 attivata 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 deposizioni 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 FOSSAMAISTRA 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.