



Spett.li

**Ministero della Transizione Ecologica**

Direzione generale per la crescita sostenibile e la qualità dello sviluppo (CreSS)

Divisione IV – Qualità dello sviluppo

[CRESS@pec.minambiente.it](mailto:CRESS@pec.minambiente.it)

**ISPRA**

Dipartimento per la valutazione, i controlli e la sostenibilità ambientale

Servizio per i rischi e la sostenibilità ambientale

delle tecnologie, delle sostanze chimiche, dei cicli produttivi

e dei servizi idrici e per le attività ispettive

[protocollo.ispra@ispra.legalmail.it](mailto:protocollo.ispra@ispra.legalmail.it)

**ARPA Sardegna**

Dipartimento di Sassari

[dipartimento.ss@pec.arpa.sardegna.it](mailto:dipartimento.ss@pec.arpa.sardegna.it)

**DM n. 85 del 22.04.2020 di Riesame complessivo dell'AIA, Decreto DVA-DEC-2010-0000207 del 26.04.2010 per l'esercizio della centrale termoelettrica di Fiume Santo (SS), di proprietà della Fiume Santo S.p.A. Ottemperanza all'art. 1, c.2 lettera C.**

In ottemperanza all'art.1, c.2 lettera C dell'autorizzazione in oggetto, che recita:

*"Il Gestore, dovrà predisporre uno studio per la pianificazione e realizzazione di una rete deposimetrica finalizzata ad implementare un piano di monitoraggio delle deposizioni che preveda la caratterizzazione delle polveri raccolte tramite il dosaggio di metalli pesanti (As, Pb, Cd, Ni, V, Cr, Cu, Mn, Hg, Tl), PCDD/F, PCB-DL e IPA, prevedendo altresì che le campagne di monitoraggio delle deposizioni siano almeno due all'anno, una riferita alla stagione fredda e una alla stagione calda. Tale monitoraggio deve essere concordato con gli enti di controllo del territorio."*

il Gestore trasmette lo studio richiesto, redatto dalla ditta di consulenza CESI S.p.A.

Si richiede, inoltre, un incontro tecnico con l'ente di controllo territoriale in indirizzo, al fine di concordare quanto prescritto dal su citato articolo.

Nel rimanere a disposizione per eventuali chiarimenti,  
distinti saluti.

Il direttore di Centrale

Paolo Appeddu

**Allegato:** Progettazione di una rete deposimetrica nell'intorno della C. la termoelettrica di Fiume Santo per l'implementazione di un piano di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche in accordo con la prescrizione contenuta nell'AIA DEC MIN 0000085 del 22/4/2020.

## RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

PROT. C1007294

**Cliente** Fiume Santo S.p.A EP Produzione

**Oggetto** Progettazione di una rete deposimetrica nell'intorno della C.le termoelettrica di Fiume Santo per l'implementazione di un piano di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche in accordo con la prescrizione contenuta nell'AIA DEC MIN 0000085 del 22/4/2020.

**Ordine** Contratto Nr. 4600010339/218/6014 del 12 ottobre 2020

**Note** Rev. 0 (WBS A1300002750; Lettera: protocollo C1008578)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 48 **N. pagine fuori testo** 0

**Data** 10/05/2021

**Elaborato** STC - Milano Gianfranco, STC - Curia Luigi  
C1007294 772495 AUT C1007294 3158270 AUT

**Verificato** EDM - Ferrara Irene  
C1007294 2041855 VER

**Approvato** EDM - Il Responsabile - Sala Maurizio  
C1007294 3741 APP

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2021 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/48

## **Indice**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO SINTETICO DELLE CARATTERISTICHE DELLA CENTRALE .....</b>	<b>4</b>
2.1	Inquadramento geografico.....	4
2.2	Descrizione dei principali impianti della Centrale.....	5
2.3	Reti di monitoraggio dell'area di Porto Torres.....	7
2.4	Sintesi delle caratteristiche meteorologiche della zona .....	9
2.5	Sorgenti rilevanti di diffusione delle polveri da attività di Centrale, materiali pulverulenti....	16
2.5.1	Calcare .....	16
2.5.2	Gesso .....	17
2.5.3	Ceneri leggere.....	17
2.5.4	Ceneri pesanti.....	18
2.5.5	Il Carbone .....	18
2.6	Sintesi dei risultati relativi alle reti di rilevamento della qualità dell'aria.....	19
2.7	Sintesi dei risultati delle campagne di monitoraggio delle polveri eseguite dalla Centrale ....	26
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DI TIPOLOGIA E POSIZIONAMENTO DEI DEPOSIMETRI .....</b>	<b>27</b>
3.1	Parametri previsti dalla prescrizione e metodi applicabili per le deposizioni.....	27
3.2	Proposta di tipologia dei deposimetri .....	28
3.3	Metodi che saranno utilizzati per la determinazione dei parametri di analisi.....	30
3.3.1	Trattamento delle deposizioni .....	30
3.3.3	Metodi per specie organiche.....	32
3.4	Valori di riferimento per le deposizioni atmosferiche .....	35
3.5	Proposta di posizionamento dei deposimetri .....	38
	<b>APPENDICE 1 – ANDAMENTI DELLE TEMPERATURE GIORNALIERE NELLE POSTAZIONI ARPAS NEL PERIODO 2015-19.....</b>	<b>40</b>
	<b>APPENDICE 2 – ROSE DEI VENTI MEDIE MENSILI DELLE POSTAZIONI ARPAS PER IL PERIODO 2015-19 .....</b>	<b>41</b>
	<b>APPENDICE 3 – ROSE DI VENTO CONCENTRAZIONE PLURIENNALI DEL PM10 NELLE ORE DIURNE E NOTTURNE PER LE POSTAZIONI DELLA RRQA DI FIUME SANTO S.P.A. ....</b>	<b>44</b>
	<b>APPENDICE 4 – ROSE DI VENTO CONCENTRAZIONE STAGIONALI PLURIENNALI PER IL PM10 NELLE POSTAZIONI DI EP PRODUZIONE .....</b>	<b>47</b>
	<b>APPENDICE 5 – FATTORI DI TOSSICITÀ DI PCDD, PCDF E PCB .....</b>	<b>48</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	10/05/2021	C1007294	Prima emissione

### 1 PREMESSA

La Centrale Termoelettrica di Fiume Santo S.p.A. ha ricevuto il rinnovo dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio della Centrale tramite il "Riesame complessivo decreto del MATTM del 26 aprile 2010, n. DVA-DEC-2010-207, di autorizzazione integrata ambiente, per l'esercizio della centrale termoelettrica della società Fiume Santo S.p.A. sita nei comuni di Sassari e Porto Torres (SS)- (ID 80/9945)" con decreto ministeriale N° 0000085 del 22/04/2020".

Nel decreto dell'Autorizzazione integrata ambiente all'articolo 1, punto 2, comma "c" è riportato: "Il Gestore dovrà predisporre uno studio per la pianificazione e realizzazione di una rete deposimetrica finalizzata ad implementare un piano di monitoraggio delle deposizioni che preveda la caratterizzazione delle polveri raccolte tramite il dosaggio dei metalli pesanti (As, Pb, Cd, Ni, V, Cr, Cu, Mn, Hg, Tl), PCDD/, PCB-DL e IPA, prevenendo altresì che le campagne di monitoraggio delle deposizioni siano almeno due all'anno, una riferita alla stagione fredda e una alla stagione calda. Tale monitoraggio deve essere concordato con gli enti di controllo del territorio".

Il presente Rapporto riporta la proposta elaborata da CESI per conto di Fiume Santo S.p.A..

## 2 INQUADRAMENTO SINTETICO DELLE CARATTERISTICHE DELLA CENTRALE

### 2.1 Inquadramento geografico

La Centrale termoelettrica di Fiume Santo S.p.A. EP Produzione è sita nel golfo dell'Asinara su un'area di circa 153 ettari presso la località "Cabu Aspru". La figura che segue evidenzia la sua collocazione nella zona nord ovest della Sardegna:



La Centrale è circondata da aree agricole o comunque lasciate allo stato naturale. Alcune aree sono dedicate alla produzione di energia elettrica tramite fonti rinnovabili e sono presenti campi anche estesi di pannelli fotovoltaici e installazione di pale eoliche.

La Centrale a sudovest confina con l'impianto SA.PE.I (Sardegna-Penisola Italiana) di Terna, da dove parte il cavo sottomarino che porta energia elettrica nel Lazio. L'area di stabilimento confina invece a Nord-Est con il mare e negli altri versanti con vaste aree non utilizzate.



Figura 1 - Foto aerea dell'impianto SAPEI, confinante con la Centrale di Fiume Santo

Nuclei abitati, decisamente ridotti, si trovano a circa 1 km a sud-ovest della Centrale. La città più prossima è Porto Torres, ad oltre 7 km in direzione est rispetto alla Centrale:



A Porto Torres, vi sono insediamenti produttivi che operano nel settore dell'industria chimica per la produzione di materiali isolanti, packaging, bitume, detersivi, etc. Va ricordato, inoltre, il complesso industriale Enichem sorto per la produzione di olefine e derivati e, ad oggi, impegnato in un progetto di bonifica dell'area ricadente principalmente nella zona industriale<sup>1</sup>

## 2.2 Descrizione dei principali impianti della Centrale

Per quanto riguarda prettamente la Centrale di Fiume Santo, nel seguito sono riassunti alcuni aspetti significativi con particolare riferimento alla movimentazione e stoccaggio del carbone nell'area di impianto, utili ad inquadrare le zone più interessate ad eventuali deposizioni di polveri di Carbone disperse durante il ciclo produttivo.

La Centrale ha in funzione due gruppi di generazione a carbone, che alimentano le turbine di tipo Ansaldo, ognuno della potenza lorda di 320MW, per una potenza totale netta di circa 600 MW. Entrambi i gruppi di produzione sono alimentati anche tramite l'utilizzo della biomassa in co-combustione con il carbone, in limite inferiore al 5% quale apporto calorifero, per un abbattimento parziale delle emissioni di anidride carbonica dell'impianto. Sono in uso in Centrale Gasolio e Olio Combustibile Denso, il primo per le fasi di accensione dei gruppi mentre il secondo è utilizzato fino alla stabilizzazione della combustione a carbone.

<sup>1</sup> Porto Torres ENI: [https://www.eni.com/enirewind/it\\_IT/progetti-di-bonifica/i-siti/porto-torres.page](https://www.eni.com/enirewind/it_IT/progetti-di-bonifica/i-siti/porto-torres.page)

Il carbone è stoccato nell'area carbonile, che ha una capacità di circa 300.000 t, e occupa un'area situata a sud-est dell'impianto in prossimità del punto di ingresso dei nastri trasporto carbone. L'approvvigionamento del carbone è effettuato via mare; la Centrale possiede una banchina di concessione demaniale nell'area portuale di Porto Torres a circa 7 Km dal sito produttivo, cui è collegata tramite un sistema di nastri trasporto carbone. Il Carbone è scaricato dalle navi tramite delle gru che caricano il carbone dalla nave nella tramoggia del nastro trasportatore. Il nastro si sviluppa fino dal molo fino al parco carbone all'interno della Centrale. Il nastro carbone. Lungo il percorso si interrompe per motivi tecnici e di cambio direzione; le portine di chiusura del nastro garantiscono la non dispersione del materiale umido lungo il percorso. Nel parco il carbone viene mantenuto compattato tramite mezzi meccanici e bagnato con acqua da una rete di spruzzatori, al fine di evitare fenomeni di autocombustione e la polverosità; inoltre, per evitare la dispersione di polveri dai cumuli viene dosato periodicamente "il crostante", una soluzione di acqua e cellulosa che forma sui cumuli una crosta superficiale che ne impedisce lo scambio con l'esterno. Infine, con l'obiettivo di proteggere il carbonile dai venti predominanti della zona, e quindi evitare il sollevamento di eventuale polvere da carbone, nel 2004 è stata realizzata una collina frangivento.



Figura 2 - Vista dall'alto della Centrale di fiume Santo con evidenziazione del carbonile

## 2.3 Reti di monitoraggio dell'area di Porto Torres

Nell'intorno della Centrale di Fiume Santo, sono operative due reti di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA): una in carico a Fiume Santo S.p.A. e composta da cinque postazioni, l'altra è gestita da ARPAS ed è costituita da sei postazioni.

Nelle tabelle che seguono sono riportate le postazioni delle due reti, i parametri misurati, la loro distanza approssimata dalla Centrale e la direzione da cui potrebbero arrivare le ricadute dalla Centrale:

<i>Stazione</i>	<i>PM10</i>	<i>SO<sub>2</sub></i>	<i>NO<sub>2</sub></i>	<i>Meteo</i>	<i>Distanza approssimata dalla centrale (km)</i>	<i>Direzione verso la centrale di Fiume Santo</i>	<i>Quadrante di riferimento<sup>2</sup></i>
Campanedda	x	x	x	-	10	340°	Nord (N)
Li Punti	x	x	x	-	20	300°	Nordovest (NW)
Platamona	x	x	x	-	14	284°	Ovest (W)
Pozzo San Nicola	x	x	x	-	5	80°	Est (E)
Stintino	x	x	x	-	12	145°	Sudest (SE)

Tabella 1 - Postazioni della RRQA di Fiume Santo S.p.A. nell'area di Porto Torres.

<i>Stazione</i>	<i>PM<sub>2,5</sub></i>	<i>PM10</i>	<i>SO<sub>2</sub></i>	<i>NO<sub>2</sub></i>	<i>Meteo</i>	<i>Distanza approssimata dalla centrale (km)</i>	<i>Direzione verso la centrale di Fiume Santo</i>	<i>Quadrante di riferimento<sup>1</sup></i>
CENPT1	x	x	x	x	x	9	279°	Ovest (W)
CENSS2	-	x	x	x	x	5	32°	NordEst (NE)
CENSS3	-	x	x	x	-	6	307°	NordOvest (NW)
CENSS4	-	x	x	x	x	7.5	283°	Ovest (W)
CENSS5	-	-	x	-	-	8	276°	Ovest (W)
CENSS8	-	-	x	-	-	2.5	82°	Est (E)

Tabella 2 - Postazioni della RRQA di ARPAS nell'area di Porto Torres.

<sup>2</sup> Si è considerata una rosa ad otto punte (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO con quadranti di 45° incentrati sulla direzione. Il quadrante di riferimento indica la direzione di provenienza delle emissioni dalla centrale.

La posizione delle postazioni delle due reti è riportata nella figura che segue:

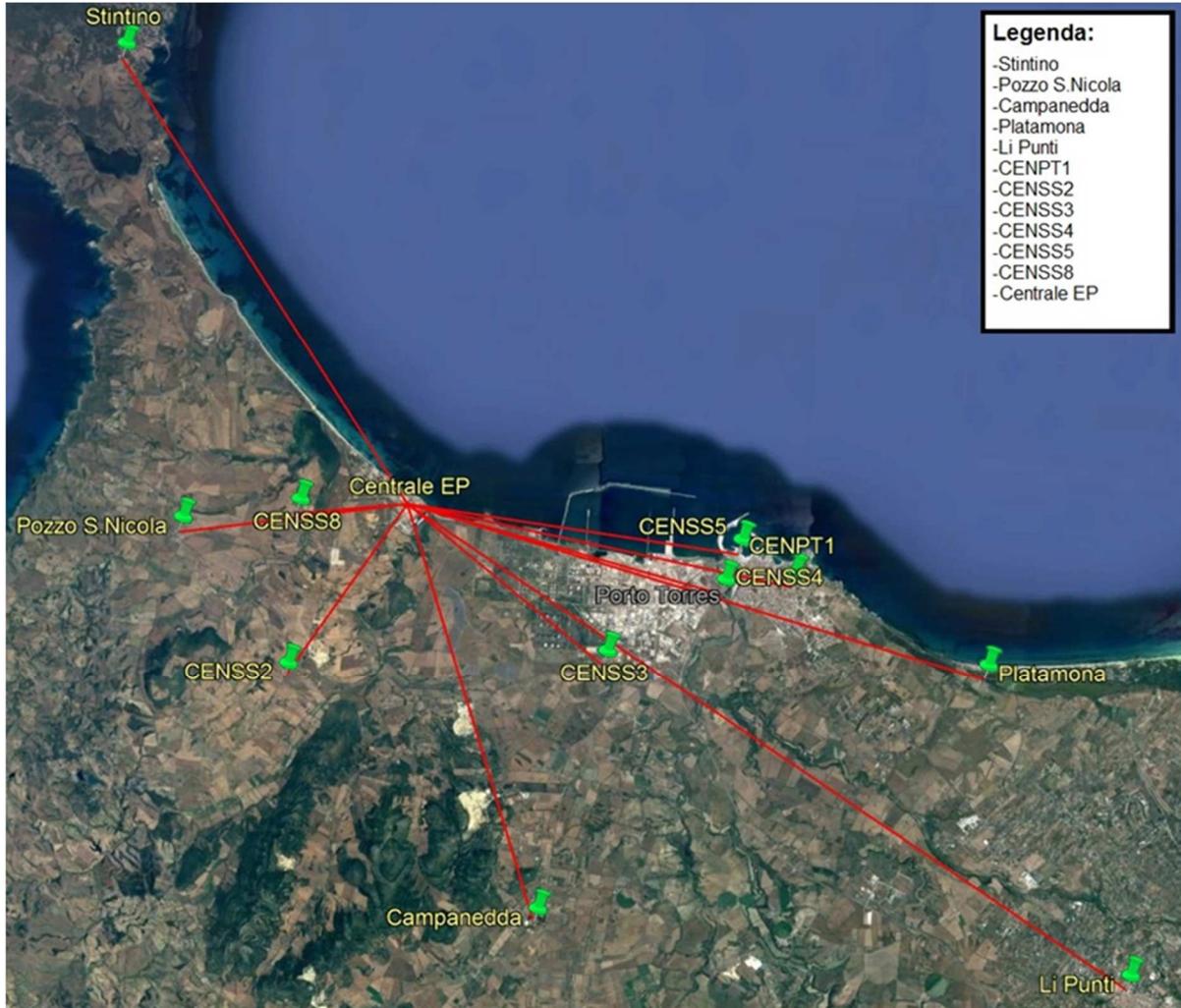


Figura 3 – Posizione geografica delle postazioni della RRQA di EP Produzione e di ARPAS nella zona di Porto Torres

## 2.4 Sintesi delle caratteristiche meteorologiche della zona

Per quanto riguarda il regime meteorologico caratteristico della zona in esame si riporta una analisi estrapolata dai dati forniti da ARPA Sardegna per le centraline CENPT1, CENSS2 e CENSS4 riferiti agli anni dal 2015 al 2019 confrontata con i dati forniti dalla Centrale.

Di seguito, sono riportati i grafici relativi alla precipitazione cumulata per l'anno 2019, dedotti dai dati forniti dalla Centrale

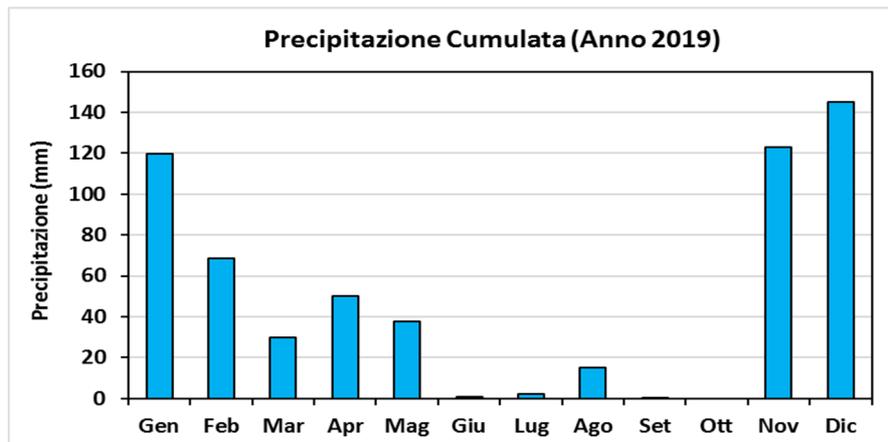
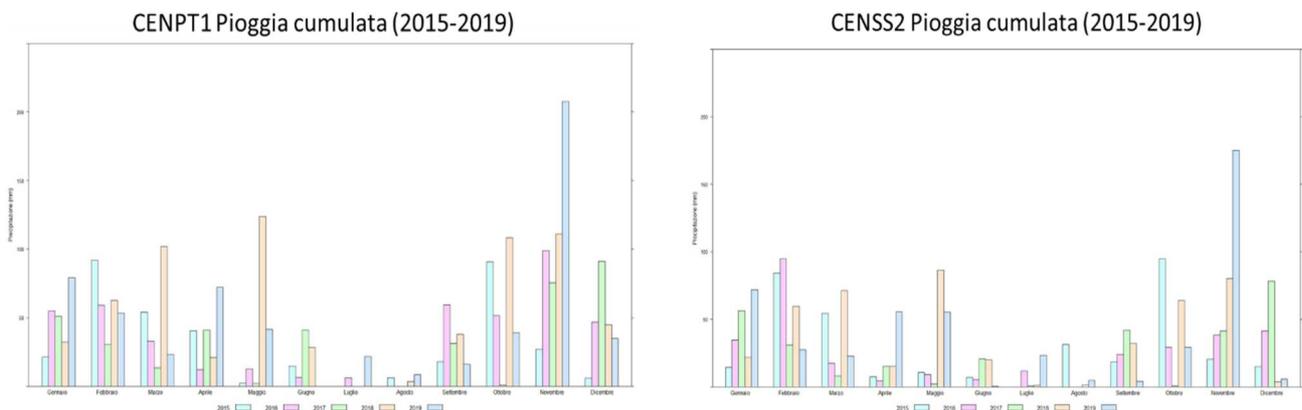


Figura 4 – Precipitazione cumulata nel 2019 determinata da pluviometro della Centrale

Dal grafico relativo alla precipitazione cumulata del pluviometro di Centrale, si può affermare che i mesi più piovosi coincidono con i mesi invernali; la piovosità diminuisce con la stagione primaverile ed è stata di lieve rilevanza nei mesi da giugno ad ottobre.

I dati pluriennali 2015-19 ricavati dai dati delle postazioni ARPAS confermano un regime pluviometrico con estati secche e inverni più piovosi, come mostrato nella figura che segue:



CENSS4 Pioggia cumulata (2015-2019)

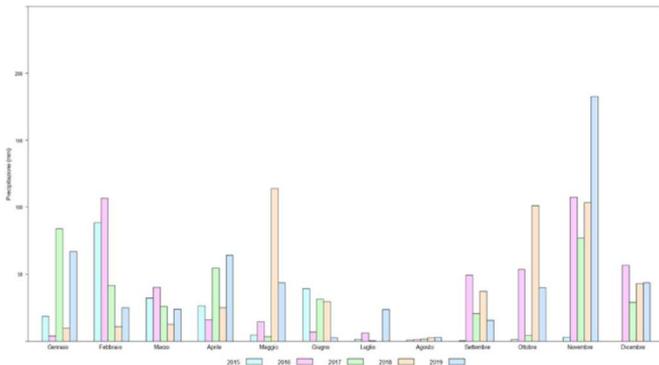


Figura 5 – Precipitazioni cumulate delle postazioni ARPAS con stazione meteorologica

L'andamento della temperatura medio, tipico della zona, segue il tipico ciclo delle stagioni con periodi di temperature più basse (ma comunque non estremamente rigide) nei primi mesi dell'anno, periodi caldi o molto caldi tra maggio e ottobre, ed un graduale abbassamento delle temperature a partire dal mese di novembre come risulta dai dati forniti dalla stazione meteo di Centrale per il 2019:

Andamento della temperatura media mensile con indicazione di minimo e massimo (2019)

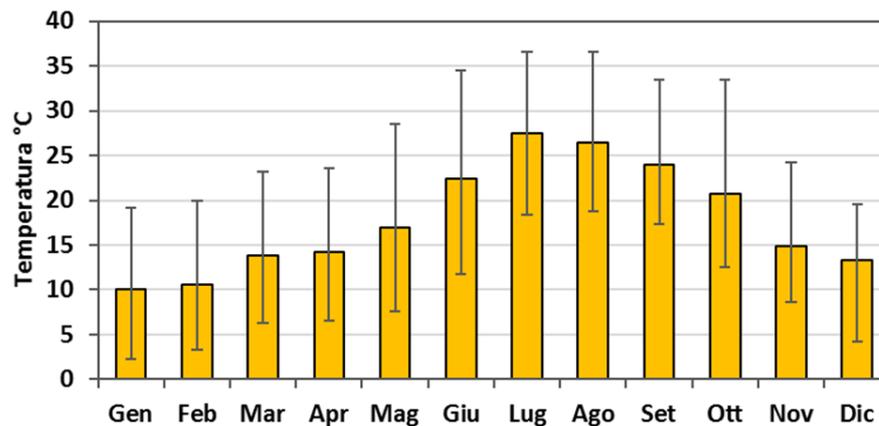


Figura 6 - Temperature medie mensili per il 2019 misurati in Centrale

Lo stesso andamento è riscontrabile nelle postazioni di ARPAS, con una relativa costanza negli anni dal 2015 al 2019, come mostrato nella figura sottostante:

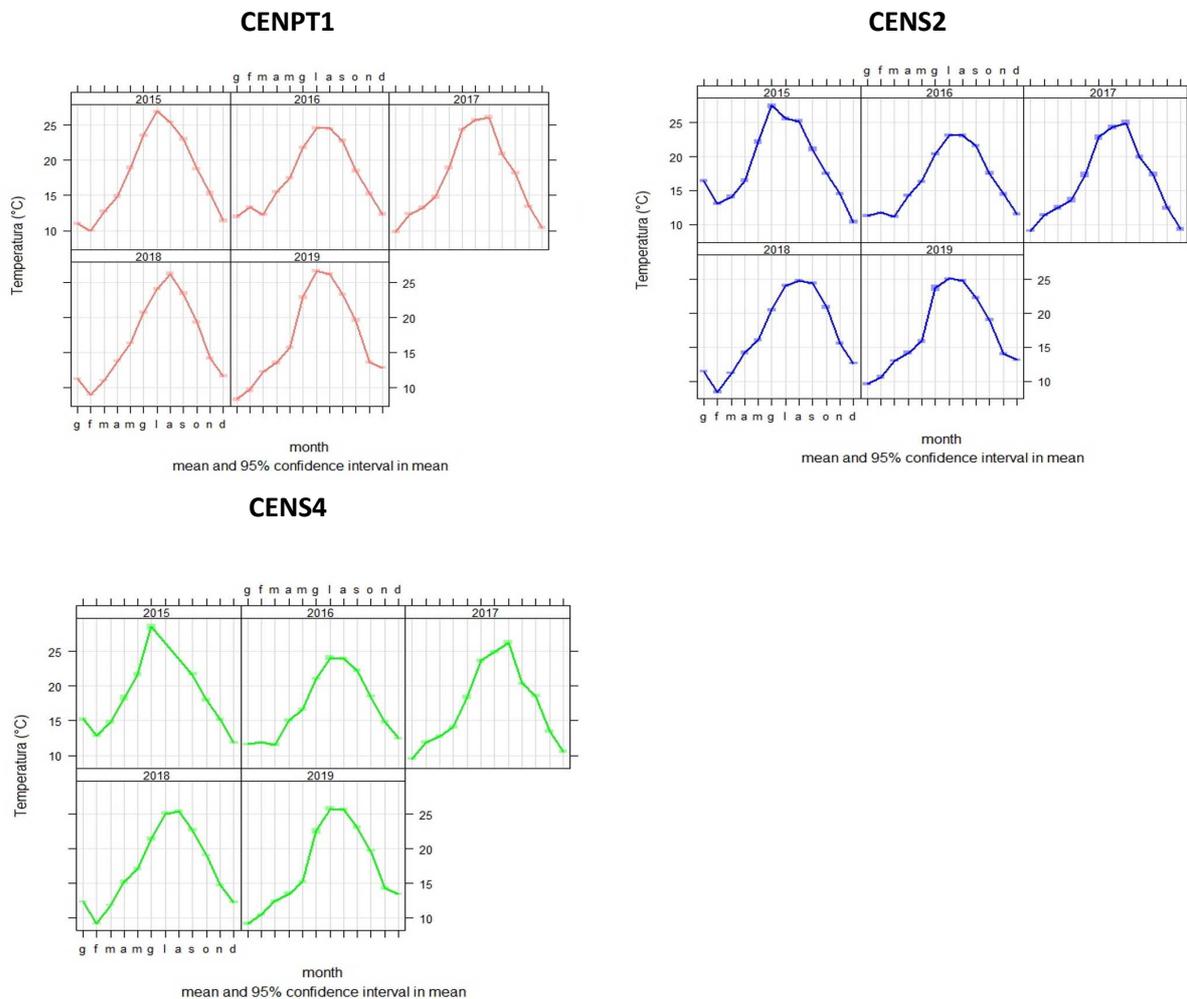


Figura 7 – Andamento delle temperature medie mensili per il periodo 2015-19 misurate nelle postazioni ARPAS

Gli andamenti giornalieri delle temperature nelle postazioni ARPAS sono mostrati in Appendice 1. Le temperature maggiori, come ci si era aspettato, si hanno nelle ore centrali della giornata.

I mesi più caldi, associati alla scarsa concomitante piovosità, dovrebbero rappresentare le situazioni di maggiore polverosità dovuta a fattori naturali (risollevarimenti e dispersioni di polveri dal suolo). Non si può escludere che le forti piogge possano anche trascinare a terra polveri sospese o apportate da lunga distanza.

Per quanto riguarda l'umidità media mensile del luogo si riscontra una relativa uniformità durante l'anno con una elevata variabilità come risulta dalla Figura 7, che mostra l'andamento della umidità relativa in Centrale per il 2019:

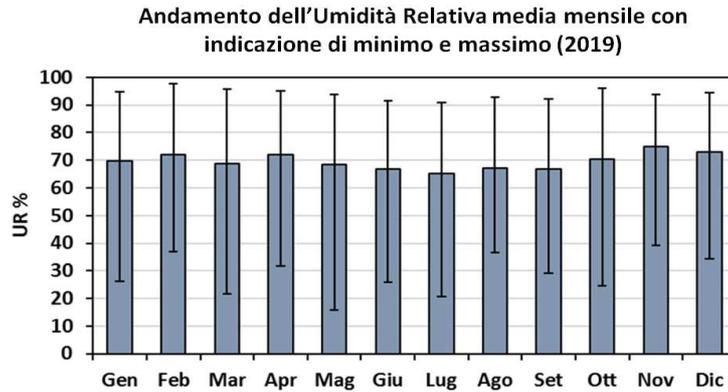
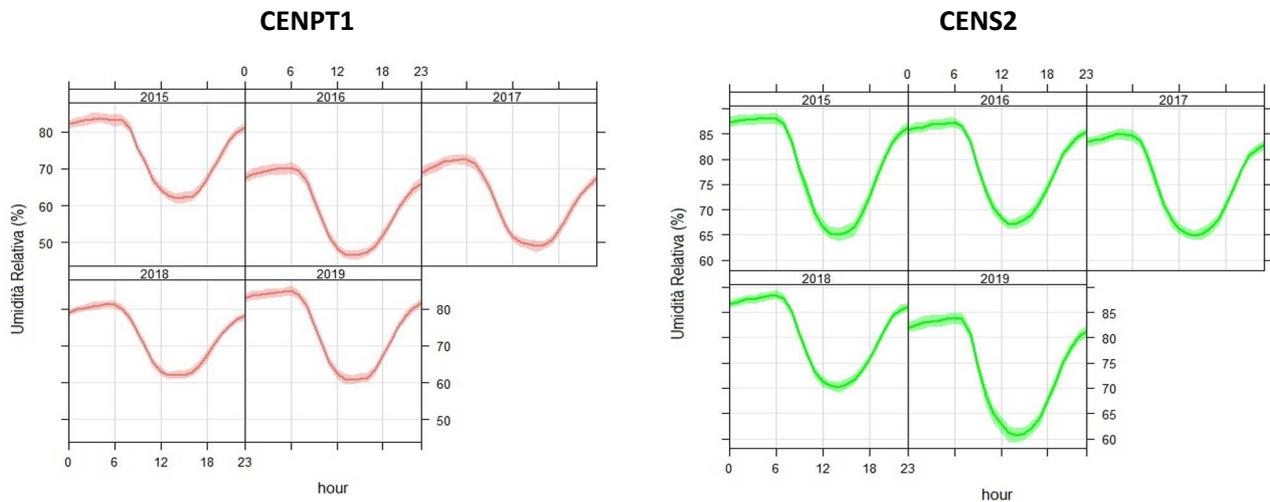


Figura 8 – Andamento della umidità relativa media mensile nel 2019 in Centrale

La vicinanza della Centrale col mare esercita una influenza sugli andamenti della umidità. I massimi di umidità si hanno nelle ore notturne come esemplificato nella figura che segue che riporta l'umidità media oraria per le stazioni di ARPAS, nel periodo dal 2015 al 2019. Si può notare una relativa costanza del regime di umidità nel corso degli anni:



**CENS4**

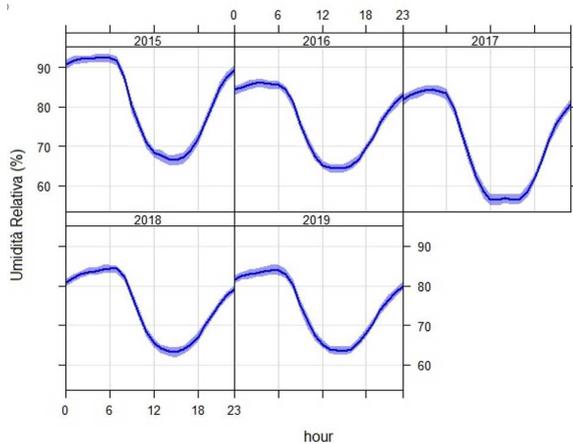


Figura 9 - Umidità media oraria nelle postazioni ARPAS per il periodo 2015-19

Per quanto riguarda il regime anemometrico, essenziale per valutare le potenziali direzioni di dispersioni delle polveri dalla Centrale, di seguito sono riportate le rose dei venti pluriennali (2015-19) ricavate dall'anemometro di Centrale e quelle relative alle postazioni di ARPAS.

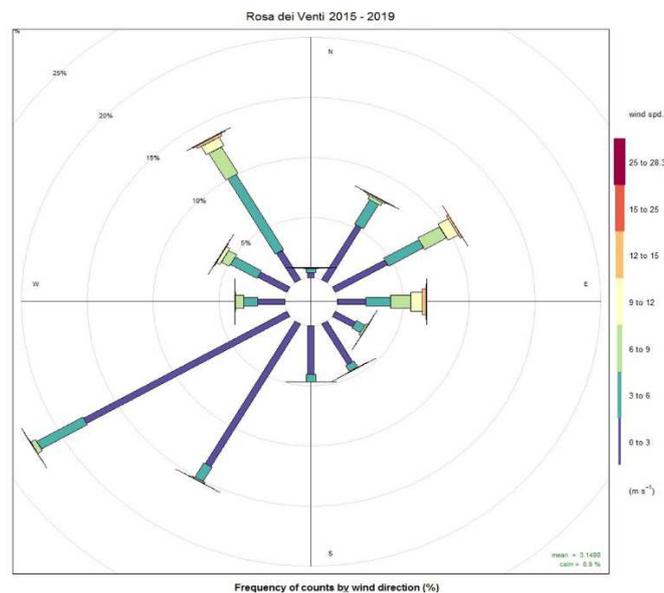
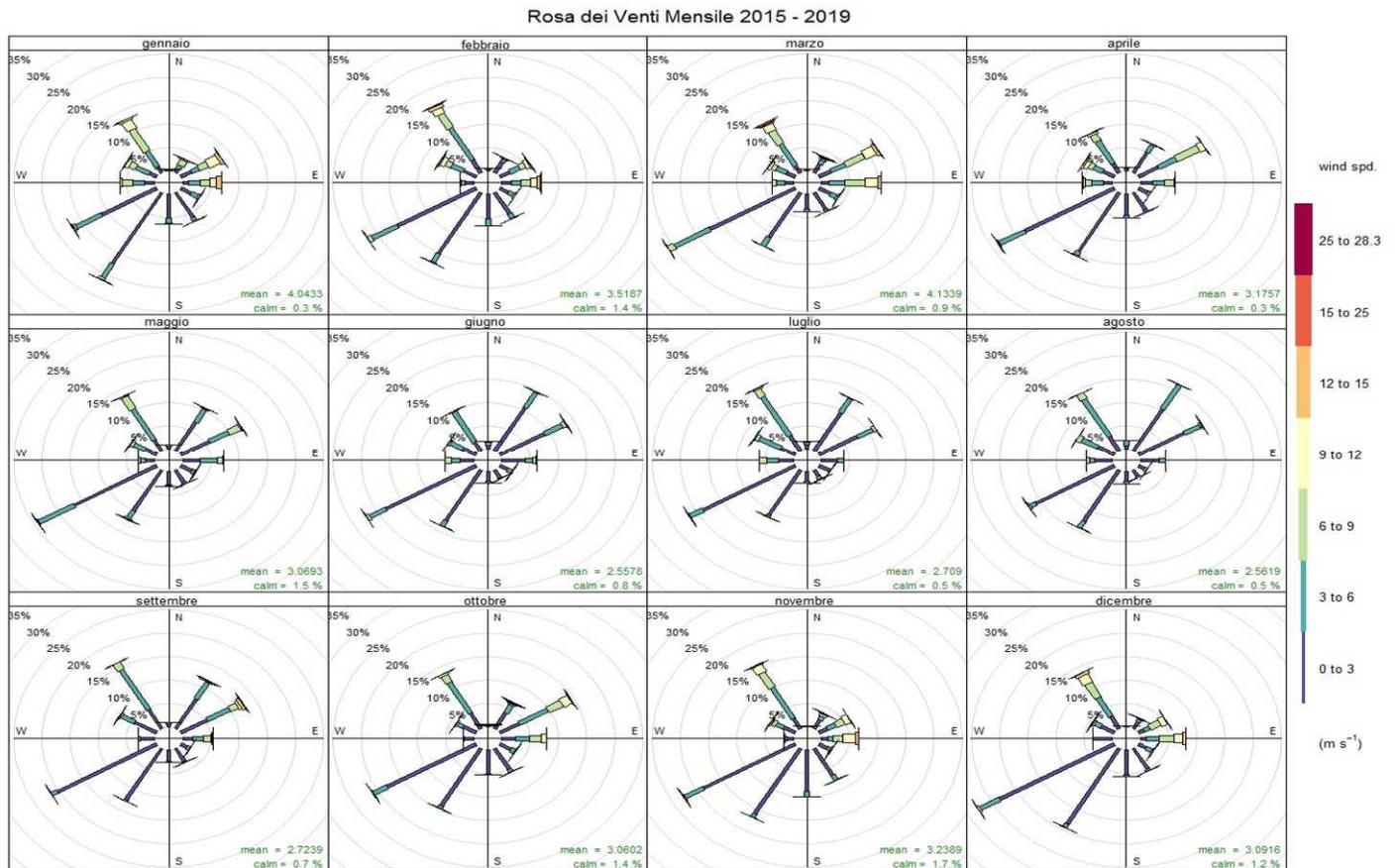


Figura 10 - Rosa dei venti pluriennale media ricavata dall'anemometro di Centrale per il periodo 2015-19

Dalla Rosa pluriennale, si ricava che venti significativi per frequenza e intensità provengono dal quadrante Nord Ovest, ovvero dal mare passando anche sul territorio tra Stintino e la Centrale. Tali venti possono apportare dispersioni di polveri nelle aree a Sud Est della Centrale che, come si è visto sopra, sono per lo più agricole. Componenti significative si hanno anche da quadrante Nord Est, ovvero dal mare, e in tal caso trascinerrebbero eventuali polveri nelle aree a Sud Ovest della Centrale. La frequenza e l'intensità delle componenti dal quadrante Sud Est sembrano essere di poca importanza mentre appaiono frequenti venti da terra ovvero dal quadrante Sud Ovest, sebbene di intensità ridotta. La valutazione degli andamenti giorno notte, riportata nella Figura 11, mostra chiaramente che i venti da sud Ovest sono prevalentemente notturni e di modesta intensità tipiche delle brezze notturne. Ne deriva

che influiscono poco sulla dispersione delle polveri proprie della Centrale, trascinandole eventualmente in mare.



Frequency of counts by wind direction (%)

Figura 11 – Rose dei venti medie annuali (2015-19) giornaliere e notturne

Si nota anche che nel tempo il regime dei venti è abbastanza costante con intensità medie spesso paragonabili. Una valutazione della variabilità mensile del regime dei venti è riportata nella Figura 12, sempre per il periodo 2015-19. Si nota una modesta variabilità mensile con scarsi influssi stagionali.

Rosa dei Venti Annuale (Giorno/Notte) 2015 - 2019

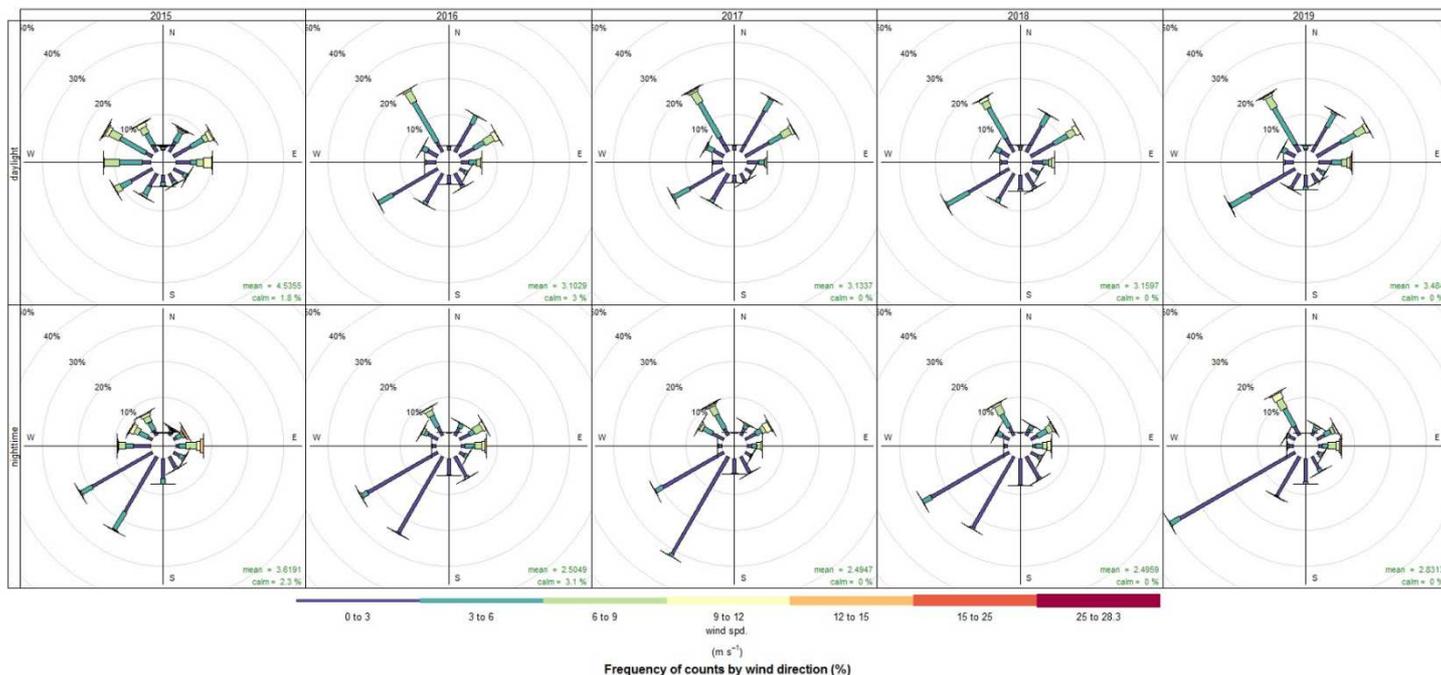
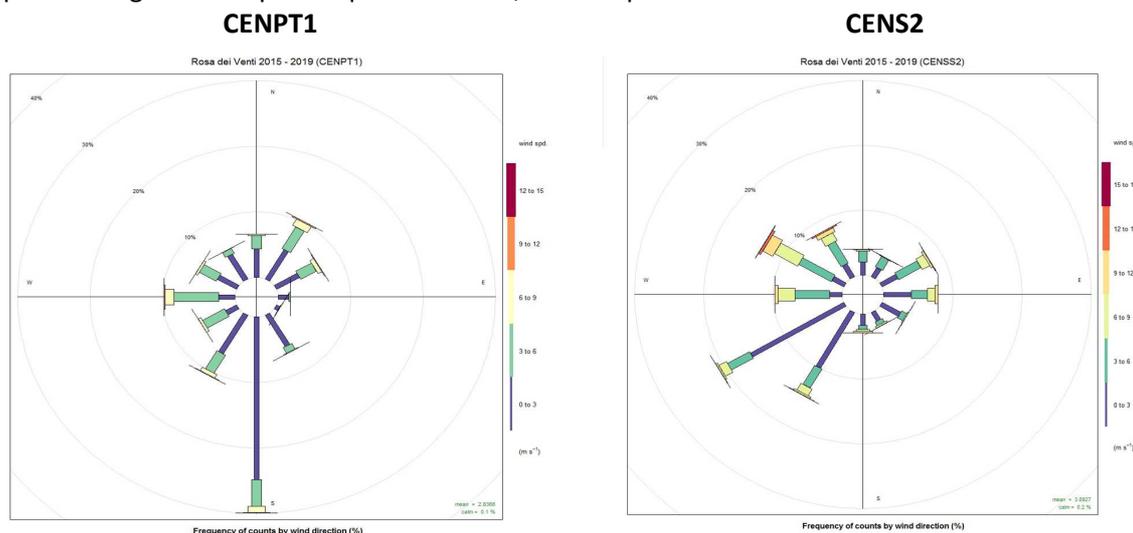


Figura 12 – Rose dei venti medi mensili per periodo 2015-19 nella postazione di Centrale.

Nella figura che segue sono riportate le rose dei venti medie pluriennali (2015-19) per le postazioni ARPAS. Si nota immediatamente che la rosa relativa alla postazione CENS2 è molto simile a quella rilevata dall’anemometro della Centrale, mentre quelle delle postazioni CENPT1 e CENS4 presentano una componente significativa per frequenza da Sud, ma non per intensità:



**CENS4**

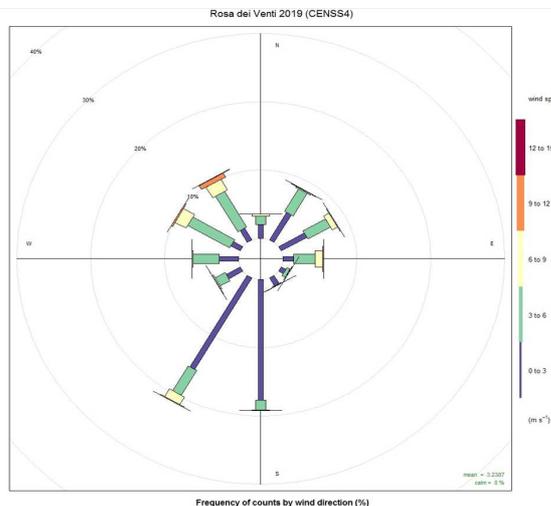


Figura 13 - Rose dei venti pluriennali medie delle postazioni ARPAS per il periodo 2015-19

La forte analogia tra la rosa pluriennale della postazione CENS2 e quella dell’anemometro della Centrale, da un lato conferma la correttezza dei dati di quest’ultimo, dall’altro evidenzia l’influenza della collocazione geografica e la esposizione a brezze notturne di modesta entità e a più intensi venti dal quadrante Nord Ovest.

In Appendice 2, sono riportate le rose dei venti medi mensili delle postazioni ARPAS per gli anni dal 2015 al 2019, da cui si evidenzia una relativa costanza del regime dei venti a parità di postazione.

## 2.5 Sorgenti rilevanti di diffusione delle polveri da attività di Centrale, materiali pulverulenti.

### 2.5.1 Calcare

Il calcare o carbonato di calcio è il reagente principale utilizzato nell’impianto di desolforazione dei fumi. Il sistema di approvvigionamento, stoccaggio e movimentazione calcare consiste in un silo di stoccaggio della capacità di 3000 m<sup>3</sup>, completo di sistema pneumatico di scarico calcare dagli automezzi e di sili temporanei collocati presso le sezioni. Il trasporto tra il sito di stoccaggio ed i sili temporanei avviene con sistema pneumatico in pressione costituito da compressori dedicati tubazioni di trasporto e filtri a maniche. Nella tabella seguente si riportano i consumi di calcare per anno:

CALCARE	Consumo: t
2015	9.765
2016	10.434
2017	14.457
2018	13.530
2019	13.089
2020	11.465

Il consumo è omogeneo negli anni ed in accordo con il consumo di carbone.

### 2.5.2 Gesso

Durante la combustione, i composti contenenti zolfo reagiscono combinandosi con l'ossigeno per rendere anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) che viene emessa dalla caldaia insieme ai fumi di combustione. I fumi di combustione, prima di essere rilasciati in atmosfera, sono sottoposti a trattamento negli impianti di desolforazione.

Gli impianti di desolforazione sono del tipo calcare-gesso a umido (flue-gas desulphurization wet), dove la depurazione dei fumi avviene essenzialmente mediante un processo chimico/fisico di "lavaggio" degli stessi con una miscela di acqua e calcare (o carbonato di calcio) in presenza di aria. Per effetto della reazione tra il calcare, l'anidride solforosa e l'aria si ottiene il solfato di calcio biidrato o gesso (CaSO<sub>4</sub>\*2H<sub>2</sub>O), il quale, dopo filtrazione, viene stoccato presso il deposito preliminare ad esso dedicato. Allo stato attuale viene trattato come un rifiuto ed inviato a recupero presso i cementifici, benché risulti un materiale ad elevata purezza, che non richiede particolari precauzioni per lo stoccaggio, l'utilizzo e la manipolazione. Nella tabella seguente si riportano le quantità prodotte per anno:

CESSO	Produzione: t
2015	8.719
2016	16.281
2017	23.060
2018	20.262
2019	20.581
2020	18.869

Anche in questo caso la produzione di gesso è abbastanza omogenea negli anni ed in accordo con i consumi di calcare uno dei reagenti principali implicati nel processo di produzione del gesso.

### 2.5.3 Ceneri leggere

La cenere leggera, formatasi durante la combustione del carbone, viene fatta precipitare, raccolta in apposite tramogge per poi essere da qui estratta e trasportata pneumaticamente, verso un sistema di stoccaggio costituito da sili da cui, senza altri trattamenti, è caricata su camion tramite proboscidi telescopiche, ed inviata a recupero come rifiuto, per essere utilizzata direttamente nella produzione di calcestruzzo o dei cementi. Le ceneri leggere sono un prodotto di qualità e come tali sono certificate secondo le norme UNI EN 450, UNI EN 12620, UNI EN 13043. Nella tabella seguente si riportano le quantità prodotte per anno:

CENERI LEGGERE	Produzione: t
2015	71.091
2016	80.403
2017	102.039
2018	97.460
2019	108.806
2020	84.523

La produzione di ceneri leggere è abbastanza omogenea se rapportata anche al consumo annuo di carbone.

#### 2.5.4 Ceneri pesanti

In generale nel carbone utilizzato per la generazione termoelettrica è presente circa il 10% in massa di cenere; di queste, una quantità pari al 10-15% è costituita da una frazione a maggiore granulometria, da cui la denominazione “cenere pesante”. Le ceneri pesanti, proprio in virtù della loro massa, non vengono trasportate con il flusso dei fumi di combustione e pertanto ricadono all’interno della tramoggia di fondo della caldaia. Da qui le ceneri passano nel frantumatore, nel mulino secondario inviate ai mulini e quindi reimmesse in caldaia. Nel caso in cui ci siano problemi impiantistici, le ceneri dal frantumatore sono estratte a umide e trattate come rifiuti benché le stesse siano certificate secondo la UNI EN 12629 e UNI EN 13043:

CENERI PESANTI	Produzione: t
2015	2.899
2016	2.318
2017	2.236
2018	800
2019	947
2020	1.350

Anche la produzione di ceneri pesanti è piuttosto omogenea negli anni. Il sistema in uso per il recupero, il riutilizzo ed il successivo smaltimento risulta, quindi, efficiente.

#### 2.5.5 Il Carbone

Le principali fonti emmissive di polveri si ritiene siano dovute alla movimentazione del carbone. Nella tabella che segue è riportato uno storico dei consumi di carbone dal 2015 al 2020:

Anno di riferimento	Consumo ai Gruppi (tot): t
2015	1.013.000
2016	1.075.000
2017	1.494.000
2018	1.355.000
2019	1.414.000
2020	1.313.000

Tabella 3 - Consumo annuale di carbone, in tonnellate

I consumi sono stati relativamente omogenei, specie nel periodo 2017-19. I dati del 2020 indicano comunque un consumo mensile in linea con quello degli anni precedenti.

Il carbone viene approvvigionato via mare e stoccato in attesa di utilizzo nel carbonile visibile nella Figura 2. Per limitare le diffusioni di polveri di carbone, come già accennato, durante le fasi di scarico, stoccaggio e trasporto del Carbone sono adottate una serie di misure di prevenzione, di seguito elencate, (scarico: punti 1-5; trasporto e stoccaggio al carbonile punti 6-8):

1. Le benne degli scaricatori sono del tipo mordente (NEMAG) con tenuta stagna inferiore e con solo una piccola quota superiore aperta (a benna chiusa)
2. Funzionamento del portellone antispillamento dello scaricatore a copertura totale dello spazio tra la murata della nave e la banchina di ormeggio

3. Pulizia della banchina con macchine aspiratrici entro le 48 h dal disormeggio della nave e all'occorrenza anche durante le fasi di scarico
4. Pulizia della coperta e dei portelloni delle stive a fine scarico nave e ogni qualvolta sia necessario
5. Prima della fase di scarico della nave vengono posizionate delle barriere di raccolta galleggianti a seguito della ordinanza della capitaneria 36/17 del 18/07/2018
6. I nastri di trasporto sono completamente chiusi
7. Il sistema di stoccaggio è gestito con azioni di compattazione e bagnatura dei cumuli e gli stessi non superano l'altezza di 10-15 m
8. Sui cumuli viene dosato con cadenza settimanale un crostante per impedire lo scambio del materiale con l'esterno.

Si può quindi ritenere che l'unica sorgente rilevante di polveri dovute alle attività di Centrale possa essere il carbonile in concomitanza con eventi meteo che favoriscono la dispersione del polverino superficiale. Infatti, lo scarico del carbone dalle navi avviene con livelli elevati di attenzione e il suo trasporto avviene in sistema chiuso e in condizioni umide.

Una sorgente rilevante di polveri potrebbe però essere le attività agricole nell'intorno della Centrale, i naturali risollevarimenti di polveri dai terreni privi di manto erboso ed eventuali apporti di polveri anche da lunga distanza, fenomeno quest'ultimo che viene indicato come avvezioni sahariane.

## 2.6 Sintesi dei risultati relativi alle reti di rilevamento della qualità dell'aria

Come sopra descritto (v. par. 2.3), nell'intorno della Centrale di Fiume Santo, sono operative due reti di monitoraggio: una in carico a Fiume Santo S.p.A. e composta da cinque postazioni, l'altra è gestita da ARPAS ed è costituita da sei postazioni. Mentre le postazioni di Fiume Santo S.p.A. determinano su base oraria PM10, SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>, le postazioni di ARPAS misurano tutte SO<sub>2</sub> e solo alcune PM10 e NO<sub>2</sub> (v. Tabella 2). Inoltre, nessuna delle postazioni di Fiume Santo S.p.A. è dotata di stazione meteorologica e si deve quindi far riferimento ai dati della stazione meteo di Centrale, mentre alcune delle postazioni di ARPAS hanno una stazione meteo (CENPT1, CENSS2, CENSS4), i cui dati sono stati utilizzati per le elaborazioni riportate nel seguito.

I dati orari di monitoraggio dei parametri misurati e quelli meteorologici sono stati gentilmente forniti da ARPAS e sono stati utilizzati come forniti, essendo stati validati e pubblicati nel sito della Regione Sardegna. Per quanto riguarda i software utilizzati, oltre a Microsoft Excel, sono stati impiegati il pacchetto Openair<sup>3</sup> e PAST<sup>4</sup>. Il primo è un pacchetto di R sviluppato specificatamente per l'analisi dei dati di qualità dell'aria ed è estensivamente usato in ambito accademico, pubblico e privato. Il secondo è un pacchetto di test statistici di analisi univariata e multivariata molto versatile.

<sup>3</sup> Carslaw, D. C. and K. Ropkins, (2012) openair --- an R package for air quality data analysis. Environmental Modelling & Software. Volume 27-28, 52-61.

<sup>4</sup> Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

Stazione	PM10	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Meteo	Distanza approssimata dalla centrale (km)	Direzione verso la centrale di Fiume Santo	Quadrante di riferimento <sup>5</sup>
Campanedda	x	x	x	-	10	340°	Nord (N)
Li Punti	x	x	x	-	20	300°	Nordovest (NW)
Platamona	x	x	x	-	14	284°	Ovest (W)
Pozzo San Nicola	x	x	x	-	5	80°	Est (E)
Stintino	x	x	x	-	12	145°	Sudest (SE)

Tabella 4 - Postazioni della RRQA di EP Produzione nell'area di Porto Torres.

Stazione	PM2,5	PM10	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Meteo	Distanza approssimata dalla centrale (km)	Direzione verso la centrale di Fiume Santo	Quadrante di riferimento <sup>1</sup>
CENPT1	x	x	x	x	x	9	279°	Ovest (W)
CENSS2	-	x	x	x	x	5	32°	NordEst (NE)
CENSS3	-	x	x	x	-	6	307°	NordOvest (NW)
CENSS4	-	x	x	x	x	7.5	283°	Ovest (W)
CENSS5	-	-	x	-	-	8	276°	Ovest (W)
CENSS8	-	-	x	-	-	2.5	82°	Est (E)

Tabella 5 - Postazioni della RRQA di ARPAS nell'area di Porto Torres.

Di seguito è riportata una sintesi delle concentrazioni di PM10 rilevate nel periodo 2015-19 dalla RRQA di Fiume Santo S.p.A. e dalle postazioni ARPAS dell'area di Porto Torres, in particolare: la media annua, avente valore limite di 40 µg/m<sup>3</sup>, e il numero di superamenti annui della concentrazione limite giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 volte/anno:

Stazione	Stazioni Fiume Santo S.p.A.									
	Concentrazione media annua [µg/m <sup>3</sup> ] (val. lim. 40 µg/m <sup>3</sup> )					Numero dei superamenti del valore di 50 µg/m				
	Campanedda	LiPunti	Platamona	Pozzo S. Nicola	Stintino	Campanedda	LiPunti	Platamona	Pozzo S. Nicola	Stintino
2015	13,9	15,6	13,5	9,6	12,7	0	0	0	0	0
2016	11,8	14,8	12,8	11,8	13,7	4	5	4	4	4
2017	12,6	14,4	12,5	10,6	11,7	0	0	0	0	0
2018	7,3	13,3	12,1	12,6	13,7	0	4	3	1	1
2019	7,7	15,4	12,7	14,4	14,4	0	2	1	2	1

Tabella 6 - Indici statistici annuali del PM10 nella postazione di Fiume Santo S.p.A.

Per quanto riguarda le postazioni di ARPAS, le tabelle che seguono riportano alcuni dati statistici del PM10 misurato nelle postazioni di CENPT1, CENSS2, CENSS3 e CENSS4 con le stesse modalità della tabella precedente:

<sup>5</sup> Si è considerata una rosa ad otto punte (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO con quadranti di 45° incentrati sulla direzione. Il quadrante di riferimento indica la direzione di provenienza delle emissioni dalla centrale.

Stazione	Stazioni ARPAS							
	Concentrazione media annua [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (val. lim. 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				Numero dei superamenti del valore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	CENPT1	CENS2	CENS3	CENS4	CENPT1	CENS2	CENS3	CENS4
<b>2015</b>	21,1	12,2	15,7	14,6	1	0	0	0
<b>2016</b>	19,9	12,8	14,9	13,6	4	2	3	4
<b>2017</b>	19,8	11,4	16,0	14,0	0	0	1	0
<b>2018</b>	20,2	12,5	19,4	14,2	4	3	7	0
<b>2019</b>	20,4	13,0	16,8	14,8	4	0	1	2

Tabella 7 – Indici statistici annuali del PM10 nella postazione di ARPAS

I valori medi annuali di PM10 delle due reti evidenziano una situazione di bassa polverosità (circa metà della media annuale ammessa dalla normativa), con limitatissimi superamenti giornalieri.

Da notare la buona analogia delle concentrazioni di PM10 misurate a Pozzo S. Nicola (RRQA Fiume santo S.p.A.) e CENS2 (RRQA ARPAS), poste non molto distanti tra loro e sottovento alla Centrale per venti dal quadrante Nord Est.

I valori medi annuali maggiori di PM10 si riscontrano nella postazione di CENPT1, collocata a Porto Torres e rappresentano quindi l'andamento riscontrabile nell'ambiente urbano. Man mano che ci si sposta dall'area urbana verso aree a carattere rurale, i valori di PM10 diminuiscono come risulta dai valori riscontrabili nella postazione CENS4 e ancora di più nella postazione di Platamona, posta più ad Est di essa. Entrambe queste postazioni sono sottovento alla Centrale per venti dal quadrante Nord Ovest, ma non sembra che risentano di apporti da essa, almeno per quanto riguarda il PM10.

La postazione ARPAS di CENS3 rimane sottovento alla Centrale per venti da Nord Ovest, ma i valori di PM10 medi annuali sono paragonabili a quelli delle altre postazioni e solo in alcuni casi lievemente superiori.

Per valutare le direzioni preferenziali di apporti di polveri PM10 alle postazioni delle reti RRQA, sono state elaborate le rose di vento concentrazione per il periodo 2015-19, riportate sotto. Le rose di vento concentrazione valutano la concentrazione di un inquinante in funzione della direzione del vento, o più nello specifico, il tempo di permanenza (in percentuale) della concentrazione di un inquinante da una particolare direzione.

Di seguito sono mostrate le rose di vento concentrazione di PM10 pluriennali delle postazioni della RRQA di Fiume santo S.p.A.:

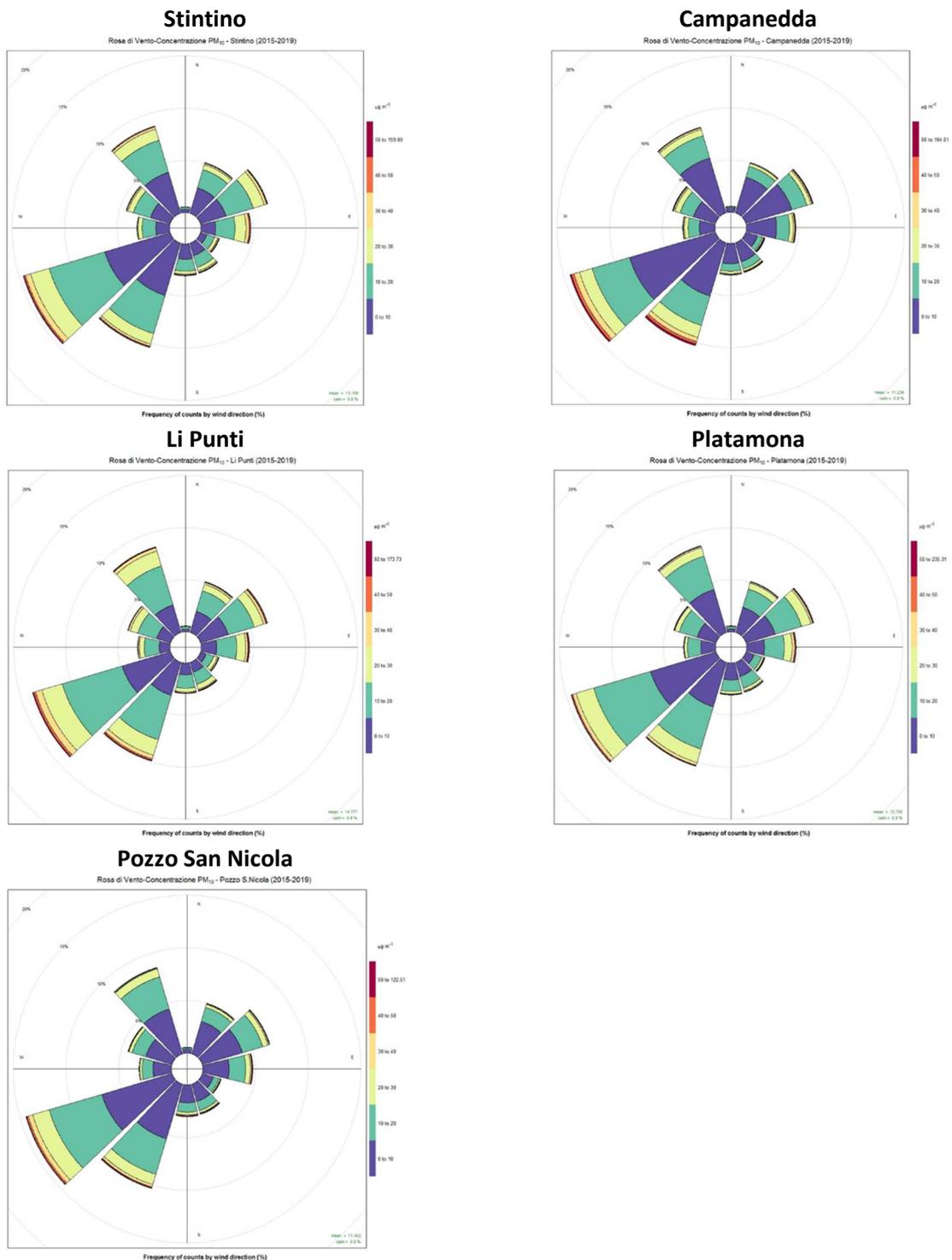


Figura 14 – Rose di vento concentrazione pluriennali del PM10 per le postazioni di Fiume Santo S.p.A. (2015-19)

Le rose di vento concentrazione risultano tutte molto simili e riflettono il tipico regime dei venti della zona. I venti di brezza del quadrante Sud Ovest sono quelli che apportano con maggiore frequenza polveri PM10 in direzione delle postazioni provenienti dall'entroterra. Nessuna postazione appare influenzata da una direzione particolare e, come già introdotto sopra, prevalgono le basse concentrazioni e raramente si hanno valori elevati di PM10. In Appendice 3 sono riportate le analoghe rose di vento

concentrazione distinte in ore diurne e notturne, che evidenziano che gli apporti di polveri PM10 sono prevalenti in ore diurne dal quadrante Nord Ovest e Nord Est e da quello Sud Ovest in ore notturne. Di seguito sono riportate le rose di vento concentrazione distinte per anno per ciascuna postazione della RRQA di Fiume Santo S.p.A.. Si nota che vi sono variazioni annuali nelle rose di vento concentrazione, ma esse sono comuni a tutte le postazioni, indicando che tutte le postazioni subiscono le medesime influenze. Inoltre, si confermano in generale le direzioni preferenziali delle polveri con provenienza prevalente dal quadrante Sud Ovest e Nord Ovest. Anche stagionalmente non risultano particolari differenze tra le postazioni, come risulta dalle rose di vento concentrazione pluriennali riportate in Appendice 4.

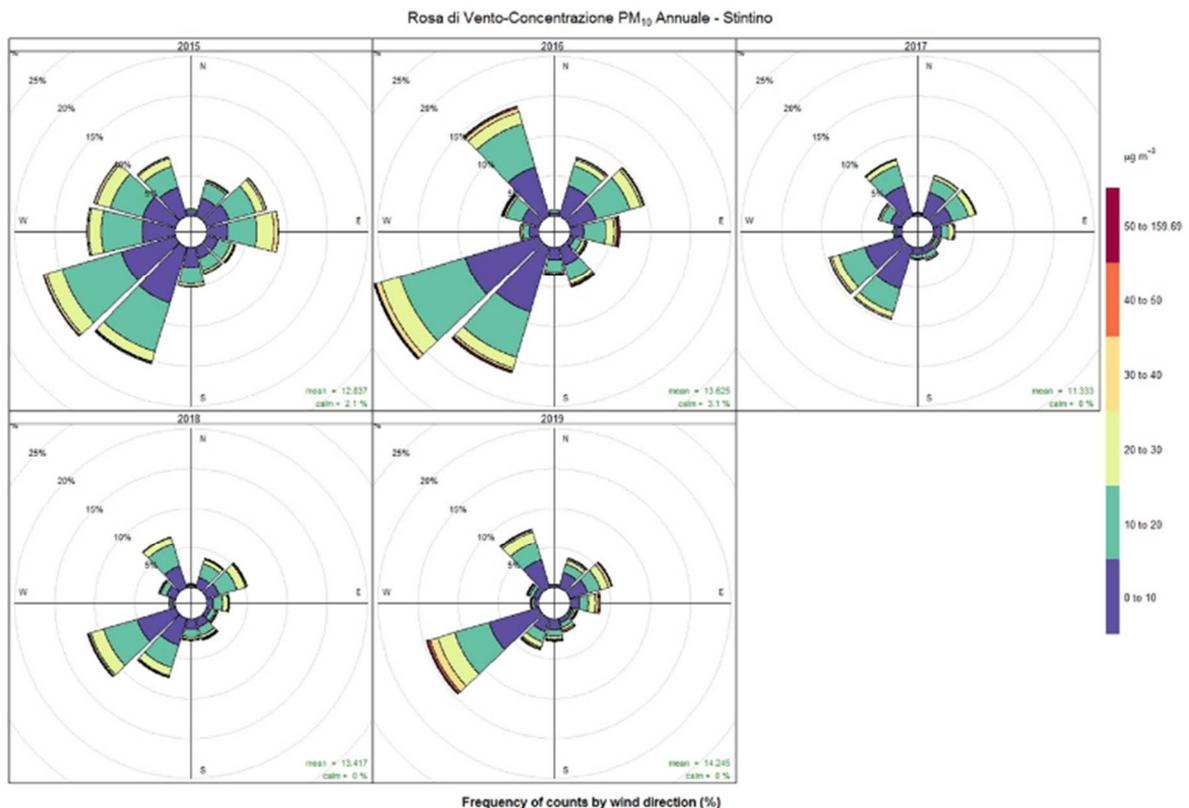


Figura 15 – Rose di vento concentrazione annuali del PM10 per la postazione di Stintino

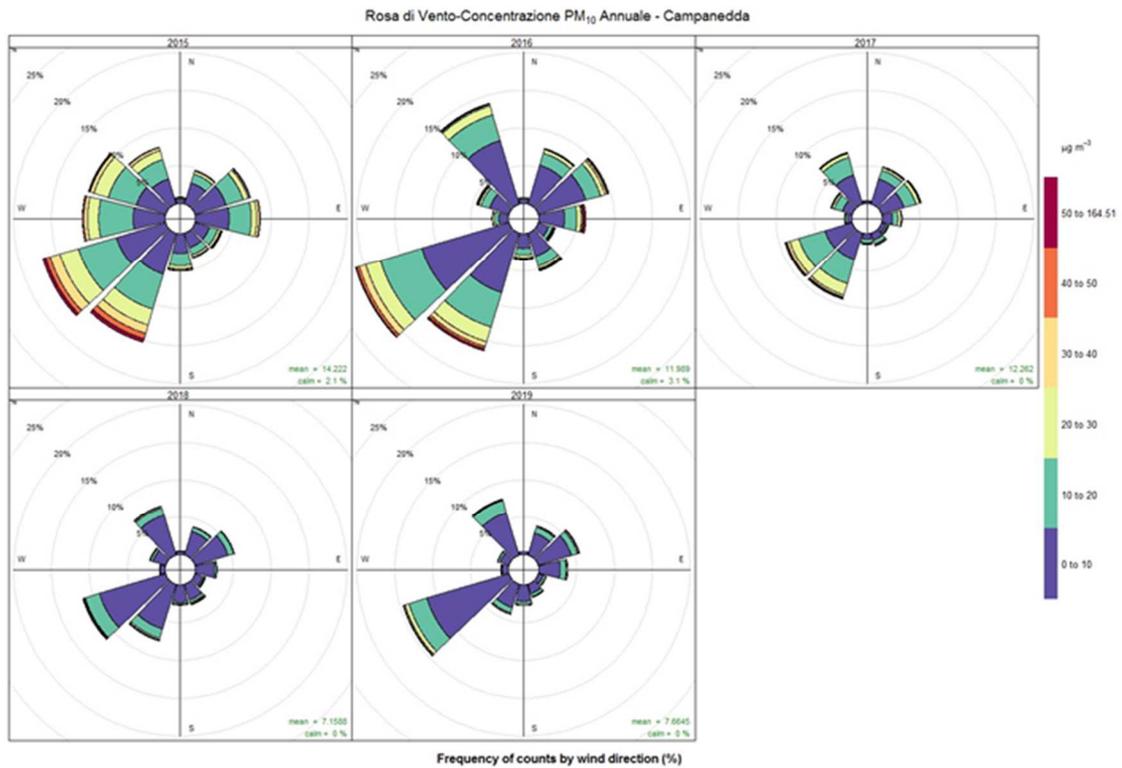


Figura 16 – Rose di vento concentrazione annuali del PM<sub>10</sub> per la postazione di Campanedda

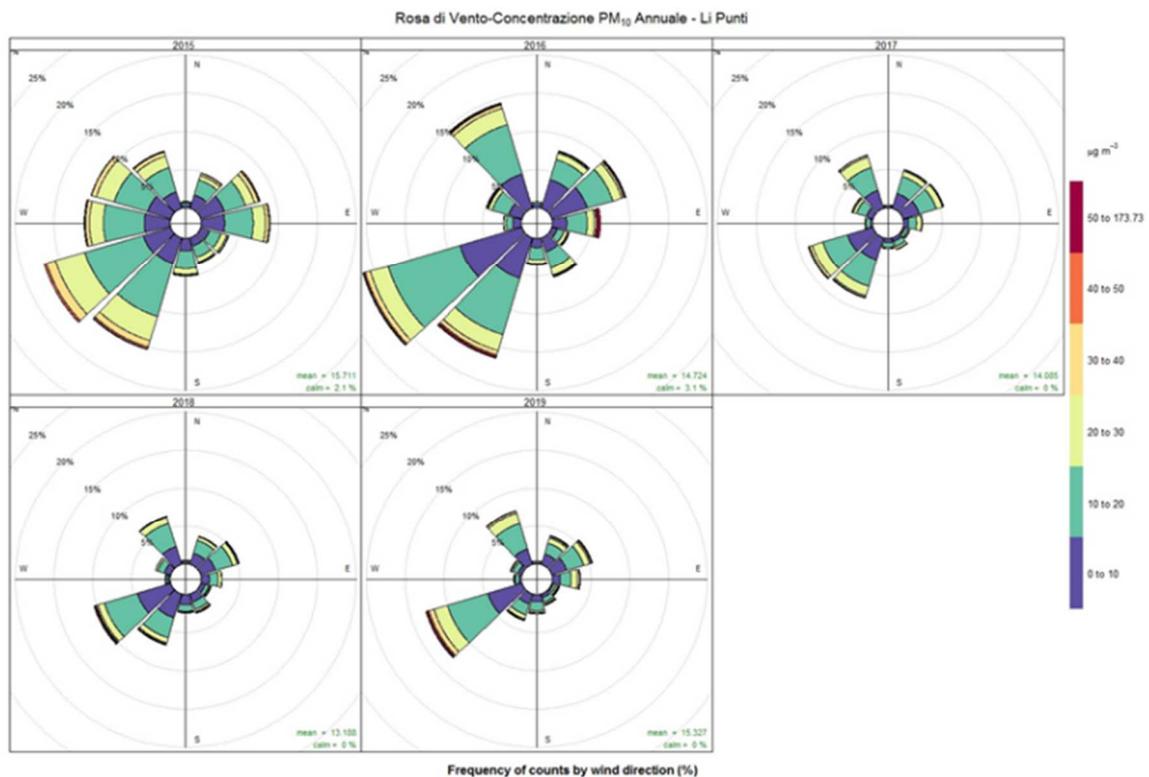


Figura 17 – Rose di vento concentrazione annuali del PM<sub>10</sub> per la postazione di Li Punti

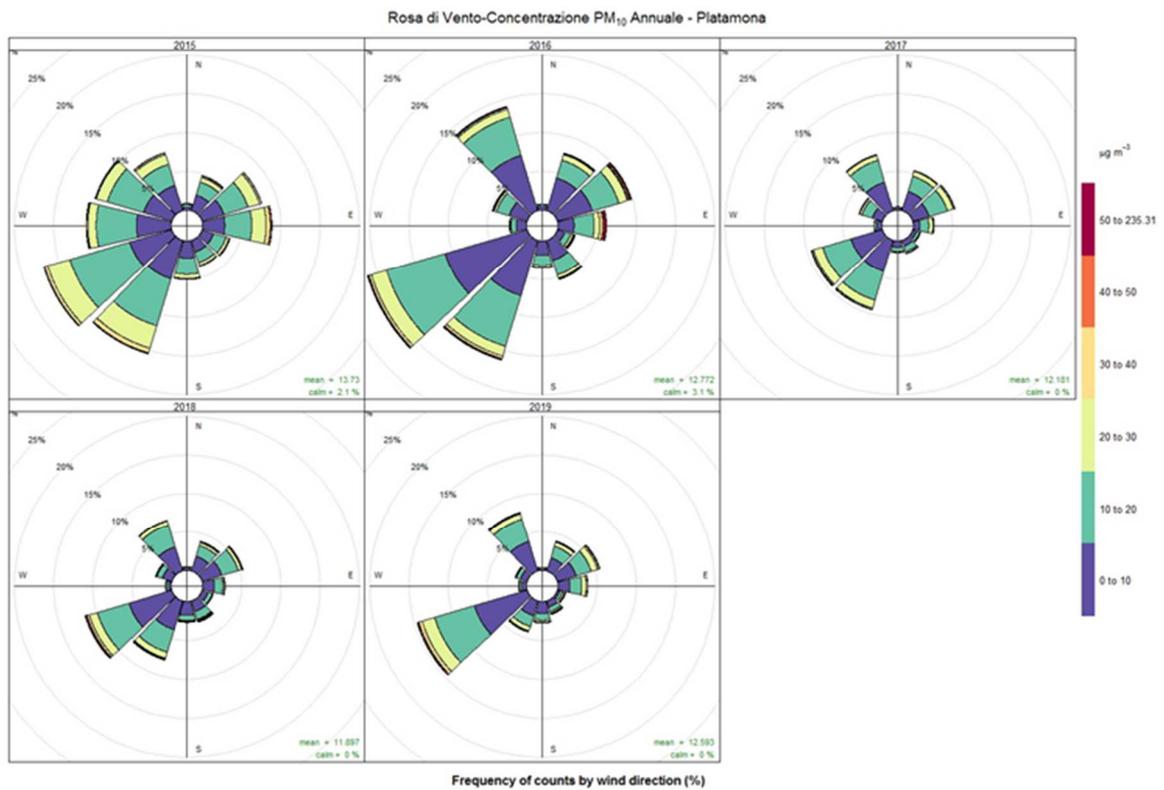


Figura 18 – Rose di vento concentrazione annuali del PM10 per la postazione di Platamona

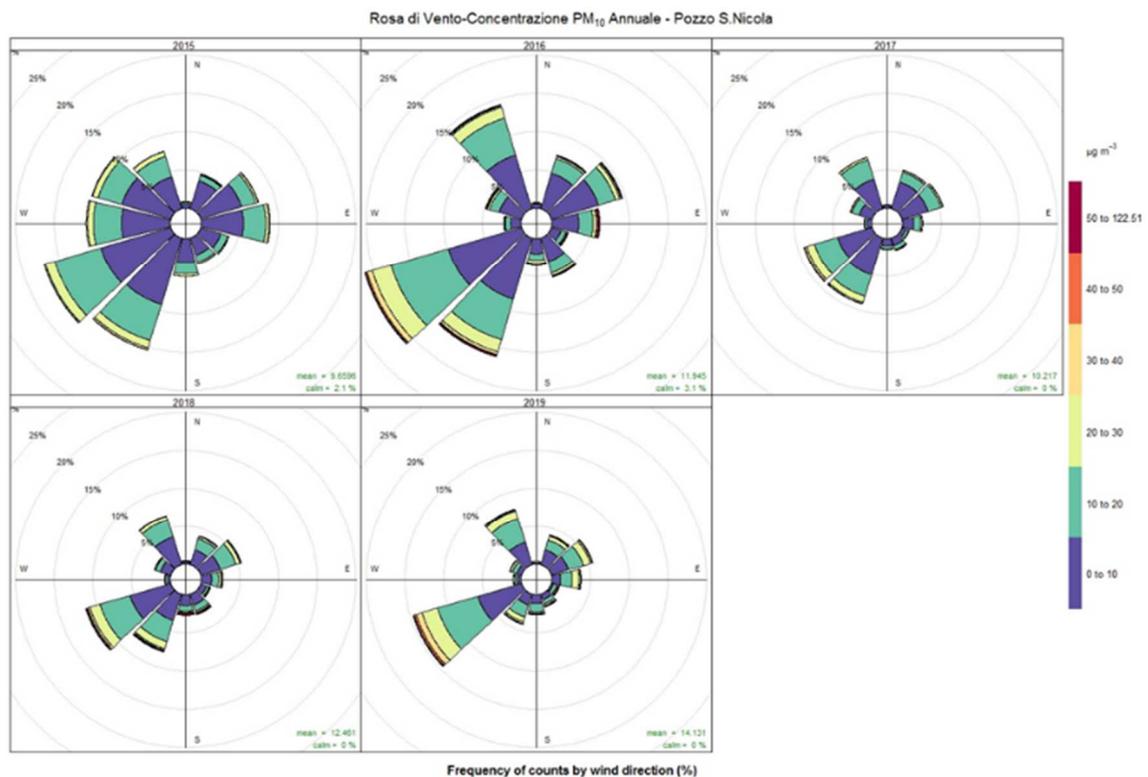


Figura 19 – Rose di vento concentrazione annuali del PM10 per la postazione di Pozzo San Nicola

In sintesi, da questa analisi emerge che le postazioni subiscono influenze prevalentemente locali o da lunga distanza che non sembrano essere attribuibili alla Centrale.

## 2.7 Sintesi dei risultati delle campagne di monitoraggio delle polveri eseguite dalla Centrale

A seguire viene riportata una sintesi delle analisi della polverosità diffusa eseguite dalla Centrale per ottemperare alle prescrizioni AIA nella Decreto DVA-DEC-2010-207 del 26.04.2010. I monitoraggi hanno avuto una cadenza semestrale e sono iniziati dal 2015, con la nuova AIA tali misure saranno sostituite da quelle proposte nella presente relazione. Le posizioni scelte per i punti di campionamento, tutte a ridosso del carbonile, sono illustrate nell'immagine a seguire.



Figura 20 – Vista della zona del carbonile con indicazione dei punti di campionamento di polveri

Il campionamento e le analisi sono stati condotti da terzi come riportato nelle relazioni semestrali fornite dalla Centrale. Il metodo di riferimento è riportato nel prospetto seguente:

PROVA	METODO ANALITICO	METODO DI PROVA
PTS	D.P.C.M. n.30 del 28.03.1993 – G.U. n.145 del 28.05.1993 App.2	NIOSH 0500 1994

I risultati relativi alle polveri sono riassunti nella tabella che segue:

POSTAZIONI	Polveri ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ANNO											
		2015 I sem.	2015 II sem.	2016 I sem.	2016 II sem.	2017 I sem.	2017 II sem.	2018 I sem.	2018 II sem.	2019 I sem.	2019 II sem.	2020 I sem.	
P1	PTS	121,9	155,9	72,5	120	116	37	25	31	110,4	74,1	191,3	
P2	PTS	154,8	182,9	116	97,1	48	43	31	38	154,8	51,3	270,6	
P3	PTS	181,9	167,5	56,2	145	2752	92	25	25	98,4	116,7	190,3	
P4	PTS	134,6	160,5	258,1	65,7	188	90	31	27	165,8	132,8	123,3	

Tabella 8 – Risultati del monitoraggio di polveri intorno al carbonile

Le campagne di misura sono state condotte da terzi tramite pompe di campionamento con controllo di flusso equipaggiate con teste per la selezione del particolato PTS e i risultati fanno riferimento a tempi di campionamento tra 6 e 24 ore.

Va osservato che le misure sono state effettuate molto a ridosso del carbonile e quindi nelle peggiori condizioni e che la Centrale, ad oggi, utilizza modalità di contenimento della diffusione delle polveri come bagnatura del cumulo nel carbonile e utilizzo di crostante.

I venti provenienti dai quadranti Nord Est, Nord Ovest e, saltuariamente da Est, tenderanno a diffondere le polveri nel circondario della Centrale con preferenza per le zone ad ovest, Sud e Sud Est, che rappresentano quindi punti di monitoraggio per le deposizioni.

### 3 PROPOSTA DI TIPOLOGIA E POSIZIONAMENTO DEI DEPOSIMETRI

#### 3.1 Parametri previsti dalla prescrizione e metodi applicabili per le deposizioni

La prescrizione AIA indica chiaramente i parametri chimici da misurare nelle deposizioni atmosferiche:

- metalli pesanti (As, Pb, Cd, Ni, V, Cr, Cu, Mn, Hg, Tl),
- PCDD/F (PCDD/F: policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani);
- PCB-dl (policlorobifenili dioxin like)
- IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

La normativa attuale definisce le deposizioni atmosferiche come “la massa totale di sostanze inquinanti che, in una data area e in un determinato periodo, è trasferita dall’atmosfera al suolo, alla vegetazione, all’acqua, agli edifici e a qualsiasi altro tipo di superficie” (D. Lgs. n. 155/2010 e s.m.i.) e prevede, nell’Allegato III del D. Lgs. n. 155/2010, che siano forniti dati sui tassi di deposizione totale di arsenico, cadmio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici (IPA) al fine di valutare l’esposizione indiretta della popolazione a questi inquinanti attraverso la catena alimentare. Non sono stati fissati valori limite di riferimento.

Le deposizioni atmosferiche sono costituite da due processi distinti: le deposizioni umide e quelle secche. Le prime (*wet deposition*) rappresentano l’insieme di tutti i processi di trasporto degli inquinanti atmosferici al suolo in una delle varie forme di precipitazione (pioggia, neve, nebbia). Le deposizioni secche sono costituite da un insieme complesso di processi di trasporto e comprende sia il trasporto e rimozione di gas e aerosol dall’atmosfera alla superficie terrestre in assenza di precipitazione, sia la sedimentazione, per effetto della gravità, delle particelle di dimensioni maggiori a quelle di gas ed aerosol. La somma dei due contributi costituisce la deposizione atmosferica totale.

Per la determinazione di metalli ed IPA il citato D. Lgs. n. 155/2010 indica che devono essere usati i seguenti metodi:

- UNI EN 15841:2009 “Qualità dell’aria ambiente. Metodo normalizzato per la determinazione di arsenico, cadmio, piombo e nichel in deposizioni atmosferiche”;
- UNI EN 15980:2011 “Qualità dell’aria ambiente. Determinazione della deposizione di benzo[a]antracene, benzo[b]fluorantene, benzo[j]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[a]pirene, dibenz[a,h]antracene e indeno[1,2,3-cd]pirene.

Attualmente non è stata promulgata una norma europea esplicitamente dedicata al campionamento delle deposizioni atmosferiche per la determinazione di PCDD/F e PCB *dl*. La comunità scientifica concorda che i tipi di campionatori utilizzati nella norma UNI EN 15980:2011 sono adatti anche per il campionamento delle deposizioni per la successiva determinazione di PCDD/F e PCB e risultano quindi di largo impiego nei monitoraggi ambientali (Guerzoni, S., 2005; Venturini, E., 2013; Esposito, V., 2012, Rada, E. C., 2014).

Per quanto riguarda PCDD/F e PCB *dl*, si propone la determinazione dei congeneri per i quali è stato stabilito internazionalmente un fattore di tossicità (TE). In Appendice 1 sono riportati i fattori di tossicità attualmente in uso. In particolare, la normativa prevede che per PCDD/F si applichino applicando i fattori di tossicità NATO/CCMS (1988) mentre per i PCB *dl* quelli di WHO 2005.

Relativamente agli IPA, si propone di effettuare la determinazione dei composti cancerogeni indicati dalla norma UNI EN 15980:2011.

In sintesi, i parametri che verranno determinati nelle deposizioni atmosferiche saranno quelli riportati nella tabella che segue:

Metalli	PCDD/F	PCBdl
As	<i>chlorinated dibenzo-p-dioxins</i>	<i>non-ortho substituted PCBs</i>
Pb	2,3,7,8-TCDD	PCB 77
Cd	1,2,3,7,8-PeCDD	PCB 81
Ni	1,2,3,4,7,8-HxCDD	PCB 126
V	1,2,3,6,7,8-HxCDD	PCB 169
Cr	1,2,3,7,8,9-HxCDD	<i>mono-ortho substituted PCBs</i>
Cu	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	105
Mn	OCDD	114
Hg	<i>chlorinated dibenzofurans</i>	118
TI	2,3,7,8-TCDF	123
	1,2,3,7,8-PeCDF	156
	2,3,4,7,8-PeCDF	157
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	167
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	189
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	
	2,3,4,6,7,8-HxCDF	
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	
	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	
	OCDF	

Tabella 9 - Parametri di analisi delle deposizioni atmosferiche

### 3.2 Proposta di tipologia dei deposimetri

Per la scelta del tipo di deposimetro nonché della strategia di campionamento delle deposizioni atmosferiche si deve tener conto delle indicazioni contenute nei metodi di riferimento europei sottoelencati, relativi al monitoraggio di deposizioni atmosferiche di specifici microinquinanti, peraltro inclusi nella prescrizione AIA:

- UNI EN 15841:2009 “Qualità dell’aria ambiente. Metodo normalizzato per la determinazione di arsenico, cadmio, piombo e nichel in deposizioni atmosferiche”;
- UNI EN 15980:2011 “Qualità dell’aria ambiente. Determinazione della deposizione di benzo[a]antracene, benzo[b]fluorantene, benzo[j]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[a]pirene, dibenz[a,h]antracene e indeno[1,2,3-cd]pirene.

Tali norme, per la parte relativa ai tipi di deposimetri e alla strategia di campionamento, fanno riferimento al manuale EMEP “*Manual for sampling and chemical analysis*” del maggio 2002. A livello nazionale, vanno tenute presente anche le indicazioni contenute nel par. 4 dell’Allegato III al Dlgs 155/10 (“Ubicazione su microscala”) e le “Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell’aria in Italia” redatte nel 2004 da APAT, per la parte relativa ai criteri di posizionamento di microscala. I criteri e le indicazioni contenuti nei documenti sopra elencati sono applicabili soprattutto alle reti di monitoraggio di riferimento o comunque a siti di campionamento rappresentativi di larghe aree e non sono ovviamente adottabili in toto al caso specifico dei deposimetri da collocare nell’intorno della Centrale di Fiume Santo.

I problemi elencati sopra limitano sia la scelta del tipo di deposimetro sia il loro posizionamento. Considerato i tipi di deposimetri indicati nelle norme europee sopra citate (wet only, Bergerhoff, bulk,

cui si può aggiungere anche il diffuso campionatore wet&dry), si è deciso di optare per il deposimetro di tipo bulk che raccoglie passivamente in maniera continua la frazione umida (pioggia) e secca delle deposizioni atmosferiche (deposizione atmosferica integrale). I campionatori passivi di tipo bulk, inoltre, non richiedono la disponibilità di alimentazione elettrica. Per gli scopi della attività, si propone quindi di utilizzare campionatori passivi bulk in polietilene, conformi ai requisiti delle norme sopra riportate nonché al Dlgs 152/07 e 155/10. In particolare, si impiegheranno i campionatori “Depobulk” distribuiti da Labservice di Bologna, aventi una superficie di raccolta di circa 0,035 m<sup>2</sup>. Nella figura che segue, a sinistra è mostrato il campionatore “Depobulk” in configurazione di campionamento mentre a destra è visibile la parte interna del campionatore “Depobulk”:



Figura 21 - Campionatore “Depobulk”

La bottiglia di raccolta ha un volume di circa 10 litri, in grado di raccogliere oltre 200 mm di precipitazione, come mostrato nel prospetto che segue:

Volume precipitazione per un'area di imbuto di 0.035 m <sup>2</sup>	
mm	litri
25	0.9
50	1.8
100	3.5
150	5.3
200	7.0

I deposimetri saranno posizionati su pali, a circa 180-200 cm da terra per proteggerli da interferenze nel loro immediato intorno. I campionatori saranno periodicamente sostituiti con le modalità descritte al paragrafo 3.3, tenendo presenti anche le precauzioni da adottare indicate nelle norme di riferimento sopra citate.

Le aree di ubicazione dei deposimetri saranno di circa 2x2 m (circa 4 m<sup>2</sup>) o 3x3 m (circa 9 m<sup>2</sup>) e avranno una recinzione con rete metallica con porta di accesso. La pavimentazione sarà di ghiaietto per evitare contaminazioni dal terreno nelle immediate vicinanze durante le forti precipitazioni.

### 3.3 Metodi che saranno utilizzati per la determinazione dei parametri di analisi

Come già riportato, la prescrizione prevede la determinazione di:

- metalli pesanti: As, Pb, Cd, Ni, V, Cr, Cu, Mn, Hg, Tl;
- PCDD/F;
- PCB-dl;
- IPA;

Oltre a questi parametri, verranno determinati:

- Entità delle deposizioni di particolato sedimentabile insolubile
- Quantità di precipitazione

#### 3.3.1 *Trattamento delle deposizioni*

Per quanto riguarda il trattamento dei campioni di polveri raccolte mensilmente, si propongono le seguenti modalità che differiscono in funzione a seconda si trattino di attività di campo o di laboratorio. Per le attività di campo sarà adottata in sintesi la seguente procedura:

- al termine della fase di prelievo, le polveri rimaste aderenti sull'imbuto di raccolta del deposimetro "bulk" saranno trasferite il più possibile nella bottiglia di raccolta sottostante tramite pennello inerte;
- sarà compilata una scheda di campionamento con evidenziazione o meno della presenza di fase acquosa e di altre condizioni utili alla valutazione dei successivi risultati delle analisi;
- l'imbuto sarà chiuso alle estremità con alluminio in foglio e preparato per il trasporto al laboratorio. La bottiglia sarà chiusa con i tappi a corredo.

I campioni di deposizione saranno trasferiti il più presto possibile al laboratorio per i successivi trattamenti che differiscono se si tratta di deposizioni per la determinazione dei metalli o delle specie organiche.

Nel caso dei deposimetri per la determinazione dei metalli, in laboratorio, saranno eseguiti, in sunto, i seguenti trattamenti:

- all'arrivo in laboratorio, la bottiglia di raccolta sarà pesata per valutare l'entità della fase acquosa. L'imbuto sarà lavato con una modesta quantità di acqua deionizzata, raccogliendo i lavaggi direttamente entro la bottiglia di raccolta e registrando il peso finale della fase acquosa. In assenza di deposizioni umide, si userà un volume noto di acqua deionizzata per lavare l'imbuto e lisciviare la deposizione secca presente nella bottiglia di raccolta;
- la fase acquosa e quella solida (particolato indisciolto) saranno separate mediante filtrazione su filtro a membrana prepesato e verrà effettuata l'analisi gravimetrica della frazione solida. La frazione liquida sarà raccolta e inviata all'analisi. Maggiori dettagli sono riportati nel par. 3.3.2).

Nel caso dei deposimetri per la determinazione delle specie organiche, l'intera deposizione (fase solida e liquida) sarà sottoposta ad estrazione con solvente, con le modalità indicate nella norma di riferimento.

### 3.3.2 Metodi per metalli

Il trattamento e la successiva analisi dei metalli nel campione di deposizione integrale verranno condotti in accordo con quanto riportato nel Rapporto ISTISAN 06/38 “Metodi per la determinazione di arsenico, cadmio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni” e col metodo UNI EN 15841:2010.

In sintesi, il campione di deposizione integrale, opportunamente acidificato, viene filtrato e il materiale particolato raccolto su filtro mineralizzato e inviato all’analisi mediante GFAAS o ICP/MS. La fase acquosa verrà analizzata direttamente. L’imbuto utilizzato durante la raccolta delle deposizioni verrà lavato con soluzione acquosa di acido nitrico diluito

L’intero campione di fase acquosa con il particolato insolubile sedimentabile contenuto nella bottiglia di raccolta del depobulk, all’arrivo in laboratorio, verrà acidificato con HNO<sub>3</sub> al 1% e filtrato su filtro di materiale adeguato.

I metalli pesanti nelle deposizioni saranno determinati in accordo con la norma UNI EN 15841:2010, che prevede la possibilità di utilizzo di metodi analitici equivalenti a UNI 14902:2005. Per determinare l’intero set di metalli richiesto dalla prescrizione, saranno 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 previsti (LdQ) strumentali, espressi in µg, sono indicati nel prospetto che segue:

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

Tabella 10 - Limiti di quantificazione previsti per i metalli

I valori assoluti in µg determinati in laboratorio saranno successivamente normalizzati rispetto all’area del deposimetro e al numero di giorni di durata delle campagne di prelievo, esprimendo così il valore finale in µg/m<sup>2</sup>/d (rateo di deposizione giornaliero).

### 3.3.3 Metodi per specie organiche

Per quanto riguarda gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), verranno determinati quelli cancerogeni previsti dalla Norma Europea UNI EN 15890:2011 e riportati nella tabella che segue con il loro limite di quantificazione:

Composto	Abbreviazione	Cancerogenesi secondo IARC (§)	Limite di quantificazione [ng]
<b>Benzo(a)antracene</b>	BaA	2B	2
<b>Benzo(b)fluorantene</b>	BbF	2B	6
<b>Benzo(j)fluorantene</b>	BjF	2B	6
<b>Benzo(k)fluorantene</b>	BkF	2B	6
<b>Benzo(a)pirene</b>	BaP	1	6
<b>Indeno(1,2,3-cd)pirene</b>	IP	2B	6
<b>Dibenzo(a,h)antracene</b>	DBahAn	2A	6

Tabella 11 – Idrocarburi Policiclici aromatici che saranno determinati nelle deposizioni

Note alla Tabella 11:

§ - IARC: aggiornamento al 18 febbraio 2015: 1 - Carcinogenic to humans; 2A - Probably carcinogenic to humans; 2B - possible human carcinogen; 3 - Not classifiable as to its carcinogenicity to humans

Gli IPA saranno determinati su una aliquota della soluzione di estrazione con solvente della deposizione integrale (fase solida e liquida), utilizzando un metodo in gascromatografia ad alta risoluzione con rivelatore a spettrometria di massa (HRGC/LRMS), ovvero EPA 8270E 2017.

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

Sebbene non vi sia ancora una norma europea esplicitamente dedicata al campionamento delle deposizioni atmosferiche per la determinazione di PCDD/F e PCB *dl*, il tipo di campionatori utilizzato nel presente lavoro è di largo impiego in monitoraggi analoghi.

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

Composto	u.d.m.	Limite di quantificazione Lab
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzodiossina	pg	0,5
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg	0,5
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg	0,5
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzodiossina	pg	0,5
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzodiossina	pg	0,5
2,3,7,8-Tetraclorodibenzodiossina	pg	0,1
Octaclorodibenzodiossina	pg	1
1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano	pg	0,5

Composto	u.d.m.	Limite di quantificazione Lab
1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano	pg	0,5
1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg	0,5
1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg	0,5
1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano	pg	0,5
2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg	0,5
1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg	0,5
2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg	0,5
2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano	pg	0,5
Octaclorodibenzofurano	pg	0,5
PCB 77	pg	1
PCB 81	ng	0,005
PCB 118	ng	0,005
PCB 123	ng	0,005
PCB 114	ng	0,005
PCB 105	ng	0,005
PCB 126	ng	0,005
PCB 167	ng	0,005
PCB 156	ng	0,005
PCB 157	ng	0,005
PCB 169	ng	0,005
PCB 189	ng	0,005

Tabella 12 – Limiti di quantificazione per PCDD/F e PCB.

Nella tabella precedente, per ogni congenere PCDD/F e PCB, è stato riportato un LdQ strumentale indicativo in quanto il limite di quantificazione può variare nel corso delle analisi senza peraltro discostarsi molto da quanto riportato. La variabilità del LdQ è una conseguenza naturale della variabilità delle condizioni strumentali di analisi, in particolare del livello di interferenze che influisce sul rumore di fondo utilizzato per il calcolo del rapporto segnale-rumore, da cui deriva a sua volta il calcolo del LdQ. I LdQ per ogni campione di deposizione, espressi in  $\text{pg}/\text{m}^2/\text{d}$ , saranno inclusi nelle tabelle riportanti i risultati.

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

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

Dove  $C_n$  rappresenta la concentrazione del congenere  $n$  e TEF il suo fattore di equivalenza tossico. In particolare, i ratei di deposizione in TEQ di PCDD/F e PCB *dl* saranno calcolati applicando i fattori di tossicità NATO/CCMS (1988) per PCDD/F e WHO<sup>6</sup> 2005 per i PCB (vedi Appendice 5 per i valori numerici). Il rateo espresso in TEQ rappresenta quindi l'ammontare di tutti i composti *dioxin like*, normalizzato per ciascun potenziale tossico relativo alla 2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina (2,3,7,8-TCDD).

In presenza di dati inferiori al limite di rilevabilità strumentale (LdR) per attribuire un valore al singolo analita al fine del calcolo del TEQ è possibile seguire 3 criteri (vedi Rapporto ISTISAN 04/15<sup>7</sup>):

<sup>6</sup> WHO: Organizzazione Mondiale della Sanità

<sup>7</sup> Menichini, E., & Viviano, G., 2004

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

Nel presente lavoro si utilizzerà il criterio **medium-bound**, che il citato Rapporto ISTISAN 04/15<sup>7</sup> ritiene essere il più praticabile.

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

### 3.3.4 Quantità di precipitazione

La quantità di precipitazione verrà determinata gravimetricamente e convertita in unità di volume assumendo che la densità di essa sia di 1 kg/L. Il volume sarà convertito in mm di precipitazione.

Per determinare la quantità in peso della precipitazione la bottiglia di raccolta del deposimetro bulk sarà pesata prima di qualsiasi altra manipolazione e ripesata, vuota ed asciutta, nelle stesse condizioni al termine delle manipolazioni di laboratorio. Si applicherà la seguente equazione (da UNI EN 15841:2010):

$$M = M_{tot} - M_c$$

Dove:

- M è la massa in kg della precipitazione;
- M<sub>tot</sub> è la massa in kg della bottiglia contenente il campione di deposizione;
- M<sub>c</sub> è la massa in kg della bottiglia vuota.

Il volume di precipitazione sarà convertito in mm tramite la seguente formula:

mm prec. = M/A, dove:

M = massa in kg della precipitazione

A = area dell'imbuto in m<sup>2</sup>.

### 3.4 Valori di riferimento per le deposizioni atmosferiche

La normativa italiana non include valori limite o guida per le deposizioni di polveri al suolo. Si può fare riferimento, comunque, agli indici di polverosità riportati nel Rapporto finale del gruppo di lavoro della “Commissione Centrale contro l’Inquinamento Atmosferico” del Ministero dell’Ambiente riportata in Tabella 13:

Classe di polverosità	Polvere totale sedimentabile (mg/m <sup>2</sup> /d)	Indice di polverosità
I	<100	Assente
II	100 - 250	Bassa
III	251 - 500	Media
IV	501 - 600	Medio-alta
V	>600	Elevata

Tabella 13 - Classe e/o indice di polverosità per le polveri sedimentabili - Rapporto finale del gruppo di lavoro della “Commissione Centrale contro l’Inquinamento Atmosferico” del Ministero dell’Ambiente

Gli indici di polverosità sopra riportati sono riferiti a medie annuali e costituiranno un riferimento per la valutazione delle deposizioni nell’intorno della Centrale di Fiume Santo.

Esistono a livello europeo valori guida europei per le deposizioni di polveri, riferiti ad aree urbane che sono elencati di seguito:

Stato	Rateo deposizione [mg/m <sup>2</sup> /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)
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

Tabella 14 - Valori di riferimento europei per la deposizione di polveri<sup>8</sup>.

I valori guida sono compresi tra 200 e 350 mg/m<sup>2</sup>/d come media annuale e saranno usati anche essi come riferimento per la valutazione delle deposizioni di polveri.

Per quanto riguarda le entità delle deposizioni di As, Cd, e Ni, si potrà effettuare un confronto 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”:

<sup>8</sup> 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](http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index)

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 – 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 15 – Ratei di deposizione di metalli in aree con differenti caratteristiche

In alcuni stati europei, per taluni metalli, sono indicati dei valori soglia dei ratei di deposizione riferiti alle medie annuali e riportati nella tabella che segue:

Valore medio annuo ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ )	As	Cd	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn
Belgio (valori guida)	-	20	-	-	250	10	-
Croazia	4	2	1	15	100	2	-
Germania	4	2	1	15	100	2	-
Svizzera	-	2	-	-	100	2	400

Tabella 16 – Valori guida di deposizioni di metalli in uso in alcuni paesi europei

I valori di deposizione di benzo(a)pirene potranno essere confrontati con i valori di letteratura riportati nelle tabelle seguenti, riguardanti le deposizioni in aree di fondo e urbane-industriali. I valori sono espressi in  $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$ :

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

Tabella 17 – Valori di deposizione di benzo(a)pirene tratti dalla letteratura (Aree rurali, remote). Valori in  $\text{ng}/\text{m}^2/\text{d}$ .

<sup>9</sup> Si veda 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](http://ita.arpalombardia.it/ITA/area_download/index)

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

Tabella 18– Valori di deposizione di benzo[a]pirene tratti dalla letteratura (Aree urbane e industriali). Valori in ng/m<sup>2</sup>/d.

Per le deposizioni di PCDD/F e PCB *dl* attualmente non sono stati fissati livelli normativi nazionali o europei. Tuttavia, in letteratura sono stati proposti valori guida di riferimento che tengono conto dell'assunzione giornaliera tollerabile di questi composti. In Germania, nel 1994, un gruppo di esperti ha proposto un valore guida solo per PCDD/F di 15 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/d <sup>10</sup>. Nel 2004, in base ancora a considerazione sulla TDI, tale valore guida è stato abbassato a 4 pg WHO-TEQ/m<sup>2</sup>/d <sup>11</sup>.

Attualmente, il valore guida di 4 pg WHO-TEQ/m<sup>2</sup>/d come media annuale della sommatoria delle deposizioni di PCDD/F e PCB è quello più utilizzato per valutare possibili apporti antropici in un sito.

<sup>10</sup> Länderausschusses für Immissionsschutz den Bericht "Immissions-werte für die Luftschadstoffe PCDD und PCDF", 1994

<sup>11</sup> Bericht des Länd erausschusses für Immissionsschutz (LAI), Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüber wachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe – Vom 21. September 2004

### 3.5 Proposta di posizionamento dei deposimetri

Nel paragrafo 2.4 sono state esaminate le caratteristiche anemologiche e di piovosità della zona in cui è ubicata la Centrale. Da esse è risultato che le direzioni principali da cui soffia il vento sono quelle dal quadrante Nord Ovest e Nord Est. Sono presenti anche componenti dal quadrante Sud Est, specie in ore notturne. Meno frequenti, ma comunque presenti anche le componenti da Est. Nello spirito della prescrizione, la posizione dei deposimetri non dovrebbe essere molto lontana dal parco carbone in modo da rispondere al requisito che richiede il monitoraggio appunto delle emissioni di polveri da esso e ciò anche in funzione del fatto che i deposimetri sono in grado di raccogliere bene pressoché solo le polveri sedimentabili (frazioni grossolane con diametro > 10 µm). Nella scelta delle posizioni si è tenuto conto anche della presenza di eventi nuclei abitati, pur piuttosto lontani e radi nella zona.

Da una verifica preliminare di campo, si è riscontrata la presenza di aree private e non accessibili che hanno fatto emergere problemi logistici e di accesso nelle zone di proprietà confinanti con l'area della Centrale, nonché la possibilità di danneggiamenti degli apparati di campionamento per le attività agricole dell'area. Pertanto, è apparso opportuno considerare anche il posizionamento di due deposimetri entro il perimetro della Centrale, in modo da garantire una facile accessibilità e una relativa protezione degli apparati stessi e due deposimetri in aree esterne alla Centrale.

Nella figura che segue sono mostrate le posizioni proposte per l'ubicazione dei deposimetri:



Figura 22 -Collocazione geografica dei potenziali punti di campionamento delle deposizioni

Nella tabella che segue è riassunto il posizionamento dei possibili punti di campionamento individuati, la loro distanza dal camino della Centrale e il quadrante da cui i venti potrebbero trasportare le emissioni della centrale alla postazione:

Nome Postazione	Posizionamento	Distanza dal camino della CTE	Quadrante di riferimento dei venti rispetto al carbonile <sup>12</sup>
Deposimetro A	All'esterno della Centrale, a Sud Est del carbonile in area agricola	1,03 Km	Sottovento al carbonile per venti da Nord Ovest
Deposimetro B	All'esterno della Centrale, in area di un edificio ENEL o in un'area privata non coltivata	1,71 km	Sottovento al carbonile per venti da Nord e Nord Est
Deposimetro C	All'interno della Centrale, In un parcheggio	1,15 km	Sottovento al carbonile per venti da Sud Est
Deposimetro D	Nel perimetro interno di CTE	0,36 km	Sottovento al carbonile per venti da Sud Est

Tabella 19 - Possibile allocazione delle postazioni deposimetriche

Il **deposimetro A** potrebbe essere ubicato sulla strada che conduce alla banchina, ad Ovest della torre T3 del nastro trasportatore. Il deposimetro rimarrebbe sottovento al carbonile ed alla Centrale per venti da Nord Ovest. Potrebbe subire influenze da apporti di polveri da venti da Sud Ovest, in tal caso di origine prevalentemente terrigena.

Il **deposimetro B** dovrebbe raccogliere le polveri apportate da venti da Nord Est e quindi dalla direzione della Centrale. Come segnalato per il deposimetro A, potrebbe subire apporti di polveri risollevate dal terreno da venti da Sud Ovest. La sua posizione precisa sarà definita dopo l'approvazione della zona di ubicazione da parte di ARPAS, in quanto sono possibili tre ipotesi:

1. In zona marginale ad un campo agricolo, in una area non destinata alla semina, stando a quanto riferito dal proprietario;
2. All'interno del parco solare ivi presente;
3. In una area di proprietà ENEL.

In tutti i casi bisognerà richiedere una concessione dell'area a terzi.

Il **deposimetro C** sarà ubicato all'interno della Centrale all'estremo Nord Ovest del perimetro di centrale e dovrebbe essere indicativo delle polveri provenienti dalle attività di Centrale, per venti provenienti da Sud Est, per altro poco intensi e frequenti, ma anche da polveri apportate dall'esterno della Centrale da venti dal quadrante Nord Ovest, aventi spesso intensità elevata, da venti dal quadrante Sud Ovest. In questi casi consentirebbe di valutare il fondo di polverosità della zona.

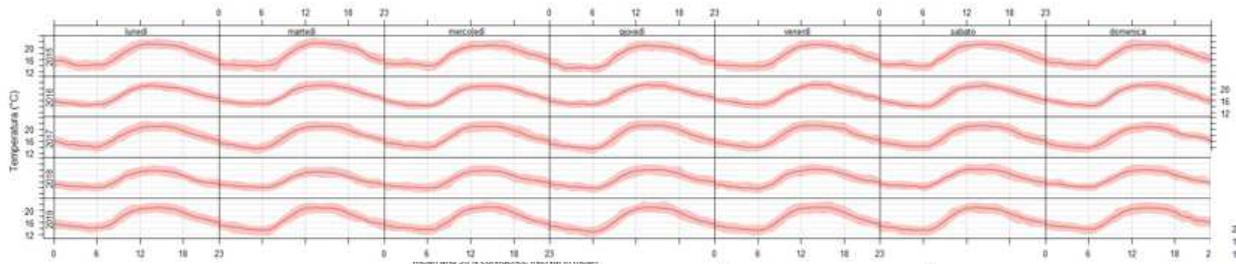
Il **deposimetro D** sarà ubicato anch'esso all'interno della Centrale e dovrebbe essere prevalentemente influenzato da polveri locali da attività di Centrale.

Il posizionamento finale dei deposimetri sarà concordato con ARPAS. Le aree di ubicazione dei deposimetri occuperanno circa 4 m<sup>2</sup> e saranno messe in sicurezza con recinzione mobile.

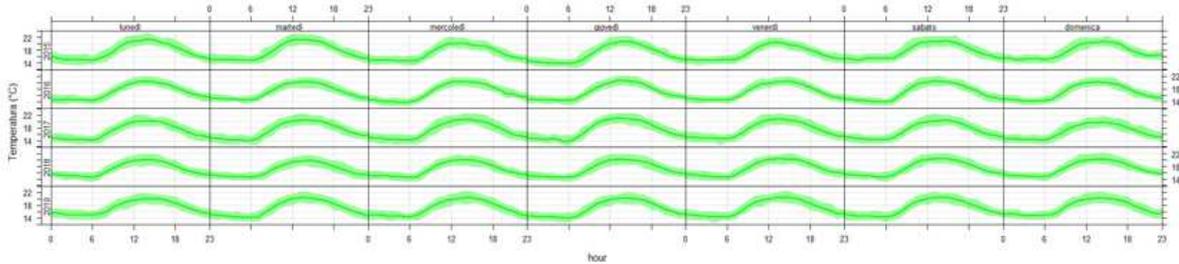
<sup>12</sup> Si è considerata una rosa ad otto punte (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO con quadranti di 45° incentrati sulla direzione. Il quadrante di riferimento indica la direzione di provenienza delle emissioni dalla centrale.

**APPENDICE 1 – ANDAMENTI DELLE TEMPERATURE GIORNALIERE NELLE POSTAZIONI  
ARPAS NEL PERIODO 2015-19**

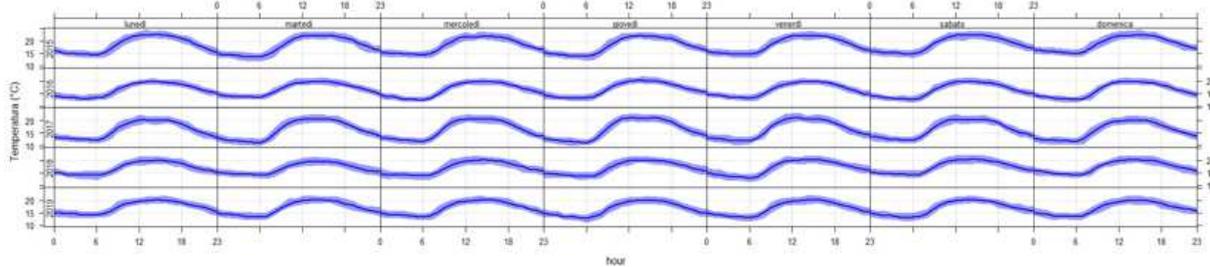
**CENPT1 Temperatura (2015-2019)**



**CENSS2 Temperatura (2015-2019)**

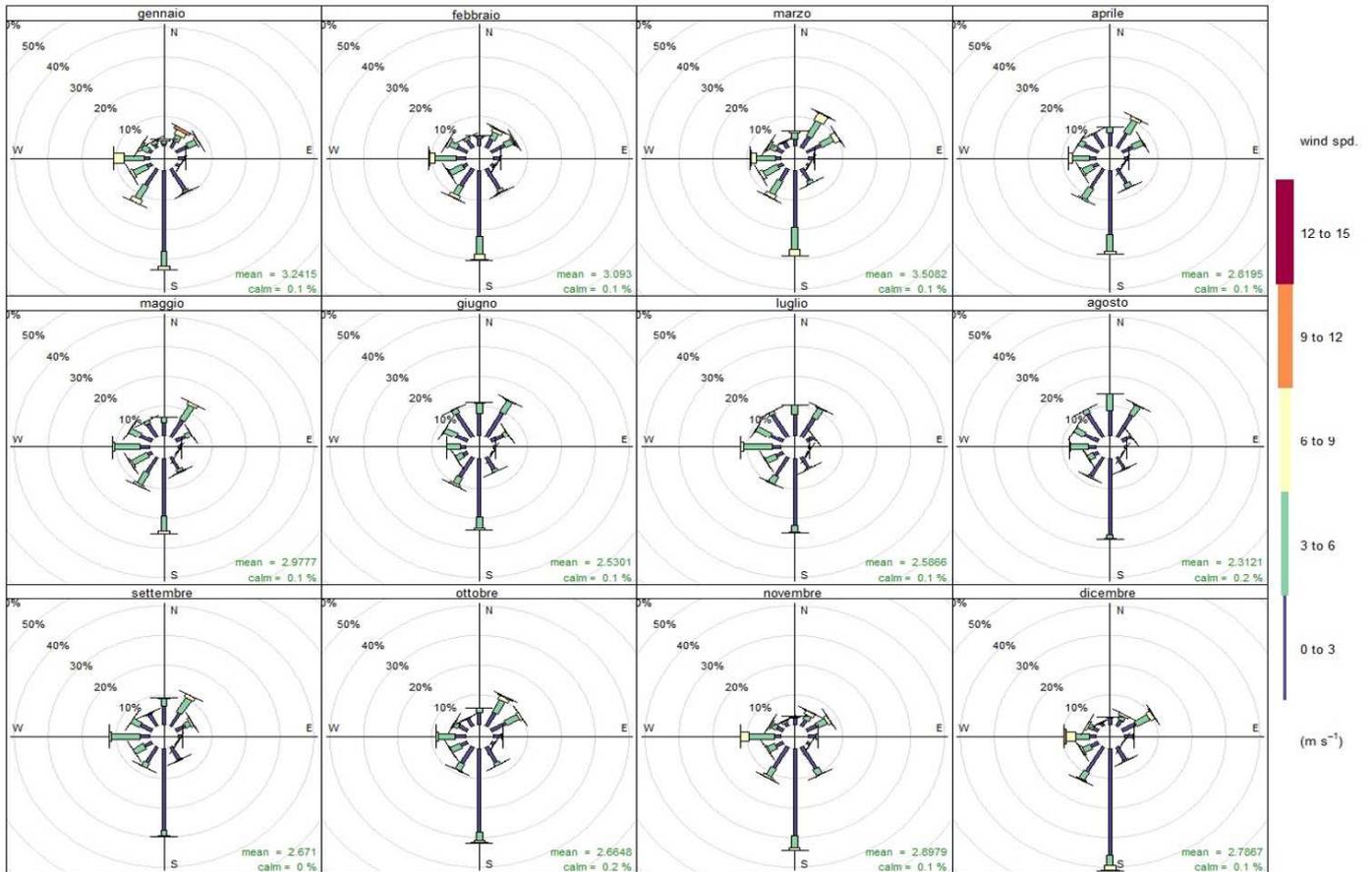


**CENSS4 Temperatura (2015-2019)**



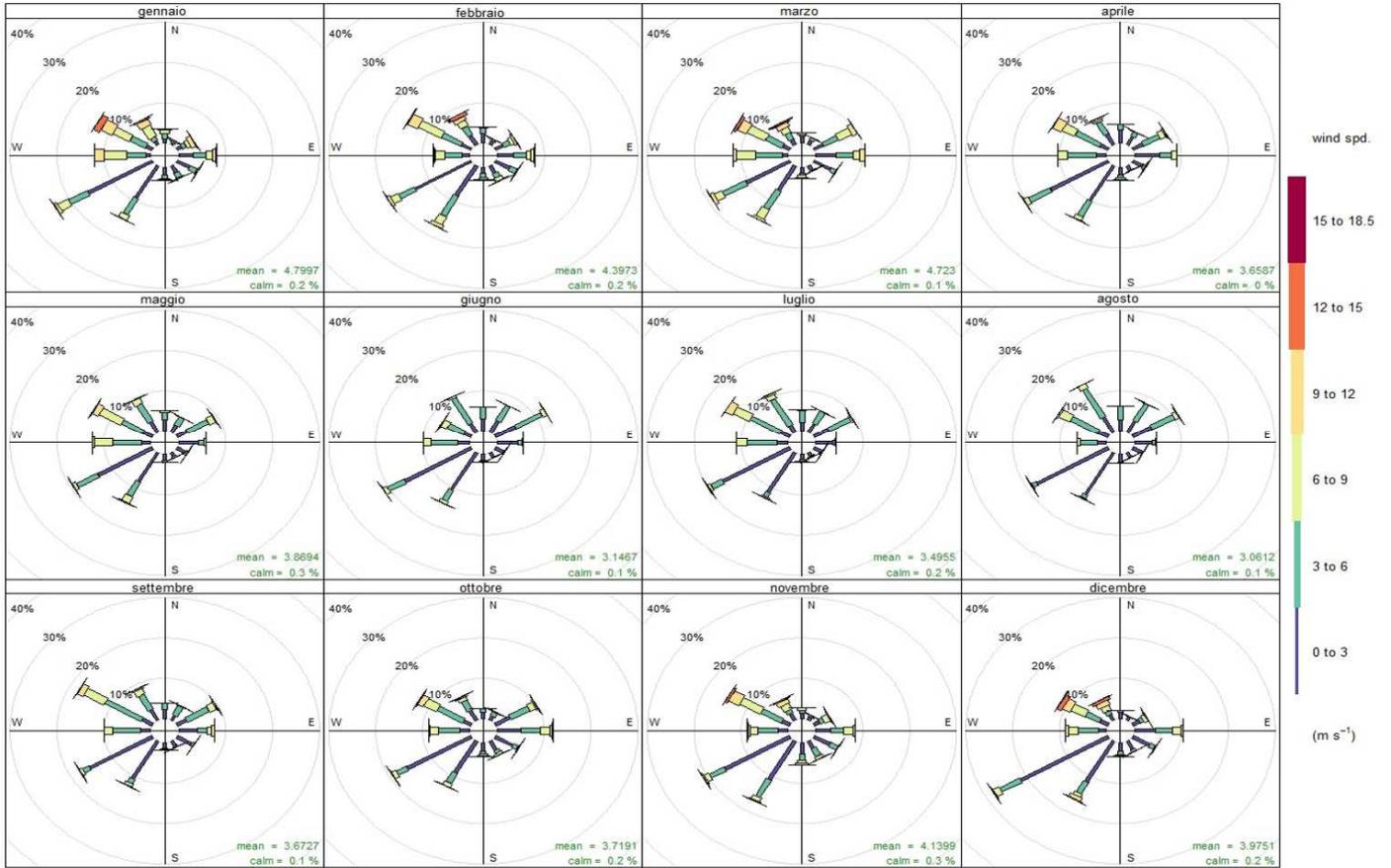
**APPENDICE 2 – ROSE DEI VENTI MEDIE MENSILI DELLE POSTAZIONI ARPAS PER IL PERIODO 2015-19**

Rosa dei Venti Mensile 2015 - 2019 (CENPT1)



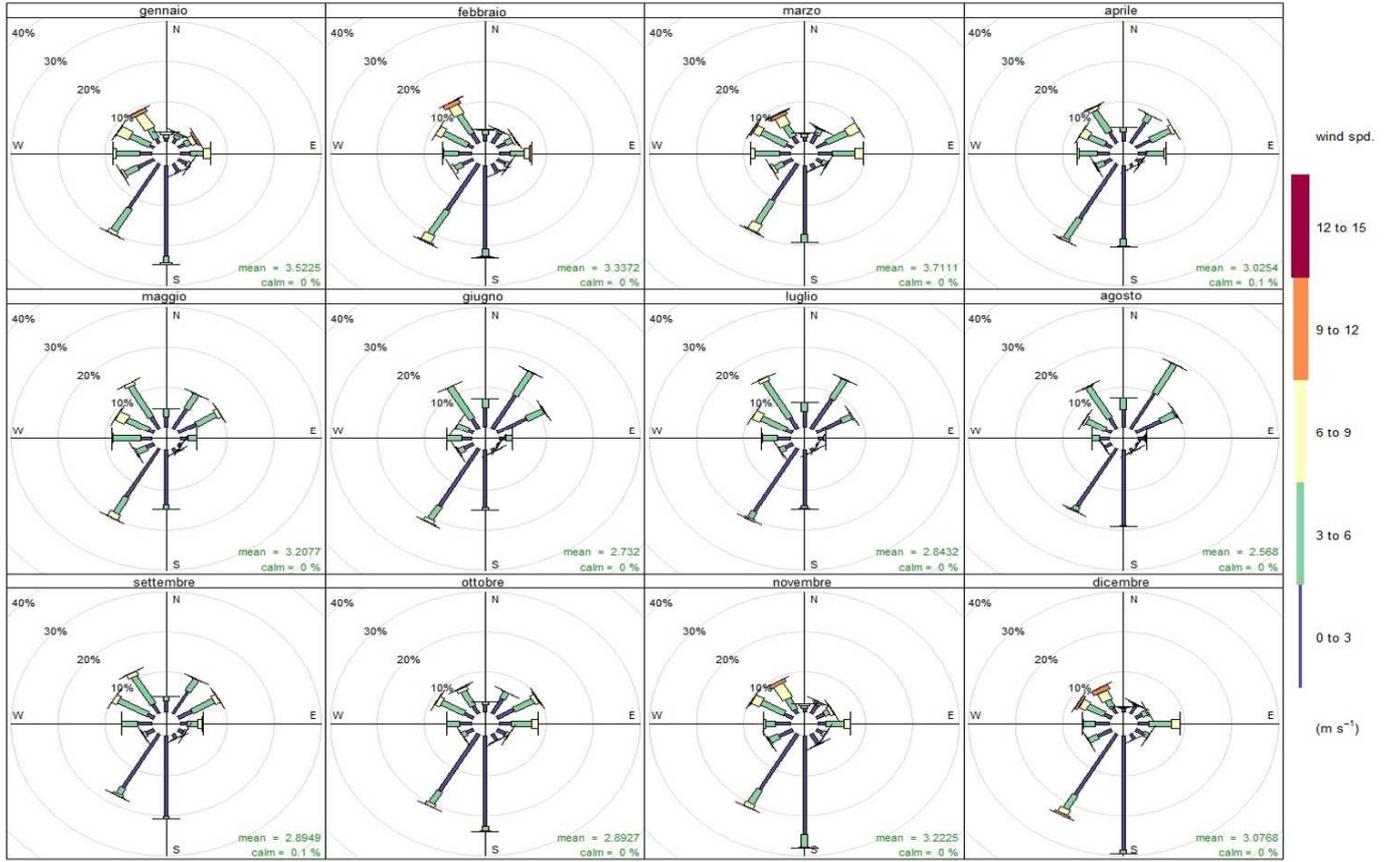
Frequency of counts by wind direction (%)

Rosa dei Venti Mensile 2015 - 2019 (CENSS2)



Frequency of counts by wind direction (%)

Rosa dei Venti Mensile 2015 - 2019 (CENSS4)



Frequency of counts by wind direction (%)

**APPENDICE 3 – ROSE DI VENTO CONCENTRAZIONE PLURIENNALI DEL PM10 NELLE ORE DIURNE E NOTTURNE PER LE POSTAZIONI DELLA RRQA DI FIUME SANTO S.P.A.**

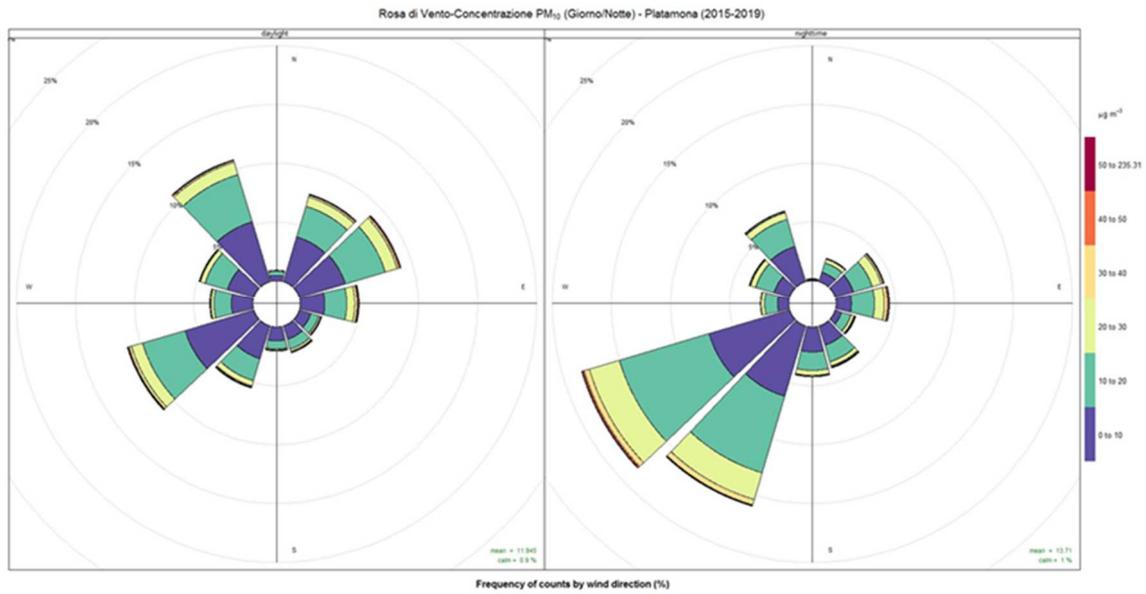


Figura 23 – Rose di vento concentrazione pluriennali (2015-19) della postazione di Platamona in ore diurne (a sinistra) e notturne (a destra)

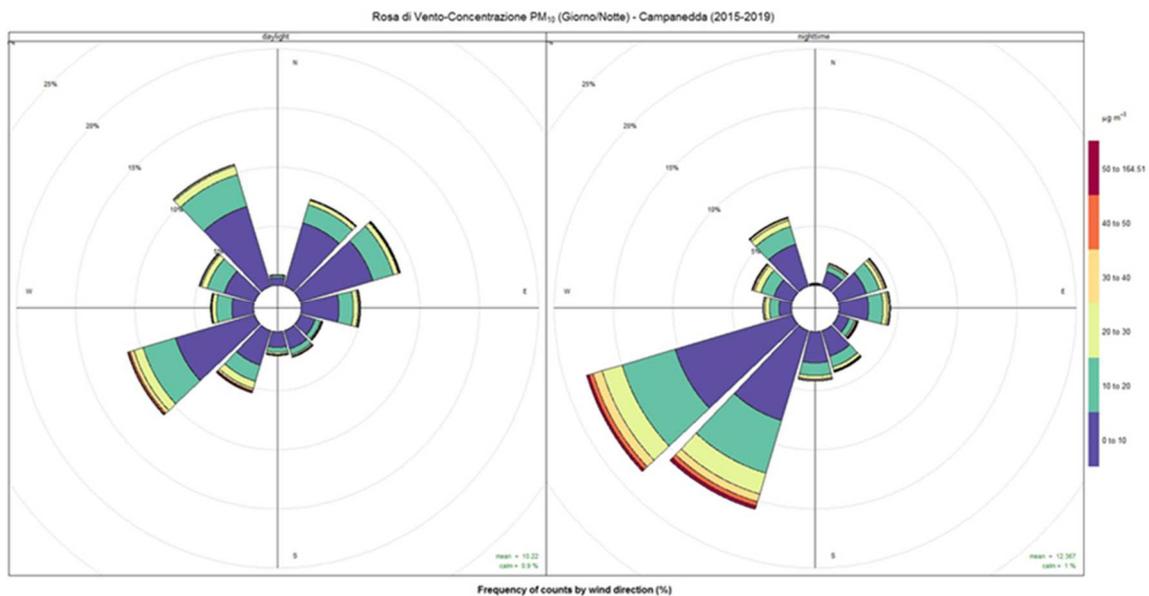


Figura 24 – Rose di vento concentrazione pluriennali (2015-19) della postazione di Campanedda in ore diurne (a sinistra) e notturne (a destra)



Figura 25 – Rose di vento concentrazione pluriennali (2015-19) della postazione di Li Punti in ore diurne (a sinistra) e notturne (a destra)

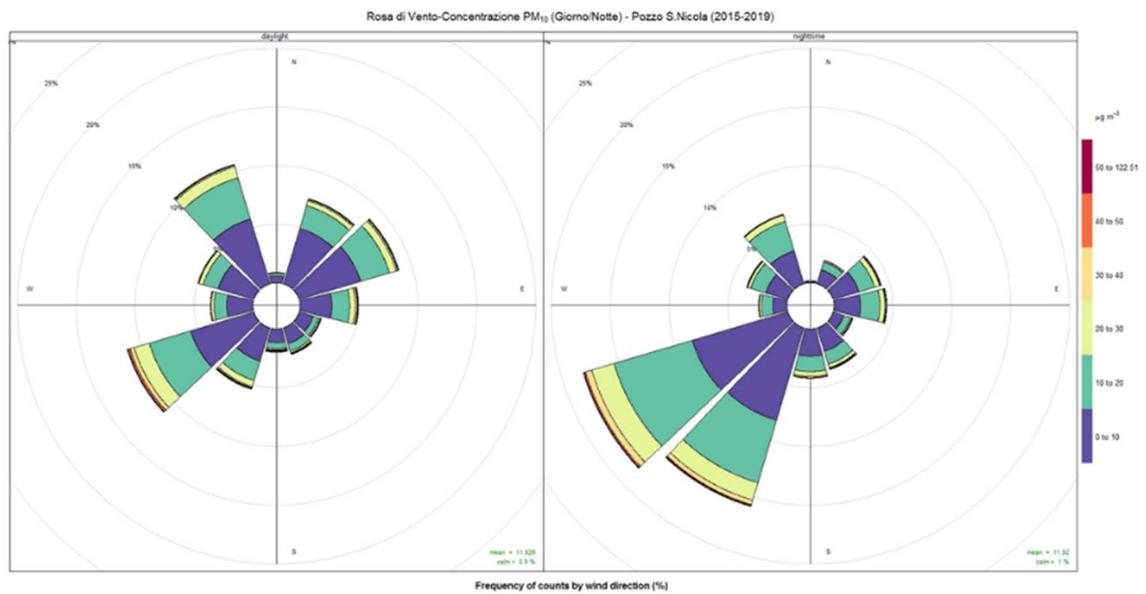


Figura 26 – Rose di vento concentrazione pluriennali (2015-19) della postazione di Pozzo San Nicola in ore diurne (a sinistra) e notturne (a destra)

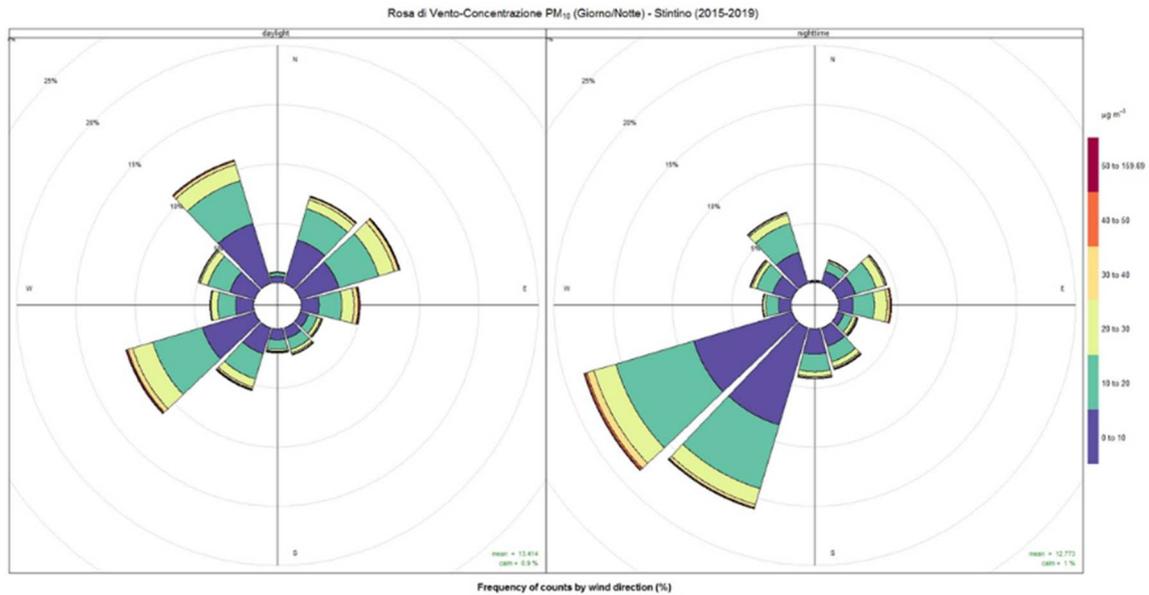
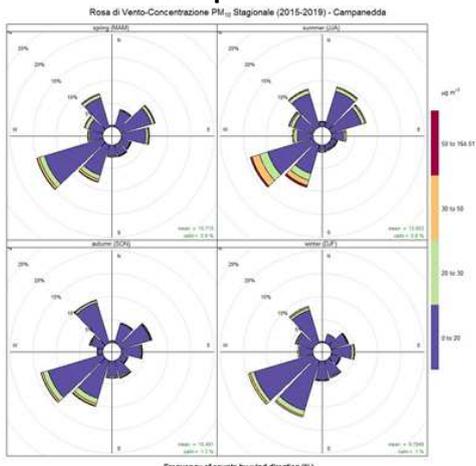


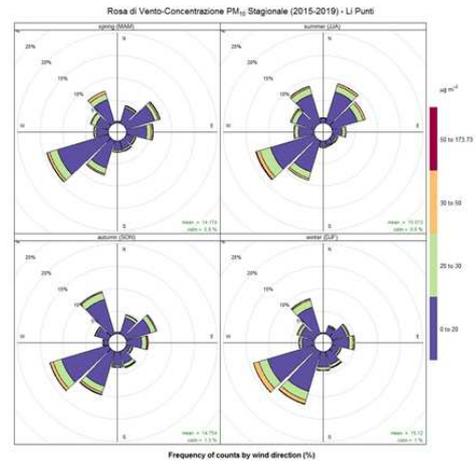
Figura 27 – Rose di vento concentrazione pluriennali (2015-19) della postazione di Stintino in ore diurne (a sinistra) e notturne (a destra)

**APPENDICE 4 – ROSE DI VENTO CONCENTRAZIONE STAGIONALI PLURIENNALI PER IL PM10 NELLE POSTAZIONI DI EP PRODUZIONE**

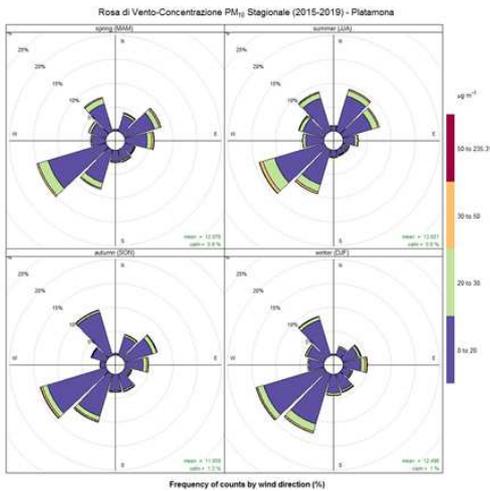
**Campanedda**



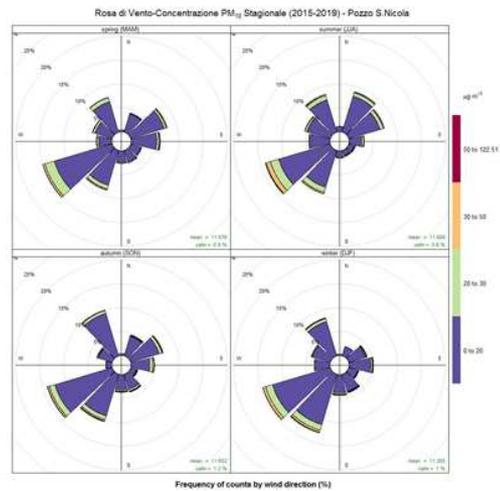
**Li Punti**



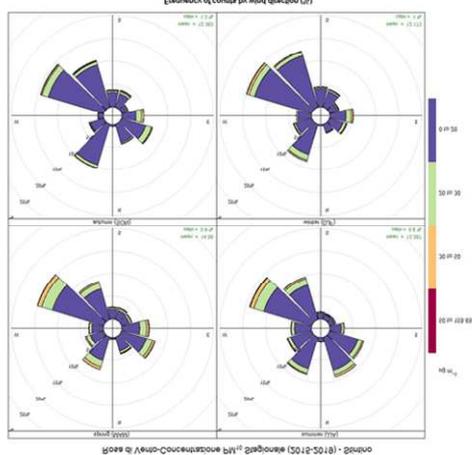
**Platamona**



**Pozzo San Nicola**



**Stintino**



## APPENDICE 5 – FATTORI DI TOSSICITÀ DI PCDD, PCDF E PCB

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

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

\* I numeri in grassetto Numbers in bold indicano un cambio del valore del TEF

Riferimento: *Van den Berg et al: The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds*