

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
ENTE NAZIONALE AVIAZIONE CIVILE



AEROPORTO "MARCO POLO" DI TESSERA - VENEZIA

Concessionaria del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI



COMMESSA

MASTERPLAN 2021
ID_VIP 2853
VERIFICA DI OTTEMPERANZA

ELABORATO

**RISULTATI DELLE CAMPAGNE ANNUALI
DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA'
DELL'ARIA EFFETTUATE
DURANTE IL BIENNIO 2015-2016**

COD. C.d.P. 6 . 1 7 8

CODICE ELABORATO
A1_REL_00

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	NOME FILE: A1_REL_00.pdf
0	01/08/2017	Per approvazione MATTM	UNIVE - EZIPM	A. Regazzi	D. Bassano	FILE DI STAMPA:
						SCALA:

COMMITTENTE

SAVE S.p.A.
DIREZIONE OPERATIVA
R.U.P./R.L.

ing. Corrado Fischer

SAVE S.p.A.
QUALITA' AMBIENTE
E SICUREZZA

ing. Davide Bassano

ESECUTORE





Indice

1	Premessa	2
2	Campagne di monitoraggio <i>ante operam</i>	4
2.1	Sito di campionamento e parametri misurati.....	5
2.2	Caratterizzazione aeroportuale degli anni di monitoraggio <i>ante operam</i>	9
3	Esiti delle campagne di monitoraggio <i>ante operam</i> e confronti con i risultati degli anni precedenti.....	10
3.1	Analisi delle variabili meteorologiche	11
3.2	Analisi delle variabili chimiche.....	16
3.2.1	Biossido di zolfo SO ₂	17
3.2.2	Ossidi di azoto (NO _x) e biossido di azoto (NO ₂)	19
3.2.3	Monossido di carbonio (CO)	22
3.2.4	Particolato atmosferico (PM _{2.5}).....	25
3.2.5	Ozono O ₃	28
4	Conclusioni.....	32
5	Bibliografia.....	33



1 Premessa

La presente relazione ha per oggetto i risultati delle campagne annuali di monitoraggio effettuate mediante la centralina di monitoraggio della qualità dell'aria dell'aeroporto "Marco Polo" di Venezia gestita da Ente Zona Industriale di Porto Marghera (EZIPM) durante il biennio 2015-2016. Tali campagne sono previste dal Progetto di Monitoraggio Ambientale del Masterplan 2021 dell'aeroporto "Marco Polo" di Venezia (nel seguito semplicemente Masterplan), condiviso e approvato da ARPAV (rif. nota prot. SA/23-02-2017/0000373).

Il documento intende rispondere alla seguente prescrizione¹ contenuta nel Decreto di compatibilità ambientale del Masterplan n. 9 del 19.01.2016 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo:

Venga concordata con ARPA Veneto una nuova e completa campagna di monitoraggio ai fini della verifica della qualità dell'aria, sia invernale che estiva, campionando i medesimi parametri analizzati per la redazione del SIA ai sensi del D.Lvo 155/2010, le cui conclusioni siano descritte in una apposita relazione dove - tra l'altro - sia evidente la comparazione tra i nuovi esiti ottenuti e quelli già presentati. Tale relazione dovrà essere presentata al MATTM prima dell'avvio dei lavori.

Sulla base delle richieste contenute nella prescrizione il presente documento si articola in:

- presentazione ed illustrazione delle campagne di monitoraggio, relative agli anni successivi a quelli presentati nella documentazione ambientale relativa alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale del Masterplan, cioè il 2015 e il 2016²;
- analisi degli esiti delle campagne e confronti degli esiti delle campagne con quelli presentati nella documentazione ambientale relativa alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale del Masterplan (2010-2014).

La rispondenza tra i contenuti della prescrizione e quanto riportato nel presente documento è sintetizzata nella tabella seguente.

¹ Prescrizione n. 1 (codificata come MATTM-A1) della Commissione Tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA/VAS del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

² Nello Studio di Impatto Ambientale, Sezione C–Quadro di riferimento ambientale–Atmosfera sono presenti i dati relativi all'anno 2013 (anno di riferimento, stato di fatto, delle valutazioni di impatto), mentre nelle Integrazioni (elaborato 23957-REL-T702.0) i dati sono stati aggiornati rispetto ai risultati relativi all'anno 2014.



Tabella 1-1 Rispondenza tra la prescrizione e le risposte contenute nel presente documento.

Richieste prescrizione	Risposte
<i>Venga concordata con ARPA Veneto una nuova e completa campagna di monitoraggio ai fini della verifica della qualità dell'aria, sia invernale che estiva, campionando i medesimi parametri analizzati per la redazione del SIA ai sensi del D.Lvo 155/2010,</i>	Il monitoraggio della qualità dell'aria nei pressi dell'aeroporto viene effettuato in continuo da giugno 2009 mediante una centralina di monitoraggio sita in un parcheggio interno all'aeroporto che dista 650 metri dalla pista principale, per cui vengono monitorati con risoluzione oraria le principali variabili meteorologiche e le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici (risoluzione bioraria per il PM _x), compresi quelli analizzati per la redazione del SIA ai sensi del D.Lvo 155/2010. Il proseguimento del monitoraggio della qualità dell'aria relativo al biennio 2015-2016 e oltre, nonché le modalità di elaborazione dei dati e presentazione dei risultati è stata approvata da ARPAV. Le campagne di monitoraggio 2015-2016 sono descritte al cap. 2
<i>le cui conclusioni siano descritte in una apposita relazione dove - tra l'altro - sia evidente la comparazione tra i nuovi esiti ottenuti e quelli già presentati</i>	I risultati e i rispettivi confronti con il quinquennio precedente sono presentati nel cap. 2.2 della presente relazione. I vari inquinanti sono discussi separatamente in relativi sottocapitoli.
<i>Tale relazione dovrà essere presentata al MATTM prima dell'avvio dei lavori.</i>	L'avvio dei lavori degli interventi del Masterplan è prevista per fine 2017 ed in particolare per inizio 2018, con le opere principali relative agli adeguamenti infrastrutturali delle piste.

Per la redazione della presente relazione si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

- documentazione ambientale relativa alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale del Masterplan:
 - Studio di Impatto Ambientale, Sezione C–Quadro di riferimento ambientale–Atmosfera;
 - Integrazioni (elaborato 23957-REL-T702.0) i dati sono stati aggiornati rispetto ai risultati relativi all'anno 2014;
- relazioni trimestrali sulla qualità dell'aria monitorata nei pressi dell'aeroporto Marco Polo relative al biennio 2015-2016;
- qualità dell'aria Provincia di Venezia, relazione annuale, ARPAV 2015;
- relazione regionale della qualità dell'aria, ARPAV 2015;
- relazione regionale della qualità dell'aria, ARPAV 2016.

La maggioranza dei grafici di questa relazione sono stati disegnati utilizzando il pacchetto *open air* del software libero R (<http://www.openair-project.org/>).

2 Campagne di monitoraggio *ante operam*

Come riportato in premessa, il monitoraggio della qualità dell'aria viene svolto in continuo direttamente dal gestore aeroportuale, dal momento che non sono presenti nell'intorno aeroportuale centraline fisse della rete ARPAV, cui riferirsi. Tale monitoraggio viene quindi effettuato, come descritto nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) e confermato nel Progetto di Monitoraggio Ambientale, dal gestore aeroportuale, SAVE S.p.A., che ha attivato una collaborazione con l'Università Ca' Foscari (Venezia) e l'Ente Zona Industriale di Porto Marghera (EZIPM).

L'attività di monitoraggio, alla base del progetto denominato "Monitoraggio delle emissioni di origine aeroportuale", è iniziata alla fine del 2008 e da giugno 2009 sono monitorate in continuo le concentrazioni dei principali contaminanti atmosferici con una centralina di proprietà di EZIPM (codice introdotto dal Progetto di Monitoraggio Ambientale: ATM01_S1), localizzata in vicinanza della pista e dell'abitato di Tessera (cfr. Figura 2-1). I dati e le relazioni trimestrali inerenti le attività di monitoraggio svolte dal 2009 ad oggi, sono consultabili on line all'indirizzo <http://ambiente.veniceairport.it/Aria/Reportistica.aspx>.

In tal senso sono disponibili i dati completi di qualità dell'aria degli **anni 2015-2016**, cioè del biennio successivo al periodo considerato nel SIA e nelle integrazioni (2010-2014 ed in particolare 2013 e 2014) e precedente alle fasi realizzative del Masterplan 2021, previste per fine 2017 ed in particolare per inizio 2018, con le opere principali relative agli adeguamenti infrastrutturali delle piste.

Nel seguito del presente capitolo viene descritto il sito di campionamento e i parametri misurati e viene fornita una breve sintesi delle caratteristiche aeroportuali degli anni 2015-2016 in termini di movimenti e passeggeri.



Figura 2-1 Ubicazione della stazione ATM01_S1 per il monitoraggio della qualità dell'aria presso l'aeroporto Marco Polo di Venezia.

2.1 Sito di campionamento e parametri misurati

Il sito di campionamento è rappresentato da una centralina, localizzata in vicinanza della pista e dell'abitato di Tesserà, all'interno del sedime in un'area di parcheggio, nei pressi della darsena d'acqua, distante 650 metri dalla pista principale e 450 metri dalla secondaria (Figura 2-1).

I principali criteri per l'ubicazione della centralina, che la rendono idonea al monitoraggio della qualità dell'aria in relazione alle fonti di origine aeroportuale, sono i seguenti:

- il punto di monitoraggio è tra quelli di massima ricaduta delle emissioni aeroportuali³ (Figura 2-2);
- la centralina è sottovento rispetto alla pista (quindi a decolli e atterraggi degli aerei) e ai percorsi di taxi in e out degli aeromobili, che, come emerso nel SIA, rappresentano in termini quantitativi la principale sorgente emissiva riferita alla struttura aeroportuale;
- la centralina è più vicina e quindi più esposta rispetto ai ricettori rappresentati dal centro abitato di Tesserà, anch'esso sottovento rispetto alla pista ma più lontano di quanto sia la centralina che quindi può fungere da "sentinella";
- la centralina è posizionata dal punto di vista logistico in un'area di pertinenza aeroportuale quindi facilmente raggiungibile cosicché le operazioni di taratura e gestione della stessa risultano facilitate.



Figura 2-2 Foto satellitare dell'aeroporto "Marco Polo" con la relativa orientazione cardinale centrata nel sito di campionamento.

³ L'analisi è stata effettuata dall'EZIPM che ha stimato con l'ausilio della modellistica (Sistema SCAIMAR) i punti di massima ricaduta dei contaminanti emessi dagli aerei durante le fasi di atterraggio e decollo (Università Cà Foscari e EZIPM, 2009) e lo stesso SIA ha confermato come l'incremento di concentrazioni conseguenti delle emissioni dalla struttura aeroportuale interessi un'area all'interno della quale si colloca questa centralina.



Si rileva d'altra parte che la centralina di monitoraggio risulta molto prossima anche ad altre e diverse sorgenti emissive, oltre all'aeroporto: la Strada Statale Triestina (ad elevato traffico veicolare) e l'abitato di Tessaera; la qualità dell'aria registrata mostrerà pertanto un segnale integrato anche di queste emissioni.

Osservando la Figura 2-2 è chiaro che per caratterizzare l'emissione aeroportuale (limitando il contributo fornito da altre sorgenti) è auspicabile focalizzare l'attenzione sulle concentrazioni degli inquinanti rilevati dalla centralina quando la direzione del vento è compresa fra NE-S.

Nel corso del biennio *ante operam* qui considerato, 2015-2016, sono stati monitorati i medesimi parametri già oggetto di monitoraggio negli anni precedenti, compresi i parametri meteorologici (direzione e velocità del vento, temperatura, precipitazione, radiazione solare e pressione atmosferica).

Per ognuno dei parametri oggetto di monitoraggio la tabella seguente illustra le caratteristiche della strumentazione, il sistema di taratura, i limiti di rilevabilità e il principio di misura relativi alla centralina.

Tutta la gestione e la manutenzione della centralina sono eseguite dall'Ente Zona Industriale di Porto Marghera (EZIPM), che ha fornito le informazioni nel seguito riportate e che gestisce la stazione in conformità con le "Linee Guida per le attività di assicurazione/controllo qualità (QA/QC) per le reti di monitoraggio per la qualità dell'aria ambiente, ai sensi del D.Lvo 155/2010 come modificato dal D.Lvo 250/2012".

Tabella 2-1 Parametri rilevati, caratteristiche della strumentazione, sistema di taratura, limite di rilevabilità e principio di misura (informazioni fornite da EZIPM).

Parametro	Caratteristiche della strumentazione	Sistema di taratura	Limite rilevabilità	Principio di misura
Anidride solforosa - SO ₂	Strumento: Modello 43B della Thermo Environmental Instruments Inc. U.S.A. Precisione: 1 ppb	Il sistema è incorporato nell'analizzatore (tubo a permeazione). L'aria esterna viene opportunamente purificata per ottenere il segnale di Zero; il segnale di Span si ottiene da tubo a permeazione certificato	2 ppb	Fluorescenza pulsata UV
Ozono - O ₃	Strumento: modello 49C PS della Thermo Environmental Instruments Inc. U.S.A. Precisione: 2 ppb	L'aria esterna, purificata mediante utilizzo del generatore di aria zero Thermo Environmental Instruments modello 111, viene irradiata con lampada UV di intensità regolata per la produzione di un livello noto di ozono (sorgente interna)	2 ppb	Assorbimento UV
Ossidi di azoto - NO, NO ₂ , NOx	Strumento: Modello 42B della Thermo Environmental Instruments Inc. U.S.A. Precisione: 0.5 ppb	L'aria esterna viene purificata per ottenere il segnale di Zero mediante l'utilizzo del generatore di aria zero Thermo Environmental Instruments modello 111; il segnale di Span viene ottenuto da bombola a concentrazione certificata di NO, opportunamente diluita con aria Zero-grade tramite un calibratore Thermo Environmental Instruments modello 146	0.5 ppb	Chemiluminescenza
Idrocarburi totali e non metanici	Strumento: Thermo Environmental Instruments Inc. U.S.A MOD.55C Hydrocarbon concentration Precisione: 2% della misura	Segnale di zero mediante aria zero-grade da bombola certificata. Segnale di span mediante miscela di metano e propano da bombola a concentrazione certificata	20 ppb metano; 50 ppb idrocarburi non metanici	Ionizzazione a fiamma + Gas cromatografo



Parametro	Caratteristiche della strumentazione	Sistema di taratura	Limite rilevabilità	Principio di misura
Monossido di carbonio - CO	Strumento: Thermo Scientific Model 48c Precisione: 0.1 ppm	Segnale di span mediante bombola certificata di riferimento	0.1 ppm	Assorbimento infrarosso
Particolato atmosferico – PM _{2,5} e PM ₁₀	Strumento: Modello MP101M della Environment SA FRANCIA Precisione: 3 µg/m ³	Taratura del filtro pulito: automatica per ciascuna campionamento	6 µg/cm ²	Assorbimento raggi Beta
Benzene (C ₆ H ₆)	Strumento: Environmental and BTEX GC Systems - SRI Instruments USA	Mediante bombole gas standard multicomponente	Da definirsi in conformità con le indicazioni normative	Cromatografia

I dati registrati dalla centralina sono trasmessi con un modem GSM che permette il controllo da remoto del corretto funzionamento di tutta la strumentazione, successivamente sono elaborati in accordo con il Decreto legislativo n. 155 del 13 agosto 2010 e mediati su base oraria.

Per garantire un'elevata accuratezza e precisione del monitoraggio di questi contaminanti rappresentativi dell'emissione aeroportuale, l'aria viene prelevata con una sonda riscaldata che impedisce il fenomeno di condensazione e gli strumenti vengono calibrati con frequenza giornaliera utilizzando delle bombole di gas standard a concentrazione certificata per tarature strumentali.

All'interno della centralina sono inoltre collocati degli strumenti atti a rilevare variabili meteorologiche quali:

- velocità e direzione del vento;
- temperatura;
- radiazione solare incidente;
- precipitazioni.

Per quanto riguarda invece le caratteristiche dei sensori e i metodi analitici della strumentazione installata sui mezzi mobili nel corso delle campagne previste in AO e PO, si fa riferimento al D.Lvo n. 155/2010 (Allegato VI).



Tabella 2-2 Caratteristiche tecniche della strumentazione meteorologica (informazioni fornite da EZIPM).

Velocità del vento	<p>Strumento: Lastem-C100S tachoanemometro a coppe della Lastem Principio di misura: Misura della velocità del vento con sistema optoelettronico Campo di misura: 0 - 50 m/sec Tolleranza: 1% Risoluzione: 0.1 m/sec Soglia: 0.25 m/sec Limiti ambientali: -35 + 60°C Materiale: lega leggera protetta con vernici poliuretatiche</p>
Direzione del vento	<p>Strumento: Lastem-C110D Gonioanemometro Costruttore: Lastem Principio di misura: Misura della direzione del vento con sistema doppio potenziometrico Campo di misura: 0 - 540° Tolleranza: 3% Risoluzione: infinita Soglia: 0.3 m/sec Limiti ambientali: -35 + 60°C Materiale: lega leggera protetta con vernici poliuretatiche</p>
Temperatura dell'aria	<p>Strumento: Lsi-Lastem Costruttore: Lastem Principio di misura: Misura della temperatura mediante termoresistenza Pt-100 Campo di misura: -50 - +80°C Accuratezza: 0.2°C Risoluzione: 0.4°C Tempo di risposta: 3 min con filtro; 20 sec senza filtro Velocità di aspirazione: 5 m/sec</p>
Precipitazione	<p>Strumento: Lastem-C100A Costruttore: LASTEM Principio di misura: Sensore per la misura della precipitazione composto da un cono di raccolta, da una bascula e da un dispositivo di conteggio degli impulsi a relè reed Area di imbocco: 333.3 cmq Campo di misura: illimitato Risoluzione: 0.2 mm/imp Tolleranza: 1%</p>
Pressione atmosferica	<p>Strumento: Lastem-CX110P Costruttore: LASTEM Principio di misura: Sensore convertitore di pressione barometrica, con taratura per la riduzione per la pressione a livello mare e l'adattamento del gradiente barico in funzione dell'altitudine. Principio Piezometrico. Campo di misura: 850 - 1050 hPa Riducibilità a livello mare: entro altitudini da -300 a +2000 mt slm Deriva termica: 0.1 hPa/°C Limiti ambientali: -10 + 60 °C</p>
Radiazione solare	<p>Strumento: Kipp&Zonen-CM6B Costruttore: KIPP & ZONEN Principio di misura: Termopila Sensibilità spettrale: 305-2800nm Sensibilità: 9-15 uV/Wm² Limiti ambientali: - 40/+ 80°C Max irradiazione: 2000 W/m² Sensibilità alla temperatura: ±2% (-10 to +40°C) Tempo di risposta: 1/e 5s, 99% 55s</p>

2.2 Caratterizzazione aeroportuale degli anni di monitoraggio *ante operam*

Per quanto concerne gli anni di monitoraggio considerati (2015-2016), si conferma, come nelle precedenti annualità, che durante la stagione estiva l'aeroporto Marco Polo gestisce un numero di passeggeri e di voli significativamente superiore rispetto l'inverno. Studiando gli istogrammi di è evidente che:

- il traffico aereo aumenta monotonamente da gennaio a luglio, rimane abbastanza stabile in agosto e settembre e diminuisce da ottobre a dicembre;
- in media il numero di passeggeri del 2016 è aumentato del 10% rispetto al 2015;
- in media il numero di voli del 2016 è aumentato del 9% rispetto al 2015.

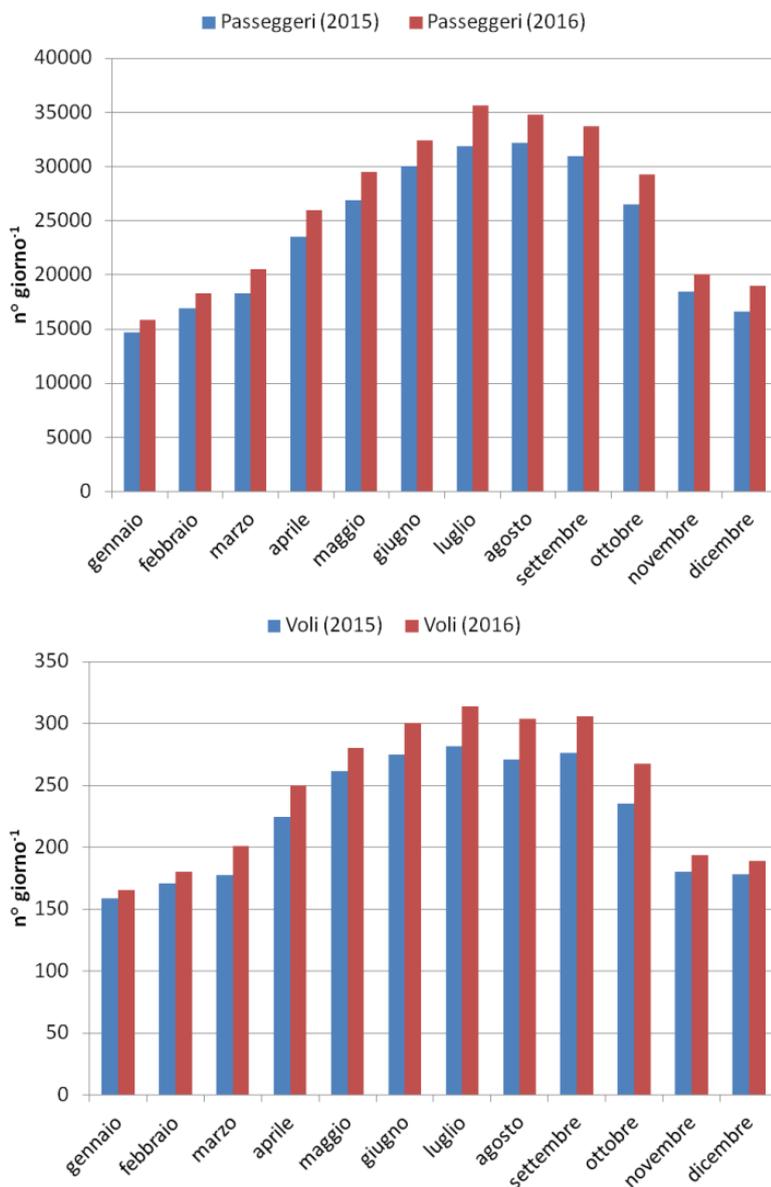


Figura 2-3 Valori medi giornalieri del numero di passeggeri e di voli risolti per le mensilità degli anni 2015 e 2016.



3 Esiti delle campagne di monitoraggio *ante operam* e confronti con i risultati degli anni precedenti

Nel presente capitolo vengono presentati e commentati i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria svolto nel biennio 2015-2016, confrontandoli con quelli del quinquennio (2010-2014) precedentemente analizzato

Rispetto ai precedenti documenti consegnati nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale del Masterplan 2021, relativi al quinquennio 2010-2014, per valutare l'influenza della meteorologia sulla dispersione degli inquinanti monitorati ed individuare la posizione delle principali sorgenti inquinanti nell'area monitorata, sono state utilizzate due tipologie di grafici che permettono di risolvere i diversi contributi in funzione delle direzioni e velocità del vento. Nello specifico, il primo mostra la concentrazione media dell'inquinante monitorato rilevata in funzione della direzione e velocità del vento, invece il secondo (ottenuto moltiplicando il valore di concentrazione media di ciascun settore per la rispettiva frequenza percentuale di rilevazioni) evidenzia i settori che hanno dominato il calcolo della media di lungo periodo. Il primo grafico permette di stabilire l'esistenza e la distanza dal sito di campionamento delle sorgenti inquinanti. Ad esempio, nel caso in cui la sorgente sia distante, all'aumentare della velocità del vento cresce anche la concentrazione dell'inquinante solamente lungo la direzione del vento che unisce i due siti. Il plume emesso da tale sorgente può raggiungere il sito di campionamento prima di disperdersi solamente se la velocità del vento è elevata e se la relativa direzione è favorevole. Ovviamente velocità del vento elevate contribuiscono alla dispersione del plume ma in particolari situazioni il fenomeno di trasporto domina su quello dispersivo per quanto riguarda la rilevazione di concentrazioni elevate a grandi distanze dalla sorgente di emissione. Nel caso in cui tale sorgente sia invece prossima al sito di campionamento le concentrazioni più elevate vengono rilevate quando la direzione del vento è favorevole al suo monitoraggio, inoltre la concentrazione dell'inquinante diminuisce all'aumentare della velocità del vento a causa della diluizione prodotta dalla turbolenza atmosferica. Infine se la sorgente è diffusa (non è un sito puntuale come un camino) la concentrazione dell'inquinante non varia significativamente in funzione della direzione del vento ma diminuisce all'aumentare della velocità come nel caso precedente.

Per queste due tipologie di grafici e per alcuni relativi alla caratterizzazione delle variabili meteorologiche è stata scelta una risoluzione stagionale distinta per le due annualità in quanto:

- le condizioni meteorologiche variano significativamente nel corso dell'anno influenzando pesantemente la dispersione degli inquinanti nell'area monitorata;
- tre mesi rappresentano il giusto compromesso fra variazione delle condizioni meteorologiche e la numerosità dei dati da fittare.

Con l'intento di evidenziare eventuali criticità, gli andamenti degli inquinanti monitorati nel sito aeroportuale sono inoltre confrontati con quelli riportati nelle relazioni regionali e della provincia di Venezia redatte da ARPAV con riferimento alle annualità 2015 e 2016.

3.1 Analisi delle variabili meteorologiche

Di seguito sono riportate le elaborazioni dei dati acquisiti sondando nel sito aeroportuale le seguenti variabili meteorologiche durante gli anni 2015-2016:

- velocità e direzione del vento alla quota di 10 m sul livello del mare;
- temperatura alla quota di 4 m sul livello del mare;
- radiazione solare incidente (RSI) alla quota di 4 m sul livello del mare;
- precipitazioni alla quota di 4 m sul livello del mare;
- stabilità atmosferica.

Gli istogrammi di Figura 3-1 mostrano gli andamenti medi mensili della velocità del vento risolta per anno e mese. Invece, quelli di Figura 3-2 mostrano la distribuzione percentuale di frequenza delle direzioni del vento in funzione delle relative velocità risolte per anno e stagione. La primavera (spring) comprende i mesi di marzo, aprile e maggio; l'estate (summer) quelli di giugno, luglio e agosto; l'autunno (autumn) quelli di settembre, ottobre e novembre; l'inverno quelli di dicembre, gennaio e febbraio dello stesso anno. Per disegnare questi grafici le ore caratterizzate da velocità del vento inferiori a 0.5 m s^{-1} (calma di vento) sono state escluse dal dataset in quanto la direzione del vento non è caratterizzabile accuratamente.

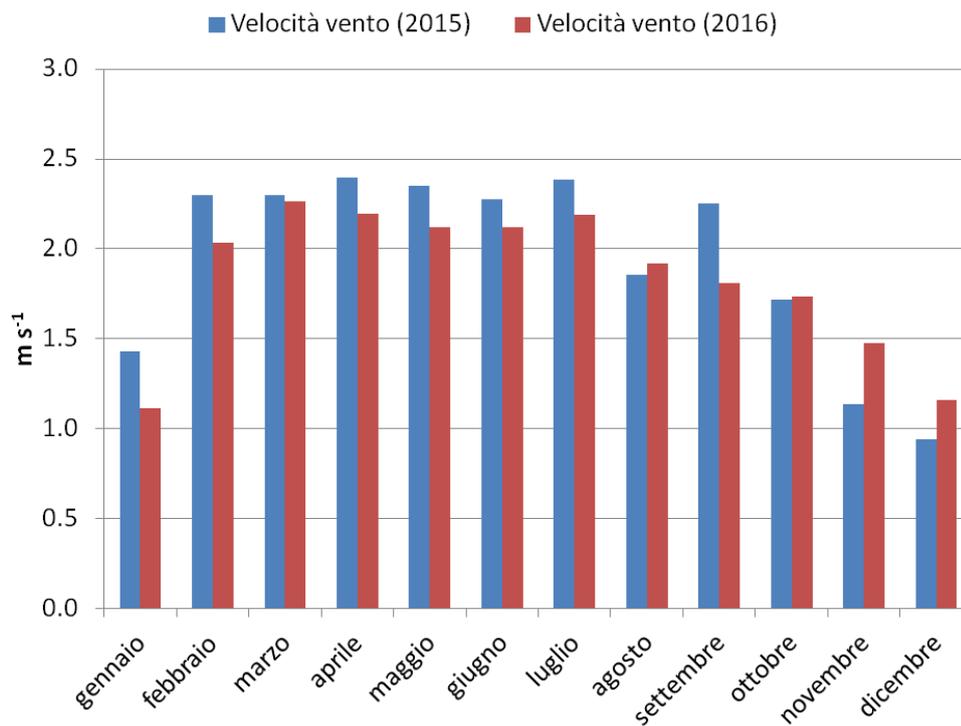


Figura 3-1 Velocità media del vento risolta per anno e mese.

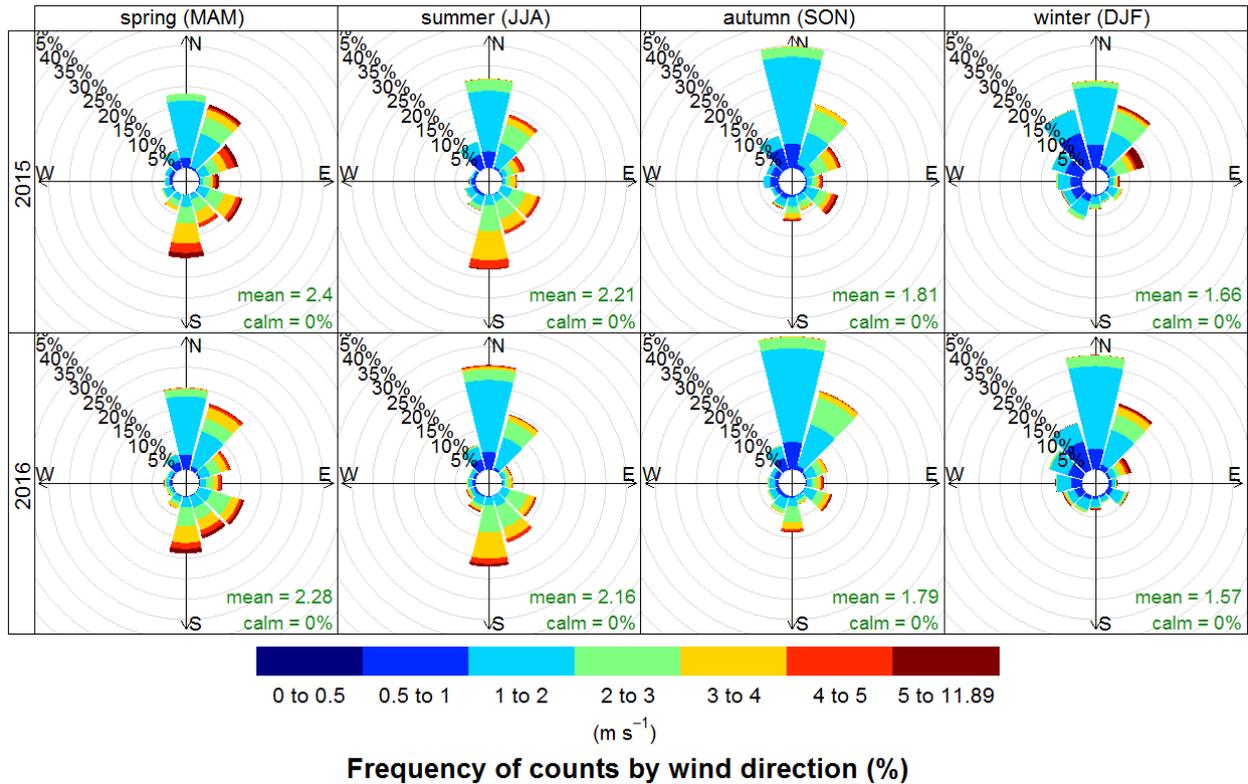


Figura 3-2 Distribuzione percentuale di frequenza delle direzioni del vento in funzione della velocità risolte per anno e stagione.

Osservando i grafici di Figura 3-1 e di Figura 3-2 è evidente che:

- le velocità medie più elevate sono registrate durante la primavera e l'estate di entrambi gli anni;
- in generale il 2015 è caratterizzato da una velocità media superiore a quella del 2016;
- la variazione stagionale delle direzioni preferenziali del vento durante i due anni è confrontabile;
- durante le stagioni calde (primavera ed estate) è presente un significativo contributo da ESE-S;
- durante le stagioni fredde (autunno ed inverno) il vento soffia prevalentemente da N-NNE;
- le velocità del vento più elevate vengono registrate quando il vento soffia da N-S durante le stagioni calde, da NE-S in autunno e da NE-E in inverno.

Osservando gli istogrammi di Figura 3-3 e di Figura 3-4 che mostrano gli andamenti medi mensili della temperatura e della radiazione solare incidente (RSI) risolte per anno e mese, è evidente che:

- i trend delle due annualità sono confrontabili per entrambe le variabili monitorate;
- le due variabili sono significativamente correlate;
- i valori più elevati di entrambe le variabili vengono registrati durante la primavera e l'estate;
- maggio, giugno, luglio e agosto del 2015 sono caratterizzati da temperature atmosferiche significativamente più elevate rispetto a quelli del 2016.

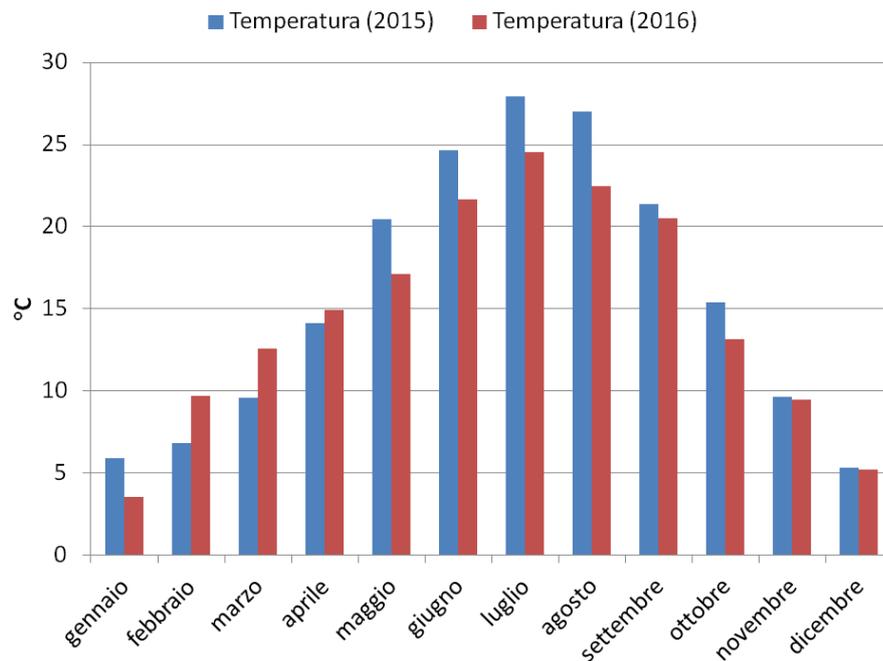


Figura 3-3 Temperatura atmosferica media risolta per anno e mese.

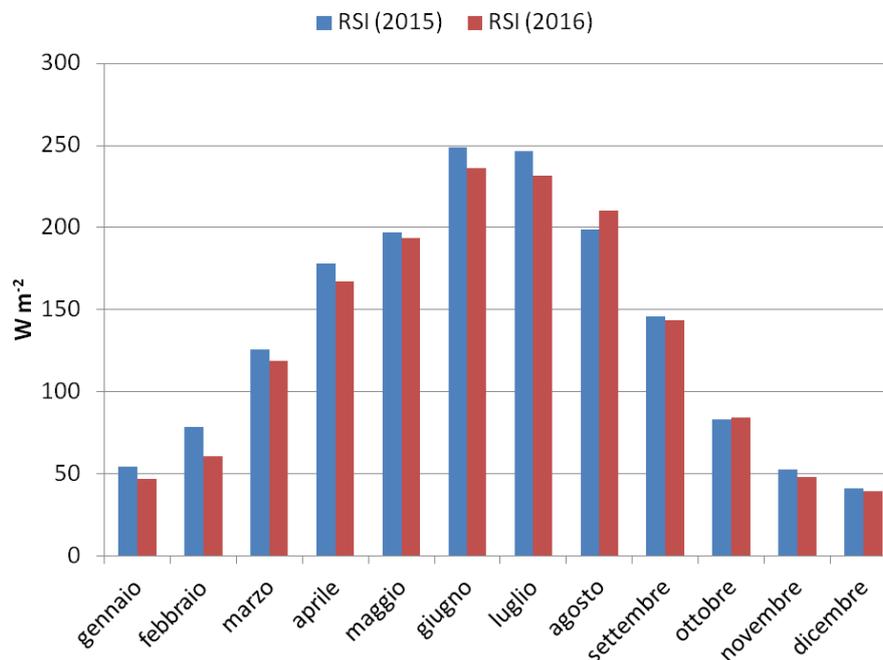


Figura 3-4 Radiazione solare incidente (RSI) media risolta per anno e mese.

Osservando gli istogrammi di Figura 3-5, che mostrano le precipitazioni mensili complessive risolte per anno, è evidente che:

- i trend dei due anni non sono confrontabili e non è evidente una stagione più piovosa delle altre;

- il 2016 è stato significativamente più piovoso del 2015, con 3 mesi superiori a 100 mm e un totale annuo di 833 mm;
- solamente ottobre mostra una piovosità superiore a 100 mm nel 2015, quest'ultimo è caratterizzato da una piovosità complessiva di 594 mm;
- dicembre è il mese meno piovoso di entrambi gli anni.

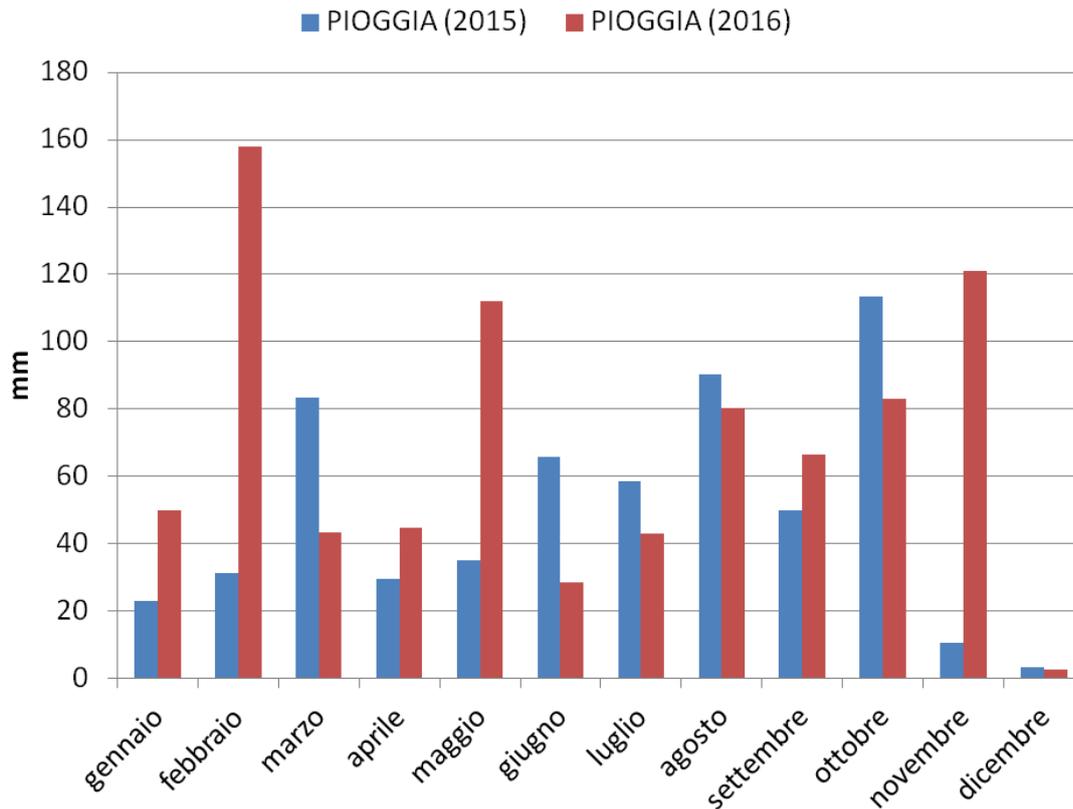


Figura 3-5 Piovosità complessiva risolta per anno e mese.

Il grafico di Figura 3-6 mostra le distribuzioni percentuali di frequenza oraria delle classi di stabilità di Pasquill in funzione della direzione del vento risolte per anno e stagione. Le classi di stabilità (indici del grado di turbolenza presente nei bassi strati dell'atmosfera) sono state definite da Pasquill ed etichettate con le lettere dalla A alla F. La turbolenza decresce dalla classe A (stratificazione molto instabile), attraverso la D (condizioni neutre), fino alla F÷G (stratificazione molto stabile). I metodi comunemente utilizzati per classificare la stabilità atmosferica sono basati sull'esistenza di relazioni empiriche che legano la turbolenza a parametri meteorologici facilmente acquisibili dalle stazioni al suolo (velocità del vento, temperatura, radiazione solare, copertura nuvolosa, deviazione standard della direzione del vento, etc.). In questa sessione di misure è stato utilizzato un algoritmo di calcolo basato sul valore della deviazione standard della direzione del vento (SIGMA) che però non permette di caratterizzare situazioni contraddistinte da calma di vento. Nel grafico di Figura 3-6 queste particolari condizioni atmosferiche non vengono considerate in quanto la rispettiva direzione del vento non è caratterizzabile accuratamente. In Tabella 3-1 sono elencate e definite le varie classi di stabilità di Pasquill, i valori di SIGMA e i gradienti verticali di temperatura.

Tabella 3-1 Classi di stabilità di Pasquill.

Categoria di Pasquill	Classe di stabilità	Deviazione standard della direzione del vento SIGMA (gradi)	Variazione di temperatura con l'altezza (°C/100 m)
A	Condizioni estremamente instabili	> 22.5	< -1.9
B	Condizioni moderatamente instabili	17.5 – 22.4	-1.9 - -1.7
C	Condizioni leggermente instabili	12.5 – 17.4	-1.7 - -1.5
D	Condizioni di neutralità	7.5 – 12.4	-1.5 - -0.5
E	Condizioni leggermente stabili	3.3 – 7.4	-0.5 – 1.5
F	Condizioni moderatamente stabili	< 3.3	1.5 – 4.0
G	Estremamente stabile		> 4.0

In condizioni di stabilità (E, F, G) la meteorologia favorisce la permanenza e quindi l'accumulo degli inquinanti allo stesso livello (quota), in condizioni di instabilità (A, B, C) gli strati più bassi dell'atmosfera vengono rapidamente rimescolati dai moti turbolenti di origine termica determinando la dispersione degli inquinanti, in condizioni di neutralità (D) gli inquinanti vengono prevalentemente trasportati e rimescolati mediante turbolenza meccanica.

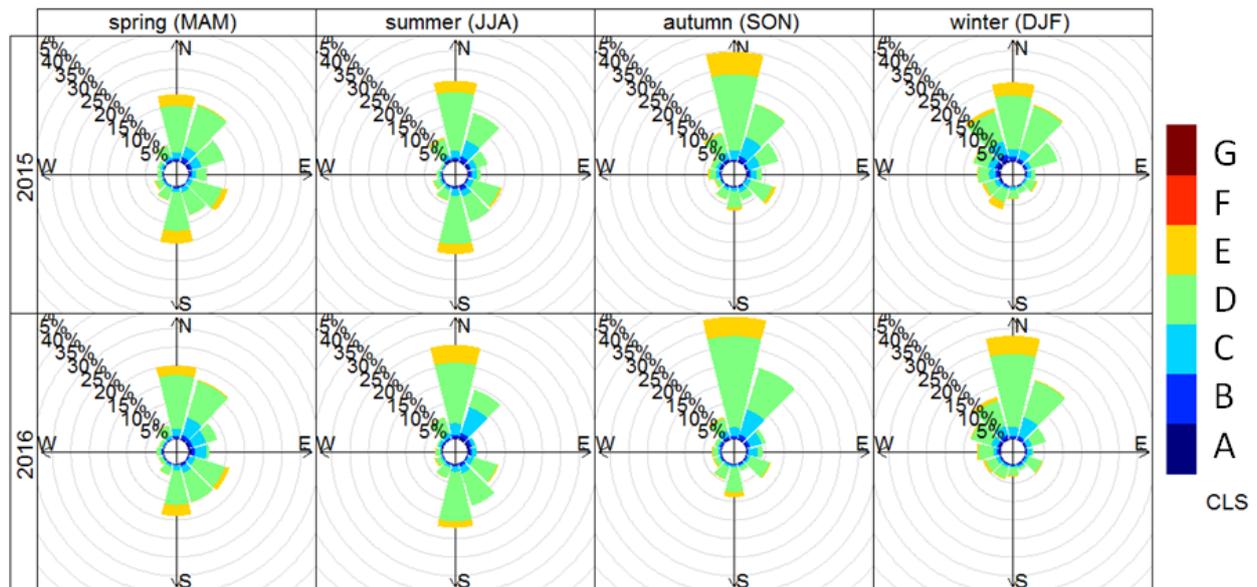


Figura 3-6 Distribuzione percentuale di frequenza oraria delle classi di stabilità di Pasquill in funzione della direzione del vento risolte per anno e stagione.

Osservando i grafici di Figura 3-6 si evince che l'area monitorata è caratterizzata prevalentemente da condizioni di neutralità (D) indipendentemente dall'anno, dalla stagione e dalla direzione del vento.



3.2 Analisi delle variabili chimiche

I parametri registrati dalla centralina sui quali sono sviluppate le considerazioni espresse ai paragrafi seguenti, sono: SO₂, NO_x, NO₂, CO, PM_x, e O₃. Tale monitoraggio risulta perfettamente adeguato a descrivere la qualità dell'aria nel territorio su cui è operativo l'aeroporto ai fini della tutela della salute pubblica; la centralina peraltro non può essere considerata rappresentativa dei valori di fondo dell'area in quanto, come specificato dalla vigente normativa (D.Lvo n. 155/2010, Allegato III art. 1), *“sono concentrazioni di fondo le concentrazioni misurate con riferimento a luoghi non influenzati da emissioni derivanti da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravvento alla stazione”*.

Di seguito, per ciascun inquinante sono riportate le elaborazioni dei dati rilevati dalla centralina durante il biennio 2015-2016, evidenziando gli eventuali superamenti dei limiti imposti dal D.Lvo n.155/2010. Per confronto sono state aggiornate le tabelle dei superamenti relativi al quinquennio precedente (2010-2014) riportate nel SIA e nelle Integrazioni. Tutte le concentrazioni riportate in questa relazione sono riferite all'ora solare, sono state normalizzate alla temperatura di 293 K ed una pressione di 101.3 kPa.

Si sottolinea che prima di avviare le attività di elaborazione dei dati di qualità dell'aria sono state effettuate le previste verifiche sulla adeguatezza statistica delle informazioni raccolte. A tal fine, si riportano nella tabella sottostante le percentuali di dati validi per singolo anno e per singolo parametro, che dimostrano la validità delle informazioni registrate e delle conseguenti elaborazioni effettuate.

Tabella 3-2 Numero e percentuale di dati validi per ciascun anno di attività della centralina EZIPM.

	SO ₂	PM _x	O ₃	NO	NO ₂	NO _x	CO
Anno 2010 - n. dati validi	352	346	347	341	341	341	355
Anno 2010 - % dati validi	96%	95%	95%	93%	93%	93%	97%
Anno 2011 - n. dati validi	348	333	349	332	332	332	303
Anno 2011 - % dati validi	95%	91%	96%	91%	91%	91%	83%
Anno 2012 - n. dati validi	356	353	358	355	355	355	357
Anno 2012 - % dati validi	97%	96%	98%	97%	97%	97%	98%
Anno 2013 - n. dati validi	289	296	361	364	364	364	364
Anno 2013 - % dati validi	79%	81%	99%	100%	100%	100%	100%
Anno 2014 - n. dati validi	359	359	359	345	345	345	359
Anno 2014 - % dati validi	98%	98%	98%	95%	95%	95%	98%
Anno 2015 - n. dati validi	358	360	360	341	341	341	360
Anno 2015 - % dati validi	98%	99%	99%	93%	93%	93%	99%
Anno 2016 - n. dati validi	354	355	355	347	347	347	355
Anno 2016 - % dati validi	97%	97%	97%	95%	95%	95%	97%



3.2.1 Biossido di zolfo SO₂

Gli ossidi di zolfo, costituiti da biossido di zolfo (SO₂) ed in piccole quantità da triossido di zolfo o anidride solforica (SO₃), sono composti originati da processi di combustione di combustibili contenenti zolfo che si svolgono nell'ambito della produzione di elettricità e di calore (centrali termoelettriche e produzione di calore anche a fini domestici). Attualmente, stante la normativa in vigore nella maggior parte dei centri urbani, la presenza di questo inquinante in atmosfera è da attribuire essenzialmente alla combustione del gasolio negli impianti di riscaldamento e nei motori diesel.

Nel veneziano, in particolare, si può stimare che una percentuale rilevante delle emissioni di biossido di zolfo sia imputabile ad attività industriali e processi produttivi, vista anche l'alta metanizzazione degli impianti di riscaldamento civili. Negli anni passati la concentrazione di questo inquinante è stata molto superiore ai livelli attuali in quanto nei centri urbani venivano impiegati combustibili ad elevato tenore di zolfo. Il controllo dello zolfo alla sorgente, ossia nel combustibile, unitamente all'estensivo uso di gas naturale (metano) pressoché privo di zolfo, ha contribuito a ridurre le emissioni di questo gas a livelli accettabili.

Il valore limite orario per la protezione della salute umana è di 350 µg/m³ di SO₂ da non superare più di 24 volte per anno civile (D.Lvo 155/2010). Dall'analisi dei dati raccolti alla centralina ubicata presso l'aeroporto in nessuno dei sette anni (2010-2016) risulta che tale limite sia mai stato superato, come evidenziato in Tabella 3-3. Dal 1 gennaio 2005 è inoltre entrato in vigore il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana di 125 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile (D.Lvo 155/2010). Anche tale valore non è mai stato superato durante i sette anni di monitoraggio, così come la soglia di allarme di 500 µg/m³. Questo scenario è confrontabile con quello registrato dalla rete ARPAV nel territorio regionale e nello specifico nella provincia di Venezia durante il biennio 2015-2016. Infine, non viene effettuato il confronto con i limiti per la protezione degli ecosistemi in quanto l'ubicazione della centralina non rispetta i criteri di posizionamento previsti per legge come punto controllo di tale parametro⁴.

Tabella 3-3 Confronto dei valori di SO₂ registrati presso la centralina EZIPM nel periodo 2010-2016 con i limiti di legge.

Inquinante	Tipo limite	Parametro statistico	Valore di riferimento	Anno	Valore massimo registrato
SO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile	Media 1 h	350 µg/m ³	2010	102 µg/m ³ in marzo
				2011	39 µg/m ³ in luglio
				2012	82 µg/m ³ in gennaio
				2013	15 µg/m ³ in gennaio
				2014	27 µg/m ³ in gennaio
				2015	72 µg/m ³ in gennaio
				2016	23 µg/m ³ in maggio
	Valore limite orario per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile	Media 24 h	125 µg g/m ³	2010	9 µg/m ³ in marzo
				2011	6 µg/m ³ in luglio
				2012	10 µg/m ³ in gennaio
				2013	15 µg/m ³ in gennaio
				2014	4 µg/m ³ in ottobre
				2015	11 µg/m ³ in febbraio
				2016	7 µg/m ³ in marzo

In Figura 3-7 vengono riportati gli andamenti medi mensili della concentrazione atmosferica di SO₂ rilevata durante l'ultimo biennio. Invece, i grafici di Figura 3-8 mostrano la concentrazione media di SO₂ rilevata in

⁴ Secondo i criteri del D.Lvo 155/2010 la valutazione del rispetto dei limiti di protezione degli ecosistemi per l'SO₂ va valutato in stazioni di monitoraggio poste a oltre 20 km dagli agglomerati o a oltre 5 km dalle aree edificate.

funzione della direzione e velocità del vento, risolta per anno e stagione. Infine i grafici di Figura 3-10 evidenziano i settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di ciascun anno.

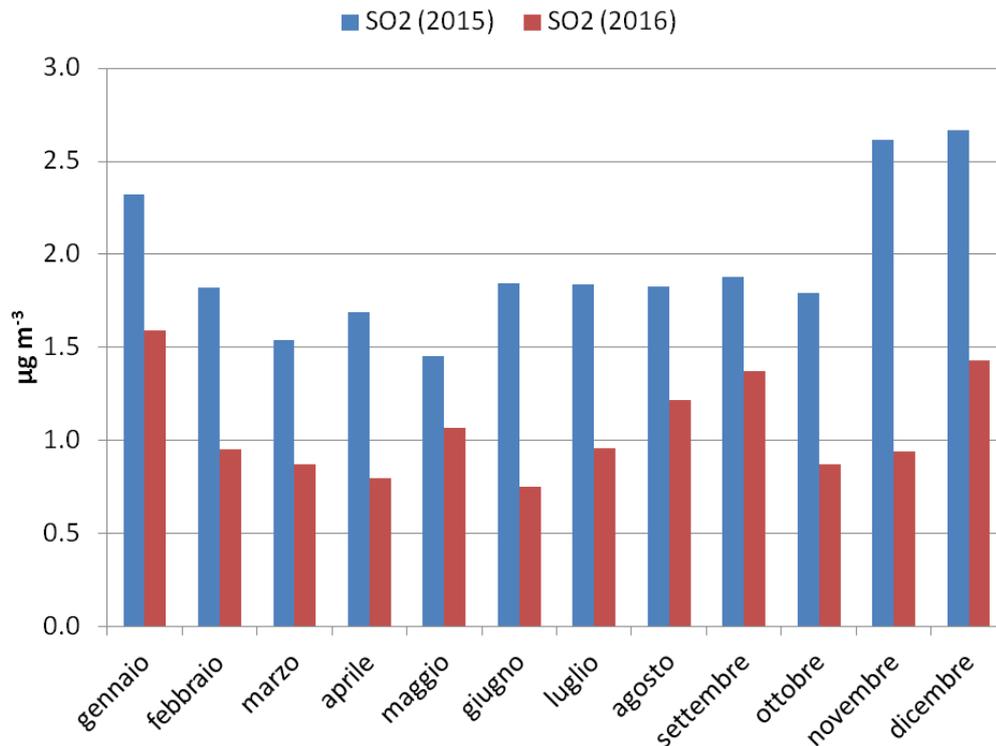


Figura 3-7 Andamento mensile della concentrazione di SO₂ risolta per anno.

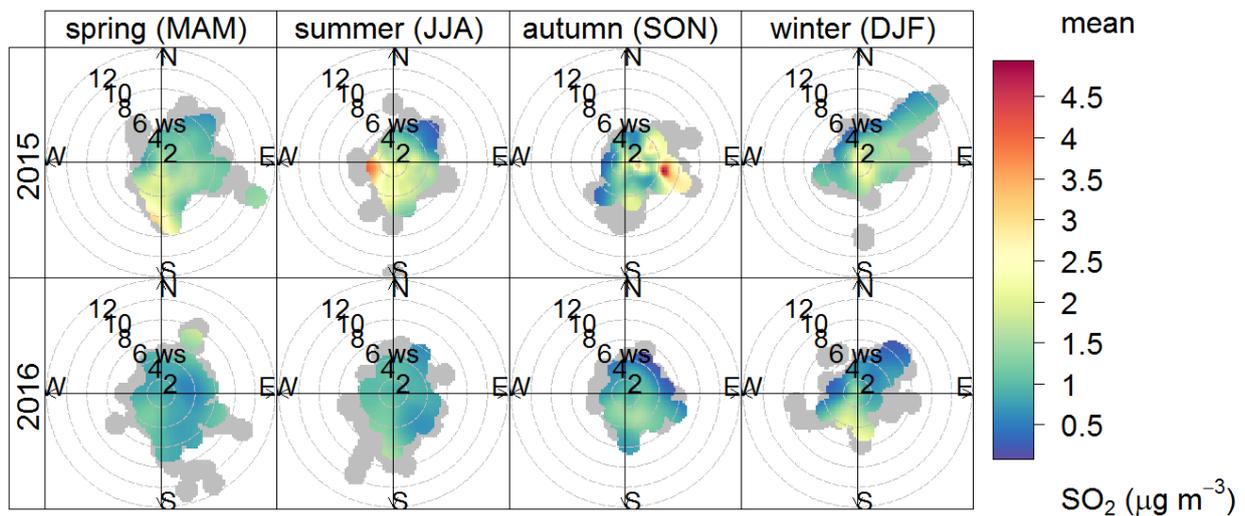


Figura 3-8 Concentrazione di SO₂ e in funzione della direzione e velocità del vento risolta per anno e stagione.

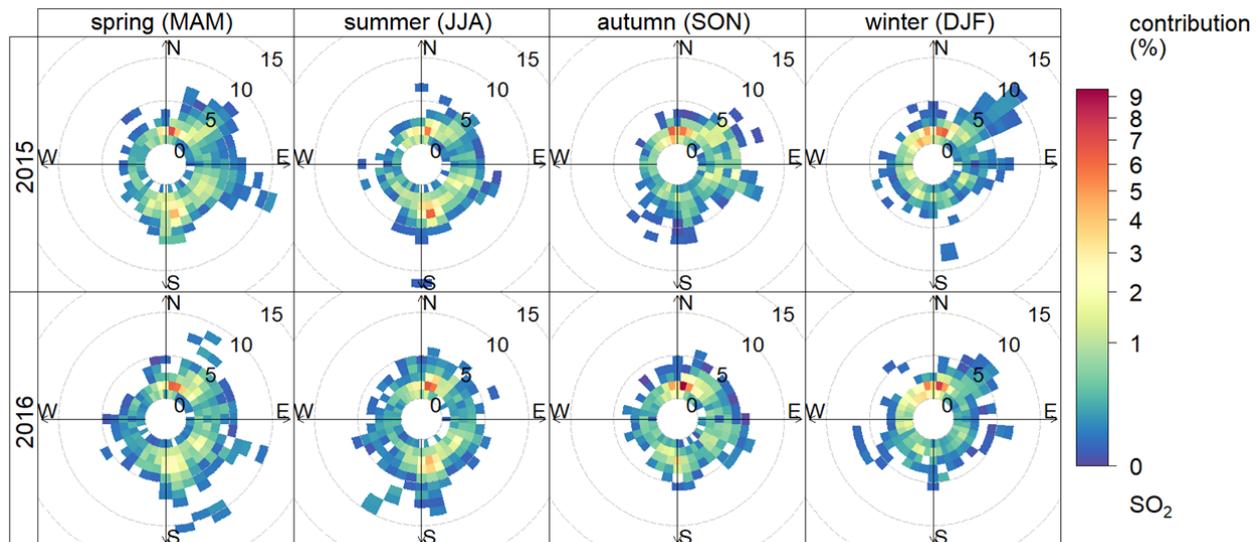


Figura 3-9 Settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di SO₂ risolta per anno.

Ricordando che per caratterizzare l'emissione aeroportuale è auspicabile focalizzare l'attenzione sulle concentrazioni degli inquinanti rilevati dalla centralina quando la direzione del vento è compresa fra NE e S, osservando i grafici di Figura 3-7÷Figura 3-9 si nota che:

- tutti i mesi del 2015 sono caratterizzati da concentrazioni significativamente superiori a quelli del 2016;
- le concentrazioni medie stagionali più elevate sono state registrate durante l'estate del 2015 quando il vento soffiava da W a circa 3 m s⁻¹ e durante l'autunno del 2015 quando il vento soffiava da NE-ESE a circa 4 m s⁻¹. È importante sottolineare che in questo periodo sono stati effettuati numerosi lavori nei pressi del sito di monitoraggio per ammodernamento della darsena che hanno sicuramente contribuito all'aumento della concentrazione dell'inquinante monitorato. Nello specifico, durante l'estate e l'autunno 2015 i pontili erano lungo la riva NW della darsena, la parte di darsena dove si lavorava era palancolata e vi si svolgevano i lavori di realizzazione dell'edificio-darsena;
- i settori che hanno contribuito maggiormente all'aumento della concentrazione atmosferica di SO₂ rilevata dalla centralina sono NNW-NNE durante tutte le stagioni, e in misura minore da S durante le stagioni calde.

3.2.2 Ossidi di azoto (NO_x) e biossido di azoto (NO₂)

Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto: ossido di diazoto (N₂O), ossido di azoto (NO), triossido di diazoto (N₂O₃), biossido di azoto (NO₂), tetrossido di azoto (N₂O₄) e pentossido di diazoto o anidride nitrica (N₂O₅).

La normativa vigente (D.Lvo n. 155/2010) prevede per questi composti dei limiti finalizzati da un lato alla tutela della salute pubblica (NO₂), dall'altro alla tutela della vegetazione (NO_x). Nel primo caso (cfr. Tabella 3-4) i valori limite sono relativi agli NO₂ e fanno riferimento sia all'esposizione acuta (quindi per brevi periodi), sia a quella cronica (lunghi periodi). Per quanto riguarda invece il limite a tutela della vegetazione il riferimento sono gli NO_x e il tempo di mediazione dei dati è l'anno. Per quanto riguarda questi ultimi inoltre, la normativa precisa



che “le stazioni di misura devono essere posizionate a più di 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, da impianti industriali, da autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50.000 veicoli al giorno. L’area di rappresentatività delle stazioni di misurazione deve essere pari ad almeno 1.000 km²...” (Allegato III, D.Lvo n. 155/2010).

La centralina ubicata a ridosso della struttura aeroportuale rileva entrambi i composti ed è idonea al monitoraggio degli NO₂ a tutela della salute pubblica. In Tabella 3-4 sono confrontate le concentrazioni di NO₂ rilevate presso la stazione di monitoraggio con i limiti di legge per i diversi tipi di esposizione.

Si evidenzia che solamente nel 2016 sono stati registrati episodi di inquinamento acuto (breve periodo) molto probabilmente legato alla presenza di una sorgente prossima alla stazione di monitoraggio che ha operato per un breve periodo di tempo. Nello specifico, i tre valori superiori a 200 µg/m³ (dove la normativa prevede fino a 18 volte in un anno solare il superamento del valore soglia) sono dei picchi limitati nel tempo. Infatti, la concentrazione atmosferica registrata l’ora antecedente e quella successiva gli eventi in questione, sono significativamente inferiori a 200 µg/m³. Di conseguenza, anche la soglia di allarme (400 µg m⁻³ come media di 3 ore in un sito rappresentativo della qualità dell’aria di almeno 100 km² oppure in una intera zona o un agglomerato, nel caso siano meno estesi) non è mai stata superata. Per quanto riguarda invece la media annua, ad eccezione del 2016 la stazione evidenzia una situazione di criticità. Questo scenario è confrontabile con quello registrato dalla rete ARPAV nel territorio regionale e nello specifico nella provincia di Venezia durante il biennio 2015-2016 dove la maggioranza degli superamenti sono stati registrati in stazioni di monitoraggio localizzate nei pressi di zone trafficate e industrializzate. Inoltre è interessante sottolineare che, come nel sito aeroportuale, i valori registrati in quasi tutte le centraline ARPAV di traffico nel 2016, rispetto a quelli del 2015 sono in diminuzione o stabili, confermando la tendenza registrata anche nella maggior parte delle stazioni ARPAV di fondo.

Tabella 3-4 Confronto dei valori di NO₂ registrati presso la centralina EZIPM nel periodo 2010-2016 con i limiti di legge.

Inquinante	Tipo limite	Parametro statistico	Valore	Anno	Superamenti	Valore registrato
NO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte per anno civile	Media 1 h	200 µg/m ³	2010	0	176 µg/m ³ in febbraio
				2011	0	200 µg/m ³ in novembre
				2012	0	197 µg/m ³ in febbraio
				2013	0	181 µg/m ³ in novembre
				2014	0	171 µg/m ³ in marzo
				2015	3	571 µg/m ³ in luglio
				2016	0	171 µg/m ³ in marzo
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	2010	Sì	66 µg/m ³
				2011	Sì	72 µg/m ³
				2012	Sì	71 µg/m ³
				2013	Sì	69 µg/m ³
				2014	Sì	55 µg/m ³
				2015	Sì	45 µg/m ³
				2016	No	34 µg/m ³

In Figura 3-10 vengono riportati gli andamenti medi mensili della concentrazione atmosferica di NO₂ rilevata durante l’ultimo biennio. Invece, i grafici di Figura 3-11 mostrano la concentrazione media di NO₂ rilevata in funzione della direzione e velocità del vento, risolta per anno e stagione. Infine i grafici di Figura 3-12 evidenziano i settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di ciascun anno.

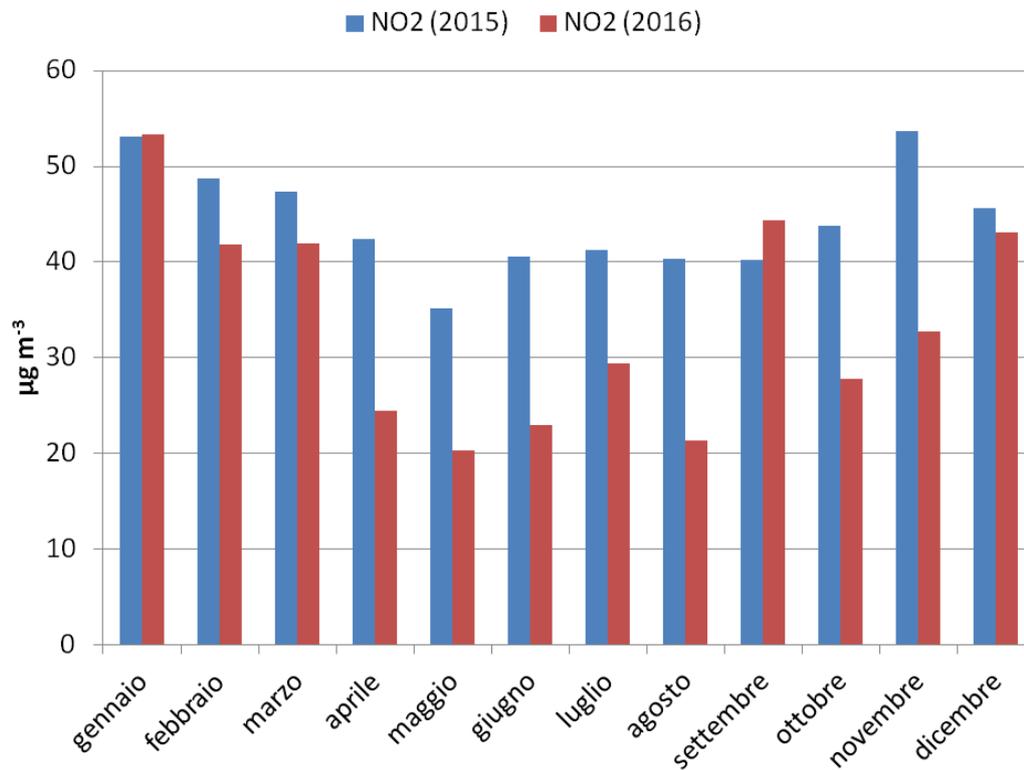


Figura 3-10 Andamento mensile della concentrazione di NO₂ risolta per anno.

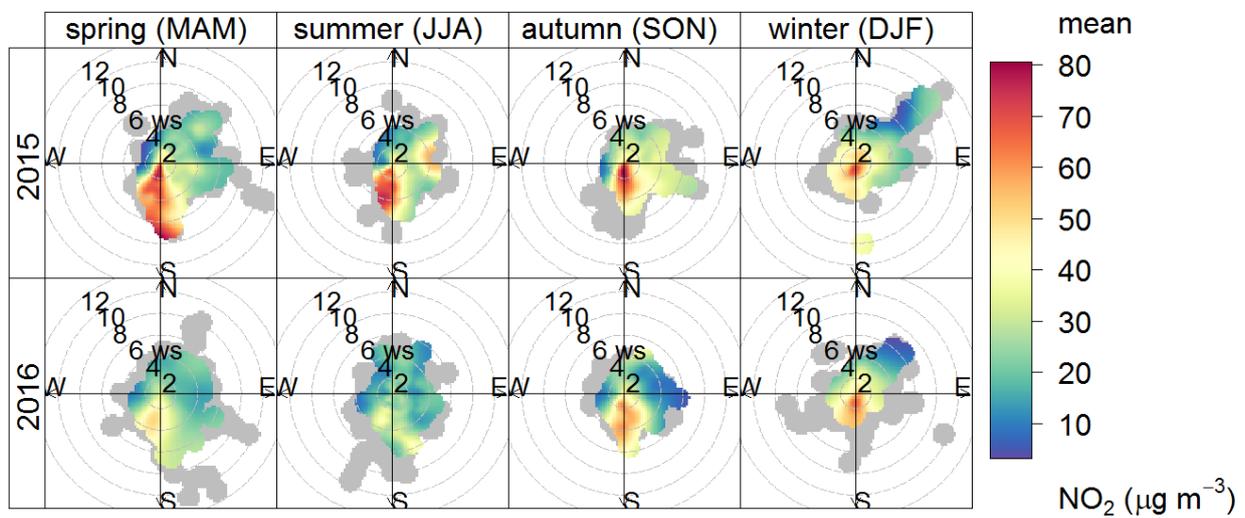


Figura 3-11 Concentrazione di NO₂ e in funzione della direzione e velocità del vento risolta per anno e stagione.

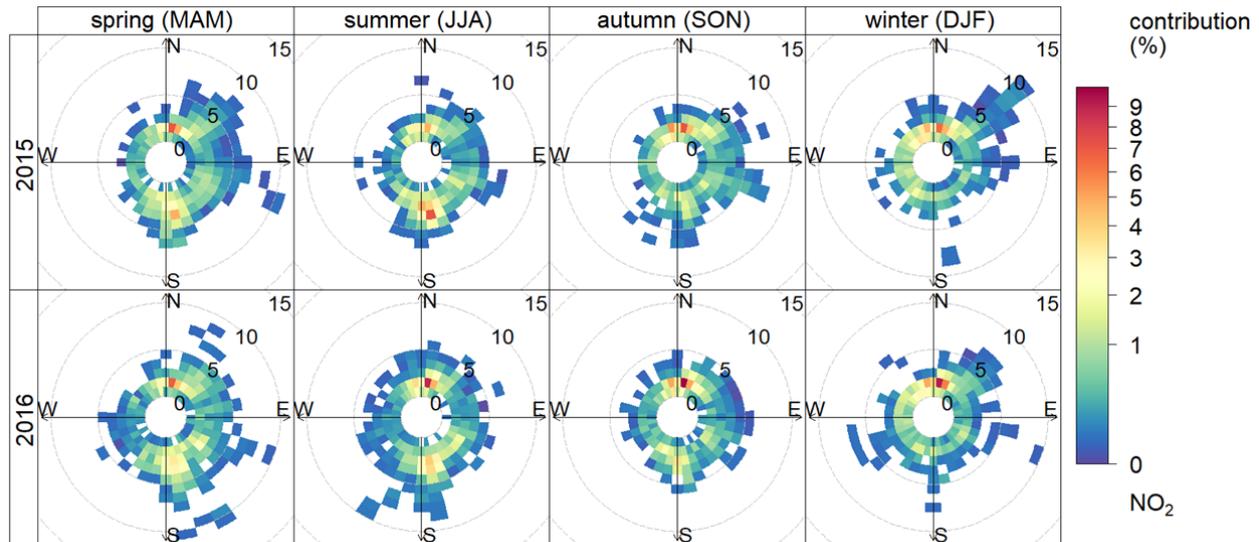


Figura 3-12 Settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di NO₂ risolta per anno.

Osservando i grafici di Figura 3-10÷Figura 3-12 si nota che:

- la maggioranza dei mesi del 2015 sono caratterizzati da concentrazioni più elevate di quelli del 2016 soprattutto durante le stagioni calde;
- le concentrazioni medie stagionali più elevate sono state registrate quando il vento soffia da S, direzione lungo la quale si snoda il canale di ingresso alla darsena. Questa conformazione suggerisce che un contributo significativo all'aumento delle concentrazioni atmosferiche di NO₂ nei pressi del sito di monitoraggio è fornito dai mezzi acquei che collegano l'aeroporto con Venezia. Infatti, la loro attività è strettamente legata a quella dell'aeroporto che è massima durante le stagioni calde come mostrato in Figura 2-3. Sebbene il traffico aeroportuale sia aumentato nel 2016, i valori più elevati sono stati rilevati durante il 2015 probabilmente a causa del fatto che i lavori eseguiti in darsena durante quest'ultimo anno hanno contribuito all'aumento di concentrazione di NO₂ (come per SO₂);
- i settori che hanno contribuito maggiormente all'aumento della concentrazione atmosferica di NO₂ rilevata dalla centralina sono NNW-NNE durante tutte le stagioni, e in misura minore da S durante le stagioni calde.

3.2.3 Monossido di carbonio (CO)

Si tratta di un composto gassoso intermedio nelle reazioni di combustione che si forma in grandi quantità nel caso queste avvengano in difetto di aria. Nelle aree urbane soggette ad intenso traffico veicolare, con problemi di scorrevolezza (quindi numerose fermate e scarsa velocità) si possono verificare concentrazioni di questo composto molto elevate. Anche il monossido di carbonio è un parametro a marcato trend stagionale, con valori più elevati nei mesi invernali.

Il monossido di carbonio durante il periodo 2010-2016 presso la centralina EZIPM non ha mai evidenziato superamenti (cfr. Tabella 3-5 e Figura 3-13) del limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m³ calcolato come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore (D.Lvo 155/2010). Questo scenario è confrontabile



con quello registrato dalla rete ARPAV nel territorio regionale e nello specifico nella provincia di Venezia durante il biennio 2015-2016.

Tabella 3-5 Confronto dei valori registrati di CO nel periodo 2010-2013 presso la centralina EZIPM con i limiti di legge.

Inquinante	Tipo limite	Parametro statistico	Valore	Anno	Superamenti
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile su 8 ore	10 mg/m ³	2010	Nessuno
				2011	Nessuno
				2012	Nessuno
				2013	Nessuno
				2014	Nessuno
				2015	Nessuno
				2016	Nessuno

In Figura 3-13 vengono riportati gli andamenti medi mensili della concentrazione atmosferica di CO rilevata durante l'ultimo biennio. Invece, i grafici di Figura 3-14 mostrano la concentrazione media di CO rilevata in funzione della direzione e velocità del vento, risolta per anno e stagione. Infine i grafici di Figura 3-15 evidenziano i settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di ciascun anno.

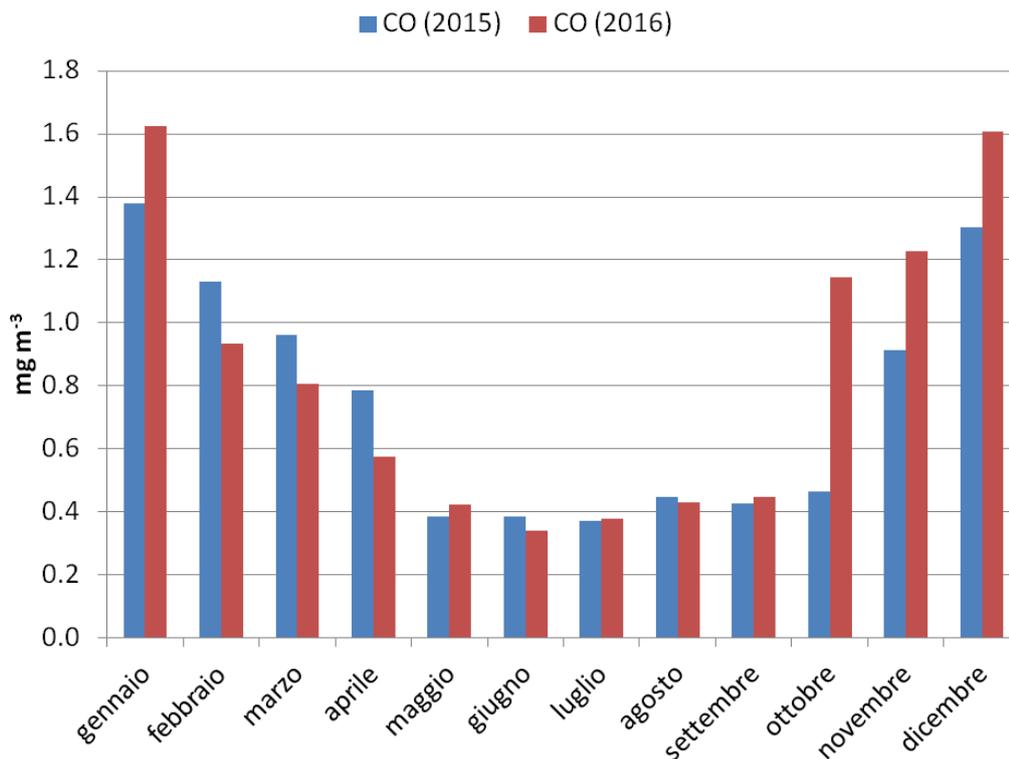


Figura 3-13 Andamento mensile della concentrazione di CO risolta per anno.

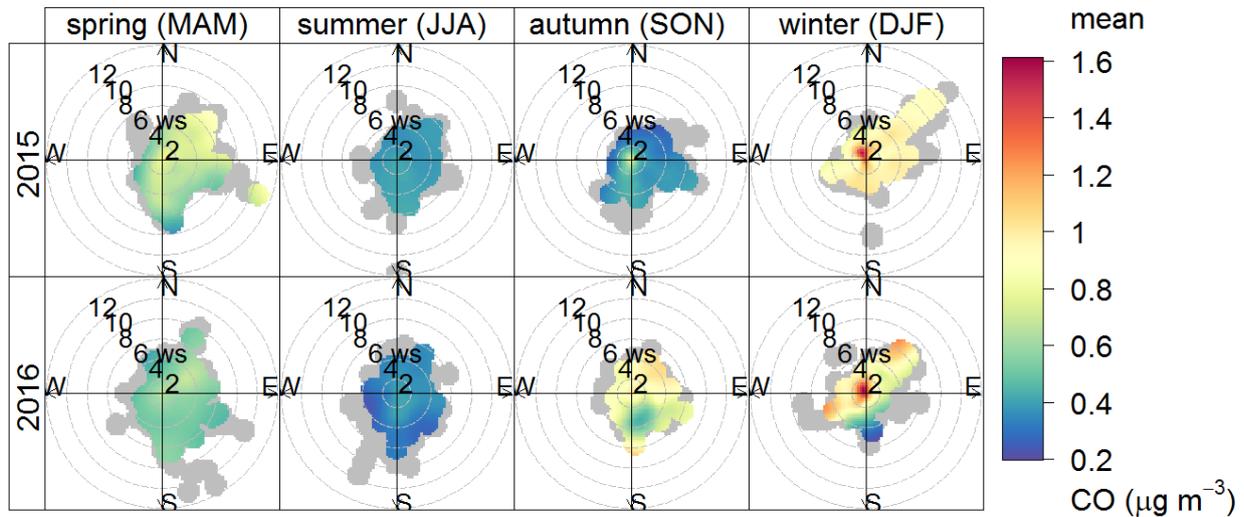


Figura 3-14 Concentrazione di CO e in funzione della direzione e velocità del vento risolta per anno e stagione.

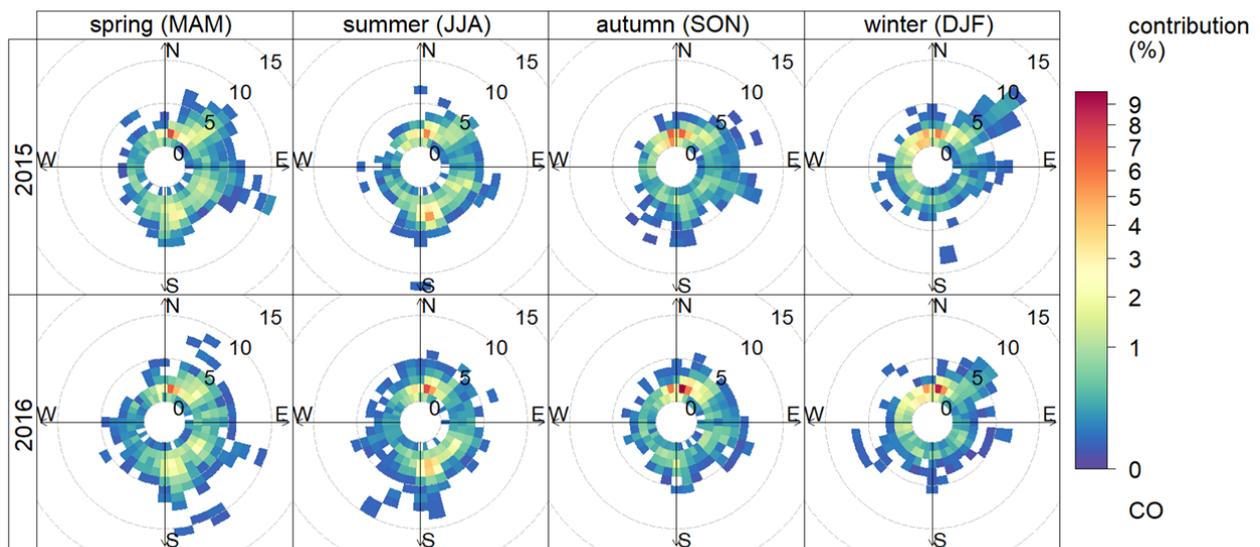


Figura 3-15 Settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di CO risolta per anno.

Osservando i grafici di Figura 3-13÷Figura 3-15 si nota che:

- le concentrazioni medie mensili più elevate sono registrate durante le stagioni fredde;
- i mesi di ottobre - gennaio del 2016 sono caratterizzati da concentrazioni maggiori rispetto il 2015;
- le concentrazioni medie stagionali più elevate sono state registrate in condizioni di calma di vento durante l'inverno, quando l'altezza dello strato di rimescolamento raggiunge i valori annuali minori (uno strato che limita la dispersione degli inquinanti emessi nei bassi strati dell'atmosfera);



- i settori che hanno contribuito maggiormente all'aumento della concentrazione atmosferica di CO rilevata dalla centralina sono NNW-NNE durante tutte le stagioni, e in misura minore da S durante le stagioni calde.

3.2.4 Particolato atmosferico (PM_{2,5})

Con il termine polveri sottili si indicano una serie complessa ed eterogenea di composti solidi dispersi nell'aria caratterizzati da diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm. Le particelle di dimensioni maggiori hanno un tempo medio di vita nell'atmosfera che varia da pochi minuti ad alcune ore e la possibilità di essere aerotrasportate per una distanza massima di 1-10 km. Le particelle di dimensioni inferiori hanno invece un tempo medio di vita da pochi giorni fino a diverse settimane e possono venire veicolate dalle correnti atmosferiche per distanze fino a centinaia di km. La dimensione media delle particelle determina inoltre il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana: le particelle con dimensioni superiori ai 20-25 µm non penetrano nelle vie respiratorie, mentre particelle inferiori ad un micron possono arrivare fino agli alveoli polmonari.

Il monitoraggio ambientale del particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM₁₀) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). La determinazione delle particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm, frazione respirabile (PM_{2,5}), è inoltre un indice della concentrazione di una serie molto eterogenea di composti chimici primari o derivati in grado di raggiungere la parte più profonda del polmone. Le dimensioni determinano il grado di penetrazione all'interno del tratto respiratorio mentre le caratteristiche chimiche determinano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti (IPA, metalli pesanti, SO₂). Le particelle che si depositano nel tratto superiore o extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe) possono causare effetti irritanti locali quali secchezza e infiammazione; quelle che si depositano nel tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi e bronchioli) possono causare costrizione e riduzione della capacità epurativa dell'apparato respiratorio, aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema) ed eventualmente neoplasie.

Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali (in particolare le centrali di produzione di energia) ed il traffico veicolare. Per quanto riguarda le emissioni di polveri da traffico, sono soprattutto i veicoli diesel a contribuire alle emissioni allo scarico e tali emissioni nei centri urbani risultano grosso modo equi ripartite tra auto e veicoli commerciali leggeri da una parte, e bus e veicoli commerciali pesanti dall'altra. Un'altra fonte significativa di emissione di PM_x da attribuire al traffico è quella dovuta all'usura di freni, gomme, asfalto stradale. Sempre nei centri urbani, una frazione variabile, che può raggiungere il 60-80% in massa del particolato fine presente in atmosfera è di origine secondaria, ovvero è il risultato di reazioni chimiche che, partendo da inquinanti gassosi sia primari (cioè emessi direttamente in atmosfera come gli idrocarburi e altri composti organici, gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo, il monossido di carbonio, l'ammoniaca) che secondari (frutto di trasformazioni chimiche come l'ozono e altri inquinanti fotochimici), generano un enorme numero di composti in fase solida o liquida come solfati, nitrati e particelle organiche.

Il problema delle polveri è comunque una delle maggiori criticità ambientali dell'intera pianura padana ed è un fenomeno a marcata stagionalità, con i massimi nei mesi invernali, periodo in cui sono più frequenti le condizioni di ristagno atmosferico.

Nella Tabella 3-6 vengono confrontate le concentrazioni di particolato atmosferico rilevate presso la stazione fissa aeroportuale con i limiti di legge per i diversi tipi di esposizione. Vale la pena sottolineare che dal 25 ottobre 2013 nel sito aeroportuale viene monitorato il PM_{2,5} in sostituzione al PM₁₀. Quindi i dati relativi a questa annualità devono essere considerati indicativi per le due granulometrie indagate. È stato scelto di monitorare questa granulometria più fine sebbene il D.Lvo n. 155/2010 non riporti limiti di concentrazione media giornaliera (come avviene invece per il PM₁₀) in quanto da approfonditi studi scientifici è emerso che le combustioni



prodotte da motori termici (automobili e aerei) producono particelle caratterizzate da dimensioni molto fini. Poiché è interesse di SAVE monitorare il contributo emissivo degli aerei è stato deciso di concentrarsi su questa granulometria per meglio indagare questa tipologia di sorgente in quanto il PM₁₀ non sarebbe stato rappresentativo dato che comprende anche particelle più grossolane di quelle emesse dai motori a combustione.

Dalla Tabella 3-6 si osserva che il numero di superamenti del valore limite della concentrazione media giornaliera di PM₁₀ previsto dal D.Lvo 155/2010 è stato superato per più di 35 volte negli anni (2010 – 2012), mentre risulta conforme (ma ricordiamo che l'informazione è indicativa) alla normativa per il 2013; la stessa situazione si registra in tutte le centraline della rete ARPAV sul territorio della provincia di Venezia. Risulta invece rispettato il valore limite della media annuale di PM₁₀ pari a 40 µg/m³ nel periodo 2010 – 2013.

Per quanto riguarda la granulometria più fine, nel sito aeroportuale il valore limite della concentrazione annuale di PM_{2.5} è stato superato nel triennio 2014-2016 nonostante i limiti di tolleranza del 2014. Questo scenario è confrontabile con quello registrato dalla rete ARPAV nel territorio regionale e nello specifico nella provincia di Venezia durante il biennio 2015-2016 dove il limite in oggetto è stato superato soprattutto negli agglomerati urbani. Tuttavia, è interessante sottolineare che, come nel sito aeroportuale, in tutti i siti ARPAV nel 2016 si osserva una generale diminuzione delle concentrazioni rispetto al 2015.

Tabella 3-6 Confronto dei valori di PM_x registrati presso la centralina EZIPM nel periodo 2010-2016 con i limiti di legge.

Inquinante	Tipo Limite	Parametro statistico	Valore	anno	Valore registrato
PM ₁₀	Valore limite di 24 h per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte per anno civile	Media 24 h	50 µg/m ³	2010	39 superamenti
				2011	52 superamenti
				2012	70 superamenti
				2013 (*)	32 superamenti
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³	2010	30 µg/m ³
				2011	33 µg/m ³
				2012	36 µg/m ³
				2013 (*)	32 µg/m ³
PM _{2.5}	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m ³ nel 2015 e anni successivi Nel 2014 esiste un margine di tolleranza del 2.86% pari a 25.7 µg/m ³	2013 (*)	39 µg/m ³
				2014	27 µg/m ³
				2015	32 µg/m ³
				2016	28 µg/m ³

(*) periodo di mediazione dei dati non conforme ai requisiti normativi per interruzione acquisizione dati a fine ottobre 2013.

In Figura 3-16 vengono riportati gli andamenti medi mensili della concentrazione atmosferica di PM_{2.5} rilevata durante l'ultimo biennio. Invece, i grafici di Figura 3-17 mostrano la concentrazione media di PM_{2.5} rilevata in funzione della direzione e velocità del vento, risolta per anno e stagione. Infine i grafici di Figura 3-18 evidenziano i settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di ciascun anno.

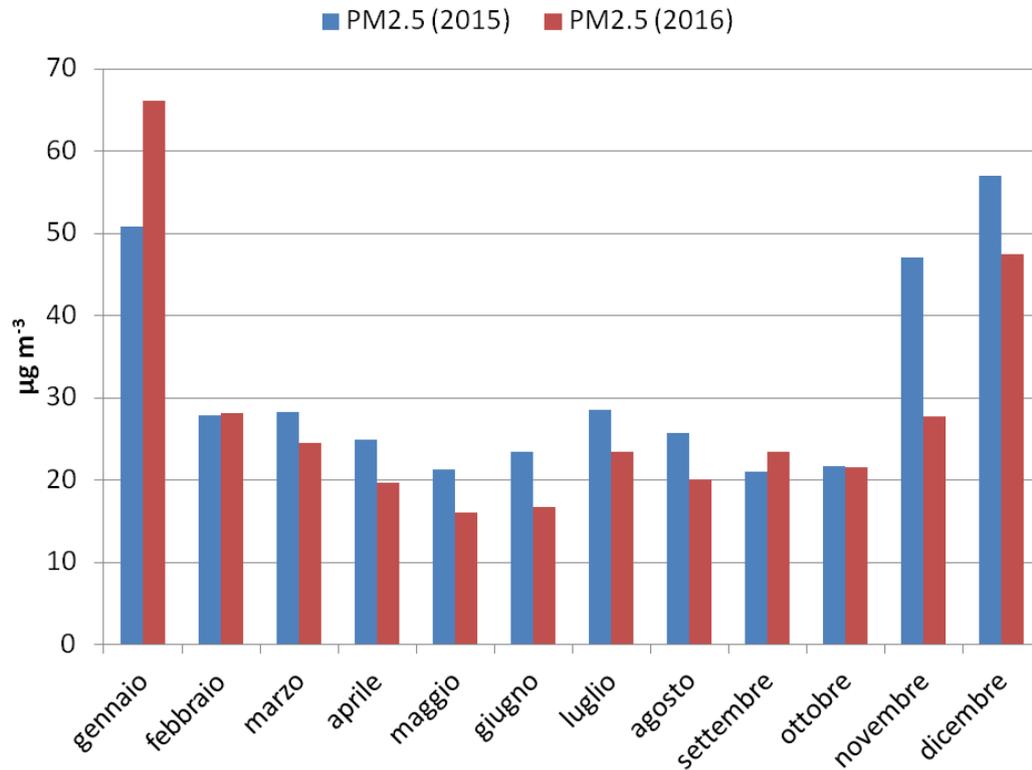


Figura 3-16 Andamento mensile della concentrazione di PM_{2.5} risolta per anno.

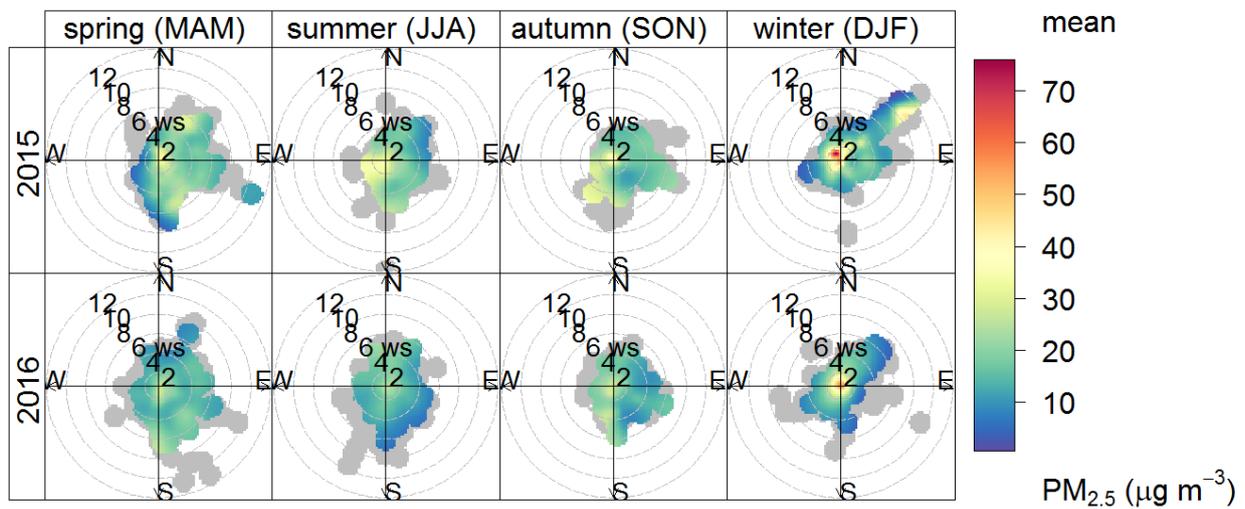


Figura 3-17 Concentrazione di PM_{2.5} e in funzione della direzione e velocità del vento risolta per anno e stagione.

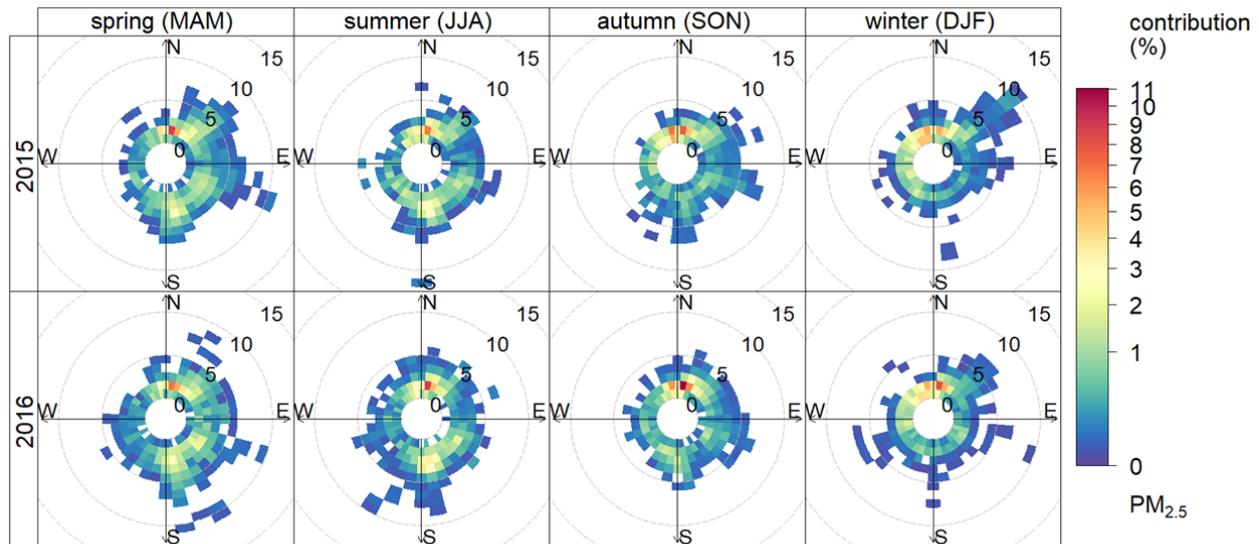


Figura 3-18 Settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di PM_{2.5} risolta per anno.

Osservando i grafici di Figura 3-16÷Figura 3-18 si nota che:

- le concentrazioni medie mensili più elevate vengono rilevate durante i mesi ottobre-gennaio;
- le concentrazioni medie stagionali più elevate sono state registrate in condizioni di calma di vento durante l'inverno, quando l'altezza dello strato di rimescolamento raggiunge i valori annuali minori (uno strato che limita la dispersione degli inquinanti emessi nei bassi strati dell'atmosfera);
- i settori che hanno contribuito maggiormente all'aumento della concentrazione atmosferica di PM_{2.5} rilevata dalla centralina sono NNW-NNE durante tutte le stagioni, e in misura minore da S durante le stagioni calde.

3.2.5 Ozono O₃

L'ozono troposferico (cioè presente nella bassa atmosfera) è un inquinante secondario, ossia non viene emesso direttamente da una sorgente, ma si produce per effetto della radiazione solare in presenza di inquinanti primari. Le reazioni che portano alla formazione dell'ozono nell'aria, generano anche piccole quantità di altre sostanze ossidanti che formano la miscela chiamata usualmente smog fotochimico, di cui l'ozono è comunque la componente principale. Queste reazioni, essendo catalizzate dalla luce solare, avvengono prevalentemente nelle ore diurne e nei mesi estivi quando i valori di RSI sono più elevati.

La presenza nell'atmosfera dei "precursori" (NO_x e VOC), indicatori significativi di inquinamento da traffico e da attività produttive, costituisce il "sottofondo" chimico necessario per la formazione dell'ozono, mentre le condizioni di alta pressione e di elevata insolazione costituiscono l'ambiente fisico che favorisce l'innesco delle reazioni di formazione. Gli stessi composti che intervengono nella formazione dell'ozono, ne provocano tuttavia anche una rapida distruzione. Il vento inoltre trasporta l'ozono anche in aree suburbane e rurali dove esso tende ad accumularsi in modo più significativo rispetto ai centri urbani proprio perché qui mancano i composti in grado di reagire con esso riducendone così la concentrazione.



Il “fenomeno ozono” è ormai comunemente noto alla popolazione, soprattutto in estate. Negli ultimi anni il fenomeno è stato infatti affrontato con la dovuta attenzione anche in relazione al fatto che le alte concentrazioni non sono certamente confinate nell’intorno dei punti di monitoraggio ubicati in prossimità delle sorgenti di emissione dei precursori, ma interessano zone molto vaste del territorio.

Nel periodo 2010-2016, presso la stazione fissa sita in aeroporto, non sono stati rilevati superamenti della soglia di allarme (pari a 240 µg/m³), con la sola eccezione della giornata del 1 settembre 2013 ore 15 che ha registrato un valore di 333.5 µg/m³. Invece, la soglia di informazione pari a 180 µg/m³ è stata superata 90 volte nel 2015, 32 nel 2013 e 1 nel 2012. Infine, per quanto riguarda l’obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, pari a 120 µg/m³ si sono registrati dei superamenti soprattutto nel 2012, 2013 e 2015, mentre nel 2010 e nel 2016 il limite è stato sempre rispettato. Anche in questo caso le centraline ARPAV del territorio regionale e nello specifico della provincia di Venezia descrivono un quadro coerente con quello registrato presso l’aeroporto con le concentrazioni più elevate registrate durante i periodi di massima RSI e con il numero di superamenti della soglia di informazione che mediamente diminuiscono nel corso del biennio 2015-2016. Inoltre è interessante sottolineare che complessivamente i valori più elevati e il relativo numero di superamenti sono registrati nel Veneto Occidentale a causa della maggiore stagnazione delle masse d’aria nella zona più continentale della regione che limita la dispersione dell’ozono.

Tabella 3-7 Confronto dei valori di O₃ registrati presso la centralina EZIPM nel periodo 2010-2016 con i limiti di legge.

Inquinante	Tipo Limite	Parametro statistico	Valore	Superamenti (n.)
O ₃	Soglia di informazione	Superamento del valore orario	180 µg/m ³	2010: 0
				2011: 0
				2012: 1
				2013: 32
				2014: 0
				2015: 90
				2016: 0
	Soglia di allarme	Superamento del valore orario	240 µg/m ³	2010: 0
				2011: 0
				2012: 0
				2013: 1
				2014: 0
				2015: 0
				2016: 0
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliera (media mobile su 8 ore)	120 µg/m ³	2010: 0
2011: 3				
2012: 50				
2013: 44				
2014: 13				
2015: 55				
2016: 0				

In Figura 3-19 vengono riportati gli andamenti medi mensili della concentrazione atmosferica di O₃ rilevata durante l'ultimo biennio. Invece, i grafici di Figura 3-20 mostrano la concentrazione media di O₃ rilevata in funzione della direzione e velocità del vento, risolta per anno e stagione. Infine i grafici di Figura 3-21 evidenziano i settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di ciascun anno.

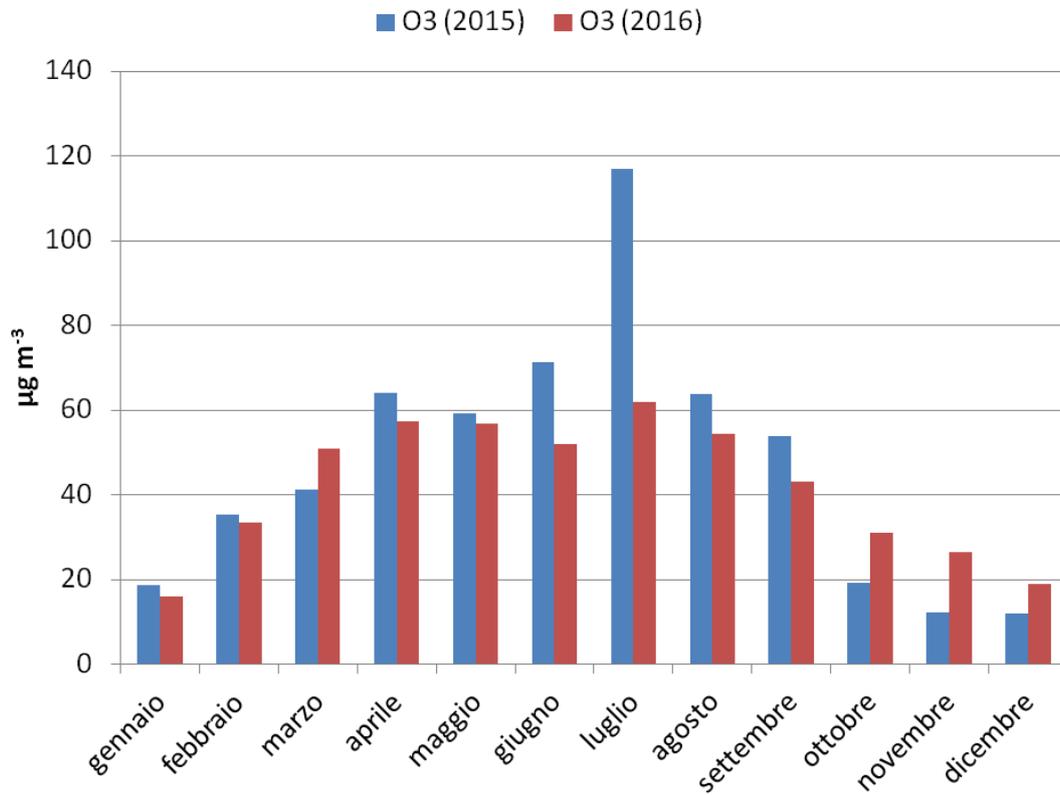


Figura 3-19 Andamento mensile della concentrazione di O₃ risolta per anno.

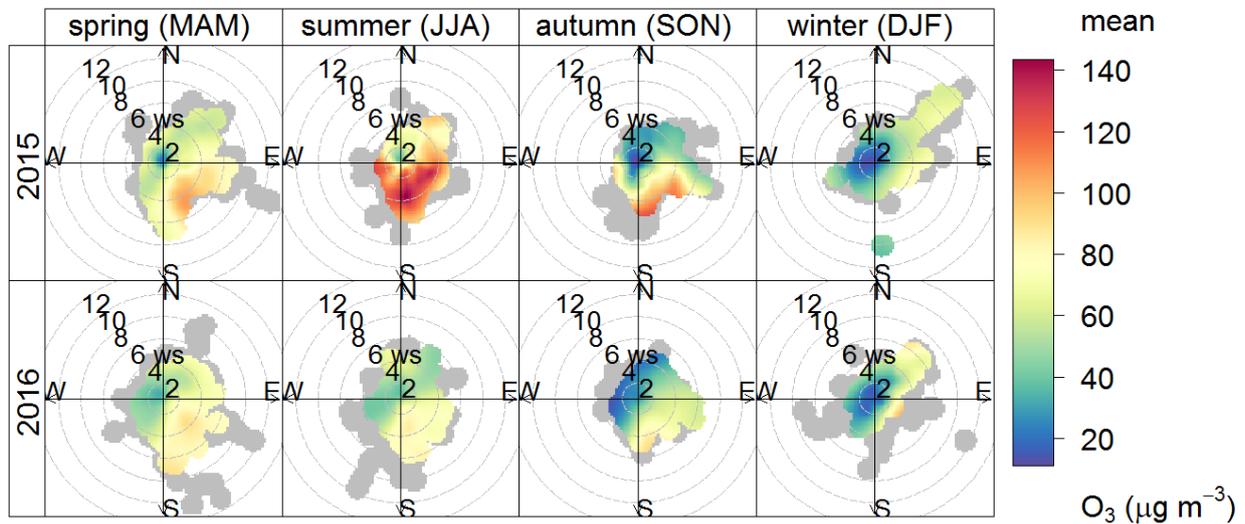


Figura 3-20 Concentrazione di O₃ e in funzione della direzione e velocità del vento risolta per anno e stagione.

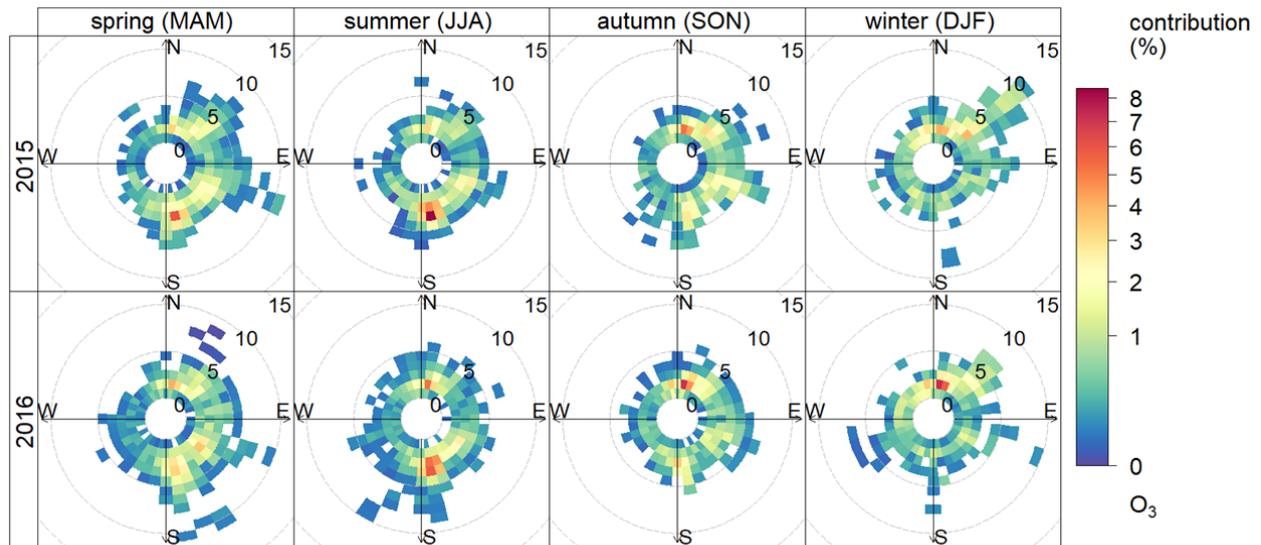


Figura 3-21 Settori che hanno dominato il calcolo della media stagionale di O₃ risolta per anno.

Osservando i grafici di Figura 3-19÷Figura 3-21 si nota che:

- le concentrazioni medie mensili più elevate sono state registrate durante le stagioni calde, in concomitanza dei valori più elevati di RSI e temperatura atmosferica;
- le concentrazioni medie stagionali più elevate sono state registrate durante l'estate del 2015 quando il vento soffiava dal secondo e terzo quadrante (E-W). Come detto in precedenza la causa per cui con l'aumentare della velocità del vento la concentrazione di ozono aumenta è dovuto al fatto che i venti più intensi sono presenti durante le ore più calde della giornata e caratterizzate da elevati valori di RSI (momento in cui le concentrazioni di ozono sono massime);
- i settori che hanno contribuito maggiormente all'aumento della concentrazione atmosferica di O₃ rilevata dalla centralina sono N-NNE durante tutte le stagioni, e in misura maggiore da S durante le stagioni calde.



4 Conclusioni

Il presente documento ha per oggetto la valutazione della qualità dell'aria nei pressi dell'aeroporto Marco Polo di Tessera (VE) per il biennio 2015-2016. Le campagne di misura in oggetto sono state previste dal Progetto di Monitoraggio Ambientale del Masterplan 2021 dell'aeroporto "Marco Polo" di Venezia, condiviso e approvato da ARPAV (rif. nota prot. SA/23-02-2017/0000373). Questo documento intende rispondere alla prescrizione n. 1 della Commissione Tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA/VAS sotto riportata, la quale è contenuta nel Decreto di compatibilità ambientale del Masterplan n. 9 del 19.01.2016 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo:

Venga concordata con ARPA Veneto una nuova e completa campagna di monitoraggio ai fini della verifica della qualità dell'aria, sia invernale che estiva, campionando i medesimi parametri analizzati per la redazione del SIA ai sensi del D.Lvo 155/2010, le cui conclusioni siano descritte in una apposita relazione dove - tra l'altro - sia evidente la comparazione tra i nuovi esiti ottenuti e quelli già presentati. Tale relazione dovrà essere presentata al MATTM prima dell'avvio dei lavori.

Nello specifico sono stati elaborati i dati rilevati dalla centralina di monitoraggio, gestita dall'aeroporto, localizzata in un piccolo parcheggio prossimo alle piste, evidenziando gli eventuali superamenti dei limiti fissati dal D.Lvo n. 155/2010.

Rispetto al quinquennio precedentemente analizzato (2010-2014) nel SIA e nelle Integrazioni, non sono emerse particolari criticità. Inoltre, la qualità dell'aria nell'intorno aeroportuale presenta caratteristiche confrontabili con quelle registrate dalla rete ARPAV regionale e nello specifico della provincia di Venezia. In particolare si conferma l'assenza di criticità per i composti del biossido di zolfo (SO₂) e del monossido di carbonio (CO), mentre per polveri sottili (PM_{2.5}, PM₁₀), biossido di azoto (NO₂) e Ozono (O₃) si verificano, analogamente a quanto avviene nell'intero territorio provinciale e regionale, situazioni di mancato rispetto dei limiti normativi.

L'analisi delle concentrazioni rilevate in funzione della direzione e velocità del vento ha permesso di evidenziare l'influenza della meteorologia sulla dispersione degli inquinanti monitorati, individuare la posizione delle principali sorgenti inquinanti nell'area monitorata ed evidenziare i settori che hanno dominato il calcolo delle concentrazioni medie di lungo periodo. Sebbene ciascun inquinante sia caratterizzato da un caratteristico pattern di dispersione, i settori che hanno contribuito maggiormente all'aumento della rispettiva concentrazione atmosferica sono per tutti gli inquinanti NNW-NNE durante tutte le stagioni e da S durante le stagioni calde. Infine, non sono emerse evidenze di marcata correlazione tra il traffico aereo e gli inquinanti monitorati.



5 Bibliografia

ARPAV, 2014. Qualità dell'aria Provincia di Venezia, relazione annuale, ARPAV 2014.

ARPAV, 2015. Qualità dell'aria Provincia di Venezia, relazione annuale, ARPAV 2015.

ARPAV, 2015. Relazione regionale della qualità dell'aria, ARPAV 2015.

ARPAV, 2016. Relazione regionale della qualità dell'aria, ARPAV 2016.

Carslaw, D.C. and K. Ropkins, (2012). Oopenair — an R package for air quality data analysis. Environmental Modelling & Software. Volume 27-28, pp. 52–61.

Carslaw, D.C., (2015). The openair manual — open-source tools for analysing air pollution data. Manual for version 1.1-4, King's College London.

R Core Team, 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Thetis S.p.A., 2014. Masterplan 2021 dell'aeroporto di Venezia "Marco Polo". Studio di Impatto Ambientale. Sezione C - Quadro di riferimento ambientale: ATMOSFERA.

Thetis S.p.A., 2015. Masterplan 2021 dell'aeroporto di Venezia "Marco Polo". Valutazione di Impatto Ambientale (ID_VIP 2853). INTEGRAZIONI: MinAmb_2÷MinAmb_5.

Università Ca' Foscari e Ente Zona Industriale di Porto Marghera. Relazioni trimestrali sulla qualità dell'aria monitorata nei pressi dell'aeroporto Marco Polo relative al biennio 2015-2016 (<https://ambiente.veniceairport.it/it-it/aria/reportistica.aspx>).

Università Cà Foscari e Ente Zona Industriale di Porto Marghera, 2009. Relazione preliminare - Stima dei punti di massima ricaduta delle emissioni di origine aeroportuale