

Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Comune di PORTO VIRO
via Nello Fregnan

Periodo di attuazione:
(07/01/2014 – 02/03/2014)
(28/05/2014 – 05/08/2014)

RELAZIONE TECNICA

ARPAV

Direttore Generale

Carlo Emanuele Pepe

Dipartimento Provinciale di Rovigo

Vincenzo Restaino

Progetto e realizzazione

Servizio Stato dell'Ambiente

Primo Munari

Luca Boldrin, Ermes Zanella, Giuliana Romanin

Con la collaborazione di:

Servizio Meteorologico di Teolo

Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale

Maria Sansone

Dipartimento Regionale Laboratori

Francesca Daprà

Servizio Osservatorio Regionale Aria

Salvatore Patti

La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Rovigo e la citazione della fonte stessa.

INDICE

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna	pag.4
2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione	pag.4
3. Contestualizzazione meteo climatica dell'area	pag.6
4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	pag.10
5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	pag.11
6. Efficienza di campionamento	pag.12
7. Analisi dei dati rilevati	pag.14
8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)	pag.18
9. Conclusioni	pag.20
ALLEGATO	pag.22
GLOSSARIO	pag.31

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna

Il monitoraggio permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria nel territorio comunale.

2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile si è svolta dal dal 07/01/2014 al 02/03/2014, nel semestre invernale, e dal 28/05/2014 al 05/08/2014, nel semestre estivo. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di Porto Viro ed è di tipologia Background sub-urbano in quanto non direttamente influenzata dalle sorgenti di traffico, quali strade e autostrade, o da sorgenti di tipo industriale.

Il comune di Porto Viro ricade nella zona "Bassa Pianura e colli" ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Figura 1.

In Figura 2 è indicata l'ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio su carta tecnica regionale 1:5000.

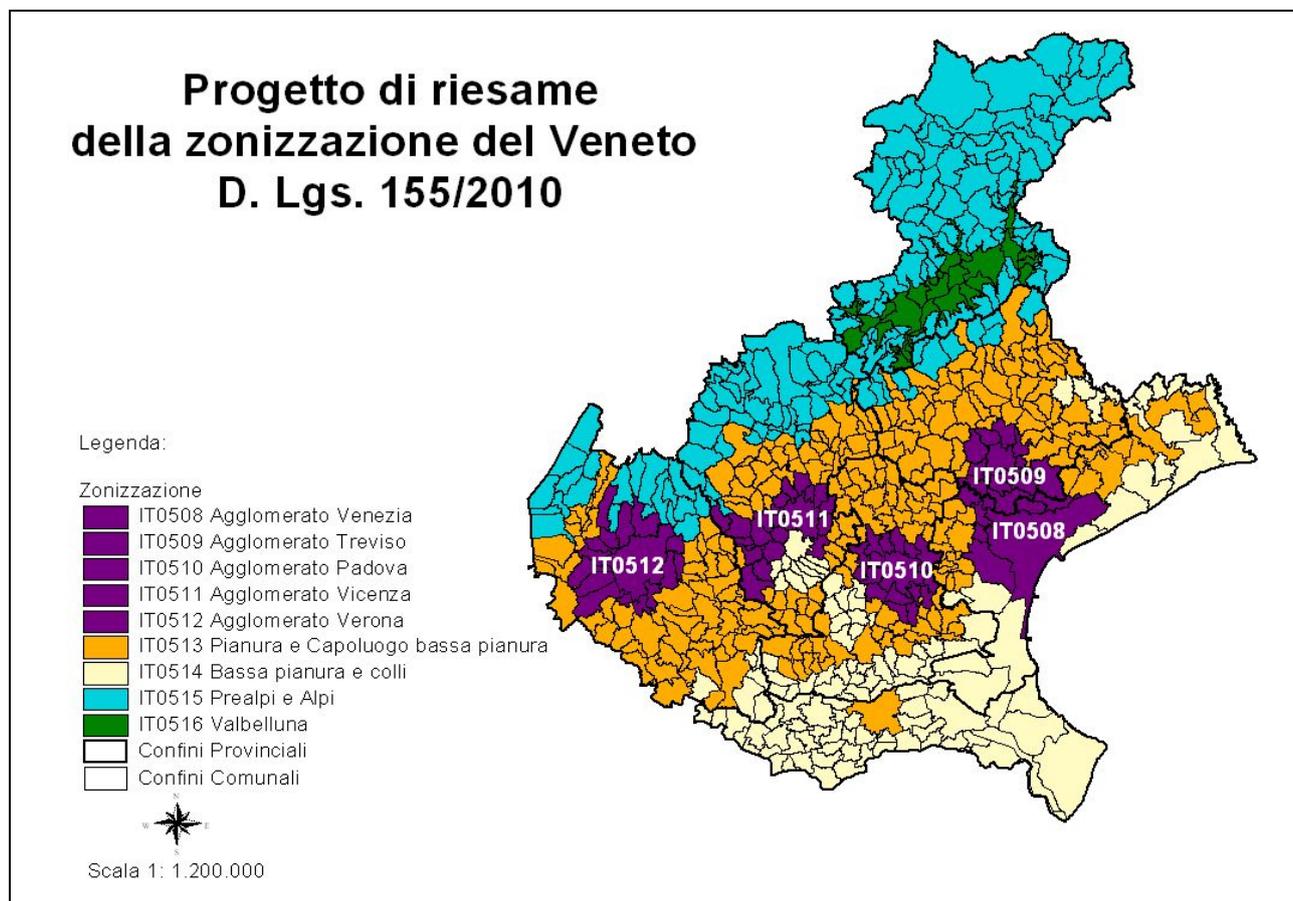


Figura 1. Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012.

**Posizione Stazione Rilocabile
c/o via Nello Fregnan – Comune di Porto Viro**

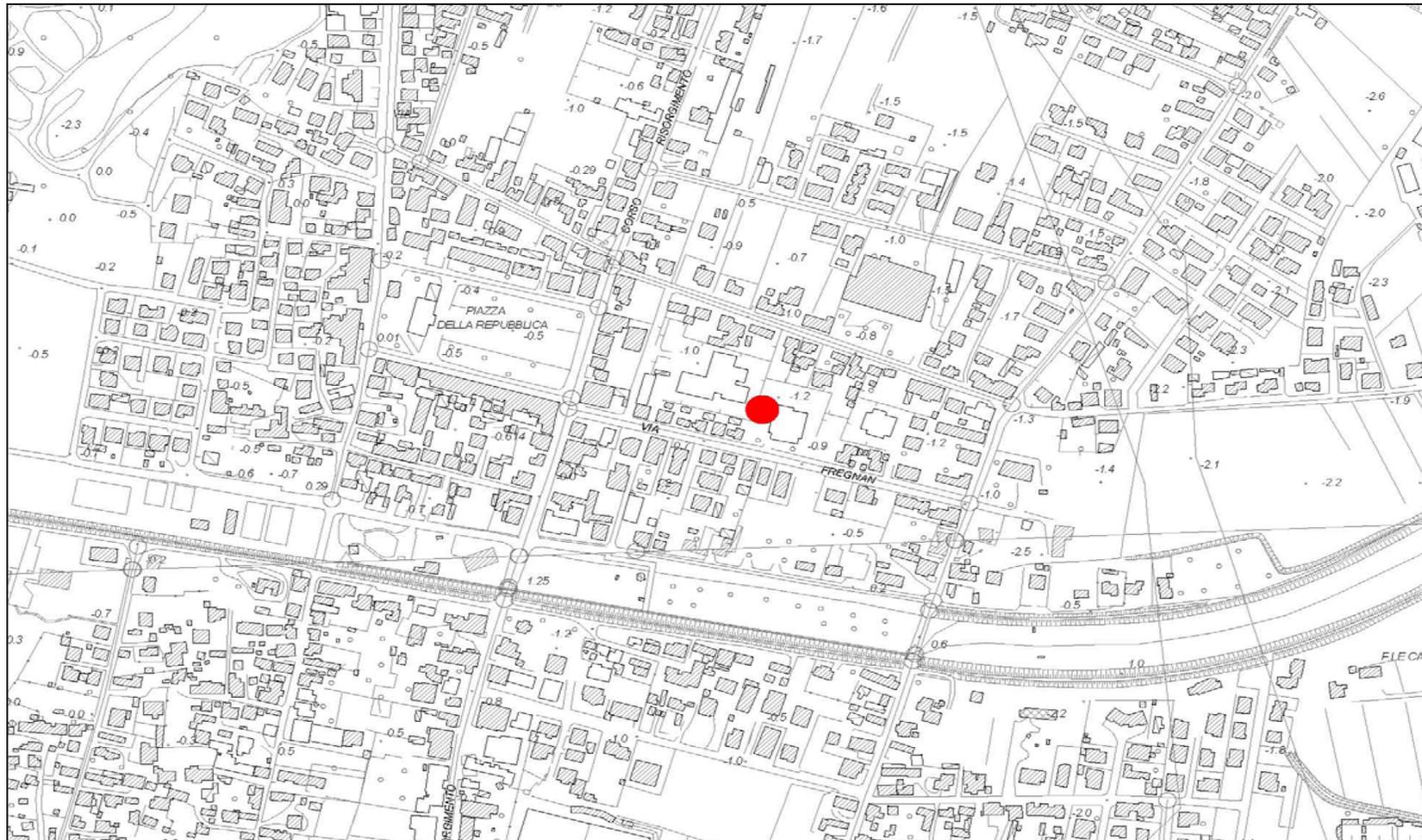


Figura 2. Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio (carta tecnica regionale 1:5000)

3. Contestualizzazione meteo climatica dell'area

Commento sulla situazione meteorologica dal 07 gennaio al 02 marzo 2014

La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti,
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive,
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera soggettiva in base ad un campione pluriennale di dati.

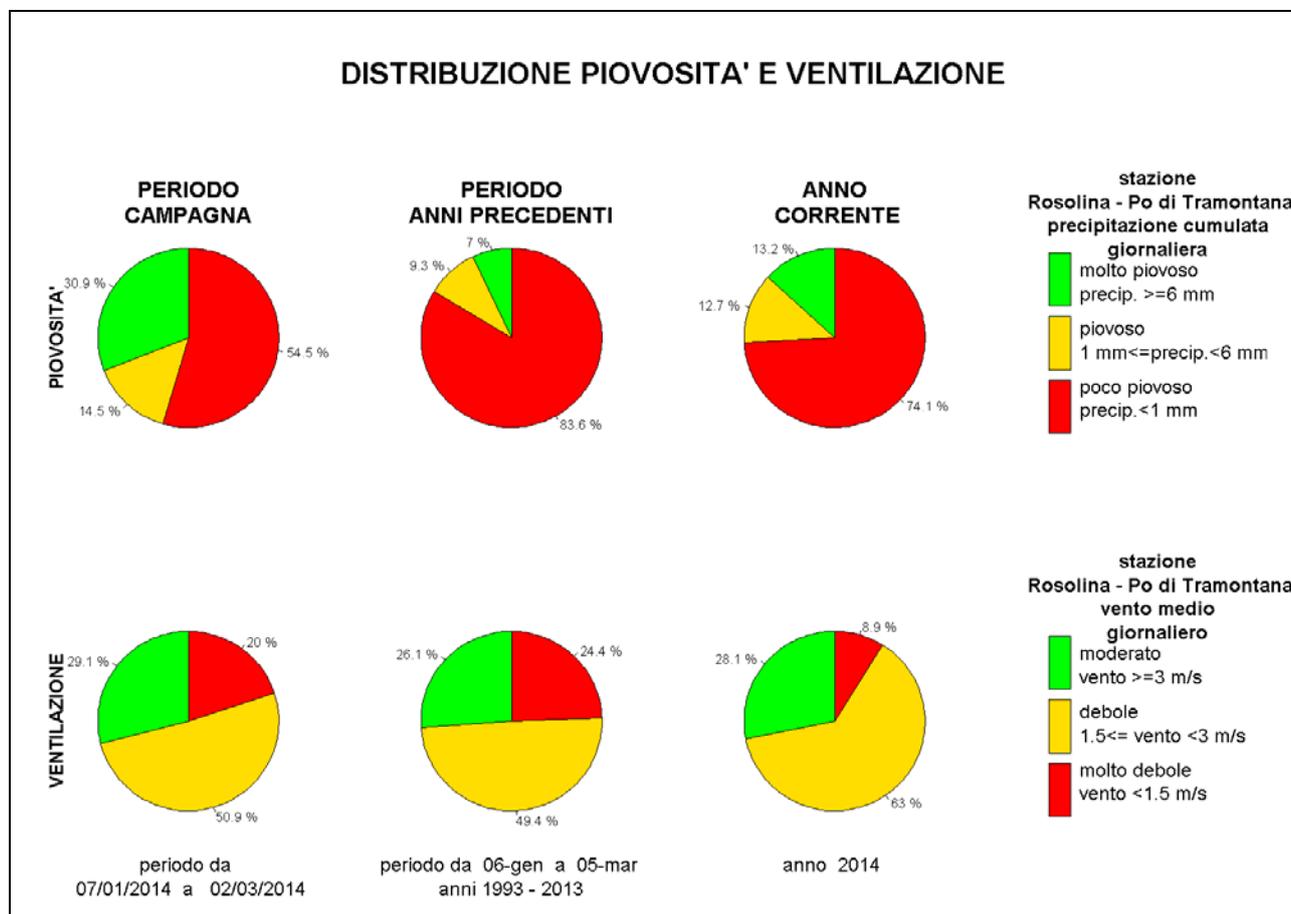


Figura 1: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e nel corso dell' anno di monitoraggio.

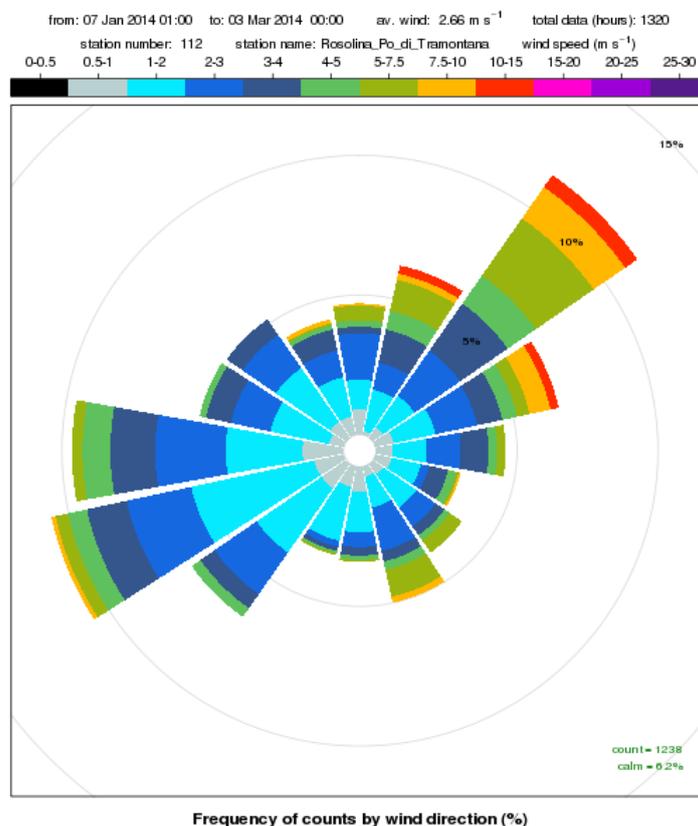
Nella

Figura 1 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV di Rosolina – Po' di Tramontana:

- 7 gennaio – 2 marzo 2014, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 6 gennaio – 5 marzo dall'anno 1993 all'anno 2013 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 1 gennaio – 31 dicembre 2014 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- i giorni molto piovosi (ed in misura minore anche quelli piovosi) sono stati più frequenti sia rispetto alla climatologia che rispetto all'anno corrente;
- i giorni con vento moderato sono stati leggermente più frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento, mentre i giorni con vento molto debole sono stati meno numerosi rispetto alla climatologia ma più frequenti rispetto all'anno in corso.



**Figura 2: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Rosolina – Po' di Tramontana nel periodo
7 gennaio – 2 marzo 2014**

In Figura 2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Rosolina – Po' di Tramontana durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono nord-est e ovest-sudovest (entrambe 11%) seguite da ovest (10%) . La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 6%; la velocità media pari a circa 2.7 m/s.

Commento sulla situazione meteorologica dal 28 maggio al 05 agosto 2015

La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti,
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive,
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera soggettiva in base ad un campione pluriennale di dati.

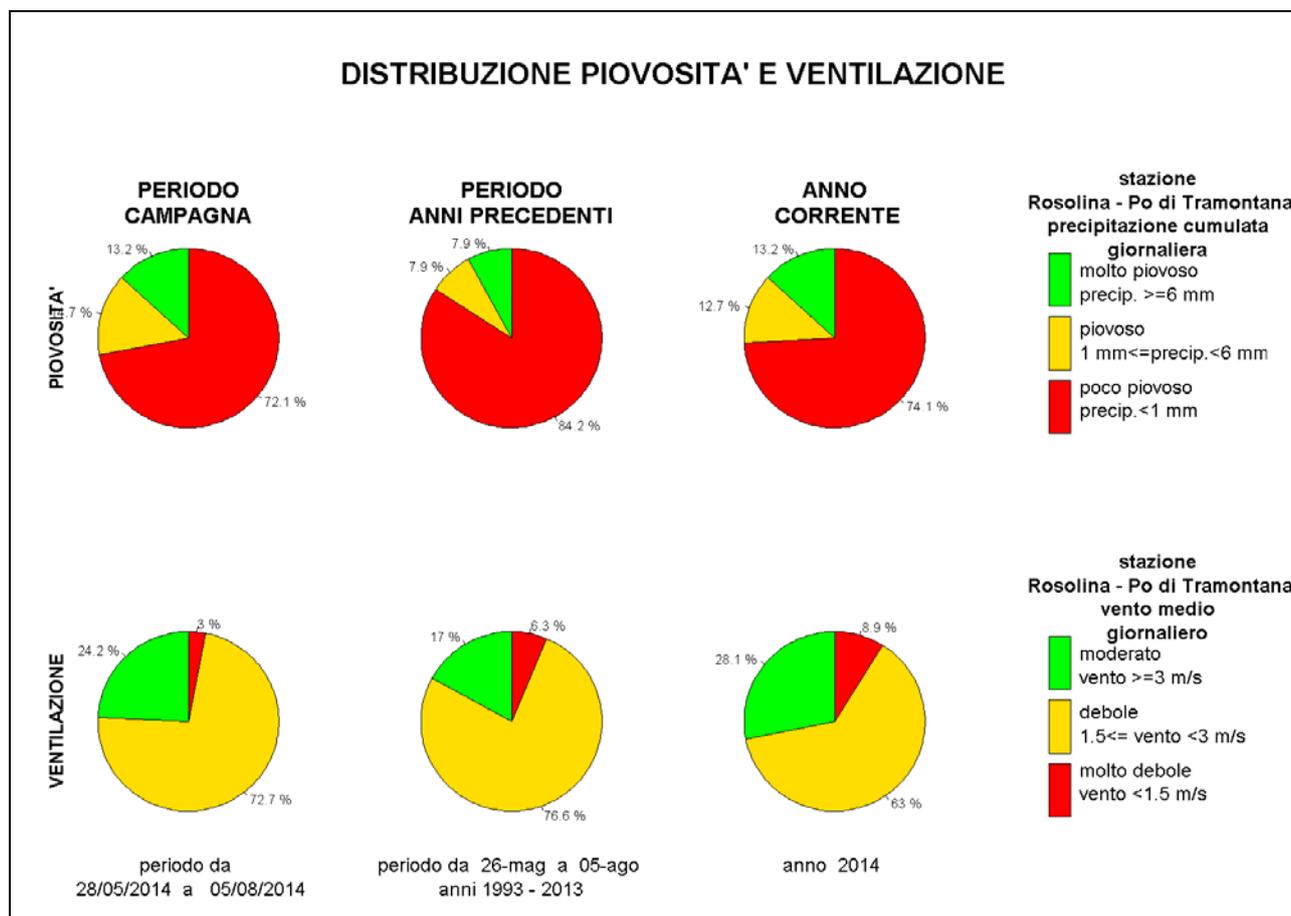


Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e nel corso dell'anno di monitoraggio.

Nella

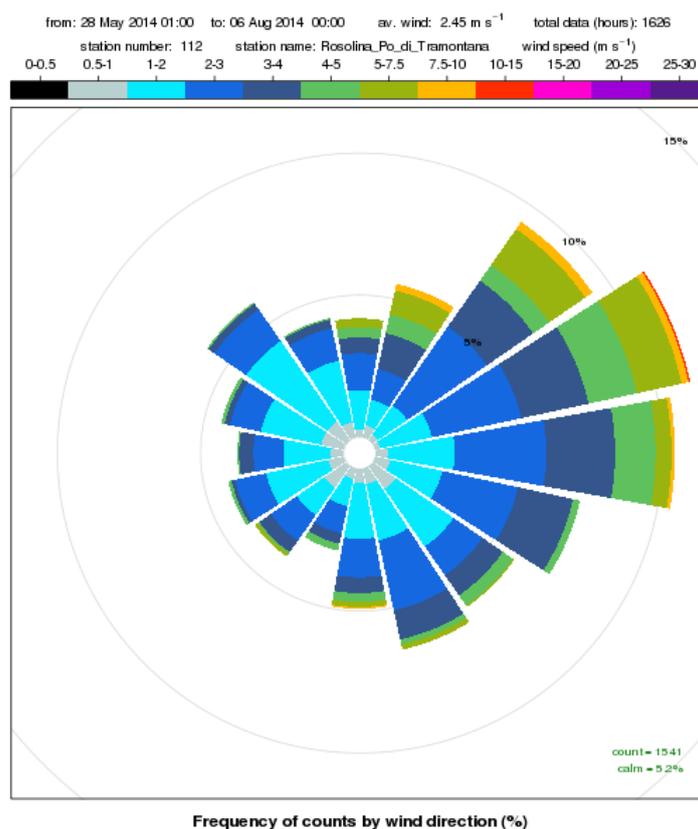
Figura 1 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV di Rosolina – Po' di Tramontana:

- 28 maggio - 5 agosto 2014, periodo di svolgimento della campagna di misura,

- 26 maggio – 5 agosto dall'anno 1993 all'anno 2013 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 1 gennaio – 31 dicembre 2014 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- i giorni poco piovosi sono stati meno frequenti rispetto alla climatologia e di poco anche rispetto all'anno corrente;
- i giorni con vento moderato sono stati più numerosi rispetto alla climatologia, ma un po' meno frequenti rispetto all'anno in corso, mentre i giorni con vento molto debole sono stati un po' meno numerosi rispetto ad entrambi i periodi di riferimento.



**Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Rosolina – Po' di Tramontana nel periodo
28 maggio – 5 agosto 2014**

In Figura 2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Rosolina – Po' di Tramontana durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che le direzioni prevalenti di provenienza del vento sono est-nord-est, est (entrambe 11%) e nord-est (9%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 5%; la velocità media pari a circa 2.45 m/s.

4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente inerente l'inquinamento atmosferico e più precisamente: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃), benzene (C₆H₆), polveri (PM10 e PM2.5).

Tutti gli inquinanti sopra specificati sono misurati in continuo, fatta eccezione per il particolato (PM10) che viene effettuato con campionamento sequenziale per la determinazione gravimetrica delle polveri PM10, per la determinazione in laboratorio degli idrocarburi policiclici aromatici IPA, e dei metalli pesanti: arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb).

Sono stati inoltre misurati in continuo alcuni parametri meteorologici quali temperatura, umidità relativa, pressione, intensità e direzione del vento.

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 è la norma che stabilisce i limiti di accettabilità per gli inquinanti considerati.

I limiti stabiliti dal suddetto decreto sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il particolato PM2.5, i cui livelli nell'aria ambiente sono per la prima volta regolamentati in Italia.

Nelle Tabelle seguenti si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo, limiti di legge a mediazione di lungo periodo. In Tabella 3 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi.

Tabella 1 - Limiti di legge a mediazione di breve periodo

Inquinante	Tipologia	Valore
SO ₂	Soglia di allarme (*)	500 µg/m ³
	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³
	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³
NO ₂	Soglia di allarme (*)	400 µg/m ³
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³
O ₃	Soglia di informazione (Media 1 h)	180 µg/m ³
	Soglia di allarme (Media 1 h)	240 µg/m ³
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³

(*) misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

Tabella 2- Limiti di legge a mediazione di lungo periodo

Inquinante	Tipologia	Valore
NO ₂	Valore limite annuale	40 µg/m ³
PM10	Valore limite annuale	40 µg/m ³
PM2.5	Valore limite annuale	26 µg/m ³ (per il 2014)
Piombo	Valore limite annuale	0.5 µg/m ³
Arsenico	Valore obiettivo (media su anno civile)	6.0 ng/m ³
Cadmio	Valore obiettivo (media su anno civile)	5.0 ng/m ³
Nichel	Valore obiettivo (media su anno civile)	20.0 ng/m ³
Benzene	Valore limite annuale	5.0 µg/m ³
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo (media su anno civile)	1.0 ng/m ³

Tabella 3 – Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi.

Inquinante	Tipologia	Valore
SO ₂	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	20 µg/m ³
NO _x	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	30 µg/m ³
O ₃	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18000 µg/m ³ h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	6000 µg/m ³ h

Tabella 4 – Linee guida di qualità dell'aria per i metalli da parte dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi.

Inquinante	Indicazioni OMS	
	Livello di fondo	Aree urbane
Arsenico	1-3	20-30
Cadmio	0,1	1-10
Nichel	1	9-60
Piombo	0,6	5-500

5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 ed effettuano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico.

Il campionamento del particolato PM10 (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) è stato realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione rilocabile, che utilizza filtri da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche dettate dal D.Lgs. 155/2010 (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni).

Le determinazioni analitiche degli idrocarburi policiclici aromatici (benzo(a)pirene e altri IPA) e del PM10 sono state effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti in quarzo, rispettivamente mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) “metodo UNI EN 15549:2008” e determinazione gravimetrica “metodo UNI EN 12341:2014”.

Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate sui filtri esposti in nitrato di cellulosa mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite “metodo UNI EN 14902:2005”.

La determinazione gravimetrica del PM10 è stata effettuata su tutti i filtri campionati, mentre le determinazioni del benzo(a)pirene e dei metalli sono state eseguite nel rispetto degli obiettivi di qualità del dato previsti dal D.Lgs. 155/2010 (Allegato I).

Con riferimento ai risultati riportati di seguito si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rivelabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale, in cui la metà del limite di rivelabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rivelabilità, differente a seconda dello strumento impiegato e della metodologia adottata.

Allo stato attuale, ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite si utilizzano le “Regole di accettazione e rifiuto semplici”, ossia le regole più elementari di trattamento dei dati, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto. (“Valutazione della conformità in presenza dell’incertezza di misura”. di R. Mufato e G. Sartori nel Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

6. Efficienza di campionamento

L’Allegato I del D.Lgs. 155/2010 stabilisce i criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.

I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati ed al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Per le misurazioni in continuo di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, monossido di carbonio, benzene, particolato e piombo, la raccolta minima di dati deve essere del 90% nell’arco dell’intero anno civile. Altresì, per le misurazioni indicative il periodo minimo di copertura deve essere almeno del 14% nell’arco dell’intero anno civile (pari a 52 giorni/anno), con una resa del 90%. Tali misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell’arco dell’anno civile o, in alternativa, essere effettuate per otto settimane equamente distribuite nell’arco dell’anno. Nella pratica, le otto settimane di misura nell’arco dell’anno possono essere organizzate con rilievi svolti in due periodi, di quattro settimane consecutive ciascuno, tipicamente nel semestre invernale (1ottobre-31marzo) ed in quello estivo (1aprile-30settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell’atmosfera.

Anche per gli IPA e per gli altri metalli la percentuale da rispettare, per le misurazioni indicative, è pari al 14% (con una raccolta minima dei dati del 90%); è comunque possibile applicare un periodo di copertura più basso, ma non inferiore al 6%, purché si dimostri che l’incertezza estesa nel calcolo della media annuale sia rispettata.

Per l’ozono, nelle misurazioni indicative, il periodo minimo di copertura necessario per rispettare gli obiettivi per la qualità del dato deve essere maggiore al 10% durante l’estate (pari a 36 giorni/anno) con una resa del 90%.

La percentuale dell’anno coperta da campionamento e l’efficienza di campionamento per i vari inquinanti sono riportati in Tabella 4 e Tabella 5, mentre in Tabella 6 i due valori sono stati moltiplicati per ottenere la percentuale di dati validi rispetto all’anno di cui sono rappresentativi. Si vede che il periodo di campionamento con dati validi è stato superiore al minimo richiesto.

	CO	NO ₂	NO _x	O ₃ estate	SO ₂	PM10	Metalli	Benzene	BaP
N giorni di campionamento	121	124	124	117	120	114	36	125	75
Periodo di copertura (%)	33	34	34	32	33	31	10	34	21
Periodo minimo di copertura (%)	14	14	14	10	14	14	6	14 o >6	6

Tabella 5. Numero di giorni in cui è stata fatta la misurazione dei vari inquinanti e percentuale dell'anno cui corrisponde

	CO	NO ₂	NO _x	O ₃ estate	SO ₂	PM10	Metalli	Benzene	BaP
Resa di campionamento (%)	92	93	93	91	91	93	100	100	100
Resa minima necessaria (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90

Tabella 6. Efficienza di campionamento per i dati orari

	CO	NO ₂	NO _x	O ₃ estate	SO ₂	PM10	Metalli	Benzene	BaP
Periodo valido campionato (%)	30	32	32	29	30	29	10	34	21
Periodo valido minimo richiesto dalla normativa (%)	13	13	13	9	13	13	5	5	5

Tabella 7. Percentuale dell'anno con dati validi, ottenuta dal prodotto tra il periodo di copertura e la resa di campionamento e confronto con il periodo minimo richiesto dalla normativa

7. Analisi dei dati rilevati

In questo capitolo vengono analizzati i risultati delle analisi delle concentrazioni dei vari inquinanti, misurate durante le campagne di misura. Ove possibile, è stato realizzato un confronto con i corrispondenti valori misurati presso la stazione fissa di riferimento di Rovigo – Borsea, in via Grotto, sita in un'area dalle medesime caratteristiche tecniche, lontana da fonti di pressione e sorgenti di traffico, quali strade e autostrade, o da sorgenti di tipo industriale.

Monossido di carbonio (CO)

Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio non ha mai superato il valore limite di 10 mg/m³ (Allegato - Grafico 1). Le medie di periodo sono risultate pari a 0,7 e 0,2 mg/m³ rispettivamente per il “semestre invernale” e per il “semestre estivo”.

I valori misurati sono più elevati in inverno rispetto all'estate a causa delle condizioni meteorologiche che nella stagione invernale sono favorevoli al ristagno di inquinanti.

Biossido di azoto (NO₂) – Ossidi di azoto (NO_x)

Durante le due campagne di monitoraggio eseguite, la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato i valori limite orari (Grafici 2 e 3 in Allegato). La media di periodo relativa al “semestre invernale” è risultata pari a 45,9 µg/m³ mentre quella relativa al “semestre estivo” pari a 25,9 µg/m³. La media complessiva delle concentrazioni orarie di NO_x misurate nei due periodi è stata pari a 34,8 µg/m³. Si ricorda che il confronto con il valore limite di protezione degli ecosistemi rappresenta un riferimento puramente indicativo in quanto il sito indagato non risponde esattamente alle caratteristiche previste dal D.Lgs. 155/10¹.

La media relativa al periodo invernale è superiore a quello estivo come osservato per il CO.

Biossido di zolfo (SO₂)

Durante le due campagne di monitoraggio, la concentrazione di biossido di zolfo è stata ampiamente inferiore ai valori limite (si confronti i Grafici 4 e 5 in Allegato).

La media complessiva delle concentrazioni orarie misurate nei due periodi è risultata inferiore al valore limite di rivelabilità strumentale analitica (< 5 µg/m³), quindi ampiamente inferiore al limite per la protezione degli ecosistemi (20 µg/m³).

Ozono (O₃)

L'ozono è un inquinante che si forma a partire da precursori quali ossidi di azoto e composti organici volatile, in presenza di radiazione solare. Per questo motivo le sue concentrazioni sono particolarmente elevate durante il periodo estivo e nelle ore centrali della giornata, quando la radiazione solare è più intensa.

Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato la soglia di allarme e la soglia di informazione, pari, rispettivamente, a 240 µg/m³ e 180 µg/m³ (si confronti il Grafico 6 in Allegato).

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m³ non ha registrato superamenti nella campagna relativa al “semestre invernale” mentre sono stati registrati 12 superamenti durante la campagna relativa al “semestre estivo” (Grafici 7, e 8 in Allegato).

La dipendenza di questo inquinante da alcune variabili meteorologiche, temperatura e radiazione solare in particolare, comporta una certa variabilità da un anno all'altro, pur in un quadro di vasto inquinamento diffuso.

Polveri atmosferiche inalabili (PM₁₀ e PM_{2,5})

Durante i due periodi di monitoraggio la concentrazione di polveri PM₁₀ ha superato la concentrazione giornaliera per la protezione della salute umana (50 µg/m³ da non superare per più di 35 volte per anno civile) per 5 giorni su 48 di misura nel “semestre invernale” mentre non ci sono

¹ L'Allegato III, punto 3.2, del citato decreto stabilisce che i siti di campionamento in cui si valuta la qualità dell'aria ambiente ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali debbano essere ubicati ad oltre 20 Km dalle aree urbane ed oltre 5 Km da zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50000 veicoli al giorno.

stati superamenti nel “semestre estivo” (Grafici 9 e 10 in Allegato) per un totale di 5 giorni di superamenti su 114 complessivi di misura (4,4%).

La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a Porto Viro è risultata pari a 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel “semestre invernale” e a 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel “semestre estivo”. La media complessiva ponderata dei due periodi è risultata pari a 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, inferiore al valore limite annuale pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Allo scopo di valutare il rispetto dei valori limite di legge previsti dal D.Lgs. 155/10 per il parametro PM10, ovvero il rispetto del Valore Limite sulle 24 ore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rapportato ad un anno di misure e del Valore Limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nei siti presso i quali si realizza una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria di durata limitata (misurazioni indicative), viene utilizzata una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV.

Tale metodologia confronta il “sito sporadico” (campagna di monitoraggio) con una stazione fissa, considerata rappresentativa per vicinanza o per stessa tipologia di emissioni e di condizioni meteorologiche. Sulla base di considerazioni statistiche è possibile stimare, per il sito sporadico, il valore medio annuale e il 90° percentile delle concentrazioni di PM10; quest'ultimo parametro statistico è rilevante in quanto corrisponde, in una distribuzione di 365 valori, al 36° valore massimo. Poiché per il PM10 sono consentiti 35 superamenti del valore limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in una serie annuale di 365 valori giornalieri, il rispetto del valore limite è garantito se il 36° valore in ordine di grandezza è minore di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nei due periodi di monitoraggio le concentrazioni giornaliere del particolato misurato nella configurazione PM10 nella stazione fissa di ROVIGO-BORSEA sono risultate superiori al valore limite di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per 7 giorni su 122 di misura pari al 5.7%.

Negli stessi due periodi di monitoraggio la media ponderata delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate presso la stazione fissa di ROVIGO- Borsea, è risultata pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In conclusione la metodologia di calcolo stima per il sito sporadico di Porto Viro un valore medio annuale di 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (inferiore al valore limite annuale di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ed il 90° percentile di 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (inferiore al valore limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Nella seguente Tabella B sono riportate a confronto le concentrazioni di PM10 misurate in Porto Viro e ROVIGO-Borsea.

Tabella B – Confronto delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate a Porto Viro con quelle misurate a Borsea. Semestri “invernale” e “estivo”.

		PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		PORTO VIRO	BORSEA
SEMESTRE INVERNALE	MEDIA	31	34
	n° super.	5	7
	n° dati	48	54
	% super.	10,4	13
SEMESTRE ESTIVO	MEDIA	17	17
	n° super.	0	0
	n° dati	66	68
	% super.	0	0
SEMESTRE INVERNALE E ESTIVO	MEDIA PONDERATA	24	25
	n° super.	5	7
	n° dati	114	122
	% super.	4,4	5,7

La concentrazione delle polveri PM2.5 (Grafico 11 in Allegato) durante i due periodi di monitoraggio è stata di 22,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e si sono verificati 36 giorni di superamento del valore limite annuale per la protezione umana (26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) su 121 complessivi di misura (29,8 %).

Benzene (C₆H₆) o BTEX

La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di benzene misurate a Porto Viro è risultata pari a 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo del “semestre invernale” e pari a 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo del “semestre estivo”. La media complessiva ponderata dei due periodi, pari a 0,72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, è ampiamente inferiore al valore limite annuale di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella A – Valori medi delle concentrazioni giornaliere di benzene misurate a Porto Viro. Semestri “invernale” e “estivo”.

Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
PORTO VIRO - via Nello Fregnan		
SEMESTRE INVERNALE	MEDIA	1,2
	n° dati	6
SEMESTRE ESTIVO	MEDIA	0,3
	n° dati	7
SEMESTRI INVERNALE E ESTIVO	MEDIA PONDERATA	0,72
	n° dati	13

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) come Benzo(a)pirene (B(a)p)

La media di periodo delle determinazioni analitiche di benzo(a)pirene rilevate a Porto Viro è risultata pari a 0,98 ng/m^3 nel periodo del “semestre invernale” e pari a 0,01 ng/m^3 nel periodo del “semestre estivo”.

La media complessiva ponderata dei due periodi è risultata di 0,42 ng/m^3 , ampiamente inferiore al valore obiettivo di 1.0 ng/m^3 .

Presso la stazione fissa di Rovigo - Borsea la media complessiva ponderata dei due periodi è risultata pari a 0,51 ng/m^3 .

Nella seguente Tabella C sono riportate a confronto le determinazioni analitiche di IPA come benzo(a)pirene rilevate nei due siti di monitoraggio

Tabella C – Confronto delle concentrazioni giornaliere di benzo(a)pirene misurate a Porto Viro con quelle misurate a Borsea. Semestri “invernale” e “estivo”.

IPA - Benzo(a)pirene (ng/m ³)			
		PORTO VIRO - via Nello Fregnan	BORSEA - via GROTTO
SEMESTRE INVERNALE	MEDIA	0,98	1,05
	n° dati	32	21
SEMESTRE ESTIVO	MEDIA	0,01	0,01
	n° dati	43	23
SEMESTRI INVERNALE E ESTIVO	MEDIA PONDERATA	0,42	0,51
	n° dati	75	44

Metalli (Pb, As, Cd, Ni)

Le medie delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate a Porto Viro nei semestri “invernale” e “estivo” sono risultate le seguenti:

Tabella D – Valori medi di periodo (semestre estivo, invernale) e media complessiva dei metalli..

METALLI			
PORTO VIRO - via Nello Fregnan			
METALLO	"sem.invernale"	"sem. estivo"	MEDIA PONDERATA
Arsenico ng/m ³	< 1,0 ²	< 1,0 ²	0,5
Cadmio ng/m ³	0,29	0,2	0,2
Nichel ng/m ³	< 2,0 ³	2,0	1,8
Piombo µg/m ³	0,005	0,003	0,003

⁽²⁾ minore del limite di rilevabilità analitica per Arsenico pari a 1,0 ng/m³

⁽³⁾ minore del limite di rilevabilità analitica per Nichel pari a 2,0 ng/m³

Per completezza si riportano di seguito le medie complessive ponderate dei metalli calcolate nello stesso periodo di monitoraggio presso la stazione di Porto Viro e la stazione fissa di Rovigo – Borsea.

Tabella E – Valori medi delle concentrazioni di metalli registrate a Porto Viro, a Borsea

METALLO	PORTO VIRO - via Nello Fregnan	Rete ARPAV BORSEA - via GROTTO
	MEDIA PONDERATA	
Arsenico ng/m ³	0,5	0,5
Cadmio ng/m ³	0,2	0,3
Nichel ng/m ³	1,8	1,7
Piombo µg/m ³	0,003	0,006

Si ricorda che, per ulteriori informazioni sulla qualità dell'aria del territorio provinciale di Rovigo, sul sito internet di ARPAV (www.arpa.veneto.it) sono consultabili in tempo reale le concentrazioni degli inquinanti misurati presso le stazioni fisse della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)

Un indice di qualità dell'aria è una grandezza che permette di rappresentare in maniera **sintetica** lo stato di qualità dell'aria tenendo conto contemporaneamente del contributo di molteplici inquinanti atmosferici. L'indice è normalmente associato ad una **scala di 5 giudizi sulla qualità dell'aria** come riportato nella tabella seguente.

Cromatismi	Qualità dell'aria
	Buona
	Accettabile
	Mediocre
	Scadente
	Pessima

Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di campagna, è basato sull'andamento delle concentrazioni di 3 inquinanti: PM10, Biossido di azoto e Ozono.

Le prime due classi (buona e accettabile) informano che per nessuno dei tre inquinanti vi sono stati superamenti dei relativi indicatori di legge e che quindi non vi sono criticità legate alla qualità dell'aria in una data stazione.

Le altre tre classi (mediocre, scadente e pessima) indicano invece che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento è determinata dal relativo giudizio assegnato ed è possibile quindi distinguere situazioni di moderato superamento da altre significativamente più critiche.

Per maggiori informazioni sul calcolo dell'indice di qualità dell'aria si può visitare la seguente pagina web:

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/indice-di-qualita-dellaria-iqa>

Di seguito viene riportata la frequenza del numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA.

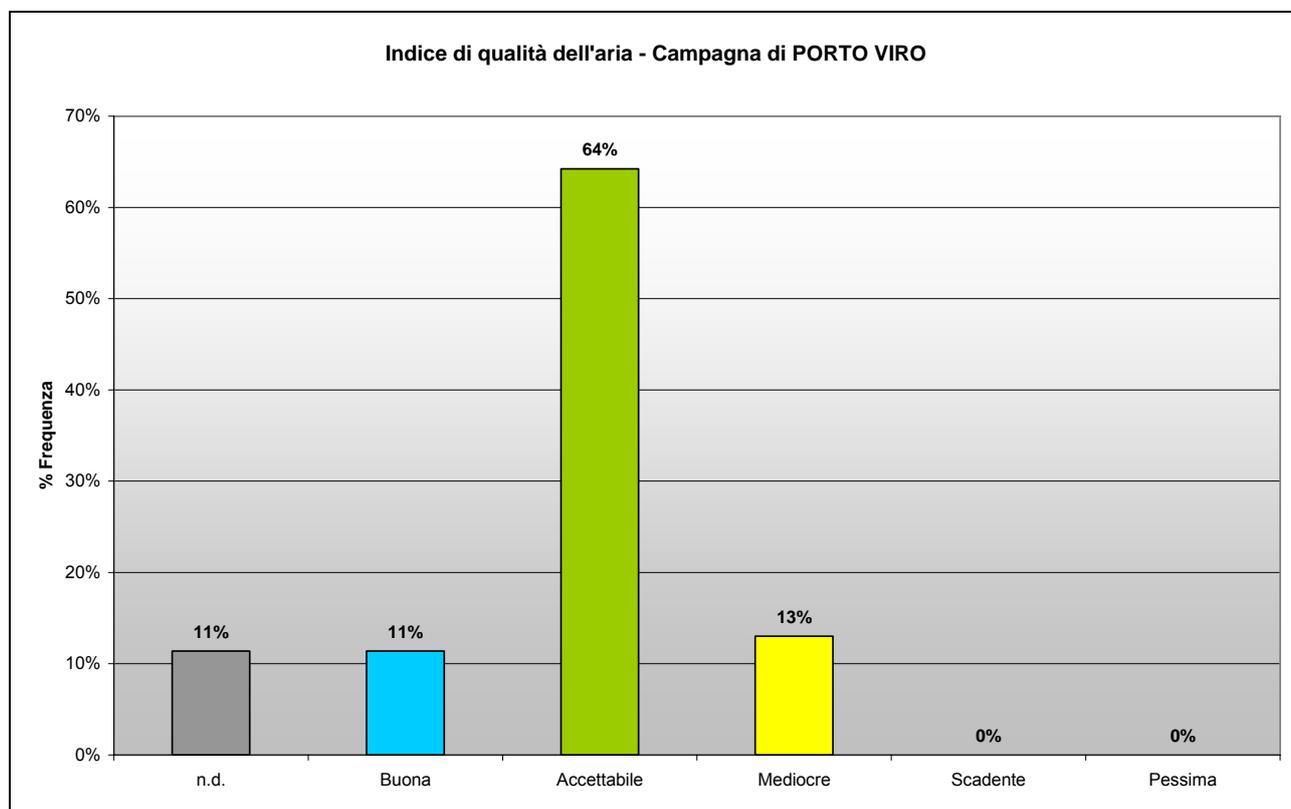


Figura 5. Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per la campagna di Porto Viro

9. Conclusioni

Il mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria è stato posizionato nel comune di Porto Viro in via Fregnan in un sito non direttamente influenzato da traffico urbano, industrie e/o altre fonti di pressione le cui caratteristiche sono classificabili come background sub-urbano.

Le campagne di misura sono state realizzate in due periodi dell'anno: dal 07/01/2014 al 02/03/2014 (campagna invernale) e dal 28/05/2014 al 05/08/2014 (campagna estiva). Entrambi i periodi sono stati caratterizzati da condizioni meteorologiche variabili con preminenza di pioggia e vento debole in inverno.

Sono state misurate le concentrazioni medie orarie di CO, NO₂, SO₂, O₃, le medie giornaliere di PM₁₀ e PM_{2,5}, analizzati benzo(a)pirene e metalli (Arsenico, Nichel, Piombo e Cadmio), e la media su un periodo di più giorni del benzene. I dati sono stati analizzati, sono stati calcolati vari parametri statistici ed è stato effettuato un confronto con la stazione fissa di riferimento di Rovigo-Borsea, via Grotto il cui sito presenta analoghe caratteristiche orografiche.

L'analisi dei dati ha evidenziato che la zona monitorata presenta le caratteristiche tipiche di un sito di background sub-urbano, essendo caratterizzata da valori medi degli inquinanti confrontabili a quelli della centralina di riferimento di fondo sub-urbano di Rovigo-Borsea.

Infatti gli ossidi di azoto e il monossido di carbonio, inquinanti legati principalmente alle emissioni da traffico, e il biossido di zolfo, inquinante legato a territori industrializzati, presentano valori medi di concentrazione molto bassi rispetto ai limiti indicati dalla normativa e confrontabili con i corrispondenti relativi alla stazione fissa di riferimento di Rovigo-Borsea.

Anche i valori medi di PM₁₀ sono in linea con quelli di Rovigo-Borsea.

Il numero di superamenti del limite normativo (valore giornaliero di 50 µg/m₃ da non superare per più di 35 volte l'anno) è pari al 4,4% del periodo monitorato in inverno, contro il 5,7% rilevato a Rovigo-Borsea. La stima del valore medio annuale per il sito di Porto Viro, ottenuta dal confronto con i valori della centralina fissa di riferimento (Rovigo-Borsea) è stata 24 µg/m₃ (inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m₃). In base alla stessa metodologia si stima il 90° percentile pari a 42 µg/m₃, il che determina un superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m₃ per un numero di volte inferiore a 35.

La concentrazione media di benzo(a)pirene è più elevata nel periodo invernale rispetto a quello estivo. Il valor medio sui due periodi è pari a 0.42 ng/m₃ inferiore al valore obiettivo riferito alla media sull'anno civile di 1.0 ng/m₃.

Le concentrazioni medie di ozono misurate nei periodi di campagna non hanno superato i limiti normativi.

La media pesata delle concentrazioni di benzene, misurato con campionatori passivi, estive e invernali è 0.72 µg/m₃, inferiore al limite annuale di 5 µg/m₃.

Le concentrazioni medie dei metalli in entrambi i periodi di campagna, sono ampiamente inferiori ai rispettivi limiti di legge relativi all'esposizione cronica e risultano in linea con i valori rappresentativi del livello di fondo. per il piombo è rappresentativa di un area urbana.

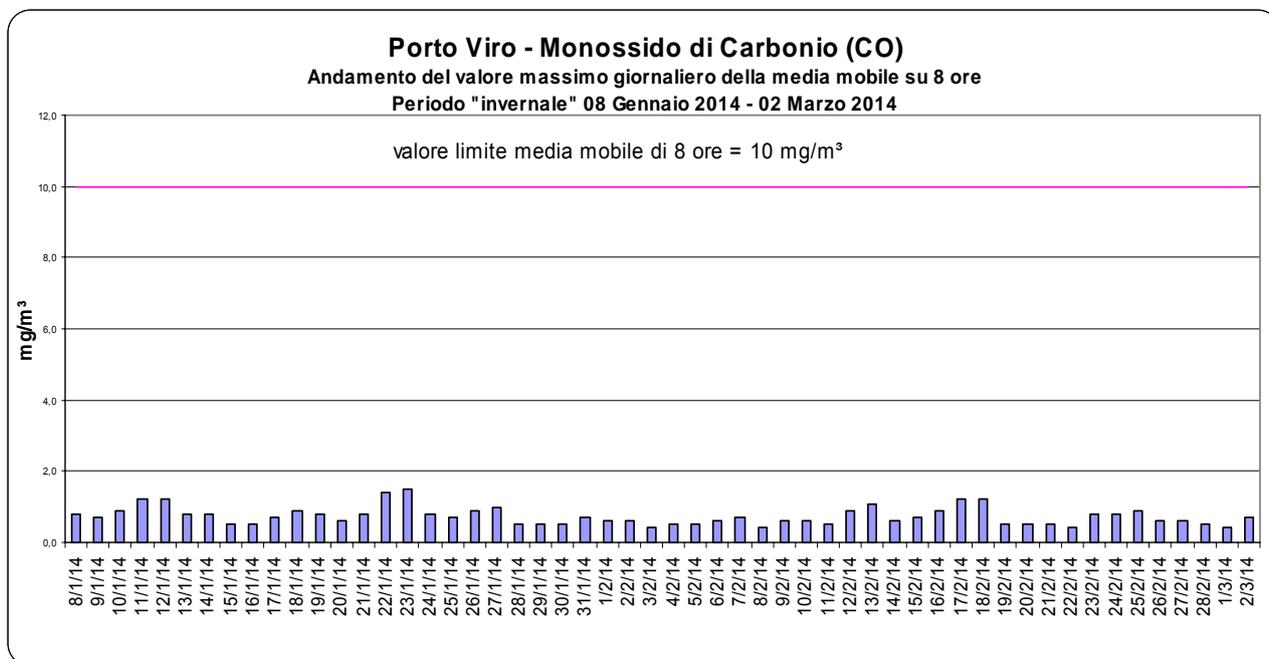
Nel seguente prospetto si rappresenta in sintesi il risultato dei valori misurati e analizzati della qualità dell'aria in Porto Viro via Fragnan nel periodo di monitoraggio.

COMUNE DI PORTO VIRO					
CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE					
ESPOSIZIONE ACUTA:					
			Risultati		
			INVERNO	ESTATE	
			Dal 07-01-14 al 02-03-14	Dal 28-05-14 al 05-08-14	
Inquinante	Tipo Limite	Valore limite	SUPERAMENTI	SUPERAMENTI	Riferimento legislativo
SO ₂	Soglia di allarme	500 µg/m ³	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
SO ₂	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
SO ₂	Limite di 24 ore da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
NO ₂	Soglia di allarme	400 µg/m ³	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
NO ₂	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m ³	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
PM ₁₀	Limite di 24 ore da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³	5 superamenti nel periodo di monitoraggio	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
CO	Valore Limite_media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m ³	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
O ₃	Soglia di informazione	180 µg/m ³	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
O ₃	Soglia di allarme	240 µg/m ³	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	120 µg/m ³	0 superamenti	12 superamenti	D.Lgs. 155/2010
	(media mobile su 8 ore, massima giornaliera)				

ALLEGATO

Grafico 1 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO (mg/m³).

Semestre “invernale”



Semestre “estivo”

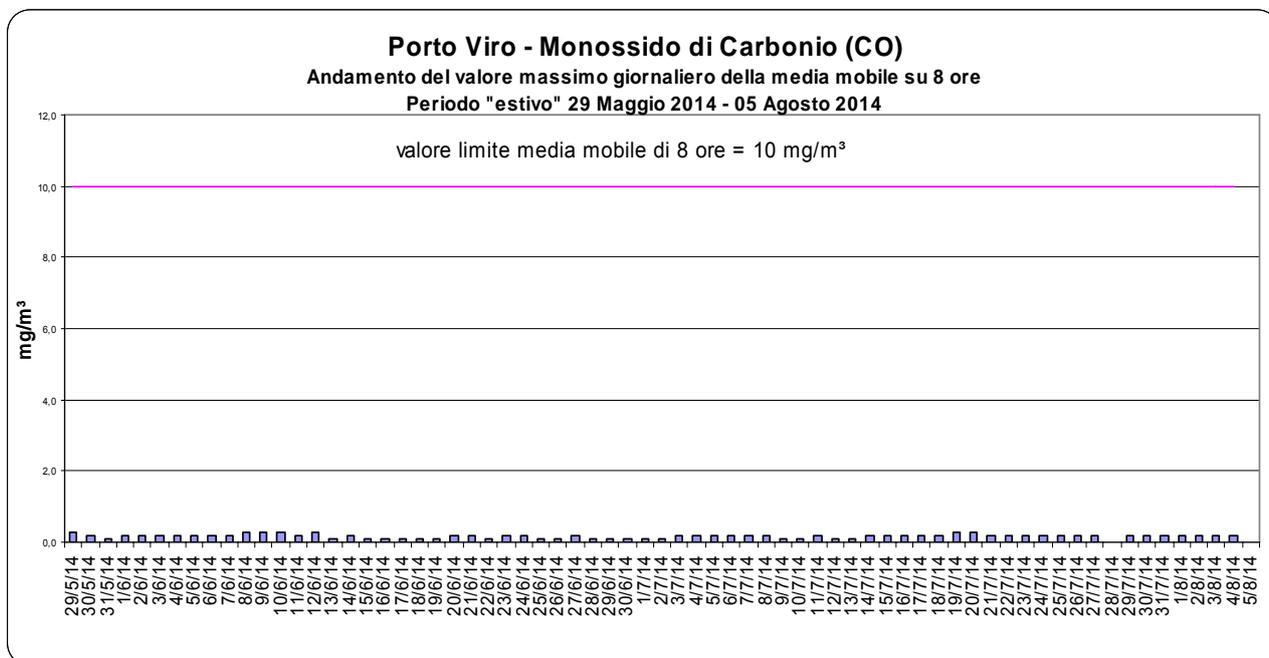
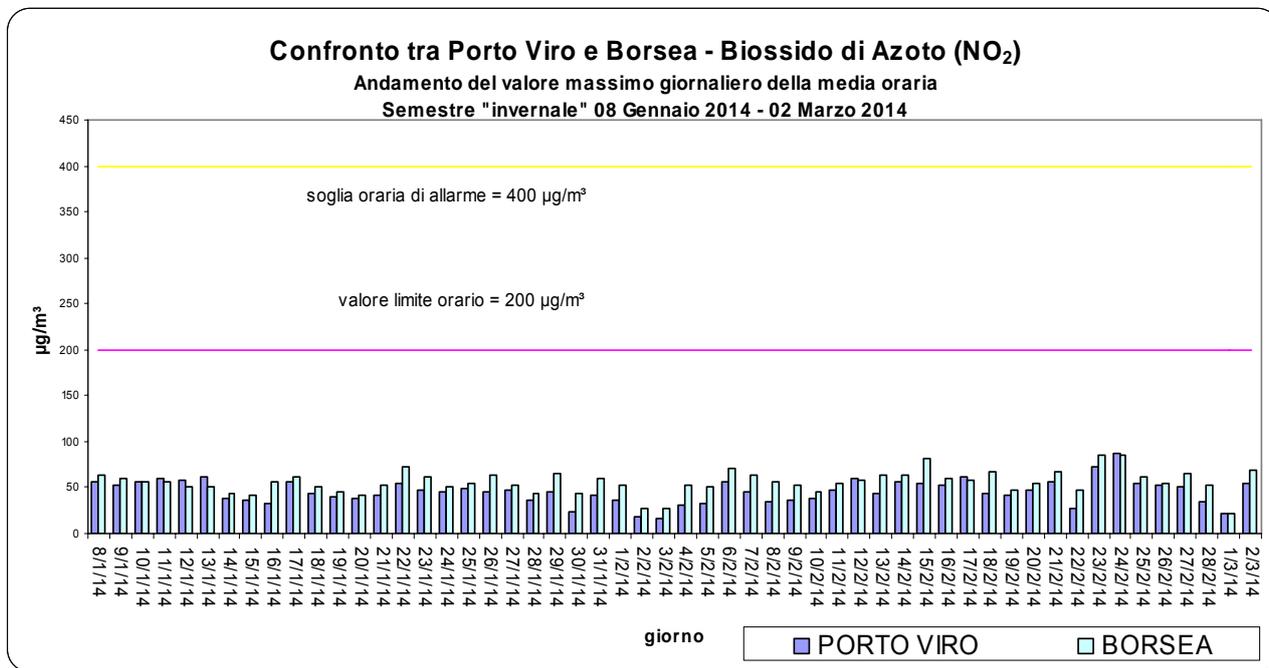


Grafico 2 – Confronto tra Ramodipalo e Borsea della Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO₂ (µg/m³).

Semestre “invernale”



Semestre “estivo”

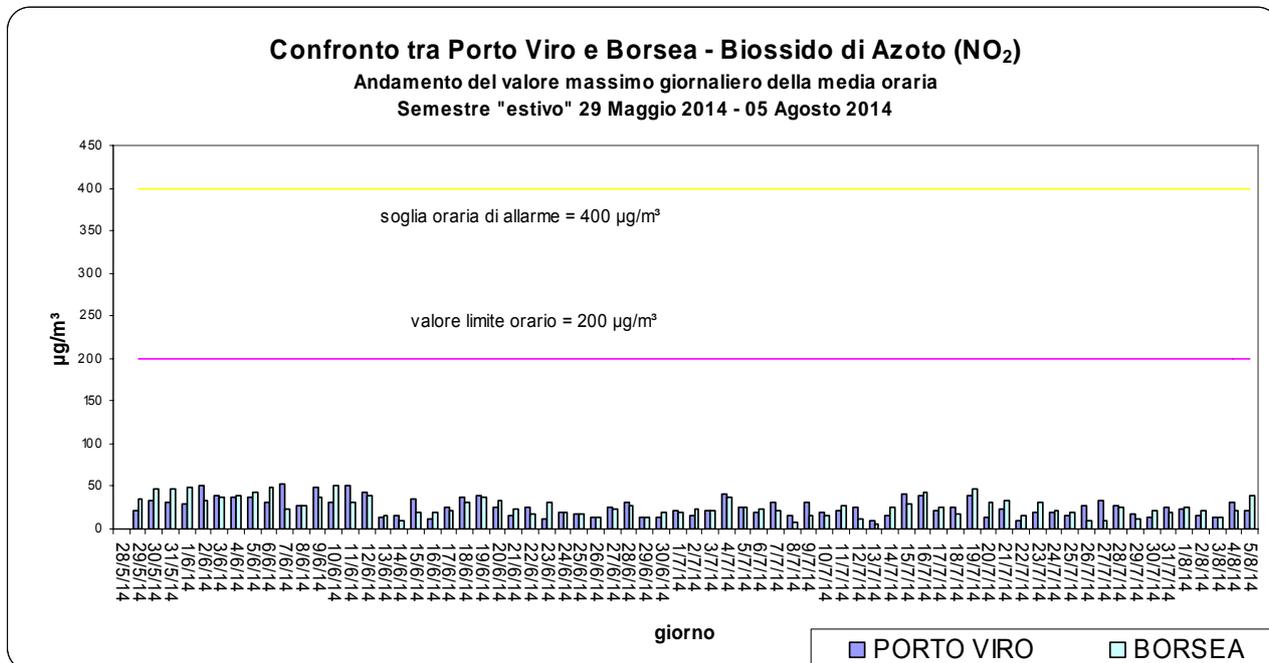
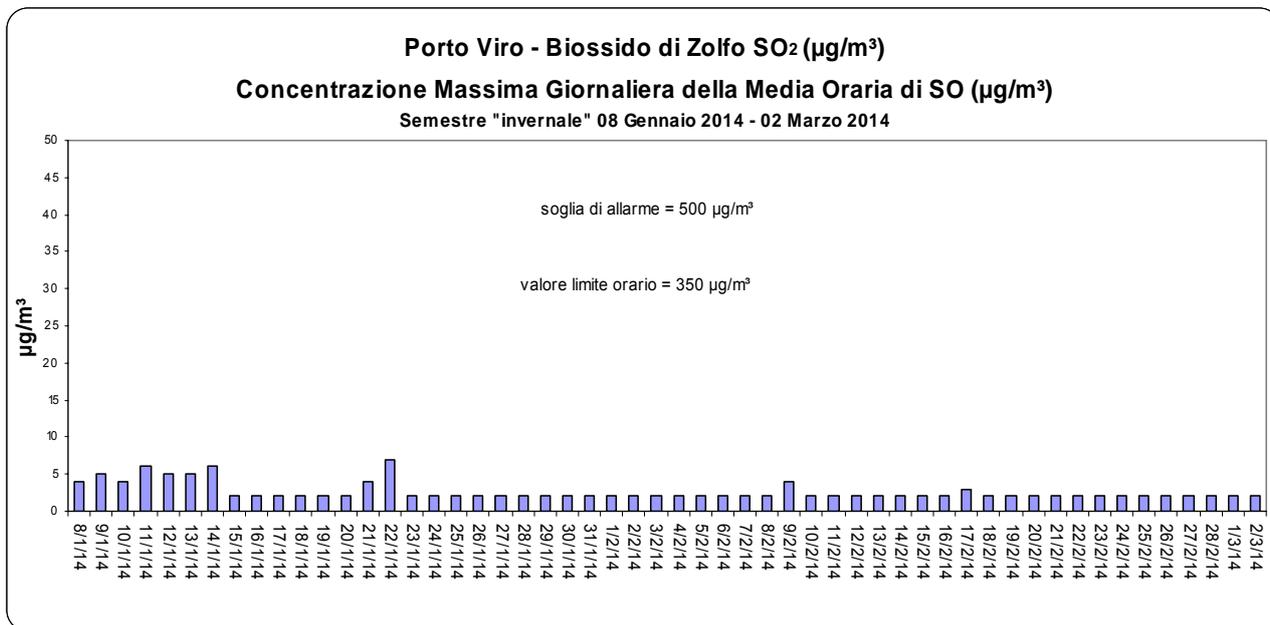


Grafico 3 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di SO₂ (µg/m³).

Semestre “invernale”



Semestre “estivo”

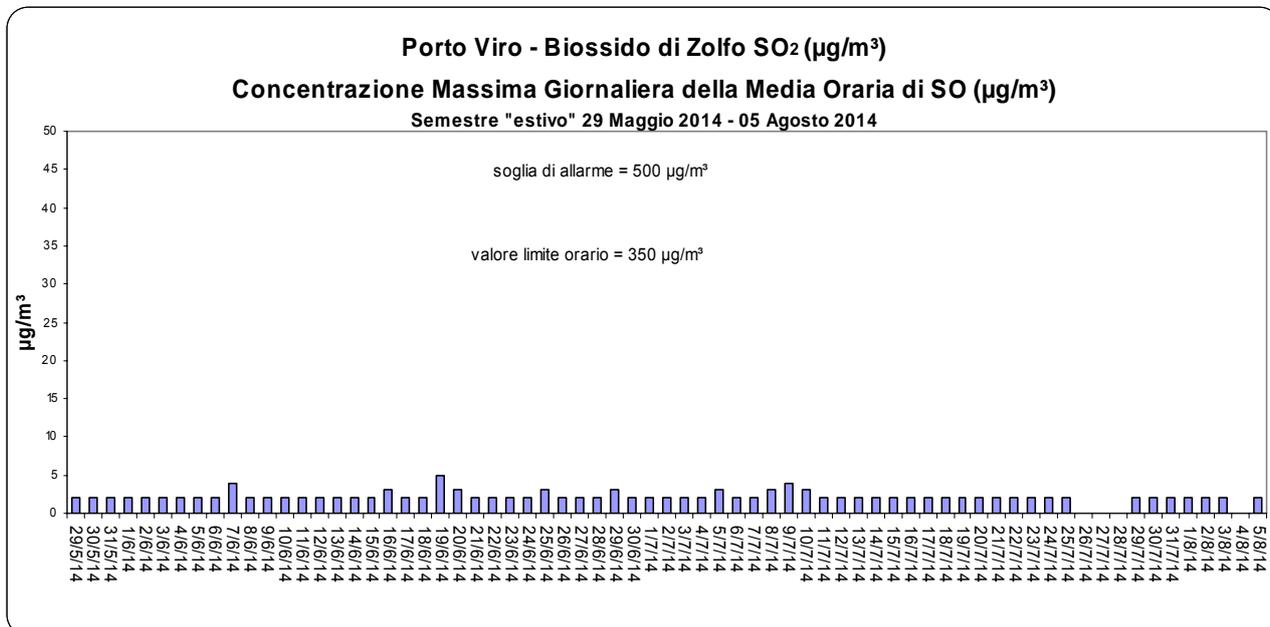
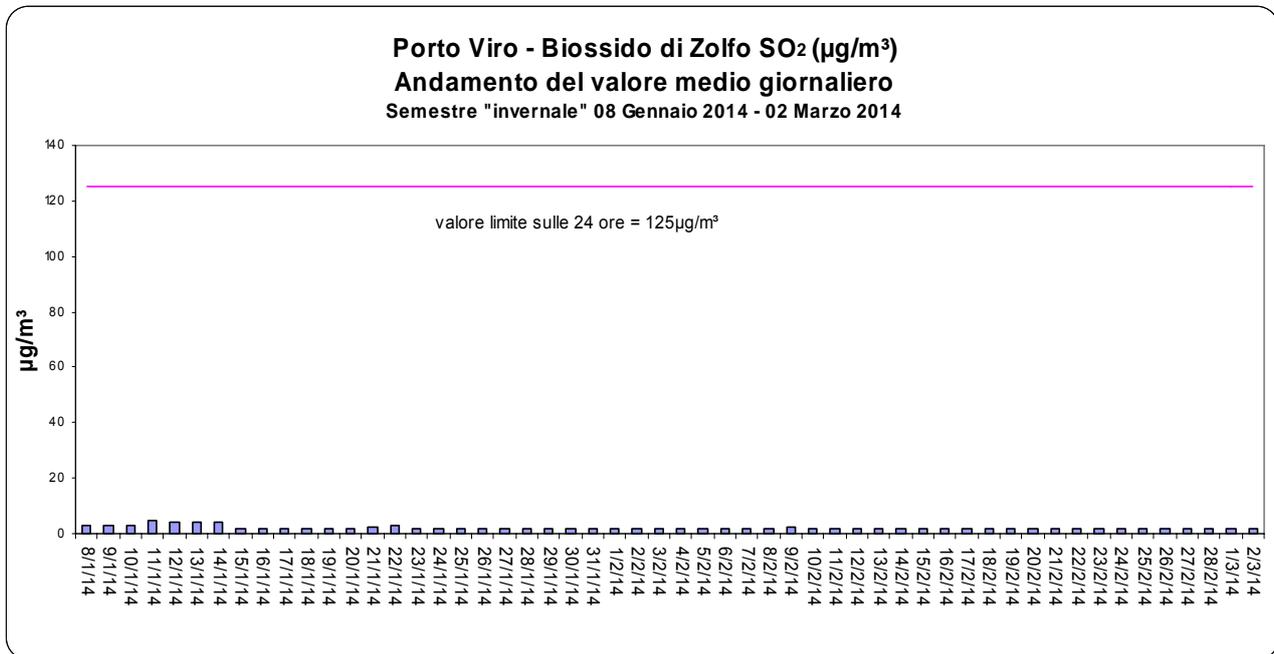


Grafico 4 – Concentrazione Media Giornaliera di SO₂ (µg/m³).

Semestre “invernale”



Semestre “estivo”

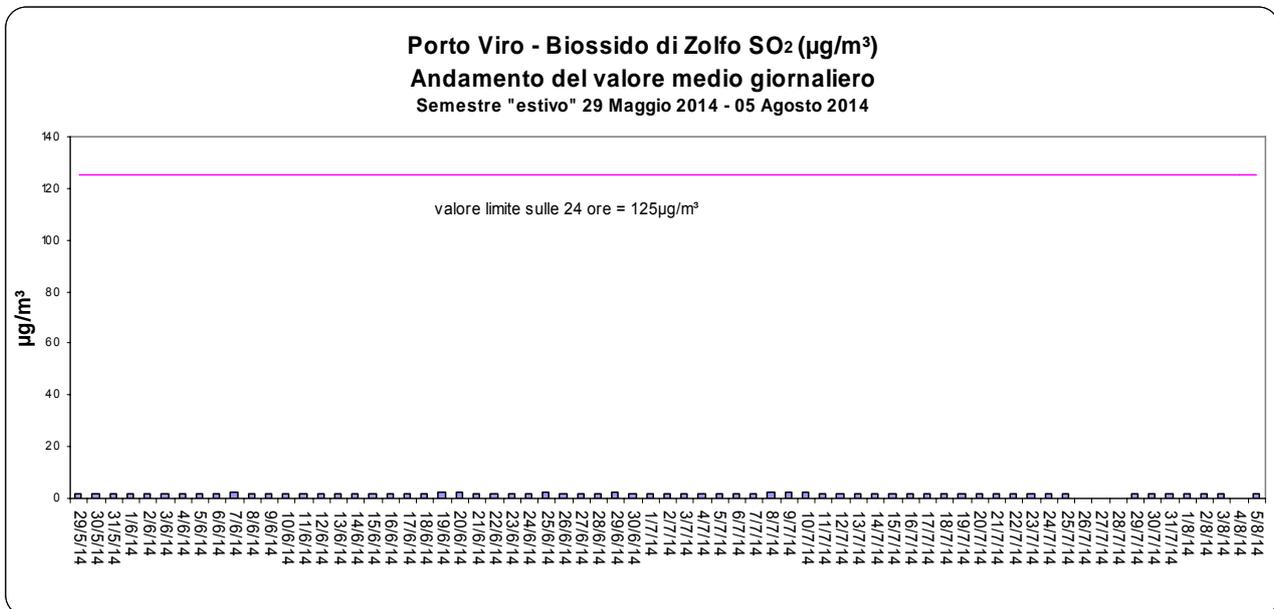
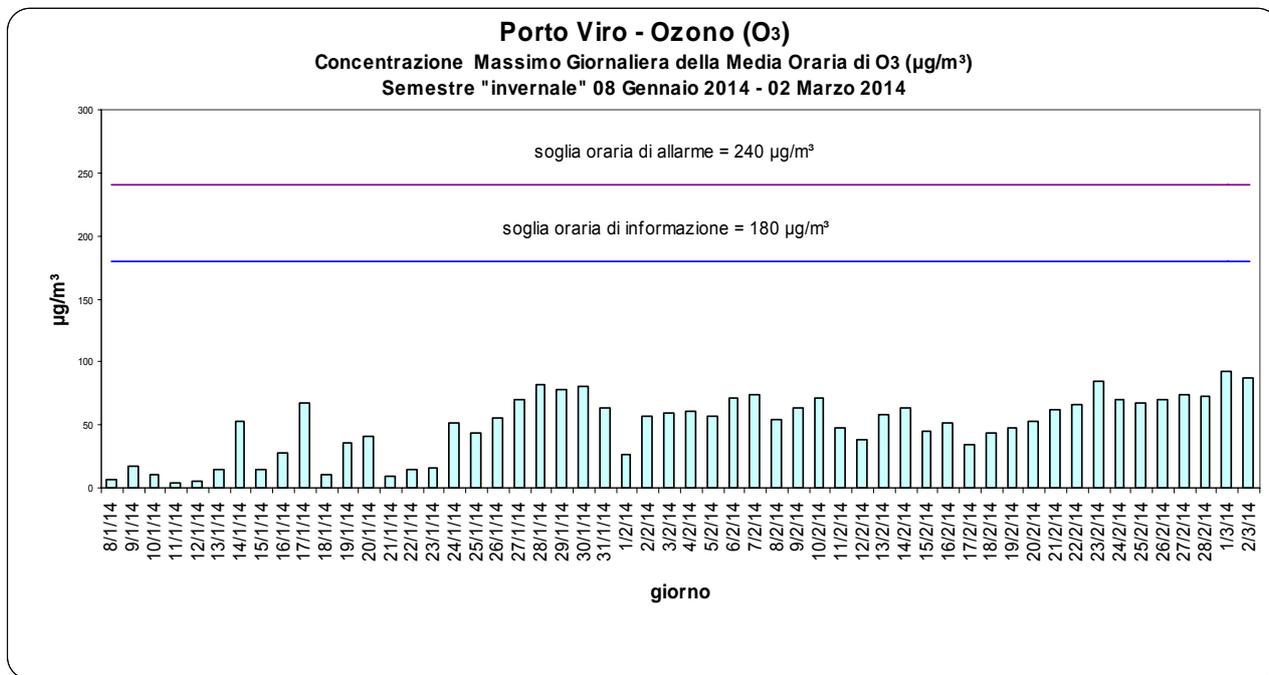


Grafico 5 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di O₃ (µg/m³)

Semestre “invernale”



Semestre “estivo”

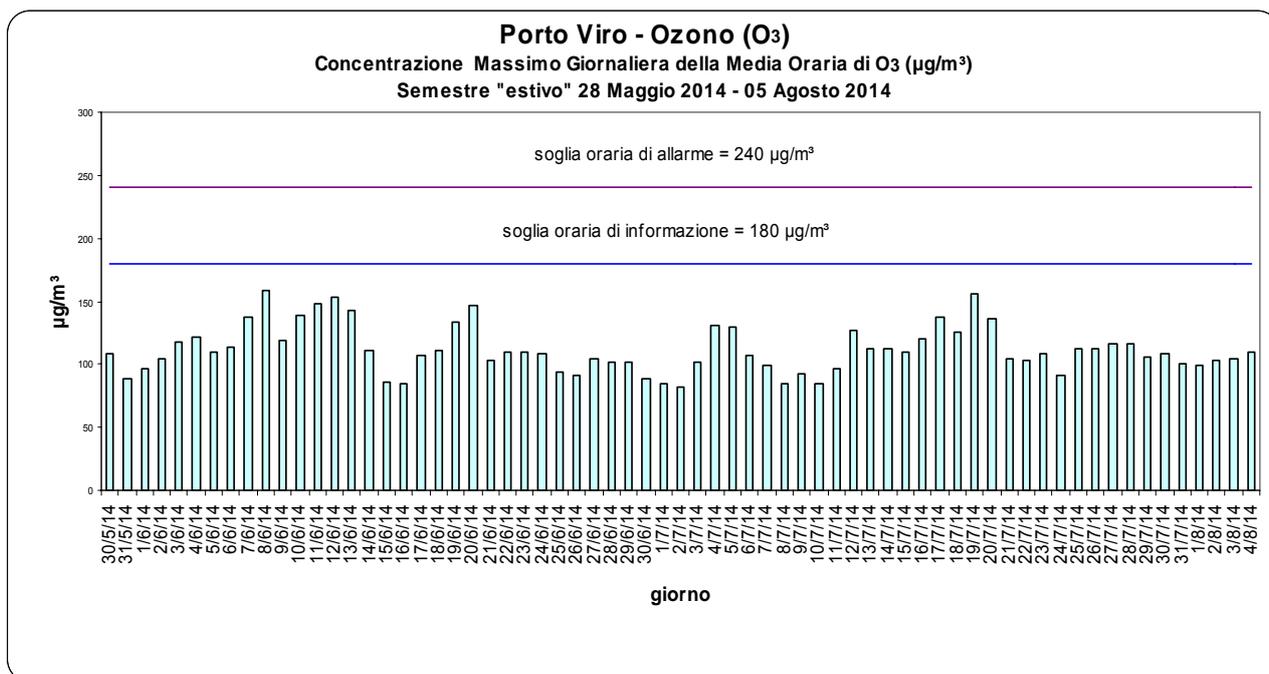
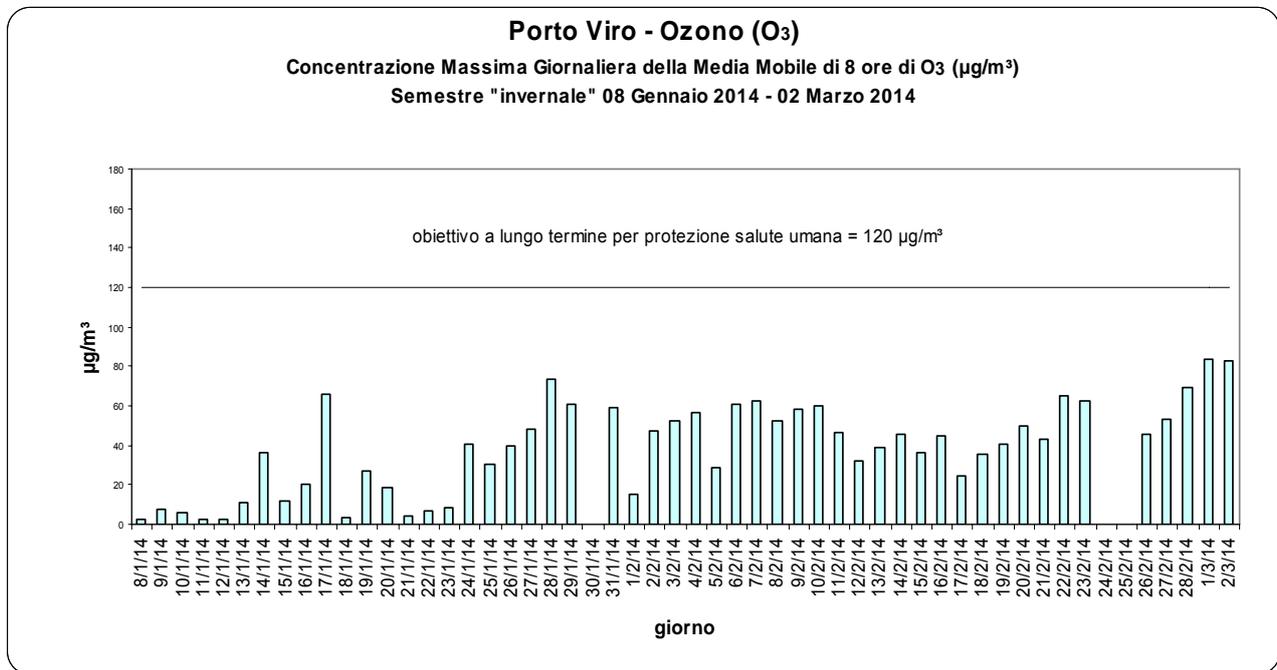


Grafico 6 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di O₃ (µg/m³).

Semestre “invernale”



Semestre “estivo”

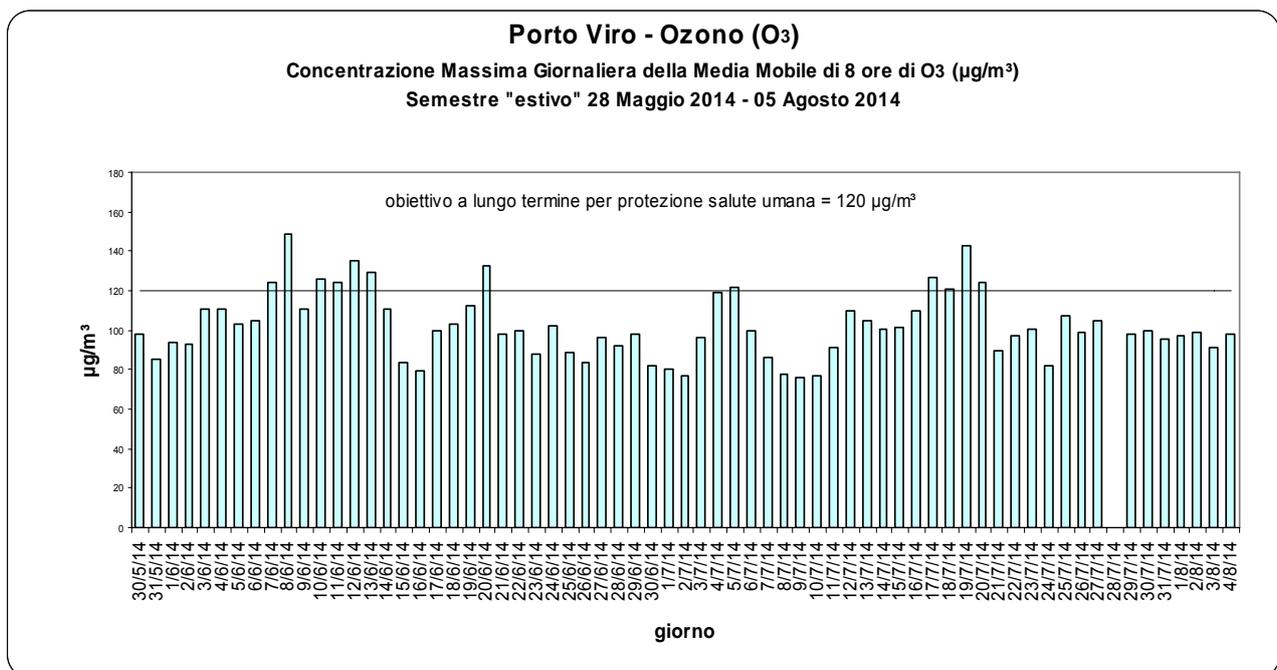
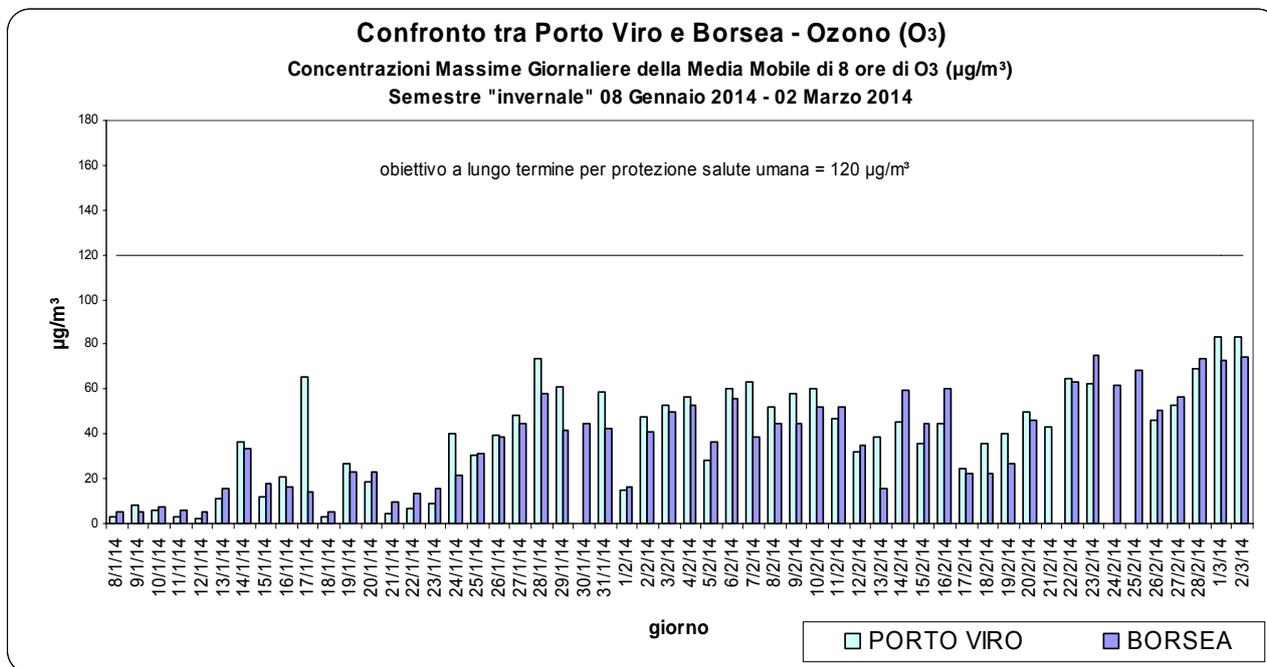


Grafico 7 – Confronto tra Ramodipalo e Borsea - Ozono (O₃)

Concentrazioni Massime Giornaliere della Media Mobile di 8 ore di O₃ (µg/m³)

Semestre "invernale"



Semestre "estivo"

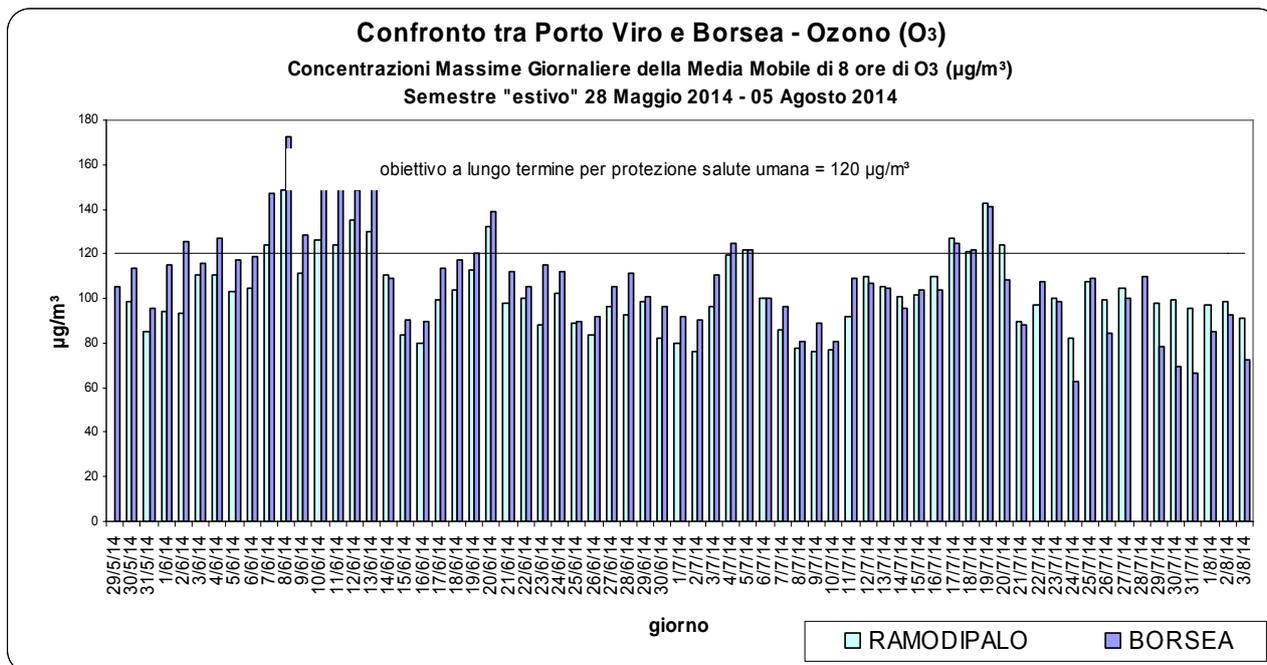
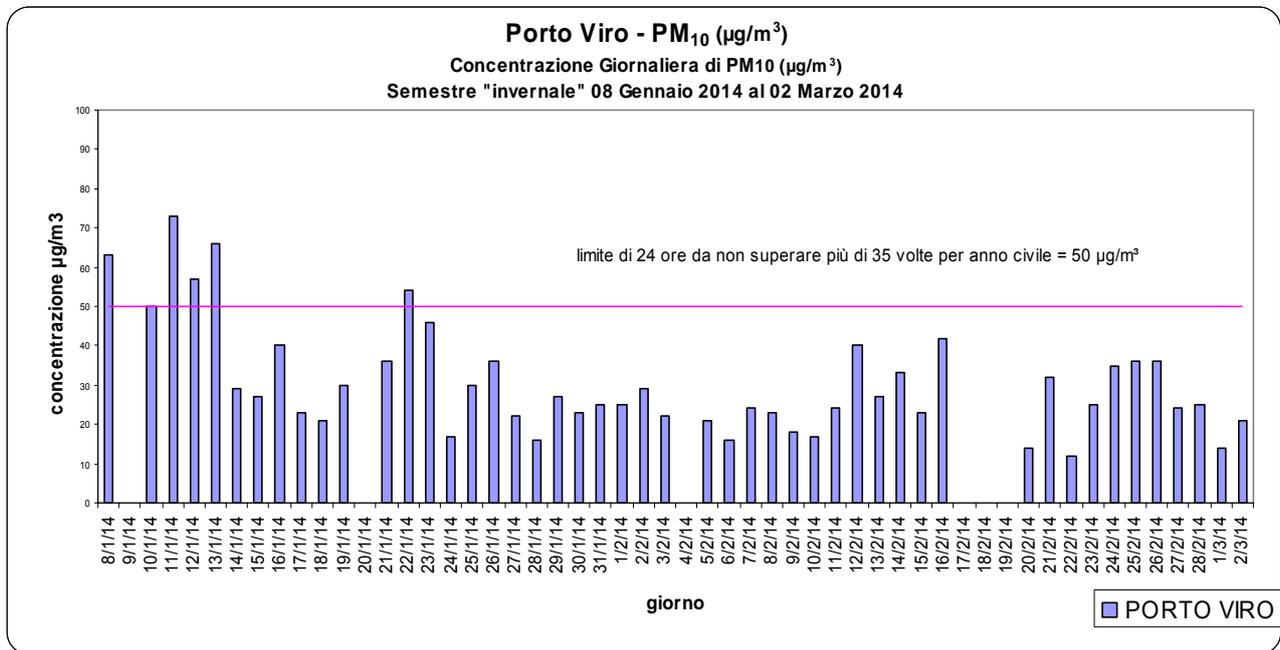


Grafico 8 – Concentrazione Giornaliera di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Semestre “invernale”



Semestre “invernale”

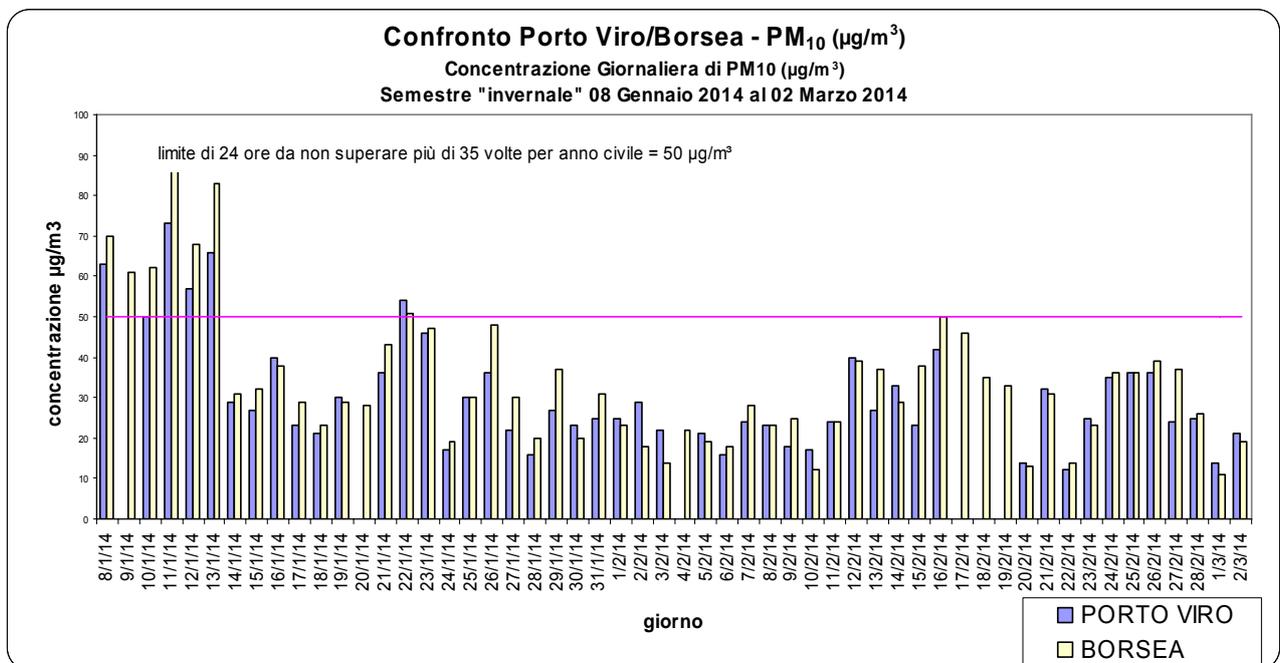
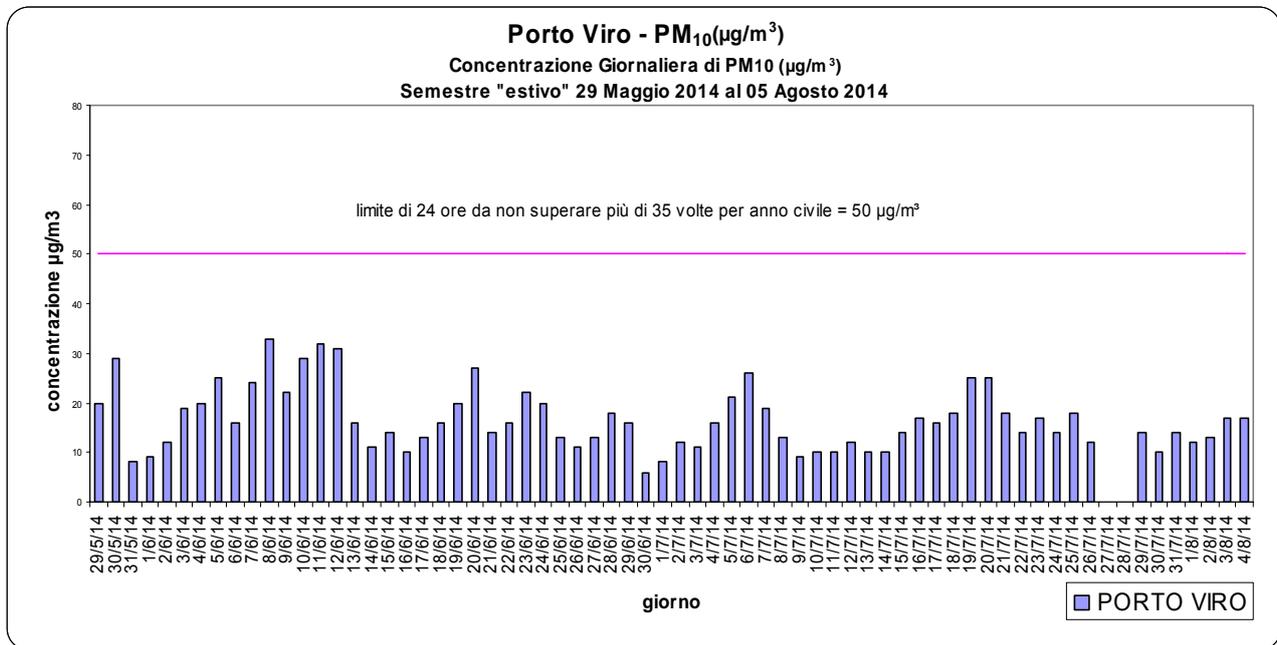


Grafico 9 – Concentrazione Giornaliera di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Semestre “estivo”



Semestre “estivo”

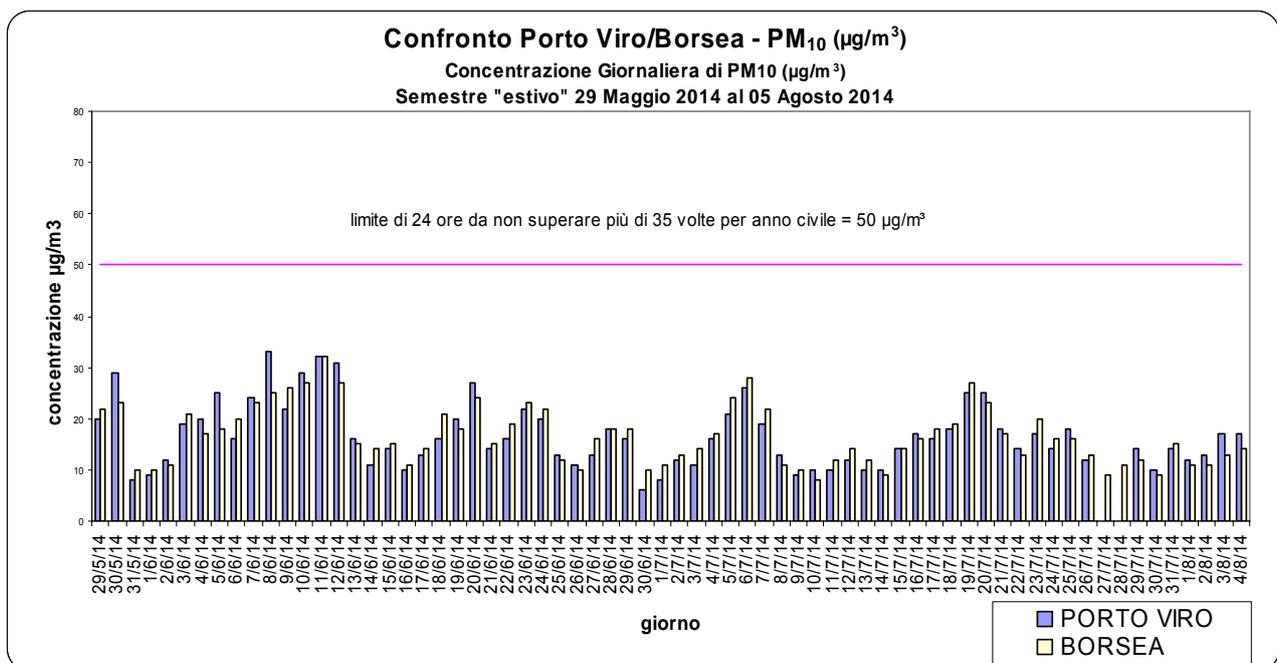
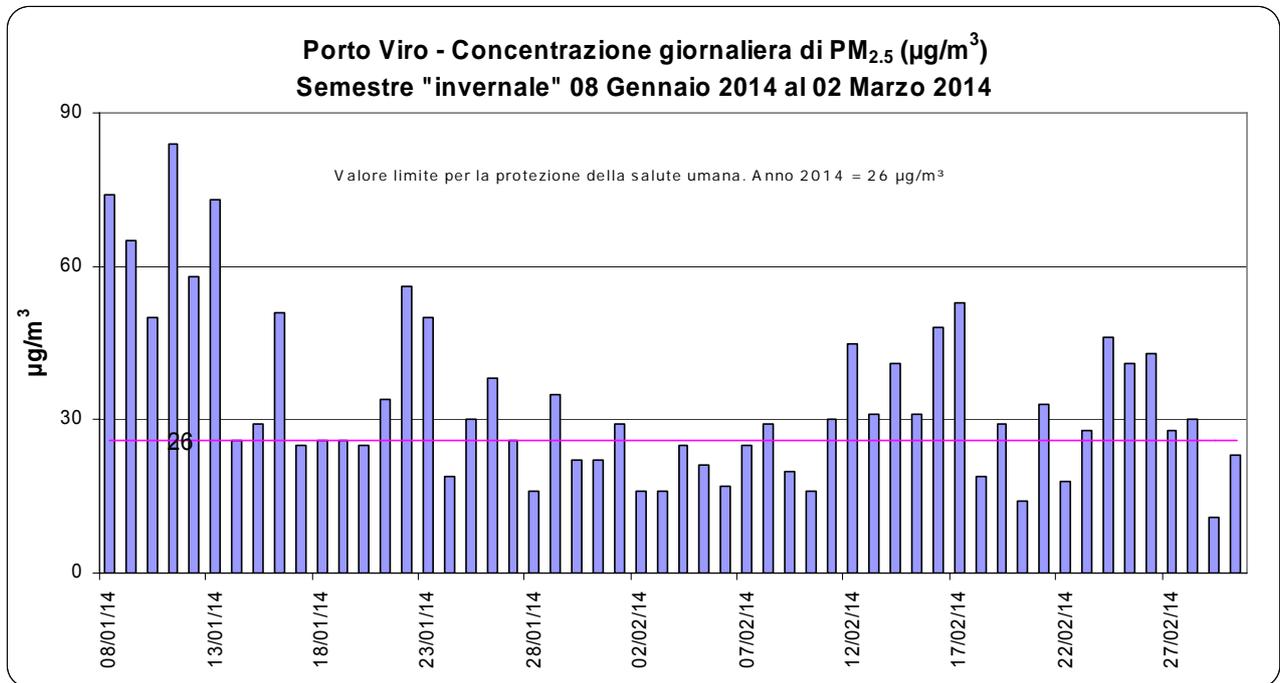
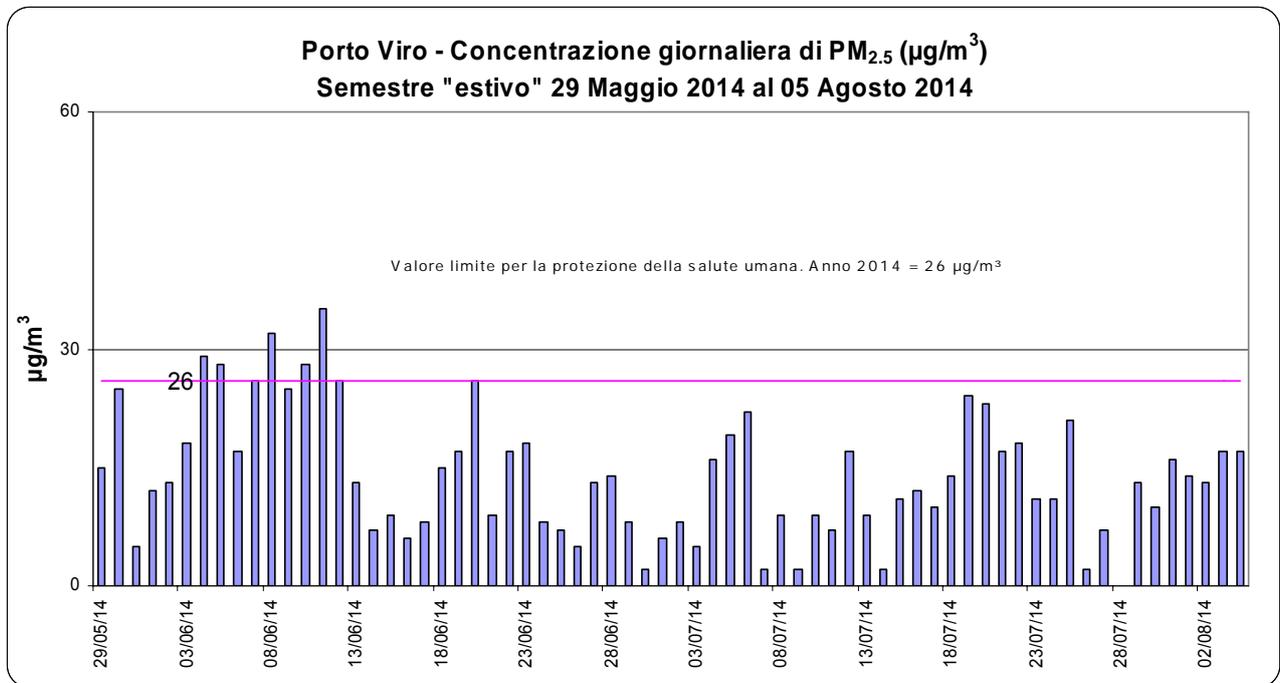


Grafico 10 – Concentrazione Giornaliera di PM_{2,5} (µg/m³).

Semestre “invernale”



Semestre “estivo”



GLOSSARIO

Agglomerato:

zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente: 1) una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure 2) una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km² superiore a 3.000 abitanti.

AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)

espresso in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

Background (stazione di)

Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito

Fattore di emissione

Valore medio (su base temporale e spaziale) che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione (ad es. kg di inquinante emesso per tonnellata di prodotto o di combustibile utilizzato).

Industriale (stazione)

Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe

Inquinante

Qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso.

Inventario delle emissioni

Serie organizzata di dati, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da sorgenti naturali e/o da attività antropiche. Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere tramite misure dirette, campionarie o continue o tramite stima.

IQA (Indice di Qualità dell'Aria)

E' una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria.

Margine di tolleranza:

Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal D.Lgs. 155/2010.

Media mobile (su 8 ore)

La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima

giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

Obiettivo a lungo termine

Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente

Percentile

I percentili o quantili, sono parametri di posizione che dividono una serie di dati in gruppi non uguali, ad esempio un quantile 0.98 (o 98° percentile), è quel valore che divide la serie di dati in due parti, nella quale una delle due ha il 98% dei valori inferiore al dato quantile. La mediana rappresenta il 50° percentile. I percentili si calcolano come la mediana, ordinando i dati in senso crescente e interpolando il valore relativo al quantile ricercato.

Soglia di allarme

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

Soglia di informazione

livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste.

Sorgente (inquinante)

Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (acque, sole, foreste) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda della quantità di inquinante emessa e delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

Traffico (stazione di)

Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

Valore limite

Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

Valore obiettivo

Concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito mediante tutte le misure che non comportino costi sproporzionati.

Zonizzazione

Suddivisione del territorio in aree a diversa criticità relativamente all'inquinamento atmosferico, realizzata in conformità al D.Lgs. 155/2010.