Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Comune di Arcugnano

Località Torri di Arcugnano
Via Monte Lungo

Periodo di attuazione:
27/05/2015 – 06/07/2015 (semestre estivo)
25/11/2015 – 11/01/2016 (semestre invernale)

RELAZIONE TECNICA

ARPAV

Commissario Straordinario

Alessandro Benassi

Dipartimento Provinciale di Vicenza

Giancarlo Cunego

Progetto e realizzazione

Servizio Stato dell'Ambiente

Ugo Pretto

Francesca Mello, Antonio Carollo

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

In copertina
Arcugnano – Lago di Fimon

La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Vicenza 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. 13
8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria) pag. 17
9. Riepilogo dati storici PM10 e Ozono pag. 18
10. Conclusioni pag. 19

ALLEGATO 1 (*grafici con i dati richiamati al punto 7*) pag. 20
ALLEGATO 2 Glossario pag. 27

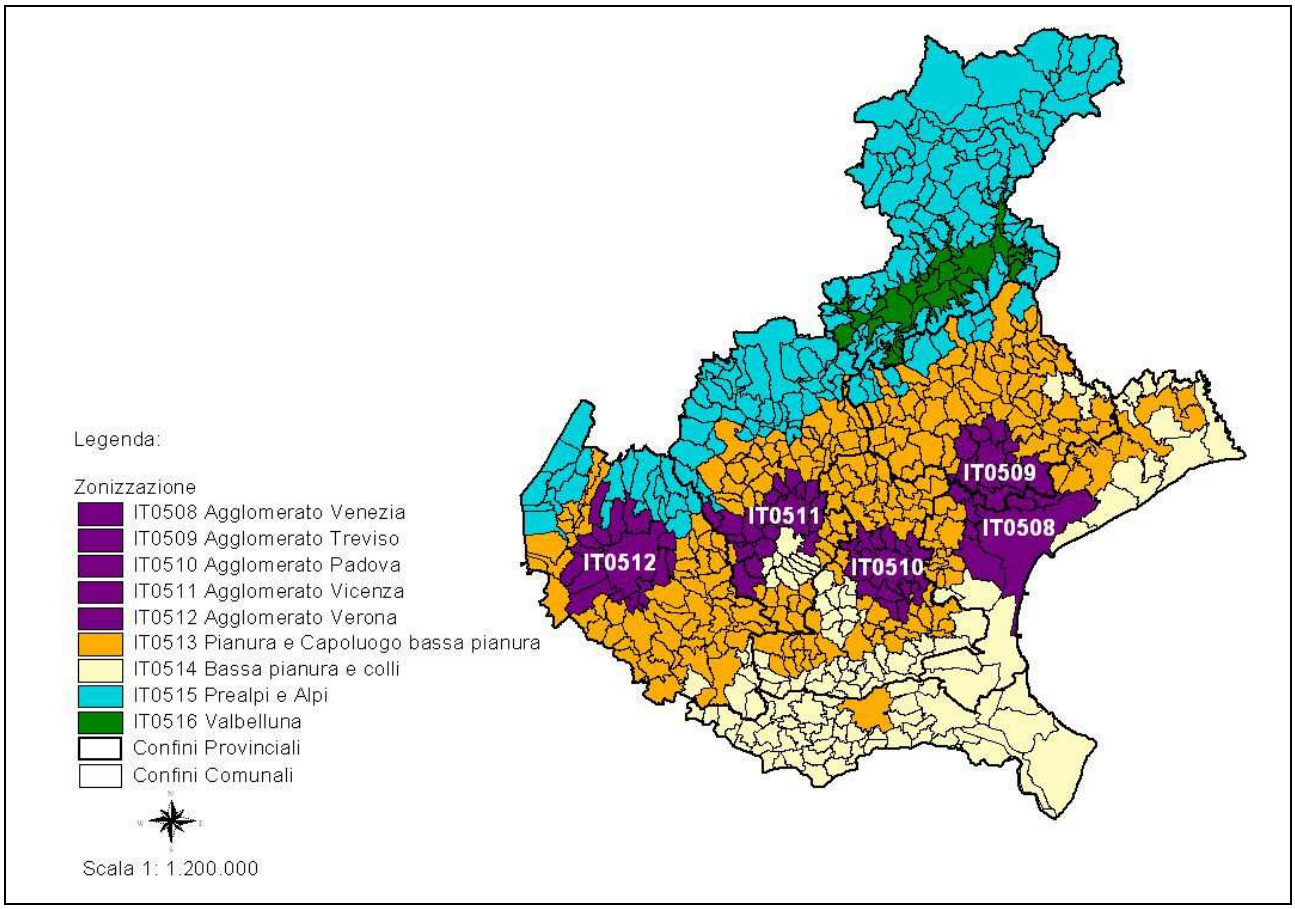
\

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna

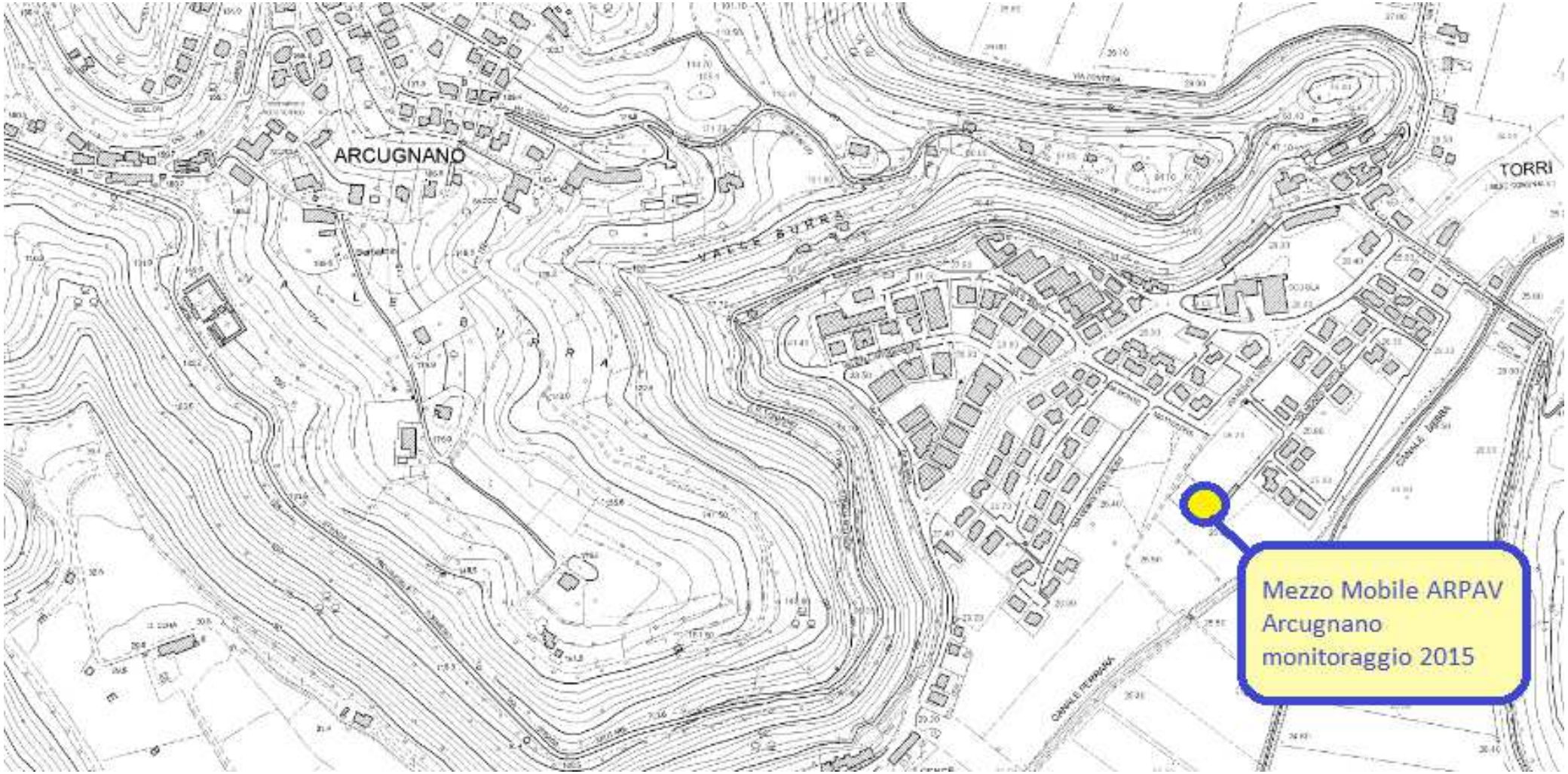
La campagna è stata richiesta dal Comune di Arcugnano tramite posta elettronica del 21/07/2014, acquisita al prot. ARPAV n. 73416/X.50.02 del 21/07/2014. Con nota prot. ARPAV n. 41734/X.50.02 del 27/04/2015 è stata confermata la disponibilità a procedere alle misure con il mezzo mobile.
Il monitoraggio permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria nel territorio comunale.
Di seguito si dà conto degli aspetti specifici della campagna. Nelle conclusioni è riportato un giudizio sintetico sugli esiti del monitoraggio.

2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile si è svolta dal 27/05/2015 al 06/07/2015, nel semestre estivo, e dal 25/11/2015 al 11/01/2016 nel semestre invernale. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di Arcugnano ed è di tipologia "Background Urbano" (UB). Il comune di Arcugnano ricade nella zona "Bassa Pianura e Colli", ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Mappa 1.
In Mappa 2 è indicata l'ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio, dalla carta tecnica regionale 1:10000.



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



Mappa 2. Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio carta tecnica regionale 1:10000

3. Contestualizzazione meteo climatica.

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 stati individuati in maniera soggettiva in base ad un campione pluriennale di dati.

Semestre estivo

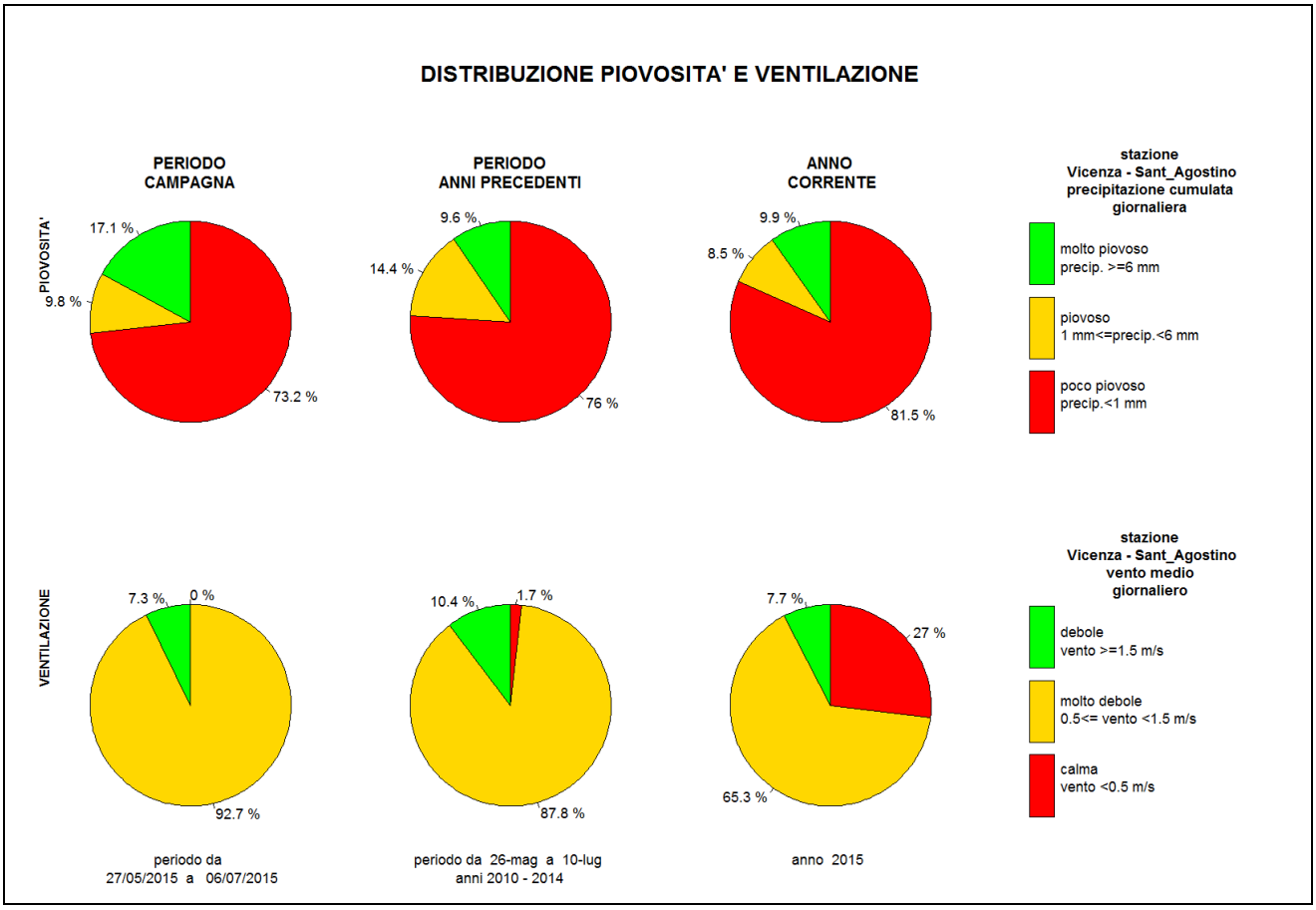


Figura 1: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente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

Il sito di svolgimento della campagna di misura si trova nella località di Torri di Arcugnano in una zona pianeggiante circondata da bassi rilievi orografici (circa 100-200 m, zona nord dei Colli Berici), all'interno della quale non è in funzione alcuna stazione meteorologica gestita da ARPAV. Per analizzare la situazione meteorologica è stata utilizzata la stazione di Vicenza Sant'Agostino (codice 451). Quest'ultima è dotata di anemometro a 2 m, è ubicata in una zona relativamente pianeggiante a nord dei Colli Berici ed è posta a nord-ovest rispetto all'area della campagna di misura a una distanza di circa 5 km. Nonostante la relativa vicinanza, la presenza di una barriera orografica poco elevata (100-200 m) tra le due località fa ritenere la stazione 451 rappresentativa

per confrontare la piovosità e la ventosità nel periodo di svolgimento della campagna di misura con quella dei periodi di riferimento, ma non perfettamente corrispondente per quanto riguarda il regime dei venti specifico dell'area in esame. Inoltre, dal momento che i venti rilevati a 2 m sono meno intensi di quelli rilevati a quota 10 m, per effettuare il confronto sulla ventosità è stata adoperata una scala che permetta di apprezzare eventuali differenze fra valori di bassa intensità del vento.

Nella Figura 1 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV di Vicenza Sant'Agostino in tre periodi:

- 27 maggio - 6 luglio 2015, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 26 maggio - 10 luglio dall'anno 2010 all'anno 2014 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 1 gennaio – 31 dicembre 2015 (ANNO CORRENTE).

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

- la percentuale dei giorni molto piovosi è stata più alta rispetto a quella di entrambi i periodi di riferimento;
- non sono stati registrati giorni con calma di vento; inoltre rispetto ai due periodi di riferimento sono stati più frequenti i giorni con vento molto debole (condizioni di debole dispersione), con uno scarto maggiore rispetto all'anno corrente.

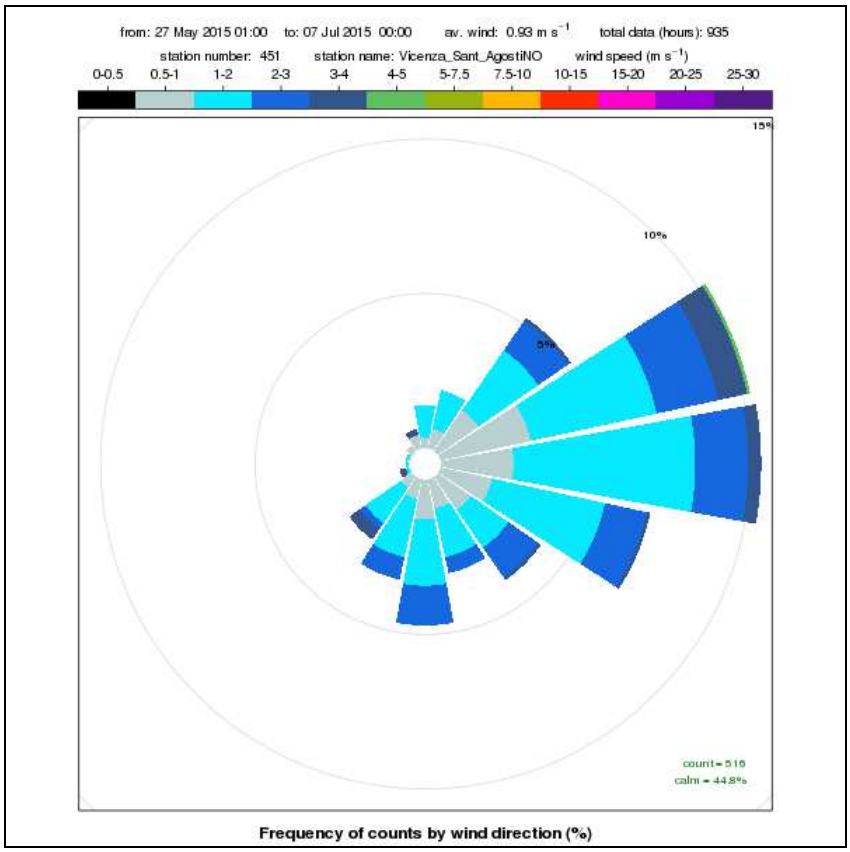


Figura 2: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Vicenza Sant'Agostino nel periodo 27 maggio - 7 luglio 2015

In Figura 2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione 451 durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzioni prevalenti di provenienza del vento sono est e nord-est (entrambe circa 10% dei casi), seguite da sud-est (circa 7%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 45%; la velocità media pari a circa

0.9 m/s. Si ricorda che, a causa della presenza di rilievi orografici, la rosa dei venti registrati a Vicenza Sant'Agostino potrebbe essere non completamente rappresentativa del regime dei venti nell'area di svolgimento della campagna di misura.

Semestre invernale

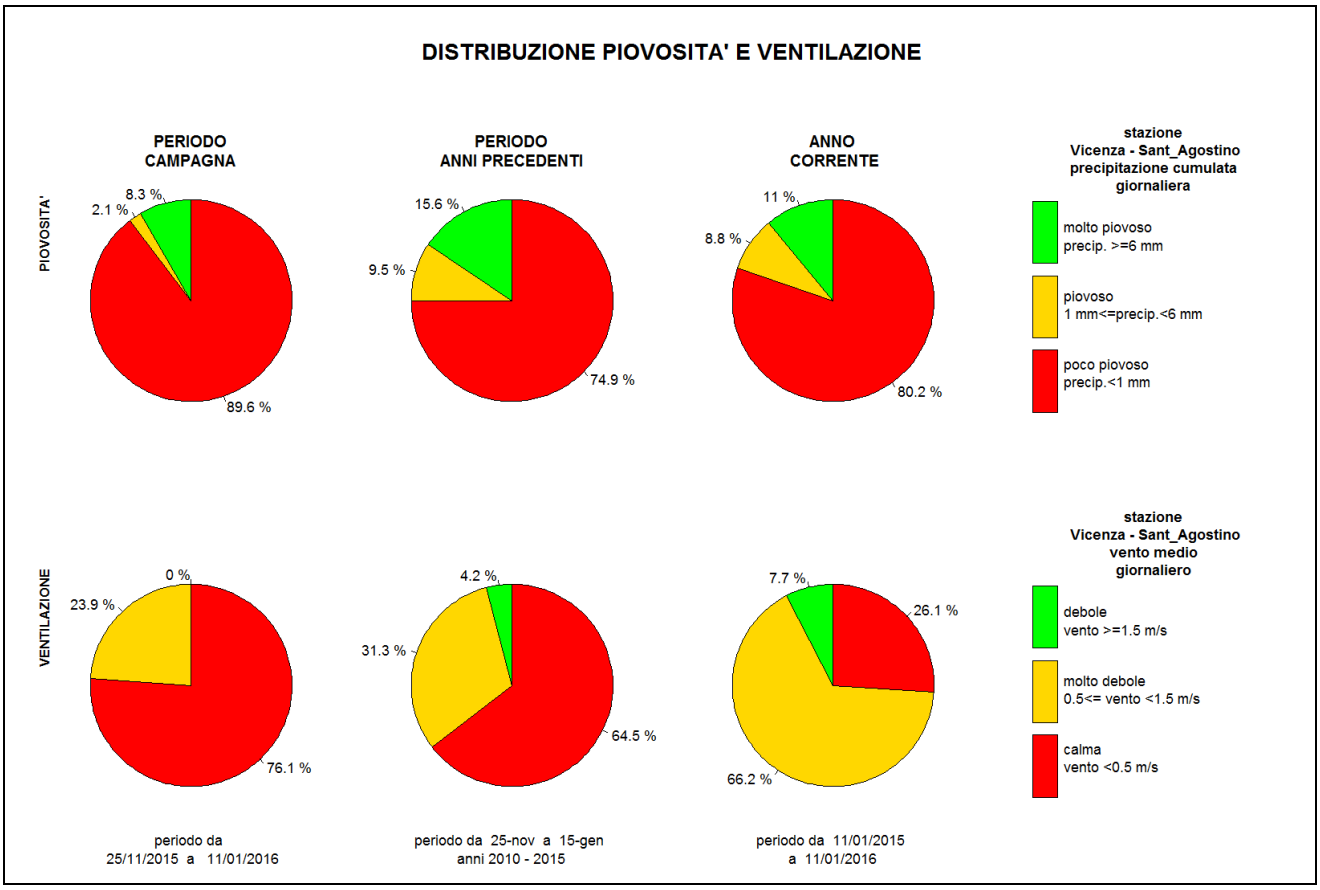


Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente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

Nella figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV di Vicenza Sant'Agostino in tre periodi:

- 25 novembre 2015 - 11 gennaio 2016, periodo di svolgimento della campagna di misura;
- 25 novembre - 15 gennaio dall'anno 2010 all'anno 2015 (pentadi di riferimento, cioè PERIODO ANNI PRECEDENTI);
- 11 gennaio 2015 – 11 gennaio 2016 (ANNO CORRENTE).

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

- i giorni poco piovosi sono stati più frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento, con uno scarto maggiore rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti;
- i giorni con calma di vento sono stati ben più frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento, con un scarto maggiore rispetto all'anno in corso (con una frequenza circa tre volte maggiore).

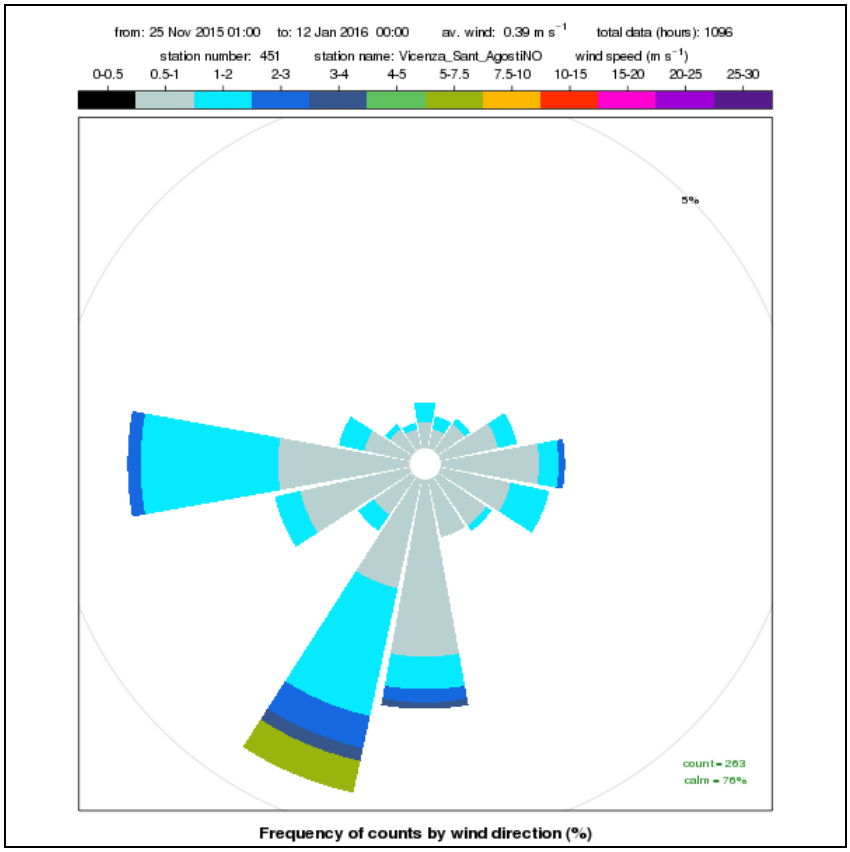


Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Vicenza Sant'Agostino nel periodo 25 novembre 2015 - 11 gennaio 2016

In Figura 4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione 451 durante lo svolgimento della campagna di misura. Risulta molto elevata la frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) che è stata pari a circa 76%, mentre la velocità media è stata di circa 0.4 m/s. Le direzioni prevalenti restano sotto il 5%: sud-sudovest e ovest (entrambe circa 4% dei casi) e sud (circa 3%). Si ricorda che, a causa della presenza di rilievi orografici, la rosa dei venti registrati a Vicenza Sant'Agostino potrebbe essere non completamente rappresentativa del regime dei venti nell'area di svolgimento della campagna di misura.

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), biossido di zolfo (SO_2), biossido di azoto (NO_2), ossidi di azoto (NO_X), ozono (O_3), benzene (C_6H_6), polveri sottili (PM10).
Contestualmente alle misure eseguite in continuo, sui campioni di PM10 sono stati poi determinati in laboratorio gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), con riferimento al benzo(a)pirene, ed elementi in tracce quali arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb).

Per tutti gli inquinanti considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE.

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, correlati all'esposizione acuta della popolazione e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, correlati all'esposizione cronica della popolazione. 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 relativi all'esposizione acuta.*

Inquinante	Tipologia	Valore
SO_2	Soglia di allarme (*)	**500** $\mu g/m^3$
	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	**350** $\mu g/m^3$
	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	**125** $\mu g/m^3$
NO_2	Soglia di allarme (*)	**400** $\mu g/m^3$
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	**200** $\mu g/m^3$
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	**50** $\mu g/m^3$
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	**10** mg/m^3
O_3	Soglia di informazione (Media 1 h)	**180** $\mu g/m^3$
	Soglia di allarme (Media 1 h)	**240** $\mu g/m^3$
	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** $\mu g/m^3$
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	**120** $\mu g/m^3$

(*) misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km^2, oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

***Tabella 2-** Limiti di legge relativi all'esposizione cronica.*

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 2013)
	Valore obiettivo (media su anno civile)	**25** µg/m^3
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
B(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

5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti convenzionali e non, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 e realizzano acquisizione, misura e registrazione dei risultati in modo automatico.
Il campionamento del particolato inalabile PM10 (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) è stato realizzato con una linea di prelievo, 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 IPA (benzo(a)pirene) e del PM10 sono state effettuate 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 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 dei dati 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 o 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 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, 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 (1 ottobre - 31marzo) ed in quello estivo (1 aprile – 30 settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell’atmosfera.
Anche per gli IPA e per gli altri metalli la percentuale per le misurazioni indicative è pari al 14% (con una resa 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 raggiungere gli obiettivi per la qualità dei dati deve essere maggiore al 10% durante l’estate (pari a 36 giorni/anno) con una resa del 90%.

L’efficienza della raccolta <u>dati orari</u> nel comune di Arcugnano è riepilogata nel seguente elenco:

monossido di carbonio: 82 giorni validi; ore valide nell’intero periodo 93%
biossido di zolfo: 82 giorni validi; ore valide nell’intero periodo 91%
biossido di azoto: 86 giorni validi; ore valide nell’intero periodo 96%
benzene: 78 giorni validi; ore valide nell’intero periodo 92%
ozono: 86 giorni validi, dei quali 41 nel sem. estivo; ore valide nell’intero periodo 96%

L’efficienza della raccolta <u>dati giornalieri</u> nel comune di Arcugnano è riepilogata nel seguente elenco:

PM10: 86 giorni validi
IPA 27 giorni nel primo e 31 giorni nel secondo periodo, equivalente al 16% annuo
Metalli 27 giorni complessivi, equivalente al 7% annuo

7. Analisi dei dati rilevati

Monossido di carbonio (CO)
Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio, espressa come massima media mobile giornaliera, non ha mai superato il valore limite.
In Allegato 1 il Grafico 1 rappresenta la massime medie mobili giornaliere dei due periodi.

Biossido di azoto (NO_2) – Ossidi di azoto (NO_X)
Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato i valori di limite orario relativi all'esposizione acuta (Allegato 1 – Grafico 2).
Relativamente all'esposizione cronica, la media delle concentrazioni orarie misurate nel periodo estivo è stata di 10 µg/m^3, nel periodo invernale di 37 µg/m^3, ed infine la media ponderata dei due periodi è risultata pari a 25 µg/m^3, inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m^3.
Negli stessi periodi di monitoraggio la stazione fissa di background urbano di Vicenza quartiere Italia ha misurato rispettivamente 19 µg/m^3 e 48 µg/m^3 con una media complessiva di 35 µg/m^3.
La stazione fissa di background urbano di Schio ha misurato rispettivamente 11 µg/m^3 e 41 µg/m^3 con una media complessiva di 27 µg/m^3.
La media complessiva delle concentrazioni orarie di NO_X misurate nei due periodi a Arcugnano, è pari a 50 µg/m^3.
Il D.Lgs. 155/10 prevede per NO_X il limite annuale per la protezione degli ecosistemi di 30 µg/m^3
Il valore limite di protezione degli ecosistemi rappresenta un riferimento puramente indicativo in quanto il D.Lgs. 155/10 prevede caratteristiche definite del sito monitorato[1].

Biossido di zolfo (SO_2)
In entrambi i periodi di monitoraggio quasi la totalità delle medie orarie è risultata inferiore al limite di rivelabilità strumentale di 3 µg/m^3. Le poche misure rivelabili sono ampiamente inferiori ai limiti orari.

Ozono (O_3)
Durante il monitoraggio la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato il limite di 240 µg/m^3, definito come "soglia di allarme". **Il valore di 180 µg/m^3, indicato come "soglia di informazione", è stato superato per 9 ore.** (Allegato 1 – Grafico 3). Nello stesso periodo la soglia di informazione è stata superata per 9 ore presso la stazione di Vicenza quartiere Italia e per 10 ore a Schio.
L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, pari a 120 µg/m^3 come media mobile 8 ore, **è stato superato in 28 giornate nella campagna relativa al semestre estivo** (Allegato 1 – Grafico 4) Nello stesso periodo a Vicenza quartiere Italia e a Schio ci sono stati rispettivamente 27 e 26 giorni di superamento del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.

[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.

Polveri atmosferiche inalabili (PM10)

La concentrazione media di polveri PM10 nel monitoraggio estivo è stata di 17 µg/m^3, in quello invernale di 47 µg/m^3 mentre la media ponderata dei due periodi è stata di 33 µg/m^3.

Il limite massimo giornaliero per la protezione della salute umana, di 50 µg/m^3, è stato superato per 20 giornate durante il monitoraggio invernale.

Al fine di confrontare queste misure rispetto ad una zona più ampia, nella Tabella A sono riportate le medie di PM10 e i superamenti del limite massimo giornaliero registrati presso Arcugnano ed i dati misurati negli stessi periodi presso le stazioni fisse di Vicenza quartiere Italia e di Schio, appartenenti rispettivamente alla zona "Agglomerato Vicenza" e "Pianura e Capoluogo di Bassa Pianura".

***Tabella A** – Confronto delle medie di periodo di PM10 misurate presso Arcugnano con quelle misurate a Vicenza – quartiere Italia e Schio. Semestri "estivo" e "invernale".*

		PM_{10} (µg/m^3)		
		Arcugnano	Vicenza quart. Italia	Schio via Vecellio
		Background Urbano	Background Urbano	Background Urbano
SEMESTRE ESTIVO	MEDIA	17	29	19
	n° superamenti	0	0	0
	n° dati	41	40	41
	% superamenti	0%	0%	0%
SEMESTRE INVERNALE	MEDIA	47	62	45
	n° superamenti	20	36	14
	n° dati	45	47	46
	% superamenti	44%	77%	30%
SEMESTRE ESTIVO E INVERNALE	MEDIA PONDERATA	33	47	32
	n° superamenti	20	36	14
	n° dati	86	87	87
	% superamenti	23%	41%	16%

A partire dai dati disponibili, è stata realizzata una stima dei valori annuali di PM10 nel sito di Arcugnano, al fine di poterli inquadrare con i riferimenti normativi.

Il calcolo è stato eseguito ricorrendo ad un algoritmo di simulazione sviluppato dall'Osservatorio Aria dell'ARPAV (ORAR), che prevede l'utilizzo dei dati dell'intero anno di una stazione di riferimento e permette di ottenere la stima dei valori annuali dell'intero anno per il sito in cui il monitoraggio è sporadico. La stazione di riferimento è Vicenza quartiere Italia, che presenta un buon coefficiente di correlazione con i dati di Arcugnano.

I valori annuali estrapolati per il sito di Arcugnano sono:

Media annuale valori giornalieri: 29 µg/m^3 (limite media annuale 40 µg/m^3)

90° percentile annuale dei valori giornalieri: 65 µg/m^3

Superamenti del valore giornaliero di 50 µg/m^3: superiori a 35 giorni per l'anno 2015 (limite massimo di superamento 35 giorni/anno)

Benzene (C_6H_6)

La concentrazione media di benzene nel periodo invernale presso Arcugnano è risultata pari a 2.6 $\mu g/m^3$, mentre nello stesso periodo presso le stazioni fisse si misurava rispettivamente 2.2 $\mu g/m^3$ a Schio e 3.2 $\mu g/m^3$ a Vicenza San Felice. La media del periodo estivo a Arcugnano è risultata inferiore al limite di rivelabilità strumentale (1 $\mu g/m^3$) ed infine la media complessiva ponderata dei due periodi, pari a 1.7 $\mu g/m^3$ è ampiamente inferiore al valore limite annuale di 5.0 $\mu g/m^3$ (per il calcolo della media ponderata i dati inferiori al limite di rivelabilità strumentale sono stati trattati secondo quanto indicato al par. 5).

Oltre alla misura del benzene, sono stati misurati anche toluene, etilbenzene, orto meta e para xilene, inquinanti per i quali non c'è un limite normativo. Le medie di periodo sono risultate in genere prossime al limite di rivelabilità strumentale di 1 $\mu g/m^3$ eccetto il toluene che durante il periodo invernale presenta un valore medio di periodo di 5 $\mu g/m^3$. Nello stesso periodo la concentrazione media di toluene era pari a 10 $\mu g/m^3$ a Vicenza San Felice e 4 $\mu g/m^3$ a Schio.

Benzo(a)pirene [B(a)p] o Idrocarburi Policiclici Aromatici

Nel "semestre estivo" la media di periodo della concentrazione di benzo(a)pirene è stata" <0.1 ng/m^3, mentre nel "semestre invernale" la media è risultata 3.2 ng/m^3 ed infine la media ponderata dell'intero monitoraggio, complessivamente 58 giorni di misura, è di 1.7 ng/m^3.

Questi valori sono abbastanza simili a quelli misurati presso le stazioni fisse di Vicenza quartiere Italia e di Schio, come si può osservare dalla seguente Tabella B.

***Tabella B**– benzo(a)pirene: Confronto delle concentrazioni medie di periodo misurate a Arcugnano con quelle misurate presso le stazioni fisse. Semestri "estivo" e "invernale".*

	Benzo(a)pirene (ng/m^3)		
	Arcugnano Via Monte Lungo	Vicenza quartiere Italia	Schio via Vecellio
MEDIA CAMPAGNA ESTIVA	<0.1	<0.1	<0.1
MEDIA CAMPAGNA INVERNALE	3.2	3.9	3.5
MEDIA PONDERATA SEM. INVERNALE e ESTIVO	1.7	2.0	1.9

Nel Grafico 6 dell'Allegato 1 sono rappresentate le medie di benzo(a)pirene del periodo invernale rispetto ai valori medi annuali misurati presso le stazioni fisse.

Nella Tabella C sono indicate le medie degli idrocarburi policiclici aromatici, periodo invernale.

***Tabella C** – Idrocarburi policiclici aromatici: Confronto delle concentrazioni medie invernali misurate a Arcugnano e presso le stazioni fisse.*

	IPA (ng/m^3) media campagna inverno		
	Arcugnano via Monte Lungo UB	Vicenza quartiere Italia UB	Schio via Vecellio UB
Benzo(a)antracene	3.0	3.5	2.6
Benzo(a)pirene	3.2	3.9	3.5
Benzo(b)fluorantene	2.3	3.0	2.5
Benzo(ghi)perilene	2.7	3.3	2.9
Benzo(k)fluorantene	1.4	1.8	1.6
Crisene	2.4	3.1	2.4
Dibenzo(ah)antracene	0.2	0.2	0.2
Indeno(123-cd)pirene	2.4	2.7	2.5

Metalli (Pb, As, Cd, Ni)

L'arsenico ed il cadmio sono risultati in entrambi i periodi inferiori ai rispettivi limiti di rivelabilità analitica. Le medie complessive ponderate sono risultate inferiori al valore limite annuale per il piombo ed inferiori ai valori obiettivo per il nichel, cadmio ed arsenico.

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

	Arcugnano via Monte Lungo UB		
Metallo	monitoraggio estivo	monitoraggio invernale	Media ponderata
Arsenico ng/m^3	<1.0	<1.0	<1.0
Cadmio ng/m^3	<0.5	<0.5	<0.5
Nichel ng/m^3	2.5	3.8	3.2
Piombo µg/m^3	0.005	0.010	0.007

Arsenico limite di rivelabilità analitica: 1.0 ng/m^3
Cadmio limite di rivelabilità analitica: 0.5 ng/m^3

Nella Tabella E sono riportate le medie ponderate dei metalli misurati presso Arcugnano e Vicenza, per un confronto con i dati misurati negli stessi periodi.

Tabella E *– Valori medi delle concentrazioni di metalli registrate a Arcugnano e Vicenza*

	Media ponderata	
	Arcugnano via Monte Lungo UB	Vicenza quartiere Italia UB
Arsenico ng/m^3	<1.0	1.1
Cadmio ng/m^3	<0.5	<0.5
Nichel ng/m^3	3.2	8.9
Piombo µg/m^3	0.007	0.009

Arsenico limite di rivelabilità analitica: 1.0 ng/m^3
Cadmio limite di rivelabilità analitica: 0.5 ng/m^3

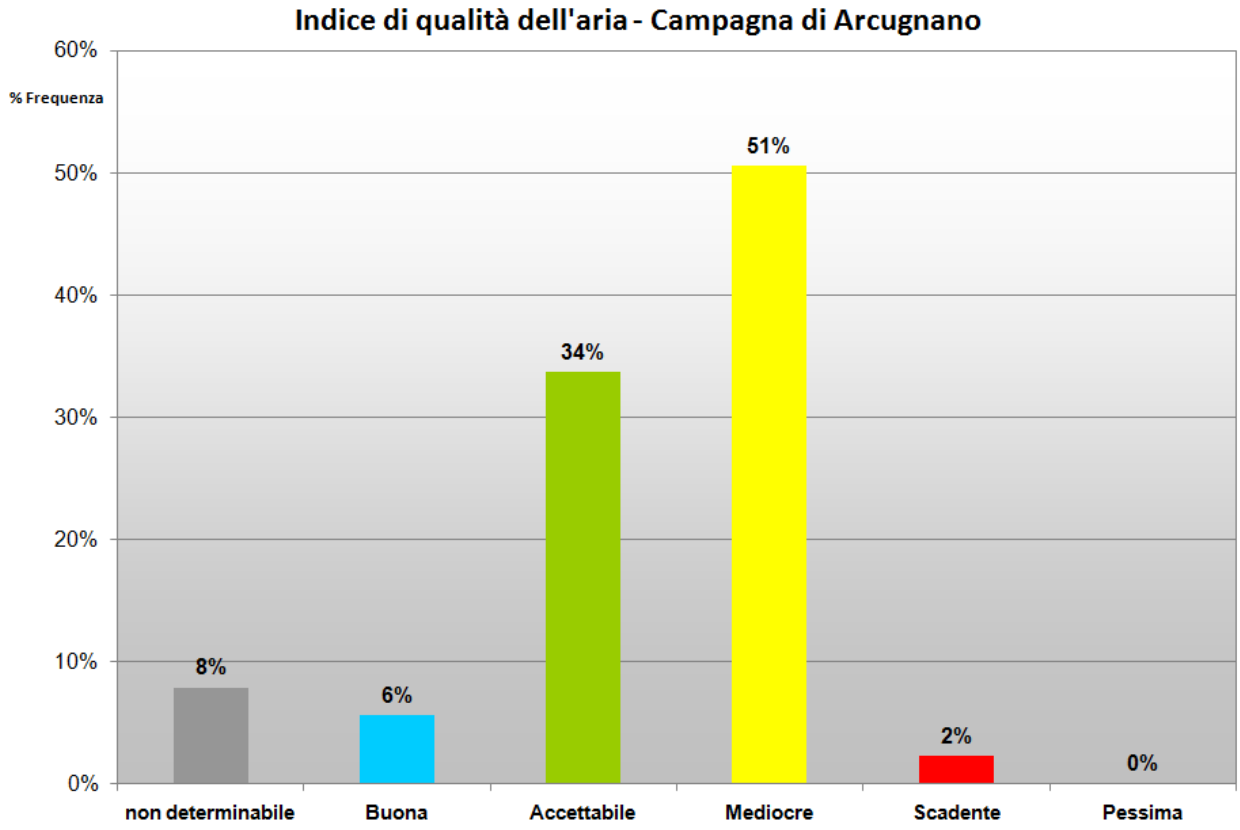
8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)

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 pagina web:
http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/indice-di-qualita-dellaria-iqa
In Figura 5 è riportata la frequenza di ciascuna classe dell'IQA, espressa in giorni %.

***Figura 5:** Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per la campagna Arcugnano 2015*



9. Riepilogo dati storici PM10 e Ozono

Il precedente monitoraggio nel comune di Arcugnano risale al 2004 e si è svolto in un solo periodo, dal 20/04/2004 al 28/05/2004, il cui intervallo è quasi coincidente con quello relativo al "semestre estivo" del monitoraggio 2015.
Nel 2004 il sito di monitoraggio era localizzato in via S.Giustina presso la scuola elementare Don Mistrorigo.

Considerato il lungo arco di tempo trascorso tra i due monitoraggi, l'elenco degli inquinanti misurati non è perfettamente sovrapponibile. Nel 2004 furono ricercati il metano e gli idrocarburi non metanici, che non sono presenti nella rosa del recente monitoraggio, nel quale sono state invece compiute analisi più frequenti degli idrocarburi policiclici aromatici, con riferimento normativo al benzo(a)pirene. monossido di carbonio, biossido di zolfo, biossido di azoto, ozono, PM10 e benzene sono stati ricercati in entrambi i monitoraggi. Vale la pena di ricordare che nel frattempo anche i valori di riferimento normativo sono in parte cambiati, in particolare per il PM10, per il quale nel 2004 valevano i limiti di 55 µg/m^3 come media giornaliera (oggi 50 µg/m^3) e 41.6 µg/m^3 come media annua (oggi 40 µg/m^3).

Premesso che dal confronto dei due monitoraggi non si può dedurre un vero e proprio trend sia per la scarsità di dati disponibili, anche relativi a periodi intermedi, sia per la variabilità dei fattori meteorologici, è comunque interessante osservare i risultati relativi a PM10 ed ozono ottenuti nel periodo aprile-maggio del 2004 e del 2015.

I risultati qui presentati sono tratti dalla relazione "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante stazione rilocabile - Arcugnano – via S.Giustina sc. el. Don Mistrorigo – 2004".

9.1 PM10

Tabella F *- PM10 Arcugnano dati dei monitoraggi riferiti ad* ***aprile-maggio*** *2004 e 2015*

	2004	2015
PM10 Media di periodo (µg/m^3)	25	17
Giorni di superamento lim. Media 24h (limite 55 µg/m^3)	0	--
Giorni di superamento lim. media 24h (limite 50 µg/m^3)	1	0
N dati validi	28	41

9.2 Ozono

Tabella G *- Ozono Arcugnano numero di superamento dei valori limite ed obiettivo riferiti ad aprile-maggio 2004 e 2015*

	2004	2015
n. ore di superamento soglia informazione 180 µg/m^3	1 ora	9 ore
n. giorni di superamento valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana 120 µg/m^3	11gg	28 gg

10. Conclusioni

I valori limite ed i valori obiettivo previsti dal D.L.gs 155/2010 sono stati ampiamente rispettati per quanto riguarda monossido di carbonio, biossido di zolfo, benzene, biossido di azoto, arsenico, cadmio, piombo, nichel.

I risultati dei due periodi di monitoraggio presso Arcugnano mettono in luce le criticità proprie delle rispettive stagioni: il PM10 ed il Benzo(a)pirene nel periodo invernale e l'ozono nel periodo estivo. Come descritto nella contestualizzazione meteo-climatica, nel periodo invernale i giorni con clima poco favorevole alla dispersione degli inquinanti si sono presentati con una frequenza superiore alla media del periodo.

Nelle misure di ozono ci sono state 9 ore di superamento della soglia di informazione e 28 giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana, pari a 120 µg/m^3 come massima media mobile giornaliera. I superamenti registrati presso a Arcugnano sono in linea con quelli registrati a Vicenza e Schio.

PM10: i giorni di superamento del limite di 50 µg/m^3 come massima media giornaliera sono stati 20, tutti durante il monitoraggio invernale. Il valore limite della massima media giornaliera non dovrebbe essere superato più di 35 giorni all'anno. Utilizzando i dati di monitoraggio, attraverso l'algoritmo di calcolo, che tiene conto dei dati annuali della stazione di riferimento di Vicenza quartiere Italia, è stata eseguita una stima della concentrazione di PM10 per il sito di Arcugnano. La stima della concentrazione media annuale di PM10 è risultata 29 µg/m^3, inferiore al limite come media annuale, mentre la stima del numero di superamenti della media giornaliera è risultata superiore al limite massimo di 35 giorni per l'anno 2015.

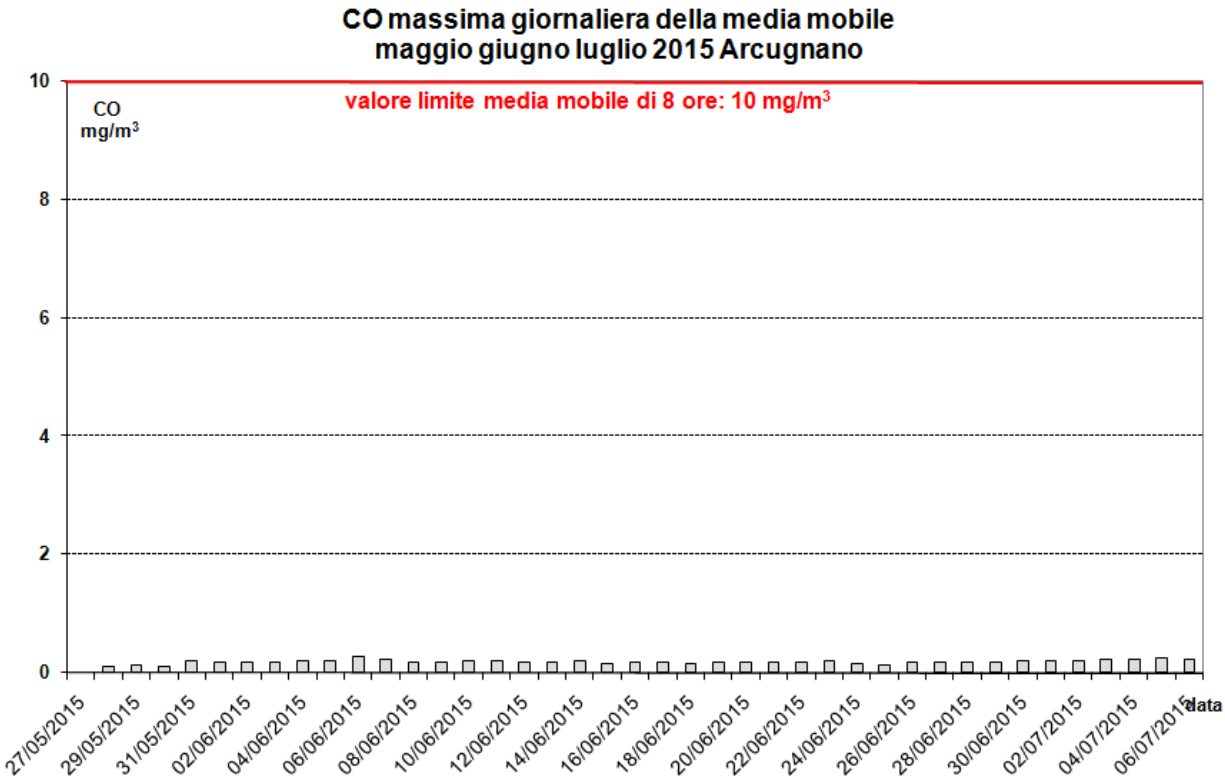
Il Benzo(a)Pirene è un inquinante appartenente alla classe degli idrocarburi policiclici aromatici, considerato cancerogeno, per il quale la normativa prevede di non superare il valore obiettivo di 1.0 ng/m^3 come media annua. La media ponderata presso Arcugnano risulta 1.7 ng/m^3, ed è da considerare come misura indicativa, riferita a 58 giorni di misura.
Le concentrazioni più elevate di questo inquinante si possono cogliere tra i primi di novembre e la fine di febbraio. La media del periodo invernale (3.2 ng/m^3), misurata a Arcugnano è di poco inferiore a quella misurata nello stesso periodo presso le stazioni di Schio e di Vicenza. Presso la stazione di Vicenza, dove il Benzo(a)Pirene viene monitorato dal 2002, il valore obiettivo è stato quasi sempre rispettato, ma la media annuale si presenta spesso in prossimità di 1.0 ng/m^3. Presso la stazione di Schio le medie annuali sono invece inferiori al valore obiettivo (Allegato 1 Grafico 6).

Infine dal calcolo degli indici di qualità dell'aria (che tiene conto dei soli dati automatici di ozono - biossido di azoto - PM10) risulta una prevalenza di giorni con giudizio "mediocre" (45 giorni), a cui segue il giudizio "accettabile" (30 giorni) ed infine "buona " e "scadente" (rispettivamente 5 e 2 giorni). Nessuna giornata è stata classificata come "pessima".
Nei giudizi del periodo estivo ha avuto particolare rilevanza la concentrazione di ozono, che in quel periodo è risultata spesso piuttosto elevata con conseguenti superamenti dei valori limiti.
I giudizi negativi del periodo invernale sono invece da attribuire prevalentemente ai valori elevati di PM10, che hanno portato a frequenti superamenti del limite massimo come media giornaliera.

ALLEGATO 1

Grafico 1 *– Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO (mg/m^3).*

I dati inferiori al limite di rivelabilità strumentale di 0.1 mg/m^3 sono rappresentati con il valore pari alla metà del limite di rivelabilità, coerentemente con le indicazioni riportate al paragrafo 5 della presente relazione.



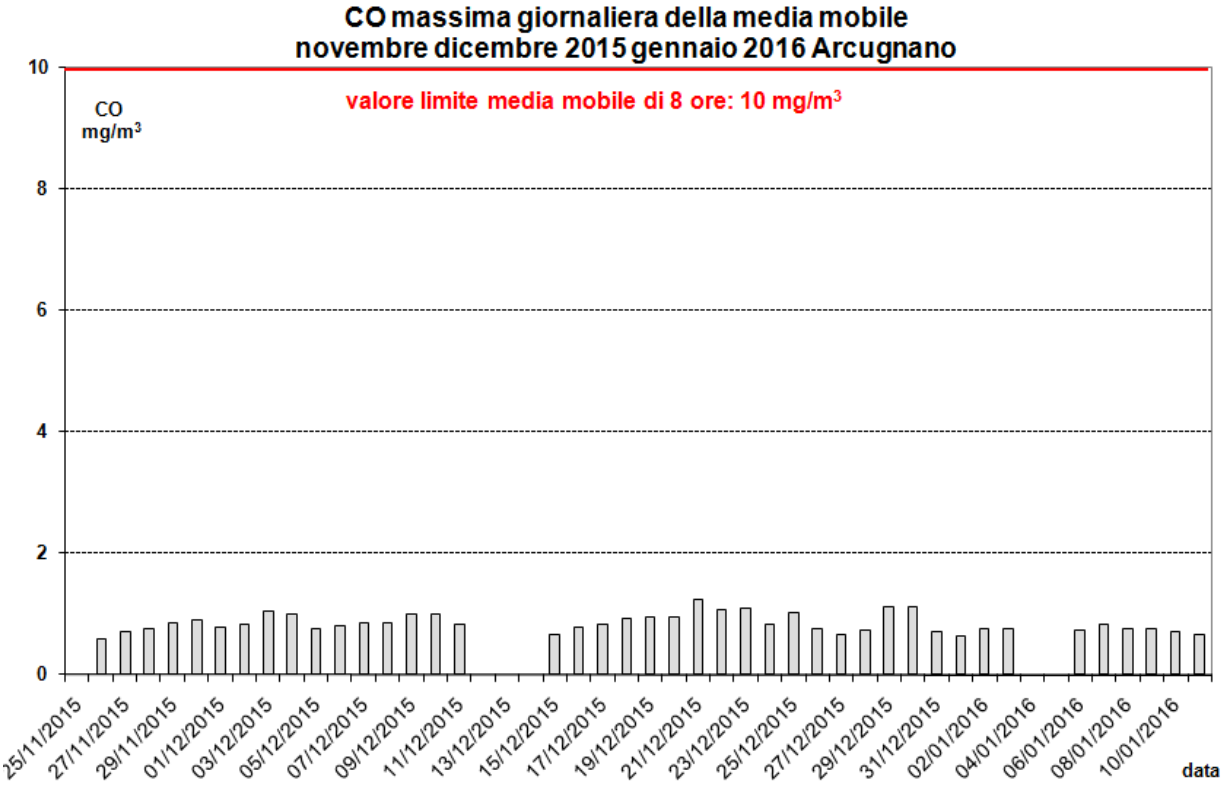
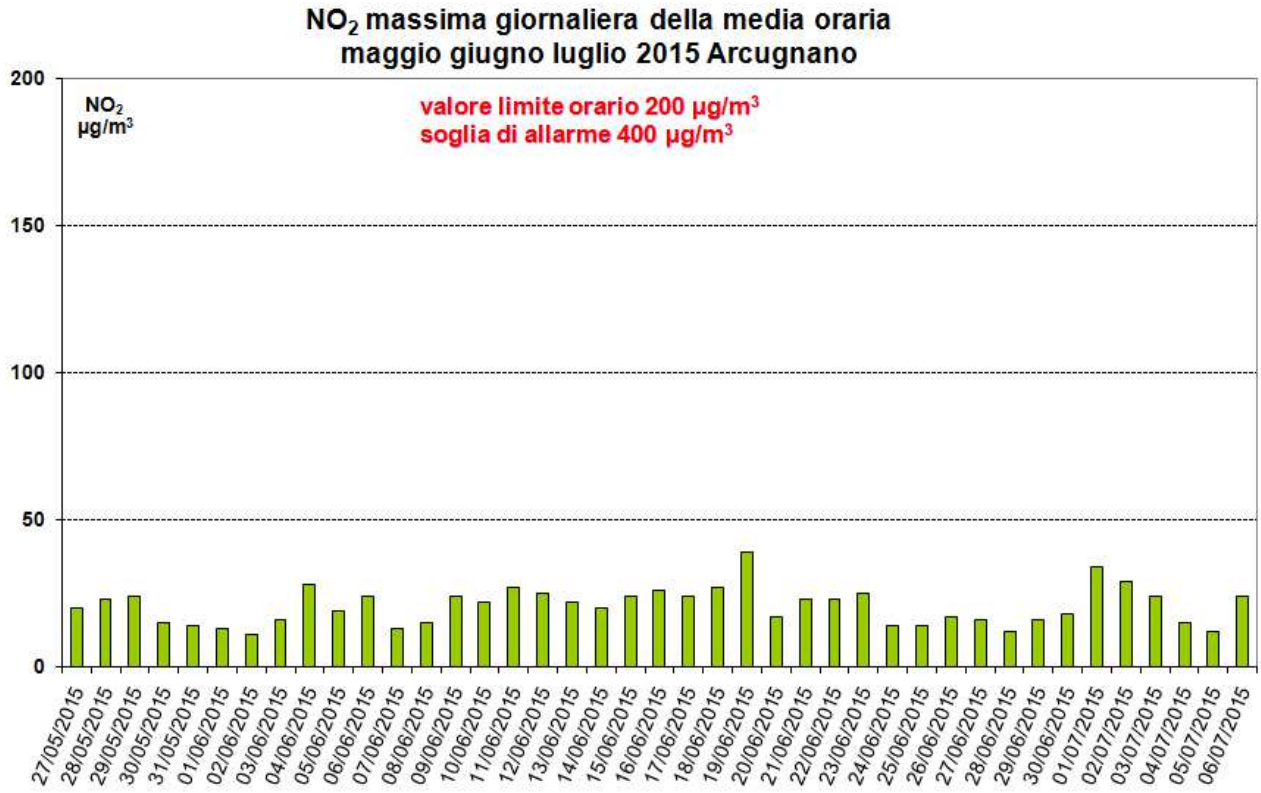


Grafico 2 – *Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO2 (µg/m3). "Esposizione acuta".*



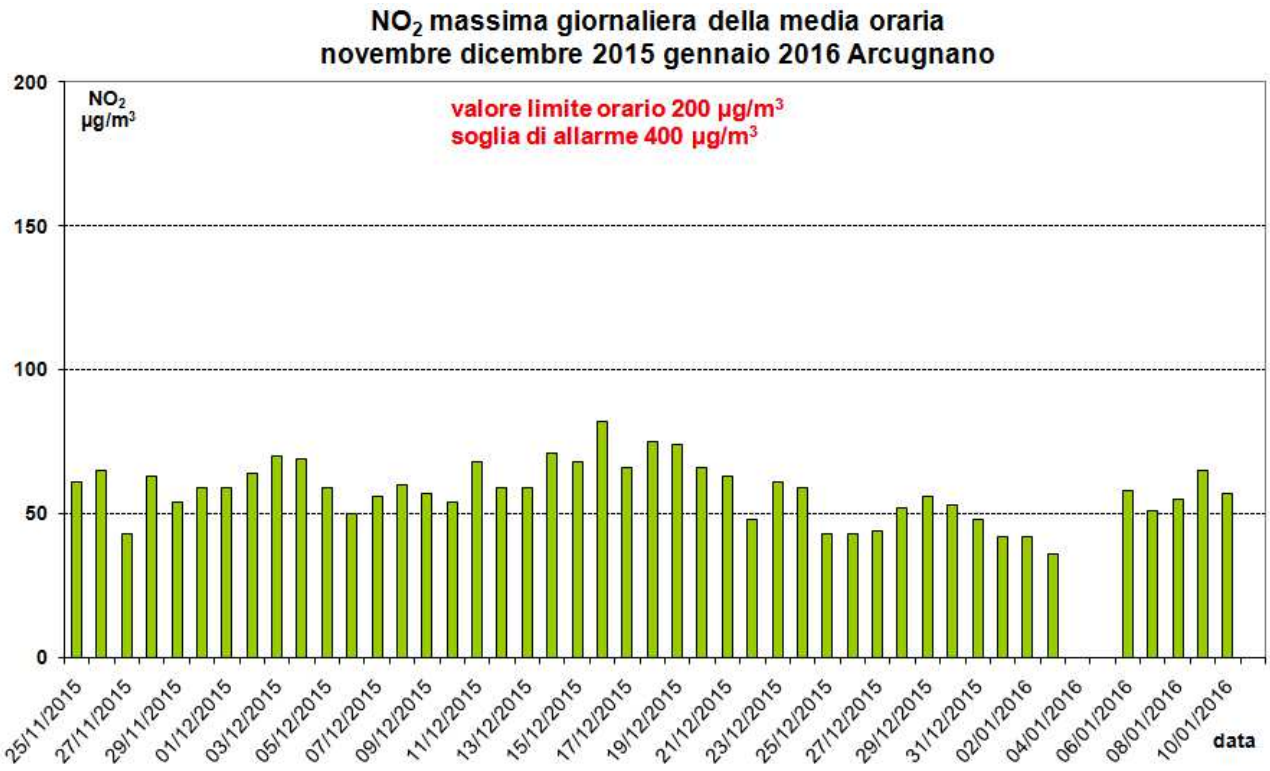
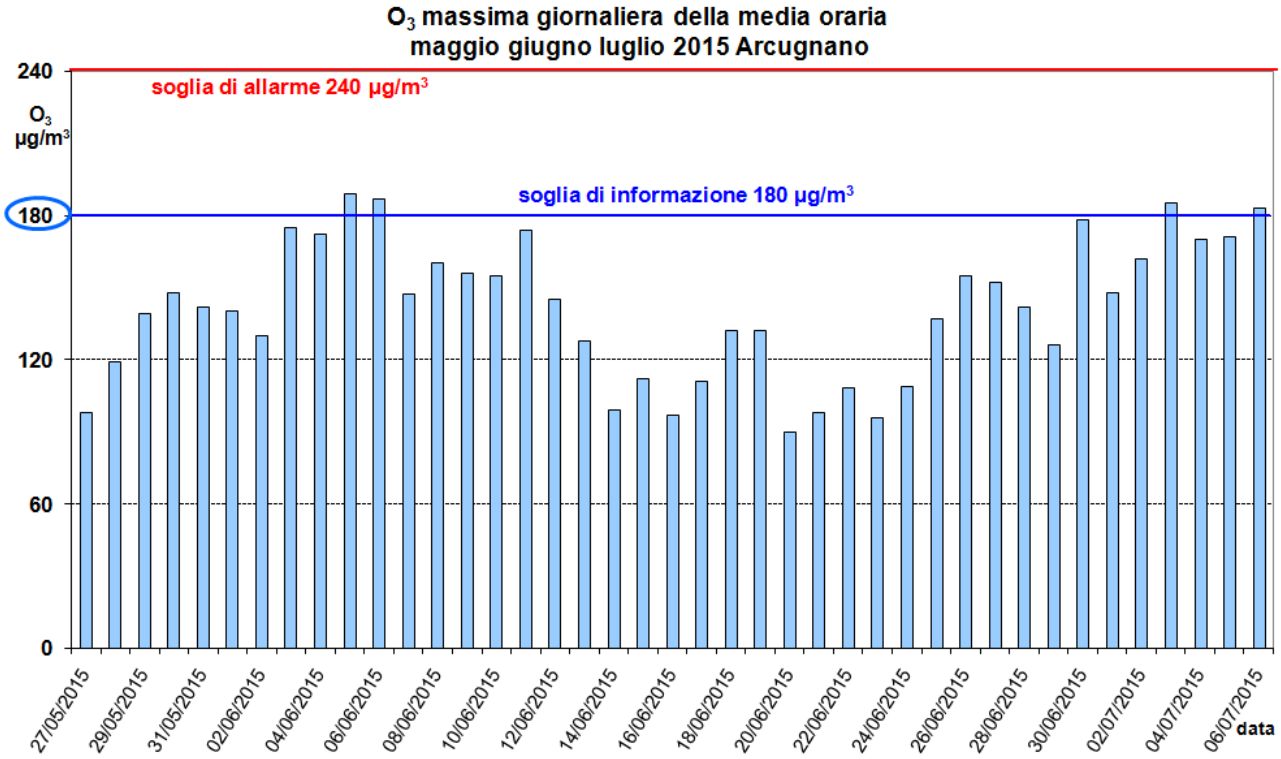


Grafico 3 *– Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di O3 (µg/m³).*



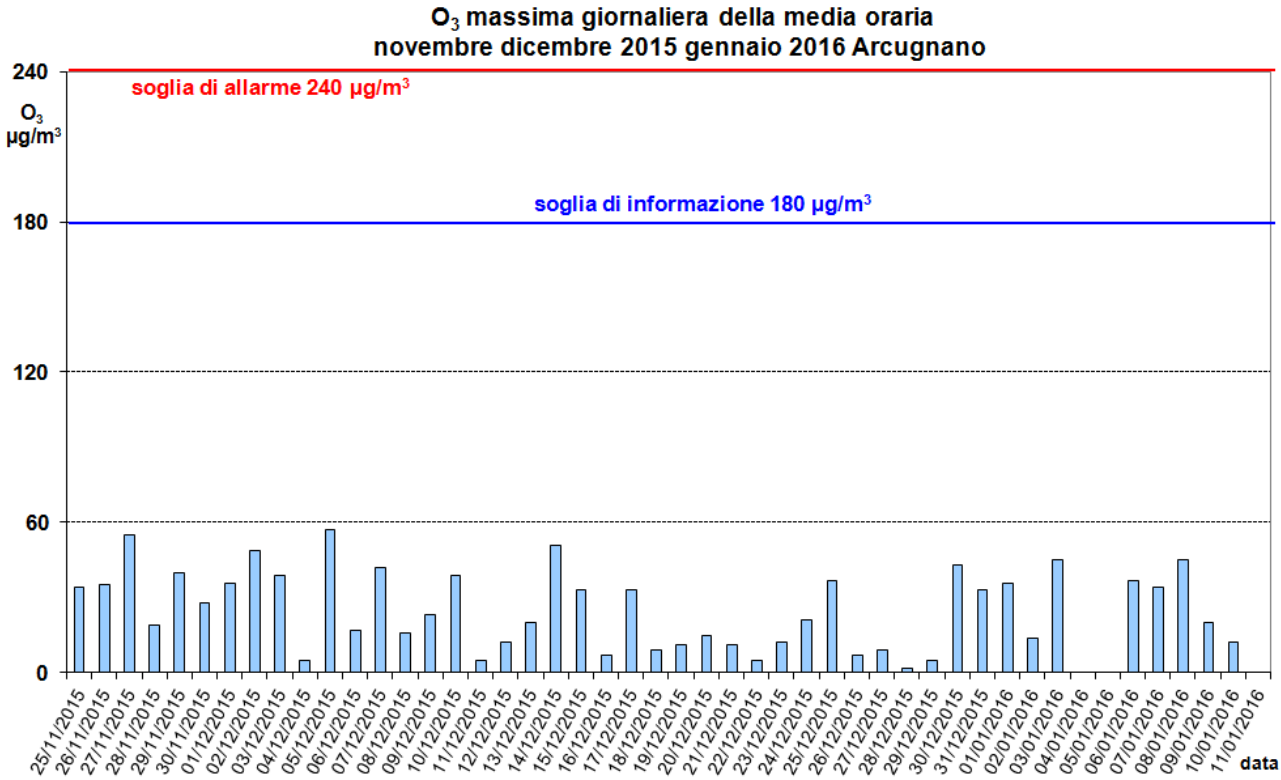
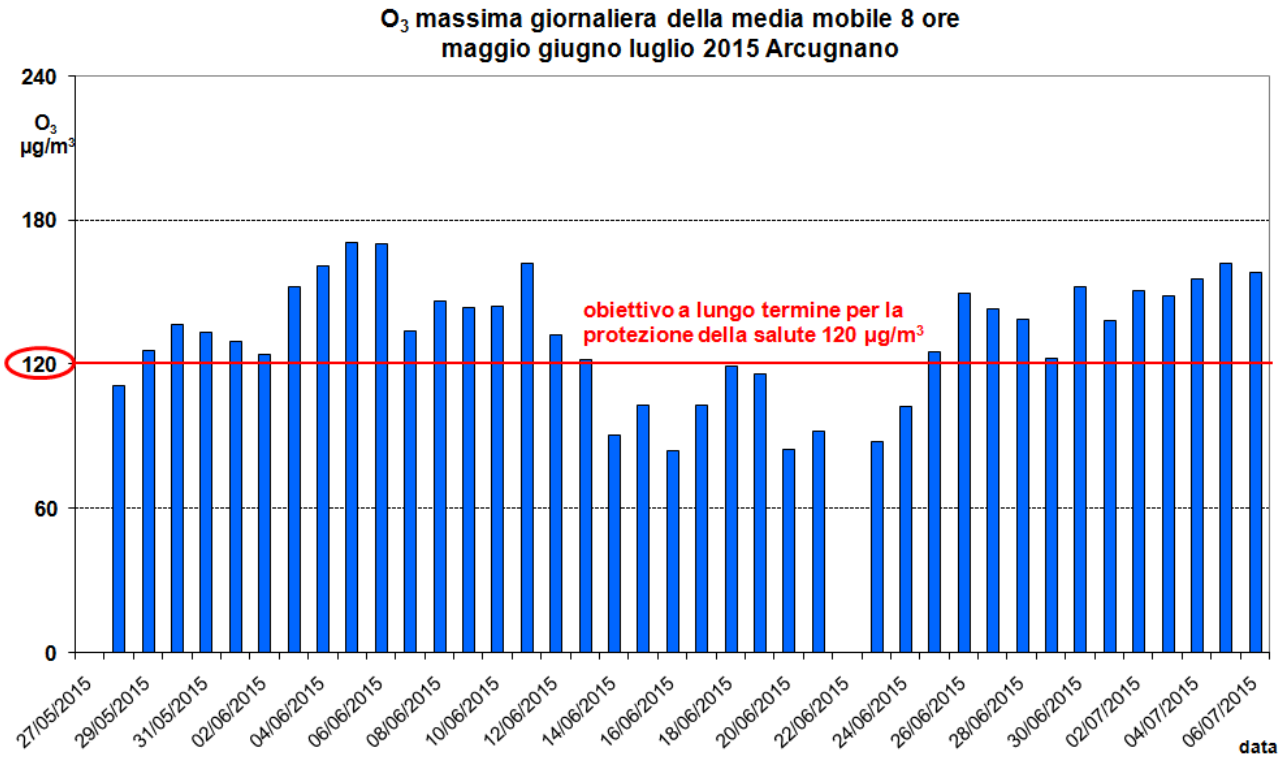


Grafico 4 *– Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di O_3 (µg/m3).*



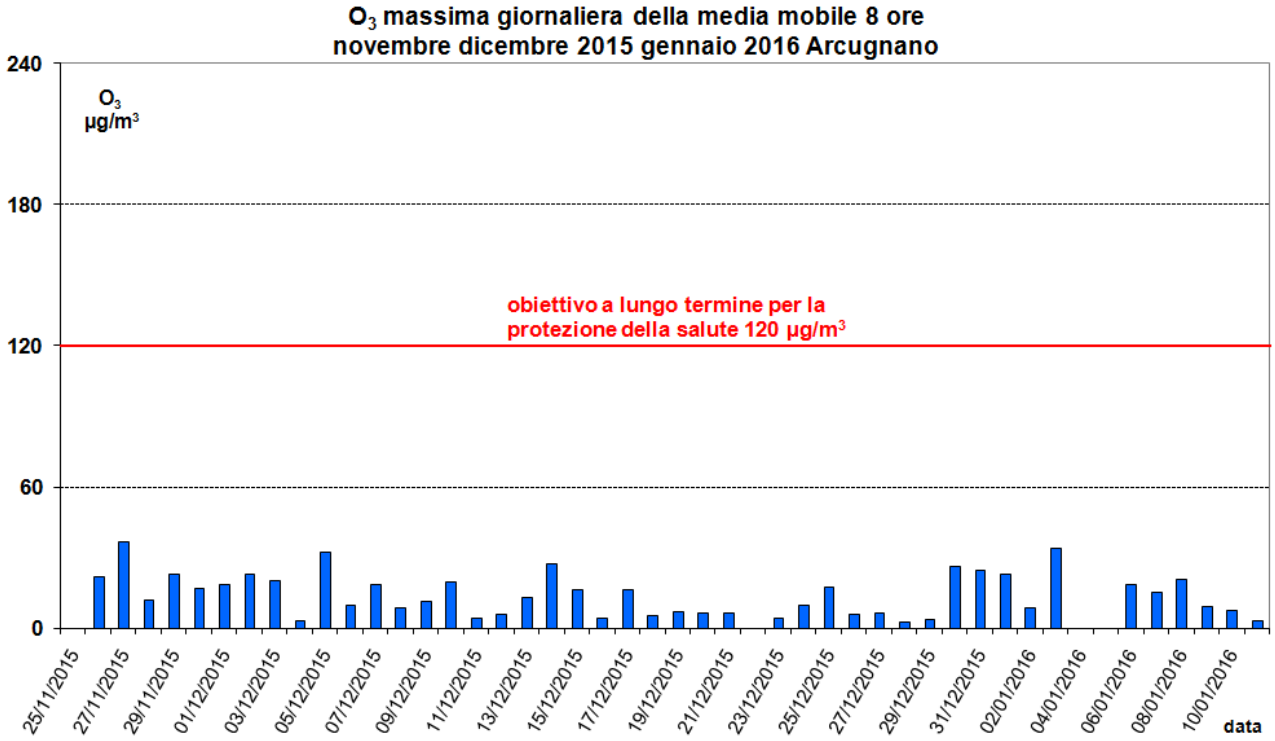
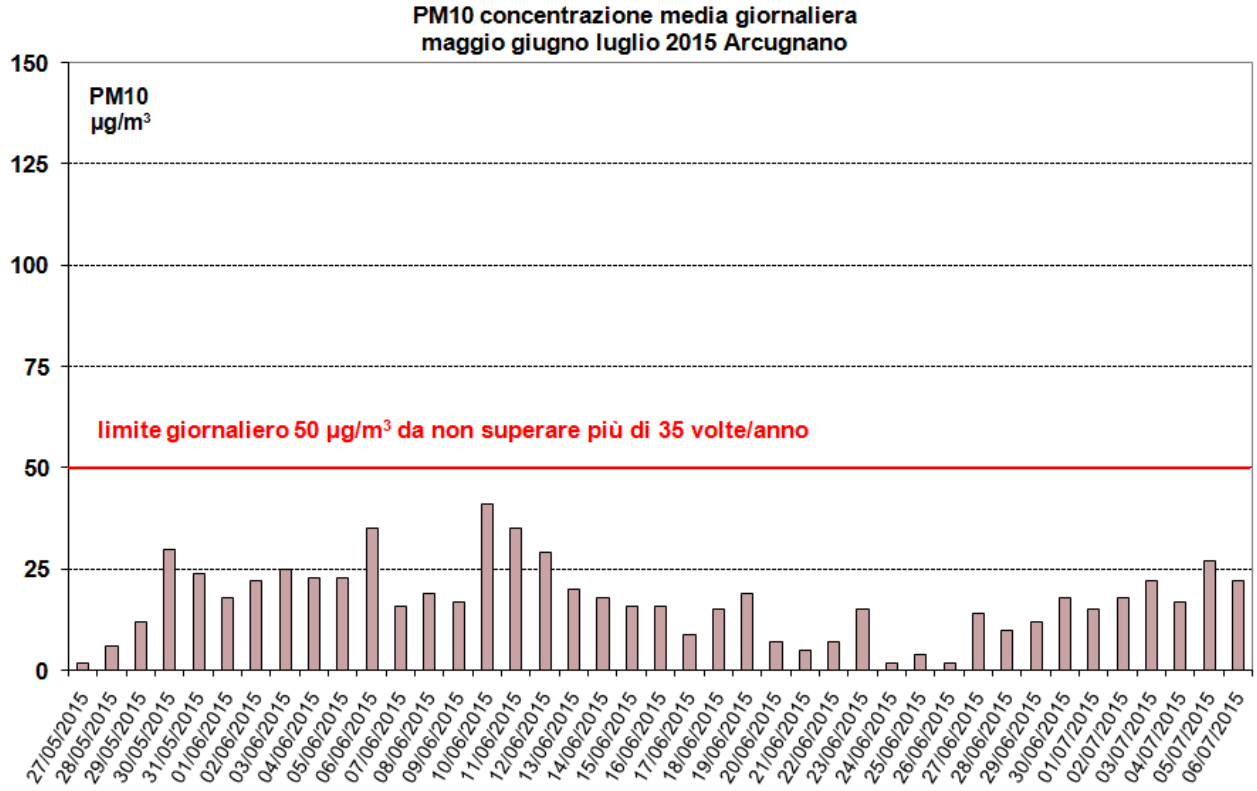


Grafico 5 *– Concentrazione Giornaliera di PM10 (µg/m3).*



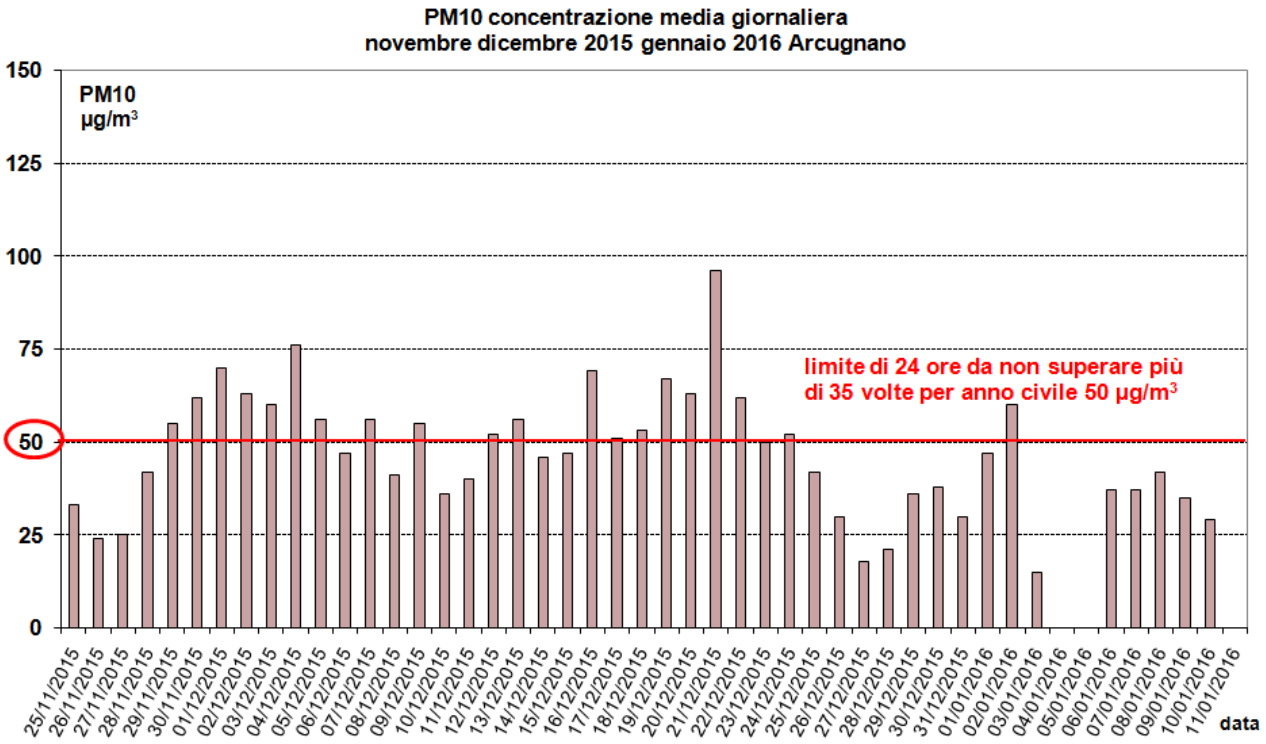
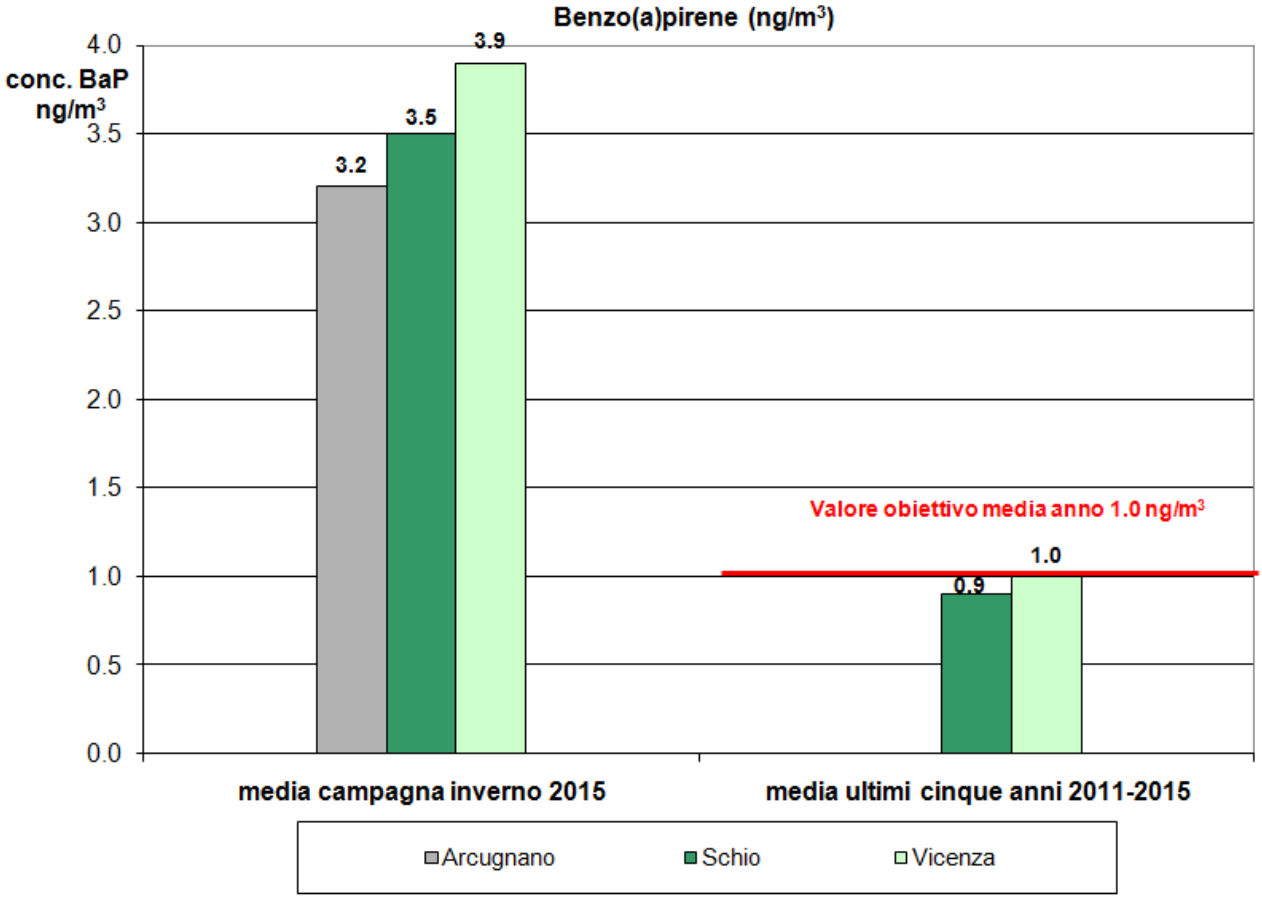
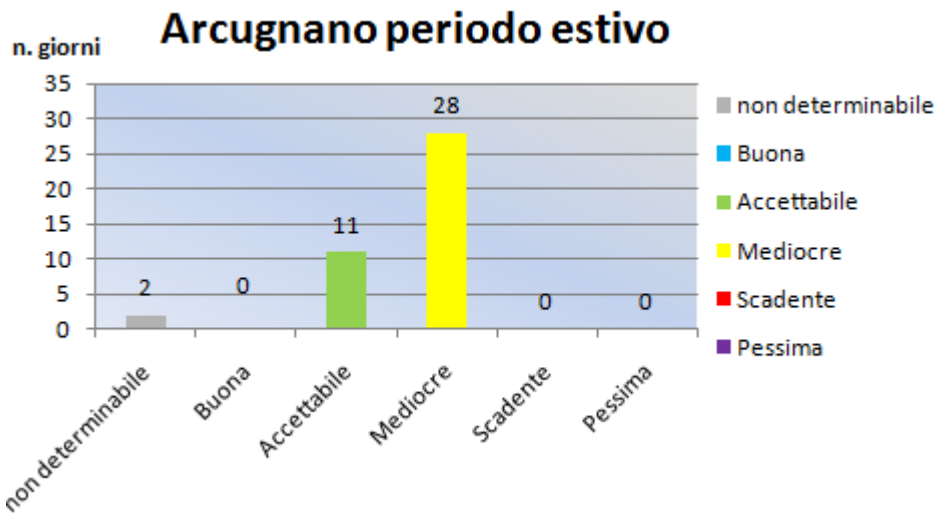


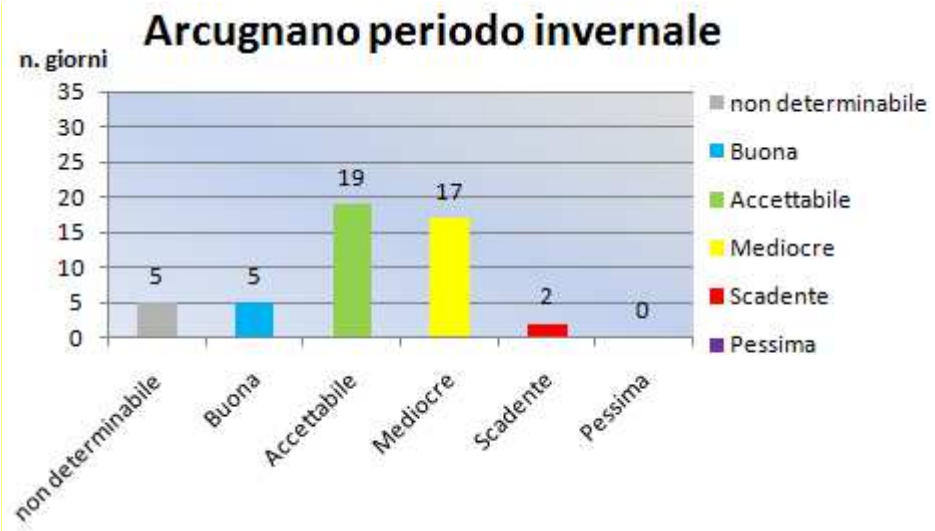
Grafico 6 *– Benzo(a)pirene media del periodo invernale (ng/m^3): confronto con le stazioni fisse nello stesso periodo invernale 2015 e valore medio ultimi cinque anni 2011 - 2015 delle stazioni fisse.*



Nel Grafico 6 sono rappresentate le concentrazioni medie di benzo(a)pirene del periodo invernale misurate a Arcugnano e presso le stazioni fisse, a confronto con la media degli ultimi cinque anni misurata presso le stazioni fisse di Schio e Vicenza. Ricordando che la media annuale è il parametro da confrontare con il valore obiettivo, nel grafico si osserva che la media annua (degli ultimi cinque anni) misurata a Schio è inferiore al valore obiettivo, mentre la media misurata a Vicenza è uguale al valore obiettivo. Nel periodo invernale, Arcugnano presenta una concentrazione media di benzo(a)pirene inferiore a quella misurata nello stesso periodo in entrambe le stazioni fisse, che presentano nel periodo invernale un andamento coerente con la media annuale, con la media di Vicenza superiore a quella di Schio.

Grafico 7 *– Indici di Qualità dell'Aria semestre estivo e semestre invernale*





ALLEGATO 2 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 km^2 superiore a 3.000 abitanti.

AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)
espresso in ($\mu g/m^3$)*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa 80 $\mu g/m^3$) 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 rappresentativo dei livelli d'inquinamento medi caratteristici dell'area monitorata.

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 per il monitoraggio di fenomeni acuti posto in aree industriali con elevati gradienti di concentrazione degli inquinanti. Tali stazioni sono situate in aree nelle quali i livelli d'inquinamento sono influenzati prevalentemente da emissioni di tipo industriale.

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.

Dipartimento Provinciale di Vicenza
Servizio Stato dell' Ambiente
Via L. L. Zamenhof, 353
36100 Vicenza
Italy
Tel. +39 0444 217311
Fax +39 0444 217347
e-mail: dapvi@arpa.veneto.it

Giugno 2016

ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale
Via Ospedale, 24
35131 Padova
Tel. +39 049 82 39301
Fax. +39 049 66 0966
e-mail urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it