

**STRUTTURA COMPLESSA - Dipartimento di Alessandria**
  
**STRUTTURA SEMPLICE - Produzione**

**CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA**
  
**QUALITA' DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL**
  
**LABORATORIO MOBILE - ANNO 2012**

**RELAZIONE TECNICA**

	<p style="text-align: center;"> <b>COMUNE DI</b>   <b>VILLANOVA M.TO</b> </p> 
<p style="text-align: center;"> <b>PRATICA N°841/2012</b> </p> <p style="text-align: center;"> <b>2°CAMPAGNA</b>   <b>PERIODO DI MONITORAGGIO</b>   <b>dal 21/04/2012 al 15/05/2012</b>   <b>RISULTATO ATTESO B5.16</b> </p>	

<i>Il Responsabile di Struttura Complessa SC07</i>		<i>Dott. Alberto Maffiotti</i>
<i>Il Responsabile di Struttura Semplice SS07.02</i>		<i>Dott.ssa Donatella Bianchi</i>
<b>I TECNICI</b>	<i>Controllo strumentazione e acquisizione dati</i>	<i>V. Ameglio, G. Mensi</i>
	<i>Analisi dati e relazione</i>	<i>L. Erbetta</i>

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 2/39
		Data stampa: 01/08/12
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Villanova_relazione aria_2012

## INDICE

	pag.
1. Introduzione.....	3
1.1 Inquadramento del contesto territoriale.....	3
2. Modalità operative e strumentazione impiegata .....	6
3. Esiti del monitoraggio.....	8
3.1 Sintesi dei risultati.....	8
3.2 Dati meteo.....	10
3.3 Analisi dei parametri misurati.....	13
3.4 Confronto con campagne precedenti.....	23
4. Conclusioni.....	25

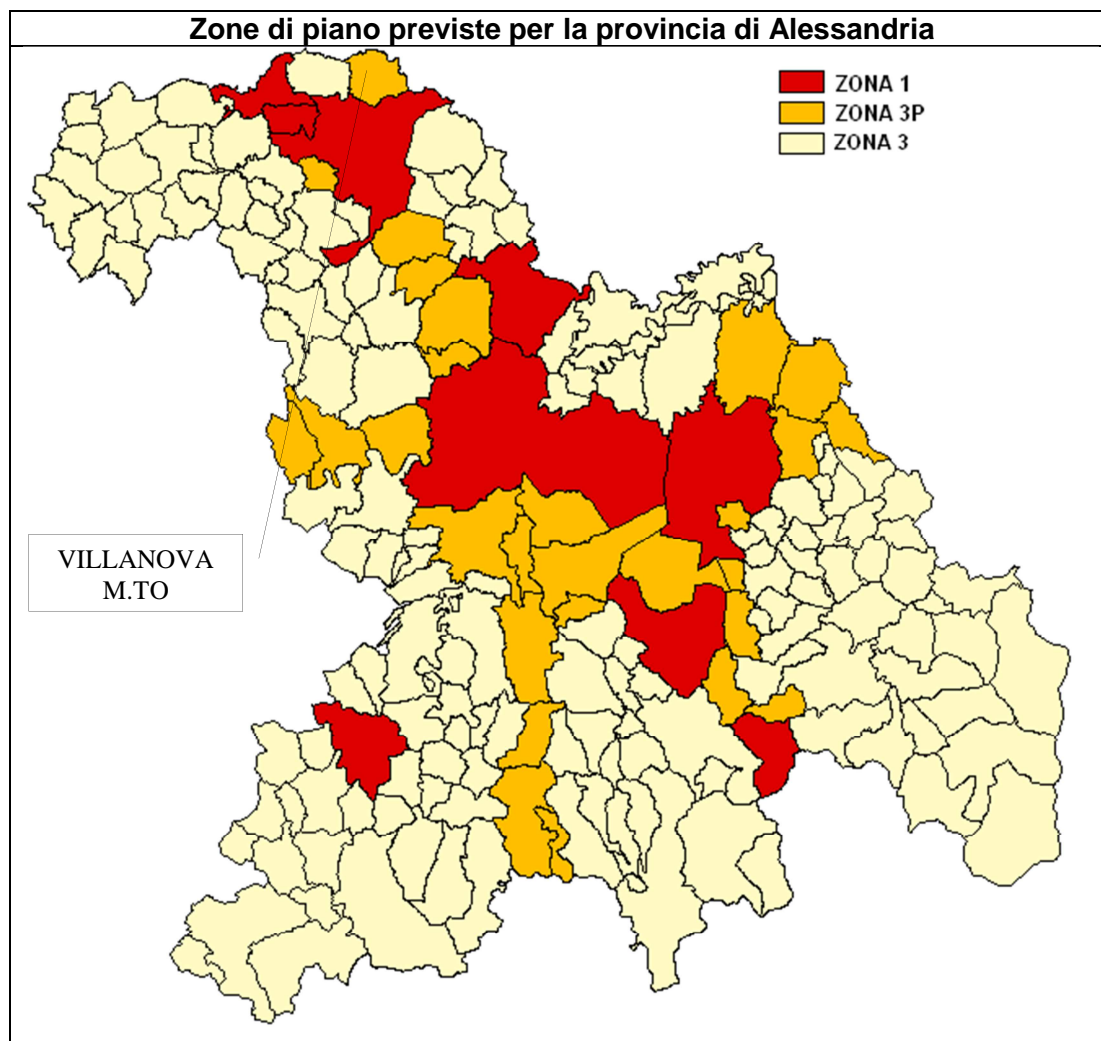
## ALLEGATI INFORMATIVI

*GLI INQUINANTI ATMOSFERICI*  
*IL QUADRO NORMATIVO*

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 INQUADRAMENTO DEL CONTESTO TERRITORIALE

Ai sensi della DGR n. 14-7623 del 11.11.2002, il Comune di Villanova M.to risulta inserito nelle **Zone della Provincia di Alessandria con classificazione 3p**. Per le **zone 3p** si stima il rispetto dei limiti stabiliti dalle leggi vigenti **ma con valori tali da poter comportare il rischio di superamento dei limiti** medesimi.



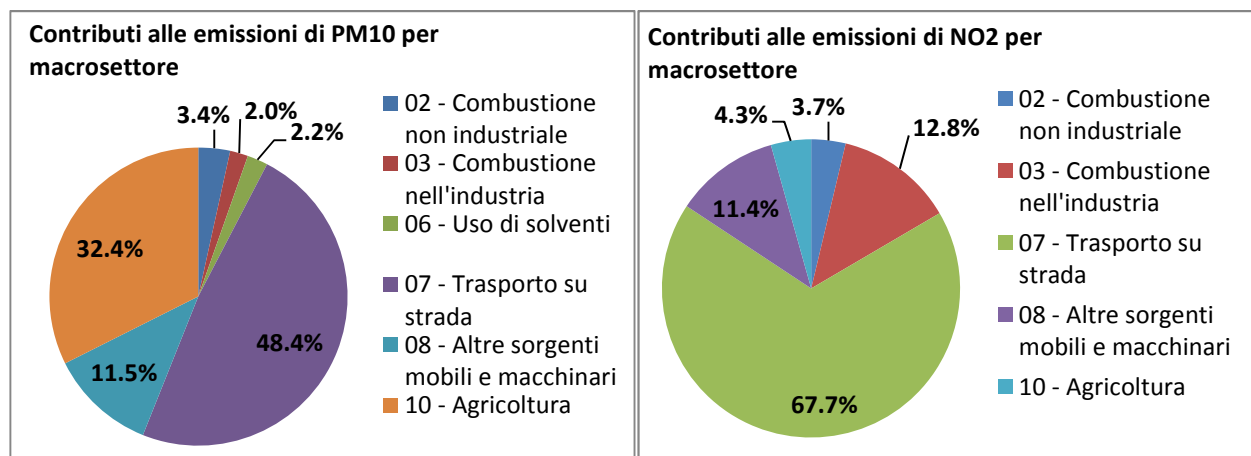
In particolare il Comune di Villanova M.to risulta avere classificazione di **criticità 3** per il parametro **NO<sub>2</sub>** (concentrazione media annua entro i valori **32÷40 µg/mc**), classificazione di **criticità 3** per il parametro **PM10** (concentrazione media annua entro i valori **14÷40 µg/mc**) e classificazione di **criticità 2** per il parametro **benzene** (concentrazione media annua entro i valori **2.0÷3.5 µg/mc**) (DGR 19-12878 / 2004).

Le fonti emissive presenti sul territorio comunale sono stimate sulla base dell'inventario regionale di cui si riportano di seguito alcuni dati. La tabella riporta i principali contributi emissivi stimati per il Comune di Villanova M.to espressi in tonnellate/anno e suddivisi per fonti di emissione.

Contributi emissivi suddivisi per fonti/tipologia di emissione					
Emissioni di gas serra (tonnellate/anno)			CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
			401.19	37810	4.04
Percentuale di gas serra prodotti sul totale provinciale			2.8%	1.1%	0.8%
Emissioni di inquinanti per macrosettore (tonnellate/anno)					
MACROSETTORE	NH <sub>3</sub>	NMCOV	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>
Combustione non industriale		0.94	4.31	0.59	1.26
Combustione nell'industria		0.83	14.81	0.34	2.71
Processi produttivi		0.56			
Uso di solventi		10.74		0.38	
Trasporto su strada	2.8932	15.97	78.14	8.29	3.34
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.0028	2.87	13.12	1.97	0.18
Trattamento e smaltimento rifiuti	2.7888				
Agricoltura	14.0711	4.13	5.01	5.54	0.96
CONTRIBUTO % SUL TOTALE PROVINCIALE	0.7%	0.3%	1.2%	0.9%	0.7%

Fonte: INVENTARIO REGIONALE EMISSIONI IN ATMOSFERA 2007

Dai dati forniti dal bilancio ambientale del Comune di Villanova M.to emerge che le fonti emissive principali per gli inquinanti più critici (NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>) sono il trasporto su strada e l'attività agricola, con contributi significativi anche la combustione nell'industria e l'uso di sorgenti mobili e macchinari.



Il Comune di Villanova M.to non dispone di stazione fissa per il rilevamento della qualità dell'aria e, pertanto, in accordo con l'Amministrazione Provinciale e con quella Comunale,



	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 5/39
		Data stampa: 01/08/12
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Villanova_relazione aria_2012

sono state previste per il biennio 2011/2012 due campagne di monitoraggio della qualità dell'aria mediante laboratorio mobile della durata di 30gg circa in stagioni differenti.

Come sito è stata scelta la postazione di monitoraggio presso il centro sportivo comunale, in un'area all'ingresso del paese classificabile come zona di monitoraggio di fondo urbano con presenza a poca distanza dell'autostrada A26 e, a sud ovest, di alcune realtà produttive.



Nel 2011 la campagna si è svolta in periodo estivo dal 19/08/11 al 14/09/11, mentre nel 2012 si è svolta dal 21/04/12 al 15/05/12. Il monitoraggio biennale in periodi climaticamente differenti ed il confronto con i dati registrati nei medesimi periodi dalle stazioni fisse di riferimento presenti sul territorio permettono di avere un primo quadro, seppur non esaustivo, della qualità dell'aria del territorio.

A scopo di raffronto, sono stati utilizzati i dati registrati nello stesso periodo dalle centraline fisse di monitoraggio dell'aria di Alessandria – Volta (postazione URBANA DI FONDO), di Casale M.to (postazione URBANA DA TRAFFICO) e di Dernice – fraz. Costa (postazione RURALE DI FONDO).

Sono stati inoltre rilevati i principali dati meteorologici del periodo (pressione, pioggia, vento) rilevati dalla stazione meteo posta sul laboratorio mobile al fine di valutarne l'influenza sui dati di concentrazione di inquinanti.

## 2. MODALITÀ OPERATIVE E STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

I dati di qualità dell'aria analizzata nella presente relazione sono stati acquisiti dal mezzo mobile ARPA di rilevamento della qualità dell'aria e dalle stazioni fisse di monitoraggio di Acqui Terme e Dernice, dotate di analizzatori automatici in grado di monitorare in continuo e di fornire dati in tempo reale per i principali inquinanti atmosferici:

- ❖ Monossido di Carbonio: CO
- ❖ Ossidi di Azoto: NO<sub>x</sub> ( NO – NO<sub>2</sub> )
- ❖ Biossido di Zolfo: SO<sub>2</sub>
- ❖ Ozono: O<sub>3</sub>
- ❖ Benzene, Toluene, Xilene
- ❖ Particolato: polveri fini PM<sub>10</sub>



Foto del laboratorio mobile in servizio presso ARPA Alessandria

Le specifiche tecniche della strumentazione utilizzata sono di seguito riportate:

<b>Laboratorio mobile di monitoraggio della qualità dell'aria</b>			
<b>Strumento</b>	<b>Modello</b>	<b>Parametro misurato</b>	<b>Metodo di misura</b>
Analizzatore API	200E	NO – NO <sub>2</sub>	Chemiluminescenza
Analizzatore API	300E	CO	Spettrometria a infrarossi
Analizzatore SYNTEC	GC855	Benzene, Toluene, Xilene	Gascromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
Analizzatore API	100A	SO <sub>2</sub>	Fluorescenza
Campionatore PM10 TECORA	Charlie-Sentinel	PM <sub>10</sub>	Gravimetria
Analizzatore API	400E	O <sub>3</sub>	Assorbimento UV



Sia nella centralina fissa che sul mezzo mobile l'aria da campionare è prelevata attraverso una "testa di prelievo" che pompa una quantità d'aria sufficiente da poter essere inviata ai vari analizzatori e direttamente analizzata. L'acquisizione dati avviene secondo il seguente schema:



**L'aria da campionare è prelevata attraverso una testa di prelievo comune a quasi tutti gli analizzatori.**

**Gli analizzatori funzionano in continuo. Effettuano l'analisi in tempi molto brevi (generalmente nell'ordine di pochi minuti).**

**Il software del PC di stazione acquisisce in continuo i dati istantanei e calcola la media oraria**

**Mediante linea telefonica, i dati sono trasmessi ed inseriti nel database di un server regionale.**

L'analisi del  $PM_{10}$  è l'unica che non viene effettuata direttamente sul posto in quanto si utilizza un sistema di campionamento gravimetrico a "impatto inerziale", ovvero la testa di prelievo pompa  $2,3m^3/h$  di aria (in analogia con la respirazione umana) che viene fatta passare attraverso dei filtri di quarzo del diametro di 47mm sul quale si deposita la polvere  $PM_{10}$  (ovvero solo la frazione del particolato appositamente filtrato con diametro inferiore a 10 micron). Dopo 24 ore il filtro "sporco" viene prelevato e successivamente pesato in laboratorio: la concentrazione di polvere si desume per differenza di peso tra il filtro pulito pesato prima del campionamento e lo stesso filtro pesato dopo le 24 ore di campionamento.



**Confronto tra un filtro "pulito" prima del campionamento e "sporco" dopo 24ore di campionamento**

### 3. ESITI DEL MONITORAGGIO

#### 3.1 SINTESI DEI RISULTATI DELLE DUE CAMPAGNE

Villanova M.to – monitoraggio qualità aria Postazione di misura: campo sportivo	Estate 2011	Primavera 2012
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	
Minima media giornaliera	5	6
Massima media giornaliera	13	16
Media delle medie giornaliere	9	13
Massima media oraria	24	23
Percentuale ore valide	100%	75%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0	0
	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>	
Minima media giornaliera	0.2	0.4
Massima media giornaliera	0.4	0.6
Media delle medie giornaliere	0.3	0.5
Percentuale ore valide	100%	100%
Minimo delle medie 8 ore	0.2	0.3
Media delle medie 8 ore	0.3	0.5
Massimo delle medie 8 ore	0.5	0.7
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)</u>	0	0
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	
Minima media giornaliera	5	21
Massima media giornaliera	25	46
Media delle medie giornaliere	12	33
Massima media oraria	67	80
Percentuale ore valide	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	
	<b>Benzene (µg/m3)</b>	
Minima media giornaliera	0.2	0.2
Massima media giornaliera	0.5	0.4
Media delle medie giornaliere	0.3	0.3
Massima media oraria	6.0	2.5
Percentuale ore valide	100%	100%
	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>	
Minima media giornaliera	15	9
Massima media giornaliera	36	40
Media delle medie giornaliere	28	21
N° giorni validi	78%	100%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	0	0
	<b>Ozono (µg/m3)</b>	

<u>Minima media giornaliera</u>	<b>36</b>	<b>45</b>
<u>Massima media giornaliera</u>	<b>86</b>	<b>88</b>
<u>Media delle medie giornaliere</u>	<b>64</b>	<b>73</b>
<u>Percentuale giorni validi</u>	<b>85%</b>	<b>100%</b>
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>42</b>	<b>19</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana</u>	<b>8</b>	<b>4</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>	<b>0</b>

#### LIMITI DI LEGGE PER GLI INQUINANTI MONITORATI

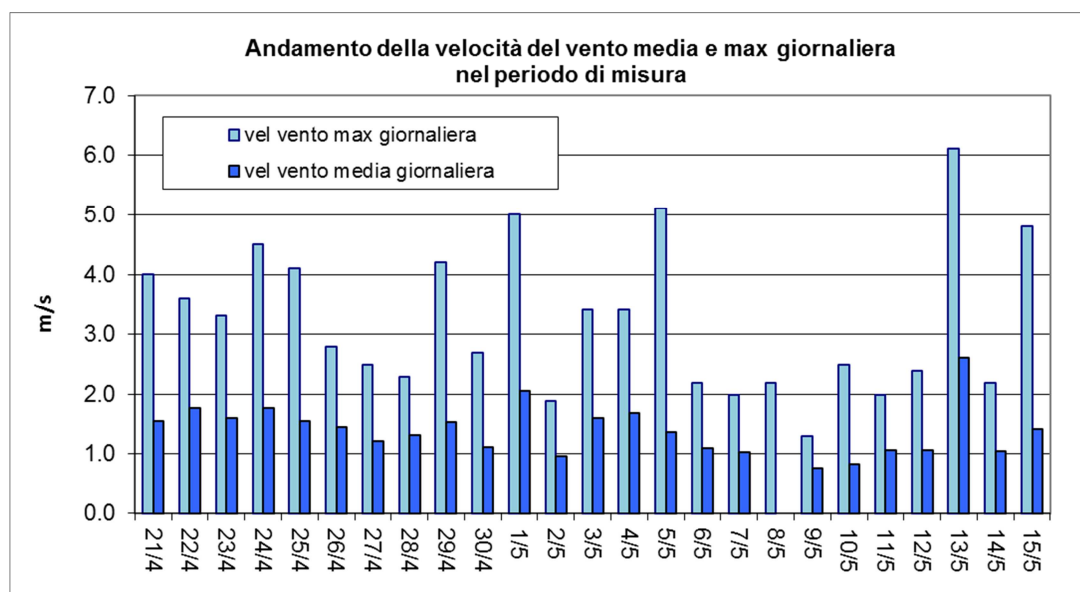
	Unità di misura	µg/mc	µg/mc	mg/mc	µg/mc	µg/mc	µg/mc
Valori di riferimento		SO2	NO2	CO/8h	NO2/3h	PM10	Benzene
VALORE LIMITE: media di 1 ora		350	200.0				
SOGLIA DI ALLARME: media di 3 ore consecutive		500			400		
MEDIA MOBILE: su 8 ore				10			
VALORE LIMITE: media di 24 ore		125				50	
Obiettivo / Limite - annuale			40.0			40	5
Ozono (O3)	80	media di 1 ora da Maggio a Luglio (Dir. 2002/3/CE)					
	120	Protezione della salute		media di 8 h: da non superare per più di 25 giorni per anno civile (media su 3 anni)			
	180	Soglia di informazione		media di 1 h			
	240	Soglia di allarme		media di 1 h misurata o prevista per 3 h			
				< 35 volte/anno			
				< 18 volte/anno			
				3 ore consecutive			

N.B. l'ozono in quanto inquinante estivo si misura da aprile a settembre

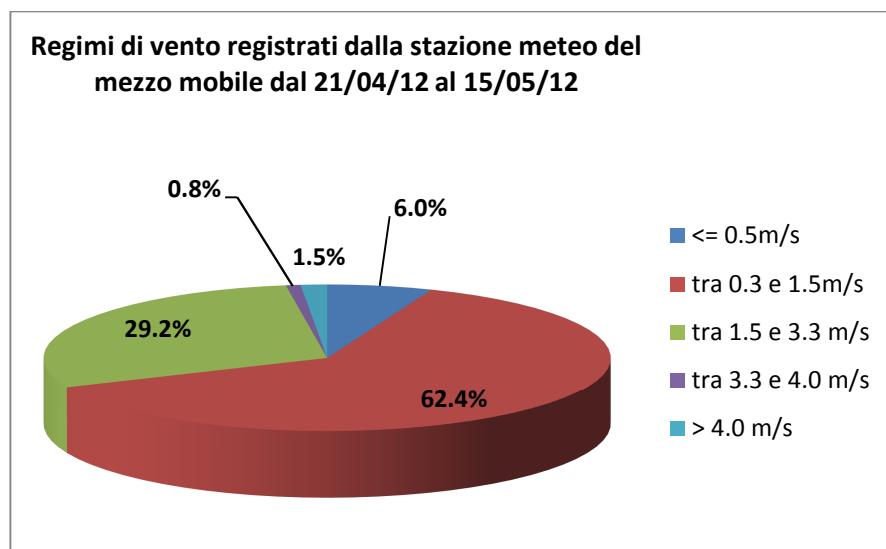
### 3.2 DATI METEO

#### DATI REGISTRATI DALLA STAZIONE METEO INSTALLATA SUL MEZZO MOBILE

##### VELOCITÀ DEL VENTO



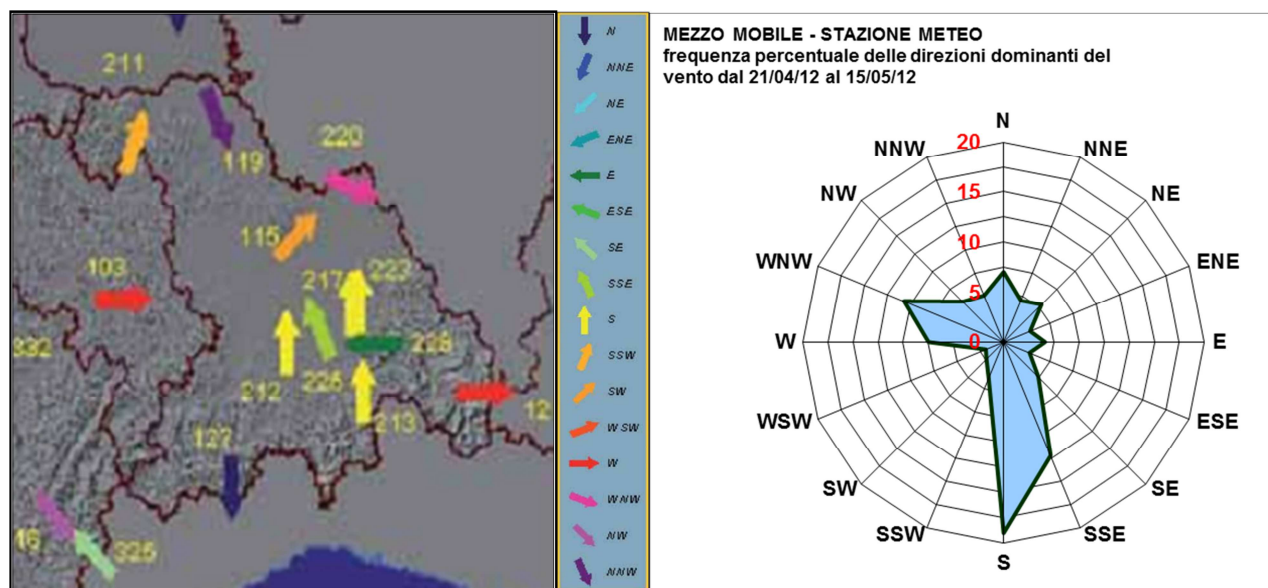
Il valore medio della velocità del vento nel periodo di misura è stato di 1.4m/s con alcuni episodi di giornate ventose registrati il 01-04-13 maggio dove si sono raggiunti valori massimi orari tra 5 e 7m/s. In generale i regimi di vento sono rimasti bassi con valori inferiori a 1.5m/s per più del 60% del tempo.



In generale l'area alessandrina è caratterizzata da regimi di venti deboli, i mesi maggiormente ventosi sono quelli primaverili, mentre quelli invernali sono caratterizzati da ventosità bassa o assente.



## DIREZIONE DEL VENTO

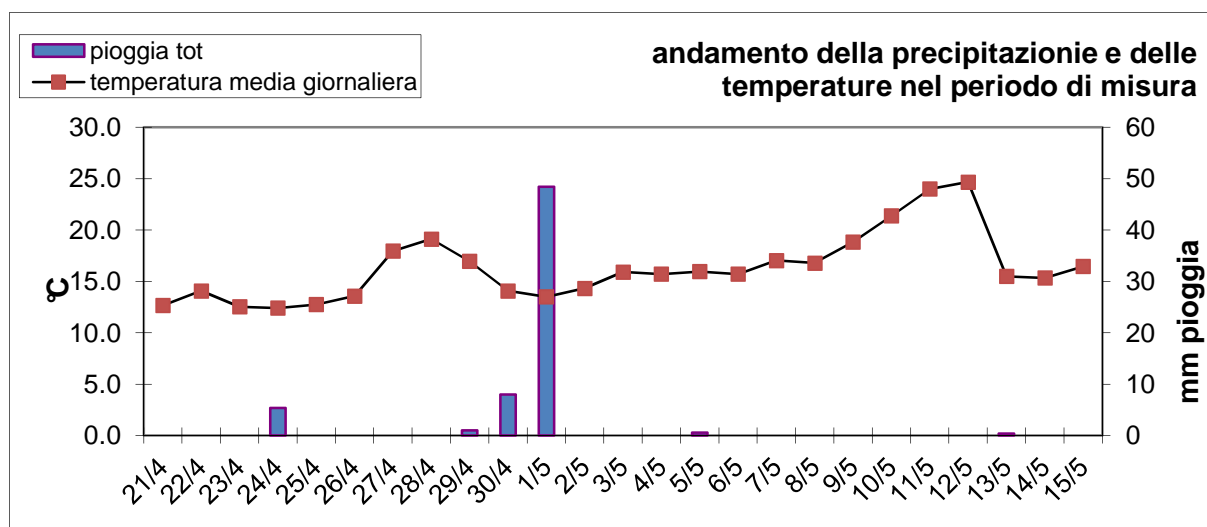


MAPPA ANEMOLOGICA DELLA PROVINCIA DI ALESSANDRIA

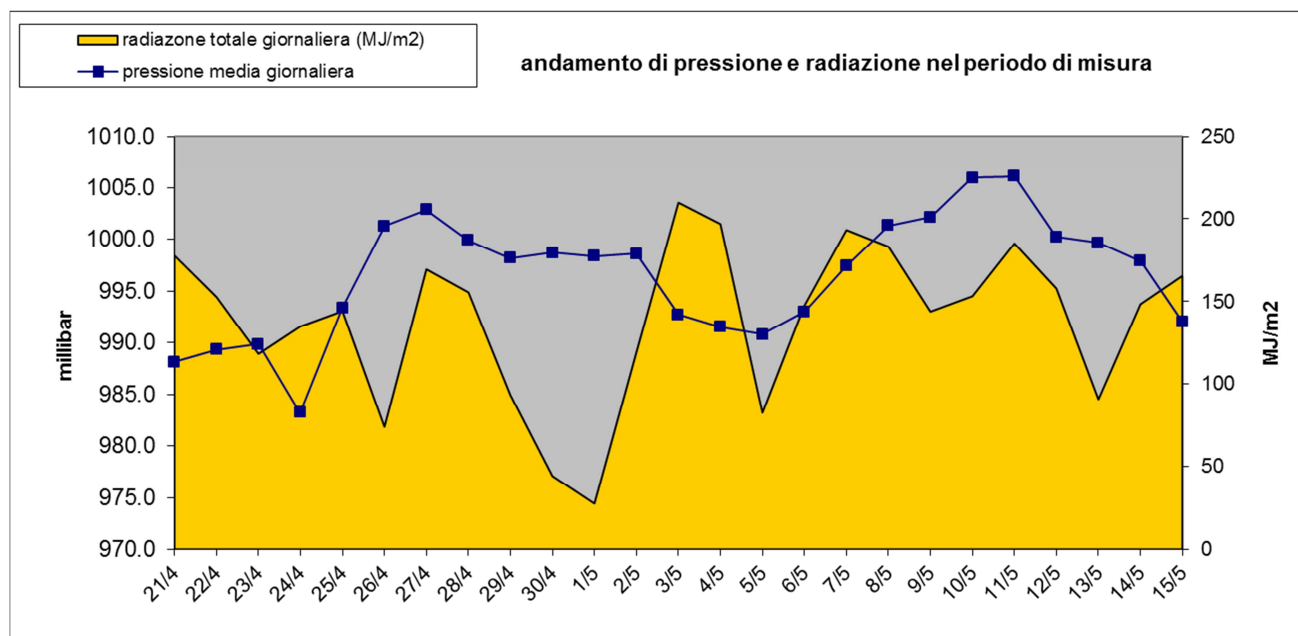
Le direzioni dei venti registrate dalla stazione meteo del mezzo mobile indicano, per il periodo preso in esame, un andamento dei venti con prevalenza da Sud e con una componente significativa da WNW. prevalenza di venti da Ovest e da Nord. Tali direzioni sono comunque poco significative in quanto i regimi di vento sono stati bassi o assenti. Gli unici venti forti del periodo hanno spirato da est nella giornata del 13 maggio. La mappa anemologica della provincia di Alessandria, che riporta le direzioni prevalenti sull'anno, indica NNW come direzione prevalente dei venti nella zona di Villanova M.to.

## PRECIPITAZIONI – TEMPERATURA – RADIAZIONE - PRESSIONE

Le precipitazioni nel periodo di misura sono concentrate nelle giornate del 24/04 e del 30/04 e 01/05 con fenomeni intensi. La temperatura media del periodo è stata pari a 16.3°C. Le medie orarie hanno oscillato da un minimo di 12°C ad un massimo di 25°C.

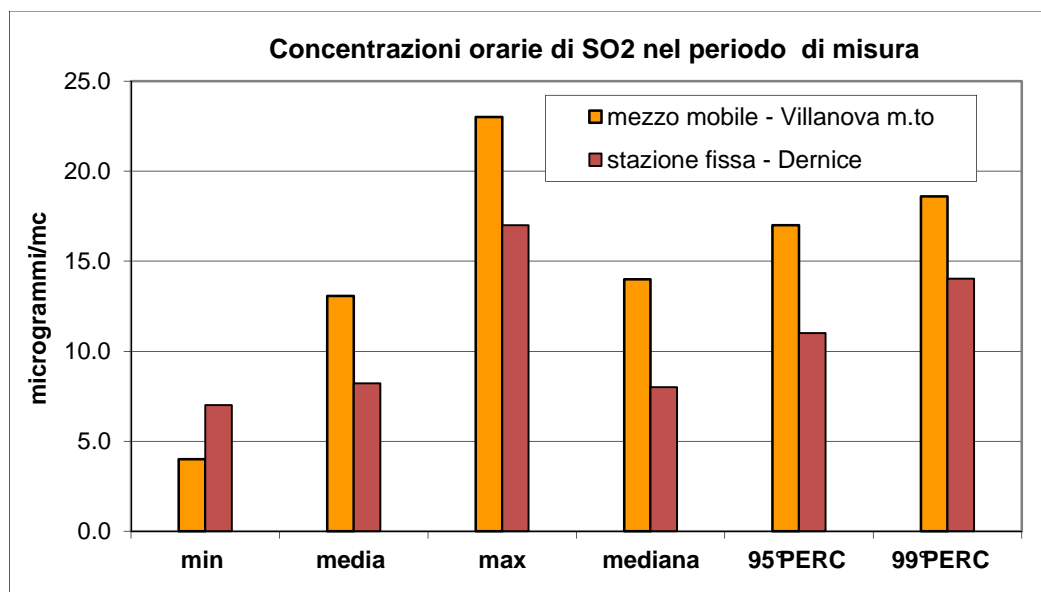


La radiazione solare mostra una condizione di intensità variabile con alternanza di giornate con forte copertura nuvolosa e giornate calde soleggiate, variabilità tipica del clima primaverile.

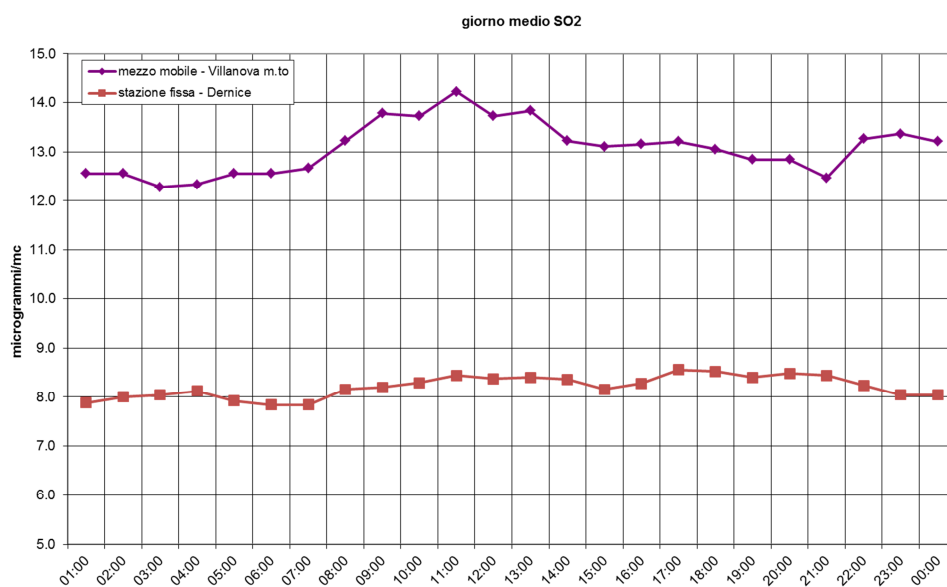


### 3.3 ANALISI DEI PARAMETRI MISURATI

#### BIOSSIDO DI ZOLFO

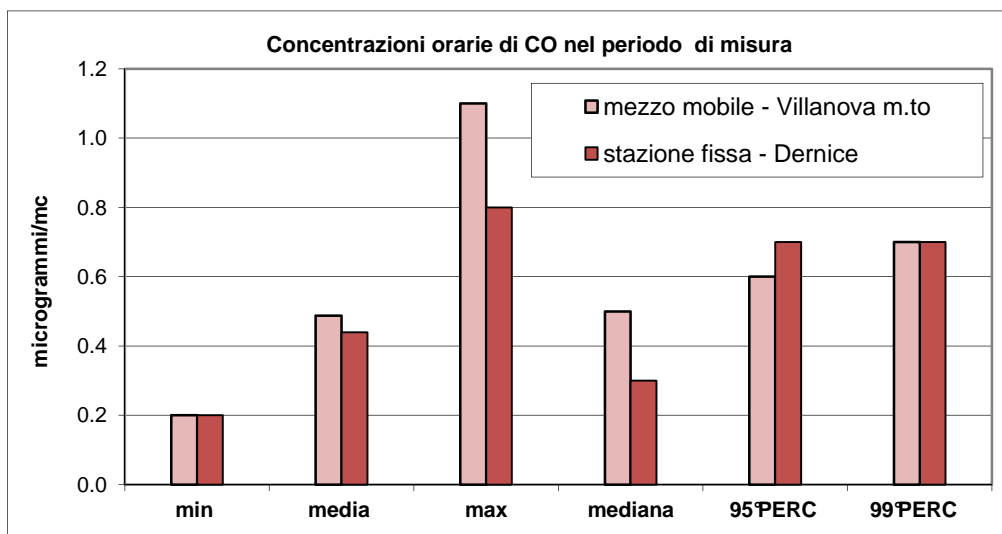


Le concentrazioni medie di SO<sub>2</sub> si mantengono basse su tutto il periodo ed ampiamente inferiori rispetto ai limiti di legge (125µg/m<sup>3</sup> limite di protezione della salute umana come media sulle 24ore) con valori medi attorno a 12µg/m<sup>3</sup> vicini a quanto registrato nella stazione di fondo rurale di Dernice. Anche l'andamento del giorno medio conferma valori di fondo, con leggera innalzamento nelle ore centrali della giornata.

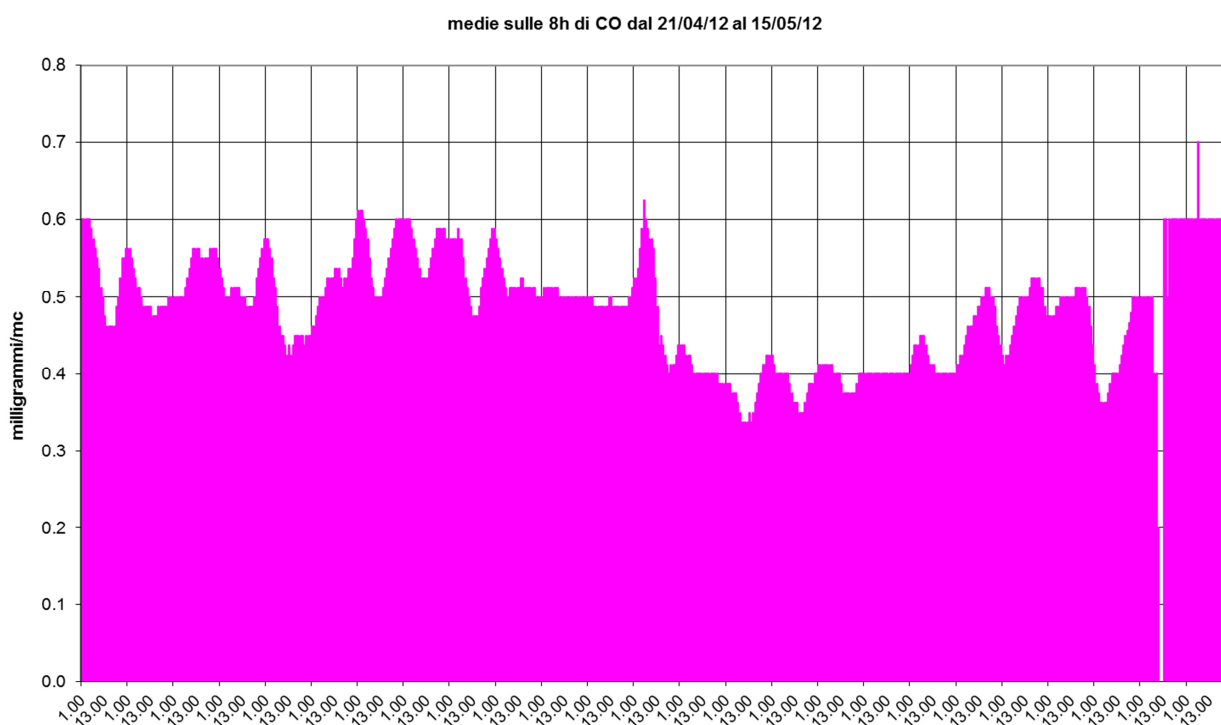


In generale il Biossido di Zolfo, ritenuto fino a pochi anni fa il principale inquinante dell'aria, altamente nocivo per ecosistemi e ambiente, è in rapida sensibile diminuzione grazie al miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffineria, imposto dal D.P.C.M. del 14 novembre 1995 e dal D.Lgs 66 del 21 marzo 2005) insieme al divieto dell'uso di olio combustibile per riscaldamento e alla diffusione dell'uso del gas metano.

**MONOSSIDO DI CARBONIO**

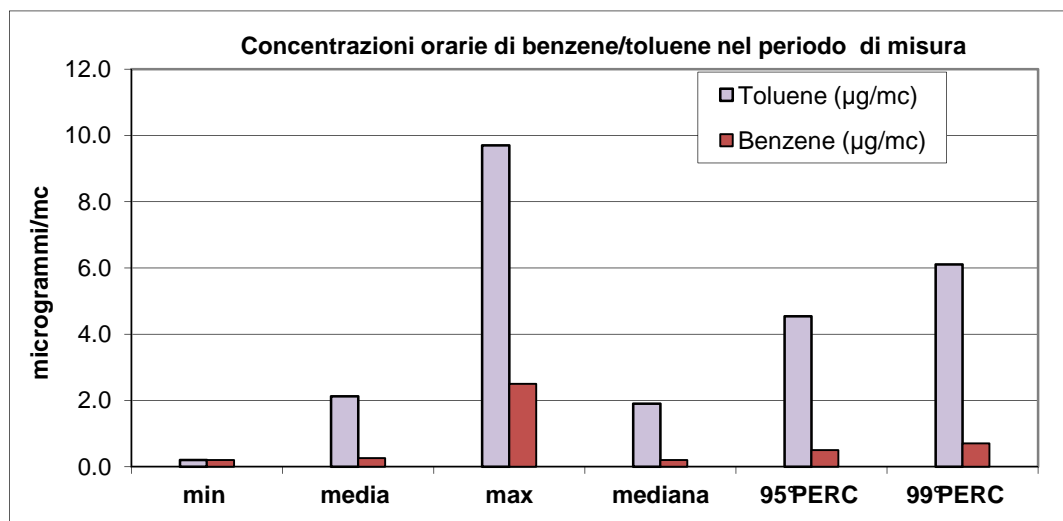


I livelli di CO si mantengono bassi e costanti per tutto il periodo di misura, con livelli medi attorno a  $0.5 \text{ mg/m}^3$  ampiamente al di sotto dei limiti di legge e vicini a quanto registrato nella stazione di fondo rurale di Dernice. Le concentrazioni massime orarie sono ampiamente al di sotto dei limiti di protezione della salute umana (livello di protezione della salute  $10 \text{ mg/m}^3$  su medie di 8 ore).

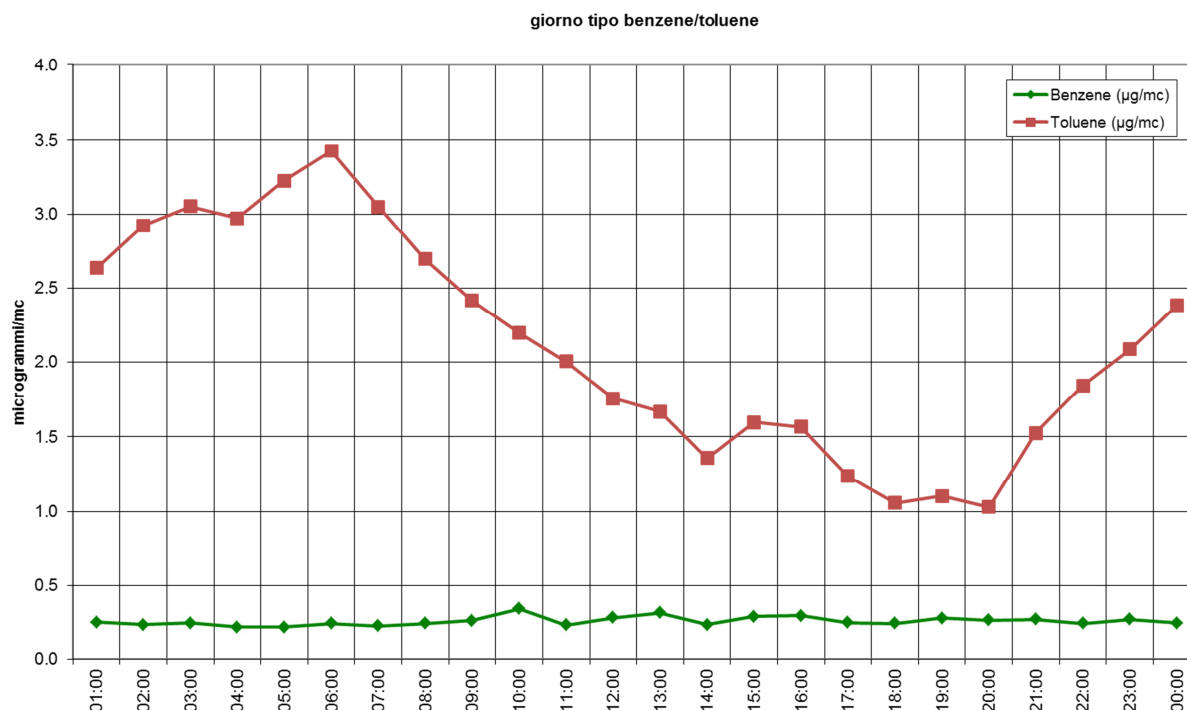


L'andamento delle medie su 8ore mostra livelli bassi e pressochè costanti. L'emissione antropica di CO è essenzialmente legata al traffico veicolare.

**BENZENE E TOLUENE**

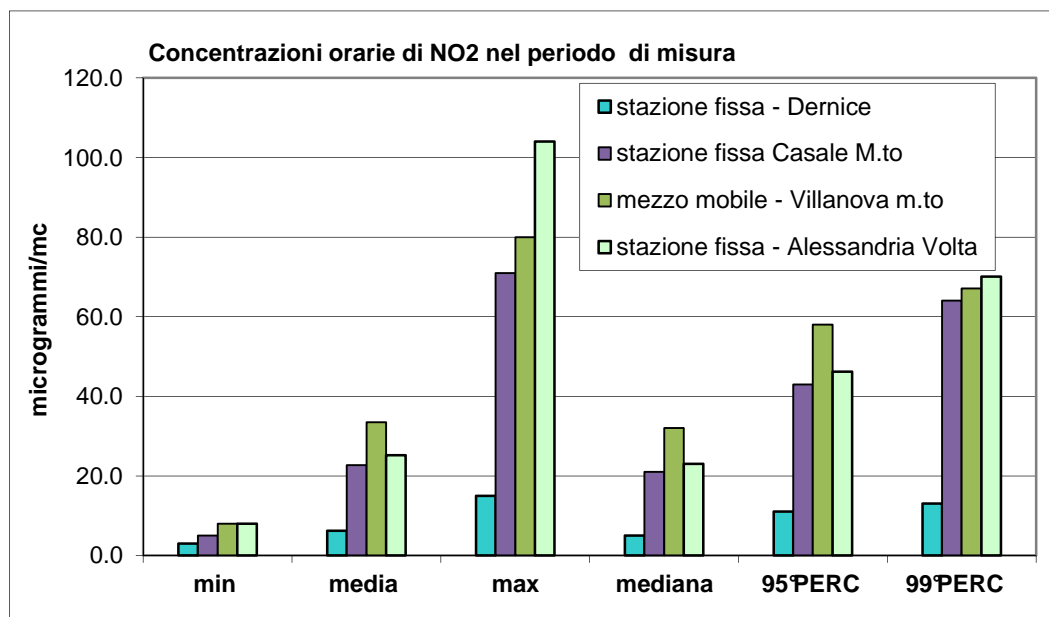


I livelli medi di benzene ( $C_6H_6$ ) si attestano attorno ad un valor medio di  $0.3\mu g/m^3$ , con un valore massimo giornaliero raggiunto di  $2\mu g/m^3$ . I livelli registrati come medie giornaliere si mantengono comunque bassi rispetto al limite di legge pari a  $5.0\mu g/m^3$  fissato dalla normativa come media sull'anno. Il benzene è classificato come cancerogeno certo. La normativa italiana, a partire dal 1 luglio 1998, ha ridotto all' 1% il tenore massimo di benzene nelle benzine motivo per cui si è assistito nel corso degli ultimi 10 anni ad una progressiva riduzione delle concentrazioni di benzene nell'aria.

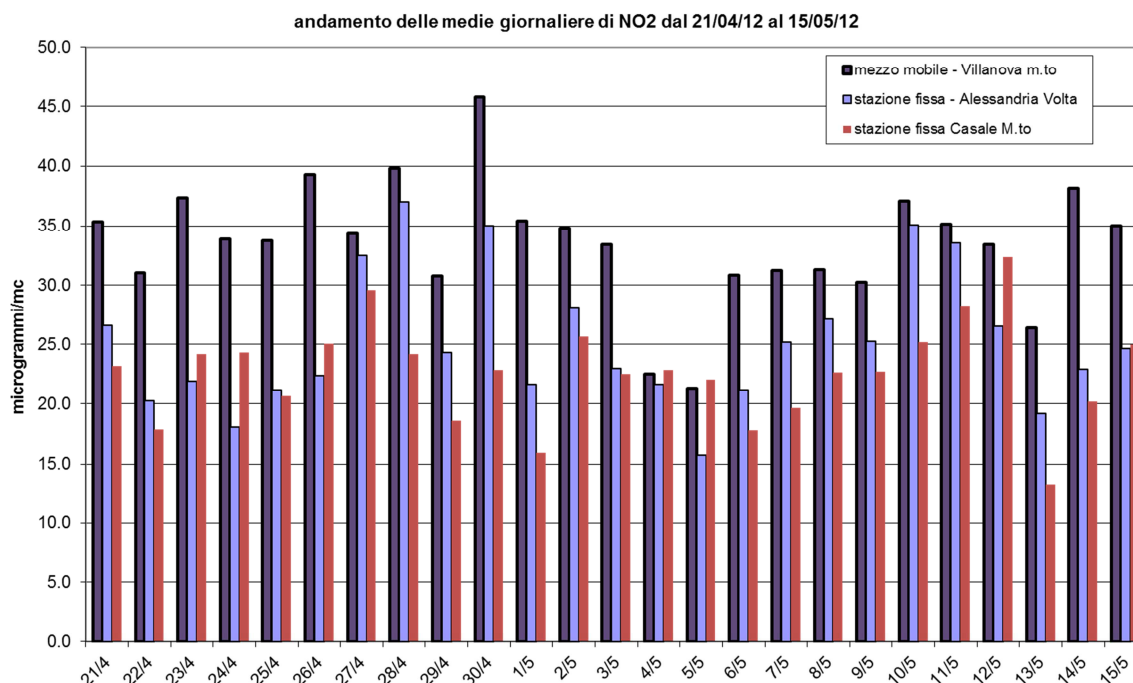


Il giorno tipo del benzene evidenzia valori bassi e costanti mentre il toluene risulta presente in misura maggiore rispetto al benzene ma non è soggetto a limite in quanto è meno tossico rispetto al benzene.

**BIOSSIDO DI AZOTO**

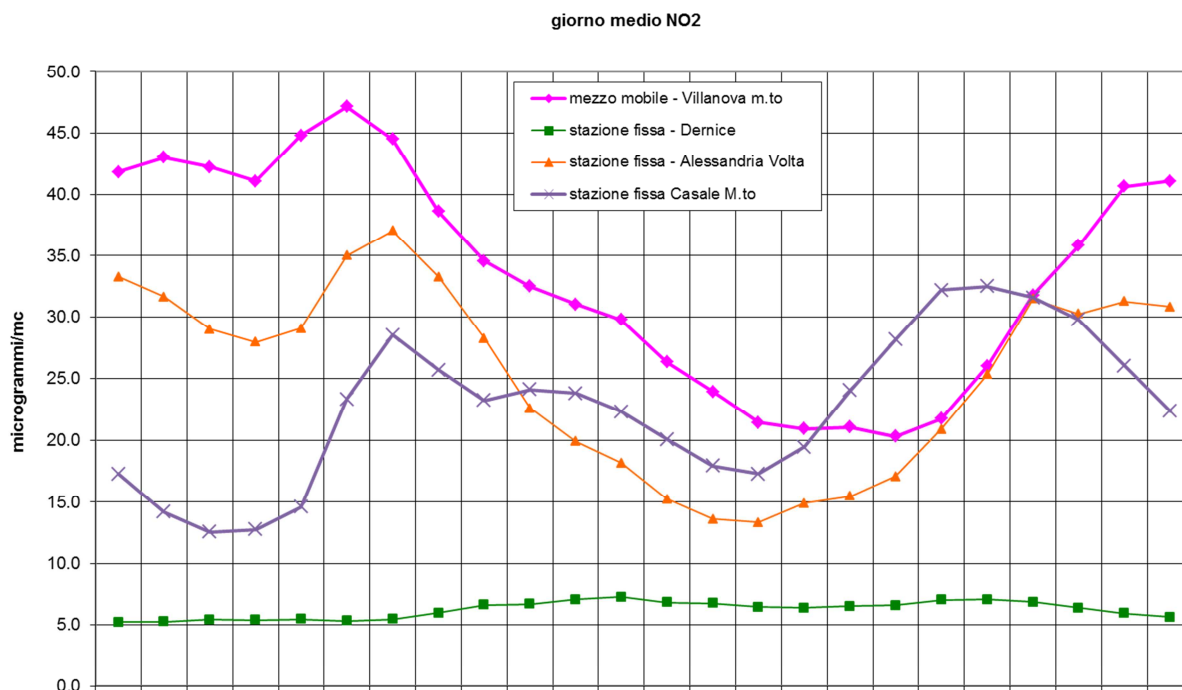


Le concentrazioni di NO<sub>2</sub> si mantengono per tutto il corso del monitoraggio al di sotto dei limiti di legge (limite di concentrazione oraria pari a 200µg/m<sup>3</sup>). I livelli medi registrati sono attorno a 30.0µg/m<sup>3</sup> (limite annuale pari a 40µg/m<sup>3</sup>) e si pongono in una situazione simile ai livelli registrati ad Alessandria e Casale M.to.

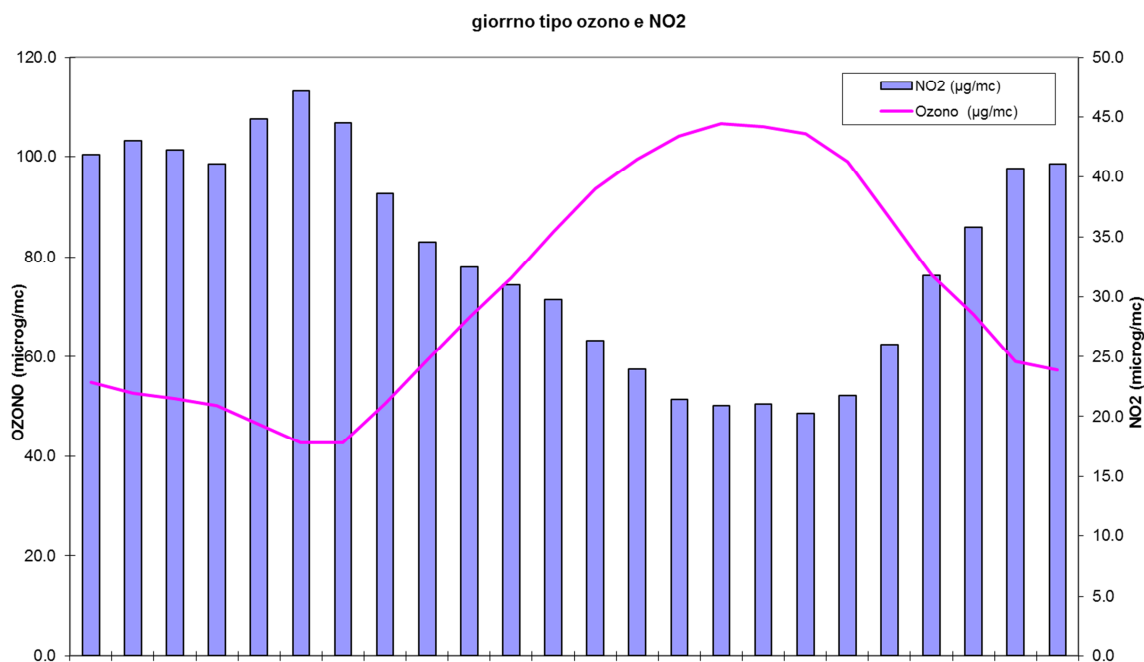


Gli andamenti delle medie giornaliere e del giorno medio mostrano concentrazioni molto simili a quelle rilevate nella stazione di fondo urbano di Alessandria Volta e con andamenti analoghi che evidenziano due picchi, mattutino e serale, mentre di giorno il decremento di NO<sub>2</sub> è legato alla formazione di ozono di cui è precursore.

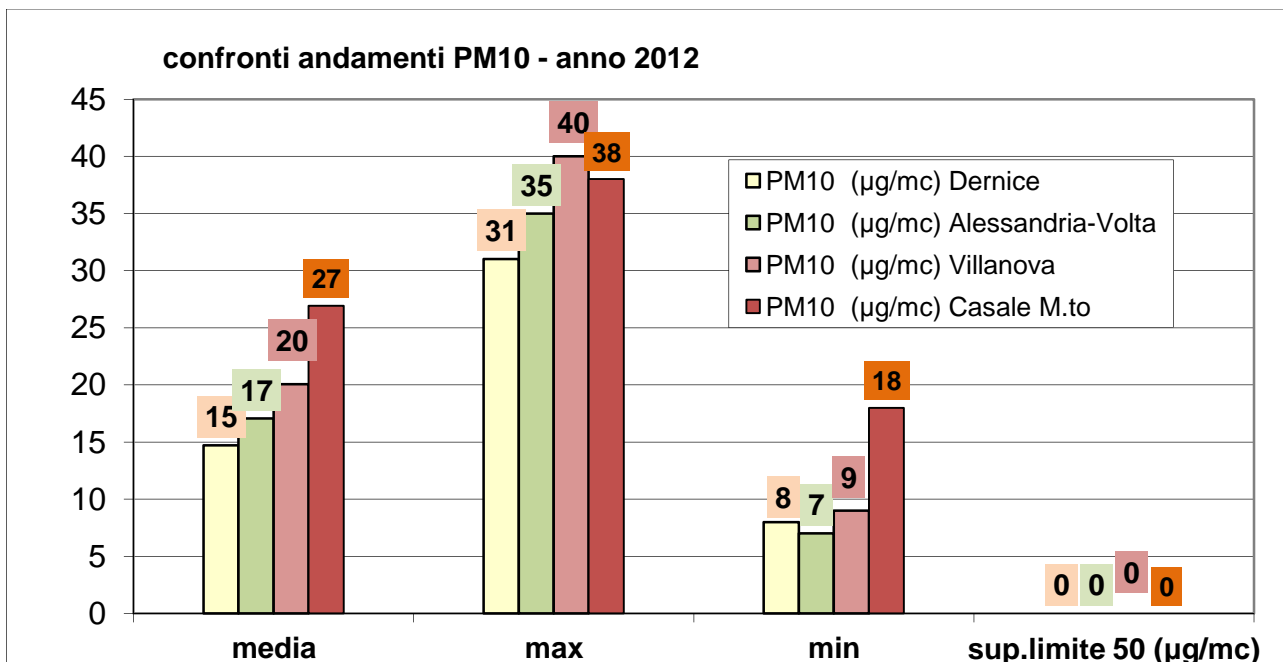




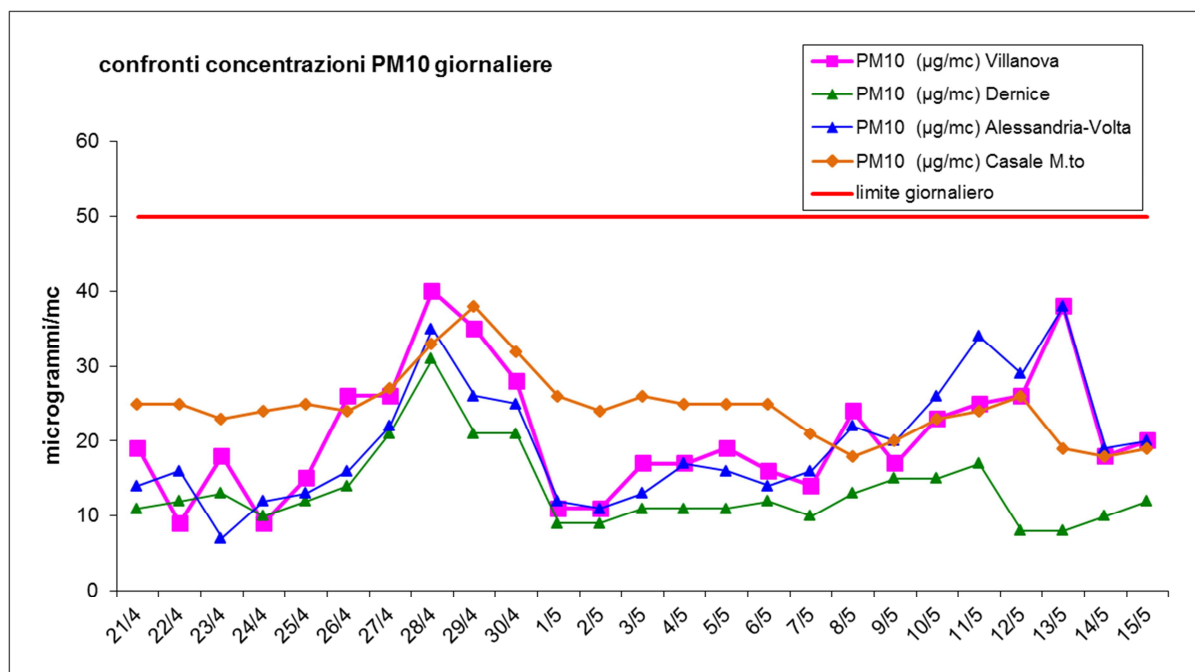
Gli ossidi di azoto sono generati in tutti i processi di combustione. La criticità legata alla presenza di biossido di azoto non è solo dovuta al fatto che tale inquinante è tossico di per sé ed irritante per la mucose ma soprattutto perché innesca la formazione sia in estate che in inverno di altri inquinanti producendo sia fenomeni di acidificazione, che aumento di polveri fini che produzione di ozono estivo (si veda grafico sotto).



**POLVERI PM<sub>10</sub>**

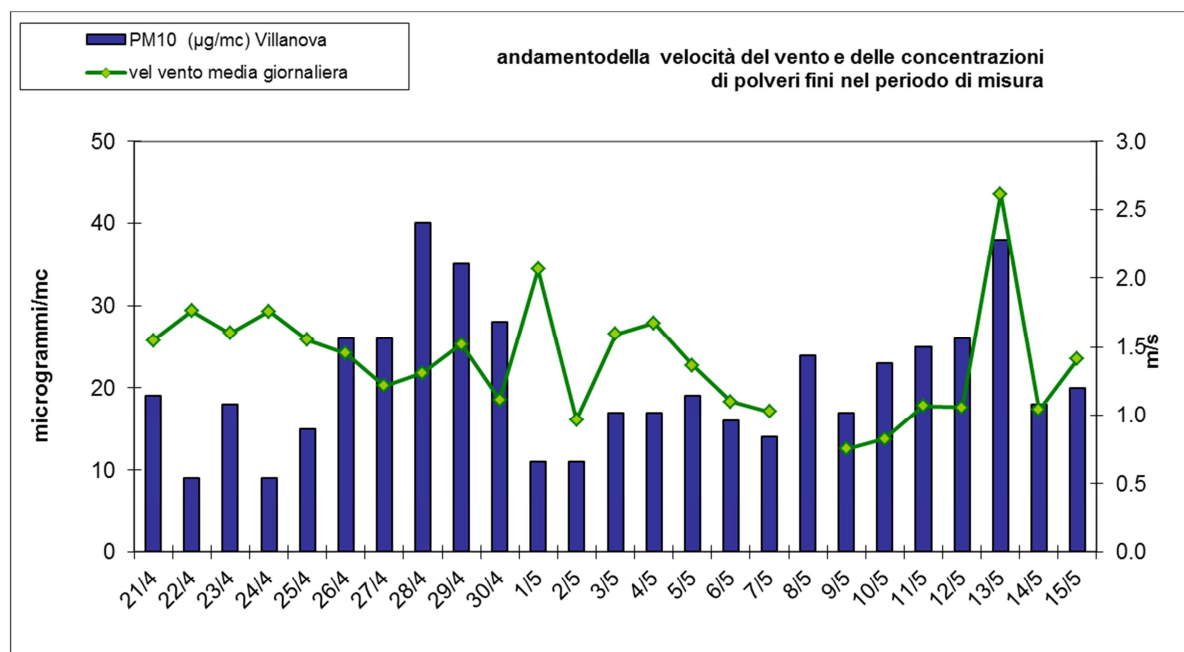
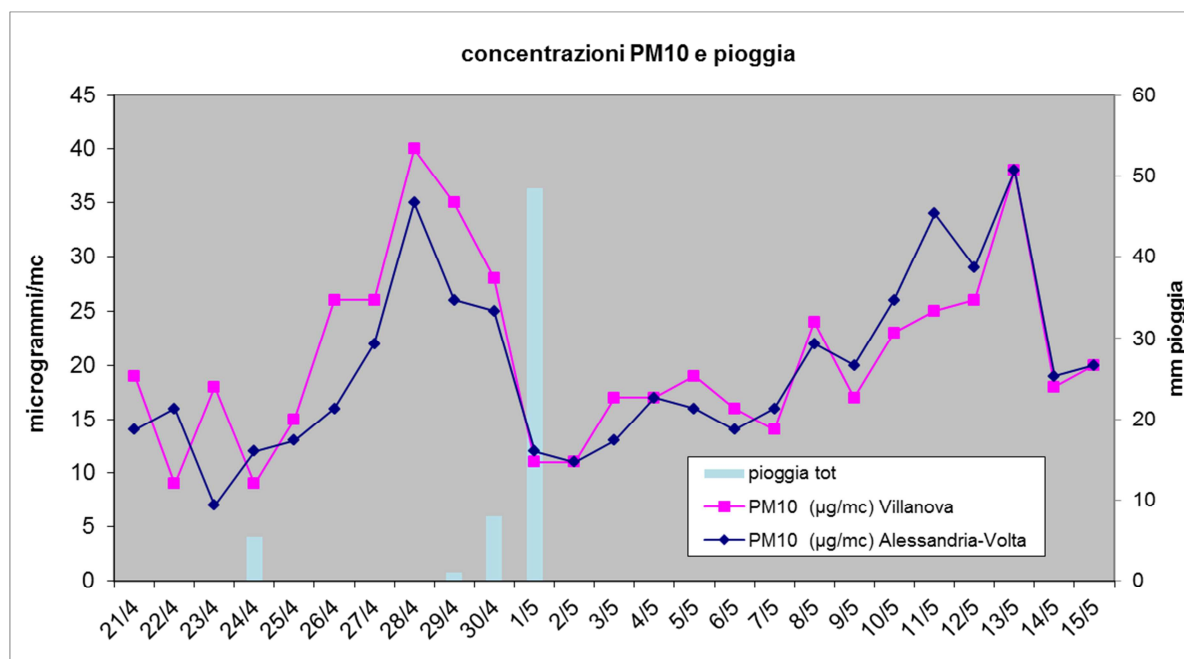


Il livello medio di polveri PM<sub>10</sub> registrato nel periodo di misura è stato pari a 20µg/m<sup>3</sup> a fronte di un limite annuale di 40µg/m<sup>3</sup> e con un dato medio giornaliero che è variato da un minimo di 9µg/m<sup>3</sup> ad un massimo di 40µg/m<sup>3</sup>. Durante i 25 giorni di misura non si sono registrati superamenti del limite giornaliero di 50µg/m<sup>3</sup> da non superarsi per più di 35 volte l'anno.



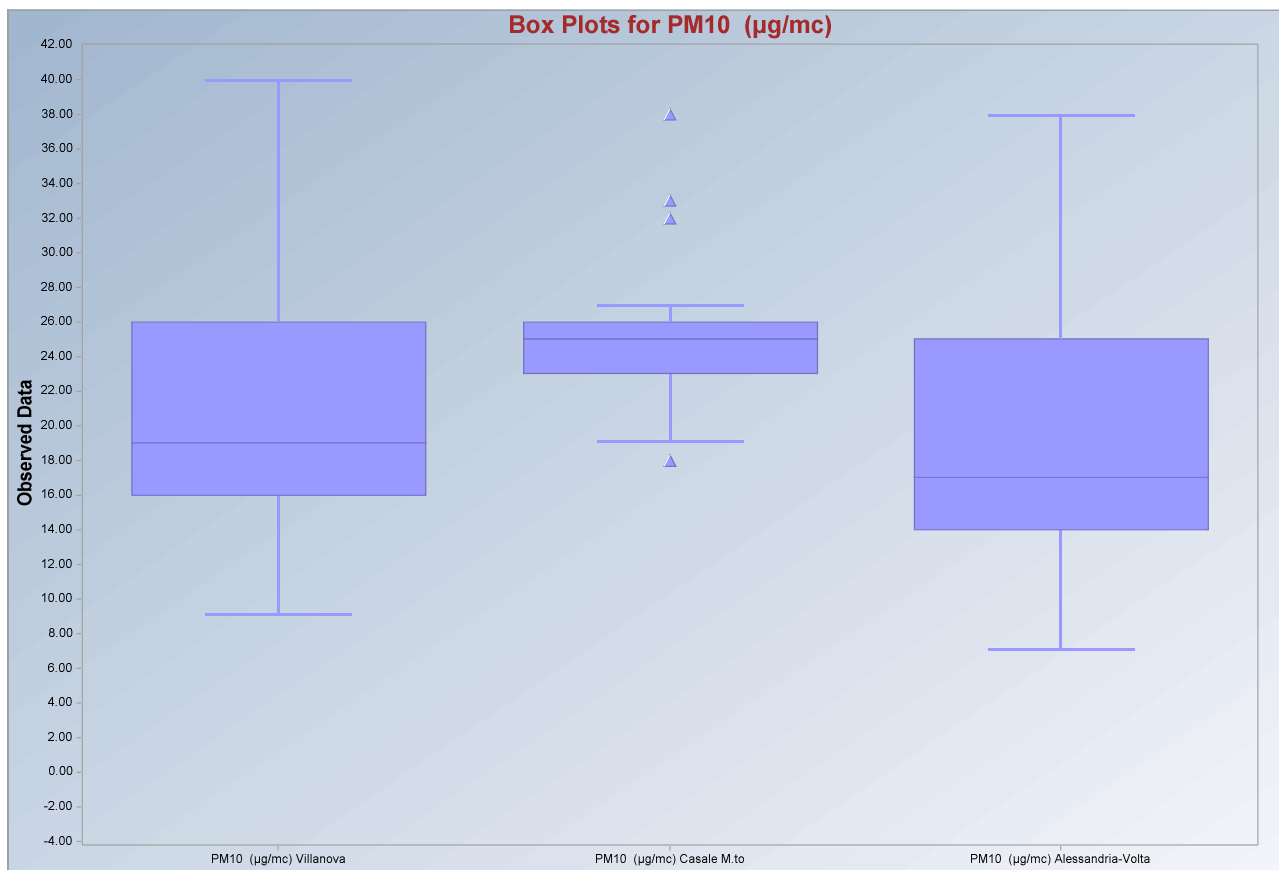
Gli andamenti delle medie giornaliere mostrano come i dati di Villanova M.to siano sovrapponibili a quelli di fondo di Alessandria e inferiori rispetto alla stazione di Casale che risulta direttamente esposta al traffico veicolare, ma con andamenti molto simili ad entrambe, a conferma dell'omogeneità del territorio dal punto di vista orografico, meteo climatico e di fonti emmissive. Si evidenzia una concentrazione di livelli superiore alle altre

stazioni alla fine di aprile in concomitanza con giornate caratterizzate da stabilità atmosferica e tempo soleggiato. Successivamente le copiose precipitazioni di inizio maggio hanno dilavato le polveri come evidenziato dai grafici più sotto. La variazione dei livelli giornalieri, infatti, mostra ovunque una forte dipendenza dalle condizioni atmosferiche con fenomeni di accumulo legati a giornate di forte stabilità atmosferica con conseguente schiacciamento al suolo degli inquinanti (giornate dal 25/04 al 28/04 e dal 10/05 al 13/05) ed una diminuzione nelle giornate di pioggia (giornate del 24/04 e dal 29/04 al 01/05) e vento (13/05)



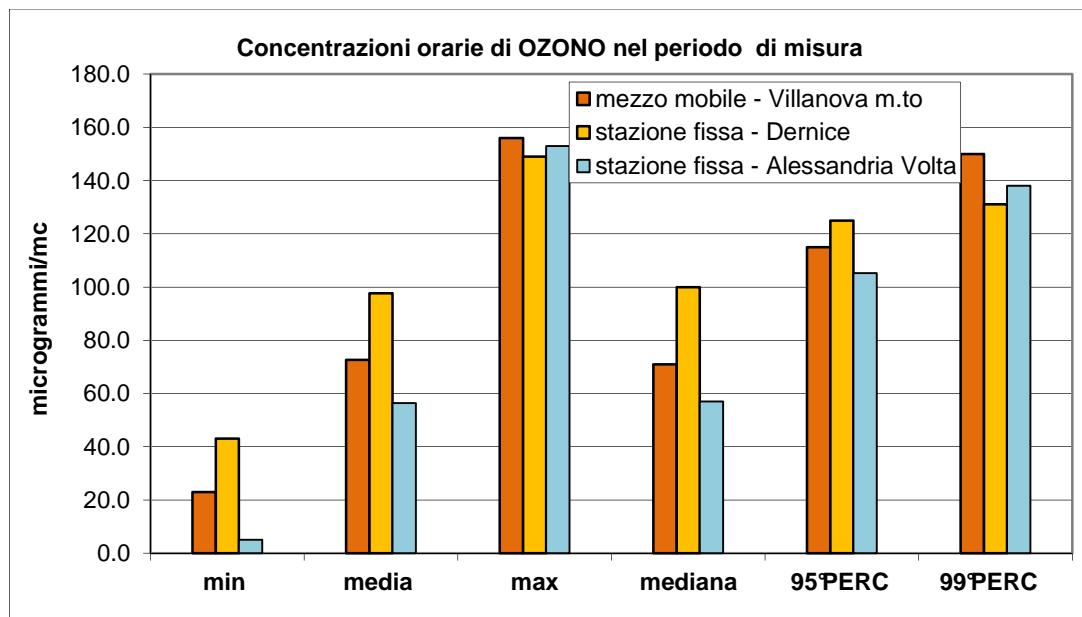
L'analisi statistica mostra ottime correlazioni con i dati di Alessandria Volta (correlazioni > 0.80) con distribuzione dei valori molto simile.

Indice di correlazione lineare	PM10_ VILLANOVA	PM10_ALESSANDRIA	PM10_CASALE
PM10_ VILLANOVA	1.000		
PM10_ALESSANDRIA	0.828	1.000	
PM10_CASALE	0.379	0.169	1.000

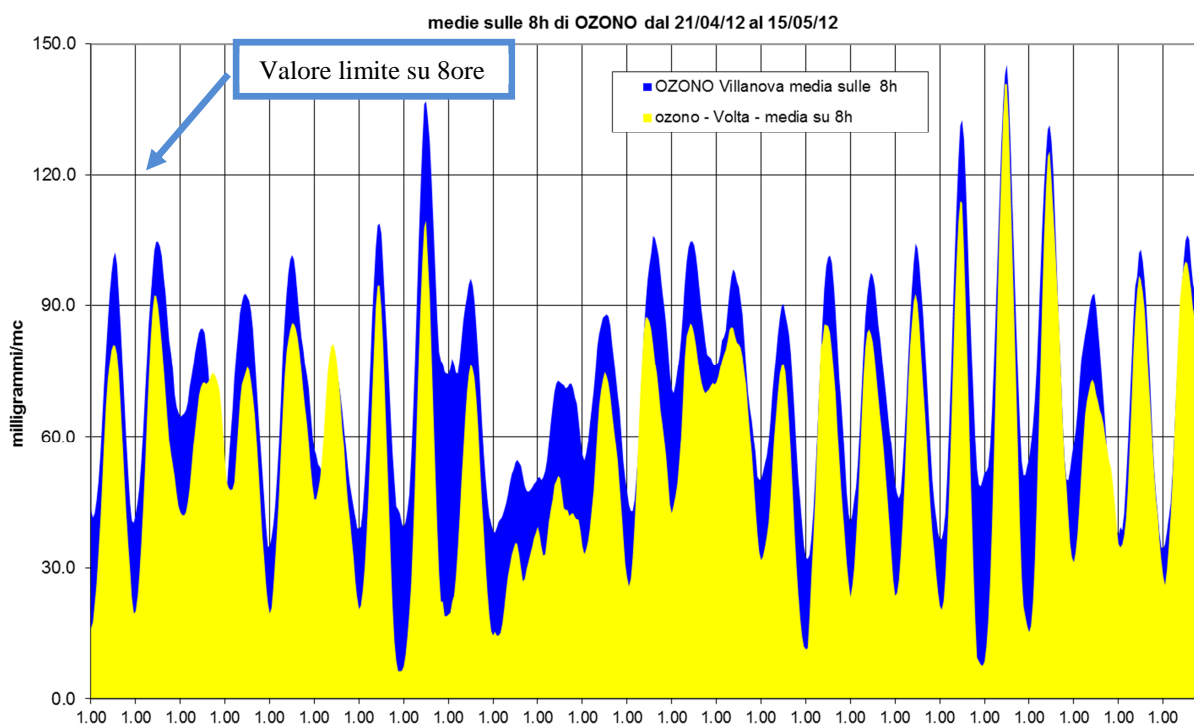


Il box plot dei dati delinea una distribuzione di valori per Villanova corrispondente a quella di fondo di Alessandria. I test statistici effettuati confermano la sostanziale corrispondenza delle due distribuzioni di dati.

**OZONO**



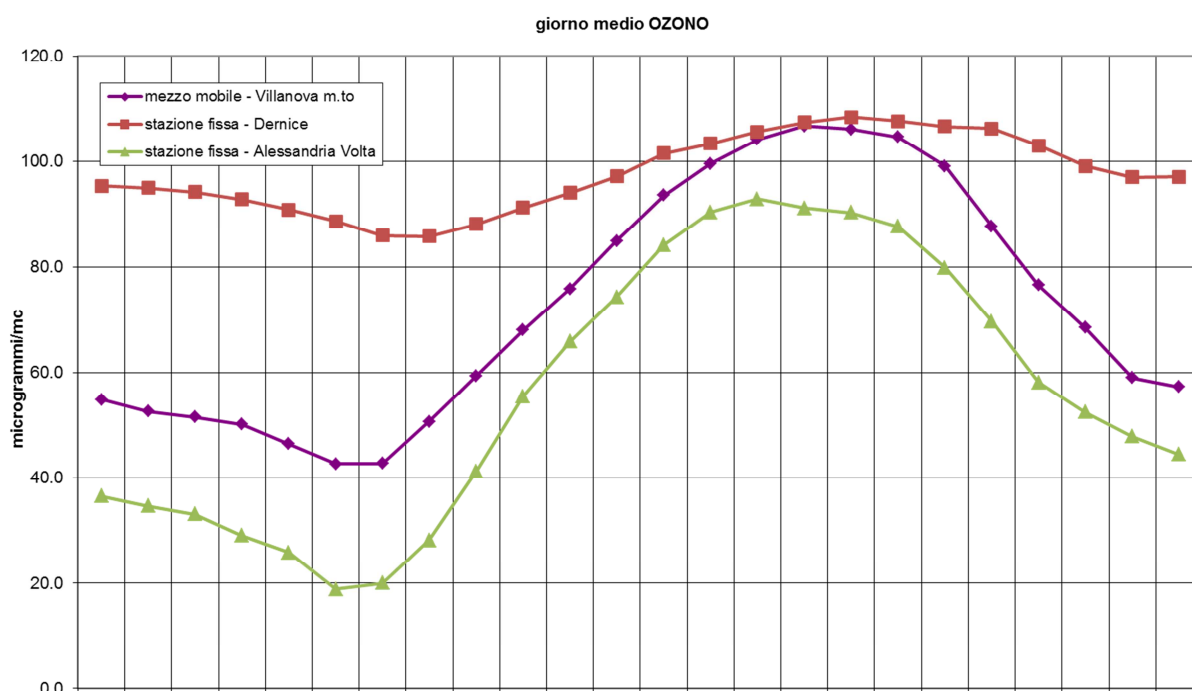
Le concentrazioni di ozono mostrano livelli simili a quelli di Alessandria, con livelli leggermente più elevati, a conferma del fatto che tale inquinante secondario è soggetto a fenomeni di trasporto anche a distanza rispetto ai luoghi di emissione dei suoi precursori. Tali livelli danno luogo ad alcuni superamenti del livello di protezione della salute di  $120\mu\text{g}/\text{m}^3$  come media su 8h. Ciò è abbastanza frequente nella stagione calda in presenza di tempo sereno e soleggiato. Le concentrazioni di ozono si attestano attorno a valori medi di  $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ , con valori massimi orari di poco inferiori alla soglia di informazione di  $180\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



# **TABELLA RIASSUNTIVA DEI LIMITI VIGENTI PER L'OZONO**

<b>80 µg/m<sup>3</sup></b>	media di 1 ora da Maggio a Luglio (Dir. 2002/3/CE)	
<b>120 µg/m<sup>3</sup></b>	Limite di Protezione della salute	media di 8h: da non superare per più di 25 giorni per anno civile (media su 3 anni)
<b>180 µg/m<sup>3</sup></b>	Soglia di informazione	media di 1h
<b>240 µg/m<sup>3</sup></b>	Soglia di allarme	media di 1h misurata o prevista per 3h

I grafici mostrano livelli di ozono a Villanova M.to simili ad Alessandria, con picchi di concentrazioni in concomitanza con le giornate più soleggiate.

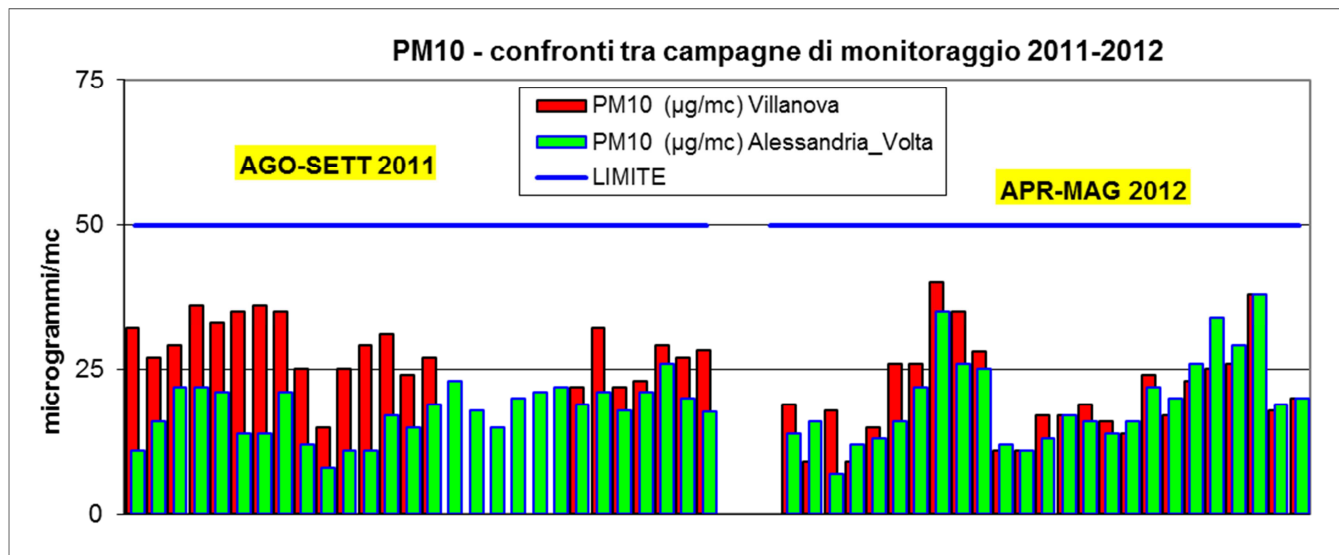


Il giorno medio mostra il tipico andamento di questo inquinante secondario che si forma in periodo estivo in giornate caratterizzate da tempo sereno e soleggiato da precursori quali COV e NO<sub>2</sub>. Si noti come l'andamento delle concentrazioni di ozono sia costantemente oscillante tra i valori minimi notturni e massimi diurni in corrispondenza della massima irradiazione solare che innesca la sua formazione a partire da altri inquinanti primari, tra cui NO<sub>2</sub> che mostra un andamento opposto rispetto all'ozono. Tutti i superamenti si verificano infatti nella fascia oraria di maggior irraggiamento solare compresa tra le 12.00 e le 18.00: ciò è direttamente collegato alle emissioni di NO<sub>2</sub> in quanto precursore dell'ozono. gli andamenti orari indicano fenomeni di accumulo nelle ore centrali della giornata (trend di crescita dalle 07.00 alle 17.00) tipici di questo inquinante e legati alla contestuale diminuzione del biossido d'azoto. Si conferma una criticità per tale inquinante.

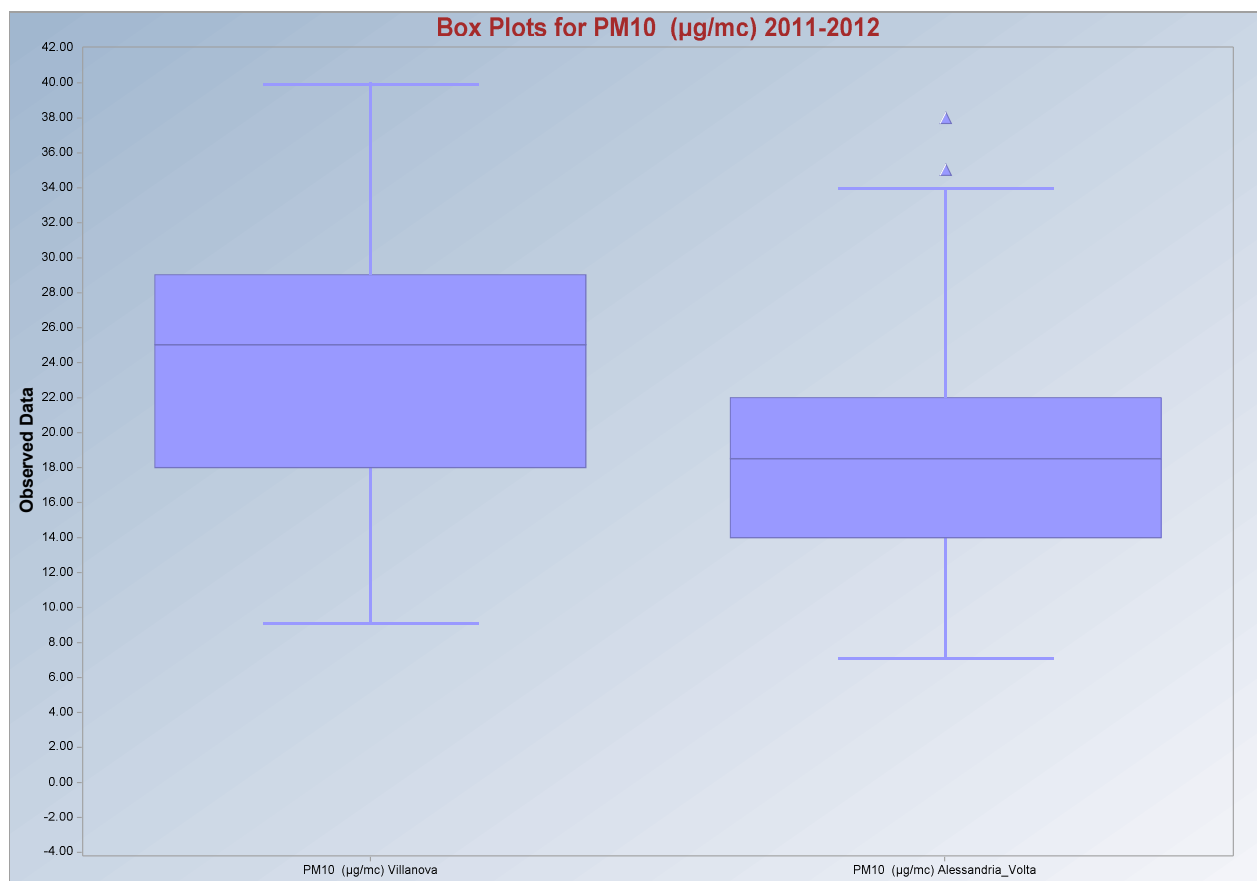


### 3.4 CONFRONTO CON CAMPAGNE PRECEDENTI

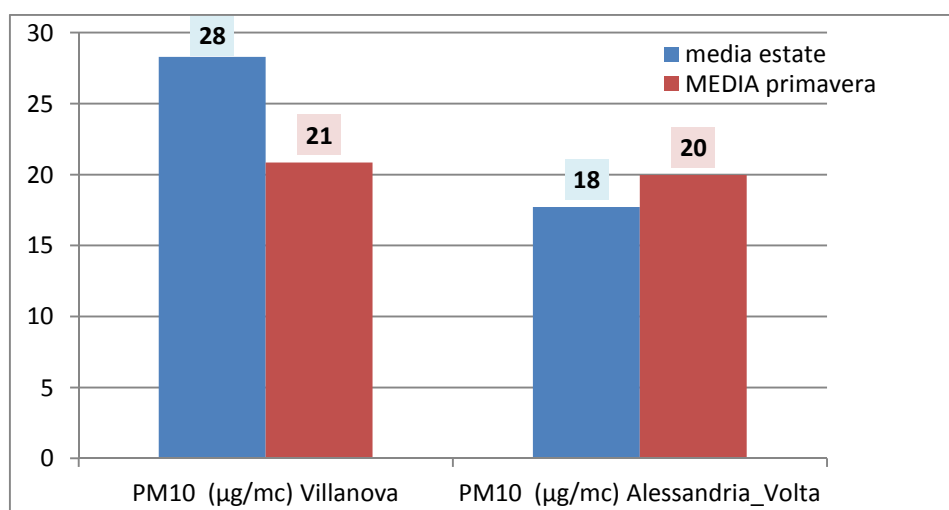
Di seguito si riporta il confronto tra i dati rilevati nel 2011 e nel 2012 relativamente agli inquinanti più critici: PM10 e biossido di azoto. Il confronto con i livelli rilevati nel medesimo periodo ad Alessandria conferma la sostanziale omogeneità dei dati.



Le medie giornaliere di polveri sulle due campagne di monitoraggio mostrano andamenti simili ad Alessandria. Anche il box plot dei dati complessivi delle due campagne conferma la corrispondenza tra i dati.



Le due distribuzioni sono assimilabili ed i test statistici confermano la sovrapposibilità dei dati. Pertanto si conferma quanto già emerso nelle precedenti campagne ovvero che anche per le polveri fini a Villanova, si può desumere un livello di concentrazione annuale di **PM10** di analogo ad Alessandria-Volta, di poco inferiore a **40µg/m<sup>3</sup>** (limite annuale pari a 40µg/m<sup>3</sup>) con **superamento del limite dei 35 giorni con concentrazioni superiori a 50µg/m<sup>3</sup>**.



Analogamente, anche per gli ossidi di azoto, il confronto statistico dei dati completi su due anni di misure conferma la corrispondenza con i dati di fondo di Alessandria. Considerato che i dati di Alessandria si mantengono al di sotto dei limiti di legge, si può presumere anche per Villanova M.to andamenti sull'anno che confermano le stime regionali di criticità 3 per il parametro NO<sub>2</sub> (concentrazione media annua entro i valori **32÷40 µg/m<sup>3</sup>**). con un **livello di concentrazione media annuale inferiore a 40µg/m<sup>3</sup>** (limite annuale pari a 40µg/m<sup>3</sup>) .

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 25/39
		Data stampa: 01/08/12
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Villanova_relazione aria_2012

## 4. CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati rilevati a Villanova M.to nel corso delle due campagne di monitoraggio svoltesi nel biennio 2011/2012 e dalle correlazioni con le centraline fisse di monitoraggio della qualità dell'aria di Alessandria e Casale M.to, si può concludere quanto segue:

- I dati di inquinamento rilevati nel Comune di Villanova Monferrato sono omogenei ai dati di inquinamento di fondo urbano di Alessandria, collocandosi all'interno di un bacino omogeneo dal punto di vista meteorologico, morfologico e di fonti emmissive. Ciò porta ad avere andamenti e concentrazioni del tutto simili per i principali contaminanti dell'aria.
- Per quanto riguarda il biossido di zolfo (**SO<sub>2</sub>**), il monossido di carbonio (**CO**) e il benzene (**C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>**), i dati rilevati si mantengono sempre ampiamente al di sotto dei limiti di legge. Non si ravvisano criticità per tali inquinanti.
- Le concentrazioni di biossido di azoto **NO<sub>2</sub>** e polveri **PM<sub>10</sub>**, si confermano simili ai livelli di fondo urbano rilevati presso la stazione di Alessandria Volta.
- I dati di polveri **PM<sub>10</sub>** non evidenziano superamenti del limite giornaliero di 50µg/m<sup>3</sup> sui 26 giorni di misura. Il livello medio di polveri PM<sub>10</sub> registrato nel periodo di misura è stato pari a 20µg/m<sup>3</sup> a fronte di un limite annuale di 40µg/m<sup>3</sup> e con un dato medio giornaliero che è variato da un minimo di 9µg/m<sup>3</sup> ad un massimo di 40µg/m<sup>3</sup>. L'analisi statistica mostra migliori correlazioni con i dati di Alessandria rispetto a quelli di Casale M.to, la cui stazione è direttamente esposta alle emissioni del traffico. L'analisi statistica dei dati di PM<sub>10</sub> rilevate nel 2012 conferma una distribuzione di valori per Villanova corrispondente a quelli di fondo di Alessandria. Considerando la differenza tra la distribuzione dei dati di polveri PM<sub>10</sub> campionate nei medesimi periodi ad Alessandria-Volta e Villanova nel 2011 e 2012, si ha una notevole sovrapposibilità dei dati negli anni. Pertanto si conferma quanto già emerso nella precedente campagna ovvero che anche per le polveri a Villanova, si può desumere un livello di concentrazione annuale di PM<sub>10</sub> di analogo ad Alessandria-Volta, di poco inferiore a 40µg/m<sup>3</sup> (limite annuale pari a 40µg/m<sup>3</sup>) con superamento del limite dei 35 giorni con concentrazioni superiori a 50µg/m<sup>3</sup>.
- Le concentrazioni di biossido di azoto (**NO<sub>2</sub>**) si mantengono ampiamente al di sotto dei limiti di legge (limite di concentrazione oraria pari a 200µg/m<sup>3</sup>). I livelli medi registrati sono attorno a 30.0µg/m<sup>3</sup> (limite annuale pari a 40µg/m<sup>3</sup>) e si collocano, analogamente alle polveri, in una situazione simile ai livelli registrati nella stazione di fondo urbano di Alessandria Volta. Considerato che i dati di Alessandria si mantengono al di sotto dei limiti di legge, si può presumere anche per Villanova M.to andamenti sull'anno che confermano le stime regionali di criticità 3 per il parametro NO<sub>2</sub> (concentrazione media annua entro i valori 32÷40 µg/m<sup>3</sup>). con un livello di concentrazione media annuale inferiore a 40µg/m<sup>3</sup> (limite annuale pari a 40µg/m<sup>3</sup>) .
- L'**ozono** presenta concentrazioni medio-alte, in linea con il periodo estivo durante il quale l'ozono si forma in presenza di forte irradiazione solare da precursori quali COV e NO<sub>2</sub>. I livelli di ozono registrati nel periodo di misura mostrano diversi superamenti del livello di protezione della salute di 120µg/m<sup>3</sup>, con valori massimi orari attorno a 160µg/m<sup>3</sup>. I dati mostrano livelli di ozono particolarmente alti nella parte centrale della giornata in concomitanza con l'aumentare della radiazione solare e delle temperature. L'ozono si forma in presenza di forte irradiazione solare da precursori quali COV e NO<sub>2</sub>. Tutti i superamenti si verificano infatti nelle ore di maggior irraggiamento solare,

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 26/39
		Data stampa: 01/08/12
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Villanova_relazione aria_2012

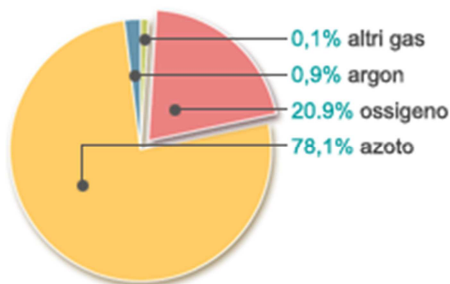
tra le 11.00 e le 19.00, durante le quali i soggetti sensibili come bambini, anziani e asmatici dovrebbero evitare attività fisica all'aperto.

- In conclusione, dai dati di qualità dell'aria rilevati a Villanova emerge una situazione di livelli di inquinamento omogenei all'area di pianura piemontese-lombarda, caratterizzata da una qualità dell'aria non del tutto soddisfacente con criticità legate ad eccessivo inquinamento da polveri sottili in periodo invernale e da ozono in estate. Le caratteristiche climatiche e geomorfologiche e la presenza di fonti emissive locali legate ai trasporti fanno sì che il livello di inquinamento da biossido di azoto e polveri sia assimilabile ad Alessandria e Casale. Si delinea dunque per Villanova una condizione di criticità legata all'eccessivo superamento del limite giornaliero di PM10 pari a 50 microgrammi/m<sup>3</sup> da non superare più di 35 giorni l'anno ed un eccessivo inquinamento da ozono come evidenziato dai monitoraggi condotti in primavera/estate. Per tutti gli altri parametri si prevede il sostanziale rispetto dei limiti di legge.

## ALLEGATI

### GLI INQUINANTI ATMOSFERICI

L'aria è una miscela gassosa che ha la seguente composizione:



L'ossigeno ( $O_2$ ) e l'azoto ( $N_2$ ) costituiscono il 99% dell'aria che respiriamo e sono elementi fondamentali per la vita sulla terra. La rimanente parte di aria è composta da diversi elementi la cui composizione è variabile e dipende dalle attività umane e naturali.

La parte che più interessa più da vicino è la cosiddetta "troposfera" avente uno spessore variabile dai 6-8 (ai poli) ai 15-17 Km (all'equatore) a partire dalla superficie terrestre, in cui è concentrata la maggior quantità di aria che respiriamo e che quindi permette la funzione vitale.

L'inquinamento atmosferico è causato dalla presenza nell'aria di una o più sostanze che possono avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso. Il grado di tossicità di ciascuna sostanza dipende dalla sua concentrazione e dal tempo di esposizione.

In base alla loro origine, gli inquinanti si possono suddividere in:

- inquinanti primari: quelli che vengono direttamente in atmosfera tal quali sia a causa di processi ascrivibili all'uomo sia a causa di processi naturali;
- inquinanti secondari. quelli che si formano per reazione diretta tra gli stessi inquinanti primari più o meno attivati dall'energia solare.

### 2.1 MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)


**Cosa è** - Il Monossido di Carbonio (CO) è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. È un gas inodore ed incolore e viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di Ossigeno a disposizione è insufficiente. La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% delle emissioni a livello mondiale), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo ed in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato.

**Metodo di misura** - Il Monossido di Carbonio è analizzato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR con conseguente variazione della loro intensità, proporzionale alla concentrazione del Monossido di Carbonio. Un sensore misura la

variazione della radiazione luminosa e converte questo valore fornendo la concentrazione di CO presente nell'aria. L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni di Monossido di Carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m<sub>3</sub>).

**Danni causati** - Il CO ha la proprietà di fissarsi all'emoglobina del sangue, impedendo il normale trasporto dell'Ossigeno nelle varie parti del corpo. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale ed il sistema cardio-vascolare, soprattutto nelle persone affette da cardiopatie. Concentrazioni elevatissime di CO possono anche condurre alla morte per asfissia. Alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana tuttavia gli effetti sulla salute sono reversibili e sicuramente meno acuti. Gli effetti nocivi del CO sono amplificati nei fumatori.

**Evoluzione** - Il CO ha avuto, negli ultimi vent'anni, un nettissimo calo delle concentrazioni grazie al progressivo sviluppo della tecnologia dei motori, che ha contrastato il fenomeno contrario legato all'aumento del numero di autoveicoli circolanti e quindi all'aumento delle fonti emmissive. Ulteriori miglioramenti si otterranno quando le auto a benzina non catalizzate saranno completamente sostituite con veicoli dotati di marmitta catalitica, che attualmente costituiscono poco più del 50% del parco viaggiante.

MONOSSIDO DI CARBONIO			
ORIGINE		EFFETTI	TREND
NATURALE	ANTROPICA		
Emissioni da oceani e paludi	Trasporti (90%)	Dannoso per la salute (morte per asfissia)	<b>In netta decrescita</b> 
incendi	industria		
eruzioni vulcaniche	riscaldamento domestico		
Tempeste elettriche	Combustione incompleta		
	Fumo di sigaretta		

## 2.2 BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)


**Cosa è** - È un gas incolore, di odore pungente naturale prodotto dell'ossidazione dello Zolfo. Le principali emissioni di Biossido di Zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo Zolfo è presente come impurità, e dai processi metallurgici. Una percentuale molto bassa di Biossido di Zolfo nell'aria (6-7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel. La concentrazione di Biossido di Zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento domestici.

**Metodo di misura** - Il Biossido di Zolfo è misurato con un metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in una apposita camera nella quale vengono inviate radiazioni UV a 230-190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole di SO<sub>2</sub> presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rilevatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO<sub>2</sub> presente nell'aria. L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di Biossido di Zolfo è il microgrammo al metro cubo (µg/m<sub>3</sub>).



**Danni causati** - L' $\text{SO}_2$  è molto irritante per gli occhi, la gola e le vie respiratorie: inoltre amplifica i suoi effetti tossici in presenza di nebbia, in quanto è facilmente solubile nelle piccole gocce d'acqua. Le gocce più piccole possono arrivare fino in profondità nell'apparato polmonare causando bronco-costrizione, irritazione bronchiale e bronchite acuta. Inoltre in atmosfera, attraverso reazioni con l'Ossigeno e le molecole d'acqua, causa le cosiddette "piogge acide", precipitazioni piovose con una componente acida significativa, responsabili di danni a coperture boschive ed a monumenti con effetti tossici sui vegetali e di acidificazione dei corpi idrici, in particolare a debole ricambio, con conseguente compromissione della vita acquatica.

**Evoluzione** - Il Biossido di Zolfo era ritenuto, fino a pochi anni fa, il principale inquinante dell'aria tuttavia oggi il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di Zolfo nei prodotti di raffinazione, imposto dal D.P.C.M. del 14 novembre 1995) insieme al sempre più diffuso uso del gas metano hanno diminuito sensibilmente la presenza di  $\text{SO}_2$  nell'aria.

BIOSSIDO DI ZOLFO				
ORIGINE		EFFETTI	TREND	
NATURALE	ANTROPICA			
eruzioni vulcaniche	riscaldamento	Dannoso per la salute	In netta decrescita	
geotermia	industria	Dannoso per la vegetazione		
oceani	Trasporti	Si oppone all'effetto serra Piogge acide (corrosione dei metalli, degli edifici, delle opere d'arte, scolorimento dei tessuti)		

## 2.3 OZONO ( $\text{O}_3$ )


**Cosa è** - L'Ozono è un gas altamente reattivo, di odore pungente e ad elevate concentrazioni di colore blu, dotato di un elevato potere ossidante. L'Ozono si concentra nella stratosfera ad un'altezza compresa fra i 30 e i 50 chilometri dal suolo, la sua presenza protegge la superficie terrestre dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole che sarebbero dannose per la vita degli esseri viventi. L'assenza di questo composto nella stratosfera è chiamata generalmente "buco dell'Ozono". L'Ozono presente nelle immediate vicinanze della superficie terrestre è invece un componente dello "smog fotochimico" che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. L'Ozono non ha sorgenti dirette, ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche in presenza di inquinanti primari prodotti dal traffico veicolare, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione dei carburanti.

Le più alte concentrazioni di ozono si registrano nei mesi più caldi dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare mentre nelle ore serali la sua concentrazione tende a diminuire. Nelle aree urbane l'ozono si forma e si trasforma con grande rapidità e mostra un comportamento alquanto diverso dagli altri inquinanti. Questo motivo determina anche il diverso modo di monitorarlo rispetto agli altri: poiché l'ozono si diffonde o viene trasportato (dal vento) dalle aree urbane alle aree suburbane e rurali dove il minore inquinamento lo rende più stabile, il corretto monitoraggio di questo inquinante va pertanto fatto nei parchi e nelle località più periferiche della città od in zona remota.

**Metodo di misura** - L'Ozono è misurato con un metodo basato sull'assorbimento caratteristico, da parte delle molecole di Ozono, di radiazioni ultraviolette (UV) ad una lunghezza d'onda di 254 nm. La variazione dell'intensità luminosa è direttamente correlata alla concentrazione di Ozono ed è misurata da un apposito rilevatore. L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di Ozono è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}_3$ ).

**Danni causati** - Concentrazioni relativamente basse di Ozono provocano effetti quali irritazioni alla gola ed alle vie respiratorie e bruciore agli occhi; concentrazioni superiori possono portare alterazioni delle funzioni respiratorie ed aumento della frequenza degli attacchi asmatici. L'Ozono è responsabile anche di danni alla vegetazione e ai raccolti, con la scomparsa di alcune specie arboree dalle aree urbane.

**Evoluzione** - Negli ultimi dieci anni la concentrazione di Ozono è rimasta sostanzialmente costante; tale tendenza è dovuta principalmente alla stabilità delle concentrazioni degli Ossidi di Azoto presenti in atmosfera che non hanno mostrato significative diminuzioni. Le oscillazioni delle concentrazioni di Ozono sono pertanto legate alla variabilità delle condizioni meteorologiche.

OZONO			
ORIGINE		EFFETTI	TREND
NATURALE	ANTROPICA		
Ozono troposferico	Come prodotto secondario di inquinanti quali gli ossidi di azoto in presenza di forte irraggiamento solare	Irritante per le vie respiratorie (asma) Irritante per gli occhi Dannoso per la vegetazione	Costante 

## 2.4 OSSIDI DI AZOTO ( $\text{NO}_x$ )

**Cosa è** - Gli Ossidi di Azoto ( $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$  ed altri) sono generati da tutti i processi di combustione, qualunque sia il combustibile utilizzato. Il Biossido di Azoto si presenta come un gas di colore rosso-bruno e dall'odore forte e pungente. Si può ritenere uno degli inquinanti atmosferici più pericolosi, sia per la sua natura irritante, sia perché in condizioni di forte irraggiamento solare provoca delle reazioni fotochimiche secondarie che creano altre sostanze inquinanti (smog fotochimico). I fumi di scarico degli autoveicoli contribuiscono enormemente all'inquinamento da  $\text{NO}_2$ ; la quantità di emissioni dipende dalle caratteristiche del motore e dalla modalità del suo utilizzo (velocità, accelerazione, ecc.). In generale, la presenza di  $\text{NO}_2$  aumenta quando il motore lavora ad elevato numero di giri (arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade, ecc.).

**Metodo di misura** - Per la determinazione degli Ossidi di Azoto si utilizza un metodo a chemiluminescenza. Il metodo si basa sulla reazione chimica tra il Monossido di Azoto e l'Ozono, capace di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di  $\text{NO}$ . Un apposito rivelatore permette di misurare l'intensità della radiazione luminosa prodotta. Per misurare il Biossido è necessario ridurlo a Monossido, attraverso un convertitore al Molibdeno. L'unità di misura con la quale vengono espresse le concentrazioni di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo ( $\mu\text{g}/\text{m}_3$ ).

**Danni causati** - Si tratta di un gas tossico irritante per le mucose e responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti, allergie, irritazioni). Come il CO anche l'NO<sub>2</sub> agisce sull'emoglobina, infatti questo gas ossida il ferro dell'emoglobina che perde la capacità di trasportare ossigeno. Tra gli altri effetti, gli Ossidi di Azoto contribuiscono alla formazione di piogge acide, provocando così l'alterazione degli equilibri ecologici ambientali.

**Evoluzione** - L'introduzione delle marmitte catalitiche non ha ridotto in maniera incisiva la concentrazione di NO<sub>2</sub> che, nell'ultimo decennio, non ha avuto un calo tanto netto quanto il CO. Ciò è anche dovuto al fatto che i motori a benzina non sono l'unica fonte di NO<sub>2</sub>, ma altrettanto inquinanti sono i veicoli Diesel e gli impianti per la produzione d'energia.

OSSIDI DI AZOTO			
ORIGINE		EFFETTI	TREND
NATURALE	ANTROPICA		
fulmini	Trasporti (95%)	Dannoso per la salute	<b>Pressochè costante</b> 
incendi	industria	Dannoso per la vegetazione (inibizione della fotosintesi, maculatura)	
eruzioni vulcaniche	riscaldamento	Smog fotochimico, precursore dell'ozono.	
batteri del terreno		Piogge acide	

## 2.5 BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

**Cosa è** - Il Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è un idrocarburo aromatico incolore, liquido ed infiammabile. È utilizzato come antidetonante anche nelle benzine cosiddette "verdi". Il Benzene presente in atmosfera viene prodotto dalla attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati. La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina. In particolare, data la sua elevata volatilità, è rilasciato dal tubo di scappamento, dal serbatoio e dal carburatore dei veicoli e nelle aree urbane la concentrazione di tale composto varia in misura considerevole. Stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di Benzene.


**Metodo di misura** - Il Benzene viene determinato in maniera continua ed automatica tramite analizzatori automatici o discontinuo, con il metodo gascromatografico e rivelazione singola a ionizzazione di fiamma od accoppiata a spettrometria di massa. L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di Benzene è il microgrammo al metro cubo (µg/m<sup>3</sup>).

**Danni causati** - È stato accertato che il Benzene è una sostanza cancerogena per l'uomo. Dallo IARC, Istituto per la Ricerca sul Cancro, è stato definito un "cancerogeno certo". Esso infatti, per esposizione causa danni dapprima ematologici, poi genetici, fino a provocare il cancro sotto forma di leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Combinato invece con i composti NO<sub>x</sub> e fotochimicamente con gli alogeni produce sostanze irritanti per occhi e mucose. Con esposizione a concentrazioni elevate,

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 32/39
		Data stampa: 01/08/12
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Villanova_relazione aria_2012

si osservano danni acuti al midollo osseo. Stime della Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di una esposizione a 1 g/m<sup>3</sup> di Benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

**Evoluzione** - Negli ultimi anni si è avuto un progressivo calo delle concentrazioni misurate. Ciò sia a causa dell'introduzione di un limite al tenore di benzene nelle benzine, 1%, introdotto nel mese di Luglio 1998, nonché per l'aumento della percentuale di auto catalizzate sul totale di quelle circolanti.

BENZENE			
ORIGINE		EFFETTI	TREND
NATURALE	ANTROPICA		
	Trasporti (Benzina verde)	Cancerogeno  Irritante per occhi e mucose in combinazione con NO <sub>x</sub>	In diminuzione 

## 2.6 PARTICOLATO SOSPESO (PTS) E POLVERI SOTTILI (PM<sub>10</sub>)

**Cosa è** - Il particolato sospeso (Polveri Totali Sospese, P.T.S.) è costituito dall'insieme di tutto il materiale **non gassoso** in sospensione nell'aria. La natura delle particelle è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia), dall'erosione del suolo o da manufatti (frazioni più grossolane) con dimensioni variabili da 0,1 a 100 micron di diametro aerodinamico. Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura dell'asfalto, degli pneumatici, dei freni e delle frizioni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore Diesel.

Le polveri si originano dunque sia da fonti antropiche che naturali, con possibilità da parte di entrambe di dar luogo a **particolato primario (impresso direttamente nell'atmosfera)** e **secondario (formatosi nell'atmosfera in tempi successivi** tramite reazioni o trasformazioni molecolari di specie primarie emesse in precedenza) sia grossolano (>10 micron) che fine (< 10 micron).

SORGENTI DI PARTICOLATO <u>FINE</u>			
<u>SORGENTI ANTROPICHE</u>		<u>SORGENTI NATURALI</u>	
PRIMARIO	SECONDARIO	PRIMARIO	SECONDARIO
Combustibili fossili	Ossidazione SO <sub>2</sub>	Spray marino	Ossidazione di sostanze da vulcani ed incendi;
Emissioni autoveicoli	Ossidazione NO <sub>x</sub>	Erosione di rocce	
Polveri volatili	Agricoltura, allevamento	Incendi boschivi	Ossidazione di NO <sub>x</sub> ;

Usura pneumatici, freni	Idrocarburi da autoveicoli		risospensione dal suolo; Deiezioni; Ossidazione di idrocarburi emessi dalla vegetazione (terpeni)
<b>SORGENTI DI PARTICOLATO GROSSOLANO</b>			
<b>SORGENTI ANTROPICHE</b>		<b>SORGENTI NATURALI</b>	
<b>PRIMARIO</b>	<b>SECONDARIO</b>	<b>PRIMARIO</b>	<b>SECONDARIO</b>
Polveri volatili da agricoltura		Erosione di rocce	
Spargimento di sale		Spray marino	
Usura asfalto		Frammenti di piante ed insetti	

Come si evidenzia dalla tabella, **il particolato grossolano è tutto PRIMARIO.**

**Metodo di misura** - Sia il Particolato totale che la frazione PM<sub>10</sub> vengono misurati mediante raccolta su filtro in condizioni standardizzate e successiva determinazione gravimetrica (vale a dire per pesata) delle polveri filtrate. Nel caso della frazione PM<sub>10</sub> la testa della apparecchiatura di prelievo ha una particolare geometria definita in modo tale che sul filtro arrivano, e siano trattenute, solo le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm;

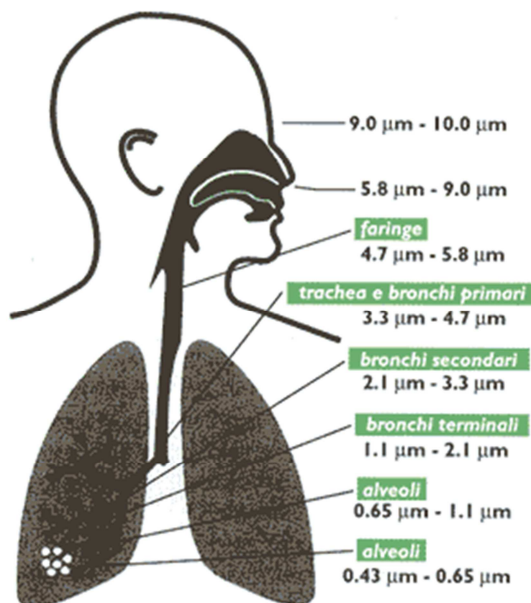
**Danni causati** - Gli studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi. A livello di effetti indiretti inoltre il particolato agisce da veicolo per sostanze ad elevata tossicità, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici. Il rischio sanitario legato alle sostanze presenti in forma di particelle sospese nell'aria dipende, oltre che dalla loro concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle stesse.

Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. In prima approssimazione:

- le particelle con diametro superiore ai 10 µm; si fermano nelle prime vie respiratorie;
- le particelle con diametro tra i 5 e i 10 µm; raggiungono la trachea ed i bronchi;
- le particelle con diametro inferiore ai 5 µm; possono raggiungere gli alveoli polmonari.

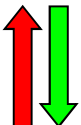
**(1 µ = 1 micron = 1 milionesimo di metro = 1 millesimo di millimetro)**

La figura seguente mostra dove si possono depositare le particelle all'interno del sistema respiratorio umano in funzione del loro diametro.



Fonte: Regione Emilia-Romagna - <http://www.liberiamolara.it/>

**Evoluzione** - La situazione per il particolato appare stazionaria o in peggioramento e molto dipendente dalle condizioni atmosferiche. La situazione specifica per il PM<sub>10</sub> (particelle con diametro inferiore a 10 µ) conferma che questa frazione rappresenta uno degli inquinanti a maggiore criticità, specialmente nel contesto urbano anche in considerazione della difficoltà di attuare politiche di risanamento e della necessità di un approfondimento della conoscenza del contributo delle varie fonti.

POLVERI			
ORIGINE		EFFETTI	TREND
NATURALE	ANTROPICA		
Aerosol marino	Trasporti	Dannoso per le vie respiratorie (asma, bronchiti, enfisemi) Veicola sostanze molto tossiche nell'organismo	<b>Pressochè costante</b> 
Erosione dei suoli	Industria		
eruzioni vulcaniche	Riscaldamento		
Incendi	Agricoltura		

## 2.7 IDORCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA) E COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC)

**Cosa è** - Gli idrocarburi sono composti organici a base di carbonio ed idrogeno di natura alifatica (catena lineare o ramificata tra i quali il capostipite è il metano) o aromatica (catene cicliche tra i quali il capostipite è il benzene).



	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 35/39
		Data stampa: 01/08/12
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Villanova_relazione aria_2012

Si ritrovano nell'atmosfera come residui di combustioni incomplete in impianti industriali, di riscaldamento e delle emissioni degli autoveicoli. Sono per la massima parte assorbiti e veicolati da particelle carboniose (fuliggine) emesse dalle stesse fonti.

L'emissione di I.P.A. nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione. La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per pirosintesi ha origine durante il processo di combustione.

I VOC (Composti Organici Volatili) sono sostanze organiche caratterizzati da basse pressioni di vapore a temperatura ambiente (alte volatilità) e che si trovano quindi, in atmosfera, sotto forma di gas.

Il numero dei composti organici volatili osservati in atmosfera, sia in aree urbane sia remote, è estremamente alto e comprende oltre agli idrocarburi volatili semplici anche specie ossigenate quali chetoni, aldeidi, alcoli, acidi ed esteri. Le emissioni naturali dei VOC provengono dalla vegetazione e dalla degradazione del materiale organico.

Le emissioni antropiche sono principalmente dovute alla combustione incompleta degli idrocarburi ed alla evaporazione di solventi e carburanti.

Il ruolo principale dei VOC è connesso alla formazione di inquinanti secondari, in particolare, nella formazione di specie ossidanti particolarmente reattive.

**Metodo di misura** - La frazione fine del particolato (PM<sub>10</sub>) contenuta in un volume noto di aria viene raccolta su membrana in fibra di vetro o di quarzo; tale membrana viene sottoposta ad estrazione con cicloesano ed analizzando l'estratto gli I.P.A. vengono quantificati mediante tecnica gascromatografica individuando i singoli componenti.

**Danni causati** - Un numero considerevole di Idrocarburi Policiclici Aromatici presentano attività cancerogena. In particolare le stime della Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che nove persone su centomila esposte ad una concentrazione di 1 ng/m<sup>3</sup> di Benzo(a)pirene sono a rischio di contrarre il cancro.

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 36/39
		Data stampa: 01/08/12
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Villanova_relazione aria_2012

## IL QUADRO NORMATIVO

Il D.lgs. n. **155/2010**, attuando la Direttiva **2008/50/CE**, istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Tra le finalità indicate dal decreto vi sono:

- l'individuazione degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- la valutazione della qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- la raccolta di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi
- dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine;
- il mantenimento della qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e il miglioramento negli altri casi;
- la garanzia di fornire al pubblico corrette informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- la realizzazione di una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il provvedimento si compone di 22 articoli, 16 allegati e 11 appendici destinate, queste ultime, a definire aspetti strettamente tecnici delle attività di valutazione e gestione della qualità dell'aria e a stabilire, in particolare:

- i **valori limite** per le concentrazioni nell'aria ambiente di **biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10**;
- i **livelli critici** per le concentrazioni nell'aria ambiente di **biossido di zolfo e ossidi di azoto**;
- le **soglie di allarme** per le concentrazioni nell'aria ambiente di **biossido di zolfo e biossido di azoto**;
- il **valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione** e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di **PM2,5**;
- i **valori obiettivo** per le concentrazioni nell'aria ambiente di **arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene**;
- i **valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione** per l'ozono.

Nell'art. **3** viene disciplinata la zonizzazione dell'intero territorio nazionale da parte delle regioni e delle province autonome. I criteri prevedono, in particolare, che la zonizzazione sia fondata, in via principale, su elementi come la densità emissiva, le caratteristiche orografiche, le caratteristiche meteo-climatiche o il grado di urbanizzazione del territorio.

L'articolo **4** regola la fase di classificazione delle zone e degli agglomerati che le regioni e le province autonome devono espletare dopo la zonizzazione, sulla base delle soglie di valutazione superiori degli inquinanti oggetto del dlgs. Le zone e gli agglomerati devono essere classificati con riferimento alle soglie di concentrazione denominate "soglia di valutazione superiore" e "soglia di valutazione inferiore". La classificazione delle zone e degli agglomerati é riesaminata almeno ogni cinque anni e, comunque, in caso di significative modifiche delle attività che incidono sulle concentrazioni nell'aria ambiente degli inquinanti.

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 37/39
		Data stampa: 01/08/12
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Villanova_relazione aria_2012

L'articolo **5** disciplina l'attività di valutazione della qualità dell'aria da parte delle regioni e delle province autonome, prevedendo le modalità di utilizzo di misurazioni in siti fissi, misurazioni indicative, tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva presso ciascuna zona o agglomerato. Una novità, non contenuta nella direttiva n. 2008/50/Ce, è la possibilità, anche per i soggetti privati, di effettuare il monitoraggio della qualità dell'aria, purché le misure siano sottoposte al controllo delle regioni o delle agenzie regionali quando delegate. L'intero territorio nazionale è diviso, per ciascun inquinante disciplinato dal decreto, in zone e agglomerati da classificare e da riesaminare almeno ogni 5 anni ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente, utilizzando stazioni di misurazione, misurazioni indicative o modellizzazioni a seconda dei casi.

Le attività di valutazione della qualità dell'aria con riferimento ai livelli di ozono sono disciplinate nell'articolo **8**. Come nella legislazione previgente, rimane l'obbligo, nel caso in cui i livelli di ozono nelle zone e negli agglomerati superino gli obiettivi di lungo termine (che rimangono gli stessi nei due decreti presi in esame) per 5 anni, di dotarsi di stazioni di misurazioni fisse. Rimangono sostanzialmente identici le definizioni dei precursori dell'ozono. Una novità è introdotta al comma 6 dell'articolo 8: sono individuate, nell'ambito delle reti di misura regionali, le stazioni di misurazione di fondo in siti fissi di campionamento rurali per l'ozono. Il numero di tali stazioni, su tutto il territorio nazionale, è compreso tra sei e dodici, in funzione dell'orografia, in riferimento alle zone ed agli agglomerati nel caso superino i valori nei 5 anni precedenti, ed è pari ad almeno tre in riferimento alle zone ed agli agglomerati nel caso non siano superati tali limiti nel periodo preso in considerazione.

L'articolo **9** disciplina le attività di pianificazione necessarie a permettere il raggiungimento dei valori limite e il perseguimento dei valori obiettivo di qualità dell'aria. Si prevede, in via innovativa, che tali piani debbano agire sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque ubicate, aventi influenza sulle aree di superamento, senza l'obbligo di estendersi all'intero territorio della zona o agglomerato, né di limitarsi a tale territorio. Si prevede anche la possibilità di adottare misure di risanamento nazionali qualora tutte le possibili misure individuabili nei piani regionali non possano assicurare il raggiungimento dei valori limite in aree di superamento influenzate, in modo determinante, da sorgenti su cui le regioni e le province autonome non hanno competenza amministrativa e legislativa.

L'articolo **11** disciplina, in concreto, le modalità per l'attuazione dei piani di qualità dell'aria, indicando le attività che causano il rischio (circolazione dei veicoli a motore, impianti di trattamento dei rifiuti, impianti per i quali è richiesta l'autorizzazione ambientale integrata, determinati tipi di combustibili previsti negli allegati del Decreto, lavori di costruzione, navi all'ormeggio, attività agricole, riscaldamento domestico), i soggetti competenti ed il tipo di provvedimento da adottare. In merito al materiale particolare, il D.Lgs 155 pone degli obiettivi di riduzione dei livelli di PM<sub>2,5</sub> al 2020 (dallo zero al 20 per cento a seconda della concentrazione rilevata nel 2010), in linea con quanto stabilito dalla Direttiva 50. Le regioni e le province autonome dovranno fare in modo che siano rispettati tali limiti. Sulla base della legislazione in materia di qualità dell'aria, e sulla scorta del D.Lgs 195/2005 (recepimento della direttiva 2005/4/CE concernente l'accesso del pubblico all'informazione ambientale), si fa obbligo alle regioni e alle province autonome di adottare tutti i provvedimenti necessari per informare il pubblico in modo adeguato e tempestivo attraverso radio, televisione, stampa, internet o qualsiasi altro opportuno mezzo di comunicazione.

L'articolo **15** tratta delle deroghe in merito a quegli inquinanti (inclusendo, rispetto alla legislazione precedente, altri inquinanti, oltre al particolato) dovuti ad eventi naturali e, per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, a sabbatura o salatura delle strade nei periodi invernali imponendo alle regioni e alle province autonome di comunicare al Ministero

dell'Ambiente, per l'approvazione e per il successivo invio alla Commissione europea, l'elenco delle zone e degli agglomerati in cui si verificano tali eventi.

L'articolo **18** disciplina l'informazione da assicurare al pubblico in materia di qualità dell'aria. In particolare si prevede che le amministrazioni e gli altri enti che esercitano le funzioni previste assicurino l'accesso al pubblico e la diffusione delle informazioni relative alla qualità dell'aria, le decisioni con le quali sono concesse o negate eventuali deroghe, i piani di qualità dell'aria, i piani d'azione, le autorità e organismi competenti per la qualità della valutazione dell'aria. Sono indicate la radiotelevisione, la stampa, le pubblicazioni, i pannelli informativi, le reti informatiche o altri strumenti di adeguata potenzialità e facile accesso per la diffusione al pubblico. Vengono inclusi tra il pubblico le associazioni ambientaliste, le associazioni dei consumatori, le associazioni che rappresentano gli interessi di gruppi sensibili della popolazione, nonché gli organismi sanitari e le associazioni di categoria interessati.

**TABELLA 1 – Inquinanti e limiti individuati dal D.Lgs. 155/2010 per la salute umana**

Inquinante e Indicatore di legge		Unità di misura	Valore limite	Data entro cui raggiungere il limite
<b>NO<sub>2</sub></b>	Valore limite orario: da non superare più di <b>18</b> volte per anno civile	µg/m <sup>3</sup>	<b>200</b>	1° gennaio 2010
	Valore limite: media sull'anno	µg/m <sup>3</sup>	<b>40</b>	1° gennaio 2010
<b>PM<sub>10</sub></b>	Valore limite giornaliero: da non superare più di <b>35</b> volte per anno civile	µg/m <sup>3</sup>	<b>50</b>	Già in vigore dal 2005
	Valore limite: media sull'anno	µg/m <sup>3</sup>	<b>40</b>	Già in vigore dal 2005
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	Valore obiettivo: media sull'anno (diventa limite dal 2015)	µg/m <sup>3</sup>	<b>25</b>	1° gennaio 2010
<b>O<sub>3</sub></b>	Valore obiettivo: massima media mobile 8h giornaliera, da non superare più di <b>25</b> volte come media su 3 anni civili	µg/m <sup>3</sup>	<b>120</b>	Già in vigore dal 2005
	Soglia di Informazione: massima concentrazione oraria	µg/m <sup>3</sup>	<b>180</b>	Già in vigore dal 2005
	Soglia di allarme: concentrazione oraria per 3 ore consecutive	µg/m <sup>3</sup>	<b>240</b>	Già in vigore dal 2005
<b>SO<sub>2</sub></b>	Valore limite orario: da non superare più di <b>24</b> volte per anno civile	µg/m <sup>3</sup>	<b>350</b>	Già in vigore dal 2005
	Valore limite giornaliero, da non superare più di <b>3</b> volte l'anno	µg/m <sup>3</sup>	<b>125</b>	Già in vigore dal 2005
<b>CO</b>	Massima media mobile 8h giornaliera	mg/m <sup>3</sup>	<b>10</b>	Già in vigore dal 2005
<b>benzene</b>	Valore limite annuale	µg/m <sup>3</sup>	<b>5.0</b>	1° gennaio 2010
<b>Benzo(a)pirene</b>	Valore obiettivo: media sull'anno	ng/m <sup>3</sup>	<b>1.0</b>	31 dicembre 2012

<b>Arsenico</b>	Valore obiettivo: media sull'anno	ng/m <sup>3</sup>	<b>6.0</b>	31dicembre2012
<b>Cadmio</b>	Valore obiettivo: media sull'anno	ng/m <sup>3</sup>	<b>5.0</b>	31dicembre2012
<b>Piombo</b>	Valore limite: media sull'anno	µg/m <sup>3</sup>	<b>0.5</b>	1°gennaio2010
<b>Nichel</b>	Valore obiettivo: media sull'anno	ng/m <sup>3</sup>	<b>20.0</b>	31dicembre2012

## DEFINIZIONI e ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

- **VALORE LIMITE**, livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso, che dovrà essere raggiunto entro un dato termine e che non dovrà essere superato.
- **VALORE OBIETTIVO**, livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita
- **SOGLIA DI ALLARME**, livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.
- **SOGLIA DI INFORMAZIONE**, livello 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, ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.
- **OBIETTIVO A LUNGO TERMINE**, livello da raggiungere nel lungo periodo al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.
- **MEDIA MOBILE SU 8 ORE**, media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. 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.

Il D.lgs. **155/2010** riorganizza ed abroga numerose norme che in precedenza in modo frammentario disciplinavano la materia. In particolare sono abrogati:

- Il **D.lgs.351/1999** (valutazione e gestione della qualità dell'aria che recepiva la previgente normativa comunitaria)
- il **D.lgs. 183/2004** (normativa sull'ozono)
- il **D.lgs.152/2007** (normativa su arsenico, cadmio, mercurio, nichel e benzo(a)pirene)
- il **DM 60/2002** (normativa su biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le particelle, il piombo, il benzene e il monossido di carbonio)
- il **D.P.R.203/1988** (normativa sugli impianti industriali, già soppresso dal D.lgs. 152/2006 con alcune eccezioni transitorie, fatte comunque salve dal D.lgs. 155/2010).