

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

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

**RELAZIONE TECNICA**



**COMUNE DI CARBONARA SCRIVIA**



**PRATICA N°1296/2012**

**1° CAMPAGNA**

**PERIODO DI MONITORAGGIO**
  
**dal 07/09/2012 al 08/10/2012**

**RISULTATO ATTESO B5.16**



*Il Responsabile di Struttura Complessa SC07*

*Dott. Alberto Maffiotti*

*Il Responsabile di Struttura Semplice SS07.02*

*Dott.ssa Donatella Bianchi*

**I TECNICI**

*Controllo strumentazione, acquisizione e validazione dati*

*V. Ameglio, G. Mensi*

*Analisi dati e relazione*

*L. Erbetta*

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 2/36
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Data stampa: 30/11/12 Carbonara_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
4.	Conclusioni.....	22

### ALLEGATI INFORMATIVI

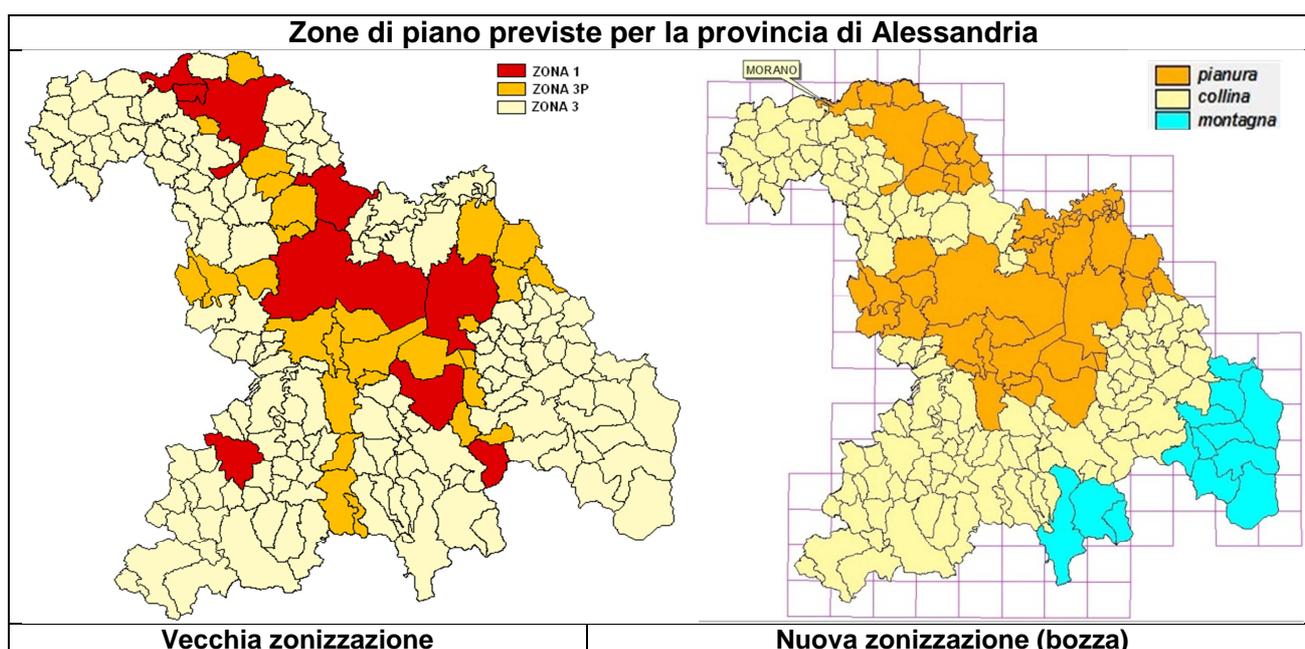
*GLI INQUINANTI ATMOSFERICI  
IL QUADRO NORMATIVO*

---

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 INQUADRAMENTO DEL CONTESTO TERRITORIALE

Ai sensi della DGR n. 14-7623 del 11.11.2002, il Comune di Carbonara Scrivia 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 Carbonara Scrivia risulta avere classificazione di **criticità 2** per il parametro **NO<sub>2</sub>** (concentrazione media annua entro i valori **26÷32 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).

Alla luce della nuova bozza di zonizzazione regionale, il comune di Carbonara è assimilato all'area collinare tortonese, a minor criticità dal punto di vista dell'inquinamento dell'aria. Di fatto geograficamente e morfologicamente Carbonara si colloca a metà tra la zona di pianura omogenea a Novi e Tortona e all'area lombarda limitrofa e la zona collinare preappenninica. Per le aree di collina in cui è inserita Carbonara si stima una buona qualità dell'aria con rispetto dei limiti annuali su polveri PM10 e ossidi di azoto ma con elevati livelli di ozono estivo e superamento del limite giornaliero delle polveri PM10.

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 Carbonara Scrivia espressi in tonnellate/anno e suddivisi per fonti di emissione.

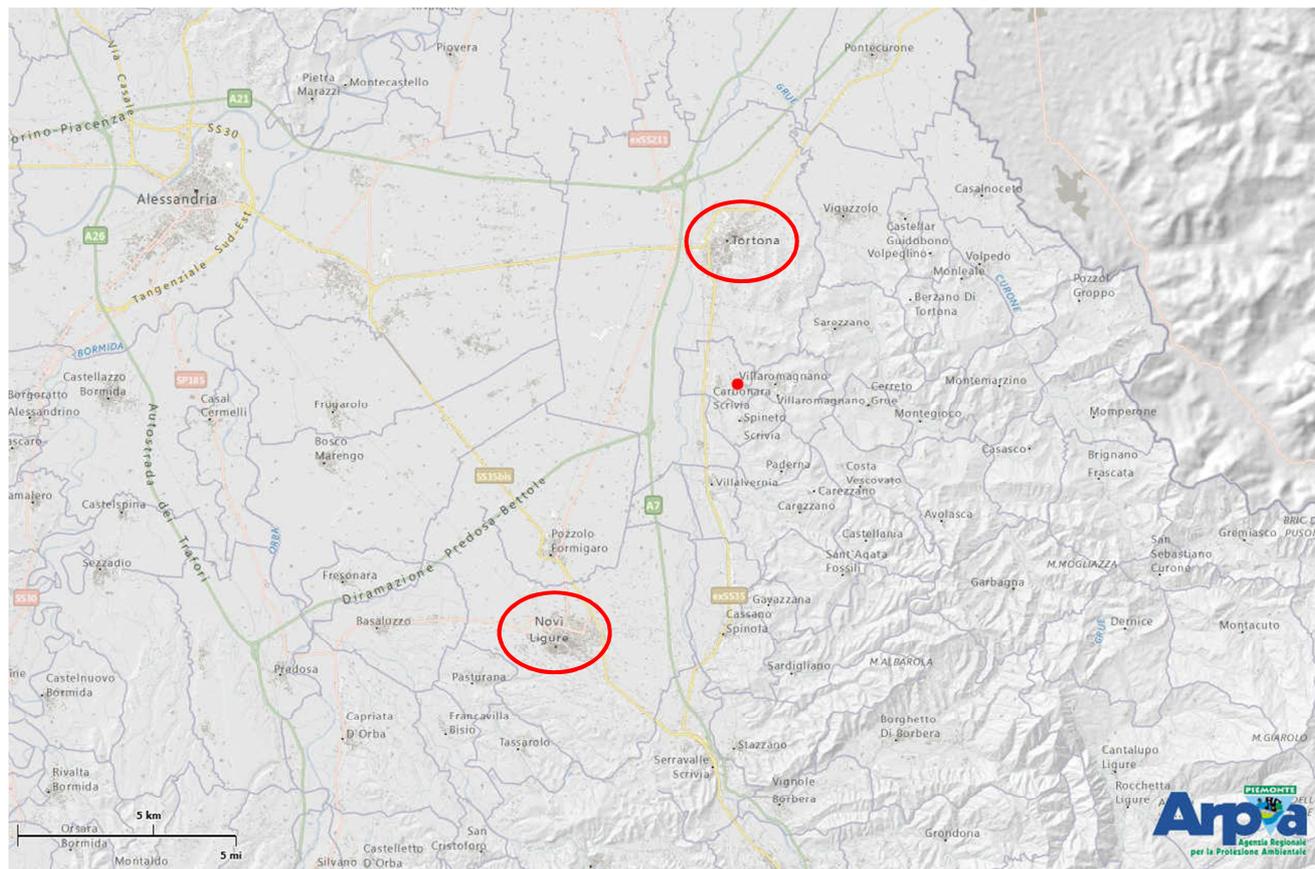
### Contributi emissivi suddivisi per fonti/tipologia di emissione

Emissioni di gas serra (tonnellate/anno)	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
	<b>23.8</b>	<b>9.4kt</b>	<b>1.2</b>
<b>Percentuale di gas serra prodotti sul totale provinciale</b>	<b>0.16%</b>	<b>0.27%</b>	<b>0.2%</b>

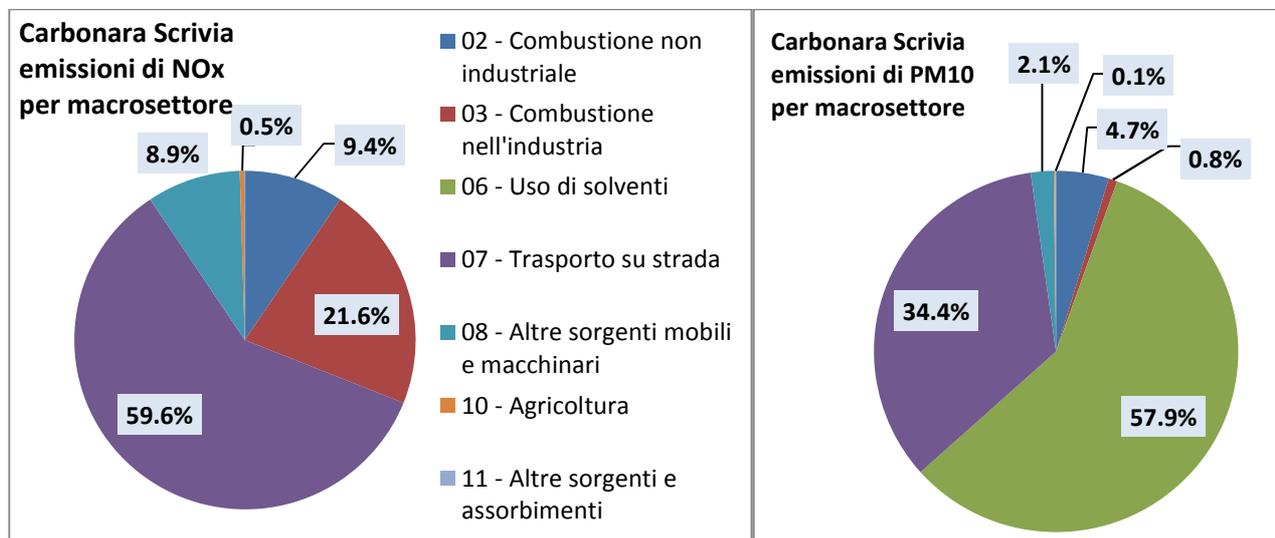
Emissioni di inquinanti per macrosettore (tonnellate/anno)					
MACROSETTORE	NH <sub>3</sub>	NMVOC	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>
Combustione non industriale		1.26	2.44	0.79	0.31
Combustione nell'industria		0.32	5.60	0.13	1.02
Uso di solventi		8.99		9.77	
Trasporto su strada	0.13	6.92	15.43	5.80	0.45
Sorgenti mobili e macchinari		0.41	2.30	0.35	0.03
Agricoltura	4.80	0.01	0.13	0.02	
Altre sorgenti		1.15		0.02	
<b>CONTRIBUTO % SUL TOTALE PROVINCIALE</b>	<b>0.17%</b>	<b>0.14%</b>	<b>0.26%</b>	<b>0.93%</b>	<b>0.15%</b>

Fonte: INVENTARIO REGIONALE EMISSIONI IN ATMOSFERA 2007



Inquadramento del contesto territoriale

Dai dati forniti dal bilancio ambientale del Comune di Carbonara Scrivia emerge che le principali fonti emissive per gli inquinanti più critici NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> sono il trasporto su strada, seguito dalla combustione industriale e con contributi significativi per le polveri da uso di solventi.



Il Comune di Carbonara non dispone di stazione fissa per il rilevamento della qualità dell'aria e, pertanto, in accordo con l'Amministrazione Provinciale e con quella Comunale, sono state previste per il biennio 2012/2013 due campagne di monitoraggio mediante laboratorio mobile della durata di 30gg circa, in periodi climaticamente differenti, finalizzate a valutare la qualità dell'aria ambiente. La prima campagna si è svolta quest'anno dal 07/09/12 al 08/10/12, mentre la seconda si svolgerà nel 2013 in primavera/estate.



Per il monitoraggio, è stata scelta la postazione di monitoraggio p.za della Balera, in area di centro paese. A scopo di ulteriore raffronto, sono stati utilizzati i dati registrati nello stesso periodo dalle centraline fisse di monitoraggio dell'aria di Tortona e Dernice, la prima come stazione rappresentativa in area omogenea, la seconda come riferimento di fondo provinciale. 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 Alessandria, 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 AIRTOXIC	GC866	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<sub>10</sub> 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<sup>3</sup>/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<sub>10</sub> (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 DELLA CAMPAGNA

Carbonara Scrivia– monitoraggio dal 07/09/12 al 08/10/12	
Postazione di misura: p.za della Balera	
	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	20
Media dei valori orari	8
Massima media oraria	24
Percentuale ore valide	92%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
	<b>CO (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.4
Massima media giornaliera	0.6
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	0.6
Percentuale ore valide	100%
Minimo delle medie 8 ore	0.4
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo delle medie 8 ore	0.6
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)</u>	0
	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	16
Massima media giornaliera	58
Media dei valori orari	38
Massima media oraria	80
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
	<b>Benzene (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.7
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	6.3
Percentuale ore valide	100%

	<b>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Minima media giornaliera	<b>11</b>
Massima media giornaliera	<b>51</b>
Media delle medie giornaliere	<b>26</b>
Percentuale giorni validi	<b>100%</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>1</b>
	<b>Ozono (µg/m<sup>3</sup>)</b>
<u>Minima media giornaliera</u>	<b>20</b>
<u>Massima media giornaliera</u>	<b>82</b>
<u>Media delle medie giornaliere</u>	<b>59</b>
<u>Percentuale giorni validi</u>	<b>100%</b>
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>

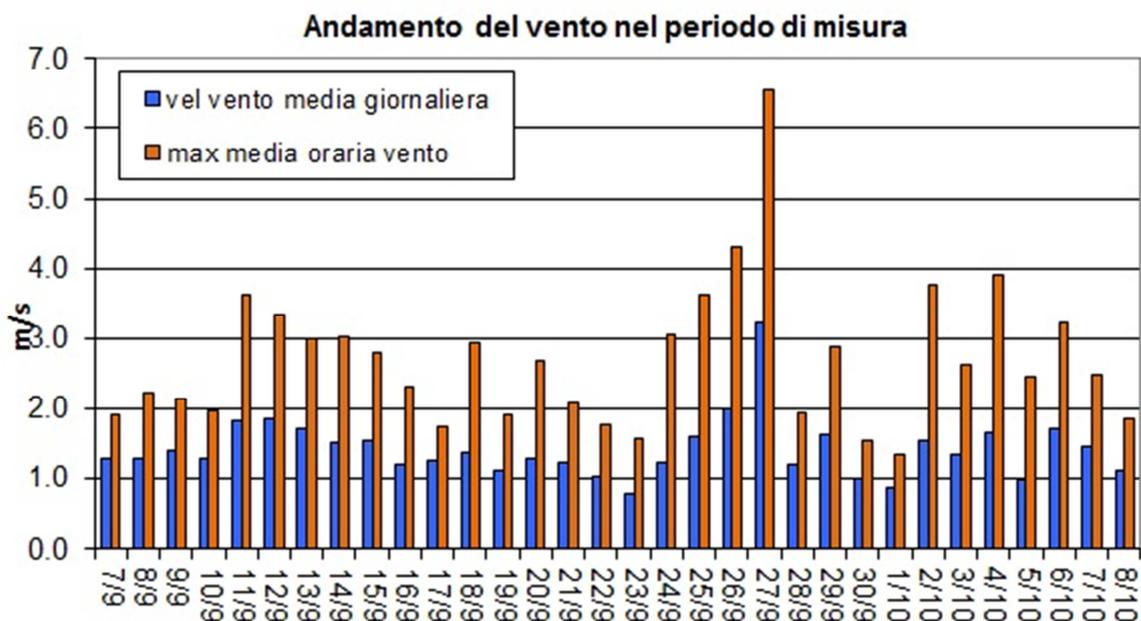
#### LIMITI DI LEGGE PER GLI INQUINANTI MONITORATI

	Unità di misura	µg/mc	µg/mc	mg/mc	µg/mc	µg/mc	µg/mc			
<b>Valori di riferimento</b>		<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>CO/8h</b>	<b>NO<sub>2</sub>/3h</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>	<b>Benzene</b>			
<b>VALORE LIMITE: media di 1 ora</b>		350	200.0							
<b>SOGLIA DI ALLARME: media di 3 ore consecutive</b>		500			400					
<b>MEDIA MOBILE: su 8 ore</b>				10						
<b>VALORE LIMITE: media di 24 ore</b>		125				50				
<b>Obiettivo / Limite - annuale</b>			40.0			40	5			
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>		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						
				<table border="1"> <tr> <td>&lt; 35 volte/anno</td> </tr> <tr> <td>&lt; 18 volte/anno</td> </tr> <tr> <td>3 ore consecutive</td> </tr> </table>				< 35 volte/anno	< 18 volte/anno	3 ore consecutive
< 35 volte/anno										
< 18 volte/anno										
3 ore consecutive										

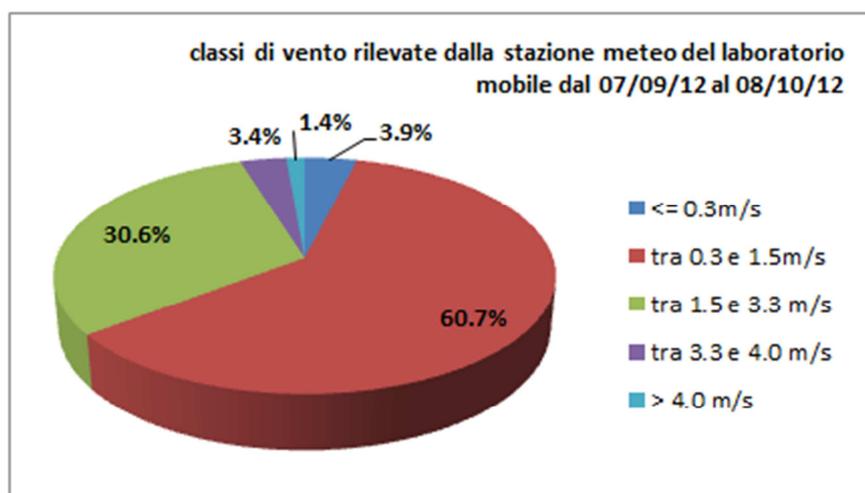
### 3.2 DATI METEO

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

#### VELOCITÀ DEL VENTO

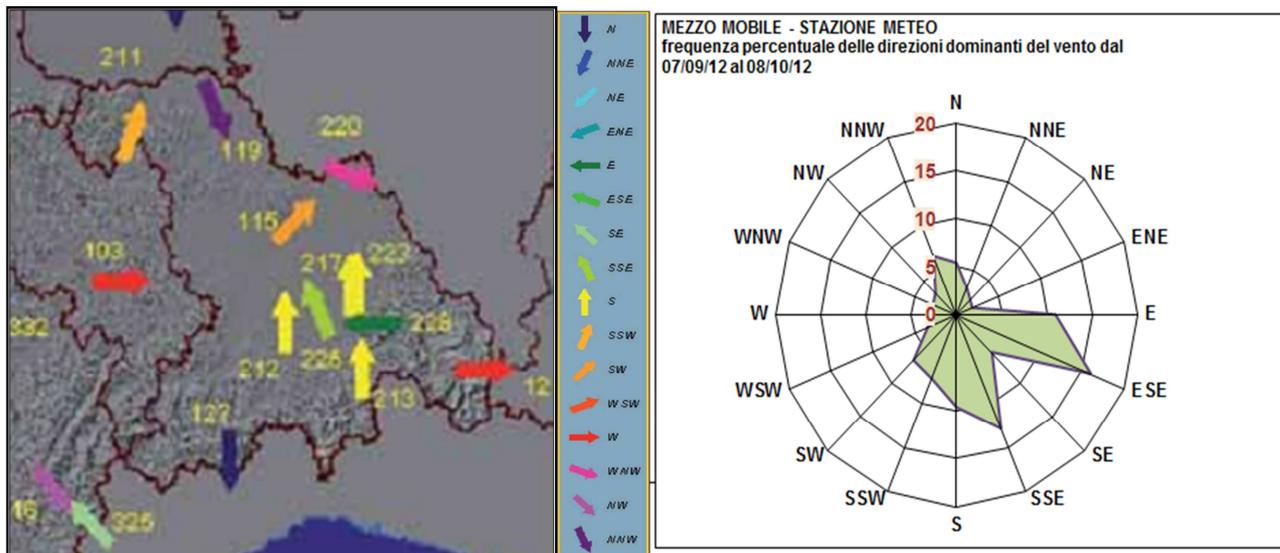


Il valore medio della velocità del vento nel periodo di misura è stato di 1.4m/s con un episodio di giornata ventosa dal 26 al 27 settembre in cui si è raggiunta la massima media oraria di 6.5m/s. In generale i regimi di vento sono rimasti bassi con valori inferiori a 1.5m/s per circa il 65% del tempo.



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**

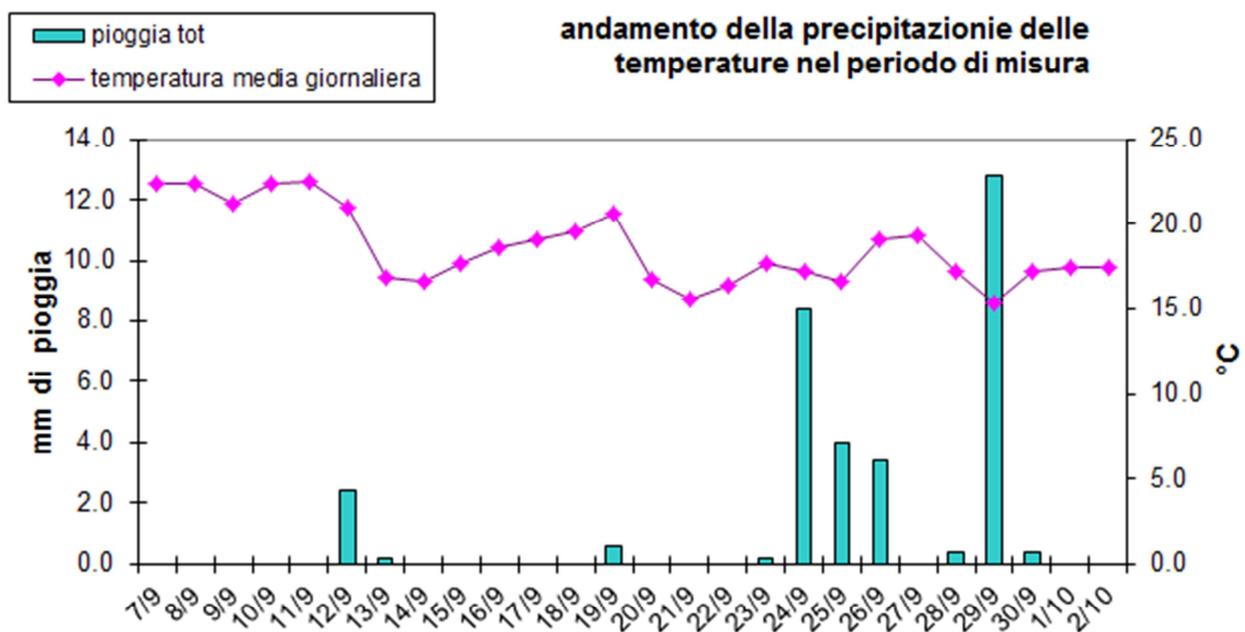


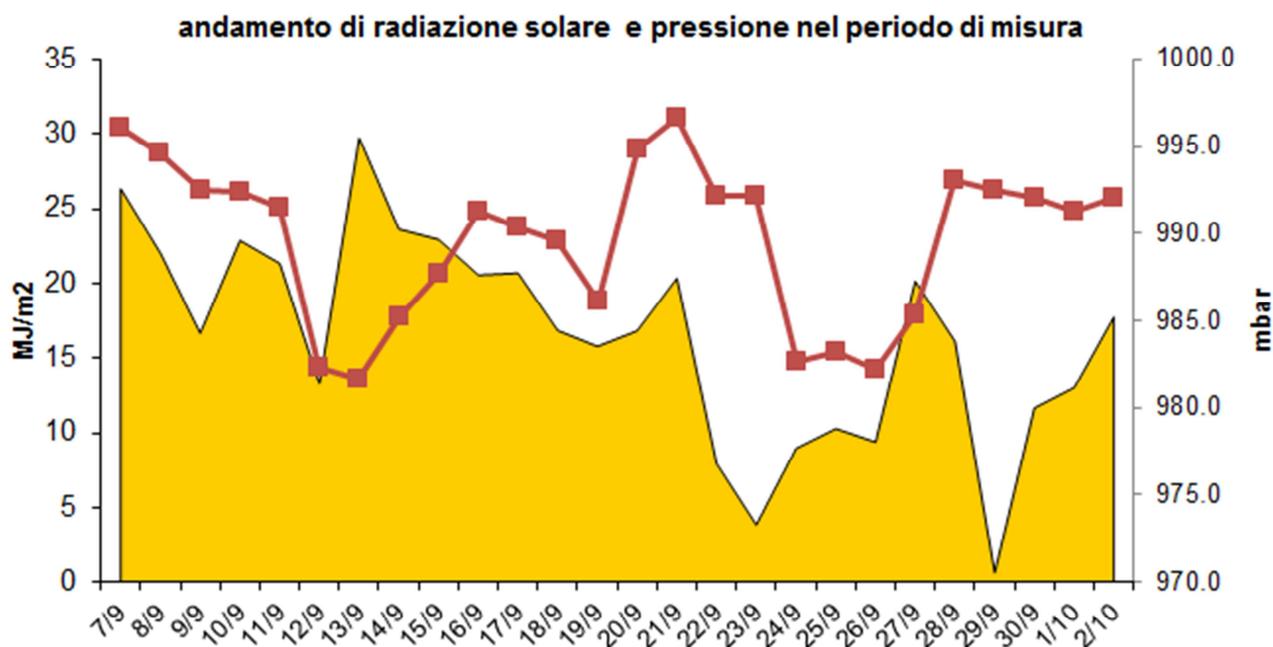
MAPPA ANEMOLOGICA DELLA PROVINCIA DI ALESSANDRIA

L'area geografica del Tortonese presenta una rosa dei venti con asse prevalente Nord-Sud e prevalenza di venti da Sud e Sud Est. La mappa anemologica della provincia di Alessandria, che riporta le direzioni prevalenti sull'anno, indica S come direzione prevalente dei venti nella zona.

**PRECIPITAZIONI – TEMPERATURA – RADIAZIONE - PRESSIONE**

Le precipitazioni nel periodo di misura sono concentrate nelle giornate dal 24 al 29 settembre. La temperatura media del periodo è stata pari a 18.5°C. Le medie orarie hanno oscillato da un minimo di 9°C ad un massimo di 31°C .

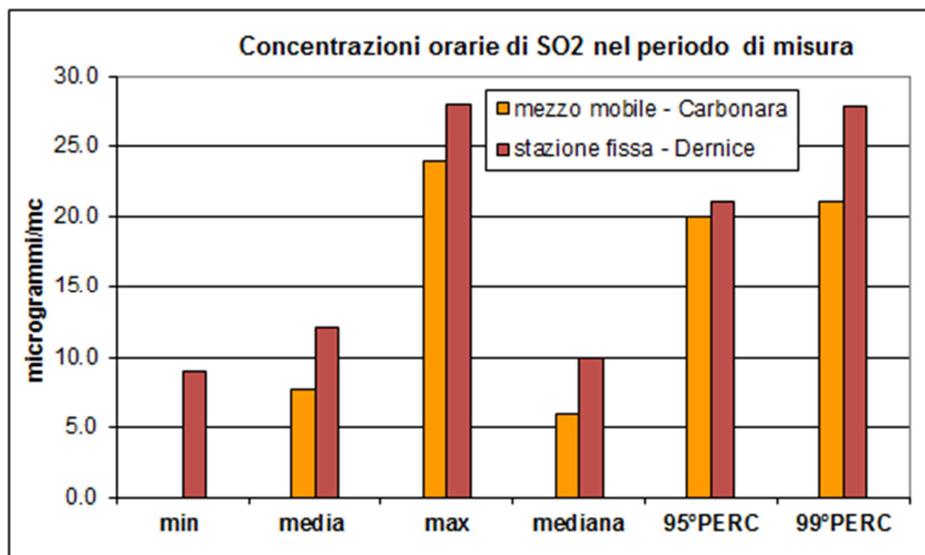




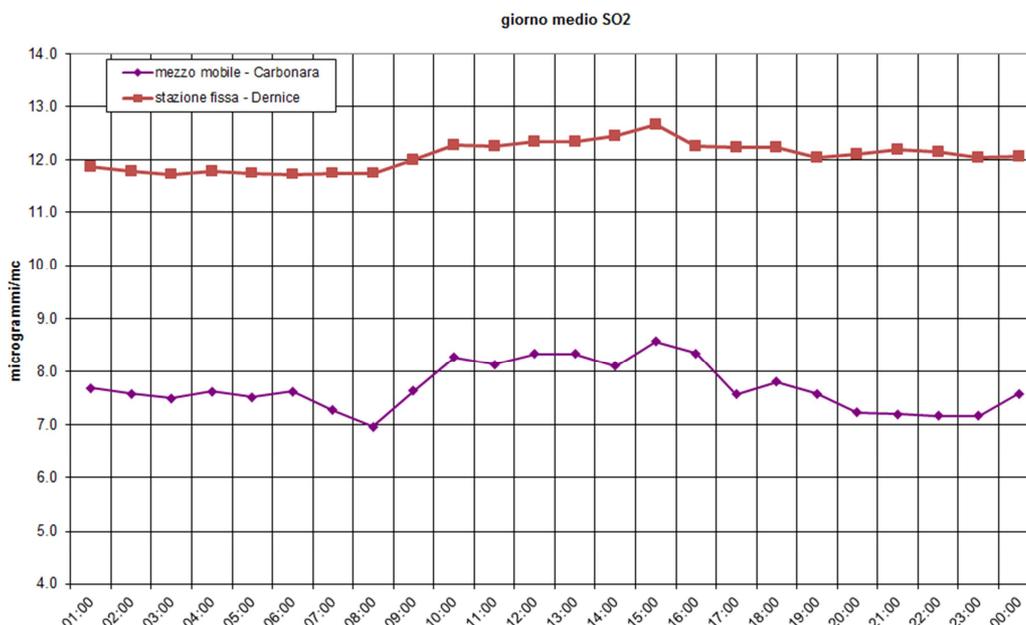
La radiazione solare mostra una progressiva diminuzione con l'approssimarsi della stagione autunnale. La pressione è stata variabile e segnata dal transito di alcune perturbazioni a metà e a fine settembre.

### 3.3 ANALISI DEI PARAMETRI MISURATI

#### BIOSSIDO DI ZOLFO

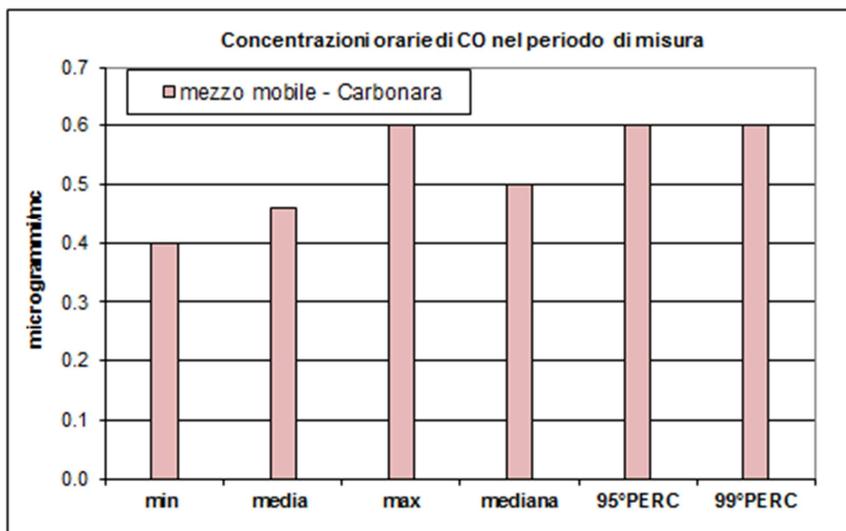


Le concentrazioni medie di SO<sub>2</sub> si mantengono basse su tutto il periodo ed ampiamente inferiori rispetto ai limiti di legge (125µg/m<sup>3</sup> limite di protezione della salute umana come media sulle 24ore) con valori medi attorno a 7.0µg/m<sup>3</sup>, inferiori a quanto registrati nella stazione di fondo di Dernice. Anche l'andamento del giorno medio conferma valori di fondo, con leggera innalzamento nelle ore centrali della giornata.

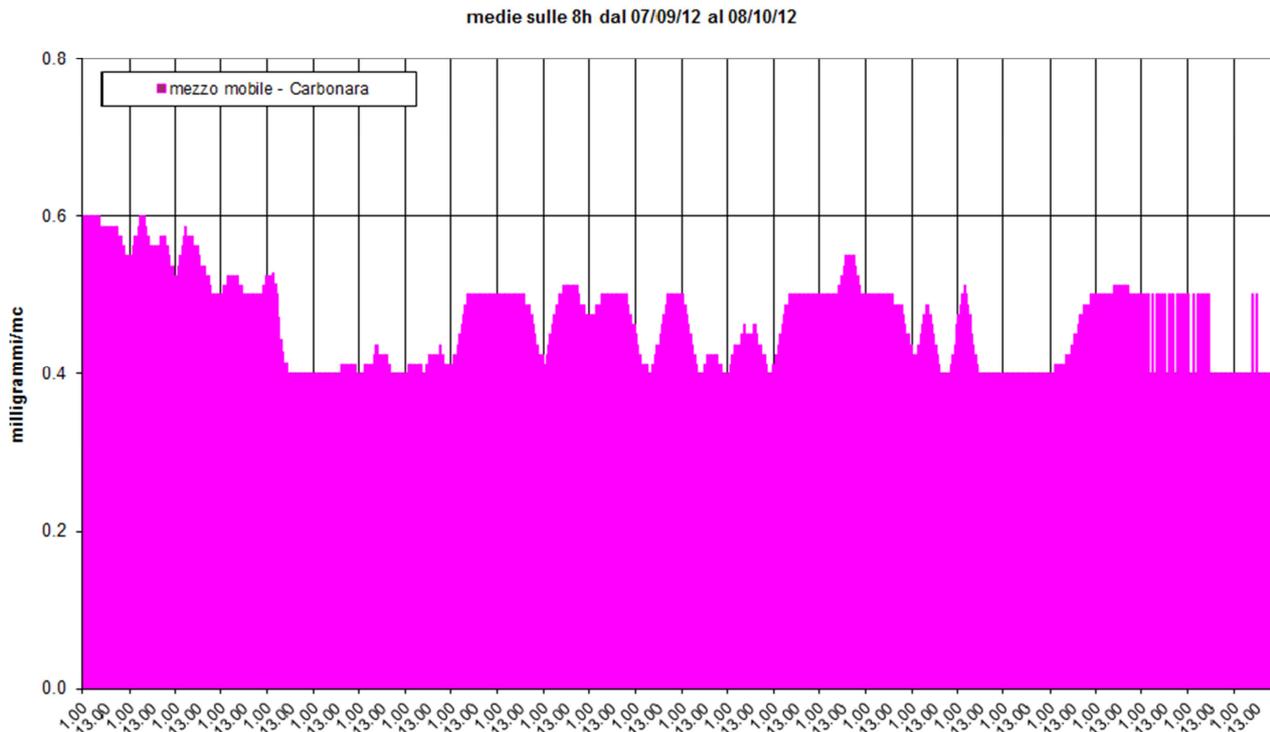


In generale il Biossido di Zolfo, ritenuto fino a pochi anni fa il principale inquinante dell'aria, altamente nocivo per ecosistemi e ambiente, è in rapida sensibile diminuzione grazie al miglioramento della qualità dei combustibili (minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffineria, imposto dal D.P.C.M. 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**

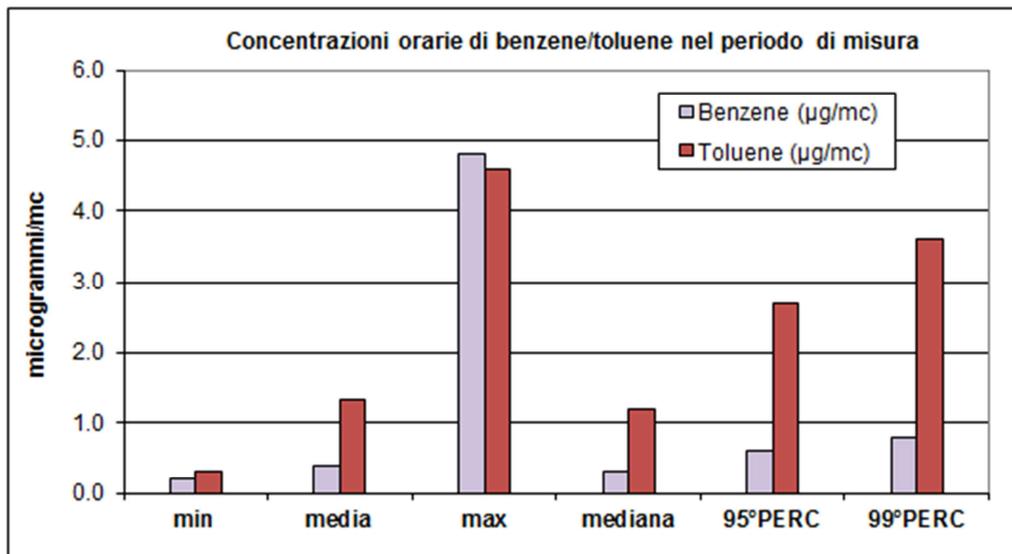


I livelli di CO si mantengono bassi e costanti per tutto il periodo di misura, con livelli medi attorno a  $0.5\text{mg}/\text{m}^3$  ampiamente al di sotto dei limiti di legge. Le concentrazioni massime sulle 8 ore sono attorno a  $0.6\text{milligrammi}/\text{m}^3$ , ampiamente al di sotto dei limiti di protezione della salute umana (livello di protezione della salute  $10\text{mg}/\text{m}^3$  su medie di 8 ore).

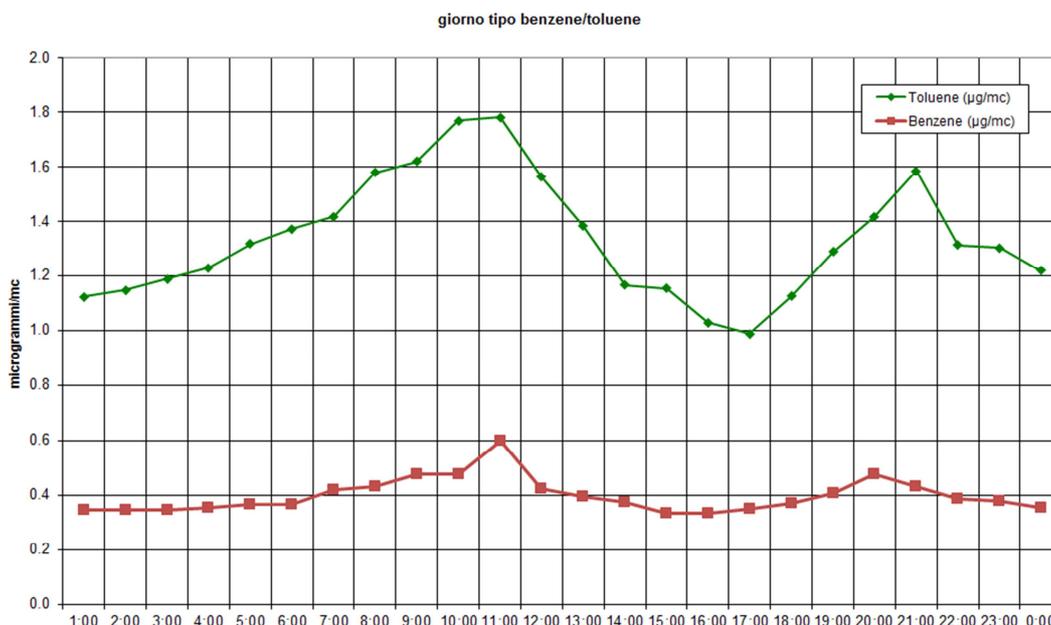


L'andamento delle medie su 8ore mostra livelli bassi con un leggero innalzamento nelle prime ore del mattino e nelle ore serali. L'emissione di CO è essenzialmente legata al traffico veicolare.

**BENZENE E TOLUENE**

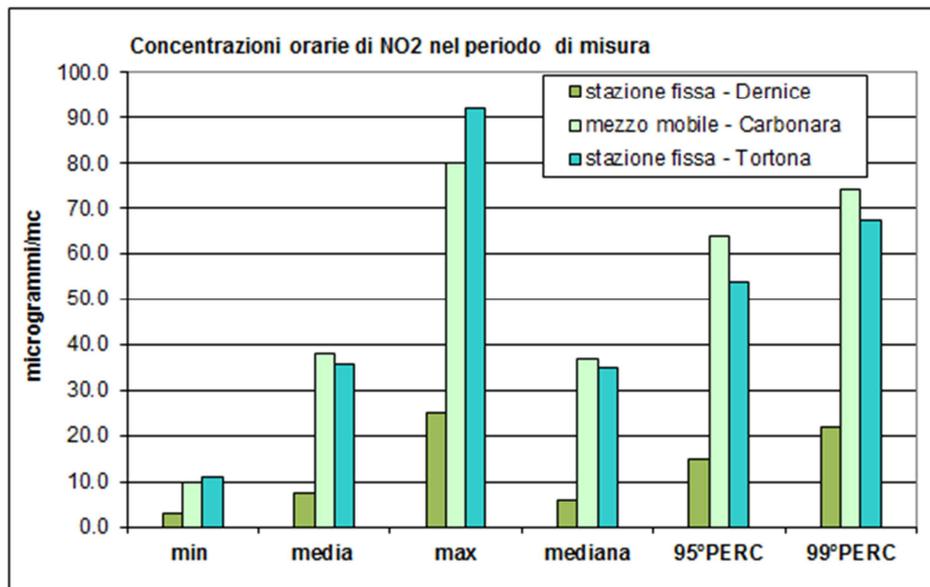


I livelli medi di benzene ( $C_6H_6$ ) si attestano attorno ad un valor medio di  $0.5\mu g/m^3$ , con un valore massimo giornaliero raggiunto di  $5\mu g/m^3$ . I livelli registrati come medie giornaliere si mantengono comunque bassi rispetto al limite di legge pari a  $5.0\mu g/m^3$  fissato dalla 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. Di seguito si riporta il giorno tipo, che rappresenta le medie di tutti i valori orari registrati di benzene /toluene per ciascuna ora del giorno.

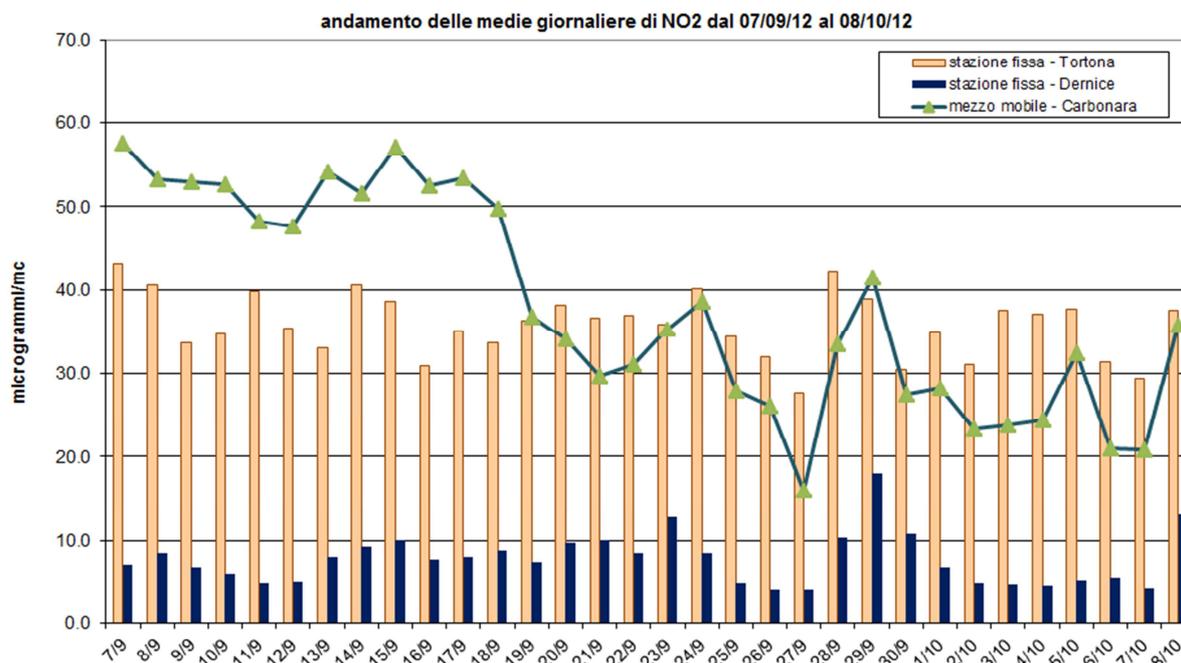


Il giorno tipo del benzene evidenzia valori bassi con due picchi poco pronunciati alle 11.00 e alle 20.00 per effetto del traffico veicolare. Il Toluene, anch'esso contenuto nelle benzine, presenta invece picchi analoghi ma con livelli più elevati. Il rapporto tra toluene e benzene è solitamente un fattore 2-3, ma il toluene, anche se presente sempre in quantità maggiori, non è soggetto a limite in quanto è meno tossico rispetto al benzene.

**BIOSSIDO DI AZOTO**

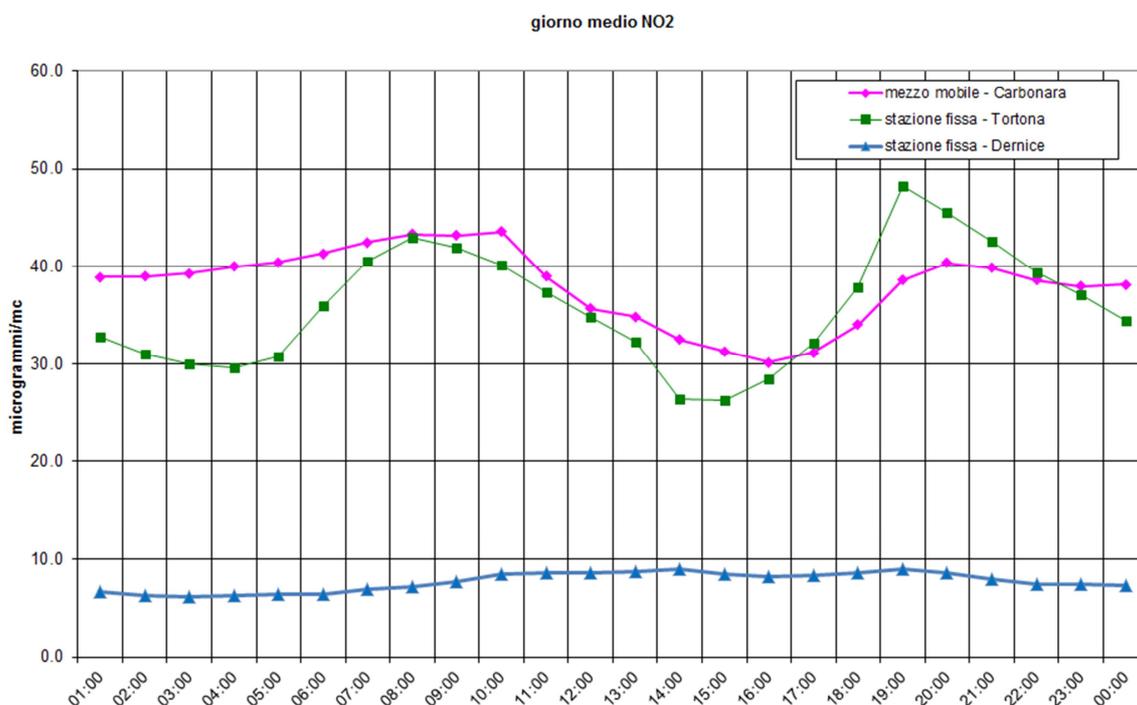


Le concentrazioni di NO<sub>2</sub> si mantengono per tutto il corso del monitoraggio al di sotto dei limiti di legge (limite di concentrazione oraria pari a 200µg/m<sup>3</sup>). I livelli medi registrati sono attorno a 40.0microgrammi/m<sup>3</sup> (limite annuale pari a 40µg/m<sup>3</sup>) e i massimi raggiungono gli 80.0microgrammi/m<sup>3</sup>. I livelli registrati sono simili a quelli di Tortona.



Gli andamenti delle medie giornaliere e del giorno medio mostrano concentrazioni molto simili a quelle rilevate a Tortona e con andamenti analoghi che evidenziano una discontinuità tra la prima parte del monitoraggio, con livelli più elevati, e livelli più bassi a partire da fine settembre. Ciò è attribuibile alle mutate condizioni meteorologiche, poiché si è passati da un periodo di forte stabilità atmosferica, seguiti da un periodo perturbato e maggiormente ventilato con conseguente maggior diluizione degli inquinanti atmosferici.

L'andamento del giorno medio, ovvero la media dei livelli registrati in ciascuna ora del giorno per tutte le giornate di misura, conferma livelli simili a quanto registrato nella stazione urbana di Tortona. Gli andamenti mostrano picchi nelle ore mattutine e serali e una diminuzione nelle ore centrali della giornata dovute al fatto che il biossido di azoto si dissocia a formare ozono in presenza di forte radiazione solare.

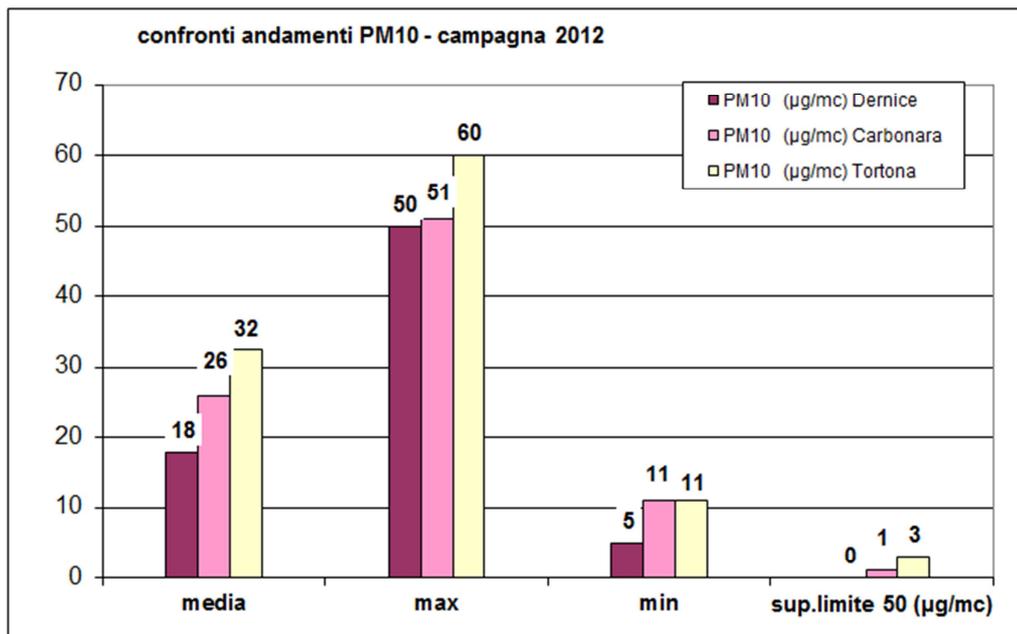


La correlazione statistica evidenzia come i dati di Carbonara di collochino in posizione intermedia tra quelli di Tortona e il fondo rurale di Dernice.

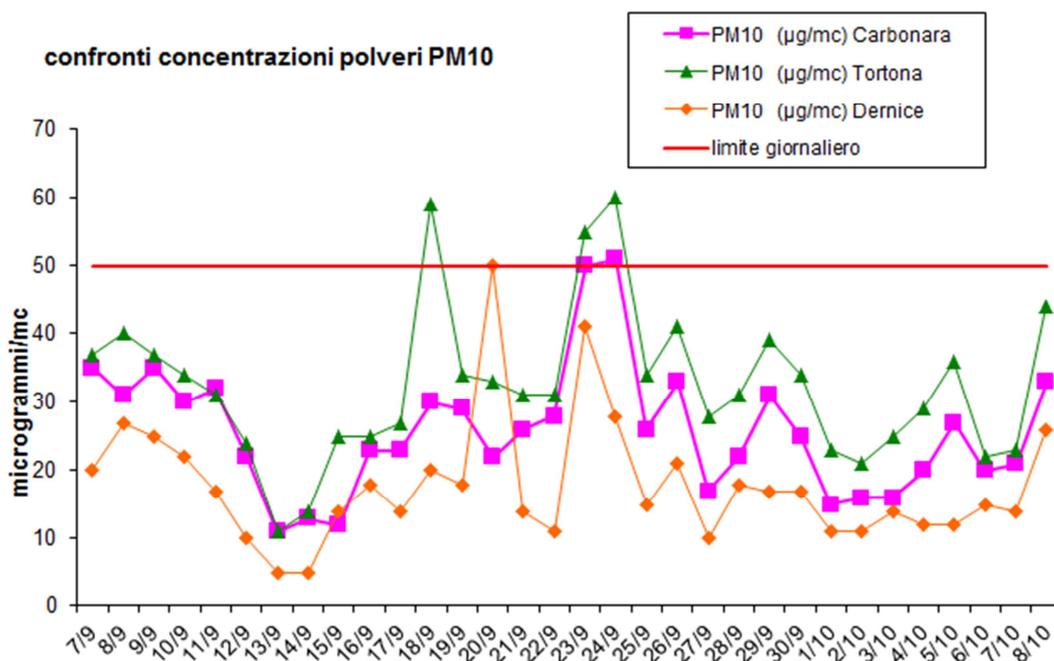
Indice di correlazione di Pearson	NO2_CARONARA	NO2_TORTONA	NO2_DERNICE
NO2_CARONARA	1.000		
NO2_TORTONA	0.349	1.000	
NO2_DERNICE	0.200	0.130	1.000

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.

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

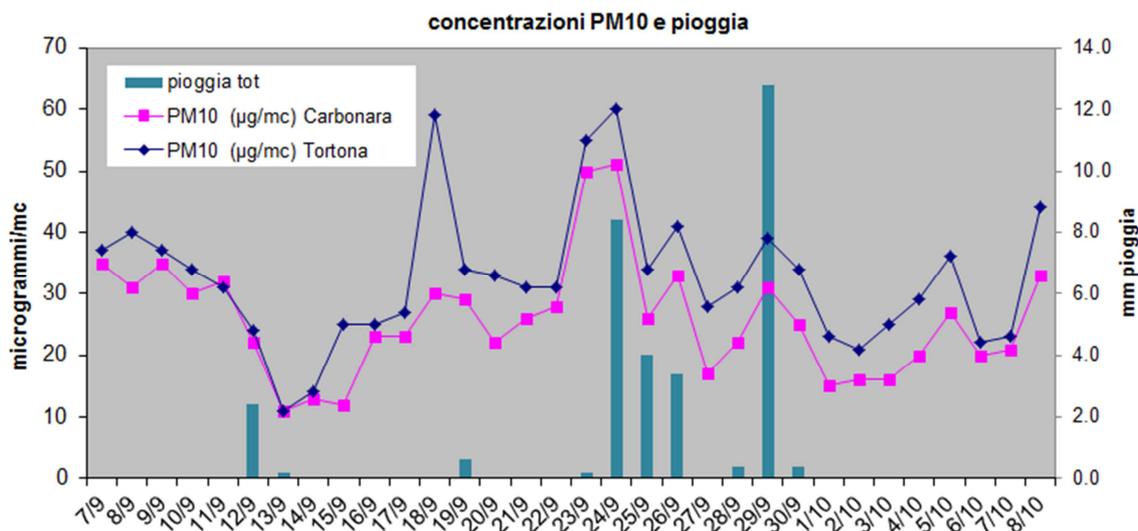
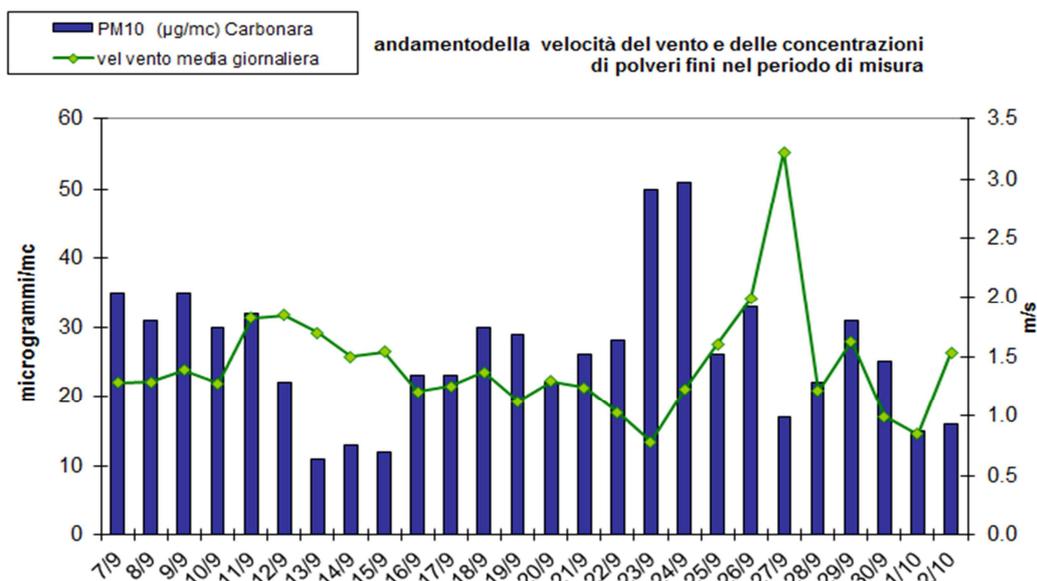


Il livello medio di polveri PM<sub>10</sub> registrato nel periodo di misura è stato pari a 26µg/m<sup>3</sup> a fronte di un limite annuale di 40µg/m<sup>3</sup> e con un dato medio giornaliero che è variato da un minimo di 11µg/m<sup>3</sup> ad un massimo di 51µg/m<sup>3</sup>. Durante i 32 giorni di misura si è registrato un superamento 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 Carbonara siano intermedi tra quelli di Tortona e quelli di Dernice, con andamenti molto simili ad entrambe, a conferma dell'omogeneità del territorio dal punto di vista orografico, meteo climatico e di fonti emittive. I dati sono comunque maggiormente simili a quelli di fondo urbano di Tortona, rispetto ai quali si mantengono circa un 20% inferiori.

Nel periodo di monitoraggio si evidenzia una certa variabilità giornaliera delle concentrazioni di PM10, legata agli andamenti meteorologici: si registrano concentrazioni particolarmente elevate tra il 22 ed il 24 settembre, in corrispondenza di giornate caratterizzate da stabilità atmosferica e assenza di vento, mentre nelle giornate successive l'arrivo di una perturbazione con pioggia e vento ha 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 22/09 al 24/09) ed una diminuzione nelle giornate di pioggia e vento (giornate del 26-27/09 e del 29-30/09).



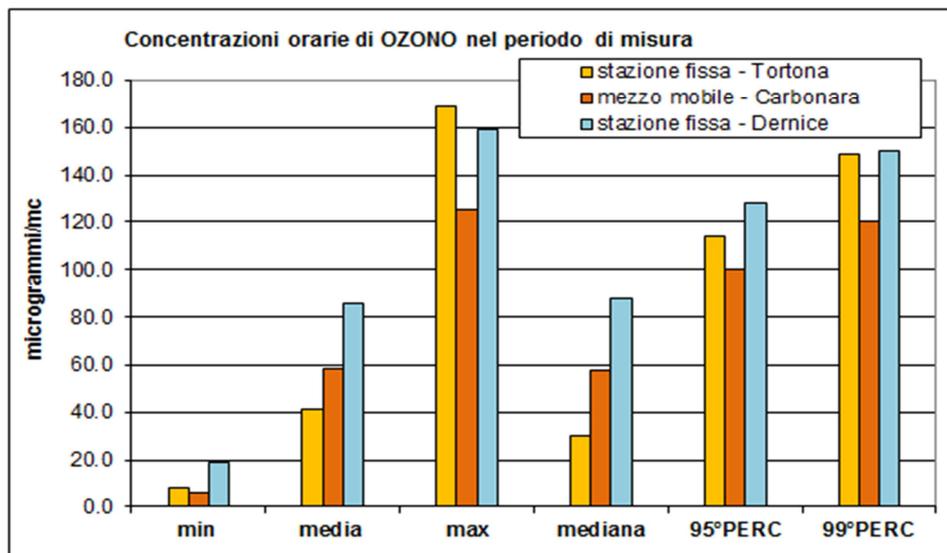
L'analisi statistica mostra ottime correlazioni con i dati sia di Tortona (correlazioni > 0.80).

Indice di correlazione di Pearson	NO2_CARONARA	NO2_TORTONA	NO2_DERNICE
NO2_CARONARA	1.000		
NO2_TORTONA	0.870	1.000	
NO2_DERNICE	0.616	0.629	1.000

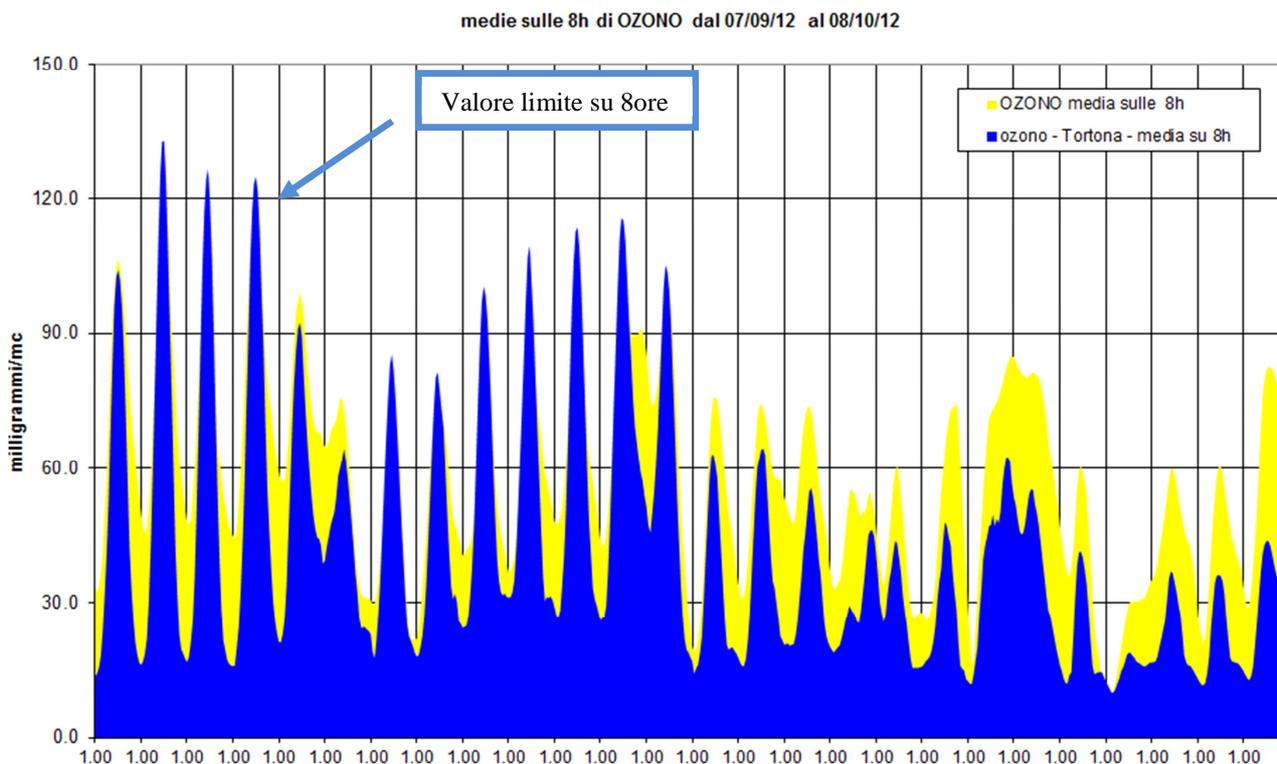
Inoltre il box plot dei dati delinea una distribuzione di valori per Carbonara intermedia tra i livelli di polveri di Tortona e quelli di Dernice.



**OZONO**



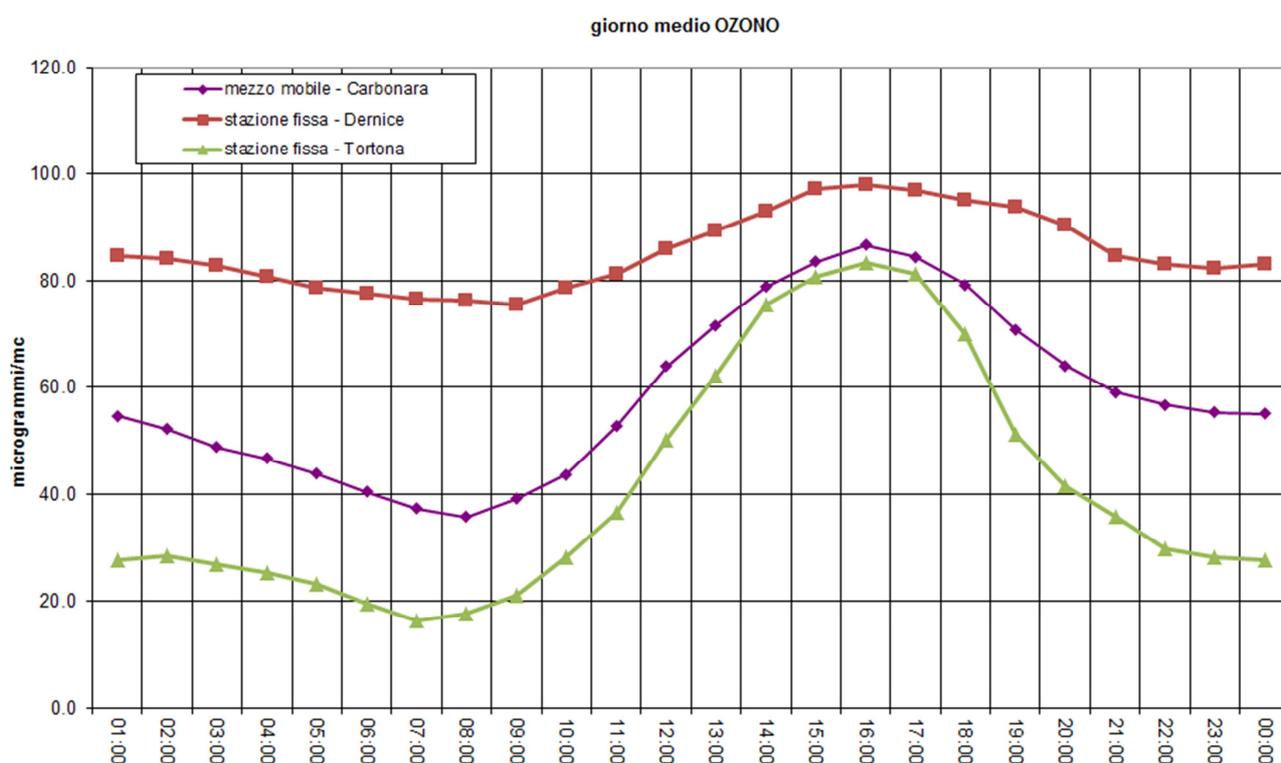
Le concentrazioni di ozono mostrano livelli intermedi tra Tortona e Dernice, con valori medi di concentrazione attorno a 60microgrammi/m<sup>3</sup>. I livelli medi su 8ore non hanno segnalato superamenti del livello di protezione della salute di 120µg/m<sup>3</sup>. I valori massimi orari sono attorno a 120microgrammi/m<sup>3</sup>, senza superamenti della soglia di informazione di 180microgrammi/m<sup>3</sup> come media su 1 ora.



L'Ozono è un inquinante del tutto peculiare poiché non viene emesso da nessuna sorgente ma si forma in atmosfera per reazione chimica da altri inquinanti primari prodotti dal traffico veicolare, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione dei carburanti in presenza di forte radiazione solare. L'ozono è dunque

un componente dello "smog fotochimico" che si origina da maggio a settembre in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. 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

Il giorno medio mostra il tipico andamento di questo inquinante secondario che si in presenza di radiazione solare da precursori quali COV e NO<sub>2</sub>. I livelli registrati, analogamente agli altri inquinanti considerati, sono di nuovo intermedi tra il dato urbano di Tortona e quello rurale di Dernice, che risulta più elevato. Ciò si spiega con il fatto che nelle aree urbane l'ozono si forma e si trasforma con grande rapidità e mostra un comportamento alquanto diverso dagli altri inquinanti: esso si diffonde o viene trasportato dal vento dalle aree urbane alle aree suburbane e rurali dove il minore inquinamento lo rende più stabile. Le maggiori concentrazioni si trovano dunque nelle località più periferiche della città o in zone remote meno inquinate.



Il profilo dell'andamento orario dell'ozono a Carbonara segue l'andamento tipico dei contesti urbani come Tortona con livelli oscillanti 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>. 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 presume una criticità per tale inquinante.

**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

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 23/36
		Data stampa: 30/11/12
<b>RELAZIONE TECNICA</b>		Carbonara_relazione aria_2012

## 4. CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati di qualità dell'aria rilevati a Carbonara Scrivia nel corso della campagna svoltasi dal 7 settembre al 8 ottobre 2012 e dalle correlazioni con le centraline fisse di monitoraggio di Tortona e Dernice, si può concludere quanto segue:

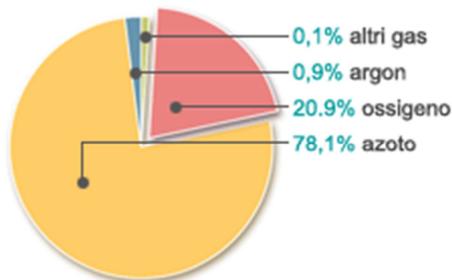
- I dati di inquinamento atmosferico rilevati nel Comune di Carbonara si collocano in una posizione intermedia tra i dati di fondo urbano rilevati dalla stazione fissa di Tortona, e quelli di fondo rurale registrati dalla stazione di Dernice. Ciò è in linea con la posizione del Comune, che si colloca geograficamente e morfologicamente a metà tra la zona di pianura omogenea a Novi e Tortona e all'area lombarda limitrofa e la zona collinare preappenninica. Per le aree di collina in cui è inserita Carbonara la nuova zonizzazione regionale stima una buona qualità dell'aria con rispetto dei limiti annuali su polveri PM10 e ossidi di azoto ma con elevati livelli di ozono estivo e superamento del limite giornaliero delle polveri PM10.
- 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.
- Il livello medio di **polveri PM10** registrato nel periodo di misura è stato pari a 26microgrammi/m<sup>3</sup> a fronte di un limite annuale di 40microgrammi/m<sup>3</sup> e con un dato medio giornaliero che è variato da un minimo di 11 ad un massimo di 51microgrammi/m<sup>3</sup>. Durante i 32 giorni di misura si è registrato un superamento del limite giornaliero di 50microgrammi/m<sup>3</sup> da non superarsi per più di 35 volte l'anno. Gli andamenti delle medie giornaliere di PM10 mostrano come i dati di Carbonara siano intermedi tra quelli di Tortona e quelli di Dernice, con andamenti molto simili ad entrambe, a conferma dell'omogeneità del territorio dal punto di vista orografico, meteo climatico e di fonti emmissive. I dati sono più simili a quelli di fondo urbano di Tortona, rispetto ai quali si mantengono circa un 20% inferiori. Un'analisi comparativa completa verrà effettuata al termine della seconda campagna di misure che si svolgerà nel 2013.
- Le concentrazioni di biossido di azoto (**NO<sub>2</sub>**) si mantengono ampiamente al di sotto dei limiti di legge. I livelli medi registrati sono attorno a 40microgrammi/m<sup>3</sup> (limite annuale pari a 40) e i massimi raggiungono gli 80microgrammi/m<sup>3</sup>. I livelli registrati sono simili a quelli di Tortona.
- 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>. Le concentrazioni di ozono mostrano anch'essi livelli intermedi tra Tortona e Dernice, con valori medi di concentrazione attorno a 60microgrammi/m<sup>3</sup>. I livelli medi su 8ore non hanno segnalato superamenti del livello di protezione della salute di 120µg/m<sup>3</sup>. L'ozono a Carbonara segue l'andamento tipico dei contesti urbani come Tortona con livelli oscillanti tra i valori minimi notturni e massimi diurni in corrispondenza della massima irradiazione solare
- In conclusione, da questa prima fase di monitoraggio, non emergono per Carbonara Scrivia particolari criticità legate agli inquinanti monitorati, e si evidenzia una condizione di inquinamento dell'aria intermedia tra i dati di inquinamento urbano di Tortona e quelli di fondo registrati nella stazione collinare di Dernice. Si rimandano ulteriori considerazioni ed approfondimenti alla campagna del prossimo anno che si terrà in periodo primaverile.

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina: 24/36</b>
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Data stampa: 30/11/12 Carbonara_relazione aria_2012

## ALLEGATI

### GLI INQUINANTI ATMOSFERICI

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



L'ossigeno (O<sub>2</sub>) e l'azoto (N<sub>2</sub>) 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.

<b>MONOSSIDO DI CARBONIO</b>			
<b>ORIGINE</b>		<b>EFFETTI</b>	<b>TREND</b>
<b>NATURALE</b>	<b>ANTROPICA</b>		
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		

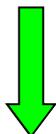
## 2.2 BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)

**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'SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub> nell'aria.

BIOSSIDO DI ZOLFO			
ORIGINE		EFFETTI	TREND
NATURALE	ANTROPICA		
eruzioni vulcaniche	riscaldamento	Dannoso per la salute	<b>In netta decrescita</b> 
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 (O<sub>3</sub>)

**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.

<b>OZONO</b>			
<b>ORIGINE</b>		<b>EFFETTI</b>	<b>TREND</b>
<b>NATURALE</b>	<b>ANTROPICA</b>		
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	<b>Costante</b> 

## 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}_3$ ).

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina: 28/36</b>
	<b>RELAZIONE TECNICA</b>	Data stampa: 30/11/12 Carbonara_relazione aria_2012

**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.

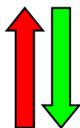
OSSIDI DI AZOTO			EFFETTI	TREND	
ORIGINE		NATURALE			ANTROPICA
fulmini	Trasporti (95%)				
incendi	industria				
eruzioni vulcaniche	riscaldamento				
batteri del terreno					

Dannoso per la salute

Dannoso per la vegetazione (inibizione della fotosintesi, maculatura)

Smog fotochimico, precursore dell'ozono.

Piogge acide

Pressochè costante 

## 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,

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** (**immesso 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 FINE			
SORGENTI ANTROPICHE		SORGENTI NATURALI	
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;

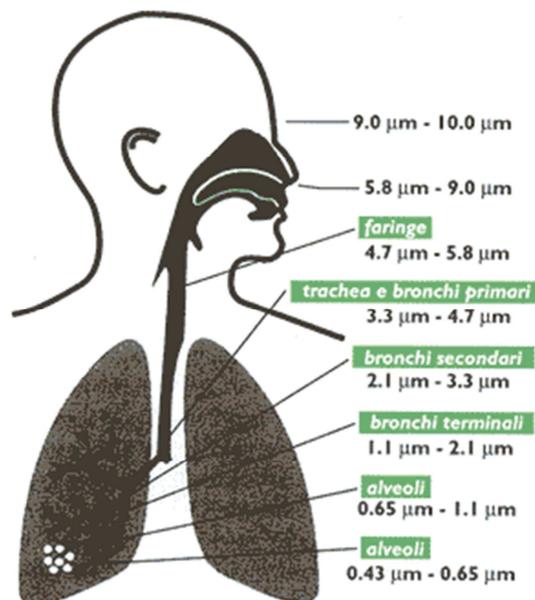
**Danni causati** - Gli studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi. A livello di effetti indiretti inoltre il particolato agisce da veicolo per sostanze 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.

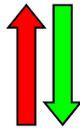
**(1 µ = 1 micron = 1 milionesimo di metro = 1 millesimo di millimetro)**

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			EFFETTI	TREND
ORIGINE				
NATURALE	ANTROPICA			
Aerosol marino	Trasporti	Dannoso per le vie respiratorie (asma, bronchiti, enfisemi) Veicola sostanze molto tossiche nell'organismo	Pressochè costante 	
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> 32/36
		Data stampa: 30/11/12
<b>RELAZIONE TECNICA</b>		Carbonara_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 piro sintesi 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>	Pagina: <b>33/36</b>
		Data stampa: 30/11/12
<b>RELAZIONE TECNICA</b>		Carbonara_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>	Pagina: <b>34/36</b>
		Data stampa: 30/11/12
<b>RELAZIONE TECNICA</b>		Carbonara_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 particolato, 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 (incluso, 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

	<b>Dipartimento di Alessandria – SC07</b> <b>Struttura Semplice 07.02</b>	<b>Pagina:</b> 35/36
		Data stampa: 30/11/12
<b>RELAZIONE TECNICA</b>		Carbonara_relazione aria_2012

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>PM10</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>PM2.5</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).