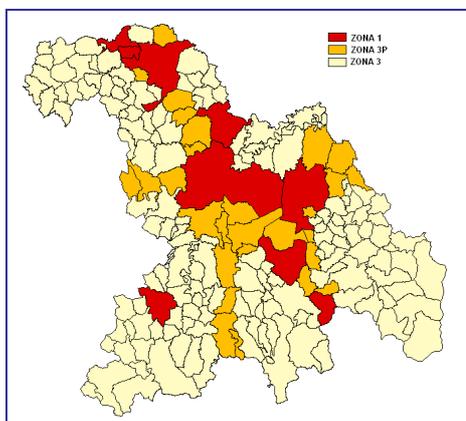


CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE - ANNO 2011

RELAZIONE TECNICA



COMUNE DI
VALENZA



PRATICA N°879/2011



PERIODO DI MONITORAGGIO:
dal 22/04/2011 al 16/05/2011



Il Responsabile di Struttura Complessa SC07: Dott. Alberio Maffiotti

Il Responsabile di Struttura Semplice SS07.02: Dott. Giuseppe Caponetto

I TECNICI: V.Ameglio, G.Colla, L.Erbetta, G.Mensi, L. Merlo

INDICE

	pag.
1. Introduzione.....	3
1.1 Inquadramento del contesto territoriale.....	3
2. Modalità operative e strumentazione impiegata	7
3. Esiti del monitoraggio.....	9
3.1 Sintesi dei risultati.....	9
3.2 Dati meteo.....	11
3.3 Analisi dei parametri misurati.....	14
3.4 Confronti con campagne precedenti.....	24
4. Conclusioni.....	29

ALLEGATI INFORMATIVI

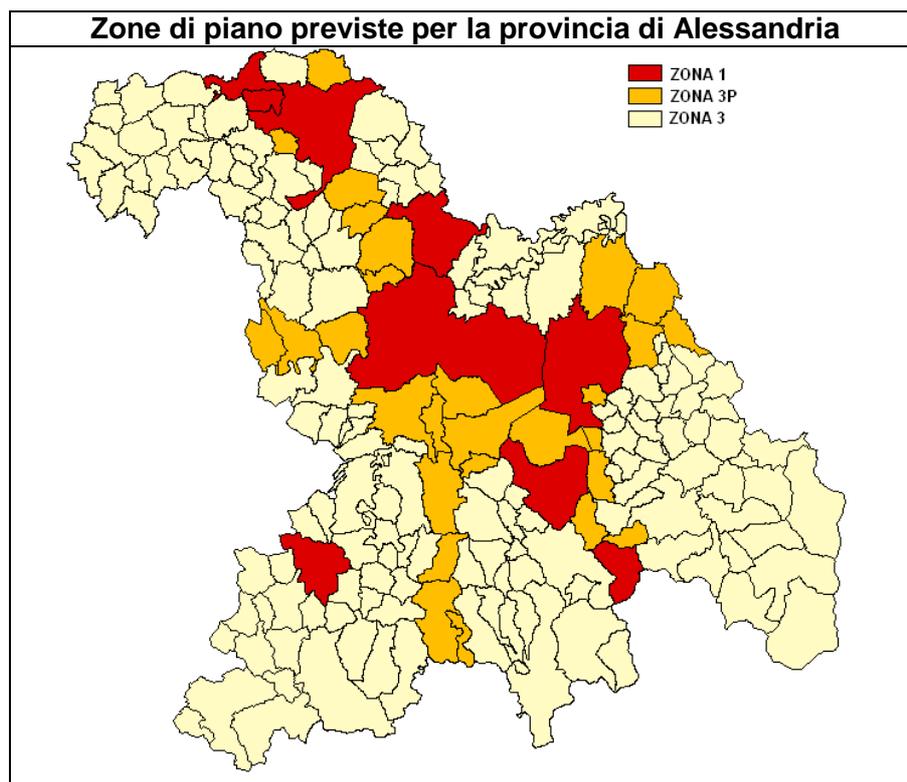
*GLI INQUINANTI ATMOSFERICI
IL QUADRO NORMATIVO*

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 3/41
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 05/07/11 Valenza_relazione aria_2011

1. INTRODUZIONE

1.1 INQUADRAMENTO DEL CONTESTO TERRITORIALE

Ai sensi della DGR n. 14-7623 del 11.11.2002, il Comune di Valenza risulta inserito nelle **Zone di Piano della Provincia di Alessandria** con **classificazione 1**, ovvero a maggiore criticità dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico, per via del tessuto produttivo e delle infrastrutture ad esso collegate.



Per le **zone 1** le valutazioni regionali della qualità dell'aria stimano il **superamento di uno o più valori limite attualmente vigenti**. Per comuni assegnati alla **ZONA 1**, inoltre, il Sistema regionale per il rilevamento della qualità dell'aria garantisce il controllo sistematico della qualità dell'aria ai fini di permettere la gestione della stessa. Il Comune di Valenza non dispone più di stazione fissa per il rilevamento della qualità dell'aria e, pertanto, in accordo con l'Amministrazione Provinciale e con quella Comunale, è stato previsto a partire dall'anno 2009 un periodo di monitoraggio annuale mediante laboratorio mobile della durata di 30gg circa. Il raffronto tra i dati rilevati su più anni in periodi climaticamente differenti ed il confronto con le centraline fisse individuate come riferimento in area omogenea forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico del territorio.

In particolare il Comune di Valenza risulta avere classificazione di **criticità 3** per il parametro **NO₂** (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).

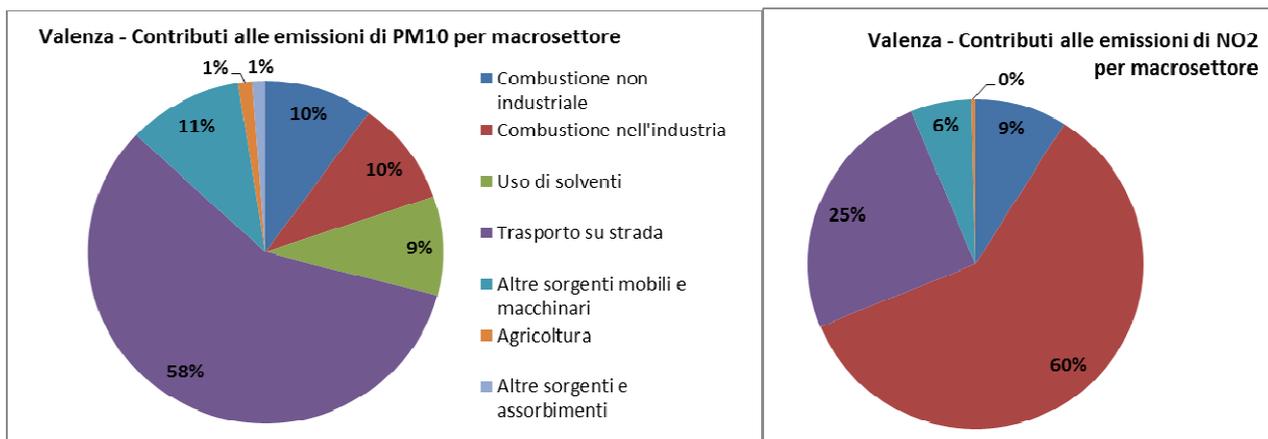
Si riportano di seguito gli intervalli stimati di concentrazione degli inquinanti sulla base dei quali sono state individuate le classi di criticità (DGR 5/8/2002, n. 109-6941).

Inquinanti	CLASSI DI CRITICITÀ				
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
NO₂	stima della media annuale inferiore a 26 µg/m ³	stima della media annuale tra 26 e 32 µg/m ³	stima della media annuale tra 32 e 40 µg/m ³	stima della media annuale tra 40 e 60 µg/m ³	stima della media annuale superiore a 60 µg/m ³
CO	stima della media annuale inferiore a 5 mg/m ³	stima della media annuale tra 5 e 7 mg/m ³	stima della media annuale tra 7 e 10 mg/m ³	stima della media annuale tra 10 e 16 mg/m ³	stima della media annuale superiore a 16 mg/m ³
PM10	stima della media annuale inferiore a 10 µg/m ³	stima della media annuale tra 10 e 14 µg/m ³	stima della media annuale tra 14 e 40 µg/m ³	stima della media annuale tra 40 e 48 µg/m ³	stima della media annuale superiore a 48 µg/m ³
Benzene	stima della media annuale inferiore a 2 µg/m ³	stima della media annuale tra 2 e 3.5 µg/m ³	stima della media annuale tra 3.5 e 5 µg/m ³	stima della media annuale tra 5 e 10 µg/m ³	stima della media annuale superiore a 10 µg/m ³

Le criticità sono stimate sulla base dell'inventario regionale delle fonti emissive di cui si riportano di seguito alcuni dati. La tabella riporta i principali contributi emissivi stimati per il Comune di Valenza espressi in tonnellate/anno e suddivisi per fonti di emissione.

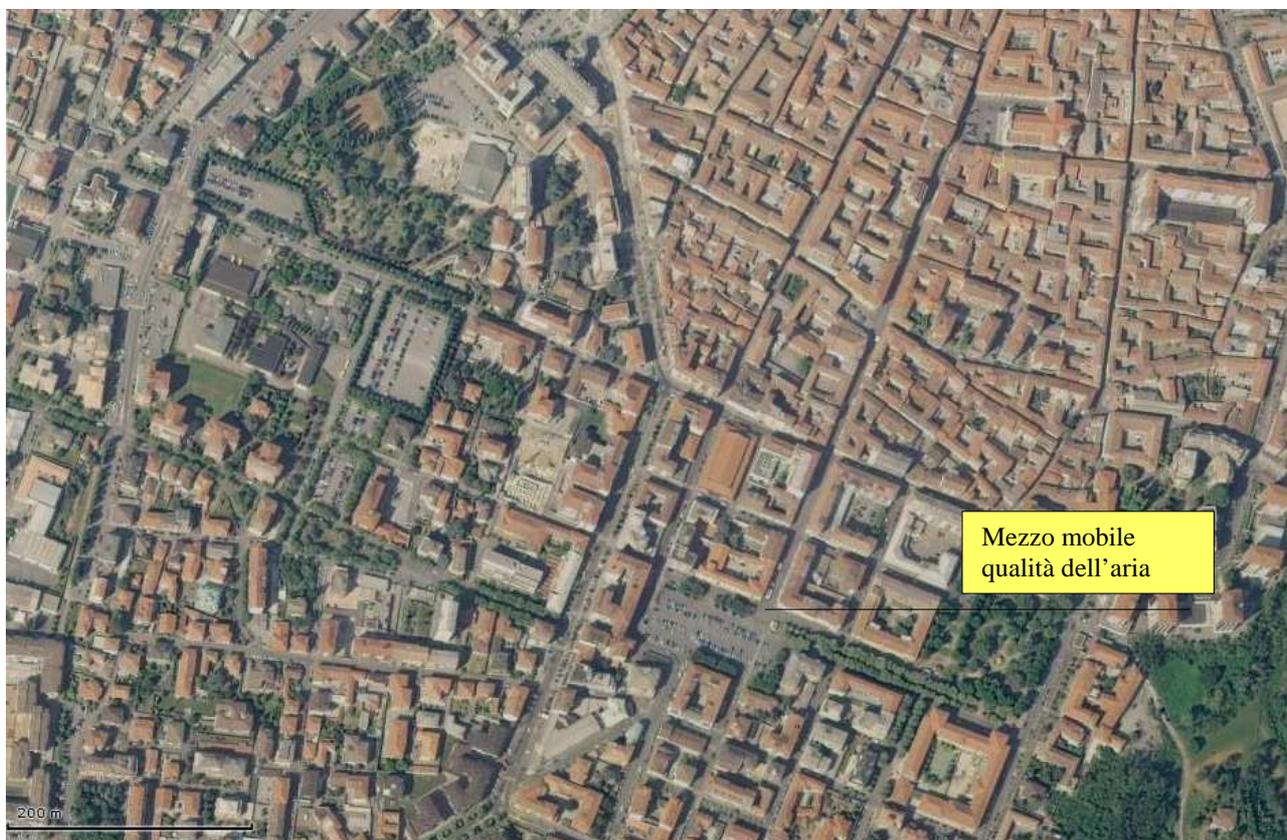
Contributi emissivi suddivisi per fonti/tipologia di emissione					
Emissioni di gas serra (tonnellate/anno)	CH ₄	CO ₂	N ₂ O		
		204.14	105kt	15.38	
Percentuale di gas serra prodotti sul totale provinciale	2.6%	4.8%	3.0%		
Emissioni di inquinanti per macrosettore (tonnellate/anno)					
MACROSETTORE	CO	NH ₃	NO ₂	PM10	SO ₂
Combustione non industriale	29.59	0.0001	27.91	2.62	8.36
Combustione nell'industria	38.58		188.79	2.62	136.08
Uso di solventi				2.49	
Trasporto su strada	414.38	2.65	78.56	15.41	3.31
Altre sorgenti mobili e macchinari	10.73	0.0040	18.53	2.79	0.26
Treatmento e smaltimento rifiuti					
Agricoltura		66.1577	1.15	0.34	
Altre sorgenti e assorbimenti	1.61			0.32	
CONTRIBUTO % SUL TOTALE PROVINCIALE	2.5%	2.4%	3.1%	1.5%	12.4%

Fonte: INVENTARIO REGIONALE EMISSIONI IN ATMOSFERA 2007



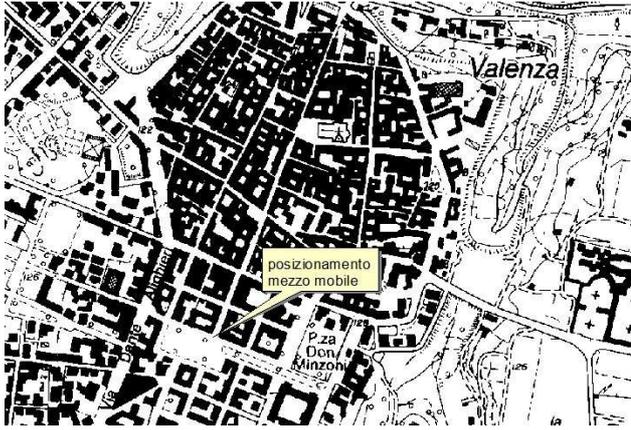
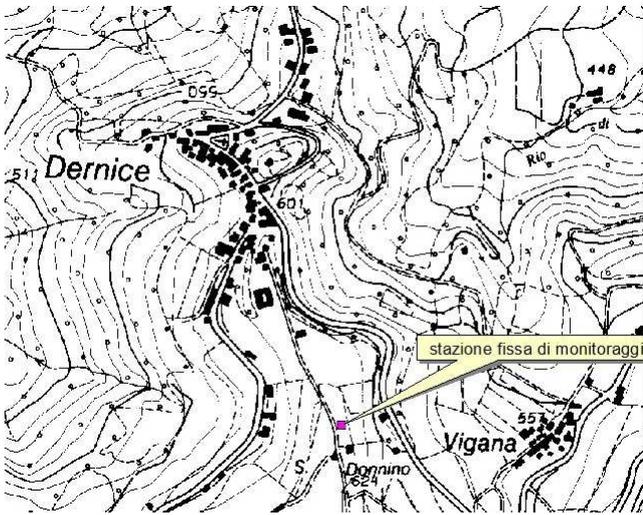
Dai dati forniti dal bilancio ambientale del Comune di Valenza emerge che, per gli inquinanti più critici NO₂ e PM₁₀, il settore dei trasporti e la combustione industriale risultano avere il maggior impatto sulla qualità dell'aria. Quest'ultima contribuisce significativamente anche alle emissioni di SO₂. Contributi minori ma significativi si hanno dalle attività agricole e produttive.

Per il monitoraggio della qualità dell'aria quest'anno è stata scelta una postazione di centro città all'intersezione tra p.za Gramsci e la zona pedonale di c.so Garibaldi in area non direttamente esposta alle emissioni del traffico (postazione URBANA DI FONDO). In tale postazione è stato posizionato il mezzo mobile per il rilevamento della qualità dell'aria per un periodo di misura di 24gg circa rispettivamente dal 22/04/11 al 16/05/11.



A scopo di ulteriore raffronto, sono stati utilizzati i dati registrati nello stesso periodo dalle centraline fisse di monitoraggio dell'aria in siti omogenei di Alessandria – Lanza (postazione URBANA DI FONDO). Sono stati infine presi in considerazione 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.

Tabella - Siti prescelti per il monitoraggio e postazioni di confronto

<p>POSTAZIONE di misura p.za Gramsci URBANA Di FONDO</p> <p>COORDINATA UTMX: 471984 COORDINATA UTMY: 4984435</p> 	
<p>POSTAZIONE di confronto centralina fissa della qualità dell'aria</p> <p>Alessandria - Lanza</p> <p>COORDINATA UTMX: 469669 COORDINATA UTMY: 4973185</p> 	
<p>POSTAZIONE di confronto centralina fissa della qualità dell'aria</p> <p>Dernice – Costa</p> <p>COORDINATA UTMX: 504229 COORDINATA UTMY: 4956851</p> 	

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 Alessandria – D'annunzio e Tortona - Carbone, 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_x (NO – NO₂)
- ❖ Biossido di Zolfo: SO₂
- ❖ Ozono: O₃
- ❖ Benzene, Toluene, Xilene
- ❖ Particolato: polveri fini PM₁₀



Foto del laboratorio mobile in servizio presso ARPA Alessandria

Le specifiche tecniche della strumentazione utilizzata sono di seguito riportate:

Laboratorio mobile di monitoraggio della qualità dell'aria			
Strumento	Modello	Parametro misurato	Metodo di misura
Analizzatore API	200E	NO – NO ₂	Chemiluminescenza
Analizzatore API	300E	CO	Spettrometria a infrarossi
Analizzatore SYNTEC	GC855	Benzene, Toluene, Xilene	Gasromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
Analizzatore API	100A	SO ₂	Fluorescenza
Campionatore PM10 TECORA	Charlie-Sentinel	PM ₁₀	Gravimetria
Analizzatore API	400E	O ₃	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 PM₁₀ 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 2,3m³/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 PM₁₀ (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

Valenza– monitoraggio dal 22/04/11 al 16/05/11	
Postazione di misura: p.za Gramsci	
	SO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	26
Media delle medie giornaliere	14
Media dei valori orari	14
Massima media oraria	65
Percentuale ore valide	100%
<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
	CO (mg/m³)
Minima media giornaliera	0.6
Massima media giornaliera	1.4
Media delle medie giornaliere	1.1
Media dei valori orari	1.1
Massima media oraria	2.0
Percentuale ore valide	100%
Minimo delle medie 8 ore	0.5
Media delle medie 8 ore	1.1
Massimo delle medie 8 ore	1.8
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana</u>	0
	NO₂ (µg/m³)
Minima media giornaliera	18
Massima media giornaliera	48
Media delle medie giornaliere	39
Media dei valori orari	39
Massima media oraria	64
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
	Benzene (µg/m³)
Minima media giornaliera	3.2
Massima media giornaliera	4.9
Media delle medie giornaliere	3.6

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 10/41
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 05/07/11 Valenza_relazione aria_2011

Media dei valori orari	3.6
Massima media oraria	8.4
Percentuale ore valide	100%
	PM₁₀ (µg/m³)
Minima media giornaliera	11
Massima media giornaliera	40
Media delle medie giornaliere	25
Percentuale giorni validi	100%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0
	Ozono (µg/m³)
<u>Minima media giornaliera</u>	61
<u>Massima media giornaliera</u>	138
<u>Media delle medie giornaliere</u>	94
<u>Percentuale giorni validi</u>	100%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)	108
Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	14
Numero di superamenti livello informazione (180)	0
Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)	0

Nella campagna di quest'anno non è stata effettuata la misura dell'ozono che, in quanto inquinante stagionale, si misura da maggio a settembre.

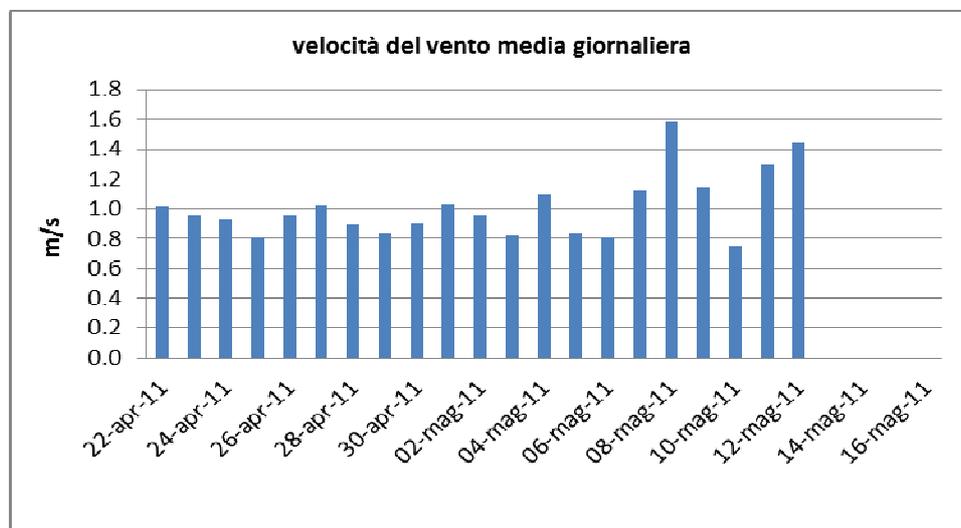
LIMITI DI LEGGE PER GLI INQUINANTI MONITORATI

	Unità di misura	µg/mc	µg/mc	mg/mc	µg/mc	µg/mc	µg/mc
Valori di riferimento		SO ₂	NO ₂	CO/8h	NO ₂ /3h	PM ₁₀	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					

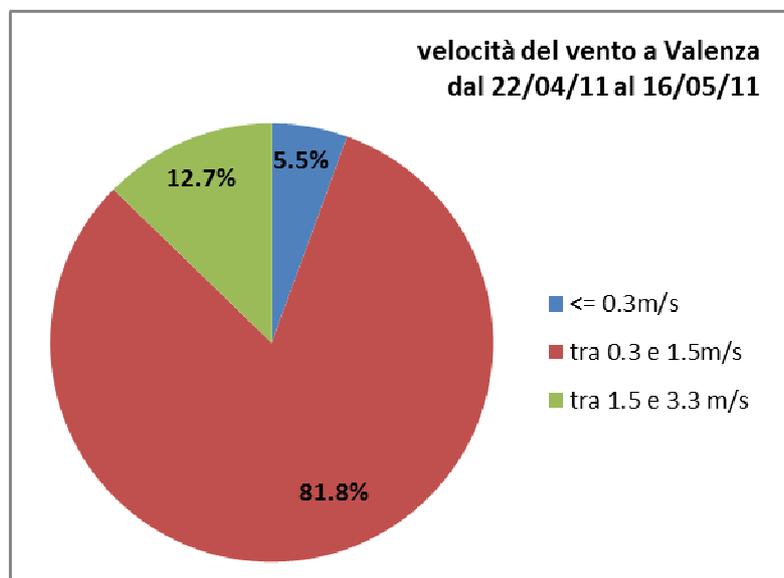
3.2 DATI METEO

DATI REGISTRATI DALLA STAZIONE METEO INSTALLATA SUL MEZZO MOBILE

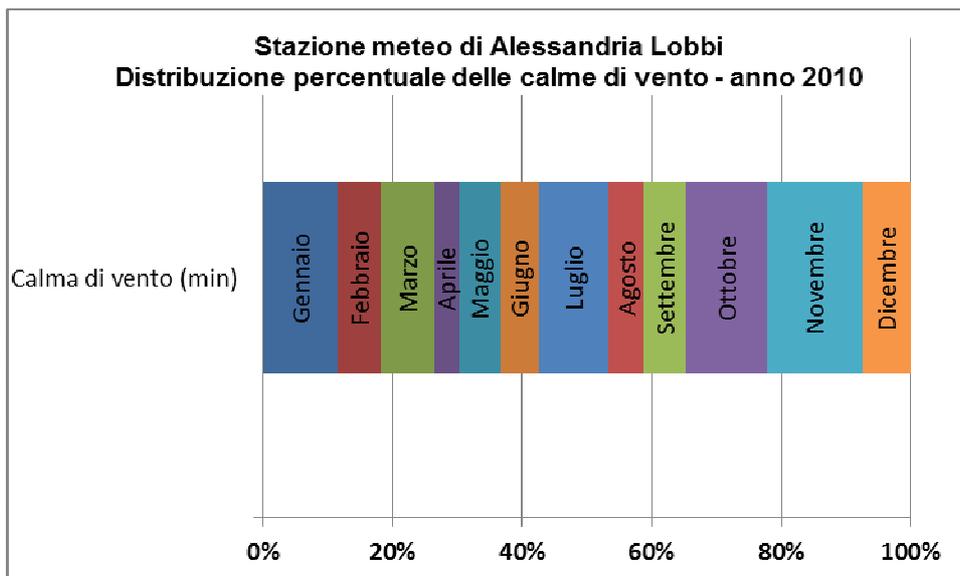
VELOCITÀ DEL VENTO



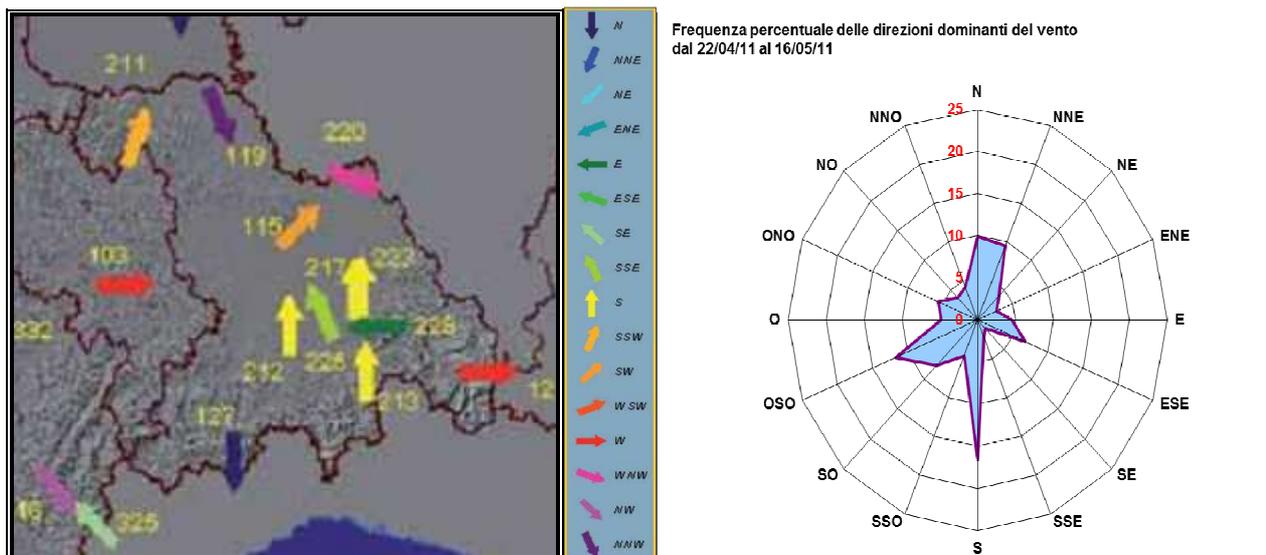
Il valore medio della velocità del vento nel periodo di misura è stato di 1.0m/s senza episodi di giornate particolarmente ventose. In tutto il periodo di misura si sono avuti al più regimi di brezza. Il grafico sotto mostra come vi sia stato un 5% di calme di vento (velocità inferiore a 0.5m/s) e più del 80% del periodo con valori inferiori compresi tra 1.5m/s e 3.3m/s (brezza).



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 come si può osservare dai dati riportati nel grafico sottostante e rilevati dalla stazione meteo regionale di Alessandria Lobbi nel 2010 da cui si nota come i mesi da ottobre a gennaio assommano più del 50% dei periodi di calme di vento dell'anno.



DIREZIONE DEL VENTO

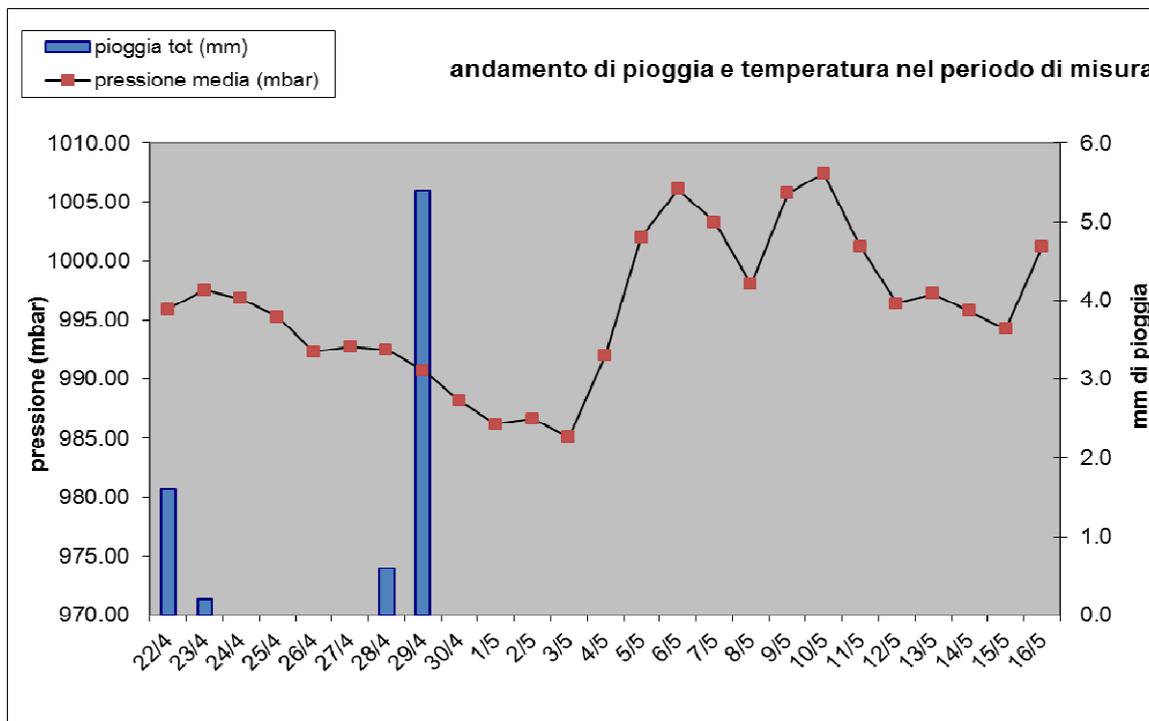


MAPPA ANEMOLOGICA DELLA PROVINCIA DI ALESSANDRIA E ROSA DEI VENTI DEL PERIODO DI MISURA

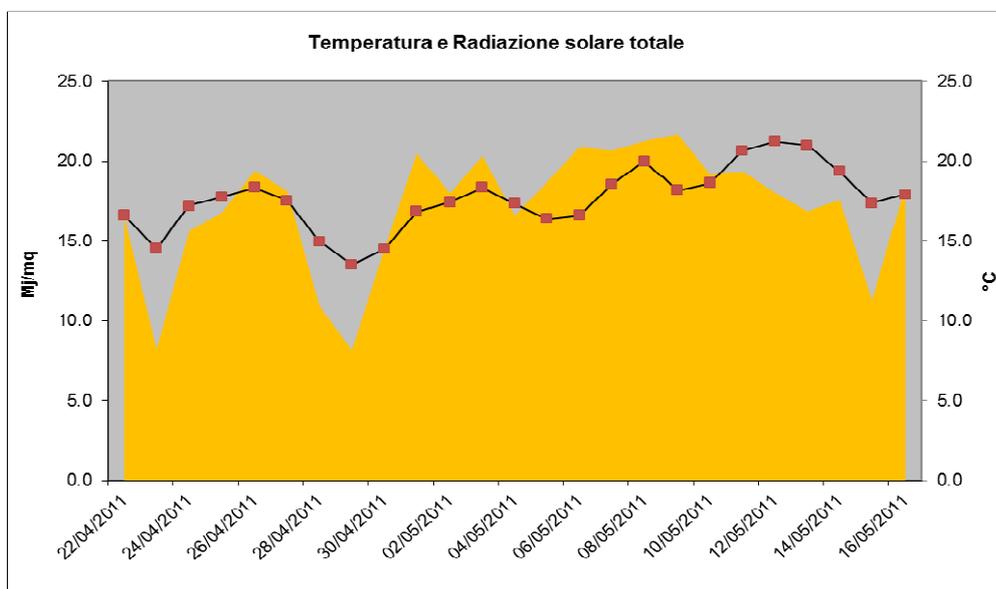
Come evidenziato nella mappa anemologica della provincia di Alessandria, che riporta le direzioni prevalenti dei venti sull'anno, l'area geografica di Valenza presenta una confluenza di venti da sud-ovest e lungo l'asse Nord-Sud con prevalenza di venti da Sud.

Le direzioni dei venti registrate dalla stazione meteo del mezzo mobile nel periodo di misura confermano questi dati e indicano un andamento dei venti trimodale con asse N-S a cui si aggiunge una significativa incidenza di venti SO.

PRECIPITAZIONI – PRESSIONE - TEMPERATURA – RADIAZIONE



Le precipitazioni nel periodo di misura sono concentrate nelle giornate del 22/23 e 28/29 aprile, con eventi anche di forte intensità che hanno determinato una diminuzione di tutti gli inquinanti.

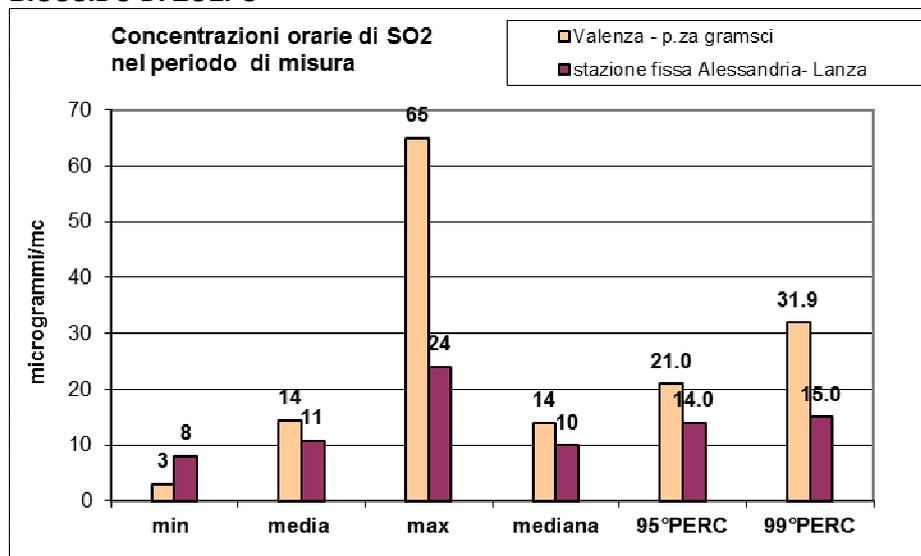


Le temperature del periodo sono state particolarmente elevate per la stagione, e costituiscono una anomalia stagionale. Le massime registrate sono state di 28°C mentre la temperatura media del periodo è stata di 18°C.

La radiazione solare mostra una condizione di intensità variabile con brusche diminuzioni in concomitanza con le giornate di pioggia.

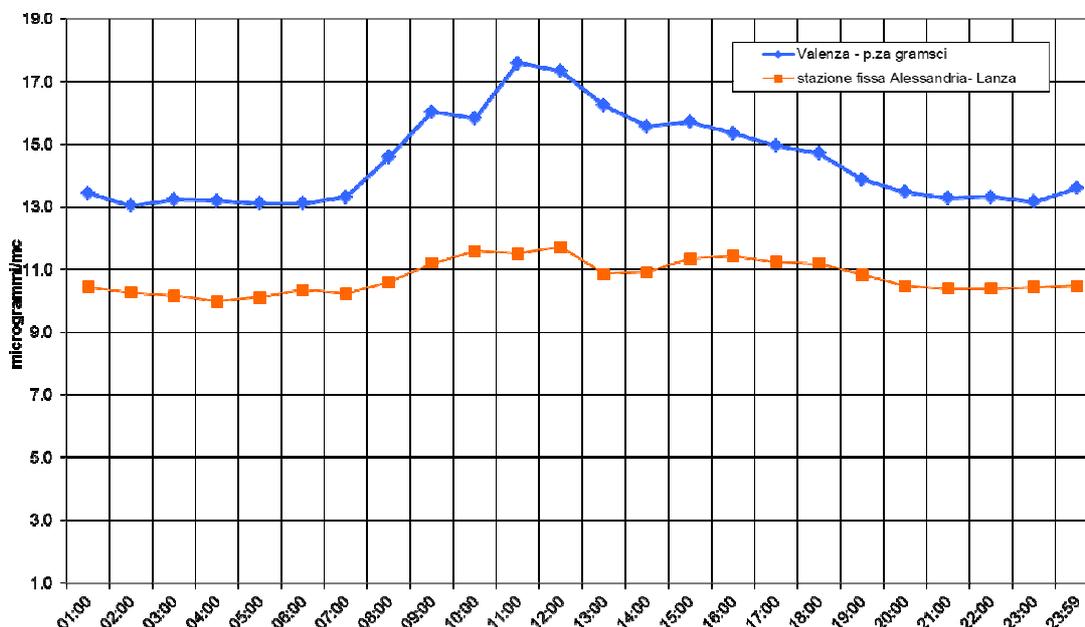
3.3 ANALISI DEI PARAMETRI MISURATI

BIOSSIDO DI ZOLFO



Le concentrazioni medie di SO₂ si mantengono basse su quasi tutto il periodo di misura con sporadici innalzamenti che però non determinano superamenti dei limiti di legge (125µg/m³ limite di protezione della salute umana come media sulle 24ore). I valori medi si attestano attorno a 14.0µg/m³.

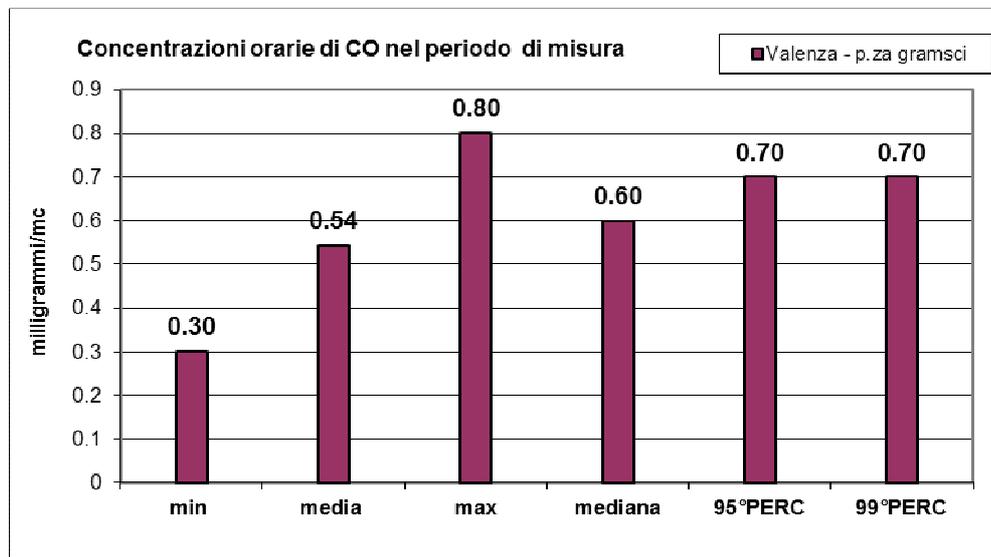
giorno medio SO₂



Anche l'andamento del giorno medio, che mostra le medie di ciascuna ora del giorno su tutti i giorni di misura, mostra livelli bassi con un 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 insieme al divieto dell'uso di olio combustibile per riscaldamento e alla diffusione dell' uso del gas metano.

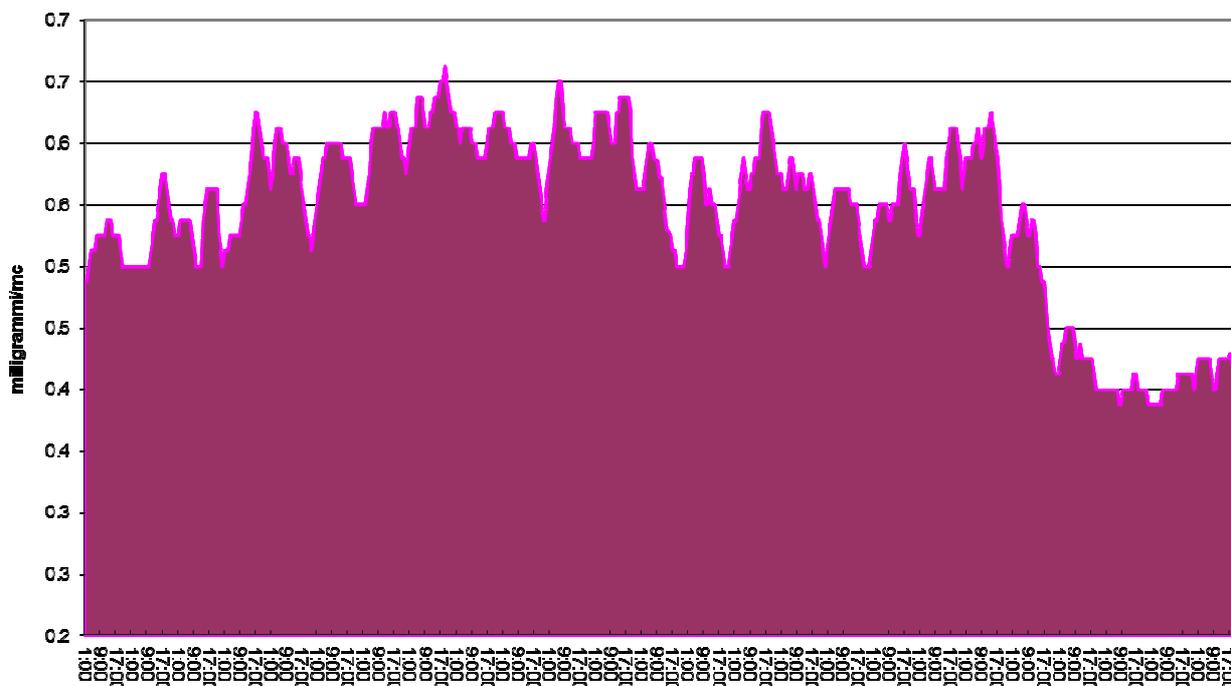
MONOSSIDO DI CARBONIO

I livelli di CO si mantengono al di sotto dei limiti di legge per tutto il periodo di misura con livelli medi attorno a 0.5mg/m³. Le concentrazioni massime orarie non superano 1.0mg/m³, ampiamente al di sotto dei limiti di protezione della salute umana (livello di protezione della salute 10mg/m³ su medie di 8 ore).

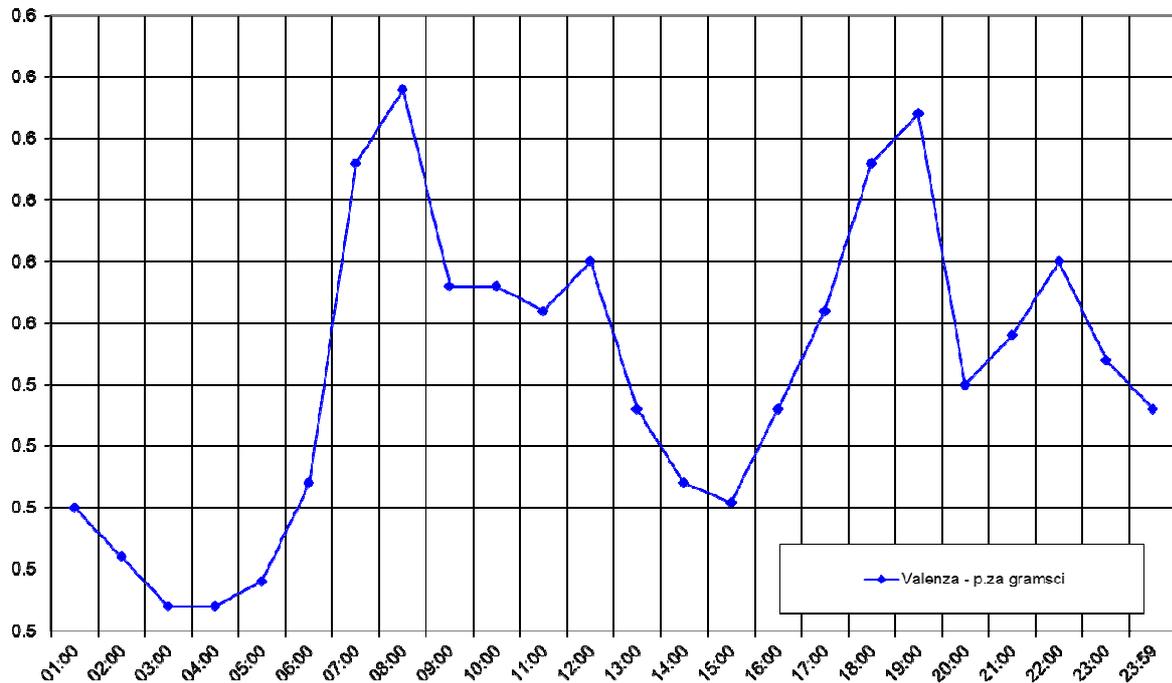


Gli andamenti sulle 8 ore e del giorno medio mostrano una variabilità legata sia alle condizioni meteo che alle ore della giornata ad indicare il contributo significativo del traffico veicolare che determina un innalzamento dei livelli tra le 17.00 e le 19.00 di sera.

andamento delle medie giornaliere di CO dal 22/04/11 al 16/05/11

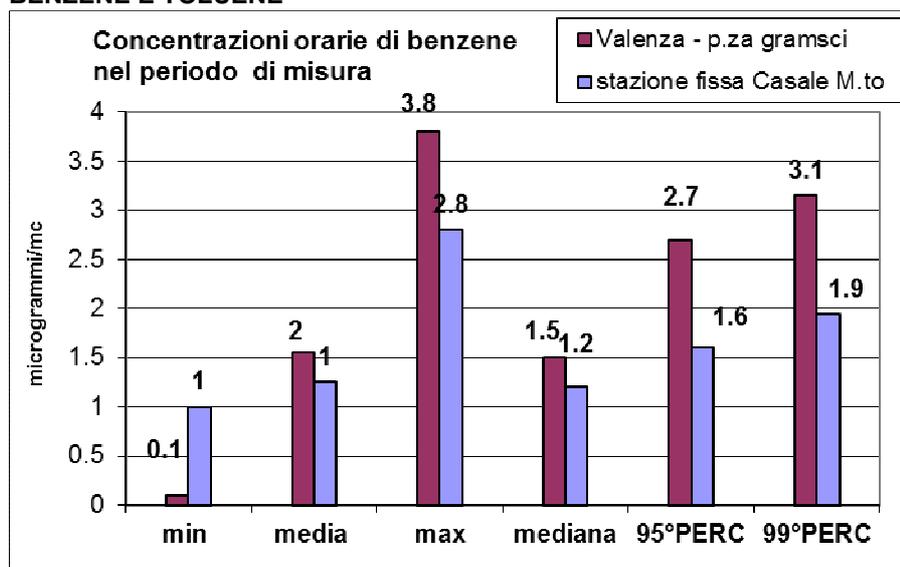


giorno medio CO



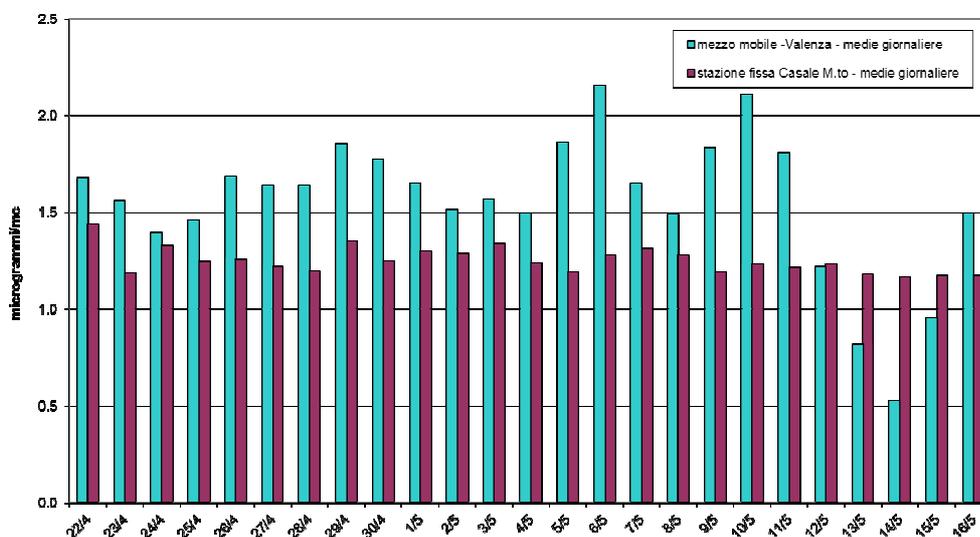
L'andamento del giorno medio mostra l'incidenza del fattore traffico veicolare, di cui il monossido di carbonio è uno dei principali indicatori insieme al benzene. Il profilo riportato nel grafico sopra è caratterizzato da due massimi principali in corrispondenza delle ore del mattino tra le 07.00 e le 08.00 e della sera tra le 19.00 e le 20.00 in corrispondenza delle ore di punta cui si aggiungono altri due massimi alle 12.00 e alle 22.00. Le ore di minor transito sono quelle del primo pomeriggio e della notte.

BENZENE E TOLUENE



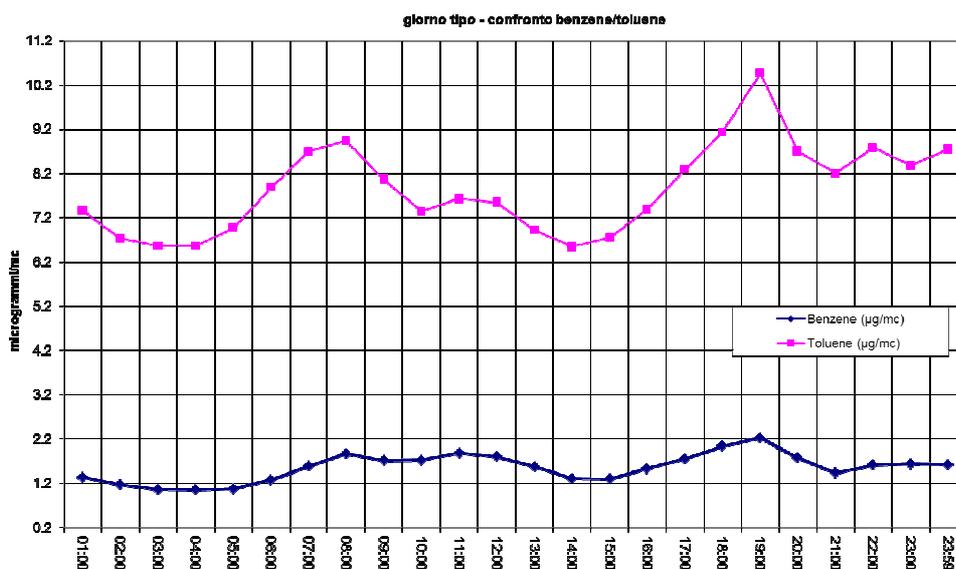
I livelli medi di benzene (C_6H_6) si attestano attorno ad un valor medio di $2.0\mu g/m^3$, con un valore massimo orario raggiunto di $3.8\mu g/m^3$. I valori registrati sono di poco superiori ai valori registrati dalla stazione di confronti di Casale M.to. Ciò indica la presenza di fonti di inquinamento da traffico, anche se i livelli sono sempre inferiori al limite di legge pari a $5.0\mu g/m^3$ fissato dalla normativa come media sull'anno.

andamenti giornalieri di benzene dal 22/04/11 al 16/05/11



Anche gli andamenti delle medie giornaliere mostrano livelli costantemente più elevati rispetto a quanto rilevato a Casale nella stazione esposta a traffico.

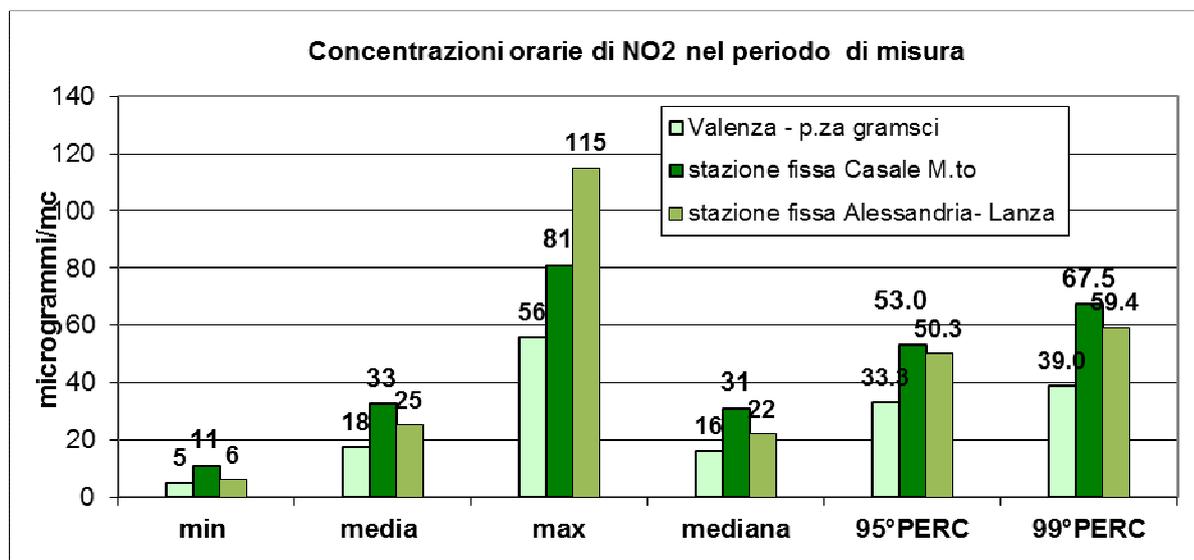
La maggior fonte di esposizione di benzene e toluene per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. Sia monossido di carbonio che benzene sono considerati marker di traffico, ovvero sono gli inquinanti tipicamente correlati alle emissioni degli autoveicoli.



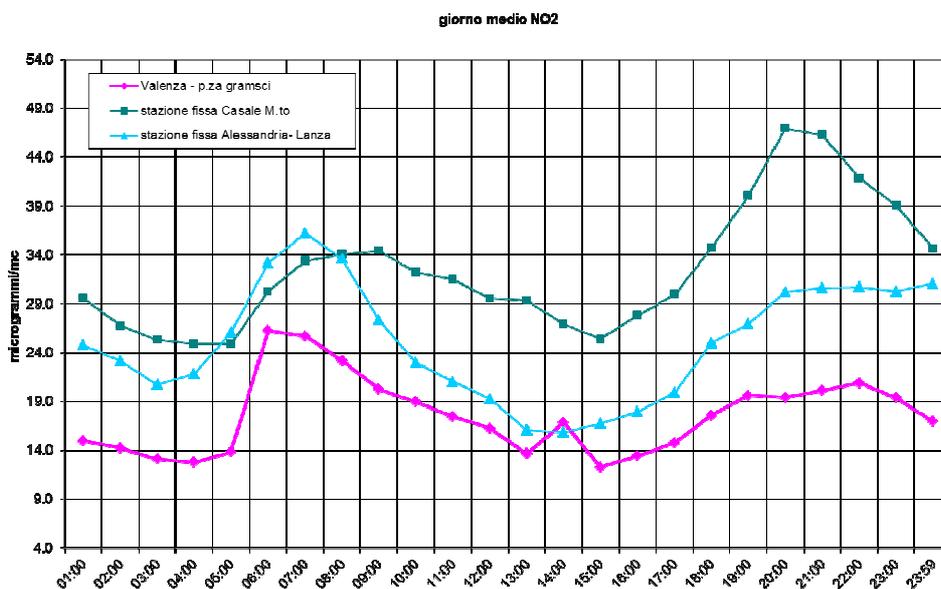
Il giorno medio a confronto per benzene e toluene mette bene in evidenza l'incidenza del traffico che determina, come già verificato per il monossido di carbonio, due picchi in corrispondenza delle ore di maggior transito di veicoli al mattino e alla sera. I livelli di toluene sono di norma più elevati con un rapporto di 4/5 volte rispetto al benzene ma quest'ultimo è considerato maggiormente tossico.

Il benzene è infatti 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.

BIOSSIDO DI AZOTO



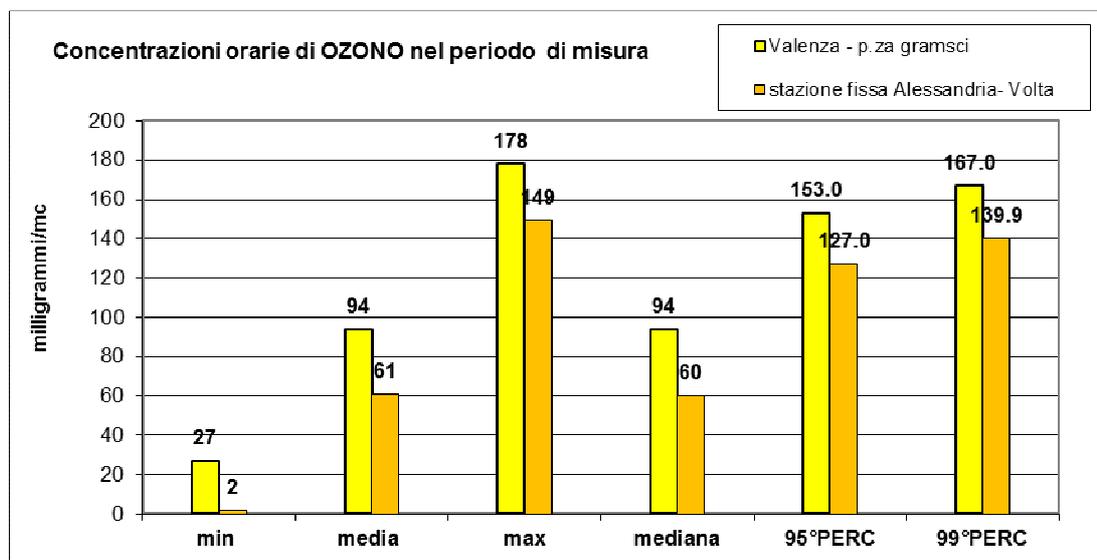
Le concentrazioni di NO₂ si mantengono per tutto il corso del monitoraggio al di sotto dei limiti di legge (limite di concentrazione oraria pari a 200µg/m³). I livelli medi registrati sono attorno a 18.0µg/m³ (limite annuale pari a 40µg/m³) e si pongono in una situazione di minor inquinamento rispetto ai livelli registrati nelle stazioni fisse di confronto.



L'andamento del giorno medio mostra, analogamente alle altre due stazioni, un innalzamento dei livelli nelle ore mattutine e serali, ma con livelli più bassi rispetto alle due stazioni di confronto.

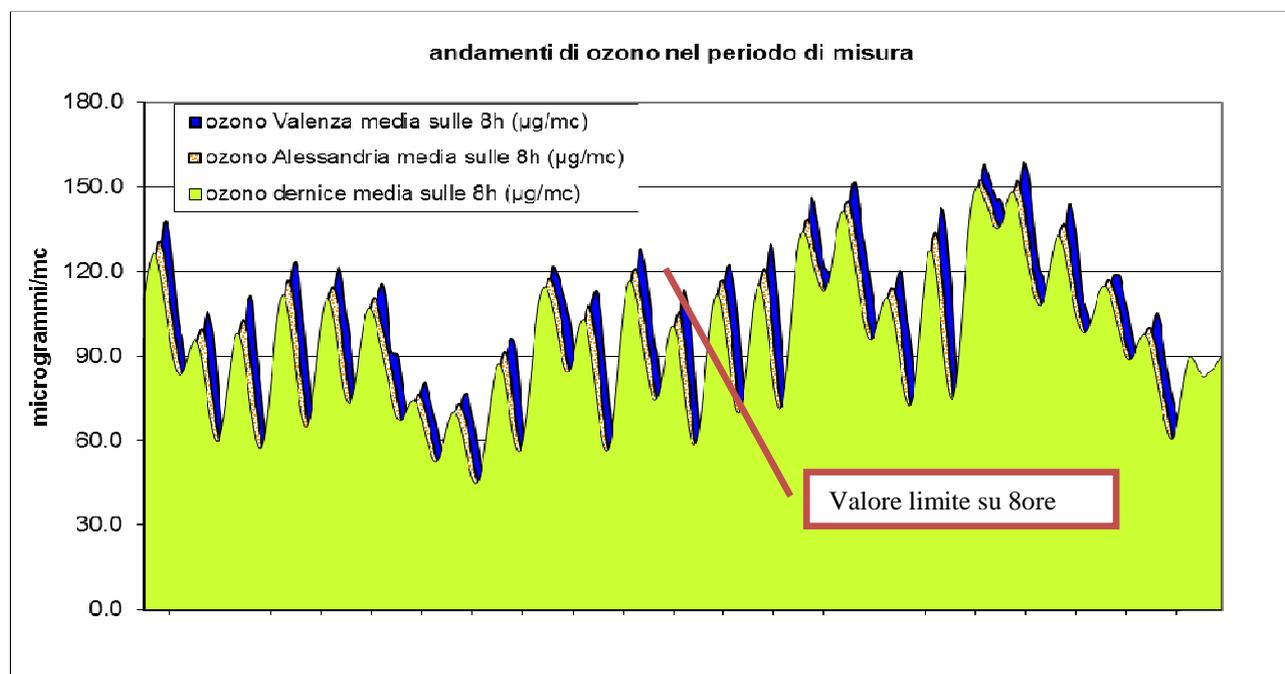
Gli ossidi di azoto sono generati in tutti i processi di combustione. La criticità legata alla presenza di biossido di azoto non è solo dovuta al fatto che tale inquinante è tossico di per sé ed irritante per la mucose ma soprattutto perché innesca la formazione sia in estate che in inverno di altri inquinanti producendo sia fenomeni di acidificazione, che aumento di polveri fini che produzione di ozono estivo. La diminuzione di biossido di azoto nelle ore centrali della giornata, in giornate calde e soleggiate, favorisce la formazione di ozono.

OZONO



Le concentrazioni di ozono mostrano livelli simili e leggermente superiori a quelli di Alessandria 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 a 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 $94\mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori massimi orari prossimi alla soglia di informazione di $180\mu\text{g}/\text{m}^3$.

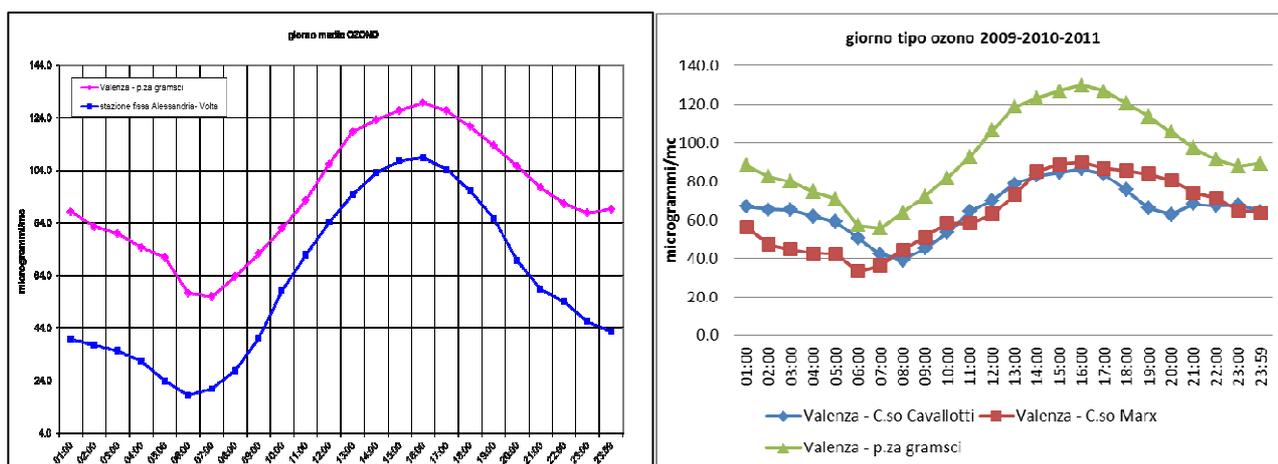


Si delineano nel 2011 condizioni di criticità anche superiori a quelli registrati gli scorsi anni nel medesimo periodo per via del fatto che la primavera di quest'anno è stata particolarmente calda e soleggiata.

TABELLA RIASSUNTIVA DEI LIMITI VIGENTI PER L'OZONO

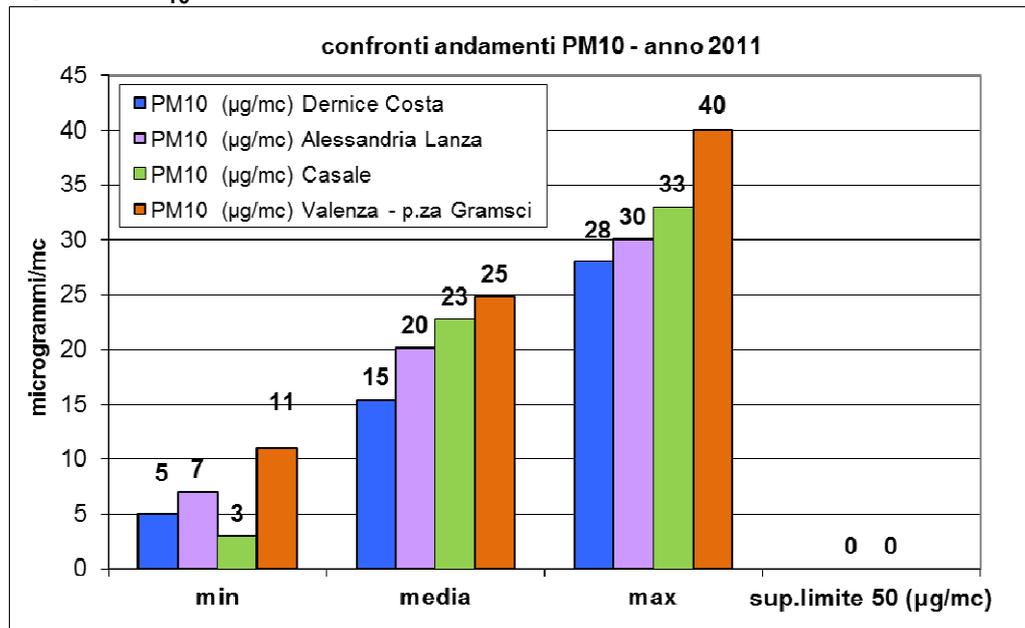
80 µg/m³	media di 1 ora da Maggio a Luglio (Dir. 2002/3/CE)	
120 µg/m³	Limite di Protezione della salute	media di 8h: da non superare per più di 25 giorni per anno civile (media su 3 anni)
180 µg/m³	Soglia di informazione	media di 1h
240 µg/m³	Soglia di allarme	media di 1h misurata o prevista per 3h

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 NO₂. 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 NO₂ che mostra un andamento opposto rispetto all'ozono. Tutti i superamenti si verificano infatti nella fascia oraria di maggior irraggiamento solare compresa tra le 11.00 e le 19.00: ciò è direttamente collegato alle emissioni di NO₂ in quanto precursore dell'ozono. gli andamenti orari indicano fenomeni di accumulo nelle ore centrali della giornata (trend di crescita dalle 07.00 alle 18.00) tipici di questo inquinante e legati alla contestuale diminuzione del biossido d'azoto.



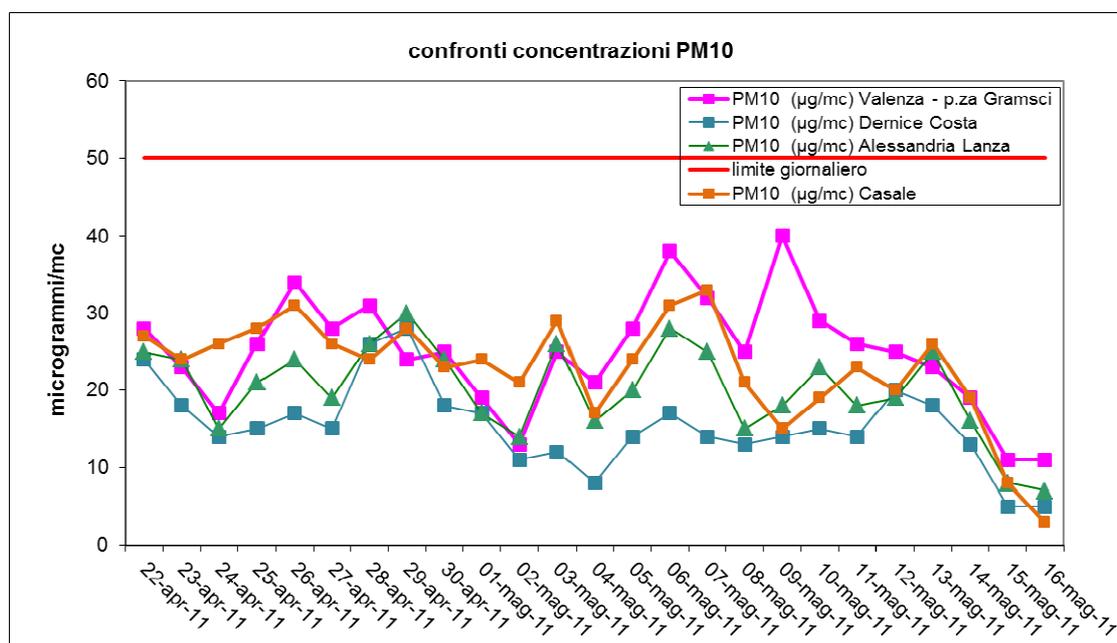
Gli andamenti del 2011 mostrano un maggiore inquinamento da ozono a Valenza rispetto ad Alessandria, anche se con andamenti simili. Il confronto su tre anni dei dati di Valenza evidenzia un maggiore inquinamento nel 2011 imputabile al fatto che la primavera di quest'anno è stata particolarmente calda e soleggiata. Permane una criticità per tale inquinante.

POLVERI PM₁₀



Il livello medio di polveri PM₁₀ registrato nel periodo di misura è stato pari a 25µg/m³ a fronte di un limite annuale di 40µg/m³ e con un dato medio giornaliero che è variato da un minimo di 11µg/m³ ad un massimo di 40µg/m³. Durante i 25 giorni di misura non si sono registrati superamenti del limite giornaliero di 50µg/m³ da non superarsi per più di 35 volte l'anno. Gli andamenti delle medie giornaliere mostrano come i dati di Valenza siano simili a quelli registrati nella stazione di Alessandria Lanza e Casale M.to, a conferma dell'omogeneità del territorio dal punto di vista orografico, meteo climatico e di fonti emissive.

La variazione dei livelli giornalieri, che si presenta del tutto simile nelle postazioni considerate, mostra 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 05/05 al 11/05) ed una diminuzione nelle giornate di pioggia e forte vento (giornate del 22/04 e 23/04 e dal 29/04 al 01/05).



	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 23/41
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 05/07/11 Valenza_relazione aria_2011

L'andamento delle medie giornaliere nel periodo di misura mostra, come si è detto, poche differenze tra i livelli di polveri fini PM10 registrati a Valenza e quelli registrati dalle stazioni fisse di Casale e Alessandria mentre si discosta dagli andamenti di Dernice, stazione rurale remota di fondo.

L'analisi statistica conferma, analogamente a quanto evidenziato nelle precedenti campagne di monitoraggio, ottime correlazioni con i dati di Alessandria e Casale (correlazioni > 0.50).

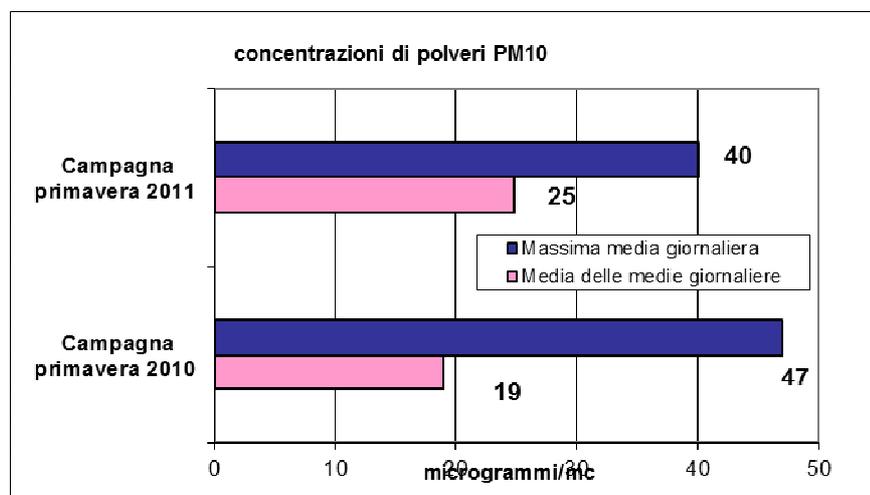
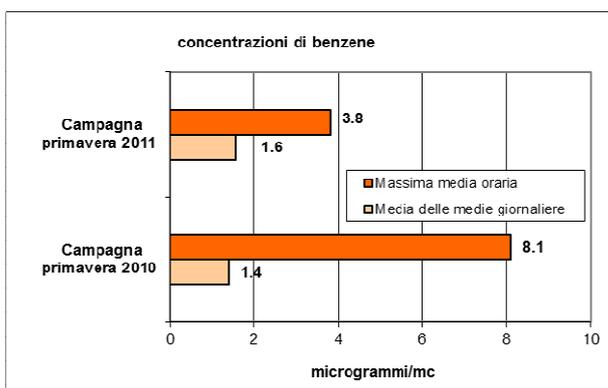
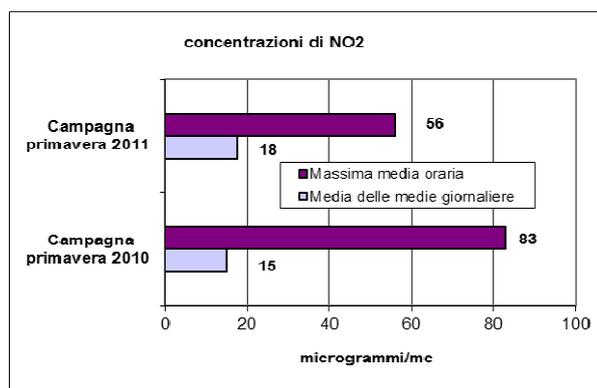
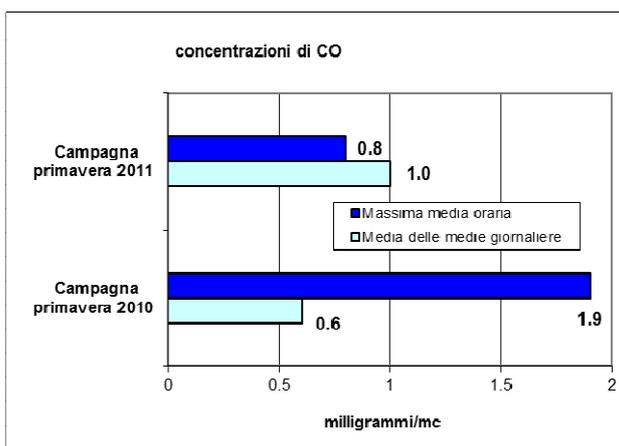
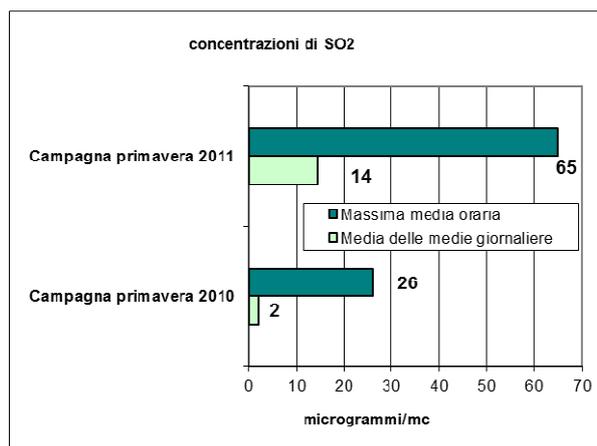
Indice di correlazione lineare	PM10_VALENZA	PM10_ALESSANDRIA	PM10_DERNICE	PM10_CASALE
PM10_VALENZA	1.000			
PM10_ALESSANDRIA	0.675	1.000		
PM10_DERNICE	0.467	0.780	1.000	
PM10_CASALE	0.546	0.800	0.591	1.000

L'analisi statistica conferma quanto già evidenziato nelle precedenti campagna ovvero che si può assumere Alessandria come stazione di riferimento.

I dati sull'anno 2010 delle polveri **PM10** a Casale e Alessandria presentano una media annua attorno a **40 µg/m³** con ampio superamento del limite giornaliero di **50µg/m³ da non superarsi per più di 35 giorni l'anno**. Si può dunque desumere per Valenza una situazione analoga, con concentrazione media annuale attorno a **40 µg/m³** e ampio superamento del limite giornaliero di **50µg/m³ da non superarsi per più di 35 giorni l'anno**.

3.4 CONFRONTI CON CAMPAGNE PRECEDENTI

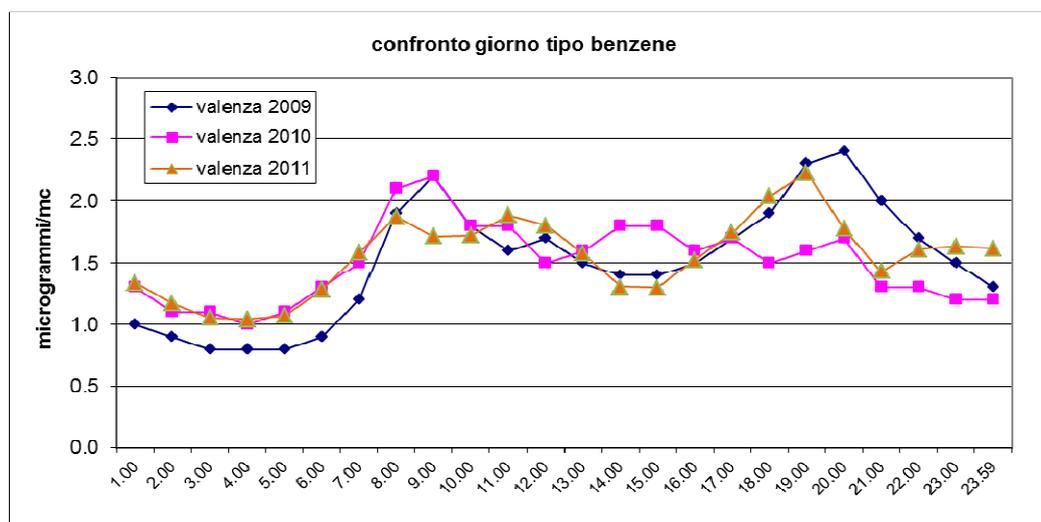
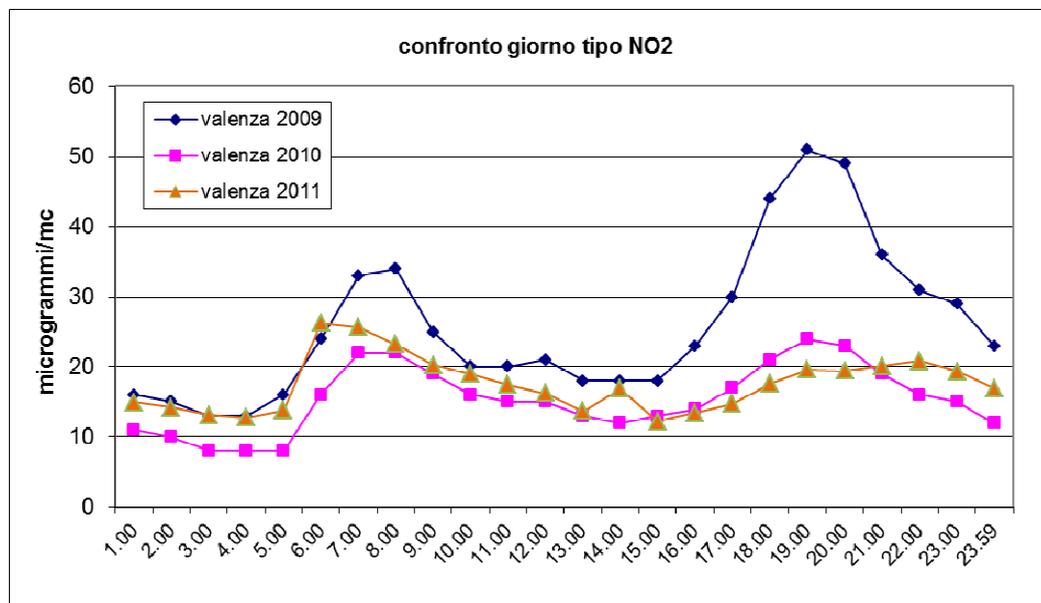
Gli ultimi due monitoraggi (2010-2011) sono stati effettuati nello stesso periodo dell'anno (aprile - maggio) anche se in postazioni differenti, rispettivamente: C.so Cavallotti e C.so Marx nel 2010 e P.za Gramsci nel 2011. I rilievi eseguiti in periodi climaticamente omogenei permettono un confronto tra i livelli di inquinamento in diverse zone della città, esposte ad una diversa incidenza delle varie sorgenti di inquinamento. Si riporta di seguito un confronto sintetico dei vari parametri rilevati.



I grafici mostrano come i livelli si mantengano simili nelle varie postazioni, tute caratterizzate da emissioni da traffico. Sono invece maggiormente evidenti le differenze stagionali, come evidenziato nei grafici seguenti che riportano anche i dati rilevati nella campagna del 2009 in periodo autunnale.

Di seguito si riportano gli andamenti del giorno tipo, ovvero le medie di tutte le concentrazioni orarie registrate per ciascuna ora del giorno nel periodo di misura riferiti

alle campagne di monitoraggio del 2009-2010-2011. Per gli anni 2009 e 2010 sono state considerate insieme le due postazioni di misura di C.so Cavallotti e C.so Marx mentre per il 2011 vi è l'unica postazione di P.za Gramsci. Gli andamenti sono riferiti a due degli inquinanti più significativi per i quali si dispone della media oraria.



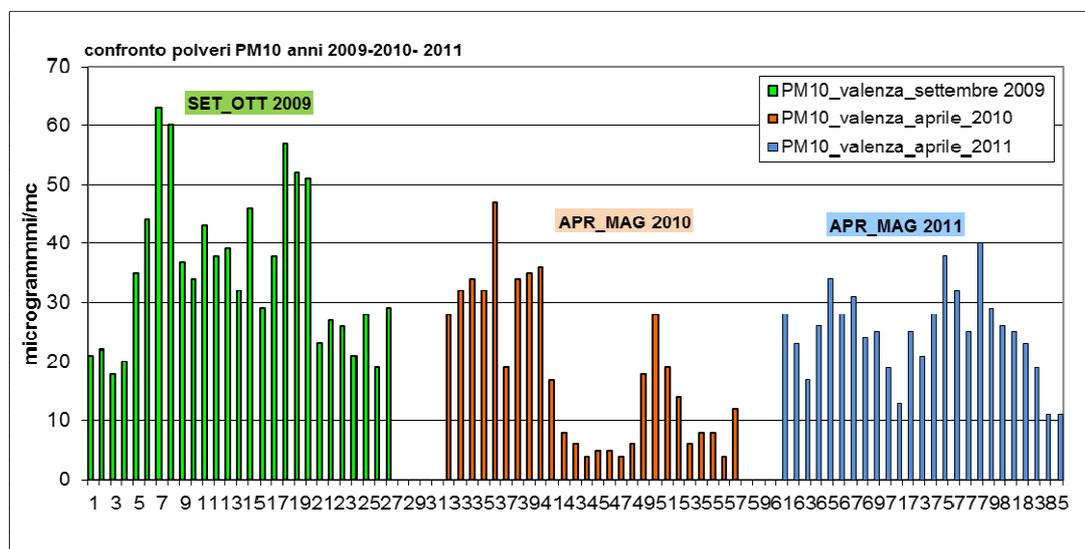
Gli andamenti mostrano livelli simili negli anni per il benzene mentre si evidenziano livelli più bassi nel 2010-2011 per NO₂. Ciò potrebbe essere imputabile sia la differente periodo di campionamento che negli ultimi due anni si è svolto in primavera, periodo in cui i livelli sono più bassi rispetto all'autunno, sia per una effettiva riduzione dei livelli di ossidi di azoto come già evidenziato nelle precedenti relazioni in base ai dati della stazione fissa dal 2003 al 2008.

CONFRONTI BIOSSIDO DI AZOTO E POLVERI PM₁₀

Considerando i due inquinanti più critici, dal confronto su più anni con le stazioni fisse di Alessandria, si riportano di seguito i risultati del confronto tra le distribuzioni statistica dei dati.



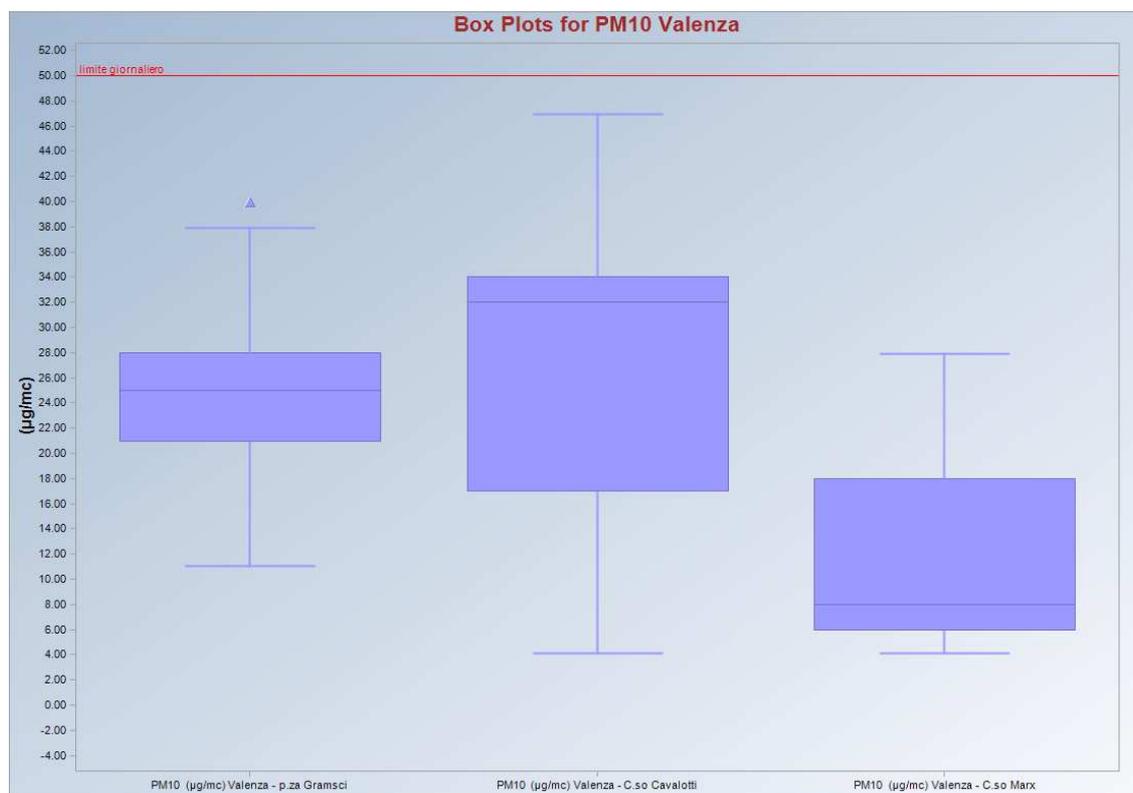
Il box plot per NO₂ rilevati nei medesimi periodi a Valenza e Alessandria (stazione Volta) nel triennio 2009-2010-2011, mostra una distribuzione di valori significativamente più elevata ad Alessandria. Considerato che i dati di Alessandria si mantengono al di sotto dei limiti di legge, si può presumere anche per Valenza andamenti sull'anno che confermano le stime regionali di criticità 3 per il parametro NO₂ (concentrazione media annua entro i valori **32÷40 µg/m³**), con un **livello di concentrazione media annuale inferiore a 40µg/m³** (limite annuale pari a 40µg/m³).



	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 27/41
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 05/07/11 Valenza_relazione aria_2011

Per quanto riguarda le polveri fini PM10 le medie giornaliere rilevate in autunno e primavera nell'ultimo triennio mostrano andamenti simili per il periodo primaverile e più elevati in quello autunnale per effetto delle mutate condizioni atmosferiche stagionali, che nelle stagioni fredde favoriscono l'accumulo degli inquinanti al suolo.

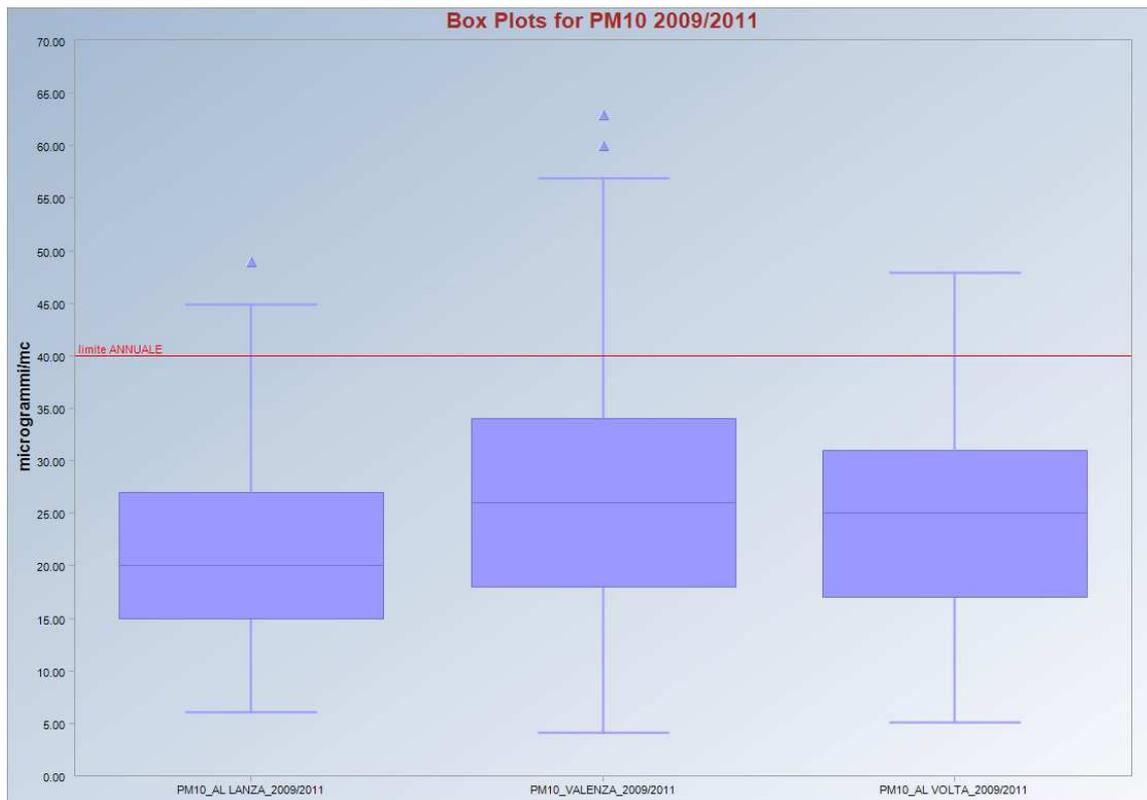
Il box plot seguente mostra la differenza tra la distribuzione dei dati di polveri PM10 nelle tre postazioni per gli anni 2010-2011, dove è possibile il confronto poiché le misure sono state effettuate nello stesso periodo dell'anno. Il grafico mostra livelli in assoluto più elevati in C.so Cavallotti per via della presenza di traffico maggiormente congestionato rispetto alle zone più esterne del comune o a quelle pedonalizzate. La postazione di p.za Gramsci risente inoltre della presenza del parcheggio.



Il grafico seguente mostra invece un confronto tra tutti i dati rilevati nel triennio 2009-2010-2011 a Valenza e quelli rilevati nel medesimo periodo nelle due stazioni fisse di Alessandria –Lanza e Alessandria-Volta (stazioni urbane di fondo).

Già nell'analisi delle precedenti campagne era stata indicata Alessandria come comune omogeneo a Valenza per livelli di inquinamento da polveri sottili. L'analisi complessiva su più anni dei dati ha permesso di individuare la stazione di Alessandria che meglio rappresenta e più si avvicina ai valori registrati a Valenza.

Il box plot seguente mostra che i dati di polveri registrati a Valenza sono del tutto assimilabili a quelli di Alessandria - Volta che sarà da qui presa come stazione di riferimento. Nel 2010 la media annuale di polveri PM10 a Alessandria - Volta è stata di $36\mu\text{g}/\text{m}^3$ con 87 superamenti del limite giornaliero di $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superarsi per più di 35 giorni l'anno. Considerando dunque estrapolabili i dati di Alessandria - Volta anche per le polveri fini a Valenza, si può desumere un livello di concentrazione annuale di **PM10** di poco inferiore a $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite annuale pari a $40\mu\text{g}/\text{m}^3$) con ampio **superamento del limite dei 35 giorni con concentrazioni superiori a $50\mu\text{g}/\text{m}^3$.**



Parametro: Polveri PM10 (microgr/m3)
ANNO 2010

polveri gravimetrico basso volume

dati mensili	Stazione: Alessandria - Volta		
	Media	MaxMed	Sup. lim. 50
Mese			
Gennaio	67	123	21
Febbraio	57	102	16
Marzo	40	80	10
Aprile	32	61	1
Maggio	20	56	1
Giugno	17	28	0
Luglio	23	39	0
Agosto	19	35	0
Settembre	20	43	0
Ottobre	44	99	10
Novembre	38	85	6
Dicembre	57	96	22
Totale	36	123	87

Per quanto riguarda le polveri PM2.5 che sono attualmente misurate nella stazione di Alessandria - Volta da febbraio 2011. I dati parziali evidenziano come le concentrazioni registrate siano molto simili, con un rapporto di circa 0.75 tra polveri PM10 e PM2.5, a conferma che la maggior parte del particolato PM10 in contesto urbano è composto dalla frazione più sottile PM2.5.

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 29/41
		Data stampa: 05/07/11
RELAZIONE TECNICA		Valenza_relazione aria_2011

6. CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati rilevati nel periodo di misura, dal confronto con i monitoraggi effettuati nel Comune di Valenza su più anni e dalle correlazioni con le centraline fisse di monitoraggio in aree omogenee (stazioni 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 Valenza confermano una omogeneità con le stazioni fisse di Alessandria, collocandosi insieme a queste all'interno di un bacino omogeneo dal punto di vista meteorologico, morfologico e di fonti emmissive.
- Le concentrazioni di **C₆H₆** (benzene), **SO₂** (biossido di zolfo) e **CO** (monossido di carbonio) registrate sono ampiamente inferiori ai limiti di legge con valori bassi sull'intero periodo di misura. Non si ravvisano criticità per tali inquinanti.
- I dati rilevati quest'anno in p.za Gramsci, evidenziano rispetto ai vari parametri analizzati, una forte incidenza delle emissioni degli autoveicoli, pur trattandosi di area pedonalizzata, per via della presenza del vicino parcheggio. Si evidenziano infatti valori di benzene superiori ai valori della stazione di confronto situata a Casale M.to in zona trafficata.
- Le concentrazioni di inquinanti rilevate confermano le stime regionali per il biossido di azoto **NO₂** (concentrazione media annua entro i valori **32÷40 µg/mc**) e le polveri **PM₁₀** (concentrazione media annua entro i valori **14÷40 µg/mc**).
- Per quanto riguarda in particolare il biossido di azoto **NO₂** le concentrazioni si mantengono per tutto il corso del monitoraggio al di sotto dei limiti di legge. I livelli medi registrati nel periodo di misura sono attorno a 18.0µg/m³ e si pongono in una situazione di minor inquinamento rispetto ai livelli registrati nelle stazioni fisse di confronto. L'andamento del giorno medio mostra, analogamente alle altre due stazioni, un innalzamento dei livelli nelle ore mattutine e serali, ma con livelli più bassi rispetto alle due stazioni di confronto. Inoltre il confronto con i dati di Alessandria nel triennio 2009-2010-2011, mostra una distribuzione di valori significativamente più elevata ad Alessandria. Considerato che i dati di Alessandria si mantengono al di sotto dei limiti di legge, si può presumere anche per Valenza un livello di concentrazione media annuale inferiore ai limiti di legge (limite annuale pari a 40µg/m³).
- Per quanto riguarda le **polveri fini PM₁₀**, Il livello medio registrato nel periodo di misura è stato pari a 25µg/m³ a fronte di un limite annuale di 40µg/m³ e con un dato medio giornaliero che è variato da un minimo di 11µg/m³ ad un massimo di 40µg/m³. Durante i 25 giorni di misura non si sono registrati superamenti del limite giornaliero di 50µg/m³ da non superarsi per più di 35 volte l'anno. Gli andamenti delle medie giornaliere mostrano come i dati di Valenza siano simili a quelli registrati nella stazione di Alessandria Lanza e Casale M.to, a conferma dell'omogeneità del territorio dal punto di vista orografico, meteo climatico e di fonti emmissive.
- Considerando l'andamento delle **polveri fini PM₁₀** rilevate in autunno e primavera nell'ultimo triennio, si evidenziano andamenti simili per il periodo primaverile e più elevati in quello autunnale per effetto delle mutate condizioni atmosferiche stagionali, che nelle stagioni fredde favoriscono l'accumulo degli inquinanti al suolo. Considerando la distribuzione dei dati di polveri PM₁₀ nelle differenti postazioni per gli anni 2010-2011, dove è possibile il confronto poiché le misure sono state effettuate nello stesso periodo dell'anno, si hanno livelli in assoluto più elevati in Cso Cavallotti per via della presenza di traffico maggiormente congestionato rispetto alle zone più

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 30/41
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 05/07/11 Valenza_relazione aria_2011

esterne del comune o a quelle pedonalizzate. La postazione di p.za Gramsci risente della presenza del parcheggio.

- Già nell'analisi delle precedenti campagne era stata indicata Alessandria come comune omogeneo a Valenza per livelli di inquinamento da polveri sottili. L'analisi complessiva dei dati su più anni ha permesso di individuare la stazione di Alessandria che meglio rappresenta e più si avvicina ai valori registrati a Valenza. Effettuando un'analisi statistica comparativa risulta che i dati di polveri registrati a Valenza sono del tutto assimilabili a quelli di Alessandria - Volta che sarà da qui presa come stazione di riferimento. Considerando dunque estrapolabili i dati di Alessandria - Volta anche per le polveri fini a Valenza, si può desumere un livello di concentrazione annuale di **PM10** di poco inferiore a **40µg/m³** (limite annuale pari a 40µg/m³) con ampio **superamento del limite dei 35 giorni con concentrazioni superiori a 50µg/m³**.
- L'**ozono** presenta concentrazioni medio-alte, in linea con il periodo durante il quale l'ozono si forma in presenza di forte irradiazione solare da precursori quali COV e NO₂. I livelli di ozono registrati nel periodo di misura mostrano diversi superamenti del livello di protezione della salute di 120µg/m³, con valori massimi orari prossimi alla soglia di informazione di 180µg/m³. Si delineano nel 2011 condizioni di criticità anche superiori a quelli registrati gli scorsi anni nel medesimo periodo per via del fatto che la primavera di quest'anno è stata particolarmente calda e soleggiata. Tali livelli inoltre, registrati tra aprile e maggio, sono destinati a peggiorare progressivamente in periodo estivo con l'aumentare della radiazione solare e delle temperature. L'**ozono** registrato a Valenza negli ultimi tre anni mostra in generale livelli del tutto simili a quelli di Alessandria 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. L'ozono si forma in presenza di forte irradiazione solare da precursori quali COV e NO₂. Tutti i superamenti si verificano infatti nelle ore di maggior irraggiamento solare, 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.

IL TECNICO

Dott.ssa Laura Erbetta

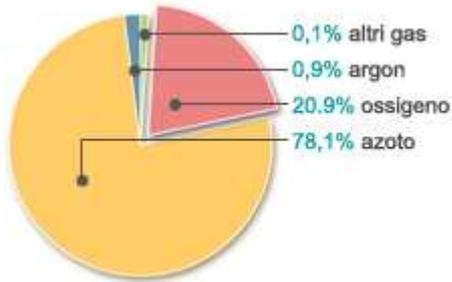
IL RESPONSABILE DI STRUTTURA

Dott. Giuseppe Caponetto

ALLEGATI

GLI INQUINANTI ATMOSFERICI

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



L'ossigeno (O₂) e l'azoto (N₂) 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)

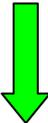
Cosa è - Il Monossido di Carbonio (CO) è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. È un gas inodore ed incolore e viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di Ossigeno a disposizione è insufficiente. La principale sorgente di CO è rappresentata dal traffico 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/m₃).

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 emissive. 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)	In netta decrescita 
incendi	industria		
eruzioni vulcaniche	riscaldamento domestico		
Tempeste elettriche	Combustione incompleta		
	Fumo di sigaretta		

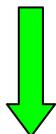
2.2 BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

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 SO₂ presenti che, stabilizzandosi, emettono delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rilevatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione di SO₂ 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/m₃).

Danni causati - L'SO₂ 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 SO₂ 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 (O₃)

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 (NO_x)

Cosa è - Gli Ossidi di Azoto (NO , N_2O , 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 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 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 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_2 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_2 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_2 , ma altrettanto inquinanti sono i veicoli Diesel e gli impianti per la produzione d'energia.

OSSIDI DI AZOTO			TREND
ORIGINE		EFFETTI	
NATURALE	ANTROPICA		
fulmini	Trasporti (95%)	Dannoso per la salute	Pressochè costante 
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_6H_6)

Cosa è - Il Benzene (C_6H_6) 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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_x 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/m³ 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 _x	In diminuzione 

2.6 PARTICOLATO SOSPESO (PTS) E POLVERI SOTTILI (PM₁₀)

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 FINE			
SORGENTI ANTROPICHE		SORGENTI NATURALI	
PRIMARIO	SECONDARIO	PRIMARIO	SECONDARIO
Combustibili fossili	Ossidazione SO ₂	Spray marino	Ossidazione di sostanze da vulcani ed incendi;
Emissioni autoveicoli	Ossidazione NO _x	Erosione di rocce	
Polveri volatili	Agricoltura, allevamento	Incendi boschivi	Ossidazione di NO _x ;

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 37/41
		Data stampa: 05/07/11
RELAZIONE TECNICA		Valenza_relazione aria_2011

Usura pneumatici, freni	Idrocarburi da autoveicoli		risospensione dal suolo; Deiezioni; Ossidazione di idrocarburi emessi dalla vegetazione (terpeni)
SORGENTI DI PARTICOLATO GROSSOLANO			
SORGENTI ANTROPICHE		SORGENTI NATURALI	
PRIMARIO	SECONDARIO	PRIMARIO	SECONDARIO
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 PM₁₀ 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 PM₁₀ 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;

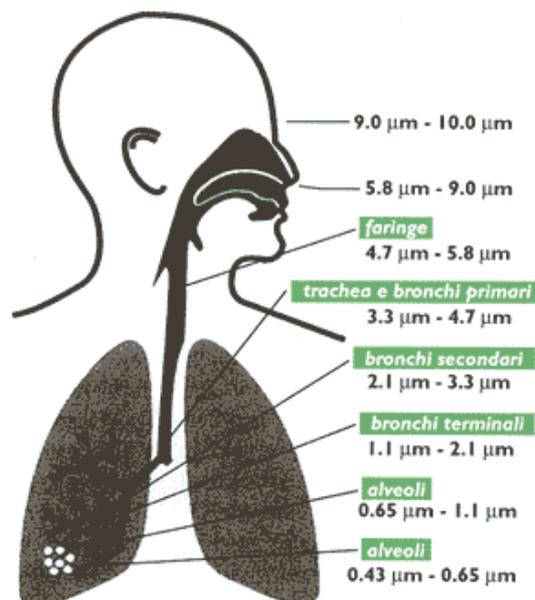
Danni causati - Gli studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi. A livello di effetti indiretti inoltre il particolato agisce da veicolo per sostanze 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 PM₁₀ (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	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).

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 39/41
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 05/07/11 Valenza_relazione aria_2011

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 (PM₁₀) 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/m³ di Benzo(a)pirene sono a rischio di contrarre il cancro.

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 40/41
		Data stampa: 05/07/11
RELAZIONE TECNICA		Valenza_relazione aria_2011

IL QUADRO NORMATIVO

La tutela e la gestione della qualità dell'aria sono oggetto di una specifica normativa nazionale, frutto del recepimento delle direttive della Comunità Europea, finalizzata ad impedire il costante riprodursi di situazioni di criticità ambientale. In particolare, il **D.Lgs. 04/08/1999, n. 351** (attuativo della direttiva quadro 1996/62/CE) definisce i principi fondamentali per la diminuzione dell'inquinamento atmosferico prevedendola fissazione di valori limite e di soglie di allarme per alcune sostanze inquinanti nonché del valore obiettivo per l'ozono al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso. Il decreto prevede inoltre l'individuazione di metodi e criteri di valutazione comuni che permettano di distinguere nell'ambito del territorio nazionale le zone in cui è opportuno conservare la qualità dell'aria, perché buona, da quelle in cui è necessario migliorarla. Il nostro legislatore, con il **D.M. 2/4/2002 n. 60** (attuativo delle direttive figlie 1999/30/CE e 2000/69/CE), ha fissato i limiti per una serie di agenti inquinanti: biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, materiale particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio.

Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

- **Valori limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM10, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo.
- **Valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM10, ozono e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento
- **Soglie di allarme** per il biossido di zolfo, l'ozono e il biossido di azoto, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme.

Tale intervento è l'espressione legislativa di una politica di ampio raggio che si prefigge da un lato di porre rimedio ai fenomeni cronici di inquinamento atmosferico e dall'altro prevede, in occasione di episodi acuti, l'adozione di azioni radicali. Il decreto stabilisce dei valori limite annuali per la protezione della salute umana e degli ecosistemi per biossido di zolfo, ossidi di azoto, materiale particolato PM10, piombo e benzene. L'introduzione di questa classe di limiti è finalizzata all'adozione di interventi che siano volti ad una reale diminuzione dell'emissione di questi inquinanti piuttosto che alla sola introduzione di misure di contenimento dei picchi di concentrazione che si verificano in determinati periodi dell'anno. Inoltre, per il raggiungimento dei limiti, viene scandito il percorso da compiere nel corso dei prossimi anni, attraverso la definizione di margini di tolleranza, che si riducono progressivamente nel tempo, per portare al graduale raggiungimento del rispetto del limite. Per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, il PM10 sono anche definiti dei valori limite giornalieri o orari. La configurazione proposta per i limiti short-term è volta al contenimento degli episodi acuti di inquinamento e anche in questo caso assume connotazioni che spingono le autorità competenti alla definizione di strategie efficaci e di interventi strutturali per garantire il rispetto di tali limiti. Al valore limite viene infatti associato sia un numero massimo di superamenti da registrare nel corso dell'anno sia un

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 41/41
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 05/07/11 Valenza_relazione aria_2011

marginale di tolleranza che, anche in questo caso, decresce gradualmente fino al raggiungimento del valore fissato.

Inoltre per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto il decreto ha fissato delle soglie di allarme a cui corrispondono dei livelli di concentrazione di inquinanti in atmosfera il cui superamento determina il sorgere di seri rischi per la salute umana anche in caso di esposizioni di breve durata. In caso si verifici siffatta situazione di pericolo le autorità competenti sono ovviamente tenute all'adozione immediata di misure capaci di portare ad una riduzione delle concentrazioni di inquinante al di sotto del valore di allarme.

Con il **D. Lgs. 21/05/2004 n.183** è stata recepita dal legislatore italiano la direttiva 2002/3/CE relativa all'**ozono** nell'aria. Per il parametro ozono si individuano, come riferimento a lungo termine, i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Il valore bersaglio rappresenta il livello fissato al fine di evitare effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro il 2010. L'obiettivo a lungo termine rappresenta la concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito, salvo quando ciò non sia realizzabile, tramite misure progressive nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

Per l'ozono sono definite inoltre la soglia di allarme e la soglia di informazione alla popolazione. Per una migliore comprensione di tali dati è necessario premettere le definizioni normative dei seguenti concetti:

- **VALORE LIMITE**, livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, che dovrà essere raggiunto entro un dato termine e che non dovrà essere superato.
- **SOGLIA DI ALLARME**, livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale gli stati membri devono immediatamente intervenire secondo quanto disposto dalla direttiva 96/62/CE.
- **VALORE BERSAGLIO**, livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.
- **OBIETTIVO A LUNGO TERMINE**, concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito, salvo quando ciò non sia realizzabile tramite misure proporzionate, nel lungo periodo al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.
- **MARGINE DI SUPERAMENTO**, la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dalla direttiva 96/62/CE.
- **SOGLIA DI INFORMAZIONE**, livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata della popolazione in generale, e raggiunto il quale gli stati membri devono immediatamente intervenire.