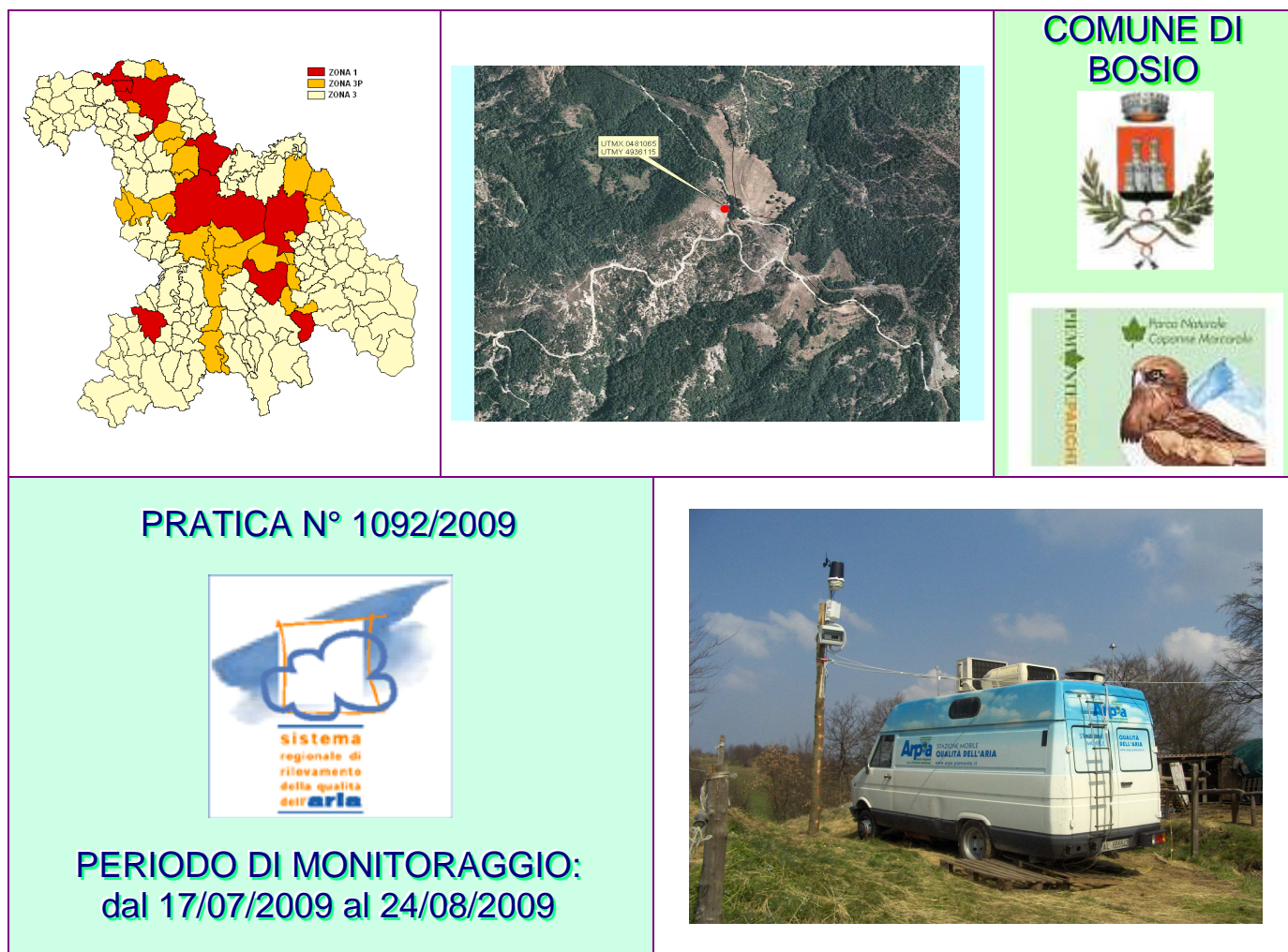


CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE - ANNO 2009

RELAZIONE TECNICA



Il Responsabile di Struttura Complessa SC07: Dott. Alberto Maffiotti

Il Responsabile di Struttura Semplice 07.02: Dott. Giuseppe Caponetto

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

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 2/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

INDICE

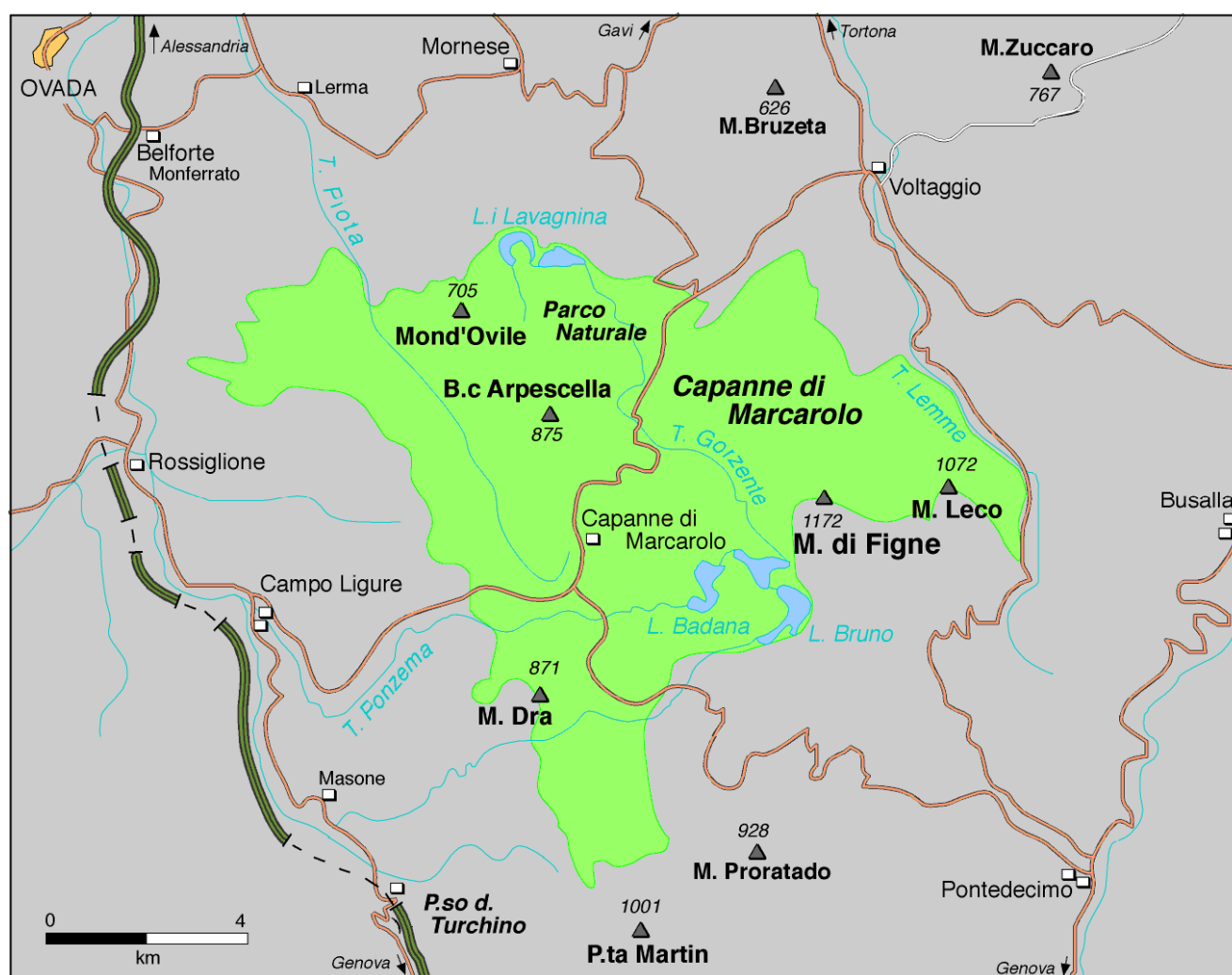
	pag.
1. Introduzione.....	3
1.1 Inquadramento del contesto territoriale.....	3
1.2 Scelta del sito di campionamento.....	4
2. Cenni sulla natura degli inquinanti atmosferici.....	7
3. Modalità operative e strumentazione impiegata	15
4. Il quadro normativo	17
5. Esiti del monitoraggio.....	23
5.1 Cenni di statistica del dato.....	23
5.2 Risultati.....	25
5.2.1 DATI METEO	27
5.2.2 ANALISI DEI PARAMETRI MISURATI.....	29
5.2.3 CONFRONTO CON PRECEDENTI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO E PROIEZIONI SULL'ANNO.....	38
6. Conclusioni.....	40

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 3/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

1. INTRODUZIONE

1.1 INQUADRAMENTO DEL CONTESTO TERRITORIALE

Il **Parco Regionale delle Capanne di Marcarolo**, istituito dalla Regione Piemonte con la Legge Regionale 31/08/1979 - N.52, ma costituito come Ente di gestione soltanto nel 1991, rappresenta l'unico vero polmone verde all'interno della Provincia di Alessandria. E' situato al confine tra Piemonte e Liguria, a una decina di km dal mare in linea d'aria (44,37"-44,38" Nord e 8,40"-8,51" Est) e si estende per 8200 ettari, con un'altitudine compresa tra i 335 m s.l.m. (laghi della Lavagnina) e 1172 m (monte delle Figne).




Cartina del Parco – dal sito www.parks.it

Il Parco ricade nei Comuni piemontesi di Bosio, Casaleggio Boiro, Lerna, Mornese, Tagliolo Monferrato e Voltaggio. Cuore del Parco è la frazione di Marcarolo, situata a 754 metri di altezza nel Comune di Bosio.

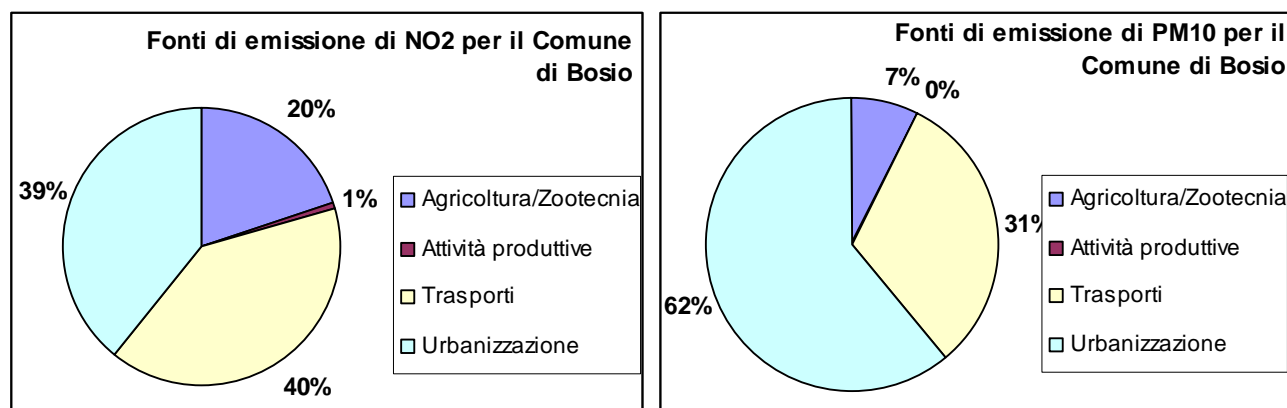
Il Parco rappresenta un'oasi di naturale non antropizzata con grande varietà di ambienti e un eterogeneo patrimonio faunistico. Lo scopo del monitoraggio della qualità dell'aria concordato con l'Ente parco è di verificare la salubrità dell'aria su scala locale in relazione alle peculiari condizioni meteo climatiche della zona legate alla barriera orografica che separa il mare dalla pianura e all'influenza che queste possono avere sul trasporto degli inquinanti dalle zone urbanizzate circostanti verso il parco.

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 4/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

Dai dati forniti dal bilancio ambientale del Comune di Bosio emerge che il settore dei trasporti, insieme all'urbanizzazione, risulta avere il maggior impatto sulla qualità dell'aria.

Contributi emissivi in tonnellate/anno suddivisi per fonti di emissione					
Comune di Bosio		NO ₂	PM ₁₀	NH ₃	CO
	Agricoltura/ Zootecnia	2.46	0.34	4.7	--
	Attività produttive	0.09	0.01	0	--
	Trasporti	4.99	1.44	0.08	--
	Urbanizzazione	4.83	2.8	2.04	--
	TOTALE (t/a)	27.5	4.60	10.43	502.9

Fonte: dati bilancio ambientale 2007 - INVENTARIO REGIONALE EMISSIONI IN ATMOSFERA 2005



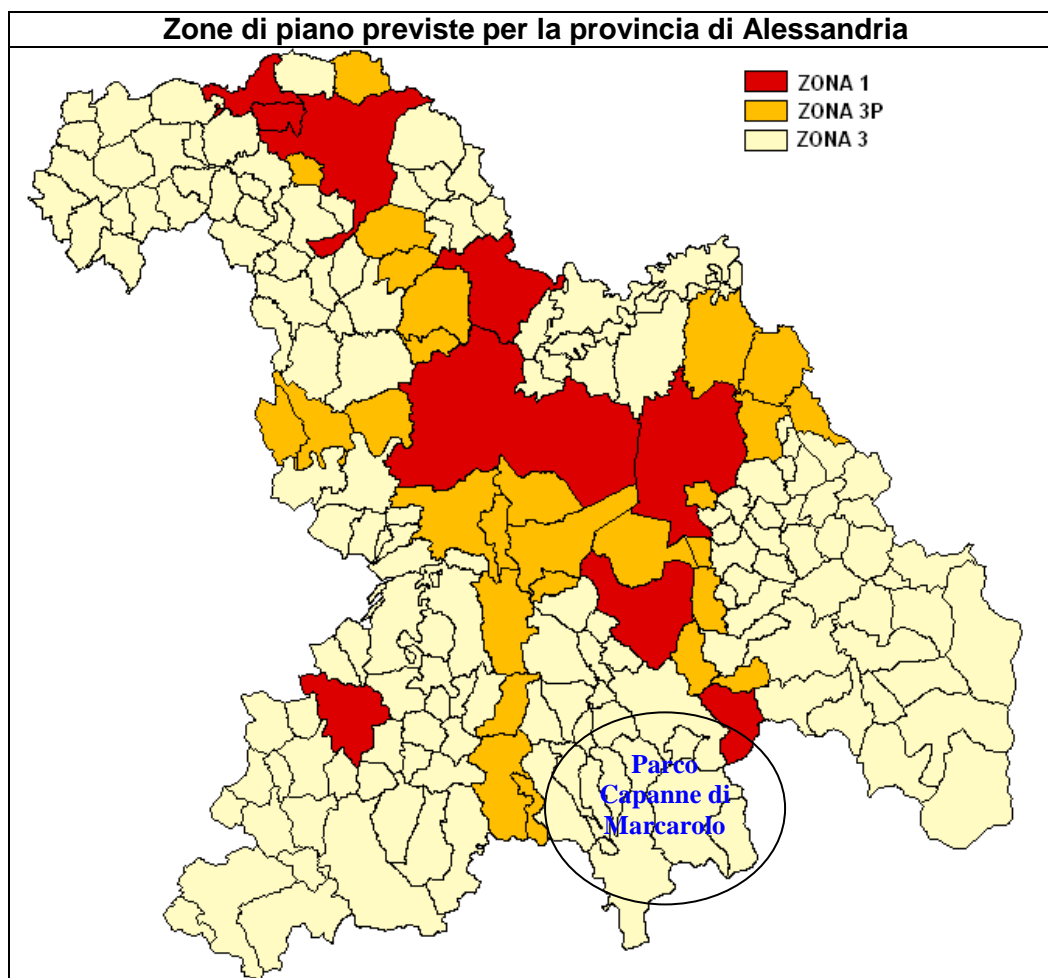
Pertanto, è stato disposto per l'anno 2009 un monitoraggio della qualità dell'aria mediante laboratorio mobile della durata di 30gg circa dal 16/07/09 al 24/08/09 al fine di verificare la corrispondenza tra i dati misurati e la qualità dell'aria stimata e confrontarli con gli esiti della precedente campagna di monitoraggio svoltasi nel 2007. Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle campagne effettuate con il Laboratorio Mobile non permettono di effettuare una trattazione esaustiva in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria; tuttavia il raffronto tra i dati rilevati su più periodi ed il confronto con le centraline fisse individuate come riferimento in area omogenea forniscono

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 5/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico del territorio.

1.2 SCELTA DEL SITO DI CAMPIONAMENTO

I Comuni di Bosio, Casaleggio Boiro, Lerma, Mornese, Tagliolo Monferrato e Voltaggio, che ospitano il Parco, risultano inseriti ai sensi della DGR n. 14-7623 del 11/11/02 nelle **Zone di Piano della Provincia di Alessandria con classificazione 3.**

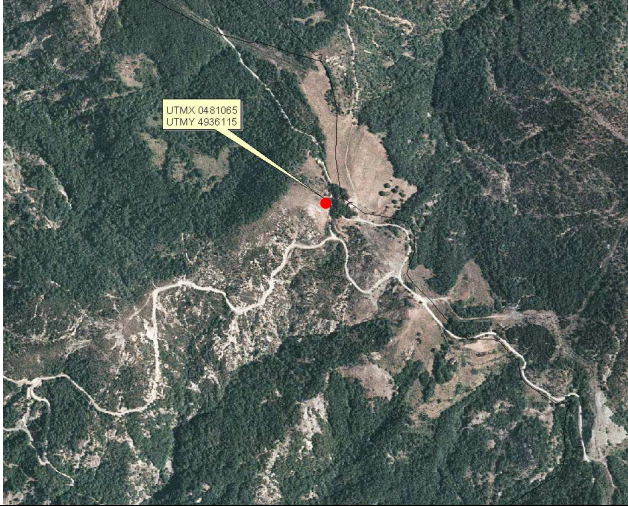
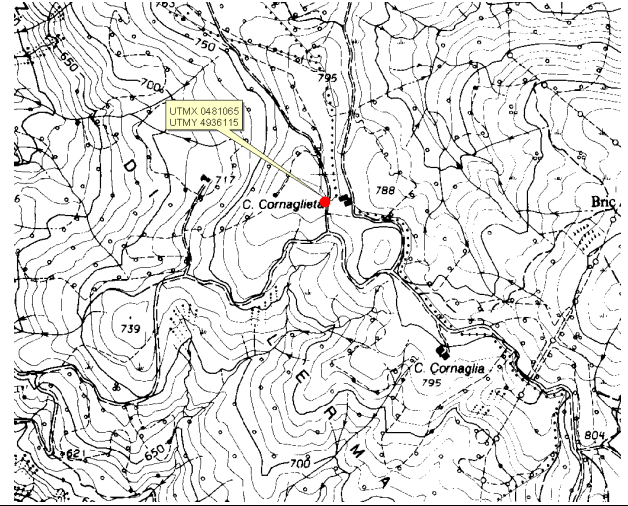


Per le **zone 3** si stima che i livelli degli inquinanti siano **inferiori ai limiti** attualmente in vigore. Per i Comuni assegnati alla ZONA 3, al fine di conservare i livelli di inquinamento al di sotto dei limiti vigenti, evitare il rischio di superamento dei limiti che saranno stabiliti ai sensi dell'art. 4 del Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351, nonché preservare la migliore qualità dell'aria ambiente compatibile con lo sviluppo sostenibile, **vengono predisposti dalle Province Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente**, opportunamente integrati per i diversi inquinanti e tenendo conto delle caratteristiche di urbanizzazione, di industrializzazione e di protezione dei territori interessati, contenenti le misure preventive da attuare per la riduzione delle emissioni degli inquinanti più significativi per le aree in esame.

Per l'area del Parco si tratta di verificare l'effettivo rispetto dei limiti in vigore a conferma delle stime effettuate e fornire un quadro, seppur parziale, della qualità dell'aria in relazione alle principali sorgenti presenti nelle zone circostanti.

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 6/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

SITO DI CAMPIONAMENTO: Comune di Bosio - parco di Capanne di Marcarolo – loc. Cornaglietta

			
TIPO DI STAZIONE: fondo TIPO DI AREA: rurale CARATTERIZZAZIONE DELLA ZONA: parco naturale		COORDINATA UTMX: 481066 COORDINATA UTM Y: 4936115	

Secondo quanto indicato nella classificazione UE (Decisione 2001/752/CE del 17/10/2001 e documento Criteria for EUROAIRNET) il tipo di area da monitorare deve rientrare nelle seguenti tre categorie:

- Area urbana: centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche con più di 3000-5000 abitanti
- Area suburbana: periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale
- Area rurale: area all'esterno di una città ad una distanza di almeno 3km o piccolo centro urbano con popolazione < 3000 abitanti

In tali zone si individuano le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria differenziandole sulla base della loro localizzazione, nel modo seguente:

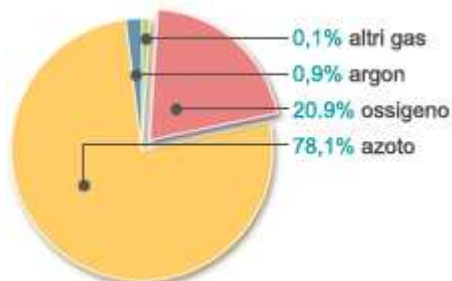
- Stazione da traffico: laddove la fonte principale delle emissioni è costituita dal traffico
- Stazione industriale: laddove la fonte principale delle emissioni è costituita dall'industria
- Stazione di fondo: laddove si misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione (quest'ultima può essere localizzata sia in area urbana che suburbana o rurale)

La postazione prescelta all'interno del parco in località Cornaglietta è da considerarsi di tipo **rurale di fondo**. A scopo di raffronto sono stati utilizzati i dati di inquinamento registrati nel medesimo periodo della centraline fisse di Novi Ligure, Arquata Scrivia, Serravalle Scrivia e Alessandria e Dernice per il parametro ozono. Per la caratterizzazione meteorologica del periodo si sono utilizzati i dati della stazione meteo di Arquata Scrivia.

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 7/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

2. CENNI SULLA NATURA DEGLI 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.

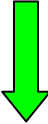
Metodo di misura - Il Monossido di Carbonio è analizzato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR con conseguente variazione della loro intensità, proporzionale alla concentrazione del Monossido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

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 8/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

sistema nervoso centrale ed il sistema cardio-vascolare, soprattutto nelle persone affette da cardiopatie. Concentrazioni elevatissime di CO possono anche condurre alla morte per asfissia. Alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera urbana tuttavia gli effetti sulla salute sono reversibili e sicuramente meno acuti. Gli effetti nocivi del CO sono amplificati nei fumatori.

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

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

2.2 BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

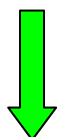
Cosa è - È un gas incolore, di odore pungente naturale prodotto dell'ossidazione dello Zolfo. Le principali emissioni di Biossido di Zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo Zolfo è presente come impurità, 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.

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 9/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

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 Dannoso per la vegetazione Si oppone all'effetto serra Pioffe acide (corrosione dei metalli, degli edifici, delle opere d'arte, scolorimento dei tessuti)	In netta decrescita 
geotermia	industria		
oceani	Trasporti		

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 (µg/m₃).

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.

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 10/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

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, N₂O, NO₂ 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 NO₂; la quantità di emissioni dipende dalle caratteristiche del motore e dalla modalità del suo utilizzo (velocità, accelerazione, ecc.). In generale, la presenza di NO₂ 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 (µg/m₃).

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'NO₂ 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 NO₂ 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 NO₂, ma altrettanto inquinanti sono i veicoli Diesel e gli impianti per la produzione d'energia.

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02		Pagina: 11/40
			Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA		Data stampa: 07/01/10
			Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

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

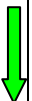
2.5 BENZENE (C₆H₆)

Cosa è - Il Benzene (C₆H₆) 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/m³).

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 SO2	Spray marino	Ossidazione di sostanze da vulcani ed incendi; Ossidazione di NOx; risospensione dal suolo; Deiezioni; Ossidazione di idrocarburi emessi dalla vegetazione (terpeni)
Emissioni autoveicoli	Ossidazione NOx	Erosione di rocce	
Polveri volatili	Agricoltura, allevamento	Incendi boschivi	
Usura pneumatici, freni	Idrocarburi da autoveicoli		
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 arrivino, e siano trattenute, solo le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm;

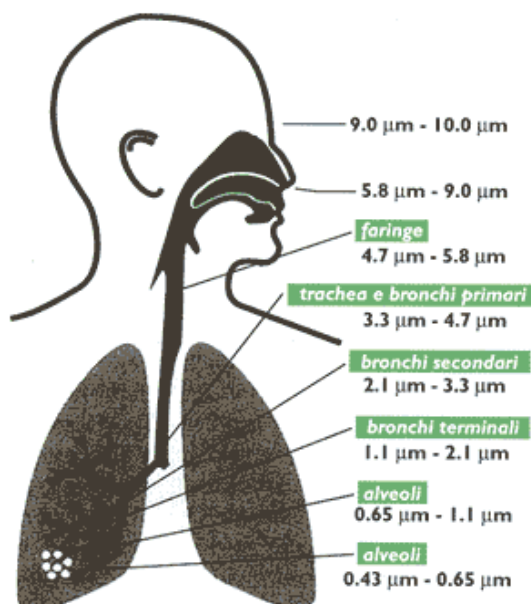
Danni causati - Gli studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi. A livello di effetti indiretti inoltre il particolato agisce da veicolo per sostanze 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 µm;) 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	In crescita 
Erosione dei suoli	Industria		
eruzioni vulcaniche	Riscaldamento		
Incendi	Agricoltura		

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 14/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

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).

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

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

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

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

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

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

Metodo di misura - La frazione fine del particolato (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: 15/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

3. 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 dotato 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

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	Gascromatografia con rilevatore a fotoionizzazione
Analizzatore DASIBI	4108	SO ₂	Fluorescenza
TECORA Skypost	HV	PM ₁₀	Gravimetria
Analizzatore DASIBI	1108	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

4. IL QUADRO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria prevede limiti per gli inquinanti quantitativamente rilevanti sia dal punto di vista sanitario che ambientale. La normativa quadro, che recepisce nell'ordinamento italiano la Direttiva **96/62/CE**, è rappresentata dal **D.Lgs. 351/99** ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal **D.M. 60/2002**.

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.

Per quanto riguarda il parametro **ozono** la normativa italiana ha recepito la direttiva 2002/3/CE con il **D.Lgs. 21/05/2004 n. 183**.

Valori limite e soglia di allarme per il Biossido di Zolfo

	Periodo di mediazione	Valore Limite		Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	da non superare più di 24 volte all'anno	01/01/2005
Valore limite per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	da non superare più di 3 volte all'anno	01/01/2005
Soglia di allarme	3 ore	500 µg/m ³		--
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Media anno e inverno (1ott-31mar)	20 µg/m ³		

Valori Limite per il Materiale Particolato (PM 10)

	Periodo di mediazione	Valore Limite		Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	da non superare più di 35 volte all'anno	01/01/2005
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³		01/01/2005

Valore Limite per il Benzene

	Periodo di mediazione	Valore Limite	Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³	01/01/2010

Valore limite per il Monossido di Carbonio

	Periodo di mediazione	Valore Limite	Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	Massimo valore medio di concentrazione su 8 ore	10 mg/m ³	01/01/2005

Valori limite e soglia di allarme per il Biossido di Azoto

	Periodo di mediazione	Valore Limite		Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³	da non superare più di 18 volte all'anno	01/01/2005
Valore limite per la protezione della salute umana	Media anno	40 µg/m ³		01/01/2005
Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³		--

Valori limite per l'Ozono

	Periodo di mediazione	Valore Limite	
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo valore medio di concentrazione su 8 ore	120 µg/m ³	Da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 µg/m ³	
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 µg/m ³	

La Legge Regionale n. 43 del 07.04.2000 costituisce l'atto normativo regionale di riferimento per la gestione ed il controllo della qualità dell'aria e, nell'individuare le funzioni e le attività degli Enti preposti (Regione, Province e Comuni), detta le procedure e gli obiettivi per l'approvazione del **Piano per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria**.

Il Piano costituisce lo strumento per la programmazione, il coordinamento ed il controllo in materia di inquinamento atmosferico nell'ambito del più generale Piano regionale di tutela ambientale, ed è finalizzato al miglioramento progressivo delle condizioni ambientali e alla salvaguardia della salute dell'uomo e dell'ambiente. Le prescrizioni contenute nel Piano e nei suoi stralci (parti di piano riferiti a particolari sorgenti, a specifici inquinanti, ad alcune aree territoriali che sono predisposti dalla Giunta Regionale d'intesa con le Province e approvati con deliberazione del Consiglio Regionale) costituiscono obbligo di adempimento da parte di tutti i soggetti pubblici e privati a cui sono rivolte. La prima attuazione del Piano è stata approvata contestualmente a detta L.R. n. 43. In essa, così

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 19/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

come previsto dal D.Lgs. 351/99, sulla base della popolazione, della densità abitativa, dell'appartenenza a conurbazioni (agglomerati comunali urbani immediatamente adiacenti) e della valutazione della qualità dell'aria locale, erano state definite **quattro zone** di assegnazione dei vari Comuni Regionali: **Zona 1, Zona 2, Zona 3 e Zona A**. Successivamente (D.G.R. n.14-7623 del 11/11/2002) è stata introdotta anche la **zona 3p** mentre scompare la Zona A.

Allo stato attuale sono dunque definite le seguenti zone di Piano:

Zona 1

- Comuni con popolazione superiore ai 250.000 abitanti;
- Comuni con popolazione superiore ai 20.000 abitanti e con una densità di popolazione, riferita alla superficie edificata dei centri urbani superiore a 2500 abitanti/Km²;
- Comuni capofila di una Conurbazione, ovvero di un'area urbana finitima per la quale deve essere redatto un Piano generale del traffico dell'intera area, così come individuate dalla Regione;
- Comuni per i quali la valutazione della qualità dell'aria evidenzia il **superamento di uno o più valori limite attualmente vigenti**, ovvero dei limiti che saranno stabiliti ai sensi dell'art. 4 del dal Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351, aumentati del margine di tolleranza.

Per comuni assegnati alla ZONA 1 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.

Per i comuni assegnati alla ZONA 1 sono predisposti dalle Province i Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente, opportunamente integrati per i diversi inquinanti e tenendo conto delle caratteristiche di urbanizzazione, di industrializzazione e di protezione dei territori interessati, contenenti le misure da attuare affinché sia garantito il rispetto dei limiti attualmente in vigore, ovvero possano essere rispettati, entro i tempi previsti, i limiti che saranno stabiliti ai sensi dell'art. 4 del Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351, secondo le indicazioni previste nei relativi piani stralcio regionali.

Zona 2

- Comuni con meno di 20.000 abitanti e densità di popolazione inferiore a 2500 abitanti/Km², facenti parte di una Conurbazione ovvero di un'area urbana finitima per la quale deve essere redatto un Piano generale del traffico dell'intera area, così come individuata dalla Regione,
- Comuni per i quali la valutazione della qualità dell'aria indica il **rischio di superamento dei limiti attualmente in vigore**, mentre evidenzia la possibilità di superamento dei limiti che saranno stabiliti ai sensi dell'art. 4 del Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351, ma entro il margine di tolleranza così come definito dal medesimo Decreto legislativo.

Per i Comuni assegnati alla ZONA 2 il Sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria, attraverso campagne di rilevazione, opportunamente integrate con tecniche modellistiche, fornisce **ulteriori elementi per la valutazione dello stato della qualità dell'aria e sulla sua evoluzione**, anche al fine di individuare la necessità di procedere alla rilevazione sistematica della qualità dell'aria.

Per i Comuni assegnati alla ZONA 2 devono essere predisposti dalle Province Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente, opportunamente integrati per i diversi inquinanti e tenendo conto delle caratteristiche di urbanizzazione, di

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 20/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

industrializzazione e di protezione dei territori interessati, contenenti le misure da attuare affinché possa essere garantito il costante rispetto dei limiti stabiliti dalle normative vigenti, nonché quello dei nuovi limiti comunitari, entro i tempi stabiliti nelle norme di recepimento delle direttive, secondo le indicazioni previste nei relativi piani stralcio regionali.

Zona 3

Comprende tutti i territori comunali, non assegnati alle ZONE 1, 2 e A, nei quali si stima che i livelli degli inquinanti siano inferiori ai limiti attualmente in vigore.

Per i Comuni assegnati alla ZONA 3 il Sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria, garantisce la stima dello stato della qualità dell'aria e sulla sua evoluzione, mediante l'applicazione di modelli e metodi di valutazione obiettiva.

Per i Comuni assegnati alla ZONA 3, al fine di conservare i livelli di inquinamento al di sotto dei limiti vigenti, evitare il rischio di superamento dei limiti che saranno stabiliti ai sensi dell'art. 4 del Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351, nonché preservare la migliore qualità dell'aria ambiente compatibile con lo sviluppo sostenibile, vengono predisposti dalle Province Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente, opportunamente integrati per i diversi inquinanti e tenendo conto delle caratteristiche di urbanizzazione, di industrializzazione e di protezione dei territori interessati, contenenti le misure preventive da attuare per la riduzione delle emissioni degli inquinanti più significativi per le aree in esame con particolare riguardo a quelli per i quali le normative individuano limiti stringenti, secondo le indicazioni previste nei relativi piani stralcio regionali.

Zona 3p

Nell'ambito dei restanti Comuni, assegnati pertanto alla Zona 3, sono enucleati i Comuni denominati di Zona 3p in quanto, pur essendo assegnati alla Zona 3 vengono inseriti in Zona di Piano. Si tratta dei Comuni per i quali:

- la valutazione della qualità dell'aria Anno 2001 stima il rispetto dei limiti di qualità dell'aria stabiliti dal D.M. 2 aprile 2002 n. 60, ma con valori tali da poter comportare il **rischio di superamento dei limiti** medesimi in quanto, essendo stimato il superamento della soglia di valutazione superiore per due inquinanti, si è in condizioni appena inferiori al limite (Classe 3 della valutazione per entrambi gli inquinanti);
- le Province hanno proposto l'individuazione in Zona di piano sulla base degli strumenti della programmazione provinciale al fine di rendere più razionali ed omogenei gli interventi di riduzione delle emissioni individuabili nei Piani.

Questi Comuni (zona 3p) completano pertanto con i Comuni di zona 1 e 2 di ogni Provincia la Zona di Piano, che rappresenta l'area complessiva per la quale le Province, di concerto con i Comuni interessati, devono predisporre i Piani di Azione (articolo 7 del D.Lgs. n. 351/1999) al fine di ridurre il rischio di superamento dei limiti e delle soglie di allarme stabiliti dal D.M. 2 aprile 2002 n. 60, nell'ambito dei Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente predisposti affinché sia garantito entro i tempi previsti, il rispetto dei limiti stabiliti dallo stesso D.M. 2 aprile 2002 n. 60 (articolo 8 del D.Lgs. n. 351/1999).

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02				Pagina: 21/40
					Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA				Data stampa: 07/01/10
					Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

COMUNI ASSEGNATI A ZONA DI PIANO NELLA PROVINCIA DI ALESSANDRIA SECONDO LA DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 11 novembre 2002, n. 14-7623

COMUNI ASSEGNATI ALLA ZONA 1

ISTAT	COMUNE	PROV	Sup. km ²	Abitanti ⁽¹⁾	Zona 2000 ⁽²⁾	Classificazione per inquinanti ⁽³⁾			
						NO ₂	PM10	Benzene	CO (8h)
006001	ACQUI TERME	AL	33.8	19 183	1	3	3	2	1
006003	ALESSANDRIA	AL	203.6	82 201	1	3	3	2	1
006009	ARQUATA SCRIVIA	AL	22.8	5 750	3	5	4	2	1
006039	CASALE MONFERRATO	AL	87.0	35 234	1	3	3	2	1
006060	CONIOLO	AL	10.1	418	3	3	5	2	1
006109	MORANO SUL PO*	AL	18.2	1 569	3	5	3	2	1
006114	NOVI LIGURE	AL	55.9	27 030	1	5	3	2	1
006174	TORTONA	AL	97.5	25 042	1	3	3	2	1

(1) primi risultati del censimento 2001

(2) come da L.R. n. 43/2000

(3) come da DGR 5/8/2002, n. 109-6941

COMUNI ASSEGNATI ALLA ZONA 2

Nessuno

COMUNI ASSEGNATI ALLA ZONA 3P

ISTAT	COMUNE	PROV.	Sup. km ²	Abitanti ⁽¹⁾	Zona 2000 ⁽²⁾	Classificazione per inquinanti ⁽³⁾			
						NO ₂	PM10	Benzene	CO (8h)
006014	BELFORTE MONFERRATO	AL	7.9	447	3	3	3	2	1
006021	BOSCO MARENGO	AL	44.5	2 494	3	2	3	2	1
006030	CARBONARA SCRIVIA	AL	5.2	966	3	2	3	2	1
006037	CASAL CERMELLI	AL	11.8	1 144	3	2	3	2	1
006042	CASSANO SPINOLA	AL	13.4	1 851	3	2	3	2	1
006047	CASTELLAZZO BORMIDA	AL	45.0	4 269	3	3	3	2	1
006051	CASTELLETTO MONFERRATO	AL	9.1	1 428	3	3	3	2	1
006053	CASTELNUOVO SCRIVIA	AL	44.9	5 624	3	3	3	2	1
006068	FELIZZANO	AL	24.1	2 395	3	3	3	2	1
006074	FRESONARA	AL	6.9	694	3	3	3	2	1
006094	MIRABELLO MONFERRATO	AL	13.5	1 361	3	3	3	2	1
006115	OCCIMIANO	AL	22.8	1 385	3	3	3	2	1
006121	OVADA	AL	36.1	11 674	3	3	3	2	1
006132	PONTECURONE	AL	29.9	3 777	3	2	3	2	1
006138	POZZOLO FORMIGARO	AL	36.6	4 726	3	2	3	2	1
006140	PREDOSA	AL	34.0	2 074	3	3	3	2	1
006142	QUATTORDIO	AL	18.1	1 753	3	3	3	2	1
006147	ROCCA GRIMALDA	AL	15.4	1 339	3	3	3	2	1
006153	SAN GIORGIO MONFERRATO	AL	7.0	1 279	3	3	3	2	1
006154	SAN SALVATORE MONFERRATO	AL	32.8	4 624	3	3	3	2	1
006160	SERRAVALLE SCRIVIA	AL	14.8	5 819	3	3	3	2	1
006163	SOLERO	AL	23.0	1 684	3	3	3	2	1
006180	VIGNOLE BORBERA	AL	8.7	2 036	3	2	3	2	1

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02						Pagina: 22/40		
							Data redazione: 02/10/09		
							Data stampa: 07/01/10		
	RELAZIONE TECNICA						Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009		

006181	VIGUZZOLO	AL	18.6	2 876	3	2	3	2	1
006185	VILLANOVA MONFERRATO	AL	17.0	1 744	3	3	3	2	1

Successivamente, con Deliberazione della Giunta Regionale 31 gennaio 2005, n. 24-14653 sono stati aggiunti in zona 3p i seguenti comuni

ISTAT	Comune	Prov	Sup. km ²	Abitanti ⁽¹⁾	Zona 2000 ⁽²⁾	Classificazione per inquinanti ⁽³⁾			
						NO ₂	PM ₁₀	BTX	CO (8h)
006040	CASALNOCETO	AL	13,0	877	3	2	3	2	1
006075	FRUGAROLO	AL	27,3	1.856	3	2	3	2	1
006183	VILLALVERNIA	AL	4,4	932	3	2	3	2	1

COMUNI ASSEGNATI ALLA ZONA 3

Restano assegnati alla Zona 3 tutti i territori comunali non espressamente indicati negli elenchi delle Zone 1, 2 e 3p.

CLASSI DI CRITICITÀ COME DA DGR 5/8/2002, n. 109-6941

Si riportano di seguito gli intervalli stimati di concentrazione degli inquinanti sulla base dei quali è stata individuata la classe di criticità per ciascun comune inserito in zona di piano.

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

5. ESITI DEL MONITORAGGIO

5.1 CENNI DI STATISTICA DEL DATO

Sovente, relazionando sui risultati dei rilevamenti della qualità dell'aria, capita di incontrare termini statistici quali media, mediana, percentili, ecc. Appare pertanto opportuno chiarire sommariamente il loro significato e come queste grandezze descrivono l'insieme delle misure.

MEDIA: media aritmetica (sommatoria di tutti i valori divisa per il numero di detti valori)

MEDIANA: valore numerico centrale (definito 50° percentile) nella serie dei valori riscontrati e ordinati dal più basso al più alto, corrispondente per esempio al 50mo di 100 risultati (50° percentile) o centesimale: indica orientativamente, quando è basso, un numero maggiore di misure basse; altrettanto per i valori alti.

PERCENTILE: rappresenta il 98° o 95° o 75° valore nella serie dei risultati riscontrati e ordinati dal più basso al più alto: indica, orientativamente, l'incidenza e la portata di fasi acute e cioè la frequenza con la quale si verificano picchi ad elevata concentrazione.

Una **piccola differenza** tra media e mediana indica che tutte le misure valide non si discostano notevolmente tra di loro.

Una **grossa differenza** tra media aritmetica e mediana indica:

- quando la media è superiore alla mediana che le misure si addensano maggiormente verso valori più bassi della media;
- quando la media è inferiore alla mediana che le misure si addensano maggiormente verso valori più alti della media;

Una **grossa differenza** tra:

- il 98° percentile ed il valore medio o addirittura con il 95° o 75° percentile indica che la quasi totalità delle misure risulta notevolmente inferiore al primo e che questo rappresenta un fatto sporadico o fuori della normalità.
- Il valore massimo ed il 98° percentile ribadisce e sottolinea quanto sopra.

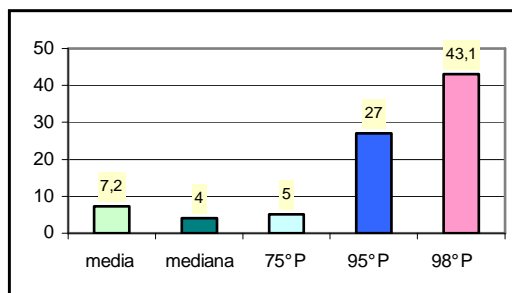
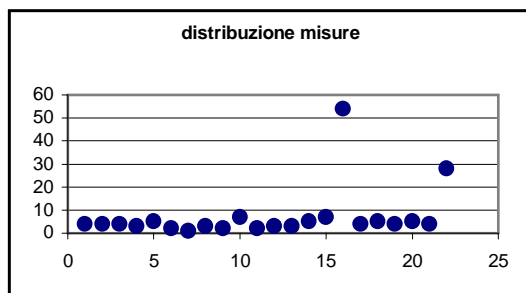
Ad esempio, si supponga la serie di 22 misure (misure valide e reali) come segue:

4, 4, 4, 3, 5, 2, 1, 3, 2, 7, 2, 3, 3, 5, 7, 54, 4, 5, 4, 5, 4, 28

Il calcolo statistico definisce i seguenti valori:

numero di misure	22
Media aritmetica	7,2
Mediana	4
75° percentile	5
95° percentile	27
98° percentile	43,1
Numero di misure con valore inferiore alla media aritmetica	20
Numero di misure con valore superiore alla media aritmetica	4
Numero di misure con valore uguale alla mediana	6
Numero di misure con valore inferiore alla mediana	8
Numero di misure con valore superiore alla mediana	8
Numero di misure con valore inferiore al 75° percentile	14
Numero di misure con valore superiore al 75° percentile	4
Valore massimo	54

Quanto sopra può essere riportato sui seguenti grafici:



Le considerazioni che possono essere effettuate sono le seguenti:

- La media aritmetica è superiore alla mediana;
- il numero maggiore di misure riporta valori inferiori alla media aritmetica (20 numeri inferiori a 7,2);
- 14 dei 22 numeri sono inferiori od uguali al 75° percentile;
- la differenza tra valore massimo ed i percentili è notevole (54 rispetto a valori compresi tra 5 e 43,1);
- la differenza tra gli stessi percentili è notevole.

Si può quindi concludere che tale sequenza è caratterizzata da una maggioranza di valori omogeneamente bassi e prossimi alla mediana, con punte sporadiche a valore elevato.

ANALISI A CLUSTER: è un insieme di tecniche di analisi multivariata dei dati volte alla selezione e raggruppamento di elementi omogenei in un insieme di dati. Gli algoritmi di *clustering* raggruppano gli elementi a seconda della **distanza** e quindi l'appartenenza o meno ad un insieme dipende da quanto l'elemento preso in esame è distante dall'insieme. Nel caso in esame la tecnica di *clustering* è stata utilizzata per verificare il grado di omogeneità dei dati di concentrazione di vari inquinanti forniti dalle stazioni di monitoraggio e dal mezzo mobile. La rappresentazione mediante *cluster tree*, visualizza in modo immediato la omogeneità tra i vari gruppi di dati (i gruppi omogenei sono posizionati su rami dello stesso albero) e la distanza media tra i vari gruppi di dati (minore è la distanza e maggiore sarà la omogeneità tra i dati).

CORRELAZIONE: per **correlazione** si intende una relazione tra **due variabili casuali** tale che a ciascun valore della prima variabile corrisponda con una certa regolarità un valore della seconda. Non si tratta necessariamente di un rapporto di causa ed effetto ma semplicemente della tendenza di una variabile a variare in funzione di un'altra. Talvolta le variazioni di una variabile dipendono dalle variazioni dell'altra, talvolta sono comuni, talvolta sono reciprocamente dipendenti. Il **grado di correlazione** fra due variabili viene espresso mediante i cosiddetti **indici di correlazione**. Questi assumono valori compresi tra **zero** (quando vi sia **assenza di correlazione** cioè quando variando una variabile l'altra non varia o varia in modo del tutto indipendente) e l'**unità** (quando vi sia **correlazione assoluta** cioè quando alla variazione di una variabile corrisponde una variazione rigidamente dipendente dall'altra).

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 25/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

5.2 RISULTATI

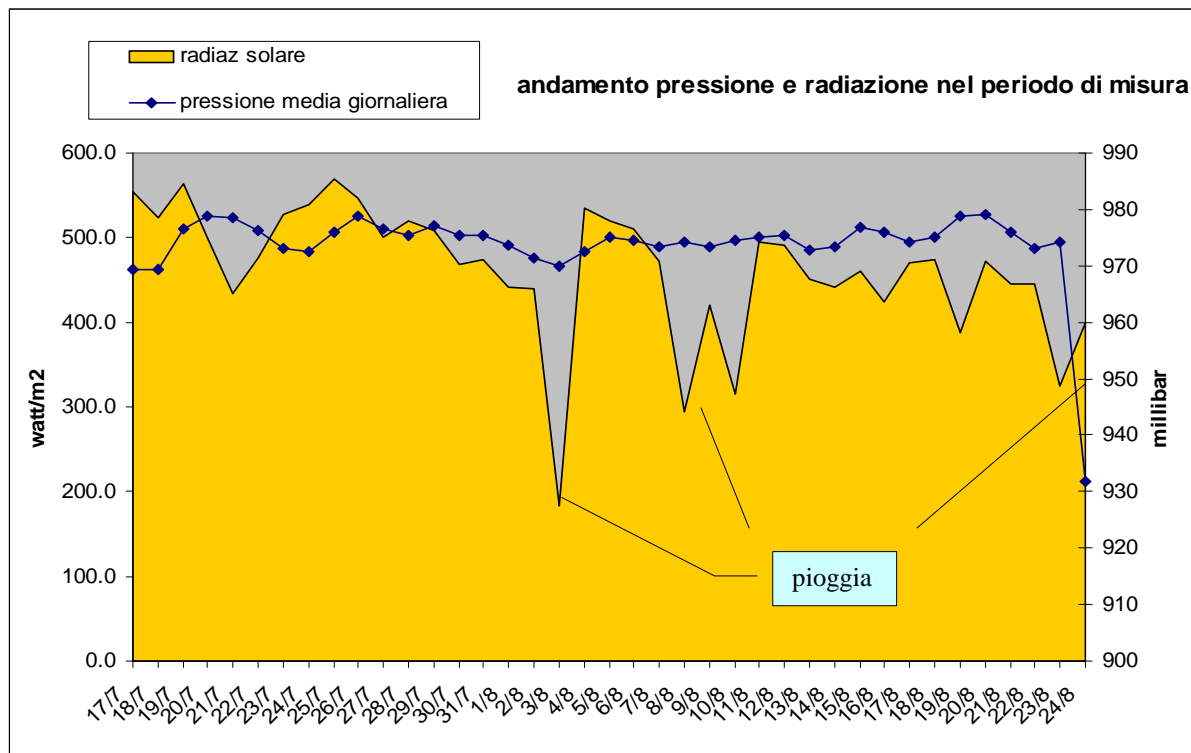
TABELLA RIASSUNTIVA RISULTATI

Sito di misura: Bosio – Parco Capanne di Marcarolo – loc. Cornagietta Periodo: dal 17/07/09 al 24/08/09		SO ₂ (µg/m ³)
Minima media giornaliera		3
Massima media giornaliera		15
Media delle medie giornaliere		5
Media dei valori orari		5
Massima media oraria		55
Percentuale ore valide		98
<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
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>		0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>		0
		CO (mg/m ³)
Minima media giornaliera		0.3
Massima media giornaliera		0.5
Media delle medie giornaliere		0.4
Media dei valori orari		0.4
Massima media oraria		0.9
Percentuale ore valide		99
Minimo delle medie 8 ore		0.3
Media delle medie 8 ore		0.4
Massimo delle medie 8 ore		0.6
<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 (max media 8h > 10)</u>		0
		NO ₂ (µg/m ³)
Minima media giornaliera		2
Massima media giornaliera		6
Media delle medie giornaliere		3
Media dei valori orari		3
Massima media oraria		11
Percentuale ore valide		95
<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
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>		0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>		0
		Benzene (µg/m ³)
Minima media giornaliera		0.1
Massima media giornaliera		0.5

5.2.1 DATI METEO

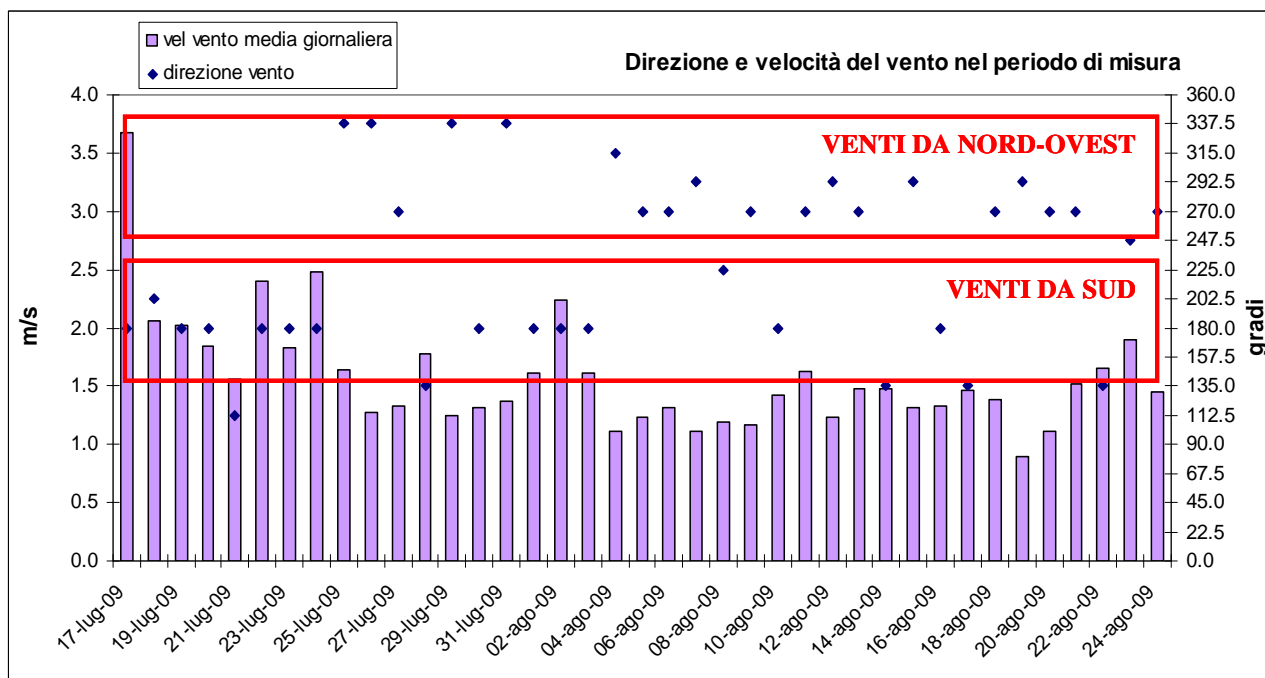
DATI REGISTRATI DALLA STAZIONE METEO DI ARQUATA SCRIVIA

RADIAZIONE E PRESSIONE



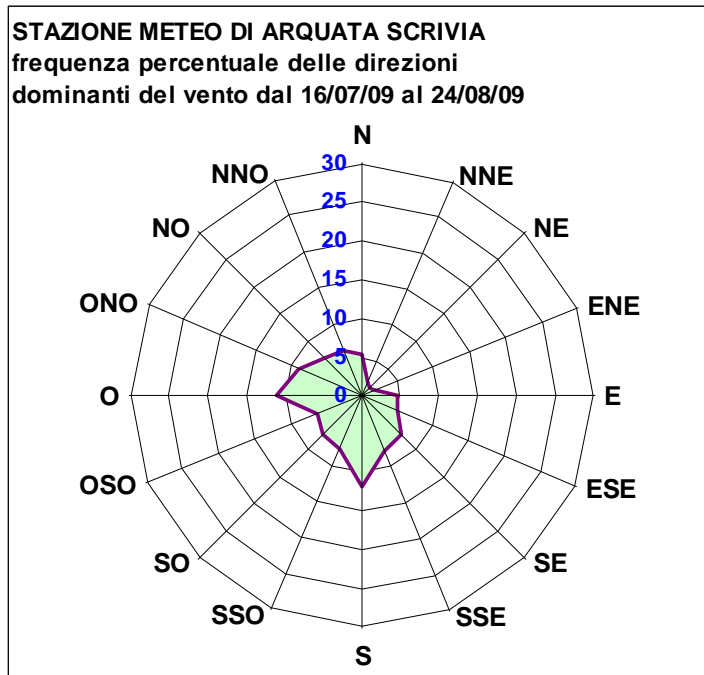
Il periodo di misura è stato caratterizzato da un periodo di pressione medio alta e tempo soleggiato ad eccezione delle giornate del 18/07-03/08-08/08-22/08 caratterizzate da copertura nuvolosa e pioggia.

VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO



Il periodo di misura è stato caratterizzato da normali regimi di vento con qualche giornata di ventosa: in particolare il 17 luglio il vento, di direzione Sud, ha raggiunto un livello medio di 3.7m/s determinando una diminuzione di tutti gli inquinanti. In generale si è registrato un regime di venti maggiormente intensi da sud.

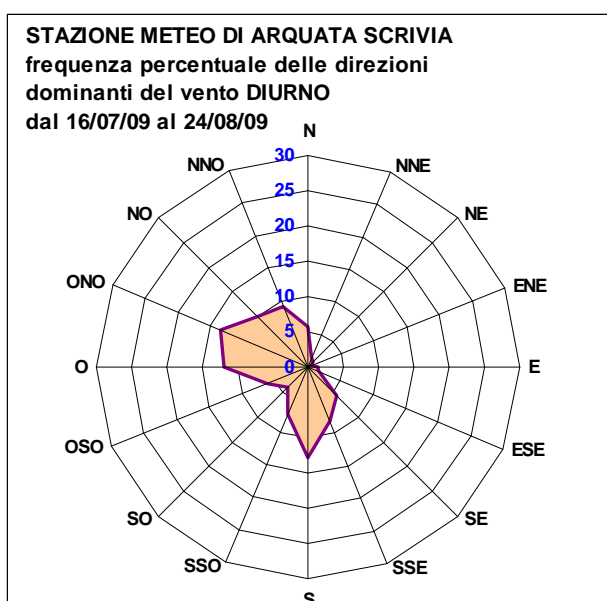
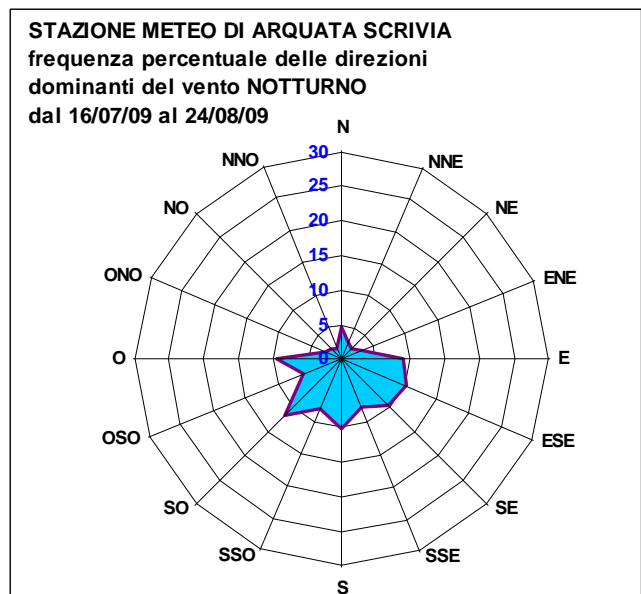
IL GRAFICO MOSTRA L'INCIDENZA PERCENTUALE DELLE DIREZIONI DI VENTO SULLE **24ORE** REGISTRATE OGNI 10MIN IN TUTTO IL PERIODO DI MISURA.



LE DIREZIONI
MAGGIORMENTE PRESENTI SONO

- DA S (12%)
- DA O (11%)

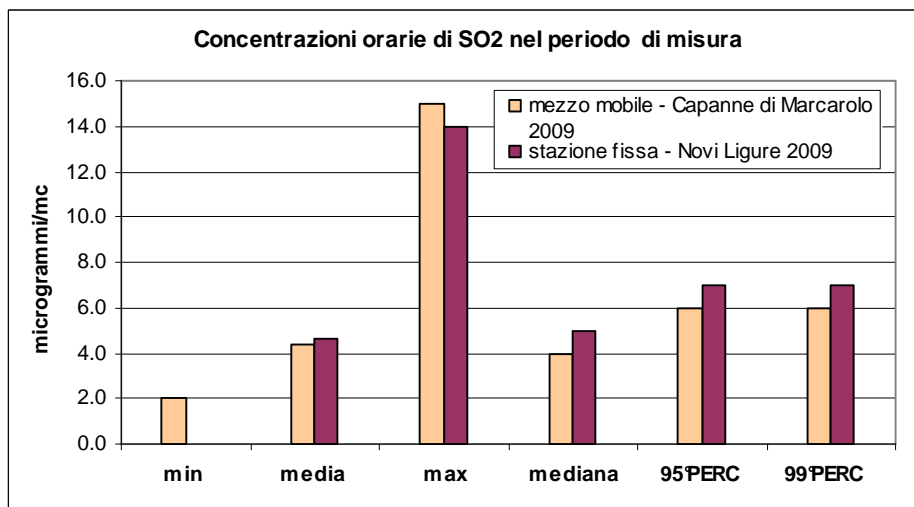
La direzione del vento mostra un orientamento prevalente dal quadrante Sud-Ovest, con dominanza di provenienza da Sud e Ovest.



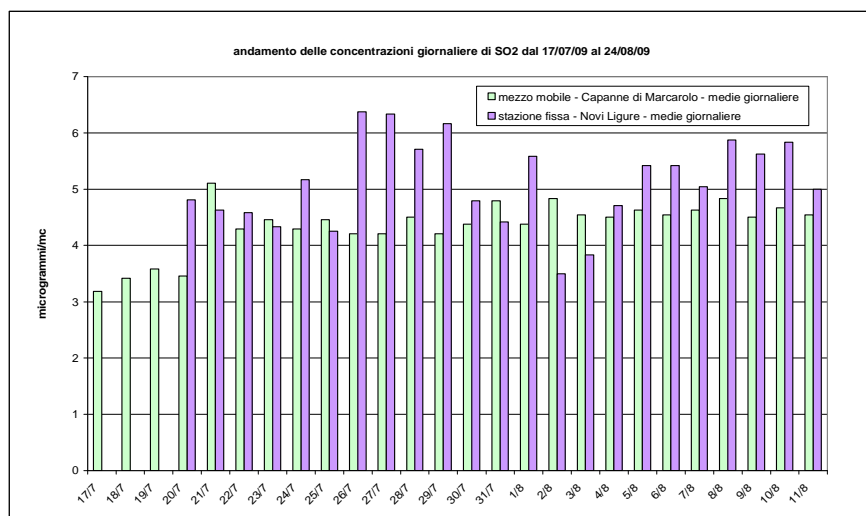
La distinzione tra venti diurni e notturni mostra come di notte prevalgano i venti che spirano da Sud ma anche da SE e ESE, mentre di giorno dominano i venti da Sud e da Ovest e ONO.

5.2.2 ANALISI DEI PARAMETRI MISURATI

BIOSSIDO DI ZOLFO

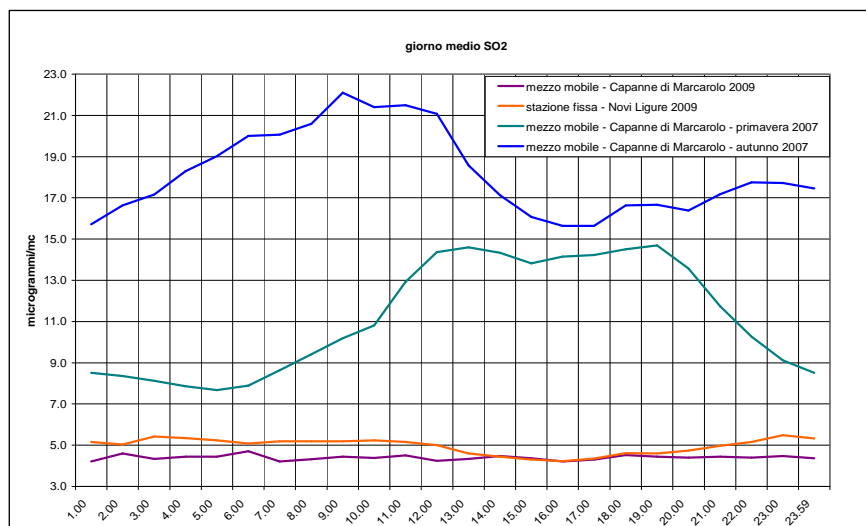


Le concentrazioni di SO₂ si mantengono basse e costanti su tutto il periodo di misura con livelli medi pari a 4.0 µg/m³, ampiamente al di sotto dei limiti di protezione della salute umana. I dati confermano che il Biossido di Zolfo, ritenuto fino a pochi anni fa il principale inquinante dell'aria, altamente 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) insieme al divieto dell'uso di olio combustibile per riscaldamento e alla diffusione dell'uso del gas metano.

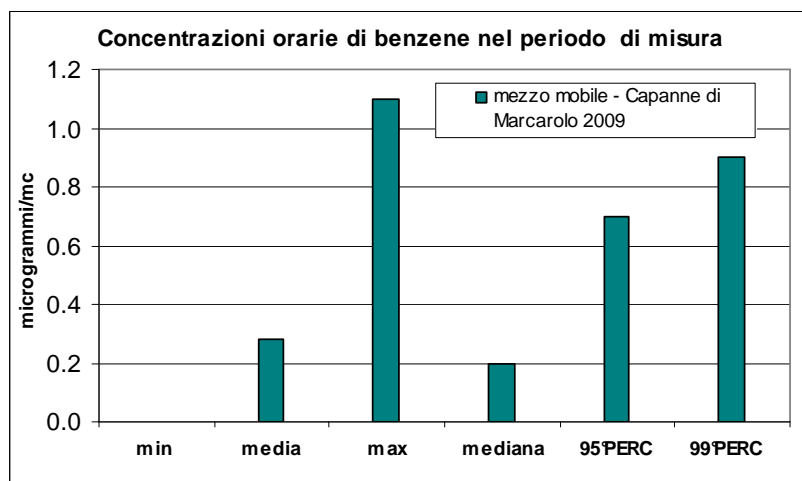
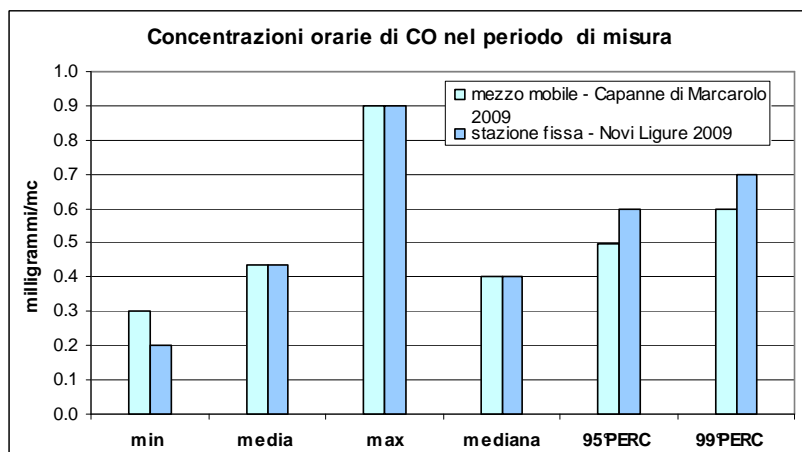
La scarsa variazione tra i percentili conferma un



andamento costante su livelli pressoché di fondo.

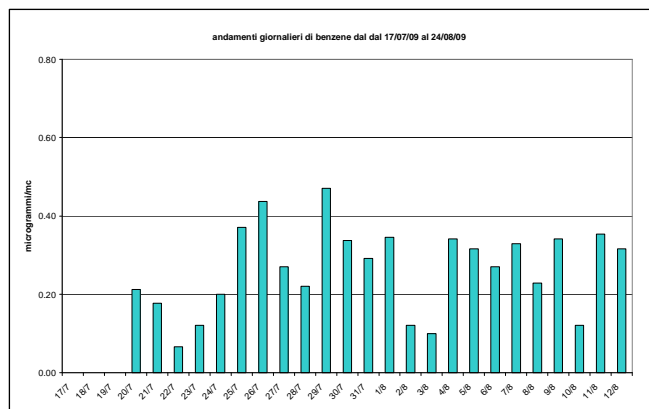
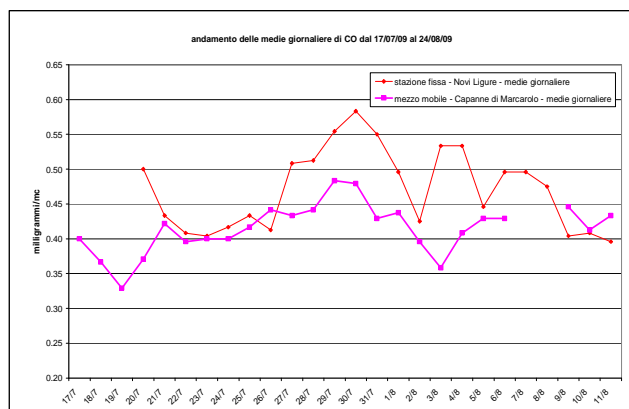
Gli andamenti delle medie giornaliere e del giorno medio confermano livelli di SO₂ costanti e di fondo e ampiamente inferiori a quelli rilevati dalla centralina di confronto di Novi Ligure.

MONOSSIDO DI CARBONIO E BENZENE

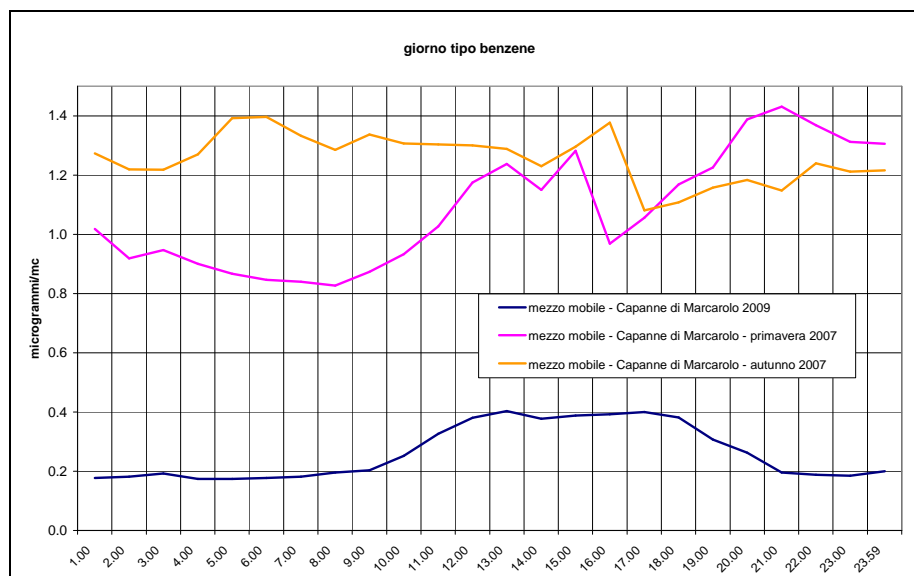
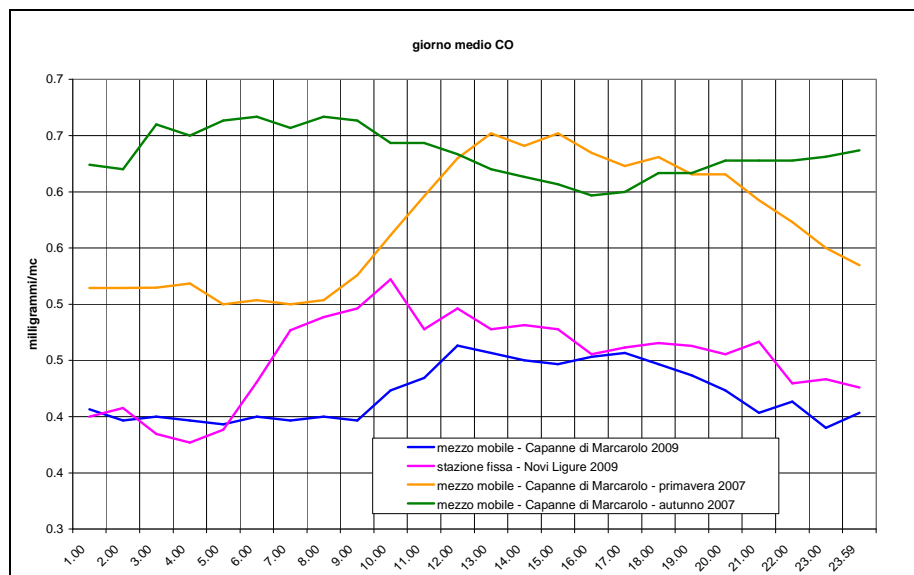


I livelli di CO si mantengono bassi per tutto il periodo di misura con livelli medi attorno a 0.4mg/m^3 e con massimi orari attorno a 0.8mg/m^3 , ampiamente al di sotto dei limiti di protezione della salute umana (livello di protezione della salute 10mg/m^3 su medie di 8 ore) ed in linea con quanto registrato a Novi Ligure. I livelli medi di benzene (C_6H_6) sono attorno a $0.3\mu\text{g/m}^3$ (limite pari a $6.0\mu\text{g/m}^3$ come media sull'anno). Non si riscontrano superamenti dei limiti di legge per questi due inquinanti.

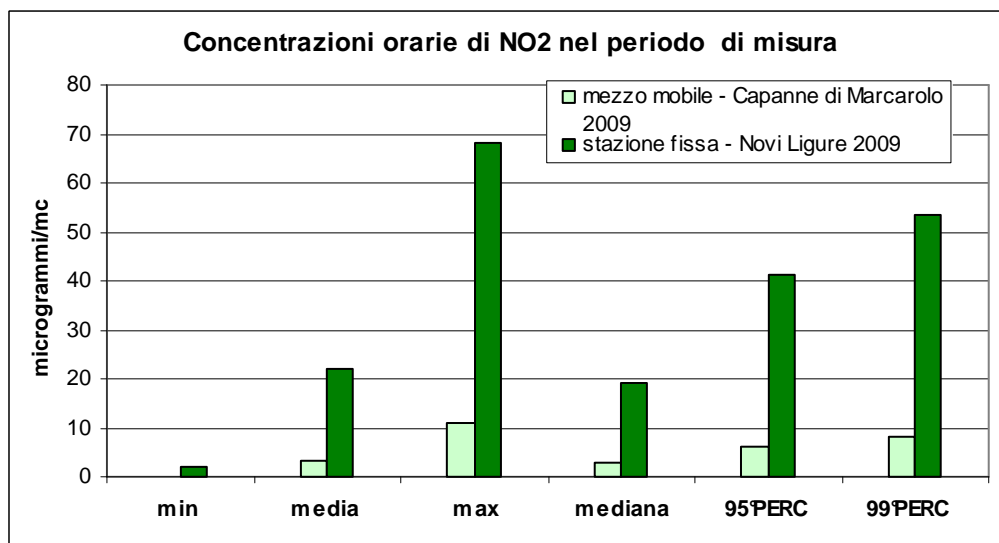
Gli andamenti delle medie giornaliere di CO e benzene confrontati con la centralina fissa di Novi Ligure mostrano livelli di fondo, bassi e costanti su tutta la giornata.



Anche gli andamenti del giorno medio mostrano livelli nettamente più bassi rispetto a Novi Ligure e non evidenziano particolari fonti emissive. Si noti la differenza di livelli tra estate e i mesi intermedi (primavera e autunno) della precedente campagna: la stagionalità è legata sia al mutamento delle fonti emissive che, in misura maggiore, alle condizioni atmosferiche che in estate favoriscono la diluizione degli inquinanti.

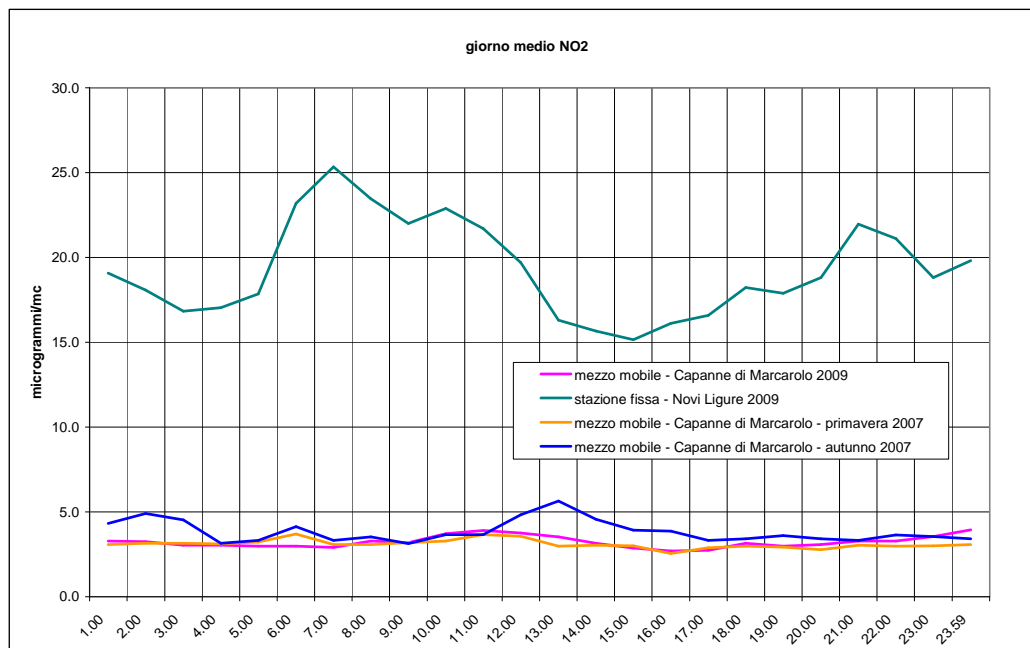


BIOSSIDO DI AZOTO

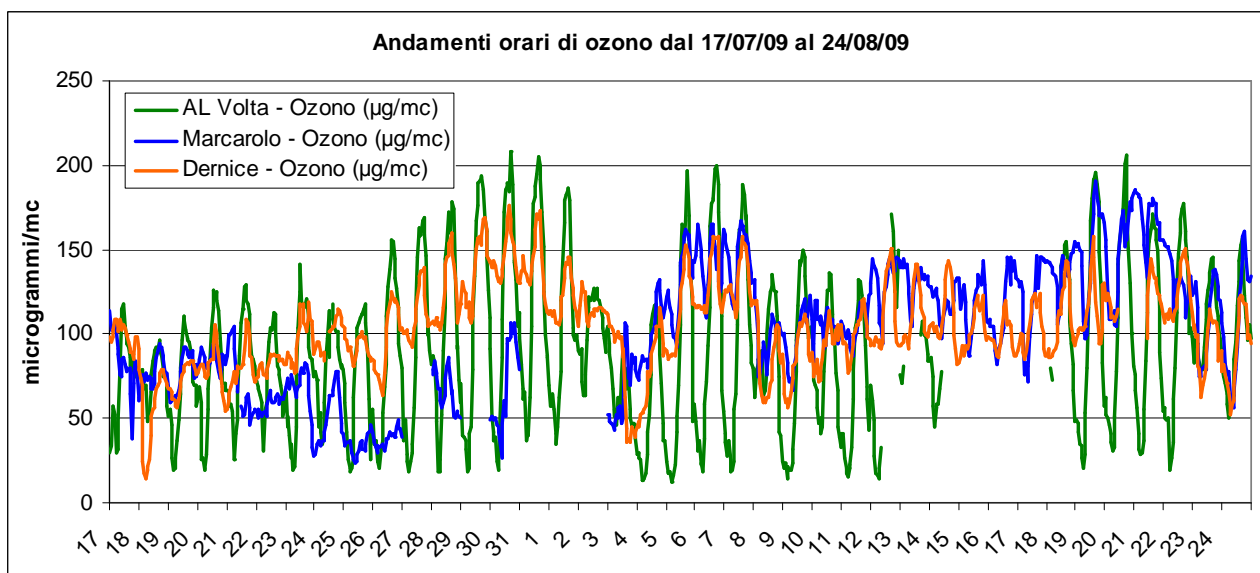
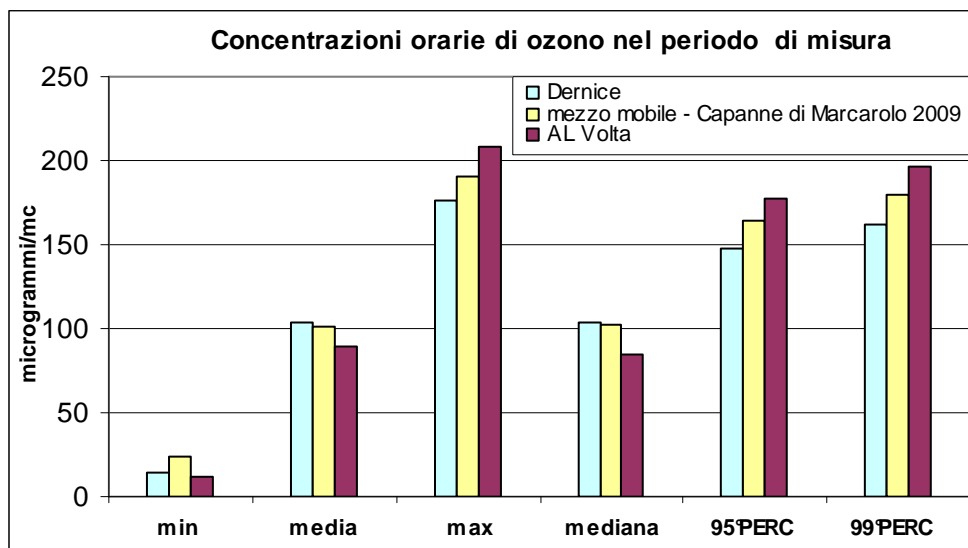


Le concentrazioni di NO₂ si mantengono basse per tutto il periodo di misura ampiamente al di sotto dei limiti di legge (limite di concentrazione oraria pari a 200µg/m³). Anche i livelli si mantengono più bassi rispetto alla stazione di raffronto di Novi Ligure con valori medi orari inferiori a 10µg/m³, (limite annuale per a 40µg/m³), con massimi orari attorno a 20µg/m³ e scarso scostamento dei percentili ad indicare livelli pressoché costanti come conferma anche l'andamento delle medie giornaliere sotto riportato.

L'andamento del giorno medio evidenzia livelli nettamente inferiori a quelli del comune centro zona mantenendosi su livelli di fondo bassi e costanti senza evidenziare particolari fonti emissive in tutte le stagioni monitorate.



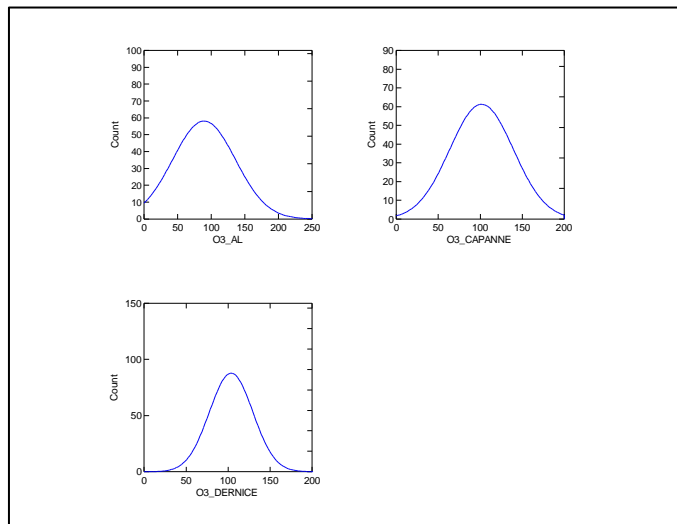
OZONO



Le concentrazioni di ozono, a differenza degli altri inquinanti, mostrano livelli medi confrontabili e leggermente superiori a quelli registrati sia nella stazione urbana di Alessandria sia in quella remota di Dernice a conferma del comportamento peculiare di questo inquinante che, in quanto di inquinante secondario, è soggetto a fenomeni di trasporto anche a distanza rispetto ai luoghi di emissione dei suoi precursori.

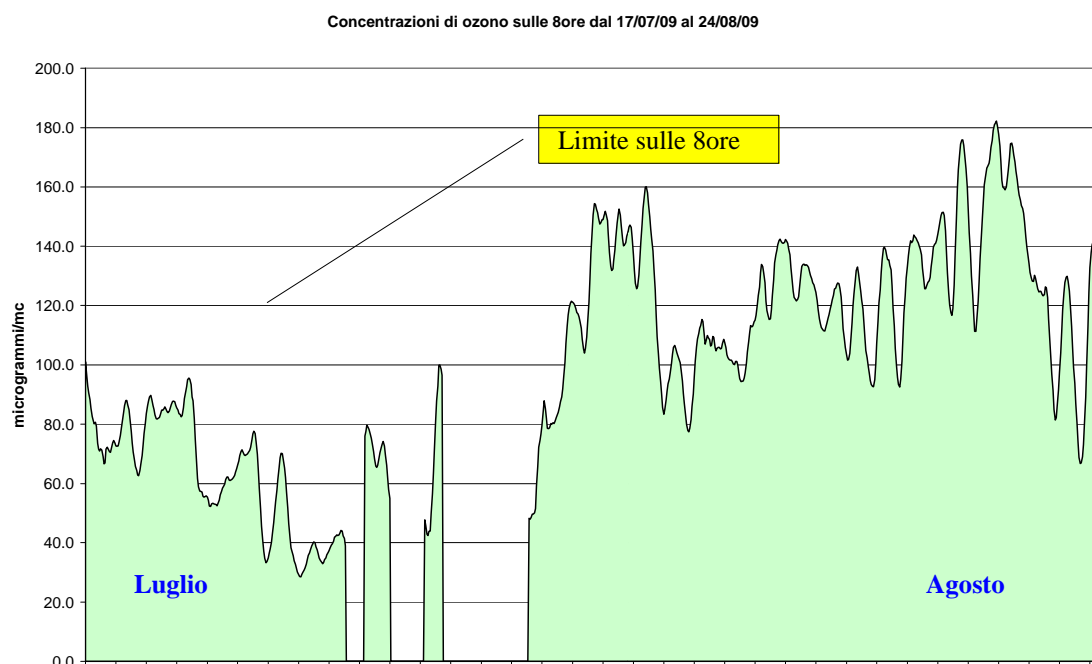
Si nota in particolare come la stazione urbana di Alessandria registri un andamento oscillante con massimi nelle ore centrali della giornata e minimi notturni mentre le due stazioni remote registrano un andamento più piatto con minimi notturni particolarmente alti che determinano anche l'innalzamento dei valori medi del periodo. E' un fenomeno noto infatti che, in corrispondenza di località remote e scarsamente urbanizzate, i livelli di ozono siano più simili a quelli di fondo presenti nell'aria a prescindere dall'ubicazione. Per tali livelli di fondo si registra un trend in crescita negli anni.

Coefficiente di correlazione	O3_AL	O3_CAPANNE	O3_DERNICE
O3_AL	1.000		
O3_CAPANNE	0.298	1.000	
O3_DERNICE	0.588	0.416	1.000



L'analisi statistica mostra buone correlazioni con i dati di Dernice sia come indice di correlazione che come distribuzione dei dati, mentre gli andamenti di Alessandria sono del tutto differenti.

I livelli di ozono registrati a Capanne di Marcarolo danno luogo a diversi superamenti del livello di protezione della salute di $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 8h e qualche superamento del limite orario di $180\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le concentrazioni di ozono si attestano attorno a valori medi di $100\mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori massimi orari attorno a $200\mu\text{g}/\text{m}^3$: si delineano dunque condizioni di media criticità tipiche del periodo estivo anche nelle zone remote e poco antropizzate per effetto del trasposto a distanza di questo inquinante secondario che si forma in giornate calde caratterizzate da tempo sereno e soleggiato da precursori quali COV e NO_2 .



Concentrazioni orarie di ozono dal 17/07/09 al 24/08/09

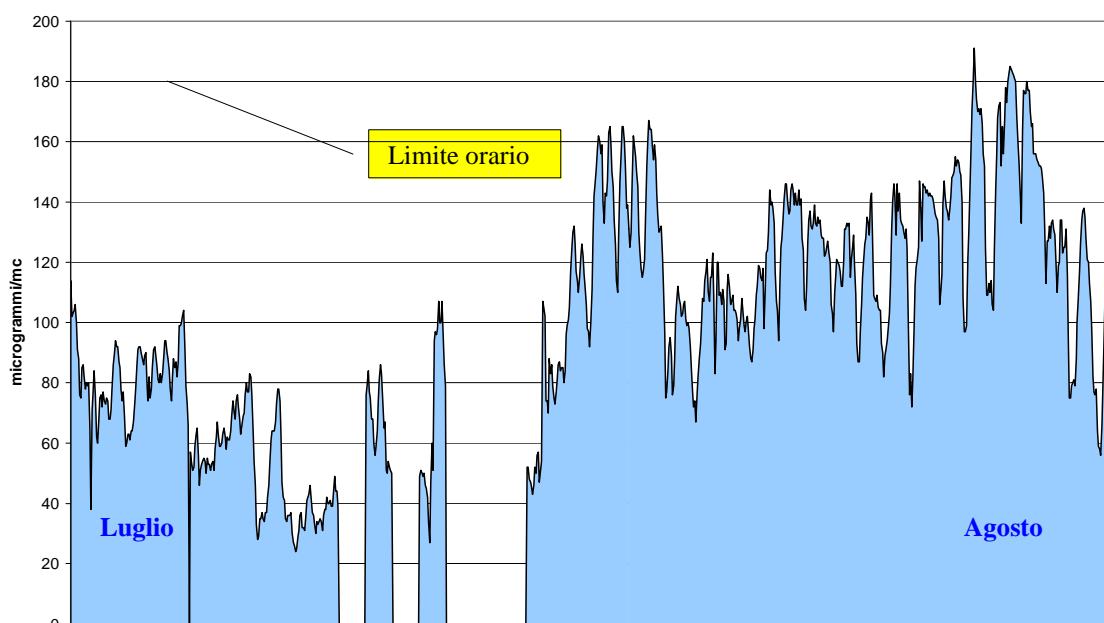
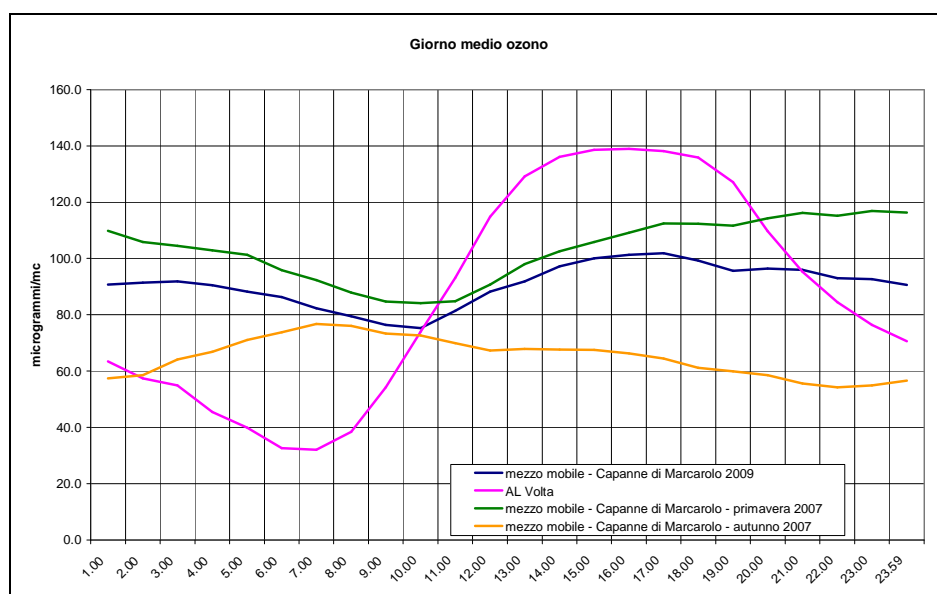


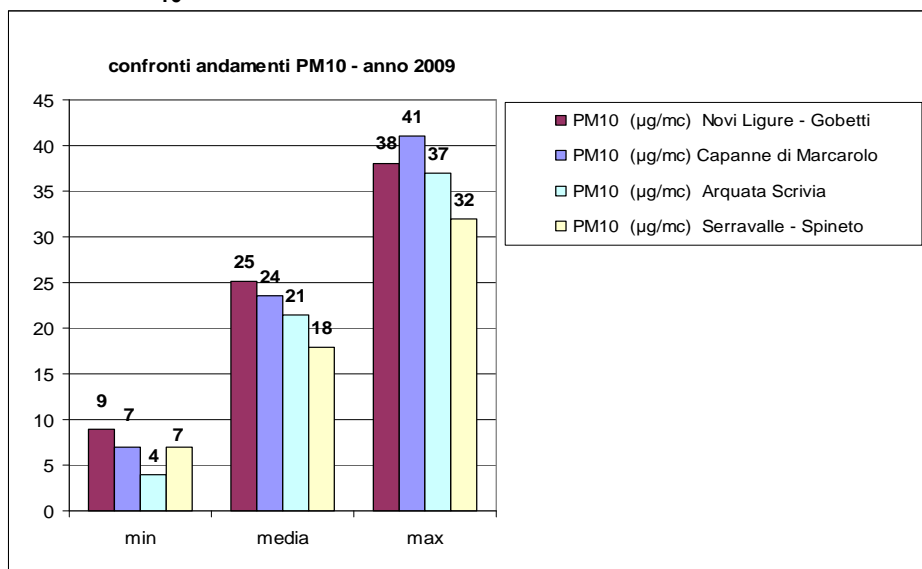
TABELLA RIASSUNTIVA DEI LIMITI VIGENTI PER L'OZONO

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

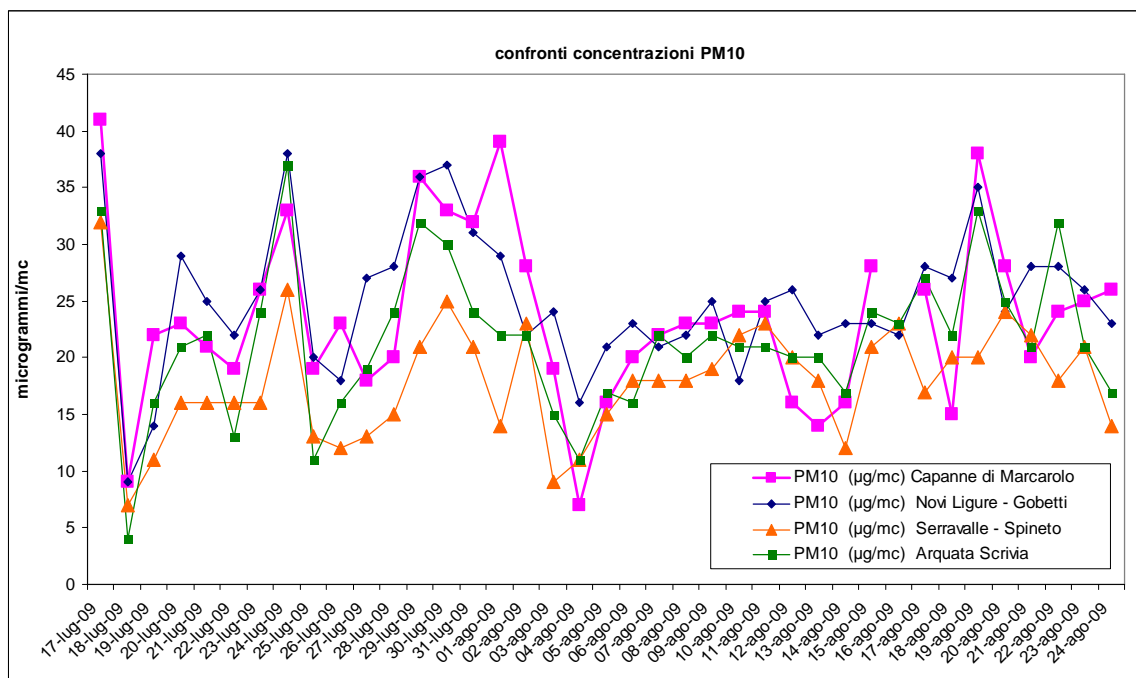
Il giorno medio mostra. Si noti come l'andamento delle concentrazioni di ozono nel sito urbano (Alessandria) sia caratterizzato da oscillazioni tra i valori minimi notturni e massimi diurni in corrispondenza della massima irradiazione solare che innesca la sua formazione a partire da altri inquinanti primari, tra cui NO₂, e come nei siti remoti, al contrario, sia caratterizzato da un andamento piatto e con minimi alti.



POLVERI PM₁₀

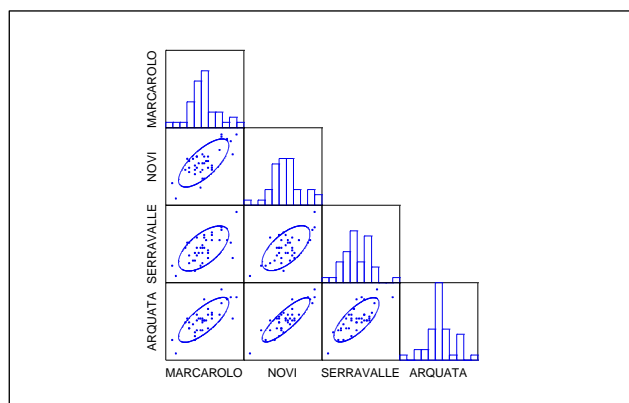


I livelli medi giornalieri di polveri PM₁₀ registrati a Capanne di Marcarolo sono simili a quelli registrati in aree urbanizzate quali Novi Ligure, Arquata e Serravalle. In accordo con i valori più bassi tipici del periodo estivo, non si riscontrano superamenti del limite giornaliero di 50µg/m³ da non superarsi per più di 35 volte l'anno. I livelli medi sono attorno a 24µg/m³ con un massimo di 41µg/m³. I livelli registrati in periodo estivo, ovunque bassi rispetto al periodo invernale, si allineano con i livelli di fondo della pianura.



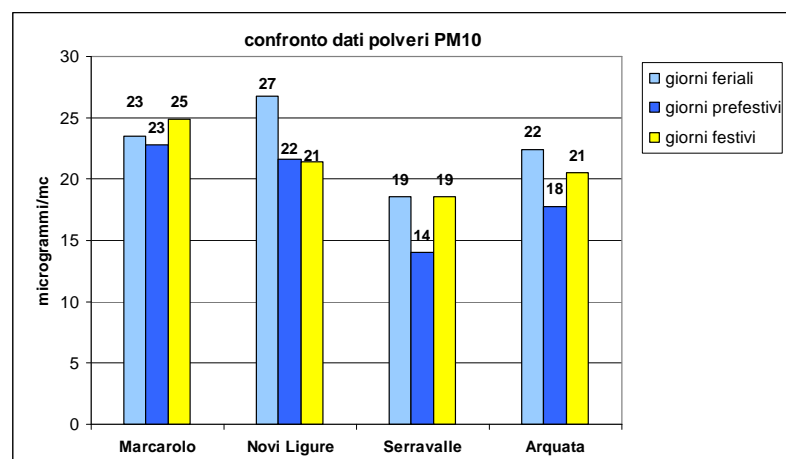
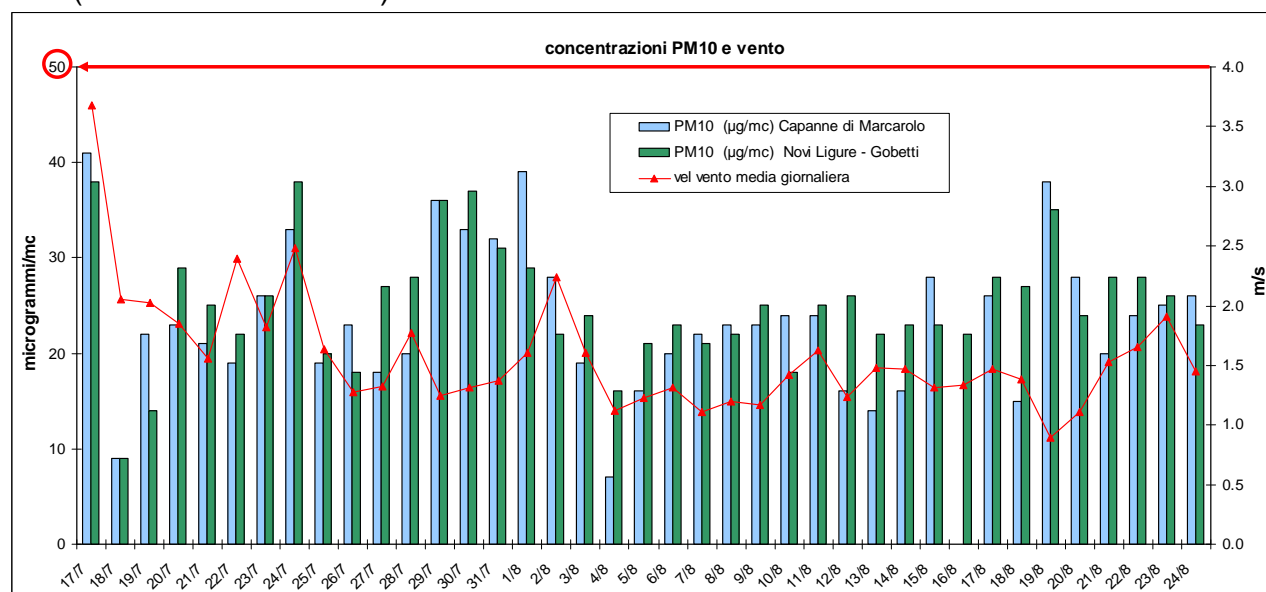
Gli andamenti delle medie giornaliere del periodo mostrano una similarità tra le postazioni, per effetto della comune dipendenza dai fattori atmosferici che presentano una influenza determinante sulla dispersione degli inquinanti. Anche gli indici di correlazione confermano questa comune dipendenza dovuta alla omogeneità dell'area dal punto di vista meteorologico – morfologico.

Coefficiente di correlazione	MARCAROLO	NOVI	SERRAVALLE	ARQUATA
MARCAROLO	1.000			
NOVI	0.724	1.000		
SERRAVALLE	0.617	0.661	1.000	
ARQUATA	0.763	0.860	0.743	1.000



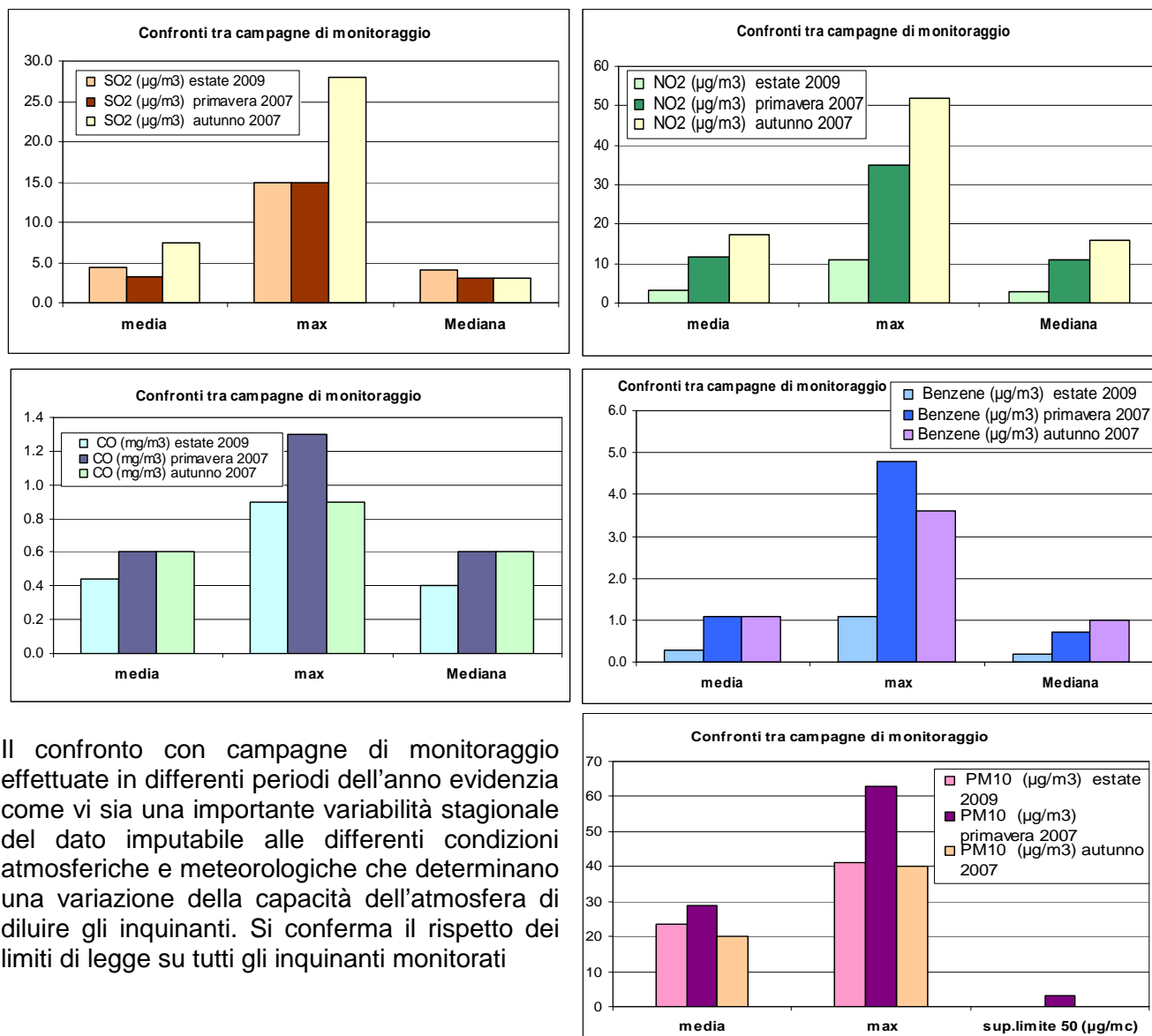
Il grafico di dispersione mostra l'ottima corrispondenza tra i dati di polveri PM10 registrati a Marcarolo e quelli registrati a Novi Ligure, Arquata e Serravalle. La correlazione si rivela buona soprattutto con Novi Ligure e Arquata a conferma di fenomeni di trasposto dalla pianura verso le colline.

Si registra inoltre un innalzamento dei livelli di polveri in corrispondenza di forti venti da Sud (17/07 - 24/07 - 02/08)

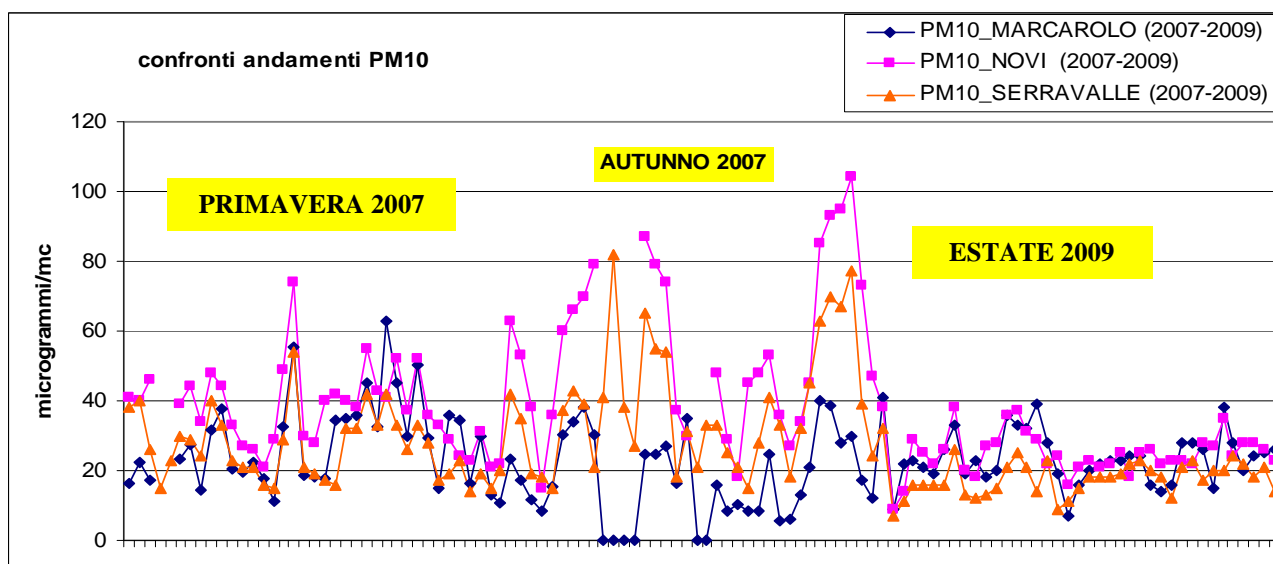


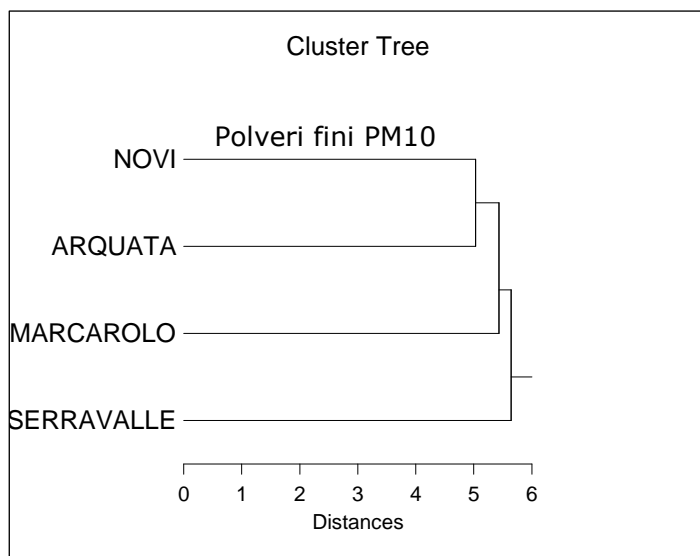
La variazione dei livelli di polveri fini tra giorni festivi e feriali mostra una inversione rispetto ai dati delle altre centraline: i valori più alti a Marcarolo nei giorni festivi attestano l'impatto del transito domenicale sulla rete stradale ed autostradale limitrofa.

5.2.3 CONFRONTO CON PRECEDENTI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

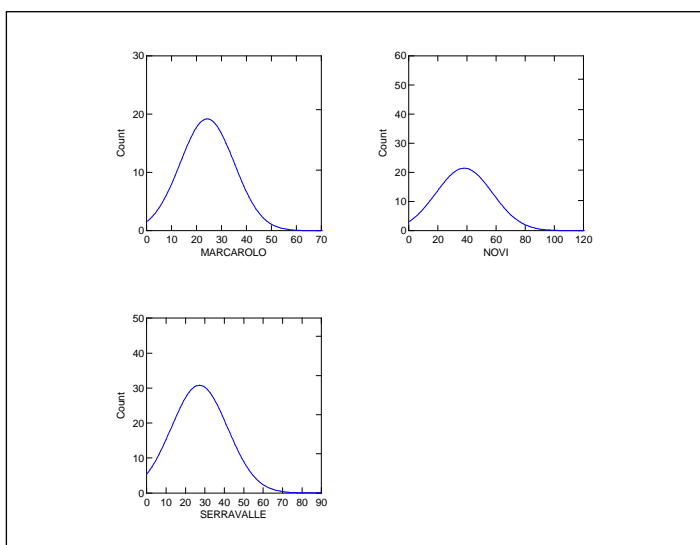


Il confronto con campagne di monitoraggio effettuate in differenti periodi dell'anno evidenzia come vi sia una importante variabilità stagionale del dato imputabile alle differenti condizioni atmosferiche e meteorologiche che determinano una variazione della capacità dell'atmosfera di diluire gli inquinanti. Si conferma il rispetto dei limiti di legge su tutti gli inquinanti monitorati





L'analisi a cluster è un insieme di tecniche di analisi multivariata dei dati volte alla selezione e raggruppamento di elementi omogenei in un insieme di dati. Gli algoritmi di *clustering* raggruppano gli elementi a seconda della **distanza** e quindi l'appartenenza o meno ad un insieme dipende da quanto l'elemento preso in esame è distante dall'insieme. Nel caso in esame la tecnica di *clustering* è stata utilizzata per verificare il grado di omogeneità dei dati di concentrazione di Pm10 forniti dalle stazioni di monitoraggio e dal mezzo mobile. La rappresentazione mediante *cluster tree*, visualizza l'omogeneità tra i vari gruppi di dati (i gruppi omogenei sono posizionati su rami dello stesso albero) e la distanza media tra i vari gruppi di dati (minore è la distanza e maggiore sarà la omogeneità tra i dati).



La distribuzione dei dati di polveri a Marcarolo sulle varie stagioni è centrata su livelli attorno a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con una piccola percentuale di valori superiore a **$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite giornaliero da non superarsi per più di 35 volte l'anno)**. I dati delle altre Stazioni mostrano una maggiore variabilità stagionale e livelli più elevati. La maggior similitudine si ha con i dati di Serravalle Scrivia.

Sulla base delle considerazioni statistiche effettuate si può desumere per Capanne di Marcarolo il rispetto del limite **di concentrazione annuale di polveri fini PM10 (limite annuale pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)** a conferma delle stime regionali e anche il rispetto **del limite dei 35 giorni con concentrazioni superiori a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . Per garantire con certezza il rispetto di quest'ultimo andrebbe effettuata una ulteriore campagna in periodo invernale.

	Dipartimento di Alessandria – SC07 Struttura Semplice 07.02	Pagina: 40/40
		Data redazione: 02/10/09
	RELAZIONE TECNICA	Data stampa: 07/01/10
		Capanne di Marcarolo_relazione aria_2009

6. CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati rilevati nel periodo di misura, dal confronto con i monitoraggi effettuati nel Parco Capanne di Marcarolo su più anni e dalle correlazioni con le centraline fisse di monitoraggio in aree omogenee (stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di Novi Ligure, Arquata Scrivia, Serravalle Scrivia) si può concludere quanto segue:

- I dati di inquinamento rilevati nel Parco Capanne di Marcarolo confermano una buona qualità dell'aria, senza superamenti dei parametri di legge per i vari inquinanti a conferma delle stime regionali che indicano per tale zona una classificazione **3** (livelli degli inquinanti **inferiori ai limiti** attualmente in vigore)
- Si segnala unicamente la presenza di **ozono** in periodo estivo con diversi superamenti del livello di protezione della salute di $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 8h e qualche superamento del limite orario di $180\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le concentrazioni di ozono si attestano attorno a **valori medi di $100\mu\text{g}/\text{m}^3$** , con valori massimi orari attorno a **$200\mu\text{g}/\text{m}^3$** : tali livelli sono del tutto simili a quelli registrati ad Alessandria nel medesimo periodo 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. Per questo inquinante si riscontrano concentrazioni medio-alte, tipiche del periodo estivo durante il quale l'ozono si forma in presenza di forte irradiazione solare da inquinanti primari quali COV e NO₂. Si delineano dunque condizioni di media criticità tipiche delle zone remote e poco antropizzate per effetto del trasporto a distanza di questo inquinante che presenta, a differenza dei centri urbani, un andamento più piatto con minimi notturni particolarmente alti che determinano anche l'innalzamento dei valori medi del periodo. L'aumento dei livelli di fondo di ozono nelle zone remote è un fenomeno che si registra negli ultimi anni in molte zone d'Europa e che va controllato soprattutto nelle aree boschive in considerazione dei danni che questo inquinante provoca alla vegetazione.
- Per quanto riguarda le **polveri fini PM₁₀**, effettuando un'analisi statistica comparativa con i dati registrati nel medesimo periodo e su più anni dalle stazioni di monitoraggio fisse di Novi Ligure, Arquata Scrivia e Serravalle Scrivia, si conferma una certa correlazione tra i dati a conferma che l'area del parco, nonostante il dislivello, è lambita dall'inquinamento della pianura padana, di cui risente gli effetti e le fluttuazioni legate sia alle fonti emissive che alle condizioni atmosferiche. I livelli registrati a Capanne di Marcarolo si mantengono comunque più bassi rispetto a quelli delle stazioni in aree urbane, si può pertanto desumere il rispetto del limite **di concentrazione annuale di polveri fini PM₁₀ (limite annuale pari a $40\mu\text{g}/\text{m}^3$)** e anche il rispetto **del limite dei 35 giorni con concentrazioni superiori a $50\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Per garantire con certezza il rispetto di quest'ultimo andrebbe effettuata un'ulteriore campagna in periodo invernale. Nel periodo di misura si è registrato inoltre un innalzamento dei livelli di polveri in corrispondenza di forti venti da Sud (17/07 - 24/07 - 02/08)

IL TECNICO

Dott.ssa Laura Erbetta

IL RESPONSABILE DI STRUTTURA

Dott. Giuseppe Caponetto