

# ARPACAL

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria



## Campagna di Misura della Qualità dell'Aria Laboratorio Mobile

**Comune di Sersale**  
Provincia di Catanzaro

Anno 2011



## **Dipartimento Provinciale ARPACAL di Catanzaro**

### **Servizio Tematico Aria**

**Responsabile** Dott. Clemente Migliorino

**Referente CTP** Dott.ssa Annalisa Morabito

#### **Gestione e Manutenzione Tecnica della Strumentazione**

CTP Dott.ssa Annalisa Morabito (ARPACal)

CPS Esperto Curcio Domenico(ARPACal)

OTS Vincenzo Tarzia (ARPACal)

Tecnico Italo Aiello (ENVIRONNEMENT)

#### **Validazione Dati**

CTP Dott.ssa Annalisa Morabito(ARPACal)

OTS Vincenzo Tarzia (ARPACal)

#### **Relazione**

CTP Dott.ssa Annalisa Morabito(ARPACal)

OTS Vincenzo Tarzia (ARPACal)

CPSE Curcio Domenico (ARPACal)

Sig. Francesco Valentino (ARPACal)

## Sommario

Introduzione .....	1
Laboratorio Mobile .....	2
Analizzatore di Monossido di Carbonio .....	2
Analizzatore di Biossido di Zolfo .....	2
Analizzatore di Ossidi di Azoto .....	3
Analizzatore di Ozono .....	3
Analizzatore di PM <sub>10</sub> .....	3
Analizzatore di Benzene .....	4
I principali inquinanti atmosferici.....	5
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) .....	5
Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	5
Ossido di carbonio (CO) .....	6
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	6
Benzene .....	7
Particolato Atmosferico (PM <sub>10</sub> ) .....	7
I parametri meteo climatici .....	9
Direzione e Velocità del Vento .....	9
Pressione Atmosferica .....	9
Radiazione solare .....	9
La Temperatura .....	9
Precipitazioni.....	9
Umidità Relativa .....	9
Quadro Normativo.....	10
Biossido di Azoto .....	10
Monossido di Carbonio .....	10
Ozono .....	11
Biossido di Zolfo .....	11
Particolato Atmosferico .....	11
Benzene .....	12
Campagne di misura .....	13
Sito di Misura .....	13
Emissioni sul territorio .....	14
Situazione meteorologica nel periodo di misura .....	14
Andamento di ciascun inquinante nel periodo di misura .....	16
Monossido di Carbonio .....	17
Ozono .....	17
Biossido di Zolfo .....	19
Particolato Atmosferico .....	19
Benzene .....	20

## Campagna di Misura della Qualità dell'Aria - Comune di Sersale

---

Conclusioni .....	21
Allegato Dati Orari .....	22
Allegato Dati Giornalieri .....	52

### Introduzione

La campagna di monitoraggio effettuata ha come scopo quello di fornire al MATTM e alla Comunità Europea una caratterizzazione puntuale del territorio regionale facendo riferimento alla zonizzazione già realizzata da ARPACal, MATTM e ISPRA.

Nello specifico nel Progetto di zonizzazione e classificazione del territorio calabrese ai sensi degli articoli 3 e 4 del D.Lgs 155/10 predisposto da ARPACal è stata disposta l'esecuzione di alcuni monitoraggi della Qualità dell'Aria della durata di due settimane per stagione climatica relativi ad alcuni siti presenti nella zona C (zona montana senza specifici fattori di pressione) e nella zona D (zona collinare e di pianura senza specifici fattori di pressione) individuati precedentemente.

L'ubicazione su macro e microscala è stata effettuata in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs. 155/10 in modo da garantire la rappresentatività della zona da monitorare così da evitare misurazioni rappresentative di microambienti nelle immediate vicinanze.

Inoltre, la scelta dei siti per le diverse campagne per ciascuna zona è stata dettata dalla disponibilità del Comune, dalla sicurezza del sito nei confronti di atti vandalici e dalla disponibilità di fornitura elettrica, oltre alla rappresentatività del luogo.

Il MATTM, con nota n. 621047 del 14/07/2011 inviata alla Regione Calabria, si esprimeva positivamente in merito alla zonizzazione ed alla classificazione delle zone A e B (sui siti in cui vengono posizionate le centraline fisse della rete) mentre si riservava di esprimere un parere per le zone C e D, dopo i risultati derivanti dal primo anno di rilevamento con mezzi mobili.

Per quanto riguarda la rete di monitoraggio nel suo complesso, il MATTM si riserva di esprimere un parere quando sarà terminata la classificazione di tutte le zone, possibile solo al termine delle 4 campagne stagionali già avviate a partire dal gennaio 2011.

### Laboratorio Mobile

Il monitoraggio di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), degli ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>), dell'ozono (O<sub>3</sub>), del monossido di carbonio (CO), del benzene toluene e xilene (BTX) e del particolato atmosferico (PM<sub>10</sub>) viene realizzato mediante l'impiego di strumentazione automatica (analizzatori) presente sui laboratori mobili di monitoraggio in dotazione ai diversi dipartimenti provinciali.

I metodi di riferimento per la determinazione dei vari inquinanti sono quelli riportati nel D.Lgs. 155/10.

#### Analizzatore di Monossido di Carbonio

Il monossido di carbonio viene misurato mediante un analizzatore in continuo basato sulla tecnica spettrofotometrica dell'assorbimento non-dispersivo di radiazioni infrarosse attorno ai 460 nm.

Il metodo di misura è basato sull'assorbimento, da parte del CO, della radiazioni IR con la conseguente variazione dell'intensità della radiazione stessa proporzionalmente alla concentrazione di monossido di carbonio presente nell'aria campionata.

#### Analizzatore di Biossido di Zolfo

La norma tecnica di riferimento per la determinazione della concentrazione del biossido di zolfo è la ISO 10498:2004 "Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta". La tecnica analitica si basa sulla eccitazione delle molecole di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), attraverso una radiazione ultravioletta (UV) avente lunghezza d'onda compresa nel range tra 200 e 220 nm, e sulla successiva emissione di una radiazione fluorescente, avente una lunghezza d'onda compresa nel range tra 240 e 420 nm, che è direttamente proporzionale alla concentrazione di biossido di zolfo.

Nel primo step le molecole di SO<sub>2</sub> vengono eccitate mediante una radiazione UV con lunghezza d'onda compresa nel range tra 200 e 220 nm:



Nel secondo step le molecole di SO<sub>2</sub> eccitate ritornano nel loro stato fondamentale emettendo una radiazione fluorescente avente una lunghezza d'onda compresa nel range tra 240 e 420 nm.



Le radiazioni UV sono prodotte da una lampada a radiazione ultravioletta (UV) a lunga durata le cui variazioni di intensità sono compensate automaticamente via software.

Il biossido di zolfo viene misurato in continuo; l'aria ambiente prelevata viene inviata in una cella ed irradiata da una radiazione ultravioletta resa monocromatica da un filtro, le molecole di SO<sub>2</sub> eccitate dalla radiazione emettono a loro volta una radiazione specifica a lunghezza d'onda più grande.

Altre specie chimiche, oltre al biossido di zolfo, producono in tali condizioni una radiazione fluorescente. I principali interferenti sono rappresentati dagli idrocarburi policiclici aromatici.

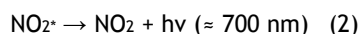
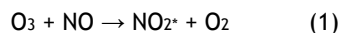
Per eliminare l'effetto di una loro eventuale presenza, gli analizzatori sono dotati di un dispositivo a permeazione il quale rimuove selettivamente le molecole di idrocarburi dal campione di gas in esame, lasciando inalterata la concentrazione di SO<sub>2</sub>.

La luce UV emessa per fluorescenza è filtrata e convertita in segnale elettrico da un tubo fotomoltiplicatore.

### Analizzatore di Ossidi di Azoto

La tecnica analitica per determinare la concentrazione degli ossidi di azoto nell'aria ambiente si basa sulla chemiluminescenza, che consiste nell'emissione di radiazioni elettromagnetiche, in particolare nel campo del visibile e del vicino infrarosso, che può accompagnare una reazione chimica.

In questo particolare caso la reazione utilizzata, che produce chemiluminescenza, è quella che avviene tra monossido di azoto e ozono, secondo lo schema di seguito riportato:



Nella camera di misura entrano contemporaneamente l'aria ambiente ed un flusso di ozono generato separatamente dall'analizzatore, l'ozono e il monossido di azoto reagiscono istantaneamente per produrre  $\text{NO}_2^*$  eccitato (1), che successivamente torna nel suo stato fondamentale (2) emettendo una radiazione elettromagnetica nella regione dell'UV (chemiluminescenza).

La radiazione emessa per chemiluminescenza è correlata alla concentrazione di NO e viene quindi registrata da un detector.

Per la determinazione del biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), è necessario convertirlo dapprima in monossido di azoto (NO) pertanto, il campione di aria prima di giungere nella camera di misura, viene fatto passare attraverso un convertitore catalitico al molibdeno per ridurre l' $\text{NO}_2$  in NO che viene quindi determinato come su esposto.

Il segnale elettrico ottenuto è pertanto proporzionale alla somma delle concentrazioni di NO ed  $\text{NO}_2$ , generalmente indicata come  $\text{NO}_x$ . La quantità di  $\text{NO}_2$  è calcolata per differenza.

Per la misurazione della concentrazione del diossido di azoto e del monossido di azoto la Norma tecnica di riferimento è la ISO 7996:1985: "Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".

### Analizzatore di Ozono

Il metodo di riferimento per l'analisi dell'ozono è la Norma ISO 13964:1998 basata sull'impiego della fotometria ultravioletta.

L'analizzatore di ozono sfrutta l'assorbimento, da parte di questo gas, di una radiazione UV, monocromatica a 253,7 nm, ottenuta da una lampada a vapori di mercurio a bassa pressione e stabilizzata. La radiazione UV che passa attraverso la cella di assorbimento è misurata da un detector, costituito da un fotodiodo sensibile o da un fotomoltiplicatore, e quindi convertita in un segnale elettrico.

L'assorbimento della radiazione da parte del campione di aria è una misura della concentrazione di ozono nell'aria ambiente.

### Analizzatore di $\text{PM}_{10}$

Il metodo di misura di riferimento è la norma UNI EN 12341 che prevede l'impiego di un orifizio di ingresso  $\text{PM}_{10}$  direttamente accoppiato a un filtro e a un regolatore di flusso, seguito da una determinazione gravimetrica della massa di  $\text{PM}_{10}$  raccolta sul filtro.

Un metodo equivalente è quello basato sull'utilizzo di una strumentazione automatica che sfrutta il principio dell'assorbimento della radiazione  $\beta$  da parte della polvere campionata.

Il metodo si basa sull'attenuazione dei raggi beta, emessi da una piccola sorgente radioattiva di Carbonio 14 e rilevate da un contatore geiger, ossia sull'attenuazione dell'energia associata ad un fascio di elettroni che si verifica quando questo attraversa uno strato sottile di materiale.

Questi strumenti sono costituiti da una pompa che aspira l'aria ambiente attraverso una testa di prelievo, la cui geometria è stata normata a livello internazionale e che è in grado di selezionare le polveri con diametro aerodinamico inferiore ai 10  $\mu\text{m}$  con una efficienza del 50%. Le sonde per il prelievo

sono dotate di una testa di campionamento specifica in grado di "tagliare" le particelle con granulometria maggiore a 10 micron, per l'analisi del PM<sub>10</sub>.

### **Analizzatore di Benzene**

Il monitoraggio del benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) viene realizzato mediante strumentazione automatica (analizzatore BTX) che effettua il campionamento dell'aria ambiente con frequenza semioraria e successiva analisi gascromatografica.

Generalmente la durata di un ciclo di analisi è di circa 15 minuti.

La norma tecnica di riferimento è illustrata nel DM 25/11/94 - Allegato VI.



### I principali inquinanti atmosferici

#### Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Le emissioni naturali di NO<sub>2</sub> comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo per cui gli ossidi di azoto (monossido e biossido di azoto) sono gas presenti, come fondo naturale, anche in aree disabitate. Le emissioni antropogeniche sono invece principalmente derivate da processi di combustione (veicoli, centrali termiche, riscaldamento domestico e attività industriale) in quanto le elevate temperature e pressioni favoriscono la reazione tra l'ossigeno e l'azoto mentre nelle aree urbane ad elevato traffico la fonte principale è costituita dai motori diesel. Ciò è determinato dal fatto che negli autoveicoli con questa tipologia di motorizzazione, l'elevata temperatura che si origina durante lo scoppio provoca la reazione tra l'azoto naturalmente presente nell'aria e l'ossigeno, formando monossido di azoto. La quantità prodotta è tanto maggiore quanto più elevata è la temperatura di combustione e tanto più veloce è il successivo raffreddamento dei gas prodotti, che impedisce la decomposizione in azoto ed ossigeno. In una atmosfera urbana, in condizioni di traffico elevato e rilevante soleggiamento, si assiste ad un ciclo giornaliero di formazione di inquinanti secondari: il monossido di azoto viene ossidato tramite reazioni fotochimiche a biossido di azoto con formazione di una miscela NO - NO<sub>2</sub> che raggiunge il picco di concentrazione nelle zone e nelle ore di traffico più intenso. Il Biossido d'azoto, che presenta una tossicità di circa 4 volte superiore al monossido, è un gas fortemente reattivo, ritenuto tra gli inquinanti atmosferici più pericolosi in quanto irritante per propria natura. Esplica questa azione a livello delle mucose delle vie respiratorie, sia a livello nasale che bronchiale ed è inoltre precursore, in presenza di forte irraggiamento solare, di una serie di reazioni secondarie che determinano la formazione di tutta quella serie di sostanze inquinanti note con il termine di "smog fotochimico". Essendo in generale questi composti particolarmente reattivi con gli Idrocarburi Policiclici Aromatici, possono formarsi dei composti la cui tossicità risulta fortemente amplificata. Infatti, in atmosfera in periodi di intensa attività ossidativa dalla reazione tra biossido di azoto e radicale perossiacetile, derivante a sua volta dall'ossidazione fotochimica di idrocarburi, aldeidi e chetoni, ovvero a partire da specie che a loro volta sono inquinanti secondari, si viene a formare il così detto PAN (perossiacetilnitrate) che è un nitrocomposto organico responsabile di molte infezioni respiratorie. Relativamente agli aspetti ambientali, gli ossidi di azoto intervengono nella formazione di piogge acide con conseguenti danni ai monumenti lapidei, provocandone il deterioramento, ed alla vegetazione a seguito di un impoverimento dei terreni di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e contemporanea liberazione di ioni metallici tossici per le piante, mentre per quanto riguarda le problematiche igienico-sanitarie, le conseguenze più frequenti sono riconducibili ad irritazioni e patologie a carico dell'apparato respiratorio, in particolare nei soggetti asmatici, con diminuzioni delle difese polmonari e conseguente insorgenza di bronchiti, allergie ecc. Particolarmente sensibile all'azione tossica di questo composto risulta essere l'epitelio ciliato dell'apparato respiratorio che perdendo le sue ciglia vibratili che rivestono le piccole vie aeree riduce sensibilmente la difesa meccanica nei confronti di particelle e microrganismi estranei.

#### Ozono (O<sub>3</sub>)

L'ozono è un gas altamente tossico dotato di odore pungente caratteristico. Esso è naturalmente presente in una fascia della stratosfera, compresa tra i 20 e 30 Km di altezza denominata per l'appunto ozonofera e la sua concentrazione viene mantenuta sostanzialmente costante mediante un equilibrio chimico tra le reazioni di formazione e quelle di fotolisi che avviene per assorbimento della radiazione solare. Grazie a questo fenomeno l'ozono è in grado di proteggere la terra da più del 90% delle radiazioni UV dannose per la vita sul nostro pianeta.

A prescindere da questi effetti protettivi, a livello del suolo viene definito come un inquinante gassoso secondario che si forma nell'atmosfera di aree antropizzate attraverso reazioni fotochimiche a partire da precursori come ossido di azoto, piccole molecole organiche (idrocarburi, composti organici

volatili) in presenza di radiazione solare. L'ozono, energico ossidante, reagisce chimicamente con una grande quantità di sostanze presenti nell'aria e nel suolo e probabilmente rappresenta, assieme al materiale particolato, uno dei più importanti inquinanti con una tossicità valutata dalle 10 alle 15 volte superiore a quella del biossido di azoto. Assorbito per via inalatoria, penetra nell'apparato respiratorio dove è in grado di danneggiare le proteine strutturali e di causare danno e morte delle cellule. A seguito di ciò si determina una diminuzione transitoria della funzione polmonare ed infiammazione delle vie aeree profonde: numerosi studi epidemiologici associano l'esposizione ad ozono ad un incremento del numero di ricoveri ospedalieri per disturbi respiratori, asma inclusa.

### Ossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO), noto anche con il termine di ossido di carbonio è uno degli inquinanti atmosferici più diffusi. E' un gas tossico, incolore, inodore e insapore che viene prodotto ogni volta che una sostanza contenente carbonio brucia in maniera incompleta. E' più leggero dell'aria e diffonde rapidamente negli ambienti. Come l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) deriva dall'ossidazione del carbonio in presenza di ossigeno. La sua presenza è quindi legata ai processi di combustione che utilizzano combustibili organici. In ambito urbano la sorgente principale è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle ore di punta del traffico. Il principale apporto di questo gas (fino al 90% della produzione complessiva) è determinato dagli scarichi dei veicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo, fasi di decelerazione, ecc.): per questi motivi viene riconosciuto come tracciante di inquinamento veicolare. Tra i motori degli autoveicoli, quelli a ciclo Diesel ne emettono quantità minime, in quanto la combustione del gasolio avviene in eccesso di aria. Ulteriore contributo è dovuto all'emissioni delle centrali termoelettriche, degli impianti di riscaldamento domestico e degli inceneritori di rifiuti. Altre sorgenti significative di CO sono le raffinerie di petrolio, gli impianti siderurgici e, più in generale, tutte le operazioni di saldatura. E' infine presente in concentrazioni significative nel fumo di sigaretta ed è un pericoloso inquinante prodotto nel corso di incendi. E' definito un inquinante primario a causa della sua lunga permanenza in atmosfera che può raggiungere i quattro - sei mesi e proprio per questo motivo può essere utilizzato come tracciante dell'andamento temporale degli inquinanti primari al livello del suolo. Sono da ritenersi sostanzialmente scarsi o trascurabili gli effetti sull'ambiente, mentre relativamente agli aspetti igienico-sanitari è da rimarcare l'elevata affinità (circa 240 volte superiore a quella per l'ossigeno) che questo gas dimostra nei confronti dell'emoglobina con formazione di un complesso estremamente stabile (carbossiemoglobina). Considerando che l'emoglobina è la molecola organica deputata nell'uomo al trasporto dell'ossigeno ai vari organi e tessuti, in presenza di elevate concentrazioni di CO, è proprio questa associazione che determina gli effetti tossici in particolare per alcune fasce di popolazioni quali neonati, cardiopatici, asmatici e più in generale le persone anziane nei confronti dei quali possano registrarsi alterazioni delle funzioni polmonari, cardiache e nervose, effetti questi conseguenti ad una verosimile azione tossica del composto sugli enzimi cellulari che inibiscono, per questa via, la respirazione. Cefalea e vertigini sono generalmente riconosciuti come i primi sintomi di avvelenamento da tale composto chimico: ulteriori e successivi effetti fisiopatologici sono le alterazioni psicomotorie con diminuzione della vigilanza, dell'acuità visiva, della capacità di apprendimento e dell'esecuzione di test manuali.

### Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

E' un gas incolore, di odore pungente. Si forma per ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione di materiali che contengono questo elemento come impurità. Le principali emissioni di biossido di zolfo sono di origine antropica e derivano da impianti fissi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, cherosene, carbone), da processi metallurgici, produzione di acido solforico, lavorazione di molte materie plastiche, industrie della carta, fonderie, desolfurazione di gas naturali ed incenerimento di rifiuti in condizioni non controllate, mentre pressoché trascurabile l'apporto da traffico veicolare (circa il 2% sul totale) dal momento che i carburanti in uso sono raffinati e a basso tenore di zolfo. Ritenuto fino a pochi anni fa uno dei principali inquinanti

atmosferici, anche perché uno dei primi composti a manifestare effetti sull'uomo e sull'ambiente, ultimamente la sua significatività è venuta sensibilmente a ridursi grazie agli interventi di metanizzazione che hanno interessato sia impianti di riscaldamento domestico che processi di combustione industriale. L'anidride solforosa, gas molto irritante per la gola, gli occhi e le vie respiratorie pur non presentando una propria tossicologia, è fattore predisponente all'acuirsi di malattie croniche nei soggetti più esposti qua li anziani, in particolare asmatici, e bambini. In ragione della sua alta idrosolubilità, l'85% della SO<sub>2</sub> viene trattenuta dal tratto rinofaringeo e solo in minime percentuali raggiunge zone più distali quali bronchioli ed alveoli. Episodi di inquinamento atmosferico con aumento delle concentrazioni di biossido di zolfo sono risultati associati in studi epidemiologici con l'incremento sia dei ricoveri ospedalieri per patologie respiratorie sia con l'aumento della mortalità generale.

### **Benzene**

Il benzene è un idrocarburo che si presenta come un liquido volatile, in grado cioè di evaporare rapidamente a temperatura ambiente, incolore e facilmente infiammabile. E' il capostipite di una famiglia di composti organici definiti aromatici per l'odore caratteristico ed è un componente naturale del petrolio (1 - 5% in volume) e dei suoi derivati di raffinazione. In atmosfera la sorgente più rilevante di benzene (oltre l'80%) è rappresentata dal traffico veicolare, principalmente dai gas di scarico dei veicoli alimentati a benzina dal momento che viene utilizzato (miscelato ad altri idrocarburi quali toluene, xilene ecc.) come antidetonante in questo tipo di carburante. In parte proviene anche dalle emissioni che si verificano nei cicli di raffinazione, stoccaggio e distribuzione delle benzine; a tal proposito va segnalato che durante il rifornimento di carburante dei veicoli si liberano nell'aria quantità significative della sostanza con esposizione a rischio del personale addetto ai distributori. Il prodotto è presente nelle benzine di produzione nazionale fino ad un tenore massimo dell'1% in volume (Legge 413/97), ma va considerato che in parte si forma anche durante la combustione, a partire precedentemente da altri idrocarburi aromatici. E' una molecola stabile e relativamente inerte e non ha un ruolo significativo nei processi di inquinamento secondario. Tra i vari elementi presenti in atmosfera, questo idrocarburo rappresenta probabilmente uno di quelli a più elevato rischio sanitario. Esso viene infatti classificato come cancerogeno di categoria 1, R45 dalla C.E., nel Gruppo 1 (sostanze per le quali esiste una accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) dalla International Agency for Research on Cancer (I.A.R.C) che lo definisce probabile ed importante causa nell'uomo di leucemia mielogenica acuta e forse anche di leucemia di altro tipo ed anche l'Associazione Americana degli Igienisti Industriali lo riconosce cancerogeno accertato per l'uomo.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità e U.S. Environmental Protection Agency hanno rispettivamente stimato in 4 e 10 casi aggiuntivi di leucemia per milione di persone, il rischio massimo aggiuntivo derivante dall'esposizione, protratta per tutta la vita, a concentrazioni di benzene pari a 1µg/m<sup>3</sup>. Da un punto di vista igienico-sanitario va inoltre segnalato il significativo contributo derivante dal fumo di sigaretta. Chi fuma 20 sigarette/die inala una quantità giornaliera di benzene pari a circa 5 volte quella assorbita con l'aria ambiente mentre il ruolo derivante dal fumo passivo può ragionevolmente determinare un incremento di assunzione pari fino a circa due volte e mezzo.

### **Particolato Atmosferico (PM<sub>10</sub>)**

L'interesse suscitato dalle polveri atmosferiche, sia dal punto di vista ambientale che igienico-sanitario deriva, storicamente, dallo studio di fenomeni acuti di smog (Londra nel 1952), nel corso dei quali le polveri, in combinazione con il biossido di zolfo, avevano determinato il verificarsi di pesanti effetti sanitari. Già dalla pubblicazione dei risultati di MISA-2, un grande studio pianificato di metanalisi sugli effetti a breve termine degli inquinanti atmosferici rilevati nel periodo 1996-2002 in 15 città italiane, era emerso il ruolo statisticamente significativo degli inquinanti atmosferici, ed in particolare delle polveri fini, sull'insorgenza di patologie cardiovascolari e respiratorie. Le polveri atmosferiche vengono comunemente definite con la sigla P.T.S. (Particellato Totale Sospeso) che comprende un insieme eterogeneo di particelle solide volatili (organiche ed inorganiche) e di goccioline liquide sospese nell'aria

con dimensioni comprese tra 0.005 e 100 micron e che possono presentare caratteristiche e composizioni chimiche variabili e correlate alla fonte di provenienza. La loro presenza nell'ambiente è legata a fonti naturali (eruzioni vulcaniche, polverosità terrestre, polveri desertiche, pollini ecc.) o può derivare da diverse attività antropiche quali emissioni da centrali termiche, da inceneritori, da processi industriali in genere, da traffico e svariate altre. Il possibile danno per l'organismo umano può derivare sia dalla tipologia propria della particella di per sé tossica oppure, più frequentemente, a seguito di sostanze su di esse depositatesi: in altre parole il particolato sospeso risulta, di fatto, il tramite che consente la penetrazione, nell'apparato respiratorio dell'uomo, di sostanze potenzialmente nocive. Mentre le particelle con diametro maggiore di 10 micron vanno incontro a naturali fenomeni di sedimentazione e comunque sono trattenute dalle vie aeree superiori, quelle di diametro inferiore o uguale a 10 micron (note come frazione  $PM_{10}$  che comprende anche un sottogruppo, pari al 60%, di polveri più sottili denominate  $PM_{2.5}$  e  $PM_1$  aventi rispettivamente diametri uguali od inferiori a 2.5 ed 1 micron), rappresentano la frazione respirabile delle polveri e conseguentemente quella più pericolosa per la salute dell'uomo, in quanto possono determinare l'immissione all'interno del nostro organismo, fino a livello degli alveoli polmonari, di tutte le sostanze da esse veicolate. In sintesi quanto minori sono le dimensioni delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e di produrre effetti dannosi sulla salute umana. Le polveri  $PM_{10}$ , una volta emesse, possono rimanere in sospensione nell'aria per circa 12 ore; di queste la frazione di diametro pari a 1 micron ( $PM_1$ ), può rimanere in circolazione per circa 1 mese. Le fonti urbane di emissione di polveri  $PM_{10}$ , sono principalmente i trasporti su gomma e gli impianti civili di riscaldamento. Tutti i mezzi di trasporto emettono polveri fini: in ogni caso i veicoli diesel, sia leggeri che pesanti, emettono quantitativi di polveri, per chilometro percorso, maggiori rispetto ai veicoli a benzina, riconosciuti comunque responsabili della produzione di piccole quantità di questo inquinante. Emissioni sono attribuibili anche alla erosione del manto stradale, all'usura di freni e pneumatici ed al risollevarsi di polvere presente sulla carreggiata.

Relativamente agli impianti di riscaldamento, possono emettere polveri in particolare quelli alimentati a gasolio, olio combustibile, carbone, legno o biomassa mentre sono da ritenersi trascurabili le emissioni di impianti alimentati a metano.

### I parametri meteo climatici

#### Direzione e Velocità del Vento

Il vento è il moto quasi orizzontale che l'aria compie rispetto alla superficie terrestre. E' generato dalla differenza di pressione atmosferica tra zone diverse della terra. Tra i parametri meteorologici osservati è uno dei più significativi. La direzione del vento è intesa come la direzione di provenienza del flusso dell'aria e può essere indicata mediante la rosa dei venti, in cui ogni quadrante, determinato dai punti cardinali è diviso in quattro parti uguali e si esprime in gradi nord ( $^{\circ}$  N). La velocità del vento, ovvero la velocità di spostamento della massa d'aria, si misura in metri al secondo (m/s).

#### Pressione Atmosferica

La pressione atmosferica è una misura che mette in relazione l'altitudine relativa al punto di misura rispetto al livello del mare. Le osservazioni riguardanti la sua variazione temporale per uno stesso punto di misura sono la base delle previsioni sull'evoluzione dei fenomeni meteorologici direttamente collegati all'evoluzione della dispersione degli inquinanti. L'unità di misura è espressa in millibar (mBar).

#### Radiazione solare

La radiazione solare è uno dei parametri più significativi per la determinazione del grado di instabilità atmosferica. Il mescolamento degli inquinanti infatti viene a essere accelerato dalla turbolenza convettiva generata dall'intensità della radiazione globale. La radiazione solare, inoltre, ha effetto catalitico su molti di quei fenomeni fotochimici che originano in atmosfera gli inquinanti secondari. Nei periodi di maggiore insolazione si registrano, infatti, le concentrazioni maggiori di ozono troposferico e i valori maggiori di rapporto tra biossido e monossido di azoto. L'unità di misura in cui si esprime la radiazione globale solare è il watt al metro quadrato ( $W/m^2$ )

#### La Temperatura

La temperatura influenza la concentrazione degli inquinanti in atmosfera. Essa varia in base alle zone e alla stagione variando così anche la composizione degli inquinanti in atmosfera. La temperatura si esprime in gradi centigradi ( $^{\circ}$  C).

#### Precipitazioni

Le precipitazioni sono costituite dalla pioggia caduta in un determinato lasso di tempo in una data zona. Ha un'importanza fondamentale nello studio della dispersione degli inquinanti in quanto contribuisce a diminuire la concentrazione degli inquinanti in aria.

Vengono misurate mediante un pluviometro che registra la quantità di pioggia caduta in un determinato periodo di tempo espressa in millimetri (mm).

#### Umidità Relativa

L'umidità relativa esprime il rapporto tra la quantità di vapore d'acqua contenuto in una data massa d'aria e la massima quantità di vapore d'acqua che la stessa massa d'aria può contenere, ovvero in condizioni di saturazione. Questa misura è adimensionale ma si esprime come percentuale (%). Il valore massimo, ovvero il 100%, indica che la massa la massa d'aria contiene la massima quantità di vapore d'acqua contenibile in quelle condizioni senza che si condensi.

## Quadro Normativo

La normativa nazionale di riferimento prevede per ciascun inquinante dei limiti imposti per garantire la salubrità dell'aria. Sono presenti limiti diversi in funzione dell'incidenza e/o pericolosità relativa alla concentrazione dell'inquinante stesso.

Il D.Lgs 155/10 riporta le seguenti definizioni:

- **valore limite:** livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato;
- **valore obiettivo:** livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita;
- **soglia di allarme:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati;
- **soglia di informazione:** livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive.

Viene di seguito riportata, per ogni inquinante, una tabella riassuntiva della rispettiva normativa vigente con i relativi limiti.

### Biossido di Azoto

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente e nei grafici viene illustrato l'andamento dei valori delle medie giornaliere e dei valori massimi della media oraria (la linea rossa indica il valore limite orario).

NO <sub>2</sub> : Biossido di azoto			
DL 155 13/08/2010:	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria ( max 18 volte in un anno)	200 µg/m <sup>3</sup>
DL 155 13/08/2010:	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/m <sup>3</sup>
DL 155 13/08/2010:	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	400 µg/m <sup>3</sup>

### Monossido di Carbonio

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente e nei grafici viene illustrato l'andamento dei valori delle medie giornaliere e dei valori massimi della media mobile su 8 ore (la linea rossa indica il valore limite della media massima giornaliera su 8 ore).

CO: Monossido di carbonio			
DL 155 13/08/2010:	Valore limite	Massima Media Mobile su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>

## Campagna di Misura della Qualità dell'Aria - Comune di Sersale

### Ozono

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente e nei grafici viene illustrato l'andamento dei valori delle massime medie orarie registrate giornalmente (la linea rossa indica la Soglia di informazione relativo alla media oraria) e dei valori massimi della media mobile su 8 ore (la linea rossa indica il Valore obiettivo per la protezione della salute umana della massima media mobile su 8 ore).

O <sub>3</sub> : Ozono			
DL 155 13/08/2010:	Soglia di Informazione	Numero di Superamenti del valore orario	180 µg/m <sup>3</sup>
DL 155 13/08/2010:	Soglia di Allarme	Numero di Superamenti del valore orario (3 ore consecutive)	240 µg/m <sup>3</sup>
DL 155 13/08/2010:	Valore obiettivo per la protezione della salute umana (da valutare per la prima volta nel 2013)	Numero di superamenti della media mobile di 8 ore massima giornaliera (max 25 gg/anno come media degli ultimi 3 anni)	120µg/m <sup>3</sup>

### Biossido di Zolfo

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente e nel grafico viene illustrato l'andamento relativo ai valori delle medie giornaliere (la linea rossa indica il valore limite della media giornaliera).

SO <sub>2</sub> : Biossido di Zolfo			
DL 155 13/08/2010:	Valore limite orario	Numero di superamenti Media oraria ( max 24 volte in un anno)	350 µg/m <sup>3</sup>
DL 155 13/08/2010:	Soglia di Allarme	Numero di superamenti Media oraria (3 ore consecutive)	500 µg/m <sup>3</sup>
DL 155 13/08/2010:	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera ( max 3 volte in un anno)	125 µg/m <sup>3</sup>

### Particolato Atmosferico

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente e nel grafico viene illustrato l'andamento relativo ai valori delle medie giornaliere (la linea rossa indica il valore limite della media giornaliera).

PM <sub>10</sub> : Particolato Atmosferico			
DL 155 13/08/2010:	Valore limite giornaliero	Numero di superamenti Media giornaliera (max 35 volte in un anno)	50 µg/m <sup>3</sup>
DL 155 13/08/2010:	Valore limite annuale	Media annua	40 µg/m <sup>3</sup>



## Campagna di Misura della Qualità dell'Aria - Comune di Sersale

### Benzene

In tabella vengono riportati i limiti indicati dalla normativa vigente e nel grafico viene illustrato l'andamento relativo ai valori delle medie giornaliere (la linea rossa indica il valore limite della media annua).

	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> : Benzene		
DL 155 13/08/2010:	Valore limite annuale	Media annua	5 µg/m <sup>3</sup>

### Campagne di misura

#### Sito di Misura

LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE SERSALE

COMUNE: Sersale

ZONA MONITORATA: Terza traversa Carmela Borelli

COORDINATE: lat. 39° 0' 24" - long. 16° 43' 51"





### Stagione Primavera (21/03/2011 - 13/04/2011)

Durante il monitoraggio effettuato nel periodo primaverile, il tempo è stato caratterizzato da una stabilità atmosferica con venti che sono stati deboli o moderati con velocità media pari a 2,32 m/s e direzione prevalente Est. Nel periodo considerato non ci sono stati superamenti del valore limite normato per gli inquinanti monitorati.

#### Andamento di ciascun inquinante nel periodo di misura

<i>Parametri</i>	Valore max media oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore max media mobile su 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore max media nelle 24 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore limite media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore limite media mobile su 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Numero di superamenti	Valore limite di superamenti annui
Monossido di carbonio (CO)		1.1mg			10 mg/m <sup>3</sup>		
Biossido d'azoto (NO <sub>2</sub> )	39						
Ozono (O <sub>3</sub> )	112	101	93		120 Livello Rif Protezione Salute Umana	0	25 giorni
Particolato con diametro < 10 micron (PM <sub>10</sub> )			34	50		0	35
Biossido di Zolfo (SO <sub>2</sub> )	12		4				
Benzene	2.8						

### Stagione Estiva (20/08/2011 - 08/09/2011)

Durante il monitoraggio effettuato nel periodo primaverile, il tempo è stato caratterizzato da una stabilità atmosferica con venti sono stati deboli o moderati con velocità media pari a 1,84m/s e direzione prevalente ENE. Nel periodo considerato non ci sono stati superamenti del valore limite normato per gli inquinanti monitorati.

#### Andamento di ciascun inquinante nel periodo di misura

<i>Parametri</i>	Valore max media oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore max media mobile su 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore max media nelle 24 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore limite media giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valore limite media mobile su 8 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Numero di superamenti	Valore limite di superamenti annui
Monossido di carbonio (CO)		0,6 mg			10 mg/m <sup>3</sup>		
Biossido d'azoto (NO <sub>2</sub> )	15		7				
Ozono (O <sub>3</sub> )	167	154	146		120 ** Livello Rif Protezione Salute Umana	11	25 giorni
Particolato con diametro < 10 micron (PM <sub>10</sub> )			49	50		0	35
Biossido di Zolfo (SO <sub>2</sub> )	17		5				
Benzene	0,3		0,1				

**Stagione Autunnale (21/09/2011 - 11/10/2011)**

Durante il monitoraggio effettuato nel periodo primaverile, il tempo è stato caratterizzato da una stabilità atmosferica con venti sono stati deboli o moderati con velocità media pari a 2,30m/s e direzione prevalente ENE. Nel periodo considerato si è verificato un superamento del valore limite del particolato PM<sub>10</sub>.

**Andamento di ciascun inquinante nel periodo di misura**

<i>Parametri</i>	Valore max media oraria (µg /m <sup>3</sup> )	Valore max media mobile su 8 ore (µg /m <sup>3</sup> )	Valore max media nelle 24 ore (µg /m <sup>3</sup> )	Valore limite media giornaliera (µg /m <sup>3</sup> )	Valore limite media mobile su 8 ore (µg /m <sup>3</sup> )	Numero di superamenti	Valore limite di superamenti annui
<b>Monossido di carbonio (CO)</b>		0,8 mg			10 mg/m <sup>3</sup>		
<b>Biossido d'azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	97		17				
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	119	113	104		120 Livello Rif Protezione Salute Umana	0	25 giorni
<b>Particolato con diametro &lt; 10 micron (PM<sub>10</sub>)</b>			24	50			35
<b>Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	23		6				
<b>Benzene</b>	0,8		0,3				

**Stagione Invernale (04/03/2011 - 20/03/2011)**

Durante il monitoraggio effettuato nel periodo primaverile, il tempo è stato caratterizzato da una stabilità atmosferica con venti sono stati deboli o moderati con velocità media pari a 3,66 e direzione prevalente E. Nel periodo considerato si è verificato un superamento del limite del benzene che deve essere valutato, però, come media annuale.

**Andamento di ciascun inquinante nel periodo di misura**

<i>Parametri</i>	Valore max media oraria (µg /m <sup>3</sup> )	Valore max media mobile su 8 ore (µg /m <sup>3</sup> )	Valore max media nelle 24 ore (µg /m <sup>3</sup> )	Valore limite media giornaliera (µg /m <sup>3</sup> )	Valore limite media mobile su 8 ore (µg /m <sup>3</sup> )	Numero di superamenti	Valore limite di superamenti annui
<b>Monossido di carbonio (CO)</b>		9,3 mg			10 mg/m <sup>3</sup>		
<b>Biossido d'azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	43						
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	85	81	74		120 ** Livello Rif Protezione Salute Umana	0	25 giorni
<b>Particolato con diametro &lt; 10 micron (PM<sub>10</sub>)</b>			60	50		1	35
<b>Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	27		3				
<b>Benzene</b>	6,7					1	

## Conclusioni

- per il biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), nei periodi di monitoraggio non si sono registrati superati del valore limite orario e della soglia oraria di allarme,
- per il monossido di carbonio ( $\text{CO}$ ), nei periodi di monitoraggio non si è registrato alcun superato del limite della massima media mobile sulle 8 ore,
- per l'ozono ( $\text{O}_3$ ), nei periodi di monitoraggio non si sono registrati superati della soglia di informazione e della soglia di allarme. Sono stati riscontrati 11 giorni di superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana nel periodo estivo sebbene questo parametro, in ogni caso, deve essere valutato per la prima volta nel 2013 e per il quale è previsto un numero massimo di superamenti di 25 giorni per anno come media dei 3 anni precedenti (periodo 2010-2012).,
- per il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), nei periodi di monitoraggio non si è registrato alcun superato del valore limite orario, del valore limite giornaliero e della soglia oraria di allarme,
- per il particolato atmosferico ( $\text{PM}_{10}$ ), nei periodi di monitoraggio si sono registrati n. 1 superamenti del valore limite normato.
- per il benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), nei periodi di monitoraggio si sono registrati 2 superamenti di valori limite che devono essere comunque riferiti alla media annuale.

In conclusione, dall'analisi globale dei dati acquisiti, relativamente ai periodi di monitoraggio, si può constatare che la salubrità dell'aria si è mantenuta nei limiti imposti dalla normativa vigente.

Andamento PM10 relativo all' intero periodo di monitoraggio.

