



Atmosfera

a cura di:

Bruno Bove¹

Antonio Coviello²

Anna Maria Crisci²

Giuseppe Di Nuzzo²

Claudia Mancusi²

Lucia Mangiamele²

Giovanni Motta²

Lucilla Ticconi³

Giusy D'Avenia⁴

¹ ARPAB, Settore IMPC, Dirigente Ufficio Aria

² ARPAB, Settore IMPC, Collaboratore Ufficio Aria

³ Task force Rete APAT – ARPA PON – ATAS Progetto Ambiente – QCS 2000 – 2006

⁴ ARPAB, Settore IMPC, Stagista Ufficio Aria

1. ATMOSFERA

Tabella 1.1- quadro sinottico indicatori per l'atmosfera

Tema SINAnet	Nome indicatore	Copertura Spaziale	Copertura Temporale	Stato e trend	Rappresentazione Tab.	Fig.
QUALITÀ DELL'ARIA	Stazioni di rilevamento per la qualità dell'aria sul territorio regionale	☺	2005-2006	☺	1.3	
	Stazioni selezionate per la raccolta nazionale dei dati di qualità dell'aria	☺	2005-2006	☺	1.3	
	Concentrazione in aria di biossido di azoto (NO ₂)	☺	2005-2006	☺	1.4 - 1.10	1.1 - 1.3
	Concentrazioni in aria di biossido di zolfo (SO ₂)	☺	2005-2006	☺	1.11 - 1.17	1.4 - 1.5
	Concentrazioni in aria a livello del suolo di ozono (O ₃)	☺	2005-2006	☺	1.18 - 1.22	1.6 - 1.8
	Concentrazione in aria di benzene (C ₆ H ₆)	☺	2005-2006	☺	1.23 - 1.29	1.9 - 1.10
	Concentrazione in aria di materiale particolato (PM ₁₀)	☺	2005-2006	☹	1.38 - 1.44	1.27 - 1.29

Copertura spaziale dei dati a livello regionale

- copertura <40%: ☹
- copertura compresa tra 40% e 70%: ☺
- copertura >70%: ☺

Trend del fenomeno monitorato attraverso l'indicatore

- in peggioramento: ☹ (i dati indicano un allontanamento dagli obiettivi)
- indifferente: ☺ (qualora non si determini, o non sia evidente, l'allontanamento o l'avvicinamento agli obiettivi)
- in miglioramento: ☺ (nel caso in cui i dati indichino un avvicinamento agli obiettivi)

Introduzione

L'atmosfera è quello strato gassoso che circonda completamente la Terra e assorbendo la maggior parte dei raggi cosmici provenienti dallo spazio, permette la vita su di essa. Le caratteristiche chimico-fisiche che la contraddistinguono non sono omogenee: risulta evidente la presenza di stratificazioni sovrapposte e concentriche, ognuna con caratteristiche ben definite. La fascia più vicina alla Terra è la Troposfera che raggiunge un'altezza di circa 8 km nelle regioni polari e 15 km a livello dell'Equatore. La Stratosfera, che raggiunge un'altezza di circa 50 km sovrasta la troposfera. La Mesosfera si estende dai 50 agli 80-90 km di altezza. Sopra di essa è presente la Termosfera (che comprende la Ionosfera). Al di sopra dei 400 km di altezza si estende la Esosfera che gradualmente si dirada fino allo spazio esterno. Lo scambio di gas fra i vari strati atmosferici è relativamente ridotto. Di tutti questi strati, quello su cui è opportuno concentrare l'attenzione è lo strato atmosferico a diretto contatto con la superficie terrestre cioè la troposfera; qui di seguito con il termine atmosfera si farà riferimento soltanto a questo strato di essa.

L'inquinamento atmosferico consiste in ogni modificazione della composizione dell'atmosfera per la presenza di sostanze con caratteristiche e concentrazioni tali da poter produrre potenziali effetti nocivi sull'uomo, gli ecosistemi e i beni materiali. Le sostanze inquinanti immesse nell'atmosfera possono essere distinte in due gruppi: quelle di origine naturale (erosione, esalazioni vulcaniche, decomposizione di natura batterica di materiale organico) e quelle prodotte da attività antropica (produzioni industriali, centrali termoelettriche, trasporti, riscaldamento domestico). I contaminanti atmosferici possono anche essere classificati in primari e secondari: i primari vengono liberati nell'ambiente come tali (per esempio il biossido di zolfo ed il monossido d'azoto), mentre i secondari (ad esempio l'ozono) si formano successivamente in atmosfera a seguito di reazioni chimico-fisiche.

Quadro normativo

Il quadro normativo in materia di qualità dell'aria si presenta abbastanza complesso ed articolato, in quanto l'evoluzione delle caratteristiche della contaminazione ambientale da parte degli agenti inquinanti di origine antropica, i progressi degli strumenti e delle tecniche di misura hanno imposto ai paesi industrializzati la definizione, l'integrazione e il periodico aggiornamento di valori limite, standard di qualità e metodologie di controllo.

La nostra legislazione con il DPCM 28/3/1983 e con il DPR 203/1988 ha adottato per la prima volta valori limite e valori guida di qualità dell'aria, linee guida per il contenimento delle emissioni e valori limite di emissione.

La Direttiva quadro 96/62/CE, recepita dal D.lgs del 4 agosto 1999 n. 351, sulla qualità dell'aria, ha definito le modalità di realizzazione della valutazione e gestione della qualità dell'aria in termini di protezione della salute umana e di salvaguardia dell'ambiente. Questo obiettivo viene perseguito mediante l'adozione di strumenti conoscitivi integrati quali il monitoraggio della qualità dell'aria, gli inventari di emissione e la modellistica di trasporto, dispersione e trasformazione chimica.

Nel corso del 2002 è stato emanato il decreto ministeriale del 2 aprile 2002 n.60 che ha recepito le direttive 99/30/CE e 2000/69/CE ed ha stabilito i valori limite per il biossido di zolfo, biossido e ossidi di azoto, PM₁₀, piombo, benzene e monossido di carbonio e le soglie di allarme relative a biossido di zolfo e biossido di azoto. I valori limite per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione sono entrati in vigore nel 2001, i valori limite per la protezione della salute umana per il biossido di zolfo, PM₁₀, piombo e monossido di carbonio sono entrati in vigore dal 1 gennaio del 2005, mentre dal 2010 entreranno in vigore i valori limite per la protezione della salute umana per il benzene, biossido e ossidi di azoto.

Nel 2004, con il D.lgs del 21 maggio n. 181, è stata recepita la direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria che fissa i valori bersaglio da conseguire dal 2010;

gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione; le soglie di informazione e di allarme. Sempre nel 2004, inoltre, è stata emanata la direttiva 2004/17/CE, che dovrà essere recepita dagli stati membri entro gli inizi del 2007, concernente i metalli pesanti e gli IPA. Quest'ultima, fissando i valori obiettivo per l'arsenico, il cadmio, il nickel e il benzo(a)pirene, completa finalmente il quadro normativo delineato dalla direttiva 96/62/CE.

Infine, il Titolo Quinto del DLSG n.152 del 3 aprile 2006 rivede molti degli aspetti normativi riguardanti sia le emissioni che la qualità dell'aria. In attesa di decreti legislativi ed attuativi che compongano il quadro normativo in maniera più chiara ed esaustiva, si continua a fare riferimento al DM 60 del 2002 per quanto riguarda i valori limite della qualità dell'aria.

L'attività dell'ARPAB nel monitoraggio dell'inquinamento atmosferico

L'ARPAB nel 2003 ha ereditato dalla Regione Basilicata la gestione di sette stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria (quattro site nella città di Potenza e tre nell'area industriale del Vulture-Melfese).

Nel corso del biennio 2003-2004 l'Agenzia ha avviato la riorganizzazione della rete con il trasferimento di due centraline in siti ritenuti più idonei.

Inoltre, nel 2006, la rete è stata potenziata con l'entrata in esercizio di cinque nuove stazioni che sono state posizionate in zone fino ad allora scoperte come la Provincia di Matera e la zona petrolifera della Val D'Agri.

Dagli inizi del 2005 giornalmente vengono pubblicati in rete (www.settoreimpc.it) i dati misurati dalla rete di monitoraggio e validati dai tecnici dell'Agenzia, al fine di rendere facilmente accessibile l'informazione al pubblico.

A completamento di queste attività sono state condotte delle campagne di monitoraggio mediante campionatori passivi in zone della Regione dove non erano presenti stazioni fisse ma di grande interesse ambientale.

Uno dei punti forti nel campo dello studio della qualità dell'aria è stato l'avvio in ARPAB delle attività di applicazione di modelli per lo studio della diffusione e trasporto di inquinanti primari a scala locale, nonché l'utilizzo di simulazioni modellistiche effettuate a scala europea ed inerenti la previsione delle concentrazioni orarie di inquinanti scelti in relazione all'impatto sanitario ed ambientale prodotto.

Questa sezione propone una selezione di indicatori organizzati in base al tema SINAnet: **qualità dell'aria** e popolati con i dati in possesso di questa Agenzia relativamente agli anni 2005-2006.

QUALITÀ DELL'ARIA

I dati di qualità dell'aria sui quali è possibile elaborare i principali indicatori di stato dell'ambiente atmosferico provengono dalle reti di monitoraggio gestite in Basilicata dall'ARPAB e da privati; la distribuzione spaziale delle stazioni di misura, la tipologia e gli inquinanti monitorati sono oggetto dei primi due indicatori.

Gli altri indicatori selezionati sono i più significativi tra quelli che, ad oggi, è possibile elaborare sulla base delle informazioni che provengono dall'insieme delle stazioni di rilevamento.

Tale insieme, alla fine dell'anno 2006, è costituito attualmente da 11 stazioni proprietà e gestione dell'Agenzia, 3 della società Fenice e 4 di proprietà ENI .

I dati delle centraline ARPAB, selezionate per la raccolta nazionale dei dati, vengono raccolti dall'APAT con cadenza annuale e trasmessi alla Commissione e all'Agenzia Europea dell'Ambiente (dato aggiornato al 2004).

Gli indicatori qui di seguito selezionati, che è stato possibile popolare sulla base dei dati disponibili all'Agenzia, per gli anni 2005-2006, mirano a dare una indicazione della situazione sul territorio regionale.

L'intervento di manutenzione straordinaria delle centraline acquisite nel 2003 dall'Agenzia, necessario per un adeguato funzionamento della rete, ha comportato in alcuni casi la perdita di serie di dati e, pertanto, non sempre è possibile coprire l'intero arco temporale considerato. Al fine di una maggiore chiarezza espositiva, si riporta per ogni analizzatore la percentuale di dati validi disponibili.

Per il popolamento degli indicatori sono stati seguiti i seguenti criteri: i valori medi annui sono stati calcolati soltanto in presenza di almeno il 50% dei dati validi, mentre i superamenti sono stati comunque riportati e sono da intendersi calcolati sulla percentuale dei dati validi.

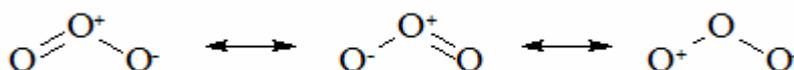
BOX 1.1 - CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI INQUINANTI ATMOSFERICI

OZONO (O₃)

Descrizione

L'ozono (O₃) è un inquinante secondario, gassoso, di odore pungente, debolmente azzurro e particolarmente reattivo come potente ossidante.

È costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno aventi la seguente formula di risonanza



Struttura di risonanza dell'ozono

L'ozono è presente per più del 90% nella stratosfera (strato dell'atmosfera ad una quota compresa tra i 10 e i 15 Km di altezza) dove viene prodotto dall'ossigeno molecolare per azione dei raggi ultravioletti solari e crea un involucro di spessore tale da esercitare la funzione di filtro nei confronti dei raggi ultravioletti stessi (UV-B) lasciandone passare una determinata quantità. Nella troposfera (strato dell'atmosfera al di sotto dei 10-15 Km) si forma in seguito ad una complessa serie di reazioni fotochimiche tra inquinanti primari (NO_x e COV). La luce solare funge, quindi, da catalizzatore. Per questa ragione, le concentrazioni maggiori di ozono si verificano prevalentemente nel periodo estivo (anche la temperatura alta favorisce la produzione di Ozono).

Danni causati

Si tratta di un gas ad azione irritante per le mucose provocando alterazioni della permeabilità degli epitelii di rivestimento e degli endoteli vascolari. Come conseguenza si verifica una riduzione della funzione polmonare con possibile comparsa di iper-reattività bronchiale fino alla possibile insorgenza di edema polmonare.

Studi epidemiologici relativi all'incidenza dell'Ozono ad alte concentrazioni hanno dimostrato l'insorgenza di crisi asmatiche, l'aumento di sintomatologia o mortalità in soggetti affetti da patologie respiratorie croniche.

Elevate concentrazioni di Ozono in atmosfera arrecano danni anche alla vegetazione ed ai prodotti agricoli in quanto viene assorbito dalle piante a livello fogliare ed esplica la sua azione dannosa durante la fotosintesi clorofilliana.

Infine, l'Ozono esplica anche una funzione corrosiva su materiali quali, per esempio, materie plastiche, gomme, fibre tessili e vernici, la cui durata viene limitata dall'esposizione ad elevate concentrazioni di tale composto.

Atri utilizzi

A concentrazioni controllate, viene usato per una gamma molto vasta di disinfezioni: esempi sono quelli della disinfezione di acque in impianti di depurazione, in acquedotti, vasche di raccolta, piscine o della frutta e dell'aria da funghi, muffe e parassiti.

OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

Descrizione

La formula chimica indeterminata NO_x rappresenta tutti i possibili ossidi dell'Azoto essendo presenti in atmosfera diverse specie di tali composti; per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria col termine NO_x si intende la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂).

L'ossido di azoto (NO) è un gas incolore, insapore ed inodore; è anche chiamato ossido nitrico. E' prodotto soprattutto nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura assieme al biossido di azoto (che costituisce meno del 5% degli NO_x totali emessi).

Il biossido di azoto (NO₂) è un gas di colore rosso bruno di odore pungente; si forma per reazione del monossido di azoto (NO) con sostanze ossidanti ed è per questo che viene indicato come inquinante secondario. Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto al biossido di azoto.

La produzione degli NO_x avviene nelle combustioni, soprattutto nelle zone a più alta temperatura delle fiamme. Per questo motivo, una combustione omogenea, con assenza di picchi di temperatura, riesce a limitare l'emissione in atmosfera di questi inquinanti.

Ovviamente, essi sono anche prodotti dalla combustione degli idrocarburi da trazione, risultando in concentrazione maggiore nelle zone ad intenso traffico veicolare ed inoltre, l'NO₂ può reagire con l'ossigeno atmosferico contribuendo alla produzione di ozono.

Danni causati

Il monossido di azoto ha una tossicità limitata, comunque significativa mentre il biossido risulta avere tossicità quattro volte superiore.

Il monossido di azoto, come quello di carbonio, ha la capacità di fissarsi all'emoglobina, generando metaemoglobina e nitrosometemoglobina, inibendo fortemente l'ossigenazione di organi e tessuti. Già a valori intorno al 3%-4% di metaemoglobina si manifestano disturbi a carico della respirazione.

Il biossido di azoto, a concentrazioni di 10-20 ppm, esercita un'azione irritante sugli occhi, sul naso e sulle vie respiratorie, provocando irritazioni, allergie, bronchiti, edemi polmonari.

Il biossido di azoto è inoltre coinvolto in due rilevanti fenomeni di inquinamento atmosferico: le piogge acide e lo smog fotochimico. Si stima che gli ossidi di azoto contribuiscano per il 30% alla formazione delle piogge acide, contribuendo alla formazione di acido nitroso (il restante è imputabile al biossido di zolfo e ad altri inquinanti).

PARTICOLATO (PM₁₀)

Descrizione

Il **particolato** (*materiale particolato* o *particelle*) costituisce la forma più visibile dell'inquinamento dell'aria e recentemente anche il più noto a livello massmediologico. Si tratta di minuscole particelle solide o liquide sospese nell'aria ed aventi dimensioni che vanno da 0.5 mm (dimensioni della sabbia e delle goccioline) alle dimensioni molecolari.

Le particelle primarie sono quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, mentre le secondarie si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera che coinvolgono altri inquinanti primari. Il materiale particolato viene prodotto da una grande varietà di fonti e processi che vanno dal semplice sgretolamento di materiale grossolano fino a complicate reazioni chimiche e biochimiche. La natura delle particelle aereodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, l'aerosol marino, il materiale inorganico prodotti e trasportato da agenti naturali (vento e pioggia), dall'erosione del suolo o dei manufatti (frazione più grossolana). Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, di parti meccaniche degli automezzi (pneumatici, freni, frizioni) e dalle loro emissioni allo scarico, in particolare quelli con motore diesel.

Come si vede, si tratta di fonti naturali ed antropiche, locali e remote, primarie e secondarie, cosa che comporta una difficile individuazione del rapporto causa-effetto in casi di sfioramento dei limiti di legge.

I rischi sanitari legati alle sostanze presente in forma particellare dipendono, oltre che dalla loro concentrazione, anche dalla dimensione delle particelle stesse. Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana perché:

- possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio

- avendo minore velocità di sedimentazione permangono più a lungo nell'atmosfera, incrementando il tempo di esposizione per l'uomo.

Le particelle con diametro maggiore di 2.5 μm sono dette **particolato grossolano**.

Quelle con dimensioni superiori ai 20-25 μm non penetrano nelle vie respiratorie, mentre le particelle di dimensioni inferiori ai 10 μm costituiscono la cosiddetta **frazione inalabile**. Le particelle con diametro inferiore ai 2.5 μm (PM_{2.5}) sono dette complessivamente **particolato fine** e solitamente rimangono nell'aria per giorni o settimane. Esse costituiscono la frazione cosiddetta respirabile del particolato, quella che si deposita fin negli alveoli.

Danni causati

L'inquinamento da materiale particolato può provocare danni ai materiali, riduzione della visibilità e soprattutto danni alla salute umana.

Studi epidemiologici hanno dimostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie e patologie cardiovascolari.

Il particolato può essere dannoso per la salute umana sia da solo che in combinazione con altri inquinanti (SO₂, Pb, IPA) in grado di legarsi alle polveri e venire veicolati all'interno dell'apparato respiratorio.

Può quindi essere considerato come uno dei principali fattori di danni alla salute umana tra tutti gli inquinanti presenti in atmosfera.

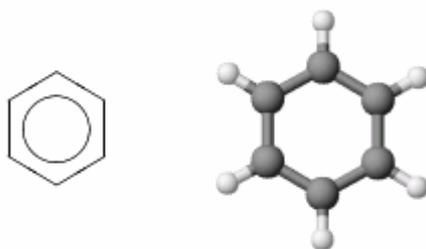
Man mano che si considerano diametri minori, le particelle hanno la capacità di penetrare rispettivamente: cavità orale e nasale, laringe, trachea e bronchi primari, bronchi secondari, bronchi terminali fino, appunto, agli alveoli polmonari. Quest'ultimo grado di invasività è raggiunto da quello che ormai va comunemente sotto il nome di PM₁, frazione sulla quale gli studi si stanno concentrando, nella ricerca di metodi di campionamento e caratterizzazione chimico/fisica e di tipo prettamente epidemiologico!

BENZENE (C₆H₆)

Descrizione

Il benzene è un liquido volatile, incolore, caratterizzato dall'odore pungente, altamente infiammabile, che viene impiegato come materia prima per produzione di resine, materie plastiche, insetticidi e coloranti.

La sua molecola (C₆H₆) è di forma planare e, per le sue caratteristiche organolettiche, è annoverato tra i composti detti aromatici dei quali costituisce il composto base.



Formula di struttura del benzene

Dalla combinazione di questa molecola con altri gruppi funzionali o con altre sue simili si generano tutta una serie di composti molto pericolosi per la salute umana, come i famigerati IPA (idrocarburi policiclici aromatici).

La sua presenza in atmosfera deriva principalmente dalle emissioni dei veicoli a benzina, dalla combustione del legno e della materia organica ed inoltre dal fumo di tabacco.

Storicamente, nei Paesi occidentali, il problema dell'inquinamento da benzene non era così sentito fino all'inizio degli anni novanta; fino ad allora, infatti, le zone in cui la concentrazione nell'aria del benzene risultava elevata erano quelle a vocazione industriale di tipo chimico.

Quando però si è deciso di eliminare il piombo tetraetile dalle benzine, essendo la concentrazione di tale metallo pesante ormai insostenibile nelle zone a traffico medio-elevato e considerando la sua grande tossicità unita alla capacità di bioaccumulo, la soluzione adottata dalle compagnie petrolifere è stata quella di immettere sul mercato la cosiddetta benzina verde, priva dell'antidetonante a base di piombo ma ricca di idrocarburi aromatici, tra cui, appunto, il benzene.

In pochi anni ci si è trovati di fronte, quindi, ad un aumento considerevole dell'inquinamento da benzene, soprattutto nelle aree urbane o limitrofe alle grandi arterie di comunicazione su gomma. Tutto ciò ha obbligato i governi ad attuare una politica di monitoraggio e contenimento del benzene.

Danni causati

Il benzene è una sostanza classificata come cancerogeno di categoria 1, R45. Esposizioni a lungo termine e a concentrazioni relativamente basse possono colpire il midollo osseo e la produzione del sangue, quelle a breve termine e ad alti livelli possono provocare sonnolenza, giramenti, tachicardie, tremori, perdita di coscienza e morte.

A causa della sua elevata volatilità, il benzene viene facilmente inalato ed assorbito dagli eritrociti e dalle proteine plasmatiche e trasferito a tutti gli organi e tessuti ricchi di lipidi esercitando effetti tossici.

L'ingestione di cibi contaminati da benzene può causare vomito, irritazione delle pareti gastriche, sonnolenza, convulsioni, tachicardia e morte.

Studi epidemiologici hanno dimostrato che donne esposte a livelli elevati di benzene per molti mesi hanno avuto anomalie nel ciclo mestruale ed una diminuzione del volume delle ovaie. Non è ancora noto se l'esposizione al benzene danneggi il feto durante la crescita e possa ridurre la fertilità maschile.

In aree urbane il benzene è associato sempre ai suoi analoghi superiori (toluene, xileni) che presentano concentrazioni superiori; toluene e xileni non introducono lo sviluppo di cellule cancerogene.

L'esposizione al toluene durante il periodo di gravidanza può provocare malformazioni al feto, avendo, questa molecola, la cosiddetta capacità teratogena.

Il meccanismo con cui il benzene esplica la sua funzione cancerogena è quello in base al quale alcune molecole di questa sostanza riescono ad infilarsi tra una coppia di basi azotate e l'altra della doppia elica del DNA, come intermezzi tra un gradino e l'altro di una scala a chiocciola, indebolendo la struttura genetica, portando a difetti di replicazione e duplicazione della stessa con conseguente comparsa di cellule cancerogene.

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

Descrizione

Il biossido di zolfo, a temperatura ambiente è un gas irritante, incolore dall'odore acre e pungente, non infiammabile, molto solubile in acqua, derivante sia da fonti antropiche che da fonti naturali; si accumula negli strati più bassi dell'atmosfera avendo un alto peso specifico e reagisce con l'umidità dell'aria trasformandosi in acido solforico, uno dei principali responsabili delle piogge acide.

L'origine naturale deriva principalmente dalle eruzioni vulcaniche (20 milioni di tonnellate annue) mentre quella antropica (150 milioni di tonnellate annue) deriva dalla combustione domestica degli impianti non metanizzati e dall'uso nelle centrali termoelettriche di combustibili liquidi (oli combustibili, gasolio) e solidi (carbone) che contengono come impurezza lo zolfo, il quale viene ossidato ad anidride solforosa e in misura minore, ad anidride solforica.

E' significativo sottolineare che il 90% circa dell' SO_2 di origine antropica è prodotto nell'emisfero nord del pianeta.

I livelli naturali di SO_2 sono generalmente inferiori a 5 ug/m^3 mentre le concentrazioni medie annue nelle aree rurali europee sono comprese fra 5 e 25 ug/m^3 .

L' SO_2 è il principale responsabile delle "piogge acide", in quanto tende a trasformarsi in anidride solforica e in presenza di umidità, in acido solforico.

Gli ossidi di zolfo svolgono un'azione indiretta nei confronti della fascia di ozono stratosferico in quanto fungono da substrato per i clorofluorocarburi (CFC), principali responsabili del "buco" dell'ozono.

Nel contempo si oppongono al fenomeno dell'effetto serra in quanto hanno la capacità di riflettere le radiazioni solari producendo un raffreddamento del pianeta.

Sui metalli, sui materiali da costruzione e sulle vernici si riscontrano degli effetti corrosivi dovuti all'azione dell'acido solforico che trasforma i carbonati insolubili, presenti nei monumenti, in solfati solubili che quindi vengono trascinati via.

Danni causati

Gli effetti cronici ed acuti sull'uomo sono piuttosto noti; è considerato un broncoirritante a marcata attività. A causa dell'elevata solubilità in acqua l' SO_2 viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio, per cui solo piccolissime quantità raggiungono gli alveoli polmonari.

Anche gli effetti irritanti del biossido di zolfo sono limitati alla congiuntivite e al tratto superiore dell'apparato respiratorio; è stato accertato un effetto sinergico con il particolato dovuto alla capacità di quest'ultimo di veicolare l' SO_2 nelle zone respiratorie più profonde del polmone.

A parte gli effetti sulla salute dell'uomo, l' SO_2 provoca l'ingiallimento delle foglie delle piante poiché interferisce con la formazione ed il funzionamento della clorofilla. L'effetto dannoso sulle piante è ancora più accentuato quando l'anidride solforosa si trova in presenza di ozono.

Per brevi esposizioni ad alte concentrazioni, inoltre, si manifesta uno scolorimento ed un rinsecchimento delle foglie con conseguente necrosi delle stesse.

Molto importante è il suo effetto sull'acidificazione delle precipitazioni, che porta gravi danni ai bacini idrici ed alla vegetazione.

Fino a pochi anni or sono era ritenuto l'inquinante atmosferico più importante, ma con il miglioramento della qualità dei combustibili per il riscaldamento e per autotrazione e con l'estendersi della metanizzazione in molte città, la sua concentrazione in atmosfera è andata decrescendo.

Tabella 1.2 - quadro delle caratteristiche degli indicatori per la qualità dell'aria

Nome indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Stazioni di rilevamento per la qualità dell'aria sul territorio regionale	Fornire un quadro della risposta alla domanda di dati di qualità dell'aria.	R	Decisione Europea 97/101/CE e 2001/752/CE, D.lgs.351/99, DM 60/02, D. lgs 183/2004
Stazioni selezionate per la raccolta nazionale dei dati di qualità dell'aria	Disporre di un insieme contenuto ma qualificato di informazioni rappresentative della qualità dell'aria su scala nazionale	R	Decisione Europea 97/101/CE e 2001/752/CE
Concentrazione in aria di ossidi di azoto (NO_x-NO₂)	Fornire un informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa vigente.	S	D.lgs.351/99 DM 60/02
Concentrazione in aria di materiale particolato (PM₁₀)	Fornire un informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa vigente.	S	D.lgs.351/99 DM 60/02
Concentrazione in aria di benzene (C₆H₆)	Fornire un informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa vigente.	S	D.lgs.351/99 DM 60/02
Concentrazioni in aria di biossido di zolfo (SO₂)	Fornire un informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa vigente.	S	D.lgs.351/99 DM 60/02
Concentrazioni in aria a livello del suolo di ozono (O₃)	Fornire un informazione sullo stato della qualità dell'aria attraverso la verifica del rispetto dei valori limite stabiliti dalla normativa vigente.	S	D. lgs 183/2004

QUALITÀ DELL'ARIA: STAZIONI DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA SUL TERRITORIO REGIONALE

Dpsir

Risposta

Scopo

Le informazioni sulle reti e le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria forniscono un quadro complessivo della risposta regionale alla domanda di dati della qualità dell'aria posta dalla normativa nazionale ed europea.

Descrizione

Si riportano in una tabella riassuntiva le informazioni relative alle 10 stazioni di monitoraggio, attive, presenti sul territorio regionale. I criteri di classificazione qui utilizzati sono coerenti con la Decisione europea 97/101/CE "Exchange of information" (EoI), il cui annesso tecnico è contenuto nella Decisione 2001/752/CE. Per classificare le stazioni vengono definiti il tipo di stazione e di zona. Per tipo stazione sono previste le classi: traffico, industriale, fondo (background) e sconosciuta. Per tipo zona sono previste le classi: urbana, suburbana e rurale.

Fonte dei dati

ARPAB, FENICE

Note tabelle e figure

La tabella 1.3 riporta un quadro sinottico delle stazioni di monitoraggio presenti in regione, indicando per ognuna: la provincia ed il comune (con relativo codice ISTAT) di localizzazione, il nome della stazione, la rete di appartenenza, il tipo di zona e di stazione (laddove queste informazioni risultano disponibili), le coordinate Est-Nord (UTM WGS 84 fuso 33) e gli analizzatori presenti. Alcune delle stazioni indicate misurano anche i principali parametri meteo. Le reti di Potenza città e del Melfese sono divenute negli anni 2003-2004 di proprietà e gestione ARPAB, mentre la proprietà e la gestione della rete FENICE è privata. Dagli inizi del 2005 è prevista l'acquisizione giornaliera da parte di ARPAB dei dati monitorati da FENICE.

Nell'anno 2004 è stata disattivata la stazione di via Caporella (Potenza città), trasferita e attivata in contrada San Luca Branca nel 2005. Nel corso del 2006 la centralina di San Nicola di Melfi (Melfese) è stata rilocata in un sito più idoneo della stessa area industriale, inoltre, si è potenziata la rete mediante l'installazione di altre 4 centraline di monitoraggio collocate nelle aree industriali dei comuni di Matera, Pisticci, Ferrandina e Viggiano.

Tabella 1.3 - Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria – analizzatori (tipo zona: U=Urbano, S=Suburbano, R=Rurale,; tipo stazione:B=Background, I=Industriale, T=Traffico) ⁵

Provincia	Comune	Codice		Rete	Tipo	Tipo	Nord ⁶	Est ⁷	NO	NO2	NOX	PM10	SO2	O3	CO	C6H6	XYLENI	TOLUENE
		Istat	Stazione		zona	stazione												
Potenza	Potenza	076063	San Luca Branca	Potenza città	S	I	4499593	573821	X									
Potenza	Potenza	076063	Parco Rossellino	Potenza città	S	I	4497494	568654	X									
Potenza	Potenza	076063	Via dell'Unicef	Potenza città	U	T	4497755	567350				X			X	X	X	X
Potenza	Potenza	076063	Via Firenze	Potenza città	U	T	4500131	567233				X			X			
Potenza	Lavello	076043	Favullo	FENICE			4548775	561199	X	X	X	X	X	X	X			
Potenza	Melfi	076048	Lamiola	FENICE			4544634	560253	X	X	X	X	X	X	X			
Potenza	Melfi	076048	Impianto	FENICE			4546392	560216	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Potenza	Lavello	076043	Lavello	Melfese	U	I	4544030	565975	X									
Potenza	Melfi	076048	Melfi	Melfese	S	I	4537080	553773	X									
Potenza	Melfi	076048	S. Nicola di Melfi	Melfese	R	I	4546385	560730	X									

⁵ In grassetto sono indicate le stazioni facenti parte della selezione nazionale

⁶ UTM WGS 84 fuso 33

⁷ UTM WGS 84 fuso 33

QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE: STAZIONI SELEZIONATE PER LA RACCOLTA NAZIONALE DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA

Dpsir

Risposta

Scopo

La selezione delle stazioni risponde all'esigenza di disporre di un insieme contenuto ma qualificato di informazioni rappresentative della qualità dell'aria su scala nazionale, su cui concentrare la trasmissione a livello europeo, al meglio delle condizioni attuali.

Descrizione

A partire dall'anno 2000 (dati relativi al 1999) la raccolta e la trasmissione dei dati di qualità dell'aria alla Commissione Europea e all'Agenzia Europea dell'Ambiente, in particolare dei dati previsti dalla Direttiva 92/72/CE (*Direttiva ozono*) e dalla Decisione 97/101/CE *Exchange of Information (EoI)*, è stata effettuata da APAT, in via prioritaria, per un insieme di stazioni di misura selezionate sulla base dei criteri seguenti:

- il numero e la tipologia di stazioni previste dalle direttive "figlie" già emanate e da quelle in preparazione;
- il programma di costituzione della rete europea della qualità dell'aria EUROAIRNET dell'Agenzia Europea dell'Ambiente;
- l'affidabilità e la completezza dei dati e, laddove possibile, la disponibilità di serie storiche che consentano di ricostruire l'andamento temporale delle concentrazioni degli inquinanti.

Il risultato è un insieme di 6 stazioni (dato aggiornato al 2004) che fanno parte della selezione nazionale di 277 stazioni.

Fonte dei dati

ARPAB

Note tabelle e figure

Nella tabella 1.3 sono riportate in grassetto le stazioni di monitoraggio facenti parte della selezione nazionale. Per ognuna si indicano la provincia ed il comune (con relativo codice ISTAT) di localizzazione, il nome della stazione, la rete di appartenenza, il tipo di zona e di stazione (laddove queste informazioni risultano disponibili), le coordinate Est-Nord (UTM WGS 84 fuso 33) e gli analizzatori presenti. Alcune delle stazioni indicate misurano anche i principali parametri meteo.

QUALITA' DELL'ARIA AMBIENTE: CONCENTRAZIONE IN ARIA DI OSSIDI DI AZOTO (NO₂ ED NO_x)

Dpsir

Stato

Scopo

L'indicatore proposto ha come scopo la verifica degli obiettivi richiesti dalla normativa e l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni.

Descrizione

Si riportano:

- La media annua delle concentrazioni medie orarie di NO₂ (valore limite per la protezione della salute: 40 µg/m³, in vigore dal 01/01/2010, DM 02/04/02);
- Numero di ore di superamento del valore limite delle concentrazioni medie orarie di NO₂ (valore limite per la protezione della salute: 200 µg/m³, da non superarsi più di 18 volte in vigore dal 01/01/2010, DM 02/04/02);
- Media annua delle concentrazioni medie orarie di NO_x (valore limite per la protezione della vegetazione: 30 µg/m³, DM 02/04/02)

Sono stati calcolati solo gli indicatori che soddisfano alcuni requisiti standard di disponibilità dei dati elementari. Ad esempio, per il calcolo della media deve essere disponibile almeno il 50% dei dati.

Unità di misura

I valori soglia sono tutti espressi in µg/m³ ed i superamenti sono espressi come numero di episodi di superamento per ciascun periodo di media.

Copertura geografica dei dati

Puntuale: comuni di Melfi, Lavello, Potenza

Periodo di riferimento dei dati

2005-2006

Fonte dei dati

ARPAB, FENICE S.P.A.

Note tabelle e figure

Le tabelle da 1.4 a 1.10 riportano rispettivamente gli obiettivi fissati dalla normativa, la media annua della medie orarie, il numero di superamenti dei livelli di attenzione e di allarme per il biennio in esame e la percentuale dei dati validi.

Le figure da 1.1 a 1.3 riportano rispettivamente la media annua della medie orarie per il biennio in esame e la percentuale dei dati validi.

Tabella 1.4 – Obiettivi fissati dalla normativa

		Periodo di mediazione	Note	
Valore limite Annuale per la protezione della salute umana NO2	D.M. 2.04.02	1 anno	<p>40 µg/m³ media della distribuzione annua dei dati orari + margine di tolleranza 20 µg/m³ con riduzione annua costante fino ad annullarsi entro la data di rispetto del limite: 01/01/2010</p>	Valore limite in vigore dal 01/01/2010
Valore limite orario per la protezione della salute umana NO2	D.M. 2.04.02	1 ora	<p>200 µg/m³ valore medio orario da non superare più di 18 volte per anno civile + margine di tolleranza 80 µg/m³ con riduzione annua costante fino ad annullarsi entro la data di rispetto del limite: 01/01/2010</p>	Valore limite in vigore dal 01/01/2010
Soglia di allarme NO2	D.M. 2.04.02	1 anno	<p>400 µg/m³ misurati per 3 ore consecutive</p>	

Anno 2005

Tabella 1.5 – Stazioni del comune di Potenza

NO₂ - NO_x	Parco Rossellino	San Luca Branca
Media annua valori orari NO₂ µg/m³	7,7	9,4
N°di superamenti valore limite orario NO₂ (200 µg/m³)	0	0
Media annua valori orari NO_x	13,3	16,6
% dati validi	91,5	49,1

Tabella 1.6 – Stazioni dei comuni di Melfi Lavello

NO₂ - NO_x	Melfi	San Nicola di Melfi	Lavello
Media annua valori orari NO₂ µg/m³	10,5	-	15,3
N°di superamenti valore limite orario NO₂ (200 µg/m³)	0	-	0
Media annua valori orari NO_x	23,1	-	22,5
% dati validi	85,8	-	57,9

Tabella 1.7 – Stazioni della rete di Fenice S.P.A.

NO₂ - NO_x	Impianto	Favullo	Lamiola
Media annua valori orari NO₂ µg/m³	31,1	10,2	13,4
N°di superamenti valore limite orario NO₂ (200 µg/m³)	3	0	0
Media annua valori orari NO_x	41	15,2	16,8
% dati validi	82,6	59,9	86,7

Anno 2006

Tabella 1.8 – Stazioni del comune di Potenza

NO ₂ - NO _x	Parco Rossellino	San Luca Branca
Media annua valori orari NO ₂ µg/m ³	7,7	10,2
N°di superamenti valore limite orario NO ₂ (200 µg/m ³)	0	0
Media annua valori orari NO _x	13,3	13,4
% dati validi	91,5	72,1

Tabella 1.9 – Stazioni dei comuni di Melfi Lavello

NO ₂ - NO _x	Melfi	San Nicola di Melfi	Lavello
Media annua valori orari NO ₂ µg/m ³	6,7	30,1	15
N°di superamenti valore limite orario NO ₂ (200 µg/m ³)	0	0	0
Media annua valori orari NO _x	14,7	41,9	25,2
% dati validi	81,6	18,4	74,2

Tabella 1.10 – Stazioni della rete di Fenice S.P.A.

NO ₂ - NO _x	Impianto	Favullo	Lamiola
Media annua valori orari NO ₂ µg/m ³	15,3	15,0	7,4
N°di superamenti valore limite orario NO ₂ (200 µg/m ³)	0	0	0
Media annua valori orari NO _x	22,2	20,1	10,6
% dati validi	77	76,1	81,4

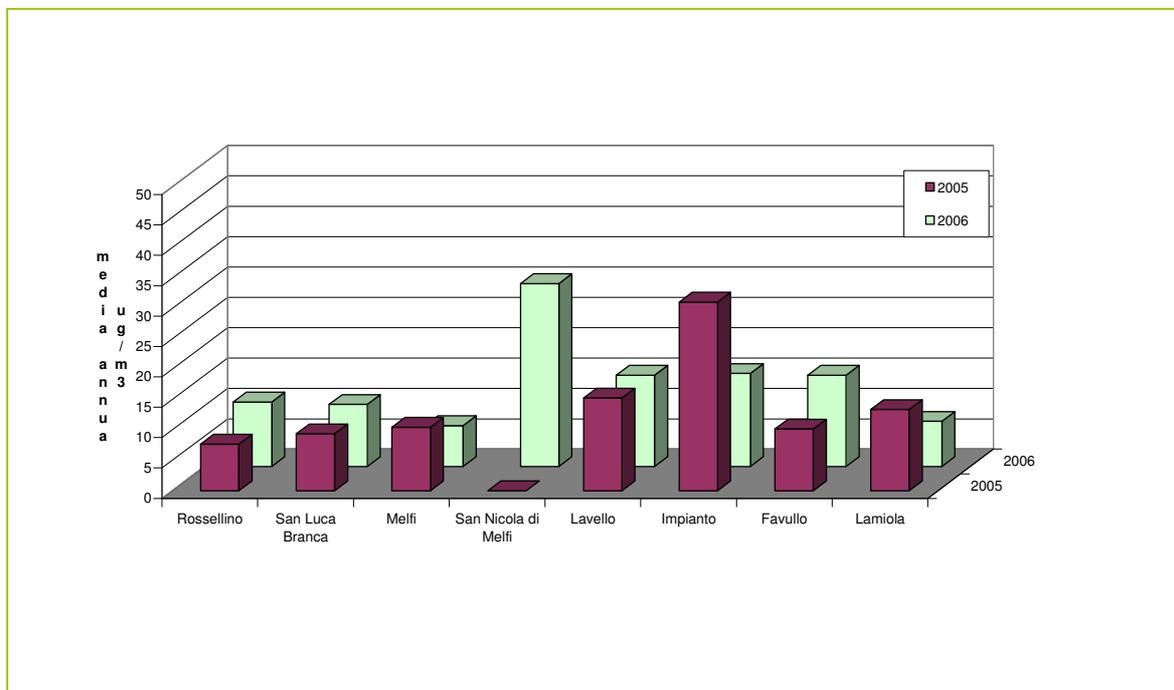


Fig.1.1- NO₂- Medie annue valori giornalieri - Anni 2005 – 2006

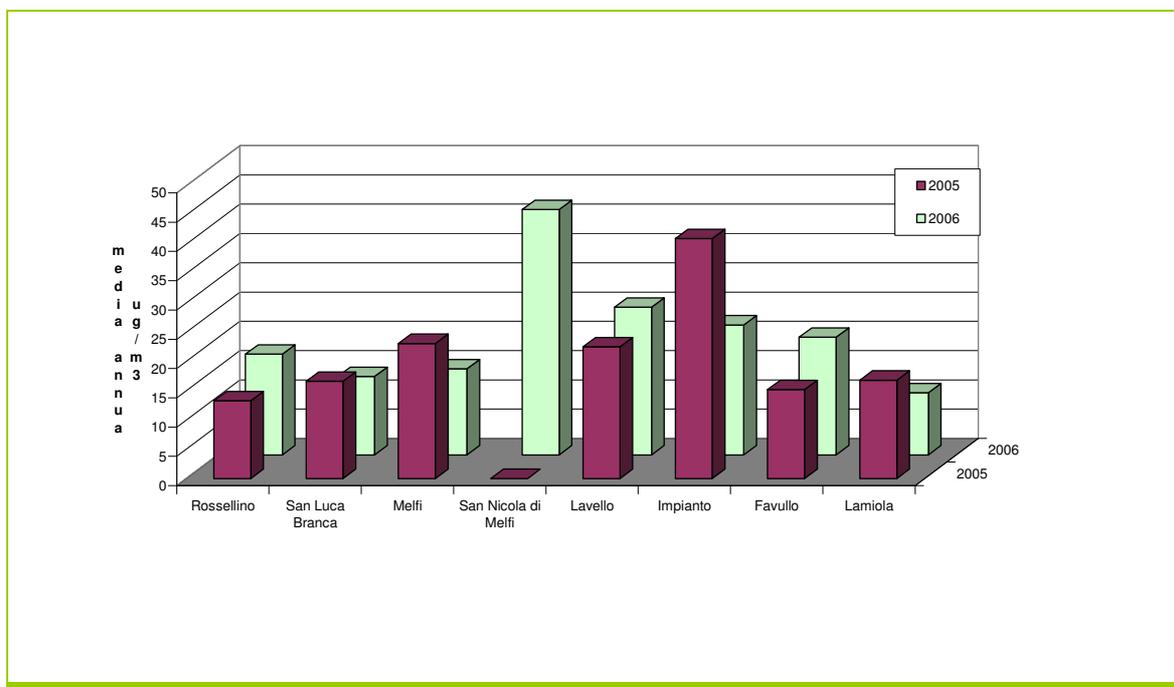


Fig.1.2 - NO_x- Medie annue valori giornalieri - Anni 2005 – 2006

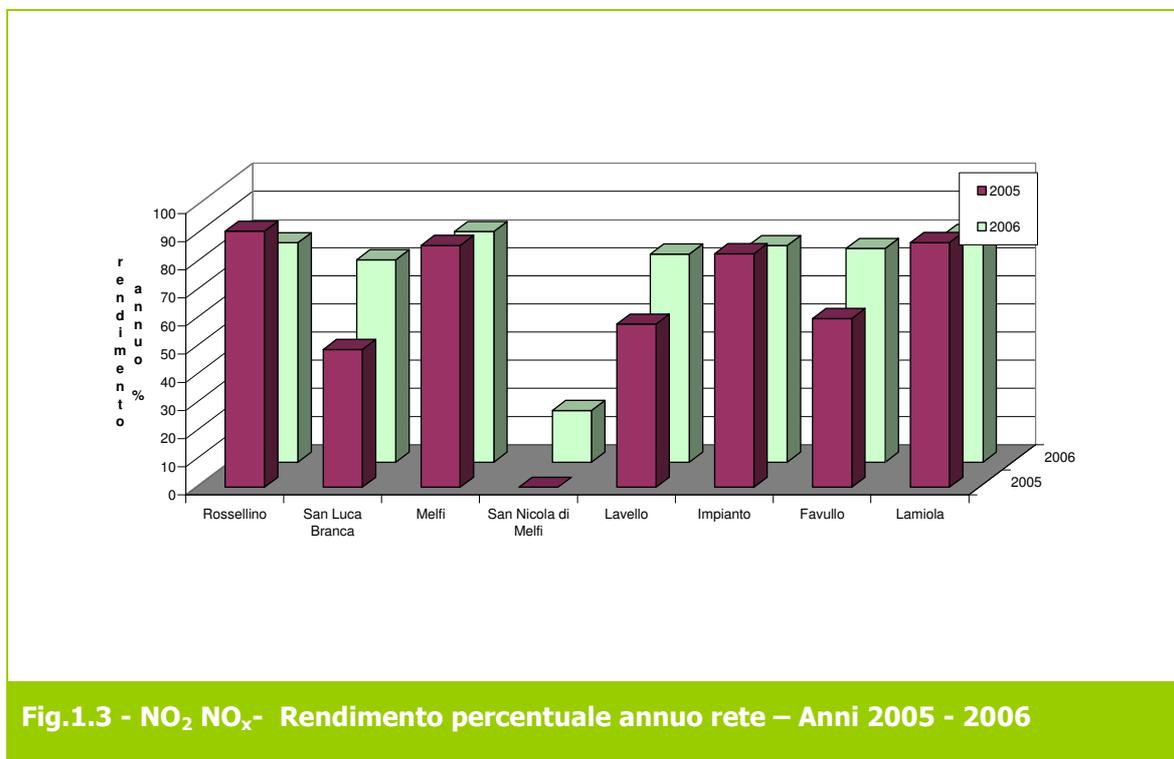


Fig.1.3 - NO₂ NO_x- Rendimento percentuale annuo rete – Anni 2005 - 2006

QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE: CONCENTRAZIONE IN ARIA DI BISSIDO DI ZOLFO (SO₂)

Dpsir

Stato

Scopo

L'indicatore proposto ha come finalità la verifica del rispetto dei valori limite richiesti dalla normativa nazionale ed europea e l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni.

Descrizione

Sono stati elaborati, per il biennio considerato, i seguenti indicatori, derivanti dagli standard di qualità più significativi indicati dalla normativa:

- media annua delle concentrazioni medie giornaliere (valore limite per la protezione degli ecosistemi: 20 µg/m³ DM 02/04/02);
- numero di ore di superamento del valore limite delle concentrazioni medie orarie (valore limite per la protezione della salute: 350 µg/m³, in vigore dal 01/01/05, DM 02/04/02);
- numero di giorni di superamento del valore limite delle concentrazioni medie giornaliere (valore limite per la protezione della salute: 125 µg/m³, in vigore dal 01/01/05, DM 02/04/02).

Sono stati calcolati solo gli indicatori che soddisfano alcuni requisiti standard di disponibilità dei dati elementari.

Unità di misura

I valori di concentrazioni in aria sono espressi in µg/m³.

Copertura geografica dei dati

Puntuale: Comuni di Potenza, Melfi, Lavello.

Periodo di riferimento dei dati

2005 -2006

Fonte dati

ARPAB, FENICE S.p.A.

Note tabelle e figure

Le tabelle da 1.11 a 1.17 riportano rispettivamente gli obiettivi fissati dalla normativa la media annua delle concentrazioni medie giornaliere, il numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana, il numero di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana e la percentuale dei dati validi.

Le figure 1.4 e 1.5 riportano in forma grafica i trend più significativi.

Tabella 1.11 - Obiettivi fissati dalla normativa

		Periodo di mediazione	Valore limite	Note
Valore limite orario per la protezione della salute umana	D.M. n.60 02.04.2002	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	Valore limite in vigore dal 01.01.2005
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	D.M. n.60 02.04.2002	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	Valore limite in vigore dal 01.01.2005
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	D.M. n.60 02.04.2002	Anno civile e inverno (1 ottobre-31 marzo)	20 µg/m ³	Valore limite in vigore dal 19.07.2001
Soglia di allarme	D.M. n.60 02.04.2002	3 ore consecutive	500 µg/m ³ misurato in un sito rappresentativo di un'area di almeno 100 Km ² oppure in una intera zona o un intero agglomerato nel caso siano meno estesi	

Anno 2005

Tabella 1.12 – Stazioni del comune di Potenza

SO ₂ (µg/m ³)	San Luca Branca	Parco Rossellino
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	-	4,5
N° di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	0	0
N° di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	0	0
% dati validi	47	67

Tabella 1.13 – Stazioni dei comuni di Melfi e Lavello

SO ₂ (µg/m ³)	Melfi	San Nicola di Melfi	Lavello
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	6	-	-
N° di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	0	-	0
N° di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana			
% dati validi	60	-	37

Tabella 1.14 – Stazioni della rete di Fenice S.P.A.

SO ₂ (µg/m ³)	Impianto	Favullo	Lamiola
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	2,4	6,5	5,0
N° di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	0	0	0
N° di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana			
% dati validi	98	58	95

Anno 2006

Tabella 1.15 – Stazioni del comune di Potenza

SO ₂ (µg/m ³)	San Luca Branca	Parco Rossellino
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	2,6	3,8
N° di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	0	0
N° di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	0	0
% dati validi	92	81

Tabella 1.16 – Stazioni dei comuni di Melfi e Lavello

SO ₂ (µg/m ³)	Melfi	San Nicola di Melfi	Lavello
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	4,7	-	4,3
N° di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	0	0	0
N° di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	0	0	0
% dati validi	90	47	84

Tabella 1.17 – Stazioni della rete di Fenice S.P.A.

SO ₂ (µg/m ³)	Impianto	Favullo	Lamiola
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	2,0	9,0	5,4
N° di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	0	0	0
N° di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	0	0	0
% dati validi	87	59	88

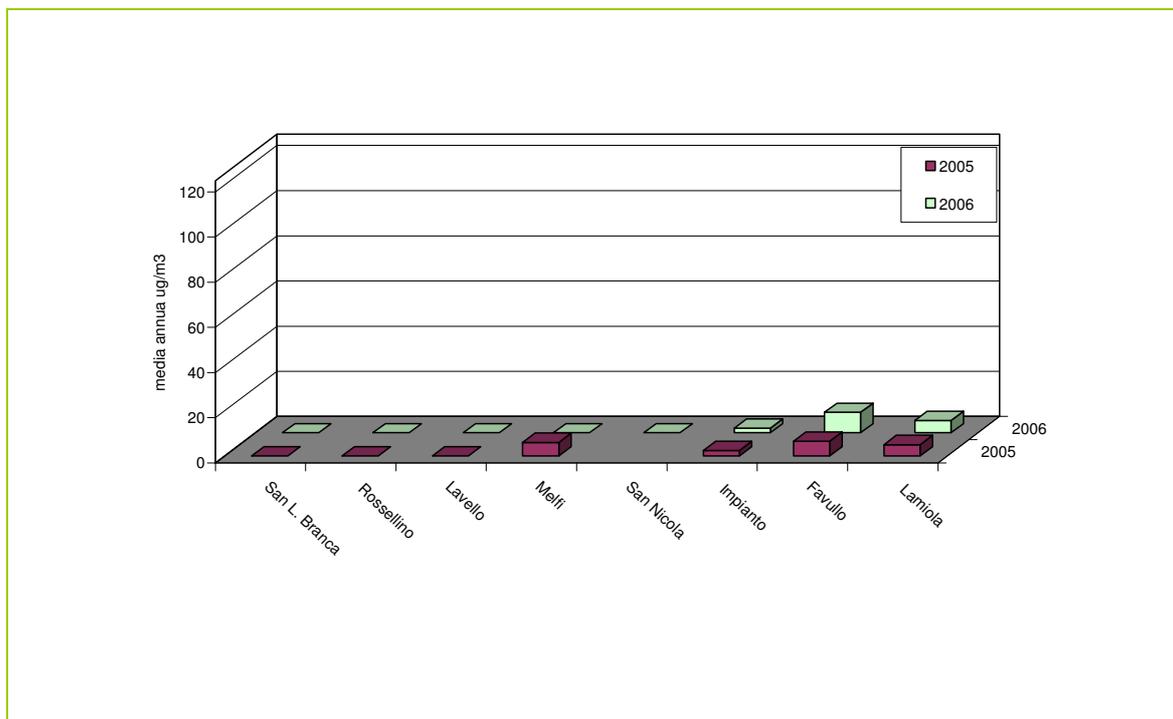


Fig. 1.4 -SO₂- Media annua delle concentrazioni medie giornaliere - anni 2005 – 2006

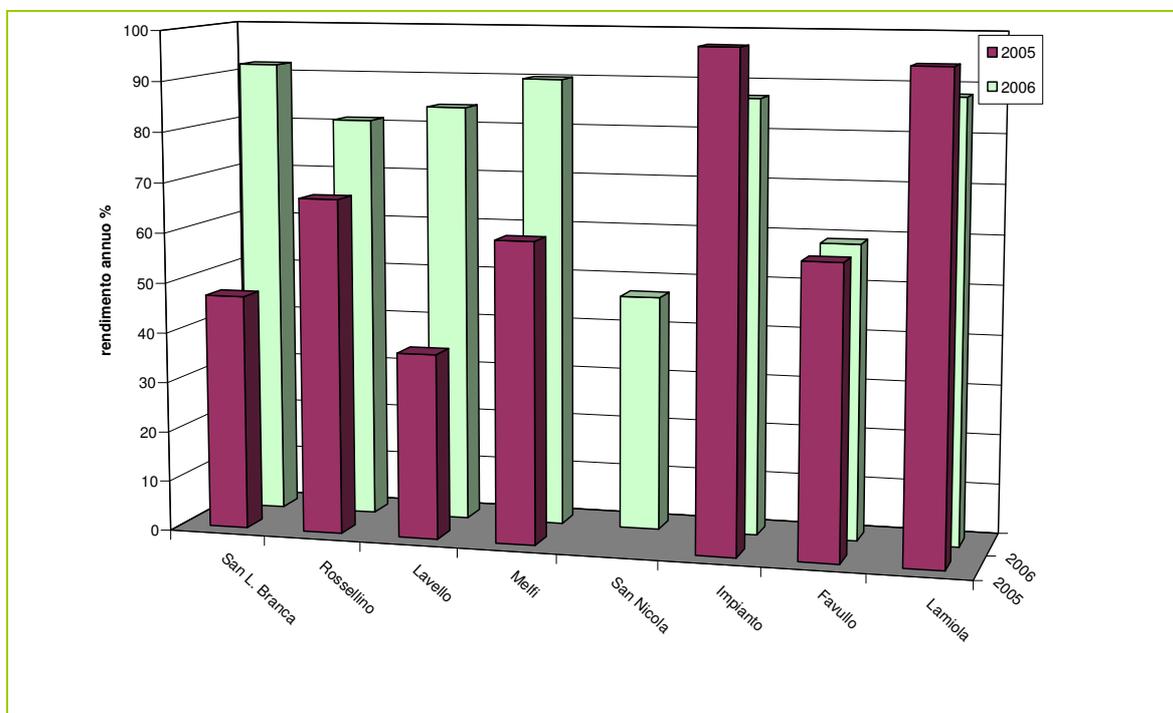


Fig. 1.5 -SO₂- Rendimento percentuale annuo rete - anni 2005 – 2006

QUALITA' DELL'ARIA AMBIENTE: CONCENTRAZIONE IN ARIA A LIVELLO DEL SUOLO DI OZONO (O₃)

Dpsir

Stato

Scopo

L'indicatore ha come scopo la verifica degli obiettivi richiesti dalla normativa e l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni.

Descrizione

Sono stati elaborati i seguenti indicatori, derivati dagli standard di qualità più significativi indicati dalla normativa (**D.lgs 183** del 21/05/2004 che ha recepito la direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria).

- Numeri di superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana
- Superamenti della soglia di informazione
- Superamenti della soglia di allarme.

Sono stati calcolati solo gli indicatori che soddisfano i requisiti standard di disponibilità dei dati elementari.

Unità di misura

I valori soglia e le medie sono tutti espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Copertura geografica dei dati

Puntuale: Comuni di: Potenza, Melfi, Lavello

Periodo di riferimento dei dati

2005-2006

Fonte dati

ARPAB

Note Tabelle e figure

Le tabelle da 1.18 a 1.22 riportano rispettivamente gli obiettivi fissati dalla normativa, la media annua delle concentrazioni medie giornaliere, il numero di superamenti della soglia di informazione e della soglia di allarme, i superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana e la percentuale dei dati validi per il biennio in esame.

Le figure da 1.6 a 1.8 riportano in grafico i trend più significativi.

Tabella 1.18 – Obiettivi fissati dalla normativa

		Periodo di mediazione	Soglia	Note
Soglia di informazione	D.lgs 183 121/05/2004	1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Soglia di allarme	D.lgs 183 21/05/2004	1 ora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	D.lgs 183 21/05/2004	media mobile su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (valore bersaglio per il 2010)
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	D.lgs 183 21/05/2004	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a giugno	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$	Media su 5 anni (valore bersaglio per il 2010)

N.B. Se non è possibile calcolare la media di 3 o 5 anni in quanto non è disponibile un insieme completo di dati relativi a più anni consecutivi, i dati annuali minimi per la verifica della rispondenza ai valori bersaglio sono i seguenti:

- per il valore bersaglio per la protezione della salute umana, i dati validi relativi a 1 anno,
- per il valore bersaglio per la protezione della vegetazione, i dati relativi a 3 anni

Anno 2005

Tabella 1.19 Stazione del comune di Potenza (ARPAB)

O3($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Parco Rossellino
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	64
N° di superamenti della Soglia di informazione delle concentrazioni medie orarie	0
N° di superamenti della Soglia di allarme	0
N° di superamenti del Valore bersaglio per la protezione della salute umana	11
% dati validi	89

Tabella 1.20 Stazioni dei comuni di Melfi e Lavello (ARPAB)

O3($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Melfi	Lavello
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	-	65,5
N° di superamenti della Soglia di informazione delle concentrazioni medie orarie	0	0
N° di superamenti della Soglia di allarme	0	0
N° di superamenti del Valore bersaglio per la protezione della salute umana	16	2
% dati validi	44	70

Anno 2006

Tabella 1.21 Stazioni del comune di Potenza (ARPAB)

O3($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Rossellino	San Luca Branca
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	62	51
N° di superamenti della Soglia di informazione delle concentrazioni medie orarie	0	0
N° di superamenti della Soglia di allarme	0	0
N° di superamenti del Valore bersaglio per la protezione della salute umana	16	0
% dati validi	75	75

Tabella 1.22 Stazioni dei comuni di Melfi e Lavello (ARPAB)

O3($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Melfi	San Nicola di Melfi	Lavello
Media annua delle concentrazioni medie giornaliere	68,5	52,7	-
N° di superamenti della Soglia di informazione delle concentrazioni medie orarie	0	1	0
N° di superamenti della Soglia di allarme	0	0	0
N° di superamenti del Valore bersaglio per la protezione della salute umana	11	36	1
% dati validi	59	70	46

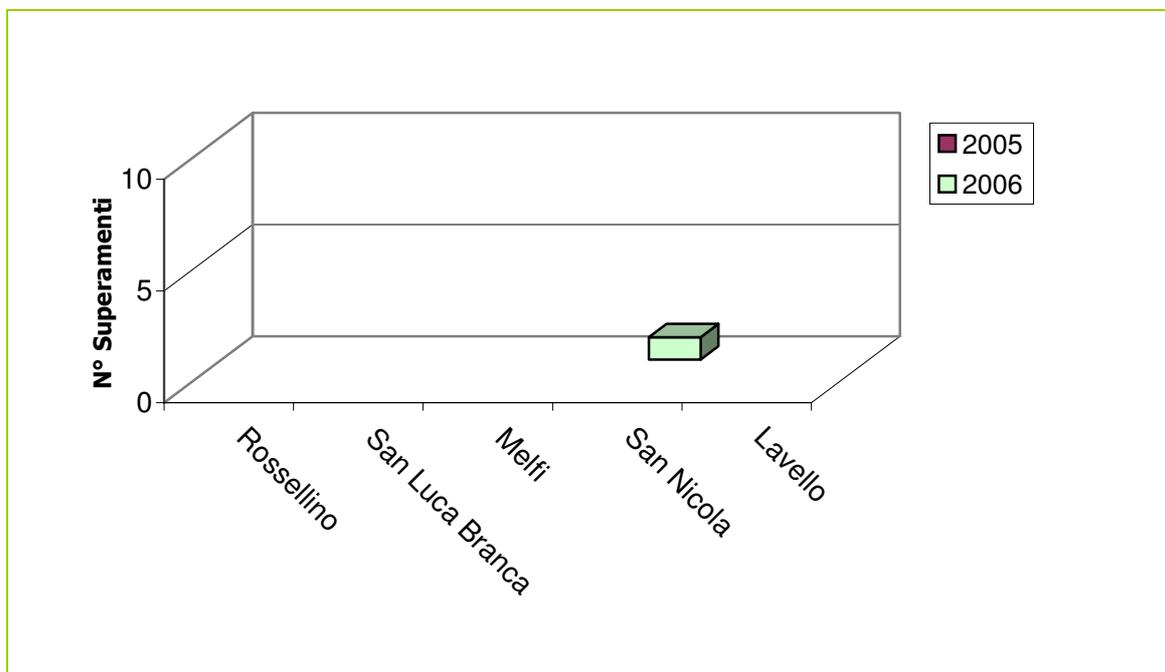


Fig. 1.6 - Ozono - Superamenti della soglia d'informazione – Anni 2005-2006

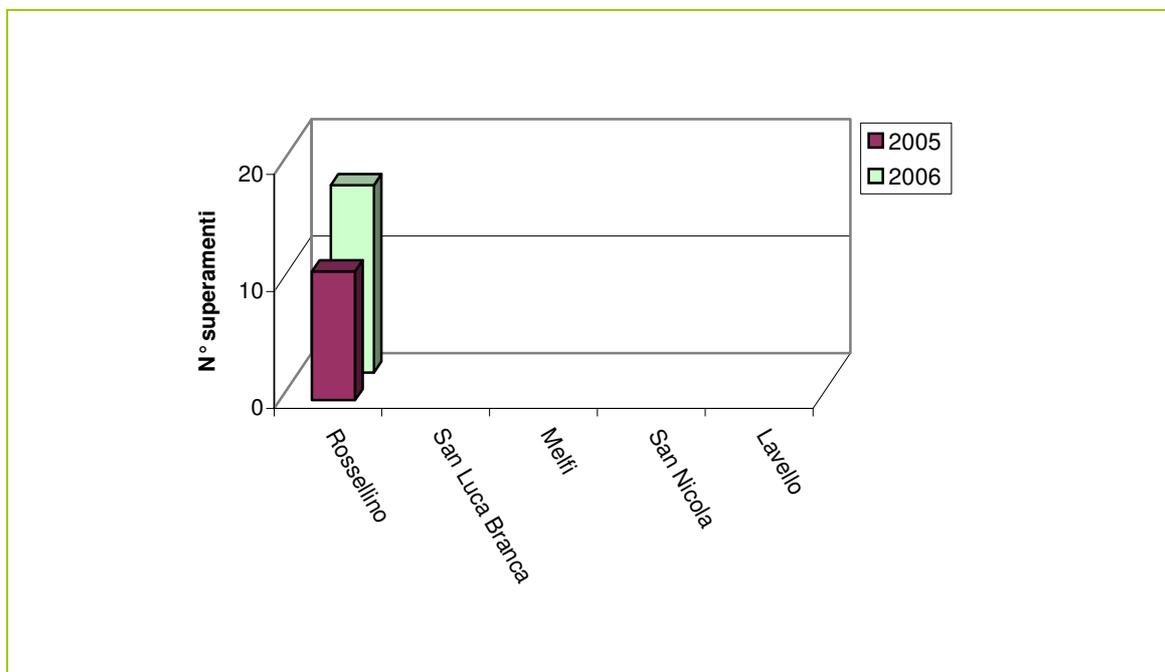


Fig. 1.7 – Ozono - Superamenti del valore bersaglio per la protezione della salute umana – Anni 2005-2006

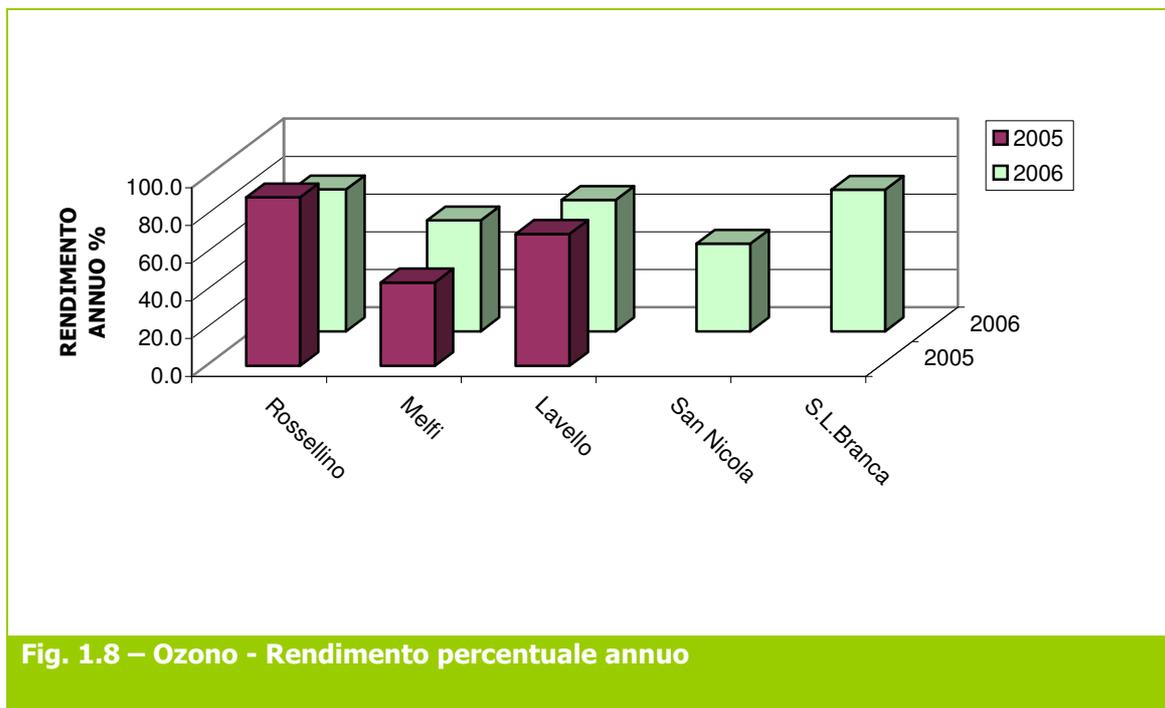


Fig. 1.8 – Ozono - Rendimento percentuale annuo

QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE: CONCENTRAZIONE IN ARIA DI BENZENE

Dpsir

Stato

Scopo

L'indicatore proposto ha come finalità la verifica degli obiettivi richiesti dalla normativa.

Descrizione

Si presentano la media annua dei valori medi giornalieri. In box 1.x si riportano il metodo usato e i dati relativi alle campagne di monitoraggio (eseguite nel 2005 da questa agenzia) nella città di Potenza e Matera.

Unità di Misura

Le concentrazioni sono espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Copertura geografica dei dati

Puntuale: Comuni di: Potenza, Melfi, Lavello

Periodo di riferimento

2005-2006

Fonte dei dati

FENICE SPA, ARPAB

Note tabelle e figure

Le tabelle da 1.23 a 1.29 riportano rispettivamente l'obiettivo fissato dalla normativa, il valore medio annuo e la percentuale dei dati validi per il biennio in esame.

Le figure 1.9 e 1.10 riportano in grafico i valori delle medie annue ed il rendimento percentuale.

Tabella 1.23 - Obiettivi fissati dalla normativa

		Periodo di mediazione	Soglia	note
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	D.M. 60 02-04.02	Anno civile	5 µg/m ³ (media mobile annua dei valori giornalieri misurati su base oraria)	Valore limite da raggiungere entro il 2010

Il valore limite per l'anno 2005 è di 10 µg/m³, mentre per il 2006 è di 9 µg/m³ in considerazione del margine di tolleranza fissato dal decreto

Anno 2005

Tabella 1.24

Benzene: elaborazioni statistiche annuali dei dati giornalieri relativamente all'anno 2005 FENICE SPA		
Stazione	Media µg/m ³	% dati validi
Impianto	1.35	82

Tabella 1.25

Benzene: elaborazioni statistiche annuali dei dati giornalieri relativamente all'anno 2005 ARPAB Potenza		
Stazione	Media µg/m ³	% dati validi
Viale Unicef	0.84	62

Tabella 1.26

Benzene: elaborazioni statistiche annuali dei dati giornalieri relativamente all'anno 2005 ARPAB Lavello		
Stazione	Media µg/m ³	% dati validi
Lavello	0.73	21

Anno 2006

Tabella 1.27

Benzene: elaborazioni statistiche annuali dei dati giornalieri relativamente all'anno 2006 FENICE SPA		
Stazione	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% dati validi
Impianto	1.71	94

Tabella 1.28

Benzene: elaborazioni statistiche annuali dei dati giornalieri relativamente all'anno 2006 ARPAB Potenza		
Stazione	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% dati validi
Viale Unicef	1.25	98
San Luca Branca	0.60	77

Tabella 1.29

Benzene: elaborazioni statistiche annuali dei dati giornalieri relativamente all'anno 2006 ARPAB Lavello		
Stazione	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	% dati validi
Lavello	0.54	81

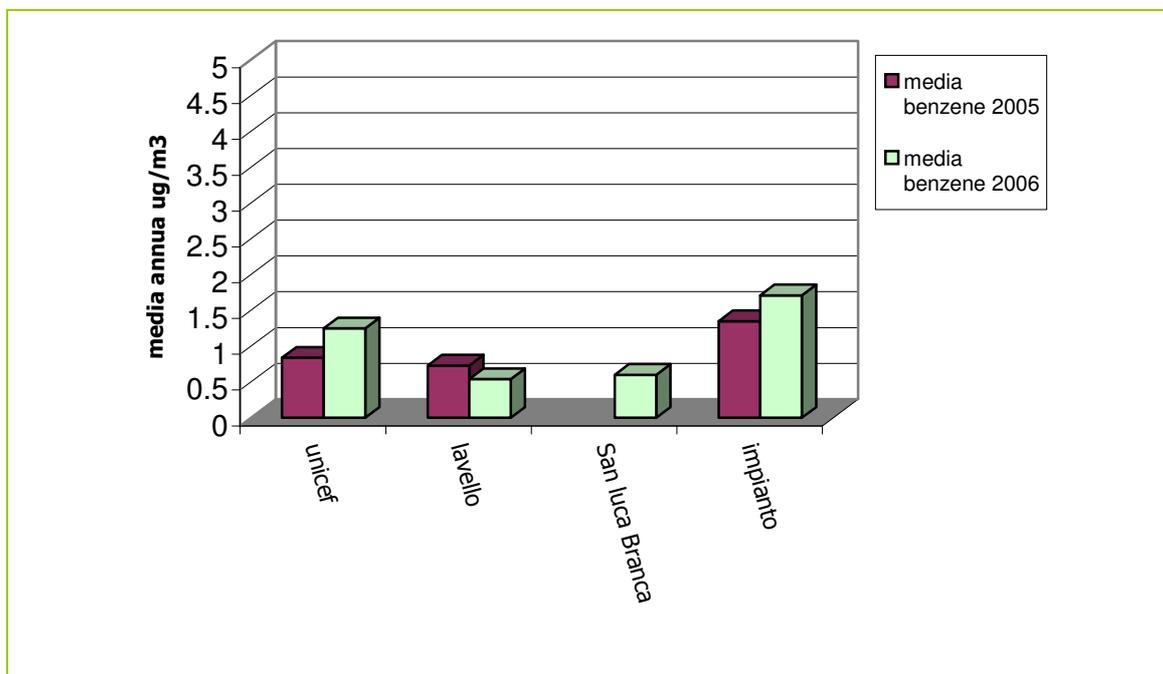


Fig. 1.9 - Benzene - Media annua delle concentrazioni medie giornaliere - Anni 2005-2006

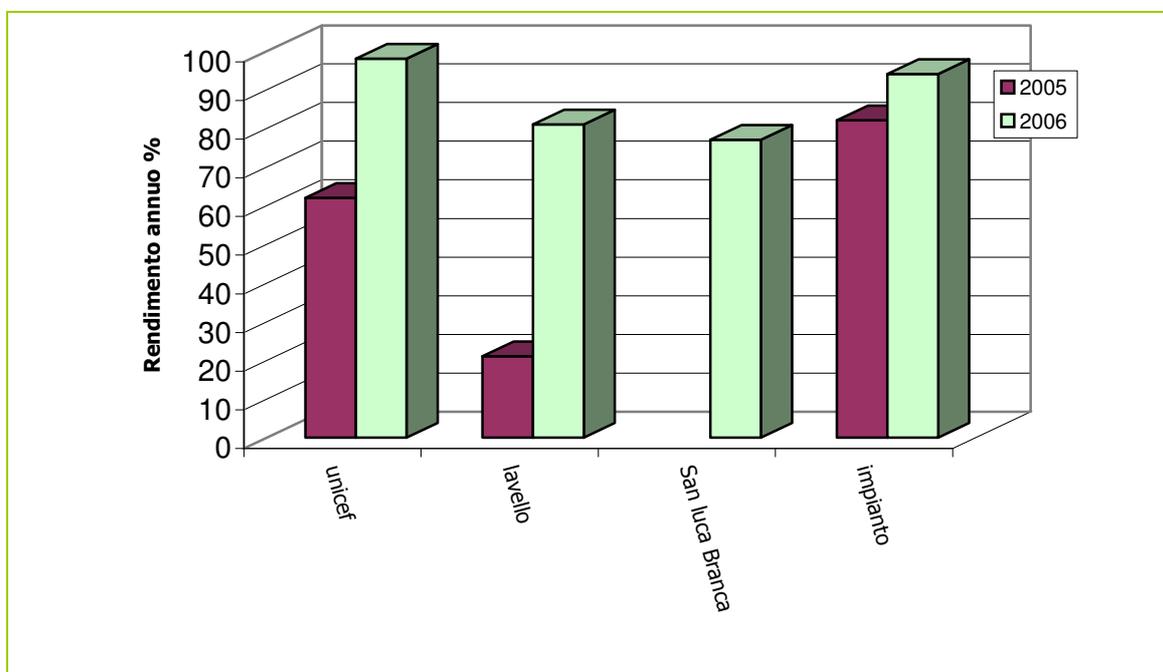


Fig. 1.10 - Benzene - Rendimento percentuale annuo rete - Anni 2005-2006

Strumento utilizzato	Varian CP-3800
Colonna	ZB-WAX (30m; d=0.32mm ⁹)
Rivelatore	FID
T(°C) colonna	Temperatura costante a 40°C per sette minuti

I criteri utilizzati per la scelta dei siti di campionamento sono tali da evidenziare sia la distribuzione delle concentrazioni di fondo del benzene in tutta l'area urbana che i livelli massimi a cui i cittadini possono essere esposti, in prossimità delle strade e degli incroci interessati da intenso traffico veicolare.

Il periodo di campionamento discontinuo viene distribuito nel corso dell'anno in modo da essere rappresentativo delle varie condizioni climatiche e di traffico, più precisamente viene eseguita una campagna della durata di quindici giorni per ogni stagione, esponendo il campionatore passivo nell'aria ambiente ad un'altezza dal suolo di circa 2.5 metri.

Si riportano di seguito i punti scelti per il monitoraggio e la rappresentazione grafica dei valori rilevati nelle diverse campagne di monitoraggio

Tabella 1.30 - Concentrazioni di Benzene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Comune di Potenza

Codice	Ubicazione	Conc. Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	P.zza XVIII Agosto	6
2	C.da Rossellino	3
3	Via Vaccaro	4
4	Parco Montereale	3
5	Via Mazzini	4
6	Via Firenze	5
7	Via del Gallitello	4
8	Rione Lucania	4
9	Viale Dante	3
10	Via Caporella	3
11	Rione Francioso	5
12	Borgo San Rocco	7
13	Piazza Bologna	5
14	Via Torraca	3
15	Via Marconi	4

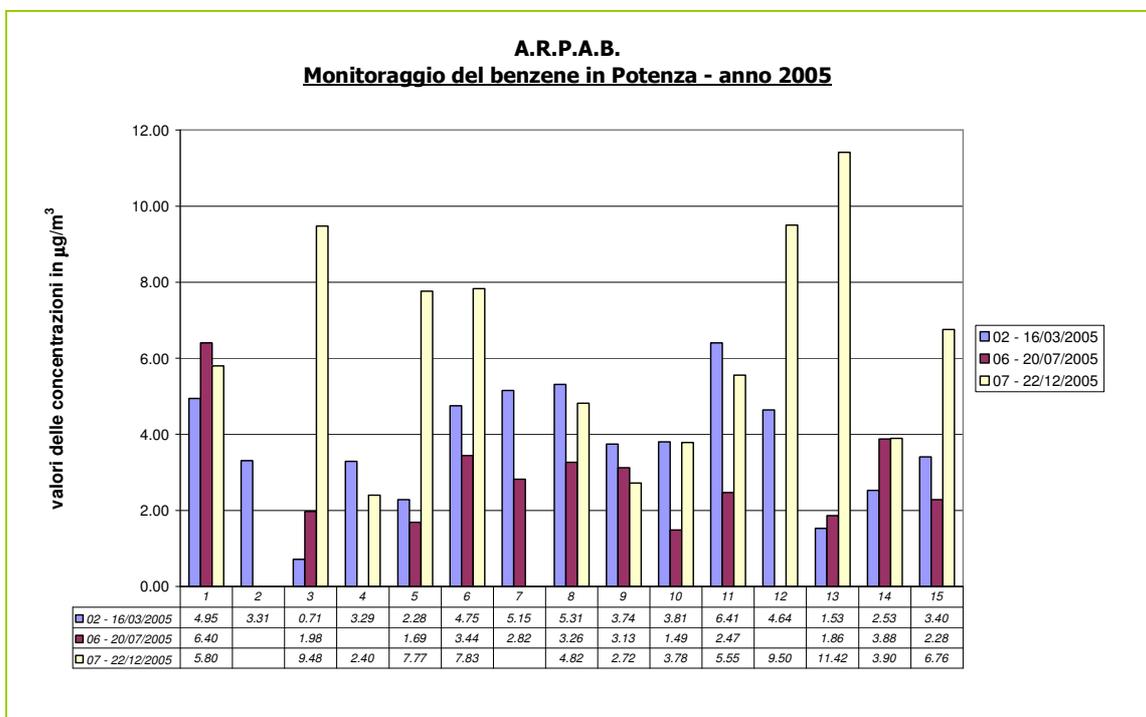
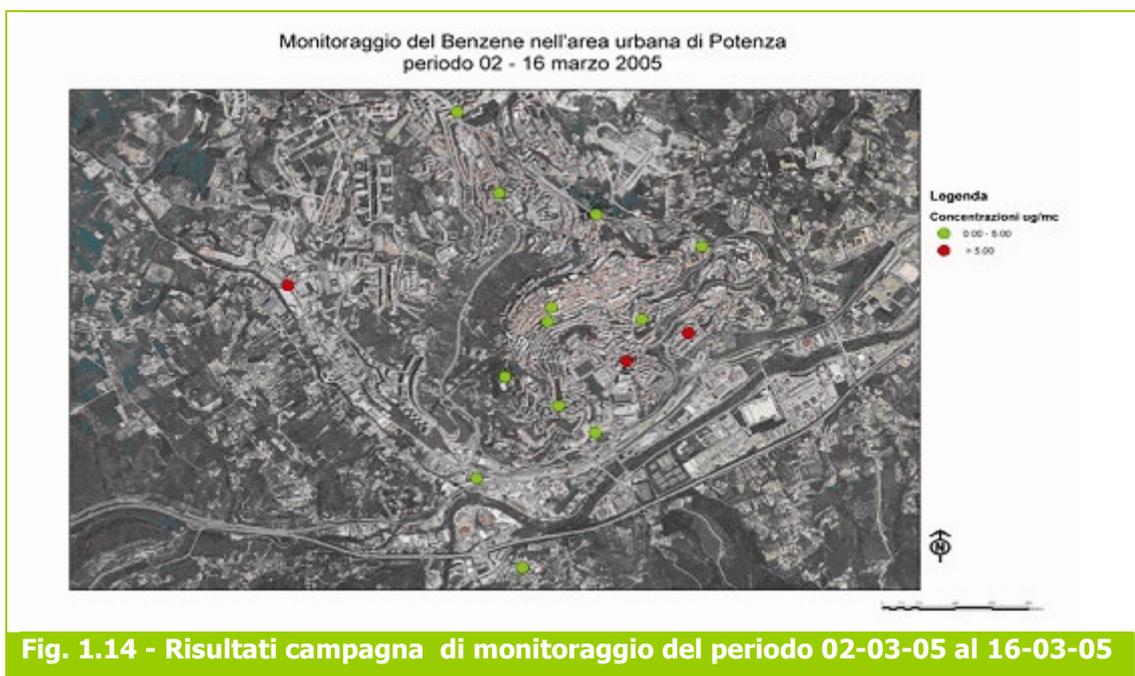
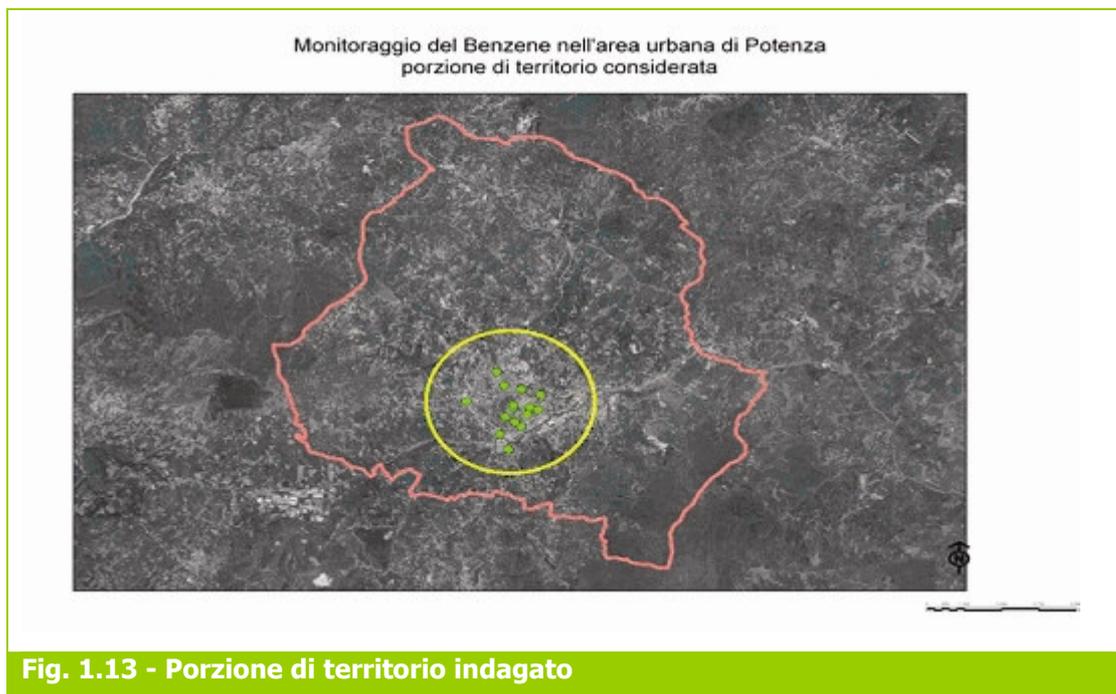


Fig. 1.11 - Concentrazioni medie di Benzene nella città di Potenza



Fig. 1.12 - Potenza - territorio comunale



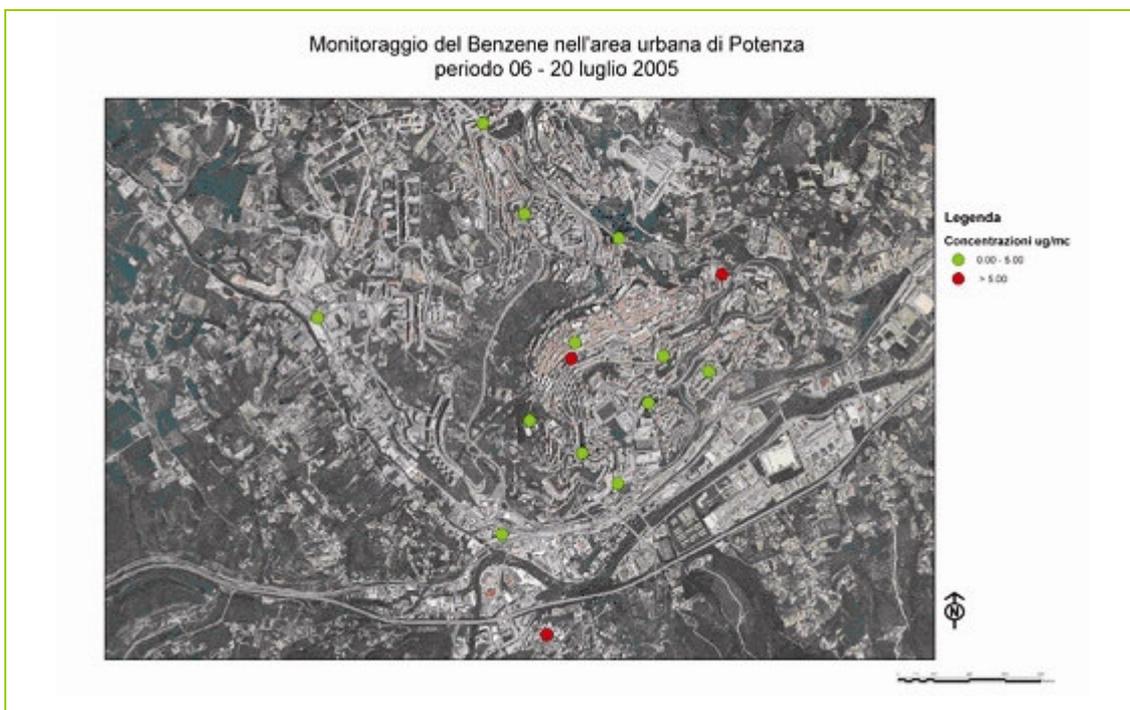


Fig. 1.15 - Risultati campagna di monitoraggio del periodo 06-07-05 al 20-07-05

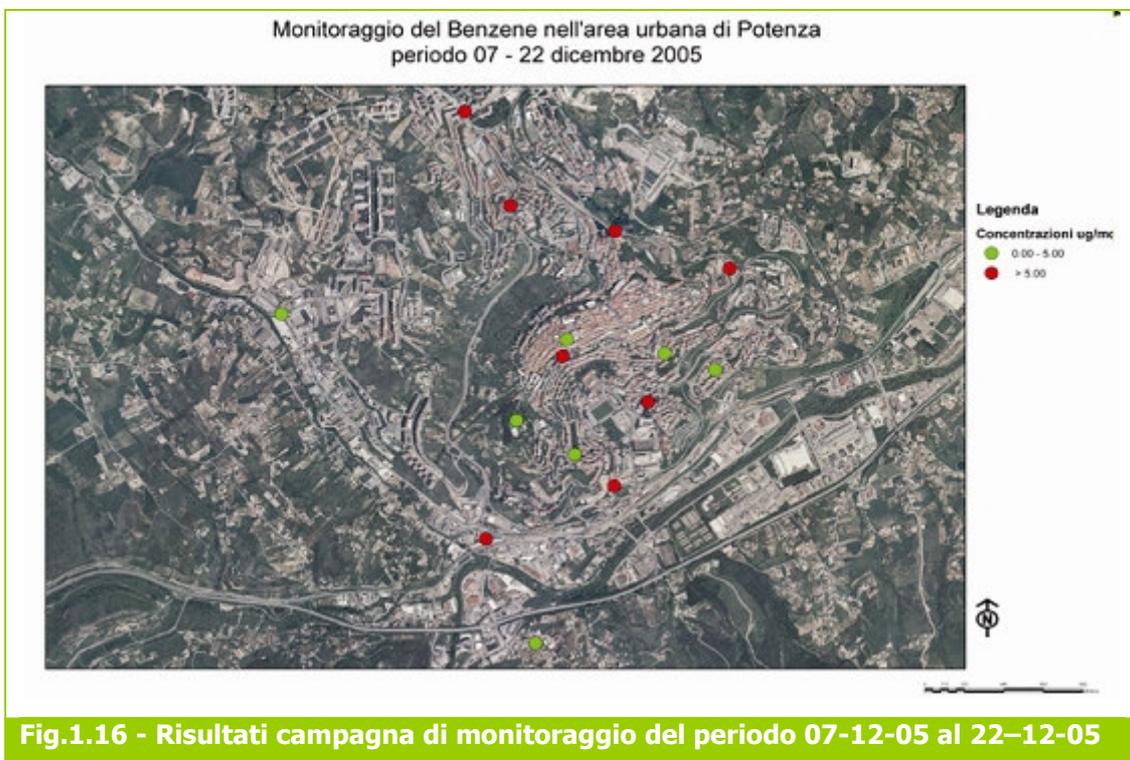


Fig.1.16 - Risultati campagna di monitoraggio del periodo 07-12-05 al 22-12-05

Dall'analisi dei dati si riscontra un andamento stagionale nella diffusione dell'inquinante con un aumento delle concentrazioni durante il periodo invernale, come si deduce dall'analisi delle figure 1.14, 1.15 e 1.16.

Si evince inoltre che nei siti ubicati in prossimità degli incroci delle strade maggiormente interessate dal traffico veicolare, la media annuale delle concentrazioni supera il valore limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 2010 (D.M. 60 del 2 aprile 2002) così come è stato riscontrato nelle campagne eseguite negli anni precedenti.

Lo studio si sta conducendo anche per l'anno in corso, avendo ridotto i punti di misura ai soli siti in cui le concentrazioni si sono rilevate alte.

Tabella 1.31 - Concentrazioni di Benzene [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Comune di Matera

Codice	Ubicazione	Conc. Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Via Dante (incr. Via Moro)	2.27
2	Via San Pardo	2.95
3	Via Nazionale (incr. Via San Pardo)	0.65
4	Via Dante (incr. Via don L. Sturzo)	1.96
5	Via Arno (La Martella)	0.38
6	Via Nazionale (incr. Via Istria)	3.20
7	Via Lucana (incr. Via Dorso)	3.14
8	Via Montescaglioso	1.10
9	Via Chiancalata	1.62
10	Villa Comunale	1.76

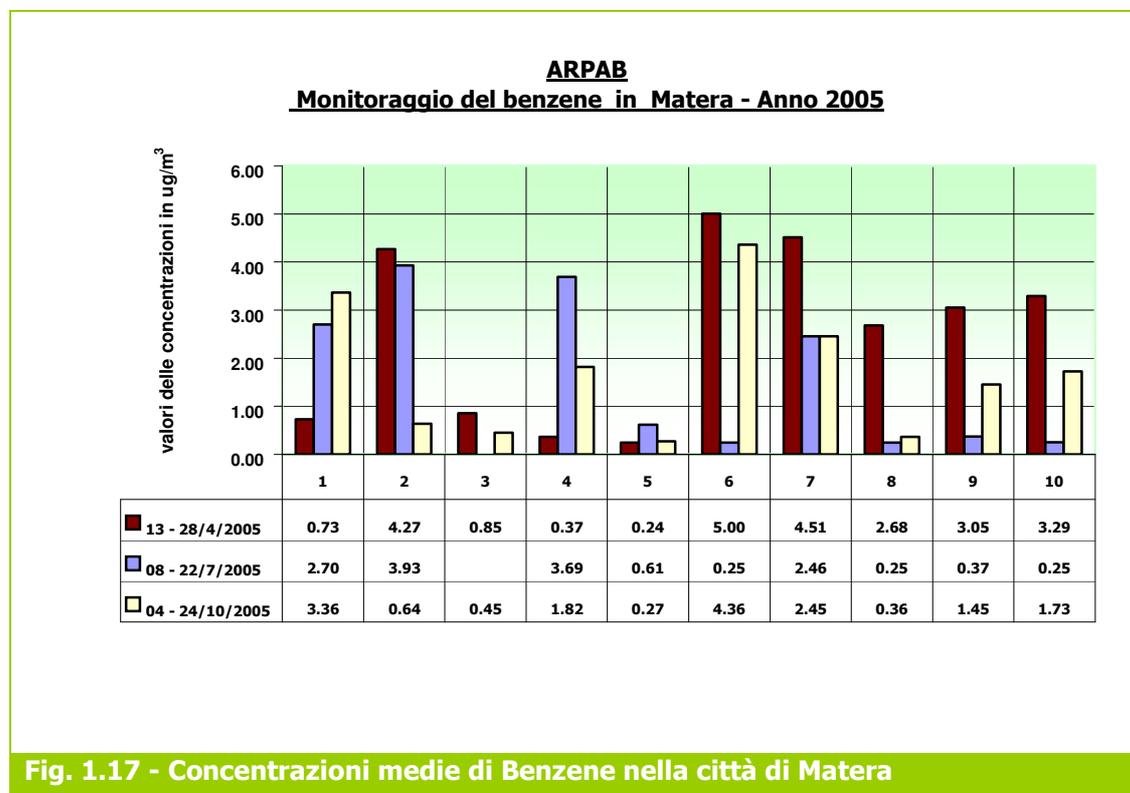
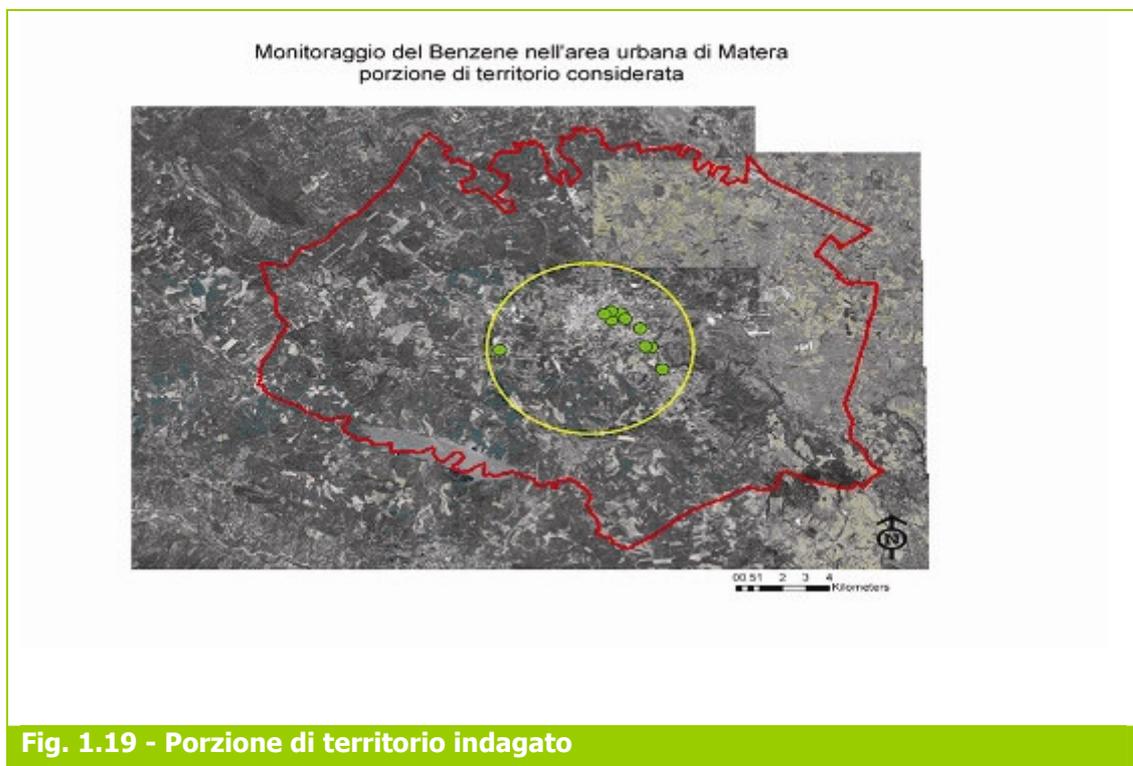
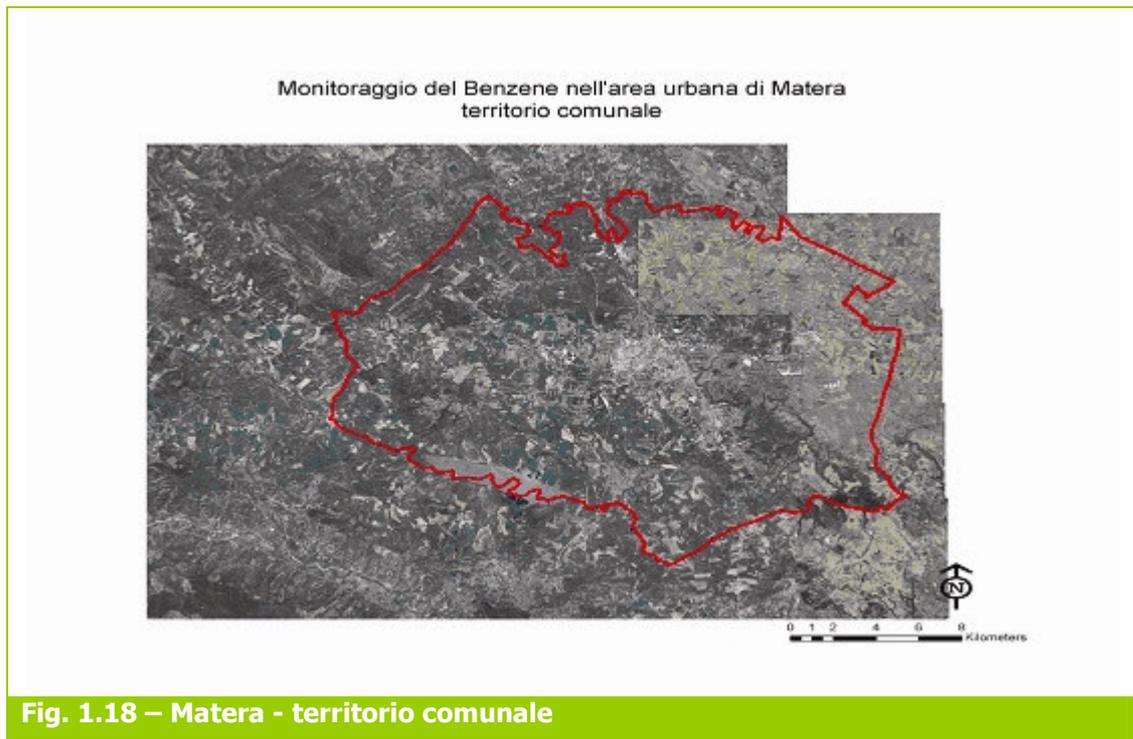


Fig. 1.17 - Concentrazioni medie di Benzene nella città di Matera



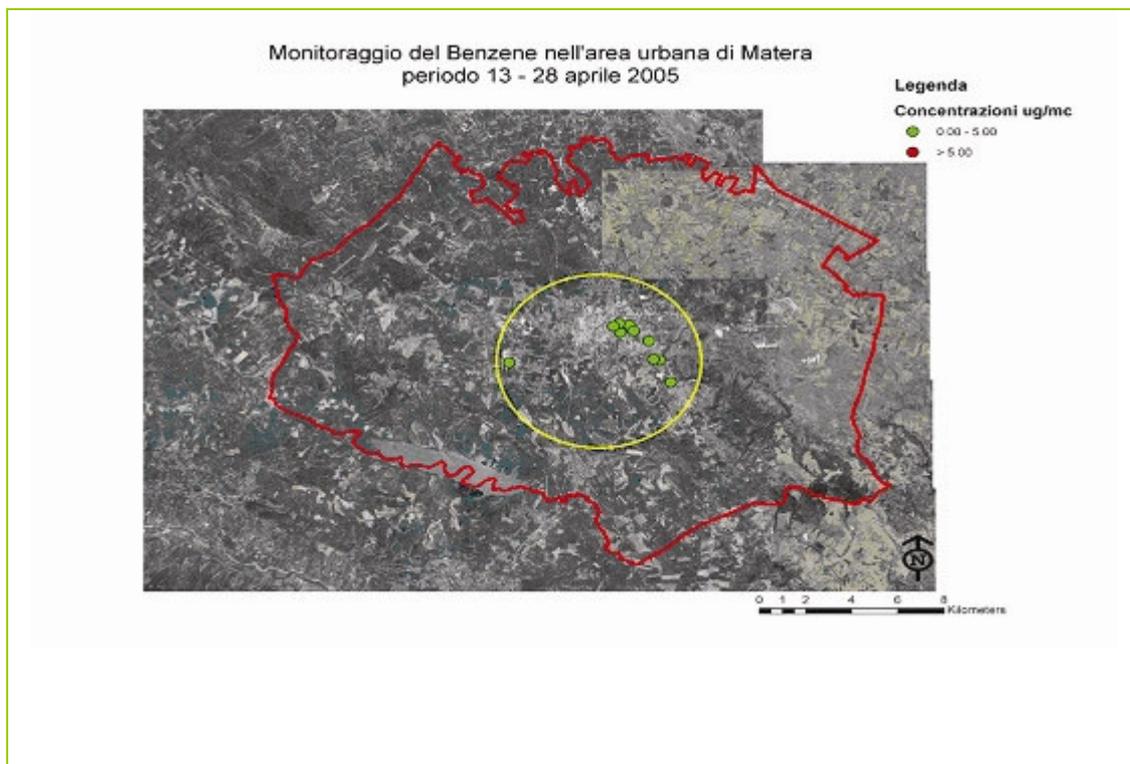


Fig. 1.20 - Risultati campagna di monitoraggio del periodo 13-04-05 al 28-04-05

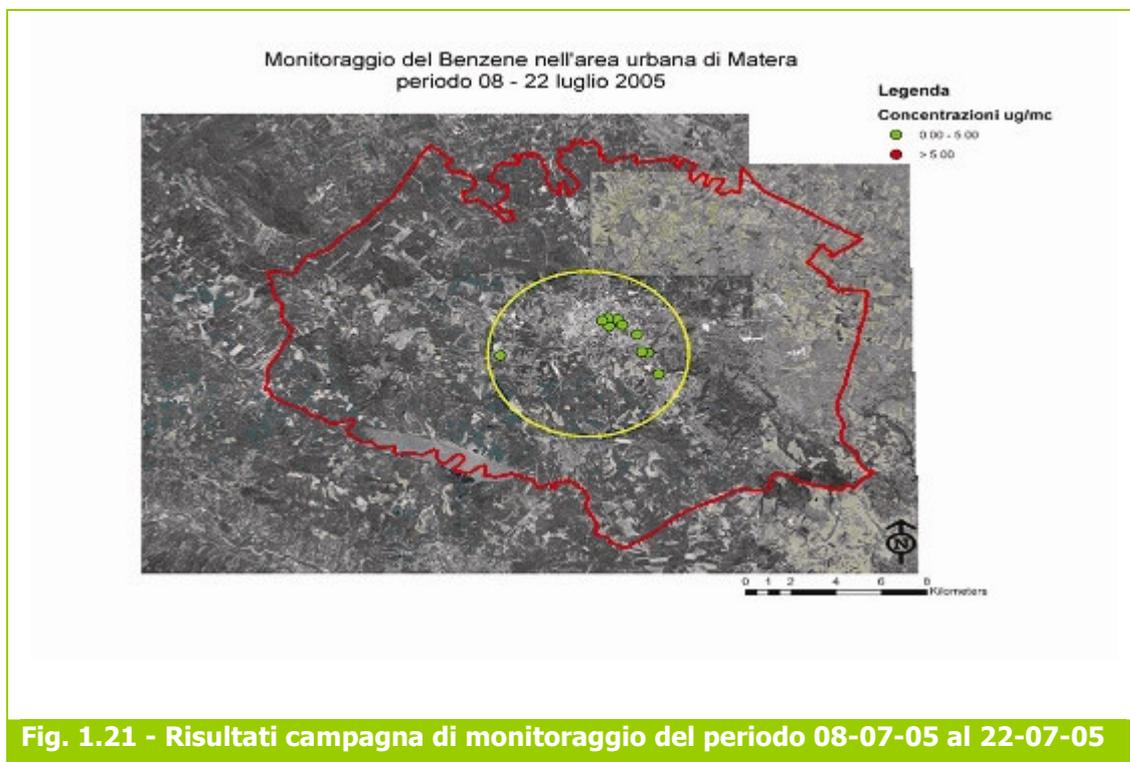
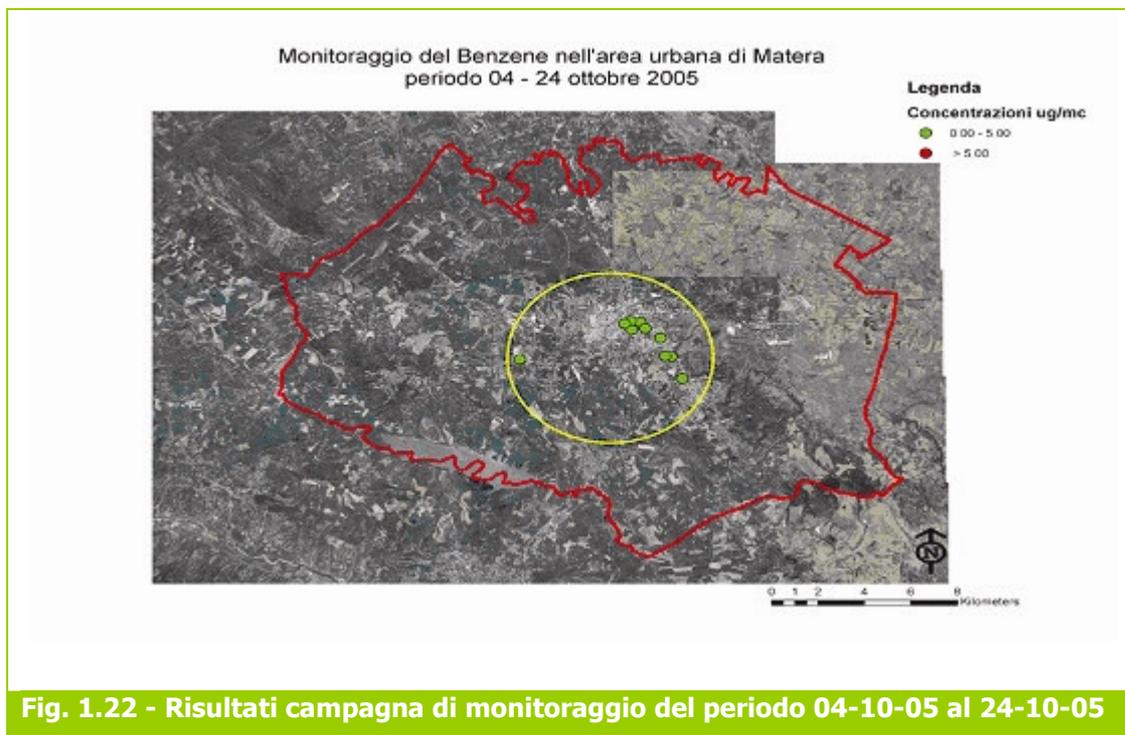


Fig. 1.21 - Risultati campagna di monitoraggio del periodo 08-07-05 al 22-07-05



Dai risultati ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio, si evince che anche per Matera le concentrazioni maggiori si riscontrano nei siti ubicati in prossimità degli incroci delle strade maggiormente interessate dal traffico veicolare, anche se in nessun sito si ha il superamento del valore limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sia in termini di media annuale che come valore medio relativo al singolo periodo considerato.

L'intento dell'ARPAB è quello di approfondire l'indagine, eseguendo una attenta analisi delle serie storiche cercando di correlare le concentrazioni rilevate con i fattori meteo-climatici, al fine di individuare altri fattori determinanti l'aumento della concentrazione del benzene nell'area urbana.

BOX 1.3 - EMISSIONI DA TRAFFICO A POTENZA

PREMESSA

Le attività di monitoraggio atmosferico non si esauriscono con il controllo dei parametri meteorologici e di qualità dell'aria ma focalizzano l'attenzione sugli eventi di accumulo degli inquinanti e sulle interazioni tra meteorologia e dispersione. Tale approccio richiede uno studio analitico dei fenomeni causa-effetto e l'integrazione di dati, metodi e strumenti.

Per una valutazione più dettagliata dello stato dell'ambiente, infatti, risulta particolarmente utile affiancare alle reti di monitoraggio sia strumenti statistici che modelli di simulazione in grado di riprodurre l'emissione, la micrometeorologia, il trasporto e la diffusione degli inquinanti in atmosfera. D'altro canto la rete di monitoraggio, per quanto articolata e tecnologicamente avanzata, fornisce informazioni puntuali, anche se continue nel tempo. Al fine di estendere i dati puntuali all'intero ambito territoriale di analisi è necessario ricorrere all'utilizzo di strumenti e tecniche geostatistiche.

Anche la normativa prevede che i sistemi di valutazione della qualità dell'aria integrino misurazioni in punti fissi con tecniche modellistiche e che, allo scopo di ottenere indicazioni complementari e supplementari, il rilievo dei parametri sia effettuato tramite l'esecuzione di campagne di misura con metodi e mezzi diversi da quelli indicati come ufficiali.

A tal proposito si è inteso individuare gli strumenti utili a determinare le emissioni dovute al traffico veicolare ed implementare una metodologia per il confronto di dati rilevati, secondo diverse tecniche, e quelli simulati, mediante modelli.

INQUADRAMENTO GENERALE

Obiettivi

Nell'ambito del monitoraggio della qualità dell'aria in area urbana, uno dei principali problemi emergenti è la correlazione tra i livelli di traffico e i livelli di inquinamento di PM10, BTX e CO. Considerata l'attività di monitoraggio svolta dall'ARPAB a Potenza, mediante l'utilizzo di campionatori sia attivi che passivi, si è inteso mettere a punto una metodologia di valutazione delle emissioni dovute al traffico tale che possa fornire risposte inerenti l'inquinamento prevedibile nelle condizioni meteorologiche più gravose. L'applicazione riguarda l'ambito urbano del capoluogo, di cui si sono tenuto in conto il traffico sugli archi principali intendendo validare la metodologia sulla base dei dati campionati a Potenza nel 2004 e 2005.

Nella presente sintesi, si illustra la procedura finalizzata alla valutazione dei rilasci e ricadute al suolo di *Benzene* lungo i tratti principali dell'infrastruttura stradale di Potenza.

La metodologia è stata implementata seguendo una serie di step successivi che constano in:

1. valutazione delle emissioni da traffico nella città di Potenza, fase in cui si è applicato il programma COPERT sulla base del parco veicolare dell'ACI circolante a Potenza;
2. determinazione dei fattori di emissione specifici, in riferimento alle caratteristiche dei veicoli, per i Composti Organici Volatili e per il Benzene;
3. caratterizzazione dei flussi di traffico sulle principali arterie cittadine e realizzazione del data input emissivo per il modello di simulazione MOCAR.

A valle delle fasi descritte, è prevista l'implementazione di una simulazione mediante il modello di dispersione degli inquinanti da traffico MOCAR ed il confronto con i dati rilevati nei diversi punti di misura sia mediante il monitoraggio in continuo che attraverso campionamento passivo.

Inquadramento normativo

Il benzene, classificato dalla International Agency for Research on Cancer (IARC) come cancerogeno, ha assunto maggiore importanza in campo ambientale nel momento in cui si è deciso di eliminare il piombo tetraetile dalle benzine sostituendolo con idrocarburi aromatici.

In pochi anni ci si è trovati di fronte, quindi, ad un aumento considerevole dell'inquinamento da benzene, soprattutto nelle aree urbane o limitrofe alle grandi arterie di comunicazione su gomma.

Tutto ciò ha obbligato i governi ad attuare una politica di monitoraggio e contenimento del benzene. Le leggi che storicamente rappresentano le tappe fondamentali di questa politica, definendo sia i limiti di concentrazione del benzene nell'aria che i limiti di tenore di benzene e di idrocarburi aromatici totali nelle benzine, sono le seguenti:

- Decreto Ministeriale 25 novembre 1994,
- Legge ordinaria del Parlamento n.413 del 4 novembre 1997,
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n.434 del 23 novembre 2000,
- Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n.60.

Il Decreto Ministeriale 25 novembre 1994 ha definito le modifiche dei valori dei livelli di attenzione e di allarme proposti dal D.M.15 aprile 1994 e ha stabilito gli obiettivi di qualità per le concentrazioni di benzene, degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e della frazione respirabile delle particelle sospese (PM10).

Con la legge n.413 del 4 novembre 1997 si afferma che "a decorrere dal 1 luglio 1998, il tenore massimo consentito di benzene e di idrocarburi aromatici totali nelle benzine è fissato, rispettivamente nell'1 per cento in volume e nel 40 per cento in volume".

Infatti il DPCM 23 novembre 2000 n.434 (recepimento della direttiva 98/70/CE-qualità della benzina e del combustibile diesel) ha adottato il seguente regolamento:

- dal 1 Gennaio 2002 è consentito l'uso di benzine con contenuto di piombo non superiore a 0.15 g/l e conforme alle specifiche fissate dalla legge n.413/97,
- dal 1 Gennaio 2005 solo benzine senza piombo.

Infine con il DM n. 60 del 2002, si è stabilito il valore limite annuale per la protezione della salute umana per il benzene, da raggiungere entro l'1 gennaio 2010, nella misura di 5 microgrammi al metro cubo (pari alla soglia per la percezione olfattiva secondo il documento 'Air Quality Guidelines for Europe', WHO 1997).

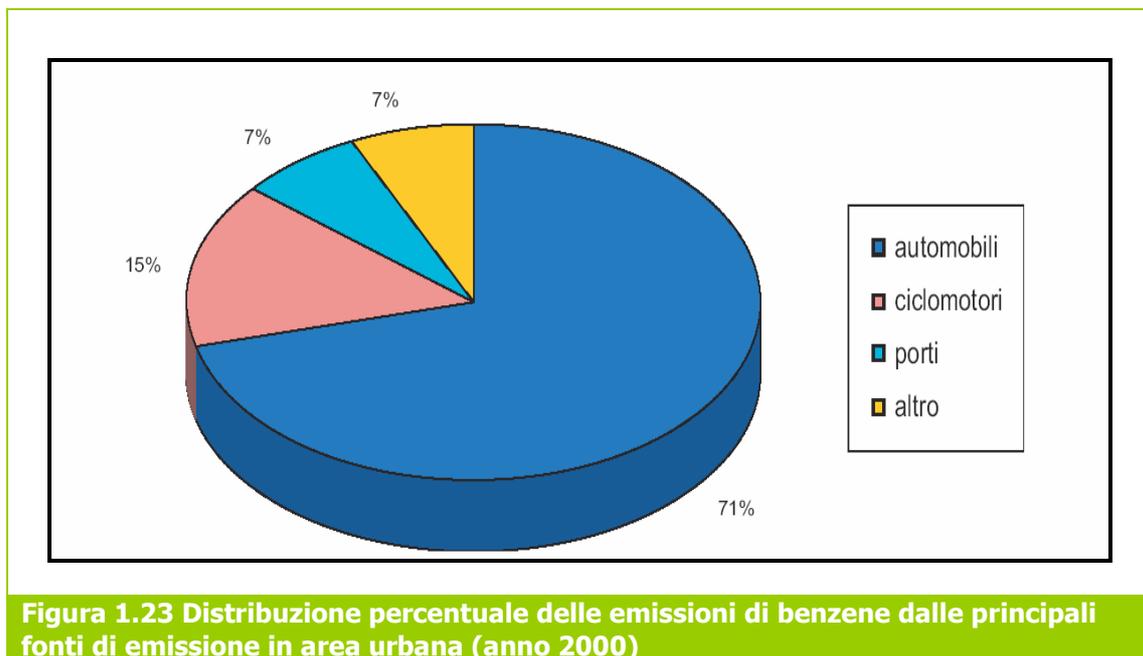
Quadro emissivo nazionale in ambito urbano

Considerati gli effetti che le emissioni di benzene provocano a scala locale e il loro impatto sulla popolazione, è importante stimare la quota di emissione in area urbana allo scopo di costruire la base utile alla stima del rischio e del danno sulla salute.

Prendendo in esame l'insieme delle sorgenti di emissione (trasporti stradali, trasporti off-road, combustione nelle industrie energetiche e di trasformazione, combustione non industriale, combustione nelle industria manifatturiera, processi di produzione, estrazione e distribuzione di combustibile fossili/energia geotermica, uso solventi, trattamento dei rifiuti, agricoltura) e considerando che alcune attività sono presenti solo in ambito urbano, altre sono solo parzialmente "urbane" e altre infine non sono presenti affatto in ambito urbano, si stima che circa il 60% delle emissioni totali di benzene a livello nazionale vengono emesse in aree urbane. Le emissioni di benzene da traffico veicolare derivano principalmente da processi chimico-fisici innescati in camera di combustione a cui si somma la quota parte di benzene presente in origine nel combustibile e non bruciato in camera di combustione. Un'altra aliquota deriva da perdite evaporative del serbatoio e del carburatore, emissioni fortemente dipendenti dalla volatilità del combustibile e dai fenomeni fisici che la favoriscono.

La principale fonte di emissione di benzene nel contesto urbano sono, dunque, le automobili, per le emissioni allo scarico ed evaporative, ed i ciclomotori, utilizzati quasi esclusivamente in ambito urbano. Come si osserva dalla figura 1.23 le emissioni di queste due componenti rappresentano l'86 del totale.

Il 7% delle emissioni urbane è attribuibile ai trasporti off-road (attività marittime nei porti, attività da diporto e dai motori ausiliari delle navi) mentre le rimanenti emissioni "urbane" scaturiscono dal consumo di vernici, dall'uso domestico di prodotti per la casa e l'igiene, dalle attività delle officine di riparazione delle macchine, e dalla copertura con asfalto delle strade e dei tetti.



Il monitoraggio del benzene a Potenza

Nelle more della valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente prevista dal Decreto L.vo n. 351 del 1999, l'ARPAB ha avviato già dall'anno 2001 delle campagne di monitoraggio passivo del benzene nei due maggiori centri urbani della regione, Potenza e Matera. I siti di campionamento sono stati scelti in modo da ottenere dati sulle zone a maggior traffico autoveicolare (rif. "Box 1.2 – Campagne di monitoraggio del benzene").

Per quanto riguarda le misure in siti fissi a Potenza, il BTX (Benzene, Toluene, Xylene) è rilevato nella centralina di Viale dell'Unicef, definita come Urbana da Traffico, dal 2005, e nella centralina di San Luca Branca, definita come Suburbana, dal 2006. Il sito di Viale dell'Unicef è, tra i fissi, quello ideale per le finalità volute dal presente studio in quanto è un nodo dell'infrastruttura stradale urbana ad elevata densità di traffico.

METODOLOGIA COPERT PER IL CALCOLO DELLE EMISSIONI

Il programma COPERT III

L'algoritmo di calcolo delle emissioni, incluse quelle da traffico, è il seguente:

$$E = f \cdot I$$

dove f rappresenta il fattore di emissione per unità di attività e per tipo di inquinante ed I l'indicatore di attività.

Nella realtà, i fattori di emissione dei veicoli non sono costanti e univocamente individuabili in quanto dipendono, oltre che dalla tipologia e dalla vetustà del mezzo, dal tempo - dalla messa in moto fino allo spegnimento- dal tipo di guida, dal tipo di tragitto che il veicolo compie, dalle condizioni ambientali in cui il veicolo si trova (temperatura, altitudine, ecc.) e via di seguito.

Per tutte queste ragioni, si è sviluppata una metodologia che offrisse uno strumento di facile impiego anche laddove i dati effettivi non siano tutti disponibili, implementata nel programma COPERT (COMputer Programme to calculate Emissions from Road Transport).

Il COPERT è giunto alla sua terza revisione, offre una metodologia che è stata indicata dall'EEA (European Environment Agency, Agenzia Europea per l'Ambiente) come lo strumento da utilizzare per la stima delle emissioni da trasporto stradale nell'ambito del programma CORINAIR per la realizzazione dell'inventario nazionale delle emissioni (CORINAIR, 1988; EMEP/CORINAIR, 1999).

Nel COPERT i veicoli sono suddivisi secondo differenti classi veicolari in base alla tipologia del mezzo, al combustibile utilizzato, alla cilindrata, per le automobili, o al peso, per i veicoli commerciali, ed infine in base alla normativa europea di regolamentazione delle emissioni per i veicoli immessi sul mercato a partire da una certa data.

Algoritmo di calcolo delle emissioni

Le emissioni degli autoveicoli si possono esprimere come la somma di tre contributi:

$$E = E_{\text{hot}} + E_{\text{cold}} + E_{\text{evap}}$$

con E_{hot} : emissioni "a caldo"

E_{cold} : emissioni "a freddo"

E_{evap} : emissioni evaporative

Le **emissioni "a caldo"** sono quelle che si sviluppano con motore a temperatura di regime e sistemi di abbattimento, cioè catalizzatori, in pieno funzionamento. Esse dipendono dalla lunghezza del percorso, dalla velocità del veicolo (o dalla tipologia del percorso), dall'anzianità, dal peso e dalla cubatura del motore e vengono determinati per ogni tipologia di tragitto (urbano, rurale, autostradale).

Le **emissioni "a freddo"** si manifestano durante la fase di riscaldamento del motore e degli apparecchi di abbattimento, nell'intervallo, quindi, che trascorre dalla messa in moto fino al raggiungimento della temperatura di pieno regime. In linea di principio, questo tipo di emissioni si verifica per ogni tipo di veicolo, ma possono venire stimate con un'accettabile precisione solo per le autovetture (a benzina, diesel o gas da trazione) ed i veicoli commerciali leggeri.

La metodologia impiegata non tiene conto dell'anzianità del veicolo. Si fa, inoltre, l'assunzione che il fenomeno delle emissioni a freddo sia tipicamente urbano, dato che la maggior parte delle partenze avviene in ambito urbano e spesso questa fase si conclude prima della eventuale uscita dal nucleo comunale. Il chilometraggio medio che un veicolo compie "a freddo" è una quota parte della lunghezza del percorso medio, per l'Italia è stato proposto dagli estensori di COPERT nella misura di 12 km.

Le **emissioni evaporative**, derivanti dall'evaporazione del carburante presente nel serbatoio della vettura, e quindi non nulle anche a veicolo fermo, riguardano solamente i composti organici volatili (COV/COVNM), per i quali questo tipo di emissioni si aggiunge a quelle dovute al processo di combustione all'interno del motore. A causa, inoltre, della carenza di dati, le emissioni evaporative possono essere stimate solamente per le autovetture a benzina considerato anche che il gasolio da trazione meno volatile della benzina ed il suo contributo può essere considerato trascurabile ed anche per i veicoli commerciali leggeri ed i motocicli.

La formula adoperata per la stima del contributo dovuto alle emissioni evaporative per classe di veicolo è la seguente:

$$E_{\text{evaporativo}} = E_{\text{giornaliero}} + E_{\text{spegnimento}} + E_{\text{marcia}}$$

Infatti si distinguono tre tipi di emissioni evaporative:

- *emissioni giornaliere* (diurnal): sono causate dall'evaporazione del carburante a seguito delle variazioni di temperatura;
- *emissioni allo spegnimento* (hot and warm soak): sono causate dal calore latente del motore (al momento dello spegnimento) che a sua volta causa l'evaporazione del carburante rimasto nel sistema di alimentazione. Si distinguono in due classi a seconda che la vettura sia dotata di carburatore o che sia ad iniezione; nel primo caso esistono due altri tipi, definiti in base alla temperatura del motore (calde, o hot, e tiepide, o warm);
- *emissioni in marcia* (running losses): sono le normali perdite evaporative che si verificano durante la marcia del veicolo; anche qui si distingue tra emissioni in marcia calde (hot) o tiepide (warm).

I dati in input ed in output del Copert

Il modello COPERT richiede una serie di dati in input, di cui alcuni sono indispensabili per calcolare i fattori di emissione dei veicoli circolanti, altri facoltativi per affinare le stime e renderle più conformi alla realtà locale.

Gli inquinanti stimabili attraverso il programma sono gli ossidi di azoto (NO_x), il protossido di azoto (N₂O), biossido di zolfo (SO₂), i Composti Organici Volatili (VOC, Volatile Organic Compounds), il metano (CH₄), il monossido di carbonio (CO), il biossido di carbonio (CO₂), l'ammoniaca (NH₃), il particolato totale (PM, Particulate Matter) e i metalli pesanti quali piombo (Pb), cadmio (Cd), rame (Cu), cromo (Cr), nichel (Ni), selenio (Se) e zinco (Zn).

Occorre rilevare che il grado di precisione delle stime varia a seconda del tipo di inquinante considerato. Per quanto riguarda gli inquinanti tradizionali (NO_x , SO_2 , CH_4 , N_2O , CO , CO_2 , NH_3 , PM , VOC totali) le valutazioni sono da ritenersi molto affidabili. Per quanto riguarda i metalli ed i singoli composti organici volatili, metanici e non metanici, i risultati sono affetti da maggiore incertezza in quanto risentono fortemente della composizione merceologica dei combustibili utilizzati. Per questi ultimi inquinanti, le uscite del modello servono per avere un ordine di grandezza delle emissioni.

Dati di base per il modello

Nel presente lavoro il modello è stato applicato al Comune di Potenza, relativamente agli anni 2004 e 2005. I risultati dei running sono stati utilizzati per la stima dei fattori di emissione di benzene (espressi in $\text{g}/\text{km}\cdot\text{veic}$) e dei relativi carichi emissivi totali (in t/anno) riferiti ad ogni singolo anno nel contesto urbano potentino.

Il principale set di dati in ingresso richiesto dal modello è costituito dal numero dei veicoli circolanti suddivisi per tipo di alimentazione (benzina/diesel/GPL), classe di cilindrata, classe di 'portata' nel caso dei veicoli commerciali, e standard legislativo (convenzionali/euro). Tali dati sono stati reperiti dall'Autoritratto comunale 2004 e 2005 dell'A.C.I. disponibile on-line.

A ciascuna categoria di veicolo occorre assegnare la percorrenza annuale (espressa come km totali/ $\text{anno}\cdot\text{veic}$), il ciclo di guida (espresso come percentuale di percorso urbano, extraurbano, autostradale) e la velocità media per ciclo di guida (in km/h). Per questi dati, si è ricorso ai valori medi nazionali riportati in "Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000" - R. De Lauretis, R. Liburdi, P.Picini, S.Saija - APAT 2003.

Per il calcolo delle emissioni a motore 'freddo', il modello necessita di dati meteorologici locali, quali le temperature minime e massime di ogni mese. Questi dati sono stati rilevati dalla stazione meteorologica dell'A.R.P.A.B. ubicata in piazza XVIII Agosto a Potenza. I dati sono stati prelevati per entrambi gli anni e riportati in tabella 1.32.

Tabella 1.32 Temperature rilevate nell'anno 2004 e 2005

mesi	Anno 2004		Anno 2005	
	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)
Gennaio	12.0	-6.1	16.0	-4.5
Febbraio	16.3	-5.6	10.5	-5.8
Marzo	20.4	-2.7	20.5	-6.7
Aprile	20.2	3.1	22.6	0.1
Maggio	24.3	3.2	28.1	8.2
Giugno	32.1	10.1	31.8	6.9
Luglio	34.9	11.6	37.0	12.8
Agosto	33.6	13.4	36.1	11.6
Settembre	29.7	8.6	29.1	9.5
Ottobre	26.9	9.7	23.0	2.3
Novembre	26.6	-2.2	19.6	-1.9
Dicembre	18.7	0.6	12.1	-4.0

Risultati attesi

Il modello COPERT genera come risultato intermedio i fattori di emissione, in g/km, per ciascun tipo di veicolo e per ciascun inquinante e come prodotto finale il carico inquinante, in tonnellate, che ogni veicolo emette nell'anno considerato.

Le emissioni totali sono date dalla somma dei contributi che si manifestano nelle tre tipologie di tragitto:

$$E_{tot} = E_{urbano} + E_{rurale} + E_{autostradale}$$

Per i principali inquinanti, vale a dire NO_x , NMVOC, CO, CO_2 , SO_x , PM_{10} , i risultati delle emissioni totali vengono presentati per anno e facendo riferimento ai diversi tipi di alimentazione dei veicoli ed alle differenti classi veicolari.

Per il benzene invece il Copert fornisce considerazioni generali. Poiché appartiene alla famiglia degli idrocarburi aromatici, le emissioni vengono calcolate a partire dalla stima delle emissioni dei COVNM: la speciazione di tali composti consente quindi di attribuire la quota di benzene contenuta nelle emissioni. Infatti in Copert nella sezione "RESULTS > NMVOC SPECIATION" viene indicato solamente il valore di emissione totale suddiviso nella componente a caldo, a freddo ed evaporativo per l'anno considerato senza far riferimento alle diverse tipologie veicolari.

Le emissioni totali di benzene ottenute in output sono riportate in tabella 1.33 e graficate nelle figure 1.24 e 1.25.

Tabella 1.33: Emissioni totali di benzene calcolate col Copert III

Anno	Hot	Cold [ton]	Evaporative	Totali
2004	8,7	6,1	1,4	16,1
2005	7,9	6,1	1,2	15,3

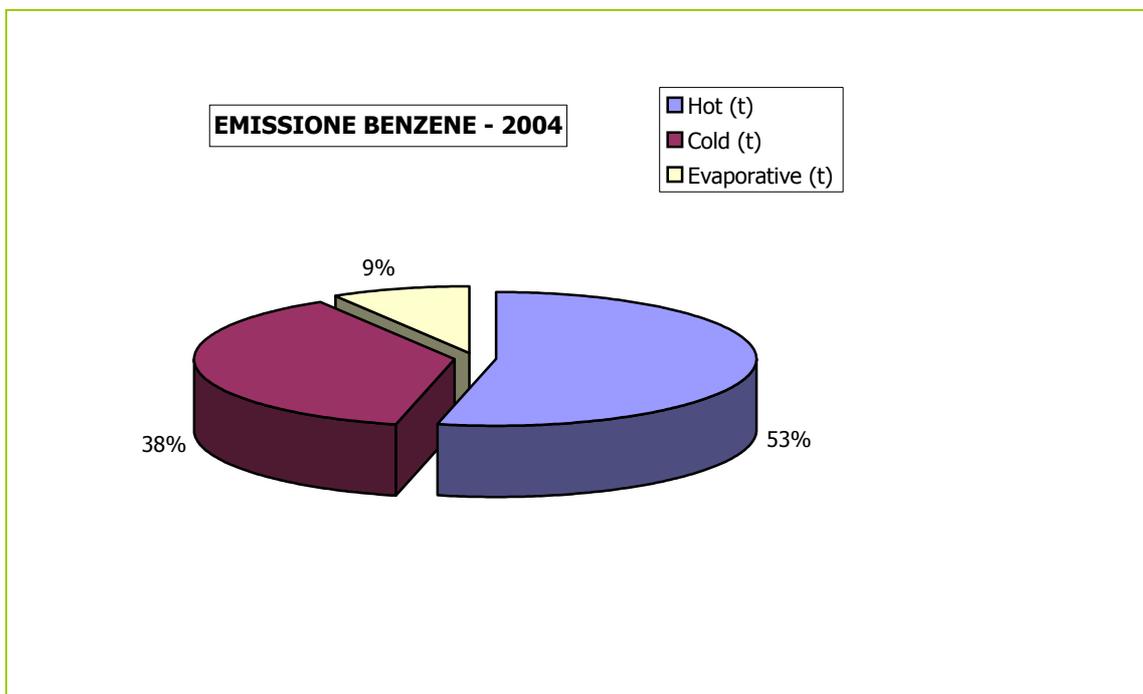


Figura 1.24 Emissioni totali di benzene nel 2004

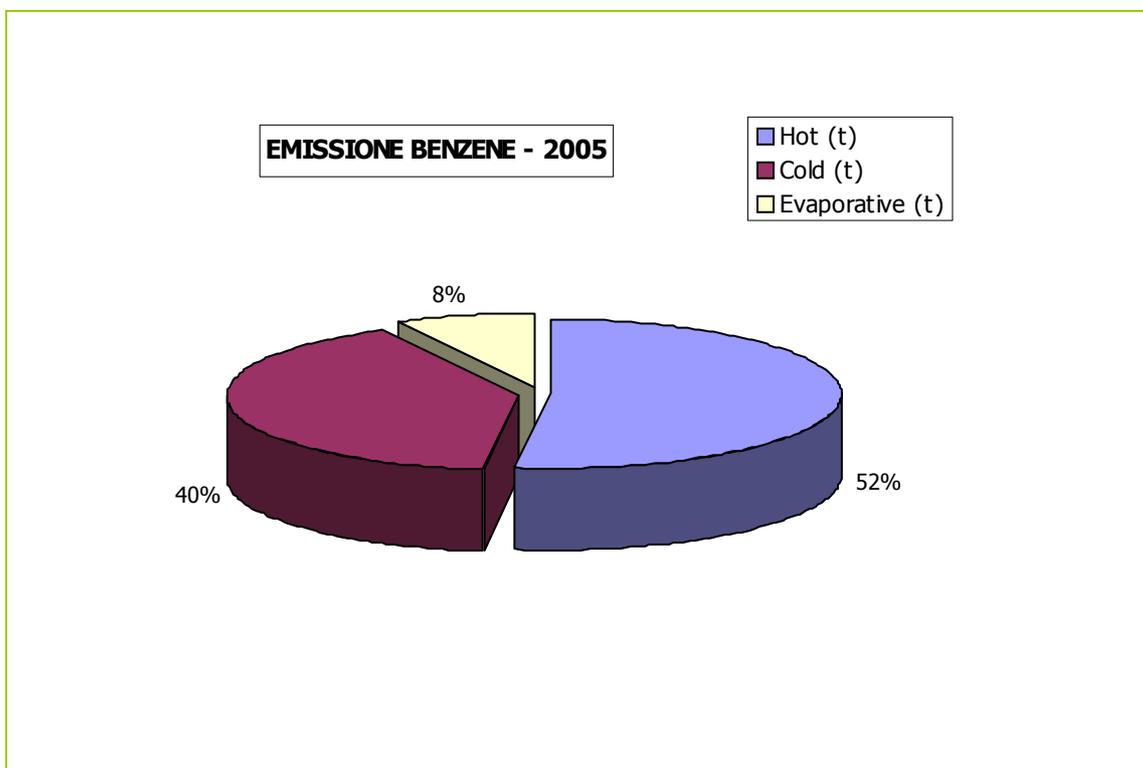


Figura 1.25 Emissioni totali di benzene nel 2005

Si osserva che le emissioni a caldo rappresentano un contributo rilevante rispetto alle emissioni totali pari al 53% nel 2004 e al 52% nel 2005; esse sono dovute sia alle percorrenze registrate, sia alla maggior presenza di veicoli alimentati a benzina a cui sono associati i maggiori fattori di emissione.

Le emissioni a freddo aumentano del 2%, mentre quelle evaporative decrescono dell'1% passando da 9% nel 2004 a 8% nel 2005.

Tuttavia le emissioni totali sono risultate lievemente inferiori nel 2005 rispetto all'anno precedente, passando da 16,1 tonnellate nel 2004 a 15,3 tonnellate nel 2005.

Tale riduzione evidenzia che, nonostante la crescita del parco circolante, le misure di riduzione delle emissioni adottate attraverso le normative europee di riferimento e il processo di sostituzione del parco macchine esistente con tipologie veicolari dotate di migliori tecnologie di abbattimento delle emissioni hanno una dimostrata efficacia.

CARATTERIZZAZIONE DEL TRAFFICO A POTENZA

Stima del fattore di emissione per il benzene

Il modello Copert non fornisce direttamente i fattori di emissione del benzene ovvero il quantitativo di inquinante emesso in un chilometro percorso da un veicolo "tipo" della categoria veicolare considerata. Considerato che tra gli altri strumenti metodologici, si intende utilizzare un modello di dispersione da traffico implementato sulla rete stradale di Potenza, è decisamente importante poter disporre dei fattori di emissioni degli inquinanti di interesse. Pertanto si è proceduto a determinare quello inerente il benzene, in funzione di studi analoghi e sulla base di dati di letteratura.

Il fattore di emissione viene calcolato rapportando il corrispondente dato di emissione totale (stimato per mezzo di COPERT ed espresso in tonnellate/anno) al prodotto del numero di veicoli appartenenti a quella categoria per le relative percorrenze medie annue (esprese in km/anno):

$$FE_{ijk} = [E_{ijk} / (P_j * Perc_{jk})]$$

dove

- FE_{ijk} rappresenta il fattore di emissione dell'inquinante i emesso dalla categoria veicolare j durante il percorso k (espresso in grammi per veicolo e per chilometro);
- E_{ijk} rappresenta l'emissione totale dell'inquinante i della categoria veicolare j sul percorso k (espressa in tonnellate/anno);
- P_j è il numero di veicoli appartenenti alla categoria veicolare j ;
- $Perc_{jk}$ è la percorrenza media annua del veicolo appartenente alla categoria j , effettuata sul percorso (espressa in km/anno).

I fattori di emissione così stimati sono dei valori "medi" ricavati dalla calibratura complessiva del modello, e dunque sono delle curve dipendenti dalla velocità.

Per quanto riguarda, la stima del fattore di emissione del benzene da traffico veicolare viene effettuata esclusivamente relativamente alle emissioni allo scarico a caldo ovvero "hot-exhaust", non considerando quindi la parte relativa alle emissioni di tipo evaporativo⁸ né quella a freddo ("cold-exhaust"). La metodologia adottata dal COPERT per la determinazione del fattore di emissione specifico a caldo è sintetizzabile come:

$$\varepsilon_k(hot)_{C_6H_6} = \varepsilon_k(hot)_{COV} \beta_k(C_6H_6)$$

in cui $\varepsilon_k(hot)_{COV}$ è il fattore di emissione specifico (g/(veicolo*km)) relativo al complesso delle sostanze organiche volatili (COV), dipendente dal ciclo di guida, dalla velocità ecc., e $\beta_k(C_6H_6)$ è la frazione di benzene (C₆H₆) sul complesso dei COV allo scarico.

In Tabella 1.34 e 1.35 sono riportati i fattori di emissione specifici (g/(veicolo*km)) per i composti COV ed il benzene sia per l'anno 2004 che 2005 determinati in ambito urbano. Per alcune classi, come le auto, il COPERT III prevede fattori di emissione distinti per classi di cilindrata, mentre il dato del CONCAWE - *Associazione delle compagnie petrolifere Europee per l'ambiente, la salute e la sicurezza nella produzione e distribuzione* - è aggregato per combustibile e vetustà del veicolo senza riferimenti alla cilindrata, pertanto il fattore emissivo non tiene conto delle classi di cilindrata e dunque questi sono stati sostituiti con un unico fattore medio.

⁸ Tale scelta è giustificata anche dalla progressiva riduzione di tali emissioni in relazione alle innovazioni tecnologiche quali l'uso di serbatoi stagni a bordo dei veicoli e l'uso di motori ad iniezione.

Sector	Subsector	Tech	FE VOCu [g/km*veic]	% benz/COVu	FE benzene [g/km*veic]
Passenger Cars	gasoline	no kat	2.615	4.5	0.118
Passenger Cars	gasoline	Euro I - 91/441/EEC	0.315	3.5	0.011
Passenger Cars	gasoline	Euro II - 94/12/EC	0.070	3.5	0.002
Passenger Cars	gasoline	Euro III - 98/69/EC	0.048	3.5	0.002
Passenger Cars	diesel	Conventional	0.226	2	0.005
Passenger Cars	diesel	Euro I - 91/441/EEC	0.114	2	0.002
Passenger Cars	diesel	Euro II - 94/12/EC	0.114	2	0.002
Passenger Cars	diesel	Euro III - 98/69/EC Stage2000	0.097	2	0.002
Light Duty Vehicles	Diesel <3,5 t	Conventional	0.156	2	0.003
Light Duty Vehicles	Diesel <3,5 t	Euro I - 93/59/EEC	0.156	2	0.003
Light Duty Vehicles	Diesel <3,5 t	Euro II - 96/69/EC	0.156	2	0.003
Light Duty Vehicles	Diesel <3,5 t	Euro III - 98/69/EC Stage2000	0.097	2	0.002
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Conventional	2.562	2	0.051
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro I - 91/542/EEC Stage I	1.922	2	0.038
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.793	2	0.036
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro III - 2000 Standards	1.255	2	0.025
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Conventional	2.562	2	0.051
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Euro I - 91/542/EEC Stage I	1.922	2	0.038
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.793	2	0.036
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Euro III - 2000 Standards	1.255	2	0.025
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Conventional	2.562	2	0.051
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Euro I - 91/542/EEC Stage I	1.281	2	0.026
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.153	2	0.023
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Euro III - 2000 Standards	0.807	2	0.016
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Conventional	2.562	2	0.051
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Euro I - 91/542/EEC Stage I	4.165	2	0.083
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.153	2	0.023
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Euro III - 2000 Standards	0.807	2	0.016
Buses	Urban Buses	Conventional	1.808	2	0.036
Buses	Urban Buses	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.265	2	0.025
Buses	Coaches	Conventional	2.850	2	0.057
Buses	Coaches	Euro I - 91/542/EEC Stage I	1.425	2	0.029
Buses	Coaches	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.283	2	0.026
Buses	Coaches	Euro III - 2000 Standards	0.898	2	0.018
Motorcycles	2-stroke >50 cm ³	Conventional	10.240	4.5	0.461
Motorcycles	2-stroke >50 cm ³	97/24/EC	6.042	4.5	0.272
Motorcycles	4-stroke	Conventional	2.242	4.5	0.101
Motorcycles	4-stroke	97/24/EC	0.872	4.5	0.039

Tabella 1.34 Fattori di emissione specifici per COVu e Benzene. Anno 2004

Sector	Subsector	Tech	FE VOCu	% benz/COVu	FE benzene
			[g/km*veic]		[g/km*veic]
Passenger Cars	gasoline	no kat	2.615	4.5	0.118
Passenger Cars	gasoline	Euro I - 91/441/EEC	0.315	3.5	0.011
Passenger Cars	gasoline	Euro II - 94/12/EC	0.070	3.5	0.002
Passenger Cars	gasoline	Euro III - 98/69/EC Stage2000	0.048	3.5	0.002
Passenger Cars	gasoline	Euro IV - 98/69/EC Stage2005	0.012	3.5	0.000
Passenger Cars	diesel	Conventional	0.226	2	0.005
Passenger Cars	diesel	Euro I - 91/441/EEC	0.227	2	0.005
Passenger Cars	diesel	Euro II - 94/12/EC	0.114	2	0.002
Passenger Cars	diesel	Euro III - 98/69/EC Stage2000	0.097	2	0.002
Passenger Cars	diesel	Euro IV - 98/69/EC Stage2005	0.078	2	0.002
Light Duty Vehicles	Diesel <3,5 t	Conventional	0.156	2	0.003
Light Duty Vehicles	Diesel <3,5 t	Euro I - 93/59/EEC	0.156	2	0.003
Light Duty Vehicles	Diesel <3,5 t	Euro II - 96/69/EC	0.156	2	0.003
Light Duty Vehicles	Diesel <3,5 t	Euro III - 98/69/EC Stage2000	0.097	2	0.002
Light Duty Vehicles	Diesel <3,5 t	Euro IV - 98/69/EC Stage2005	0.036	2	0.001
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Conventional	2.562	2	0.051
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro I - 91/542/EEC Stage I	1.922	2	0.038
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.793	2	0.036
Heavy Duty Vehicles	Diesel 3,5 - 7,5 t	Euro III - 2000 Standards	1.255	2	0.025
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Conventional	2.562	2	0.051
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Euro I - 91/542/EEC Stage I	1.922	2	0.038
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.793	2	0.036
Heavy Duty Vehicles	Diesel 7,5 - 16 t	Euro III - 2000 Standards	1.255	2	0.025
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Conventional	2.562	2	0.051
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Euro I - 91/542/EEC Stage I	1.281	2	0.026
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.153	2	0.023
Heavy Duty Vehicles	Diesel 16 - 32 t	Euro III - 2000 Standards	0.807	2	0.016
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Conventional	2.562	2	0.051
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Euro I - 91/542/EEC Stage I	1.281	2	0.026
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.153	2	0.023
Heavy Duty Vehicles	Diesel >32t	Euro III - 2000 Standards	0.807	2	0.016
Buses	Urban Buses	Conventional	1.808	2	0.036
Buses	Urban Buses	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.265	2	0.025
Buses	Coaches	Conventional	2.850	2	0.057
Buses	Coaches	Euro I - 91/542/EEC Stage I	1.425	2	0.029
Buses	Coaches	Euro II - 91/542/EEC Stage II	1.283	2	0.026
Buses	Coaches	Euro III - 2000 Standards	0.898	2	0.018
Motorcycles	2-stroke >50 cm ³	Conventional	10.240	4.5	0.461
Motorcycles	2-stroke >50 cm ³	97/24/EC	6.042	4.5	0.272
Motorcycles	4-stroke	Conventional	2.242	4.5	0.101
Motorcycles	4-stroke	97/24/EC	0.872	4.5	0.039

Tabella 1.35 Fattori di emissione specifici per COV e Benzene. Anno 2005

Dalle tabelle presenti si osserva che in entrambi gli anni i fattori di emissione del benzene più elevati corrispondono ai motocicli; i mezzi pesanti ed i bus (diesel convenzionali) assumono valori pari a circa la metà di quelli delle auto a benzina no kat (Euro 0).

I fattori corrispondenti alle auto kat risultano decisamente inferiori rispetto a quelli delle auto no kat; i veicoli diesel commerciali hanno emissioni specifiche comparabili con quelle delle auto kat Euro II.

I fattori di emissione così desunti hanno consentito la determinazione del fattore d'emissione medio ponderato, espresso in $g/(km*veic)$, ed utilizzato per calcolare il carico inquinante prodotto da ciascun tratto stradale della città di Potenza. Infatti l'assenza di dati inerenti i flussi di traffico differenziati per tipologia di veicoli richiede l'uso di un fattore funzione del numero di veicoli ed indipendenti dalla classificazione degli stessi.

Il fattore emissivo medio ponderato è stato stimato per i due anni considerati ed è risultato pari a:

- 0,038 $g/(km*veic)$ per il 2004,
- 0,035 $g/(km*veic)$ per il 2005.

Emissioni nei principali tratti stradali in Potenza

La città di Potenza presenta uno sviluppo urbano fortemente condizionato dalle caratteristiche morfologiche del territorio, la sua struttura insediativa è suddivisibile in due grandi blocchi, la città antica e la periferia. Per questa particolare conformazione urbanistica, il traffico locale si sposta da un capo all'altro della città lungo direttrici di traffico principale sud – nord ed est – ovest.

Al fine di ricavare le emissioni prodotte da ogni tratto stradale della città di Potenza, sono stati esaminati i dati dei flussi veicolari sui principali archi stradali, rilevati dall'Assessorato alla mobilità del Comune di Potenza per la stesura del Piano Urbano del Traffico, prendendo in esame il mese di febbraio.

La scelta del mese è motivata dal fatto che in questo periodo il traffico è assestato su valori che possiamo definire standard: gli uffici e le scuole sono aperti, le modalità di raggiungimento degli stessi sono ormai assestate e non c'è afflusso turistico. I dati di flusso, riferiti ai principali archi stradali di Potenza, risalgono al 1993 e prendono in considerazione le ore di punta 8.00-9.00 e 13.00-14.00. Per riferirli alla situazione attuale sono stati amplificati del 20% sulla base di un'indagine svolta nel 2001 e relativa al solo traffico di Viale dell'Unicef.

Inoltre, il flusso è stato considerato costante negli anni 2004 e 2005 ritenendo invariate tutte le condizioni al contorno dal punto di vista modale e trascurabile l'aumento del parco auto comunale registrato dall'ACI.

E' stato utilizzato un numero limitato di segmenti stradali poiché i dati relativi alle stime dei flussi veicolari non ricoprono completamente il territorio cittadino ipotizzando, inoltre, che tali segmenti stradali siano responsabili, nel complesso, della maggior parte delle emissioni da traffico veicolare sul territorio comunale.

Il carico emissivo dipende essenzialmente da tre fattori, caratteristici di ogni categoria veicolare:

- il fattore d'emissione specifico,
- la distanza media percorsa da ciascun veicolo,
- il numero di veicoli circolanti.

Nel caso in esame tali parametri sono stati il fattore emissivo medio ponderato, valutato per il benzene, la lunghezza dell'arco stradale percorso ed il flusso di veicoli equivalenti rilevati nelle ore di punta sull'arco considerato. Su tale base sono state calcolate le emissioni [g/ora] per i differenti tratti stradali e per le ore di punta 8.00-9.00 e 13.00-14.00 come mostrato nelle tabelle 1.36 e 1.37.

Il quantitativo di benzene emesso è maggiore in viale dell'Unicef dove raggiunge anche 3 volte i valori imputabili agli altri tratti considerati, anche nel caso in cui si valutano le emissioni normalizzate rispetto alla lunghezza degli archi, l'apporto maggiore ai rilasci in atmosfera è comunque imputabile al traffico in Viale dell'Unicef (figura 1.26). L'andamento del traffico nelle diverse ore di punta, sia mattutine che pomeridiane, è per lo più lo stesso dimostrando che la rete si carica sempre con le stesse modalità in funzione dell'ubicazione dei poli attrattori.

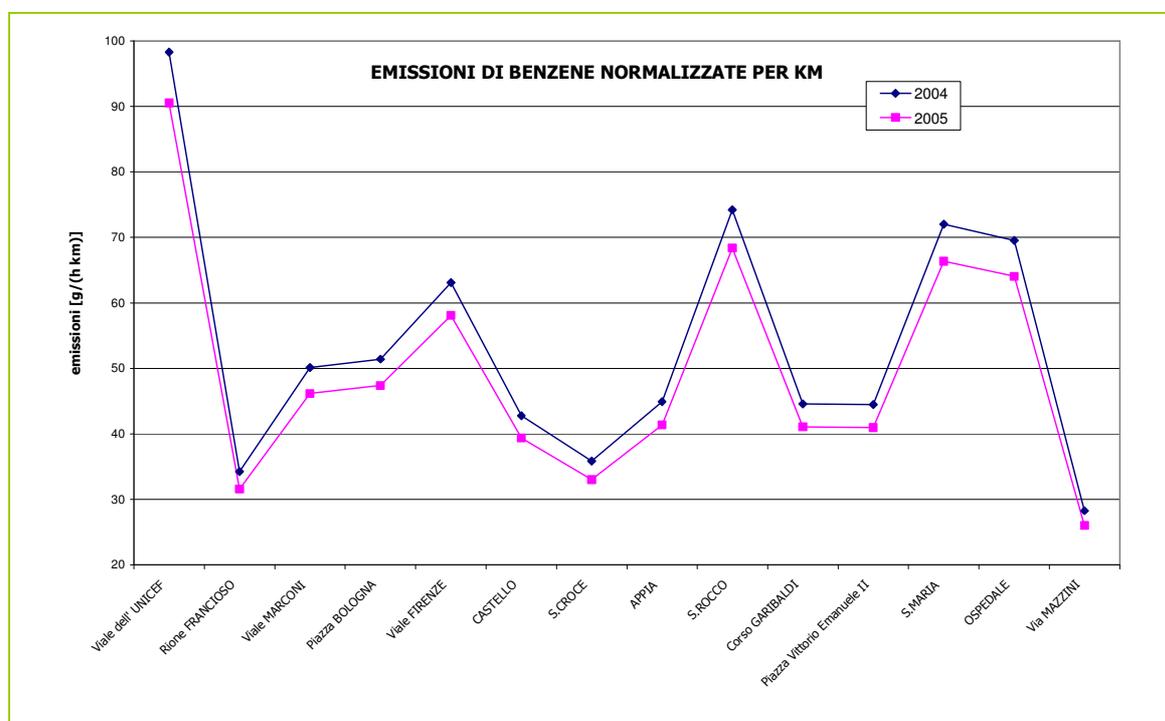


Figura 1.26 Emissioni di benzene nel 2004-2005 valutate sulla base del flusso di traffico nell'intervallo temporale 13.00-14.00

INCROCIO	nome tratto	flussi traffico 8.00-9.00 [veic/ora]	tratto [km]	emissioni [g/ora]	
				BENZENE 2004	BENZENE 2005
viale dell' UNICEF	viale dell' Unicef	3018	0.9	103	95
	via del Gallitello	2037	0.5	39	36
	via degli oleandri	2599	0.32	32	29
	via Vaccaro	3081	0.33	39	36
rione FRANCIOSO	via N.Sauro 1	1241	0.266	13	12
	via Viviani	1617	0.075	5	4
	via Toti	902	0.103	4	3
	via N.Sauro 2	418	0.076	1	1
	via Baracca 1	1158	0.23	10	9
	via Baracca 2	527	0.225	5	4
viale MARCONI (seminario)	via Filzi	514	0.08	2	1
	viale Marconi 1	1584	0.097	6	5
	viale Marconi 2	1330	0.104	5	5
piazza BOLOGNA	via Viviani	1220	0.075	3	3
	via Torino	1029	0.233	9	8
	via Roma	2153	0.092	8	7
	via Milano	1920	0.153	11	10
via FIRENZE	via Trieste	783	0.078	2	2
	via Messina	838	0.171	5	5
	via Firenze 1	1792	0.351	24	22
	via Firenze 2	1892	0.235	17	16
rione CASTELLO	via Di Giura	2478	0.146	14	13
	via Vaccaro 1	1923	0.13	9	9
	via Vaccaro 2	1257	0.104	5	5
	viale Dante	1063	0.525	21	20
rione S.CROCE	via delle Acacie	717	0.084	2	2
	via Torraca	950	0.335	12	11
	viale Marconi 1	1107	0.105	4	4
	viale Marconi 2	939	0.267	10	9
via APPIA	via Verdi	1203	0.083	4	3
	via Appia	2097	0.069	5	5
	via Bertazzoni	336	0.05	1	1
rione S.ROCCO	via Torraca	846	0.0335	1	1
	via Appia	2752	0.069	7	7
	via Cavour	1210	0.05	2	2
	via Acerenza	1202	0.11	5	5
	via C.Garibaldi	2559	0.418	41	37
corso GARIBALDI	via Pepe	100	0.062	0	0
	via C.Garibaldi 1	1329	0.14	7	7
	via C.Garibaldi 2	1268	0.418	20	19
piazza VITTORIO EMANUELE II	viale Marconi	981	0.105	4	4
	c.so Umberto I	1134	0.173	7	7
	via Vaccaro	1335	0.236	12	11
	via C.Garibaldi	1353	0.14	7	7
rione S.MARIA	c.so 18 agosto	1128	0.231	10	9
	via Ciccotti	3314	0.131	16	15
	via Angilla Vecchia	742	0.111	3	3
	via Mazzini	1513	0.075	4	4
	discesa S.Gerardo	322	0.12	1	1
OSPEDALE	via Cavour	2602	0.336	33	31
	via Ciccotti 1	1419	0.335	18	17
	via Ciccotti 2	1052	0.145	6	5
	v.s l' ospedale	3310	0.255	32	30
viale MAZZINI	via Di Giura	1489	0.126	7	7
	via Mazzini 1	546	0.408	8	8
	via Mazzini 2	1656	0.075	5	4
	via Roma	1190	0.226	10	9
	via Caserma Lucania	278	0.119	1	1

Tabella 1.36 Emissioni nei tratti stradali. Ora di punta 8.00-9.00. Anni 2004 e 2005.

INCROCIO	nome tratto	flussi traffico 13.00-14.00 (veic/ora)	tratto (km)	emissioni (g/ora)	
				BENZENE 2004	BENZENE 2005
viale dell' UNICEF	viale dell' Unicef	2866	0.9	98	90
	via del Gallitello	1934	0.5	37	34
	via degli oleandri	2468	0.32	30	28
	via Vaccaro	2926	0.33	37	34
rione FRANCIOSO	via N.Sauro 1	1178	0.266	12	11
	via Viviani	1535	0.075	4	4
	via Toti	857	0.103	3	3
	via N.Sauro 2	397	0.076	1	1
	via Baracca 1	1100	0.23	10	9
	via Baracca 2	500	0.225	4	4
	via Filzi	488	0.08	1	1
viale MARCONI (seminario)	viale Marconi 1	1504	0.097	6	5
	viale Marconi 2	1263	0.104	5	5
	via Viviani	1158	0.075	3	3
piazza BOLOGNA	via Torino	977	0.233	9	8
	via Roma	2044	0.092	7	7
	via Milano	1823	0.153	11	10
	via Trieste	744	0.078	2	2
via FIRENZE	via Messina	796	0.171	5	5
	via Firenze 1	1702	0.351	23	21
	via Firenze 2	1797	0.235	16	15
	via Di Giura	2353	0.146	13	12
rione CASTELLO	via Vaccaro 1	1826	0.13	9	8
	via Vaccaro 2	1194	0.104	5	4
	viale Dante	1009	0.525	20	19
	via delle Acacie	681	0.084	2	2
rione S.CROCE	via Torraca	902	0.335	11	11
	viale Marconi 1	1051	0.105	4	4
	viale Marconi 2	891	0.267	9	8
	via Verdi	1142	0.083	4	3
via APPIA	via Appia	1991	0.069	5	5
	via Bertazzoni	319	0.05	1	1
	via Torraca	803	0.0335	1	1
rione S.ROCCO	via Appia	2613	0.069	7	6
	via Cavour	1149	0.05	2	2
	via Acerenza	1141	0.11	5	4
	via C. Garibaldi	2430	0.418	39	36
	via Pepe	95	0.062	0	0
corso GARIBALDI	via C. Garibaldi 1	1262	0.14	7	6
	via C. Garibaldi 2	1204	0.418	19	18
	viale Marconi	932	0.105	4	3
piazza VITTORIO EMANUELE II	c.so Umberto I	1077	0.173	7	7
	via Vaccaro	1268	0.236	11	10
	via C. Garibaldi	1286	0.14	7	6
	c.so 18 agosto	1071	0.231	9	9
rione S.MARIA	via Ciccotti	3147	0.131	16	14
	via Angilla Vecchia	705	0.111	3	3
	via Mazzini	1437	0.075	4	4
	discesa S. Gerardo	306	0.12	1	1
	via Cavour	2471	0.336	32	29
OSPEDALE	via Ciccotti 1	1347	0.335	17	16
	via Ciccotti 2	999	0.145	6	5
	v.s l' ospedale	3143	0.255	30	28
	via Di Giura	1414	0.126	7	6
viale MAZZINI	via Mazzini 1	518	0.408	8	7
	via Mazzini 2	1572	0.075	4	4
	via Roma	1130	0.226	10	9
	via Caserma Lucania	264	0.119	1	1

Tabella 1.37 Emissioni nei tratti stradali. Ora di punta 13.00-14.00 Anni 2004 e 2005

A questo punto si è giunti ad un risultato essenziale per l'analisi del contributo del traffico alla qualità dell'aria, infatti le emissioni così ottenute saranno importate nel data input nel modello Mocar al fine di valutare la dispersione ed il trasporto degli inquinanti da traffico e confrontare i risultati modellistici con i dati di centralina.

CONCLUSIONI

L'inquinamento dell'aria derivante dal traffico autoveicolare costituisce l'aspetto principale nell'ambito della qualità dell'aria della maggior parte dei centri urbani ed, in generale, la sua simulazione non è semplice da realizzare per una molteplicità di aspetti in quanto le emissioni inquinanti degli veicoli dipendono dal tipo di guida adottata, dallo stato di manutenzione dei veicoli, dal tipo ed età del veicolo e dalla velocità dello stesso. Inoltre il movimento dei veicoli nelle vie determina lo stabilirsi di un regime di turbolenza locale di tipo meccanico che si va a sovrapporre alla naturale turbolenza atmosferica (di tipo meccanico e/o convettivo).

Il presente studio ha avuto lo scopo di caratterizzare le emissioni da traffico nell'ambito urbano di Potenza ed individuare tutti i parametri necessari per applicare un modello per la simulazione della dispersione degli inquinanti in aria emessi dagli autoveicoli. Il prosieguo di questo lavoro consiste nella definizione dei restanti parametri atti ad applicare al modello dispersivo MOCAR, che ha la caratteristica di essere relativamente semplice, di non richiedere informazioni impossibili da reperire o da stimare e di permettere una buona rappresentazione del livello di qualità dell'aria in ambito urbano.

In tal modo sarà possibile confrontare i dati della simulazione con quelli delle campagne di misura e validare il modello per la simulazione a livello locale.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ACI (2004): Percorrenze medie annue dei veicoli, dati forniti ad APAT su richiesta, sito web: SINAnet "<http://www.sinanet.anpa.it/aree/atmosfera/emissioni/>".
- [2] ACI (2005): Percorrenze medie annue dei veicoli, dati forniti ad APAT su richiesta, sito web: SINAnet "<http://www.sinanet.anpa.it/aree/atmosfera/emissioni/>".
- [3] APAT, "Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale", Serie Stato dell'ambiente, n. 12, 2000.
- [4] APAT, "I modelli nella valutazione della qualità dell'aria, 2001.
- [5] APAT, "Linee guida agli inventari locali di emissioni in atmosfera", RTI CTN_ACE 3/2001.
- [6] APAT (2003): "Emissioni di benzene in Italia dal 1990 al 2000", 2003.
- [7] APAT (2003): "Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000", 2003.
- [8] APAT (2005): "La mobilità in Italia: indicatori su trasporti e ambiente-dati di sintesi – Anno 2005", 2005.
- [9] ARPAT (2003): "Stima delle variazioni di emissione dei principali inquinanti (Benzene, COV, NOX e CO) in area urbana conseguenti all'applicazione di restrizioni alla circolazione di alcune tipologie di veicoli.", 2003.
- [10] ARPAB (2004): "Annuario dei dati ambientali regionali-2004", Potenza, 2004.
- [11] Avella F. (2000): "Origine e contenimento dell'inquinamento da autoveicoli in relazione alla qualità dei carburanti", presentato al Convegno nazionale "Traffico e Ambiente", Trento, 21-25 Febbraio 2000
- [12] Comune di Potenza, Piano generale del traffico urbano – 1993.
- [13] Contaldi M., De Lauretis R., Picini P. (2000): "Analisi e validazione di metodologie per il calcolo delle missioni inquinanti dei trasporti", Rapporto Tecnico ANPA, Giugno 2000.
- [14] European Environment Agency, "COPERT III – Methodology and emission factors", 2000.
- [15] European Environment Agency, "COPERT III – User's manual", 2000.
- [16] MINISTERO DEI TRASPORTI (2003): "Conto Nazionale dei Trasporti - 2003", Direzione Generale programmazione, organizzazione e coordinamento, 2003, Istituto Zecca dello Stato.
- [17] Ntziachristos L., Samaras Z. (1999): "COPERT III, Computer Programme to Calculate Emissions from Road Traffic – Methodology and Emission Factors", Final Draft, European Topic Centre on Air Emissions, Thessaloniki, July 1999.

QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE: CONCENTRAZIONE IN ARIA DI PARTICOLATO (PM10)

Dpsir

Stato

Scopo

L'indicatore proposto ha come scopo la verifica degli obiettivi richiesti dalla normativa e l'evoluzione nel tempo delle concentrazioni.

Descrizione

Si riportano:

- La media annua delle concentrazioni medie giornaliere (valore limite per la protezione della salute: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in vigore dal 01/01/05, DM 60 del 02/04/02);
- Il numero di giorni di superamento del valore limite delle concentrazioni medie giornaliere (valore limite per la protezione della salute: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che non deve essere superato più di 35 volte in un anno, in vigore dal 01/01/05, DM 60 del 02/04/02).

Per calcolare gli indicatori è stata richiesta la disponibilità di almeno il 50% di dati per la media annua, mentre i superamenti sono stati comunque riportati e sono da intendersi calcolati sulla percentuale dei dati validi.

Unità di misura

I valori medi sono tutti espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I superamenti sono espressi come numero di superamenti del valore limite considerato.

Copertura geografica dei dati

Puntuale: comuni di Melfi, Lavello e Potenza

Periodo di riferimento dei dati

2005-2006

Fonte dei dati

ARPAB, FENICE S.P.A.

Note tabelle e figure

Le tabelle da 1.38 a 1.44 riportano rispettivamente gli obiettivi fissati dalla normativa, la media annua delle media giornaliere (calcolata solo se statisticamente significativa), il numero di superamenti del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la percentuale dei dati validi, per il biennio in esame.

Le figure da 1.27 a 1.29 riportano in grafico la media annua dei valori giornalieri, il numero dei superamenti e la percentuale dei dati validi.

Tabella 1.38 – Obiettivi fissati dalla normativa

Fase 1		Periodo di mediazione	Valore limite	Note
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	D.M. n.60 02.04.2002	Anno civile	40 µg/m ³ (media annua dei valori giornalieri)	Valore limite in vigore dal 01.01.2005
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	D.M. n.60 02.04.2002	24 ore	50 µg/m ³ (media giornaliera) da non superare più di 35 volte per anno civile	Valore limite in vigore dal 01.01.2005
Fase 2 ⁽¹⁾		Periodo di mediazione	Valore limite	Note
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	D.M. n.60 02.04.2002	Anno civile	20 µg/m ³ (media annua dei valori giornalieri)	Valore limite in vigore dal 01.01.2010
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	D.M. n.60 02.04.2002	24 ore	50 µg/m ³ (media giornaliera) da non superare più di 7 volte l'anno	Valore limite in vigore dal 01.01.2010
(1)	Valori limite indicativi da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria			

Anno 2005

Tabella 1.39 – Stazioni del comune Potenza

PM10 (µg/m ³)	San Luca Branca	Parco Rossellino	Via dell'Unicef	Via Firenze
Media annua valori giornalieri	-	21.6	23.6	20.2
N° di superamenti valore limite giornaliero (50 µg/m ³)	16	7	8	7
% dati validi	20	96	77	94

Tabella 1.40 – Stazioni dei comuni di Melfi e Lavello

PM10 (µg/m ³)	Melfi	San Nicola di Melfi	Lavello
Media annua valori giornalieri	25.7	-	33.7
N° di superamenti valore limite giornaliero (50 µg/m ³)	33	-	46
% dati validi	90	-	66

Tabella 1.41 – Stazioni della rete di Fenice S.P.A.

PM10 (µg/m ³)	Impianto	Favullo	Lamiola
Media annua valori giornalieri	17.2	22.8	20.3
N° di superamenti valore limite giornaliero (50 µg/m ³)	0	6	2
% dati validi	99	77	96

Anno 2006

Tabella 1.42 – Stazioni del comune Potenza

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	San Luca Branca	Parco Rossellino	Via dell'Unicef	Via Firenze
Media annua valori giornalieri	-	19.9	30	32.5
N° di superamenti valore limite giornaliero (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	9	14	43	47
% dati validi	45	97	88	72

Tabella 1.43 – Stazioni dei comuni di Melfi e Lavello

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Melfi	San Nicola di Melfi	Lavello
Media annua valori giornalieri	17.6	-	25.7
N° di superamenti valore limite giornaliero (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11	7	19
% dati validi	86	48	87

Tabella 1.44 – Stazioni della rete di Fenice S.P.A.

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Impianto	Favullo	Lamiola
Media annua valori giornalieri	16.1	18.1	21.9
N° di superamenti valore limite giornaliero (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	1
% dati validi	99	96	91

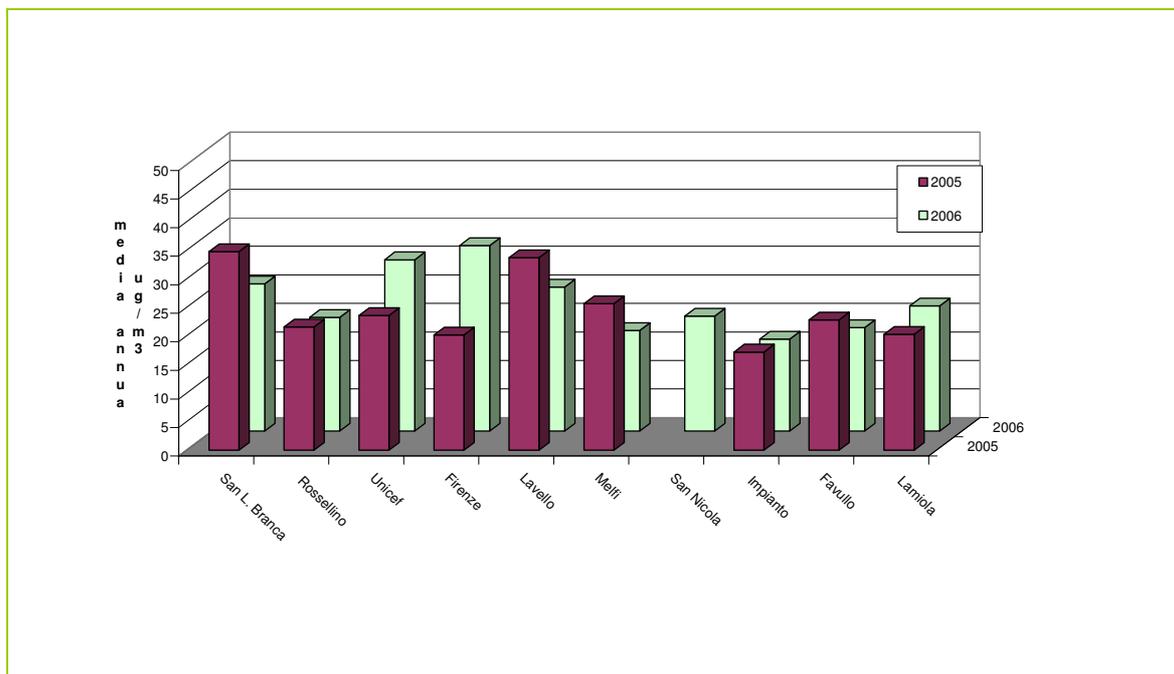


Fig 1.27 -PM₁₀- Medie annue dei valori giornalieri anni 2005 – 2006

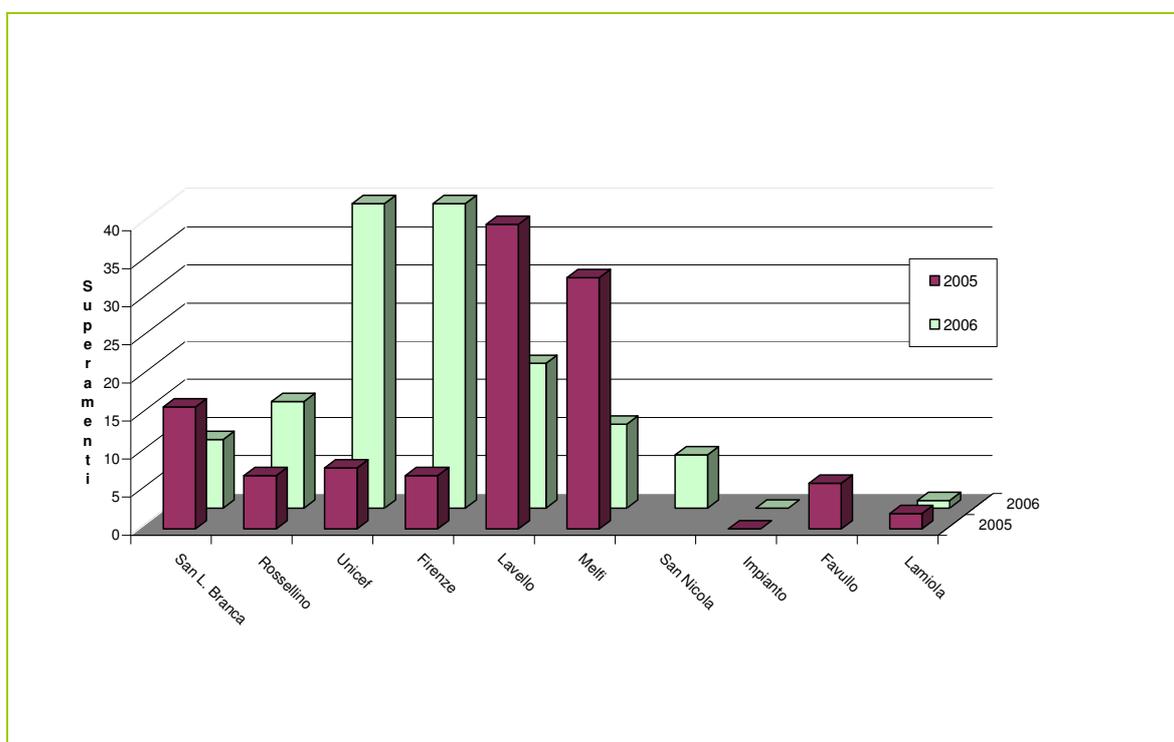


Fig 1.28 -PM₁₀ - Numero di superamenti negli anni 2005-2006 del valore limite di 50 µg/m³

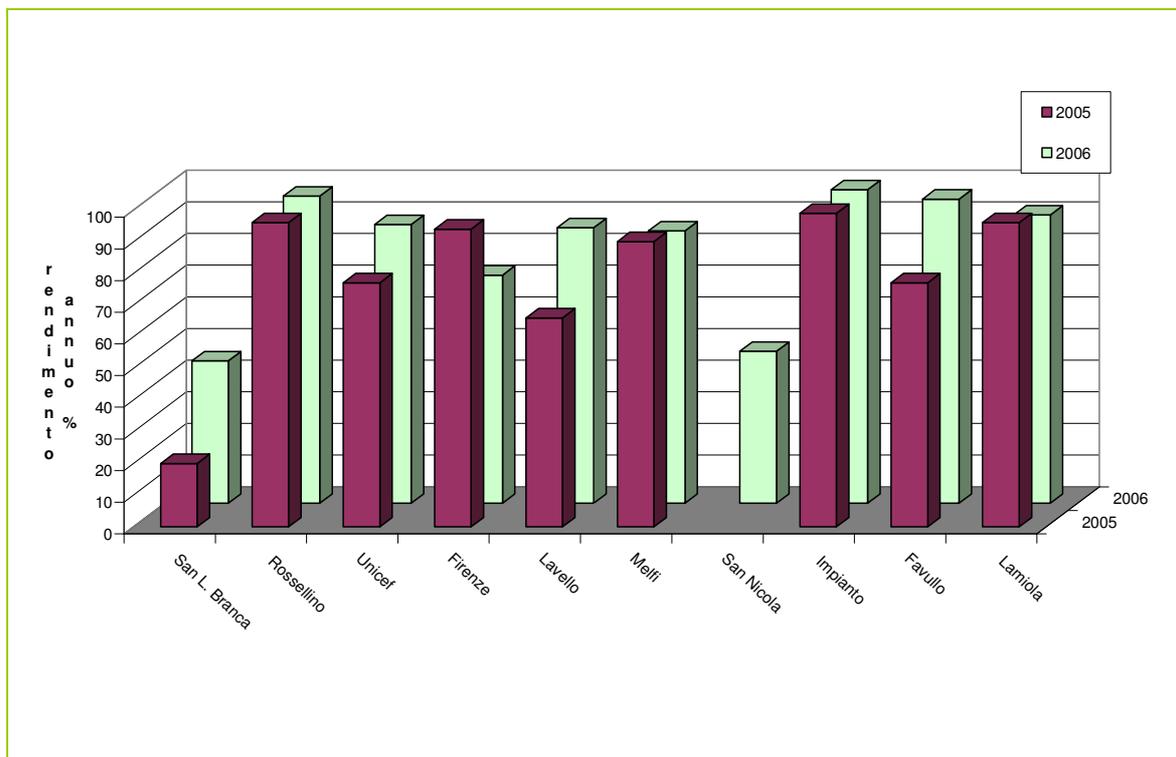


Fig 1.29 -PM₁₀ - Rendimento percentuale annuo rete – Anni 2005 - 2006

BOX 1.4 – STUDIO STATISTICO PRELIMINARE INERENTE IL PM10 IN BASILICATA

Caratterizzazione della rete di Qualità dell’Aria

Lo studio condotto ha lo scopo di individuare e caratterizzare le relazioni esistenti tra i diversi siti di misura della rete di qualità dell’aria gestita dall’APAB. Pertanto, per evidenziare la correlazione tra le diverse stazioni considerate, è stata effettuata un’analisi statistica della serie di misure giornaliere del PM10 per l’anno 2005.

Sono stati considerati i dati relativi alla città di Potenza ed ai comuni di Lavello e Melfi, che in particolare sono:

1. Viale Firenze – Potenza;
2. Viale dell’Unicef – Potenza;
3. Rossellino – Potenza;
4. AIAS – Melfi;
5. Lavello.

I dati delle centraline di San Luca Branca (Potenza) e di San Nicola di Melfi, non sono stati presi in considerazione, in quanto, la prima è stata attivata nel luglio 2005, e poi sostituita con una nuova nella primavera dell’anno 2006, e la seconda essendo in fase di manutenzione straordinaria, non ha registrato alcuna misura.

Le centraline ubicate nella provincia di Matera ed a Viggiano sono state attivate nell’estate del 2006.

Le principali peculiarità dei siti di misura, in termini di ubicazione, tipo di stazione e sensori installati, sono riportate nella tabella sottostante.

Tabella 1.45 – Caratteristiche delle stazioni di monitoraggio della qualità dell’aria.

	Comune di Potenza			Comune di Melfi	Comune di Lavello
	Viale Unicef	Viale Firenze	Rossellino	Melfi-AIAS	Lavello
Coordinata NORD	4497755	4500131	4497494	4537080	4544030
Coordinata EST	567350	567233	568654	553773	565957
Quota (s.l.m.)	691	759	718	560	315
Tipo zona	Urbano	Urbano	Suburbano	Suburbano	Suburbano
Tipo stazione	Traffico	Traffico	Industriale	Industriale	Industriale
Analizzatori principali	CO	CO	CO	CO	CO
	PM10	PM10	Ozono	Ozono	Ozono
	Benzene		PM10	PM10	PM10
			SO2	SO2	SO2
			NOx	NOx	NOx
					Benzene
			Meteo (T, P, UR, Pioggia, V, Rad.Globale)	Meteo (T, P, UR, Pioggia, V, Rad.Globale)	Meteo (T, P, UR, Pioggia, V, Rad.Globale)

Per quanto riguarda la misura di PM10, gli strumenti installati nei siti selezionati sono basati sulla metodica a raggi beta; il sistema di elaborazione dei dati è configurato in modo da registrare le medie bi-orarie delle concentrazioni.

L'analisi in oggetto è stata condotta sulle **medie giornaliere** essendo questi i parametri statistici richiamati dalla normativa vigente per la valutazione dei valori limite. Il dato giornaliero ha un limite, in quanto, non consente di caratterizzare il contributo legato al traffico che ha peso solo in alcune ore della giornata. Lo studio dell'andamento orario sarà comunque oggetto di un successivo approfondimento teso ad evidenziare le variazioni che occorrono durante una giornata.

L'efficienza annua di rilevamento delle stazioni di misura, valutata sulle medie giornaliere dei dati validati ed illustrata nel grafico di Figura 1.30, è superiore al 80% in tutti i siti tranne che a Lavello dove è pari al 67%.

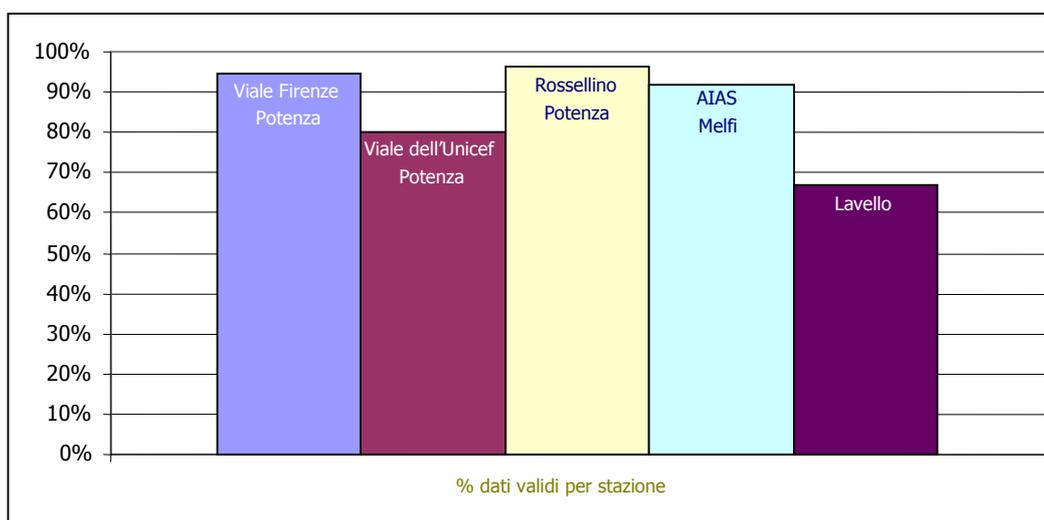


Fig. 1.30 - Efficienza di funzionamento delle stazioni di rilevamento dei dati.

Riferimenti normativi

La normativa nazionale di riferimento per la valutazione dei valori limite per la protezione della salute umana relativi alle concentrazioni di PM10 è il Decreto Ministeriale n.60 del 2 aprile 2002. Il valore limite è riferito al dato medio giornaliero e al dato medio annuo. La normativa (art.17, allegato III del DM 60/2002) prevede un margine di tolleranza, le modalità di riduzione di tale margine ed un termine ultimo entro cui raggiungere tale valore per consentire a tutte le regioni un graduale adeguamento. In particolare per la protezione della salute umana, il valore limite giornaliero riferito al PM10 è $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte l'anno, mentre quello annuale è $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Generazione delle medie giornaliere di PM10

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria è gestita attraverso il sistema informativo, che elabora parametri statistici e produce report sintetici per la lettura delle informazioni. Questo sistema è configurato in modo da avere informazioni su parametri meteorologici e di qualità dell'aria sia in termini di misura diretta che di elaborazioni statistiche. Per quanto riguarda il presente studio risulta non direttamente utile, infatti relativamente al PM10, la misura presenta la particolarità di essere acquisita su un intervallo temporale biorario piuttosto che orario.

Pertanto, al fine di elaborare i parametri statistici inerenti il PM10 è stato sviluppato un programma software in linguaggio Fortran in grado di eseguire medie giornaliere e deviazioni standard su serie di dati bi-orari di PM10.

Il programma è costruito in modo da produrre i dati di interesse dalle informazioni contenute nei file prodotti dal sistema informativo, trasformati in formato testo.

La procedura implementata consiste in:

- apertura del file testo;
- segnalazione dei record con assenza di dati mediante la scrittura negli stessi di '-999';
- inserimento della percentuale minima⁹ di dati, per finestra temporale, su cui effettuare le elaborazioni statistiche ed inserimento della finestra temporale stessa;
- generazione di file intermedi riportanti le date dei giorni in cui le misure sono in percentuale inferiore al minimo previsto;
- generazione di file di uscita con i seguenti campi: giorno, mese, anno, media, deviazione standard, numero di dati validi su cui è effettuato il calcolo, dati totali previsto nella finestra temporale selezionata dall'utente.

Il programma è in fase di perfezionamento per consentire l'inserimento dell'elaborazione dei parametri statistici utili a descrivere il comportamento contemporaneo del PM10 nelle diverse stazioni.

Analisi degli andamenti di PM10

Andamenti dei valori medi giornaliere di PM10 - Anno 2005

Una prima analisi è stata effettuata attraverso il confronto grafico dei valori medi giornaliere registrati nell'anno 2005 nei siti considerati. Nelle figure che seguono, i dati sono stati graficati per trimestre in modo da porre meglio in evidenza, se presenti, dipendenze dalla stagionalità.

In una prima fase si sono messi a confronto tra loro i dati delle tre stazioni di Potenza e, successivamente, quelli di Rossellino (Potenza) con i dati di Lavello e Melfi. La scelta di queste ultime tre stazioni è stata guidata dall'omogeneità nella definizione della tipologia e della zona di riferimento (vedi tabella 1.45).

Relativamente alle serie storiche di PM10 misurato nei tre siti ubicati a Potenza (Rossellino, viale dell'Unicef e viale Firenze), nell'arco dell'intero anno 2005, il trend (vedi figure da 1.31 a 1.34) risulta essere coerente pur rilevando valori di concentrazione giornaliera differenti.

⁹ L'informazione inerente la percentuale minima viene inserita dall'operatore tenendo conto che per il calcolo dei valori orari i dati minimi da rilevare devono essere pari al 75%, mentre per media e mediana tale percentuale è pari al 50%, per i percentili 98-99.9 e del massimi al 75% (rif. Decisione Commissione 2001/752/CE).

Dai grafici delle medie giornaliere di PM10 si osserva che nei mesi invernali e primaverili, la concentrazione di PM10 in via dell'Unicef è maggiore rispetto alle altre due stazioni. E', quindi, probabile che ciò sia dovuto alle caratteristiche dell'infrastruttura di trasporto nonché al carico della stessa. Per avallare tale ipotesi, in studi successivi si analizzeranno gli andamenti di inquinanti correlati al traffico, quali CO, NOx e BTX, confrontando i dati rilevati negli stessi periodi e mediati sullo stesso arco temporale.

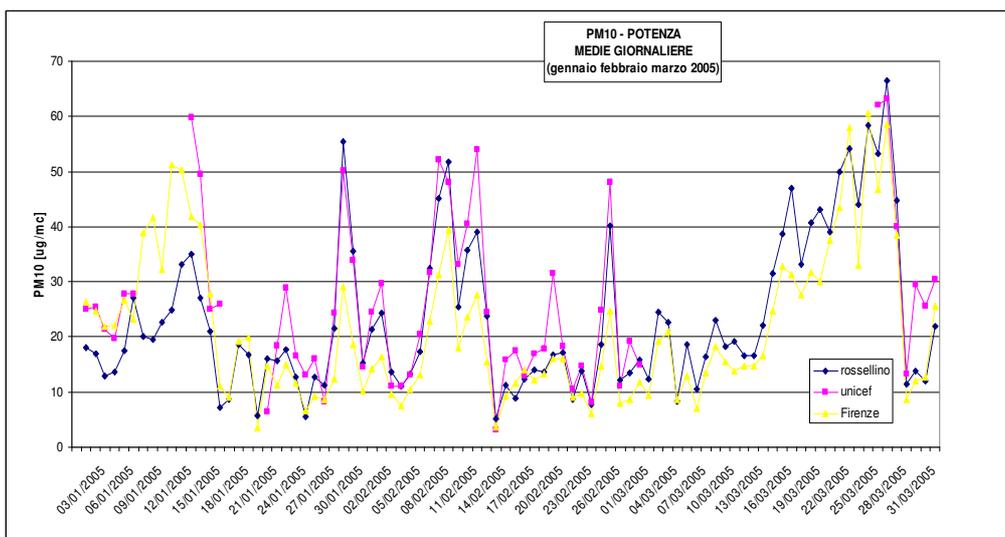


Fig. 1.31

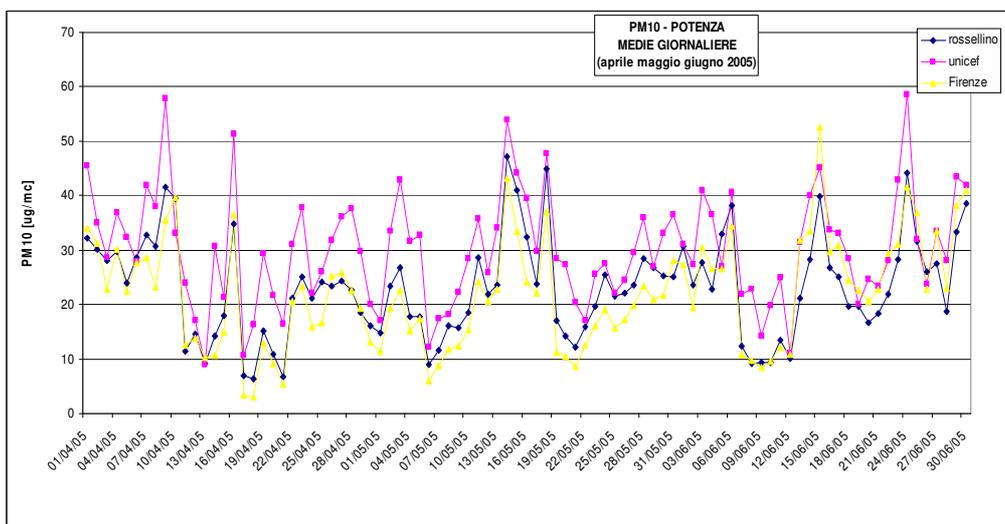


Fig. 1.32

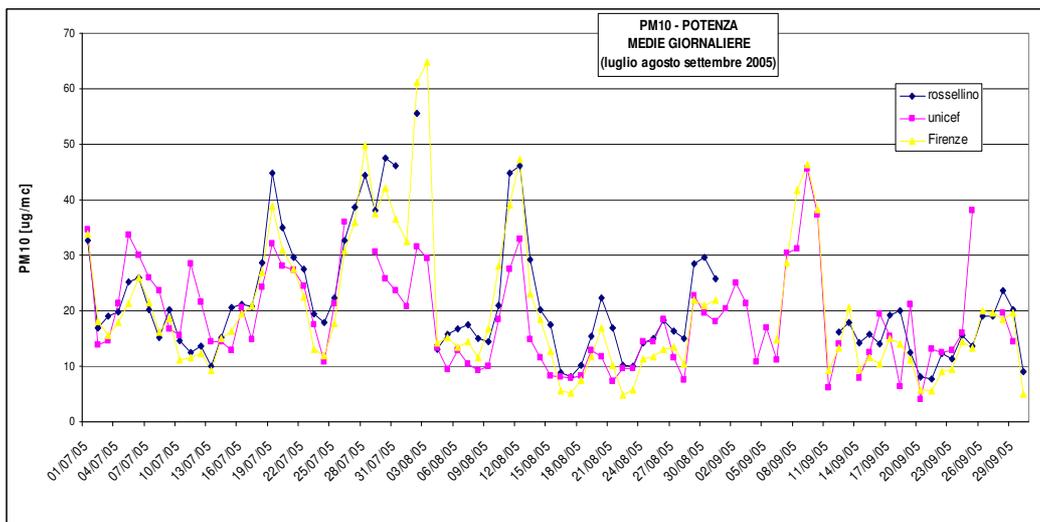


Fig. 1.33

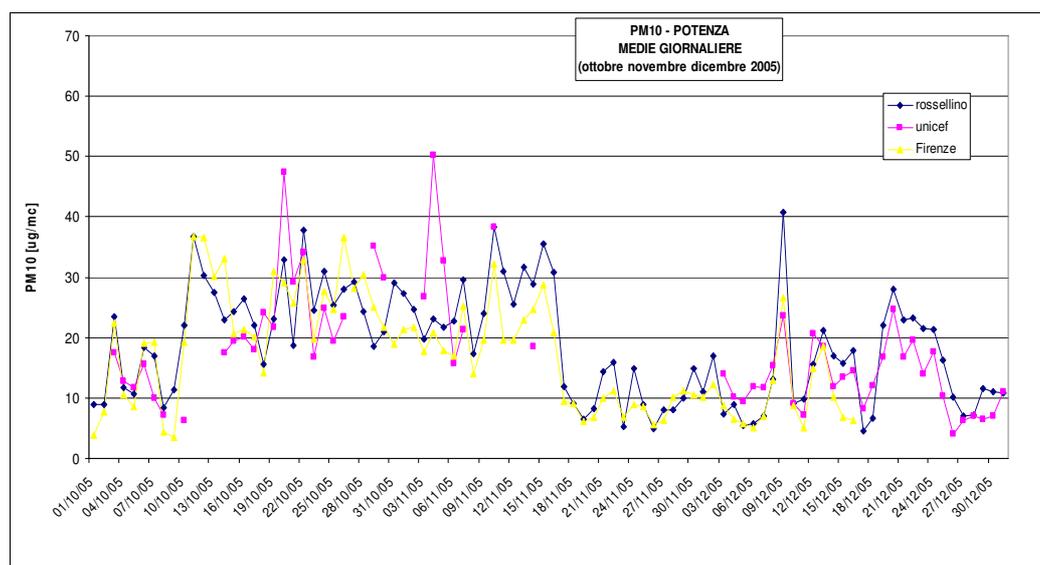


Fig. 1.34

In realtà le diverse caratteristiche dei siti di misura, facevano presagire un comportamento dissimile anche nelle ricadute del particolato sottile. Dall'osservazione complessiva delle figure precedenti, invece, si può affermare che la stazione di Rossellino ha un comportamento analogo alle altre stazioni urbane, pertanto il fenomeno mediato sull'arco giornaliero ha caratteristiche non dipendenti necessariamente dal traffico e/o da attività concentrate in particolari orari della giornata.

In alcuni casi, infatti, gli alti valori registrati presso la stazione di Rossellino, ubicata in area suburbana, fanno pensare a fenomeni di inquinamento secondario, ovvero, PM10 non emesso direttamente in situ ma generatosi a seguito di reazioni in atmosfera e successivamente trasportato nell'area di misura. Il fenomeno andrebbe però confermato dall'analisi chimica del particolato che attraverso la speciazione permetterebbero di dire se si tratta di PM primario (es. particelle carboniose) o secondario (solfati, nitrati, ecc.).

Gli andamenti delle serie storiche nelle stazioni di **Lavello, Melfi, Rossellino-Potenza** (vedi figure da 1.35 a 1.38) risultano anch'essi essere coerenti fra loro. I valori di concentrazione registrati dalle stazioni di Melfi e Rossellino risultano per lo più confrontabili fra loro, pur se le concentrazioni maggiori si sono registrate nel 2005 a Lavello, con valore medio annuo pari a 34 µg/mc, rispetto a 22 µg/mc a Rossellino e 26 µg/mc a Melfi.

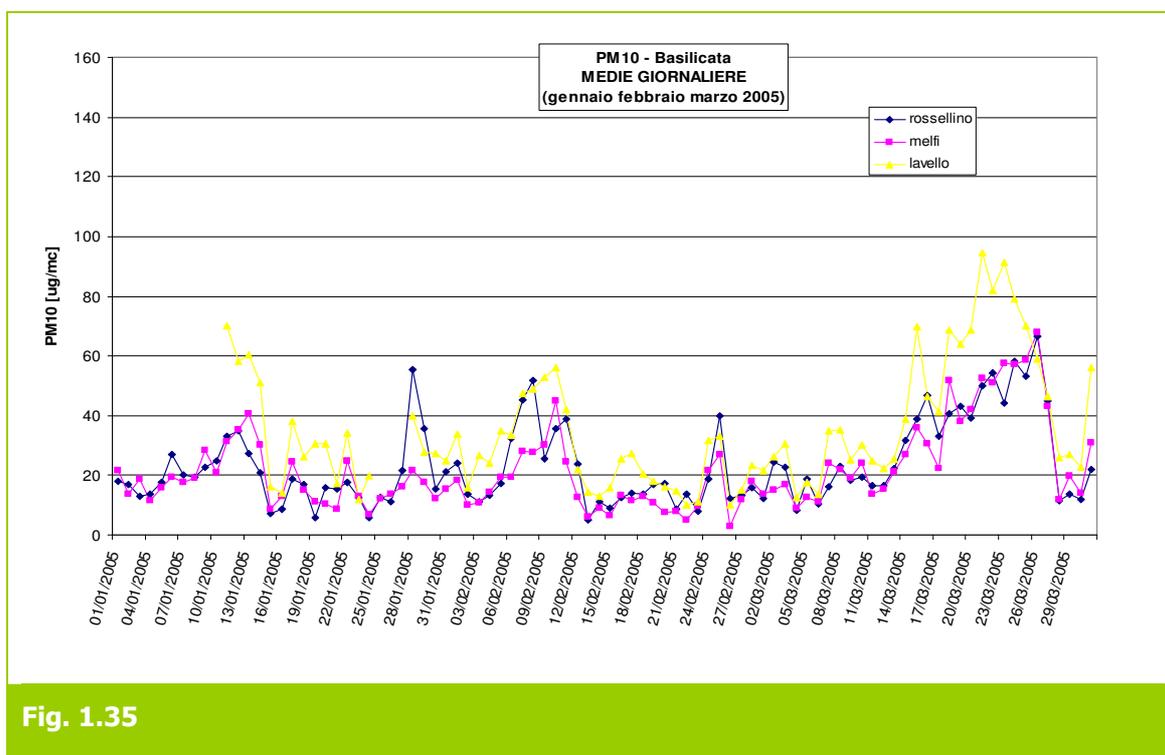


Fig. 1.35

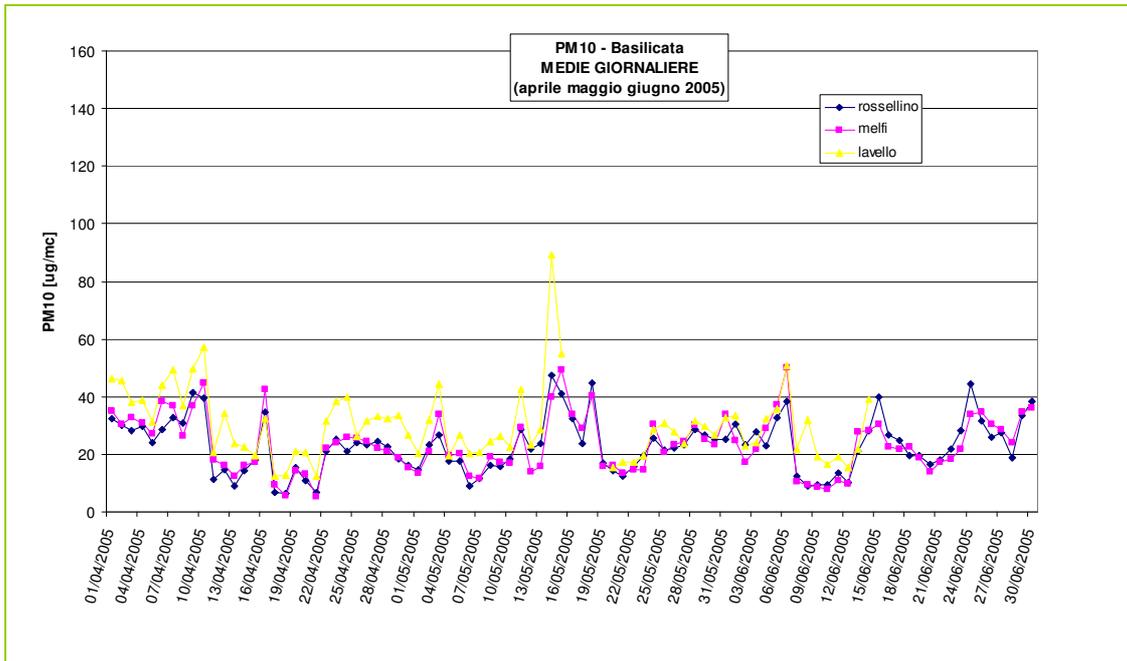


Fig. 1.36

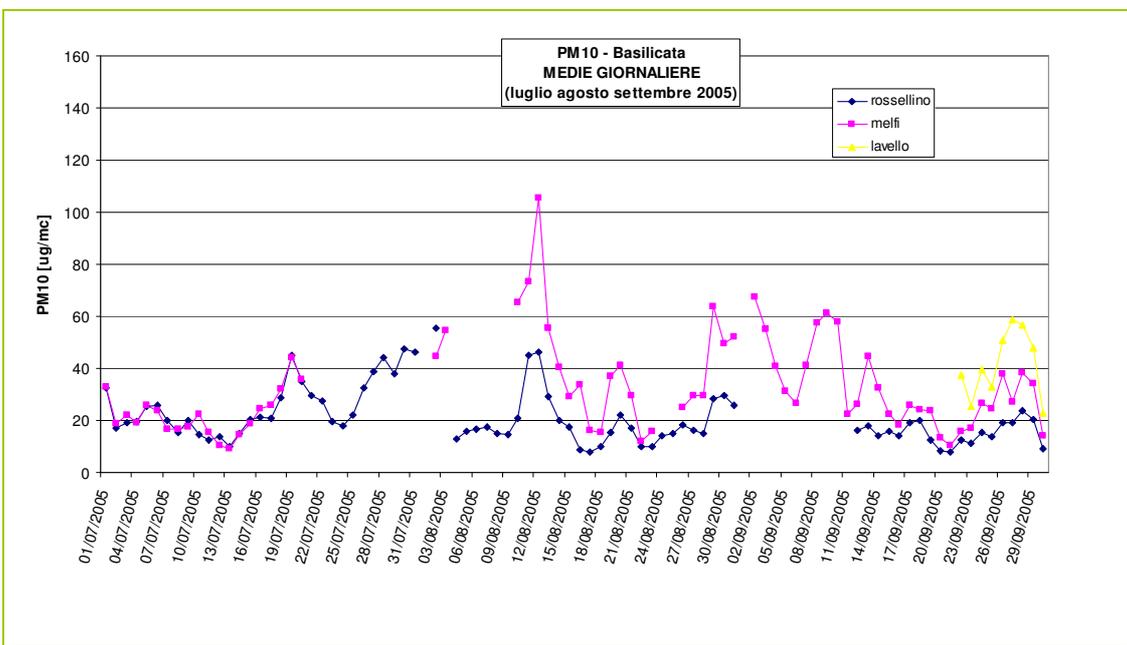


Fig. 1.37

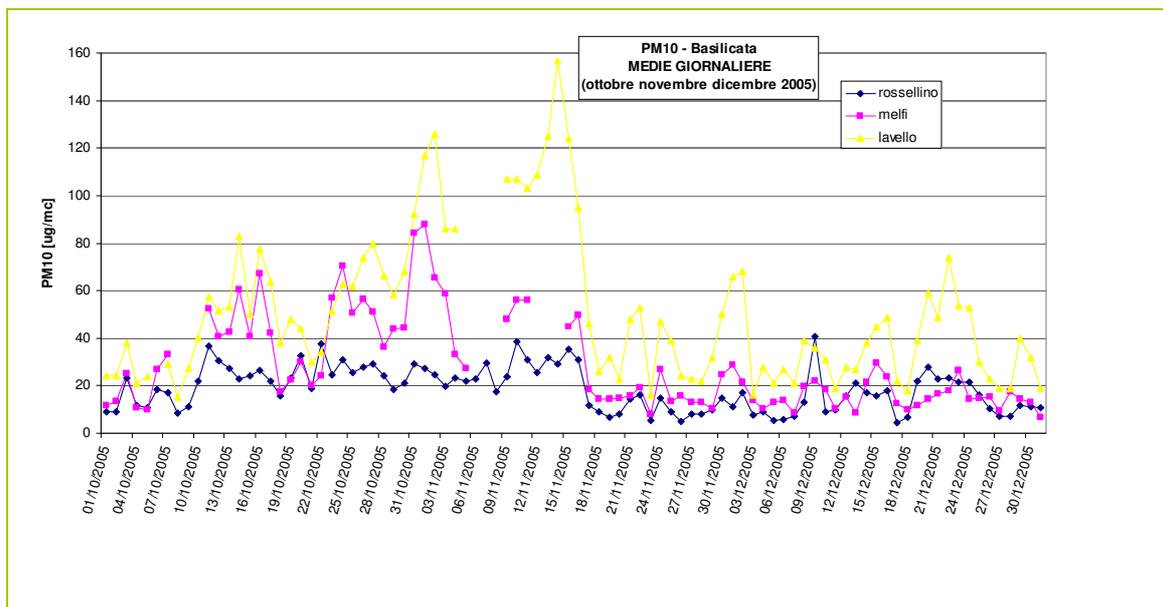


Fig. 1.38

Gli andamenti dei valori medi giornalieri di PM10, osservati nelle figure precedenti, denotano comunque una situazione regionale piuttosto omogenea tale da fare ipotizzare un comportamento uniforme su vasta scala. Tale considerazione riconduce al fenomeno di inquinamento secondario tipicamente non localizzato in prossimità delle sorgenti di emissione ma osservabile anche a distanza in seguito a fenomeni di diffusione e trasporto.

Andamenti dei superamenti di PM10 - Anni 2005-2006

Oltre all'analisi del trend di PM10 giornaliero, diviene interessante osservare il comportamento del PM10, su un intero arco temporale annuo, focalizzando l'attenzione sulle concentrazioni superiori a 50 µg/mc quale valore limite normativo. A tal fine, le figure 1.39 e 1.40 illustrano la dispersione dei superamenti di PM10, rispettivamente, nel 2005 e nel 2006 registrato nelle diverse stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria dell'Agenzia.

E' interessante notare come in alcuni periodi il superamento avvenga contemporaneamente in più stazioni ubicate a chilometri di distanza. Si tratta, in particolare, dei seguenti periodi:

- a. 21 - 26 marzo 2005 (simultaneità dei superamenti a Potenza, Lavello e Melfi),
- b. 14 ottobre - 14 novembre 2005 (simultaneità dei superamenti, per lo più, a Lavello e Melfi),
- c. 19 - 30 giugno 2006 (simultaneità dei superamenti a Potenza, Lavello e Melfi),
- d. 18 - 19 agosto 2006 (simultaneità dei superamenti a Potenza, Lavello e Melfi).

Gli studi condotti hanno permesso di individuare le cause principali di tali accadimenti, riconducibili sia a fenomeni di trasporto a mesoscala come nei casi a. - c. - d., confermati dalle misure effettuate anche in regioni limitrofe, sia a fenomeni di stabilità atmosferica di interesse a scala regionale.

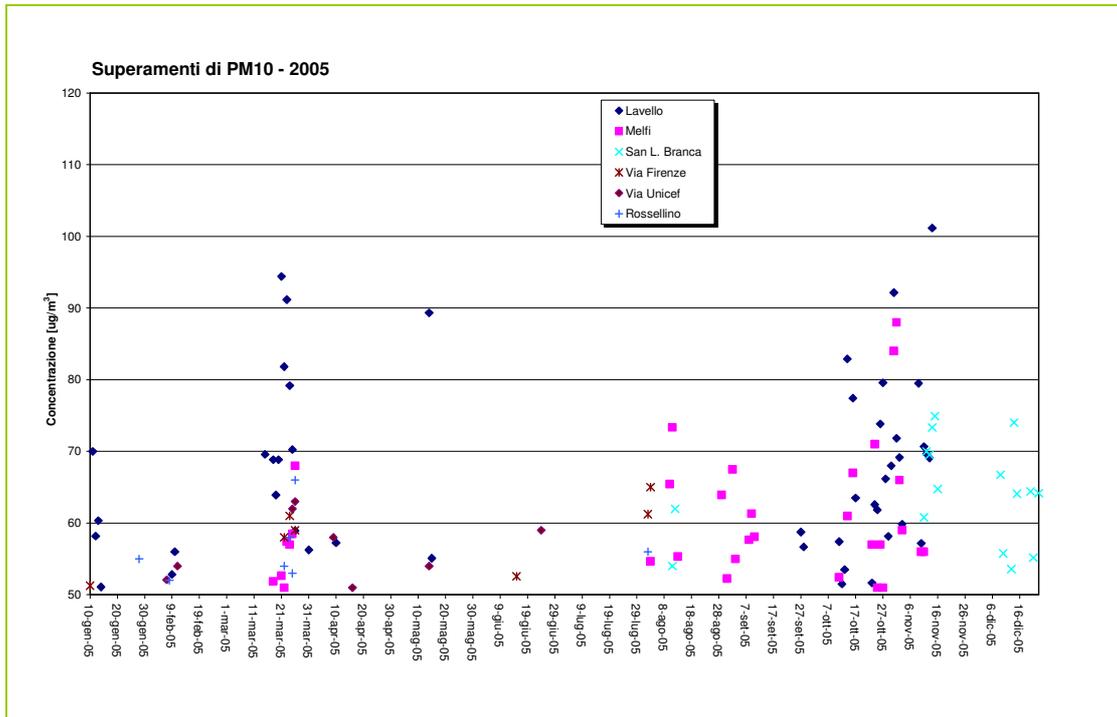


Fig. 1.39

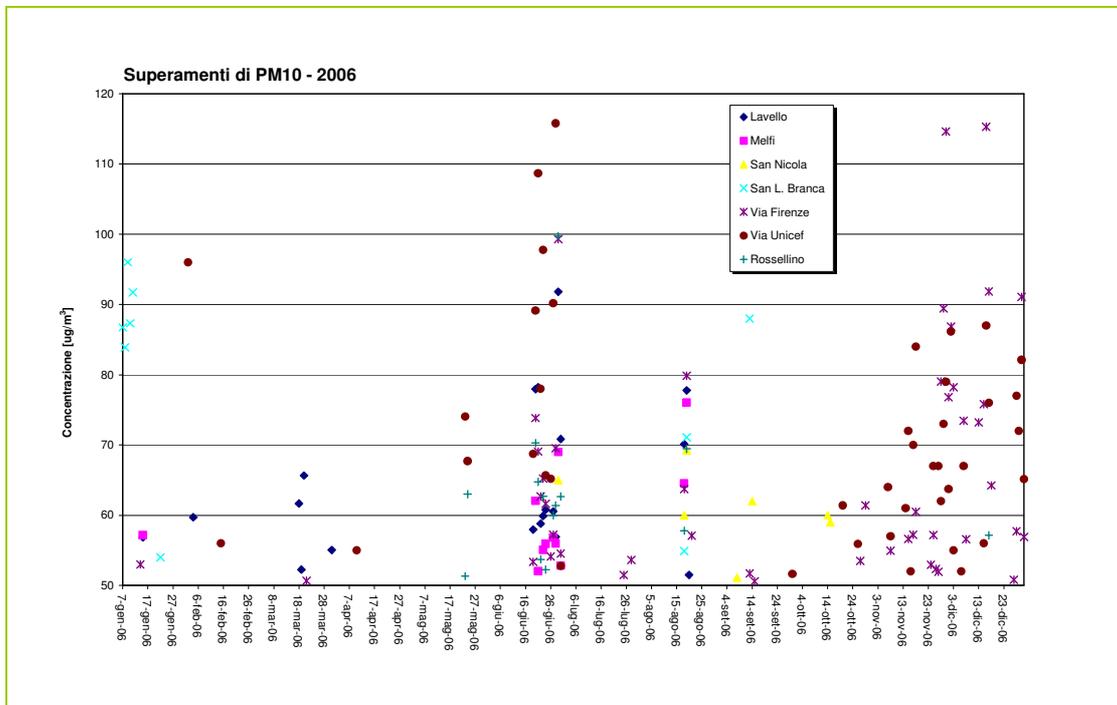


Fig. 1.40

Nell'ultimo periodo del 2006, inoltre, si è manifestato un superamento contemporaneo a Potenza, nelle stazioni cosiddette da traffico, dimostrando come la sussistenza di condizioni meteorologiche avverse, sommandosi alle ordinarie condizioni emissive, rappresenti una situazione peggiorativa della qualità dell'aria.

In sintesi, la conoscenza della meteorologia e della micro-meteorologia inerente l'intero territorio regionale consentirebbe di fare una previsione anche solo qualitativa della qualità dell'aria.

Correlazioni tra centraline

Oltre al confronto grafico, è utile valutare il grado di correlazione tra le misure delle diverse centraline allo scopo di evidenziare il legame fra gli andamenti temporali dei rilevamenti.

La correlazione, infatti, consente:

1. il controllo di qualità dei rilevamenti (se due centraline sono ben correlate si possono evidenziare i malfunzionamenti sulla base dell'analisi dei residui standardizzati calcolati rispetto alla retta di regressione),
2. di avere una copertura totale rispetto ai dati mancanti nelle serie storiche (se due centraline sono ben correlate e se una per un guasto smette di funzionare, si potrebbero stimare i dati di quella non funzionante sulla base dei dati di quella funzionante),
3. di ottimizzare la distribuzione e il numero delle centraline fisse necessarie al monitoraggio nell'ottica di un miglior rapporto costi – benefici,
4. di ottimizzare l'utilizzo sinergico di dati di campionatori passivi e mezzi mobili con i dati delle centraline fisse.

Valutazione della correlazione tra le stazioni di monitoraggio

Il calcolo dei coefficienti di correlazione¹⁰ tra le stazioni considerate è stato effettuato sui dati delle concentrazioni medie giornaliere di PM10.

Per quanto riguarda gli ambiti urbani, esperienze precedenti hanno evidenziato che il dato d'inquinamento ambientale desunto da una o più centraline non è rappresentativo del livello di inquinamento medio della città. Però se i vari siti sono ben correlati tra loro, ne consegue che l'andamento temporale di uno di essi (o di una combinazione di essi) è probabilmente rappresentativo dell'andamento temporale dell'intera città e, quindi, dell'esposizione della popolazione. Le centraline fisse sono un indispensabile strumento per l'analisi dei trend temporali degli inquinanti e delle correlazioni temporali tra variabili ambientali e sanitarie ma non permettono di individuare le aree più critiche da un punto di vista ambientale, sia a scala urbana che a scala regionale.

¹⁰ Il coefficiente di correlazione (+r oppure -r) misura il grado di associazione spaziale o temporale di due fenomeni. Dunque misurando l'interdipendenza tra due variabili, X1 ed X2, attraverso il coefficiente di correlazione, si determina il tipo (con il segno) ed il grado (con il valore assoluto) di associazione.

Infatti, il segno indica il tipo di associazione:

- positivo, quando le due variabili aumentano o diminuiscono insieme,

- negativo, quando all'aumento dell'una corrisponde una diminuzione dell'altra o viceversa.

Il valore assoluto, compreso tra 0 e 1, è massimo (uguale a 1) quando c'è una perfetta corrispondenza lineare tra le due serie di dati, tende a ridursi al diminuire della corrispondenza ed è zero quando essa è nulla.

Per il perseguimento di siffatti obiettivi si rende necessario, d'altro canto, l'utilizzo di un approccio integrato di dati da mezzi mobili, centraline fisse e strumenti modellistici di tipo fisico e statistico.

L'arco temporale di riferimento utilizzato è l'intero anno 2005. Per avere un'ulteriore conferma sui coefficienti determinati nell'anno 2005, si sono ricalcolati gli stessi aggiungendo anche i dati del primo semestre del 2006.

Le matrici di correlazione risultanti sono riportate nelle tabelle 1.46 e 1.47, dove sono evidenziate in giallo le correlazioni maggiori di 0,8. E' evidente che una correlazione elevata è indice di ridondanza di informazioni, pertanto in un eventuale ridisegno della rete di Qualità dell'Aria sarebbe opportuno tenerne conto.

Tabella 1.46 Matrice di correlazione anno 2005

2005	Rossellino	Unicef	firenze	Melfi	Lavello
Rossellino	1	0,76	0,88	0,67	0,7
Unicef	0,76	1	0,75	0,4	0,53
Firenze	0,88	0,75	1	0,64	0,72
Melfi	0,67	0,4	0,64	1	0,87
Lavello	0,7	0,53	0,72	0,87	1

Tabella 1.47 Matrice di correlazione anno 2005 + primo semestre 2006.

2005 + 2006	Rossellino	Unicef	firenze	Melfi	Lavello
Rossellino	1	0,79	0,87	0,7	0,72
Unicef	0,79	1	0,78	0,45	0,56
Firenze	0,87	0,78	1	0,65	0,68
Melfi	0,7	0,45	0,65	1	0,84
Lavello	0,72	0,56	0,68	0,84	1

Le correlazioni tra le varie coppie di centraline, pur se differenti tra loro, risultano coerenti con quanto atteso: infatti tra stazioni vicine ci si aspetta coefficienti di correlazione più elevati.

Le correlazioni più elevate sono quelle fra le stazioni di Rossellino - Viale Firenze, pari a 0,88 nel 2005 e 0,87 successivamente e Melfi-Lavello con valori pari a 0,87 e 0,84.

A Potenza, buone correlazioni sono risultate anche fra le coppie di centraline Rossellino - Viale dell'Unicef e Viale Firenze - Viale dell'Unicef. Più deboli si sono rilevate le correlazioni fra le stazioni di Melfi e Lavello con le centraline di Potenza di Viale dell'Unicef e Viale Firenze dove i valori sono compresi fra 0,4 - 0,7.

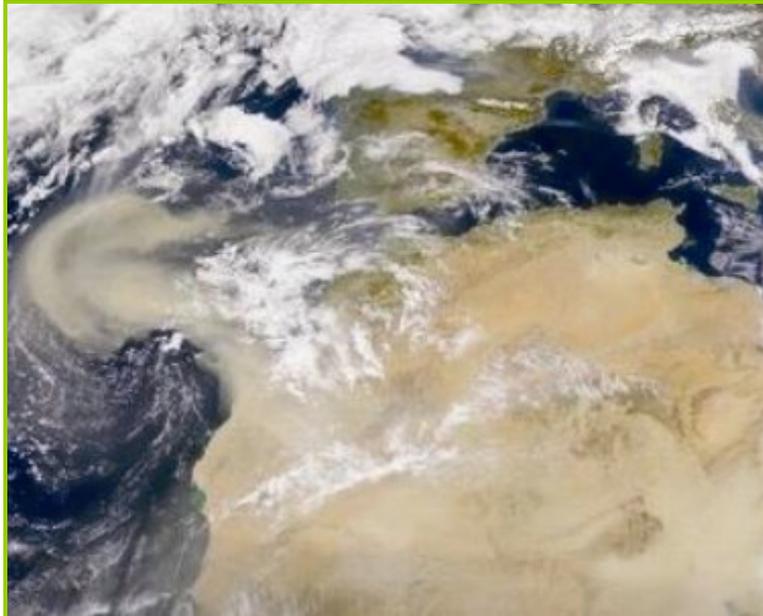
Sviluppi futuri

L'analisi effettuata è preliminare ad uno studio statistico completo relativo alle dinamiche spazio-temporali del particolato. In tal senso, sarebbe interessante valutare il coefficiente di correlazione sulla base dei dati medi orari al fine di individuare la variabilità degli accumuli nell'arco della giornata. Inoltre, le osservazioni scaturite dall'analisi mettono in luce l'importanza di correlare il PM10 agli altri inquinanti primari monitorati nonché la concentrazione di PM10 ai parametri meteorologici.

Il presente lavoro ha un suo prosieguo nella messa a punto di un sistema di previsione, di tipo statistico, delle polveri quale è lo sviluppo di una rete neurale.

L'osservazione di una situazione regionale omogenea, infine, introduce la necessità di approfondire la problematica del PM10 secondario e/o l'incidenza delle condizioni meteorologiche nel trasporto delle polveri a scala regionale e sovra-regionale.

BOX 1.5 - EPISODIO DI SUPERAMENTO DI PM10 DEL 18 – 20 AGOSTO 2006



Introduzione

Questo studio rappresenta un esempio di approccio metodologico all'analisi di eventi di inquinamento acuto da PM10. L'analisi di questi fenomeni, considerata la loro complessità, richiede l'impiego integrato di misure al suolo e da satellite, analisi meteorologica a scala sinottica e locale, ricostruzione dei parametri micrometeorologici mediante applicazioni modellistiche.

Inoltre trattandosi spesso di fenomeni a scala sovregionale, è molto utile disporre delle misure di PM10 anche per le regioni limitrofe. Pertanto, si ringraziano per la collaborazione l'ARPA Puglia e l'ARPA Sicilia per aver fornito i dati di concentrazioni di PM10 per il periodo di interesse.

Descrizione dell'evento di inquinamento

Analizzando i dati acquisiti dalle centraline della rete di Qualità dell'Aria distribuite in tutta la regione (vedi fig. 1.41), si è osservato che nei giorni 18 – 20 agosto 2006 si sono verificati dei superamenti nelle concentrazioni di PM10 del valore limite medio giornaliero di 50 µg/mc in tutte le stazioni (vedi tabella 1.48)



Fig. 1.41 Distribuzione della rete di Qualità dell'Aria sul territorio regionale

Tabella 1.48 Concentrazioni di PM10 [$\mu\text{g}/\text{mc}$]

	Rossellino ¹¹	Unicef ¹¹	San Luca Branca ¹¹	Melfi ¹²	Lavello ¹²	San Nicola di Melfi ¹²	Viggiano ¹²	La Martella ¹³	Ferrandina ¹⁴
15/08/2006	8	3	9	9	8	4		10	11
16/08/2006	15	6	16	14	20	11		12	15
17/08/2006	34	13	34	32	29	22		20	22
18/08/2006	58		55	65	70	60		32	35
19/08/2006	70		71	76	78	69	63	70	72
20/08/2006	44		49	43	52	42	39	53	50
21/08/2006	50		47	38	35	36	38	32	39
22/08/2006	21		23	12	31	17	18	18	44
23/08/2006	12	13	15	18		24	19	22	45
24/08/2006	14	25	17	15		21	14	18	21
25/08/2006	13	22	14	8		8	15	14	19
26/08/2006	15	18	13	14	17	4	15	16	15
27/08/2006	9	10	9	10	14	4	15	14	13
28/08/2006	15	16	13	11	15	4	14	18	17
29/08/2006	8	18	12	11	12		9	12	16
30/08/2006	11	18		11	17			20	22
31/08/2006	7	14		8	7			14	14

Tabella 1.49



Pur tenendo conto del fatto che gli analizzatori presenti sono di due tipologie differenti, è interessante notare che il trend è comune per tutte così come si evince dal grafico mostrato in fig. 1.42.

Dall'analisi comparata con i dati delle stazioni della Puglia e della Sicilia (fig.1.43) si osserva lo stesso fenomeno ma con uno sfasamento temporale procedendo da Ovest ad Est e da Nord a Sud: i valori più elevati sono stati osservati il 19 agosto a Potenza, Viggiano, Matera e Ferrandina, mentre il 20 agosto in Puglia ed in Sicilia.

Osservando la serie dei dati di Palermo, si nota che essa è troncata, per cui non è possibile verificare se il massimo si è riscontrato anche in Sicilia il 20 agosto o nei giorni successivi.

11 Centraline ubicate nella città di Potenza

12 Centraline ubicate nella provincia di Potenza

13 Centralina ubicata nella città di Matera

14 Centralina ubicata nella provincia di Matera

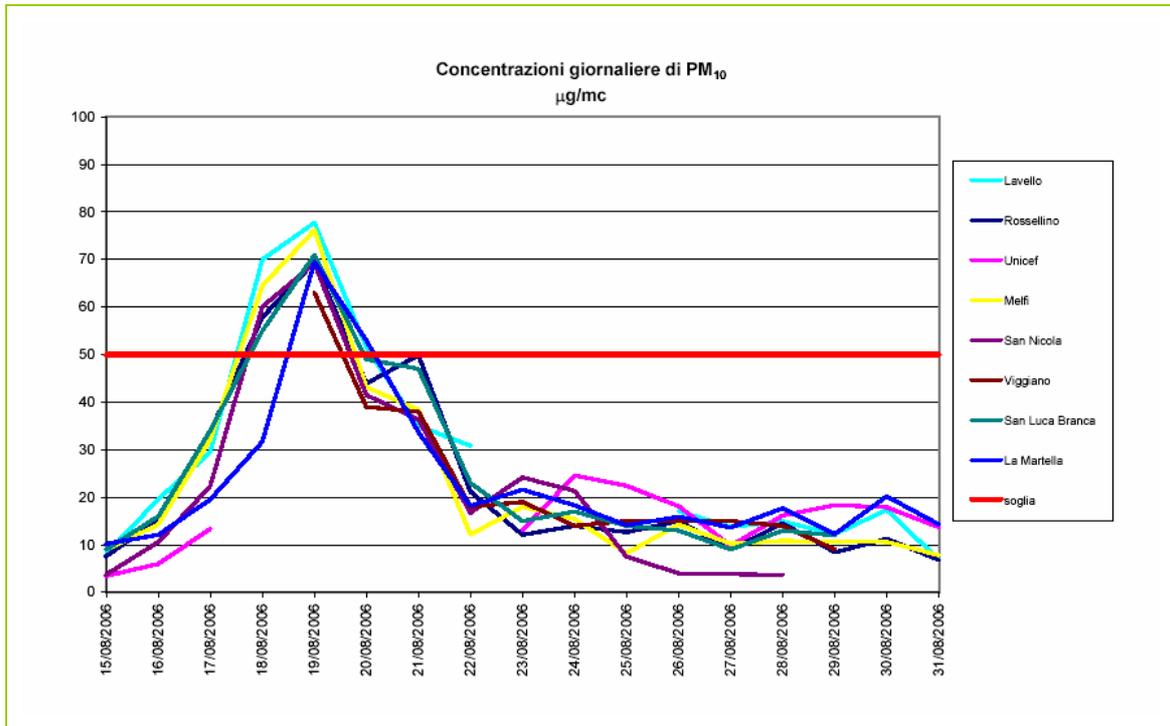


Fig. 1.42 Andamento delle concentrazioni di Pm10 in Basilicata 15 – 31/08/06

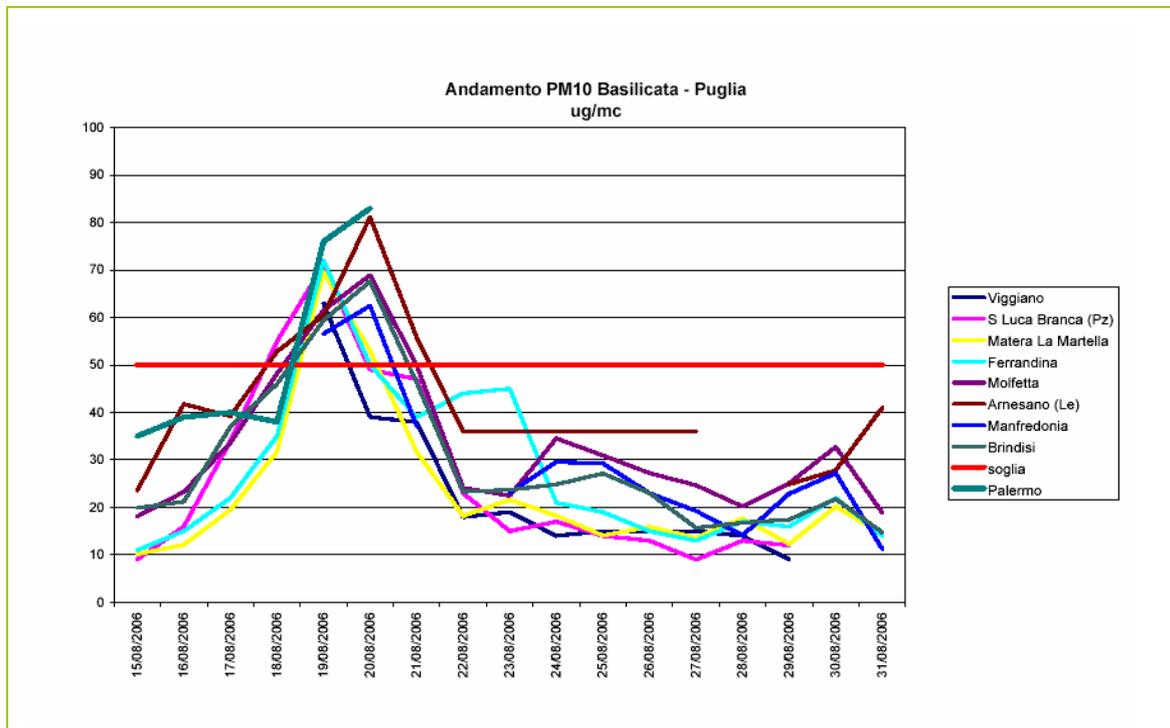


Fig. 1.43 Confronto delle concentrazioni di Pm10 in Basilicata e Puglia 15 – 31/08/06

Situazione meteorologica a scala sinottica

Da metà Agosto la situazione barica è caratterizzata da una depressione centrata sull'Europa Nord - occidentale in lento movimento verso Est. Tale depressione favorisce, ad intermittenza, avvezioni di aria fresca nord europea in direzione del Mediterraneo. Contemporaneamente, una vasta area di **alta pressione** centrata sul Mediterraneo preserva le condizioni di **stabilità** su tutta l'Italia centro-meridionale. Il quadro sinottico è tale da consentire solo lo sviluppo di nubi cumuliformi pomeridiane e quindi locali fenomeni sui settori orientali del Centro e del Sud, con temporali deboli nelle zone interne e i rilievi. Man mano che la depressione, prima centrata sulla Gran Bretagna (18 - 19 agosto) si sposta verso la Scandinavia (21 agosto), correnti **Sud - occidentali** raggiungono la nostra penisola, favorendo soprattutto una ventilazione, anche sostenuta, da Ovest Sud-Ovest. Anche la situazione termica si evolve: l'avvezione calda direttamente dal **Nord Africa** apre una fase anomala, con punte anche di 40 °C nelle estreme zone meridionali.

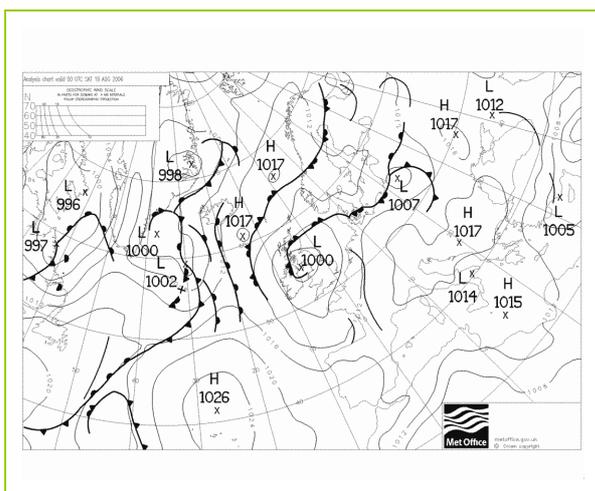


Fig. 1.44 Carta barica h:12.00 del 18 agosto

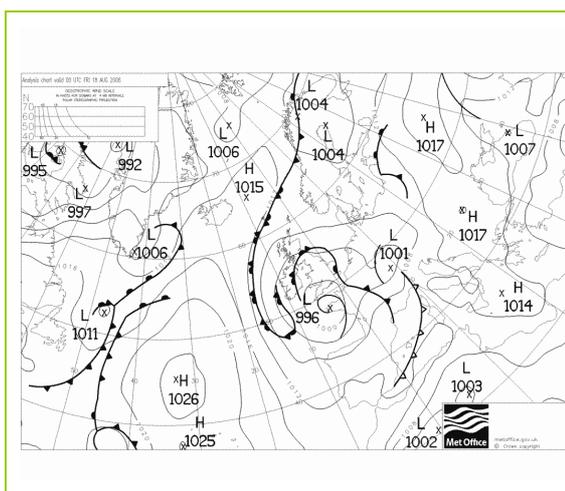


Fig. 1.45 Carta barica h:12.00 del 19 agosto

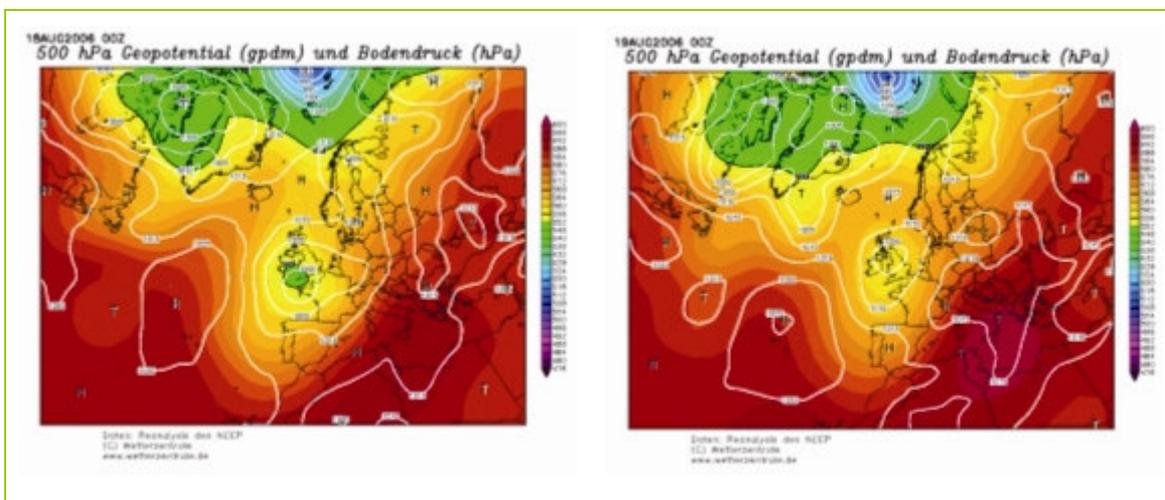


Fig.1.46 Altezza di Geopotenziale 15 18 agosto

Altezza di Geopotenziale 16 19 agosto

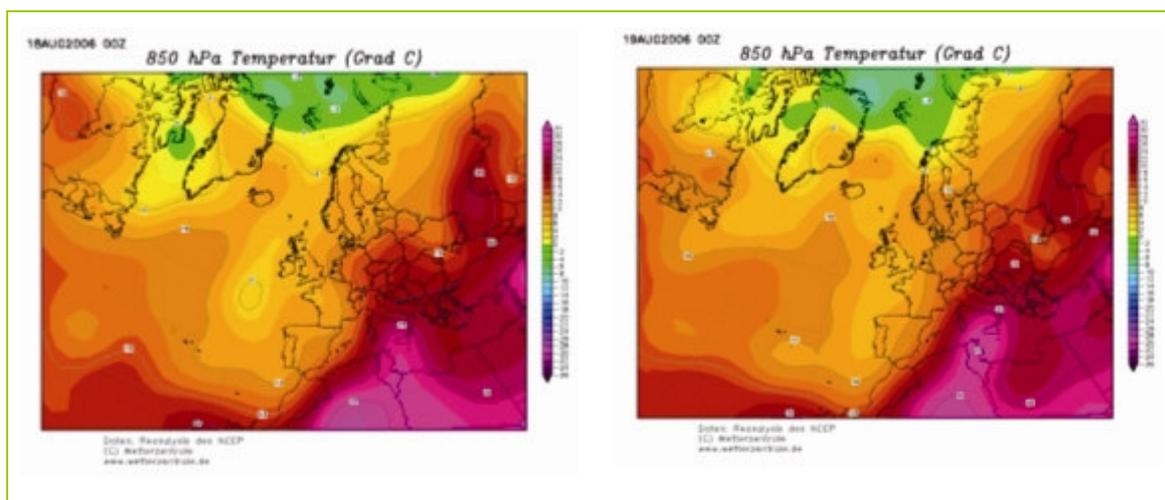


Fig.1.47 Carta della Temperatura a 850hPa 18 agosto

Carta della Temperatura a 850 hPa 19 agosto

¹⁵ Si definisce geopotenziale il lavoro necessario per spostare verso l'alto una massa d'aria unitaria. L'altezza di geopotenziale è una grandezza strettamente correlata, perché ottenuta dividendo quest'ultima per l'accelerazione di gravità media a livello del mare. Le immagini riportate indicano come la superficie isobara di 500 hPa si distribuisce in termini di altezza.

Ricostruzione della situazione micrometeorologica in Basilicata

E' stata effettuata una simulazione sull'intera regione (dominio di 130*140 Km²) impiegando la catena modellistica MINERVE-SURFPRO, distribuita da Arianet srl, con una risoluzione della griglia di 2 km * 2 Km, dalle ore 10 del 17 agosto alle ore 23 del 22 agosto 2006, utilizzando i dati meteo al suolo della rete ARPAB e ALSIA, e i dati di radiosondaggi di Brindisi scaricati dal sito <http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.htm> (Università del Wyoming).

Tabella 1.50 Selezione delle postazioni utilizzate nella simulazione

Stazione	Ente
POLICORO	ALSIA
ROSSELLINO	ARPAB
ROTONDA	ALSIA
SARCONI	ALSIA
LAVELLO	ARPAB

I dati sono stati implementati nel modello meteorologico diagnostico MINERVE, che ricostruisce i campi tridimensionali di vento e temperatura; l'output di MINERVE è stato poi processato con il modello SURFPRO, che consente di valutare le caratteristiche dispersive dell'atmosfera attraverso la stima di campi bidimensionali delle seguenti variabili: lunghezza di Monin - Obukhov, velocità di frizione, altezza dello strato rimescolato o di rimescolamento.

Le immagini di seguito mostrano l'andamento dei campi di vento al suolo ricostruiti sull'intera regione per i giorni 18- 21 agosto alle ore 12.00.

Le ricostruzioni relative ai giorni 18 e 19 agosto mostrano venti di debole intensità (fino a 2.5 m/s), con direzione di provenienza prevalente da Sud-Ovest, mentre nei giorni 20 e 21 i venti provengono prevalentemente da Ovest e raggiungono anche velocità di 8 m/s, favorendo in questo modo la dispersione ed il rimescolamento.

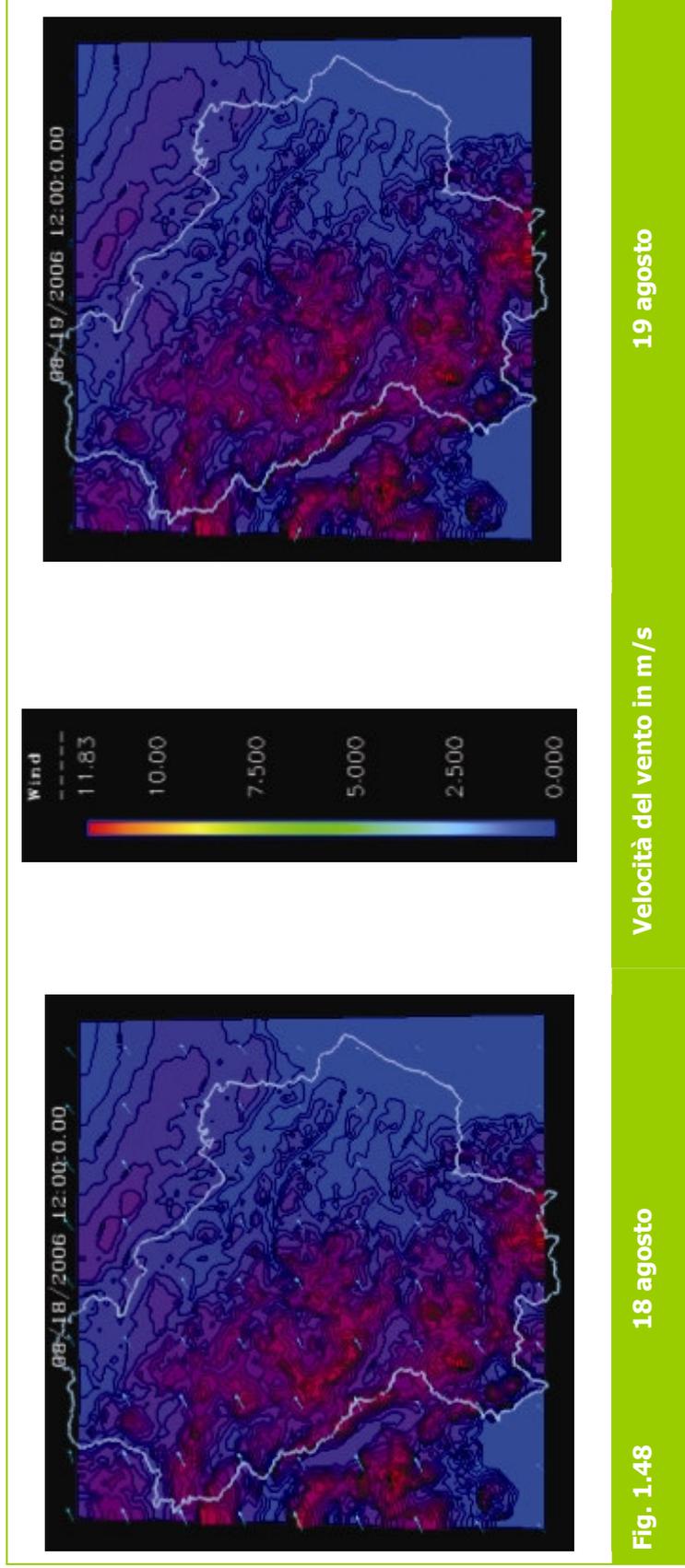


Fig. 1.48

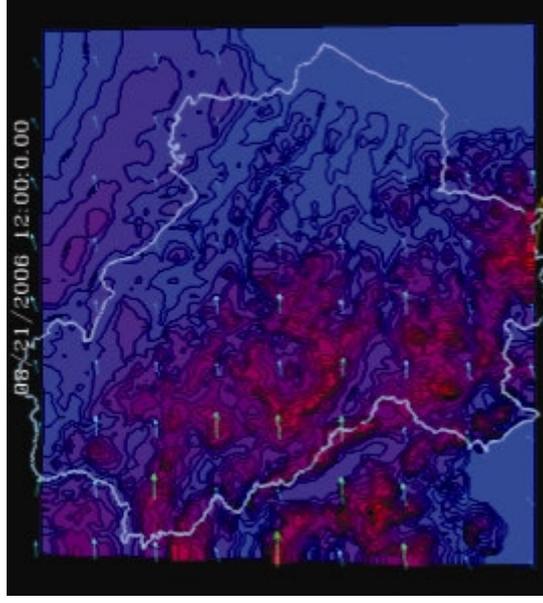
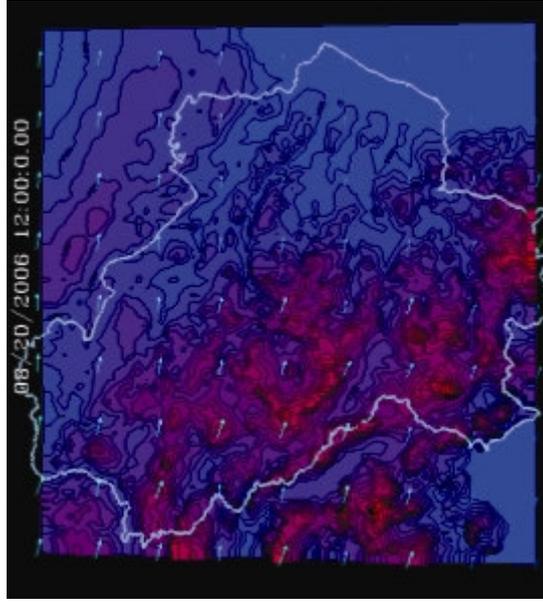


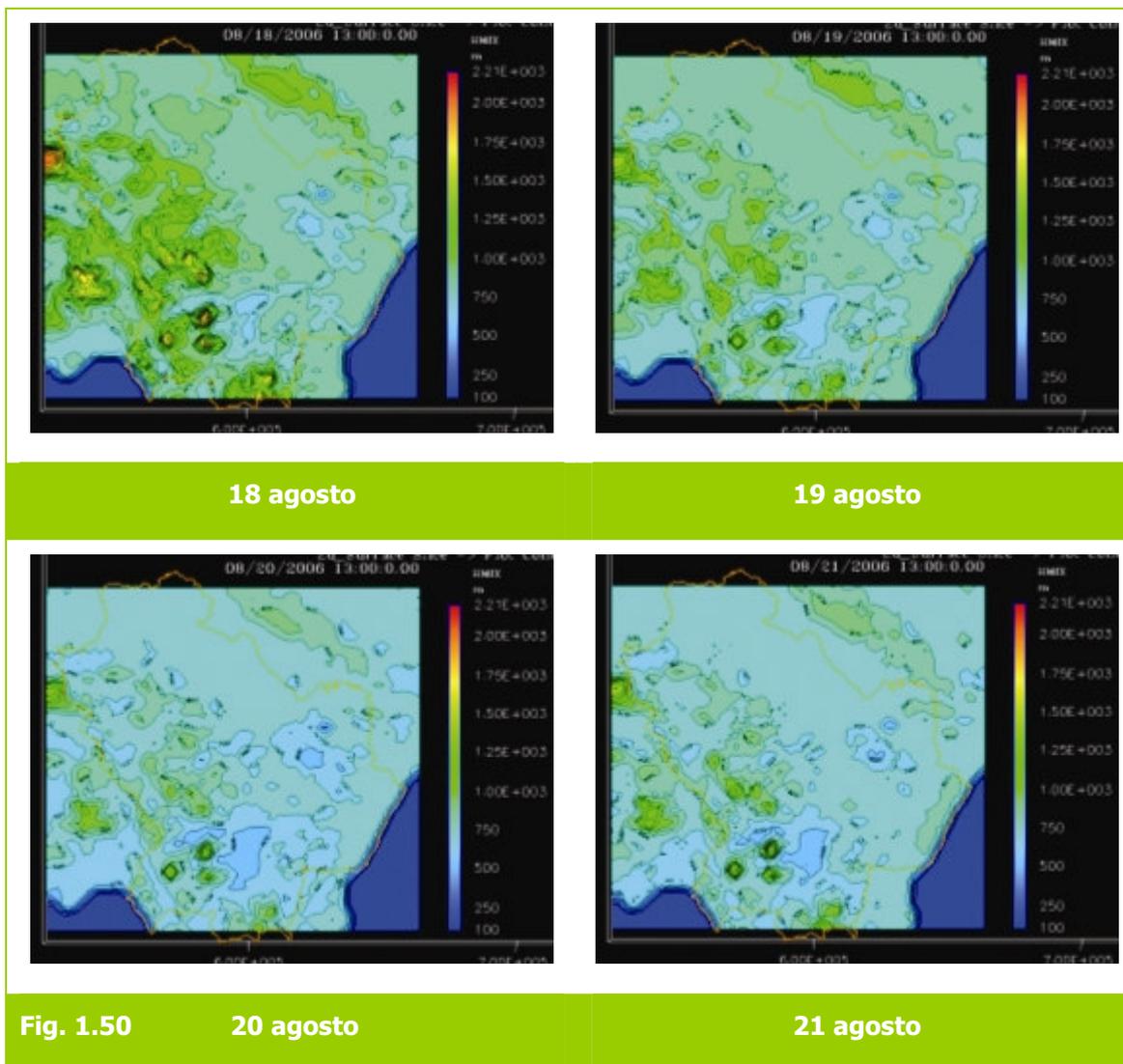
Fig. 1.49

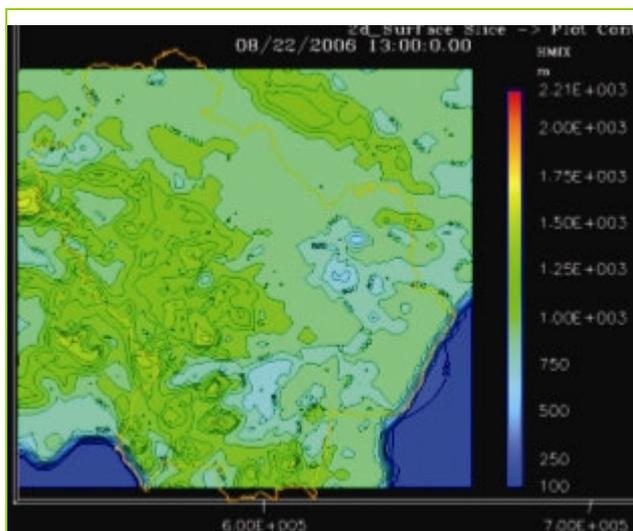
20 agosto

Velocità del vento in m/s

21 agosto

Analizzando l'altezza di rimescolamento (*hmix*), definita come altezza dello strato caratterizzato da rimescolamento verticale relativamente vigoroso, si nota che nei giorni precedenti l'evento ed in quelli successivi *hmix* assume valori più alti rispetto ai giorni di superamento, così come mostrato nelle figure seguenti.





Valori bassi di hmix sono indice di scarso rimescolamento verticale dell'atmosfera, per cui gli inquinanti immessi rimangono intrappolati nei bassi strati, accumulandosi

Fig. 1.51 22 agosto

Un'ulteriore indicazione viene fornita dai profili di **temperatura potenziale**, che viene definita come la temperatura che avrebbe una particella d'aria se trasportata adiabaticamente ad una pressione di riferimento di 1000 hPa. I profili seguenti riportano l'andamento della temperatura (T e θ) in condizioni di atmosfera **neutra instabile e stabile**.

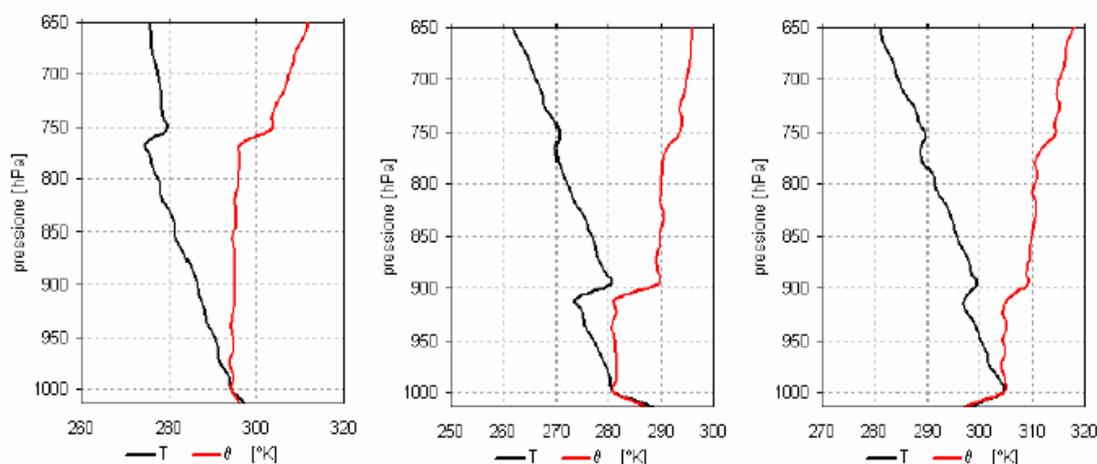
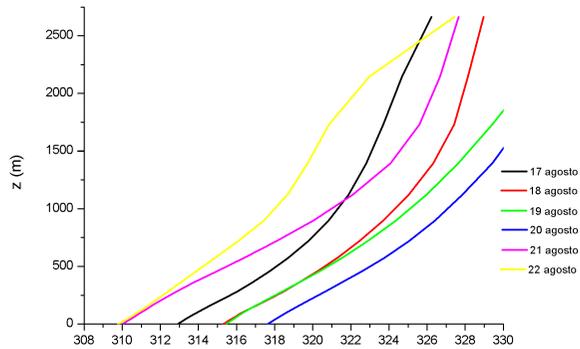
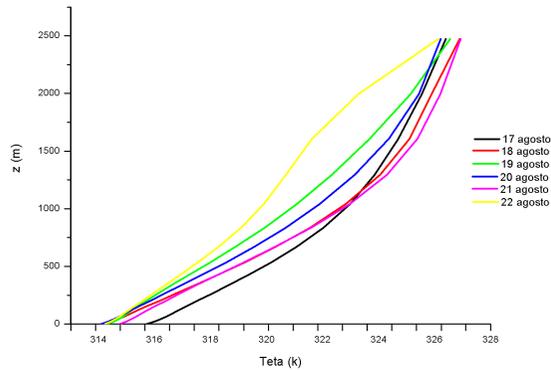


Fig. 1.52 neutra instabile stabile

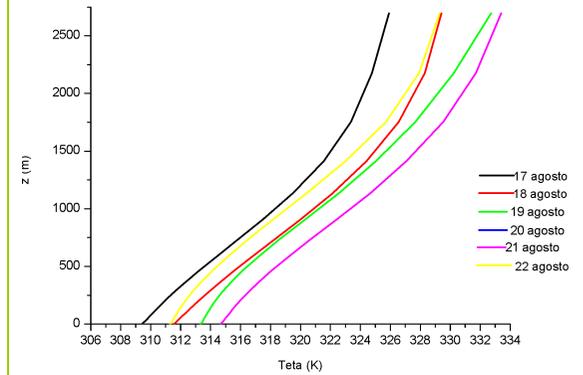
Estraendo la **temperatura potenziale** alle ore 12.00 per i giorni 17 – 22 agosto, calcolata con il preprocessore MINERVE, in diversi punti della regione (Viggiano, Rossellino – Pz, Policoro, Matera e Melfi) e confrontandola con i grafici in figura, risulta che i giorni in esame sono caratterizzati da condizioni di atmosfera **stabile**, che tende alle condizioni di **neutralità** a partire dal 21 agosto.



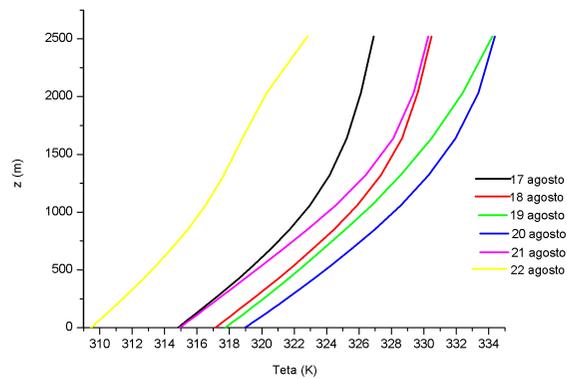
Viggiانو



Rossellino



Policoro

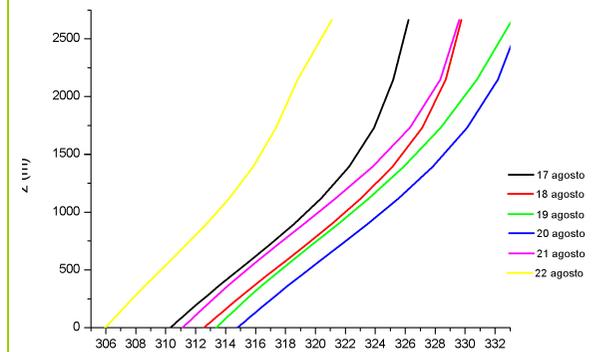


Melfi

Def. di **temperatura Potenziale** =
temperatura che avrebbe una particella d'aria se
portata adiabaticamente ad una pressione di
riferimento di 100 hPa

T [K]

$$\theta = T \left(\frac{1000}{p} \right)^{0.286}$$



Matera

Verifica d'ipotesi di evento sahariano

Il quadro delineatosi lascia ipotizzare un evento sahariano, ipotesi confortata dall'analisi del coefficiente di Angstrom, dalle immagini acquisite da satellite (MODIS – Sensori Aqua e Terra), dallo studio delle back - trajectories e da superamenti registrati negli stessi giorni nelle Regioni limitrofe.

Il coefficiente di Angstrom è l'esponente che esprime la dipendenza spettrale dello spessore ottico dell'aerosol (τ) dalla lunghezza d'onda (λ) della radiazione incidente:

$$\tau = \beta \lambda^{-\alpha}$$

β = spessore ottico dell'aerosol a $1\mu\text{m}$

α = coefficiente di Angstrom

Fornisce indicazioni aggiuntive sullo spessore delle particelle (quanto maggiore è il coefficiente, tanto minori sono le dimensioni delle particelle. Esempio: valori di α compresi tra 1 e 2 sono relative a particelle submicrometriche – nitrati, solfati, carbone – valori piccoli, persino negativi, vengono trovati per particelle grandi – da 1 a $30\mu\text{m}$ di diametro).

In fig. 1.54 è mostrato l'andamento del coefficiente di Angstrom per il mese di Agosto 2006 dedotto dalle misure effettuate presso l'IMAA- CNR di Tito scalo (Pz). Come si evince, il coefficiente di Angstrom per i giorni di superamento assume valori molto bassi e questo è indice della presenza di particelle di elevato diametro.

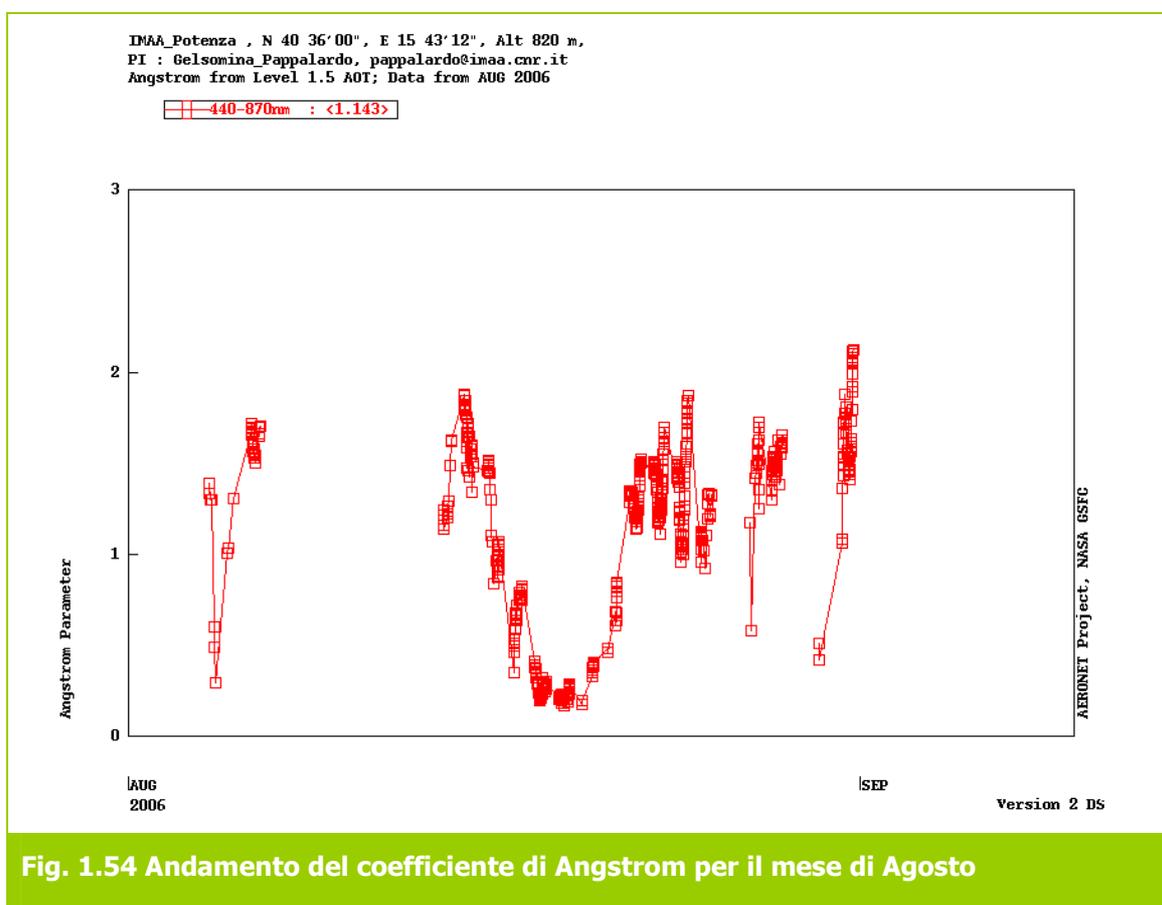


Fig. 1.54 Andamento del coefficiente di Angstrom per il mese di Agosto

La fig. 1.55 invece, mostra l'andamento, misurato a diverse lambda, dello spessore ottico (AOT), un parametro che dipende dalle proprietà assorbenti e diffondenti del particolato atmosferico. Esso *crece al crescere del carico aerosolico e può raggiungere* valori maggiori di uno in presenza di un incendio boschivo. I valori elevati misurati nei giorni di superamento sono un ulteriore indice della possibile intrusione di sahariane.

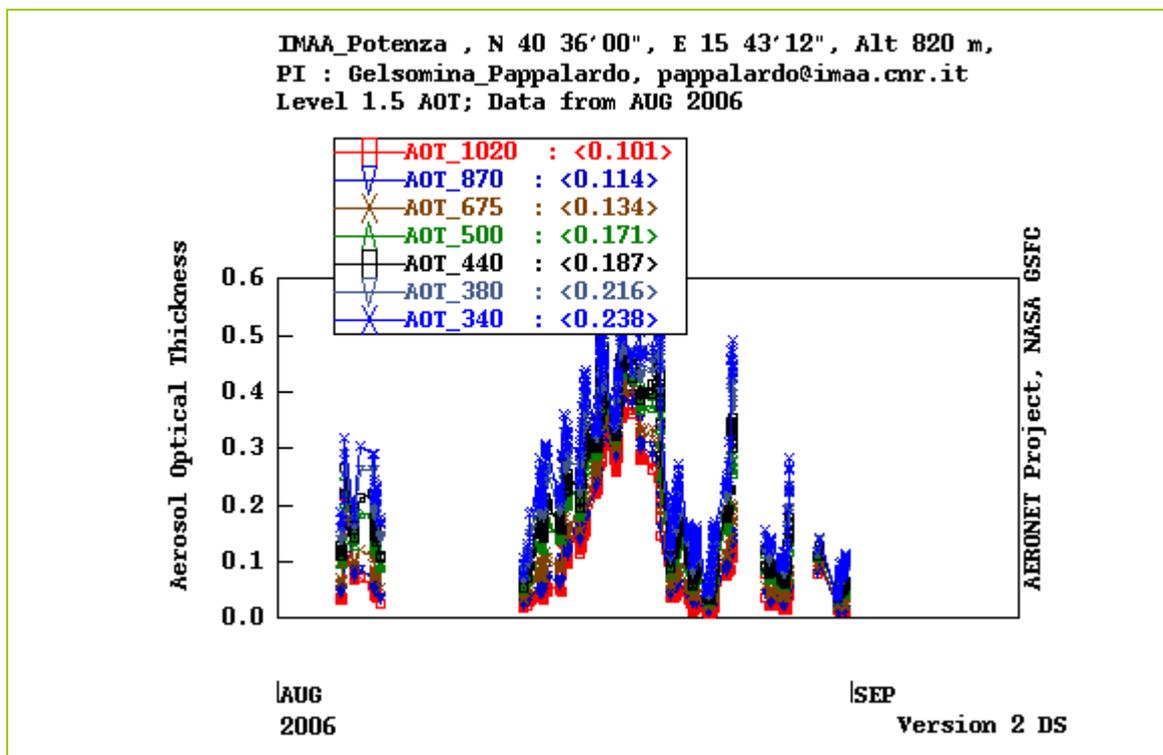


Fig. 1.55 Andamento dello spessore ottico AOT

La conferma di intrusione sahariana si è avuta, analizzando le back - trajectories, che rappresentano le traiettorie nello spazio e nel tempo di piccole particelle di aria; tali particelle fissate (o a partire da) in un certo punto nello spazio e nel tempo, possono essere studiate nella loro evoluzione in entrambe le direzioni temporali (back o forward).

Sono riportate di seguito le backtrajectories, calcolate presso l'IMAA di Potenza a diversi livelli di pressione, corrispondenti a diverse altezze:

Tabella 1.51

Livelli di pressione	950 hPa	850 hPa	700 hPa	500 hPa
Altezza	0.5 km	1.5 km	3km	5 km

Il punto rosso è il "receptor", ossia il punto origine, da questo punto andando a ritroso di sette giorni, utilizzando l'analisi cinetica di traiettorie basate su dati di griglia **NASA GMAO**, si ricostruisce la traiettoria ed il punto da cui la particella è partita.
 L'analisi cinetica è basata sul codice sviluppato da NASA/Goddard Code 613.3 - The Atmospheric Chemistry and Dynamics Branch.
 Nei giorni in questione, le back - trajectories dimostrano che le particelle provenivano dall'Africa sahariana e questo rende plausibile l'ipotesi formulata di saharian dust.

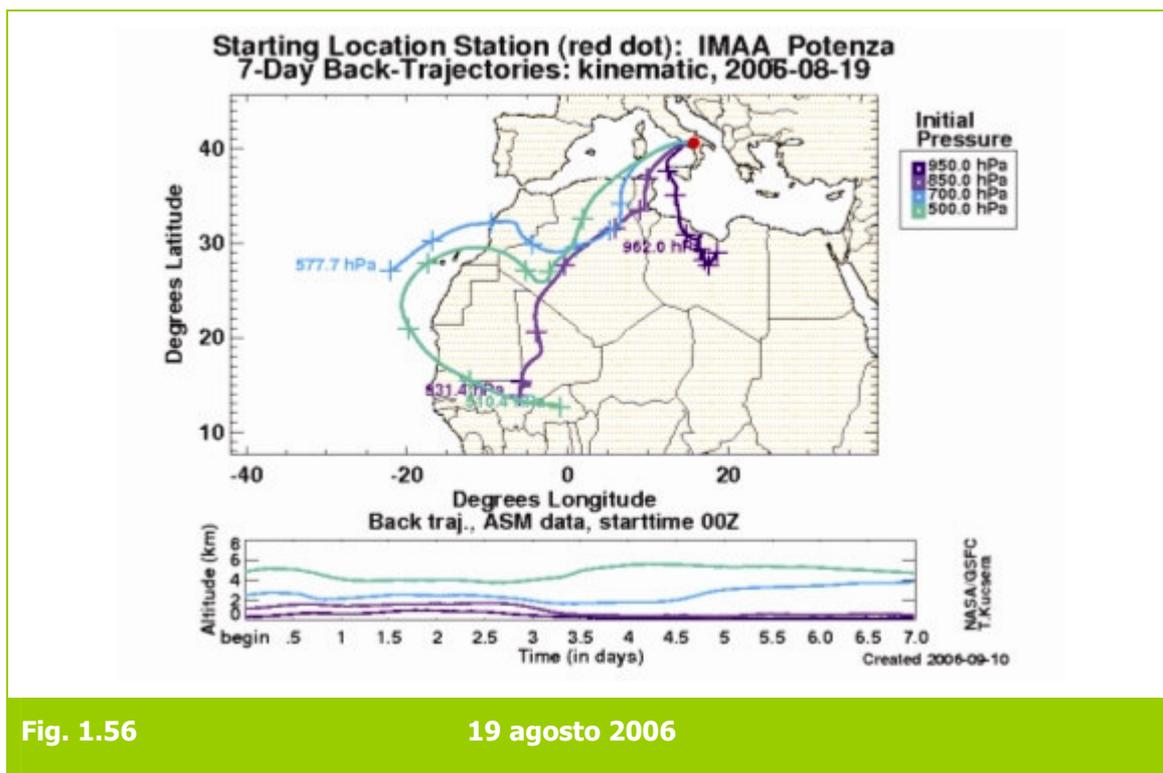


Fig. 1.56

19 agosto 2006

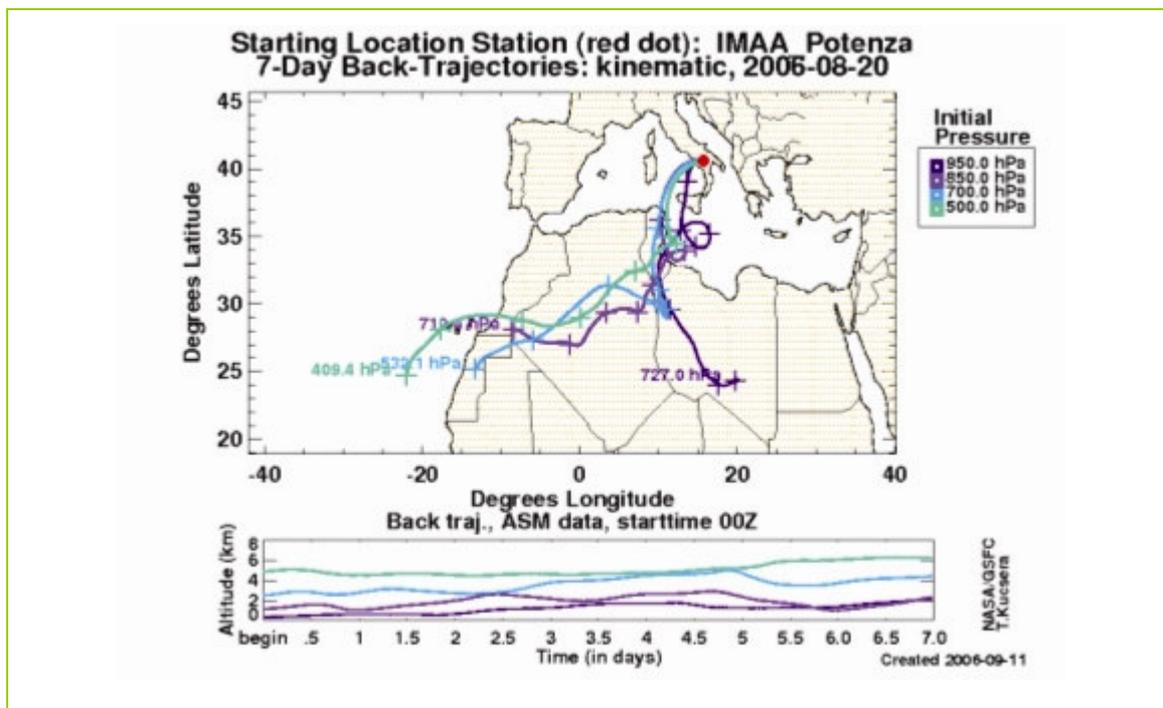
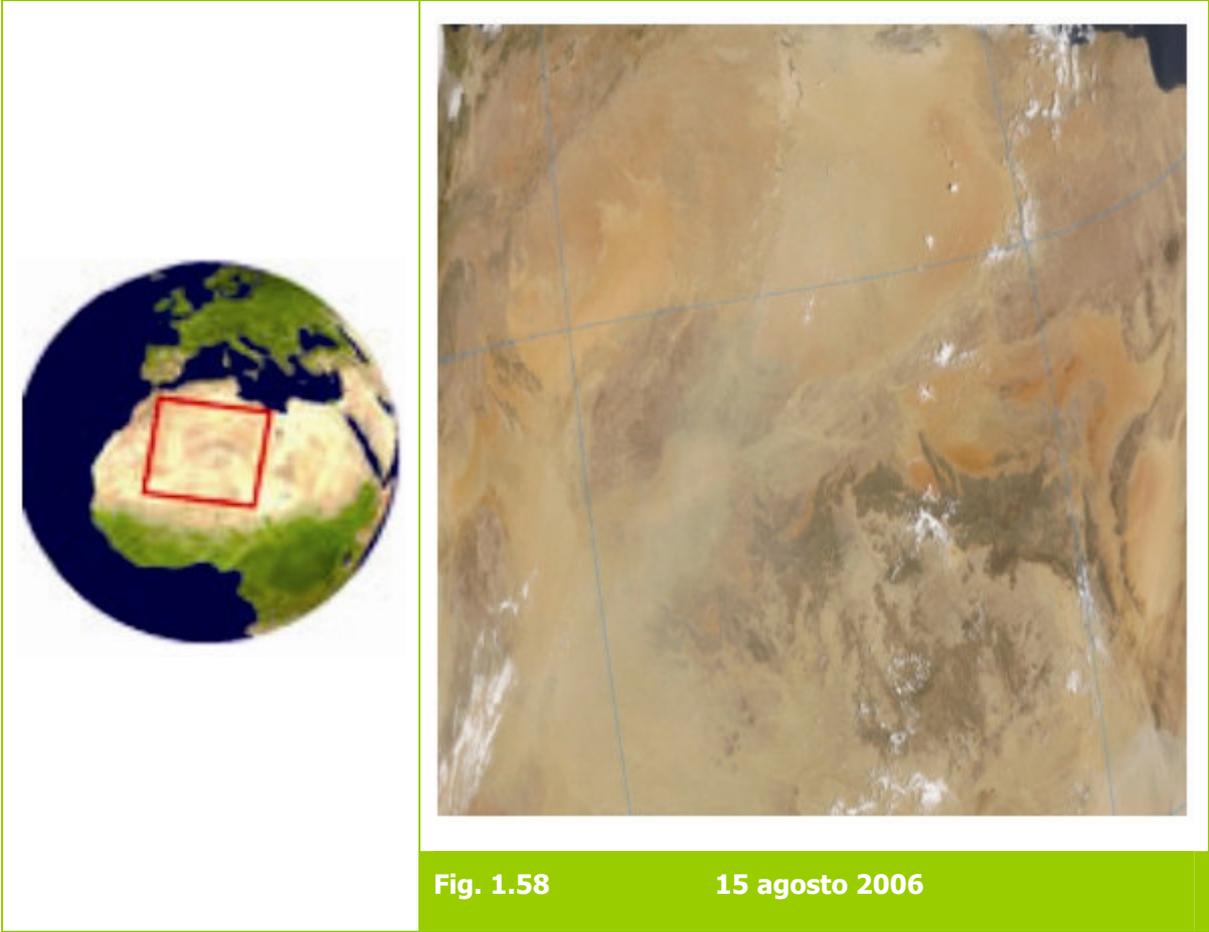


Fig. 1.57

20 agosto

Inoltre, osservando le immagini acquisite dai satelliti Modis con i sensori Aqua e Terra, si osserva che già dal 15 agosto vi erano delle masse di polveri in movimento che nei giorni successivi si spostano verso le regioni del Sud Italia, investendole.





18 agosto



Fig. 1.59

19 agosto



Fig. 1.60

20 agosto

Questo trova ulteriore conferma nel confronto con le misure di PM10 registrate nella nostra regione, in Sicilia ed in Puglia (figg. 1.42 e 1.43); le masse di polveri provenienti dal Sahara si sono mosse nel bacino del Mediterraneo da Ovest verso Est e da Nord verso Sud coerentemente con le condizioni meteorologiche a scala sinottica. Il permanere della situazione di stabilità ha favorito l'accumulo nei bassi strati dell'atmosfera rallentandone la dispersione e conseguentemente facendo registrare superamenti in tutta l'area interessata (fig. 1.61).

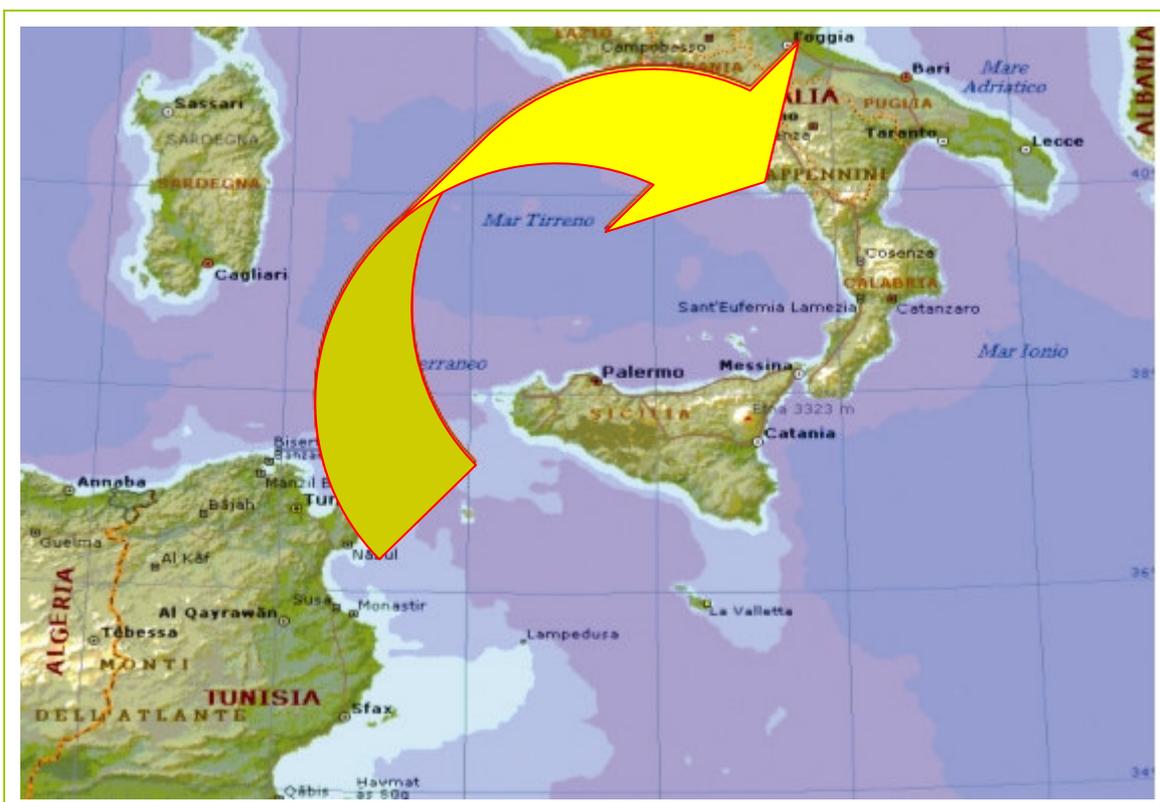


Fig. 1.61 Movimento delle polveri sahariane sul Mediterraneo

Bibliografia

J.C.Kaimal, J.J.Finnigan, *Atmospheric Boundary Layer Flows*, Oxford University Press
 Roland B.Stull, *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*, Kluwer Academic Press
 J.H: Seinfeld, S.N.Pandis, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Wiley-Interscience
 Roberto Sozzi e al., *La Micrometeorologia e la Dispersione degli Inquinanti in Atmosfera*, APAT
 M.R.Perrone e M.Santese, *Aerosol e Clima: il contributo della rete mondiale Aeronet*, Ambiente e Agricoltura, Luglio-Agosto 2005
 ARPA Veneto, *Relazione Regionale della Qualità dell'aria - Anno di riferimento: 2005*
 ARPA Emilia Romagna, SIM, G. Bonafe', *Meteorologia dello strato limite atmosferico*, (atti on line del corso interno ARPA, aprile 2006)

APPENDICE

A – GLOSSARIO

Campagna di monitoraggio: misure condotte in risposta alla necessità di ottenere ulteriori informazioni oltre a quelle che il monitoraggio di routine/convenzionale fornisce.

Cancerogeno: agente di natura chimica, fisica o biologica in grado di innescare il processo di cancerogenesi e condurre così alla trasformazione della cellula normale in cellula tumorale. I cancerogeni possono essere separati in due categorie generali: composti che agiscono a livello dei geni (genotossici) e composti dove non è stata trovata evidenza di reattività diretta con DNA (epigenetici), ma provocano diversi effetti biologici che possono essere alla base della loro cancerogenicità. Un agente viene definito cancerogeno sulla base di evidenze scientifiche derivanti da sperimentazioni su animali o da osservazioni epidemiologiche sull'uomo.

Categorie di carcinogenicità: sulla base dei dati scientifici a disposizione l'ACGIH ha suddiviso le sostanze aerodisperse in:

A1 : carcinogeno riconosciuto per l'uomo;

A2 : carcinogeno sospetto per l'uomo;

A3 : carcinogeno riconosciuto per l'animale con rilevanza non nota per l'uomo;

A4 : non classificabile come carcinogeno per l'uomo;

A5 : non sospetto come carcinogeno per l'uomo.

Clorofluorocarburo o CFC: un composto costituito da cloro, fluoro e carbonio. I CFC sono composti molto stabili nella troposfera. Si spezzano per l'intensa azione della luce ultravioletta nella stratosfera e rilasciano gli atomi di cloro che alterano lo strato di ozono. Questi composti sono comunemente utilizzati come refrigeranti, solventi ed agenti propellenti. I più comuni CFC sono i CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114, and CFC-115. il potenziale di danno all'ozono (ozone depletion potential ODP) per ognuno dei CFC citati è rispettivamente: 1, 1, 0.8, 1 e 0.6. I CFC sono numerati sulla base di uno schema normativo.

COV (composti organici volatili): tutte le sostanze organiche di origine naturale o antropica che si trovano nell'aria allo stato di vapore o di gas. Provengono da attività e processi industriali, da riscaldamento domestico e industriale e dall'evaporazione del carburante. Esempi di COV sono i terpeni vegetali (il profumo dei fiori), il GPL (Gas di Petrolio Liquefatto), gli incombusti nei gas di scarico dei motori, i vapori di benzina che si sviluppano dagli sfianti dei serbatoi, i solventi organici. Oltre ad essere in qualche caso pericolosi (ad esempio formaldeide, benzene, ecc.) concorrono alla produzione dello smog fotochimico attraverso una complessa cinetica che coinvolge gli ossidi di azoto e porta alla formazione di perossidi organici molto aggressivi e di ozono.

Dato medio orario: valori delle medie aritmetiche calcolate sulla base dei dati elementari acquisiti in un'ora.

Eritrociti: vedi globuli rossi.

Globuli rossi: cellule del sangue periferico anche dette eritrociti. Contengono soprattutto emoglobina. Trasportano ossigeno ai tessuti.

IPA: il termine IPA è l'acronimo di idrocarburi policiclici aromatici, una classe di composti organici caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati tra loro. Il più semplice dal punto di vista strutturale è il naftalene, un composto a due anelli che come inquinante aerodisperso si trova in forma gassosa a temperatura ambiente. Si formano nel corso delle combustioni incomplete di prodotti organici come il carbone, il petrolio, il gas e i rifiuti.

Livello: concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante in un dato periodo di tempo ((DM 60/02 attuativo delle Dir.99/30/CE e 2000/69/CE, art2f)
(concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante o deposito di questo su una superficie in un dato periodo di tempo-(DL 351/99 attuativo della Dir.96/62/CE art2c)

Margine di tolleranza: percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato (DL 351/99 attuativo della Dir.96/62/CE, art2h)

Media giornaliera: media aritmetica dei valori orari validi rilevati dalle ore 00:00:01 alle ore 24:00:00

Piombo: è un metallo bianco-azzurro molto tenero, denso, duttile e malleabile; possiede anche una relativamente bassa conducibilità elettrica. E' un metallo velenoso, che può danneggiare il sistema nervoso e causare malattie del cervello del sangue.

ppb (parts per billion): parti per miliardo; parti di un composto chimico presenti in un miliardo di parti di un determinato gas, liquido o miscuglio.

ppm (parts per million): parti per milione; parti di un composto chimico presenti in un milione di parti di un determinato gas, liquido o miscuglio.

Obiettivo di qualità: valore medio annuale di riferimento da raggiungere e rispettare entro una determinata data.

Soglia di allarme: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire a norma del presente decreto (DL 351/99 attuativo della Dir.96/62/CE, art2g)

Stazione di monitoraggio: postazione dotata di strumentazione per la rilevazione e la misura delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera. L'organizzazione di più punti di misura costituisce una rete di monitoraggio in grado di fornire informazioni sui livelli di qualità dell'aria di un'intera area, grazie all'integrazione delle misure.

Toluene, C₆H₅CH₃ : idrocarburo caratterizzato da un gruppo benzenico e da un metile. E' un ottimo solvente di sostanze organiche e viene utilizzato per produrre molti composti come il tritolo, la saccarina, il cloruro di benzile, ecc.

Troposfera: strato inferiore dell'atmosfera che contiene circa il 95% della massa dell'atmosfera terrestre. La troposfera si estende dalla superficie terrestre fino a 10-15 km di altezza. Le temperature decrescono con l'altitudine.

Validazione dei dati: processo "decisionale" che porta a stabilire l'attendibilità di un dato, e a renderlo quindi indisponibile per le elaborazioni successive nel caso di non attendibilità.

Valore limite: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, tale livello

deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato (DM 60/02 attuativo delle Direttive 99/30/CE e 2000/69/CE)

Xileni: idrocarburi aromatici di formula $C_6H_4(CH_3)_2$ estratto dal catrame di carbon fossile ed ottenuto dal petrolio.

B – BIBLIOGRAFIA

Stanley E. Manahan, *Chimica dell'Ambiente*, Ed. Piccin

Colin Baird, *Chimica Ambientale*, Ed. Zanichelli

J.H. Seinfeld, S.N.Pandis, *Atmospheric Chemistry and Physics*, Wiley Interscience

ARPAB, *Annuario dei dati ambientali regionali – 2004*

APAT, *Annuario dei dati ambientali – 2005/2006*

