

L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

INQUADRAMENTO GENERALE

I primi rapporti sullo stato dell'ambiente negli anni settanta ponevano in prima linea il problema dell'esauribilità delle materie prime, in particolare delle fonti di energia derivanti dai combustibili fossili, che proprio per questa loro caratteristica ponevano un evidente freno ad uno sviluppo economico che invece pareva in crescita continua. Questa era però solo una visione parziale dei possibili limiti alla crescita, infatti, allo stato attuale, il problema principale non è più la scarsità delle materie prime, ma la limitata capacità dei sistemi ecologici di ricevere sostanze inquinanti di ogni tipo senza che essi vengano danneggiati in modo irreversibile.

Tra questi sistemi ecologici c'è l'aria, in cui vengono giornalmente immesse sostanze chimiche di ogni tipo prodotte dalle attività umane (tabella 1).

Inquinante	Caratteristiche Chimico/fisiche	Effetti sull'uomo	Effetti sull'ambiente
SO ₂	Gas incolore di odore pungente. Reagisce con l'umidità trasformandosi in acido solforico	Irritate delle prime vie aeree. Faringiti, bronco costrizione, ipersecrezione mucosa.	Piogge acide
NO ₂	Si forma per ossidazione dell'NO. In atmosfera si trasforma in acido nitrico (HNO ₃)	Interessa le vie respiratorie profonde.	Piogge acide e formazione di smog fotochimico
CO	Gas inodore e incolore leggermente più leggero dell'aria	Insufficienza respiratoria. Mortale ad alte dosi	Danneggia le piante solo a concentrazioni molto elevate
O ₃	Gas di colore azzurro e di odore pungente, in grado di reagire facilmente con tutti i composti e i materiali che possono essere ossidati.	Irritante delle vie aeree profonde. Edema polmonare ad esposizioni elevate.	Deterioramento dei materiali e diminuzione della produttività delle piante
IPA	Idrocarburi organici altamente stabili; si originano da processi di combustione e rimangono adsorbiti sulle particelle carboniose	Cancerogeni	
Benzene	Idrocarburo liquido, volatile, incolore, di odore particolare. Molto stabile chimicamente.	Altamente tossico. Cancerogeno accertato (gruppo I IARC)	Contribuiscono all'inquinamento fotochimico
PM e PM ₁₀	Particelle solide o liquide di diametro variabile da 0 a 100 µm. PM ₁₀ : particelle con diametro inferiore a 10 µm.	Le particelle più fini arrivano agli alveoli polmonari. Alle polveri sono associati altri inquinanti con effetti tossici e/o cancerogeni.	Diminuzione della trasparenza dell'aria e annerimento/ corrosione di edifici e monumenti
CO ₂	Gas inodore e incolore che si forma per ossidazione dei composti contenenti carbonio	Provoca perdita di coscienza a concentrazione in aria superiore al 10%	Effetto Serra
CFC et. Al.	Composti organici gassosi o liquidi altamente volatili, di odore etereo. Essenzialmente stabili ed inerti.	Irritanti e/o tossici e ad effetto narcotizzante alle alte concentrazioni	Distruzione Ozono stratosferico

Tab. n° 1: Principali inquinanti e loro caratteristiche

Produzione di energia elettrica, attività industriali, riscaldamento e soprattutto il trasporto su gomma costituiscono le sorgenti più rilevanti di inquinamento atmosferico (tabella 2); le loro emissioni sono responsabili di ben cinque dei dodici problemi ambientali prioritari individuati dall'Agenzia Europea per l'ambiente: cambiamenti climatici, riduzione dell'Ozono stratosferico, acidificazione ed eutrofizzazione, Ozono troposferico e qualità dell'aria in ambiente urbano. Alcuni di questi interessano l'intero pianeta e costituiscono quindi l'inquinamento su scala globale (cambiamenti climatici e Ozono stratosferico), altri invece hanno influenza su scale più limitate che vanno da centinaia di km per l'inquinamento regionale e transfrontaliero (acidificazione e eutrofizzazione) e decine di km per quello locale (ambiente urbano).

La salute dell'uomo viene quindi minacciata direttamente dall'aria che respira nelle aree urbanizzate, dove vive più di 2/3 della popolazione mondiale, o indirettamente da modificazioni dell'ambiente naturale che su lungo periodo costituiscono un rischio per la sopravvivenza dell'intero pianeta.

Sorgenti	SO ₂	NO ₂	CO	PM	Organici	Piombo	Benzene	Metalli Pesanti ¹
Produzione energia (combustibili fossili)	●	■	■					■ ●
Riscaldamento								
carbone	●	■	●	●	● ■			■ ●
Olio combustibile	●	■						
legno				●	● ■			
Trasporti								
benzina		●	★		●	★	★	
diesel	■	●		●	●			
Solventi					■			
Industria	■	■	■	■	■	■		● ★
Note								
■	Tra il 5 e il 25% delle emissioni totali in città prevalentemente non industriali							
●	Tra il 25% e il 50% delle emissioni totali in città prevalentemente non industriali							
★	Oltre il 50% delle emissioni totali in città prevalentemente non industriali							
1	escluso piombo							

Tab. n° 2: Principali inquinanti emessi dalle attività antropiche

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le azioni intraprese per contenere il degrado dell'ambiente atmosferico sono numerose e possono essere suddivise in due grandi gruppi: i provvedimenti volti alla limitazione delle emissioni, tra cui i protocolli di Montreal e Kyoto, e le norme emanate per il contenimento dei valori di concentrazione degli inquinanti in aria. Complessivamente la materia è governata da 25 trattati, convenzioni e protocolli internazionali, 50 norme comunitarie e 80 norme nazionali (le principali sono riassunte in appendice).

I protocolli di Montreal del 1987 e di Kyoto del 1997 sono tra i più importanti accordi a livello internazionale e costituiscono uno sforzo notevole di mediazione tra interessi di tipo economico e problematiche ambientali. Il primo ha determinato la scomparsa graduale dal mercato delle sostanze responsabili della riduzione dell'Ozono stratosferico e si può dire che gli obiettivi prefissati siano stati ormai raggiunti, il secondo, invece, più recente, è relativo alle diminuzioni secondo tappe prestabilite dei gas climalteranti responsabili dell'effetto Serra. In questo campo il cammino è ancora lungo e gli impegni presi richiedono una drastica riduzione dei consumi energetici in tutti i settori, oltre che ingenti investimenti per lo sviluppo di nuove tecnologie ad alta efficienza e basso impatto ambientale. Entrambi i protocolli indicano comunque la stessa strada per la protezione dell'ambiente globale: minimizzare il consumo delle risorse, investire in tecnologia e ridurre l'impatto ambientale determinato dalla crescita economica dei paesi di nuova industrializzazione.

Relativamente alle norme per il contenimento dei valori di concentrazione degli inquinanti in aria, la normativa europea e quella nazionale sono profondamente mutate in questi ultimi anni. In particolare, con il D.Lgs n. 351 del 99 e il DM 60 del 2002, sono state recepite a livello italiano la direttiva 96/62/CE, che rappresenta la direttiva quadro in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, e le direttive figlie 99/30/CE e 2000/69/CE che disciplinano gli aspetti tecnico operativi relativi ad ogni singolo inquinante e definiscono inoltre i nuovi limiti di riferimento per SO₂, NO₂, NO_x, particelle, piombo, benzene e CO. A breve dovrà essere recepita anche la Direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria, che completerà quindi il quadro di riferimento del settore.

Punti chiave del nuovo impianto normativo sono la valutazione della qualità dell'aria, intesa come integrazione tra monitoraggio e utilizzo di strumenti di stima, e la gestione della qualità dell'aria, intesa come l'insieme delle azioni che permettono di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso.

In particolare, il D.Lgs. 351 definisce i principi base per il mantenimento/miglioramento della qualità dell'aria, individuando:

- I metodi di valutazione ;
- Gli obiettivi di qualità: valore limite, valore obiettivo, soglia di allarme, margine di tolleranza
- I requisiti per l'informazione la pubblico.

Prevede inoltre la suddivisione del territorio in zone e agglomerati in base al rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, individuando la necessità di attuare in queste aree piani di azione a breve termine o piani e programmi a lungo termine, la cui predisposizione è in capo alle regioni.

In Emilia Romagna, a seguito della L.R. 3 del 21/4/99 che riforma il sistema regionale e locale, questo compito viene demandato alle Province, mentre la Regione mantiene il proprio ruolo in termini di indirizzi, obiettivi ed omogeneità degli strumenti tecnici. In coerenza con questa scelta la Regione ha predisposto linee di indirizzo per l'espletamento delle funzioni assegnate agli Enti locali in materia di inquinamento atmosferico.

In questo documento viene proposta una zonizzazione del territorio provinciale su base comunale, in cui vengono definite tre zone di caratteristiche omogenee in relazione alla pressione antropica sul territorio.

Ai fini dell'applicazione del DL 351/99, vengono inoltre definiti gli agglomerati, che rappresentano zone del territorio a rischio di episodi acuti di inquinamento atmosferico.

Recentemente la Regione Emilia Romagna, anche a seguito dell'entrata in vigore del DM 261/02 che ha definito i criteri per la zonizzazione, ha fatto una nuova proposta che prevede la riduzione del numero di zone da tre a due (zona A e zona B): la zona A, che comprende i territori ad elevata attività antropica e i comuni limitrofi per cui è prevedibile un elevato sviluppo e dove c'è quindi il rischio di superamento dei valori limite, mentre la Zona B, che comprende i comuni in cui è presente o è prevedibile una media attività antropica e in cui i dati di qualità dell'aria risultano inferiori al valore limite.



Fig. n° 1: Composizione delle Zone

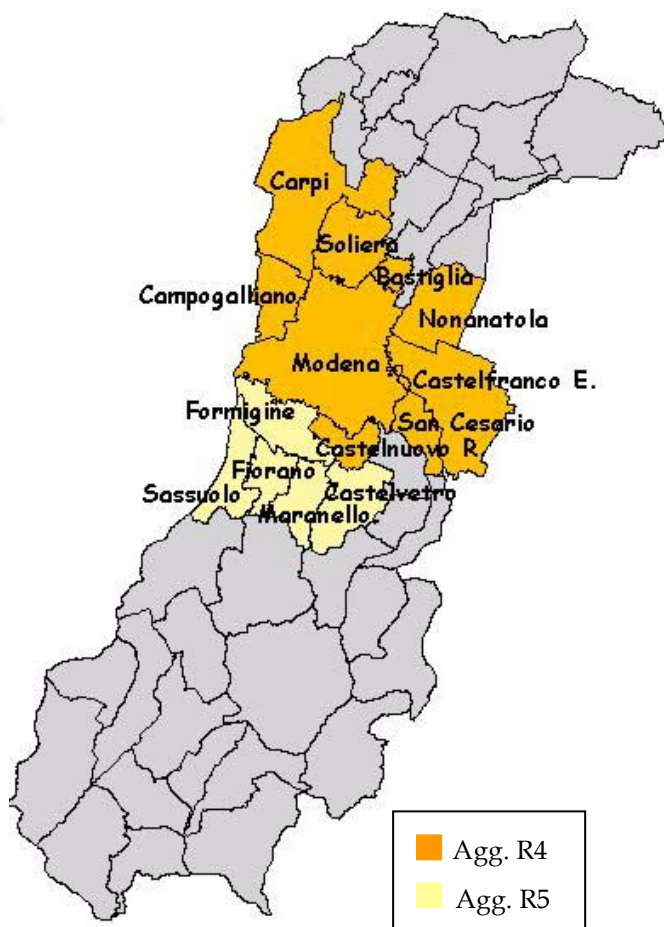


Fig. n° 2: Composizione degli Agglomerati

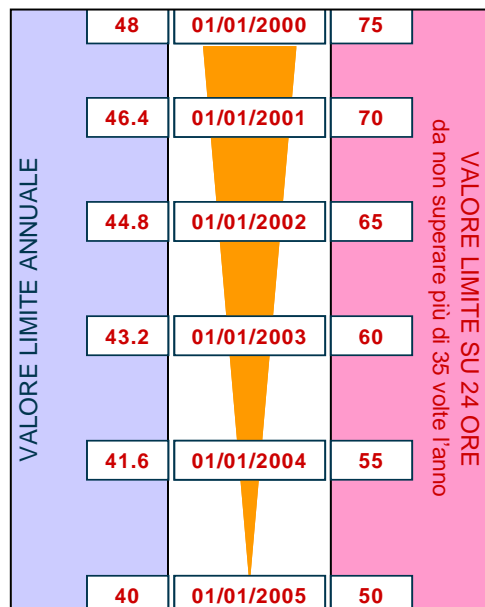
All'interno della zona A viene individuato l'agglomerato R4 (Agg. Modena), rappresentato da Modena e Comuni confinanti, e l'agglomerato R5 (Agg. Distretto), costituito dai Comuni del distretto ceramico. Sono questi i Comuni per cui devono essere previsti specifici piani di azione per ridurre il rischio di superamento del valore limite nel breve termine.

In figura 1 e 2, si riportano le zone e gli agglomerati individuati per la provincia di Modena secondo questa nuova proposta.

Il Decreto del Ministero dell'ambiente del 2/4/2002 n° 60, in attuazione a quanto sopra esposto, definisce i valori di riferimento, l'ubicazione e il numero dei punti di monitoraggio e le tecniche di misura per quasi tutti gli inquinanti previsti dal D.Lgs 351, ad eccezione dell'ozono, abrogando buona parte della normativa precedente.

In pratica, le novità più consistenti introdotte da questo decreto, si possono individuare nei seguenti punti:

- 1) Vengono abrogate le medie mobili per il PM₁₀ e benzene (obiettivi di qualità definiti dalla precedente normativa);
- 2) spariscono i livelli di attenzione e di allarme; vengono definite alcune soglie di allarme molto elevate;
- 3) spariscono mediane e limiti espressi come percentili;
- 4) si definiscono tempi di mediazione annuali (anno civile);
- 5) vengono introdotti valori limite orari o giornalieri da non superare per più di un certo numero di volte in un anno;
- 6) per il CO viene definito un limite sulla media mobile di 8 ore;
- 7) viene praticamente dismessa la rilevazione delle Particelle totali sospese (PTS);
- 8) vengono introdotti margini di tolleranza (MDT) per quasi tutti i parametri; il margine di tolleranza diminuisce man mano che ci si avvicina all'anno di entrata in vigore del valore limite, in modo da consentire la messa in atto di piani e programmi che portino al rispetto della normativa nei tempi prefissati. Come esempio, a fianco, si riporta la variazione dei margini di tolleranza per il PM₁₀ prevista dal 2000 al 2005.



I nuovi valori di riferimento sono riportati nella tabella 3.

Inquinante	Valore limite	LIMITI				In vigore dal	Limiti + MDT anno 2002
		Periodo	Valore	Unità	Protezione		
Biossido di zolfo	Valore limite	Anno (civile e inverno)	20	µg/m ³	Prot. Ecosistemi	2001	-
		Giorno (per non più di 3 volte all'anno)	125	µg/m ³	Prot. Salute umana	2005	-
		Ora (per non più di 24 volte all'anno)	350	µg/m ³	Prot. Salute umana	2005	440 µg/m ³
Biossido di azoto	Valore limite	Anno	40	µg/m ³	Prot. Salute umana	2010	56 µg/m ³
		Ora (per non più di 18 volte all'anno)	200	µg/m ³	Prot. Salute umana	2010	280 µg/m ³
Ossidi di azoto	Valore limite	Anno	30	µg/m ³	Prot. Vegetazione	2001	-
PM10	Valore limite	Anno	40	µg/m ³	Prot. Salute umana	2005	44.8 µg/m ³
		Giorno (per non più di 35 volte all'anno)	50	µg/m ³	Prot. Salute umana	2005	65 µg/m ³
Piombo	Valore limite	Anno	0.5	µg/m ³	Prot. Salute umana	2005	0.8 µg/m ³
Benzene	Valore limite	Anno	5	µg/m ³	Prot. Salute umana	2010	10 µg/m ³
CO	Valore limite	Max 8 h (giorno)	10	mg/m ³	Prot. Salute umana	2005	16 mg/m ³

Tab. n° 3: Limiti previsti dal DM 60

In questa fase transitoria, in cui si applicano i margini di tolleranza, restano in vigore gli standard di qualità dell'aria per NO₂, CO, PTS, SO₂ e Pb (tabella 4); restano inoltre in vigore tutti i limiti relativi all'ozono in quanto la direttiva europea relativa a questo inquinante non è ancora stata recepita in Italia.

Biossido di Zolfo (SO₂)	<i>Standard di qualità</i>	Mediana concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno 98° perc. delle conc. medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno; <i>Mediana conc. medie di 24 ore rilevate durante l'inverno :</i>	80 µg/ m ³ ; 250 µg/ m ³ 130 µg/ m ³
Biossido di Azoto (NO₂)	<i>Standard di qualità</i>	98° percentile delle conc. medie di 1 ora rilevate durante l'anno.	200 µg/ m ³
Monossido di Carbonio (CO)	<i>Standard di qualità</i>	Concentrazione media di 8 ore: Concentrazione media di 1 ora:	10 mg/ m ³ 40 mg/ m ³
Polveri Totali Sospese (PTS)	<i>Standard di qualità</i>	Media delle conc. medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno: 95° perc. delle conc. medie di 24 ore rilevate nell'arco ell'anno:	150 µg/ m ³ 300 µg/ m ³
Piombo (Pb)	<i>Standard di qualità</i>	Media delle conc. medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno:	2 µg/m ³
Ozono (O₃)	<i>Standard di qualità</i>	Conc. media di un'ora da non raggiungere più di una volta al mese	200 µg/ m ³
	Livello attenzione	Media oraria:	180 µg/ m ³
	Livello allarme:	Media oraria:	360 µg/m ³
	Livello protezione della salute	Media di 8 ore (media mobile passo 8) :	110 µg/ m ³
	Livello protezione della vegetazione	Media oraria: Media di 24 ore	200 µg/ m ³ 65 µg/ m ³

Tab. n° 4: Standard di qualità dell'aria e valori di riferimento per l'ozono

CLIMA E METEOROLOGIA

QUADRO CLIMATICO ED ASPETTI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO

Per affrontare in modo adeguato le problematiche connesse all'inquinamento dell'aria è necessario affrontare l'argomento sulla base di conoscenze acquisite su quegli aspetti che costituiscono alcune delle componenti primarie delle condizioni ambientali, quali: *morfologia dei suoli* (sia come elemento caratterizzante delle condizioni ambientali locali, sia come elemento modificatore o perturbatore del tempo meteorologico), *caratteri climatici locali* e *caratteri termodinamici dell'atmosfera* nello strato limite planetario (strato meteorologico di scambio terra-aria).

La provincia di Modena, con una superficie complessiva di 2690 km², di cui il 35,2% costituita da montagne, il 17,3% da colline ed il 47,5% da pianura, s'inserisce per il 50% circa nell'area padana, proponendo una struttura geotopografica con ampia gamma di altimetrie. Pertanto il territorio provinciale può essere diviso in quattro comparti geografici principali, differenziati tra loro sia sotto il profilo puramente topografico sia per i caratteri climatici:

Zona di pianura interna (Padana)

Nel territorio immediatamente a nord di Modena si realizzano le condizioni climatiche che sono tipiche del clima padano, caratterizzate da molti aspetti tipici del clima continentale. Soprattutto per quanto concerne il vento (scarsa circolazione aerea, con frequente ristagno di aria per presenza di calme anemologiche) e le formazioni nebbiose. Queste ultime, particolarmente intense e persistenti nei mesi invernali possono fare la loro comparsa anche durante il periodo estivo. Gli inverni, particolarmente rigidi, si alternano ad estati molto calde ed afose per elevati valori di umidità relativa. In quest'area, rispetto al resto del territorio provinciale, le caratteristiche tipiche possono essere riassunte in una maggiore escursione termica giornaliera, un aumento delle formazioni nebbiose, un'attenuazione della ventosità ed un incremento dell'ampiezza giornaliera dell'umidità relativa.

Zona di pianura pedecollinare

La pianura pedecollinare o pedemontana è un'area di limitate dimensioni che si articola a ridosso dei rilievi. Essa differisce climaticamente dalla pianura interna per alcuni caratteri specifici quali una maggiore ventilazione, più frequente ed attiva nei mesi della stagione calda ad opera delle correnti locali di brezza, una maggiore nuvolosità (specialmente nei mesi estivi), precipitazioni più abbondanti con maggiore possibilità di assumere carattere nevoso, nebbie meno persistenti, minore escursione termica e maggiore frequenza di gelate notturne con possibilità di maggiore estensione del periodo primaverile. E' questa infine l'area in cui, in concomitanza ad intense e persistenti correnti provenienti da sud-ovest, si possono verificare improvvisi e consistenti rialzi termici invernali e primaverili.

Zona collinare e valliva

Questa zona, seppur di dimensioni limitate nel contesto territoriale della provincia, costituisce una tipologia climatica assai peculiare. In linea di massima si può affermare che le particolarità geotopografiche (configurazione, conformazione ed orientamento dei rilievi collinari e dei sistemi vallivi) possono dar luogo localmente a climi particolarmente miti ed asciutti, all'interno di sezioni vallive ben esposte all'insolazione e protette da correnti atmosferiche più fredde ed umide, oppure a climi particolarmente piovosi e ventosi sui contrafforti collinari maggiormente esposti alle masse d'aria d'origine marina.

Zona montana

Quest'area climatica si sviluppa da un'altitudine di 600 m s.l.m. sino alla linea di spartiacque appenninica allineata in direzione WNW-ESE. La fascia appenninica esercita una notevole influenza sulle condizioni meteorologiche, anche nell'adiacente pianura. La catena appenninica, esercita azioni di sbarramento nei confronti delle correnti tirreniche umide e temperate e contemporaneamente favorisce il sollevamento delle masse d'aria che viceversa fluiscono dal settentrione. A caratterizzare il comparto montano intervengono aspetti climatici quali: diminuzione progressiva della temperatura e dell'umidità e contrariamente incremento della ventosità e delle precipitazioni.

Abstract da "Provincia di Modena: il clima del territorio" Di G.Simonini - AER febb./93

SINTESI METEOROLOGICA DELL'ANNO 2002

I parametri meteorologici svolgono un ruolo determinante nell'evoluzione dell'inquinamento atmosferico; in particolare alcuni di questi sembrano avere una influenza maggiore sulle concentrazioni degli inquinanti.

Gli episodi di inquinamento infatti sono governati sia da processi meteorologici che avvengono a scala regionale, sia da processi meteorologici locali che avvengono all'interno dello strato di atmosfera direttamente sopra alla superficie terrestre.

Per quanto riguarda i processi a scala regionale risultano particolarmente rilevanti i fenomeni di stagnazione della massa d'aria chimica. Le masse d'aria vengono create quando l'aria diviene stagnante su una determinata regione d'origine (oceano, mare, continente o bacino aerologico) e di conseguenza assume caratteristiche tipiche di quella regione (ad es. aria calda e umida oceanica, fredda e secca continentale). Così ad esempio l'aria che risiede per un certo periodo sull'area padana, ricca di industrie, ad intensa attività umana ed elevato traffico, si arricchisce di sostanze inquinanti, quali ossidi di azoto e composti organici volatili, che, oltre a produrre direttamente inquinamento, rappresentano potenziali precursori dell'inquinamento da ozono.

Relativamente ai processi meteorologici che avvengono a scala locale, questi sono governati dal vento in prossimità della superficie e dalla differenza di temperatura tra il suolo e l'aria sovrastante, grandezze che determinano la diluizione o il ristagno degli inquinanti in atmosfera.

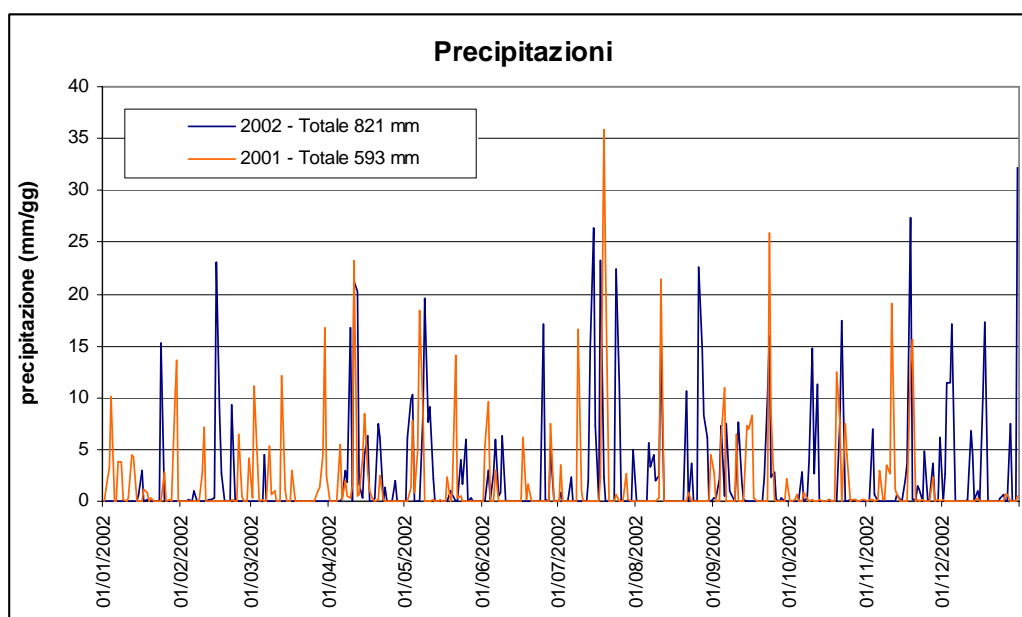
Pur non dimenticando la complessità dei fenomeni in gioco, da un studio effettuato da ARPA sono stati individuati alcuni indicatori meteorologici locali che risultano significativi per la loro influenza sulla qualità dell'aria. Questi sono:

- L'altezza di rimescolamento, che rappresenta l'altezza dal suolo all'interno della quale avviene il rimescolamento degli inquinanti, perciò più tale altezza è elevata maggiore è la quantità di aria soggetta a moti turbolenti e minori sono le concentrazioni;
- L'intensità del vento, che allontanando gli inquinanti dalle sorgenti favorisce la diminuzione delle concentrazioni nelle aree urbane;
- Le precipitazioni, assai efficaci nell'abbattere gli inquinanti.

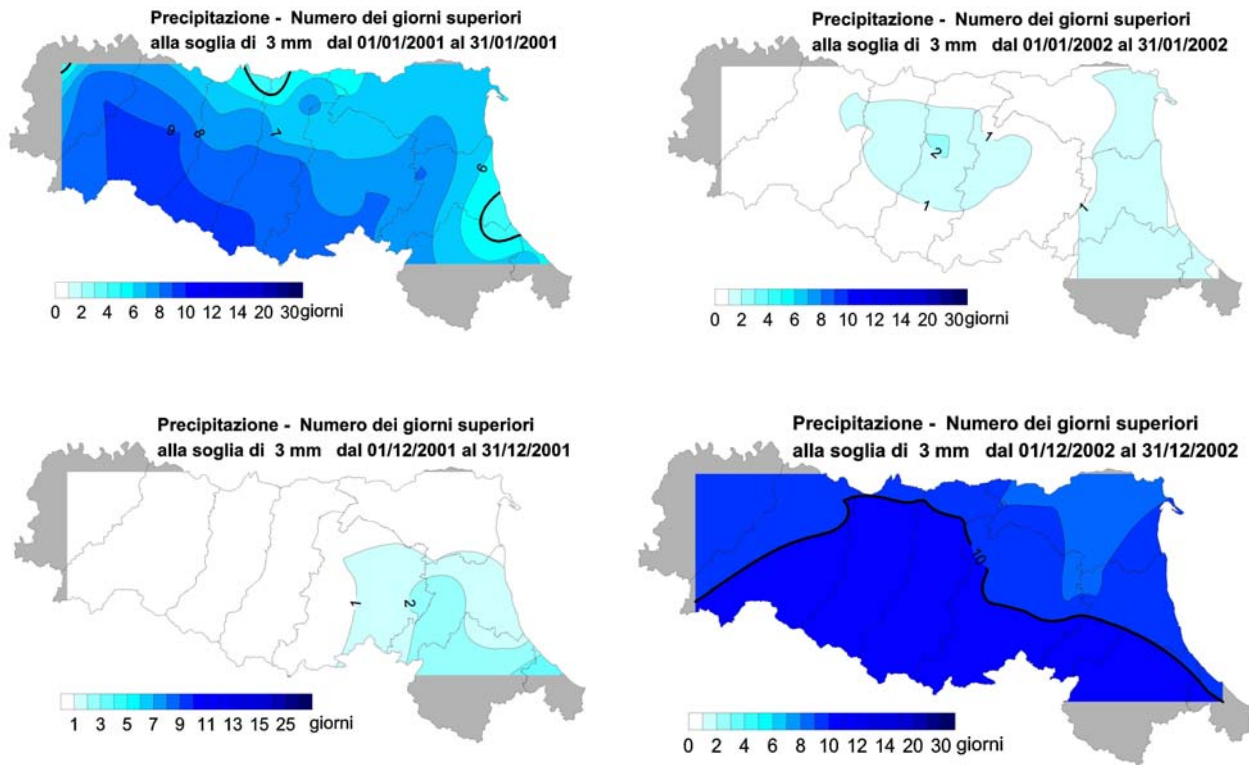
A questi, nella trattazione che segue, è stato aggiunto un altro indicatore qualitativo dell'intensità della turbolenza atmosferica, la classe di stabilità, che pur essendo complessivamente meno significativo dei precedenti, caratterizza in modo sintetico la capacità di diffondere dell'atmosfera.

Precipitazioni

L'anno in esame è stato caratterizzato da una piovosità superiore rispetto all'anno precedente.

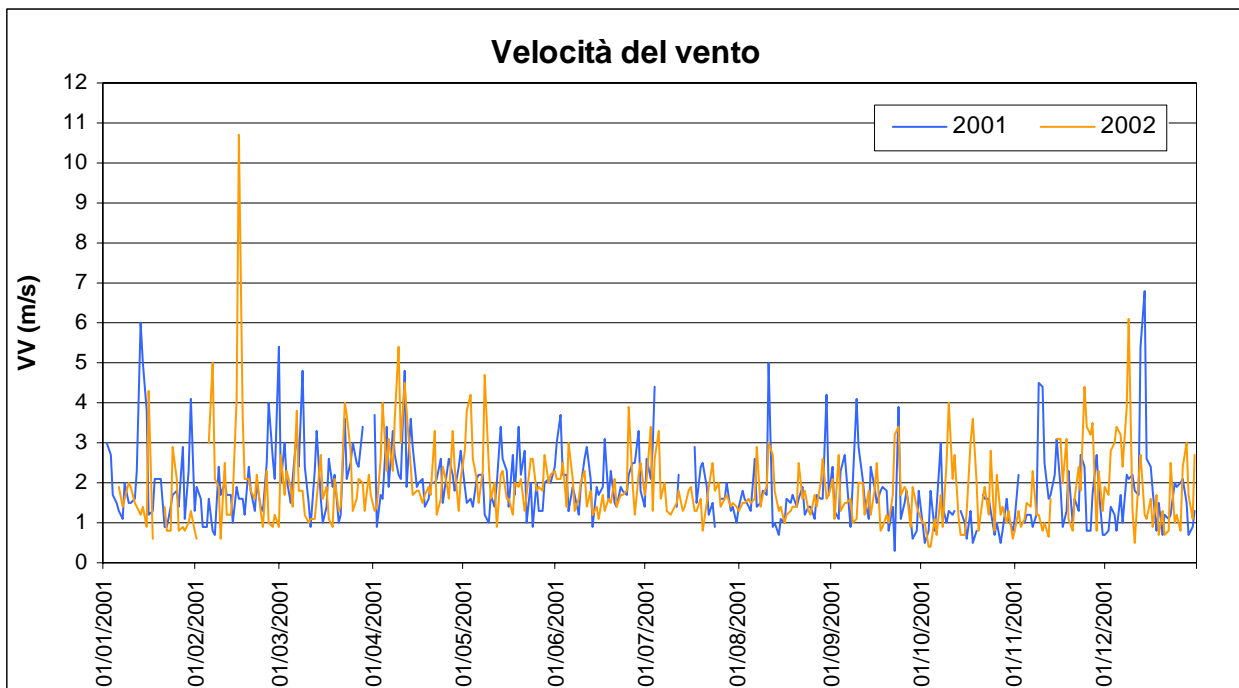


Tra i mesi più piovosi, oltre luglio e agosto, troviamo dicembre che, a differenza del 2001 in cui si è registrata la quasi totale assenza di pioggia, è stato caratterizzato da precipitazioni che hanno superato i 100 mm come valore cumulato. I mesi meno piovosi sono stati invece gennaio e marzo.

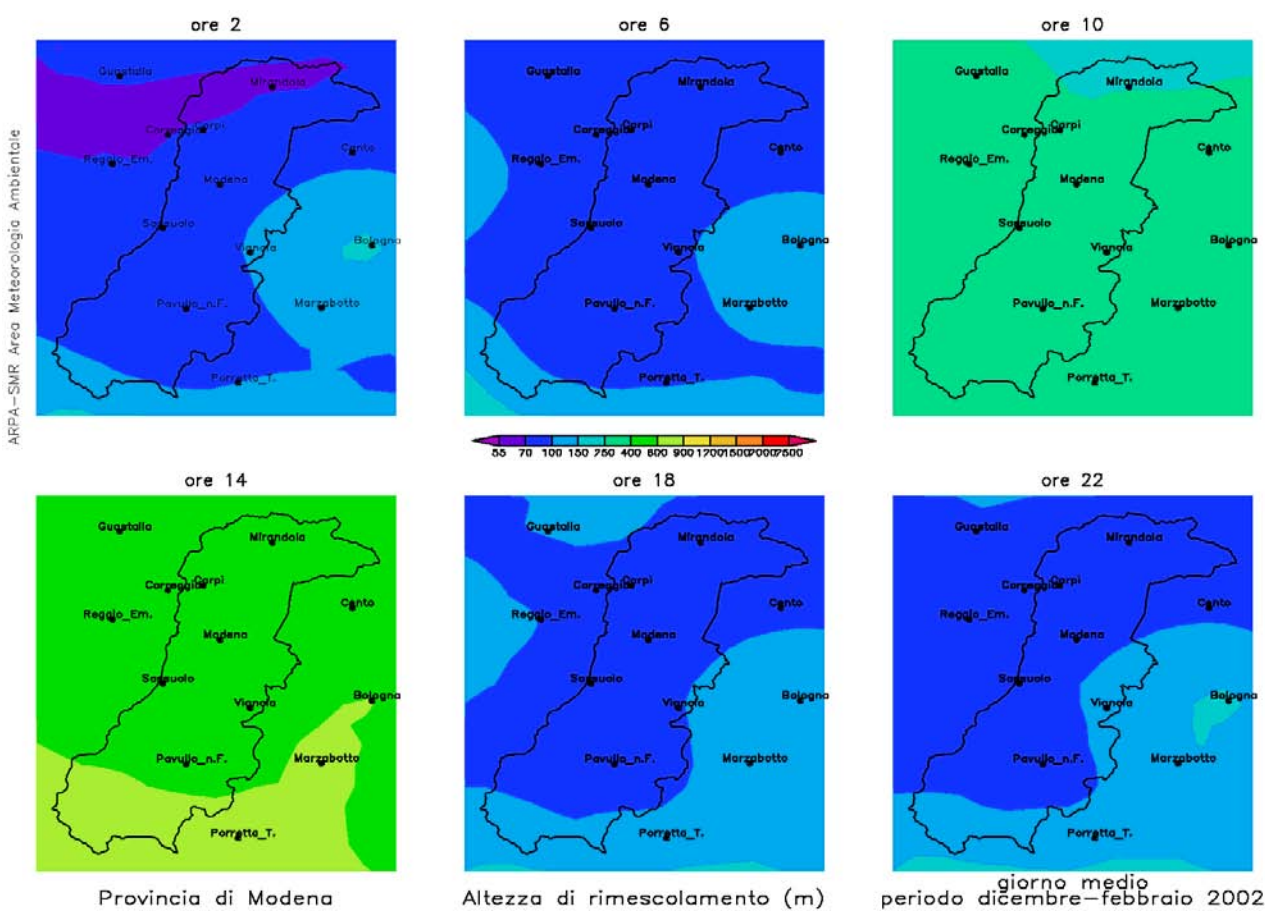
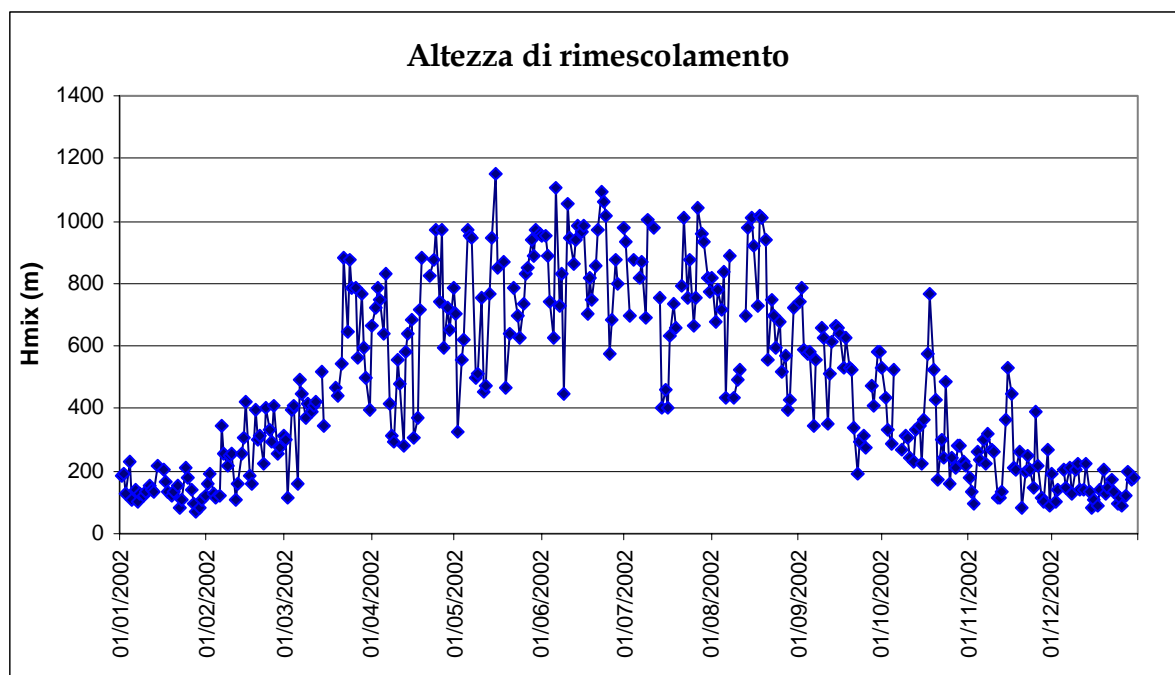


Vento e altezza di rimescolamento

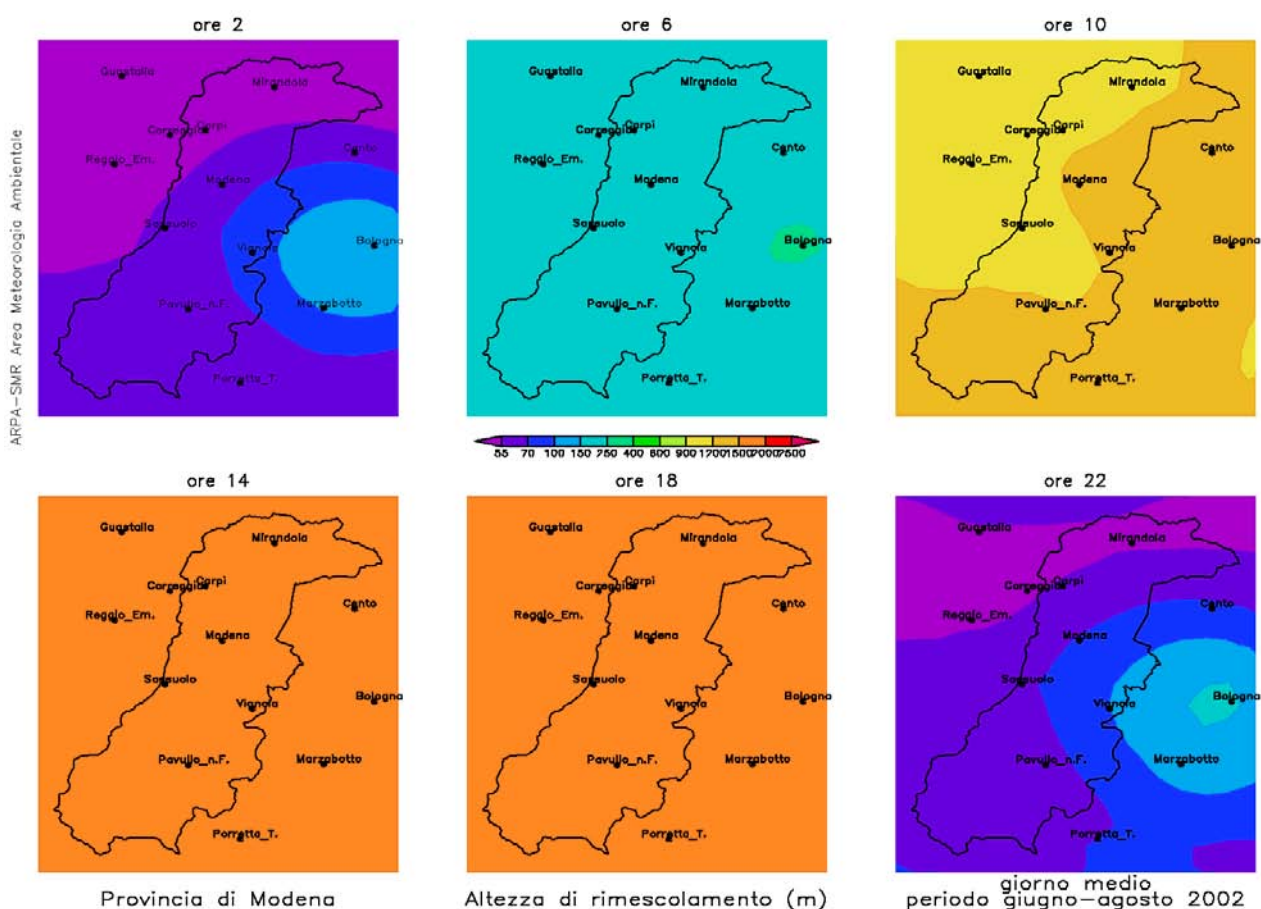
La velocità del vento media registrata nel 2002, analogamente a quanto registrato nel 2001, presenta in generale valori contenuti, in particolare nel periodo invernale ed autunnale si registra una maggior frequenza di valori inferiori a 1 m/s.



Nello stesso periodo, come è possibile vedere dal grafico che segue e dalle mappe che caratterizzano la giornata tipica del periodo invernale, si registrano altezze di rimescolamento inferiori a 200 m per buona parte della giornata, in particolare nelle ore serali e notturne fino al sorgere del sole.



In estate invece, il rimescolamento dell'atmosfera, determinato dalla maggior insolazione, comporta altezze di rimescolamento più elevate per quasi tutta la giornata; solo nelle ore notturne tale altezza scende a valori più contenuti, spesso inferiori a quelli invernali.



Stabilità

La classe di stabilità è un indicatore qualitativo dell'intensità della turbolenza atmosferica e testimonia quindi la capacità dell'atmosfera di disperdere gli inquinanti. Esistono diversi schemi di classificazione, che prevedono un diverso numero di classi e si basano sul valore di una (o più) grandezze meteorologiche collegate alla turbolenza. In generale si adottano 6 classi che dalla A alla F caratterizzano situazioni atmosferiche da estremamente instabili a stabili.

Anno	Classe di stabilità (freq. %)					
	A (estremamente instabili)	B moderatamente instabili	C Leggermente instabili	D (neutre)	E (leggermente stabili)	F (stabili)
2001	2,8	13,5	13,2	30,0	1,7	32,0
2002	3,5	13,4	14,6	26,5	2,1	33,3

Come si vede dalla tabella, il territorio della Provincia di Modena è caratterizzato da una elevata percentuale di situazioni di stabilità (F) che unitamente alle classi D ed E costituiscono più del 60% dei casi.

STUDIO DEL DISAGIO BIOCLIMATICO NEL ANNO 2002

Gli scambi di calore tra corpo umano ed ambiente esterno avvengono per traspirazione, radiazione, convezione e conduzione. Attraverso questi meccanismi il corpo umano cede calore all'ambiente esterno e mantiene la propria temperatura entro limiti fisiologici ottimali. In condizione di elevata temperatura dell'aria (oltre 30 °C), solo la traspirazione cutanea permette al corpo di cedere calore verso l'esterno. La traspirazione è però ostacolata da elevati valori di umidità dell'aria e quindi, in presenza contemporaneamente di elevate temperature e alta umidità, la traspirazione non è più sufficiente a rinfrescare il corpo.

Con temperature prossime o superiori a 37 °C e aria satura di umidità, la traspirazione risulta insufficiente ad abbassare la temperatura corporea e si determinano condizioni di malessere che possono determinare patologie note col termine "colpo di calore".

Indice di Thom

L'indice bioclimatico proposto da Thom, ed utilizzato dal Servizio Meteorologico Regionale dell'ARPA, fornisce indicazioni sulle situazioni di disagio da "caldo-umido", ovvero da "afa". Il suo valore è determinato con una semplice relazione tra temperatura e umidità relativa dell'aria. L'indice è stato testato ponendo soggetti sani (ambosessi) in camere climatiche (stanze chiuse in cui è possibile variare le condizioni di umidità e di temperatura).

Con queste prove è stato osservato che in corrispondenza del valore 24 dell'indice si riscontrano situazioni di disagio fisiologico e oltre la soglia di 28 si ha un peggioramento delle condizioni psico-fisiologiche degli individui. Oltre il valore di 33 la possibilità di colpo di calore diventa elevata.

Alle latitudini a cui è situata la provincia di Modena (44 - 45 gradi Nord), le condizioni meteorologiche portano facilmente al superamento della soglia di disagio (24), ma sono rari i valori dell'indice superiori a 30.

Calcolo dell'Indice

Il disagio bioclimatico è stato determinato per l'anno 2002 utilizzando l'*Indice di Thom*. Lo studio ha riguardato la stima dei giorni con superamento di soglie prefissate dell'indice, in particolare sono stati considerati l'inizio del disagio (superamento della soglia di 24 dell'indice) e la situazione di spiccato disagio (valori dell'indice superiori a 28).

La metodologia originale prevede il calcolo del valore orario dell'indice e l'analisi delle ore di superamento delle soglie critiche. Per questo studio, orientato a mettere in evidenza la variazione delle situazioni di disagio all'interno del territorio, si è data preferenza all'impiego di tutte le informazioni presenti nel territorio, utilizzando anche le stazioni con dati giornalieri (valori minimi, massimi e medi di temperatura e umidità) che costituiscono la maggior parte delle stazioni presenti nell'area.

A tal fine è stata apportata una modifica alla procedura originale, utilizzando per il calcolo il valore massimo giornaliero di temperatura e l'umidità minima giornaliera, valori di norma coincidenti nel corso della giornata e corrispondenti alle ore del giorno a rischio maggiore. L'indice così ottenuto è stato utilizzato per caratterizzare le diverse giornate, in base al superamento o meno dei valori soglia, senza analizzare la durata dei periodi critici all'interno del giorno (numero di ore giornaliere).

Le stazioni meteorologiche utilizzate per il presente studio sono riportate nella mappa della provincia di Modena, in figura 1.

Le figure 2, 3, 4, 5 mostrano le variazioni nello spazio e nel tempo dell'indice di Thom in relazione al superamento delle soglie giornaliere di 24 e 28, per l'anno 2002.

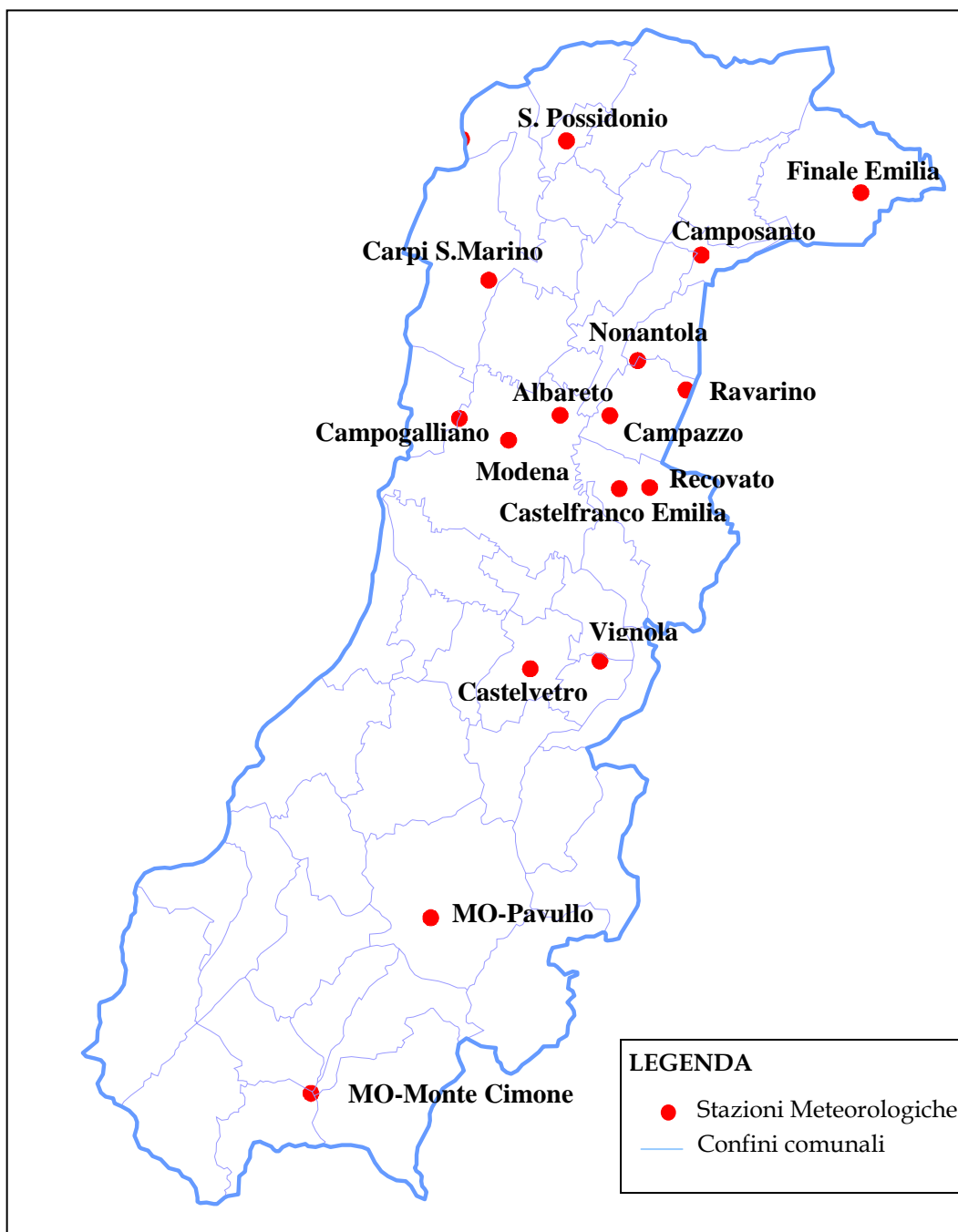


Fig. n° 1: Stazioni meteorologiche nella provincia di Modena

Fonte dei dati e strumenti di analisi

Per l'esecuzione del presente studio sono stati utilizzati i dati giornalieri di temperatura massima e di umidità minima del periodo compreso tra il 1° Aprile ed il 30 Settembre dell'anno 2002, rilevati nelle stazioni del Servizio Meteorologico Regionale e nelle stazioni gestite direttamente dalle province di Modena, Bologna e Reggio Emilia. Le stazioni al contorno della provincia di Modena sono state necessarie al fine di spazializzare meglio i dati su tutta la provincia.

Dopo aver eseguito un controllo sulla qualità dei dati rilevati per l'anno 2002, si è passati all'elaborazione degli stessi attraverso il programma DIC - Deficit IdroClimatico realizzato da ARPA-SMR. Le mappe delle stazioni meteorologiche (figura 1) e quelle del disagio con soglia 24 e 28 (Figure 2 e 3) sono state realizzate utilizzando il software Surfer 7.0.

Analisi dei dati

Il numero massimo di superamenti della soglia 24 (figura 2) è stato rilevato nella zona centrale della pianura modenese (stazioni di Recovato, Modena, Castelfranco Emilia, Albareto, Carpi e Campogalliano), con valori compresi tra 70 e 80 giorni.

La parte Nord della provincia, nella bassa pianura, presenta un numero di giorni di superamento della soglia 24 che varia tra 50 e 65, quindi si conferma come zona di disagio "intermedio", compreso tra la fascia a maggior disagio della pianura centrale e la fascia a "basso disagio" della zona collinare-montana.

La soglia di spiccato disagio dell'Indice di Thom (superamento della soglia 28) è stata superata per 18 giorni sempre nella zona centrale (figura 3).

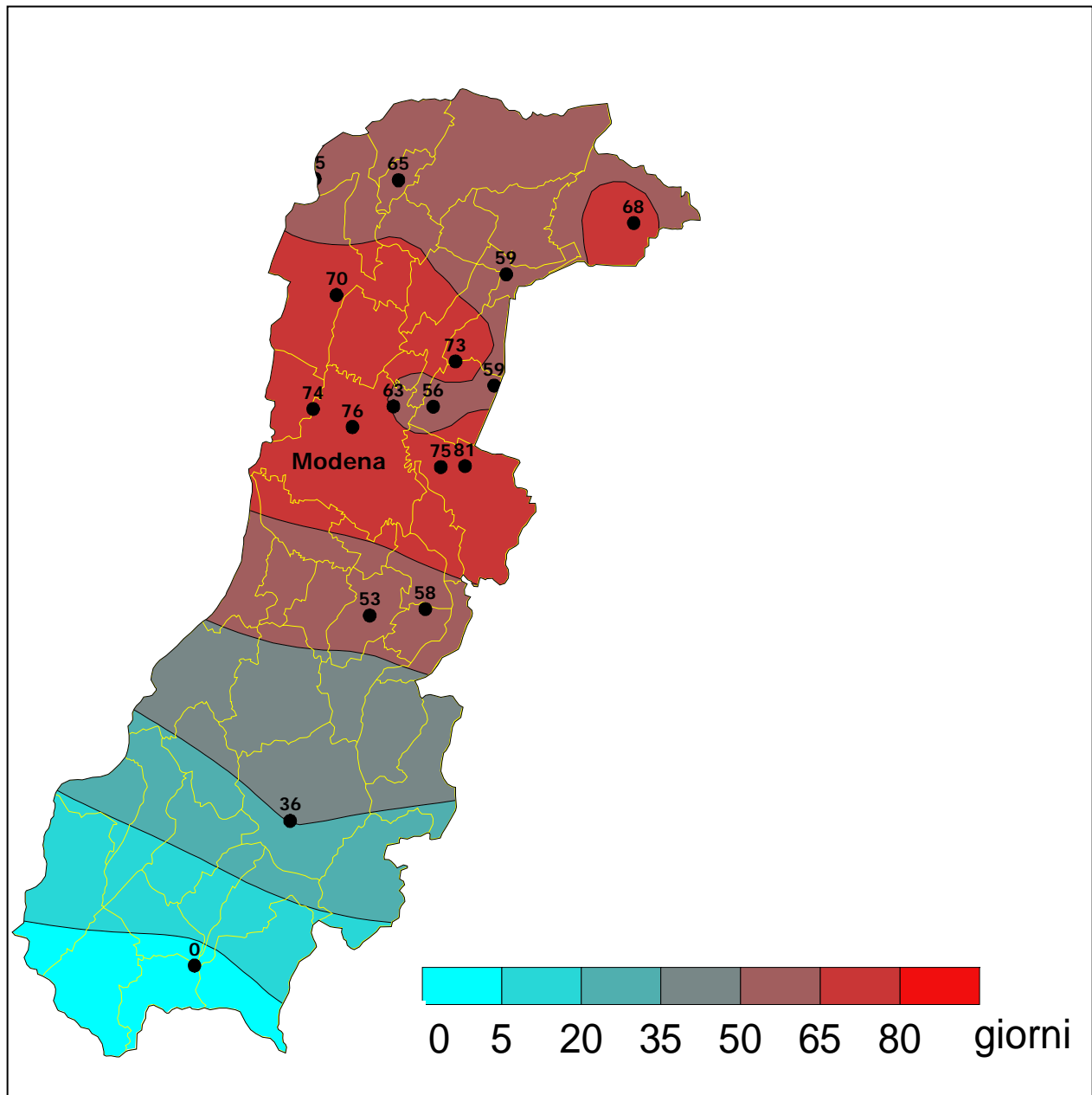


Fig. n 2: Carta del numero di giorni con valore dell'Indice di Thom superiori alla soglia di 24; dal 1/4/2002 al 30/9/2002

Anche per la soglia 28 i giorni di superamento dell'indice diminuiscono allontanandosi dalla zona centrale della pianura; nella zona a nord della provincia si attesta intorno a 4-10 giorni, mentre nella fascia collinare e montana diminuisce progressivamente con la quota (nel comune di Pavullo si sono verificati solo 3 giorni di superamento della soglia 28 e nessun giorno ovviamente in montagna).

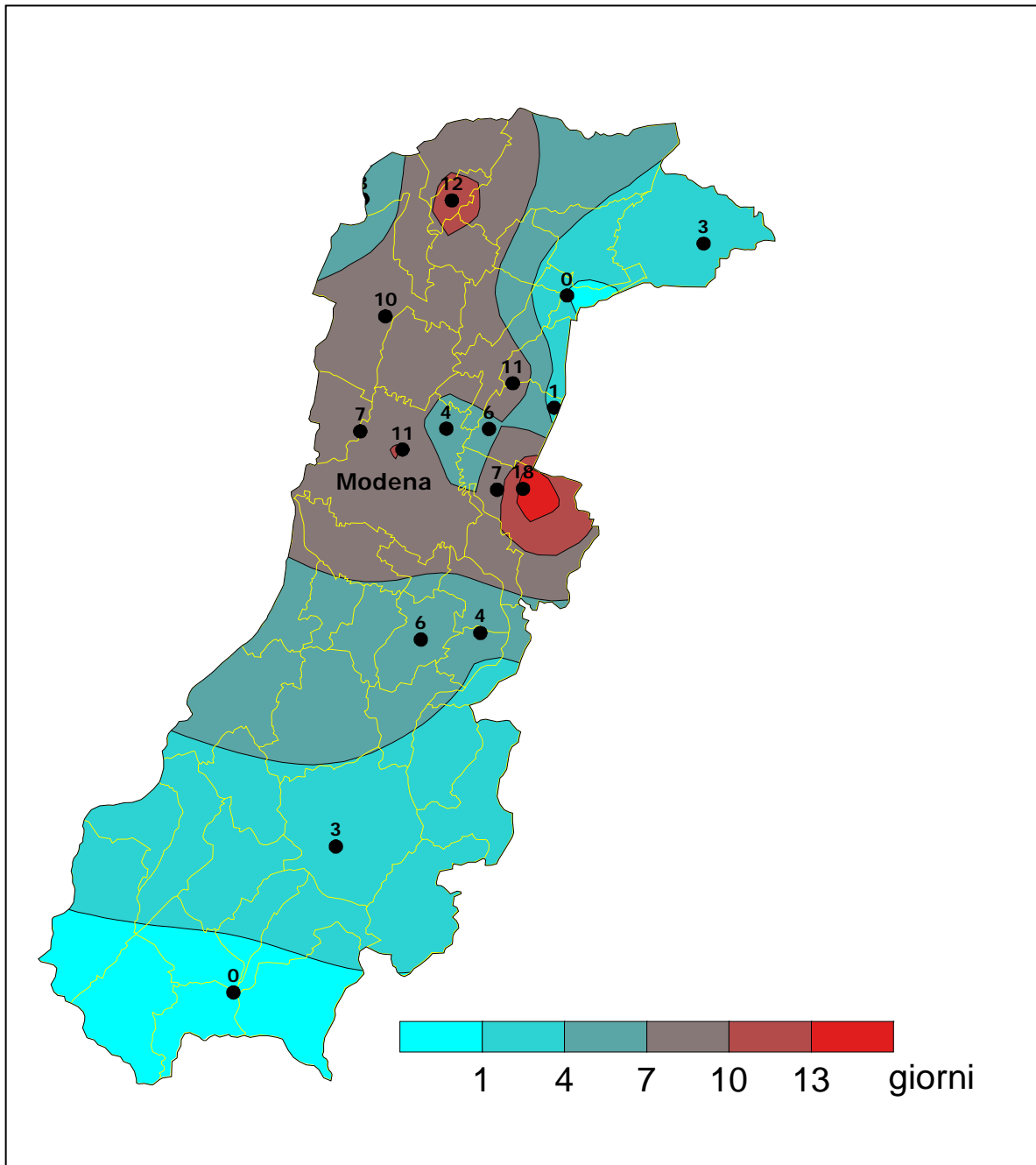


Fig. n 3: Carta del numero di giorni con valore dell'Indice di Thom superiori alla soglia di 28; dal 1/4/2002 al 30/9/2002

L'andamento stagionale del disagio è evidenziato per due stazioni: una nella fascia a "maggior disagio" - Castelfranco Emilia - e una nella fascia a "disagio intermedio" - Camposanto -.

Nella situazione di Castelfranco (figura 4), l'indice di Thom tende ad aumentare da aprile a maggio, per confermarsi poi su valori alti fino a metà settembre. In particolare, il 17 maggio si è verificato il primo superamento della soglia 24 che successivamente si è ripetuto per 75 giorni tra maggio e settembre. Per quanto riguarda la soglia 28 nella stessa zona si sono osservati 7 giorni di superamento, concentrati nel periodo compreso tra il 15 e il 24 giugno.

Nella figura 5 si può osservare la situazione di Camposanto dove il primo superamento della soglia 24 si è verificato il giorno 11 giugno, quasi un mese dopo la stazione di Castelfranco. La soglia 24 viene spesso superata nel periodo tra l'11 giugno e il 9 settembre, per un totale di 64 giorni. Invece il superamento della soglia 28 avviene per un solo giorno del periodo caldo, il 22 giugno.

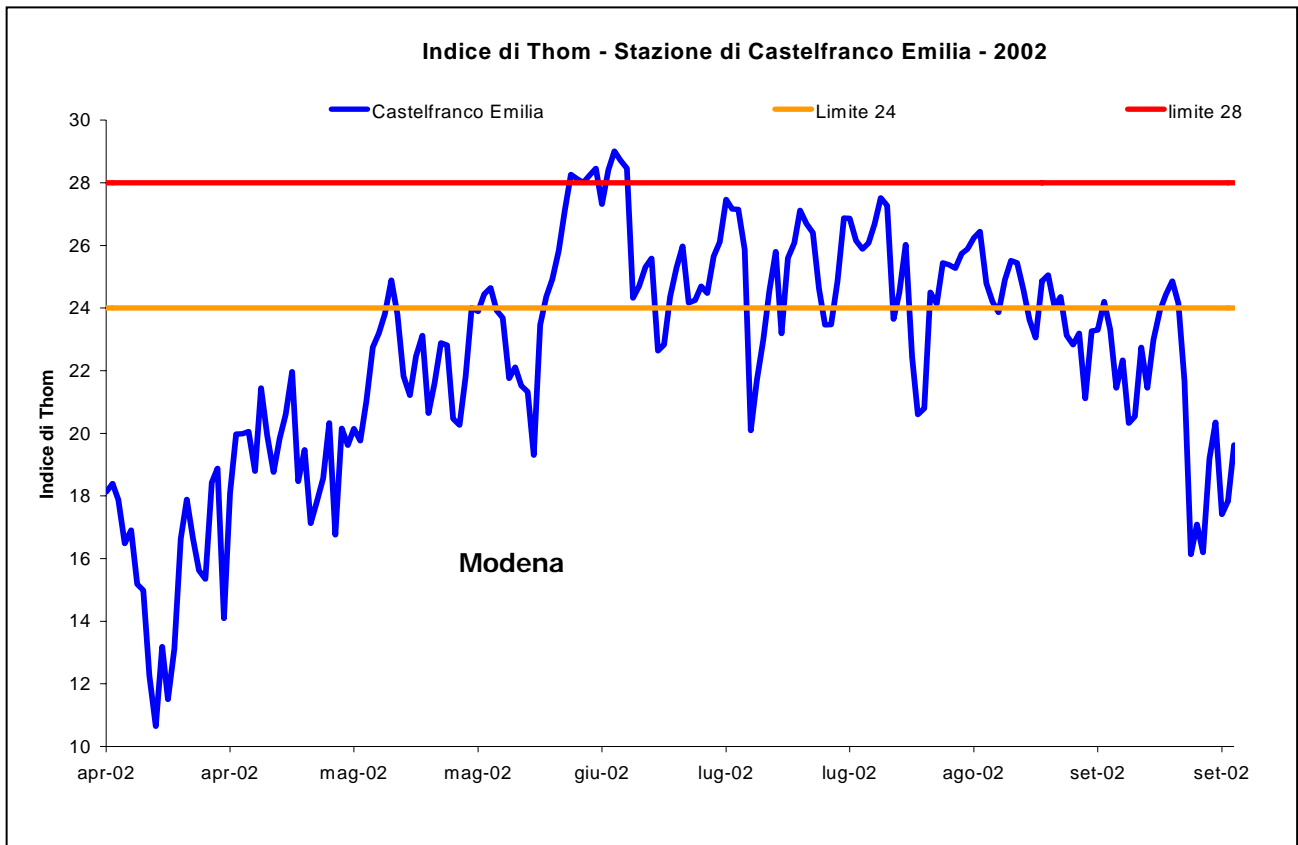


Fig. n° 4. Andamento dell'indice di Thom per l'anno 2002 nella stazione di Castelfranco Emilia.

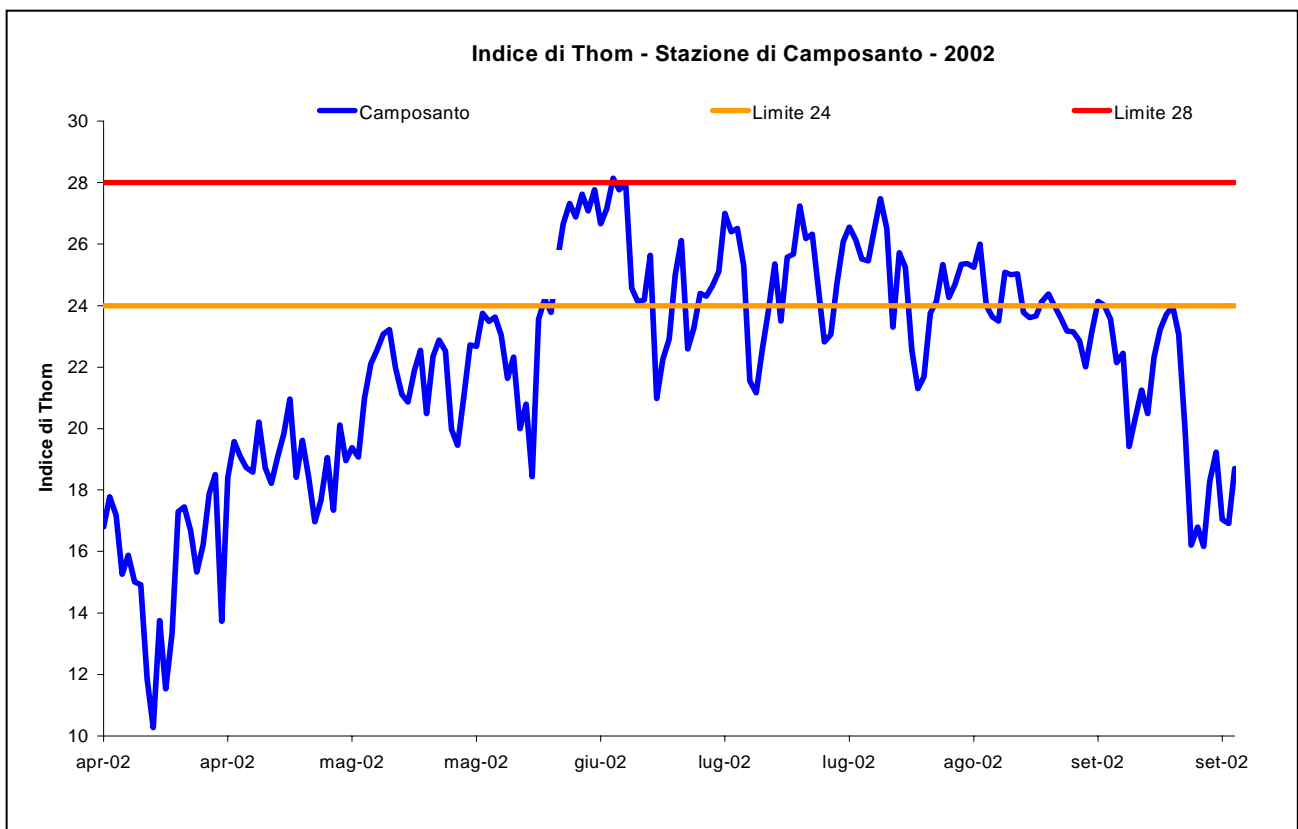


Fig.n° 5. Andamento dell'indice di Thom per l'anno 2002 nella stazione di Camposanto.

I FATTORI DI PRESSIONE

SORGENTI MOBILI: TRAFFICO VEICOLARE

Il traffico veicolare rappresenta la fonte di inquinamento atmosferico che contribuisce maggiormente a determinare il degrado delle atmosfere urbane. L'inquinamento prodotto è imputabile essenzialmente alla combustione delle benzine e dei gasoli nonché al movimento dei pneumatici sull'asfalto, ed è pertanto caratterizzato dalla generazione di grandi quantità di polveri (PTS), ossidi di azoto (NO_x), ossido di carbonio (CO). Non è da sottovalutare nel contempo l'immissione in atmosfera di apprezzabili quantitativi di altre sostanze inquinanti, prodotte sempre dal traffico autoveicolare, quali piombo, idrocarburi aromatici (benzene) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e altri composti organici volatili. La loro concentrazione in aria è influenzata dal regime di funzionamento, di manutenzione e di usura del motore.

In Provincia di Modena il quadro della mobilità, che emerge dall'elaborazione dei dati a tutt'oggi disponibili (ISTAT 1991, ATCM, Ferrovie dello Stato, rilievi aggiornati di conteggio del traffico, PRIT), è riconducibile ad un sistema territoriale prevalentemente radiocentrico (il Capoluogo assolve infatti al ruolo di principale polo generatore e attrattore della mobilità) sul quale si innesta, tuttavia, uno schema di relazioni organizzate tra sottosistemi locali.

Tali sottosistemi risultano costituiti dai comuni di Modena, Carpi, Sassuolo, Formigine, Mirandola, Fiorano Modenese, Vignola e, in maniera minore ma ugualmente rilevante, Pavullo.

Dall'integrazione dei dati relativi alla domanda di trasporto desunta dalla matrice Origine-Destinazione (ISTAT 1991) con un modello di simulazione dei flussi di traffico aggiornato al 1998, vengono messi in evidenza per l'intero territorio provinciale, differenti standard di mobilità:

- un'elevata domanda di trasporto nell'area metropolitana del Capoluogo, nella fascia centrale di pianura e nel distretto di produzione ceramica;
- una mobilità pur sempre significativa, ma non in grado di generare rilevanti condizioni di criticità sulla rete di trasporto, nella restante area della pianura;
- una domanda di spostamento decisamente meno dinamica sull'intera area montana.

Le relazioni di scambio tra Capoluogo e resto della Provincia sono massime in corrispondenza dei comuni che formano la prima cintura modenese; percentualmente irrilevanti, e comunque effettuate prevalentemente in auto, si rivelano al contrario le relazioni di mobilità tra area montana e Capoluogo.

La distribuzione dei flussi di traffico risulta infatti fortemente polarizzata sul Capoluogo, a sostegno della consistente domanda di scambio che esiste tra Modena ed i comuni della sua area metropolitana; su questa distribuzione del traffico va ad innestarsi, quale fenomeno di sovrapposizione, l'altrettanto forte sistema di relazioni, soprattutto merci, che esiste tra il sistema autostradale ed il bacino di produzione ceramica di Sassuolo.

Le risultanze combinate di tali domande di spostamento si traducono nel grave livello di congestione che caratterizza il sistema infrastrutturale viario dell'area centrale del territorio provinciale e dello stesso bacino ceramico.

Sulla base dei flussi di traffico forniti dalla Provincia di Modena, si sono stimate le tonnellate annue dei principali inquinanti dovuti al traffico: CO, CO₂, NO_x, Polveri e SOV. La stima è stata svolta utilizzando i fattori di emissione espressi in g/veic*Km pubblicati da ANPA¹; Poiché il grafo stradale non aveva lo stesso livello di dettaglio su tutti i Comuni, si è effettuata anche una stima del contributo provinciale da traffico utilizzando il parco auto 2000 fornito da ACI e disaggregando poi il dato sui singoli Comuni in base al numero di veicoli comunali (calcolato moltiplicando il numero di veicoli procapite per la popolazione del Comune stesso). A questo punto, per i Comuni con un dettagliato grafo stradale il contributo da traffico è stato stimato utilizzando solo i flussi di traffico mentre per gli altri si è stimata anche una quota ricavata dalla stima condotta sul parco ACI.

In tabella 1 e in figura 1 sono mostrati i risultati ottenuti.

¹ ANPA - Serie stato dell'ambiente n.12/2002 - Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale

ZONA	Ton/anno				
	CO	CO ₂	NO _x	Polveri	SOV
Zona A	54.734	1.453.167	10.245	1.384	10.757
Zona B	5.509	150.219	1.041	144	1.076
Totale provinciale	60.243	1.603.386	11.286	1.528	11.833
Agglomerato Modena	31.911	824.849	5.717	741	6.234
Agglomerato Distretto Ceramico	12.423	333.134	2.483	373	2.516
Zona A - Agglomerati	10.400	295.185	2.045	270	2.007
Totale Zona A	54.734	1.453.167	10.245	1.384	10.757

Tab. n° 1: tonnellate annue dei principali inquinanti emesse dal traffico

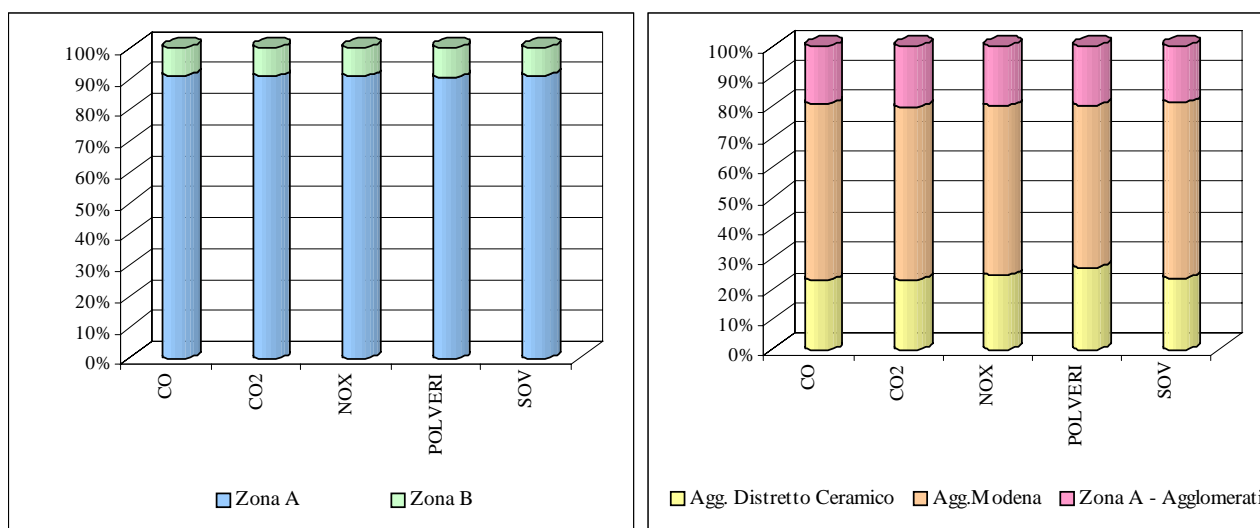


Fig. n°1: distribuzione percentuale del quantitativo annuo degli inquinanti da traffico tra zone e agglomerati

Si osserva quanto il contributo da traffico al totale provinciale sia predominante nella Zona A; all'interno della medesima è l'agglomerato di Modena quello che incide maggiormente sull'inquinamento. Da notare che la distribuzione percentuale sul quantitativo di inquinanti è circa uguale per i diversi agglomerati indipendentemente dal parametro considerato.

EMISSIONI DA SORGENTI FISSE: ATTIVITÀ PRODUTTIVE

L'inquinamento atmosferico derivante da attività industriale non è generalizzabile, ma è strettamente legato alla tecnologia produttiva dei singoli insediamenti.

Dall'ottobre 1989 la Provincia è l'autorità competente al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione, modifica e trasferimento di impianti con emissioni in atmosfera ai sensi del DPR 24 maggio 1988, n. 203. Le autorizzazioni alle emissioni, rilasciate dalla Provincia previo parere Comunale di compatibilità urbanistica e verifica Arpa del rispetto dei Criteri fissati dalla regione, indicano per ciascuna emissione valori limite di inquinanti ammessi, prescrizioni in merito alle materie prime utilizzate sull'esercizio dei depuratori e sull'effettuazione di analisi di autocontrollo degli scarichi in atmosfera.

Le attività soggette ai procedimenti amministrativi per il rilascio delle autorizzazioni agli scarichi in atmosfera rispecchiano ovviamente i settori che caratterizzano il tessuto produttivo.

Ogni comparto impatta sul territorio con inquinanti tipici derivanti dal processo.

Ad oggi risultano in esercizio nel territorio provinciale ai sensi del DPR 203/88, 3.930 aziende con 9.323 camini autorizzati con procedura ordinaria.

Settore	Incidenza Domande	Inquinanti Tipici
Metalmeccanico	42%	Materiale particolato, nebbie oleose, fumi di saldatura, sostanze organiche volatili
Ceramico	31%	Polveri, metalli pesanti, fluoro, ossidi di azoto, sostanze organiche volatili, aldeidi
Verniciatura	12%	Materiale particolato, sostanze organiche volatili
Legno	7%	Materiale particolato, sostanze organiche volatili, formaldeide
Materie plastiche	5%	Monomeri, solventi organici, ossido di etilene per sterilizzazione
Chimico/coloranti	2%	Polveri, sostanze organiche volatili, metalli, ...
Recupero, smaltimento rifiuti	0,5%	Materiale particolato, ossidi di azoto e di zolfo, cloro, sostanze organiche volatili, metalli, sostanze odorigene
Lavorazione scarti macellaz.	0,5%	Sostanze odorigene

Tab. n° 2: Settori produttivi: incidenza della domanda e inquinanti tipici emessi

L'andamento dell'economia e gli interventi governativi in materia di sostegno alle imprese, sono direttamente collegati agli investimenti messi in campo dalle aziende per l'avvio di nuove attività produttive o per la ristrutturazione di attività già in essere. Nel 2002 si è avuta una sensibile riduzione delle domande di autorizzazione (-15,8%): sono pervenute alla Provincia di Modena 373 domande e sono state rilasciate oltre 496 autorizzazioni (figura 2).

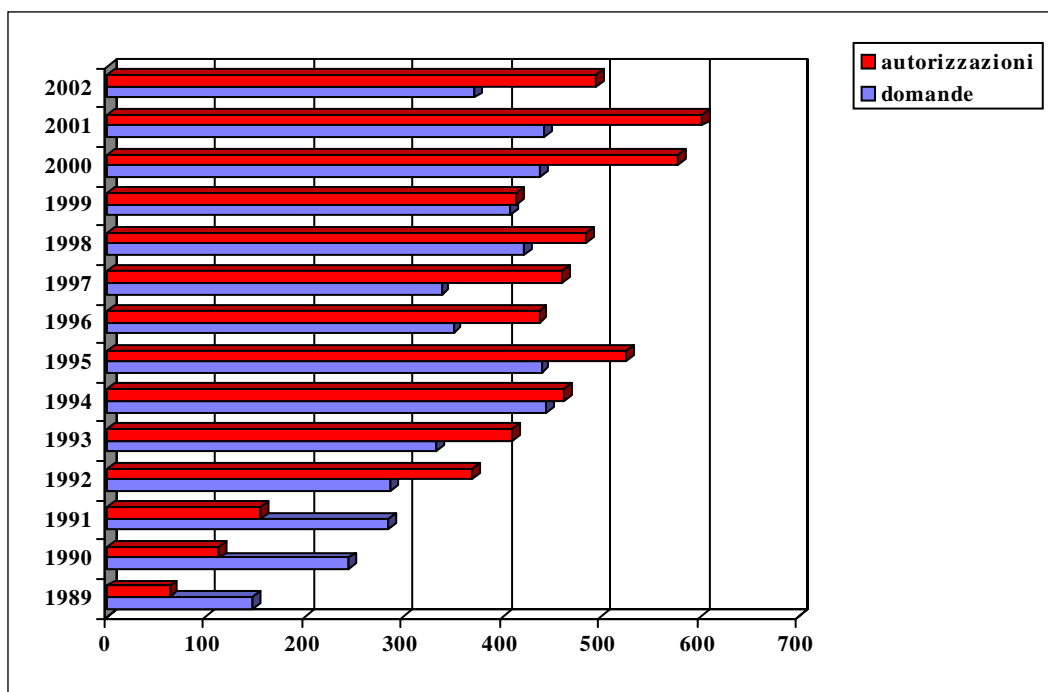


Fig.n° 2: rapporto tra le domande e le autorizzazioni rilasciate

Con Legge 21 aprile 1999, n.3 la Regione Emilia Romagna, ha proceduto a modificare, semplificandole, le procedure per il rilascio delle autorizzazioni e ad instaurare un nuovo sistema di autorizzazioni (tacite) in via generale per le attività a ridotto inquinamento atmosferico.

Nel corso del 2002 le domande presentate in forma ordinaria (soggette all'iter complesso: presentazione domanda, espressione parere Comune, istruttoria Arpa, rilascio o diniego autorizzazione da parte della Provincia) sono state 279 (74,8%), mentre quelle con procedura semplificata (autorizzazione tacita dalla data di presentazione della domanda nel rispetto di limiti regionali) sono state 94 (25,2%).

Gli impianti che danno luogo ad emissioni in atmosfera, sono autorizzati nel rispetto di valori limite di portata d'aria emessa e di concentrazione di inquinanti caratteristici delle singole lavorazioni.

I dati relativi alle autorizzazioni sono stati tradotti in quantitativi annui di inquinante emesso (Ton/anno) per ogni singola emissione; per il calcolo sono state utilizzate le concentrazioni e le portate autorizzati; da un'analisi in corso, che consiste in un confronto tra l'autorizzato e i controlli sulle emissioni, sta emergendo che, mentre per le portate l'autorizzato non si discosta molto dal reale, le concentrazioni risultano invece

inferiori (in media del 50% anche se tale percentuale varia e seconda dell'inquinante e del settore produttivo).

Di seguito vengono riportate alcune elaborazioni relative alle autorizzazioni rilasciate ai sensi degli articoli 6 e 15 per tutte le aziende esistenti ed attive al 31/12/2002 in provincia di Modena; non sono state prese in considerazione le ditte autorizzate in forma tacita ai sensi dell'art. 12 in quanto spesso i dati contenuti in tali atti risultano incompleti o non coerenti con quelli delle altre autorizzazioni.

Nella tabella 3 vengono riportate, suddivise in base ai settori produttivi, il numero delle ditte e delle emissioni autorizzate ed i quantitativi annui dei principali inquinanti emessi; la figura 3 riproduce graficamente questi valori, visualizzandone le distribuzioni percentuali.

Settore Produttivo			Ton/anno							
	Numero Ditte	Numero Emissioni	Ammoniaca	CO	Fluoro	NO _x	Piombo	Polveri	SOV	SO _x
Metalmecanico	1.009	4.172	32	1.051	3	592	1	445	738	878
Ceramico	272	2.730		1.258	126	2.392	14	2.359	1.581	583
Legno, mobili	159	385		5		65		45	10	56
Agricolo, ind. Alimentare	107	547	3	32		985		220	1	240
Trasf. gomma, mat. plastiche	84	321	0	16		10		18	203	1
Cartario, grafico	71	355	5	47	0	208		29	158	101
Tessile, abbigliamento	56	252	1	0		25		15	40	4
Biomedicale	50	116				0		0	10	
Prodotti edilizia	46	133			0	118	0	25	61	241
Chimico, farmaceutico	31	122	77	1		23		47	56	2
Non definito	28	81		0	0	1		4	31	0
Servizi	16	62		110	0	411		33	25	202
Vetrario	10	30						1	5	
Petrolifero	8	15		0		0		0	2	
Energetico	1	2						0		
Totale	1.948	9.323	118	2.520	129	4.831	15	3.242	2.921	2.308

Tab. n° 3: Settori produttivi- numero di ditte, di emissioni e di tonnellate annue di inquinanti

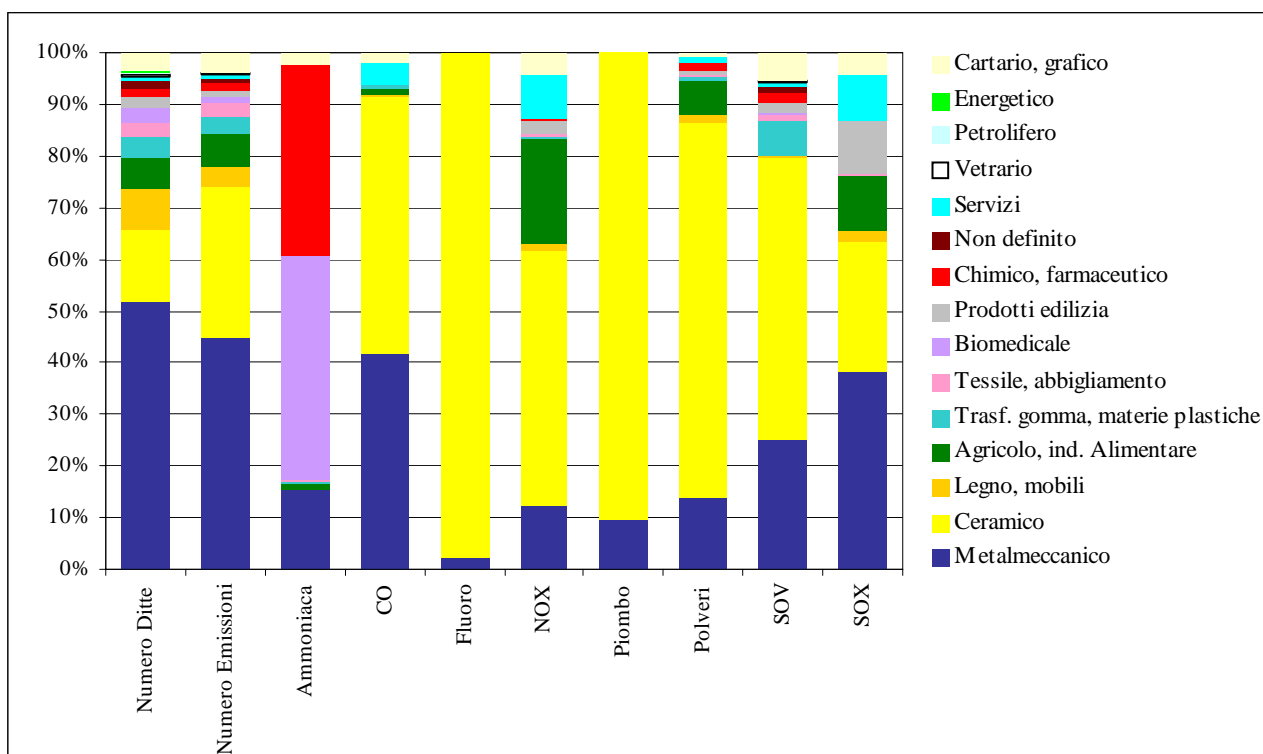


Fig. n°3: distribuzione percentuale del numero di ditte, di emissioni e di quantitativi annui di inquinante nei diversi settori produttivi

Dalla tabella e dalla figura 3 si può osservare che, in Provincia, il maggior numero di ditte e di emissioni interessa il settore metalmeccanico seguito dal settore ceramico; è interessante comunque, osservando la distribuzione percentuale, vedere come per il ceramico, la percentuale di ditte è inferiore rispetto alla percentuale sul totale delle emissioni, indice di un settore con ditte di dimensioni notevoli (molte emissioni per ditta); esattamente l'opposto si verifica invece per il settore metalmeccanico. Analizzando poi i quantitativi annui di inquinanti emessi si osserva come il settore ceramico sia il maggior responsabile di inquinamento da polveri, piombo, sostanze organiche volatili, fluoro e ossidi di azoto mentre, per quanto riguarda la produzione di monossido di carbonio, il suo contributo è quasi equivalente a quello del settore metalmeccanico; quest'ultimo contribuisce anche alla produzione di sostanze organiche volatili, ossidi di zolfo e ammoniacca.

Infine è evidente quanto il settore chimico farmaceutico sia il maggior responsabile dell'emissione di ammoniacca.

Successivamente ad una elaborazione a livello provinciale dei dati al fine di evidenziare i settori maggiormente responsabili dell'inquinamento, è interessante studiare come il quantitativo annuo sia distribuito tra zone e agglomerati (tabella 4).

ZONA			Ton/anno							
	Numero Ditte	Numero Emissioni	Ammoniaca	CO	Fluoro	NO _x	Piombo	Polveri	SOV	SO _x
Zona A	1.774	8.721	117	2.474	109	4.648	13	2.913	2.763	2.189
Zona B	174	602	1	46	20	183	3	329	158	120
Totale provinciale	1.948	9.323	118	2.520	129	4.831	15	3.242	2.921	2.308
Agglomerato Modena	790	3.144	98	418	3	1.628	0	440	615	1.235
Agg. Distretto Ceramico	541	3.769	5	2.003	97	2.531	12	2.098	1.776	699
Zona A - Agglomerati	443	1.808	15	53	9	489	1	375	372	255
Totale Zona A	1.774	8.721	117	2.474	109	4.648	13	2.913	2.763	2.189

Tab. n° 4: numero di ditte, di emissioni e di tonnellate annue di inquinanti nelle zone e negli agglomerati

Nelle figure 4 e 5 sono riportati graficamente i dati della tabella 4, evidenziando prima la distribuzione percentuale di ditte ed emissioni tra zone ed agglomerati, per passare poi ad aggiungere l'ulteriore dettaglio della distribuzione percentuale dei diversi inquinanti.

I grafici confermano la Zona A come quella soggetta alla maggior pressione di emissioni industriali in quanto sede del 90% degli stabilimenti; interessante è osservare la distribuzione degli inquinanti tra gli agglomerati: emerge il contributo prevalente del distretto ceramico sulle polveri, sul fluoro e sul piombo (come conferma che il settore produttivo ceramico è il maggior responsabile di tali inquinanti); l'agglomerato di Modena prevale invece per gli ossidi di zolfo e l'ammoniaca in quanto sul suo territorio troviamo diversi stabilimenti metalmeccanici ed alcuni grossi impianti chimico.

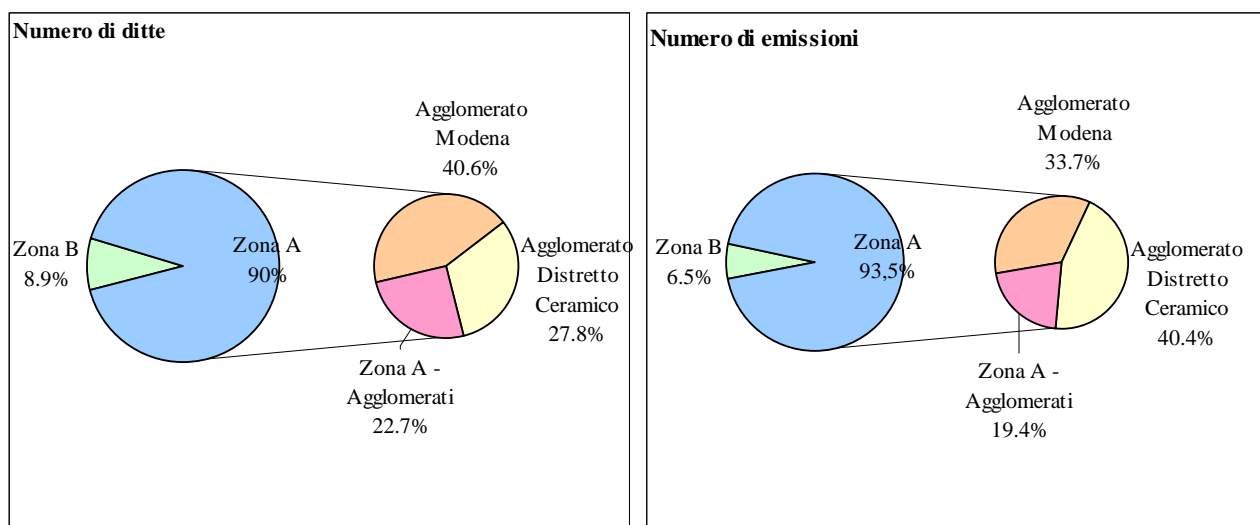


Fig. n°4: distribuzione percentuale del numero di ditte e di emissioni tra zone ed agglomerati

Si osserva infine come tutti i Comuni che non appartengono ai due agglomerati diano un contributo inferiore all'inquinamento, anche se esso supera o eguaglia comunque l'agglomerato di Modena per gli inquinanti tipici del settore ceramico (fluoro, piombo, polveri); ricordiamo infatti che non sono inclusi negli agglomerati alcuni Comuni sedi di importanti ceramiche.

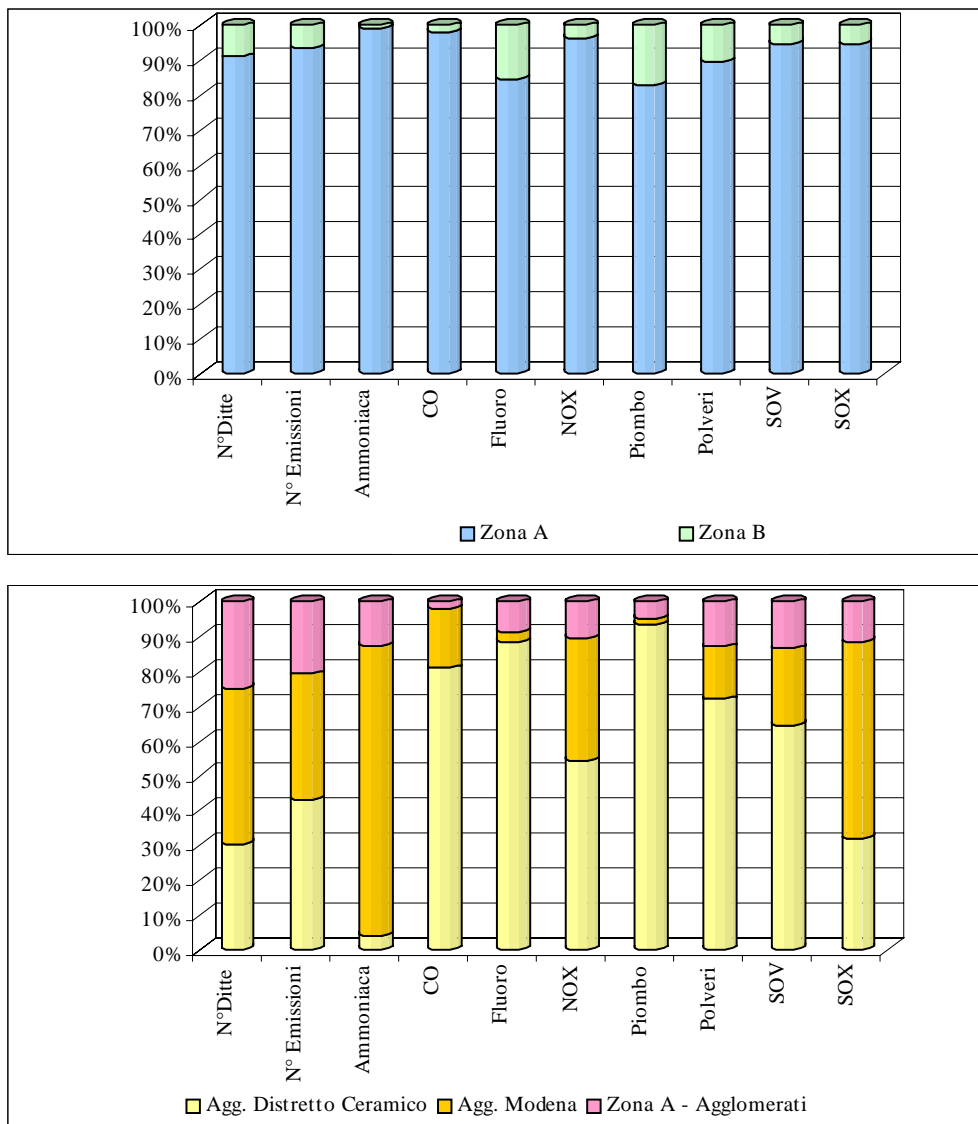


Fig n°5: distribuzione percentuale del n° di ditte, di emissioni e del quantitativo annuo di inquinanti sulle zone e gli agglomerati.

LA QUALITÀ DELL'ARIA

I SISTEMI DI MONITORAGGIO

Il Monitoraggio secondo la nuova normativa italiana

Il nuovo quadro normativo (DL 351/99 e DM 60) pone al centro di tutte le azioni da intraprendere la valutazione della qualità dell'aria e l'individuazione delle zone di territorio diversamente caratterizzate rispetto ai valori limite di inquinamento. In base a questa zonizzazione, in cui si suddivide il territorio in zone e agglomerati, viene diversificato il regime di monitoraggio e cambiano le modalità di gestione della qualità dell'aria. A questo scopo vengono introdotte le soglie di valutazione inferiore e superiore, che differenziano il processo di valutazione prevedendo combinazioni di misure, calcoli o stime a seconda dei livelli riscontrati, e i margini di tolleranza, che diversificano invece le azioni da intraprendere per il miglioramento o il mantenimento della qualità dell'aria.

Il monitoraggio quindi non è più finalizzato come in passato al controllo puntuale del rispetto dei limiti normativi, ma diventa uno strumento di conoscenza del territorio che necessariamente deve essere integrato con tecniche di misura indicative, quali il mezzo mobile e i campionatori passivi, con tecniche di stima, come l'interpolazione spaziale, e con la modellistica al fine di determinare la distribuzione delle concentrazioni ed estendere la conoscenza a tutto il territorio di competenza.

La protezione dell'aria ambiente, così come prevista dalla nuova normativa, diventa quindi un compito più complesso rispetto al tradizionale controllo della qualità dell'aria.

A livello provinciale, le reti sono state integrate negli ultimi anni con monitoraggi indicativi effettuati con il mezzo mobile e i campionatori passivi al fine di arrivare, come previsto dalla normativa, ad una caratterizzazione spaziale degli andamenti degli inquinanti. Nello stesso tempo è in atto un processo di integrazione tra le reti di meteorologia, quelle delle deposizioni atmosferiche, la mutagensità e le reti di fondo che una volta attuato consentirà, assieme agli inventari delle emissioni e alla modellistica, la valutazione e gestione della qualità dell'aria come richiesta dal D.Lgs 351/99.

La rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria

La rete di monitoraggio della Provincia di Modena è costituita oggi da 16 postazioni fisse, 5 ubicate nel Comune di Modena e le restanti collocate nei principali centri abitati del territorio provinciale.

Oltre alle stazioni fisse, è collegata alla rete una stazione rilocabile di proprietà dell'Azienda Servizi Ambiente Territorio (S.A.T. S.p.a.) di Sassuolo che viene collocata per periodi variabili in diverse postazioni del distretto ceramico, in modo da ottenere dati sull'inquinamento locale; questi, assieme a quelli delle postazioni fisse presenti nell'area, consentono un controllo sistematico di questa particolare realtà produttiva. Per campagne specifiche viene inoltre impiegata la stazione mobile, di proprietà di META S.p.a., che viene messa a disposizione per il monitoraggio della qualità dell'aria in aree in cui non è previsto il monitoraggio continuo.

Ogni stazione è dotata di analizzatori automatici che permettono di rilevare gli inquinanti più indicativi per la Zona in esame (urbana, ad alto traffico, rurale ecc.) e in alcuni casi di sensori meteorologici.

Nella tabella 5 si riportano le caratteristiche delle stazioni di monitoraggio con l'indicazione della Zona e dell'agglomerato di pertinenza.

Le concentrazioni rilevate con strumentazione automatica ed i parametri meteorologici vengono raccolti su base oraria; la media oraria viene calcolata su 720 dati elementari da cui è possibile risalire al valore massimo e minimo registrato in quell'ora. Sono un'eccezione le polveri totali e alcuni strumenti che misurano le polveri fini che forniscono solo una media giornaliera. La strumentazione, nella maggioranza dei casi, è sottoposta settimanalmente a più calibrazioni automatiche che ne assicurano l'attendibilità, a cui si aggiungono manutenzioni periodiche e calibrazioni manuali. Tutte queste operazioni influenzano l'efficienza della rete, cioè il rapporto tra il numero dei dati validi raccolti e il numero dei dati attesi nel periodo considerato (l'efficienza dei singoli analizzatori è indicativa dell'efficienza complessiva della rete).

L'efficienza di funzionamento della rete provinciale relativa all'anno 2002, viene documentata nella tabella 6.

Stazione	Indirizzo	Tipologia dell'Area	Parametri monitorati	
Zona A				
Agg. Modena	Mo-Garibaldi	Modena, Largo Garibaldi	Urbana/traffico intenso	SO ₂ , NO _x , CO, O ₃ , PTS
	Mo-Giardini	Modena, Via Giardini	Urbana/traffico intenso	NO _x , CO, PTS
	Mo-Cavour *	Modena, C.so Cavour	Urbana	NO _x , CO, meteo
	Mo-Nonantolana	Modena, Via Cimone	Urbana/tangenziale	NO _x , CO, O ₃ , PTS, PM ₁₀ , BTX
	Mo-XX Settembre	Modena, P.za XX Settembre	Urbana/zona a traffico limitato	NO _x , CO, O ₃ , PTS, PM ₁₀ , BTX
	Campogalliano	Via di Vittorio	Urbana/strade ad alto traffico	NO _x , CO
	Carpi 1	V.le C. Marx	Urbana/traffico intenso	NO _x , CO, PTS
	Carpi 2	Via Remesina	Urbana a traffico limitato	NO _x , CO, PM ₁₀ , BTX, meteo
Castelfranco	C.so Martiri	Urbana/strade ad alto traffico	NO _x , CO,	
Agg. Distretto Ceramico	Sassuolo	Via Radici in Piano	Urbana/strade ad alto traffico	NO _x , CO, PTS, BTX
	Spezzano 1	Via Canaletto Località Borgo	Rurale	O ₃ , PTS, meteo
	Spezzano 2	Via Molino	Urbana	NO _x , CO
	Maranello	Area Parco 2	Urbana	NO _x , CO, O ₃ , BTX, PM ₁₀
	Solignano	Via Nazionale	Industriale in prossimità zona rurale	PTS, meteo
	Staz.Riloc.SAT S.p.a.		Urbana/traffico/industriale	NO _x , CO, O ₃ , PM ₁₀ , meteo
Mirandola	S. S. 12 / Via Alighieri	Urbana/traffico intenso	NO _x , CO, O ₃ , meteo	
Zona B				
	Pavullo	Pavullo, Via Marchioni	Urbana/strade ad alto traffico	SO ₂ , NO _x , PTS
	Mezzo Mobile META S.p.a.		Urbana/traffico/industriale	SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , meteo

*: dal 1 luglio 2002 è stata disattivata la centralina di Cavour che nel gennaio 2003 è stata ricollocata in via Amundsen

Tab. n° 5: La struttura della rete provinciale (2002)

		CO	NO2	O3	SO2	PTS	PM10	BTX
Zona A								
Agglomerato Modena	Mo-Garibaldi	97.3	97.8	98.8	94.5	98.4		
	Mo-Giardini	96.5	94.7			91.5		
	Mo-Nonantolana	98.3	96.8	98.4		98.6	87.4	92.6
	Mo-XX Settembre	96.2	96.3	98.2		100	98.4	96.7
	Carpi 1	96.9	93.4			83.8		
	Carpi 2	97.5	92.6				94.8	99.2
	Campogalliano	98.9	91.2					
	Castelfranco	90.5	89.6					
Agglomerata Diste. Ceramico	Sassuolo	99.5	97.1			99.2		66.3
	Maranello	64.8	66.9	68.3			83.3	87.1
	Spezzano 1			96.6		97.3		
	Spezzano 2	98.5	97.9					
	Staz.Riloc.SAT	89.2	90.3	90.3			69.9	
	Solignano					96.7		
Mirandola	91.0	90.0	90.8					
Zona B								
	Pavullo		97.5		100	96.7		

Tab. n° 6: Efficienza di funzionamento della Rete Provinciale

Tenendo conto che è inevitabile una perdita di dati circa pari al 5% per gli interventi di manutenzione periodica e di calibrazione automatica, nel complesso le percentuali riportate testimoniano un buon funzionamento della rete. Non mancano comunque alcuni casi in cui la percentuale è inferiore la 90%, come ad esempio quello della stazione di Maranello che è stata danneggiata da un fulmine e per tale ragione presenta efficienze molto basse a causa della rottura degli analizzatori di NO_x, CO e O₃.

Vi sono poi alcuni strumenti che presentano maggior criticità; questo è il caso degli analizzatori semiautomatici di PM₁₀ (Nonantolana, Maranello e Rilocabile SAT) e PTS che prevedono un solo campionamento ogni 24 ore e sono quindi più soggetti a perdite di dati anche a fronte di brevi interruzioni di funzionamento, e gli analizzatori di benzene che richiedono un'attività di manutenzione senz'altro

maggior, rispetto alla strumentazione già presente nelle cabine, sia in termini quantitativi che qualitativi.

Discorso a parte va fatto per l'analizzatore di Benzene collocato nella cabina di Sassuolo che ha presentato numerose anomalie, rendendo necessaria l'invalidazione di oltre il 30% dei dati.

Le campagne di monitoraggio del Benzene ed IPA

Le recenti norme legislative, italiane e comunitarie, hanno introdotto nuove categorie di composti di importanza fondamentale nella valutazione del grado di inquinamento atmosferico di un'area: si tratta in particolare di Benzene, PM₁₀ e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). L'introduzione di tali inquinanti nell'elenco di composti da monitorare con priorità e l'elevato costo dei dispositivi automatici di analisi, fa sì che, attualmente, non tutte le stazioni fisse siano attrezzate con la strumentazione necessaria. Inoltre, nel caso degli IPA, tutte le fasi del monitoraggio ed analisi sono di tipo manuale in quanto non esistono analizzatori automatici. Per tali motivi, dove non si ha la possibilità di rilevare automaticamente uno di questi composti, è necessario prevedere campagne di monitoraggio periodiche, di durata limitata, ma che diano comunque risultati il più possibile rapportabili ad ampi intervalli di tempo.

In questa ottica, ARPA Sez. Prov. di Modena, attua con regolarità monitoraggi di IPA e Benzene sia presso stazioni di rilevamento fisse, sia in abbinamento alla rilevazione di parametri classici eseguita con mezzo mobile attrezzato, che infine in posizioni prive di stazioni fisse, ma particolarmente importanti ai fini della valutazione della qualità dell'aria.

Data la relativa variabilità delle medie giornaliere e l'estrema variabilità stagionale di questi inquinanti, è necessario, nei limiti del possibile, prevedere campagne di monitoraggio sufficientemente lunghe (almeno 1 settimana) ed in periodi diversi dell'anno (primavera, autunno, inverno ed estate).

Nell'anno 2002 le campagne di monitoraggio per la determinazione degli IPA sono state eseguite periodicamente nei comuni di Modena e Carpi e in concomitanza con la presenza della rilocabile SAT nei comuni di Maranello (Gorzano), Fiorano, Formigine e Sassuolo. Anche le campagne di indagine per il benzene sono state eseguite periodicamente nei comuni di Modena e Carpi e a Sassuolo.

Test di mutagenesi ambientale

E' ormai noto come le polveri aerodisperse possano arrecare danno alla salute sia per azione diretta, alterando la fisiologia respiratoria, sia veicolando sostanze nelle parti profonde dell'apparato respiratorio, tra cui molecole in grado di provocare alterazioni del DNA: azione indiretta.

Per una migliore definizione della Qualità Ambientale è importante e particolarmente significativa la valutazione della genotossicità del particolato atmosferico. Questo permette di stimare il "carico genotossico ambientale" e il conseguente rischio a cui è sottoposta la popolazione in area urbana derivante dall'esposizione cronica a miscele complesse di sostanze presenti in atmosfera in grado di agire anche a basse concentrazioni.

I principali mutageni presenti nell'aria sono: Benzene, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Idrocarburi alogenati.

Queste sostanze si associano alle polveri sospese. In particolare il maggior rischio per la salute umana è associato alle polveri fini (PM_{2.5}) in quanto meglio in grado di penetrare in profondità nell'albero bronchiale eludendo anche i meccanismi di difesa umani.

Arpa- Emilia Romagna si è fatta promotrice nel 1997 della costituzione di una rete regionale di monitoraggio della mutagenicità del particolato aereo in ambiente urbano (unico esempio in Italia). I dati di questa rete, a cui partecipano le Sezioni di Piacenza, Parma, Modena, Bologna, Ferrara, Forlì, Cesena, Ravenna e Rimini, coordinata dalla Sezione di Parma, risultano di particolare rilevanza applicativa, poiché gli Enti Pubblici preposti possono avvalersi anche di questi dati di tipo biologico come supporto scientifico a provvedimenti contenitivi dell'inquinamento, oltre che per valutarne la validità a posteriori.

Da settembre 2000 si è iniziato, come anche negli altri nodi della rete regionale di monitoraggio della mutagenicità del particolato atmosferico urbano, il campionamento in continuo della frazione PM_{2.5} (particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm).

La valutazione della mutagenicità del particolato dell'aria di Modena viene effettuata sulle polveri fini (PM_{2.5}) raccolte dal settembre 2000 al dicembre 2002 presso la stazione di monitoraggio di via Nonantolana, nel quartiere Torrenova, posta in una zona residenziale in prossimità della tangenziale ad elevato traffico veicolare.

Deposizioni acide: la rete RIDEP

La corretta quantificazione del flusso di sostanze dall'atmosfera al suolo, è di fondamentale importanza per la valutazione degli effetti sugli ecosistemi. Le deposizioni umide costituiscono una frazione importante sebbene non unica di tale flusso.

Il Ministero dell'Ambiente si è proposto di coordinare la ricerca in questo campo formando una rete italiana per lo studio delle deposizioni atmosferiche umide (RIDEP).

Questa rete è attiva già dalla fine degli anni 80, con l'obiettivo di acquisire "informazioni" ambientali dai parametri chimici indagati, garantendo una accettabile confrontabilità dei dati (raccolta e elaborazione con metodologie unificate).

L'ARPA della Provincia di Modena partecipa a questo studio con 2 stazioni dislocate in siti a diverso carattere socio-economico e territoriale:

1. Modena area urbana presso sede Arpa in Via Fontanelli (43 m s.l.m.)
2. Fiorano area verde in zona industriale (107 m s.l.m.)

I campionamenti sono a cadenza settimanale: di norma la raccolta si effettua il lunedì mattina. I campionatori utilizzati sono automatici, tipo wet and dry e sono costituiti essenzialmente da una struttura metallica supportante due contenitori per la raccolta rispettivamente della deposizione umida e di quella secca (quest'ultima non viene analizzata per la scarsa rappresentatività e l'assenza di una valida metodologia di analisi).

Sul contenitore di raccolta dell'acqua è posto un pannello mobile (dotato di sensore) che si apre automaticamente al cadere delle prime gocce di pioggia per poi richiudersi al termine dell'evento atmosferico.

La rilevazione dei pollini: la rete di monitoraggio di aerobiologia

In Emilia Romagna, dagli anni Ottanta, esiste, grazie alla collaborazione tra vari Enti, una rete provinciale di monitoraggio aerobiologico relativa ai pollini allergenici. Questo servizio si è consolidato e perfezionato nel corso degli anni divenendo un riferimento ormai insostituibile sia per pazienti allergici che per medici allergologi. L'obiettivo principale è infatti quello di fornire dati che permettano agli allergologi di diagnosticare con maggior precisione allergeni e periodi di maggior rischio, per attuare la terapia nel modo più razionale.

Alla rete storica, composta dalle stazioni collocate in tutte le città capoluogo di provincia, sono state aggiunte alcune stazioni collocate in luoghi significativi dell'Emilia Romagna. La rete è gestita dalle sezioni provinciali ARPA in collaborazione con AIA e CNR-ISAO.

In Provincia di Modena sono presenti due stazioni, una a Modena denominata Modena1 e una a Vignola, denominata Modena2.

VALUTAZIONE DEI DATI

La rete di monitoraggio

Per valutare lo stato della qualità dell'aria in Provincia di Modena, come previsto dalla normativa, i dati della rete provinciale sono stati raggruppati per zona e per agglomerato: tutti i dati orari e/o giornalieri raccolti dalle stazioni di monitoraggio presenti nella stessa Zona (vedi tabella 5 pag. 28) sono stati mediati ricavandone quindi una serie di dati rappresentativi per la Zona A, per l'agglomerato di Modena, per l'Agglomerato del distretto ceramico e, infine, per la Zona B, su cui successivamente sono state effettuate le diverse elaborazioni.

Tale scelta conduce in generale a valori più rappresentativi, se analizzati in un'ottica pianificatoria e di verifica delle azioni intraprese per il miglioramento della qualità dell'aria. I valori di una singola stazione, infatti, spesso risentono di influssi locali, del tutto o in parte contingenti, che non sempre si prestano a queste valutazioni. Questi valori, inoltre, costituiscono la base per associare alle diverse aree del territorio provinciale un diverso rischio di superamento dei valori limite ed eventualmente un diverso riferimento qualitativo in funzione degli obiettivi di uso territoriale che ci si prefigge di realizzare.

Va messo in evidenza che nella Zona B è presente un'unica stazione (Pavullo) in cui tra l'altro si rileva solo una parte degli inquinanti; per tale ragione gli indicatori riportati per questa zona sono rappresentativi della situazione che si riscontra nell'area in cui è collocata la stazione e risentono quindi delle limitazioni sopra riportate. E' da notare inoltre che gli indicatori ottenuti mediando dati provenienti da centraline di tipologie diverse (ad eccezione del massimo assoluto) non sono direttamente confrontabili con quelli ottenuti considerando i dati rilevati in una situazione puntuale; questi ultimi in alcuni casi possono assumere valori più elevati pur non rappresentando una situazione di una maggior criticità.

Per comprendere le elaborazioni effettuate, nel glossario sono riportate le definizioni relative alle grandezze statistiche utilizzate e ai termini riportati dalla normativa.

Dati rilevati nell'anno 2002

L'analisi dei dati rilevati nell'anno 2002 nelle zone e negli agglomerati della Provincia di Modena viene effettuata integrando diverse elaborazioni quali:

- ✓ le concentrazioni: valori medi, valori massimi e 98° percentile (95° percentile per le PTS) dei dati rilevati nell'anno e il range di variabilità di ogni indicatore all'interno della zona/agglomerato;
- ✓ gli andamenti temporali: medie mensili, settimana tipica e giorno tipico;
- ✓ confronto con la normativa vigente.

Le elaborazioni sono state effettuate sulle medie orarie di CO, NO₂, O₃ e sulle medie giornaliere di SO₂, Benzene, PTS e PM₁₀.

LE CONCENTRAZIONI

Grazie alla sostituzione degli impianti di riscaldamento a gasolio con quelli a gas metano ed alla riduzione del contenuto di zolfo nei gasoli, il Biossido di Zolfo (SO₂) non comporta attualmente situazioni di criticità e negli ultimi anni ha subito una notevole riduzione, passando dai 250 µg/m³, registrati nel 1978, ai 14 µg/m³ registrati nel 1995, valore a cui si sono praticamente assestati i dati negli ultimi anni.

Relativamente agli altri inquinanti, dall'analisi dei dati (figura 6, e 6a) si nota come l'agglomerato del distretto ceramico presenti valori leggermente più contenuti rispetto a quello di Modena ad eccezione delle concentrazioni di polveri sottili che risultano un po' più elevate. Si ritiene comunque che data la diversa tipologia e il numero delle stazioni che concorrono alla media, le due realtà risultino sostanzialmente confrontabili. Per quanto riguarda invece il confronto tra la Zona A e la Zona B, la presenza di una sola stazione a fianco di una strada ad intenso traffico nella Zona B non enfatizza le differenze, sicuramente esistenti, tra le due zone.

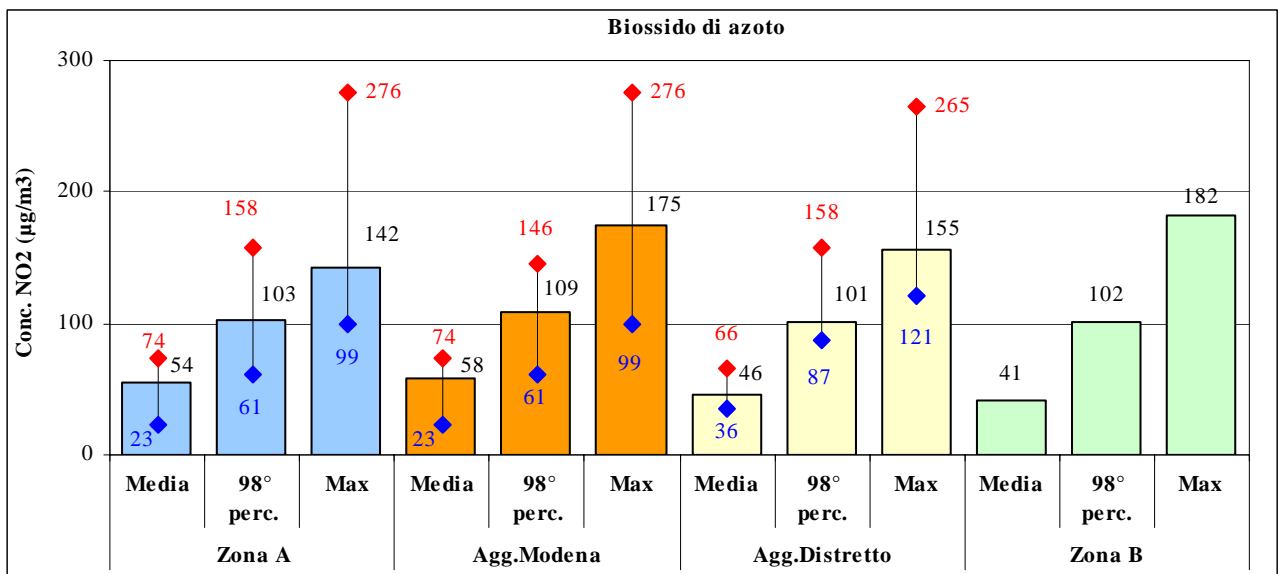
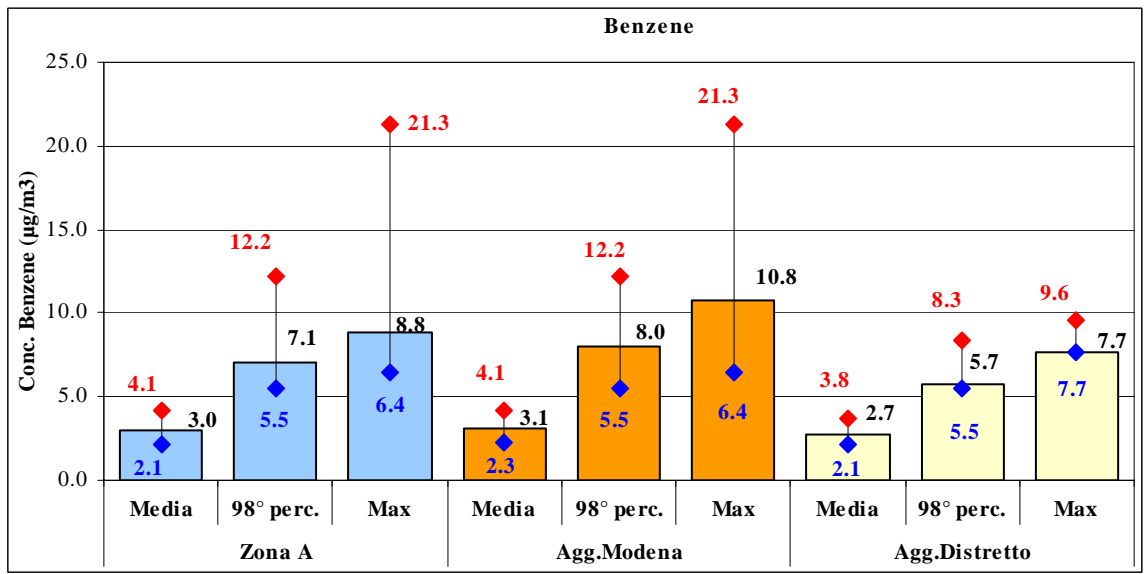
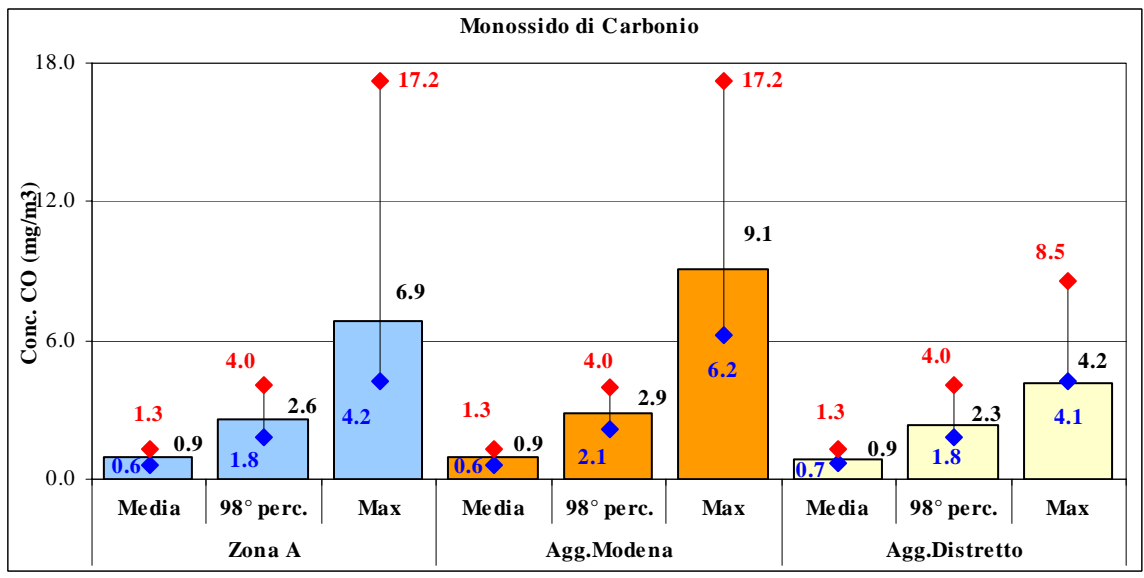


Fig. n° 6: Concentrazioni rilevate nell'anno 2002

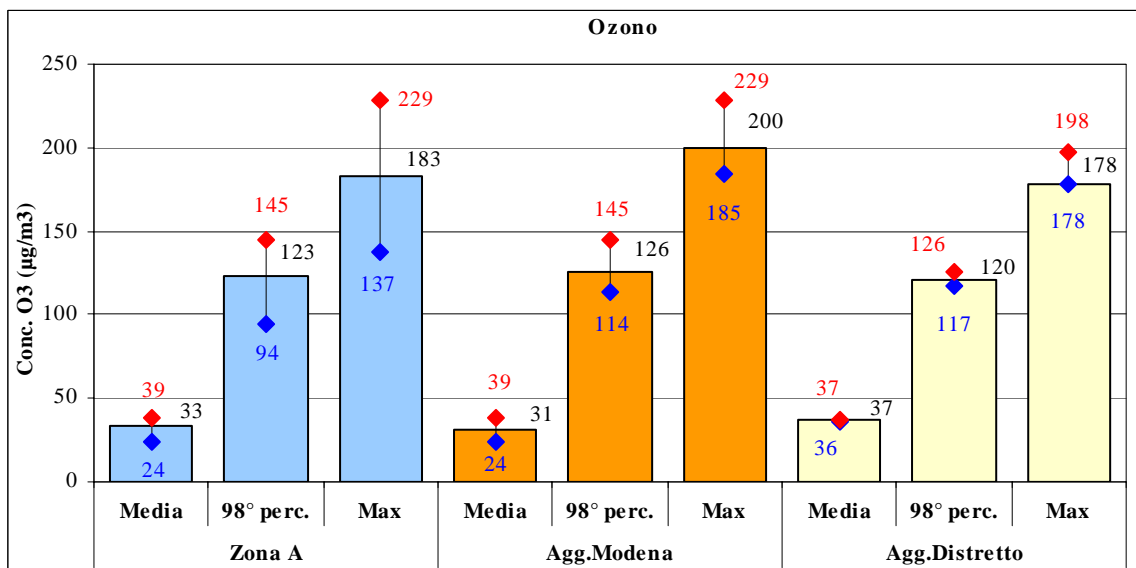
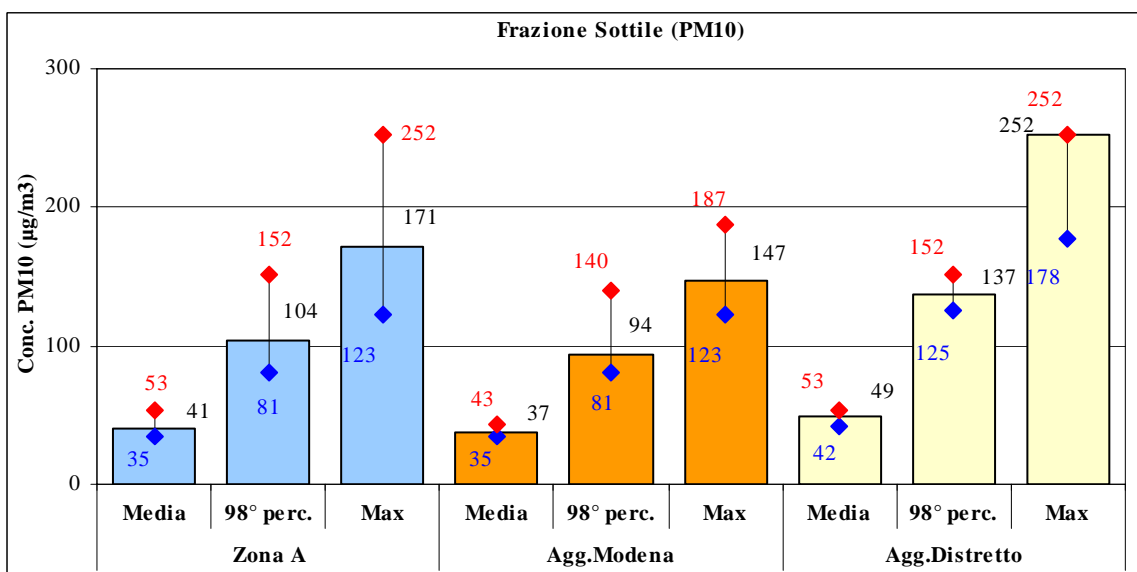
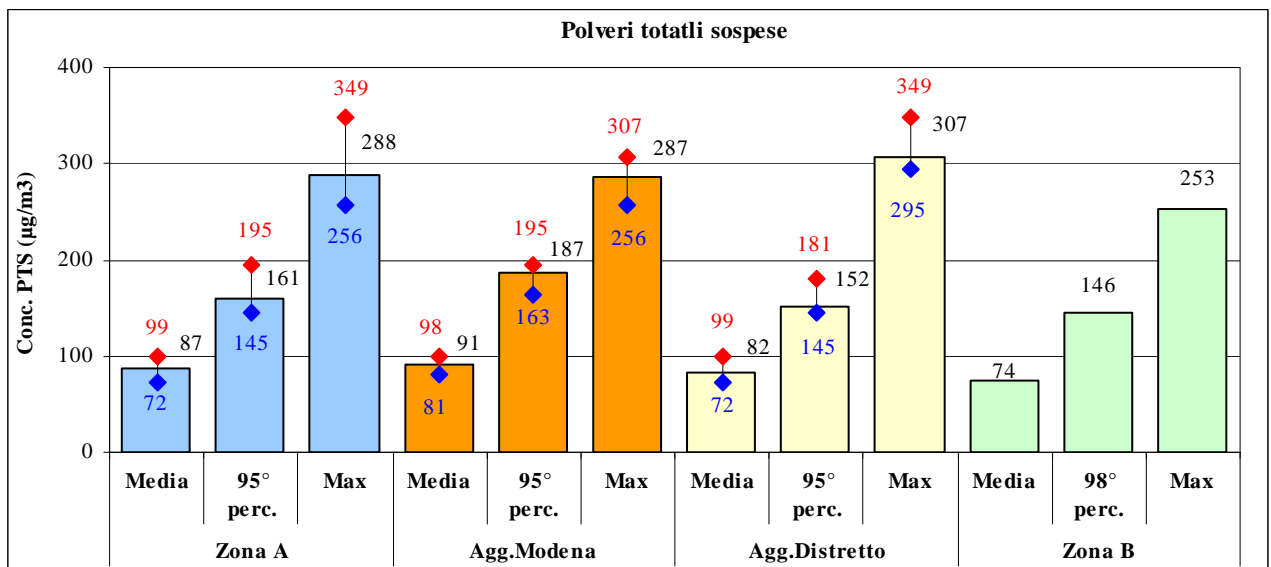


Fig. n° 6a: Concentrazioni rilevate nell'anno 2002

GLI ANDAMENTI TEMPORALI

Le concentrazioni degli inquinanti sono soggette a variazioni temporali legate sia alla variabilità delle sorgenti di emissione, che seguono gli orari delle attività commerciali e lavorative, sia a causa della variabile meteorologica, che presenta ciclicità legate alle fasi giorno/ notte e alle stagioni.

Per evidenziare la variabilità "stagionale" si sono esaminate le concentrazioni medie mensili (figura 7). Tutti gli inquinanti, ad eccezione dell'O₃, inquinante tipicamente estivo, presentano valori maggiori in autunno ed inverno. I mesi più critici sono risultati gennaio, febbraio e novembre, mesi caratterizzati da condizioni meteorologiche particolarmente stabili.

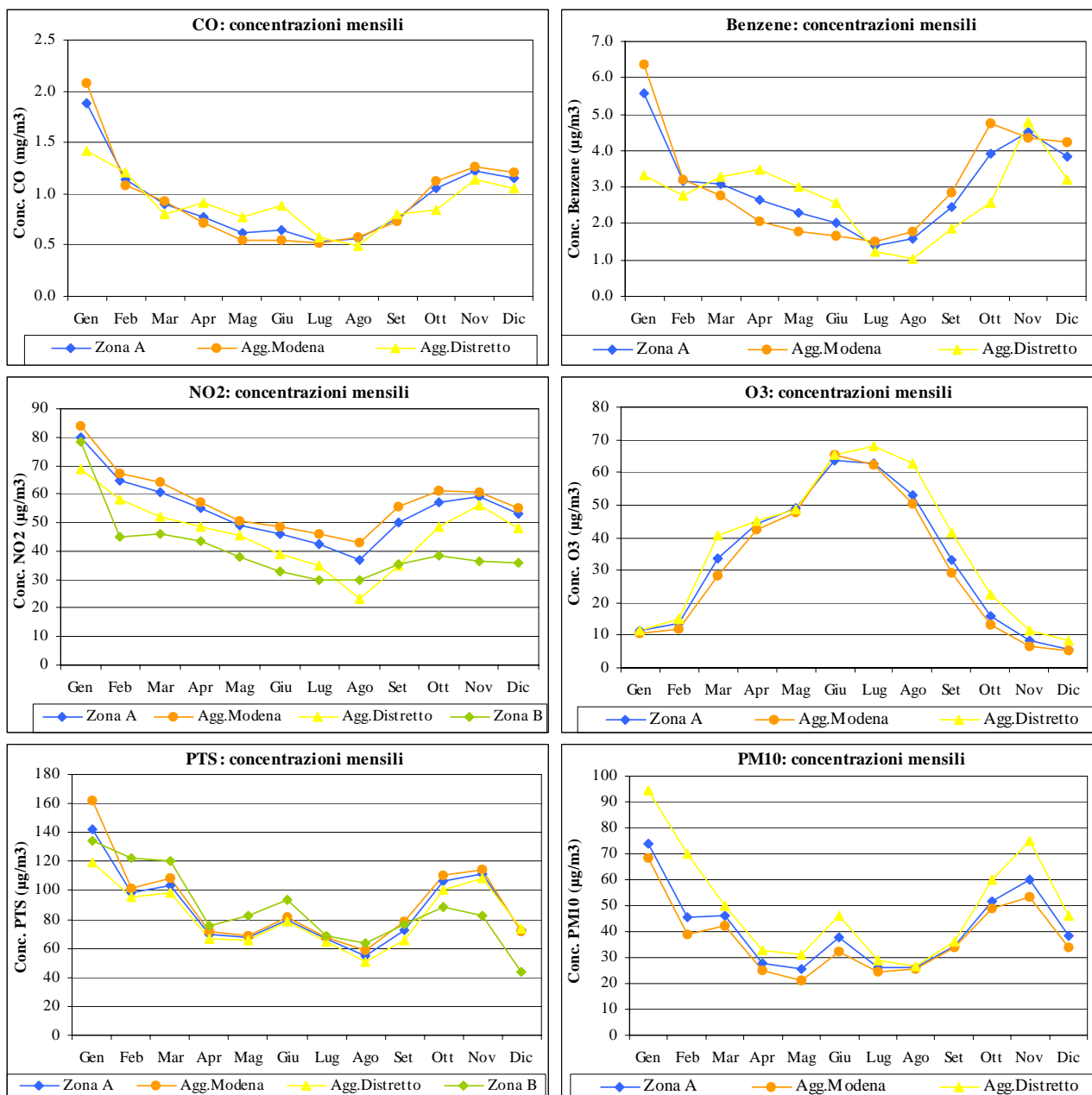


Fig. n° 7: Concentrazioni Medie mensili rilevate nel 2002

Gli andamenti settimanali (figura 8) mostrano concentrazioni pressoché uniformi al variare del giorno della settimana con un calo nelle giornate festive dovuto ad una diminuzione consistente del traffico autoveicolare, più evidente per l'NO₂ rispetto agli altri inquinanti analizzati. L'unica eccezione è costituita dalle PTS della Zona B che nella giornata di domenica aumentano a causa del traffico turistico verso la montagna.

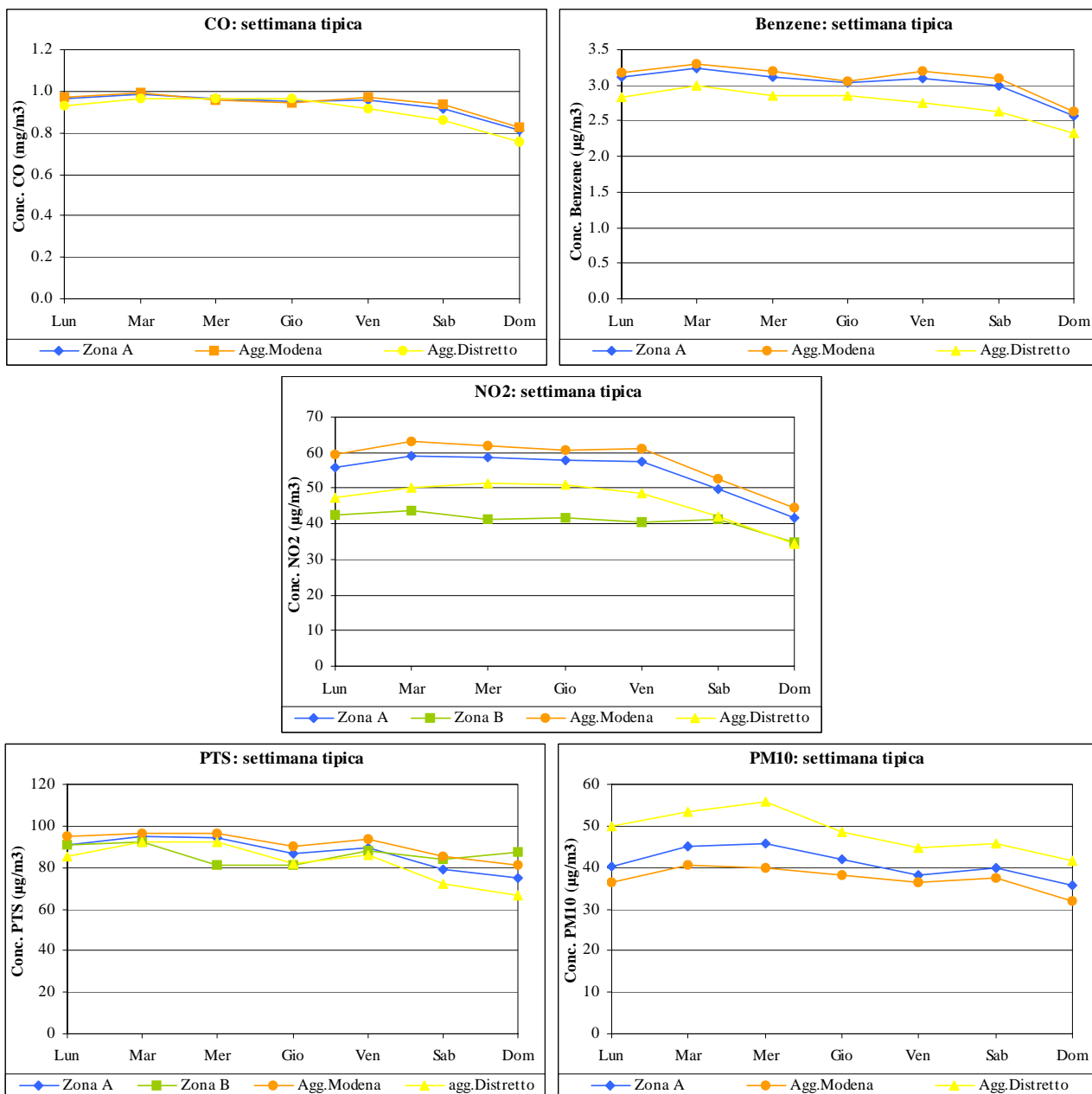


Fig. n° 8: Settimana tipica

La variabilità giornaliera degli inquinanti è stata analizzata, infine, elaborando i giorni tipici (figura 9).

Tale elaborazione è effettuabile solo per i parametri rilevati su base oraria, quindi per il PM₁₀ l'analisi dei dati è stata possibile solo nell' Agglomerato di Modena.

Ad eccezione dell'ozono, il giorno tipico è contraddistinto in tutte le aree dalla presenza di un picco mattutino (ore 8-9) e di un picco massimo serale (19-20), in corrispondenza quindi delle ore di maggiore traffico veicolare in cui contemporaneamente si instaurano condizioni atmosferiche di scarso rimescolamento.

Nelle ore centrali della giornata, invece, in particolare per l'NO₂, l'andamento del giorno tipico si differenzia, infatti la Zona A (che ricordiamo comprende i due agglomerati e la stazione di Mirandola) e soprattutto l'agglomerato del distretto hanno valori simili o superiori a quelli registrati in corrispondenza delle ore più critiche della mattina. Poiché le sorgenti più importanti di NO₂ sono i veicoli diesel, in particolare quelli commerciali, questa differenza può essere determinata dalla tipologia e dall'andamento del traffico che contraddistingue le due aree.

Il giorno tipico dell'ozono è quello caratteristico degli inquinanti di tipo fotochimico per cui le concentrazioni massime si registrano nelle ore centrali della giornata

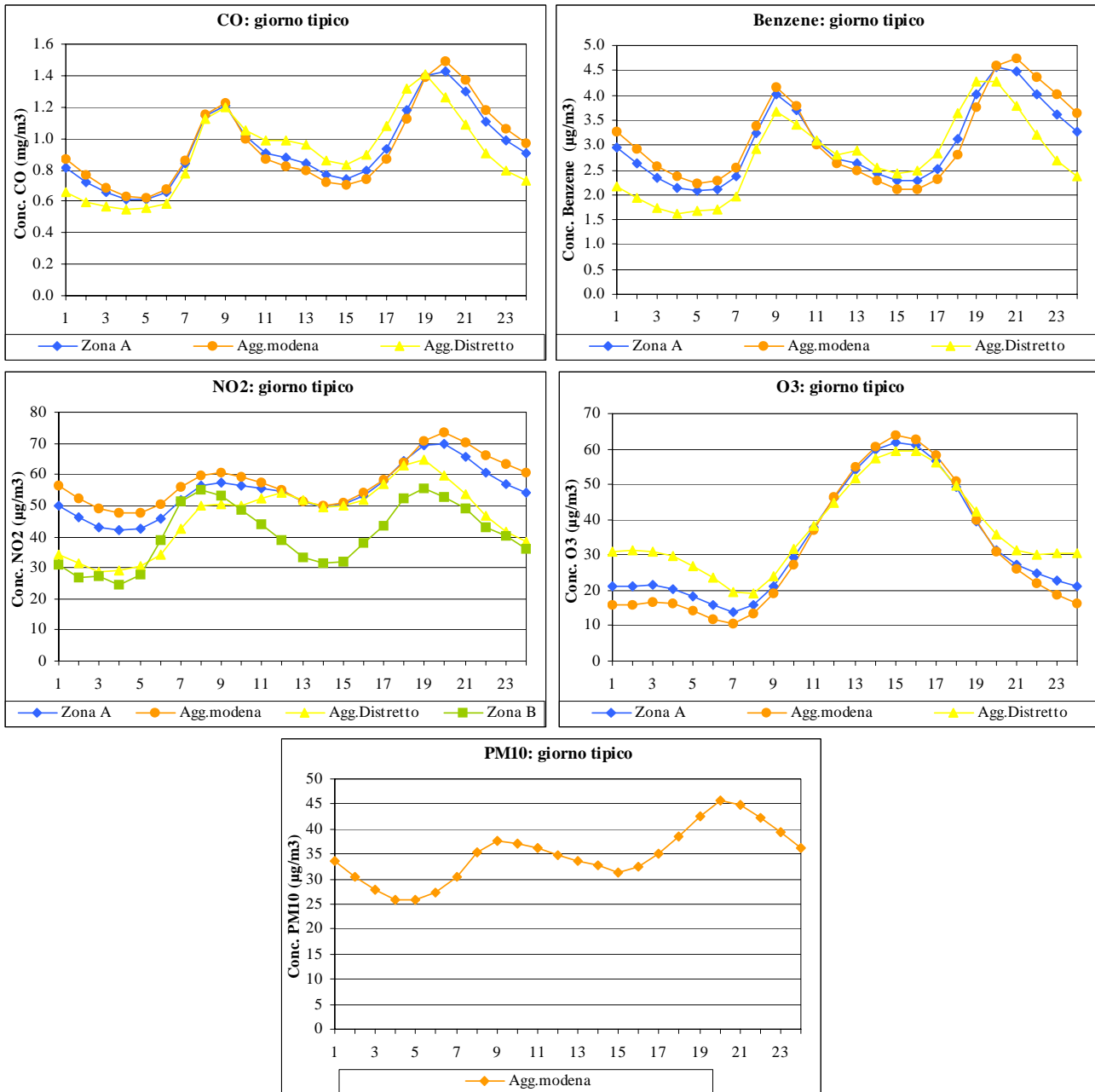


Fig. n° 10: Giorno tipico

CONFRONTO CON LA NORMATIVA VIGENTE

Il DM 60, come riportato in precedenza, ha stabilito i Valori limite da raggiungere al 2005- 2010 e i relativi margini di tolleranza a cui tendere per attuare tali obiettivi.

Tali limiti sono definiti per le zone e gli agglomerati, quindi, anche se la normativa non fornisce indicazioni precise, la Regione Emilia Romagna ha dato l'indirizzo di valutarne il rispetto analizzando il dato medio ottenuto mediando i dati raccolti da tutte le stazioni all'interno della zona esaminata.

La trattazione seguente sarà quindi effettuata considerando i dati medi e confrontandoli con i limiti riportati nella tabella 7.

Relativamente all'ozono, non trattato dal DM 60, si è preso a riferimento il limite definito dalla Direttiva europea 2002/3EC per la protezione a lungo termine della salute non ancora recepito in Italia.

Dalla tabella 8, in cui il colore della cella indica se e quale limite è stato superato, appare chiaro che il PM_{10} rappresenta l'inquinante più critico, infatti il VL definito sulla media giornaliera viene superato in tutte e tre le realtà analizzate; nell'agglomerato del distretto e nella Zona A viene superato anche il margine di tolleranza e il VL definito sulla media annuale. Situazione analoga per l'ozono che si conferma un inquinante problematico su tutto il territorio.

Altro indicatore caratterizzato da diversi superamenti è la media annuale dell'NO₂ che risulta superiore al valore limite nelle due zone e nel distretto ceramico e supera il margine di tolleranza nell'agglomerato di Modena.

Qualità dell'aria	NO ₂ µg/m ³		CO mg/m ³	PM10 µg/m ³		SO ₂ µg/m ³	O ₃ µg/m ³
	media		max media mob 8 h	media		media 24 h	max media mob 8 h
	Oraria da non superare per + 18 volte anno	annua		Giornaliera da non superare per + 35 volte anno	annua		
Livello d'allarme	>400	---	---	---	---	---	---
Sup. margine di tolleranza	>270	>56	>14	>65	>44.8	>125	>120
Entro il margine di tolleranza	201-270	41-56	10.1-14.0	51-60	41-44.8	---	---
Entro il limite previsto al 2005	0-200	0-40	0-10.0	0-50	0-40	0-125	0-110

Tab. n° 7: Valori limite e Valori limite maggiorati del Margini di tolleranza

	NO ₂		CO	PM ₁₀		Benzene	SO ₂	O ₃
	media		max media mob 8 h	media		media annua	media Giornaliera	max media mob 8 h
	oraria	annuale		giornaliera	annuale			
Zona A								
Agg. Modena								
Agg. Distretto								
Zona B								

Tab. n° 8: verifica del rispetto dei Valori limite e dei Valori limite maggiorati del margine di tolleranza.

Relativamente al PM₁₀, al fine di individuare i periodi più critici, è stata analizzata la distribuzione settimanale ed annuale dei superamenti del valore limite giornaliero. Le concentrazioni hanno superato tale limite in particolare nei mesi invernali, gennaio è stato il mese più critico, ma si registrano superamenti anche nei mesi estivi determinati da particolari situazioni meteorologiche (figura 10).

Maggiormente diversificata risulta invece la distribuzione settimanale (figura 10a); tale distribuzione, legata alle attività commerciali ed industriali, presenta per l'agglomerato di Modena e la Zona A un andamento che aumenta all'inizio della settimana, per poi calare nei giorni di sabato e domenica, cosa che non succede per l'agglomerato del Distretto dove anche al sabato si registra un consistente numero di superamenti.

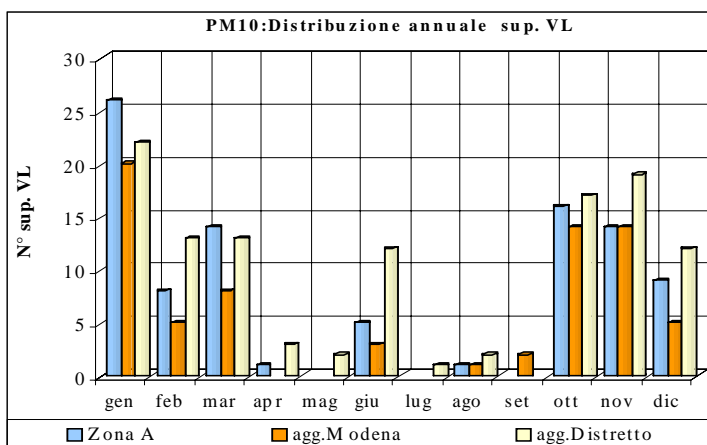


Fig. n° 10 distribuzione annuale delle concentrazioni superiori al VL

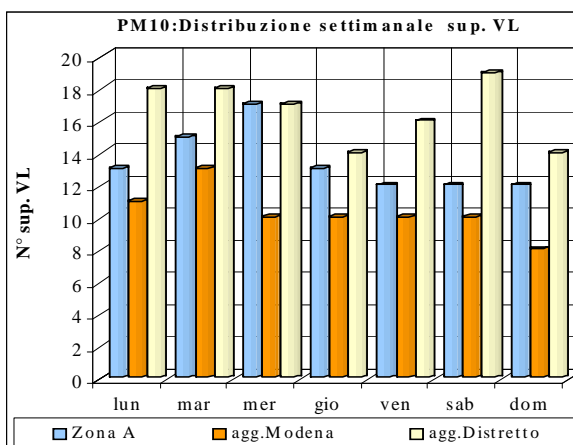


Fig. n° 10a distribuzione settimanale delle concentrazioni superiori al VL

Il confronto con la normativa vigente, oltre ad una analisi rispetto al DM 60, dovrebbe prevedere anche la valutazione degli standard di qualità previsti dal DPCM 28/03/83 e dal DPR 203/88, che nelle disposizioni transitorie previste dal DM 60 rimangono vigenti fino all'entrata in vigore dei nuovi limiti. Poiché questi standard di qualità sono riferiti alle singole stazioni, non si è ritenuto opportuno riportare le relative elaborazioni in questo contesto in cui la trattazione riguarda le zone e gli agglomerati. Queste, analogamente a quelle relative ai livelli di protezione della salute e della vegetazione definiti per l'ozono, verranno perciò riportate nei capitoli di dettaglio relativi alle singole realtà comunali o di distretto.

Evoluzione della qualità dell'aria

L'evoluzione della qualità dell'aria nel tempo è stata studiata sia analizzando i dati raccolti dal 1991 al 2002, sia verificando le tendenze in atto rispetto alla raggiungimento degli obiettivi fissati dal DM 60.

L'evoluzione negli anni è stata effettuata analizzando le concentrazioni medie e il 98° percentile (95° perc. per le PTS) rilevati dal 1991 al 2002 per CO, NO₂, PTS e O₃.

Per il PM₁₀ ed il Benzene si riportano le concentrazioni rilevate dal 1998 al 2002, anche se nei primi due anni per entrambi gli inquinanti la rilevazioni veniva effettuata solo nella stazione di via Nonantolana.

Le concentrazioni riportate in figura 11 e 11a mostrano, per tutti gli inquinanti, ad eccezione dell'Ozono il cui andamento è strettamente legato alla variabilità meteorologiche, un andamento decrescente che tende a stabilizzarsi negli ultimi anni; i valori medi caratteristici degli agglomerati analizzati risultano simili, mentre sono meno confrontabili le due zone esaminate in quanto diversamente rappresentate dal numero di stazioni che concorrono alla media (1 per la Zona B e 15 per la Zona A).

Anche le diversità che si riscontrano tra i dati di benzene rilevati nei due agglomerati sono prevalentemente dovute alla diversa tipologia delle stazioni che concorrono alla media: il dato del distretto ceramico è infatti praticamente costituito dalla stazione di Maranello, di fondo urbano, che è l'unica con un numero sufficiente di dati.

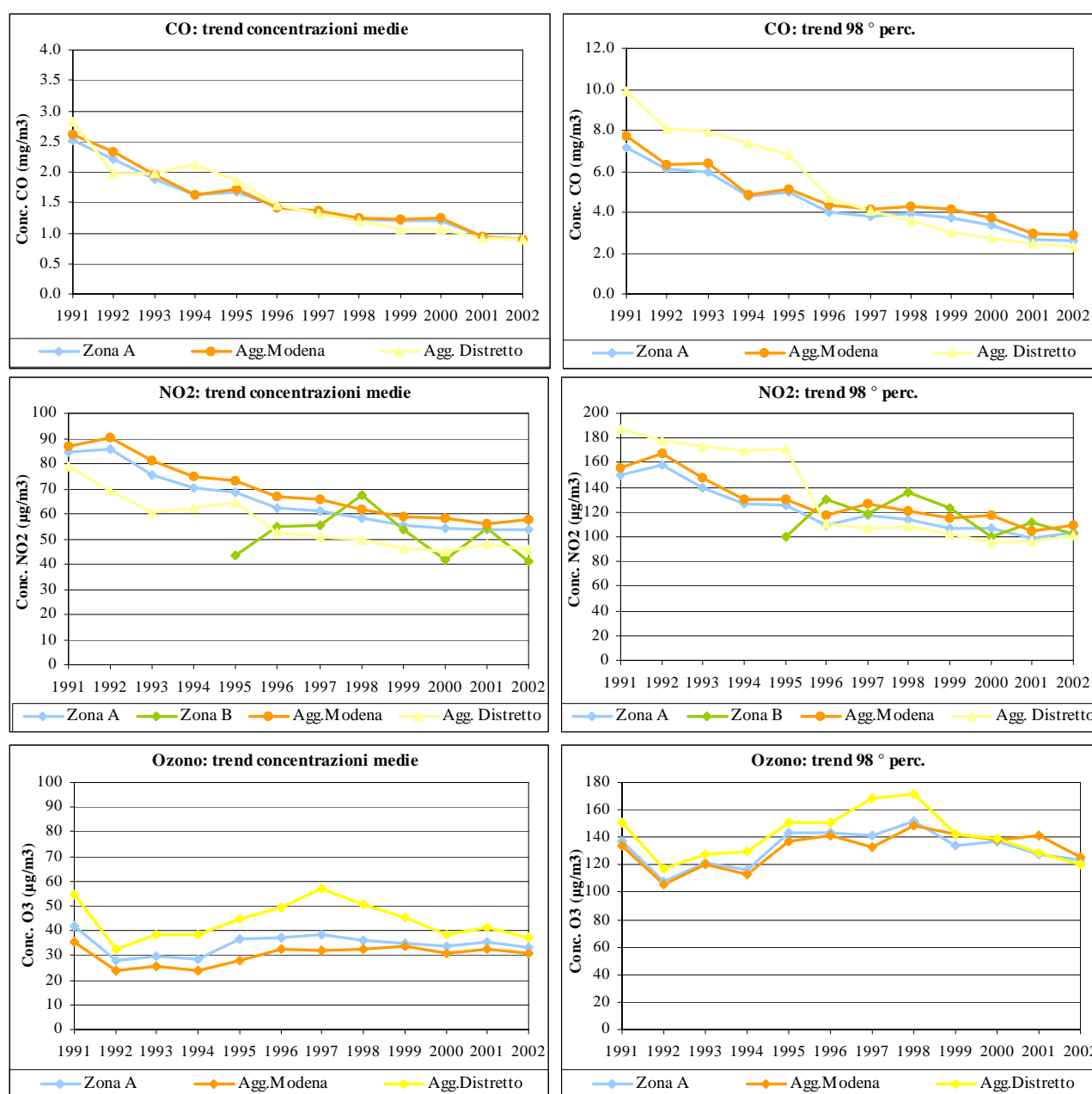


Fig. n° 11: Trend dei percentili e delle concentrazioni medie annuali

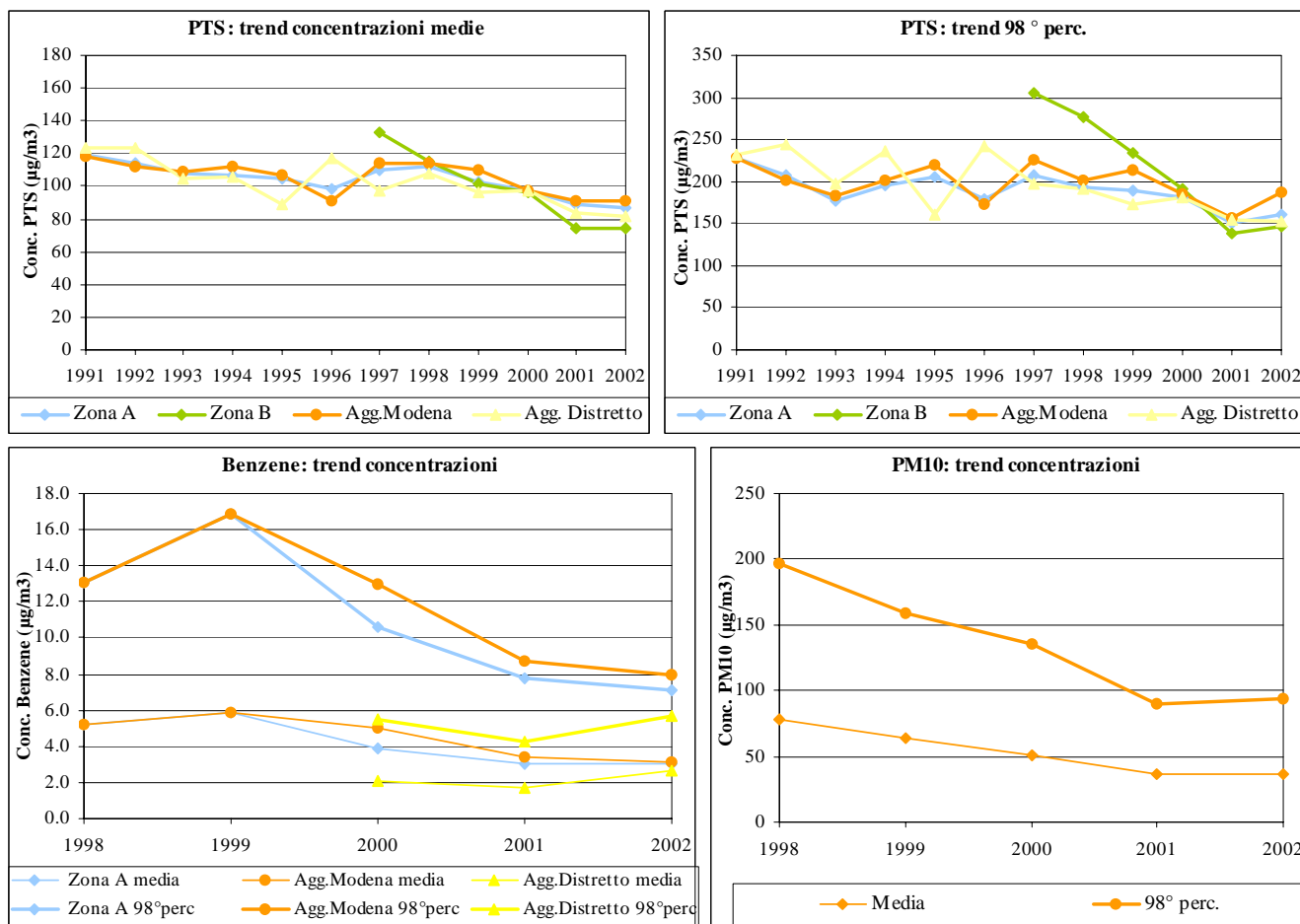


Fig. n° 11a: Trend dei percentili e delle concentrazioni medie annuali

Per completare l'analisi precedente, si è effettuato un approfondimento relativamente alle criticità che emergono a seguito del recepimento in Italia delle direttive europee, in modo da valutare quali inquinanti presentano allo stato attuale concentrazioni che richiedono azioni tese alla loro riduzione.

Tale valutazione è stata effettuata rielaborando i dati di concentrazione di CO e NO₂ raccolti dal 1995 ad oggi in base ai parametri indicati dalla nuova normativa.

Per PM₁₀ e Benzene, pur non disponendo ancora di serie storiche significative per tutte le aree in esame, sono state riportate le elaborazioni relative ai due agglomerati, precisando che i dati dei primi due anni sono relativi ad una sola stazione.

Oltre ai valori medi delle aree si sono riportati, dove possibile (zone o agglomerati in cui sono collocate più stazioni di monitoraggio), anche i valori minimi e massimi rilevati dalle stazioni fornendo così una indicazione sulla variabilità dei dati nell'ambito territoriale di interesse.

Dall'analisi dei grafici di figura 12 emergono valori medi di CO inferiori al valore limite in tutte gli agglomerati e le zone considerate; emerge inoltre una discreta variabilità territoriale, riscontrabile dall'intervallo fra la media più alta (stazione più critica) e la media più bassa (stazione meno critica), sia all'interno dell'agglomerato di Modena che nella Zona A.

Anche per il Benzene (figura 13), i valori degli ultimi tre anni sono inferiori al VL stabilito per il 2005.

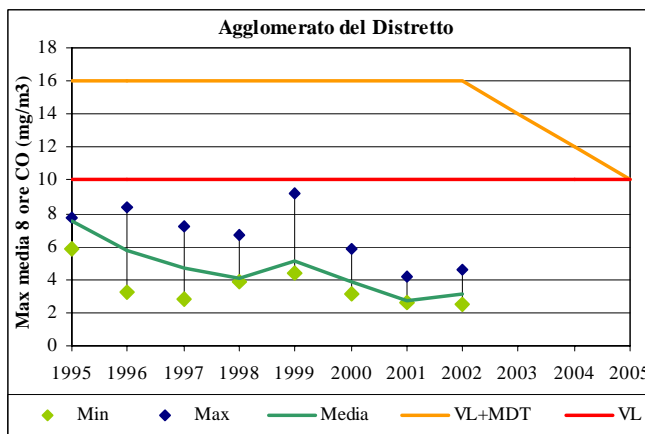
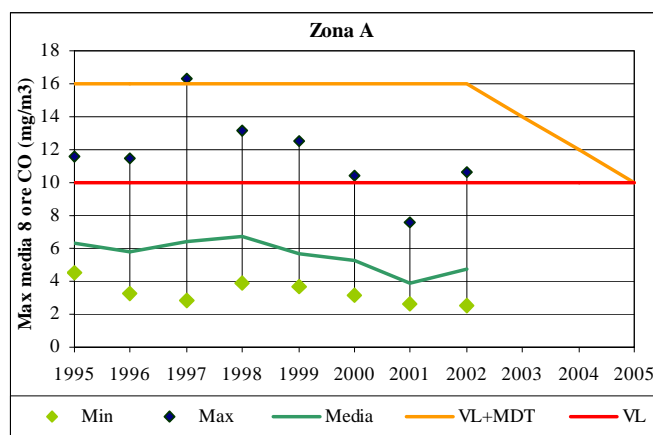


Fig. n° 12: CO - massima media mobile 8 ore: confronto con VL e VL+MDT

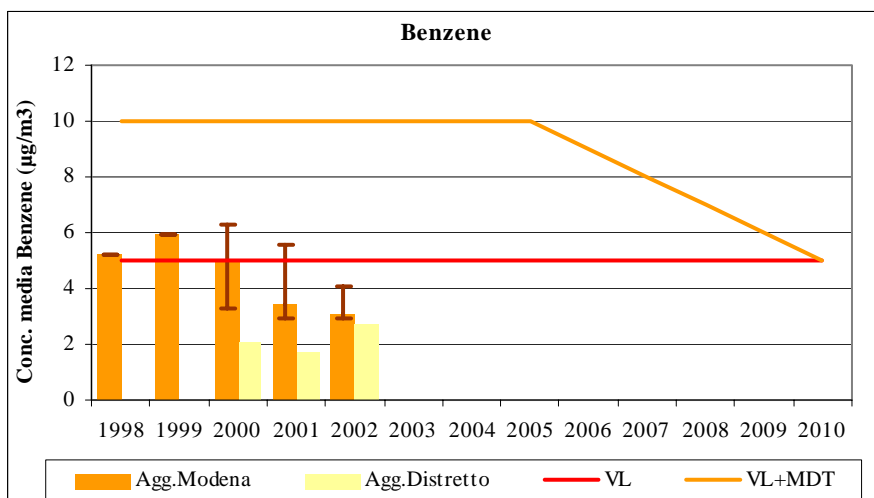


Fig. n° 13: Benzene - media annuale: confronto con VL e VL+MDT

Sebbene per entrambi gli inquinanti si presentino ancora valori puntuali maggiori del Valore Limite, le tendenze attuali fanno ritenere raggiungibile l'obiettivo fissato per il 2005.

La situazione si presenta più critica l'NO₂ (figura 14), infatti i valori medi si collocano tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza, inoltre anche in questo caso la variabilità territoriale è tale per cui nell'agglomerato di Modena e nella Zona A vi sono stazioni che superano il margine di tolleranza. Per tale ragione, seppur in presenza di un trend positivo, il raggiungimento di questo obiettivo appare ancora critico.

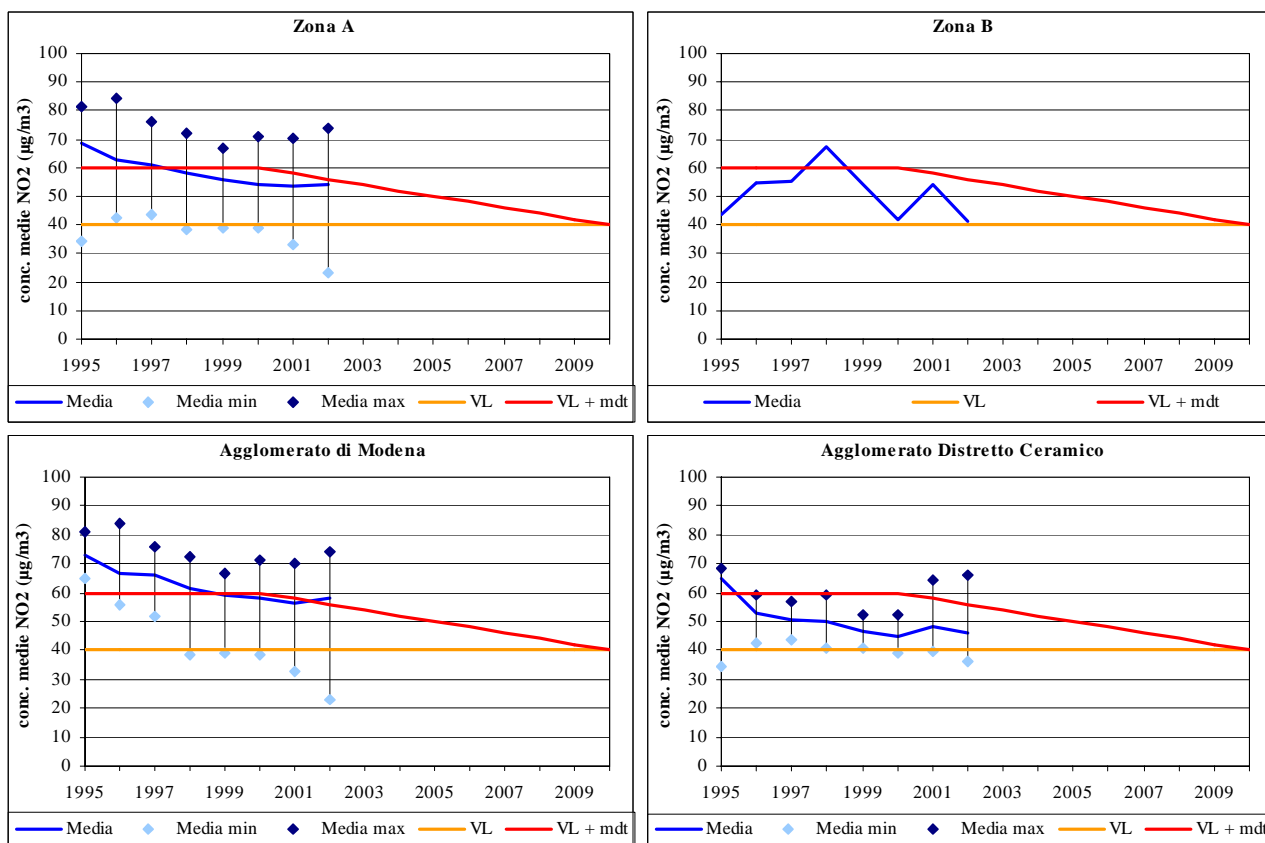


Fig. n° 14: NO₂ - media annuale: confronto con VL e VL+MDT

La situazione evidenziata nella Zona B e nell'agglomerato del distretto ceramico è leggermente meno critica in quanto lo scarto rispetto all'obiettivo da raggiungere è meno elevato. Anche in questo caso comunque è necessario consolidare e migliorare i risultati fino ad ora ottenuti.

Relativamente al limite fissato per l'NO₂ sulla media oraria, la situazione che si riscontra in Provincia di Modena è tale da ritenere il rispetto dell'obiettivo, fissato in 18 superamenti in un anno, già consolidato: infatti, il numero di superamenti, già dal 1999, è sceso al di sotto delle dieci unità.

L'analisi delle concentrazioni di PM₁₀ evidenzia per l'Agglomerato del distretto ceramico superamenti sia del limite definito per la media annuale (figura 15) che di quello definito per la media giornaliera (figura 15a); la normativa infatti stabilisce che per quest'ultimo parametro il VL ed il VL+MDT non possono essere superati per più di 35 volte in un anno. Anche per l'agglomerato di Modena tale limite non viene rispettato.

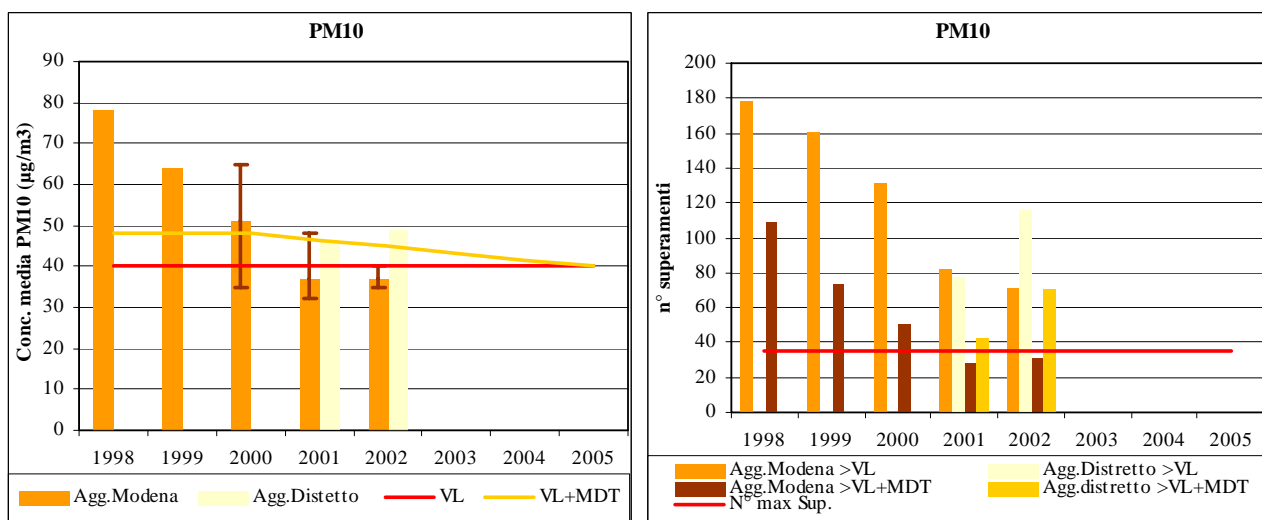


Fig. n° 15: PM₁₀ - media annuale confronto con i limiti normativi

Fig. n° 15a: PM₁₀ - media giornaliera: N° sup. VL e N° sup. VL+MDT

Le campagne di monitoraggio

Idrocarburi Policiclici Aromatici

Nel corso del 2002 sono state eseguite campagne di indagine per la determinazione degli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) nella provincia di Modena ed in particolare nei comuni di Modena (Staz. Giardini e Nonantolana), Carpi (Staz. Carpi1) e nel Distretto Ceramico (Postazioni rilocabile SAT).

I risultati di queste campagne di monitoraggio, espressi come valori medi mensili e annuali di benzo(a)pirene in ng/Nm³, sono riportati nella tabella 9.

I dati ricavati dalle determinazioni effettuate con la rilocabile SAT, in questo capitolo vengono attribuiti all'agglomerato del distretto ceramico; l'attribuzione al singolo comune verrà fatta nel capitolo di dettaglio.

Postazione	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Media annuale
Modena-Via Nonantolana	0,3	0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,6	0,8	0,2
Modena-Via Giardini	0,3	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Carpi 1	0,2	0,1	0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	0,4	0,8	0,2
SAT- Distretto ceramico	0,3	0,3	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,07	0,3	0,6	1,4	0,3

Tab. n° 9: IPA espressi come ng/m³ di benzo(a)pirene - Campagne 2002

Analizzando i valori rilevati nelle postazioni di Modena, Carpi e nell'Agglomerato del Distretto, si può ipotizzare che la media annuale si attesti a valori inferiori all'obiettivo di qualità fissato in 1ng/Nm³.

E' possibile, inoltre, fare alcune considerazioni in merito alla stagionalità di tale inquinante: nel periodo primavera/estate, il valore medio del benzo(a)pirene riscontrato nelle diverse località, risulta spesso inferiore a 0.1 ng/Nm³, mentre aumenta man mano che si procede verso la stagione invernale, pur rimanendo ancora decisamente inferiore all'obiettivo di qualità, eccezion fatta per il valore di 1.4 ng/Nm³ riscontrato nel mese di dicembre nell'Agglomerato del Distretto ceramico.

Il confronto dei dati con quelli dell'anno 2001 denota comunque una diminuzione marcata: i valori medi annuali vanno da un decimo (Giardini) a un quarto (Agglomerato Distretto Ceramico) di quelli rilevati in quell'anno.

Benzene

I risultati delle campagne di **Benzene**, relativi alle indagini svolte nel 2002 nei comuni di Modena, Carpi e Sassuolo, poiché si riferiscono ad un elevato numero di postazioni, sono riportati in dettaglio nei capitoli relativi ai singoli comuni. Complessivamente questi dati confermano quanto rilevato dalle rete fissa.

Deposizioni atmosferiche - Rete RIDEP

Con questo termine viene indicato l'insieme dei fenomeni attraverso i quali gli inquinanti allo stato gassoso o particellare vengono trasferiti sulla superficie terrestre, a distanza più o meno elevata dalle sorgenti.

Essi possono depositarsi come tali: **deposizioni acide secche** oppure, quando vengono disciolte in gocce di pioggia, neve o grandine si parla di **deposizioni acide umide**, queste ultime, essendo legate ai fenomeni meteorologici, hanno carattere episodico (si parla genericamente di piogge acide).

L'acqua delle piogge contiene pertanto diverse sostanze chimiche presenti in atmosfera per fenomeni naturali, ma anche composti dovuti a fenomeni di inquinamento in seguito allo sviluppo industriale, all'incremento del riscaldamento domestico e del traffico veicolare.

Sono pertanto da considerarsi prodotti da questi fenomeni le molecole di anidride solforosa, ossidi di azoto, anidride carbonica.

In atmosfera le molecole di anidride solforosa e di ossidi di azoto si trasformano dando origine ad inquinanti secondari: acido nitrico (HNO₃) sotto forma di vapore, acido solforico (H₂SO₄) sotto forma di minuscole goccioline, e particelle di sali solfati e nitrati.

Questi composti sono in gran parte solubili e la loro dissoluzione determina la composizione chimica delle goccioline che si formano per condensazione del vapor acqueo e che costituiscono lo stadio iniziale di formazione delle nubi.

Nel corso della precipitazione, cioè nel percorso della nube al suolo, le goccioline o i cristalli di ghiaccio evaporano parzialmente incorporando via via particelle e specie gassose presenti in atmosfera.

La composizione finale delle gocce che raggiungono il suolo dipende quindi dalla storia della massa di aria in cui la nube è formata e il fattore che influenza principalmente la composizione delle piogge non è il dilavamento dell'atmosfera, ma l'insieme dei processi chimico-fisici che avvengono nella nube stessa.

Per effetto dei venti in alcune nazioni si scaricano le nubi prodotte anche in altri paesi: in Europa le ricadute sono più accentuate in Germania, in Scandinavia, in Polonia e Cecoslovacchia.

Per quanto riguarda l'Italia, la direzione dei venti dominanti e la posizione geografica (separata dalle altre nazioni dalla catena alpina e dai mari) fanno sì che venga trattenuto il trasferimento degli inquinanti verso il nostro paese.

Pertanto l'Italia è responsabile dell'acidità delle proprie piogge.

Negli anni scorsi anche in Italia il problema non era di secondaria importanza, soprattutto a causa dei livelli elevati di concentrazione raggiunti dall'anidride solforosa in atmosfera, oggi sensibilmente diminuita. Non esistono ovviamente mezzi tecnici per intervenire a valle dell'acidificazione di acque e suoli, per cui l'unica soluzione o mezzo valido è la prevenzione del fenomeno attraverso la riduzione e il controllo delle emissioni, soprattutto nel settore dei trasporti che risulta oggi essere la principale fonte di emissioni di ossidi di azoto.

Nella nostra provincia attualmente sono attive due postazioni per la raccolta delle deposizioni umide. Le due stazioni di rilevamento sono localizzate in Modena e Fiorano-Spezzano e fanno parte integrante della Rete di Monitoraggio RIDEP che ha valenza nazionale. Il campionamento si effettua su base settimanale.

L'acidificazione delle piogge è dovuta principalmente all'aumento delle emissioni di componenti gassose in atmosfera come gli ossidi di zolfo (SO_2), e gli ossidi di azoto (NO_x) originati prevalentemente da attività antropiche. Gli indicatori selezionati sono quindi pH, concentrazione di Nitrati, Solfati, Ammonio e Piombo.

In figura 18 e 18a si riportano gli andamenti relativi alle medie aritmetiche dei parametri sopraindicati.

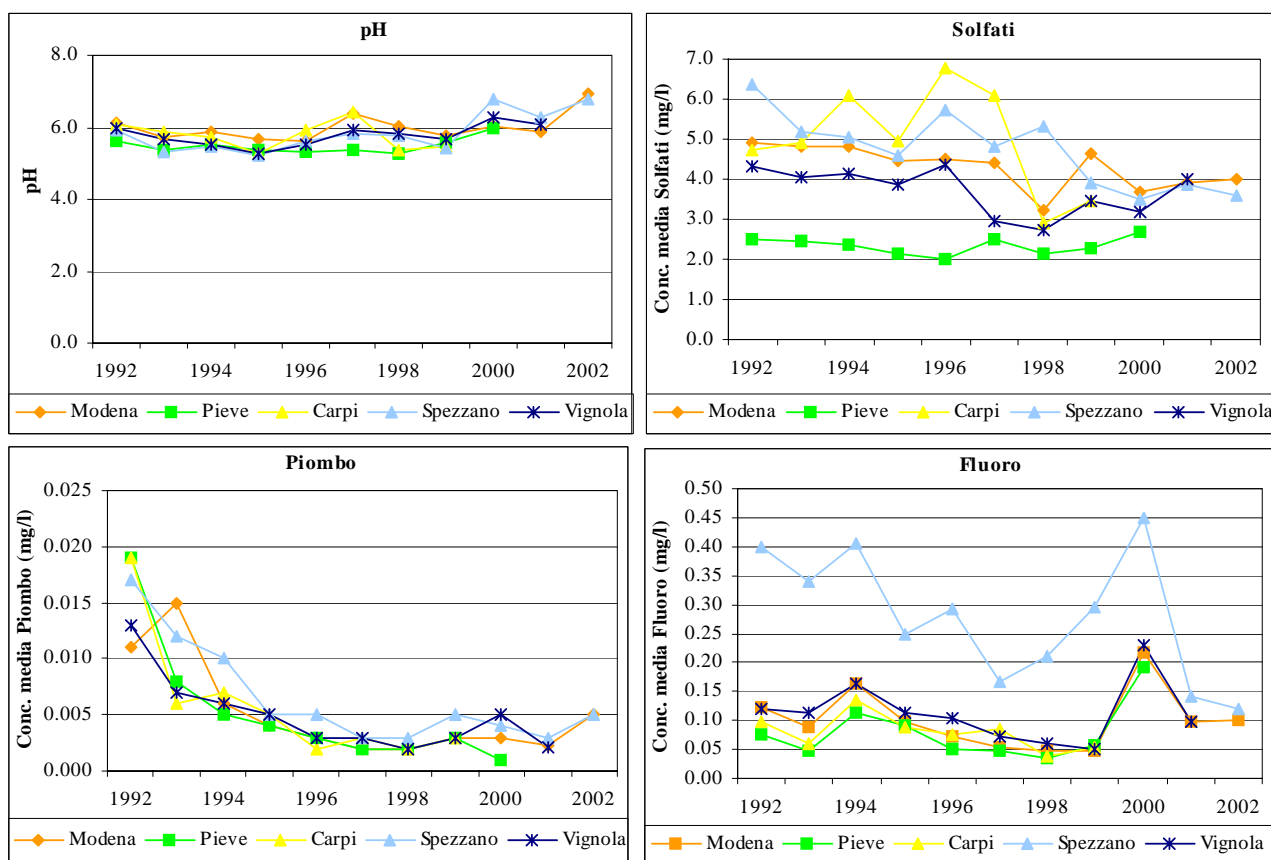


Fig. n° 16: andamento dei valori medi annui

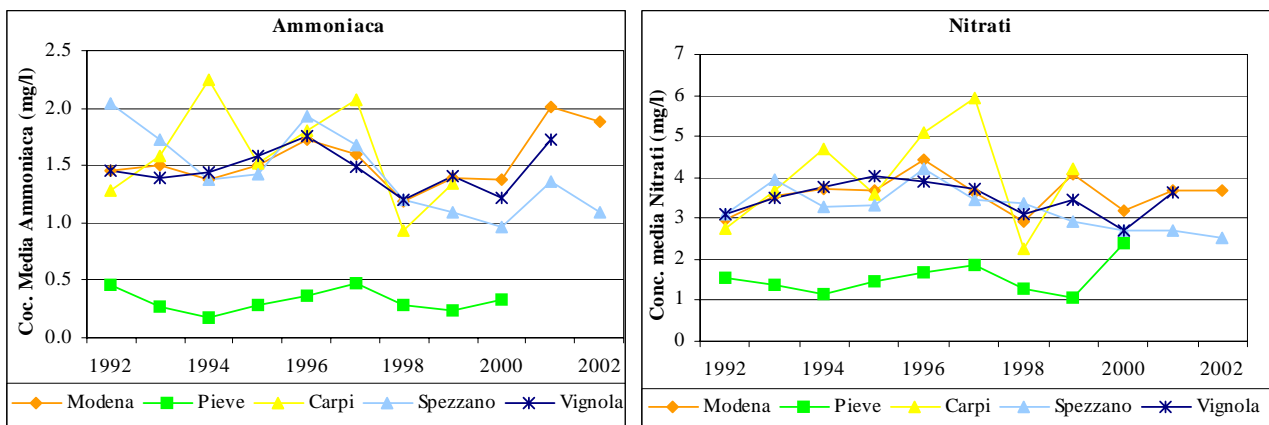


Fig. n° 16a: andamento dei valori medi annui

Il parametro che maggiormente caratterizza le piogge acide è il **pH** che esprime la concentrazione degli ioni idrogeno delle soluzioni acquose: per $\text{pH}=7$ la soluzione è neutra; minore è il valore di pH , maggiore è l'acidità della soluzione.

L'elevata variabilità dei valori di pH è legata al volume ed alla stagionalità delle precipitazioni. Negli ultimi anni si assiste comunque ad un netto innalzamento del pH , ciò indica un miglioramento generale della situazione, con diminuzione anche degli altri parametri di acidificazione cioè nitrati e solfati.

I **solfati**, la cui origine è attribuibile all'emissione di SO_2 che a sua volta viene principalmente prodotta dai processi di combustione dei combustibili di tipo fossile, in cui sono presenti composti dello zolfo, sono andati progressivamente riducendosi nel tempo a seguito della diminuzione del contenuto di zolfo nei combustibili, oltre alla diffusione della metanizzazione.

Il **fluoro**, risulta essere un parametro particolarmente importante in quanto rappresenta un tipico apporto dell'attività ceramica all'inquinamento atmosferico.

Nel tempo infatti, le concentrazioni di fluoro riscontrate nelle acque piovane del comprensorio ceramico (Stazione di Spezzano-Fiorano) sono risultate essere costantemente superiori rispetto alle altre stazioni. Negli ultimi due anni però si è notato un forte calo della concentrazione del fluoro, proprio nella Stazione del comprensorio ceramico.

Campionamento Pollini e Spore Aerodisperse

In Emilia Romagna, dagli anni Ottanta, esiste una rete provinciale di monitoraggio aerobiologico relativa ai pollini allergenici. Questo servizio si è consolidato e perfezionato nel corso degli anni divenendo un riferimento ormai insostituibile sia per pazienti allergici che per medici allergologi. Settimanalmente viene diffuso il "**Bollettino di Pollini**" in punti di ritrovo dei cittadini e nel sito www.arpa.emr.it di ARPA. Inoltre, sulla base di dati osservati e meteorologici, è effettuata la previsione delle concentrazioni polliniche cui dà spazio i mezzi di informazione.

Dal 1995 la lettura è stata allargata ad alcune spore tra cui *Alternaria spp.* il cui interesse in campo allergologico è crescente, specialmente in età pediatrica, tuttavia si possono prevedere proficue applicazioni anche in campo fitopatologico.

Nella tabella riassuntiva seguente vengono evidenziati i seguenti dati:

- Elenco della principali famiglie vegetali riconosciute in ordine di comparsa del polline in atmosfera;
- Giorno d'inizio della fioritura (intesa come il giorno in cui è stato emesso l'1% dei granuli);
- Giorno di massima fioritura (granuli / mc);
- Giorno di fine fioritura (intesa come il giorno in cui è stato emesso il 99% dei granuli);
- Concentrazione di granuli emessi nel giorno di massima fioritura (granuli/mc);
- Numero totale di granuli emessi nell'anno (n° granuli/mc).

Nel 2002 la fioritura ha avuto inizio precocemente in gennaio con i pollini di Cupressacee, cui presto si affiancano quelli di ontano, nocciolo e tasso. In febbraio le loro concentrazioni aumentano bruscamente all'avanzare della stagione e arrivano frassino, olmo e pioppo. Via via si aggiungono altri pollini di alberi quali acero, betulla, carpino nero, quercia, platano che sono assai abbondanti in marzo e aprile.

Famiglie	Essenze	Giorno inizio fioritura	Giorno max fioritura	Giorno fine fioritura	Pollini/mc nel giorno di max fioritura	N° di granuli pollinici totali nell'anno
Pollini						
Cupressacee-Taxacee	Tasso, Cipresso.	21-gen	23-feb	26-ott	138	4814
Betulacee	Betulla, Ontano.	28-gen	19-feb	18-giu	41	1359
Corylacee	Nocciolo, Carpino, Ostria.	28-gen	30-mar	15-mag	189	2559
Aceracee	Acero.	02-feb	13-mar	21-mar	23	218
Ulmacee	Olmo, Bagolaro.	12-feb	27-feb	21-apr	38	649
Oleacee	Ulivo, Ligustro, Frassino.	14-feb	27-feb	17-giu	20	1139
Salicacee	Pioppo, Salice.	16-feb	08-mar	02-apr	186	2310
Fagacee	Quercia, Faggio, Castagno.	09-mar	26-apr	18-lug	76	2747
Platanacee	Platano.	16-mar	28-mar	20-apr	352	5375
Pinacee	Cedro, Pino, Abete, Larice.	19-mar	29-mar	02-nov	33	708
Graminacee	Graminee.	30-mar	13-mag	18-set	136	5663
Urticacee	Urtica, Parietaria.	09-apr	23-apr	30-set	210	11075
Composite	Ambrosia, Artemisia, altre.	02-mag	30-ago	04-ott	48	708
Plantaginacee	Lingua di cane.	12-mag	03-ago	06-set	22	648
Cheno-amar	Amaranto, barbabietola	25-mag	29-ago	13-ott	55	555
Altri		19-feb	19-mag	25-ott	57	1592
Tot. Pollini		21-gen	01-apr	26-ott	913	42821
Spore						
Stemphylium		03-feb	20-ago	26-nov	15	1307
Alternaria		10-mar	30-ago	05-nov	372	21285

In questo momento, la pioggia pollinica è fitta e varia e, a poco a poco, compaiono in aria anche i pollini delle piante erbacee. Essi diventano dominanti grazie alle graminacee in maggio. In questo periodo, tra le piante legnose, hanno ancora una certa rilevanza i pini e, in giugno-luglio, il castagno. Intanto, iniziano già a fiorire le urticacee che domineranno la pioggia pollinica fino settembre, accompagnate da varie altre erbe tipicamente a fioritura estiva come le composite quali ambrosia e artemisia, chenopodi e piantaggini. Infine, la concentrazione si affievolisce e, nell'ultimo periodo dell'anno, è diffuso in aria soprattutto il polline dei cedri, alberi sempreverdi esotici che, con l'abbondante produzione di strobili maschili, spargono a terra il tappeto autunnale della loro polvere gialla.

Rispetto all'anno precedente, nel complesso la pollinazione nel 2002 è stata più abbondante: circa 48.000 pollini/mc contro i 38.000 del 2001 riattestandosi sui livelli del 2000. La stagione caldo-umida ha favorito l'aumento della concentrazione pollinica in atmosfera che tuttavia, per le abbondanti piogge, non ha raggiunto i picchi di massima giornalieri del 2001, distribuendosi in modo più uniforme durante tutto l'arco della stagione pollinica. A fronte di un leggero calo di pollini di Graminacee, rispetto l'anno prima, si è notato un cospicuo aumento di granuli di Cipresso -Tasso e di Urticacee in particolare Parietaria. I grafici sotto riportati sintetizzano il periodo di fioritura delle principali famiglie polliniche e spore:

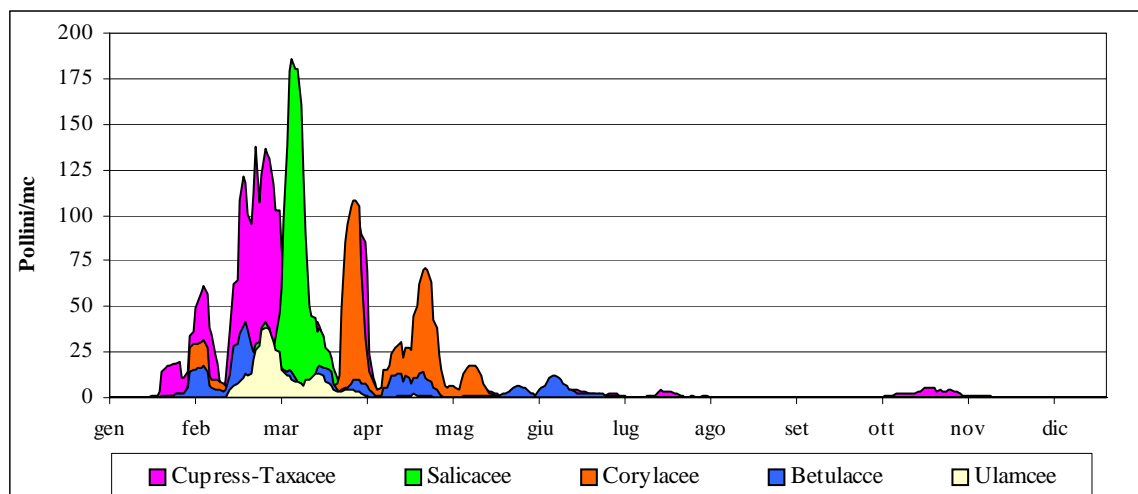


Fig. n° 17: Distribuzione annuale di alcuni pollini invernali-primaverili

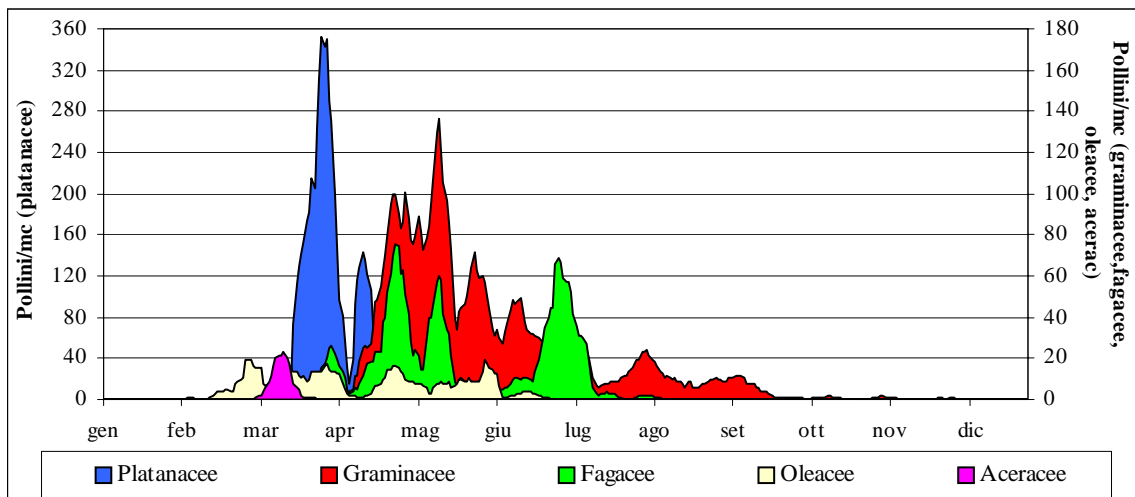


Fig. n° 18: Distribuzione annuale di alcuni pollini primaverili-estivi

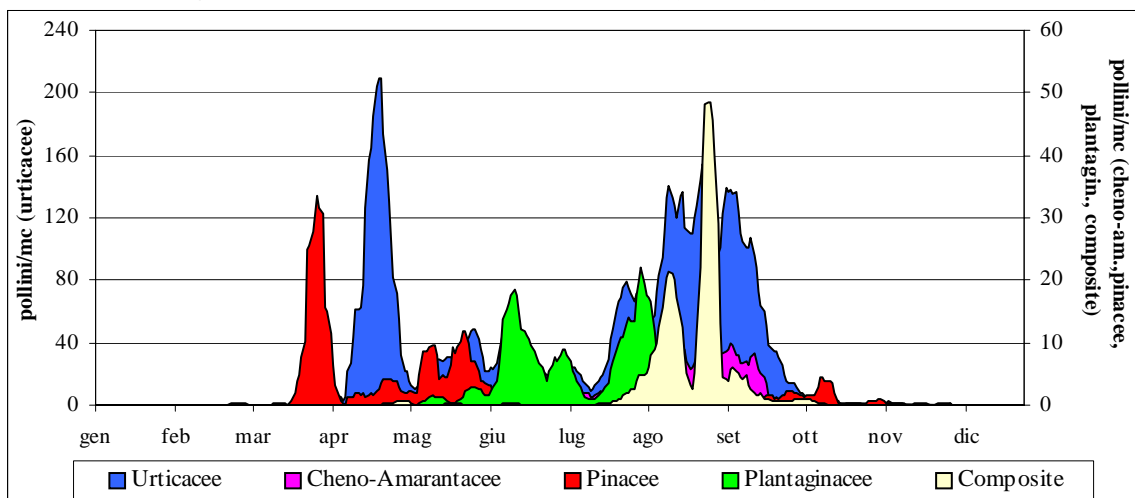


Fig. n° 19: Distribuzione annuale di alcuni pollini estivo-autunnali

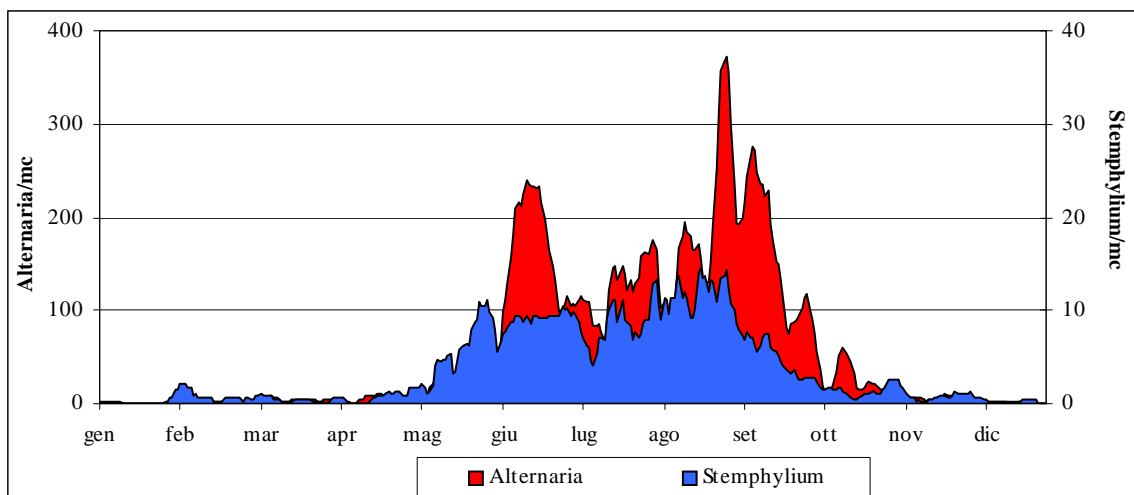


Fig. n° 20: Distribuzione annuale delle spore fungine

Test di mutagenesi ambientale

E' ormai noto come le polveri aerodisperse possano arrecare danno alla salute sia per azione diretta, alterando la fisiologia respiratoria, sia veicolando sostanze nelle parti profonde dell'apparato respiratorio, tra cui molecole in grado di provocare alterazioni del DNA: azione indiretta.

Per una migliore definizione della Qualità Ambientale è importante e particolarmente significativa la valutazione della genotossicità del particolato atmosferico. Questo permette di stimare il "carico genotossico ambientale" e il conseguente rischio a cui è sottoposta la popolazione in area urbana derivante dall'esposizione cronica a miscele complesse di sostanze presenti in atmosfera in grado di agire anche a basse concentrazioni.

I principali mutageni presenti nell'aria sono: Benzene, Idrocarburi policiclici aromatici (IPA), Idrocarburi alogenati.

Queste sostanze si associano alle polveri sospese. In particolare il maggior rischio per la salute umana è associato alle polveri fini (P.M 2.5) in quanto meglio in grado di penetrare in profondità nell'albero bronchiale eludendo anche i meccanismi di difesa umani.

Arpa- Emilia Romagna si è fatta promotrice nel 1997 della costituzione di una rete regionale di monitoraggio della mutagenicità del particolato aereo in ambiente urbano (unico esempio in Italia).

I dati di questa rete, a cui partecipano le Sezioni di Piacenza, Parma, Modena, Bologna, Ferrara, Forlì, Cesena, Ravenna e Rimini, coordinata dalla Sezione di Parma, risultano di particolare rilevanza applicativa, poiché gli Enti Pubblici preposti possono avvalersi anche di questi dati di tipo biologico come supporto scientifico a provvedimenti contenitivi dell'inquinamento, oltre che per valutarne la validità a posteriori.

Da settembre 2000 si è iniziato, come anche negli altri nodi della rete regionale di monitoraggio della mutagenicità del particolato atmosferico urbano, il campionamento in continuo della frazione PM_{2,5} (particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 µm) essendosi rivelata la più interessante sotto questo aspetto ed essendo la più pericolosa dal punto di vista della salute.

IL TEST DI AMES

E' generalmente accettato che i tumori siano malattie ad eziologia genetica cioè dovuti ad alterazioni del DNA per cause diverse. Il test di Ames, il test di mutagenesi più utilizzato al mondo per screening genotossicologici, ha evidenziato una correlazione tra mutageni e cancerogeni pari a circa il 60-80%.

I test da noi utilizzati per la valutazione dell'attività sul DNA indotta dagli xenobiotici sono test a breve termine che vengono effettuati su due ceppi di *Salmonella typhimurium* TA98 e TA100 con (+) e senza attivazione metabolica esogena. L'utilizzo di due ceppi diversi di Salmonella permette di evidenziare la presenza di sostanze che agiscono con meccanismi differenti, mentre l'esecuzione dei test sia in presenza di sistemi enzimatici epatici (attivazione metabolica esogena) che non, permette di rilevare la presenza sia di sostanze che agiscono sul DNA dopo essere state metabolizzate (mutageni indiretti o promutageni) sia di sostanze con attività mutagena diretta simulando in questo modo l'intervento dell'organismo che può trasformare sostanze potenzialmente innocue in metaboliti mutageni e viceversa.

CAMPIONAMENTO

La valutazione della mutagenicità del particolato dell'aria di Modena è compiuta sulle polveri fini (PM_{2,5}) raccolte su filtri di fibra di vetro mediante pompa a basso volume, in continuo per 24 ore al giorno. In specifico vengono campionati 15-20 litri di aria al minuto: tale volume è comparabile a quello inspirato normalmente da una persona in condizioni di movimento blando.

Il campione mensile è dato dall'insieme dei filtri giornalieri, tale campione viene estratto in opportuni solventi, portato a secco e quindi risospeso al fine di ottenere una conc. di 0.05 Nm³/µl. Si cimenta quindi la sospensione con gli organismi test.

I campioni sono stati raccolti dati dal settembre 2000 al dicembre 2002 presso la stazione di monitoraggio di via Nonantolana nel quartiere Torrenova posta in un quartiere residenziale in prossimità della tangenziale cittadina cioè ad un'area ad elevato traffico veicolare.

I dati possono essere espressi come Fattore di Genotossicità (FG), ottenuto dalla somma degli effetti rilevati da tutti i test eseguiti tenendo conto del rapporto tra i valori dei campioni trattati e del loro rispettivo controllo negativo (figura 21).

Osservando, in generale, l'evoluzione temporale della mutagenicità del particolato atmosferico si riscontra un tipico andamento stagionale con valori più elevati nei mesi autunno-invernali. L'andamento della mutagenicità è in stretta connessione con gli eventi climatici, tra cui si nota una correlazione inversa

con la temperatura. Ciò può essere riconducibile all'interazione tra fattori meteorologici ed aumento delle emissioni dovuto ad un maggior uso degli autoveicoli nella circolazione urbana nei periodi invernali, nonché alla presenza di inquinamento associato al riscaldamento. Si riscontra inoltre una maggiore sensibilità nei test condotti in assenza di attivazione metabolica esogena, indicando una presenza prevalente di molecole ad azione mutagena diretta (quali sono ad es. i nitroderivati degli IPA derivanti dalla combustione).

Considerando l'andamento della mutagenicità e confrontandolo con quello della concentrazione delle polveri fini (PM_{2.5}) e dei principali traccianti d'inquinamento da traffico veicolare (NO₂ e CO), si può constatare che, in linea di massima, sono simili e che esiste una buona correlazione. Tuttavia bisogna tenere presente che i fattori che determinano la mutagenicità del particolato atmosferico urbano sono estremamente complessi. Il fattore di mutagenicità, infatti, esprime gli effetti sinergici dei diversi inquinanti ambientali che si estrinsecano nel metabolismo e negli organismi biologici in generale.

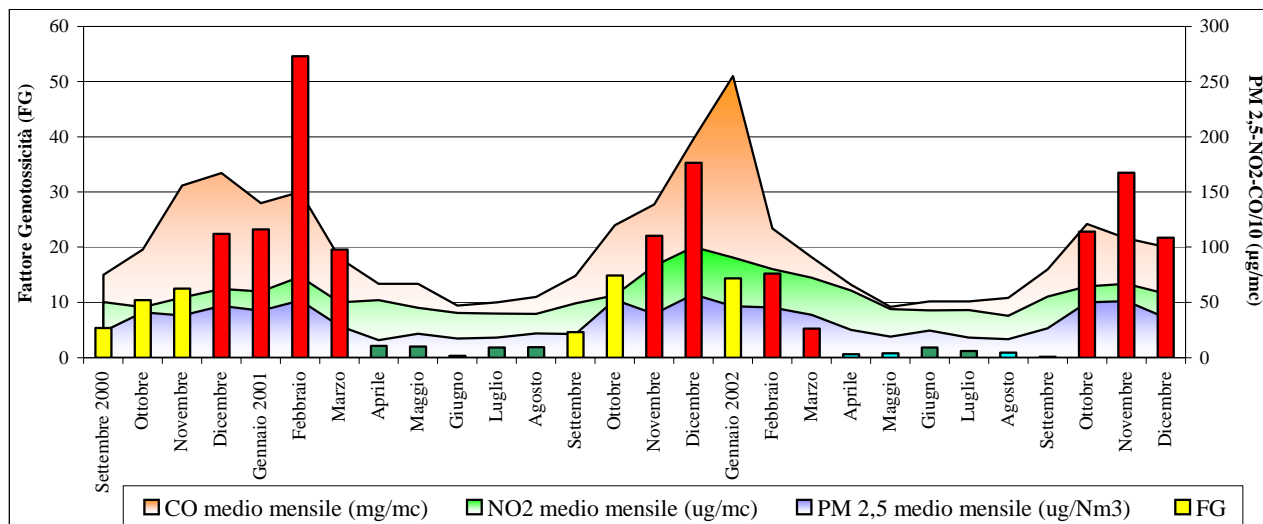


Fig. 21 Fattore di Genotossicità per mese in relazione ad alcuni inquinanti atmosferici

Range FG	Giudizio
0.0 - 1.4	negativo
1.5 - 2.9	debolmente positivo
3.0 - 14.9	positivo
≥ 15	fortemente positivo

Intervalli di positività del Fattore di Genotossicità calcolato in base a tutti i test eseguiti sui ceppi TA98 e TA100 di *Salmonella typhimurium* con e senza attivazione metabolica esogena.

Conclusioni

I dati rilevati nell'anno 2002 confermano una sostanziale stazionarietà delle concentrazioni rispetto al 2001 e risultano simili nelle diverse zone esaminate.

In particolare, l'agglomerato del distretto ceramico presenta valori leggermente più contenuti rispetto a quello di Modena ad eccezione delle concentrazioni di polveri fini che risultano un po' più elevate. Si ritiene comunque che, data la diversa tipologia e il numero delle stazioni che concorrono alla media, le due realtà risultino sostanzialmente confrontabili. Per quanto riguarda invece il confronto tra la Zona A e la Zona B, la presenza di un sola stazione a fianco di una strada ad intenso traffico nella Zona B non enfatizza le differenze, sicuramente esistenti, tra le due realtà.

Il confronto con gli obiettivi fissati dalla nuova normativa conferma la criticità del PM₁₀; infatti, il VL definito sulla media giornaliera viene superato in tutte e tre le realtà analizzate (94 superamenti nella Zona A, 72 superamenti nell'agglomerato di Modena, 116 nel distretto ceramico); nell'agglomerato del distretto e nella Zona A viene superato anche il margine di tolleranza (40 superamenti nella Zona A, 70 nel distretto ceramico) e il VL definito sulla media annuale. Situazione analoga per l'ozono che si conferma un inquinante problematico su tutto il territorio.

Anche l'NO₂ è caratterizzato da valori medi che si collocano tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza e nell'agglomerato di Modena viene superato anche quest'ultimo valore. Per tale ragione, seppur in presenza di un trend positivo, il raggiungimento di questo obiettivo appare ancora critico.

Meno problematica la situazione relativa a CO e Benzene, in quanto, sebbene per entrambi gli inquinanti si presentino ancora valori puntuali maggiori al valore limite, le tendenze attuali fanno ritenere raggiungibile l'obiettivo fissato per il 2005.

Le campagne di monitoraggio degli IPA nelle postazioni di Modena, Carpi e nell'Agglomerato del Distretto fanno presupporre ad un sostanziale rispetto dell'obiettivo di qualità fissato dalla normativa italiana. Analogο discorso risulta valido anche per i dati raccolti nelle campagne di monitoraggio del benzene, a convalida di quanto rilevato dalla rete fissa

La conferma di una riduzione dell'inquinamento negli anni viene anche dall'analisi dei dati delle deposizioni atmosferiche: negli ultimi anni si assiste infatti ad un netto innalzamento del pH, ciò indica un miglioramento generale della situazione, con diminuzione anche degli altri parametri di acidificazione cioè nitrati e solfati.

Anche le concentrazioni di fluoro nel comprensorio ceramico, che risultavano costantemente superiori rispetto alle altre stazioni, negli ultimi due anni sono caratterizzate da valori paragonabili alle stazioni di Modena a testimonianza del forte calo delle emissioni di questo inquinante nel settore della ceramica determinato principalmente da tre fattori concomitanti; il primo dovuto all'utilizzo di materie prime con minor contenuto di fluoro, il secondo dovuto da una miglior efficienza depurativa e terzo dall'introduzione di innovative procedure tecnologiche introdotte nella fase di cottura.

In generale, si può quindi concludere che la qualità dell'aria che caratterizza oggi la nostra provincia è migliore di quella di qualche anno fa, nonostante l'incremento della produzione, del numero di autoveicoli circolanti e dei km percorsi. Questo grazie alle numerose azioni messe in campo sia a livello locale, sia a livello nazionale ed europeo, che hanno indotto l'utilizzo di migliori tecnologie in tutti settori favorendo quindi il contenimento delle emissioni.

La nuova normativa, però, pone obiettivi ancora più stringenti che allo stato attuale richiedono un attento presidio della problematica e la messa in campo di ulteriori azioni finalizzate a consolidare e migliorare i risultati ottenuti.

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELL'AREA ADIACENTE AL TERMOCOMBUSTORE PER RIFIUTI URBANI DELLA CITTÀ DI MODENA

Il termocombustore

L'impianto di incenerimento dei rifiuti urbani è inserito all'interno dell'area industriale di Modena in direzione Nord÷Nord-Est rispetto al centro storico da cui dista circa 4 km in linea d'aria. Questa zona è caratterizzata dalla presenza di numerose industrie di piccole e medie dimensioni.

La attuale capacità di smaltimento dell'impianto è di circa 350 tonnellate/giorno su tre linee.

I fumi provenienti dal processo di combustione prima di esser immessi in atmosfera sono soggetti a vari trattamenti di depurazione.

Il primo avviene, di fatto, direttamente in camera di combustione, dove le alte temperature inibiscono la formazione dei μ -inquinanti organici. Successivamente i fumi passano attraverso un elettrofiltro che assicura l'abbattimento delle polveri leggere ed infine in una torre di lavaggio ad umido nella quale, attraversando in controcorrente una soluzione di acqua e soda, vengono abbattuti i gas acidi.

Nel corso del 2002 sono entrati in esercizio, uno per ogni linea di incenerimento, i nuovi impianti di abbattimento degli NO_x direttamente in camera di combustione. Il metodo utilizzato è quello della riduzione non catalitica degli ossidi di azoto mediante iniezione di urea.

La realizzazione degli altri impianti di abbattimento a secco, costituiti da un filtro a maniche con iniezione di bicarbonato di sodio + polverino di carbone, ha subito alcuni rallentamenti; attualmente è a regime solo sulla linea n°2, mentre per le altre è in esercizio e si prevede la messa a regime nel prossimo mese di settembre.

Postazioni esterne

Durante la fermata totale dell'impianto per gli adeguamenti tecnici alla normativa (legge 915/82), avvenuta tra il 1989 ed il 1993, vennero effettuate alcune campagne di monitoraggio della qualità dell'aria al fine di quantificare lo stato di inquinamento di fondo esistente, onde valutare successivamente alla ripresa dell'attività di incenerimento, l'eventuale ricaduta delle emissioni dell'impianto nella zona circostante.

Furono allestite le postazioni di rilevamento denominate "Albareto" e "Tagliati", ubicate rispettivamente: la prima all'interno delle scuole elementari di Albareto, frazione del comune di Modena a circa 2 km in direzione Nord-Est; e la seconda lungo la via Tagliati a circa 800 m, in direzione Sud ÷ Sud-Est, rispetto all'impianto.

Tra ottobre 1989 e Marzo 1991 vennero effettuati i campionamenti per il fondo di Polveri Totali e metalli pesanti, con la frequenza di un campionamento giornaliero per una settimana al mese.

Alla ripresa dell'attività, tra ottobre '95 e settembre '96 ripresero anche i rilevamenti nelle stesse postazioni e con le stesse modalità dei rilevamenti del fondo.

A partire da aprile 1998 i rilevamenti continuano con sistematicità, l'analisi ed i confronti vengono effettuati sulla base di un anno di rilevamenti.

Risultati

Per le Polveri Totali Sospese, raffigurate in figura 22 Albareto e figura 23 Tagliati, la serie storica evidenzia un continuo e costante calo rispetto alle concentrazioni di fondo. Le piccole variazioni di concentrazioni che si rilevano sulle medie annuali, sono più riconducibili alle diverse condizioni meteorologiche che di anno in anno caratterizzano il clima locale.

Per quanto concerne il livello delle concentrazioni, esse si mantengono a valori più contenuti rispetto alle polveri rilevate nelle altre postazioni urbane della rete di monitoraggio; come ordine di grandezza sono confrontabili con i livelli registrati nella postazione di P.zza XX Settembre ovvero nella postazione minimamente interessata dal traffico veicolare.

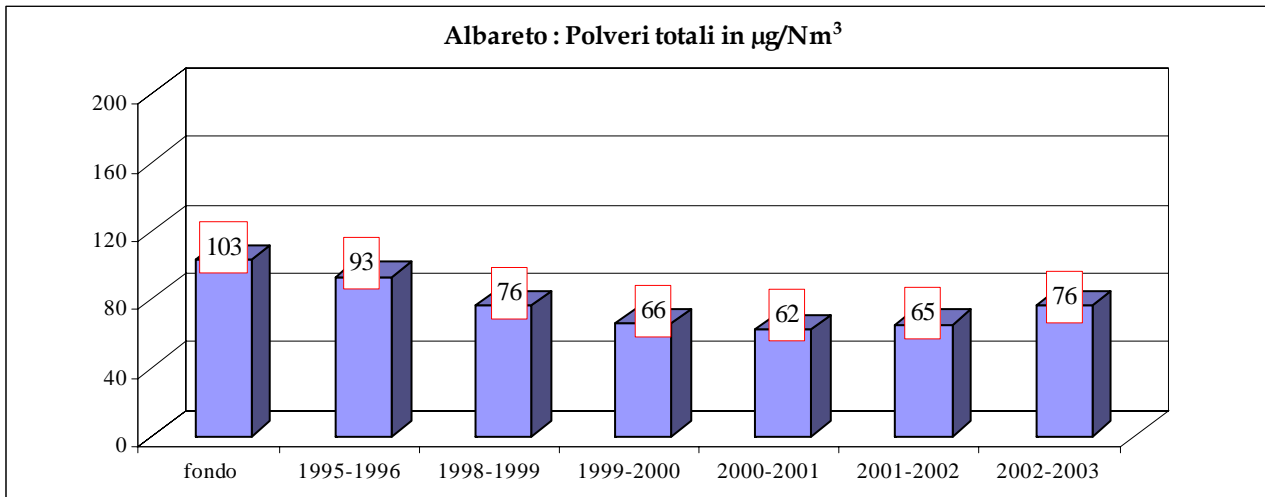


Fig. n° 22: PTS - Serie storiche delle concentrazioni rilevate ad Albareto

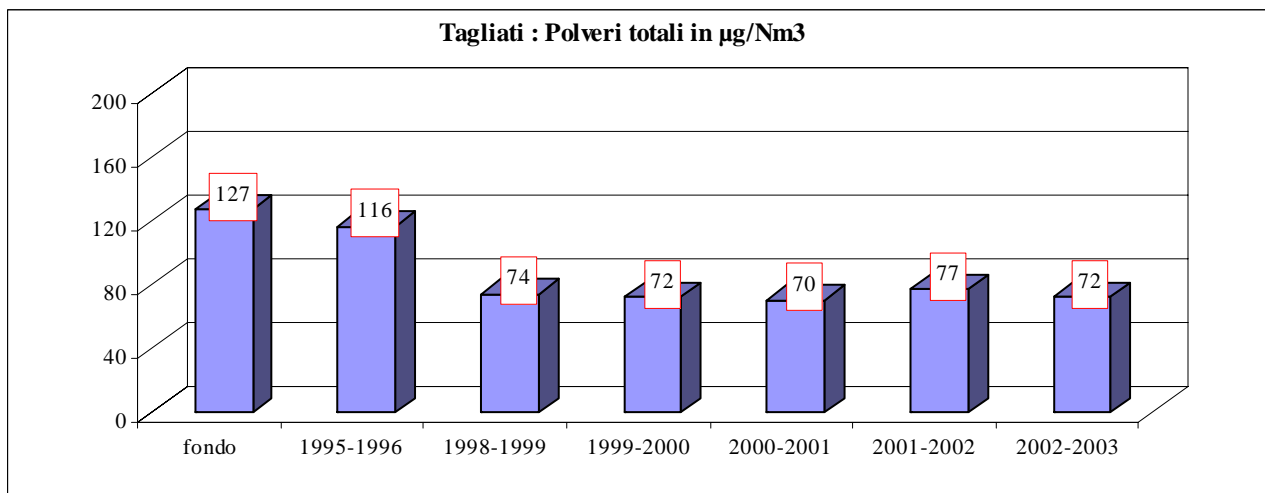


Fig. n° 23: PTS - Serie storiche delle concentrazioni rilevate in via Tagliati

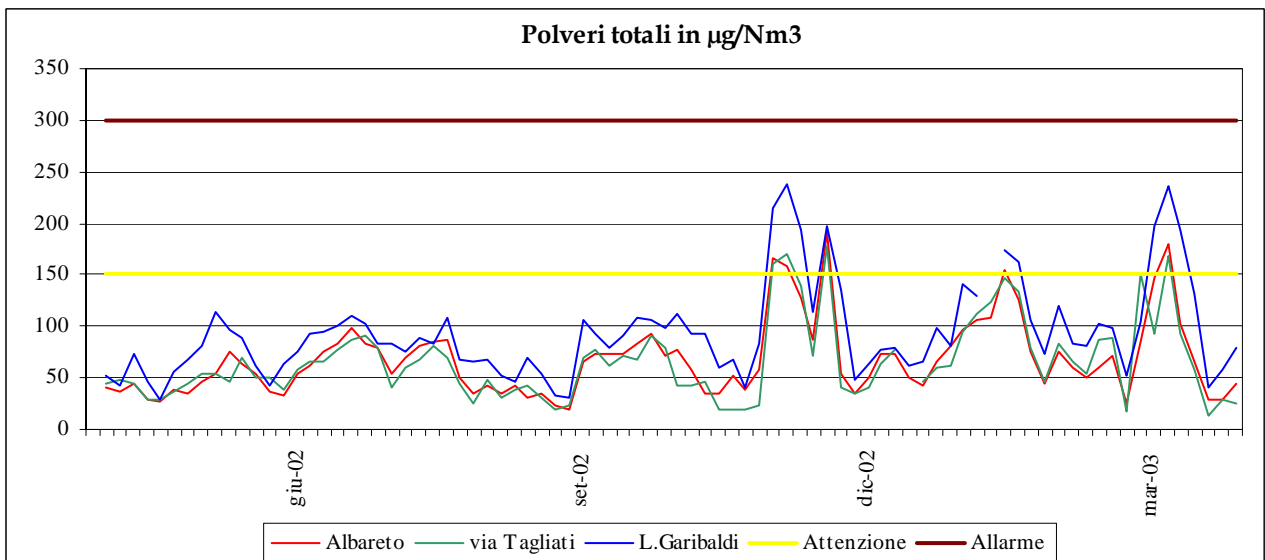


Fig. n° 24: PTS - Confronto tra le concentrazioni rilevate a Albareto e Via Tagliati con L.go Garibaldi

In figura 24 i valori rilevati nelle due postazioni sono confrontati con i valori rilevati in Largo Garibaldi nello stesso giorno, anche in riferimento ai valori di "Attenzione" e di "Allarme" previsti dalla normativa precedente l'uscita del DM 60.

Piombo

La presenza di questo metallo nell'atmosfera è sempre stata associata agli additivi contenuti nelle benzine per autotrazione. I valori rilevati ad Albareto e Tagliati, rappresentati in figura 25 e figura 26, confermano pienamente questa considerazione. Infatti rispetto alle concentrazioni di fondo, rilevate quando non era ancora in commercio la benzina senza piombo, i valori rilevati in questi ultimi anni sono di un ordine di grandezza inferiore. Gli andamenti nelle due postazioni sono quasi identici e denotano i bassi valori di questi ultimi anni nei confronti del limite attualmente in vigore di $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

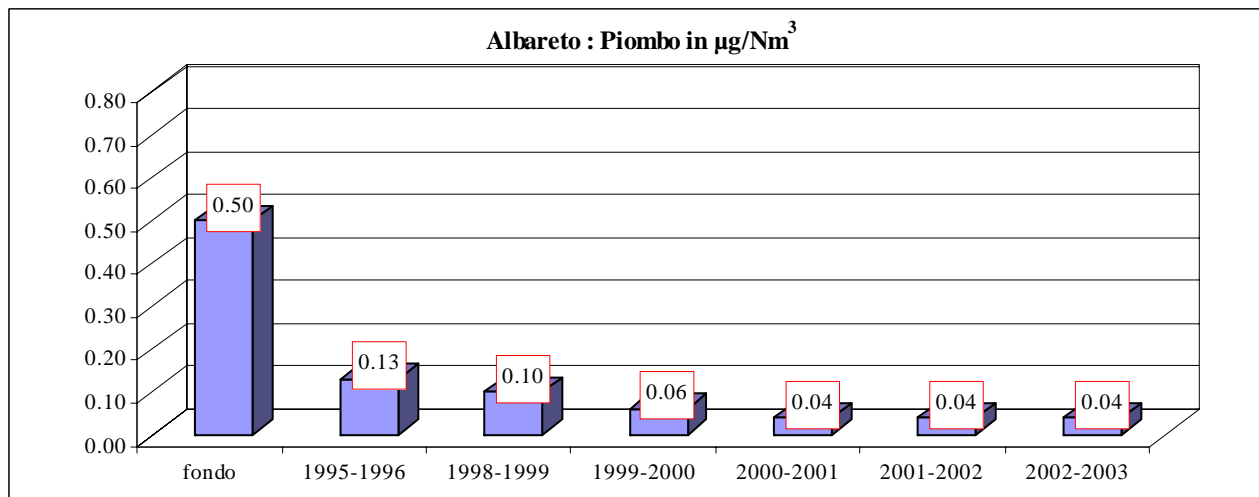


Fig. n° 25: Pb - Serie storiche delle concentrazioni rilevate ad Albareto

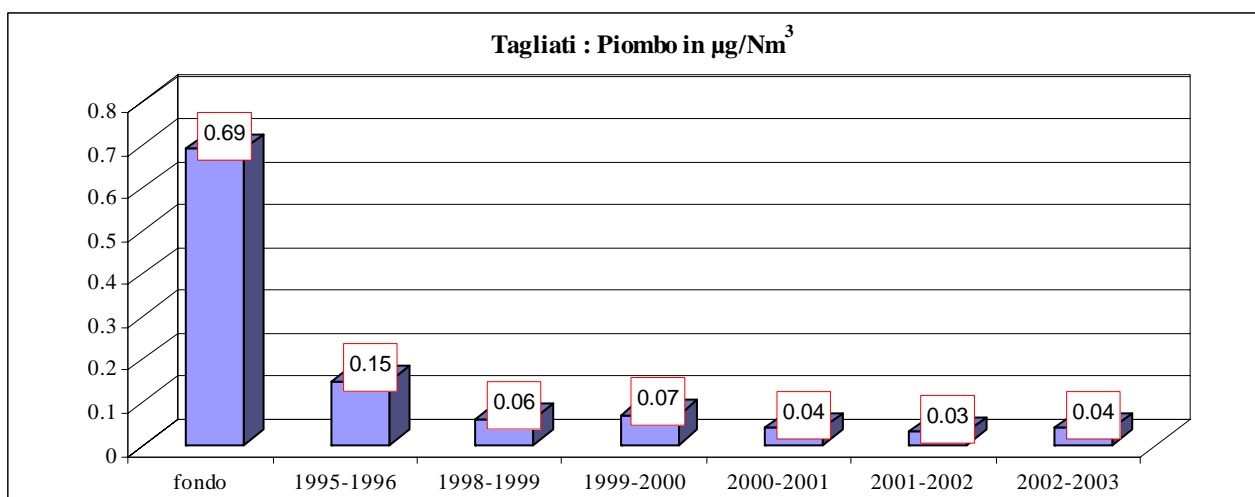


Fig. n° 26: Pb - Serie storiche delle concentrazioni rilevate in via Tagliati

Microinquinanti

Semestralmente, in coincidenza con le date degli autocontrolli alle emissioni, vengono effettuati campionamenti dei μ -inquinanti nelle postazioni di Albareto e di Tagliati oltre che nella postazione della Rete di Monitoraggio di via Giardini. In figura 27 sono riportati i valori di bezo(a)pirene rilevati.

Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera dell'impianto sono autorizzate ai sensi dell'Allegato n°2 del DM 503/97. Per la verifica del rispetto dei limiti alle emissioni, sui tre camini dell'impianto, uno per ogni linea, sono sistemate le strumentazioni necessarie per il monitoraggio in continuo dei principali parametri. Nei grafici di figura 28 e 28a sono rappresentate le medie giornaliere rilevate e confrontate con il relativo limite autorizzato. Si evidenziano particolarmente gli ossidi di azoto come il parametro che ha un andamento prossimo al limite. Come indicato in premessa, l'attivazione dell'impianto di abbattimento degli NO_x ne ha determinato un sensibile calo, e nel grafico relativo si nota la sostanziale differenza.

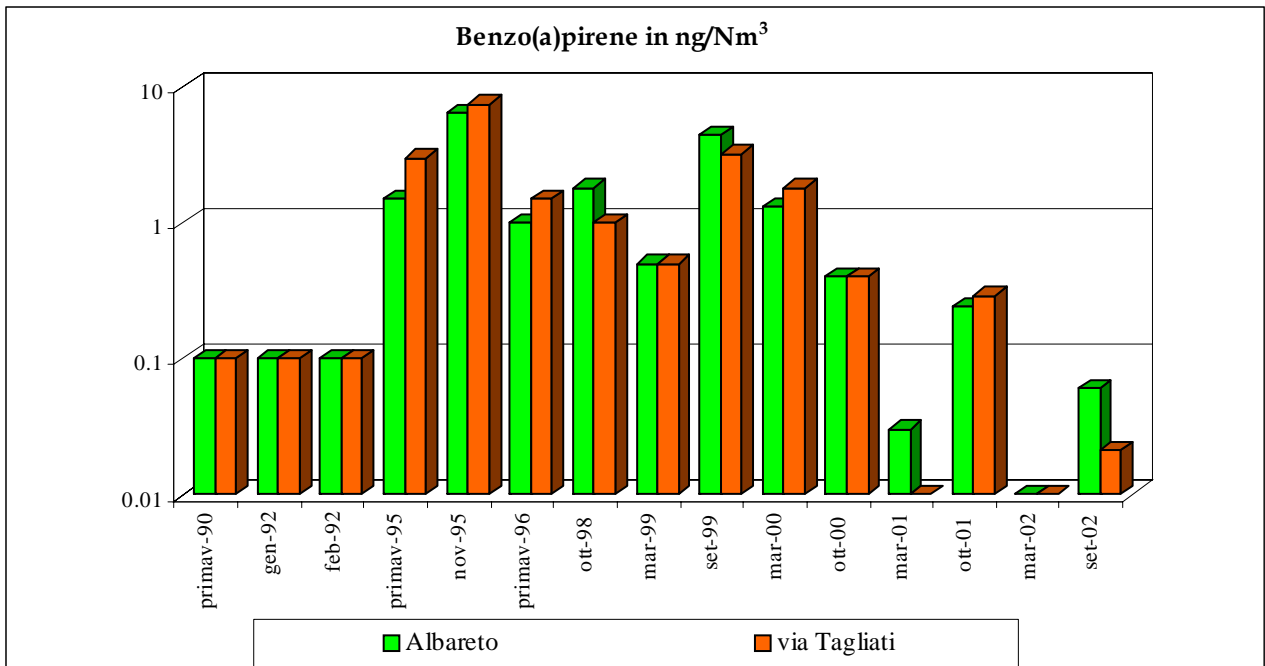


Fig. n° 27: Benz(a)Pirene - Serie storiche delle concentrazioni rilevate ad Albareto e in via Tagliati

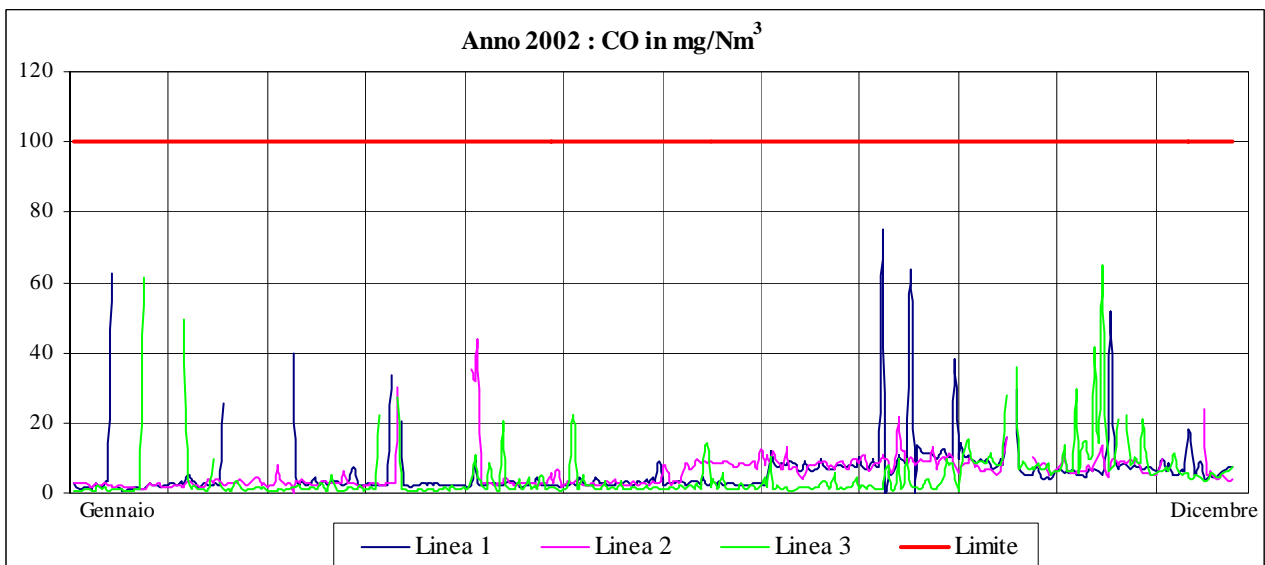
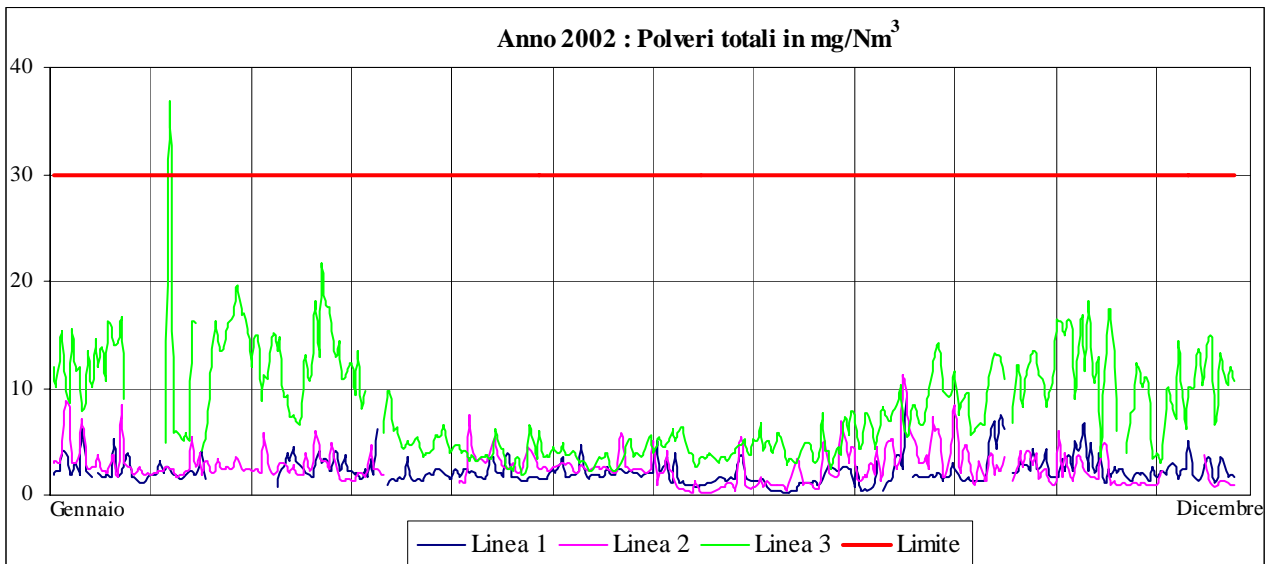


Fig. n° 28: Emissioni in atmosfera- medie giornaliere rilevate e confrontate con il relativo limite autorizzato

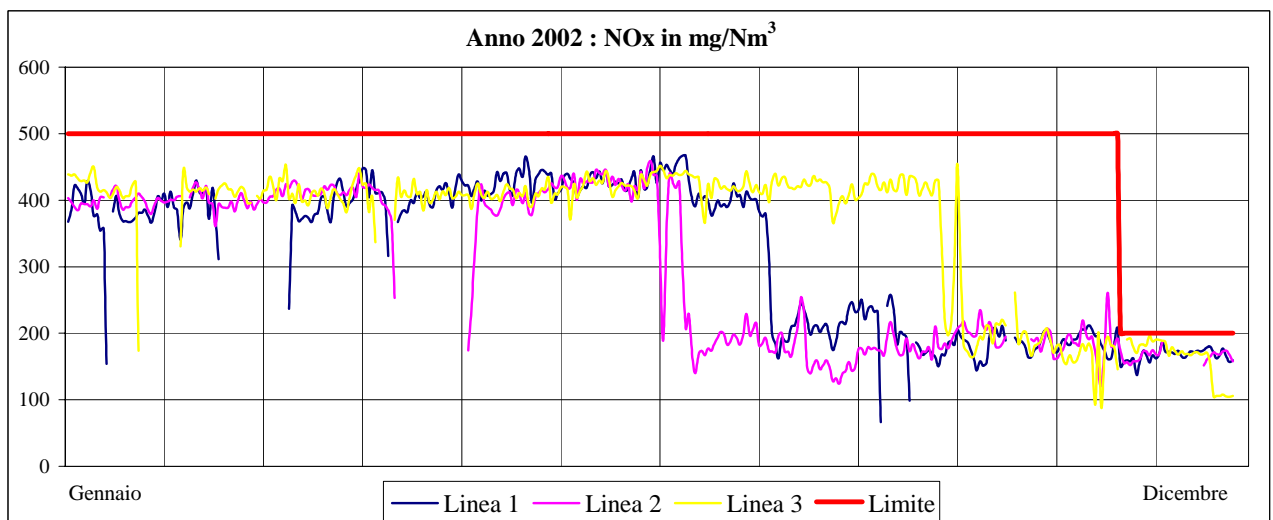
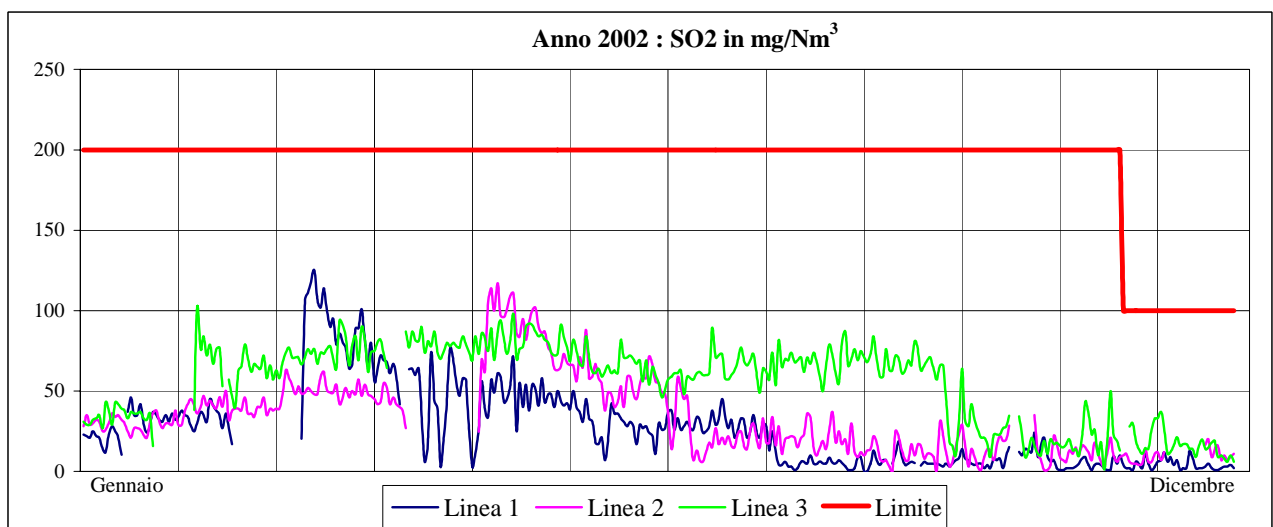
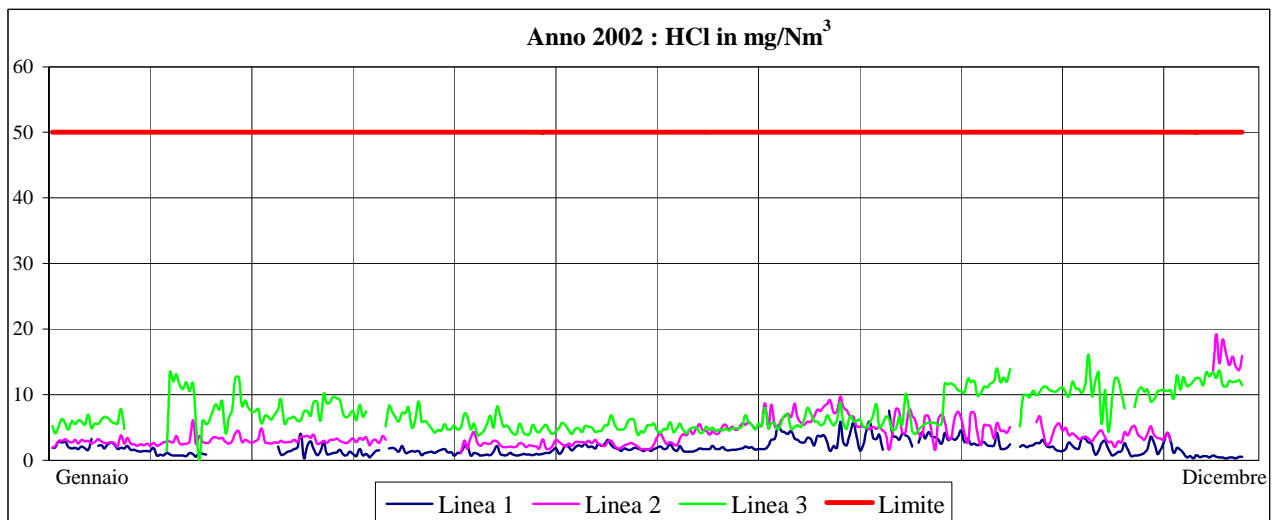


Fig. n° 28a: Emissioni in atmosfera- medie giornaliere rilevate e confrontate con il relativo limite autorizzato

Con la messa a regime, avvenuta nel mese di novembre, per gli NO_x e l'SO₂ sono stati applicati i limiti indicati dell'Allegato n°1 del DM 503/97.

Per quanto concerne i μ -inquinanti, rilevati ogni 6 mesi, nella figura 8 è rappresentata la somma delle diossine e dei furani dalla data di messa a regime delle linee. Per facilitarne l'interpretazione la scala delle ordinate è del tipo logaritmico.

In figura 29 sono rappresentati gli idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.) dei quali, per ora, non esiste limite. Il limite indicato è quello previsto dall'allegato n°1 del DM 503/97. Anche in questa figura la scala delle ordinate è logaritmica.

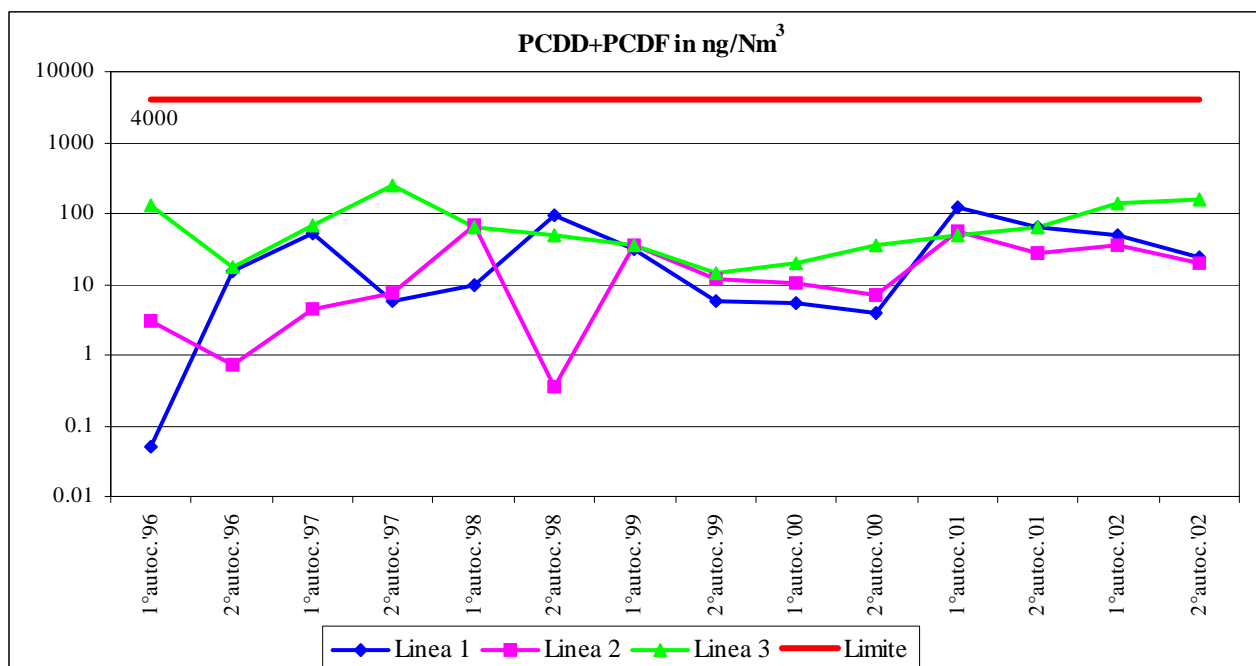


Fig. n° 8: Somma delle diossine e dei furani

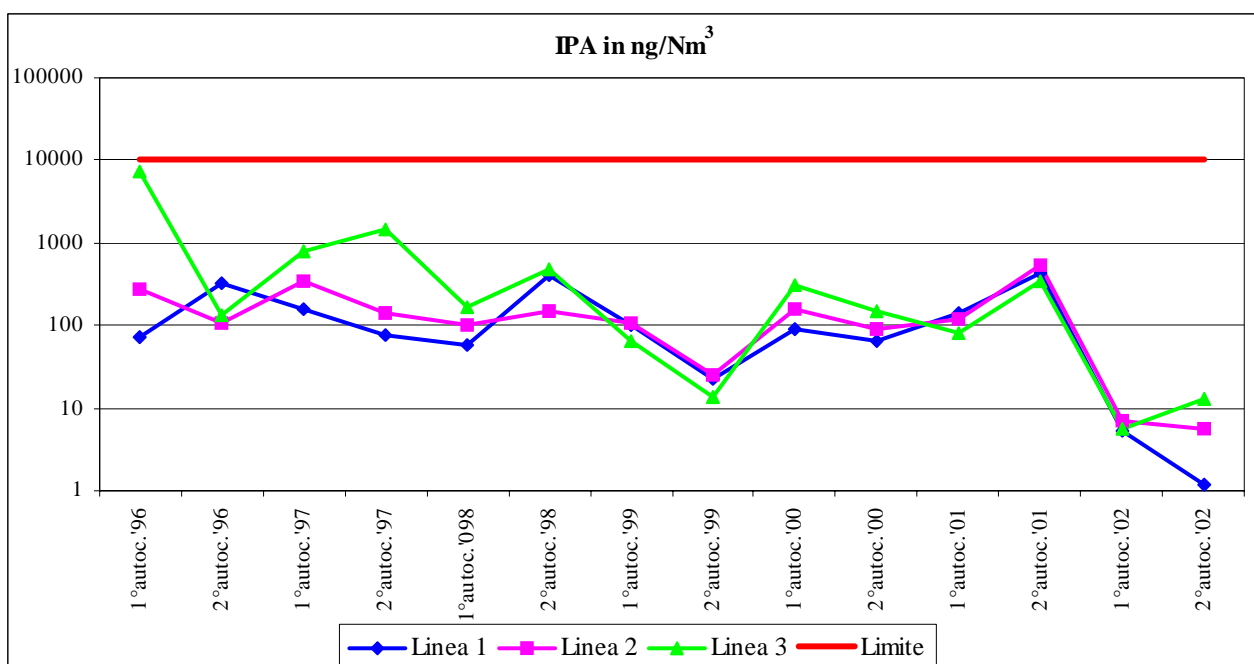


Fig. n° 29: IPA

Conclusioni

I dati rilevati nell'ultimo anno si collocano sullo stesso livello dei precedenti e come già riportato nella nota dell'anno scorso, non si sono notate interferenze significative da parte delle emissioni in atmosfera relative alla attività dell'impianto sull'andamento degli inquinanti nella zona circostante.

LE STRATEGIE ADOTTATE PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

MISURE PER IL CONTENIMENTO E LA PREVENZIONE DEGLI EPISODI ACUTI DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Accordo di programma tra Regione Emilia Romagna, Province e Comuni

La Provincia di Modena ha affrontato l'emergenza costituita dai gravi fenomeni di inquinamento atmosferico, come già avvenuto nell'autunno-inverno 2001-2002, attraverso una strategia che, accanto alla ricerca di soluzioni strutturali utili ad aggredire il problema nelle sue cause fondamentali, prevede risposte in tempi brevi necessarie alla tutela della salute pubblica coinvolgendo, possibilmente, vaste aree di territorio in relazione alla natura fisica del fenomeno da governare.

La strategia posta in essere è quindi tesa a coinvolgere in questa nuova emergenza ambientale tutte le Amministrazioni comunali del territorio di pianura, soprattutto di quelle aree contigue alla città capoluogo e di quelle che ormai possono essere definite delle vere e proprie aree metropolitane allargate, come ad esempio l'area delle ceramiche.

Il coordinamento necessario a questa operazione, che già all'inizio dell'anno 2002 aveva visto coinvolta la Conferenza delle Autonomie Locali della Provincia di Modena arrivando ad una prima intesa per l'avvio della progettazione degli interventi strutturali e infrastrutturali di medio periodo, è proseguito anche per l'autunno inverno 2002/2003 con l'adesione di numerosi comuni all'Accordo di programma sulla Qualità dell'aria tra Regione Emilia-Romagna, Province e Comuni per l'adozione di misure per il contenimento e la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico del 15 luglio 2002, con particolare riferimento alla gestione dell'emergenza PM₁₀.



I Comuni aderenti all'accordo nell'inverno 2002/2003 sono riportati nella cartografia riportata a lato. Le dimensioni dell'area coinvolta a livello provinciale testimoniano il sostanziale accordo maturato tra i comuni della pianura sulla necessità di interventi coordinati per il governo di una problematica che, come testimoniano i dati di PM₁₀ raccolti anche a livello regionale, interessa ambiti ben più vasti di quelli circoscrivibili ai soli confini comunali.

L'accordo siglato per la gestione dell'emergenza PM₁₀ mette in atto una struttura articolata che punta soprattutto a superare il semplice intervento sulla criticità.

Per la configurazione delle nostre aree urbane e provinciali, con forte interscambio di mezzi ed elevata mobilità privata, il principale apporto inquinante risulta essere il traffico veicolare. Infatti, la domanda regionale di trasporto pubblico (autobus e ferrovia) per gli spostamenti interni riguarda circa 250.000 unità contro oltre 1.000.000 spostamenti su mezzi privati; inoltre dal confronto tra le province, si nota che i mezzi privati sono utilizzati in modo uniforme con un minimo a Piacenza (71,7%) e un massimo a Rimini (80,7%).

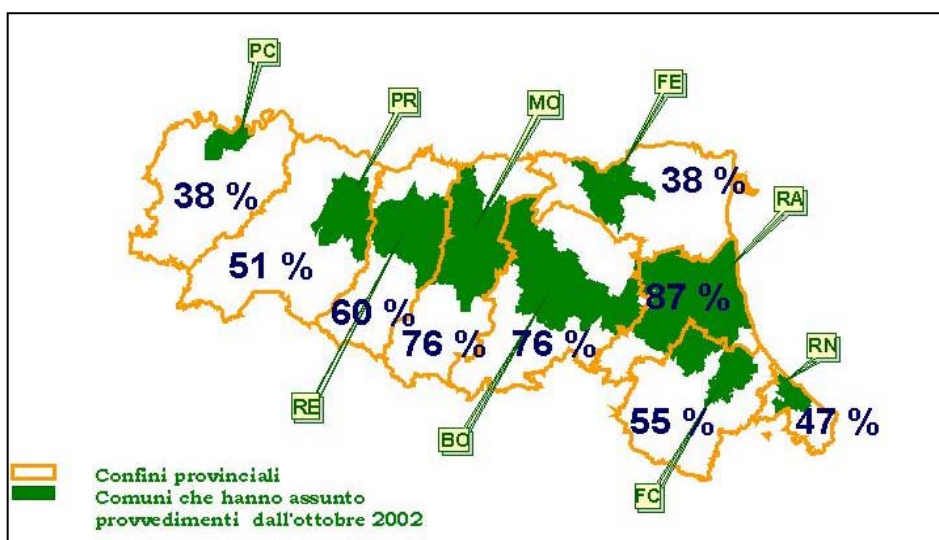
In funzione delle tipologie produttive presenti in regione, e l'elevata metanizzazione del riscaldamento domestico, si può ipotizzare che, per la Regione Emilia-Romagna, l'apporto di PM₁₀ dovuto ai veicoli circolanti presenti sia superiore al valore stimato a livello nazionale.

Con gli strumenti utilizzati nell'accordo, si vengono a definire strategie basate su provvedimenti nel breve, medio e lungo termine strettamente interagenti tra di loro focalizzate in particolare sulla mobilità.

Gli interventi previsti vanno infatti nella direzione di affrontare, in prima istanza, la gestione dell'emergenza con una programmazione di provvedimenti pianificati per la riduzione costante degli apporti inquinanti di PM₁₀ sul territorio a cui si affiancano provvedimenti nel breve periodo, quali la creazione di nuovi parcheggi scambiatori in prossimità delle aree urbane, la razionalizzazione del sistema delle merci nelle fasce orarie più critiche, la razionalizzazione degli orari scolastici e della pubblica amministrazione, il coordinamento delle proposte organizzative dei mobility manager aziendali, e altri nel medio e lungo periodo, tra cui il rinnovo del parco autobus del trasporto pubblico locali con veicoli a ridotte emissioni inquinanti, l'adeguamento della distribuzione commerciale nei centri urbani con mezzi a basso impatto ambientale, transit-point, sistemi di e-governement, la realizzazione di stazioni di rifornimento di carburanti alternativi e di ricarica per i veicoli elettrici. Nello stesso quadro si inserisce anche l'impegno, assunto attraverso un comune protocollo d'intesa, di estendere il 'bollino blu' a tutto il territorio regionale.

La completa attuazione degli interventi previsti nell'Accordo di Programma, porterà ad un significativo miglioramento della qualità dell'aria.

La gestione della fase transitoria prevede l'attuazione di interventi programmati di riduzione dell'apporto inquinante derivante dal traffico veicolare mediante l'introduzione di fasce orarie di targhe alterne nelle giornate di giovedì e domenica, nonché nella ulteriore inibizione, secondo precise modalità, della circolazione ai veicoli non catalizzati, non eco-diesel e per i motorini a due tempi non catalizzati. Hanno aderito ai provvedimenti tutte le province, tutti i comuni capoluogo ed i comuni con più di 50.000 abitanti nonché molti dei comuni contermini al capoluogo: in totale 81 comuni che rappresentano complessivamente oltre il 60% della popolazione residente nel territorio regionale.



La partecipazione dei cittadini, superate le iniziali incertezze, è stata certamente positiva, come testimoniano i risultati del sondaggio effettuato allo scopo: oltre il 90 % c.a. del campione intervistato ha la netta percezione del rischio da inquinamento atmosferico ed inoltre il 70% degli intervistati ravvisa la necessità di interventi strutturali.

Quello che si è evidenziato nel semestre di attuazione dei provvedimenti è che, ove sufficientemente supportata, vi sia stata una buona risposta del pubblico che, dopo un primo periodo di assestamento, ha trovato strumenti alternativi di movimento nel trasporto pubblico, così come testimoniato dal generale aumento delle oblitterazioni rilevate sui mezzi pubblici. In ogni caso i risultati ottenuti si allineano con quanto di norma rilevato con questo tipo di provvedimenti, ovvero un 16% di riduzione media di veicoli circolanti a livello regionale, che ha portato ad una maggior riduzione di particolato il giovedì piuttosto che la domenica a causa della minor presenza di traffico fisiologica.

Molto interessante è risultata la situazione propositasi per le giornate di giovedì, ove si evidenzia chiaramente una diminuzione sia del traffico presente sulle nostre strade, e quindi conseguentemente dell'apporto inquinante, sia dei valori misurati di PM₁₀ mediante la strumentazione automatica installata sul territorio regionale. Se in alcune giornate questo risultato può essere parzialmente attribuito a condizioni

meteorologiche più favorevoli alla dispersione degli inquinanti, in generale l'analisi dei risultati porta a valutare come positivo il beneficio derivante dalle misure attuate. Questo è ancora più evidente quando si confrontano province differenti a parità di condizioni meteoroclimatiche, ma con differente attuazione del provvedimento.

Si ritiene quindi opportuno continuare sul percorso intrapreso, attivando gli interventi strutturali individuati con l'accordo di programma, che partendo da quest'anno dovranno portare benefici sempre maggiori negli anni futuri, e nel contempo attivando un processo di rivisitazione e calibrazione ulteriore degli interventi tampone che porti a ridurre le situazioni di criticità attuali e cogenti in attesa che l'assetto strutturale risolva definitivamente la situazione.

IL CONTROLLO DELLE SORGENTI DI EMISSIONI

Emissioni da Sorgenti Mobili

Per diminuire il rischio ambientale e sanitario derivante dall'emissioni causata dal traffico autoveicolare l'Amministrazione Provinciale di Modena ha promosso, già dal 1993, l'adozione da parte di tutti i Comuni della provincia una apposita ordinanza per il controllo obbligatorio dei gas di scarico degli autoveicoli (sotto si riporta la locandina che pubblicizza l'iniziativa).



In base alla Direttiva del Ministero dei Lavori Pubblici del 07/07/1998, ogni autoveicolo deve essere sottoposto almeno una volta l'anno al controllo dei gas di scarico. Per i nuovi autoveicoli, il primo controllo deve essere effettuato entro 1 anno dalla immatricolazione, poi regolarmente ogni 365 giorni, come per tutti gli altri autoveicoli immatricolati dopo il 01/01/1988, mentre i veicoli immatricolati prima del 01/01/1988 sono tenuti ad effettuare i controlli ogni 180 giorni.

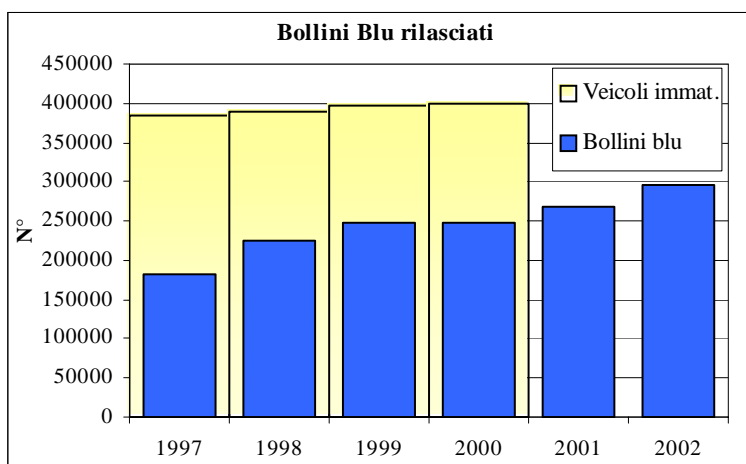


Fig. n° 1 Bollini Blu rilasciati in Provincia di Modena

Il controlli annuali dei gas di scarico degli veicoli è un'attività ormai consolidata nella Provincia di Modena: statisticamente circa oltre il 60 % dei veicoli circolanti è sottoposto a questo controllo. Nel grafico di figura 1 si riportano il numero dei bollini blu rilasciati in Provincia di Modena dal 1997 al 2002, confrontati con il numero di veicoli immatricolati. Certamente con le limitazioni introdotte dall'accordo di programma regionale per le auto sprovviste di bollino blu, si prevede per i prossimi anni un aumento di tale numero.

L'importanza e l'efficacia di questi controlli è stata dimostrata elaborando statisticamente i dati relativi al Comune di Modena: circa il 28 % dei veicoli Diesel e il 40 % di quelli alimentati a benzina non rispettavano i valori di riferimento per i gas di scarico. Le regolazioni effettuate sui motori Diesel hanno permesso una diminuzione media del parametro di circa il 30 %, cioè una sostanziale riduzione della emissione di polveri. Per quelli a benzina, si sono registrate diminuzioni del 32 % per l'emissione di CO da veicoli non catalizzati, mentre per i veicoli catalizzati la riduzione media è risultata del 50 %.

Le direttive dell'Unione Europea, emanate relativamente ai fattori di emissione dei veicoli, impongono progressive restrizioni: queste limitazioni hanno impedito un peggioramento della qualità dell'aria pur in presenza di un sostanziale aumento del traffico. Il DM 21 dicembre 1999, che attua la direttiva 98/69/CEE, fissa, in due fasi successive, i nuovi limiti alle emissioni inquinanti delle auto e dei veicoli commerciali leggeri e introduce ulteriori requisiti che consentono un maggiore controllo sulle emissioni dei veicoli a motore, prevedendo procedure di prova più severe, sistemi diagnostici di bordo e controlli sulla conformità dei veicoli.

L'obiettivo principale da conseguire con le norme future dovrà essere quello di ridurre decisamente i fattori di emissione per il particolato, al fine di evitare situazioni critiche.

Emissioni da Sorgenti Fisse

Come detto Provincia è l'autorità competente al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione, modifica e trasferimento di impianti con emissioni in atmosfera ai sensi del DPR 24 maggio 1988, n.203.

La Regione Emilia Romagna, semplificato, le procedure per il rilascio delle autorizzazioni ed ha instaurato un nuovo sistema di autorizzazioni (tacite) in via generale per le attività a ridotto inquinamento atmosferico.

Nel corso del 2002 le domande presentate in forma ordinaria (soggette all'iter complesso: presentazione domanda, espressione parere Comune, istruttoria Arpa, rilascio o diniego autorizzazione da parte della Provincia) sono state 279.

In tabella 1 sono riportati i tempi per il rilascio delle autorizzazioni con procedura ordinaria .

Giorni	Arrivo dom. SUC – Inoltro Prov.	Arrivo dom. Prov. – Arrivo par. Sindaco	Arrivo dom. Prov. – Richiesta istrut. Arpa	Richiesta istrut. ARPA – Arrivo istrut. ARPA	Arrivo dom. Prov. – Arrivo istrut. ARPA	Arrivo par. Sindaco – Rilascio autoriz.	Arrivo istrut. Arpa – Rilascio autoriz.	Arrivo dom. Prov. – Rilascio autoriz.	Arrivo dom. SUC – Rilascio autoriz.
Tempi min.	3	0	7	14	33	8	3	49	58
Tempi mas.	42	80	49	82	104	99	47	124	132
Tempi medi	11,2	38	26,5	36,3	62,9	42,4	16,6	83,9	95,1

Tab. n° 1 tempi per il rilascio delle autorizzazioni con procedura ordinaria

Gli insediamenti produttivi autorizzati alle emissioni in atmosfera sono soggetti a verifiche da parte dell'autorità di controllo (tabella 2).

I Servizi Distrettuali dell'Arpa procedono ad ispezionare gli insediamenti al fine di verificare la conformità degli impianti al progetto approvato con l'autorizzazione provinciale e il rispetto delle prescrizioni previste dagli atti stessi (consumo materie prime, compilazione registri autocontrolli, funzionalità sistemi di verifica efficienza dei depuratori, ...).

Il Dipartimento Tecnico Analitico dell'Arpa verifica invece le concentrazioni degli inquinanti emessi dai camini e raffronta i valori rilevati con i limiti di emissione fissati nelle autorizzazioni.

In seguito l'Arpa verbalizza e comunica gli esiti dei controlli alla Provincia.

Tipo di intervento	Totale Provincia	Suddivisione per distretti ARPA			
		Carpi-Mirandola	Modena	Sassuolo-Vignola	Pavullo
Servizi territoriali ARPA					
N° sopralluoghi in azienda	280	29	58	172	23
Dipartimento tecnico ARPA					
N° ditte controllate	183	43	87	39	14
N° emissioni verificate	265	59	122	60	24

Tab. n°2: Attività di controllo - D.P.R. 203/88 - L.R. 3/99 - Anno 2002

In caso di rilevazione di impianti realizzati abusivamente o che non rispettano limiti o prescrizioni autorizzatorie l'Arpa procede ad informare l'Autorità giudiziaria e la Provincia assume atti di diffida con i quali si intima al legale rappresentante della ditta il rispetto della normativa (tabella 3).

N° Diffide	Motivazione diffida			TOTALE
	Impianti senza autorizzazione	Sup. limiti alle emissioni	Altre motivazioni	
	23	16	29	64

Tab. n° 3 :Provvedimenti di diffida – Anno 2002

L'INFORMAZIONE AL PUBBLICO

I dati raccolti dalle rete provinciale di rilevamento di qualità dell'aria, vengono riassunti in un bollettino quotidiano che, sinteticamente, confronta le concentrazioni del giorno precedente (il ciclo quotidiano di monitoraggio normalmente inizia alle ore 24.1 e termina alle ore 24 del giorno) con i rispettivi valori definiti dalla normativa. A questa tabella generale, dal 2002 viene allegato un grafico in cui sono riportati i valori delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀, rilevati con le centraline automatiche e con sistemi semiautomatici (quest'ultimi vengono aggiornati una volta alla settimana); questi vengono confrontati con i dati meteorologici di pioggia e velocità del vento.

Queste bollettino riassuntivo viene inviato sia alle Autorità Competenti, sia agli organi di informazione per la diffusione al pubblico.

I dati giornalieri di qualità dell'aria sono disponibili anche sul sito ARPA: <http://www.arpa.emr.it/>, (figura 2) dove oltre ai dati della Provincia di Modena è possibile visionare anche i dati della altre Province della regione.

Sul sito sono disponibili inoltre informazioni generali sulle caratteristiche degli inquinanti e sui danni di questi sulla salute.



Fig. n°2: parte della Home page del sito www.arpa.emr.it

Particolare attenzione viene posta al PM₁₀ e all'O₃, per i quali sono disponibili diversi approfondimenti.

Nel 2002, a seguito della crescente criticità degli episodi di inquinamento da PM₁₀, è scaturito l'accordo di programma tra regione, enti locali e ARPA che ha dato corpo a "Operazione: Liberiamo l'aria"

Spot televisivi e radiofonici sulle principali emittenti regionali, inserzioni sui quotidiani, manifesti e affissioni sugli autobus, ma anche un milione e 840 mila opuscoli informativi alle famiglie, 1.500 alle imprese e alle associazioni economiche e di categoria, 600 ai direttori didattici, un numero verde (800-743333) e un sito Web, sono i numeri di "Operazione: liberiamo l'aria" la campagna di informazione contro lo smog voluta dalla Regione Emilia-Romagna, partita alla fine di settembre.

Ad Arpa Emilia-Romagna, come previsto dall'Accordo di programma sulla qualità dell'aria, è stata affidata la realizzazione e la gestione del sito Web (figura 3).

**Operazione
LIBERIAMO
L'ARIA**

**numero verde
800-743333**

Documentazione

- [Accordo di programma](#)
- [Bollino Blu](#)
- [Altri documenti](#)

Informazioni ambientali

- [Cosa sono le polveri](#)
- [Come limitarle in città](#)

Informazioni sanitarie

- [Effetti sulla salute](#)
- [Gruppi popolazione a rischio](#)
- [Precauzioni](#)


Dati sulla qualità dell'aria

- [Previsioni PM10](#)
- [Dati giornalieri PM10](#)
- [Medie e superamenti PM10](#)
- [Ozono](#)
- [Altri inquinanti](#)

[Novità](#) | [FAQ](#) | [Links](#) | [Contatti](#) | [Credits](#) | [Archivio](#)

29.04.03 - [Euromobility organizza un seminario dal titolo: "Qualità dell'aria: conoscere e comunicare"](#)
 28.04.03 - [Le previsioni di PM10 sono sospese. Il servizio riprenderà il primo ottobre](#)
 08.04.03 - [Bologna: i provvedimenti che restano in vigore](#)
 01.04.03 - [Valutazione e gestione della qualità dell'aria: gli atti del convegno](#)


Come muoversi



Le aziende di trasporto pubblico, gli orari e le tratte dei treni regionali, il Travel Planner per studiare i percorsi treno+autobus, le iniziative di car sharing e car pooling, le cartine per trovare parcheggio in città e le indicazioni di Bicinfo.

[Maggiori informazioni >](#)

I provvedimenti provincia per provincia



Cerca il Comune




Rilevazione dati POLVERI SOTTILI (PM10) nelle ultime 24 ore



Del giorno: 08/06/2003

Province	PC	PR	RE	MO	BO	FE	RA	Ce	FO	RN
Dati	15	26	31	32	14	n.d.	39	25	33	46

I valori sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$


Livelli PM10	
Oltre il margine di tolleranza 2002	>65
Entro il margine di tolleranza al 2002	61-65
Entro il margine di tolleranza al 2003	51-60
Entro il limite al 2005	0-50
n.d.: dato non disponibile	

Operazione Liberiamo l'aria | Regione Emilia-Romagna

La Campagna di Informazione



La Campagna informativa denominata **Operazione Liberiamo l'Aria** accompagna l'entrata in vigore delle misure sulla circolazione privata previste dall'Accordo di programma per la qualità dell'aria.

[Maggiori informazioni >](#)

Fig. n° 3: Home page del sito www.liberiamolaria.it

Sul sito, oltre ai dati giornalieri di qualità dell'aria, sono disponibili, per il PM₁₀, i confronti delle concentrazioni medie annuali, del numero di superamenti e delle medie giornaliere registrate. Altro importante servizio, offerto nei mesi di maggiore criticità per questo inquinante, (settembre-aprile), sono le previsioni sulle concentrazioni di PM₁₀.

Sono inoltre disponibili le informazioni su tutti i provvedimenti di limitazione alla circolazione adottati dalle Amministrazioni locali.



Fig. n° 3: Ozono: previsioni dei livelli di concentrazioni

Nei mesi estivi, invece, viene dato maggior risalto all’Ozono, riportando come nel caso precedente le previsioni delle concentrazioni (in figura 3 ne è mostrato un esempio).

Ai vari livelli di concentrazione sono associate le indicazioni sulle precauzioni ed i suggerimenti per la popolazione.

L’informazione sui dati di monitoraggio aerobiologico viene fornita settimanalmente attraverso il “**Bollettino di Pollini**” in punti di ritrovo dei cittadini e nel sito www.arpa.emr.it di ARPA. Inoltre, sulla base di dati osservati e meteorologici, è effettuata la previsione delle concentrazioni polliniche cui dà spazio RAI tre su televideo regionale alla pag. 537 e Televideo di Rete 7, Antenna 1, Tele tricolore dalla pag. 180.

Nel sito web di Arpa (vedi figura 4) si possono trovare diverse informazioni relative alle concentrazioni polliniche settimanali per ogni singola Provincia, alle previsioni polliniche, all’andamento stagionale delle singole essenze (calendari pollinici). Prossimamente verrà introdotto anche il commento di un allergologo che sarà in grado di fornire utili indicazioni a coloro che soffrono di allergie.

Fig. n° 4: Sito web di Arpa: www.Arpa.emr.it/pollini

ALLEGATI: ANALISI DI DETTAGLIO

ANALISI DI DETTAGLIO

L'analisi di dettaglio che segue, viene effettuata riproponendo sui dati rilevati nelle singole postazioni, le elaborazioni già effettuate per le zone e per gli agglomerati, così da avere indicazioni sulle particolarità territoriali di ogni realtà monitorata.

In particolare, sui dati delle singole stazioni di monitoraggio della rete di monitoraggio sono state effettuate le seguenti elaborazioni:

1. Analisi delle concentrazioni rilevate nell'anno 2002

Per ogni inquinante monitorato vengono analizzati:

- Le concentrazioni: i valori medi, i massimi e i 98° percentili (95° percentile per le PTS) ;
- Gli andamenti temporali: la settimana tipica ed il giorno tipico annuale, evidenziando per quest'ultimo anche l'andamento delle concentrazioni in funzione della variabilità temporale delle sorgenti di emissione (giorni feriali, sabato, domenica). La variabilità "stagionale", legata alla meteorologia dell'anno, risulta simile su tutto il territorio ed è già stata analizzata nel capitolo dedicato alla sintesi provinciale.
- confronto con i limiti normativi definiti dal DM60; anche se la nuova normativa pone l'accento sulla qualità dell'aria nelle zone e negli agglomerati, si è ritenuto utile effettuare un'analisi di dettaglio sui dati rilevati in ogni singola stazione presente nel Comune o nell'area, in modo da verificare il rispetto dei limiti normativi anche in ogni situazione puntuale monitorata. In questa analisi, si è comunque mantenuto come confronto il dato dell'Agglomerato di riferimento
- verifica del rispetto degli standard di qualità fissati dalla normativa precedente (DPCM 28.03.83, DPR 203/88) che restano in vigore fino al termine entro il quale i nuovi limiti devono essere raggiunti. Questa analisi non viene effettuata sui dati medi degli agglomerati e dell'area urbana, in quanto questi ultimi sono stati introdotti solo recentemente con la nuova normativa. Discorso analogo vale per i livelli di protezione della salute e della vegetazione definiti per l'ozono.

2. Evoluzione della qualità dell'aria

L'evoluzione della qualità dell'aria nel tempo è stata studiata analizzando:

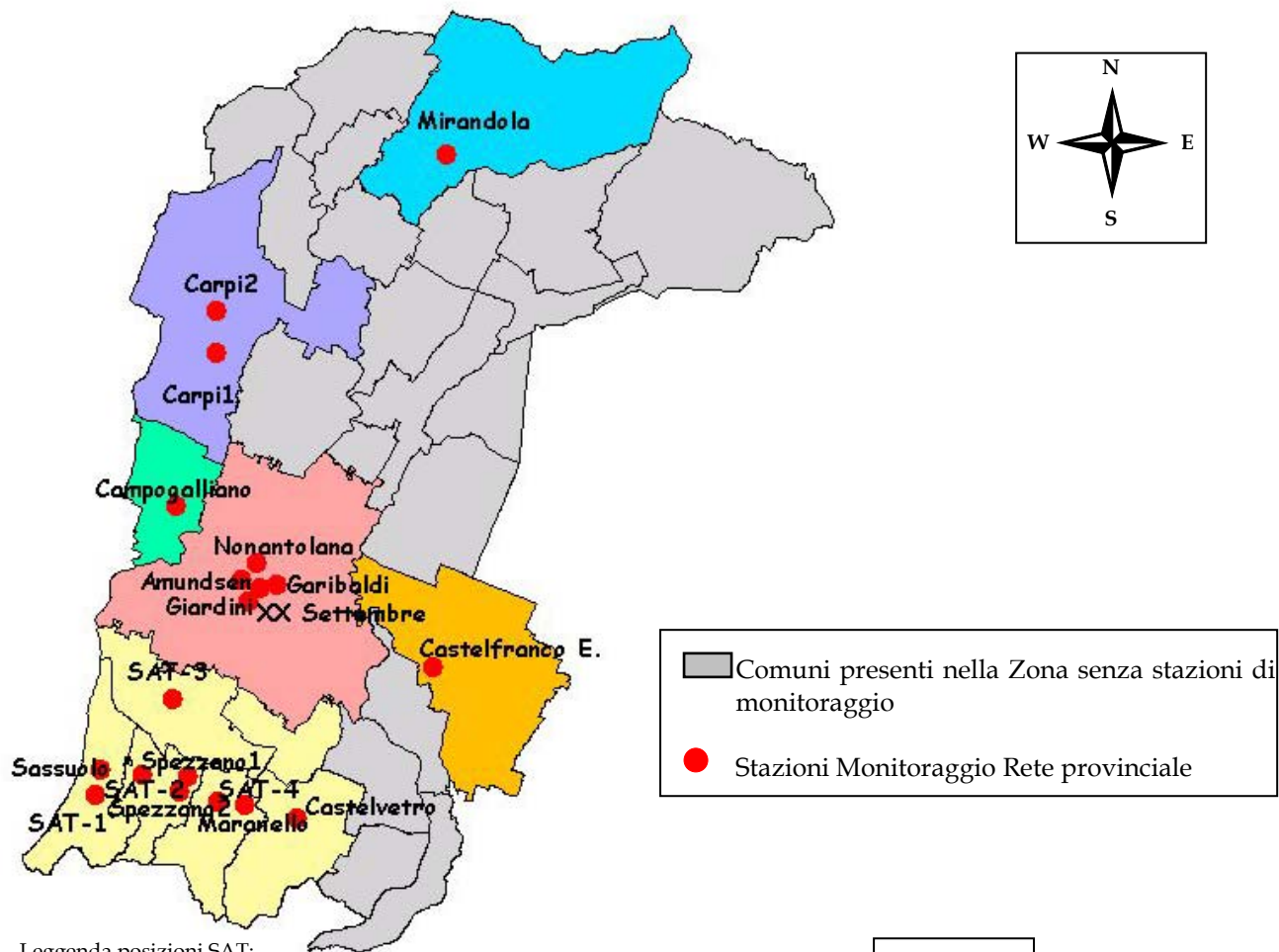
- i trend delle concentrazioni. L'analisi è stata effettuata sui dati raccolti dal 1991 al 2002, ove disponibili, considerando gli inquinanti per i quali si dispone di serie sufficienti e complete e scegliendo come indicatori il 98° percentile (95° percentile per le PTS) ed il valore medio annuale. Relativamente al PM₁₀ e al benzene, anche se gli anni disponibili non sono numerosi si riporta comunque l'analisi dei dati a disposizione.
- le eventuali criticità che emergono rispetto agli obiettivi posti dal DM 60. Tale valutazione è stata effettuata rielaborando, per ogni singola stazione e per la realtà di riferimento, i dati di concentrazione di CO e NO₂, raccolti dal 1995 ad oggi in base ai parametri indicati dalla nuova normativa. Stessa analisi è stata fatta per gli anni a disposizione e nelle realtà dove vengono monitorati anche per PM₁₀ e Benzene.

Nella cartografia successiva si riportano i comuni presenti nella Zona A e nella Zona B, con indicate le centraline presenti sul loro territorio.

Relativamente alla **Zona A**, per maggior chiarezza, l'analisi è stata suddivisa per comune o per area omogenea (Comune Modena, Carpi, Comparto ceramico, Mirandola-Castelfranco-Campogalliano), confrontando i dati delle singole stazioni con il dato medio del comune o dell'agglomerato di appartenenza. Dove disponibili si sono riportati i risultati delle campagne di monitoraggio effettuate per Benzene ed IPA.

Per la **Zona B**, come si desume dalla cartografia, l'unico Comune dove si effettua il monitoraggio in continuo della qualità dell'aria è Pavullo. Per tale ragione, i dati riportati nel capitolo Provinciale relativi alla zona B sono quelli relativi a questa realtà e non sono pertanto necessari ulteriori approfondimenti.

Zona A



Leggenda posizioni SAT:
 SAT-1 = Sassuolo
 SAT-2 = Fiorano
 SAT-3 = Formigine
 SAT-4 = Maranello -Gorzano

Zona B



COMUNE DI MODENA

Nel 2002, il monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Modena è stato effettuato tramite cinque postazioni della rete fissa, collocate rispettivamente in L.go Garibaldi, Via Giardini, C.so Cavour, P.zza XX Settembre e Via Nonantolana.

Alla fine di giugno è stata disattivata la stazione di C.so Cavour, che è stata successivamente ricollocata in via Amundsen.

La nuova stazione, operativa dall'inizio del 2003, si configura come un sito di "fondo urbano", infatti si trova nel quartiere "Madonnina, su di una strada che serve sostanzialmente il vicino polo scolastico (foto sottostante).



La stazione è stata dotata di sensori meteorologici e degli analizzatori di CO e NOX.

Anche in tutte le altre centraline viene effettuato il monitoraggio degli Ossidi d'Azoto e del Monossido di Carbonio.

Il Biossido di Zolfo, che ormai da anni nella nostra provincia presenta valori di concentrazione sempre inferiori ai limiti normativi, viene rilevato solo nella centralina che rappresenta il punto storico di monitoraggio, cioè L.go Garibaldi. L'Ozono è invece presente in 3 stazioni (L.go Garibaldi, Via Nonantolana e P.zza XX Settembre).

Negli ultimi anni, le stazioni di P.zza XX Settembre e di Via Nonantolana sono state implementate con gli analizzatori di Benzene e polveri con granulometria inferiore ai 10 μm .

Inoltre, per ottenere maggiori informazioni sulle concentrazioni di Benzene e IPA sono state effettuate diverse campagne di monitoraggio. Per il Benzene, sono stati scelti numerosi punti all'interno dell'area urbana di Modena presso i quali sono stati collocati i campionatori passivi; le campagne sono state effettuate in diversi periodi dell'anno. Gli IPA vengono invece determinati sulle polveri totali sospese campionate nelle stazioni di Via Giardini e di Via Nonantolana.

La rete di monitoraggio

Dati rilevati nell'anno 2002

I valori di concentrazione (figura 1) risultano simili nelle stazioni di monitoraggio orientate al traffico, mentre sono più contenuti nella stazione di XX Settembre che può essere classificata come di fondo urbano, ad eccezione dell'ozono che proprio per la minor presenza di traffico risulta più elevato.

Particolarmente marcata è la differenza tra i valori di benzene e PM_{10} rilevati in questa stazione e quelli della stazione di Via Nonantolana, collocata in un'area ad elevato traffico veicolare.

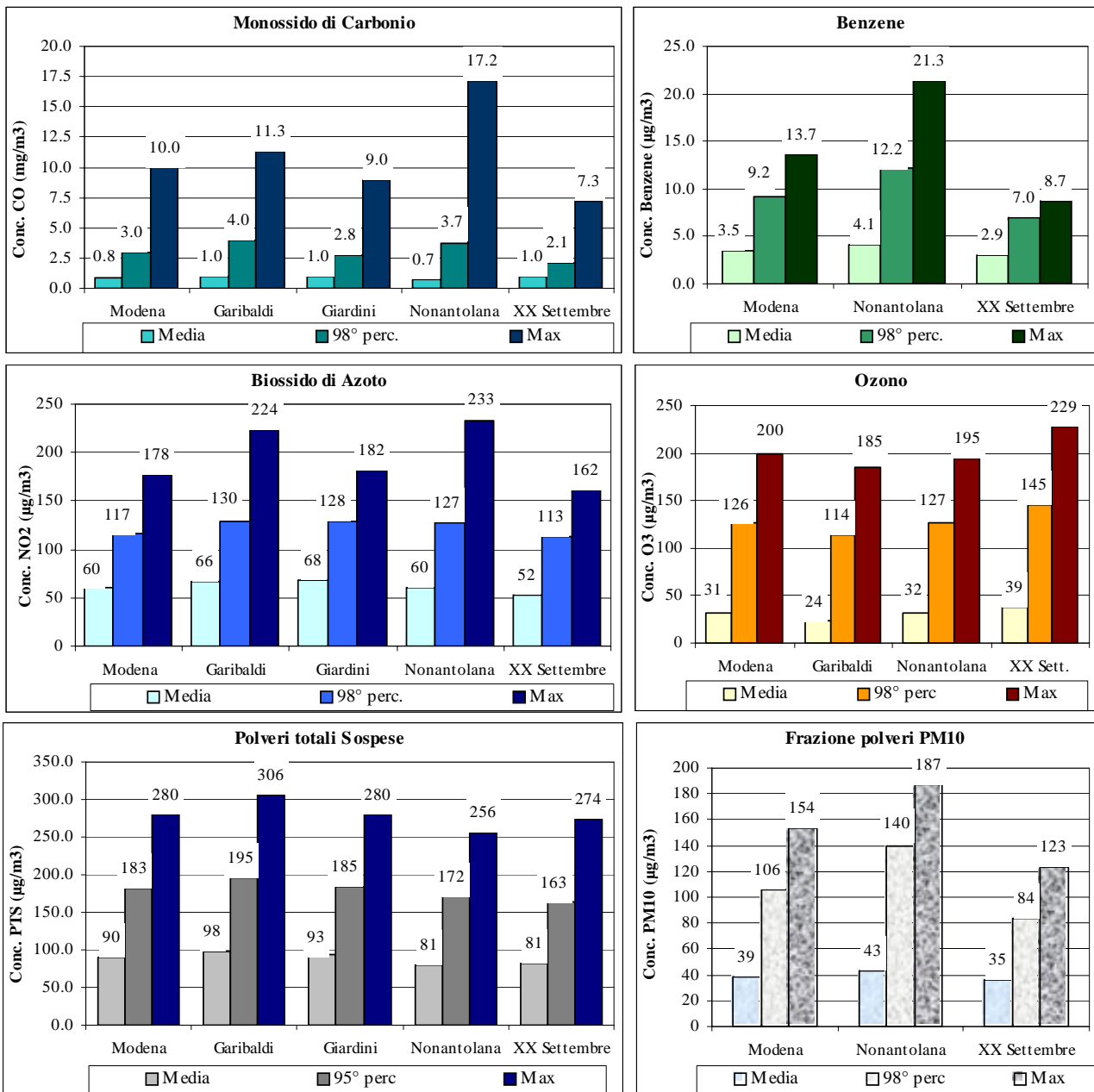


Fig. n° 1: Concentrazioni rilevate nell'anno 2001

L'unico punto di misura dell' SO_2 conferma la situazione registrata negli ultimi anni, con valori ampiamente inferiori ai limiti: il valore di concentrazione medio annuale è pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il 98° percentile è di $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

GLI ANDAMENTI TEMPORALI

Gli andamenti settimanali, riportati in figura 2, sono simili in tutte i punti di monitoraggio analizzati: si nota un leggero calo di tutti gli inquinanti nella giornata di giovedì, più evidente per CO e Benzene rispetto agli inquinanti con forte componente secondaria che hanno tempi di persistenza in atmosfera superiori. Tale diminuzione, visibile in particolare nella città di Modena più che nelle altre realtà analizzate, può essere determinata sia da un leggero calo delle attività commerciali tipico di questa giornata, sia dai provvedimenti di restrizione della circolazione attuati dall'amministrazione comunale nei mesi più critici.

Le concentrazioni di tutti gli inquinanti calano inoltre nelle giornate festive e prefestive, come evidenziano anche gli andamenti dei giorni tipici riportati in figura 3 e 3a, in cui sono stati considerati i dati medi di della città di Modena.

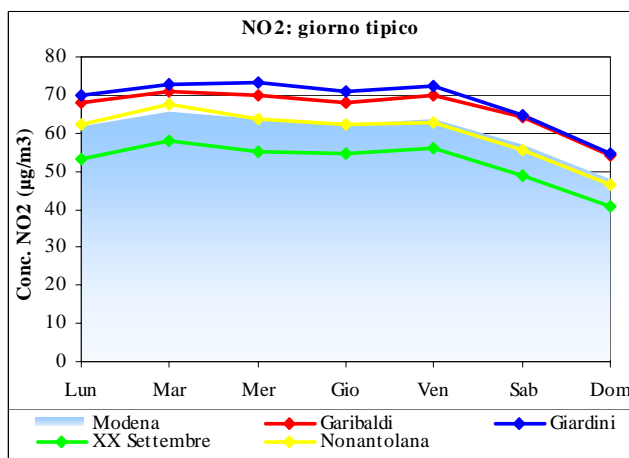
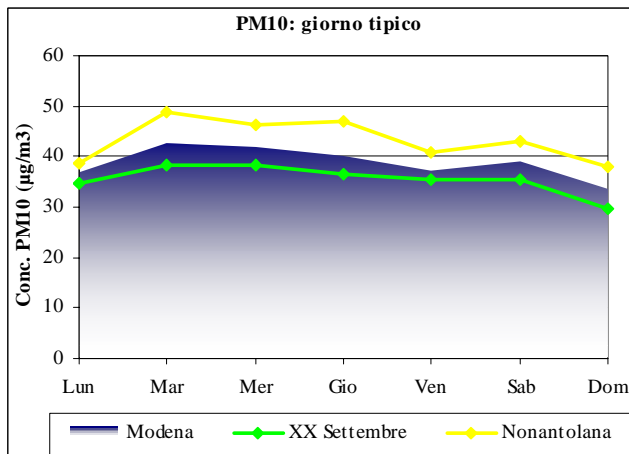
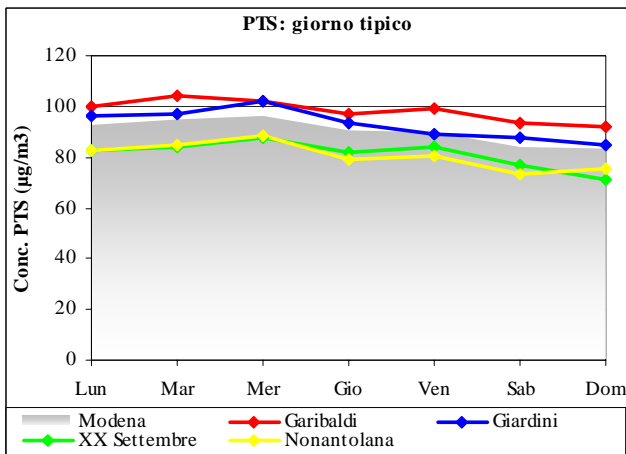
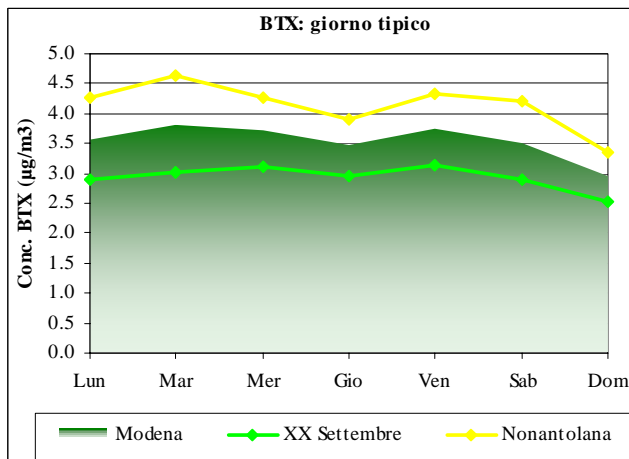
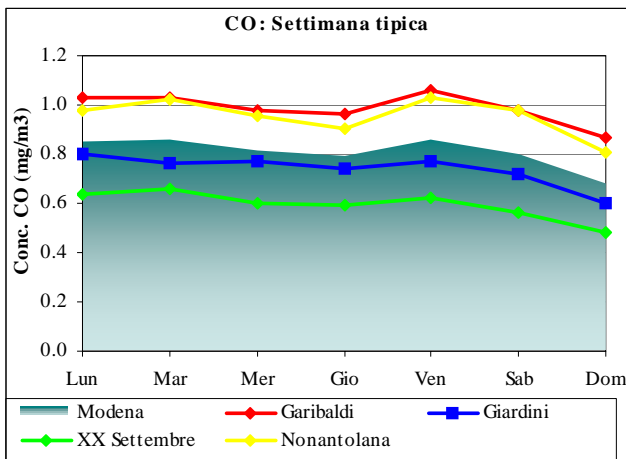


Fig. n° 2: settimana tipica

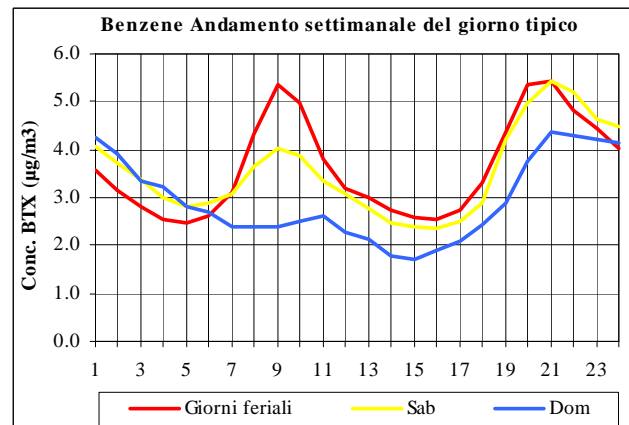
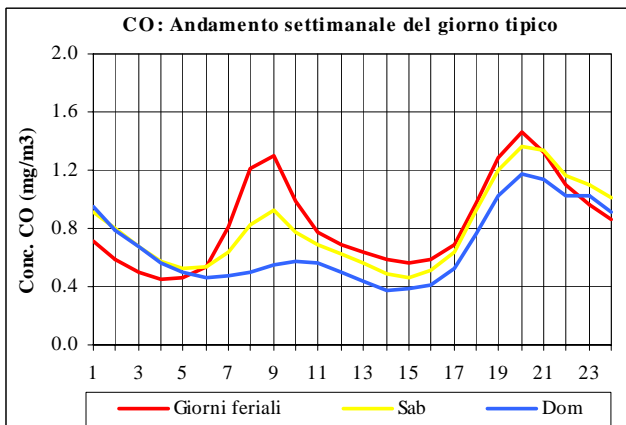


Fig. n° 3: Variabilità settimanale del Giorno tipico

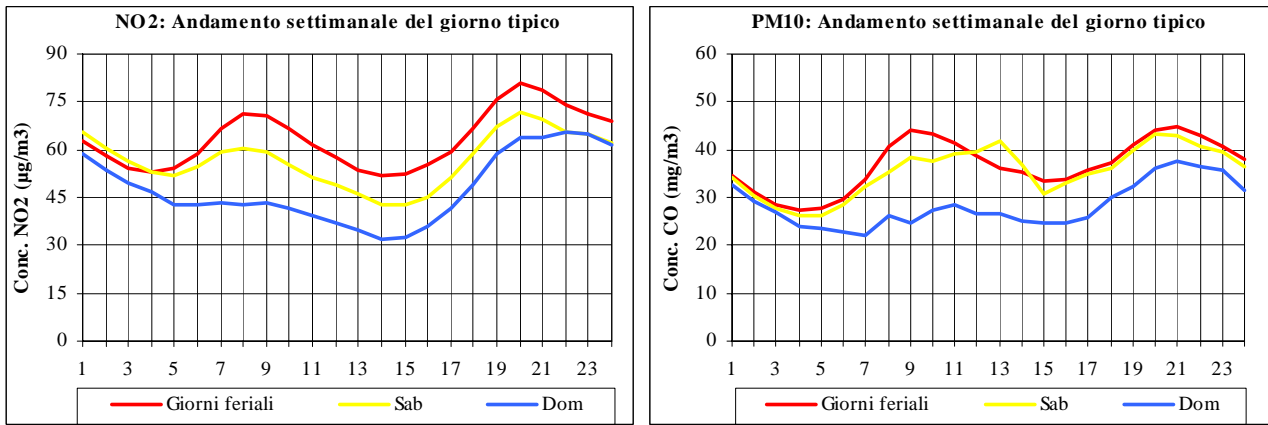


Fig. n° 3°a: Variabilità settimanale del Giorno tipico

La variabilità oraria delle sorgenti di emissione e quindi degli inquinanti è ben visibile, infine, nei grafici di figura 4, in cui sono riportati i giorni tipici di tutte le stazioni presenti nel Comune.

Si notano, come gli anni scorsi, due picchi corrispondenti alle ore della giornata caratterizzate da maggior intensità di traffico veicolare: il primo alle ore 9 ed il secondo, che presenta anche i valori massimi, alle 21.

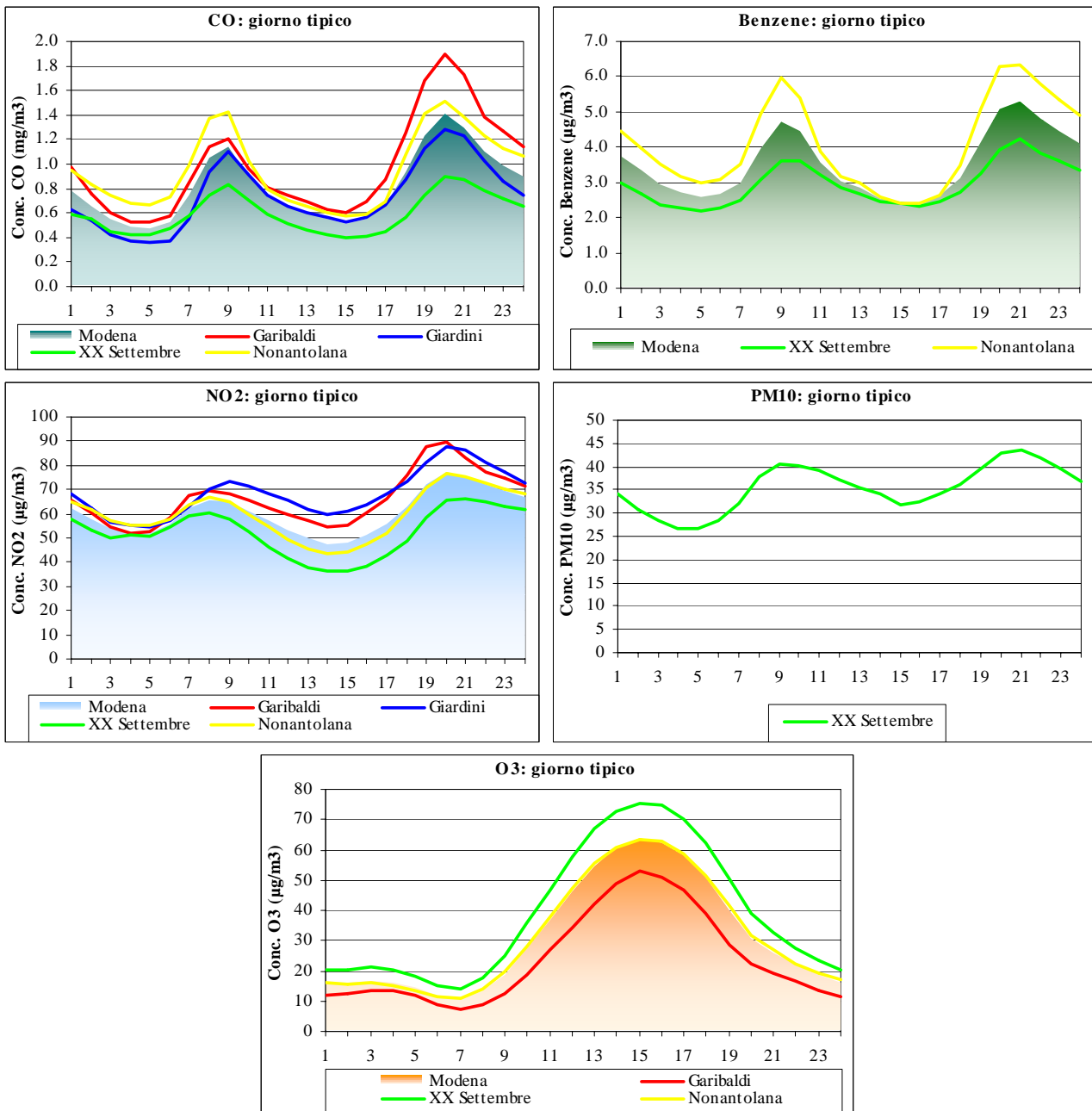


Fig. n° 4: Andamento del giorno tipico

La diminuzione corrispondente alle ore centrali della giornata è più evidente per il monossido di carbonio e il benzene, entrambi inquinanti primari, mentre è un meno marcata per gli inquinanti in cui è determinata la componente secondaria.

Unica diversità rispetto all'anno scorso è l'andamento di XX Settembre che quest'anno non presenta nessuna peculiarità ed è perfettamente confrontabile con tutte le altre stazioni.

L'andamento giornaliero dell'O₃ è quello caratteristico degli inquinanti di origine fotochimica, con il massimo in corrispondenza delle ore più soleggiate della giornata.

CONFRONTO CON LA NORMATIVA VIGENTE

Superamenti dei valori limite DM 60 e Direttiva Europea 2002/3CE

La sintesi riportata in tabella 1, in cui il colore giallo indica il superamento del valore limite e quello arancione il superamento del valore limite aumentato del margine di tolleranza, conferma le criticità già rilevate nell'analisi dei dati relativi all'agglomerato: le concentrazioni di NO₂, PM₁₀ e O₃ presentano infatti superamenti nella totalità delle aree monitorate. L'NO₂ è maggiormente critico sui valori medi, che si mantengono sempre superiori al valore limite aumentato del margine di tolleranza, mentre il PM10 evidenzia numerosi eventi acuti a fronte di una media annuale più contenuta.

	NO ₂		CO	PM ₁₀		Benzene	SO ₂	O ₃
	media		Max media mobile 8 h	media		media annua	media giornaliera	Max media mobile 8 h
	oraria	annuale		giornaliera	annuale			
Garibaldi								
Giardini								
Nonantolana								
XXSettembre								
Modena								
Agg.Modena								

Tab. n° 1: Sintesi dei superamenti dei valori limite e dei valori limite aumentati del margine di tolleranza

Nella mappa che segue viene effettuata una analisi dettagliata di questi eventi acuti, in modo da verificare la persistenza e la diffusione di questi fenomeni.

Mappa dei superamenti																																	
Mese	Staz.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Gen	Nona	62		59	86					91	125	100	68	91	78	88	85		100	109	158	134	120	185	187	161		56			55		
	XXSet							68	70	61		51	53		52		55	78	104	90	69	62	123	110	84						52		
Feb	Nona	58								58	58					92												83	85	96			
	XXSet	54													52												63	71	64				
Mar	Nona		51			66					64	68	66	77	51	83	68			62													
	XXSet		51			51								53		56				51			51										
Apr	XXSet					53																											
Giu	XXSet																				56				58	54	57						
Ago	Nona																					51							53				68
	XXSet																																63
Sett	Nona															61					66	62							74			56	
	XXSet														51					51													
Ott	Nona	55	100	112	107	142	137	61		59						77							78	53	86	52	53	70	83		91	116	113
	XXSet				58	64	70	63								59	55							51								63	72
Nov	Nona	80	120	105		88				68	88	87	137	176	185	92		94	51		71			59							67		
	XXSet	66	55		65							75	95	90		83	102										52						
Dic	Nona										64	56				61	65	74		51			57	75	79	96	59						
	XXSet																										53	55					

Nella mappa si evidenziano episodi di durata limitata, anche un solo giorno, che in alcuni casi coinvolgono una sola postazione, mentre in altri entrambe le stazioni. Questi possono essere determinati da situazioni locali, come nel primo caso, o da eventi potenzialmente critici, come nel secondo, che rimangono però localizzati nel tempo a causa del mutare delle condizioni meteorologiche.

Quando, invece, la situazione atmosferica rimane sostanzialmente stabile, i superamenti risultano diffusi e soprattutto persistenti.

A causa di questo, si registrano episodi ripetuti in cui le concentrazioni rimangono elevate per più di 8 giorni consecutivi, fino a determinare un numero di giorni di superamento in un mese che supera il 70% del totale (ad esempio nella postazione di Nonantolana si sono registrati nel mese di gennaio 21 giorni di superamento su 31).

Nonantolana è sicuramente più critica di XX Settembre, anche se in presenza di situazioni di forte stabilità quest'ultima presenta ugualmente numerosi superamenti.

Superamenti degli standard di qualità e dei limiti di protezione della salute e della vegetazione

Da una prima analisi dei valori riportati nella tabella 2, appare subito evidente che l'unico parametro che presenta ancora superamenti rispetto alla precedente normativa è l'ozono.

Tutti gli analizzatori collocati a Modena hanno registrato, durante la stagione estiva, un elevato numero di superamenti dei limiti di protezione della salute e della vegetazione, anche se la situazione meteorologica che ha caratterizzato la stagione estiva ne ha limitato di fatto il numero complessivo rispetto al 2001.

Proprio a causa della peculiarità di questo inquinante, la situazione con il maggiore numero di superamenti è quella del centro storico (area a traffico limitato), dove si è anche registrato l'unico superamento dello standard di qualità dell'aria.

Stazione	Standard qualità dell'aria							O ₃ : N° Superamenti limiti di protezione		
	SO ₂	NO ₂	CO		O ₃	PTS		della salute	della vegetazione	
			Media 1h	Media 8h	Media 1h	media	95°perc.		Media 1h	Media 24h
Garibaldi	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	89	0	15
Giardini	-	NO	NO	NO	-	NO	NO			
Nonantolana	-	NO	NO	NO	NO	NO	NO	220	0	39
XX Settembre	-	NO	NO	NO	SI	NO	NO	526	12	81

Tab. n° 2: Sintesi dei superamenti degli standard di qualità e dei limiti per l'ozono

L'evoluzione della qualità dell'aria

Dai grafici di figura 5 e 5a, si evidenzia una diminuzione delle concentrazioni dal 1991 ad oggi più marcata per le concentrazioni di CO e in misura minore per quelle di NO₂ e delle polveri totali. Anche le polveri fini negli anni a disposizione mostrano una leggera diminuzione da verificare nel tempo, in particolare per XX Settembre dove sono disponibili solo tre anni di dati. Relativamente al benzene, dopo un iniziale aumento delle concentrazioni, gli ultimi tre anni mostrano un'evidente tendenza al calo.

In generale, negli ultimi anni si nota una maggior stazionarietà delle concentrazioni accompagnata da valori più uniformi tra le diverse realtà esaminate.

Per l'ozono non si evidenziano particolari trend in atto; la variabilità delle concentrazioni è prevalentemente correlata alle condizioni meteorologiche della stagione estiva.

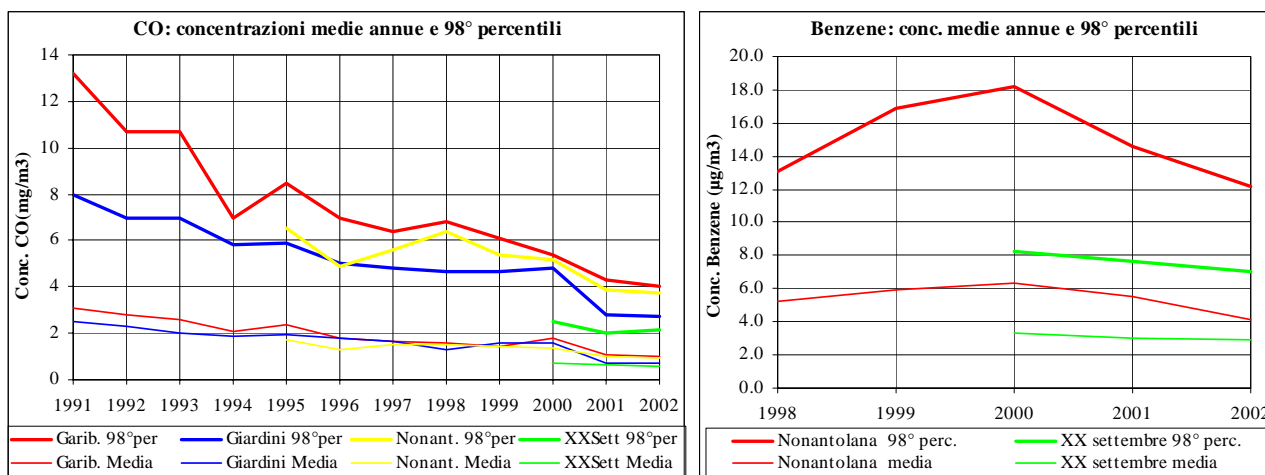


Fig. n° 5: Trend delle concentrazioni medie annue e dei percentili

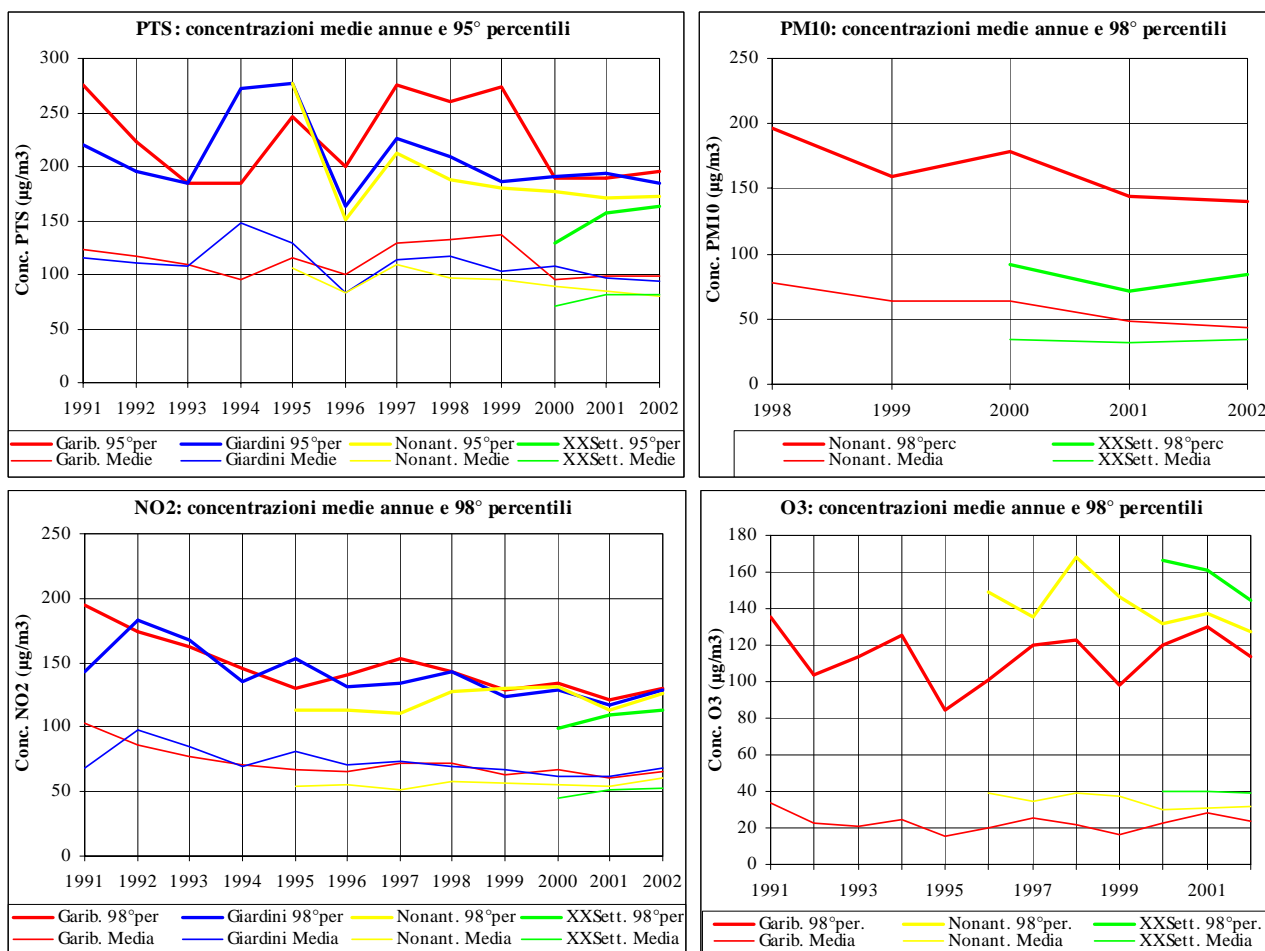


Fig. n° 5a: Trend delle concentrazioni medie annue e dei percentili

Relativamente alle criticità che emergono a seguito del recepimento in Italia delle direttive europee, dall'analisi dei grafici di figura 6 e 6a è evidente che, mentre per il CO e il benzene le tendenze attuali fanno ritenere raggiungibile l'obiettivo fissato per il 2005, per NO₂ e soprattutto per il PM₁₀ il raggiungimento di almeno uno degli obiettivi fissati dalla normativa risulta più problematico.

Infatti, per quanto riguarda l'NO₂, il limite definito sulla media annua risulta superato in tutte le stazioni con due superamenti del margine di tolleranza nelle stazioni di Garibaldi e Giardini, mentre relativamente al PM₁₀, si confermano le criticità già evidenziate per il rispetto del limite imposto sulla media giornaliera.

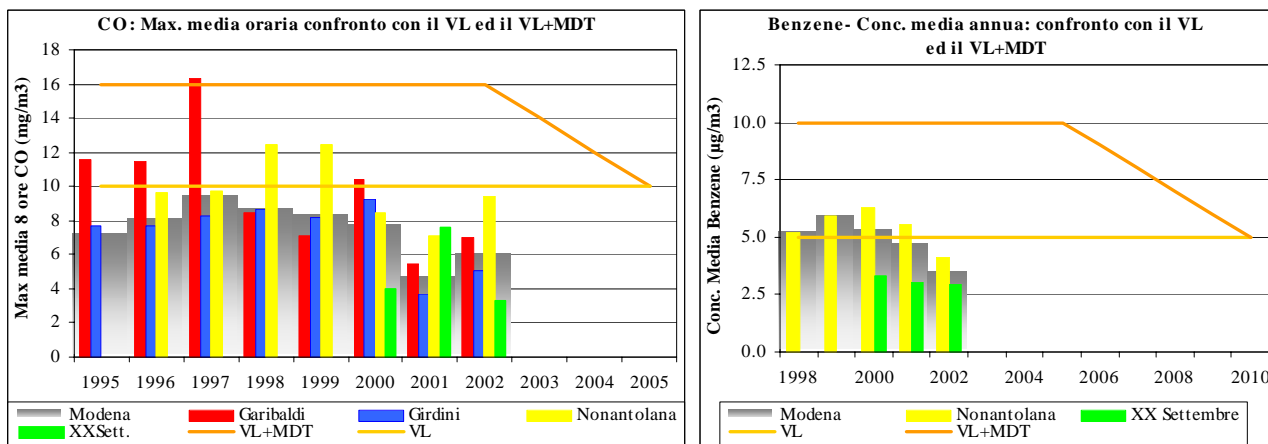


Fig. n° 6: criticità rispetto al DM 60

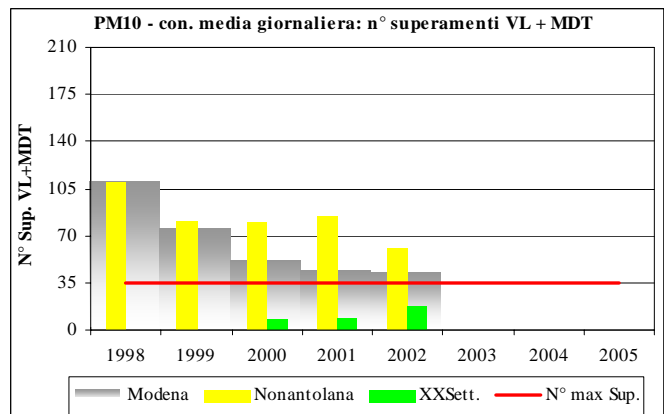
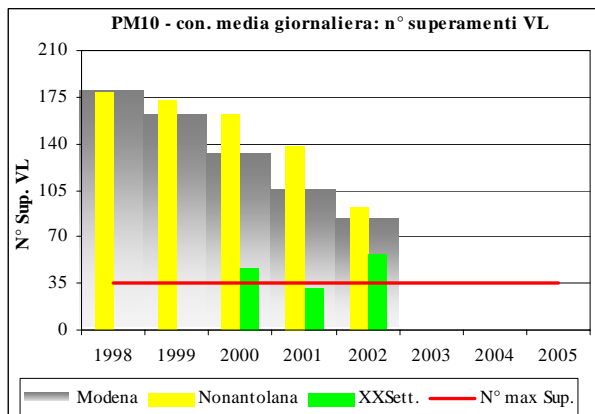
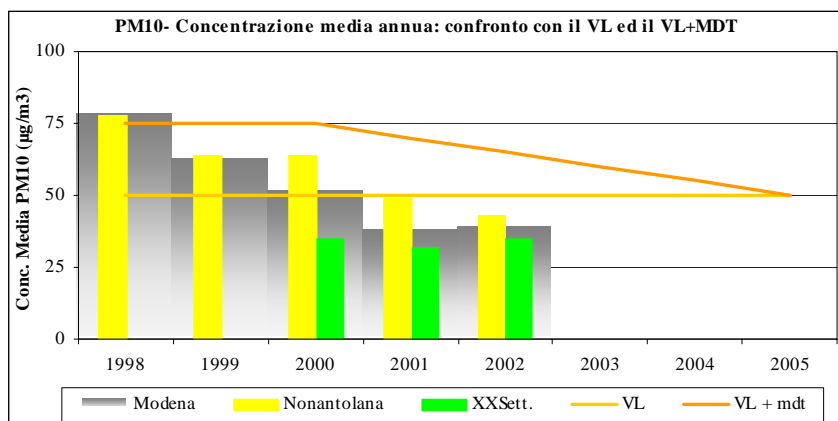
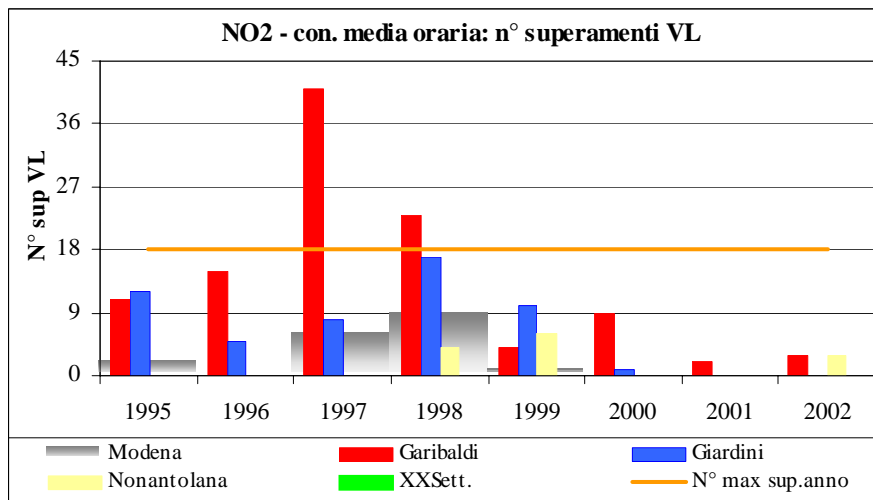
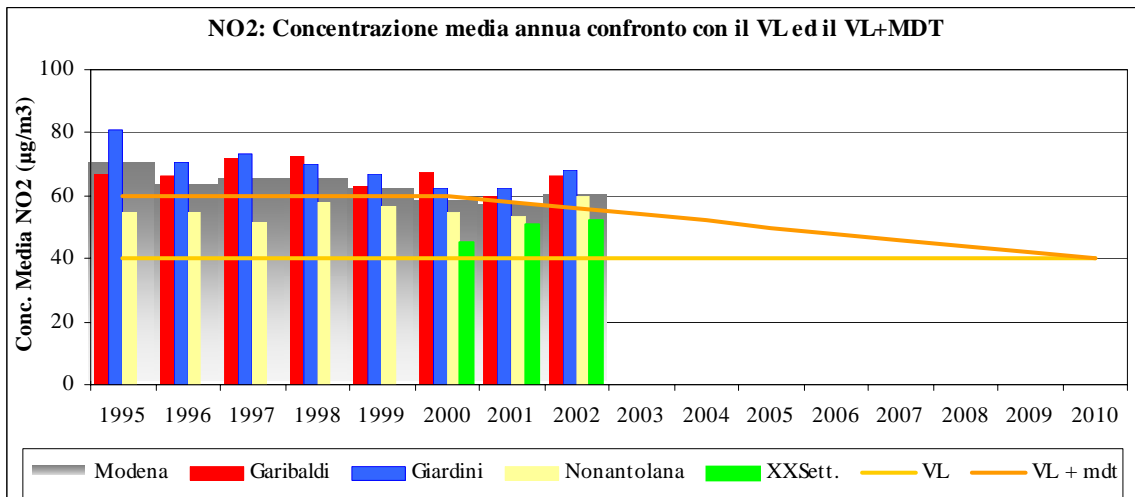


Fig. n° 6a: criticità rispetto al DM 60

Le campagne di monitoraggio

Idrocarburi Policiclici Aromatici

Gli IPA vengono rilevati dal mese di aprile 2000 attraverso un monitoraggio sistematico che prevede la determinazione del Benzo(a)Pirene (composto scelto come tracciante delle categoria degli Idrocarburi Policiclici Aromatici) sulle polveri totali sospese campionate nelle postazioni di Via Giardini e Via Nonantolana. Poiché la legislazione prevede, per tale inquinante, un monitoraggio di tipo discontinuo, la determinazione viene eseguita sottoponendo a procedimento analitico le membrane campionate ogni 5 giorni ed esprimendo il risultato su base mensile.

I risultati del monitoraggio degli IPA, espressi come valore medio di Benzo(a)pirene riscontrato nel mese di campionamento, sono riportati in tabella 3

I risultati ottenuti permettono di stimare una media mobile annua da confrontare con l'obiettivo di qualità di $1\text{ng}/\text{m}^3$. I risultati sono riportati nella tabella 4 e mostrano un sostanziale rispetto di tale obiettivo.

Postazione	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
Modena-Via Nonantolana	0.3	0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.4	0.6	0.8
Modena-Via Giardini	0.3	0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2

Tab. n° 3 : IPA espressi come ng/m^3 di Benzo(a)pirene - concentrazioni medie mensili 2002

Postazione	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
Modena-Via Nonantolana	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2
Modena-Via Giardini	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1

Tab. n° 4 : IPA espressi come ng/m^3 di Benzo(a)pirene - media mobile annuale 2002

Benzene

Le campagne di monitoraggio del **Benzene** sono state condotte nei periodi sottoelencati:

- Campionamenti giornalieri eseguiti in 5 diverse postazioni della zona urbana per la valutazione dell'operazione "Liberiamo l'aria" (ottobre 2002 - marzo 2003) - i risultati di questa campagna sono riportati nell'analisi relativa a questi provvedimenti;
- Campionamenti di durata settimanale eseguiti in periodi invernale e primaverile in 73 punti della città.

Le campagne estese a 73 punti, effettuate nel corso del 2002 ed iniziate nel corso del 2001, sono state il naturale sviluppo delle indagini svolte nel 1999 e 2000 su 25 punti dell'area urbana. Esse sono state effettuate utilizzando campionatori passivi tipo "Radiello". La scelta dei punti in cui collocare i campionatori passivi è avvenuta con la supervisione del comune di Modena ed ha preso in considerazione le seguenti tipologie di postazioni: strade ad elevato traffico, incroci ad elevato traffico, zone residenziali, parchi cittadini, poli scolastici e centro storico.

Poiché i risultati delle indagini sono finalizzati alla applicazione di un modello matematico per la previsione delle zone che non rispettano l'obiettivo di qualità posto per il benzene, la scelta dei punti di campionamento ha tenuto in considerazione anche le peculiarità del modello matematico stesso. Si è inoltre cercato di dislocare i campionatori sul territorio urbano di Modena nel modo più omogeneo possibile per non trascurare nessuna circoscrizione. Ciascuna campagna di misura ha avuto durata settimanale ed i risultati ottenuti nel biennio di indagini sono riportati nella **tabella 5 e 5a**.

Prendendo come riferimento il valore di benzene rilevato dal campionatore passivo posto in corrispondenza della centralina di Via Nonantolana (postazione 47) e considerando lo stesso identico periodo di rilevamento, è possibile fare alcune considerazioni sulle concentrazioni riscontrate nelle altre postazioni. Così come è già stato proposto con la relazione degli scorsi anni, è possibile calcolare un fattore numerico semplice (rapporto di concentrazione) che permetta di ipotizzare, data la concentrazione di benzene in Via Nonantolana, quale sarà la concentrazione nello stesso periodo anche nelle altre postazioni.

Poiché le indagini eseguite nel biennio 2001/2002 sono distribuite in modo sufficientemente omogeneo nell'arco dell'anno solare, è possibile verificare, inoltre, se tale rapporto varia con la stagionalità oppure se è sufficientemente costante: i parametri utili a tale verifica e riportati nella precedente tabella sono: Rapporto di concentrazione medio, Coefficiente di variazione % o Deviazione standard %.

Si noti come vi siano postazioni che presentano valori medi superiori a quello di Via Nonantolana ed altre che presentano valori simili o inferiori. Come è ragionevole attendersi, le postazioni che presentano rapporti di concentrazione maggiori sono quelle che si trovano in prossimità di incroci o di strade ad elevato volume di traffico, mentre quelle caratterizzate da bassi valori corrispondono a zone residenziali o parchi pubblici.

n.Post.	Indirizzo	Concent. Medie nel periodo di misura ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Rapporto Concentrazione	Deviazione Standard %
		set-01	ott-01	nov-01	feb-02	giu-02		
1	Piazzale Risorgimento	15.7	15.9	19.8	13.7	6.9	2.9	15
2	Via Vignolese ang. Via Campi	10.4	11.4	16.4	11.4	5.6	2.2	12
3	Via Vignolese ang. Via Cucchiari	13.4	12.0	16.2	10.8	6.0	2.3	13
4	Via Morane ang. Via Gobetti	25.2	21.8	24.3	21.1	11.5	4.2	14
5	V.le Gramsci ang. Via Canaletto	6.3	6.7	9.7	7.0	3.3	1.3	11
6	Piazzale Natale Bruni	8.5	9.0	12.8	8.4	4.7	1.7	13
7	V.le Fontanelli ang. V.leMonte Kosika	9.1	8.9	11.8	9.8	5.4	1.8	8
8	V.le Storchi ang. Via Emilia	11.1	10.8	12.4	10.2	5.3	2.0	12
9	Via Rosselli ang. V.le Amendola	15.7	12.6	19.9	15.9	7.7	2.9	3
10	Via Nonantolana ang. Via Albareto	13.3	13.6	16.7	12.3	5.9	2.5	14
11	V.le Monte Kosika (stazione FFSS)	12.8	10.7	15.1	11.6	6.8	2.3	8
12	Via Bonacini ang. Via Puccini	14.1	12.2	13.8	10.7	5.1	2.2	19
13	V.le Menotti ang. Via Divisione Acqui	7.1	6.9	10.6	9.8	3.4	1.5	12
14	Via Giardini ang. V.le Corassori	11.2	11.2	16.8	10.4	6.5	2.3	13
15	Parco Amendola	3.1	2.9	4.9	4.3	1.5	0.7	13
16	Giardini Pubblici (Parco Ducale)	3.2	3.9	5.5	4.5	1.4	0.7	21
17	Parco V.le Rimembranze/V.le Martiri	4.8	5.0	7.5	5.0	1.9	0.9	19
18	Parco della Repubblica	3.4	3.4	5.2	4.2	1.4	0.7	16
19	Parco Enzo Ferrari	3.1	3.7	5.4	3.9	1.4	0.7	20
20	Parco Novi Sad	3.3	3.9	5.8	4.1	1.3	0.7	23
21	Parco XXII Aprile	3.1	3.3	5.5	4.5	1.3	0.7	21
22	Parco Divisione Acqui	3.5	3.6	5.4	4.2	1.5	0.7	15
23	Parco della Resistenza	3.0	3.3	5.7	4.6	2.6	0.8	19
24	Polo Scolastico Leonardo da Vinci	3.2	3.6	5.1	3.6	1.4	0.7	18
25	Polo Scolastico V.le Corassori	4.4	4.3	7.6	4.8	1.5	0.9	25
26	C.so Vittorio Emanuele	7.3	7.3	10.5	6.6	3.0	1.4	17
27	C.so Canalchiaro	8.3	7.5	10.3	8.4	3.9	1.5	6
28	P.zza Roma	4.7	4.7	7.0	5.3	1.9	0.9	15
29	Via Emilia centro (Uff. postale)	5.1	5.1	7.1	5.3	2.5	1.0	9
30	P.zza Matteotti	4.2	4.2	6.2	4.8	1.5	0.8	19
31	Via Giardini (Centralina di monitoraggio)	5.2	5.6	6.7	6.7	2.0	1.0	19
32	Via C:Menotti (Banca Popolare)	11.3	9.4	15.2	10.1	4.7	2.0	12
33	Via Vignolese ang. Via Tacchini	6.3	5.8	8.3	7.3	2.2	1.2	16
34	V.le Moreali	8.5	8.5	11.1	9.8	3.3	1.6	16
35	Via J.Barozzi	6.2	5.9	8.5	6.8	2.0	1.1	20
36	Via Morane	8.4	7.6	13.2	9.2	3.3	1.6	17
37	V.le Gramsci ang. Via Donati	7.3	6.3	8.7	6.4	3.0	1.3	12
38	V.le Montecuccoli	6.5	5.5	8.0	5.5	2.6	1.1	13
39	V.le Storchi	7.3	6.1	10.9	7.6	3.1	1.4	13
40	Via Nazionale per Carpi ang. Via Latini	3.8	4.3	6.6	4.3	1.7	0.8	19
41	Via Buon Pastore	8.0	5.7	11.0	7.9	2.3	1.3	23
42	V.le Fratelli Rosselli (centro commerciale)	7.0	6.8	12.2	6.9	2.5	1.4	25
43	Via Pace ang. Via Mattarelli	9.5	9.3	13.4	8.8	3.7	1.7	17
44	V.le Medaglie d'Oro	8.0	6.8	10.1	7.5	3.0	1.4	13

Tab. n° 5: Concentrazioni medie di Benzene espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

n.Post.	Indirizzo	Concent. Medie nel periodo di misura ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Rapporto Concentrazione	Deviazione Standard %
		set-01	ott-01	nov-01	feb-02	giu-02		
45	V.le Muratori	11.4	9.2	15.9	11.1	5.1	2.1	10
46	Via Puccini ang. Via Crespellani	12.0	9.3	10.5	9.0	4.3	1.8	18
47	Via Cimone (quartiere Torrenova)	5.3	4.5	6.7	5.7	2.7	1.0	0
48	Via Nonantolana ang. Via Crocetta	6.7	6.3	7.6	6.6	3.0	1.2	10
49	L.go Garibaldi (centralina monitoraggio)	6.6	6.0	8.6	6.7	3.5	1.3	5
50	V.le Reiter (Liceo Tassoni)	12.1	9.0	12.0	8.3	4.7	1.9	17
51	V.le Caduti sul Lavoro ang. Via Wagner	7.7	5.5	9.9	7.0	2.9	1.3	14
52	Via Emilia Est (ferrovia Modena/Sassuolo)	10.4	9.0	12.7	10.0	4.7	1.9	6
53	Via Emilia Ovest (cinema Nuovo Scala)	9.4	8.9	11.6	9.8	3.2	1.7	18
54	V.le Autodromo (caserma VVFF)	5.7	5.5	9.8	5.8	2.2	1.1	22
55	Via P.Ruffini	6.6	5.6	7.7	6.3	2.1	1.1	17
56	Via Zamenhoff ang. Via Gandini	5.5	5.1	9.4	6.5	1.8	1.1	25
57	Via S.Giovanni Bosco (chiesa San Pio X)	4.6	4.6	5.9	4.9	1.7	0.9	16
58	Via del Gambero (asilo nido)	5.2	4.5	7.2	8.4	2.2	1.1	22
59	Via Benedetto Marcello (scuola Palestrina)	5.7	5.4	6.8	6.3	2.5	1.1	9
60	V.le della Resistenza	4.8	4.4	7.3	4.0	2.2	0.9	17
61	Via Masaccio	4.0	4.0	6.6	5.4	1.5	0.8	22
62	Via Zoboli ang. Via Cimabue	5.8	6.4	9.7	7.3	1.9	1.2	25
63	Via Pelloni	3.6	3.2	5.6	4.4	1.5	0.7	14
64	Via Luosi	10.4	9.2	13.8	11.1	4.6	1.9	8
65	Via Nievo ang. Via Allegri	6.4	7.6	9.5	7.6	2.4	1.3	23
66	Via Stoppani ang. Via Newton	5.0	5.0	7.6	5.0	1.5	0.9	25
67	Via Cavalcanti ang. Via Parini	5.4	4.6	7.3	5.6	1.9	1.0	17
68	Via Benedetto Croce ang. Via Petrarca	4.0	3.7	5.7	4.7	1.6	0.8	14
69	Via Bixio ang. Via Toti	4.6	4.3	7.1	5.4	1.4	0.9	23
70	Via Perù	3.4	3.4	5.1	3.3	1.2	0.6	21
71	Via Mar Mediterraneo ang. Mar Tirreno	6.4	5.9	7.7	6.2	3.0	1.2	8
72	Via dello Zodiaco ang. Via del Sagittario	4.2	4.4	6.7	6.0	2.3	0.9	11
73	Via Vigevano	5.8	4.8	7.8	6.6	1.6	1.0	24
	Centralina Torrenova	4.2	4.1	7.2		2.3	0.9	14

Tab. n° 5a: Concentrazioni medie di Benzene espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Per quanto riguarda l'evoluzione dei rapporti di concentrazione in relazione alla stagionalità, si nota generalmente una variabilità medio-bassa: solamente in alcune postazioni, infatti, tale indice è maggiore del 20%.

La variabilità del rapporto di concentrazione dipende sia dalla diversa capacità di diffusione degli inquinanti nei diversi siti, in funzione delle condizioni meteorologiche, sia dalle diverse attività antropiche che caratterizzano le diverse postazioni. E' lecito supporre, infatti, che zone in cui si svolgono attività discontinue nell'arco dell'anno (ad esempio scuole), presentino rapporti sensibilmente variabili in funzione del periodo considerato. Chiaramente, affinché tali fattori possano essere utilizzati pienamente, sono necessarie ulteriori indagini per verificarne la effettiva entità numerica, soprattutto per quelle postazioni che risentono notevolmente della variabilità stagionale.

Ulteriori approfondimenti delle indagini eseguite sul benzene nell'area urbana di Modena possono essere ritrovate nell'articolo "L'inquinamento da benzene a Modena" sul n° 69 - 70 della rivista "Sviluppo Sostenibile", anno 2002, pubblicazione trimestrale dell'Amministrazione Provinciale, di cui di seguito, se ne riporta una sintesi.

“L’inquinamento da benzene a Modena”

INTRODUZIONE

La valutazione dei livelli di benzene nell’area urbana di Modena ha visto un importante impegno di risorse umane e finanziarie da parte sia delle amministrazioni locali che di ARPA Emilia Romagna. Diversi progetti sono stati attivati nel triennio 2000-2003. Tali progetti, per la maggior parte finanziati dal Comune di Modena, si inquadrano nel contesto di iniziative previste dal D.M. 21 Aprile 1999, che fa obbligo ai comuni con potenziali problematiche ambientali di redigere un rapporto annuale sulla qualità dell’aria e di predisporre eventuali provvedimenti preventivi a salvaguardia della salute della popolazione.

I provvedimenti sono indirizzati prioritariamente a varie forme di limitazione del traffico autoveicolare, del quale viene in tal modo sancita la centralità nella generazione dell’inquinamento urbano, e vengono vincolati ad una preventiva analisi della situazione esistente, da effettuare tramite attività sia di tipo sperimentale che modellistico.

Le attività di tipo sperimentale sono incentrate sulle misurazioni tramite centraline fisse operanti in continuo e su campagne di breve estensione temporale condotte con mezzi mobili o campionatori passivi. Le centraline rappresentano ad oggi la principale fonte di informazione sullo stato della qualità dell’aria. Esse hanno il vantaggio della continuità temporale e possono quindi fornire lunghe serie storiche di dati che si rivelano molto utili sia da un punto di vista dell’analisi dei trend che da un punto di vista previsionale.

Gli svantaggi sono legati al loro limitato numero, alla loro specifica collocazione e quindi alla loro rappresentatività. La concentrazione degli inquinanti primari da traffico, e del benzene in particolare è, infatti, estremamente variabile sia in senso temporale che spaziale e le centraline fisse difficilmente permettono di ricavare in modo rigoroso, neppure dove sono in numero maggiore, sia i livelli di inquinamento medi (in senso spaziale) nelle diverse città, sia la distribuzione dei diversi inquinanti all’interno delle città stesse. Ciò è dovuto al fatto che la città (soprattutto la tipologia urbana italiana) è un ambito nel quale il raggio di rappresentatività del dato sperimentale è molto ristretto: mentre in ambiti rurali un eventuale dato ambientale può essere rappresentativo di aree vaste (anche chilometri), in ambito urbano valori misurati all’interno di un canyon stradale e a poca distanza dietro gli edifici possono differire anche di alcuni fattori (fino a 5-6 volte).

Solo una strategia integrata può permettere di aspirare alla conoscenza della distribuzione dell’inquinamento all’interno delle città, obiettivo fra i più ambiziosi e di maggior importanza sia in ottica ambientale che epidemiologica. Occorre quindi non solo un utilizzo appropriato di modellistica di vario tipo ma anche una integrazione dei dati delle centraline fisse con i dati di strumenti di misura più “snelli” come i campionatori passivi ed i mezzi mobili. In particolare, è stata sperimentata nel contesto degli studi sopra citati una procedura per stimare medie annue da campionamenti a finestra temporale. Tale procedura permette di ovviare al problema legato al fatto che le indagini ad alta risoluzione spaziale, a causa della loro dispendiosità, vengono condotte in limitati periodi di tempo, risultando in tal modo esposte al rischio di fenomeni anomali e transitori che possono perturbare la “generalità” del dato ottenuto.

A questo processo di integrazione di dati sperimentali differenti si sono affiancate attività di tipo modellistico per completare il processo di valutazione integrata dei livelli di inquinamento da benzene. L’utilità dell’uso sinergico delle attività sperimentali e modellistiche viene recepito anche da un punto di vista legislativo dal già citato DM 21 Aprile 1999, soprattutto nell’ambito della importante riaffermazione della logica dell’analisi integrata e della programmazione rispetto alla logica dei provvedimenti di emergenza.

I DATI SPERIMENTALI E LA STIMA DELLE MEDIE ANNUE

Le centraline fisse collocate all’interno dell’area urbana di Modena e allestite per il monitoraggio del benzene sono due: la stazione Nonantolana e la stazione XX Settembre. Per quanto concerne i campionamenti non in continuo, il benzene è l’inquinante per il quale se ne è fatto un largo uso. Particolare importanza rivestono le due campagne ad elevata risoluzione spaziale: la prima condotta nel solo mese di novembre 1999 in 25 punti della città, la seconda negli anni 2001-2002 in 73 punti da settembre 2001 a giugno 2002 con 5 periodi di campionamento di una settimana ciascuno.

Questi ultimi sono stati la fonte di informazione sperimentale più importante. Essi sono stati elaborati per ricavare un valore medio annuo in modo più rigoroso di quello che si otterrebbe operando una semplice media dei valori sperimentali ottenuti.

La procedura adottata prevede l’utilizzo integrato dei dati delle centraline fisse e dei campionatori passivi per ovviare al problema della grande variabilità temporale delle concentrazioni di benzene.

In particolare essa sfrutta l'ottima correlazione riscontrata tra i diversi siti di campionamento e le centraline fisse e consiste nel fare campionamenti limitati nel tempo in diversi punti della città (con mezzi mobili o campionatori passivi), calcolare la relazione funzionale tra i siti e la centralina fissa e ricavare sulla base di questa l'andamento della concentrazione per tutto l'anno. Uno studio sui dati delle centraline fisse condotto da ARPA Emilia Romagna ha evidenziato come, questo approccio appare giustificato con un errore limitato, soprattutto rispetto alla determinazione di medie di lungo periodo (mensili, stagionali, annuali).

Si è quindi utilizzata la procedura sopra delineata per determinare le medie annue nei 73 siti ove sono stati collocati i campionatori passivi nella campagna 2001-2002 (figura 7). Le stime per l'anno 2001 sono risultate inferiori di circa un 10% rispetto a quelle del 2000.

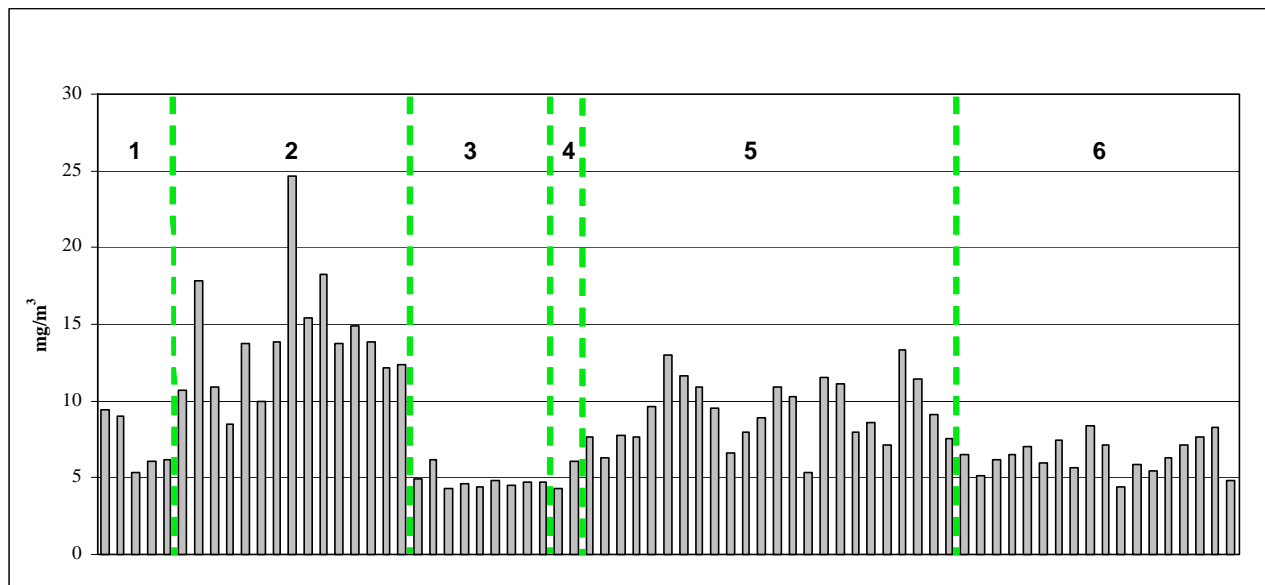


Fig. n° 7 - Stima delle medie annue 2000 nei 73 siti di campionamento 2001-2002 suddivisi per categorie
 1) Categoria Centro Storico 2) Categoria Incroci 3) Categoria Parchi 4) Categoria Poli Scolastici
 5) Categoria Strade 6) Categoria Zone Residenziali

SIMULAZIONI MODELLISTICHE E CONFRONTO CON I DATI SPERIMENTALI

La parte modellistica è stata condotta tramite l'utilizzo del software IMMIS LUFT (IVU- www.immis.de). Esso permette di stimare le medie annue delle concentrazioni di inquinanti primari da traffico all'interno dell'ambito stradale racchiuso tra edifici ("canyon" stradale). Le informazioni richieste in input dal modello sono la composizione del parco macchine, la geometria dei canyon stradali, il traffico giornaliero sui singoli archi stradali e le caratteristiche meteorologiche di base dell'area.

I flussi di traffico sui principali archi stradali sono stati forniti dal Settore Traffico del Comune di Modena e ricavati utilizzando il modello di simulazione del traffico VISUM. I dati forniti da VISUM si riferiscono ad una rete stradale semplificata comprendente comunque tutti i principali archi stradali dell'area comunale.

I valori di traffico giornaliero sono stati desunti dalle simulazioni riferite all'ora di punta del mattino considerando il picco di flusso come il 13,5% del flusso totale giornaliero. Questo coefficiente è stato ricavato sulla base di campionamenti su alcuni archi stradali cittadini effettuati dal Comune e dalla Provincia di Modena. I rilievi di traffico disponibili sulle arterie maggiormente utilizzate dal trasporto commerciale sono stati utilizzati per stimare un valore percentuale medio del flusso del trasporto pesante rispetto al flusso totale. Il flusso di automezzi del trasporto pubblico è stato considerato in modo dettagliato desumendolo dai percorsi e dalle frequenze delle linee cittadine.

Il confronto tra medie annue ricavate dai dati sperimentali e stime modellistiche è applicabile solo alla categoria di punti di prelievo denominata "strade". La comparazione tra le due valutazioni evidenziano una generalmente ottima concordanza anche se le stime sperimentali sono generalmente più elevate di quelle modellistiche. La concordanza tra modello e dati sperimentali è migliore quando l'ambito stradale è più assimilabile ad un "canyon". Anche le simulazioni modellistiche hanno quindi confermato la criticità di alcuni archi stradali emersa dai campionamenti e hanno permesso di evidenziare i livelli di concentrazione in tutti i principali archi stradali non sottoposti a campionamento.

Le variabili modellistiche risultate più importanti rispetto al determinarsi dei livelli di benzene negli ambiti stradali sono state, oltre ai flussi di traffico ed alla composizione del parco macchine, i parametri geometrici dei "canyon" e la congestione degli archi stradali (individuata tramite il "daily stop and go" - percentuale tempo medio di stasi dei veicoli). L'evidenza dell'importanza dei parametri geometrici emerge del resto dall'analisi dei livelli di inquinamento in prossimità delle tangenziali, che, pur essendo caratterizzate da elevatissimi flussi di traffico sia leggero che pesante, risultano affette da basse concentrazioni di benzene proprio grazie alla conformazione "aperta" della strada. Si rivelano quindi molto più esposti al rischio inquinamento gli archi stradali racchiusi tra file contigue di edifici. Altri parametri importanti sono quelli meteorologici: un limitato aumento del vento medio annuo può provocare radicali riduzioni delle concentrazioni stimate. Ciò costituisce, del resto, una conferma della evidenza sperimentale delle particolari problematiche ambientali che si riscontrano nelle città del bacino padano, caratterizzate da scarsa ventilazione.

ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE

La popolazione è esposta a benzene soprattutto attraverso l'inalazione di aria contaminata (per più del 90%). Il livello di rischio per la cittadinanza, che dipende dalla reale esposizione, non può essere direttamente stimato per mezzo della misura dell'inquinamento urbano outdoor. Per ottenere una stima dell'esposizione personale media della popolazione modenese, si sono utilizzati i risultati del più importante studio condotto a livello europeo sull'esposizione a benzene, chiamato MACBETH.

Tra i risultati più importati dello studio vi è la definizione del rapporto tra esposizione media della popolazione e inquinamento medio outdoor. In particolare, l'esposizione media della popolazione è risultata più elevata del livello di inquinamento medio dell'area urbana. Si è ritenuto utile adottare una procedura analoga al progetto MACBETH per la stima di un valore medio urbano, in modo da poter utilizzare il rapporto misurato nell'ambito dello stesso progetto tra esposizione media personale e la media urbana così calcolata. In particolare, si è calcolata dapprima una media urbana con i dati misurati a Modena seguendo il criterio di selezione dei siti utilizzato nel progetto MACBETH, per poi poter utilizzare il rapporto media urbana/media esposizione ricavato nell'ambito del suddetto progetto per stimare l'esposizione della popolazione. Si sono quindi fatte delle medie delle stesse tipologie di punti con i dati di Modena e si sono pesate queste tipologie come nella metodologia MACBETH.

Questo ha portato alla stima di una media urbana variabile tra 7 e 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2000 e tra 6 e 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2001 a seconda della riclassificazione della tipologia dei punti di misura. Applicando un rapporto tra media urbana e media di esposizione uguale a quello ottenuto a Padova nell'ambito del progetto MACBETH e pari a 1.4, è possibile stimare un'esposizione media della popolazione variabile tra 9 e 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2000 e tra 8 e 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2001.

Volendo poi dare un quadro qualitativo dell'evoluzione storica dell'esposizione al benzene è possibile fare le seguenti osservazioni:

1. il tenore di benzene negli anni passati è sempre stato superiore ai livelli attuali. Negli anni precedenti il 1988 il tenore di benzene è stimabile fosse pari al 3-4%, anche se i dati non sono disponibili in quanto non esisteva una normativa specifica sul questo inquinante. Considerato che la maggior parte del benzene emesso allo scarico è benzene incombusto, è ragionevole ritenere che le emissioni medie per autoveicolo fossero almeno 7 volte maggiori di adesso, a parità di tecnologie motoristiche;
2. le autovetture immatricolate prima del 1993 erano quasi tutte non catalizzate. Solo dopo tale anno è cominciata la progressiva sostituzione di auto non catalizzate con auto catalizzate. Si ricorda che un'auto non catalizzata emette 7-8 volte più benzene di una non catalizzata;
3. al di là della presenza del catalizzatore, le autovetture degli anni '80 avevano tecnologie motoristiche più antiquate ed erano più inquinanti;
4. le percorrenze medie ed il numero degli autoveicoli sono aumentati fino agli anni '80 ma sono andati via via stabilizzandosi nell'ultimo decennio;

Un sommario bilancio complessivo fa quindi ritenere che i fattori sopra elencati abbiano prodotto negli ultimi 20 anni un complessivo sensibile decremento delle emissioni e delle concentrazioni medie di benzene (l'unico punto che influisce in senso opposto sarebbe il 4) e quindi una drastica diminuzione dell'esposizione della popolazione.

CONCLUSIONI

Il presente studio ha permesso di delineare un quadro ad alta risoluzione spaziale dell'inquinamento da benzene all'interno dell'area urbana del Comune di Modena. L'approccio metodologico utilizzato ha visto l'integrazione tra analisi di dati sperimentali, analisi statistiche e modellistica, nell'ottica dell'individuazione delle zone della città più esposte al rischio di superamenti dei limiti di legge e di una stima degli eventi sanitari attesi attribuibili al benzene.

I risultati dello studio possono essere così sintetizzati:

1. I parchi cittadini sono caratterizzati da livelli di inquinamento da benzene pari a circa $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le diversità di concentrazione media annua tra i parchi sono minime. L'unica diversità appena significativa è quella relativa all'area verde adiacente ai viali che costeggiano il centro storico. Pare quindi lecito parlare di un inquinamento di fondo in tutta la città di circa $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
2. Il centro storico presenta livelli di inquinamento da benzene variabili a seconda delle zone tra 5 e $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In alcuni archi stradali del centro i livelli di inquinamento da benzene sono quindi al di sotto dei limiti di legge anche se non se ne discostano molto. Pur essendo infatti il flusso di autoveicoli in tali aree non elevato, gli ambiti stradali molto ristretti e chiusi ostacolano la dispersione degli inquinanti.
3. Gli archi stradali sono caratterizzati da livelli di inquinamento da benzene variabili da 4 a $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Questa tipologia di siti risente quindi di una notevole variabilità che dipende sia dai flussi di traffico che dalla configurazione degli ambiti stradali. Esistono alcuni archi stradali ove le concentrazioni medie annue eccedono gli attuali limiti di legge ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Gli archi stradali più a rischio risultano quelli in prossimità del centro storico (V.le Muratori, Via Menotti, V.le Reiter, Via Sigonio, etc.) e alcuni importanti archi stradali nella immediata periferia (V.le Amendola, Via Morane, Via Vignolese). Occorre anche rimarcare che gli archi stradali più critici sono spesso anche quelli che hanno più edifici che li delimitano e quindi che vedono più persone potenzialmente esposte.
4. Le concentrazioni di benzene riscontrate nelle intersezioni stradali sono estremamente variabili (tra 7 e $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Gli incroci non rappresentano quindi solo gli "hot spot" rispetto all'inquinamento da benzene ma anche la tipologia caratterizzata dalla più marcata variabilità. E' sicuramente possibile dire che la gran parte degli incroci tra archi stradali con flussi significativi di autoveicoli è caratterizzata da livelli di inquinamento da benzene oltre i limiti di legge. Particolare importanza hanno in questo ambito i semafori e quindi le fasi di ripartenza degli autoveicoli.
5. I livelli di inquinamento delle aree residenziali sono risultati tutti sempre al di sotto degli attuali limiti di legge (tra 4 e $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
6. La quasi totalità delle zone comprese all'interno dell'area urbana presenta livelli di benzene al di sopra dei limiti previsti dalla normativa comunitaria ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a cui dal 2010 occorrerà gradualmente allinearsi con una tolleranza progressivamente decrescente;
7. E' possibile stimare i valori di esposizione media della popolazione negli anni 2000 e 2001 in circa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
8. Si ritiene che l'esposizione al benzene negli anni '80 e '90 sia stata notevolmente superiore rispetto a quella attuale. Per il prossimo futuro si prevede una persistenza del trend di diminuzione delle concentrazioni. La velocità e l'entità di tale decremento dipenderà dall'evoluzione delle caratteristiche della mobilità ed in particolare dall'evoluzione della composizione del parco veicolare e delle tecnologie motoristiche e in maniera meno significativa dal numero di autoveicoli circolanti.

Provvedimenti per il Miglioramento della Qualità dell'Aria nel Comune di Modena

Premessa

Le problematiche legate al contenimento dell'inquinamento atmosferico sono state affrontate nel corso del 2002 sia mediante provvedimenti di limitazione del traffico veicolare, che mediante misure strutturali rivolte a una mobilità di minore impatto.

Nei primi mesi del 2002 sono stati adottati *provvedimenti di tipo contingibile e urgente*, di cui si è già trattato nel "Rapporto annuale sulla qualità dell'aria" dell'anno 2001, tesi a limitare le elevate concentrazioni delle polveri sottili che hanno caratterizzato quel periodo.

Sono state adottate, come nei due anni precedenti, le *misure preventive e programmate di limitazione della circolazione veicolare*, previste dalla normativa nazionale e sono altresì state condotte iniziative di sensibilizzazione della cittadinanza verso i temi della tutela della qualità dell'aria.

Le nuove *misure a favore della mobilità sostenibile*, attuate dal Comune di Modena, da META S.p.A. e da ATCM S.p.A., sono descritte nel 3.

Nel corso dei primi mesi del 2002, a seguito delle alte concentrazioni di polveri sottili registrate dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria, ma anche nei mesi successivi, si sono tenuti numerosi incontri presso la Regione Emilia Romagna, ai quali hanno partecipato i rappresentanti delle Province e dei Comuni con più di 50.000 abitanti, tesi alla definizione di una serie di azioni e provvedimenti da adottare per il contenimento e la gestione degli episodi critici di inquinamento atmosferico.

In data 15.07.2002 è stato quindi sottoscritto l'*Accordo di Programma sulla qualità dell'aria* contenente le misure di tipo programmato e permanente, ai sensi del D.M. n° 163 del 21.04.1999, nonché una serie di azioni a favore della mobilità sostenibile da adottare sul breve e sul medio - lungo periodo.

Le modalità di applicazione di tali provvedimenti e i risultati ottenuti sono descritti nel successivo punto 1.

Anche nel 2002 è stata ripetuta l'iniziativa delle domeniche ecologiche, promossa dal Ministero dell'Ambiente, alla quale ha aderito anche il Comune di Modena. Gli scopi delle domeniche ecologiche sono quelli di sensibilizzare i cittadini su temi sempre più di attualità, come il traffico e l'inquinamento, nonché di promuovere forme di mobilità sostenibile, offrendo la possibilità di riappropriarsi di spazi altrimenti occupati dalle auto.

Nel 2002 le domeniche ecologiche sono state complessivamente tre e, per ognuna di queste, è stata interdetta la circolazione veicolare in un'area di una diversa circoscrizione.

Nel corso delle stesse, si sono tenute manifestazioni sportive, mostre fotografiche, concerti musicali, mercatini delle pulci oltre che esposizioni di mezzi ecologici, incontri sul tema delle fonti di energia rinnovabili e dei problemi connessi all'inquinamento acustico e atmosferico.

Ancora una volta il Comune di Modena ha aderito, insieme ad altri 65 comuni italiani e a 1.300 città europee, alla giornata europea "*In città senza la mia auto*", svoltasi domenica 22 settembre, limitando la circolazione veicolare nel centro storico cittadino.

Come le domeniche ecologiche, anche la Giornata del 22 settembre ha lo scopo di coinvolgere i cittadini sui problemi causati dal traffico veicolare e di promuovere comportamenti atti a contenere l'inquinamento atmosferico.

Nell'anno scolastico 2002/2003 è, inoltre, stato reiterato nell'ambito delle iniziative di *Agenda 21*, il progetto "*Ecologia dell'andare a scuola*" che, oltre ai poli scolastici di via Valli e di Sant'Agnese, ha visto il coinvolgimento della scuola dell'infanzia e della scuola elementare di San Damaso.

Lo scopo di questa iniziativa è quello di permettere ai ragazzi e ai bambini di riappropriarsi della strada e di rendere il tragitto verso la scuola e dalla scuola occasione di incontro, di scoperta e di autonomia.

L'efficacia di questa iniziativa sulla qualità dell'aria era già stata verificata nel corso del primo anno di attuazione della stessa con i monitoraggi effettuati dal Settore Ambiente del Comune di Modena in collaborazione con ARPA; in corrispondenza dell'orario di entrata nelle scuole, a seguito del minor numero di veicoli che transitavano nell'area antistante, era stata rilevata una minor concentrazione di Benzene rispetto ad una giornata in cui non si svolgeva tale iniziativa.

Come ogni anno, inoltre, è stata ripetuta la *campagna di controllo dei gas di scarico degli autoveicoli*, significativa misura preventiva al fine della tutela della qualità dell'aria che la Regione ha intenzione di estendere a tutta l'Emilia Romagna (punto 2).

Infine, non può non essere citata l'importante azione di informazione e concertazione svolta nel corso del 2002 da *Agenda 21Modena* nell'ambito dell'osservatorio sulla manovra antismog e sui temi della mobilità sostenibile, che ha visto numerosi incontri tra Amministratori e tecnici del Comune, cittadini e rappresentanti di categorie professionali ed associazioni.

1. Manovra per la riduzione dell'inquinamento atmosferico 2002-2003

1.1 RESTRIZIONE DELLA CIRCOLAZIONE A MODENA TRA OTTOBRE 2002 E MARZO 2003

I provvedimenti di tipo preventivo e programmato, concordati dalle Amministrazioni firmatarie dell'Accordo di Programma sulla qualità dell'aria del 15.07.2002, sono stati i seguenti:

- nelle giornate di giovedì e domenica comprese nei periodi 03.10.2002 - 07.12.2002 e 07.01.2003 - 31.03.2003, nelle fasce orarie 8.30 - 12.30 e 14.30 - 19.30, circolazione a targhe alterne di tutti i veicoli;
- nel periodo 03.10.2002 - 31.03.2003, dalle ore 7.30 alle ore 9.30 e dalle ore 17.30 alle 19.30, divieto di circolazione per i veicoli diesel non ecodiesel, immatricolati prima del 01.10.1994 e non conformi alla direttiva 93/59/CEE (EURO1), nelle giornate di lunedì, martedì, mercoledì, venerdì e sabato.



Fig. n° 8: Area soggetta alle restrizioni della circolazione previste nella manovra antinquinamento

Tali provvedimenti sono stati adottati in pieno dal Comune di Modena, il quale, però, volendo restare in linea con le misure di restrizione già adottate negli anni passati, ha deciso di estendere la restrizione, nelle giornate di giovedì e domenica, a tutti i veicoli non catalizzati e non eco - diesel.

Il provvedimento di circolazione a targhe alterne del giovedì e quello relativo ai veicoli non eco - diesel durante i giorni feriali hanno riguardato quella parte del territorio urbano a maggior rischio di superamento dei valori limite di qualità dell'aria, area già individuata attraverso l'uso di modello di simulazione (fig. 8).

Nelle giornate di domenica la restrizione della circolazione veicolare era estesa a tutto il territorio comunale.

1.2 COMPOSIZIONE DEL PARCO VEICOLARE DI MODENA

Nella tabella 6 è riportata la composizione del parco autoveicolare circolante immatricolato nel Comune di Modena, secondo il tipo di alimentazione e la presenza del catalizzatore.

I dati sono stimati, per il 2002 e il 2003, sulla base della tendenza osservata elaborando i dati ACI degli anni dal 1998 al 2001.

TIPO VEICOLO	2001		2002		2003	
	n° veicoli	%	n° veicoli	%	n° veicoli	%
Auto benzina non cat.	35.155	30,3%	28.365	24,1%	21.962	18,4%
Auto benzina cat.	58.788	50,6%	66.113	56,1%	72.284	60,6%
Auto diesel non cat.	3.295	2,8%	2.616	2,2%	2.102	1,7%
Auto diesel cat. + ecodiesel	13.053	11,2%	14.670	12,5%	16.936	14,2%
Auto GPL metano	5.885	5,1%	6.016	5,1%	6.048	5,1%
Totale	116.176	100,0%	117.779	100,0%	119.333	100,0%

Tab. n° 6: Composizione del parco veicolare (Comune di Modena)

1.3 RIDUZIONI DEI FLUSSI DI TRAFFICO OSSERVATE TRA OTTOBRE 2002 E MARZO 2003

Per tutta la durata dei provvedimenti, il Settore Traffico, Viabilità e Trasporti del Comune di Modena ha curato le rilevazioni dei flussi di traffico mediante appositi strumenti automatici. Le postazioni di misura sono state le seguenti:

1. via Giardini
2. via Ciro Menotti
3. viale Monte Kosica
4. via F.lli Rosselli

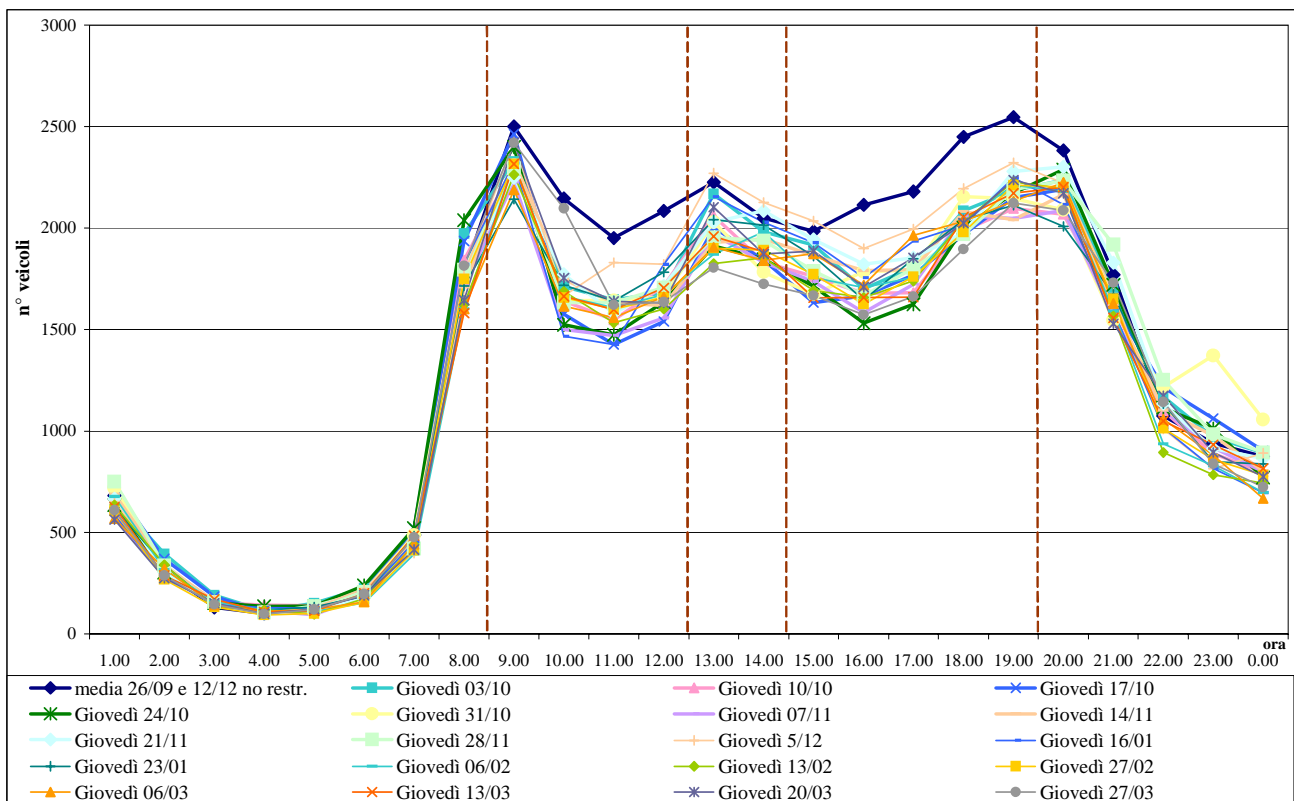
I dati rilevati nei giovedì con restrizione della circolazione sono stati posti a confronto con il numero di veicoli circolanti nelle giornate senza manovra del 26.09.2002, del 12.12.2002 e, inoltre, con il dato derivante dalla media aritmetica dei veicoli circolanti in questi due giovedì.

Proprio quest'ultimo confronto si ritiene essere quello più idoneo per la definizione della riduzione media dei flussi di traffico in quanto, si ricorda, la manovra è stata attiva sia nella stagione autunnale che in quella invernale.

Si riportano di seguito i dati rilevati nelle giornate di giovedì e le relative elaborazioni.

1.3.1 Via Giardini

VIA GIARDINI				
Data	n° veic.	Rispetto a Giovedì 26.09.02 (n° veic. 34461)	Rispetto a Giovedì 12.12.02 (n° veic. 35763)	Rispetto a media fra 26/09 e 12/12 (n° veic. 35112)
Giovedì 03/10	32383	-6,0%	-9,5%	-7,8%
Giovedì 10/10	30723	-10,8%	-14,1%	-12,5%
Giovedì 17/10	31224	-9,4%	-12,7%	-11,1%
Giovedì 24/10	30910	-10,3%	-13,6%	-12,0%
Giovedì 31/10	31820	-7,7%	-11,0%	-9,4%
Giovedì 07/11	29805	-13,5%	-16,7%	-15,1%
Giovedì 14/11	31257	-9,3%	-12,6%	-11,0%
Giovedì 21/11	32073	-6,9%	-10,3%	-8,7%
Giovedì 28/11	31770	-7,8%	-11,2%	-9,5%
Giovedì 05/12	32987	-4,3%	-7,8%	-6,1%
Giovedì 16/01	31073	-9,8%	-13,1%	-11,5%
Giovedì 23/01	31099	-9,8%	-13,0%	-11,4%
Giovedì 06/02	30354	-11,9%	-15,1%	-13,6%
Giovedì 13/02	29871	-13,3%	-16,5%	-14,9%
Giovedì 27/02	30411	-11,8%	-15,0%	-13,4%
Giovedì 06/03	30419	-11,7%	-14,9%	-13,4%
Giovedì 13/03	30460	-11,6%	-14,8%	-13,2%
Giovedì 20/03	31147	-9,6%	-12,9%	-11,3%
Giovedì 27/03	30506	-11,5%	-14,7%	-13,1%
MEDIA		-9,8 %	-13,1 %	-11,5 %



Tab. n° 7: Differenza percentuale dei flussi di traffico in via Giardini (0.00 – 24.00)

Fig. n° 9: Confronto fra i flussi di traffico orari rilevati in via Giardini

Per quanto riguarda via Giardini si può, quindi, concludere che la riduzione media dei flussi di traffico sulle 24 ore è stata dell'11,5%.

Il grafico di figura 9 mostra gli andamenti orari dei flussi di traffico confrontati con la media ottenuta fra le giornate senza restrizione del 26/09/2002 e 12/12/2002; si nota nelle due fasce di restrizione (8.30 – 12.30 e 14.30 – 19.30) una diminuzione del numero di veicoli in circolazione, più o meno evidente a seconda dei giorni.

Nella fascia di libera circolazione compresa fra le 12.30 e le 14.30 si ha un debole incremento del numero di veicoli che solo in un caso (05/12/2002) supera il valore medio di confronto.

Non si notano, infine, picchi di traffico prima delle 8.30 e dopo le 19.30 che avrebbero potuto far pensare a uno slittamento degli spostamenti.

1.3.2 Viale Ciro Menotti

I dati riferiti alla situazione senza restrizione sono disponibili unicamente per la giornata del 26/09/02 in quanto quelli riferiti alla giornata del 12/12/02 sono ritenuti affetti da errori di rilevazione.

VIA CIRO MENOTTI					
Data	n° veicoli	Rispetto a Giovedì 26.09.02 (n° veicoli 25493)	Data	n° veicoli	Rispetto a Giovedì 26.09.02 (n° veicoli 25493)
Giovedì 03/10	21569	-15,4%	Giovedì 23/01	21752	-14,7%
Giovedì 10/10	22705	-10,9%	Giovedì 30/01	22737	-10,8%
Giovedì 17/10	22589	-11,4%	Giovedì 06/02	21813	-14,4%
Giovedì 24/10	22138	-13,2%	Giovedì 13/02	22007	-13,7%
Giovedì 31/10	24016	-5,8%	Giovedì 27/02	21617	-15,2%
Giovedì 07/11	22179	-13,0%	Giovedì 06/03	21632	-15,1%
Giovedì 28/11	22987	-9,8%	Giovedì 13/03	21802	-14,5%
Giovedì 05/12	23729	-6,9%	Giovedì 20/03	21856	-14,3%
Giovedì 16/01	22470	-11,9%	Giovedì 27/03	21923	-14,0%
MEDIA				-12,5%	

Tab. n° 83: Differenza percentuale dei flussi di traffico in viale Ciro Menotti (0.00 – 24.00)

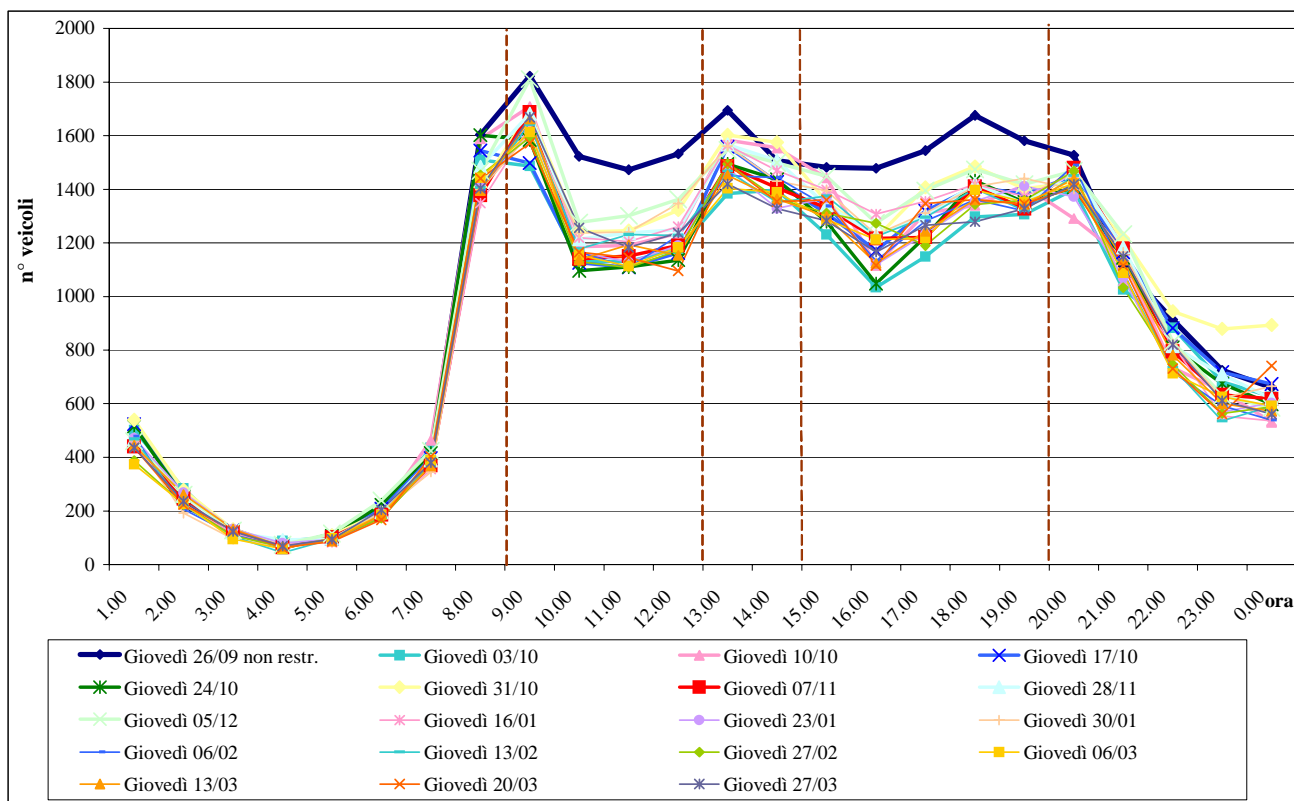


Fig. n°10: Confronto fra i flussi di traffico orari rilevati in via Ciro Menotti

Esaminando il grafico di figura 10 si notano diminuzioni dei flussi di traffico nelle fasce orarie di restrizione paragonabili a quelle rilevate nelle altre stazioni.

1.3.3 Viale Monte Kosica

Viale Monte Kosica				
Data	n° veicoli	Rispetto a Giovedì 26.09.02 (n° veic. 34058)	Rispetto a Giovedì 12.12.02 (n° veic. 32773)	Rispetto a media aritmetica fra 26/09 e 12/12 (n° veic.33416)
Giovedì 31/10	33003	-3,1%	0,7%	-1,2%
Giovedì 07/11	29813	-12,5%	-9,0%	-10,8%
Giovedì 14/11	31835	-6,5%	-2,9%	-4,7%
Giovedì 21/11	31256	-8,2%	-4,6%	-6,5%
Giovedì 28/11	31565	-7,3%	-3,7%	-5,5%
Giovedì 05/12	32054	-5,9%	-2,2%	-4,1%
Giovedì 23/01	29166	-14,4%	-11,0%	-12,7%
Giovedì 30/01	29469	-13,5%	-10,1%	-11,8%
Giovedì 05/02	28880	-15,2%	-11,9%	-13,6%
Giovedì 13/02	28951	-15,0%	-11,7%	-13,4%
Giovedì 27/02	28020	-17,7%	-14,5%	-16,1%
Giovedì 06/03	28769	-15,5%	-12,2%	-13,9%
Giovedì 13/03	30100	-11,6%	-8,2%	-9,9%
Giovedì 20/03	30188	-11,4%	-7,9%	-9,7%
Giovedì 27/03	29613	-13,1%	-9,6%	-11,4%
MEDIA		-11,4%	-7,9%	-9,7%

Tab. n° 9: Differenza percentuale dei flussi di traffico in viale Monte Kosica (0.00 - 24.00)

In questo caso si ha un maggior numero di veicoli circolanti nella giornata senza restrizioni di giovedì 26/09/2002 rispetto a giovedì 12/12/2002; se si considera la media fra queste due giornate si ha comunque una diminuzione del 10% dei flussi di traffico sulle 24 ore.

1.3.4 Via F.lli Rosselli

Via F.lli Rosselli				
Data	n° veicoli	Rispetto a Giovedì 26.09.02 (n° veic.16672)	Rispetto a Giovedì 12.12.02 (n° veic. 16826)	Rispetto a media aritmetica fra 26/09 e 12/12 (n° veic. 16749)
Giovedì 03/10	13925	-16,5%	-17,2%	-16,9%
Giovedì 10/10	14860	-10,9%	-11,7%	-11,3%
Giovedì 17/10	14712	-11,8%	-12,6%	-12,2%
Giovedì 24/10	14830	-11,0%	-11,9%	-11,5%
Giovedì 31/10	15695	-5,9%	-6,7%	-6,3%
Giovedì 07/11	14889	-10,7%	-11,5%	-11,1%
Giovedì 14/11	14786	-11,3%	-12,1%	-11,7%
Giovedì 21/11	15234	-8,6%	-9,5%	-9,0%
Giovedì 28/11	15282	-8,3%	-9,2%	-8,8%
Giovedì 05/12	15535	-6,8%	-7,7%	-7,2%
Giovedì 16/01	15078	-9,6%	-10,4%	-10,0%
Giovedì 05/02	14986	-10,1%	-10,9%	-10,5%
Giovedì 13/02	15090	-9,5%	-10,3%	-9,9%
Giovedì 13/03	14907	-10,6%	-11,4%	-11,0%
Giovedì 20/03	15100	-9,4%	-10,3%	-9,8%
Giovedì 27/03	15099	-9,4%	-10,3%	-9,9%
MEDIA		-10,0%	-10,8%	-10,4%

Tab. n°10: Differenza percentuale dei flussi di traffico in via F.lli Rosselli (0.00 - 24.00)

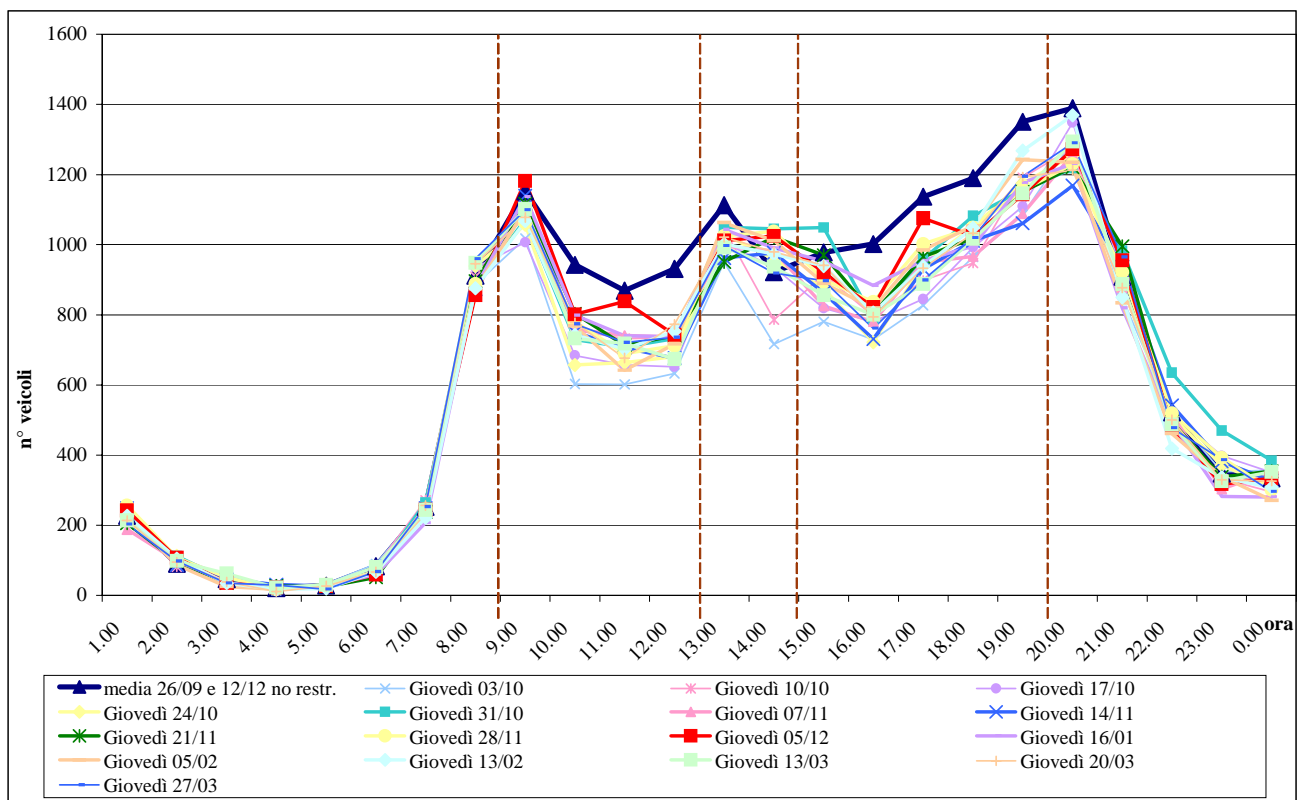


Fig. n° 11: Confronto fra i flussi di traffico orari rilevati in via F.lli Rosselli

In entrambi i casi, a seguito dell'applicazione dei provvedimenti di restrizione della circolazione veicolare, risulta una riduzione media dei flussi di traffico superiore al 10% (dato riferito alle 24 ore). Come risulta, inoltre, dal grafico di figura 11 nelle due fasce di restrizione il numero di veicoli circolanti è sempre inferiore a quello del dato medio utilizzato come confronto.

Sulla base dei dati rilevati e di quanto sopra precisato, la riduzione media dei flussi di traffico per l'intero periodo di attuazione della manovra si può stimare intorno all' 11%.

1.4 EFFETTI SULLE CONCENTRAZIONI DI INQUINANTI DELLE RESTRIZIONI 2002 - 2003

In occasione della restrizione della circolazione veicolare attuata nelle giornate di giovedì, il Comune di Modena, in collaborazione con ARPA, ha organizzato un monitoraggio delle concentrazioni di Benzene con campionatori passivi nelle seguenti sei postazioni, individuate in corrispondenza dei rilevatori dei flussi veicolari:

- Via Giardini
- Viale Ciro Menotti
- Viale Monte Kosika
- Via F.lli Rosselli
- Via Piave ang. Via Muzzioli
- Centralina Via Nonantolana (punto di riferimento)

Di queste, cinque sono incluse nella zona interessata dal provvedimento di limitazione del traffico, mentre una, quella posta in corrispondenza della centralina di Via Nonantolana, non è all'interno della suddetta zona.

Le indagini si sono svolte nelle giornate di mercoledì e giovedì di ogni settimana in modo da seguire l'evoluzione del benzene in aria prima e durante il provvedimento di restrizione al traffico. I campionatori sono stati sostituiti ogni 24 ore, ad inizio mattinata, quindi il dato giornaliero non include le prime ore del giorno stesso, ma ingloba, invece, le prime ore di quello successivo. I dati ottenuti dalle analisi esprimono la concentrazione media giornaliera di benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Nel grafico di figura 12 è rappresentata per ogni settimana di misura la variazione percentuale tra la concentrazione di benzene rilevata al giovedì e quella rilevata il mercoledì precedente in cui non era attiva la manovra di restrizione.

Come si potrà notare, nella maggior parte dei casi si ha una diminuzione delle concentrazioni, più o meno significativa, mentre in qualche giovedì non si è avuto il calo di concentrazione atteso.

Nel grafico di figura 6 sono confrontate, per ogni postazione di misura e anche per gli anni passati, la media delle concentrazioni di benzene rilevate nelle giornate di mercoledì con la media delle concentrazioni di benzene rilevate nelle giornate di giovedì.

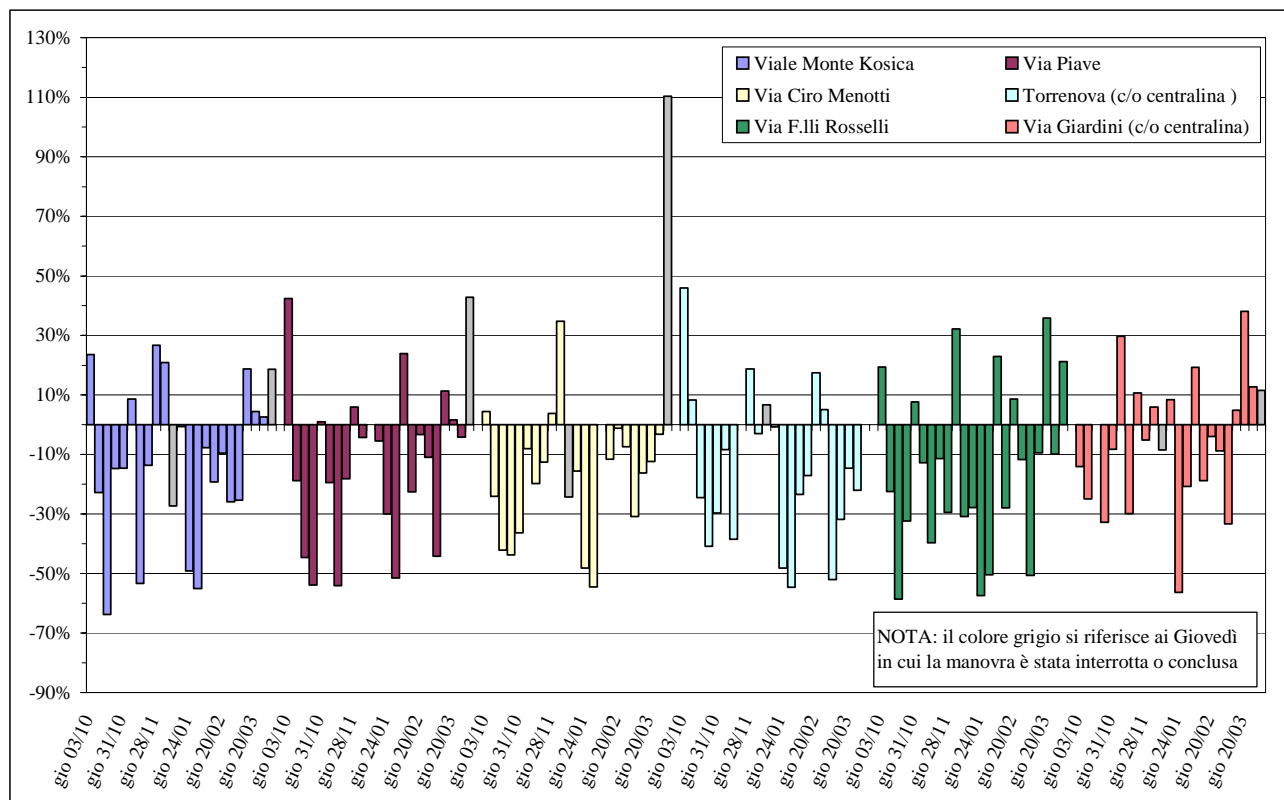


Fig. n° 12: Variazione percentuale tra il giovedì con manovra e il mercoledì precedente senza manovra

Per maggiore completezza di informazione, la discussione sui risultati delle indagini prende in considerazione tutto il periodo di applicazione della manovra (ottobre 2002 – marzo 2003) oltre che i dati rilevati nelle medesime giornate e nello stesso periodo negli anni 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, presso la centralina di Via Nonantolana (Torrenova) utilizzata come riferimento.

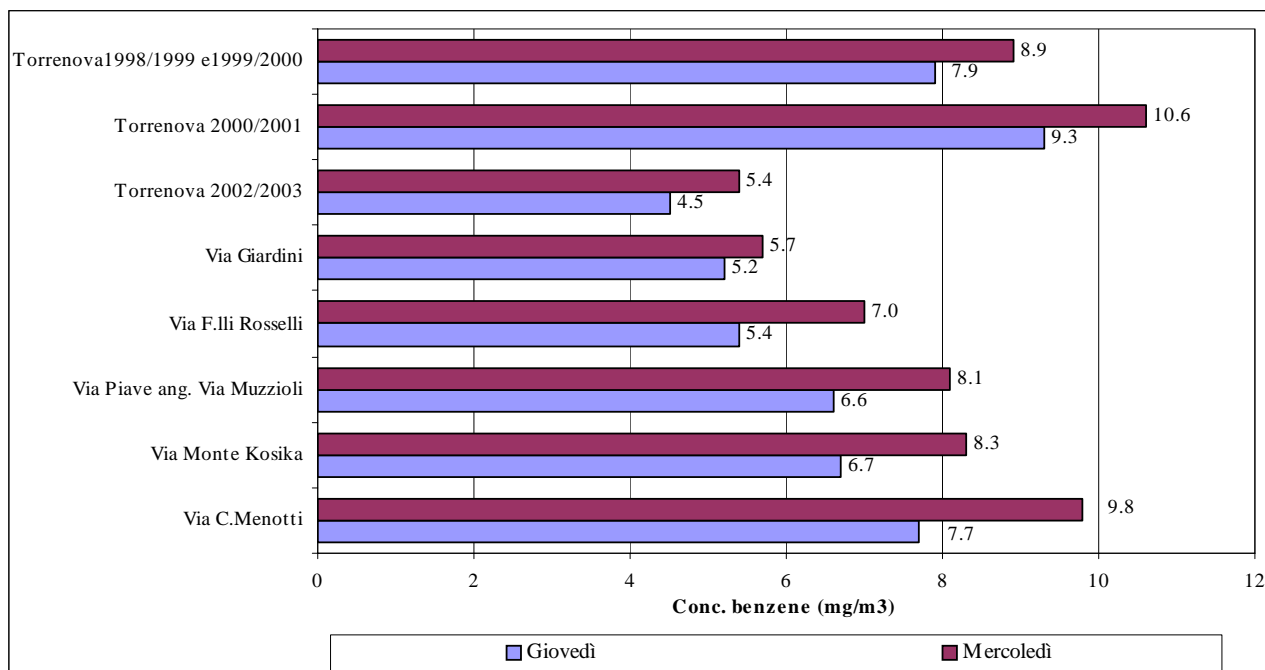
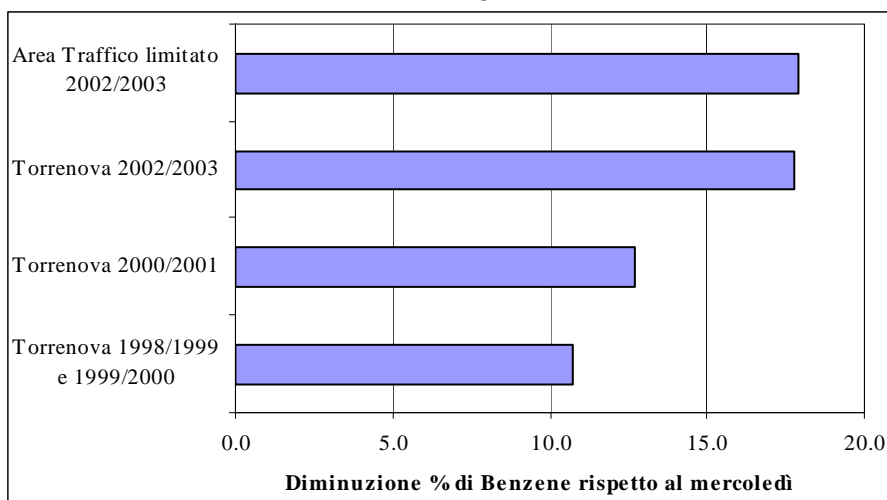


Fig.n° 13: Confronto tra le conc.i medie di benzene nelle giornate di giovedì e di mercoledì senza manovra

Dal grafico di figura 13 emerge per prima cosa, così come già evidenziato negli anni passati in tutte le postazioni, sia quelle incluse nella zona soggetta a restrizioni che quella esterna, una diminuzione di benzene tra le giornate di mercoledì e giovedì. In particolare, nella postazione di Via Nonantolana (Torrenova) l'effetto si manifesta anche nel periodo autunno - inverno degli anni 1998/1999 e 1999/2000. È, inoltre, possibile valutare l'entità della diminuzione negli anni.

Fig.



n°14: Diminuzione percentuale delle concentrazioni di benzene tra il giovedì e il mercoledì senza manovra

Il grafico di figura 14 mostra come le diminuzioni più consistenti si sono avute per le postazioni incluse nella zona soggetta a restrizioni ed in Via Nonantolana (Torrenova) a seguito dell'ultima manovra. Si può, infatti, presumere che la restrizione, agendo sull'insieme degli autoveicoli circolanti, estenda il proprio effetto anche al di fuori dell'area di applicazione. La diminuzione minore si registra in Via Nonantolana (Torrenova) nelle stagioni 1998/99 e 1999/00, in cui non si sono avuti provvedimenti di limitazione preventivi e programmati. È da notare, inoltre, come la diminuzione registrata in Via Nonantolana (Torrenova) nel periodo 2000/2001, in cui le limitazioni al traffico erano mirate ai soli automezzi non catalizzati, sia stata di entità inferiore a quella del periodo 2002/2003 rivolta ad una più vasta

tipologia di autoveicoli. Poiché le condizioni meteorologiche possono essere ritenute uniformi su tutto il territorio comunale, le variazioni registrate negli andamenti del benzene possono essere ragionevolmente attribuite anche al provvedimento di limitazione. Le considerazioni svolte sono comunque concordi con quelle già espresse nelle relazioni del 2000 e 2001.

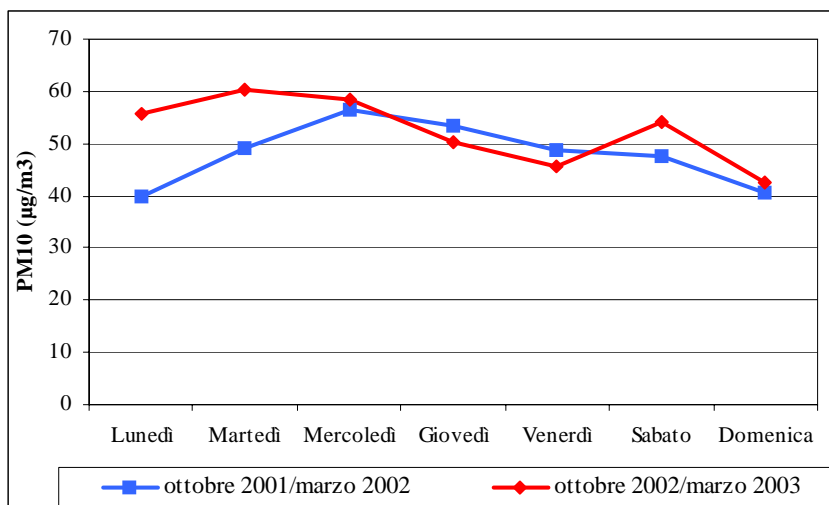


Fig. n°15: Settimana tipica per il PM10 (ottobre - marzo)

Nella figura 15 viene proposto il grafico relativo alla settimana tipica per il parametro PM₁₀ riferita all'intero periodo di attuazione della manovra (ottobre - marzo). In tale grafico, le concentrazioni medie di PM₁₀ delle due stazioni di Modena nell'arco della settimana sono messe a confronto con quelle degli stessi periodi dell'anno precedente.

Si può notare come vi sia un netto calo della concentrazione di PM₁₀ nelle giornate di giovedì e venerdì rispetto al medesimo periodo dell'anno precedente.

Pur riguardando un arco di tempo di osservazione modesto, si può ritenere che alla flessione del giovedì, verificata anche su scala regionale, senza trascurare l'influenza delle condizioni meteorologiche, abbiano contribuito in maniera efficace le restrizioni della circolazione attuate.

Per quanto riguarda il numero di superamenti del valore limite per il PM₁₀, si riporta di seguito la tabella riepilogativa (tabella 11) fornita da ARPA relative alla sola città di Modena e all'intero agglomerato di riferimento.

Mese	Centro urbano Modena (XX Settembre e Nonantolana)			Agglomerato di Modena (XX Settembre, Nonantolana, Carpi 2)		
	2001 (> 70 µg/m³)	2002 (>65 µg/m³)	2003 (>60 µg/m³)	2001 (> 70 µg/m³)	2002 (>65 µg/m³)	2003 (>60 µg/m³)
Gennaio	10	15	13	6	13	12
Febbraio	11	4	13	8	3	12
Marzo	2	1	15		1	13
Aprile	2		5			5
Agosto		1		4	7	
Ottobre	5	10			7	
Novembre	1	9		8		
Dicembre	9	2		26	31	42
Totale anno	40	42	46			

Tab. 11: Numero di superamenti per il PM10 Centro urbano (stazioni P.zza XX Settembre e Nonantolana) e Agglomerato di Modena (stazioni P.zza XX Settembre, Nonantolana e Carpi 2)

Come si potrà notare per ogni anno è stato calcolato il numero dei superamenti rispetto al relativo margine di tolleranza fissato dal D.M. 60/2002: esso si abbassa progressivamente per arrivare al valore limite di 50 µg/m³ previsto nel 2005.

Per la verifica del rispetto dei limiti di legge, se si fa riferimento all'agglomerato che comprende anche Carpi e quindi alla media delle tre stazioni esistenti (Modena - Via Nonantolana, Modena - P.zza XX Settembre e Carpi2):

- Per il 2002 c'è stato il rispetto del limite che prevedeva un massimo di 35 superamenti.
- Sino a fine Aprile del 2003 si sono avuti 42 superamenti del valore di 60 µg/m³ che rappresenta il riferimento per l'anno 2003; essendo 35 il numero dei superamenti consentiti, il limite per il 2003 è già stato superato.
- Ovviamente, se si considerano i soli dati delle due stazioni di Modena, c'è il superamento per l'anno 2002 e il numero dei giorni superiori a 60 µg/m³ per il 2003 è maggiore.

1.5 STIMA DEGLI EFFETTI SULLE EMISSIONI DI INQUINANTI DELLE RESTRIZIONI 2002 - '03

In tabella 12 sono riportate le stime delle riduzioni percentuali associate alla manovra 2002-2003 di inquinanti immessi in atmosfera dovuti al traffico veicolare privato e commerciale leggero. La valutazione è stata fatta prendendo in considerazione la composizione del parco veicolare 2002 stimata sulla base delle elaborazioni dei dati ACI degli anni dal 1998 al 2001 (tabella 6) e tenuto conto della riduzione media di traffico rilevata nel periodo della manovra pari all'11%. Tale riduzione si traduce percentualmente in una diminuzione dei flussi pari al 18% per le auto non catalizzate soggette ad una limitazione totale alla circolazione, e pari al 9% per le auto catalizzate soggette alla restrizione a targhe alterne.

Manovra 2002-2003					
	CO	NOx	Benzene	COVMN	PM tot
Giorno	13%	11%	14%	13%	9%
Settimana	3%	3%	4%	3%	4%

Tab. n°12: Stima delle riduzioni percentuali di inquinanti emessi (2002 - 2003)

Si può osservare come la riduzione di inquinanti dovuta alla restrizione sia significativa per la giornata di applicazione della manovra, mentre perde di rilevanza considerando archi temporali maggiori. Si deve comunque tenere in considerazione che il giorno su cui si agisce presenta statisticamente concentrazioni tra le più elevate nell'arco della settimana.

2. Controlli dei gas di scarico dei veicoli - Anno 2002

2.1 PREMESSA

Si è ripetuta anche nel 2002 la campagna di controllo dei gas di scarico degli autoveicoli promossa dal Comune di Modena a partire dal 1992.

I veicoli sottoposti a controllo sono stati in totale 118.789, di cui 103.167 ad accensione comandata (benzina, gpl, metano) e 15.622 diesel; tale dato, in linea con quello dell'anno scorso, conferma l'attenzione della cittadinanza verso questa iniziativa.

Tra l'altro, l'aver eseguito il controllo dei gas di scarico è condizione necessaria per poter circolare nelle giornate di restrizione della circolazione veicolare al di là del numero di targa del veicolo.

Il controllo dei gas di scarico deve essere eseguito entro un anno dalla data di prima immatricolazione del veicolo e, successivamente, ogni 365 giorni. I veicoli immatricolati prima del 01/01/1988, invece, devono essere sottoposti al controllo dei gas di scarico ogni 180 giorni.

Il controllo effettuato nell'ambito della revisione periodica del veicolo sostituisce a tutti gli effetti il quello previsto dall'Ordinanza Sindacale.

Tutti i controlli effettuati dalle 169 officine autorizzate dal Comune di Modena vengono registrati dalle officine stesse su apposite schede, il cui formato è stato aggiornato nel 2002; una parte dei dati raccolti sono stati utilizzati per le elaborazioni.

2.2 AUTOVEICOLI DIESEL

2.2.1 Composizione del campione

Ai fini dell'analisi dei dati raccolti dalle officine, sono stati inseriti in un foglio di calcolo 1.020 controlli dei gas di scarico su veicoli diesel. A seguito delle modifiche apportate alla scheda di registrazione dei controlli, è possibile condurre elaborazioni per le autovetture e i veicoli commerciali.

Iniziando dalla composizione del campione per tipologia dei veicoli (figura 16), risulta che le autovetture rappresentano il 59% del campione stesso, mentre il restante 41% è costituito da veicoli commerciali.

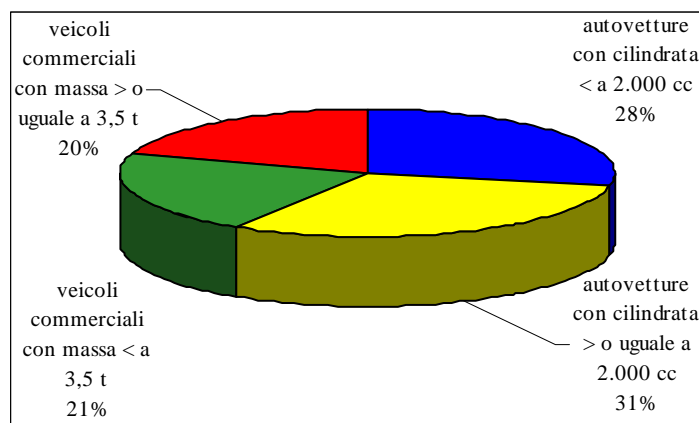


Fig. n° 16: Composizione del campione di veicoli diesel per tipologia

Confrontando, invece, gli anni di immatricolazione dei veicoli in circolazione (figura 17), risulta che il 42,7% del campione è costituito da autovetture immatricolate tra il 1998 e il 2001; rimangono percentuali poco significative di autovetture immatricolate prima del 1996.

Sono, invece, ancora numerosi i veicoli commerciali immatricolati prima del 1990 (7,2%) anche se si nota un buon incremento di immatricolazioni dal 1996 al 2001.

L'esame delle percorrenze chilometriche mette in luce come siano i veicoli commerciali a percorrere un maggior numero di chilometri rispetto alle autovetture (figura 18).

Dal grafico emerge, inoltre, che la maggior parte delle autovetture ha percorso dai 30.000 ai 60.000 Km, anche se si nota un'importante percentuale di tali veicoli che ha percorso dai 60.000 ai 100.000 Km.

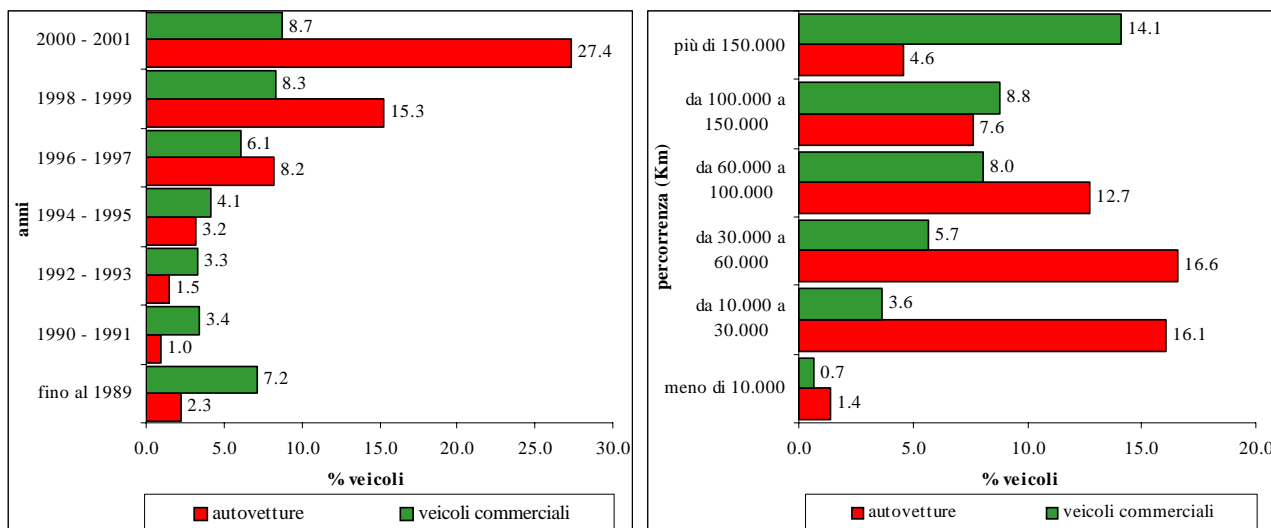


Fig.n°17:Età dei veicoli diesel sottoposti al controllo Fig.n°18 Composizione del campione di veicoli diesel in base ai Km percorsi

2.2.2 Esito dei controlli

I controlli dei gas di scarico effettuati sui veicoli diesel sono tesi alla verifica del rispetto dei limiti di opacità fissati dalla legge. Per i veicoli aventi motore aspirato il limite di opacità è fissato in $2,5 \text{ m}^{-1}$ (pari al 63%), mentre per i veicoli con motore sovralimentato la soglia è di 3 m^{-1} (pari al 70%); per i veicoli di più recente concezione il livello di opacità cui fare riferimento è indicato in un'apposita piastrina collocata all'interno del vano motore.

Come si potrà notare dalle tabelle 13 e 14 sono stati differenziati i dati ottenuti dai controlli sulle autovetture da quelli relativi ai veicoli commerciali; tuttavia, l'opacità media dei veicoli già a norma al momento del controllo è simile in entrambi i casi, così come l'opacità media dei veicoli non a norma al momento del controllo.

Per quanto riguarda le autovetture, solo il 2% non è risultato entro i limiti al momento del controllo e, a seguito degli interventi di manutenzione condotti in officina, tutti i veicoli sono rientrati nella norma.

Autovetture	n° casi	%	Valore medio opacità (%)	Deviazione standard
Al momento del controllo				
Veicoli GIA' A NORMA al momento del controllo	590	98	26	17
Veicoli NON A NORMA al momento del controllo	12	2	78	7
Dopo la manutenzione				
Veicoli A NORMA dopo la manutenzione	12	100	55	8
Veicoli NON A NORMA dopo la manutenzione	0	0	-	-

Tab. n° 13: Esiti dei controlli effettuati sulle autovetture diesel

Veicoli commerciali	n° casi	%	valore medio opacità (%)	Deviazione standard
Al momento del controllo				
Veicoli GIA' A NORMA al momento del controllo	407	97	29	17
Veicoli NON A NORMA al momento del controllo	11	3	73	6
Dopo la manutenzione				
Veicoli A NORMA dopo la manutenzione	11	100	53	8
Veicoli NON A NORMA dopo la manutenzione	0	0	-	-

Tab. n° 14: *Esiti dei controlli effettuati sui veicoli commerciali*

Anche i veicoli commerciali non a norma al momento del controllo, a seguito delle operazioni di manutenzione, sono rientrati tutti entro i limiti di legge.

Come si potrà notare dalla figura 19, il 97% dei veicoli non ha avuto necessità di alcuna manutenzione, mentre il restante 3% ha avuto bisogno, in uguale proporzione, o della sola pulizia o della regolazione dell'iniezione o della sostituzione di qualche componente meccanico.

A seguito delle migliorie tecnologiche apportate ai veicoli, l'opacità media di tutti i veicoli a norma al momento del controllo si abbassa dal 1992 ad oggi, confermando il trend di diminuzione già evidenziato negli anni scorsi (figura 20).

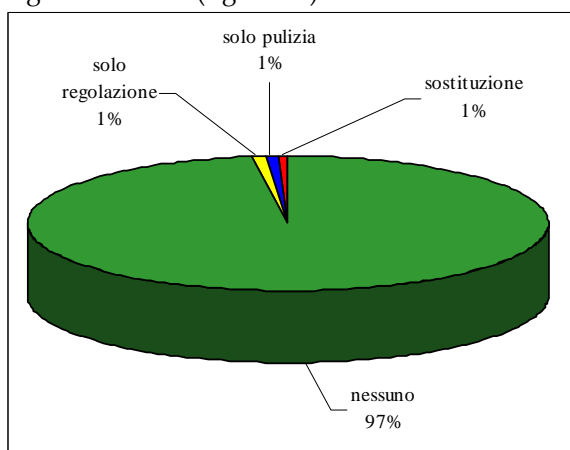


Fig. n° 19: *Natura degli interventi di manutenzione effettuati sul campione di veicoli diesel*

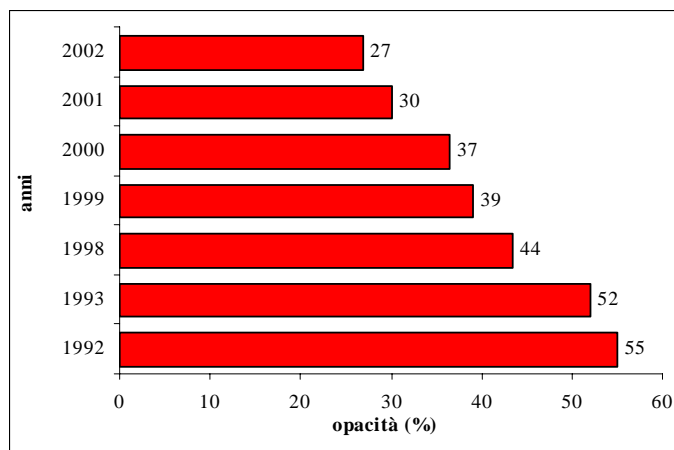


Fig. n° 20: *Opacità dei fumi dei veicoli a norma al momento del controllo. Confronto negli anni*

2.3 AUTOVEICOLI BENZINA, GPL, METANO

2.3.1 Composizione del campione

Rispetto al totale di 103.167 controlli di gas di scarico effettuati sui veicoli ad accensione comandata, è stato elaborato un campione di 2.290 casi.

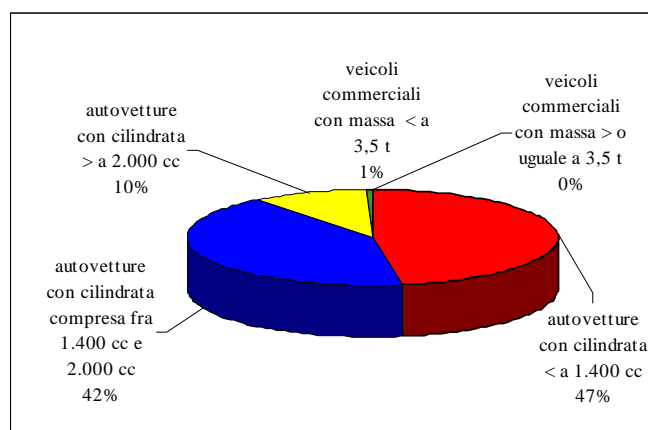


Fig. n°21: *Composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata in base alla cilindrata*

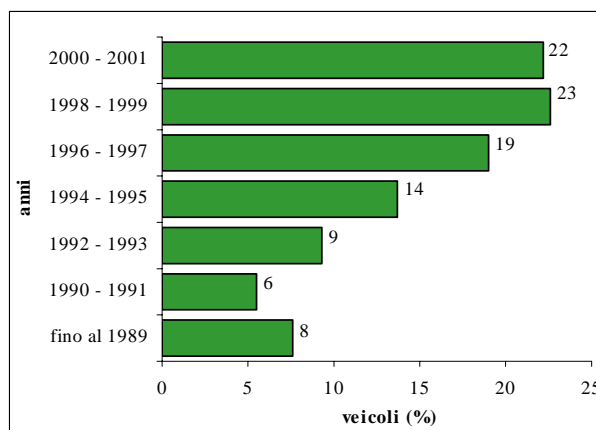


Fig.n°22: *Composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata in base all'anno di immat.*

Come nelle schede di registrazione dei controlli diesel, anche in quelle per i veicoli a benzina, gpl, metano è stata apportata la distinzione fra autovetture e veicoli commerciali. Dalle elaborazioni condotte, è emerso che la percentuale di veicoli commerciali con massa superiore a 3,5 t è praticamente nulla, così come è poco significativa (1%) la percentuale di veicoli commerciali aventi massa inferiore a 3,5 t. La maggior parte del campione risulta quindi costituita da autovetture, come rappresentato in figura 21.

Nella figura 22 è riportata la composizione del campione per anno di immatricolazione

Osservando le percorrenze chilometriche (figura 23), emerge che la classe più frequente (29%) è quella dei veicoli che hanno percorso dai 30.000 ai 60.000 Km. È, invece, esigua la percentuale di veicoli che ha percorso più di 150.000 Km. Si può quindi affermare che gli autoveicoli ad accensione comandata e le autovetture diesel percorrono mediamente gli stessi Km, mentre i veicoli i veicoli commerciali diesel sono soggetti a percorrenze più elevate.

Relativamente alla tipologia di carburante utilizzato dai veicoli ad accensione comandata, si conferma la netta predominanza della benzina, con un piccolo aumento percentuale del gpl a discapito del metano rispetto allo scorso anno (figura 24).

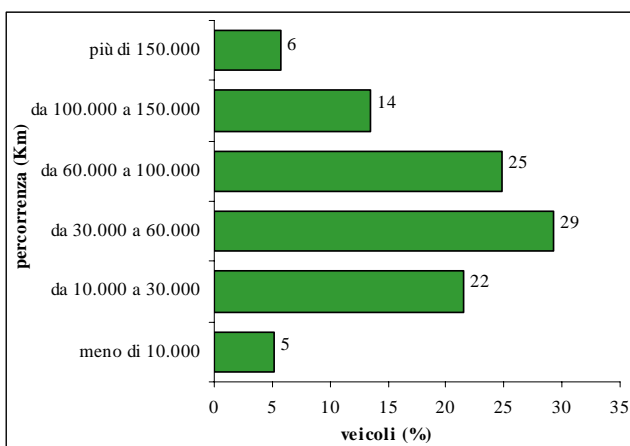


Fig. n°23: Composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata in base ai Km percorsi

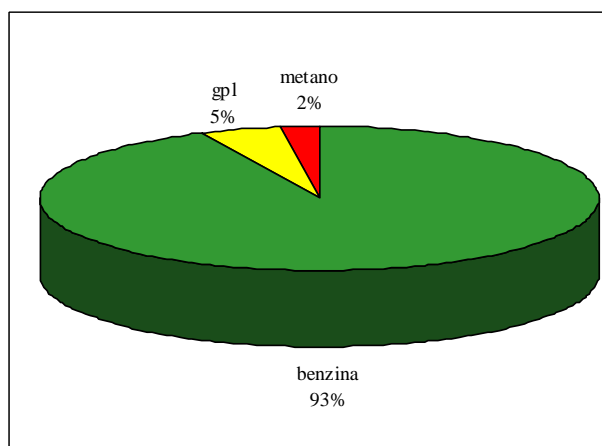


Fig. n° 24: Composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata per tipologia di alimentazione

Infine, per quanto riguarda il sistema di abbattimento delle emissioni di scarico, dalla figura 25 risulta evidente la prevalenza dei veicoli dotati di marmitta catalitica (+13% rispetto al 2001); i veicoli con carburatore sono in calo del 7% rispetto al 2001, mentre sia i veicoli a iniezione elettronica che quelli dotati di retrofit sono diminuiti del 3%.

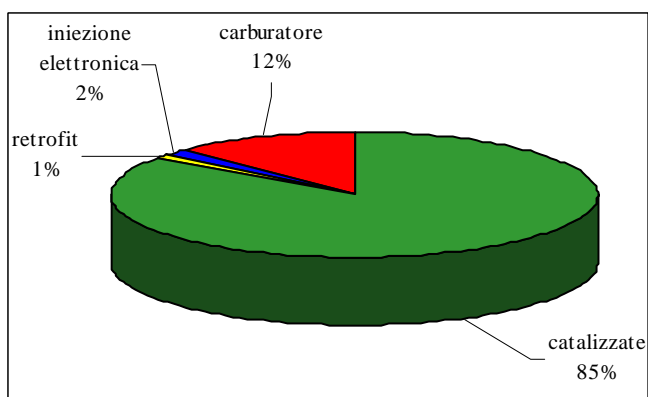


Fig. n° 25: Composizione del campione di autoveicoli ad accensione comandata in base ai sistemi di alimentazione e abbattimento delle emissioni degli scarichi

2.3.2 Esito dei controlli

I controlli dei gas di scarico sui veicoli ad accensione comandata sono tesi alla verifica del rispetto dei limiti di emissione per Idrocarburi e Monossido di Carbonio. Tali limiti sono schematicamente indicati nella successiva tabella 15.

Nella figura 26 sono rappresentate le tipologie di interventi effettuati in officina: solo il 3% dei veicoli sottoposti a controllo ha avuto necessità di interventi di manutenzione, mentre il restante 97% è risultato già a norma al momento del controllo.

Tipologia di autoveicoli (classe)	CO (%)		HC(ppm)	
	minimo	2.500 rpm*	minimo	2.500 rpm*
Metano, gpl, benzina con catalizzatore a tre vie	0,5	0,3	100	100
Metano, retrofit, benzina a iniezione elettronica	1,5	-	200	-
Gpl, benzina con carburatore dopo il 01.10.1986	3,5	-	350	-
Gpl, benzina con carburatore prima del 01.10.1986	4,5	-	450	-

*: giri al minuto

Tab. n° 15: Limiti di emissione per i veicoli ad accensione comandata

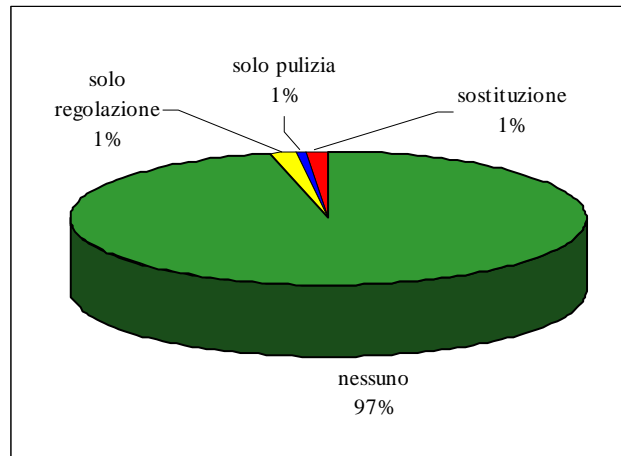


Fig. n° 25: Natura dell'intervento effettuato nel controllo dei gas di scarico per i veicoli ad accensione comandata

Relativamente al parametro Idrocarburi, il 98% dei veicoli catalizzati è risultato a norma al momento del controllo, mentre è di poco inferiore (90%) la percentuale di veicoli non catalizzati già entro i limiti. Nella tabella 16 è messa in luce l'alta differenza fra le emissioni di Idrocarburi dei veicoli non catalizzati e quelle dei veicoli catalizzati al minimo: queste ultime sono di sei volte inferiori a quelle dei veicoli non catalizzati.

A seguito degli interventi di manutenzione, il 73% dei veicoli non a norma è rientrato nei limiti, mentre, per quanto riguarda i veicoli non catalizzati, è stato l'86% dei veicoli a rientrare nei limiti.

Ai sensi dell'Ordinanza Sindacale, i veicoli che anche a seguito delle operazioni di manutenzione risultano essere non a norma possono comunque circolare purché siano in possesso di un attestato rilasciato dalla casa costruttrice del veicolo nel quale si dichiara che lo stesso è stato regolato nel migliore dei modi possibile.

Infine, si evidenzia che le prove a 2.500 giri/minuto, eseguite solo sui veicoli catalizzati, dimostrano come la concentrazione di Idrocarburi si abbassi con l'aumentare del numero di giri del motore.

Idrocarburi	Tipo di veicolo	N° casi A NORMA	%	Emissioni medie mezzi A NORMA (ppm)	D.S. (ppm)	N° casi NON A NORMA	%	Emissioni medie mezzi NON A NORMA (ppm)	D.S. (ppm)	Scostamento medio dal valore limite mezzi NON A NORMA (ppm)
Al momento del controllo										
Al minimo	catalizzate	1911	98	30	27	33	2	258	148	158
	non catalizzate	311	90	199	112	35	10	482	158	156
2.500 rpm	catalizzate	1911	98	18	21	33	2	169	114	69
	Dopo la manutenzione									
Al minimo	catalizzate	24	73	65	26	9	27	152	69	52
	non catalizzate	30	86	263	93	5	14	314	82	24
2.500 rpm	catalizzate	24	73	44	27	9	27	83	41	-17

Tab. n° 16: Emissioni medie di Idrocarburi prima e dopo la manutenzione

Anche per quanto riguarda il parametro Monossido di Carbonio, il 98% dei veicoli catalizzati è risultato già a norma al momento del controllo: le emissioni medie di tale inquinante sono decisamente basse e sono di quindici volte inferiori alle emissioni medie dei veicoli non catalizzati a norma (tabella 17). Si può, anzi, notare come le emissioni medie dei mezzi catalizzati non a norma siano praticamente dello stesso ordine di grandezza di queste ultime.

Come già sottolineato per il parametro Idrocarburi, anche in questo caso si nota come si abbassano le emissioni di Monossido di Carbonio quando aumentano i giri del motore.

Dopo le operazioni di manutenzione, il 91% dei veicoli catalizzati e l'85% di quelli non catalizzati sono rientrati nei limiti.

Ossido di Carbonio	Tipo di veicolo	N° casi A NORMA	%	Emissioni medie mezzi A NORMA (%)	D.S. (%)	N° casi NON A NORMA	%	Emissioni medie mezzi NON A NORMA (%)	D.S. (%)	Scostamento medio dal valore limite mezzi NON A NORMA (%)
Al momento del controllo										
Al minimo	catalizzate	1912	98	0,1	0,12	32	2	1,48	1,49	0,98
	non catalizzate	319	92	1,51	1,15	27	8	4,08	1,21	1,13
2.500 rpm	catalizzate	1912	98	0,05	0,08	32	2	1,09	1,31	0,79
Dopo la manutenzione										
Al minimo	catalizzate	29	91	0,23	0,16	3	9	1,22	0,69	0,72
	non catalizzate	23	85	2,04	1,02	4	15	2,79	1,04	0,29
2.500 rpm	catalizzate	29	91	0,1	0,1	3	9	0,62	0,34	0,32

Tab. n° 17: Emissioni medie di Monossido di Carbonio prima e dopo la manutenzione

L'efficacia degli interventi di manutenzione, per quanto riguarda la diminuzione delle concentrazioni di inquinanti, è dimostrata dai grafici di figura 20.

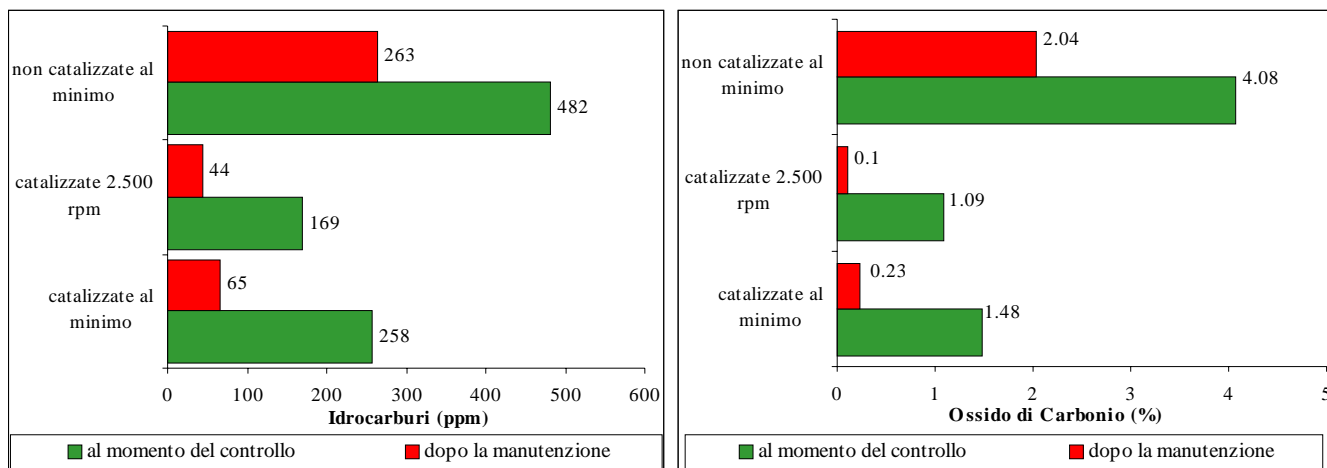


Fig. n° 12: Emissioni medie di Idrocarburi e di Monossido di Carbonio dei veicoli non a norma al momento del controllo prima e dopo la manutenzione

2.4 CONCLUSIONI

Il controllo dei gas di scarico è stato effettuato da 118.789 veicoli, ovvero, sulla base dei dati ACI relativi al parco veicolare circolante nel 2001 nel Comune di Modena, l'85% dei veicoli.

I dati elaborati portano alla conclusione che il 3% dei veicoli diesel e il 6% di quelli ad accensione comandata non erano a norma al momento del controllo, ma grazie agli interventi di manutenzione effettuati presso le officine autorizzate sono rientrati per la maggior parte entro i limiti.

Si conferma, quindi, la validità di questa iniziativa in quanto, grazie al costante controllo del veicolo, è possibile ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera oltre che migliorare i rendimenti, in termini di carburante utilizzato, dei veicoli stessi.

Gli interventi di manutenzione condotti sui veicoli catalizzati non a norma hanno permesso, in media, di ridurre del 45% le emissioni di Idrocarburi, considerando la condizione del motore in regime di minimo, mentre la percentuale di riduzione delle emissioni sale al 74% nel caso dei veicoli non catalizzati non a norma.

Relativamente al Monossido di Carbonio, sono state ridotte, in media, del 50% le emissioni dei veicoli catalizzati non a norma (con motore in regime di minimo) e del 91% le emissioni dei veicoli non catalizzati che non rispettavano i limiti al momento del controllo.

Per quanto riguarda i veicoli diesel non a norma, a seguito delle operazioni di manutenzione, l'opacità è scesa in media del 28%.

3. Iniziative a favore della mobilità sostenibile realizzate dal Comune di Modena¹

Anche nel 2002 il Comune di Modena ha proseguito nell'attività di progettazione e nella conseguente attuazione di interventi a favore della mobilità sostenibile rivolti sia alle imprese che ai singoli cittadini.

Per quanto riguarda il trasporto pubblico, è stato completato l'ammodernamento della ferrovia Modena – Sassuolo nel tratto compreso tra la stazione di P.zza Manzoni e Sassuolo, è stato realizzato il raccordo tra la stazione di P.zza Manzoni e la stazione F:S. ed è stata estesa la rete filoviaria alle linee che attraversano il centro storico. In collaborazione con ATCM S.p.A., sono stati emessi abbonamenti annuali a costo agevolato per i lavoratori modenesi e abbonamenti annuali gratuiti per i bambini delle prime e seconde classi elementari.

Inoltre, su iniziativa di aziende site nella zona industriale ovest della città (Tetra Pack, Caprari) e del Comune di Modena, è stato organizzato un servizio di bus navetta dedicato ai lavoratori di tale zona per gli spostamenti casa – lavoro come alternativa al mezzo privato.

Al fine di incentivare l'utilizzo di carburanti a impatto basso e/o nullo, il Comune di Modena ha aderito al "Progetto metano" e a "ICBI" (Iniziativa Carburanti a Basso Impatto) permettendo ai cittadini modenesi di usufruire di incentivi per la riconversione dei veicoli immatricolati nel periodo 1988 – 1995 a metano o gpl: i contributi erogati sono stati 165.

È stata, inoltre, attivata la possibilità di riconvertire la flotta dei veicoli adibiti alla distribuzione delle merci con mezzi alimentati a metano ottenendo significativi incentivi pubblici.

Nel periodo 2001 – 2003, il Comune, oltre ad aver distribuito 300 contributi per l'acquisto di veicoli elettrici, ha provveduto a riconvertire il 30% del parco auto comunale in veicoli a basso/nullo impatto: in particolare ha acquistato 6 veicoli elettrici.

Per migliorare la rete e i servizi a sostegno della mobilità ciclabile e pedonale sono stati erogati incentivi per il recupero di percorsi pedonali nel centro storico, è stato attivato il servizio di noleggio – custodia e di prestito gratuito di biciclette; sono, inoltre, state attivate 10 colonnine di ricarica per veicoli elettrici ad uso pubblico.

Nel 2002 sono stati riqualificati e incrementati i parcheggi autoveicolari (615 i nuovi posti auto) ed è stato attivato un sistema di pannelli a messaggio variabile per informare e indirizzare gli utenti verso i parcheggi pubblici.

Infine, è stato pubblicato un bando per incentivare gli operatori locali alla riorganizzazione della distribuzione delle merci in città mediante l'utilizzo di mezzi a basso impatto ambientale.

¹ Le informazioni e i dati contenuti in questo capitolo sono stati forniti dal Settore Traffico, Viabilità e Trasporti del Comune di Modena

COMUNE DI CARPI

Il monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Carpi viene effettuato tramite due postazioni della rete fissa collocate in Via Marx (Carpi1) ed in Via Remesina (Carpi2). A queste due postazioni viene affiancato il mezzo mobile di Meta Spa che effettua campagne di breve durata in punti del territorio ritenuti significativi.

I parametri monitorati nella postazione di Carpi1 sono il Monossido di Carbonio, gli Ossidi d'Azoto, e le Polveri Totali Sospese, mentre, nella postazione di Carpi2, oltre a questi viene effettuato il monitoraggio in continuo di Benzene, Toluene e Xileni (BTX), delle Polveri sottili PM₁₀ e dei parametri meteorologici.

Per integrare i dati rilevati con le stazioni della rete di rilevamento provinciale, sono state effettuate alcune campagne di monitoraggio di Benzene e di IPA. Per il Benzene, sono stati scelti, all'interno dell'area urbana di Carpi, 12 punti in cui sono stati effettuate campagne a febbraio e a ottobre utilizzando campionatori passivi. Gli IPA vengono invece determinati sulle polveri totali sospese campionate nella stazione di Carpi1.

La rete di monitoraggio

Dati rilevati nell'anno 2002

L'analisi delle concentrazioni mette in evidenza la maggiore criticità della qualità dell'aria rilevata presso la postazione di Carpi1. Questa differenza è determinata dalla tipologia dell'area che circonda le due stazioni. Infatti, la postazione di Carpi 1 è collocata su Via Marx, nei pressi di un importante incrocio stradale ad elevato traffico veicolare, mentre Carpi2 è ubicata ai margini di un'area scolastica dove il traffico stradale è notevolmente inferiore.

Stazioni	Biossido d'azoto			Monossido di carbonio			Benzene			PM ₁₀			Polveri Totali Sospese		
	Media	Max	98° perc.	Media	Max	98° perc	Media	Max	98° perc	Media	Max	98° perc	Media	Max	95° perc
Agg. Modena	58	109	175	0.9	2.9	9.1	3.1	8.8	10.8	37	147	94	91	287	187
Carpi 1	63	276	144	1.3	17.1	4.0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	94	307	190
Carpi2	23	99	61	0.8	8.1	2.7	2.3	6.4	5.5	35	135	81	n.d.	n.d.	n.d.

n.d. = monitor non disponibile

Tab. n° 1: analisi delle concentrazioni rilevate nel 2002

GLI ANDAMENTI TEMPORALI

Dall'analisi dei grafici di figura 1 e 1a, non emergono particolarità locali rispetto a quanto si osserva nell'agglomerato di appartenenza; si nota anche in questo caso un calo evidente nelle giornate festive.

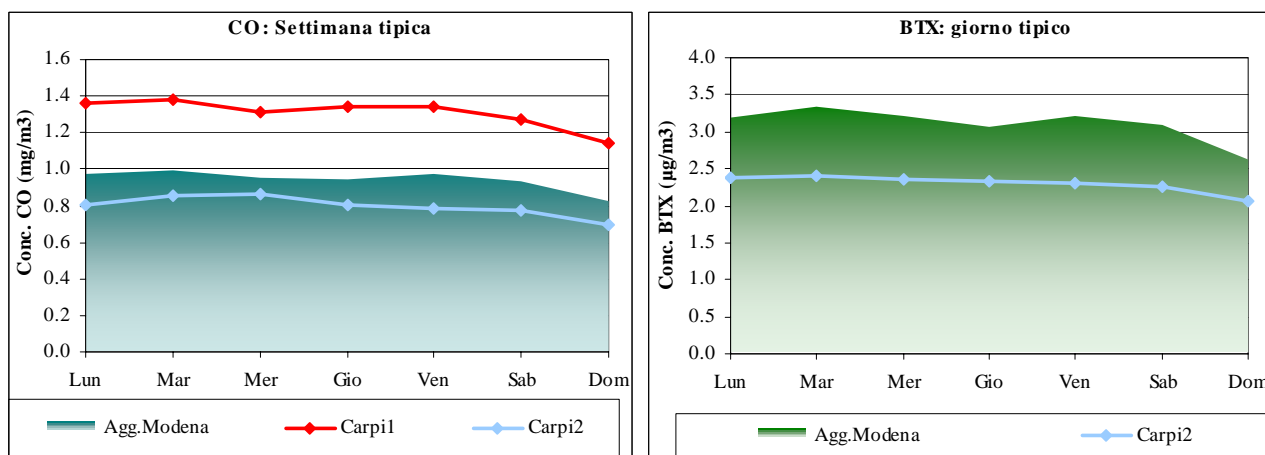


Fig. n° 1: Andamento della settimana tipica

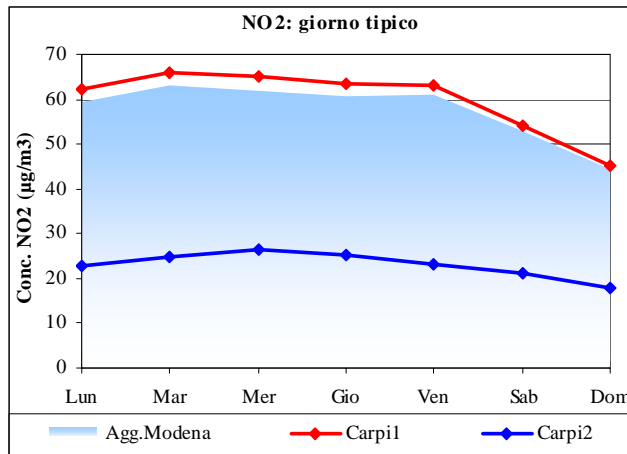
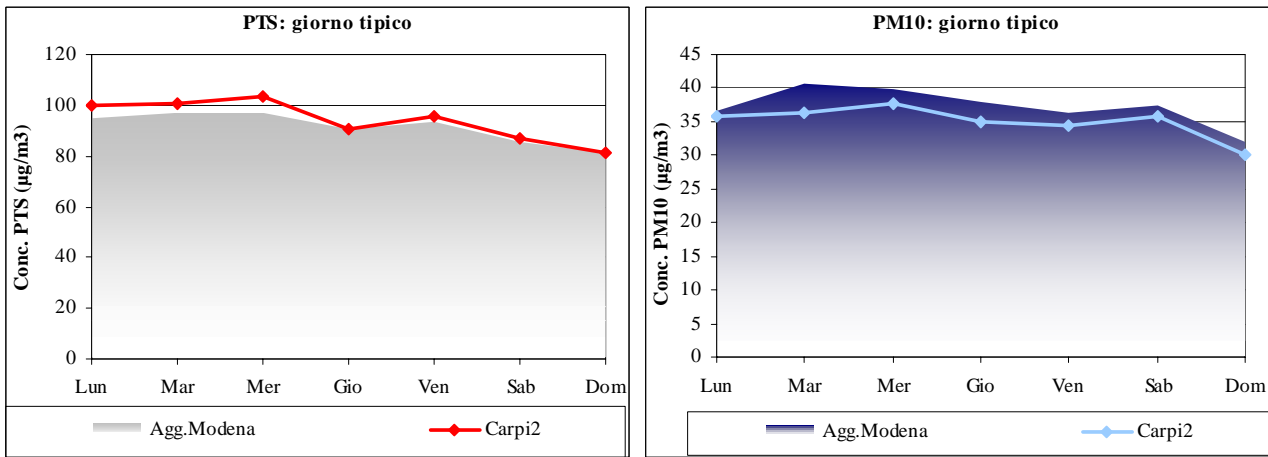


Fig. n° 1 a: Andamento della settimana tipica

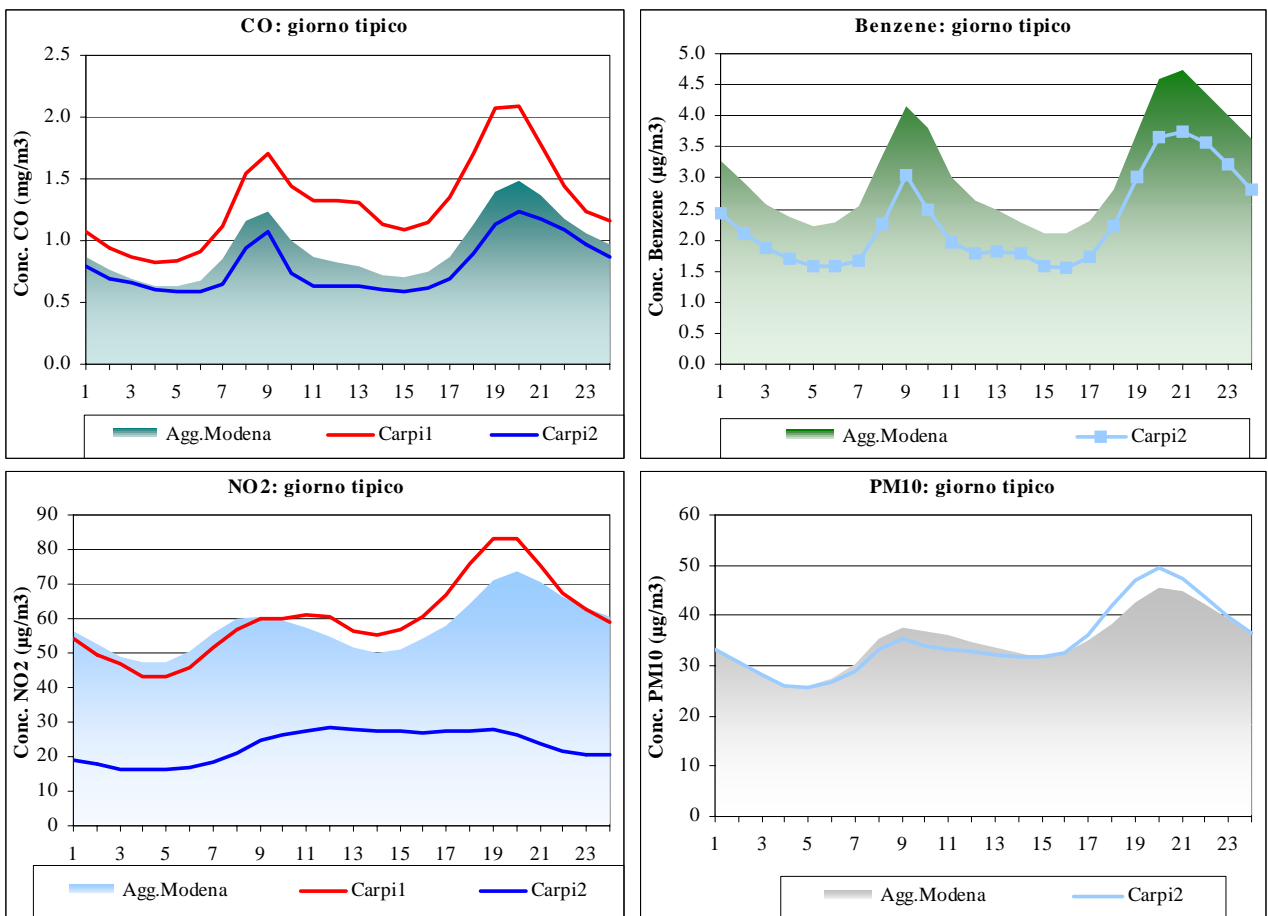


Fig. n° 2: Andamento del giorno tipico

Analogamente, nei grafici di figura 2, gli andamenti del giorno tipico, sono contraddistinti come a livello provinciale da due picchi corrispondenti alle ore della giornata caratterizzate da maggior intensità di traffico.

Poichè, come è possibile osservare dai grafici precedenti, il giorno tipico dell'agglomerato e rappresentativo della situazione media del Comune, si è scelto di analizzare la variabilità settimanale del giorno tipico (giorni feriali/festivi) considerando i dati medi dell'agglomerato.

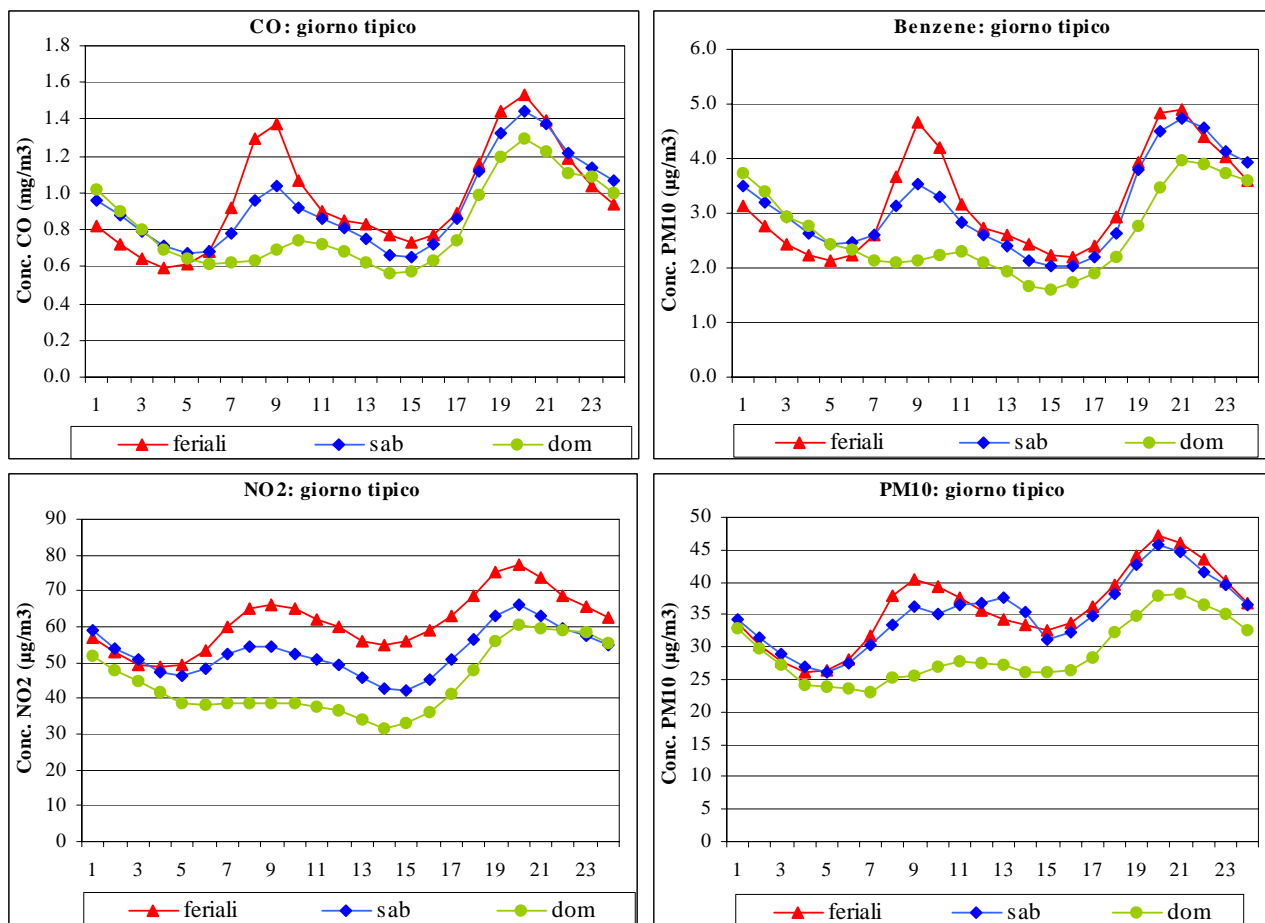


Fig. n° 3: Andamento del giorno tipico settimanale

Dalle figure 3, si evidenzia il consistente calo delle concentrazioni nella giornata di domenica, in particolare nella mattinata, dove tutte le attività risultano notevolmente ridotte.

CONFRONTO CON LA NORMATIVA VIGENTE

Superamenti dei valori limite DM 60 e Direttiva Europea 2002/3CE

Dalla sintesi riportata in tabella 2, in cui il colore giallo indica il superamento del valore limite e quello arancione il superamento del valore limite aumentato del margine di tolleranza emerge la maggior criticità della postazione di Carpi1 dove viene superato sia il valore limite aumentato del margine di tolleranza definito per la media annuale di NO₂, che il valore limite definito per il CO (con 2 superamenti).

	NO ₂		CO	PM ₁₀		Benzene
	media		max media mob. 8 h	media		media annua
	oraria	annuale		giornaliera	annuale	
Agg.Modena						
Carpi 1						
Carpi2						

Tab. n° 2: Sintesi dei superamenti dei valori limite e dei valori limiti maggiorati dei margini di tolleranza

A conferma della diffusione del problema polveri su tutto il territorio provinciale, anche a Carpi2, pur essendo collocata in zona residenziale, si registrano ben 51 superamenti del VL (in 19 casi si supera il VL + MDT). Nella mappa che segue viene effettuata una analisi dettagliata di questi eventi acuti. I mesi più critici sono gennaio e novembre in cui le concentrazioni si sono mantenute elevate per diversi giorni consecutivi.

Mappa dei Superamenti																																	
Mese	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31	
Gen			51	57			101	84	68	56	51	65	62					68	89	98	95	133	135	74									
Feb																											55	72	66				
Mar					61					51	56	62	61		58			57															
Apr				55	52																												
Giù																			57				57	52	64								
Ago																																59	
Set														51																			
Ott			53	62	64	70																									65	73	
Nov		62	58	58	63					54	54	71	81	80		74	74																68

Superamenti degli standard di qualità

Stazione	Standard qualità dell'aria				
	NO ₂	CO		PTS	
		Media 1h	Media 8h	media	95°perc.
Carpi1	NO	NO	NO	NO	NO
Carpi2	NO	NO	NO	NO	NO

Come si può vedere dalla tabella 3, in entrambe le postazioni si ha il rispetto di tutti gli standard di qualità definiti dalla normativa.

Tab. n° 3: Sintesi dei superamenti degli standard di qualità

L'evoluzione della qualità dell'aria

I trend storici, riportati in figura 4, evidenziano per la stazione di Carpi1 una leggera inversione di tendenza per CO e NO2 rispetto al calo verificatosi negli anni precedenti. Carpi2, invece, mostra un calo evidente dei valori di NO2 che dovrà essere verificato negli anni futuri. Le polveri totali risultano sostanzialmente stazionarie.

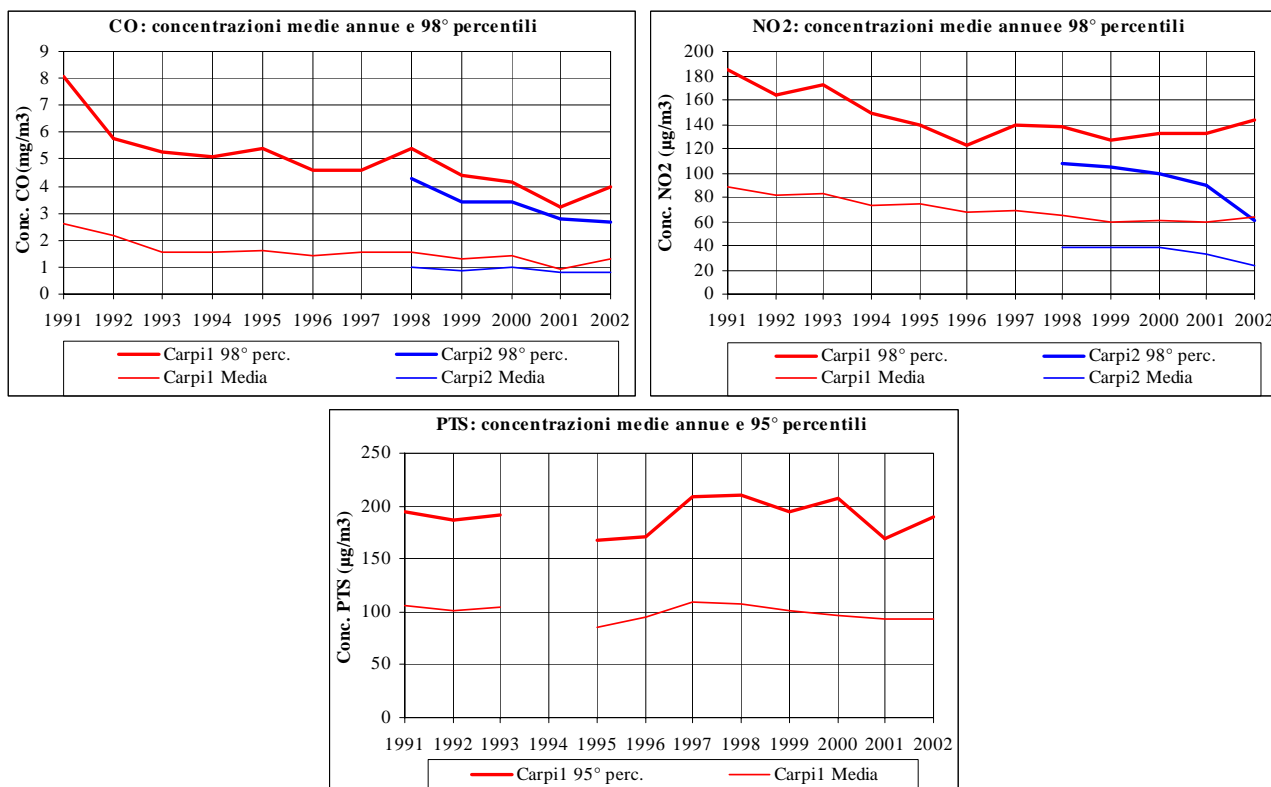


Fig. n° 4: Trend dei percentili e delle concentrazioni medie annuali

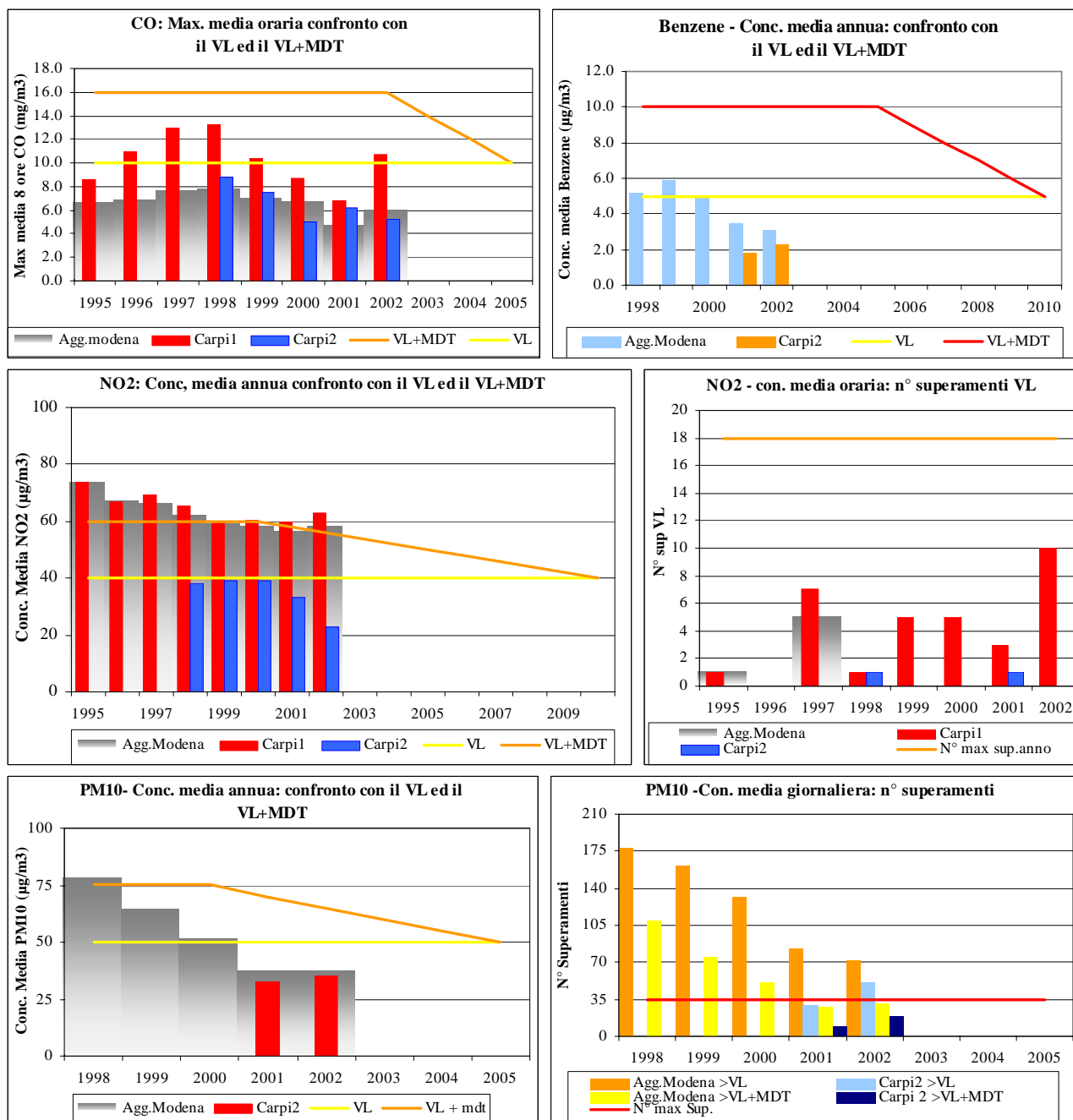


Fig. n° 5: criticità rispetto al DM 60

Relativamente alle criticità che emergono a seguito del recepimento in Italia delle direttive europee (figura 5), i dati di CO rilevati a Carpi1, fanno ritenere raggiungibile l'obiettivo fissato per questo inquinante al 2005, mentre si confermano più problematiche le concentrazioni annuali di NO2 e quelle giornaliere di PM10 rilevate a Carpi2, in linea con quanto emerso a livello di agglomerato. Valgono pertanto le valutazioni effettuate su area più vasta.

Relativamente al Benzene, monitorato nella stazione di Carpi 2, i dati mostrano un sostanziale rispetto della normativa che deve essere supportato da altre campagne effettuate anche in situazioni di maggior criticità, cioè in presenza di intenso traffico veicolare, tenuto conto della natura primaria dell'inquinante.

Le campagne di monitoraggio

Idrocarburi Policiclici Aromatici

Le campagne di monitoraggio degli idrocarburi policiclici aromatici sono state condotte attraverso un campionamento mensile nella postazione di Carpi1.

I risultati del monitoraggio, espressi come valore medio di Benzo(a)pirene in ng/mc riscontrato nel mese di campionamento, sono riportati in tabella 4. Partendo da questi valori è possibile stimare la media mobile su base annua, utile per essere confrontata con l'obiettivo di qualità (1ng/m³).

Dai dati disponibili risulta una media sempre inferiore a 0.6 ng/m³ di Benzo(a)Pirene, inferiore quindi all'obiettivo di qualità.

Concetrazione	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
media mensile	0.2	0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.4	0.4	0.8
media mobile annuale	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2

Tab. n° 4: IPA, espressi come valore medio di Benzo(a)pirene in ng/m³

E' possibile confrontare i dati ottenuti con quelli registrati negli stessi mesi a Modena, Comune in cui tale determinazione viene eseguita per 2 differenti postazioni. Il confronto indica come i valori riscontrati a Carpi siano paragonabili a quelli delle 2 postazioni di Modena, a dimostrazione che il sito monitorato presenta caratteristiche analoghe ad una postazione soggetta ad elevato traffico autoveicolare.

Benzene

Le indagini, di durata bisettimanale, sono state effettuate in 12 postazioni nei mesi di febbraio ed ottobre. Le postazioni indagate sono state scelte sulla base di indagini preliminari sui flussi di traffico eseguite negli anni passati dal comune di Carpi, con la collaborazione di ARPA. L'applicazione di un modello matematico previsionale che, partendo dai dati di traffico, ha permesso di avere indicazioni sulle strade a maggior rischio di inquinamento, è stato alla base della scelta delle diverse postazioni: i punti e le strade monitorate rappresentano perciò situazioni potenzialmente critiche dal punto di vista della qualità dell'aria.

I risultati, espressi come valore medio in µg/m³, riscontrato in ogni periodo di campionamento, sono riassunti nella tabella 5 che prende in considerazione anche i risultati degli anni precedenti.

Postazione	Lug-00	Nov-00	Apr-01	Set-01	Feb-02	Ott-02
Via Manzoni ang. Via Remesina				5.9	7.9	8.0
Via De Amicis (tra Via Lugli e Via Volta)	3.9	6.3	3.5	5.6	7.4	6.9
Via Biondo ang. Via Focherini	4.2	9.0	5.0	5.4	5.4	6.3
Via Marx ang. Via Cattani	5.1	9.9	6.0	6.9	8.4	7.3
Via Lenin ang. Via Cavallotti	5.5	11.0	6.9	7.8	9.0	9.3
Via 3 Febbraio (Polizia Municipale)	6.8	14.9	7.8	8.9	10.7	9.7
Via Pezzana (incrocio sottopasso FS)				5.1	7.1	6.4
Via Manzoni ang. Via Pezzana	3.7	8.4	4.9	5.0	8.4	8.7
Via Ariosto innesto Via De Amicis				4.3	6.2	6.9
Via Berengario ang. Via Fassi				7.0	6.1	7.6
Via Catellani (di fronte mercato coperto)				6.3	7.4	6.5
Via Marx ang. Via Biondo				8.3	7.4	7.5
Modena - centralina Via Nonantola	3.5	8.2	4.0	4.2	5.0	5.4

Tab. n° 5: Benzene valore medio (µg/m³) riscontrato in ogni periodo di monitoraggio

I risultati di campagne di monitoraggio saltuarie non permettono di stimare con precisione, per ciascuna postazione di campionamento, una media su base annua sufficientemente attendibile da essere confrontata con il valore limite e il relativo margine di tolleranza (10µg/m³).

Prendendo però come riferimento il valore di benzene rilevato dall'analizzatore automatico della centralina di Modena -Via Nonantolana (analizzatore che ha la maggiore serie storica di dati ed è posizionato in zona ad elevata densità abitativa ed elevato traffico) e considerando lo stesso identico periodo di rilevamento, è possibile fare alcune considerazioni sulle concentrazioni riscontrate nelle altre postazioni.

Così come è già stato proposto con la relazione degli scorsi anni, è possibile calcolare un fattore numerico semplice (rapporto di concentrazione) che permetta di ipotizzare, data la concentrazione di benzene in Via Nonantolana, quale potrà essere la concentrazione nello stesso periodo anche nelle altre postazioni.

Le indagini eseguite nel triennio 2000/2002 sono distribuite in modo sufficientemente omogeneo nell'arco dell'anno solare ed è possibile verificare se tale rapporto varia con la stagionalità oppure se è sufficientemente costante (tale verifica è sicuramente più attendibile per le 6 postazioni monitorate a partire dal 2000, avendo a disposizione un numero maggiore di dati) : i parametri utili a tale verifica e riportati nella tabella 7 sono il Rapporto di concentrazione medio ed Coefficiente di variazione % o Deviazione standard %

Postazione	lug-00	nov-00	apr-01	set-01	feb-02	ott-02	Rapporto Concentrazione	Deviazione Standard %
Via Manzoni ang. Via Remesina				1.40	1.58	1.48	1.49	6
Via De Amicis (tra Via Lugli ,Via Volta)	1.11	0.77	0.88	1.33	1.47	1.28	1.14	24
Via Biondo ang. Via Focherini	1.20	1.10	1.25	1.29	1.07	1.17	1.18	7
Via Marx ang. Via Cattani	1.46	1.21	1.50	1.64	1.68	1.35	1.47	12
Via Lenin ang. Via Cavallotti	1.57	1.34	1.73	1.86	1.80	1.72	1.67	11
Via 3 Febbraio (Polizia Municipale)	1.94	1.82	1.95	2.12	2.14	1.80	1.96	7
Via Pezzana (incrocio sottopasso FS)				1.21	1.42	1.19	1.27	10
Via Manzoni ang. Via Pezzana	1.06	1.02	1.23	1.19	1.67	1.61	1.30	22
Via Ariosto innesto Via De Amicis				1.02	1.24	1.28	1.18	12
Via Berengario ang. Via Fassi				1.67	1.21	1.41	1.43	16
Via Catellani (di fronte mercato coperto)				1.50	1.48	1.20	1.40	12
Via Marx ang. Via Biondo				1.98	1.48	1.39	1.62	20

Tab. n° 7: Benzene - rapporti di concentrazione

Si noti come nella generalità dei casi le postazioni monitorate presentano valori medi simili o superiori a quello di Via Nonantolana, in accordo con i criteri di scelta delle postazioni stesse e come già evidenziato negli anni passati. Per quanto riguarda l'evoluzione dei rapporti di concentrazione in relazione alla stagionalità, si nota generalmente una variabilità medio-bassa: solamente in alcune postazioni, infatti, tale indice è maggiore del 20%.

La variabilità del rapporto di concentrazione dipende sia dalla diversa capacità di diffusione degli inquinanti nei diversi siti, in funzione delle condizioni meteorologiche, sia dalle diverse attività antropiche che caratterizzano le diverse postazioni. E' lecito supporre, infatti, che zone in cui si svolgono attività discontinue nell'arco dell'anno (ad esempio scuole), presentino rapporti sensibilmente variabili in funzione del periodo considerato. Chiaramente, affinché tali fattori possano essere utilizzati pienamente, sarebbero necessarie ulteriori indagini per verificarne la effettiva entità numerica, soprattutto per quelle postazioni che risentono notevolmente della variabilità stagionale.

Ipotizzando che, nel periodo in esame, tra i siti monitorati non vi siano state grosse differenze dal punto di vista meteorologico e che gli andamenti climatico e del traffico siano simili, si può ritenere approssimativamente, sulla base dei rapporti di concentrazione riscontrati, che in corrispondenza delle postazioni analizzate non venga superato il valore limite aumentato del margine di tolleranza: ciò in funzione del fatto che nella postazione di Modena la media annua calcolata è di 4.1 µg/m³. E' invece possibile in quasi tutte le postazioni il superamento del valore limite fissato in 5 µg/m³ nel 2010.

I risultati delle campagne eseguite indicano che Carpi presenta, nei riguardi del benzene, le stesse problematiche tipiche dei centri urbani più estesi come Modena; è consigliabile quindi seguire l'evolversi del fenomeno mediante ulteriori campagne di monitoraggio. Poiché i punti monitorati sono rappresentativi di situazioni critiche, sarebbe utile considerare l'opportunità di affinare le campagne di monitoraggio in atto estendendo le indagini anche a zone ad alta densità abitativa, zone residenziali ed artigianali e/o industriali, poli scolastici e parchi cittadini, al fine di avere un quadro più completo della situazione relativa al comune di Carpi.

DISTRETTO CERAMICO

Il monitoraggio della qualità dell'aria nell'Agglomerato del Distretto Ceramico (Comuni di Maranello, Sassuolo, Formigine, Fiorano, Castelvetro) viene effettuato tramite cinque postazioni fisse collocate rispettivamente a Sassuolo (all'incrocio di via Radici in monte, c/o Staz. Ferroviaria ATCM), a Castelvetro (in località Solignano), a Fiorano nelle postazioni di Spezzano1 (in via Canaletto c/o n° civico 80) e di Spezzano2 (in via Molino, c/o scuola C. Menotti) ed infine a Maranello (nell'area di Parco Due).

Per integrare e completare il monitoraggio di questo territorio viene utilizzata la Rilocabile SAT, per la quale esistono alcune postazioni già predisposte alla sua collocazione.

Nella tabella 1 sono elencati i punti di monitoraggio della rilocabile SAT.

Postazione	Periodo di posizionamento
Fiorano – P.zza Matteotti	8 gen. – 15 apr.
Formigine – P.zza Caduti per la libertà	16 apr. – 1 lug.
Sassuolo – Via Milano	2 lug. – 30 set.
Maranello – loc. Gorzano	1 ott. – 31 dic

Tab. n°1: Postazioni e periodi di monitoraggio effettuati con la Rilocabile SAT nell'anno 2002

Al monitoraggio degli inquinanti "tradizionali", in alcune stazioni negli ultimi anni si è aggiunto il controllo del Benzene e del PM₁₀.

Ad integrazione dei dati raccolti con le stazioni fisse e con la rilocabile vengono effettuate campagne di monitoraggio per la determinazione di IPA e Benzene.

Gli IPA vengono determinati sulle polveri rilevate durante le indagini effettuate con la Rilocabile SAT, mentre per il benzene sono state condotte indagini specifiche con campionatori passivi effettuate per alcuni giorni consecutivi nei mesi di febbraio e di settembre in 3 postazioni del centro urbano: in particolare presso la centralina di monitoraggio, in Via Radici in Monte ed in Via Radici in Piano.

La rete di monitoraggio

Rispetto a quanto sopra riportato, nell'anno 2002 si sono verificati alcuni eventi che hanno compromesso il monitoraggio nelle stazioni di Maranello e Sassuolo.

In particolare, la stazione di Maranello il 6 agosto è stata colpita da un fulmine che ha comportato la rottura degli analizzatori di CO, NO_x e O₃. La riparazione ha richiesto un periodo di inattività degli strumenti di più di 4 mesi, con un conseguente calo dell'efficienza che è complessivamente risultata inferiore al 70%. Visto il periodo in cui è avvenuta la perdita di dati (agosto - novembre), nei capitoli che seguono si sono comunque riportate le elaborazioni riferite all'anno in esame, mentre i dati non sono stati considerati per la verifica della normativa e nei trend annuali.

Situazione analoga si è verificata per il rilevatore del Benzene di Sassuolo che anche quest'anno ha avuto lunghi periodi di inattività causati da anomalie strumentali. Nonostante i continui interventi tecnici di ripristino della funzionalità, anche in questo caso l'efficienza è risultata inadeguata rispetto al dettato normativo.

Dati rilevati nell'anno 2002

L'analisi delle concentrazioni viene effettuata considerando i dati delle stazioni fisse e accorpando in un unico file di stazione i dati raccolti con la rilocabile SAT, che sebbene competano a postazioni con caratteristiche diverse, caratterizzano comunque il territorio del distretto. E' evidente che il confronto con questa realtà che possiamo definire "fittizia" deve essere effettuato con le opportune cautele.

Le elaborazioni riportate in figura 1, mostrano per gli inquinanti tradizionali quali CO e NO₂ una situazione abbastanza simile in tre delle quattro postazioni monitorate: i valori medi calcolati su base annuale, infatti, risultano dello stesso ordine di grandezza a Maranello, Spezzano2 e SAT, mentre Sassuolo è caratterizzata da valori superiori; questa differenza si nota inoltre nel 98° percentile e nel valore massimo. Per quanto riguarda il benzene, anche se per entrambe le stazioni non si ha a disposizione un numero elevato di dati, i valori sono in linea con le altre realtà provinciali in cui si effettua tale rilevamento. Le concentrazioni di ozono risultano omogenee in tutte le postazioni.

I dati di polveri totali evidenziano valori leggermente più elevati a Sassuolo, sebbene complessivamente le differenze non siano così marcate.

Per quanto riguarda il PM₁₀, Maranello è caratterizzata da concentrazioni più contenute rispetto a quanto rilevato dalla stazione rilocabile, anche se tale valutazione risente della mancanza dei dati di monitoraggio nei primi due mesi dell'anno, in quanto l'attivazione di questo analizzatore nella stazione di Maranello è avvenuta a metà febbraio, periodo sicuramente critico per l'anno 2002.

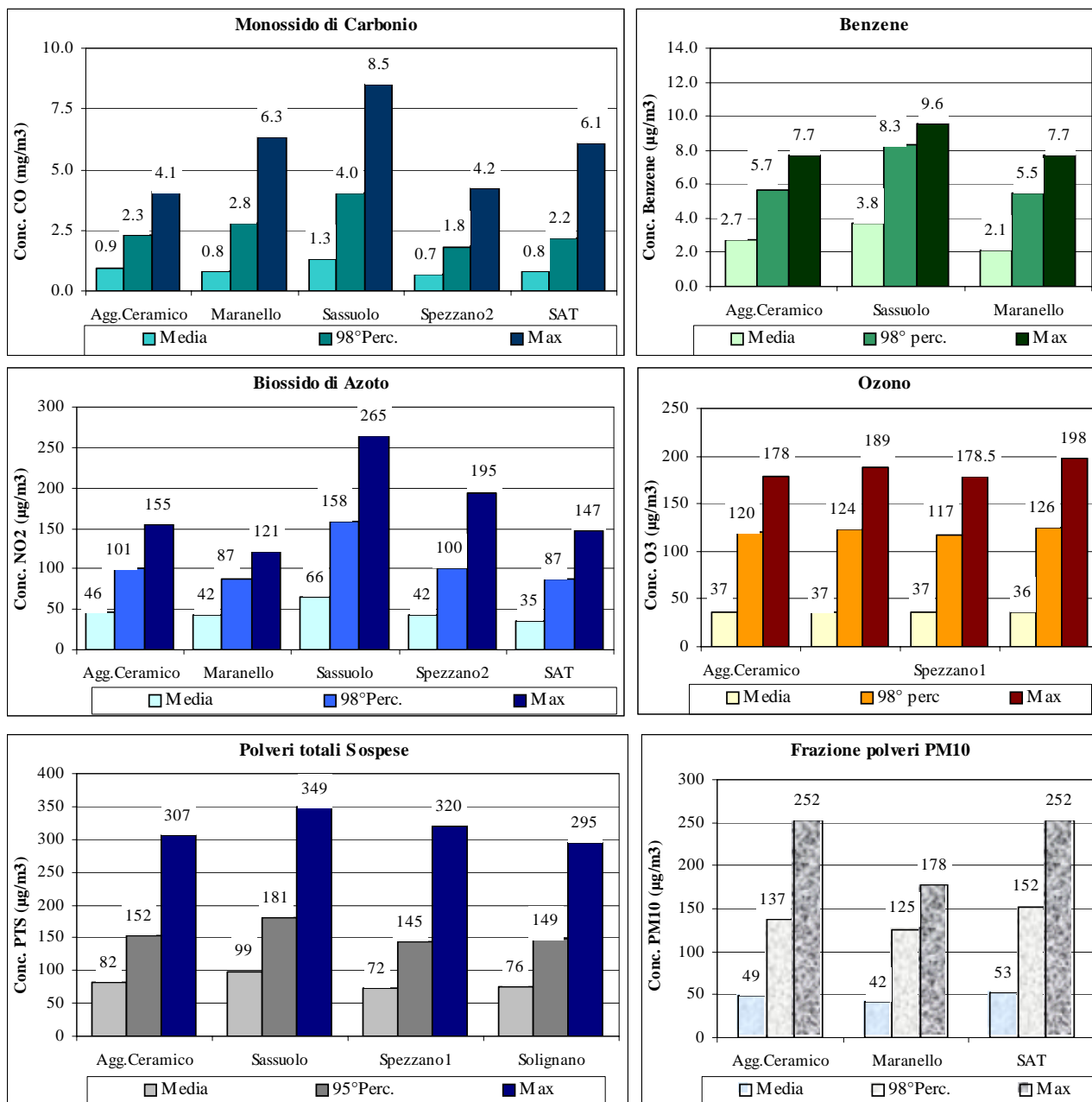


Fig. n° 1: Concentrazioni rilevate nell'anno 2002

Al fine di documentare le concentrazioni rilevate nelle singole campagne effettuate con la stazione, Rilocabile, di seguito si riportano le elaborazioni di ogni periodo di monitoraggio. Queste elaborazioni hanno lo scopo di documentare le singole campagne, ma non si prestano ad un confronto tra le diverse realtà, in quanto le rilevazioni corrispondono a periodi meteorologicamente diversi.

Ovviamente, oltre la variabile meteorologica, gioca un ruolo altrettanto importante la diversa tipologia di area esaminata. Ad esempio, Formigine e Fiorano si trovano a fianco di una arteria ad intenso traffico veicolare, mentre la postazione di Via Milano a Sassuolo, collocata in un parco, è un'area idonea per il monitoraggio dell'ozono proprio perché non influenzata dal traffico veicolare. Maranello, infine, è rappresentativa di una situazione intermedia.

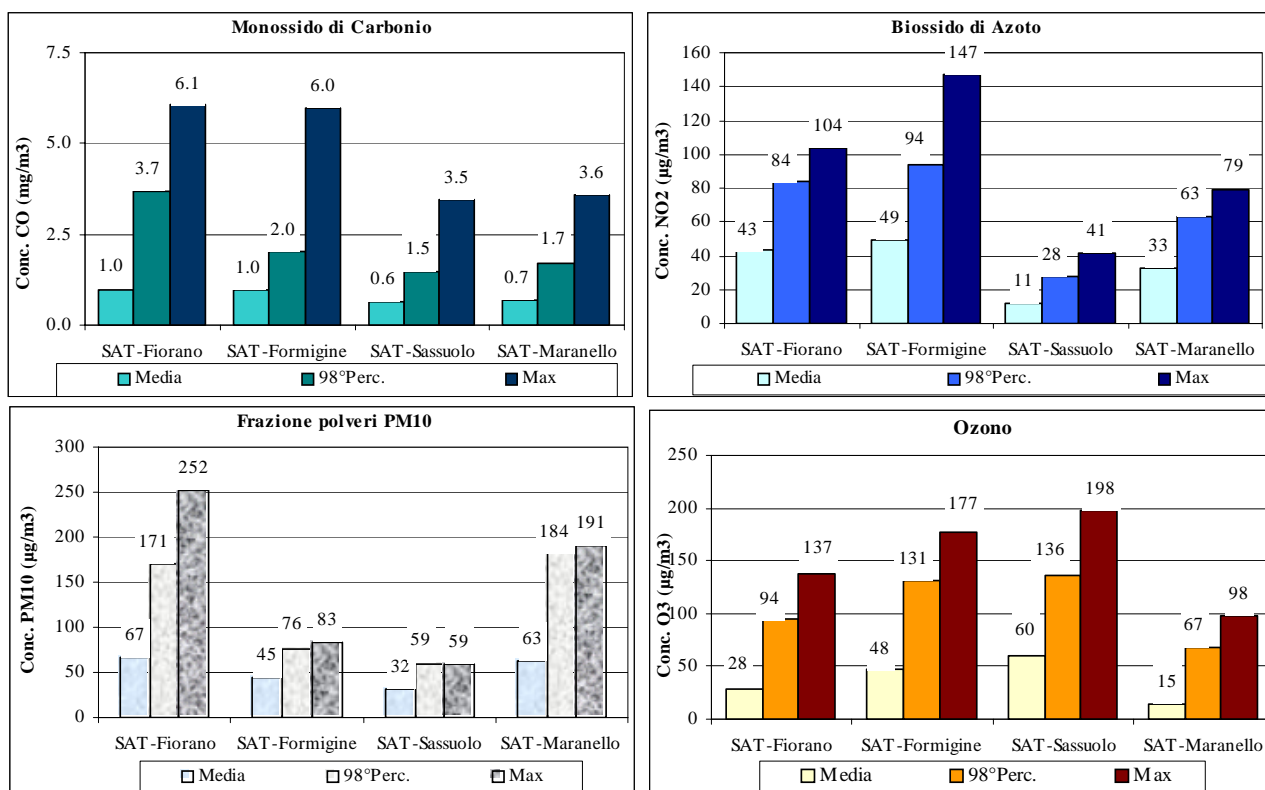


Fig. n° 2: Concentrazioni rilevate nelle postazione della rilocabile SAT nel 2002

GLI ANDAMENTI TEMPORALI

Gli andamenti settimanali, riportati in figura 3, sono simili in tutte i punti di monitoraggio analizzati: le concentrazioni aumentano sino a raggiungere i valori massimi nelle giornate di mercoledì, giovedì, per poi calare in modo evidente nelle giornate di sabato e domenica.

Un andamento diverso si registra invece per le PTS e il PM₁₀ (figura 3a): in questo caso le concentrazioni iniziano a calare il giovedì per poi rimanere quasi costanti nel fine settimana; anomalia rispetto a questo andamento si registra a Sassuolo dove le Polveri hanno un picco anche il venerdì e calano in modo consistenti nei giorni prefestivi e festivi.

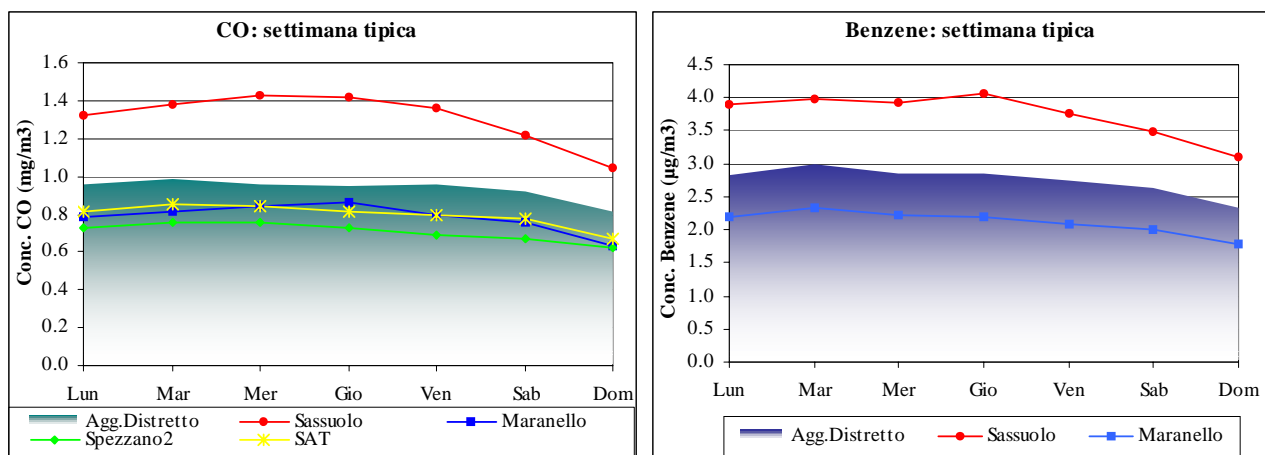


Fig. n° 3: settimana tipica

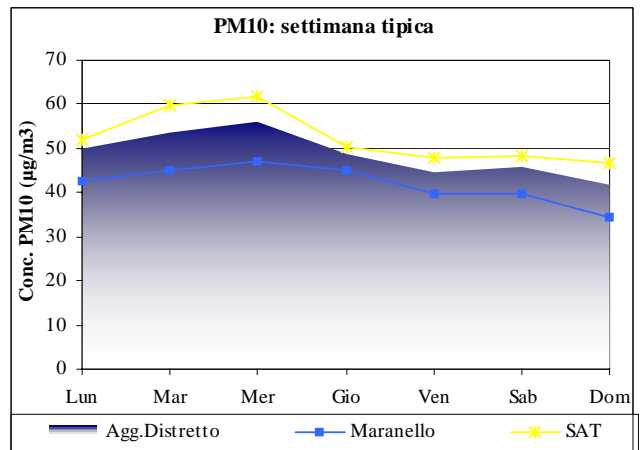
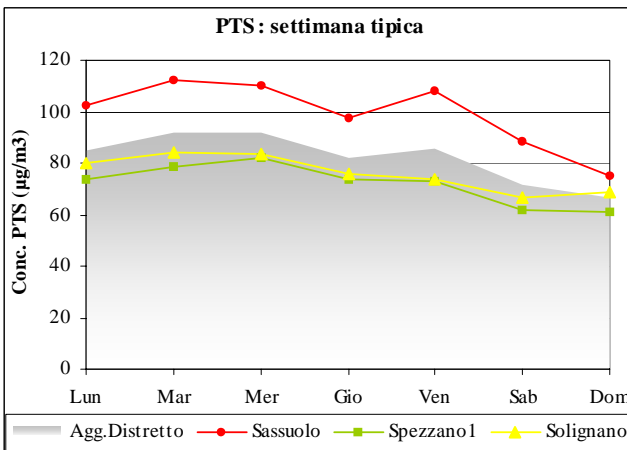
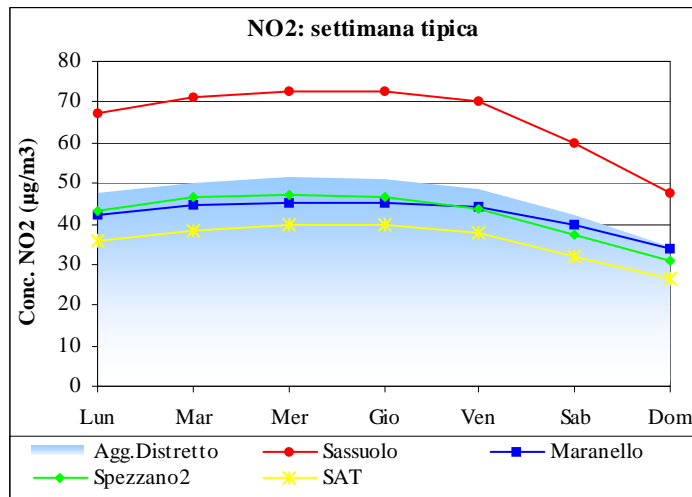


Fig. n° 3a: settimana tipica

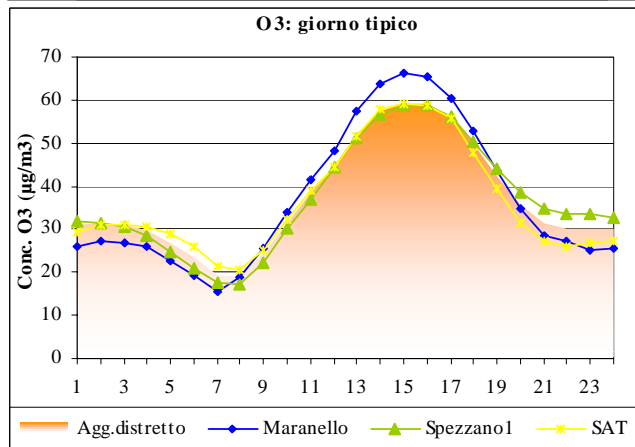
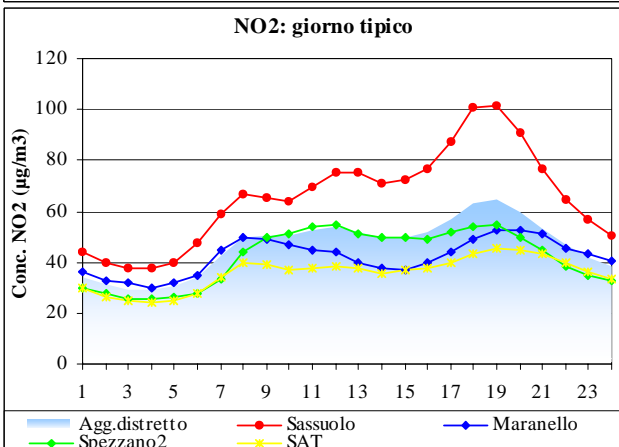
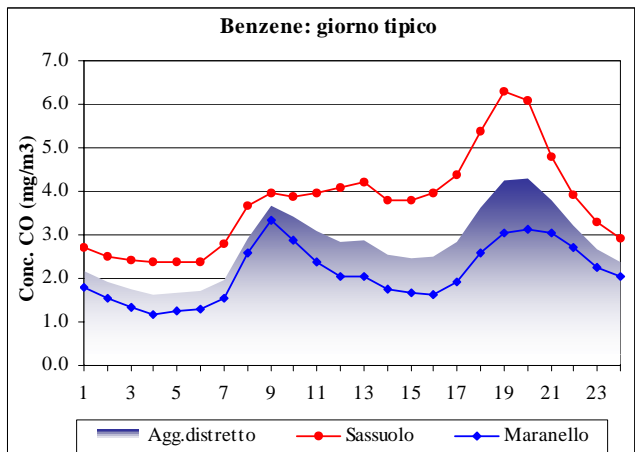
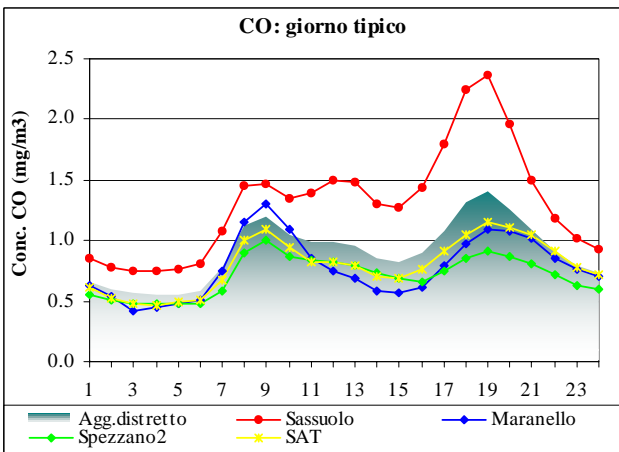


Fig. n° 4: Andamento del giorno tipico

Come si può vedere dai grafici di figura 4, gli andamenti del giorno tipico, analogamente all'anno scorso, sono contraddistinti, per tutti gli inquinanti ad eccezione dell'ozono, da due picchi corrispondenti alle ore della giornata caratterizzate da maggior intensità di traffico veicolare.

La diminuzione corrispondente alle ore centrali della giornata è più evidente per il monossido di carbonio e il benzene, entrambi inquinanti primari, mentre è un meno marcata per gli inquinanti in cui è determinata la componente secondaria. Unica eccezione a questo andamento è anche quest'anno rappresentato dalla stazione di Sassuolo, dove le concentrazioni rimangono a livelli simili dall'inizio della mattina lavorativa fino al tardo pomeriggio per poi ritornare a crescere nelle ore serali; ciò è certamente da imputare alle attività e alla tipologia del traffico che caratterizzano l'area.

L'andamento giornaliero dell'O₃ è quello caratteristico degli inquinanti di origine fotochimica, con il massimo in corrispondenza delle ore più soleggiate della giornata.

Poichè, come è possibile osservare dai grafici precedenti, il giorno tipico annuale è simile per la maggioranza delle postazioni monitorate, si è scelto di analizzare il giorno tipico dei giorni feriali e festivi considerando i dati medi dell'intero agglomerato.

Dalla figura 5, si evidenzia il consistente calo delle concentrazioni nella giornata di domenica, in particolare nella mattinata, dove tutte le attività risultano notevolmente ridotte.

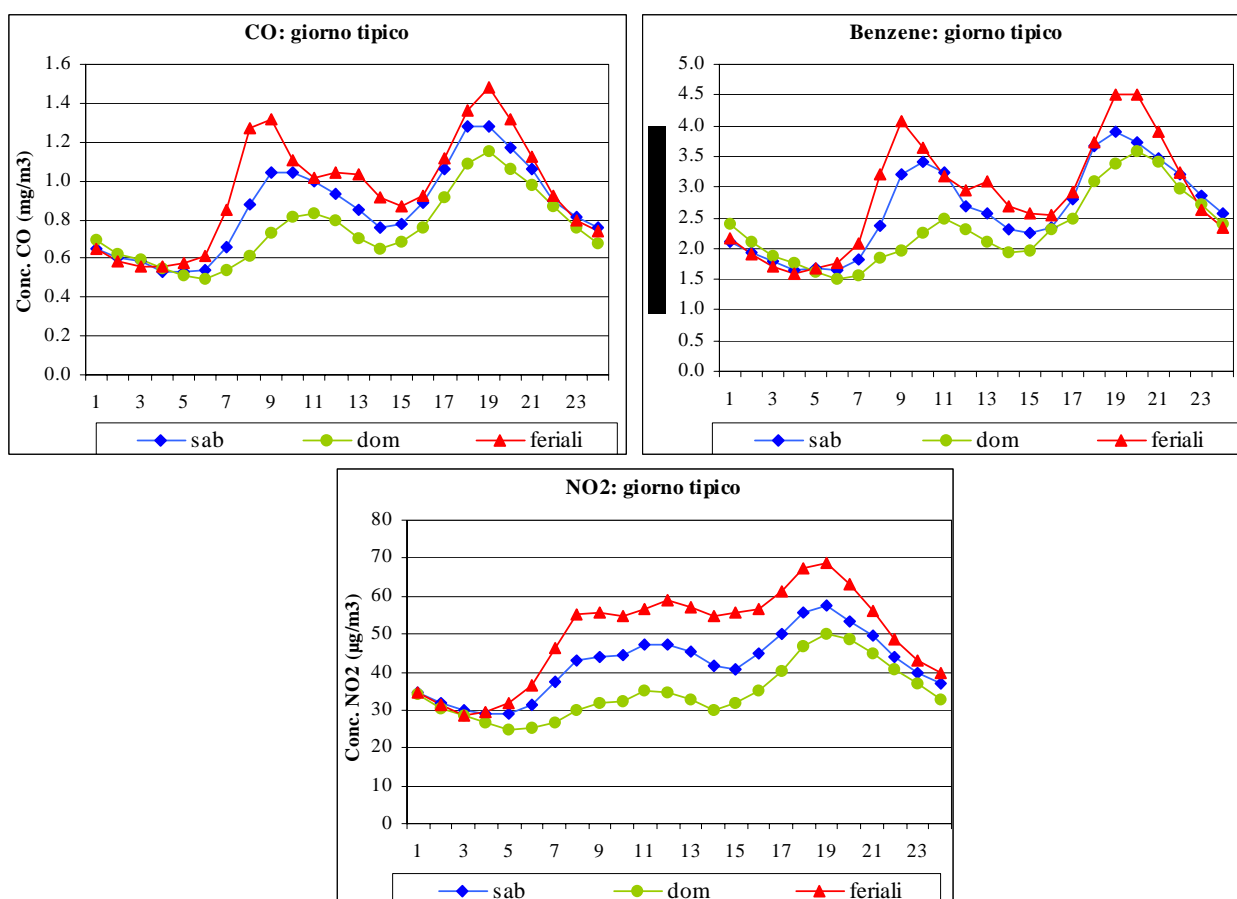


Fig. n° 5::Distribuzione settimanale del Giorno tipico

CONFRONTO CON LA NORMATIVA VIGENTE

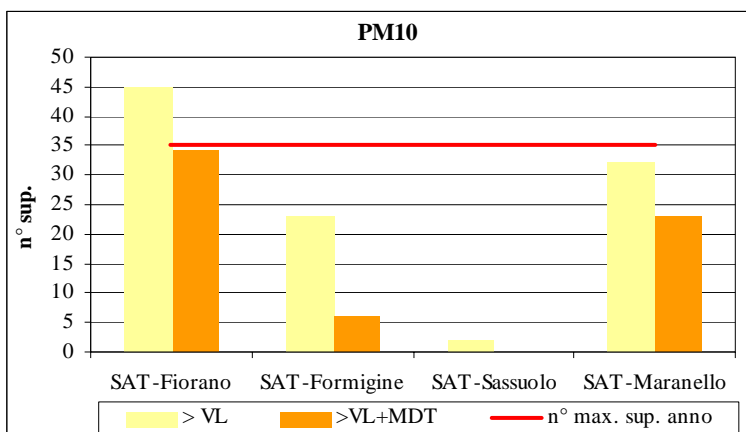
Superamenti dei valori limite DM 60 e Direttiva Europea 2002/3CE

Dalla tabella 2, in cui il colore della cella indica se e quale limite è stato superato, appare chiaro che i parametri più critici sono NO₂, PM₁₀ e O₃. Infatti, per almeno uno dei parametri individuati, in tutte le stazioni ad eccezione della SAT, viene superato il Valore limite o addirittura il Valore Limite aumentato del Margine di Tolleranza.

	NO ₂		CO	PM10		Benzene	O ₃
	media		max media mob 8 h	media		media annua	max media mob 8 h
	oraria	annuale		giornaliera	annuale		
Agg.dist							
Sassuolo						n.d.	
Maranello	nd	nd	nd				nd
Spezzano2							
Spezzano1							
SAT							
n.d.: dati non elaborabili perché l'efficienza di funzionamento è inferiore a quella prevista dalla normativa							

Tab. n° 2: Sintesi dei superamenti dei valori limite e dei valori limiti maggiorati dei margini di tolleranza

Per le singole campagne di misure effettuate con la Rilocabile SAT non è possibile fare un confronto con i



parametri annuali stabiliti dalla normativa; si è comunque ritenuto opportuno riportare il numero dei superamenti del valore limite definito per il PM₁₀ sulle concentrazioni medie giornaliere.

Infatti, anche se per questo parametro viene indicato un numero di superamenti massimi in un anno, è possibile avere delle indicazioni sulla presenza o no di criticità rispetto a questo inquinante, anche con campagne di misura limitate.

Fig. n° 6 : Rilocabile SAT: Superamenti VL e VL+MDT del PM₁₀

Infatti come si evidenzia dal grafico di figura 6, l'unica postazione che a causa della collocazione e del periodo di rilevamento (luglio-ottobre) non presenta superamenti, è Sassuolo. Nelle altre tre campagne, invece, il valore limite è stato superato per un elevato numero di volte, maggiore o di poco inferiore al numero massimo previsto dalla normativa (35).

Facendo una proiezione di tali dati su tutto l'anno, si può presumere che nelle tre postazioni venga superato il VL, con la possibilità che a Fiorano a Maranello-Gorzano venga superato anche il VL + MDT.

Nella tabella che segue viene effettuata una analisi dettagliata degli eventi acuti registrati nell'anno per il PM₁₀.

		PM10 Mappa superamenti VL e VL+MDT																															
Mese	Staz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Gen	SAT					58	83						67	80	70	62	63	84	123	119	107	108	115	190	252		65	53	56	122	115	79	121
Feb	Mara																									57		79	126	133			
	SAT	69	68	90	107	99							117	109	114	62											50	101	148	70			
Mar	Mara					58					61	57	71	95	95		80	68	68		67	52											
	SAT	91	107			68						52	65	82	86	77					52	61											
Apr	Mara					55	53	58																									55
	SAT																																
Mag	Mara																																
	SAT	51	59									53			53	66	55								50								
Giu	Mara					54									55				59	62	65	70	80	62						56			
	SAT					68		53				64	54	54	62	58		64	60	73		63	83	69	77			55					
Lug	Mara					55							55																				
Ago	Mara																																58
	SAT																															59	59
Ott	Mara	54	70	88						59					52	89	62						97	76	92		82	78	79	61	77	88	116
	SAT	55	81				65	65	52						59	67							97								80	87	169
Nov	Mara	172	114	103	126	52		66		75	79	138	173	178	85	83	112		68		53			54		72			55				
	SAT	152	83	139	62			64	57		108		191	188	65												73			65			
Dic	Mara											56	70			77	73	79					71	61	81	101		60	60				
	SAT																51						74	76	107	69		66					54

Nella mappa si evidenziano episodi di durata limitata, anche un solo giorno, che in alcuni casi coinvolgono una sola postazione, mentre in altri entrambe le stazioni. Questi possono essere determinati da situazioni locali, come nel primo caso, o da eventi potenzialmente critici, come nel secondo, che rimangono però localizzati nel tempo a causa del mutare delle condizioni meteorologiche.

Quando, invece, la situazione atmosferica rimane sostanzialmente stabile, i superamenti risultano diffusi e soprattutto persistenti.

A causa di questo, si registrano episodi in cui le concentrazioni rimangono elevate fino a 8 giorni consecutivi, episodi che si ripetono durante il mese fino a determinare un numero di giorni di superamento che supera in alcuni casi il 70% del totale (ad esempio nella postazione della SAT si sono registrati nel mese di gennaio 22 giorni di superamento su 31). Da febbraio, mese in cui è entrata in funzione anche lo strumento di Maranello, gli episodi si sono verificati nella maggioranza dei casi contemporaneamente in entrambe le realtà monitorate.

Superamenti degli standard di qualità e dei limiti di protezione della salute e della vegetazione

Da una prima analisi dei valori riportati nella tabella 3, appare subito evidente che vengono sempre rispettati gli standard di qualità, mentre si registrano un numero considerevole, anche se minore rispetto all'anno scorso, di superamenti dei limiti di protezione della salute e della vegetazione definiti per l'ozono sulla media giornaliera.

Per quanto riguarda la SAT la maggioranza dei superamenti si registra nella postazione di Via Milano a Sassuolo.

Stazione	Standard qualità dell'aria						O ₃ :N° Superamenti limiti di protezione		
	NO ₂	CO		O ₃	PTS		della salute	della vegetazione	
		Media 1h	Media 8h	Media 1h	media	95°perc.		Media 1h	Media 24h
Sassuolo	NO	NO	NO	-	NO	NO	-	-	-
Maranello	n.d	n.d	n.d	n.d	NO	NO	n.d	n.d	n.d
Spezzano2	NO	NO	NO	-	-	-	-	-	-
Spezzano1	-	-	-	NO	NO	NO	154	0	55
SAT	NO	NO	NO	NO	-	-	178	0	48

Tab. n° 3: Sintesi dei superamenti degli standard di qualità e Sintesi dei superamenti degli obiettivi di qualità

L'evoluzione della qualità dell'aria

L'analisi relativa all'evoluzione della qualità dell'aria è stata effettuata solo per le postazioni fisse, ad eccezione di Maranello che dispone di una serie troppo limitata di dati; non sono stati inoltre considerati i dati della stazione SAT in quanto i punti di misura e i periodi non sono rimasti costanti negli anni.

Dai grafici di figura 7 e 7a si evidenziano andamenti non uniformi tra le diverse realtà monitorate, anche se la tendenza in generale degli ultimi anni è di leggero calo o al più di stazionarietà. Negli ultimi due o tre anni cresce invece il dato di NO₂ rilevato nella stazione di Sassuolo.

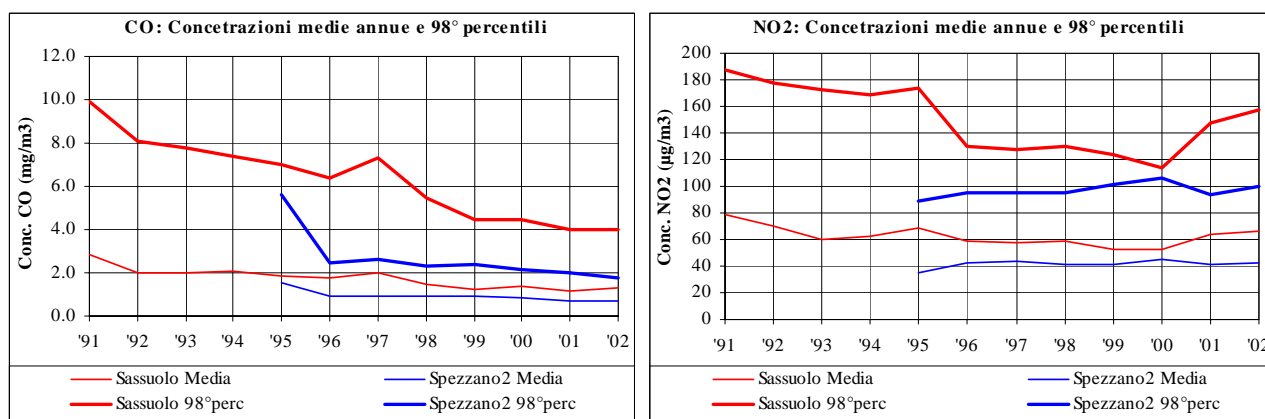


Fig. n° 7: Trend dei percentili e delle concentrazioni medie annue

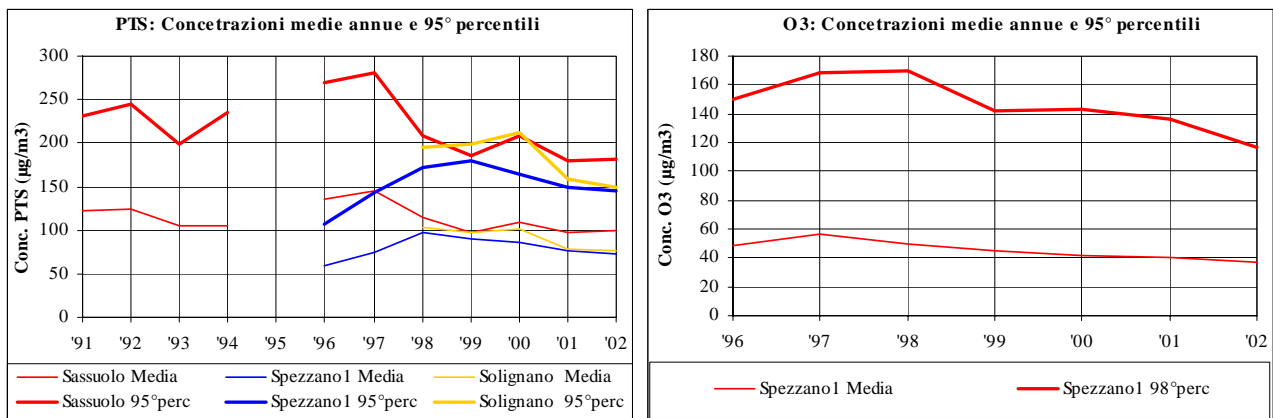


Fig. n° 7a: Trend dei percentili e delle concentrazioni medie annue

Relativamente alle criticità che emergono a seguito del recepimento in Italia delle direttive europee, dall'analisi dei grafici di figura 8 e 8° si confermano le tendenze già evidenziate nell'analisi su area vasta.

Infatti, per quanto riguarda l'NO₂, la concentrazione media annua supera il Valore limite in tutte le stazioni e a Sassuolo, negli ultimi due anni, è maggiore al Valore limite aumentato del Margine di Tolleranza; sempre nella stazione di Sassuolo nell'ultimo anno viene superato anche il valore limite fissato sulla concentrazione media oraria, valore che invece risulta ampiamente rispettato nell'intero agglomerato e nelle altre stazioni.

Altrettanto critiche le concentrazioni rilevate di PM₁₀: infatti, pur avendo a disposizione solo un anno di dati, già emergono numerosi superamenti sia del valore limite che del valore limite maggiorato del margine di tolleranza definito per la media giornaliera. Superiore a quanto fissato dalla normativa, anche il dato medio annuale ottenuto dalla stazione rilocabile.

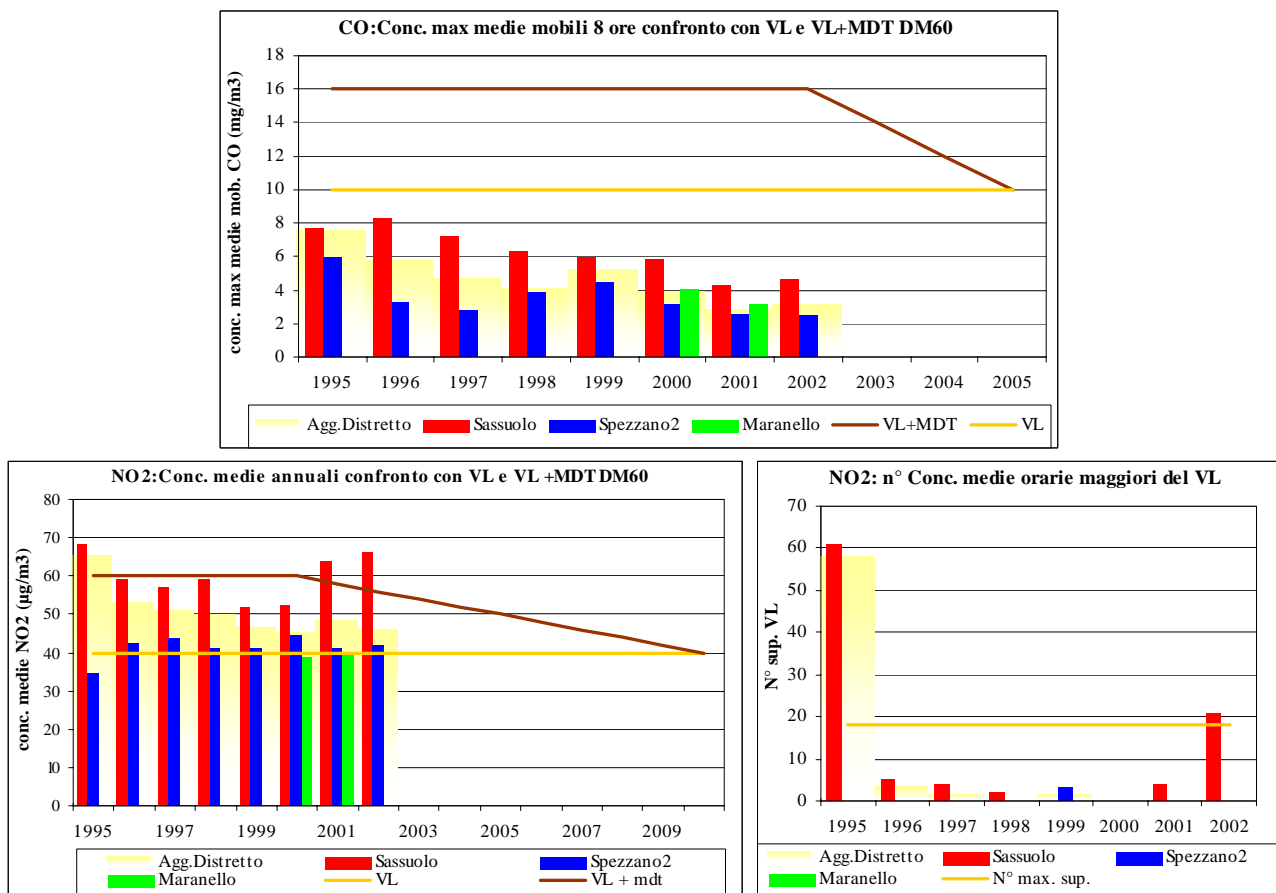


Fig. n° 8: criticità rispetto al DM 60

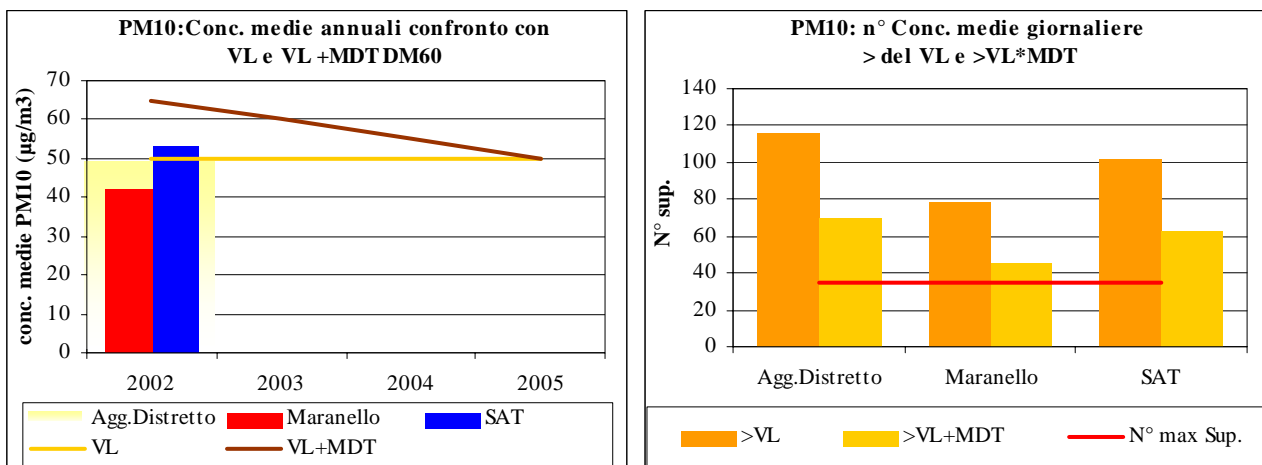


Fig. n° 8a: criticità rispetto al DM 60

Le campagne di monitoraggio

Idrocarburi Policiclici Aromatici

Nell'agglomerato del distretto ceramico, le campagne di monitoraggio per gli IPA sono state condotte contemporaneamente alle indagini eseguite con il mezzo mobile SAT.

I risultati del monitoraggio degli IPA, espressi come valore medio di Benzo(a)pirene riscontrato nel mese di campionamento, sono riportati in tabella 3.

	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.
SAT- Fiorano	0.3	0.3	< 0.1									
SAT-Formigine				< 0.1	< 0.1	< 0.1						
SAT-Sassuolo							< 0.1	0.1	0.1			
SAT-Maranello										0.3	0.6	1.4

Tab. n° 3 : IPA espressi come ng/m³ di Benzo(a)pirene - concentrazioni medie mensili 2002

Dai risultati ottenuti non è possibile ricavare indicazioni precise sul rispetto del limite annuale

Benzene

Campagne specifiche per il **Benzene** sono state condotte a Sassuolo nei mesi di febbraio e di settembre in 3 postazioni del centro urbano.

Il monitoraggio è stato eseguito per alcuni giorni consecutivi con campionatori passivi che sono stati sostituiti giornalmente. La sostituzione è avvenuta nella prima mattinata: in tal modo ogni valore giornaliero è in realtà relativo a 24 ore che comprendono anche la prima parte del giorno successivo. I risultati delle campagne per il benzene, espresso come valore medio (µg/m³) riscontrato in ogni periodo di campionamento, sono riassunti nella tabella:

	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	23-feb	24-feb	25-feb	Valore Medio
Centralina di Monitoraggio	5.7	4.8	4.8	7.6	5.8	3.5	n.d.	5.4
Via Radici in Monte	7.7	6.0	6.5	7.7	6.2	3.7	6.7	6.4
Via Radici in Piano	7.6	5.2	6.2	6.4	4.1	3.4	6.3	5.6
Modena - Centralina Torrenova								5.1
	17-set	18-set	19-set	20-set	21-22-set	23-set		Valore Medio
Centralina di Monitoraggio	2.5	2.7	2.9	4.6	2.7	2.6		3.0
Via Radici in Monte	5.5	n.d.	4.2	6.4	4	4.7		5.0
Via Radici in Piano	3.6	n.d.	3.9	3	2.5	4.9		3.6
Modena - Centralina Torrenova								3.2

Gli andamenti mostrano come, in generale, le 3 postazioni non presentano sostanziali differenze tra loro, anche se Via radici in Monte sembra essere quella con i valori leggermente più alti. Dai risultati ottenuti non è però possibile ricavare indicazioni precise sul rispetto del limite annuale. E' possibile, tuttavia, confrontare i dati ottenuti dalle misurazioni con quelli rilevati dall'analizzatore automatico di Modena - Via Nonantolana, per il quale esiste una serie storica di dati. Il confronto tra i valori registrati nei medesimi periodi indica una sostanziale uniformità di concentrazioni anche rispetto ai valori rilevati in una postazione ad elevato traffico ed elevata densità abitativa come quella di Modena - Via Nonantolana, per la quale si ha il rispetto del limite di riferimento.

COMUNI DI CAMPOGALLIANO, CASTELFRANCO EMILIA E MIRANDOLA

Nella Zona A, il monitoraggio della qualità con postazioni fisse, oltre che nei comuni di Modena e Carpi e del Comparto ceramico, viene effettuato anche nei Comuni di Campogalliano, Castelfranco Emilia, e Mirandola; i primi due fanno parte anche dell'agglomerato di Modena.

Nelle stazioni di Campogalliano e Castelfranco, collocate rispettivamente in Via Kennedy ed in C.so Martiri, si effettua il monitoraggio del Monossido di Carbonio e degli Ossidi d'Azoto, nella stazione di Mirandola, invece, posta all'angolo tra la Strada Statale 12 e Via Alighieri, oltre a questi inquinanti si effettua anche il monitoraggio dei parametri meteorologici e dal 1998 dell'ozono.

Nei capitoli che seguono si riportano le elaborazioni effettuate per ogni singola stazione e il confronto con il dato medio dell'area di riferimento; in particolare, per Campogalliano e Castelfranco Emilia si utilizza il dato dell'Agglomerato di Modena, mentre per Mirandola il dato relativo alla Zona A.

I dati rilevati nell'anno 2002

L'analisi delle concentrazioni (figura 1 e 1a) evidenzia che i dati delle singole stazioni risultano nella maggior parte dei casi superiori al dato dell'agglomerato o della zona di riferimento, ad eccezione dei valori massimi di monossido di carbonio che a Castelfranco e Campogalliano risultano inferiori. Queste due stazioni, se confrontate con le altre facenti parte dell'agglomerato di Modena, sono maggiormente interessate da traffico pesante più responsabile di emissioni di NO₂ che di CO, rispetto al traffico automobilistico.

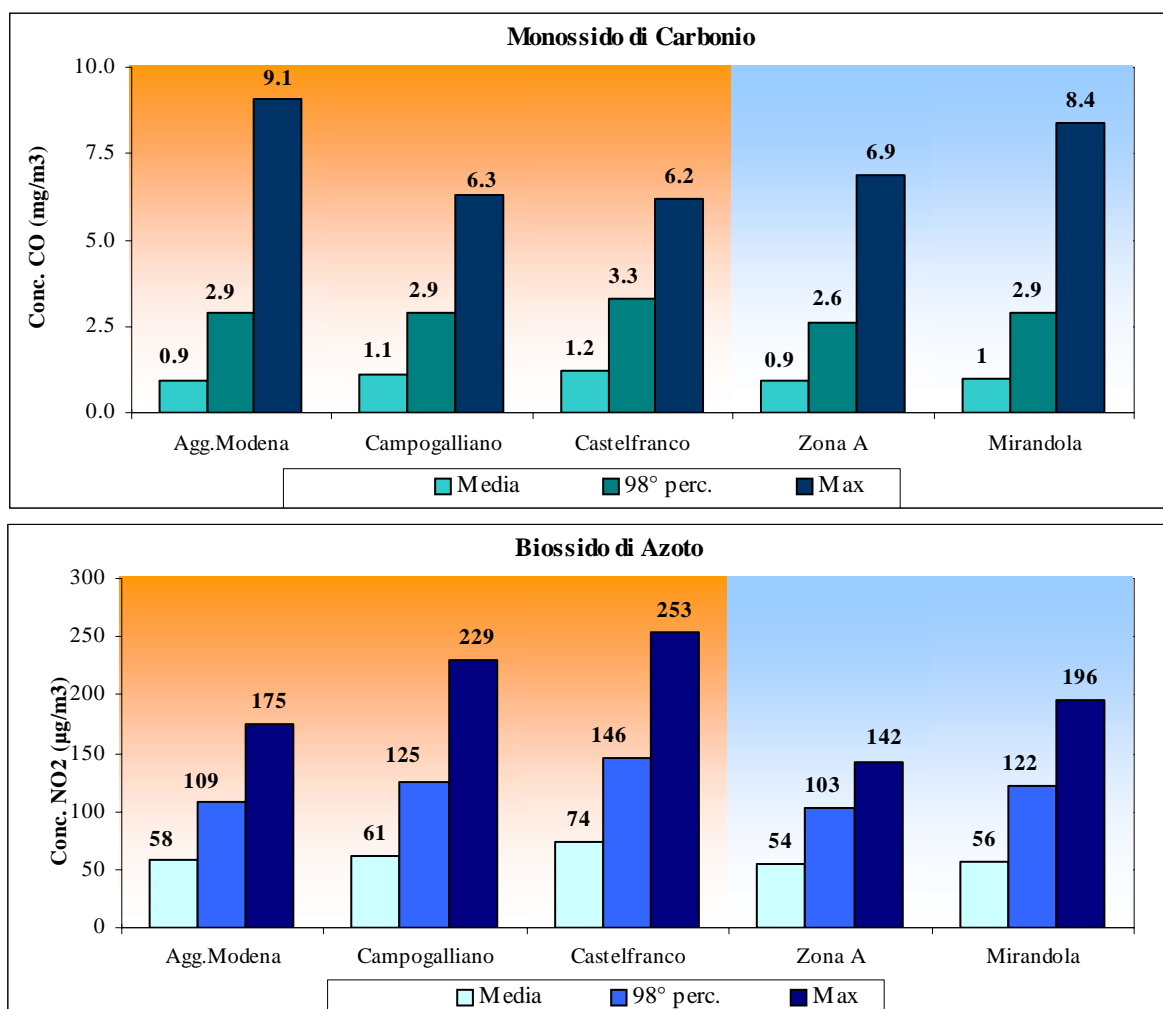


Fig. n° 1: analisi delle concentrazioni rilevate nel 2002

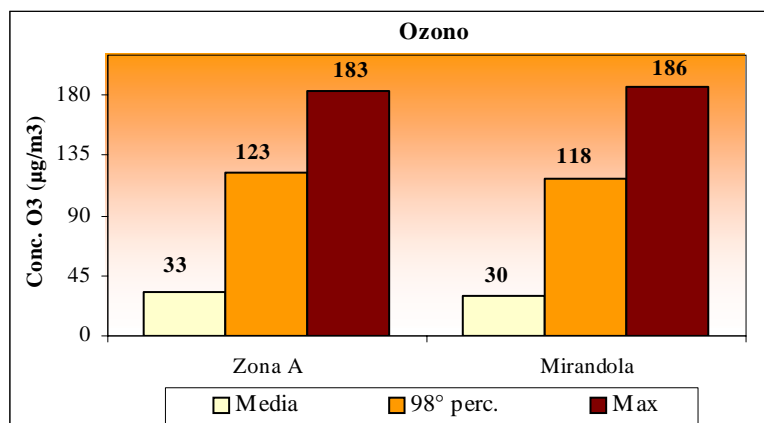


Fig. n° 1a: analisi delle concentrazioni rilevate nel 2002

GLI ANDAMENTI TEMPORALI

Gli andamenti delle singole postazioni sono ben rappresentati dall'andamento dell'area di riferimento; valgono pertanto le considerazioni effettuate per queste realtà. Non si notano variazioni di rilievo tra i diversi giorni ad eccezione del calo prevedibile dei giorni festivi e prefestivi.

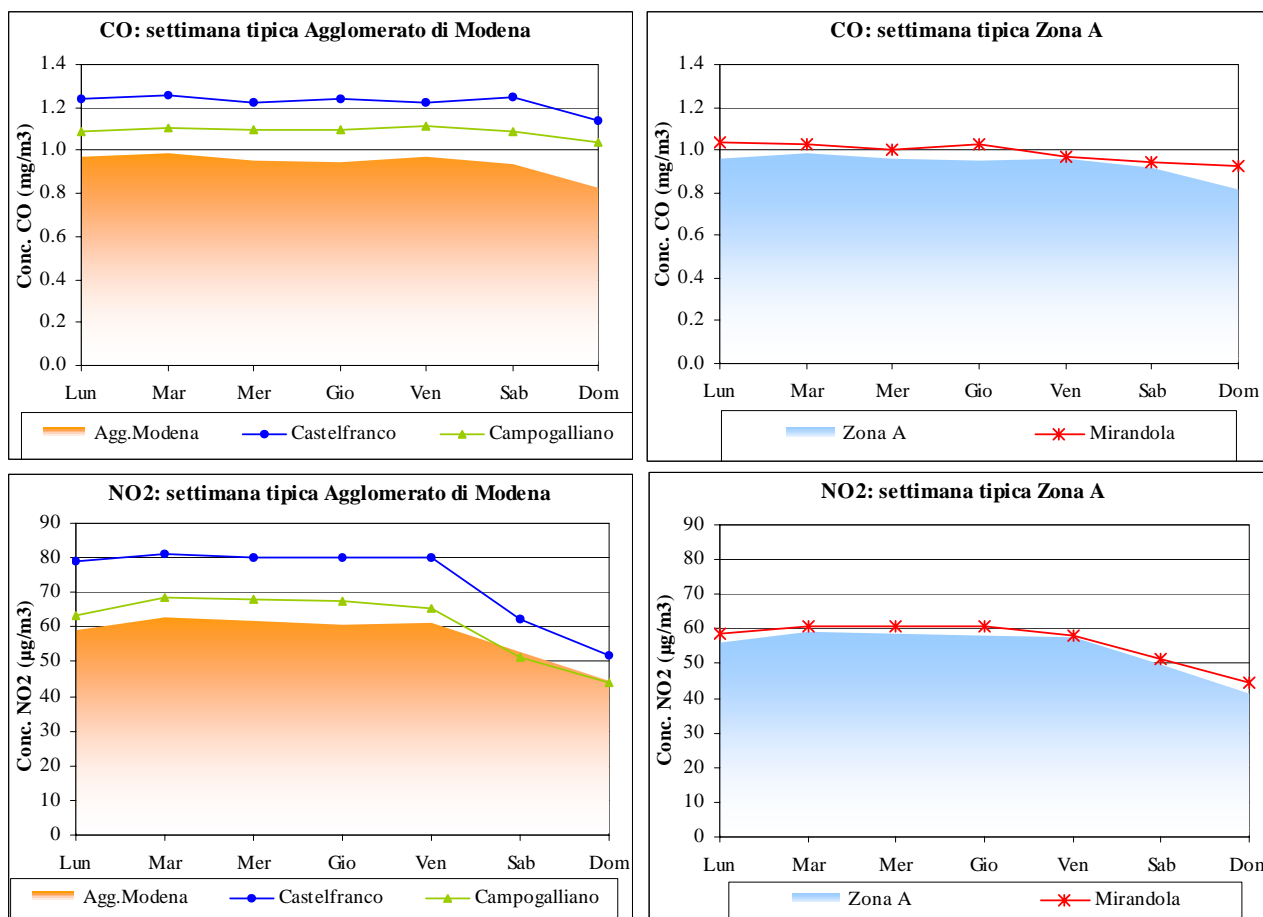


Fig. n° 2: Andamento della settimana tipica

Gli andamenti del giorno tipico (figura 3) non mostrano particolarità rispetto al classico andamento a due picchi rilevabile per tutti gli inquinati legati al traffico veicolare. Discorso analogo vale per l'andamento dell'ozono.

Poichè, com'è possibile osservare questi grafici, gli andamenti del giorno tipico dell'agglomerato di Modena e della Zona A sono simili tra loro simili a quelli delle tre postazioni in esame, si è scelto di analizzare il giorno tipico feriale e il giorno tipico festivo considerando i dati medi della Zona A.

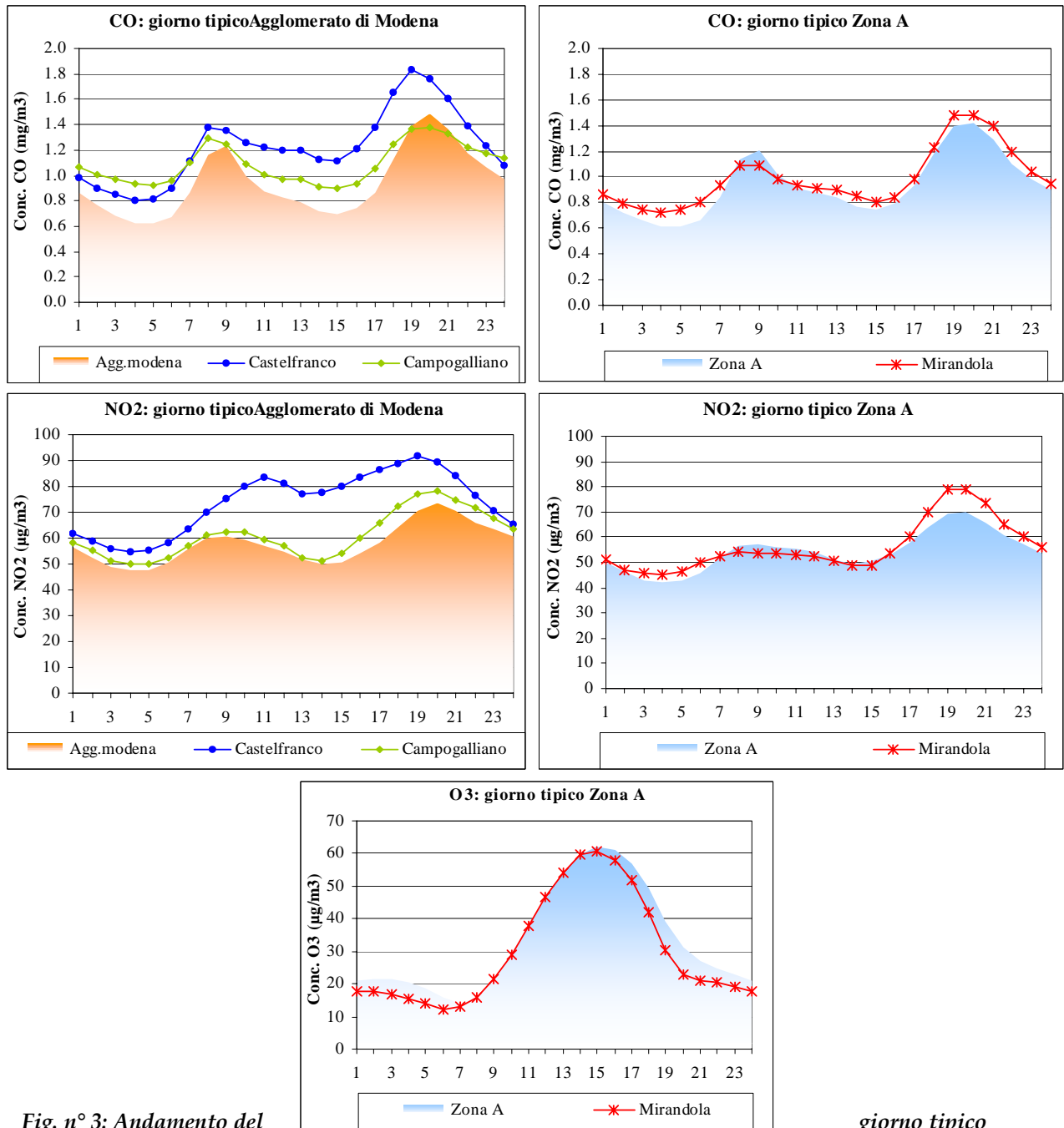


Fig. n° 3: Andamento del

giorno tipico

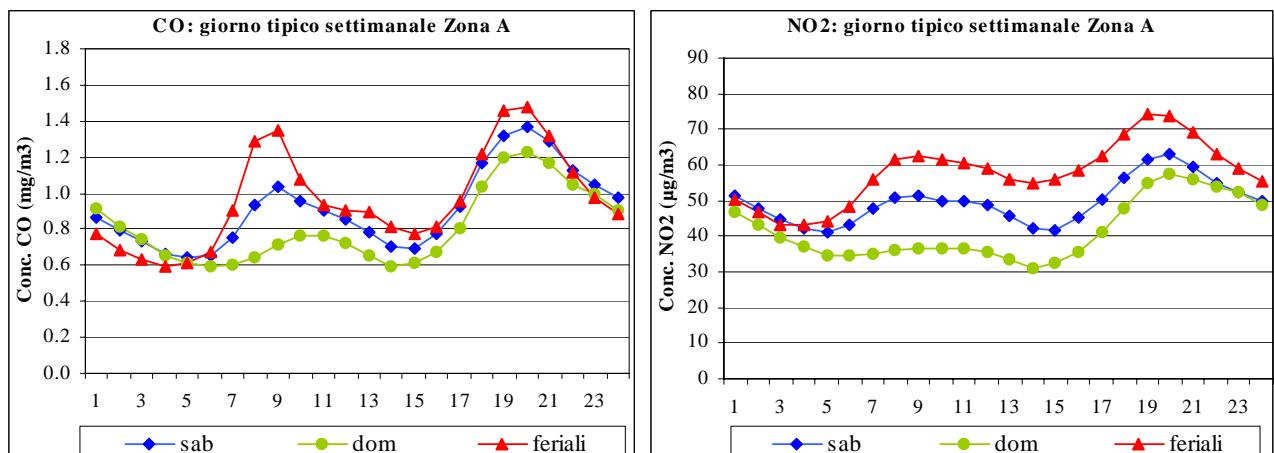


Fig. n° 4: Andamento del giorno tipico feriale/festivo

Dalla figura 4, si evidenzia il progressivo calo delle concentrazioni passando dai giorni feriali, ai giorni prefestivi e a quelli festivi, in analogia con quanto avviene negli stessi giorni per tutte le attività con conseguente calo dei veicoli circolanti.

CONFRONTO CON LA NORMATIVA VIGENTE

Superamenti dei valori limite DM 60 e Direttiva Europea 2002/3CE

Nell'analisi di dettaglio sui dati rilevati in ogni singola stazione (tabella 1), relativamente al rispetto della nuova normativa, per gli inquinanti che non vengono monitorati nei comuni in esame si riportano i dati relativi all'agglomerato e alla zona di riferimento.

Dalla sintesi riportata in tabella 2, in cui il colore giallo indica il superamento del valore limite e quello arancione il superamento del valore limite aumentato del margine di tolleranza, emerge una maggior criticità delle stazioni Castelfranco e di Campogalliano, dove, in linea con quanto succede nell'agglomerato di Modena, viene superato il valore limite aumentato del margine di tolleranza definito per l'NO₂ sulla media annuale. Anche Mirandola è caratterizzata dal superamento del valore limite per l'NO₂ e dal superamento dei livelli previsti per l'ozono dalla Direttiva Europea in fase di recepimento, analogamente a quanto avviene nella Zona A.

	NO ₂		CO	PM ₁₀		Benzene	SO ₂	O ₃
	media		max media mob 8 h	media		media annua	media	max media mob 8 h
	oraria	annuale		giornaliera	annuale		Giornaliera	
Agg.Modena								
Campogalliano								
Castelfranco E.								
Zona A								
Mirandola								

Tab. n° 1: Sintesi dei superamenti dei valori limite e dei valori limiti maggiorati dei margini di tolleranza

Superamenti degli standard di qualità e dei limiti di protezione della salute e della vegetazione

Come si può vedere dalla tabella 2, in tutte le postazioni si ha rispetto degli standard di qualità definiti dalla precedente normativa. Vengono invece superati per numerose volte i limiti di protezione della salute e della vegetazione (media 24 h) definiti per l'O₃.

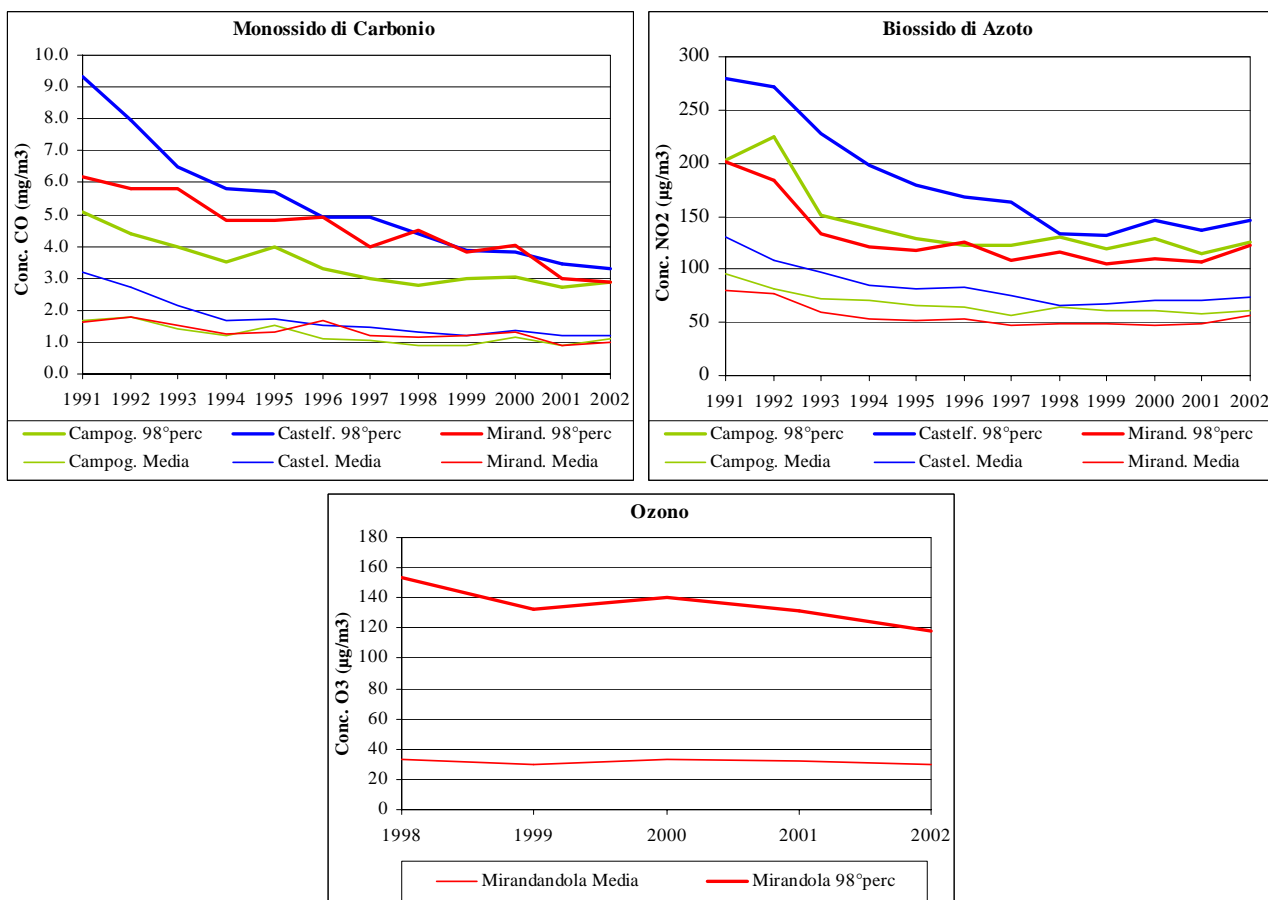
Stazione	Standard qualità dell'aria			O ₃ :N° Superamenti limiti di protezione		
	CO		O ₃	della salute	della vegetazione	
	Media 1h	Media 8h	Media 1h		Media 1h	Media 24h
Campogalliano	NO	NO	-	-	-	-
Castelfranco E.	NO	NO	-	-	-	-
Mirandola	NO	NO	NO	114	0	24

Tab. n° 3: Sintesi dei superamenti degli standard di qualità

L'evoluzione della qualità dell'aria

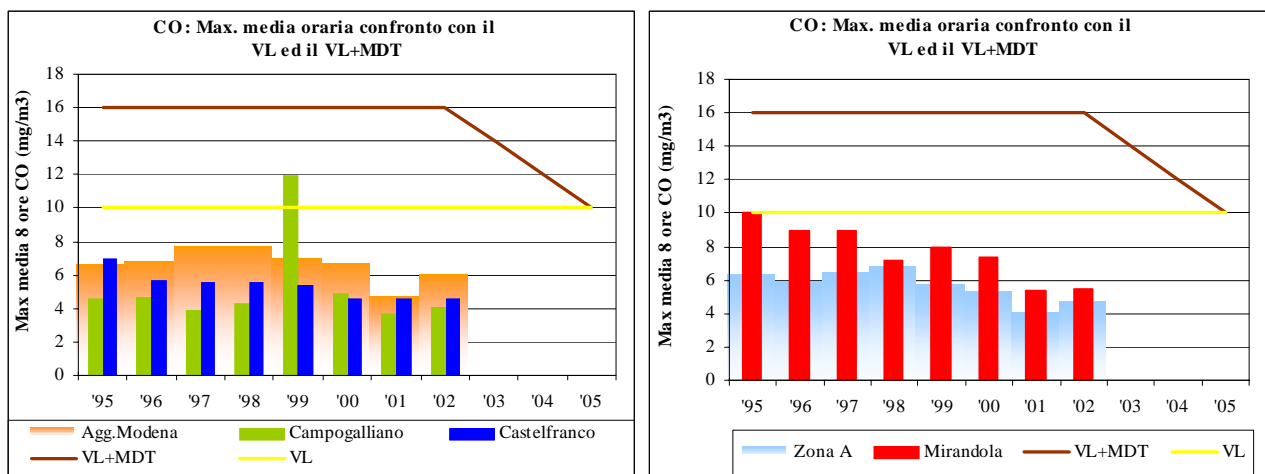
Dai grafici di figura 4 si evidenzia per il CO e per l'O₃, un calo marcato delle concentrazioni, mentre per l'NO₂ dopo un'iniziale calo, negli ultimi anni si assiste ad un leggero incremento.

La tendenza comunque è quella di una maggior uniformità delle concentrazioni tra tutte le realtà esaminate.



I grafici di figura 5 e 5a, confermano anche per Campogalliano, Castelfranco e Mirandola quanto rilevato in tutto il resto del territorio, cioè il sostanziale rispetto degli obiettivi fissati dalla nuova normativa per CO e il rispetto parziale di quanto fissato invece per NO₂.

Anche in questo caso rimane infatti critico il rispetto del limite fissato sulla media annuale, che viene superato in tutte e tre le stazioni analizzate.



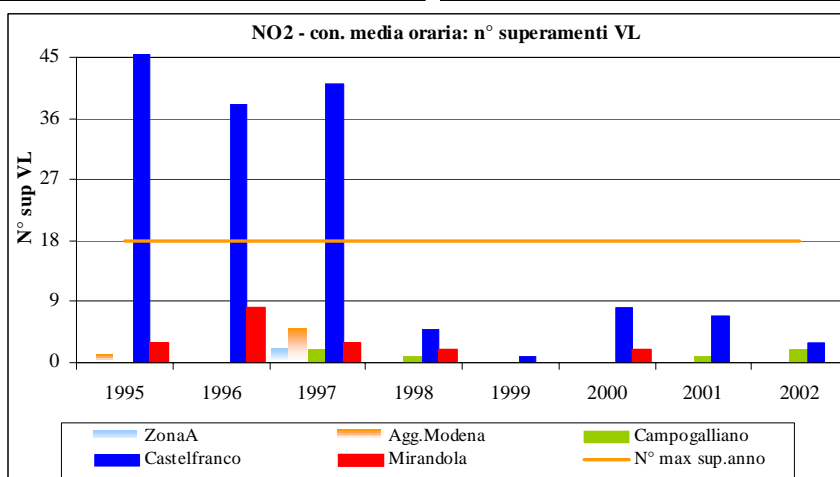
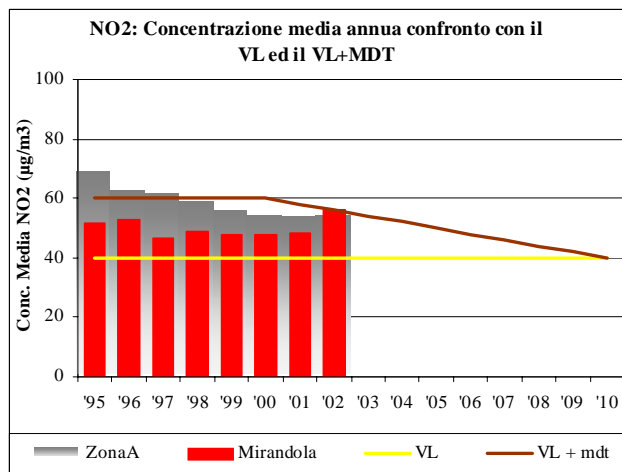
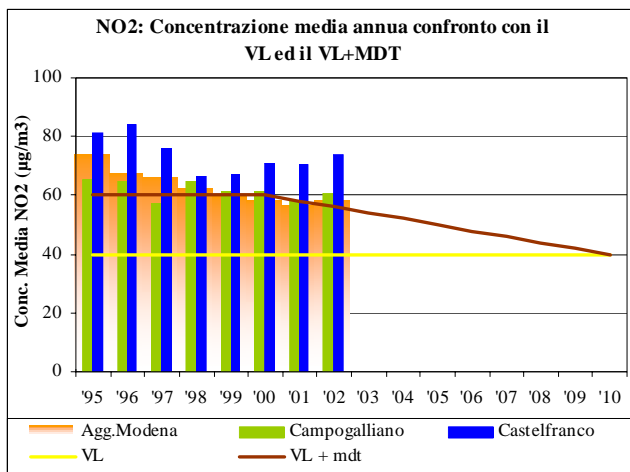


Fig. n° 5a: criticità rispetto al DM 60