



Provincia di Modena

Area Ambiente e Sviluppo Sostenibile

/ comitato di gestione rete di monitoraggio /
/ qualità dell'aria della provincia di modena /



16° Relazione Annuale 2006

LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI MODENA

MODENA / SETTEMBRE 2007



Arpa
Sezione Provinciale di Modena

PROVINCIA DI MODENA
ASSESSORATO AMBIENTE E SVILUPPO
SOSTENIBILE,
DIFESA DEL SUOLO
E PROTEZIONE CIVILE

AGENZIA REGIONALE PER LA
PREVENZIONE E L'AMBIENTE
EMILIA ROMAGNA
SEZIONE PROVINCIALE DI MODENA

LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI MODENA

**16^a Relazione annuale
2006**

Comitato di Gestione Rete di Monitoraggio Qualità dell'Aria della Provincia di Modena

Coordinamento:

Daniela Sesti

Giovanni Rompianesi

Vittorio Ronco

Responsabile Servizio Sistemi Ambientali - Arpa Emilia Romagna Sezione Provinciale di Modena

Responsabile Servizio Gestione Integrata Sistemi Ambientali - Provincia di Modena

Servizio Gestione Integrata Sistemi Ambientali - Provincia di Modena

Relazione a cura di: Luisa Guerra

Servizio Sistemi Ambientali - Arpa Emilia Romagna Sezione Provinciale di Modena

Testi ed elaborazione dati:

Antonella Anceschi, Carla Barbieri
Patrizia Tedeschini, Antonella Sterni

Servizio Sistemi Ambientali - Arpa Emilia Romagna Sezione Provinciale di Modena

Copertina e stampa:

U.O. Grafica e Centro Stampa – Provincia di Modena

INDICE

PRESENTAZIONE

1. INTRODUZIONE.....	4
2. SINTESI METEOROLOGICA DELL'ANNO 2006.....	6
3. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	17
2.1. Revisione della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria.....	18
4. SINTESI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA NEGLI AGGLOMERATI.....	21
4.1. Ossidi di Azoto	21
4.2. Polveri inalabili - PM10.....	24
4.3. Polveri Totali Sospese	28
4.4. Monossido di Carbonio.....	30
4.5. Benzene	33
4.6. Ozono.....	35
5. METALLI	39
6. PM2,5.....	46
7. LE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO DEGLI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)	51
8. MUTAGENESI AMBIENTALE	56
9. VALUTAZIONE DEI DATI DELLA RETE RIDEP.....	61
10. POLLINI E SPORE AERODISPERSE.....	63
ALLEGATO: I COMUNI IN DETTAGLIO – ANALISI DEI DATI RILEVATI	71

PRESENTAZIONE

Dal 2005 la qualità dell'aria di molte città italiane ed europee non rispetta i limiti imposti dalla Comunità Europea, sebbene in alcuni casi i livelli di inquinamento stanno progressivamente migliorando anno dopo anno, come è il caso di Modena e provincia.

Tuttavia, la comunità Europea fissa limiti sempre più severi tali da indurre gli organi di controllo a verificare nuovi parametri, particolarmente critici per la salute della popolazione: per fare un esempio dalle polveri totali si è passati al monitoraggio delle PM 10 ed ora anche delle PM 2,5.

Non può quindi mancare un rinnovato e costante impegno delle comunità locali e nazionali sul fronte della concreta attivazione delle azioni strutturali previste nei Piani di Risanamento della qualità dell'aria, che unitamente a nuovi stili di vita e alle azioni di emergenza, potranno consentirci di raggiungere gli obiettivi proposti dalle direttive europee.

Nel 2006 la Provincia di Modena e l'Agenzia Regionale per l'Ambiente (ARPA) hanno completato la ristrutturazione e l'ammodernamento della Rete di Monitoraggio che ora corrisponde pienamente ai criteri tecnici e di efficienza richiesti dalle più recenti direttive comunitarie: l'evoluzione di questo prezioso strumento tecnico, che in provincia esiste da oltre 25 anni, consente eccellenti performance valutative e predittive.

Oggi è perciò il tempo delle scelte incisive e pervasive nel governo del territorio e nella diffusione di stili di vita maggiormente rispettosi della salute pubblica e degli equilibri ambientali.

Alberto Caldana

Assessore all'Ambiente e Sviluppo Sostenibile, Difesa del
Suolo e Protezione Civile della Provincia di Modena

1. INTRODUZIONE

L'inquinamento atmosferico è causato principalmente dall'immissione in atmosfera di sostanze chimiche di ogni tipo generate dalle attività umane: produzione di energia elettrica, attività industriali, riscaldamento e trasporto su gomma costituiscono le sorgenti più rilevanti di inquinamento atmosferico.

La rete di monitoraggio rappresenta un anello importante nella catena della conoscenza del destino degli inquinanti emessi in atmosfera. L'analisi dei dati di monitoraggio consente infatti di conoscere gli andamenti temporali degli inquinanti, le loro concentrazioni e le tendenze in atto, oltre a contribuire alla valutazione della loro distribuzione.

In questa relazione vengono raccolti i dati rilevati dalla rete di Monitoraggio della Provincia di Modena nel 2006 e questi vengono confrontati con quelli degli anni precedenti per trarre indicazione sui trend evolutivi in atto a supporto delle politiche di gestione della qualità dell'aria.

L'analisi dei dati viene effettuata tenendo conto della zonizzazione del territorio provinciale approvata dalla Provincia di Modena con delibera n. 23 del 11/02/2004, la quale, come previsto dal DL 4/8/99, suddivide il territorio in base al rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, secondo lo schema seguente:

- **Zona A:** territorio dove c'è il rischio di superamento del valore limite e/o delle soglie di allarme. In queste zone occorre predisporre **piani e programmi a lungo termine**.
- **Zona B:** territorio dove i valori della qualità dell'aria sono inferiori al valore limite. In questo caso è necessario adottare **piani di mantenimento**.
- **Agglomerati:** porzione di zona A dove è particolarmente elevato il rischio di superamento del valore limite e/o delle soglie di allarme. Per gli agglomerati occorre predisporre **piani di azione a breve termine**.

La suddivisione in zone e agglomerati della nostra provincia è riportata in Fig. 1.1

Per i dettagli sul percorso che ha portato a questa suddivisione si rimanda ai documenti del Piano di Risanamento e Tutela della Qualità dell'aria della Provincia di Modena (Quadro conoscitivo, Relazione di Piano e Valsat), approvato il 29/3/2007.

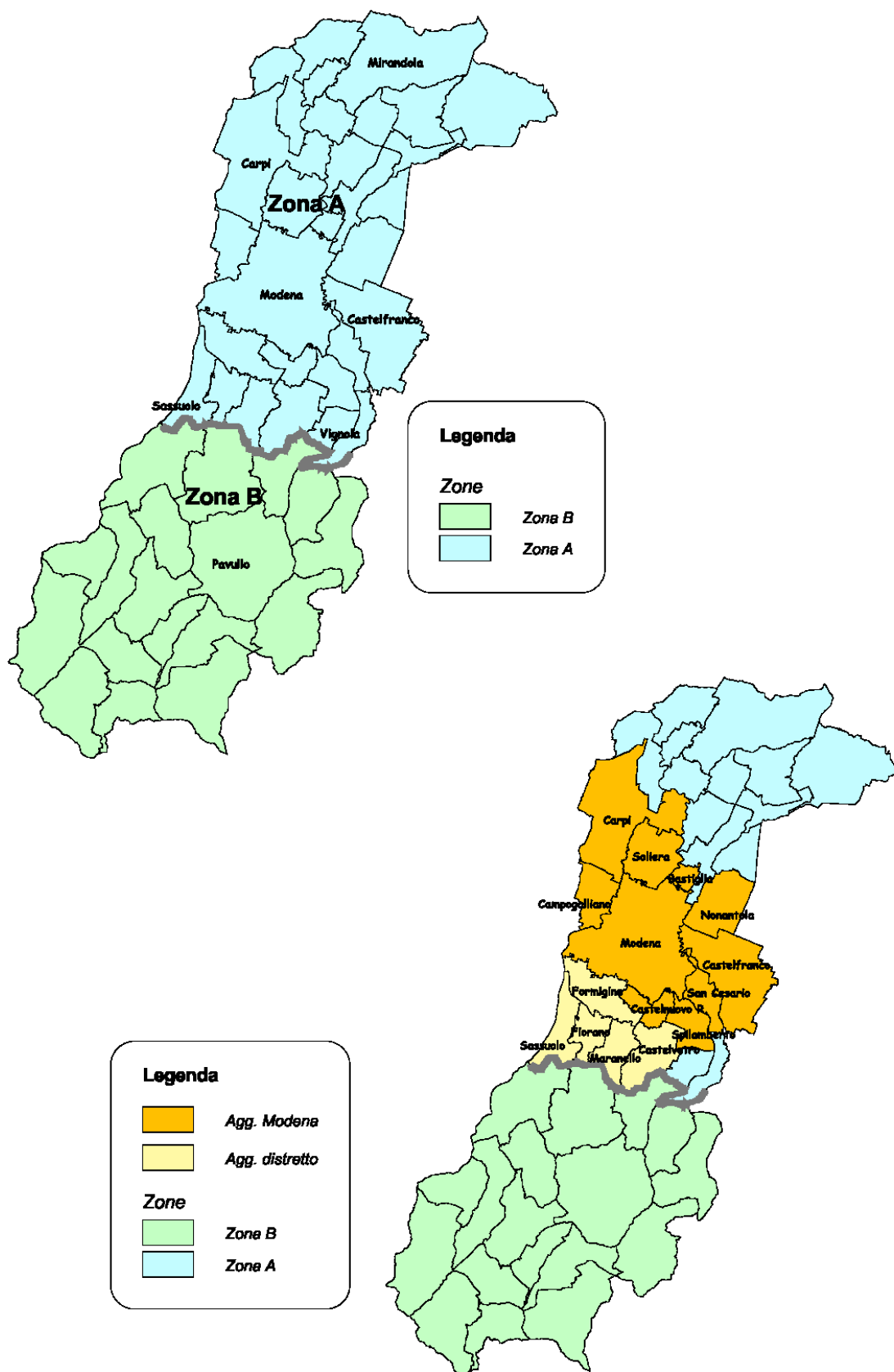


Figura 1.1: Zonizzazione Provinciale

2. SINTESI METEOROLOGICA DELL'ANNO 2006

I processi meteorologici influenzano in modo vario e complesso l'inquinamento atmosferico: all'interno dell'atmosfera gli inquinanti vengono dispersi e subiscono varie trasformazioni del loro stato fisico e chimico. In particolare, gli episodi di inquinamento sono regolati sia da processi meteorologici a scala regionale, sia da quelli che avvengono all'interno dello strato di atmosfera direttamente sopra la superficie, detto strato limite atmosferico (atmospheric boundary layer)¹.

Per quanto riguarda i fenomeni a scala regionale risultano particolarmente rilevanti i fenomeni di stagnazione della massa d'aria chimica². 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). Accade così che l'aria che risiede per un certo periodo sull'area padana (ricca di industrie, ad elevato traffico ed intensa attività umana) 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. Al contrario, una massa d'aria proveniente dal mare, dove non sono presenti sorgenti inquinanti significative, sarà relativamente povera di inquinanti.

I processi meteorologici a scala locale sono responsabili del grado di rimescolamento e quindi di diluizione dell'inquinante dopo il suo rilascio; tali processi si verificano principalmente nello strato limite atmosferico e dipendono sia da fenomeni di turbolenza meccanica che termica, legate rispettivamente al gradiente di vento e al bilancio di calore in prossimità della superficie.

In particolare, le grandezze meteorologiche tipiche dello strato limite che influenzano maggiormente i processi di trasporto, trasformazione chimica e deposizione degli inquinanti sono:

- le precipitazioni, responsabili dei processi di deposizione e rimozione umida degli inquinanti in atmosfera;
- l'altezza di rimescolamento, che può essere definita come l'altezza dello strato adiacente alla superficie, all'interno del quale un inquinante viene disperso verticalmente per turbolenza avente origine meccanica (vento) o termica (temperatura); per sorgenti al suolo, altezze di rimescolamento elevate producono una diluizione di inquinanti, mentre per rilasci in quota (camini) l'altezza dell'emissione rispetto a quella dello strato rimescolato determina il modo con cui il pennacchio diffonde, quindi l'eventuale ricaduta al suolo degli inquinanti. La turbolenza dello strato limite si può descrivere anche mediante le classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner; condizioni di stabilità coincidono con ridotte altezze di rimescolamento e viceversa.
- l'intensità del vento, che allontana più o meno rapidamente gli inquinanti dalle zone di rilascio, e la sua direzione, che determina verso quale direzione gli inquinanti vengono trasportati; importante è anche la frequenza delle calme di vento (velocità minori di 1 m/s) che producono un ristagno di inquinanti in prossimità della sorgente.
- le temperature che, se sufficientemente elevate, facilitano i processi di rimescolamento turbolento in prossimità della superficie, facilitando la rimozione di inquinanti; temperature molto elevate favoriscono però la formazione di ozono e di inquinanti secondari.

¹ Lo strato limite atmosferico è quella parte di atmosfera (approssimativamente che va dalla superficie fino ad un paio di chilometri di quota) influenzata direttamente dalle interazioni con la superficie terrestre.

² In meteorologia una massa d'aria è una regione d'aria di dimensioni variabili, che mostra caratteristiche simili di temperatura, umidità e stabilità verticale.

Le grandezze meteorologiche sopra descritte provengono sia dalle misure rilevate nelle stazioni che costituiscono la rete meteorologica regionale gestita dal Servizio Idro-Meteorologico di ARPA (SIM), che dalle elaborazioni del preprocessore meteorologico CALMET³ che stima le grandezze caratteristiche dello strato limite sulla base delle variabili puntuali misurate nelle stazioni meteo e delle caratteristiche della superficie (orografia, uso del suolo, rugosità).

Per l'analisi dei dati, sono state scelte tre stazioni meteorologiche, che vogliono essere rappresentative delle tre aree omogenee in cui si può suddividere il nostro territorio (Fig. n° 2.1):

- 1) pianura settentrionale: stazione di Mirandola (Rete Agrmet Climat, attiva dal 27/05/04)
- 2) pianura centrale: stazione urbana di Modena, che rappresenta una delle dieci stazioni della rete meteorologica urbana della regione Emilia Romagna (attiva dal 11/05/2004) ed elaborazioni CALMET in un punto localizzato presso la stazione
- 3) pedecollina: stazione di Formigine (Rete Agrmet Climat, attiva dal 20/05/04) ed elaborazioni CALMET in un punto localizzato nel Comune di Sassuolo.

Non è stata presa in considerazione la zona appenninica in quanto, oltre ad avere una scarsa copertura di stazioni meteo, presenta caratteristiche di particolare complessità del terreno (valli e rilievi) che ne rendono complicato lo studio dettagliato da un punto di vista meteoclimatico.

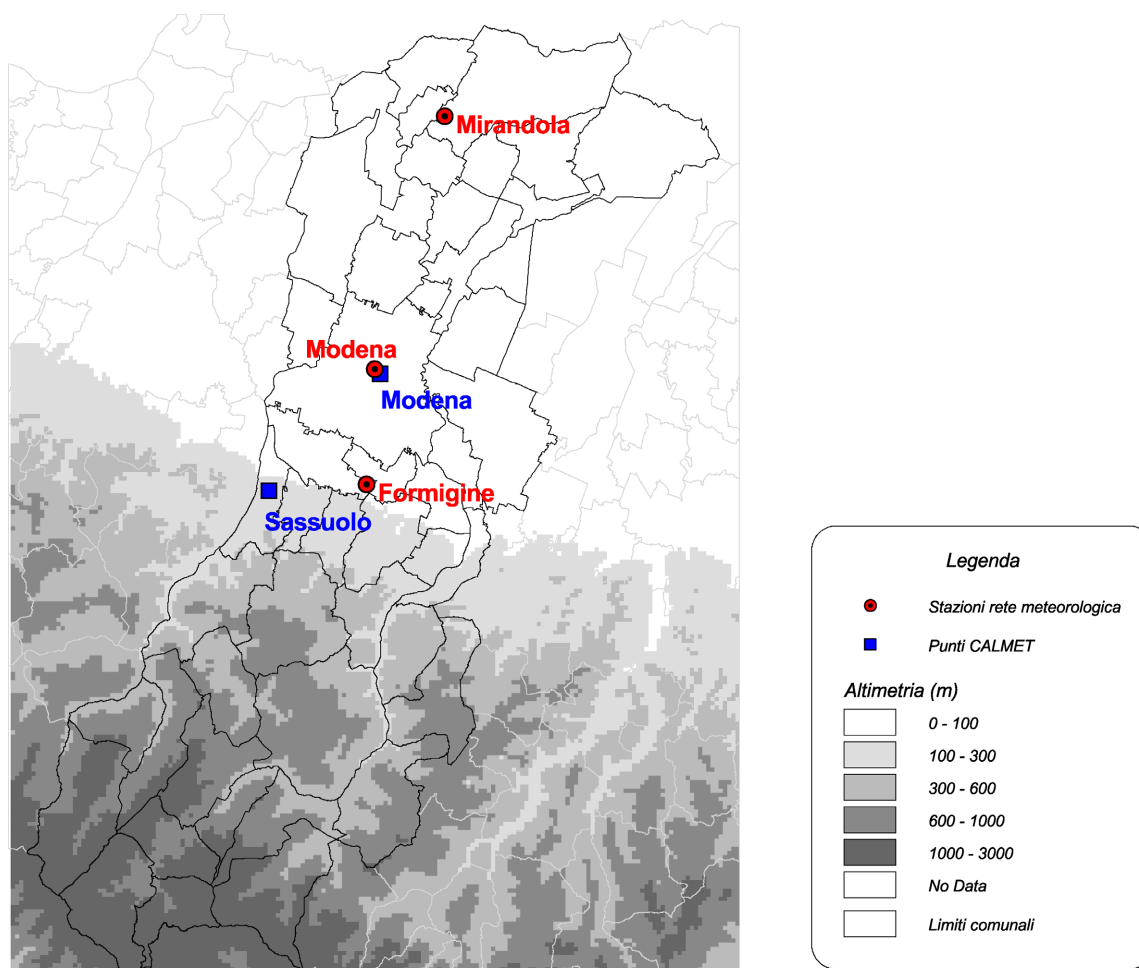


Fig. n° 2.1 – Stazioni meteorologiche e punti CALMET

³ Il preprocessore meteorologico CALMET viene appositamente implementato presso ARPA-SIM; ricostruisce il campo tridimensionale di vento e temperature e bidimensionale delle grandezze caratteristiche dello strato limite atmosferico (altezza di rimescolamento, classi di stabilità) e della turbolenza (lunghezza di Monin-Obukhov, velocità di attrito, velocità convettiva di scala).

Precipitazioni

Nella Fig. n° 2.2 viene riportato l'andamento mensile delle precipitazioni misurate; si osservano andamenti simili nelle tre aree, ad eccezione del mese di agosto, molto piovoso solo per Mirandola; probabilmente si è trattato di temporali estivi aventi carattere prettamente locale. A parte questa "anomalia", l'anno 2006 ha presentato una piovosità abbastanza uniforme nei vari periodi dell'anno, con un picco evidente solo a settembre.

Per effettuare un confronto di piovosità negli ultimi anni (2002-2006, vedi Fig. n° 2.3), sono stati utilizzati anche i dati misurati in stazioni diverse da quelle prese come riferimento (attivate tutte nel maggio del 2004), ma appartenenti alla stessa area omogena (pianura settentrionale, pianura centrale e pedecollina). Si osserva che, dal 2002 al 2005, la pianura settentrionale è stata caratterizzata da minori precipitazioni, mentre nel 2006 è risultata l'area più piovosa. Per meglio evidenziare la piovosità complessiva del territorio, nel grafico è stata riportata anche la somma del dato annuo misurato nelle tre stazioni: emerge che il 2004 è stato l'anno più piovoso, il 2006 quello meno piovoso.

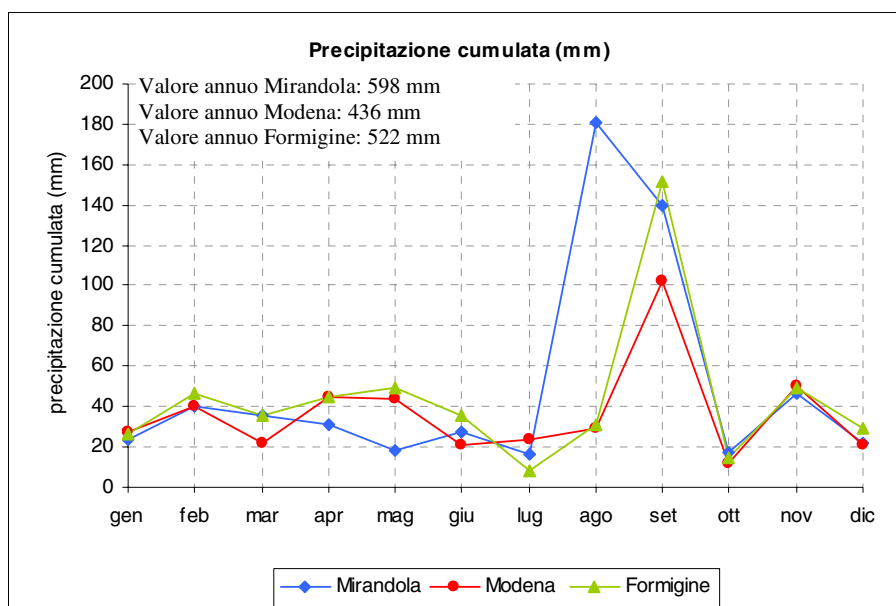


Fig. n° 2.2 – Andamento mensile della precipitazione cumulata in mm di pioggia (dati misurati)

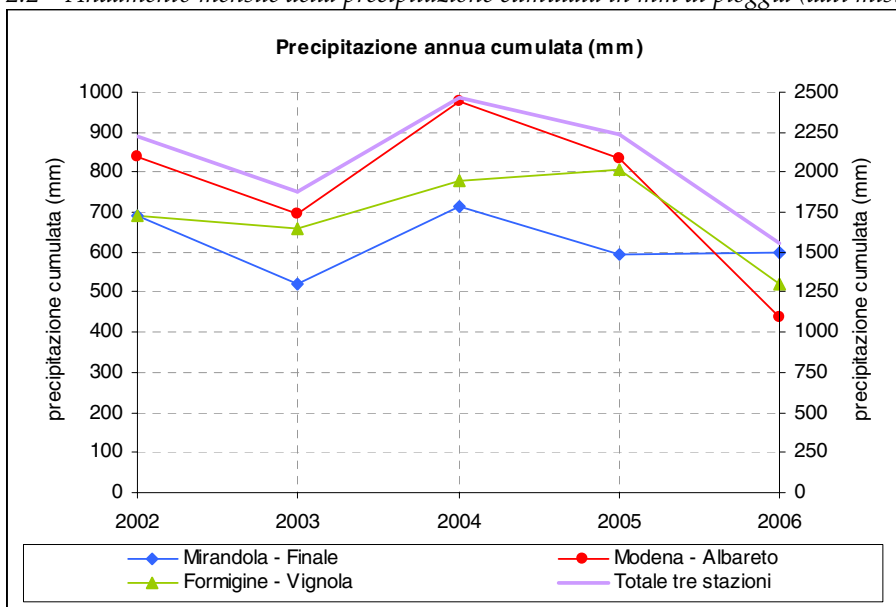


Fig. n° 2.3 – Precipitazione annua cumulata in mm di pioggia e totale annuo nelle tre stazioni prese a riferimento (dati misurati)

Altezza di rimescolamento e stabilità

Lo strato rimescolato, il cui spessore è appunto l'altezza di rimescolamento (H), presenta una variabilità sia giornaliera che stagionale. Inizia a svilupparsi all'alba, quando il suolo si riscalda per effetto dell'irraggiamento solare (Fig. n° 2.4), cresce nel corso della mattina e raggiunge la sua massima altezza nel pomeriggio (fino a 3000 m in una giornata di sole estiva, qualche centinaio di metri in una giornata invernale fredda e nuvolosa). Al tramonto, diminuisce l'irraggiamento solare ed i moti convettivi turbolenti si smorzano e si spengono; dopo il tramonto il suolo cessa di ricevere energia dal sole e comincia a raffreddarsi, così come l'aria a contatto con esso; si genera in questo modo una situazione di inversione termica cioè uno strato di aria fredda al di sotto di uno di aria più calda, situazione che produce condizioni di stabilità, quindi di non rimescolamento.

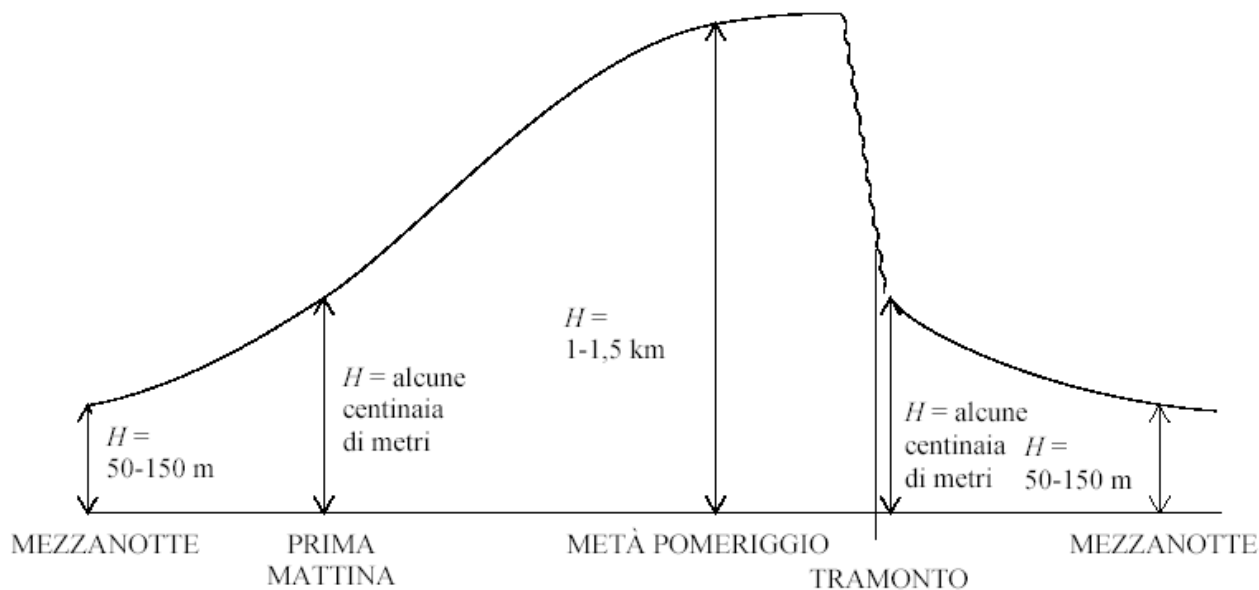


Fig. n° 2.4 – Andamento giornaliero dell'altezza di rimescolamento (i valori sono tipici dei mesi estivi)

La Fig. n° 2.6 riporta la variazione stagionale di questo parametro, nei quattro trimestri dell'anno (inverno, primavera, estate, autunno) nelle ore di massimo ed in quelle di minimo (considerate come le 14 del pomeriggio e le 2 di notte). Si osservano variazioni stagionali soprattutto per quanto riguarda i valori massimi: in estate l'altezza di rimescolamento nelle ore pomeridiane raggiunge i 2000 metri, mentre in inverno non supera gli 800 m. Nelle ore notturne, invece, l'altezza di rimescolamento presenta sempre valori molto contenuti. Per quanto riguarda la variabilità di questo parametro sul territorio provinciale, si notano differenze soprattutto su alcuni periodi notturni (estate ed autunno), dove la bassa pianura e la fascia appenninica presentano valori inferiori rispetto alla pianura centrale e alla pedecollina.

La Fig. n° 2.5, che confronta i dati CALMET ricavati per il punto di Modena e per quello di Sassuolo, conferma l'andamento stagionale appena commentato, così come l'omogeneità in termini di altezza di rimescolamento tra le due posizioni.

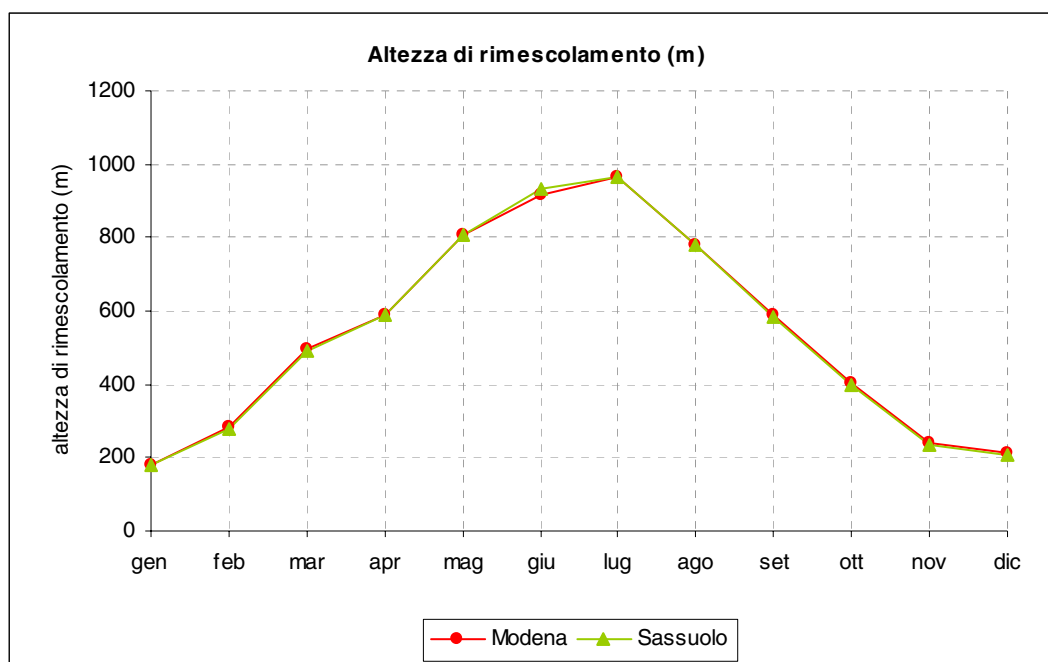


Fig. n° 2.5 – Andamento mensile dell'altezza di rimescolamento media (dati CALMET)

Valori elevati di altezza di rimescolamento sono indicatori di uno strato limite instabile in quanto sede di flussi turbolenti; quindi, la percentuale di condizioni stabili in ogni trimestre dell'anno (Fig. n° 2.7) ha andamento stagionale "opposto" rispetto a quello dell'altezza di rimescolamento: maggior percentuale di condizioni stabili in autunno/inverno, minor stabilità in primavera/estate. Per quanto riguarda la distribuzione sul territorio provinciale, è evidente come la stabilità diminuisca nel passaggio tra la zona di bassa pianura, progredendo verso la pianura centrale e la prima pedecollina fino ad arrivare alla fascia appenninica, caratterizzata da situazioni di maggior instabilità rispetto al resto del territorio.

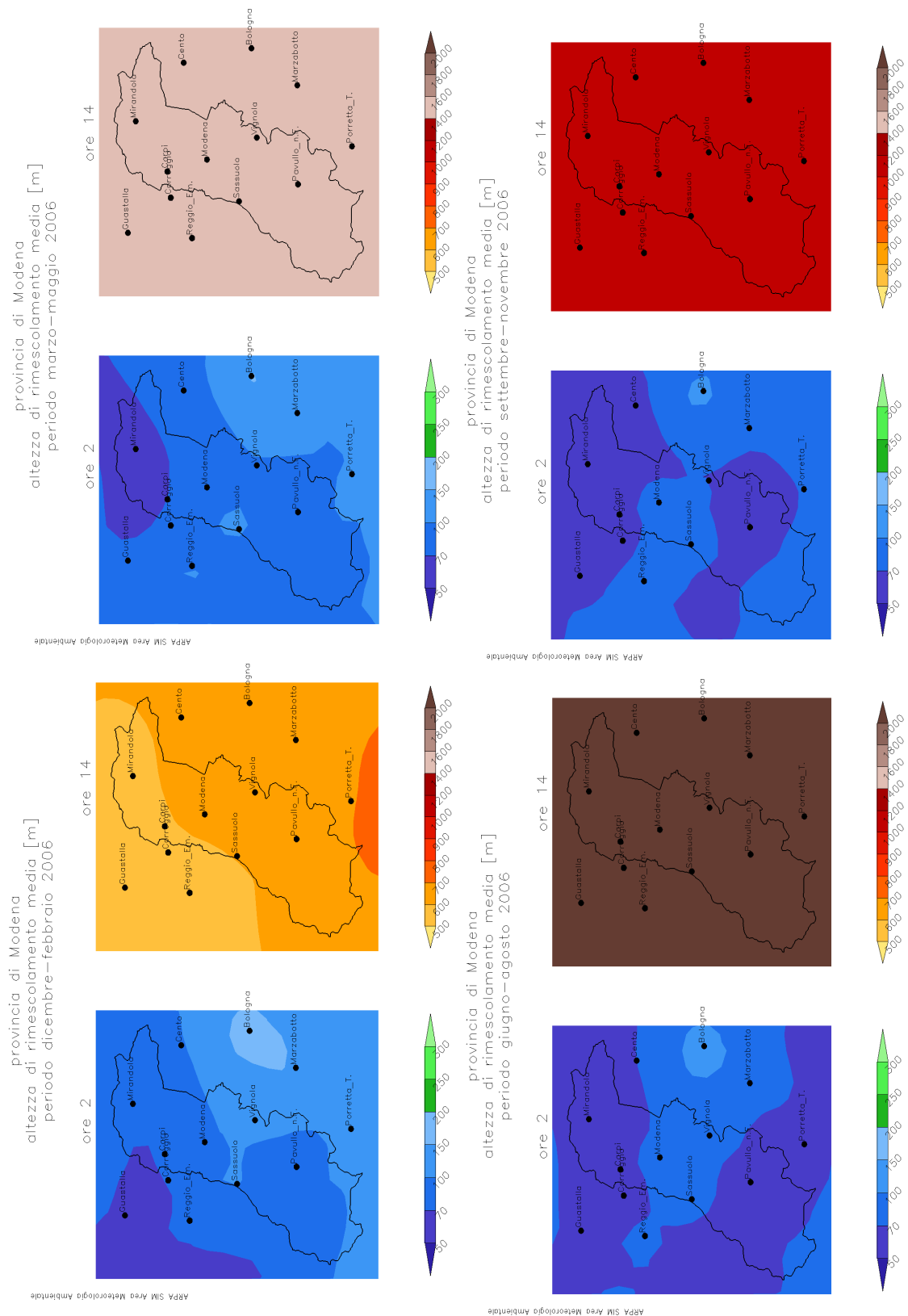


Fig. n° 2.6 – Altezza di rimescolamento media nei quattro trimestri dell'anno sul territorio provinciale (dati CALMET)

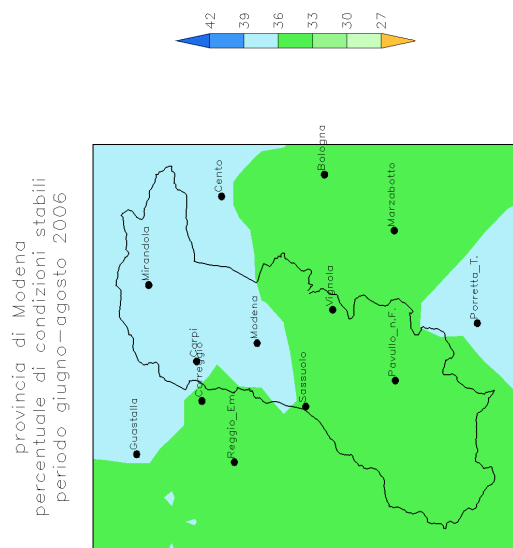
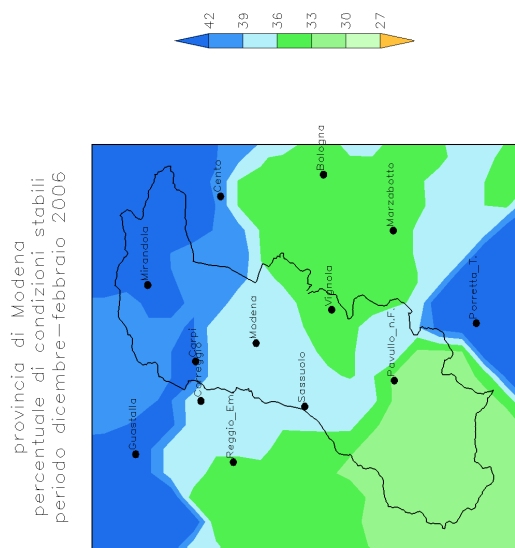
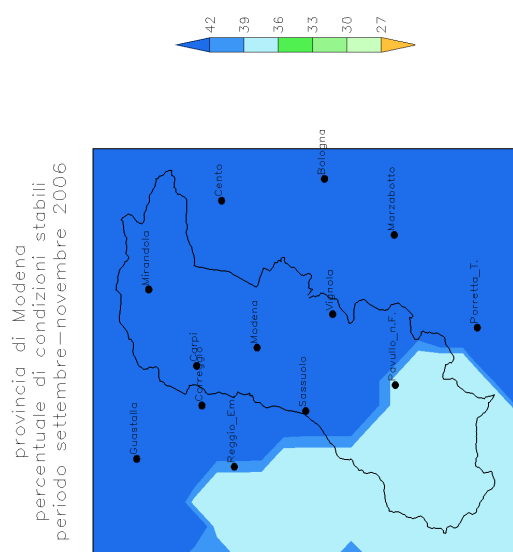
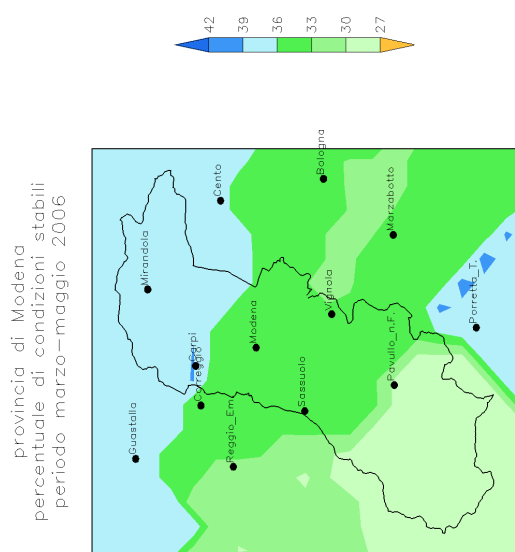


Fig. n° 2.7 – Percentuale di condizioni stabili nei quattro trimestri dell'anno sul territorio provinciale (dati CALMET)

Intensità e direzione del vento

I dati misurati disponibili dell'andamento annuale di velocità e direzione del vento sono relativi alla sola stazione di Modena, appartenente alla rete meteorologica urbana dell'Emilia Romagna; la stazione è posizionata sopra il tetto dell'edificio di via Santi n.40, ad una quota di 77 metri. Tale collocazione è un tentativo di rispondere alla necessità di misure anemometriche non influenzate dalle disomogeneità morfometriche del terreno, tipiche delle aree urbane. In Fig. n° 2.8 la velocità media mensile del vento misurata nella stazione di Modena viene confrontata con quella stimata da CALMET a 10 metri nei punti di Modena e Sassuolo. Si osserva un andamento stagionale che ha presentato un picco nel mese di marzo e valori ancora più consistenti nei mesi estivi (giugno, luglio, agosto), mentre si sono verificate condizioni di minor ventilazione nei mesi autunnali ed invernali (novembre in particolare). I valori registrati a 77 metri risultano superiori rispetto a quelli stimati da CALMET a 10 metri, in accordo con un profilo verticale del vento nello strato superficiale che va approssimativamente con il logaritmo della quota.

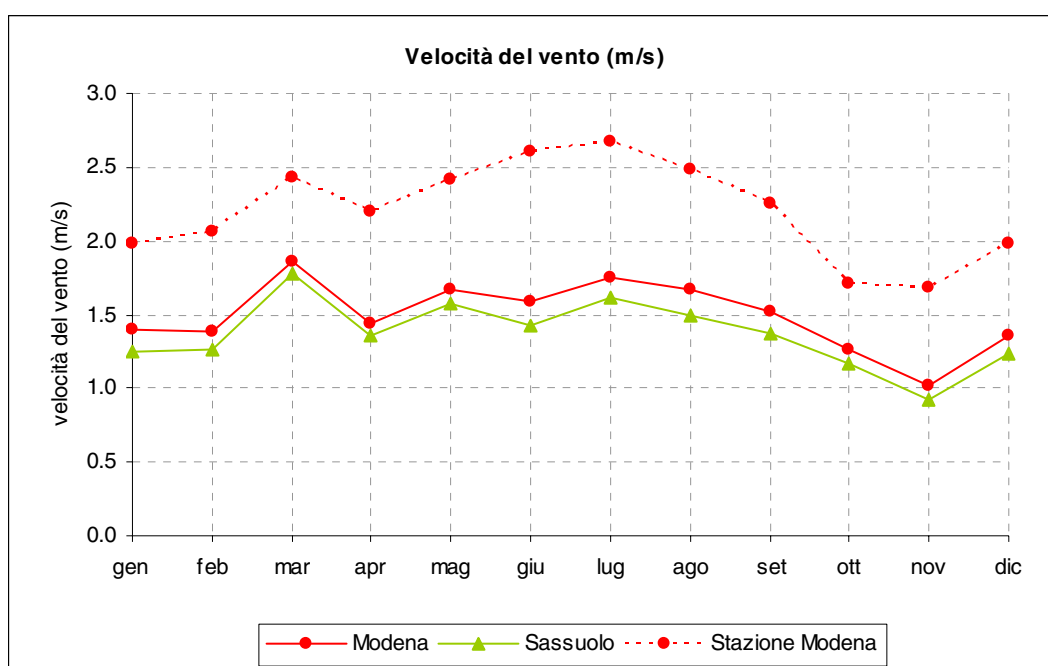


Fig. n° 2.8 – Andamento mensile della velocità media del vento misurata nella stazione urbana e stimata da CALMET

La velocità oraria del vento e la direzione di provenienza rilevate nella stazione di Modena sono rappresentate nelle rosa dei venti di Fig. n° 2.9; i valori orari sono prevalentemente compresi tra i 1 e 4 m/s, con rari picchi oltre i 7 m/s; la percentuale di calme di vento è dell'ordine del 20%. Le direzioni prevalenti di provenienza sono Ovest-Nord-Ovest e lungo la direttrice Est-Ovest; emerge anche una componente Sud-Ovest ed una Est-Sud-Est, ma di minore intensità

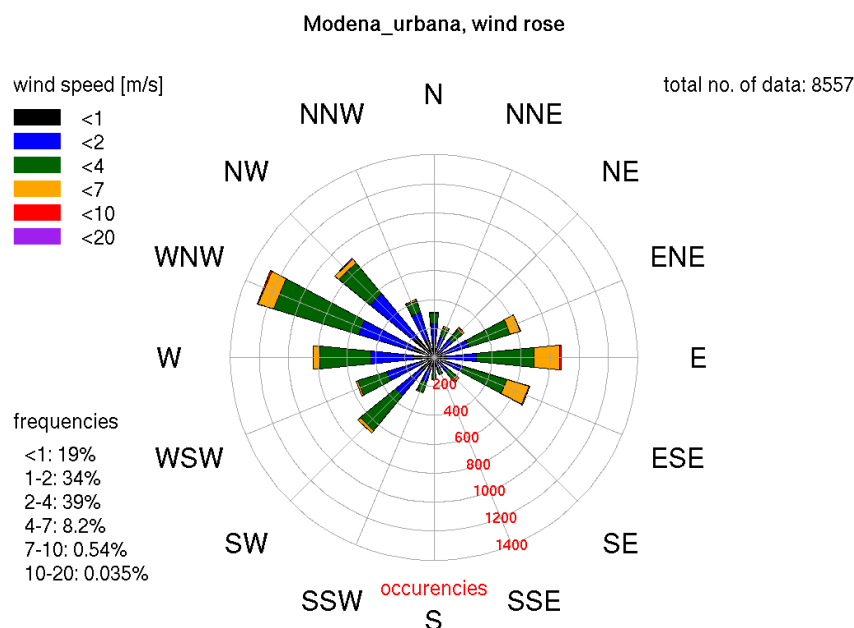


Fig. n° 2.9 – Rosa dei venti dei dati misurati nella stazione urbana di Modena

Temperatura

La temperatura media mensile rilevata nelle tre stazioni meteo (Fig. n° 2.10) mostra un andamento stagionale in cui luglio risulta il mese più caldo (temperatura media mensile oltre i 25°C) e gennaio quello più freddo (con temperature intorno ai 0°C). Sia dall'andamento stagionale che dal valore medio annuo, si osserva come la stazione urbana di Modena presenti valori dell'ordine di 1°C – 1,5°C superiori rispetto a quelli registrati a Mirandola e a Formigine; questo aspetto conferma la presenza sulla città di Modena dell'effetto dell'isola di calore urbana⁴.

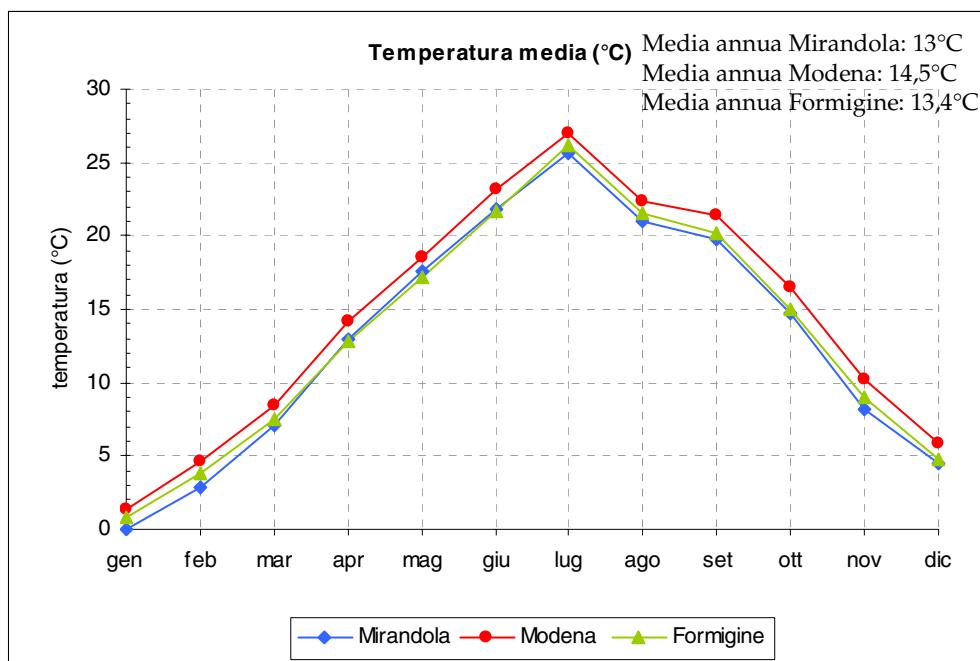


Fig. n° 2.10 – Temperatura media mensile misurata nelle stazioni meteorologiche

⁴ Con il termine di isola di calore urbana si identificano le differenze di temperatura tra un'area urbana (più calda) e le aree non urbane che la circondano.

L'andamento stagionale delle temperature massime registrate nei diversi mesi (Fig. n° 2.11) mostra che da maggio a settembre si sono verificati valori superiori ai 29°C, temperatura considerata come favorevole alla formazione di ozono.

L'isola di calore sulla città di Modena, già evidenziata dall'andamento delle temperature medie, trova conferma dal confronto tra l'andamento dei massimi (Fig. n° 2.11) e dei minimi (Fig. n° 2.12) mensili. L'isola di calore diurna è meno intensa (e il fatto che le massime nei tre punti siano pressoché analoghe lo conferma) rispetto a quella notturna; l'isola di calore, infatti, si sviluppa gradualmente nel tardo pomeriggio e in serata, e raggiunge la sua massima intensità nel corso della notte. Questo succede perché le aree rurali si raffreddano più velocemente rispetto alla città, sviluppando una inversione termica che stabilizza lo strato limite; l'area urbana in seguito anche al fatto che costituisce una sorgente aggiuntiva di energia (calore antropogenico) conserva una turbolenza residua che attenua o annulla la stabilità atmosferica degli strati più bassi, e dà luogo ad una sorta di strato rimescolato notturno⁵.

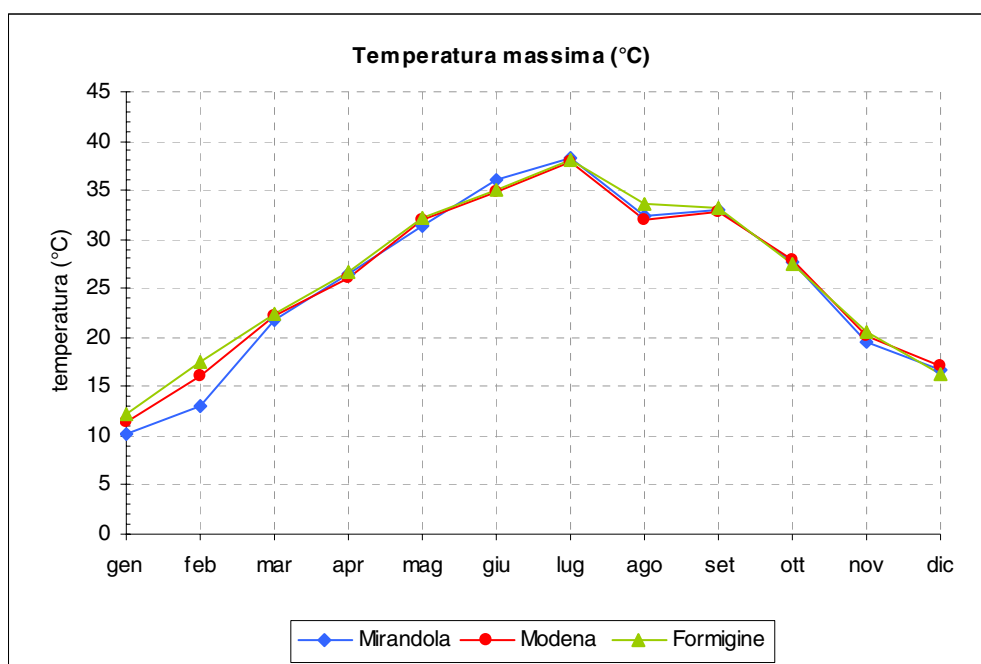


Fig. n° 2.11 –Temperatura massima mensile misurata nelle stazioni meteorologiche

⁵ Gli effetti dell'isola di calore notturna sulla qualità dell'aria possono essere rilevanti, ma non è noto a priori se siano positivi o negativi. La presenza di uno strato turbolento rimescolato notturno, sovrastato da una inversione termica in quota, diluisce l'effetto locale delle emissioni inquinanti distribuendole su tutta l'aria urbana, ma può così favorire le reazioni chimiche che danno luogo alla formazione del particolato secondario. Inoltre, quando di notte il pennacchio del camino di una industria raggiunge lo strato turbolento della città, rapidamente i fumi, che fino a quel momento rimanevano confinati in quota, vengono rimescolati fino alla superficie (fenomeno della fumigazione). Le circolazioni indotte dall'isola di calore possono richiamare dalla campagna dell'aria più pulita, ma possono anche far convergere verso il centro della città l'aria inquinata di aree industriali o arterie stradali periferiche.

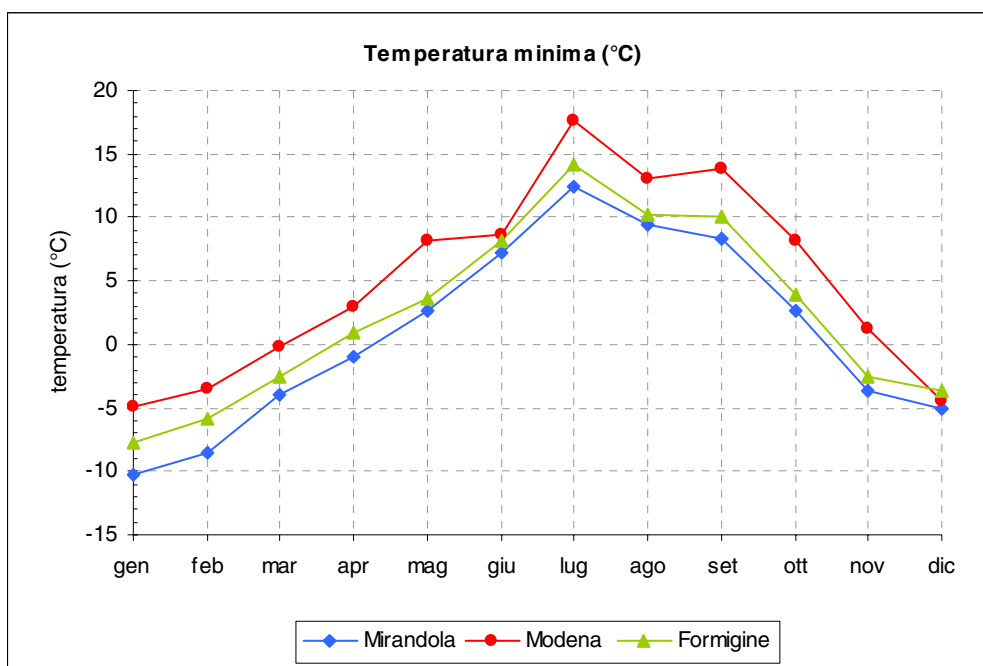


Fig. n° 2.12 –Temperatura minima mensile misurata nelle stazioni meteorologiche

3. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il sistema di rilevazione automatico della qualità dell'aria nella Provincia di Modena ha seguito nel corso degli anni l'evoluzione tecnologica degli apparati di misura, l'approfondimento delle conoscenze sulle sorgenti di emissione, nonché lo sviluppo normativo.

Storicamente, il monitoraggio in continuo è iniziato nel 1973 con la rilevazione del biossido di zolfo nella città di Modena; tale inquinante, oggi non più significativo, era, con le polveri totali sospese, l'unico considerato in bibliografia e con serie storiche di dati tali da permettere confronti.

Successivamente, la rete è stata estesa al comprensorio di Sassuolo per la rilevazione dell'inquinamento determinato dal comparto produttivo ceramico, nonché ampliata, interessando anche i maggiori centri abitati della Provincia e prevedendo un maggior numero di parametri da monitorare (CO, NO, NO₂, O₃, Polveri, ecc.). La normativa ha poi imposto il monitoraggio di altri inquinanti, quali PM₁₀ e benzene che sono stati aggiunti nelle rete a partire dal 1998, per arrivare quindi alla configurazione attuale.

Ad oggi sono operative 13 stazioni fisse, una rilocabile e un mezzo mobile dotati nell'insieme degli analizzatori riportati in Tab. n° 3.1, dove viene riassunta la struttura complessiva della rete suddivisa in base alla zonizzazione vigente in Provincia di Modena. La collocazione delle stazioni fisse è riportata in Figura 3.1.

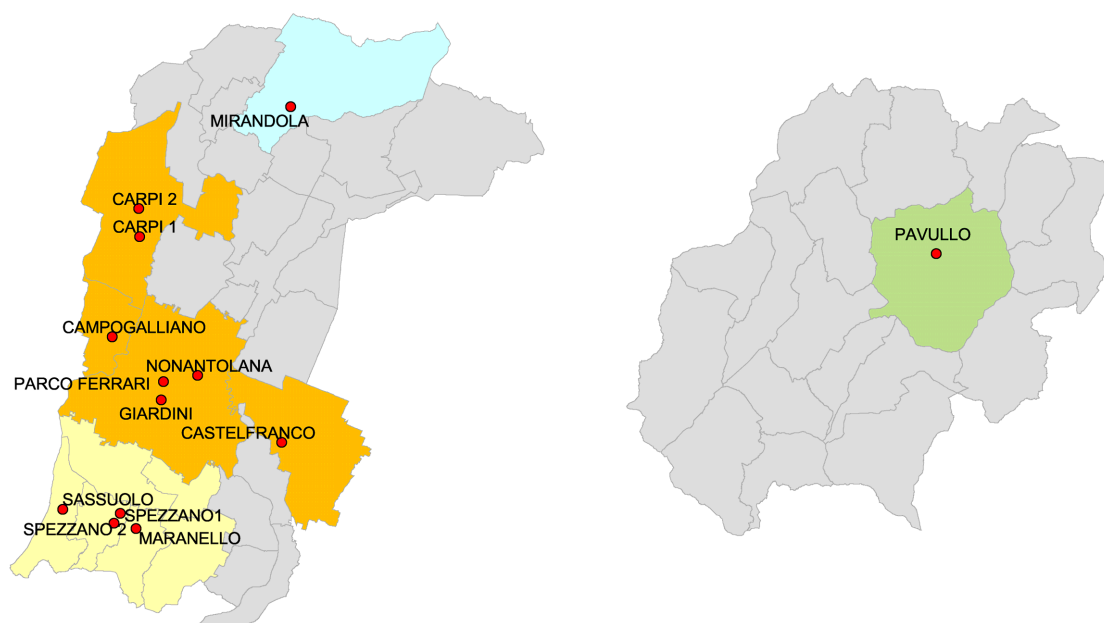


Figura 3.1: Stazioni di monitoraggio nelle zone e negli agglomerati

Stazione		Indirizzo	Tipologia della stazione	Parametri monitorati
Zona A				
Agg. Modena	Mo-Giardini	Modena, Via Giardini	Traffico	NO _x , CO, PM ₁₀ , BTX, PTS
	Mo-Nonantolana	Modena, Via Cimone	Fondo urbano residenziale	NO _x , CO, O ₃ , PTS, PM ₁₀ , BTX
	Mo-Parco Ferrari	Modena, Parco Ferrari	Fondo urbano	NO _x , CO, O ₃ , PM ₁₀ , meteo
	Campogalliano*	Via di Vittorio	Fondo urbano / Traffico	NO _x , CO
	Carpi 1*	V.le C. Marx	Traffico	NO _x , CO
	Carpi 2	Via Remesina	Fondo Suburbano	NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃ , BTX, meteo
	Castelfranco*	C.so Martiri	Traffico	NO _x , CO,
Agg. Distretto Ceramico	Sassuolo	Via Radici in Piano	Traffico	NO _x , CO, PTS, BTX
	Spezzano 1 *	Via □ataletto Località Borgo	Fondo suburbano	O ₃ , meteo
	Spezzano 2	Via Molino	Fondo urbano residenziale/ Traffico	NO _x , CO, PM ₁₀
	Maranello	Area Parco 2	Fondo Urbano	NO _x , CO, O ₃ , BTX, PM ₁₀
	Staz.Riloc.SAT S.p.a.		Traffico/ Fondo urbano residenziale	NO _x , CO, O ₃ , PM ₁₀ , meteo
Mirandola		S. S. 12 / Via Alighieri	Fondo urbano/ Traffico	NO _x , CO, O ₃ , meteo
Zona B				
	Pavullo*	Pavullo, Via Marchiani	Fondo urbano residenziale/ Traffico	SO ₂ , NO _x
Mezzo Mobile META S.p.a.			Fondo urbano/ Traffico	SO ₂ , NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃ meteo
*: disattivate ad ottobre 2006				

Tab. n° 3.1: la struttura della rete provinciale nel 2006

2.1. Revisione della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

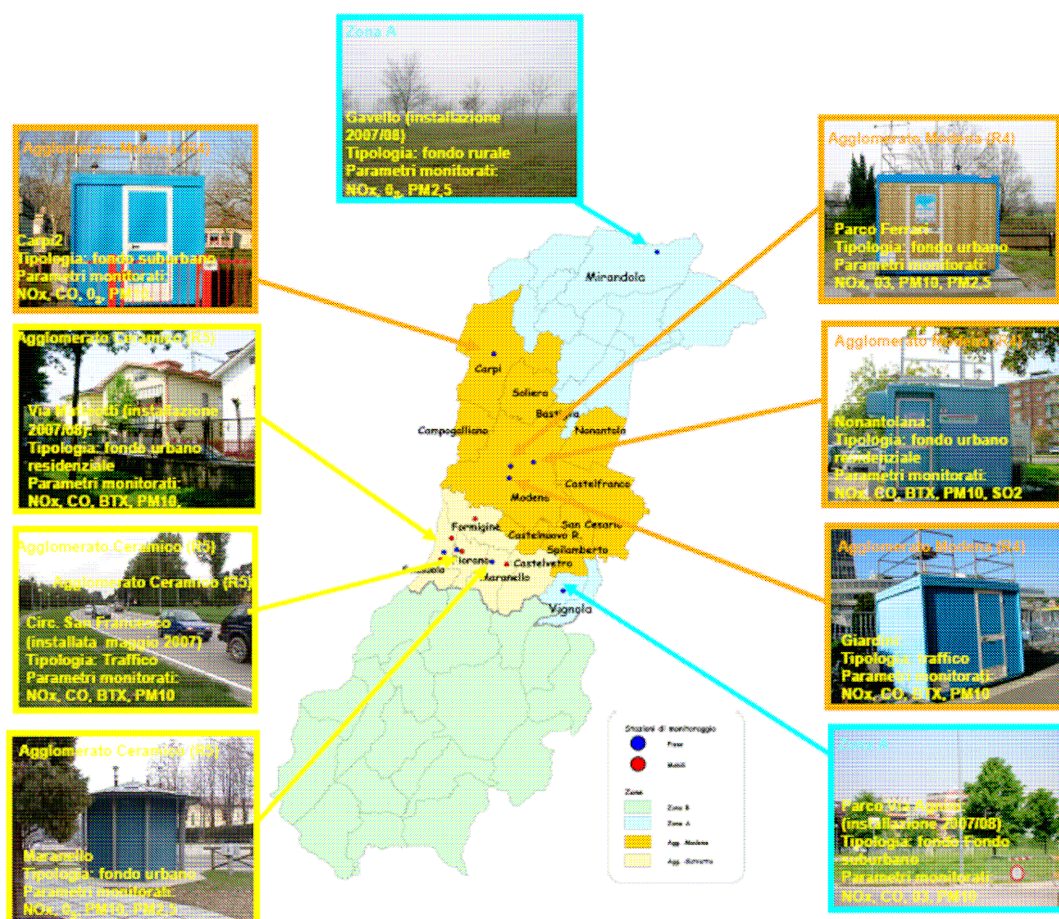
In questi ultimi anni, si è assistito ad una profonda trasformazione del modo di concepire le attività nel campo dell'inquinamento atmosferico: dopo una prima fase in cui l'obiettivo prioritario era quello di acquisire conoscenza attraverso il monitoraggio, l'attenzione è ora rivolta ad una valutazione integrata dei fenomeni che, oltre alla tutela della salute della popolazione, consenta la comprensione globale dei fenomeni e fornisca inoltre le basi per lo sviluppo di scenari futuri.

Questa evoluzione del monitoraggio è stata sancita anche dalle recenti normative europee e nazionali che hanno ridefinito gli obiettivi e le strategie da perseguire quindi anche gli strumenti di conoscenza da utilizzare. L'obiettivo è quello di garantire coerenza tra le varie Reti Regionali e la Rete Europea e nello stesso tempo supportare la valutazione della qualità dell'aria, valutazione che viene intesa come integrazione tra i dati provenienti dalle reti di monitoraggio (deposizioni, qualità dell'aria, pollini, mutagenesi, meteorologia) con quelli derivanti dagli inventari, dai catasti delle emissioni e dalla modellistica.

In questa nuova ottica, si è reso necessario l'avvio di un processo di ottimizzazione delle reti di monitoraggio a partire dalla scelta delle postazioni di misura, sino al processo di gestione delle medesime.

La nuova rete nasce quindi con l'obiettivo di fornire una lettura omogenea e integrata del territorio assicurando una informazione più qualificata per i cittadini.

La configurazione definitiva approvata dal Comitato di gestione in data 13/12/2005 è riportata di seguito.



ZONA		STAZIONE			
Classificazione	tipologia	tipologia	Comune	Nome stazione	Situazione
Zona A	esterne all'agglomerato	fondo rurale	Mirandola	Mirandola – Loc. Gavello	Nuova
		fondo suburbano	Vignola	Parco Via Agnini	Nuova
Agglomerato R4	interne all'agglomerato	fondo residenziale	Modena	Modena – Via Nonantolana	esistente
		fondo urbano		Modena – Parco Ferrari	Nuova
		traffico		Modena – Via Giardini	esistente
		fondo suburbano	Carpi	Carpi – Via Remesina	esistente
Agglomerato R5	interne all'agglomerato	fondo urbano	Maranello	Maranello – Area Parco 2	esistente
		fondo residenziale	Sassuolo	Sassuolo – Via Matteotti	Nuova
		traffico	Fiorano	Fiorano – Circonval. S. Francesco	Nuova
Zona B	esterna all'agglomerato	fondo remoto	Reggio E.	Villa Minozzo	Nuova

L'attività di adeguamento della rete è iniziata nel 2006 e proseguirà per tutto il 2007/2008. Nel 2006, oltre a numerosi sopralluoghi per definire la collocazione delle nuove stazioni, sono state effettuate le seguenti modifiche alla configurazione della rete di monitoraggio:

- **Stazioni MO – XX Settembre, MO – Garibaldi, Castelfranco, Campogalliano, Spezzano 1, Pavullo:** le stazioni sono state disattivate nel corso del 2006, in quanto non più rispondenti ai criteri localizzativi stabiliti da DM 60/02. In particolare, le stazioni localizzate a Modena sono state disattivate il 1 aprile 2006, mentre le altre ad inizio ottobre 2006.
- **Stazione MO – Giardini:** la stazione, a giugno 2006, è stata equipaggiata con un nuovo analizzatore di BTX. L'efficienza dello strumento su base annuale è risultata inferiore al 90%;
- **Stazione MO – Parco Ferrari e Carpi 2:** le stazioni sono state equipaggiate con analizzatori di Ozono; a Carpi 2 è stato trasferito l'analizzatore di BTX, che precedentemente era stato ubicato a Carpi 1, nonché sostituito, a giugno 2006, l'analizzatore di Polveri PM10 con nuovo analizzatore a raggi β eta.

4. SINTESI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA NEGLI AGGLOMERATI

In questo capitolo viene proposta una sintesi dei dati di qualità dell'aria rilevati negli agglomerati nel 2006 e una analisi delle tendenze evolutive in atto.

Poiché le stazioni presenti in questi due ambiti territoriali sono numerose, per favorire una migliore lettura dei grafici, si è scelto di rappresentare gli andamenti medi rilevati nelle due aree, mediando i dati orari di tutte le stazioni ivi presenti. Questo ad eccezione della valutazione del rispetto della normativa, per cui vengono considerati i dati delle singole stazioni. Per quanto riguarda l'analisi dei trend negli anni, oltre alle concentrazioni medie, si è inserito nei grafici anche il valore minimo e massimo dell'Agglomerato, ossia la stazione che ha rilevato il dato più basso e quella invece con il dato più alto.

Si è ritenuto di non rappresentare in questo capitolo i dati relativi alla Zona A, in quanto sostanzialmente caratterizzata dalle stesse stazioni presenti negli agglomerati ad eccezione di Mirandola, che si aggiunge alla precedenti, ma che non modifica sostanzialmente gli andamenti rappresentati.

4.1. Ossidi di Azoto

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 7 nell'agglomerato di Modena, (Giardini, Nonantolana, Parco Ferrari, Castelfranco, Campogalliano, Carpi 1 e Carpi 2) e 3 in quello del Distretto Ceramico (Spezzano 2, Maranello, Sassuolo). La tipologia delle stazioni presenti nel primo agglomerato risulta caratterizzata da un maggior numero di postazioni di monitoraggio influenzate direttamente dal traffico veicolare: queste risultano infatti più del 50%, contro il 33% delle stazioni collocate nel distretto ceramico. Nella valutazione dell'andamento medio dell'Agglomerato di Distretto è stata inserita anche la Rilocabile SAT che, sebbene esegua monitoraggi in Comuni diversi come meglio specificato nel capitolo dedicato, è comunque rappresentativa della situazione nell'area del Distretto Ceramico.

Le stazioni di Castelfranco, Campogalliano e Carpi 1 sono state disattivate ad ottobre 2006, quindi, pur concorrendo al dato medio dell'agglomerato, non hanno un numero di dati sufficienti per le elaborazioni annuali previste dalla normativa (efficienza inferiore al 90%)..

Caratteristiche principali: Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto (NO_x), ma quella di maggior interesse dal punto di vista della salute umana e dell'ambiente è il biossido di azoto (NO₂). Il biossido di azoto è un inquinante prevalentemente secondario che viene prodotto da una complessa serie di reazioni chimiche che coinvolgono anche l'ozono (O₃).

Dal punto di vista ambientale, assorbe la radiazione solare influenzando la trasparenza e la visibilità atmosferica, determina il potere ossidante dell'atmosfera, infine, gioca una funzione chiave nel determinare le concentrazioni di O₃.

Le concentrazioni di NO₂ in atmosfera dipendono dalla velocità di immissione di NO₂ e del reagente NO, dalle velocità di conversione di NO in NO₂ e di NO₂ in NO₃⁻ e dalla meteorologia.

NO si forma sempre quando viene usata l'aria come comburente ad alta temperatura; l'ulteriore ossidazione di NO durante la combustione produce NO₂. NO₂ è presente nei gas di scarico delle automobili ed in particolare negli autoveicoli diesel. La concentrazione di NO_x negli scarichi è più elevata in condizioni di traffico veloce e motore ad alto numero di giri, rispetto alle condizioni di decelerazione e motore al minimo.

Obiettivi imposti dalla Normativa per la protezione della salute umana:

NO ₂	Periodo di mediazione	Entrata in vigore (19/7/99)	Dal 01/01/03	Dal 01/01/04	Dal 01/01/05	Dal 01/01/06	Dal 1/1/2010
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)					VALORE LIMITE
Valore limite orario	24 ore	300	270	260	250	240	200
		Max 18 ore in un anno					
Valore limite annuale	Anno civile	60	54	52	50	48	40

Tab. n° 4.1 – Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2006:

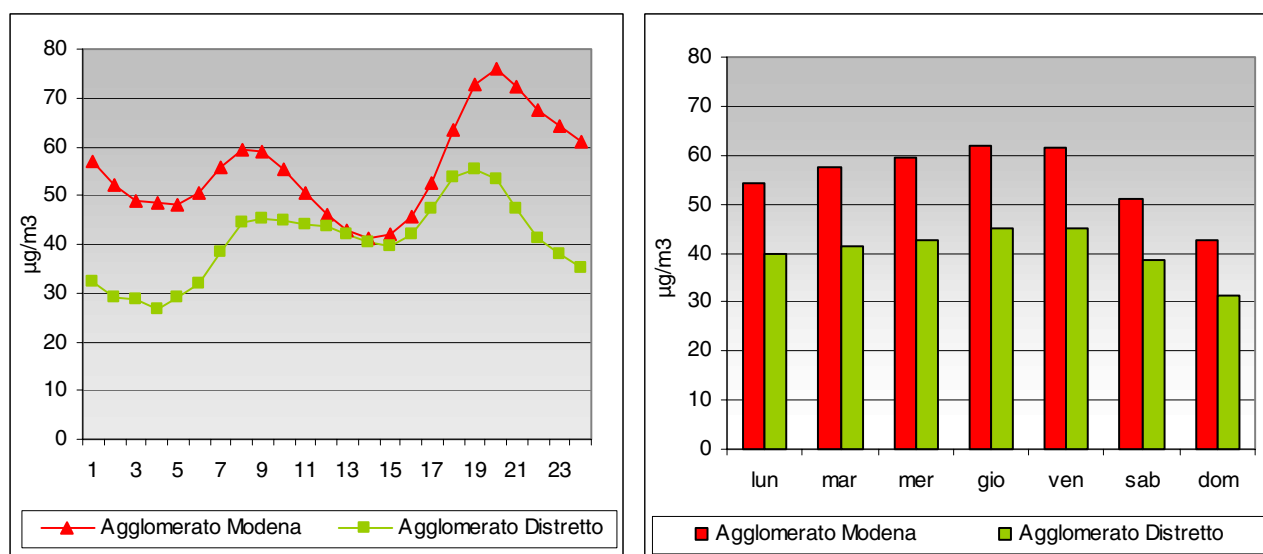


Figura 4.1: NO₂ - giorno tipico e settimana tipica annuale

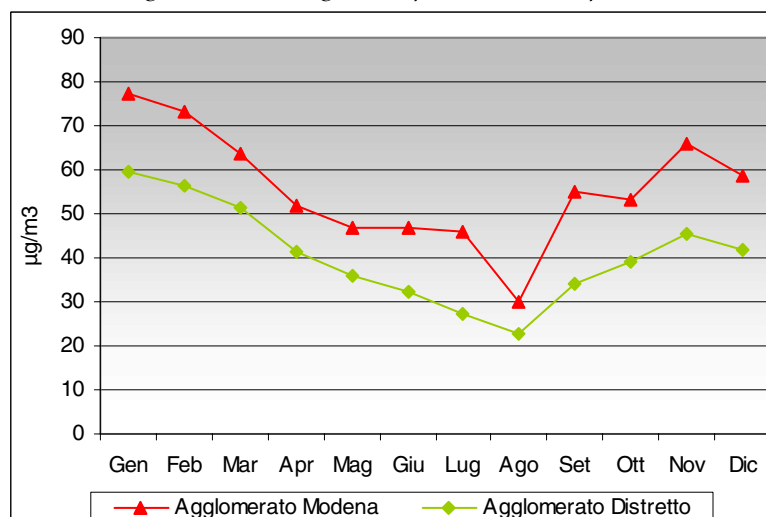


Figura 4.2: NO₂ - concentrazioni medie mensili

Gli andamenti temporali mostrano concentrazioni superiori nell'Agglomerato di Modena, rispetto a quelle del Distretto. A questa differenza concorrono diversi fattori tra i quali sicuramente la diversa tipologia delle stazioni, già evidenziata in precedenza, oltre che il maggior rimescolamento dell'atmosfera che caratterizza la meteorologia dell'area pedecollinare.

Le medie mensili evidenziano la variabilità stagionale di questo inquinante: i mesi invernali, caratterizzati da condizioni meteorologiche più stabili, sono quelli più critici, mentre risulta evidente la riduzione delle concentrazioni che si registra nel mese di Agosto, determinata dal calo di tutte le attività. Analoga riduzione è visibile nei giorni festivi e prefestivi rappresentati nel grafico della settimana tipica annuale. Per quanto riguarda il giorno tipico, sono evidenti i due picchi, al mattino e alla sera, corrispondenti alle ore di maggior flusso veicolare e alle condizioni di maggior stabilità atmosferica.

Gli andamenti non mostrano variazioni significative rispetto agli anni precedenti.

I superamenti nel 2006

NO2	Agglomerato di Modena		
	Media oraria (n° superamenti)		Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	di cui >VL+MDT	
Giardini	2	0	60
Nonantolana	1	0	49
Parco Ferrari	0	0	52
Carpi 2	0	0	46

NO2	Agglomerato del Distretto Ceramico		
	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	di cui >VL+MDT	
Sassuolo	0	0	53
Maranello	0	0	43
Spezzano2	0	0	33

$\leq \text{VL}$
 $> \text{VL}$
 $> \text{VL}+\text{MDT}$

Tab. n° 4.2: Verifica rispetto dei valori limite e dei valori limite aumentati del margine di tolleranza

Dall'esame della Tab. n° 4.2, emerge la criticità di questo inquinante relativamente al rispetto della media annuale, che risulta superiore al VL in tutte le stazioni dell'Agglomerato di Modena e in due stazioni del Distretto; non si registrano superamenti del limite orario (che si considera superato qualora vi siano più di 18 valori superiori a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il trend delle concentrazioni

Dall'esame dei grafici di Figura 4.3 emerge un lieve calo delle concentrazioni medie annuali in entrambi gli Agglomerati; in particolare, nell'Agglomerato di Modena il dato del 2006 conferma il calo già in atto dal 2004, mentre nell'Agglomerato del Distretto si assiste ad un decremento delle concentrazioni dopo alcuni anni di relativa stabilità.

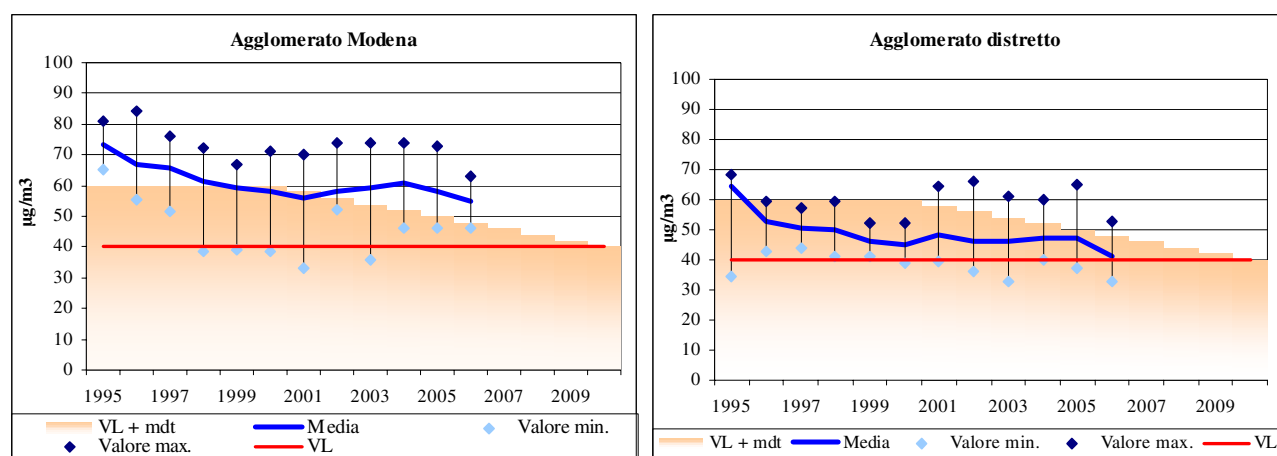


Figura 4.3: NO₂ – trend della media annuale - confronto con VL e VL + MDT

4.2. Polveri inalabili - PM₁₀

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 4 nell'Agglomerato di Modena, (Nonantolana, Giardini, Parco Ferrari e Carpi 2) e 2 nel Distretto Ceramico (Spezzano 2 e Maranello). Le stazioni del distretto sono tutte classificate di fondo urbano, mentre tra quelle dell'agglomerato è presente la stazione di Giardini, classificata da traffico, e la stazione di Nonantolana, che sebbene sia classificata di fondo urbano risulta, rispetto alle altre di uguale tipologia, maggiormente influenzata dal traffico veicolare.

Nella valutazione dell'andamento medio dell'Agglomerato di Distretto è stata inserita anche la Rilocabile SAT.

L'analizzatore di polveri della stazione di Parco Ferrari è stato attivato ad aprile 2006, quindi pur concorrendo al dato dell'agglomerato, non ha un numero di dati sufficienti per le elaborazioni annuali previste dalla normativa (efficienza inferiore al 90%).

Caratteristiche principali:

Il materiale particolato sospeso è una miscela complessa di sostanze organiche ed inorganiche che si presentano in fase liquida e solida con composizione chimica variabile in funzione della granulometria e della sorgente che le ha prodotte. Le dimensioni delle particelle variano in un intervallo che va da qualche nanometro a decine di micrometri. Le differenze chimico-fisiche più importanti rendono possibile una prima classificazione fra la frazione "grossolana" (particelle con diametro aerodinamico superiore a 2,5 µm) e quella "fine" (particelle con diametro aerodinamico uguale o inferiore a 2,5 µm (PM_{2,5})). Questa differenziazione dipende sostanzialmente dalla diversa genesi delle polveri.

La classe di particelle "fini" è formata in massima parte da particelle secondarie (che sono i prodotti di alcune reazioni chimiche atmosferiche), e da particelle primarie prodotte dalle reazioni di combustione e dalla condensazione di sostanze altobollenti che derivano da svariati processi chimici di origine naturale o antropica.

La classe di particelle più grandi (con diametro superiore a 2,5 µm) è costituita da materiali cristallini, materiale polverulento prodotto e/o risollevato da terra dal traffico, materiali in polvere prodotti da industrie. Le particelle con diametro superiore a 2,5 µm a loro volta vengono ulteriormente classificate in una frazione inalabile, con diametro inferiore a 10µm, di cui fanno parte quelle particelle che hanno capacità di penetrare nelle vie respiratorie, e quelle di diametro superiore.

Le diverse origini delle particelle si riflettono nella composizione chimica delle stesse: le polveri fini, ricche di particelle secondarie, sono composte sostanzialmente da ioni nitrato, solfato, ammonio, carbonio organico ed elementare; di contro, questi composti costituiscono solo il 10-20% della frazione grossolana, la quale comprende, per un 50% della sua massa, alluminio, silicio, zolfo, potassio, calcio e ferro.

Obiettivi imposti dalla Normativa per la protezione della salute umana:

PM10	Indicatore	In vigore dal 19/7/99	Dal 01/01/01	Dal 01/01/02	Dal 01/01/03	Dal 01/01/04	Dal 1/1/2005
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)					VALORE LIMITE
Valore limite di 24 ore	24 ore	75	70	65	60	55	50
		Massimo 35 giorni in un anno					
Valore limite annuale	Anno civile	48	46,4	44,8	43,2	41,6	40

Tab. n° 4.3– Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2006

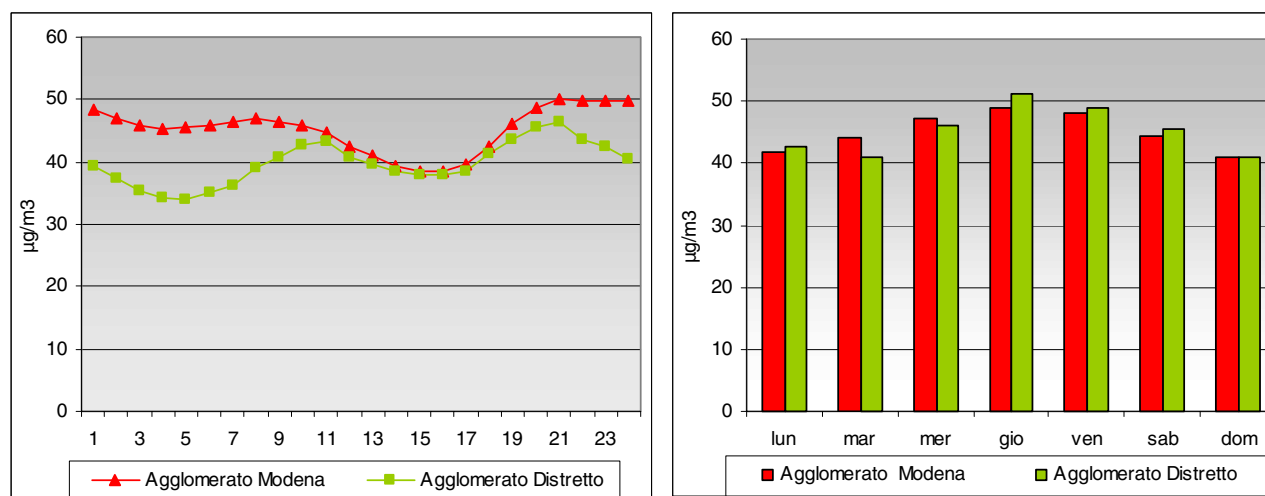


Figura 4.4: PM10 - giorno tipico e settimana tipica annuale

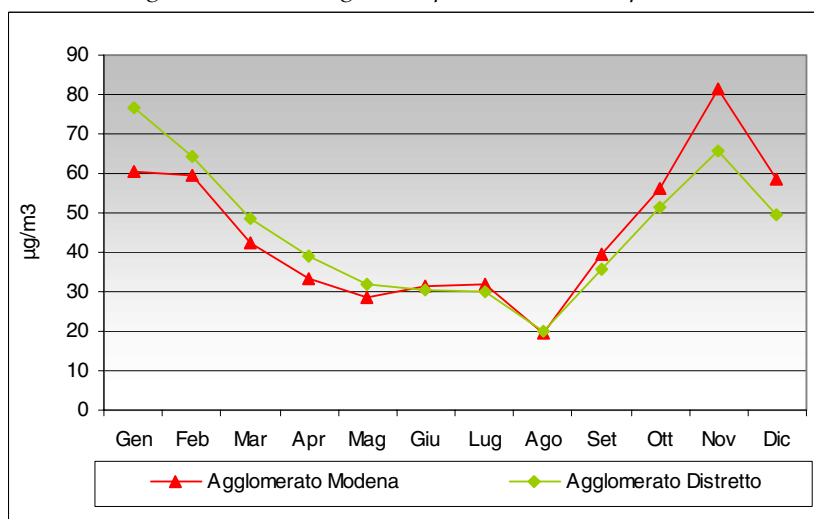


Figura 4.5: PM10 - concentrazioni medie mensili

L'esame degli andamenti temporali evidenzia concentrazioni simili in entrambi gli Agglomerati; in particolare, il grafico del giorno tipico mostra un calo nelle ore mattutine e notturne più consistente nel Distretto Ceramico.

Nella settimana tipica, si nota un iniziale aumento delle concentrazioni che raggiungono il valore massimo nella giornata di giovedì in entrambi gli Agglomerati, a cui segue la diminuzione nel fine settimana dovuta al calo generalizzato delle attività. Le concentrazioni medie mensili seguono l'andamento tipico di un inquinante invernale, con valori contenuti già a partire dal mese di Aprile.

I superamenti nel 2006

PM10	Agglomerato di Modena	
	Media giornaliera (n° superamenti)	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	
Giardini	130	48
Nonantolana	124	46
Carpi 2	101	43

PM10	Agglomerato del Distretto Ceramico	
	Media giornaliera (n° superamenti)	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	
Maranello	121	45
Spezzano2	73	40
 $\leq$ VL		$>$ VL

Tab. n° 4.4: Verifica rispetto dei valori limite

La criticità a carico di questo inquinante emerge in particolare per gli eventi acuti legati ai superamenti delle medie giornaliere, ed in misura minore per le medie annuali. La Tab. n° 4.4 evidenzia, infatti, il superamento del valore limite definito sulla media giornaliera in tutte le stazioni, mentre la media annuale risulta rispettata solo a Spezzano 2.

Gli episodi di superamento sono strettamente legati alla meteorologia, come si evince dal buon accordo tra il numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM10⁶ (elaborazioni Servizio Idrometeorologico) e il numero di superamenti mensili registrati nel 2006 nelle stazioni di Modena e del Distretto (Figura 4.6).

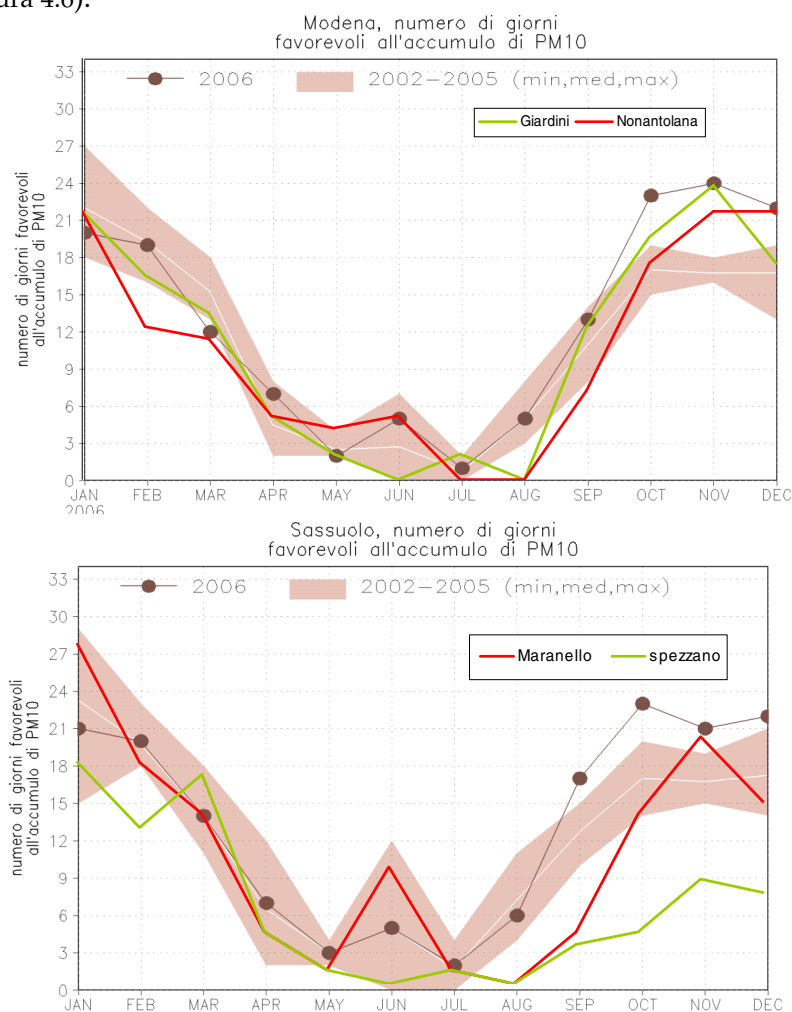


Figura 4.6: n° di giorni favorevoli all'accumulo di PM10 nel 2006 e variabilità negli anni 2002-2005, confrontati con il

⁶ Sono definite giornate "favorevoli all'accumulo di PM10", le giornate senza pioggia (precipitazione $< 0.3 \text{ mm}$) in cui l'indice di ventilazione (definito come il prodotto dell'altezza di rimescolamento media giornaliera e dell'intensità media giornaliera del vento) è inferiore a $800 \text{ m}^2/\text{s}$.

Il trend delle concentrazioni

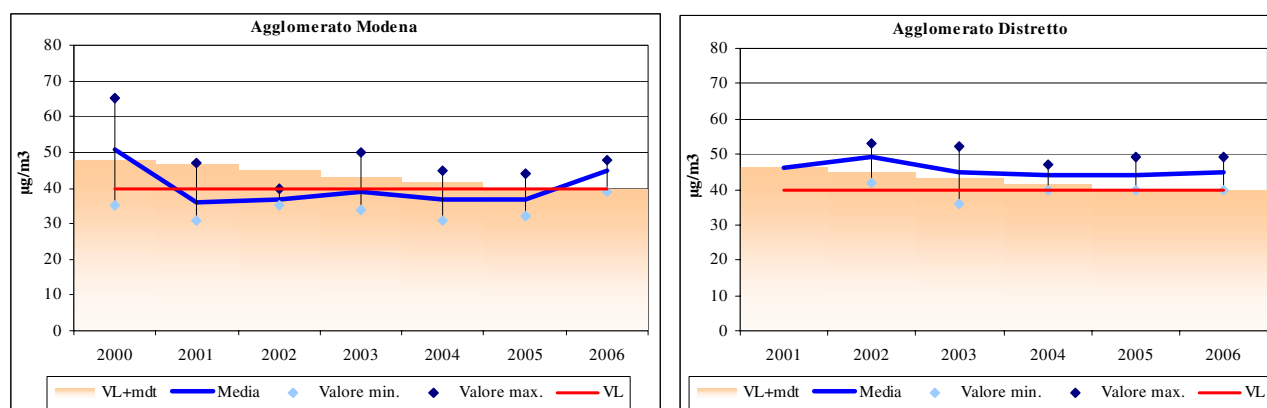


Figura 4.7: PM10 – trend della media annuale - confronto con VL e VL+MDT

Le concentrazioni rilevate nel 2006 si mantengono sostanzialmente stazionarie per l'area del Distretto Ceramico, mentre per l'Agglomerato di Modena si assiste ad un aumento delle concentrazioni, che nel 2006 superano i 40 µg/m³.

Questo aumento è stato determinato da diversi fattori, tra cui l'attivazione della stazione di Giardini, maggiormente influenzata dal traffico autoveicolare rispetto alla stazione di XX Settembre disattivata nel 2006, e un incremento nei valori letti nella stazione di Carpi2 che a seguito dei miglioramenti nelle tecniche analitiche, nel corso del 2006, è stata equipaggiata con una nuova strumentazione di misura del PM10.

Lo strumento precedentemente installato nella stazione di Carpi (TEOM), certificato sia dall'Ente di Protezione Ambientale Americano (US-EPA), sia dal Ministero dell'ambiente Tedesco (certificato TUV), era basato su una metodica che comportava una perdita della componente semivolatile presente nelle polveri (nitrato di ammonio, sali inorganici e in, percentuale minore sostanze, organiche basso-bollenti), che risultava più o meno consistente in relazione alla temperatura esterna e alle caratteristiche chimiche-fisiche dell'atmosfera nel sito monitorato.

Il miglioramento delle tecniche analitiche permette allo stato attuale di rilevare anche questa componente, per tale ragione, grazie ad un finanziamento della Provincia di Modena, è stata programmata la sostituzione di questo strumento con altro di ultima generazione,

A parità di qualità dell'aria, quindi, lo strumento TEOM misurava concentrazioni inferiori rispetto a quello attualmente installato nella stazione di Carpi, in particolare nel periodo invernale, quando si verifica il maggior numero di superamenti; nella stagione estiva, invece, la componente semivolatile è per lo più in stato di gas, quindi le differenze sono meno consistenti.

4.3. Polveri Totali Sospese

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono tre, di cui due nell'Agglomerato di Modena (Giardini e Nonantolana) e 1 in quello del Distretto Ceramico (Sassuolo). La tipologia delle stazioni è simile per Giardini e Sassuolo, definite urbane da traffico, mentre Nonantolana è classificata di fondo urbano, anche se comunque risulta influenzata dal traffico veicolare della omonima strada da cui è posta a circa 90 m.

Caratteristiche principali:

Per quanto riguarda le caratteristiche delle Polveri Totali Sospese, si rimanda a quanto precedentemente descritto per il PM10.

Obiettivi imposti dalla Normativa:

Con l'entrata in vigore nel 2005 del limite previsto dal DM 60/02 per il PM10, risultano abrogati contestualmente gli standard di qualità previsti dal DPCM/83 per le PTS. Il monitoraggio è volto quindi al mantenimento delle conoscenze su questo inquinante in relazione al suo rapporto con la frazione PM10.

Andamenti temporali nel 2006

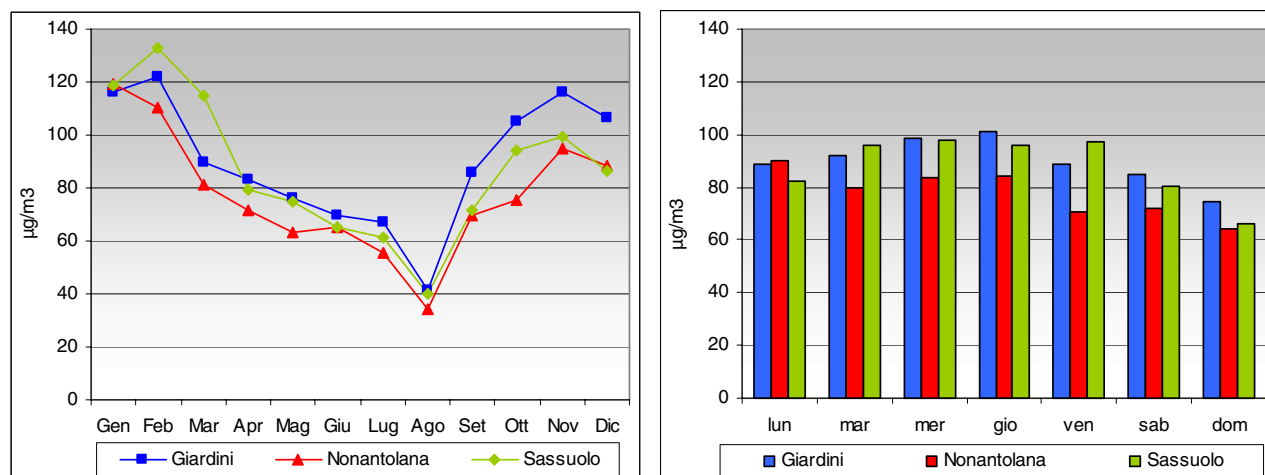


Figura 4.8: PTS - medie mensili e settimana tipica annuale

Gli andamenti temporali evidenziano valori simili in tutte le stazioni.

Non è stato riportato il giorno tipico in quanto gli analizzatori di polveri totali forniscono solo un dato giornaliero.

Il trend delle concentrazioni

L'andamento delle concentrazioni conferma il calo dei livelli di polveri totali registrato dalla metà degli anni 90; negli ultimi anni, le concentrazioni si mantengono sostanzialmente stazionarie.

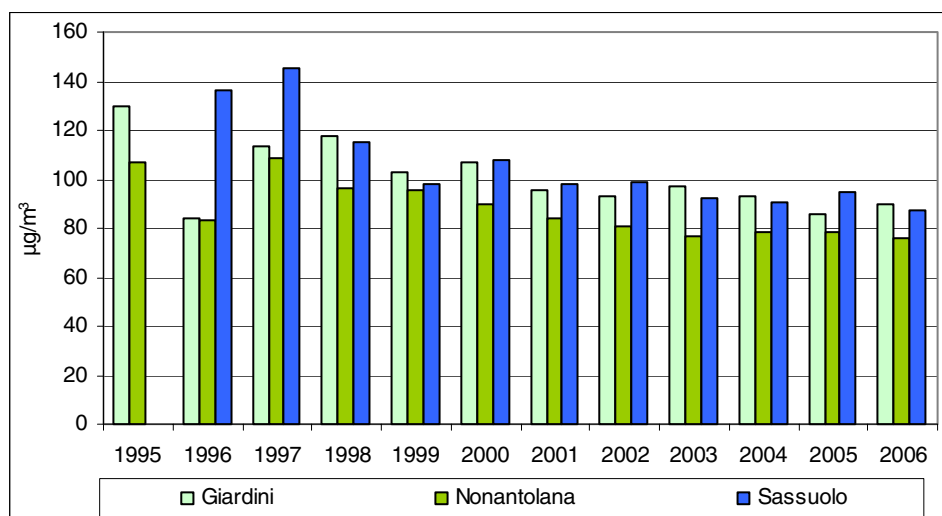


Figura 4.9: PTS - trend delle concentrazioni medie annuali

4.4. Monossido di Carbonio

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 7 nell'Agglomerato di Modena, (Giardini, Nonantolana, Parco Ferrari, Castelfranco, Campogalliano, Carpi1 e Carpi2) e 3 nel Distretto Ceramico (Spezzano 2, Maranello, Sassuolo). Nella valutazione dell'andamento medio dell'Agglomerato di Distretto è stata inserita anche la Rilocabile SAT che, sebbene esegua monitoraggi in Comuni diversi come meglio specificato nel capitolo dedicato, è comunque rappresentativa della situazione nell'area del Distretto Ceramico. La tipologia delle stazioni presenti nel primo agglomerato risulta caratterizzata da un maggior numero di postazioni influenzate direttamente dal traffico veicolare: queste sono infatti più del 50% contro il 33% delle stazioni collocate nel distretto ceramico.

Le stazioni di Castelfranco, Campogalliano e Carpi 1 sono state disattivate ad ottobre 2006, quindi, pur concorrendo al dato medio dell'agglomerato, non hanno un numero di dati sufficienti per le elaborazioni annuali previste dalla normativa (efficienza inferiore al 90%).

Caratteristiche principali: Il monossido di carbonio è un gas inodore, insapore ed incolore, poco solubile in acqua, che si produce nelle reazioni di combustione in difetto di ossigeno dei composti contenenti carbonio. In eccesso di ossigeno la combustione procede invece con la formazione di biossido di carbonio, composto non velenoso. La principale sorgente antropogenica di questo inquinante in ambito urbano è la combustione della benzina nel motore a scoppio, nel quale non si riesce ad ottenere la condizione ottimale per la completa ossidazione del carbonio. A differenza degli ossidi di azoto, per il CO le massime emissioni dal motore si verificano in condizioni di motore al minimo, in decelerazione e in fase di avviamento a freddo.

Nelle aree urbane in prossimità delle strade la concentrazione di CO varia in funzione della distanza dal ciglio stradale, mantenendosi più alta dal lato sottovento del "canyon stradale" e smorzandosi velocemente dal suolo verso gli strati più alti.

Le concentrazioni di questo inquinante sono notevolmente diminuite dai primi anni 90 grazie al rinnovo del parco autoveicolare e all'introduzione delle marmitte catalitiche.

Obiettivi imposti dalla Normativa per la protezione della salute umana:

CO	Periodo di mediazione	Entrata in vigore (13/12/00)	Dal 01/01/03	Dal 01/01/04	Dal 1/1/2005
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)			VALORE LIMITE
Valore limite	Media massima* giornaliera su 8 ore	16	14	12	10

* individuata esaminando le medie mobili su 8 ore calcolate in base ai dati orari e aggiornate ogni ora

Tab. n° 4.5: Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2006

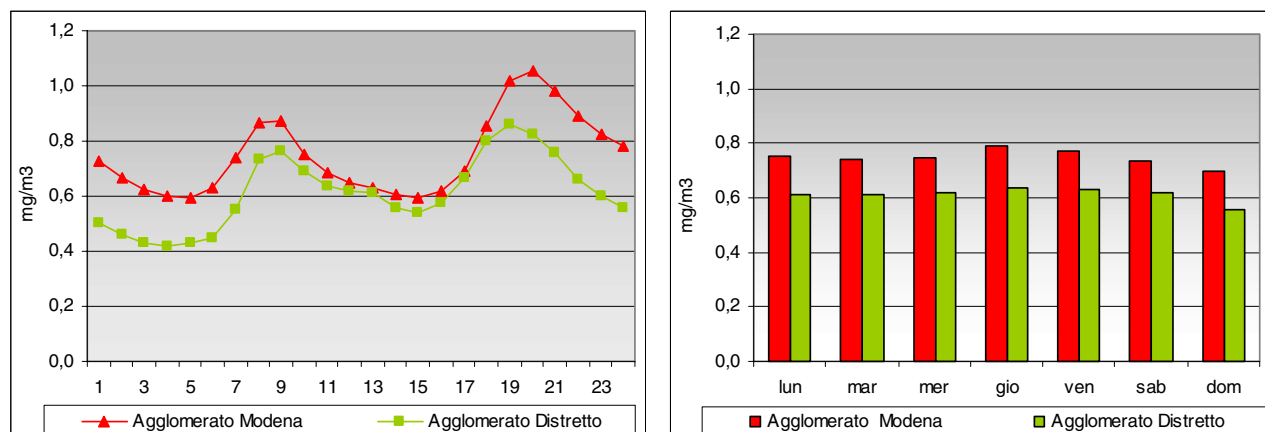


Figura 4.10: CO - giorno tipico e settimana tipica annuale

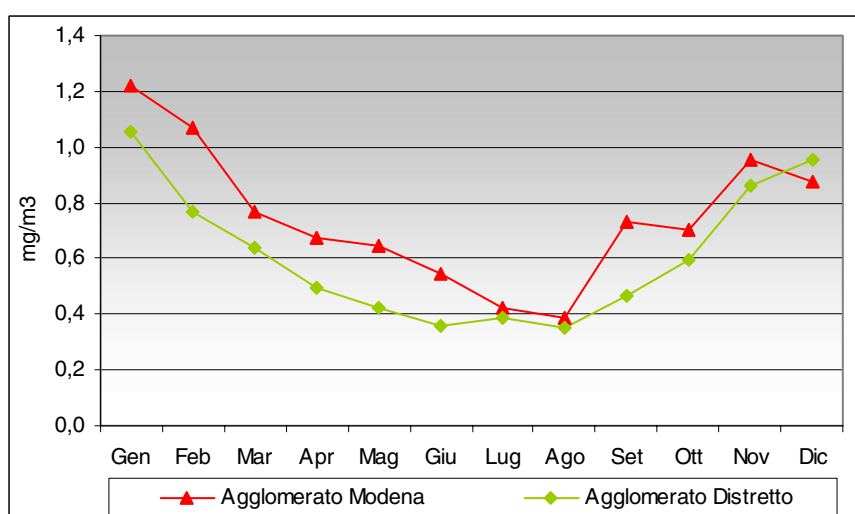


Figura 4.11: CO - concentrazioni medie mensili

Gli andamenti temporali mostrano concentrazioni leggermente superiori nell'Agglomerato di Modena rispetto al Distretto Ceramico, con variabilità stagionali e giornaliere analoghe agli altri inquinanti esaminati. La settimana tipica non evidenzia variazioni significative nelle diverse giornate.

I superamenti nel 2006

CO	Agglomerato di Modena
	Max Media su 8 ore (mg/m3)
Giardini	2.3
Nonantolana	3.7
Parco Ferrari	2.4
Carpi2	3.7

CO	Agglomerato Distretto
	Max Media su 8 ore (mg/m3)
Sassuolo	3.5
Maranello	2.8
Spezzano2	2.4
<= VL > VL	

Nel 2006 non si sono registrati superamenti del valore limite.

Il trend delle concentrazioni

I livelli ambientali di questo inquinante risultano ormai molto contenuti e prossimi al limite di rilevabilità strumentale.

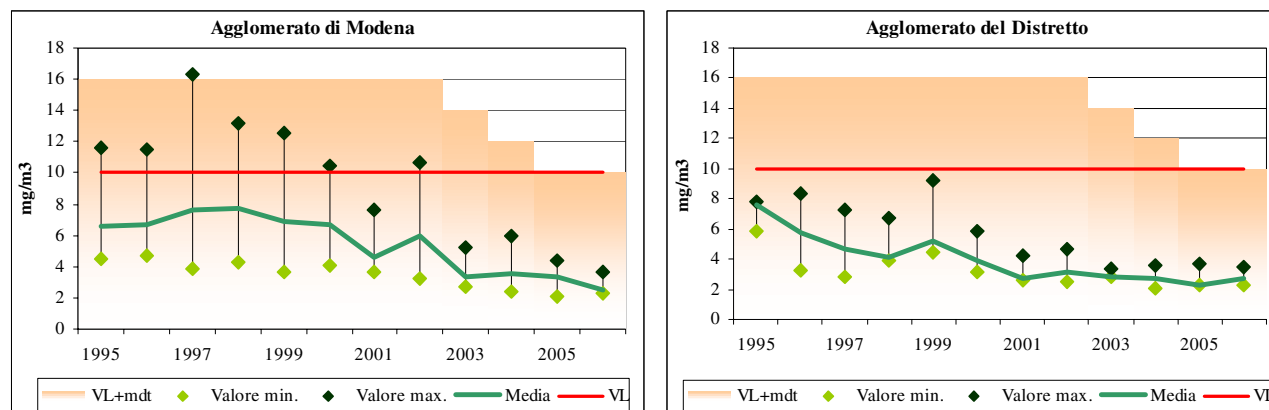


Figura 4.12: CO – trend della massima media mobile su 8 ore - confronto con il VL e il VL+MDT

4.5. Benzene

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 3 nell'agglomerato di Modena (Nonantolana, Giardini e Carpi 2) e 2 in quello del distretto Ceramico (Maranello, Sassuolo). L'analizzatore di Giardini è stato attivato a giugno 2006, pertanto pur concorrendo al dato dell'Agglomerato, i valori non sono stati utilizzati per il confronto normativo in quanto insufficienti per le elaborazioni annuali (efficienza inferiore al 90%). Per quanto riguarda Carpi 2, l'analizzatore è stato trasferito a questa stazione da Carpi 1, dove ha funzionato per due anni dal 2004 al 2005.

La tipologia delle stazioni presenti nei due agglomerati è simile.

Caratteristiche principali: Il benzene (C₆H₆) è il composto organico aromatico più semplice.

Si presenta come liquido incolore, volatile anche a temperatura ambiente, dal caratteristico odore pungente. La presenza di questo inquinante in atmosfera è dovuta quasi esclusivamente alle attività umane. La sorgente più importante in ambito urbano è senza dubbio il traffico cittadino, in quanto i motori a scoppio utilizzano benzina che contiene benzene come antidetonante, al posto del piombo tetraetile utilizzato in precedenza. In Italia, la benzina contiene benzene in una frazione non superiore all' 1% in volume (dal 1/7/98); per ridurne le emissioni non è sufficiente impiegare benzina con basso tenore di benzene, ma occorre anche l'uso di marmitte catalitiche, in quanto questo inquinante si può formare anche durante la combustione incompleta degli altri composti organici presenti nel carburante.

Obiettivi imposti dalla Normativa:

Benzene	Periodo di mediazione	Entrata in vigore (13/12/00)	Dal 01/01/06	Dal 01/01/07	Dal 01/01/08	Dal 01/01/09	Dal 1/1/2010
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)					VALORE LIMITE
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	10	9	8	7	6	5

Tab. n° 4.6: Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2006

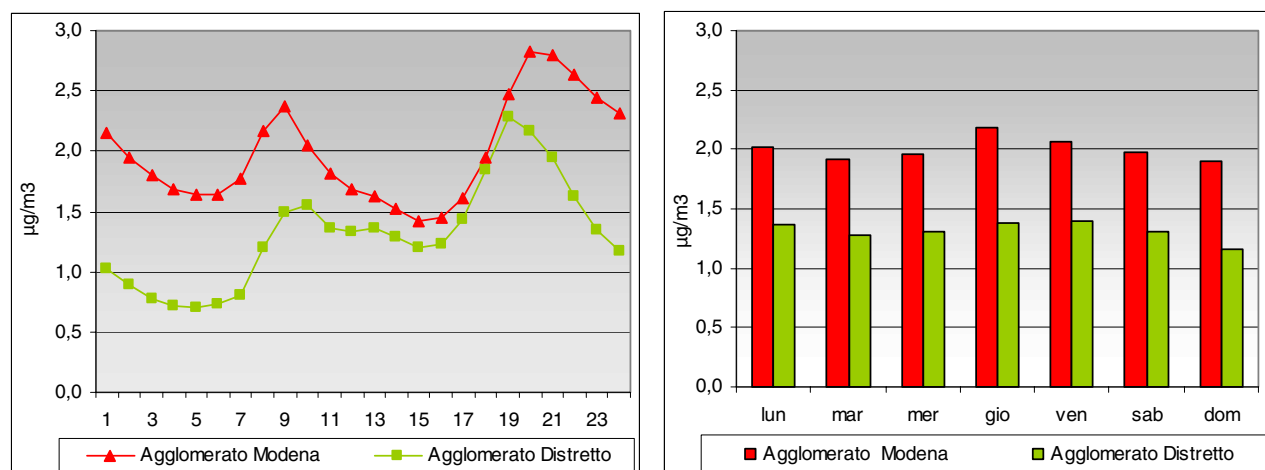


Figura 4.13: Benzene - giorno tipico e settimana tipica annuale

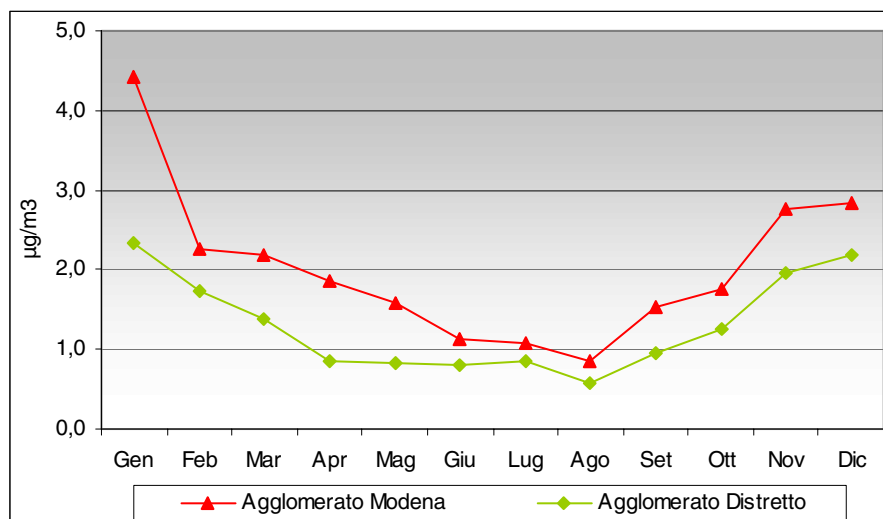


Figura 4.14: Benzene - concentrazioni medie mensili

Il giorno tipico è caratterizzato dalla presenza di due picchi nelle ore di maggior flusso veicolare, più marcati per l'Agglomerato di Modena dove i livelli sono complessivamente più elevati.

Questo diverso andamento può essere legato sia ad una diversa meteorologia, sia alla diversa tipologia di traffico che caratterizza le due aree.

I superamenti nel 2006

Benzene	Agglomerato di Modena
	Media annuale (µg/m³)
Nonantolana	2.0
Carpi2	2.1

Benzene	Agglomerato Distretto
	Media annuale (µg/m³)
Sassuolo	1.6
Maranello	1.0

≤ VL
 > VL
 > VL+MDT

Non si riscontrano superamenti dei limiti normativi.

Il trend delle concentrazioni:

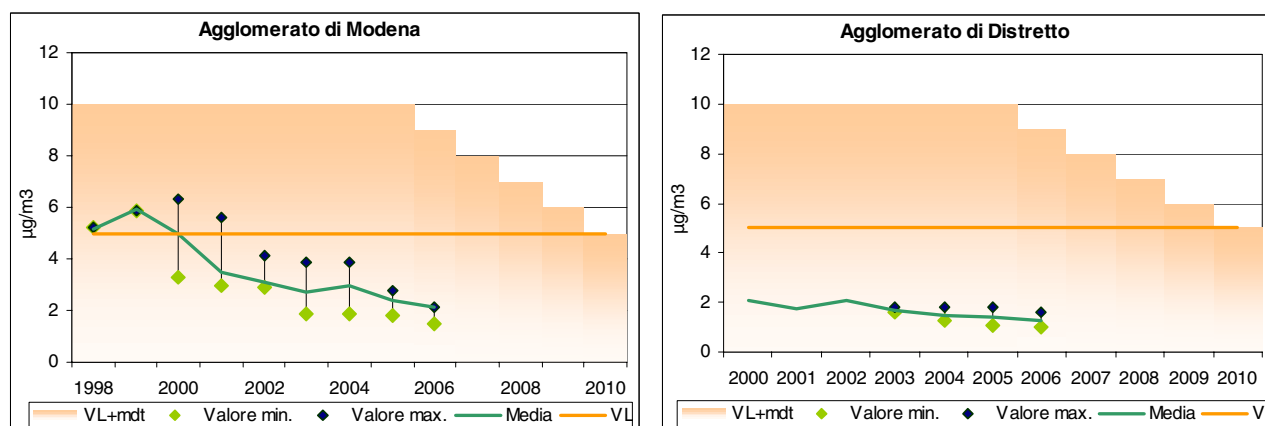


Figura 4.15: Benzene – trend della media annuale -confronto con VL e VL + MDT

L'esame dei grafici di Figura 4.15 conferma il trend in calo di questo inquinante, particolarmente evidente nell'Agglomerato di Modena, che da qualche anno si attesta su valori analoghi al Distretto Ceramico; tutte le stazioni hanno rispettato l'obiettivo previsto per il 2010.

4.6. Ozono

Siti di misura: Le stazioni che misurano questo inquinante sono 3 nell'Agglomerato di Modena, (Nonantolana, Parco Ferrari, Carpi 2) e 2 in quello del Distretto Ceramico (Spezzano 1, Maranello). In particolare, nell'ambito della ristrutturazione della Rete Regionale, sono stati installati due analizzatori di ozono rispettivamente nella stazione di Parco Ferrari a luglio 2006 e nella stazione di Carpi 2 ad ottobre 2006; nel Distretto Ceramico, invece, la stazione di Spezzano 1 è stata disattivata ad ottobre 2006. Da precisare inoltre che nella valutazione dell'andamento medio dell'Agglomerato di Distretto è stata inserita anche la Rilocabile SAT.

Caratteristiche principali: L'ozono troposferico è un inquinante secondario di tipo fotochimico, ossia non viene emesso direttamente dalla sorgente, ma si produce in atmosfera a partire da precursori primari e dall'azione della radiazione solare.

I principali precursori dell'ozono di origine antropica sono gli ossidi di azoto e le molecole incombuste di idrocarburi emessi dagli scarichi dei veicoli a combustione interna. Anche i solventi e altri composti organici volatili (COV) partecipano alla produzione di ozono.

Affinché questo composto si formi a livello del suolo con velocità apprezzabili, devono essere soddisfatte alcune condizioni:

- le sorgenti dei precursori devono emettere alte quantità di ossido di azoto, idrocarburi ed altri COV (ad esempio una situazione di alto traffico cittadino);
- alta temperatura e irraggiamento solare;
- l'aria deve rimanere relativamente poco rimescolata affinché i reagenti non siano diluiti.

Le più alte concentrazioni di ozono si registrano nelle ore di massimo irraggiamento solare dei mesi estivi, proprio perché alcune delle reazioni per la produzione di questo inquinante hanno la radiazione come ingrediente fondamentale.

L'ozono è un composto altamente ossidante ed aggressivo e per questa sua natura chimica non permane a lungo in atmosfera, sebbene possa essere trasportato anche a grande distanza dalle masse d'aria in movimento. In effetti, nelle aree urbane, dove è maggiore l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e reagisce con elevata rapidità (i composti primari che partecipano alla sua formazione sono gli stessi che possono causarne una rapida distruzione). Se l'ozono prodotto in area urbana viene rimosso fisicamente per trasporto verso aree suburbane e rurali, dove acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento da NO, può accumularsi raggiungendo valori di concentrazione superiori a quelli urbani. C'è inoltre da aggiungere che nelle aree caratterizzate da forte presenza di vegetazione vi è la produzione naturale di alcheni (pinene, limonene, isoprene) che sono fra i più reattivi precursori di ozono.

Obiettivi imposti dalla Normativa (DL n° 183/04):

Soglie di informazione e di allarme		
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 µg/m ³
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 µg/m ³

Tab. n° 4.7: Soglie di informazione e di allarme

Valori di riferimento per la protezione della salute umana		
Valore bersaglio per il 2010	Media massima giornaliera su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
Obiettivo a lungo termine (anno di riferimento 2020)	Media massima giornaliera su 8 ore nell'arco dell'anno civile	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare nell'arco di un anno civile

Tab. n° 4.8: Salute Umana - Valore bersaglio (VB) e obbiettivo a lungo termine (OLT)

Valori di riferimento per la protezione della vegetazione		
Valore bersaglio per il 2010	AOT40 calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ come media su 5 anni
Obiettivo a lungo termine (anno di riferimento 2020)	AOT40 calcolato sulla base dei valori di un'ora da maggio a luglio	6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$

Tab. n° 4.9: Vegetazione - Valore bersaglio (VB) e obbiettivo a lungo termine (OLT)

AOT40: per AOT40 s'intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale.

Andamenti temporali nel 2006

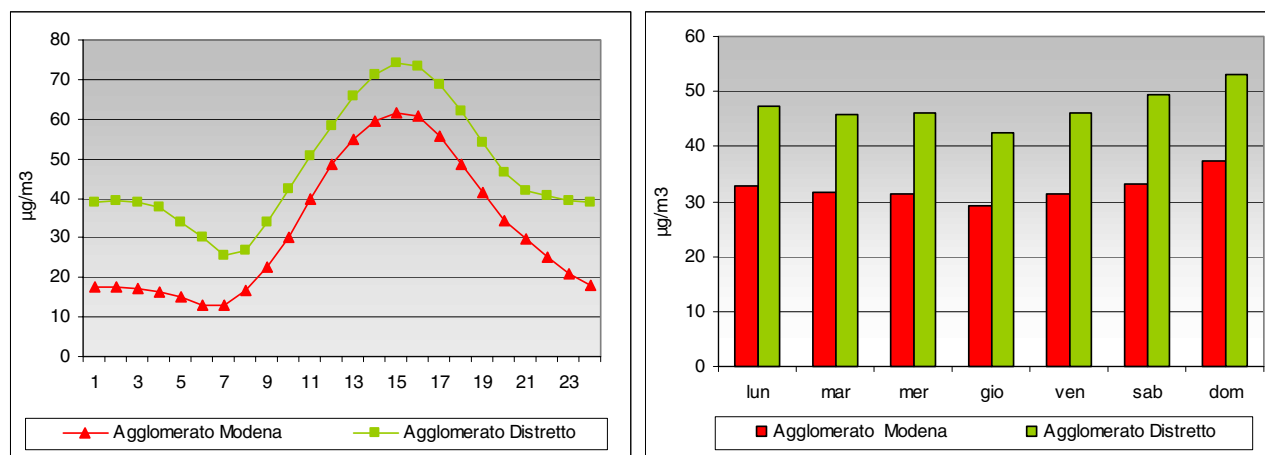


Figura 4.16: O3 - giorno tipico e settimana tipica annuale

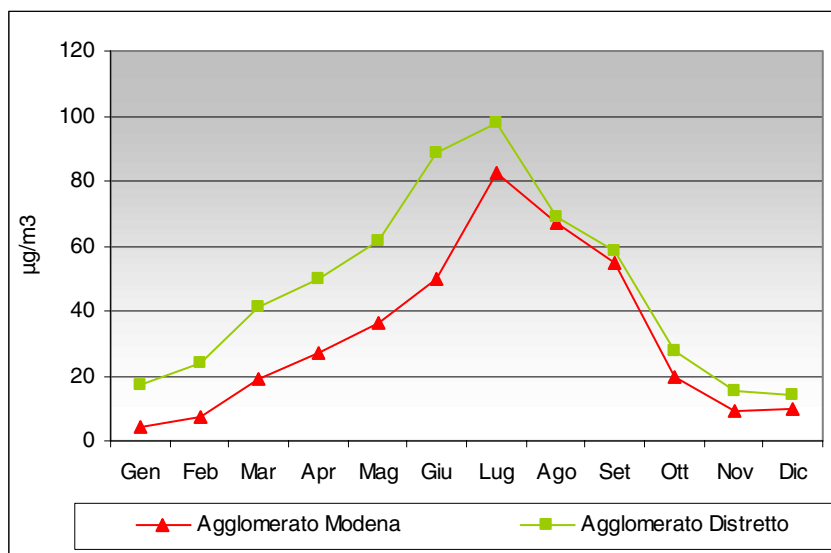


Figura 4.17: O₃ - concentrazioni medie mensili

Gli andamenti temporali sono tipici di un inquinante di origine fotochimica, con valori più elevati nelle stagioni e nelle ore di massimo irraggiamento solare. In entrambi i casi, si osserva un leggero aumento dei valori nelle giornate di sabato e domenica, determinato dalla minor presenza in atmosfera d'inquinanti primari.

I superamenti nel 2006

I superamenti registrati nell'anno in esame sono stati valutati solo nelle stazioni per le quali l'efficienza prevista dal D.L. 183/04 è stata rispettata.

O3	Agglomerato di Modena		
	N°superamenti soglia di informazione (180 µg/m3)		N°superamenti soglia di allarme (240 µg/m3)
	N° giorni	N° ore	
Nonantolana	4	11	0

O3	Agglomerato del Distretto Ceramico		
	N°superamenti soglia di informazione (180 µg/m3)		N°superamenti soglia di allarme (240 µg/m3)
	N°giorni	N°ore	
Maranello	13	39	0
Spezzano1	2	3	0

	Max media mobile 8 h (µg/m ³)		AOT40 (µg/m ³ *h)	
	N°superamenti anno 2006 (OLT =120 µg/m ³)	N°superamenti media anni 04/05/06 (VB=120µg/m ³ max 25 superamenti)	anno 2006 (OLT = 6000 µg/m ³)	AOT40 media su 5 anni 2002 - 2006 (VB = 18000 µg/m ³)
Nonantolana	21	30	11874	23918
Maranello	40	39	38993	31919
Spezzano 1	53	53	26969	24782
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione	

Tab. n° 4.10: verifica del rispetto dei limiti normativi

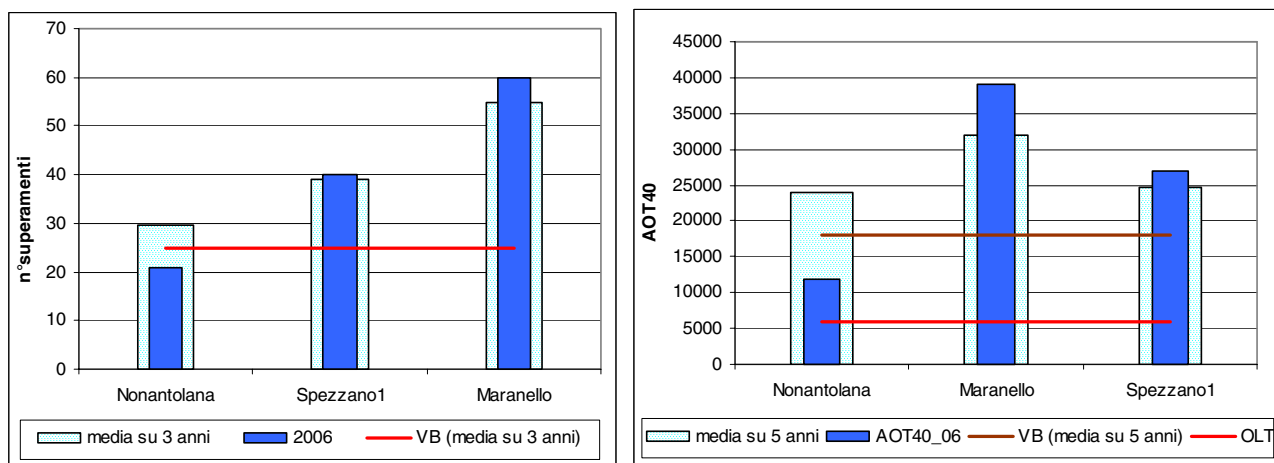


Figura 4.18: O3 - n° superamenti dei valori medi su 8 ore definiti per la protezione della salute umana e AOT40 per la protezione della vegetazione

L'analisi dei dati, non evidenzia superamenti della soglia di allarme, ma risultano critici i livelli in relazione al valore bersaglio e all'obiettivo a lungo termine, sia per la protezione della salute umana, che della vegetazione.

Il trend delle concentrazioni

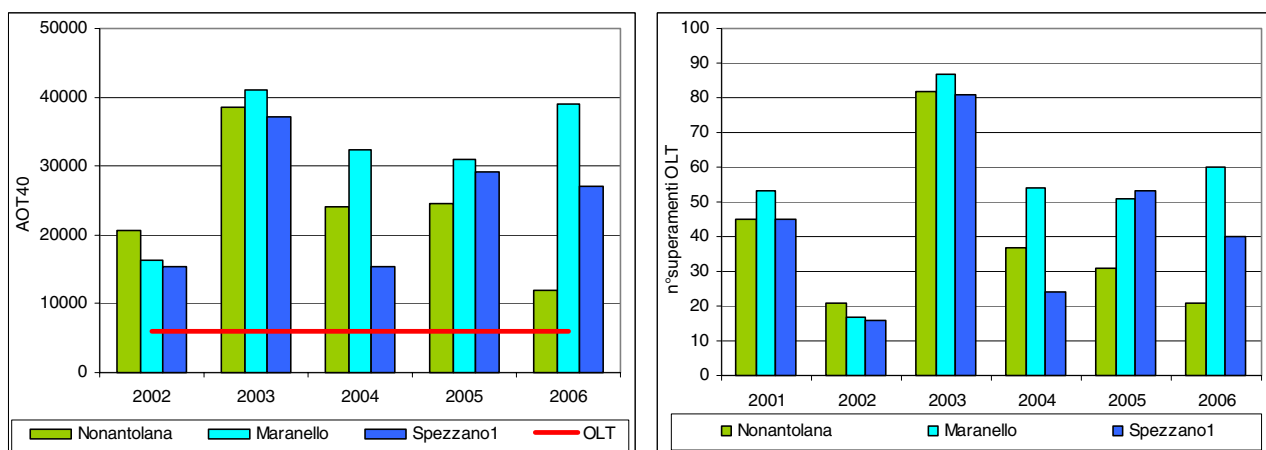


Figura 4.19: O3 – trend degli indicatori fissati dalla normativa per la protezione della salute umana e della vegetazione

La valutazione dei trend delle concentrazioni è stata effettuata considerando l'AOT40 e il numero dei superamenti della massima media mobile delle 8 ore.

La variabilità negli anni degli indicatori selezionati appare principalmente legata alla meteorologia che ha caratterizzato la stagione estiva; nel 2002, i mesi di luglio e agosto sono stati particolarmente piovosi, mentre, nel 2003, l'estate è stata estremamente afosa con temperature particolarmente elevate. Questo andamento meteorologico è evidente nei grafici precedentemente riportati.

Allo stato attuale, i grafici evidenziano livelli di ozono ancora troppo elevati rispetto agli obiettivi fissati dalla normativa e tali livelli non mostrano trend in atto tali da far presupporre un avvicinamento a tali valori.

5. METALLI

I metalli pesanti sono contaminanti che, pur presenti in bassissime concentrazioni nell'ambiente, possono comportare una vasta gamma di effetti negativi sull'ambiente e sull'uomo, soprattutto a causa della loro spiccata tendenza ad accumularsi nei tessuti animali e vegetali.

Le sorgenti naturali di metalli comprendono le eruzioni vulcaniche e la combustione di biomassa; tuttavia, le fonti prevalenti sono antropiche.

Durante i processi di combustione ad alta temperatura, di carburanti fossili, alcuni elementi, particolarmente volatili, come l'arsenico, il cadmio, il manganese, il piombo, il nickel, l'antimonio, il selenio e lo zinco, possono volatilizzare e quando la temperatura diminuisce, condensano sulla superficie delle ceneri in sospensione: le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica, dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione.

Obiettivi imposti dalla Normativa per la protezione della salute umana:

Piombo	Periodo di mediazione	In vigore dal 19/7/99	Dal 01/01/01	Dal 01/01/02	Dal 01/01/03	Dal 01/01/04	Dal 1/1/2005
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)					VALORE LIMITE
Valore limite annuale	Anno civile	1.00	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5 µg/m³

Tab. n° 5.1 Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Valori obiettivo - Direttiva 2004/107/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15/12/2004 (non ancora recepita in Italia):

		Periodo di mediazione	Valore obiettivo in vigore dal 31/12/2012
Cadmio	Valore obiettivo	Anno civile	0.005 µg/m³
Arsenico	Valore obiettivo	Anno civile	0.006 µg/m³
Nichel	Valore obiettivo	Anno civile	0.020 µg/m³

Tab. n° 5.2:valori obiettivo secondo la Direttiva Europea 2004/107/CE

Siti di misura

Le stazioni in cui il particolato raccolto su filtro viene analizzato per la determinazione dei metalli sono Nonantolana e Giardini nell'agglomerato di Modena e Maranello nell'agglomerato Distretto Ceramico.

I metalli vengono determinati sulle polveri totali nelle stazioni di Giardini e Nonantolana e sulla frazione PM10 nella stazione di Maranello.

I metalli analizzati sono:

Giardini: Antimonio, Piombo, Rame, Manganese, Cromo, Cobalto, Nichel, Arsenico, Cadmio, Tallio, Vanadio, Stagno, Mercurio.

Nonantolana e Maranello: Piombo, Rame, Manganese, Cromo, Cobalto, Nichel, Cadmio.

Le differenze analitiche tra le stazioni sono determinate dalle diverse finalità del monitoraggio effettuato. Giardini, infatti, costituisce la stazione di riferimento per i monitoraggi prescritti nella procedura di VIA relativa al potenziamento del termovalorizzatore di Modena. A questa, si è aggiunta anche la stazione di Nonantolana, per cui nel corso del 2005 la determinazione dei metalli è stata effettuata su PTS anziché su PM10 come avveniva in precedenza.

Analisi delle medie mensili 2005 -2006

Si presentano ora i risultati delle analisi eseguite sulle membrane campionate durante gli anni 2005 e 2006, confrontate con i dati mensili di polveri PTS delle stazioni di Nonantolana e Giardini, e di PM10 della stazioni di Maranello.

Nei confronti tra le stazioni, si deve tener conto che il dato di Maranello è ottenuto dall'analisi delle polveri PM10, quindi può presentare valori inferiori, in particolare per quei metalli che risultano più abbondanti nelle frazioni a granulometria superiore (ad esempio di origine crostale).

PIOMBO

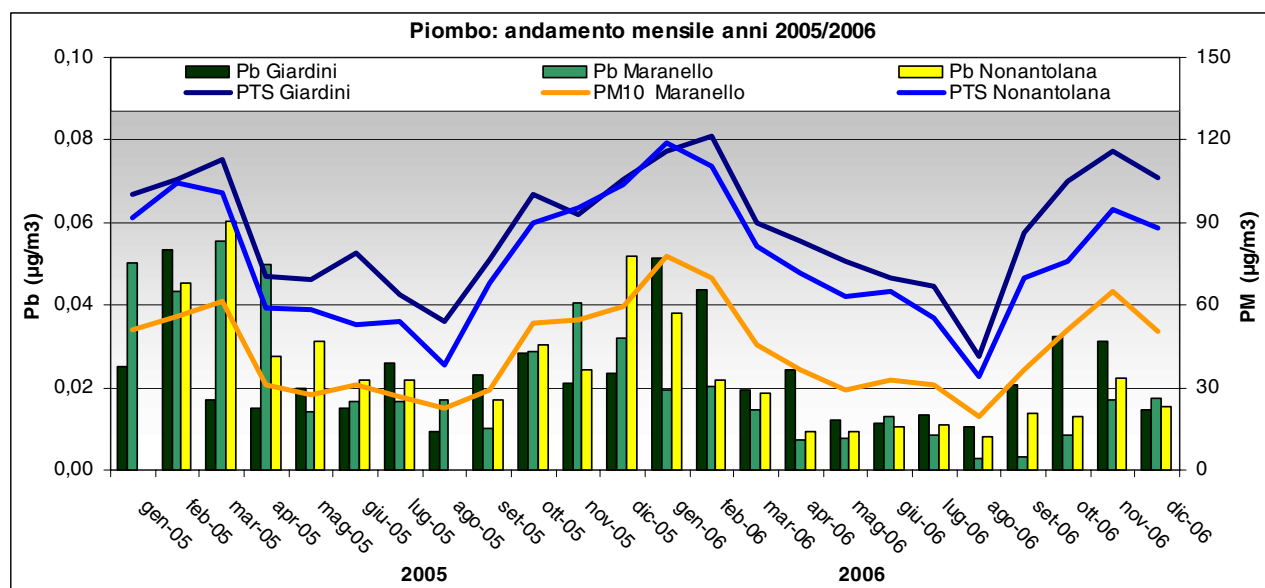


Figura 5.1

Il piombo ha un tipico andamento stagionale in accordo con l'andamento delle polveri, più alto in autunno-inverno e più basso in primavera estate. Le concentrazioni si mantengono ampiamente inferiori al limite normativo definito sulla media annua ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

RAME

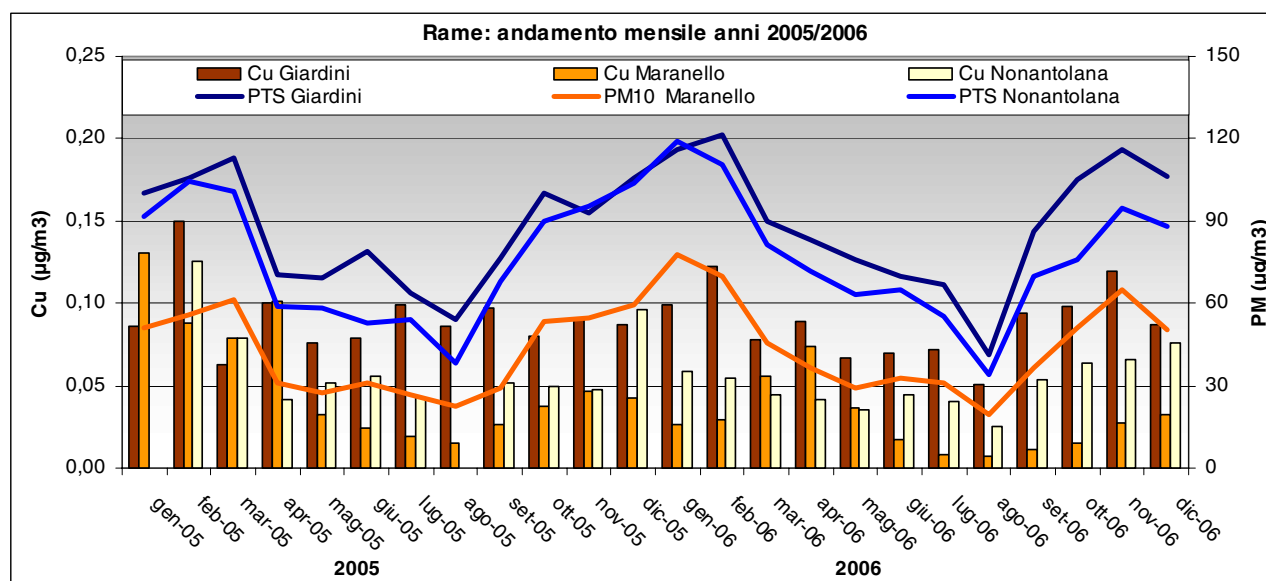


Figura 5.2

Anche per il rame, si può individuare un andamento stagionale; le concentrazioni sono più elevate e Giardini, che risulta più influenzata dal traffico veicolare. Il rame infatti può essere ricondotto all'usura dei freni, in cui tale metallo è particolarmente abbondante. Il rame, nelle frazioni più grossolane, è anche di origine crostale.

MANGANESE

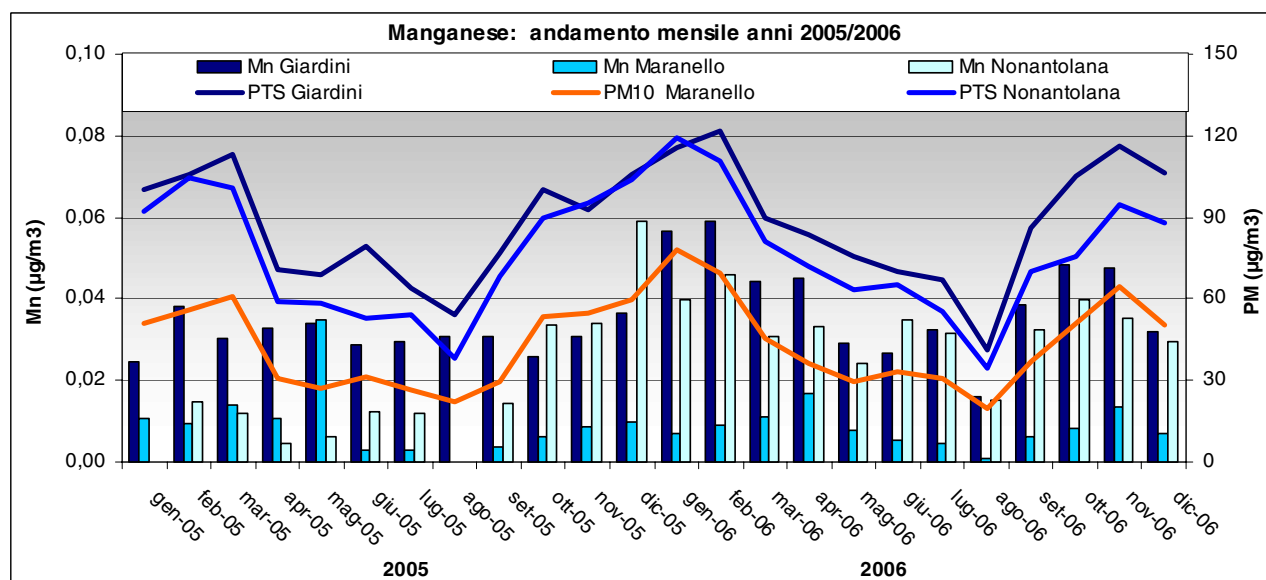


Figura 5.3

Il manganese, come ferro, silicio e potassio, è un elemento tracciante delle polveri provenienti da suolo e rocce (normalmente di granulometria più elevata); viene emesso anche da industrie che utilizzano materiale di origine crostale.

I dati mostrano un andamento stagionale che risulta più evidente nel 2006.

CROMO, NICHEL E VANADIO

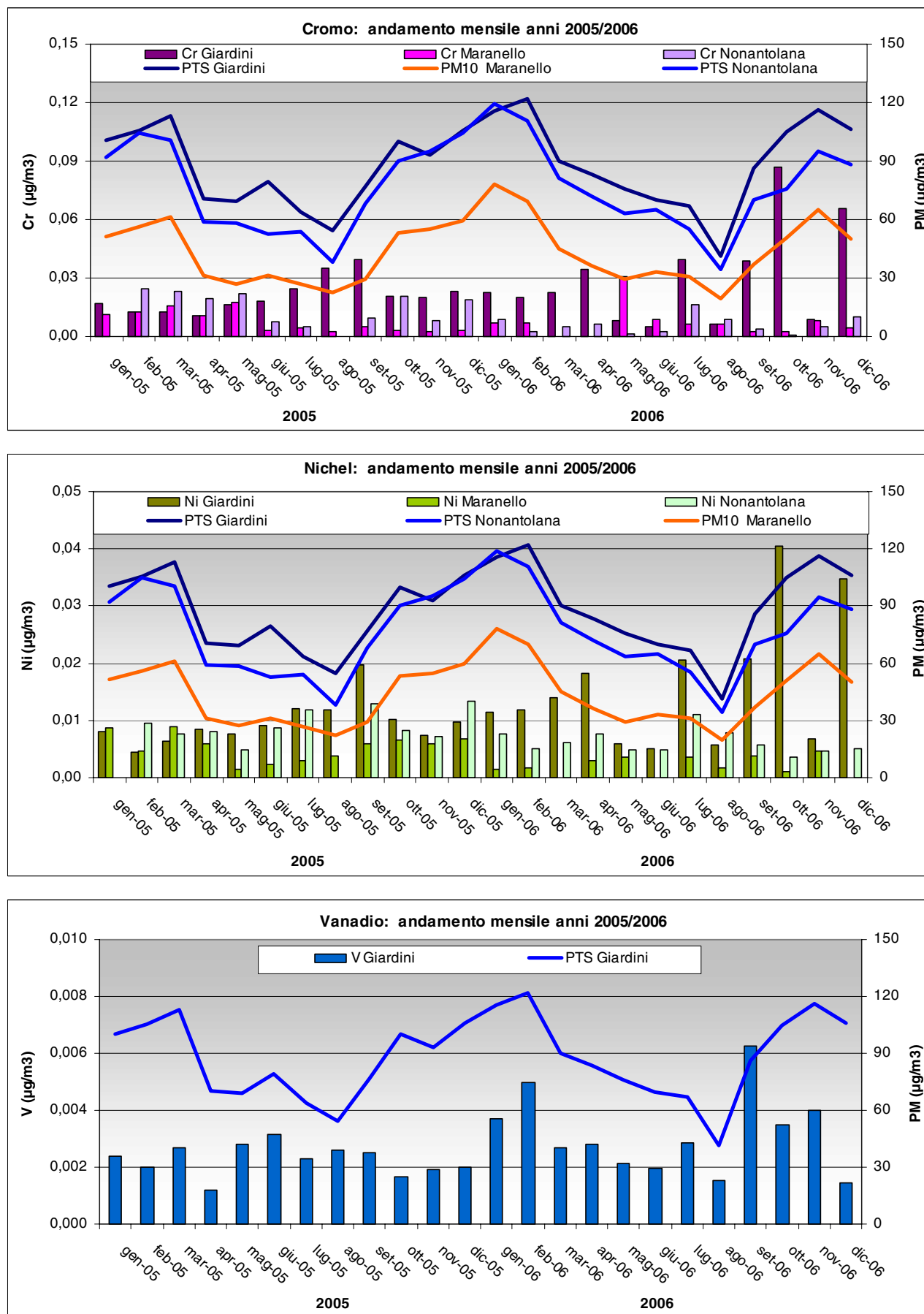


Figura 5.4

Per questi tre metalli, non si individuano andamenti stagionali, in particolare, Nichel e Cromo mostrano andamenti analoghi. In area urbana sono prevalentemente legati alle emissioni derivanti da combustioni di olio combustibile e da traffico veicolare (gas di scarico, usura freni, pneumatici e altri parti meccaniche). Le frazioni più grossolane possono essere legate a sorgenti naturali, ma anche a risospensione di polveri stradali.

ANTIMONIO

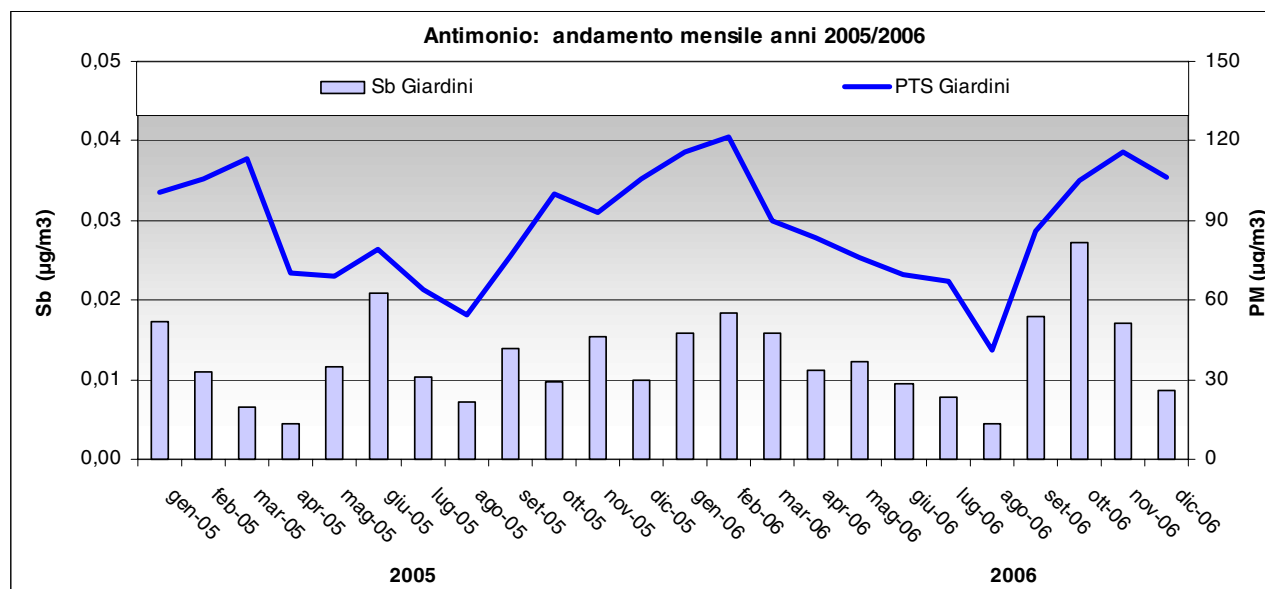


Figura 5.5

Per l'Antimonio, si individua un andamento stagionale simile a quello rilevato per le polveri. La sua presenza in area urbana sembra legata in prevalenza a risospensione stradale e usura freni.

STAGNO

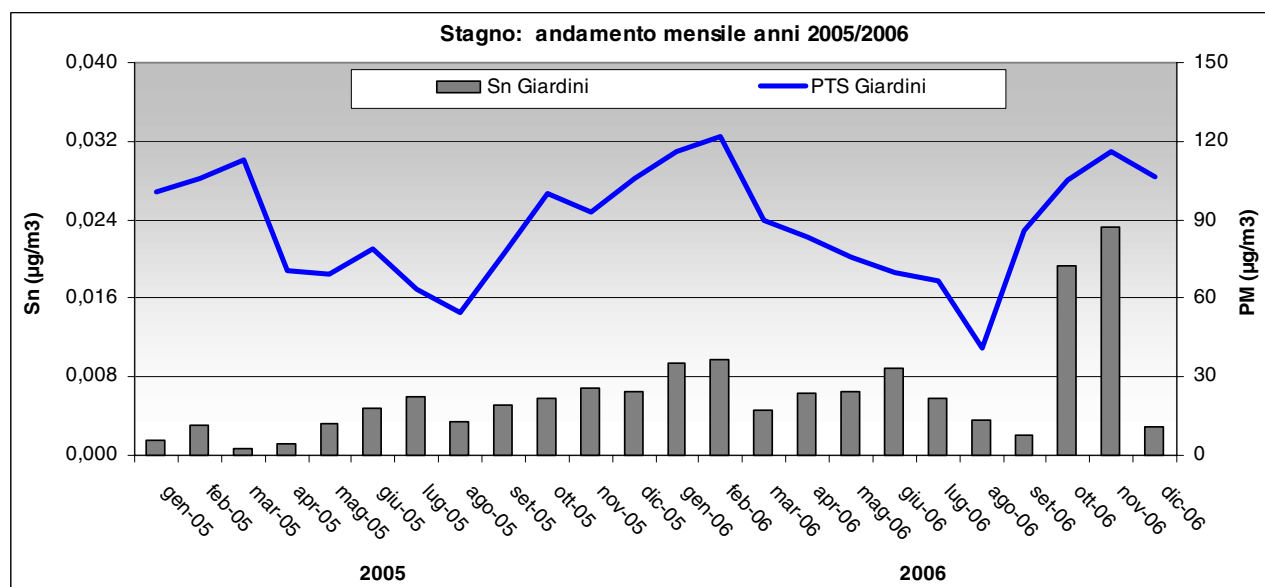


Figura 5.6

L'andamento mensile dello stagno, pur mostrando valori più elevati in inverno, non evidenzia un vero e proprio andamento stagionale.

Per quanto riguarda **Cadmio, Arsenico, Cobalto, e Tallio** non si riportano i dati mensili in quanto quasi sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale ($0.0012 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

I trend delle concentrazioni

Di seguito, si riporta il trend delle medie annuali per i metalli su cui la normativa ha imposto dei limiti o degli obiettivi da raggiungere.

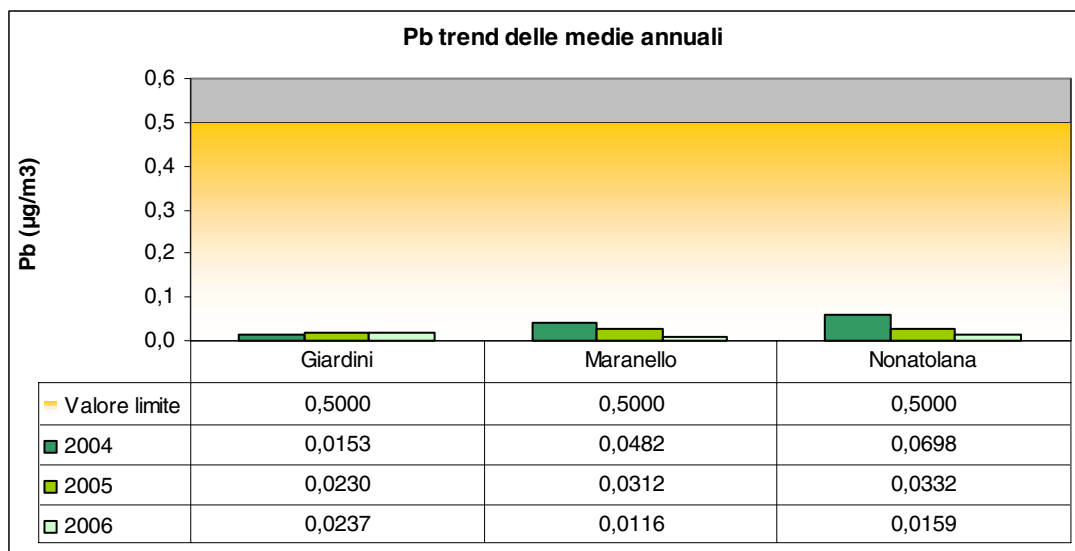
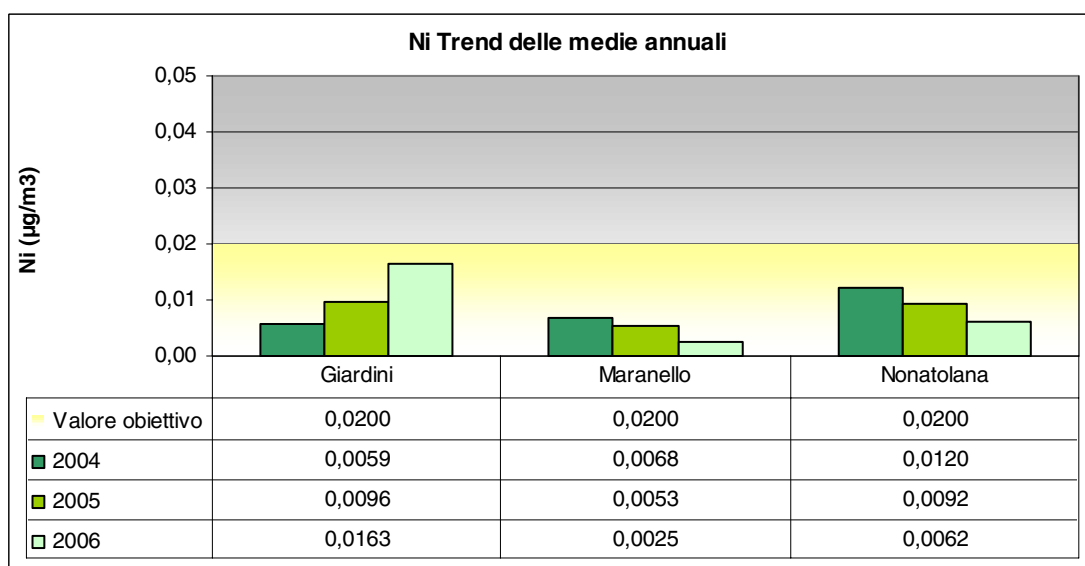


Figura 5.7

Come mostra il grafico e la relativa tabella, le concentrazioni di piombo risultano molto inferiori al limite di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal DM60/02.



Anche le concentrazioni di nickel sono ampiamente inferiori al valore obiettivo definito dalla Direttiva europea di riferimento, ad eccezione del dato di Giardini del 2006 che risulta un po' più elevato.

Come già detto, Cd e Arsenico sono inferiori al limite di rilevabilità strumentale ($<0.0012 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Consistenza dei metalli campionati nelle polveri

I metalli presenti con quantitativi più consistenti nelle polveri campionate sono rame, piombo, manganese e cromo, con percentuali in media superiori al 10% (Figura 5.8).

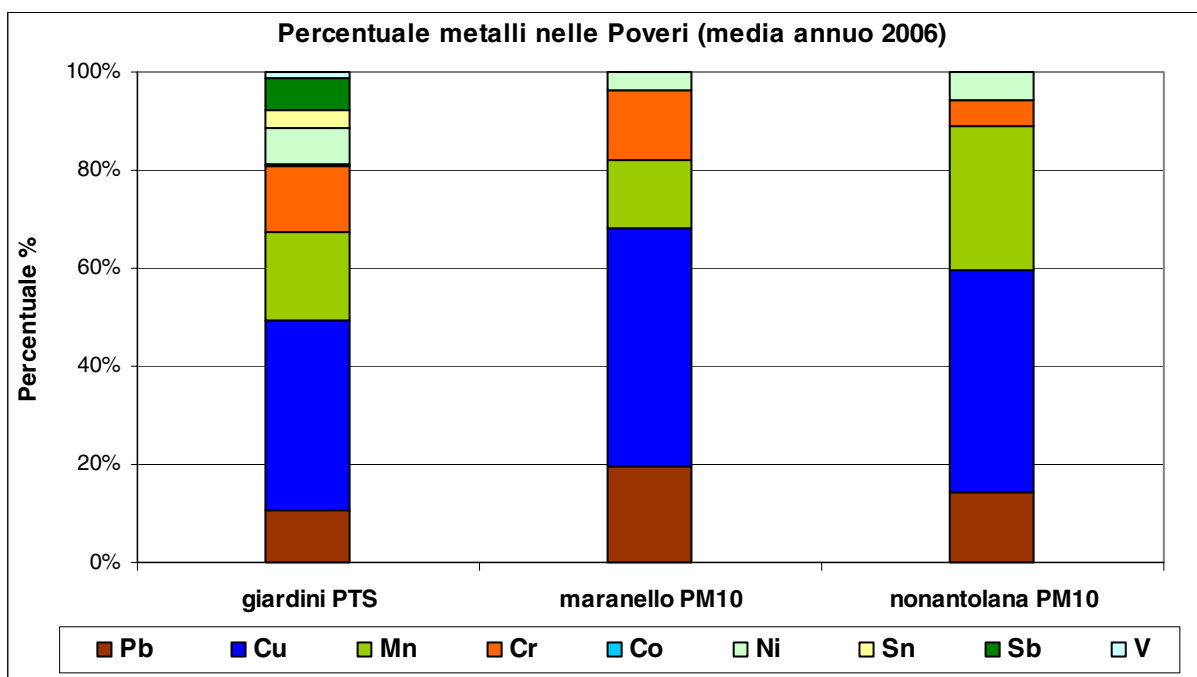


Figura 5.8

6. PM_{2,5}

Il PM_{2,5} è una miscela complessa di migliaia di composti chimici e, alcuni di questi, sono di estremo interesse a causa della loro tossicità. Un esempio sono gli idrocarburi policiclici aromatici che svolgono un ruolo importante nello sviluppo di malattie tumorali.

La pericolosità di queste particelle è legata sia alla loro capacità di penetrare nell'organismo umano, sia alla loro permanenza in aria: infatti il materiale particellare, in relazione alla dimensione delle particelle, al luogo e alla composizione chimica, è soggetto a diversi meccanismi di rimozione e diversi tempi di permanenza in atmosfera.

Le particelle più fini possono raggiungere distanze fino a migliaia di chilometri, con tempi di residenza in atmosfera da qualche giorno fino a settimane.

Obiettivi proposti dalla bozza di Direttiva Europea:

PM _{2,5}	Periodo di mediazione	Entrata in vigore	Dal 01/01/07	Dal 01/01/08	Dal 01/01/09	Dal 1/1/2010
			Livello massimo di concentrazione + Margine di Tolleranza			Livello massimo di concentrazione
Livello massimo di concentrazione	Anno civile	30	30	28.3	26.6	25 µg/m ³
Obiettivo di riduzione dell'esposizione media AEI	Riduzione percentuale	20%	Data entro la quale deve essere raggiunto l'obiettivo di riduzione dell'esposizione: anno 2020			

Tab. n° 6.1: Livelli massimi di concentrazione proposti dalla bozza di Direttiva n. 2005/0183 del 21/09/2005

La proposta di Direttiva del Parlamento Europeo del Consiglio n. 2005/0183 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, definisce gli obiettivi di riduzione dell'esposizione e i livelli massimi di concentrazione per il PM 2.5 secondo quanto precisato nell'allegato XIV:

- L'indicatore di esposizione media AEI ("Average Exposure Indicator" – AEI), espresso in µg/m³ si deve basare sulle misurazioni effettuate in siti di fondo urbano, deve essere valutata la media annua su 3 anni civili ricavata dalla media di tutti i punti di campionamento allestiti: l'indicatore relativo all'anno 2010 è dato dalla media degli anni 2008/2009/2010. Se l'indicatore di esposizione media nell'anno di riferimento è uguale o inferiore a 7 µg/m³, l'obiettivo di riduzione dell'esposizione è fissato a zero.
- Il livello massimo di concentrazione, da non superare entro il 1 gennaio 2010, è di 25 µg/m³; negli anni precedenti, il livello di 30 µg/m³, viene ridotto, ogni 12 mesi di una percentuale annua costante a partire dal 1 gennaio 2007.

Siti di misura: il PM2.5 viene campionato nella stazione di Nonantolana, stazione urbana posta all'interno di una zona residenziale, ma a circa 90 m dalla Via omonima, arteria stradale a traffico intenso.

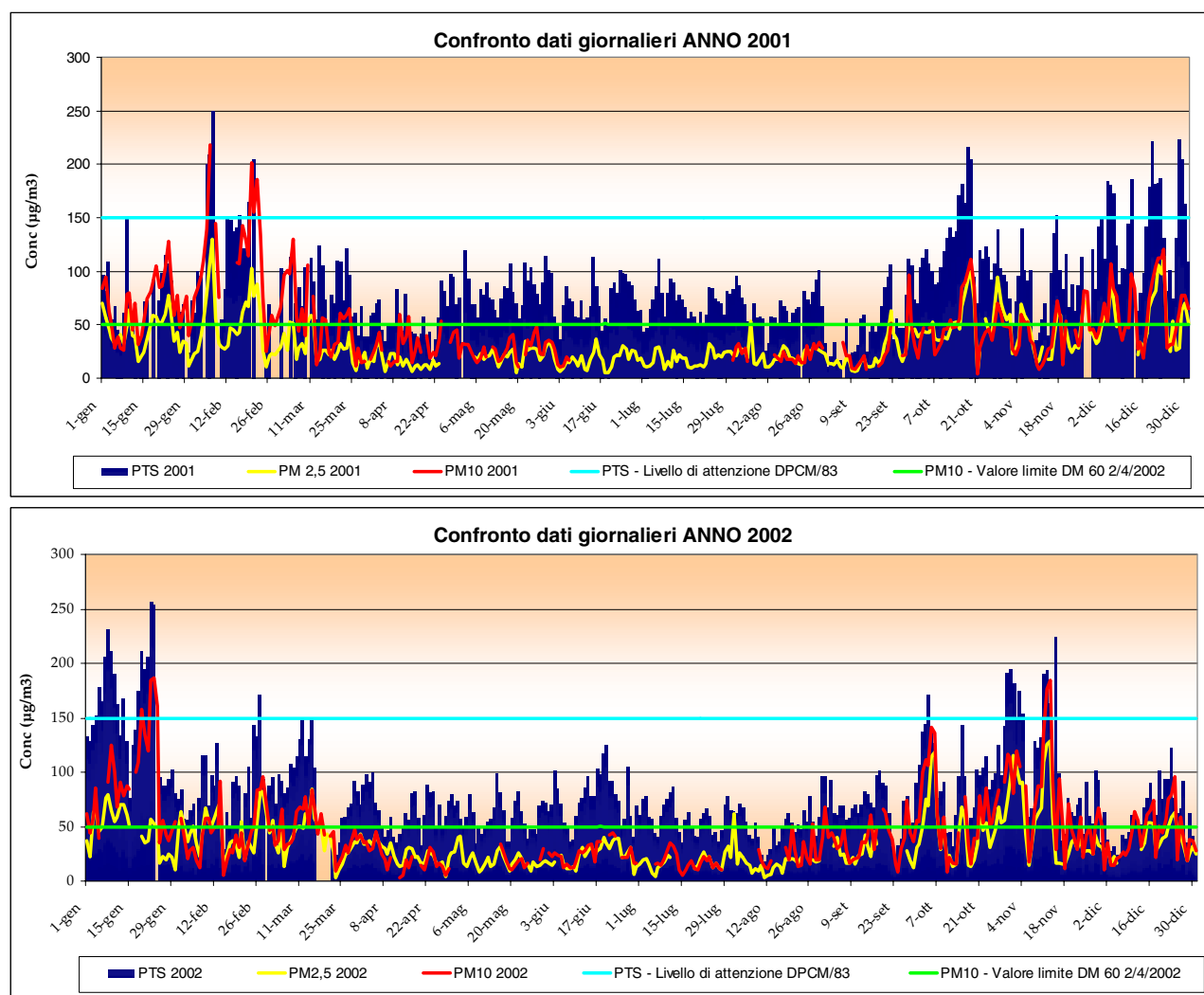
Il campionario per la misura delle polveri PM 2.5, è stato attivato ad agosto 2000 nell'ambito della realizzazione della rete regionale di Mutagenesi ambientale.

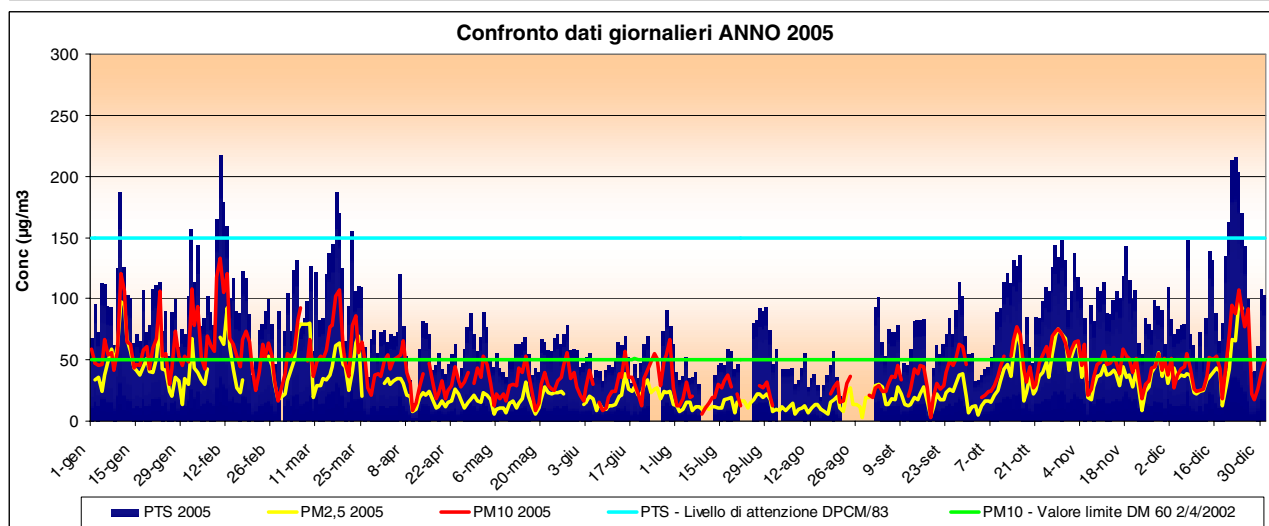
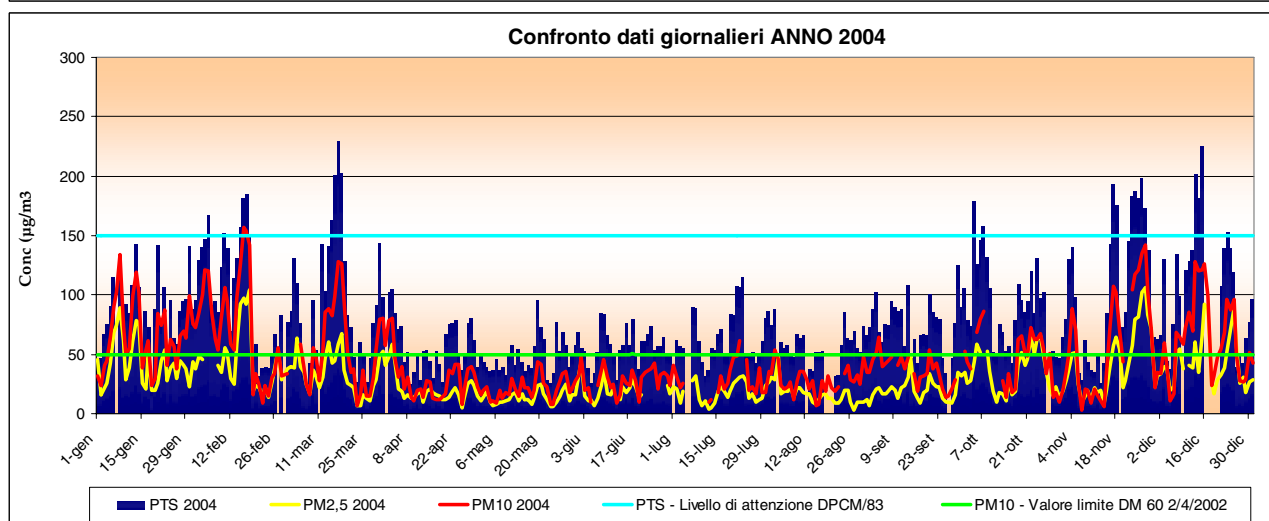
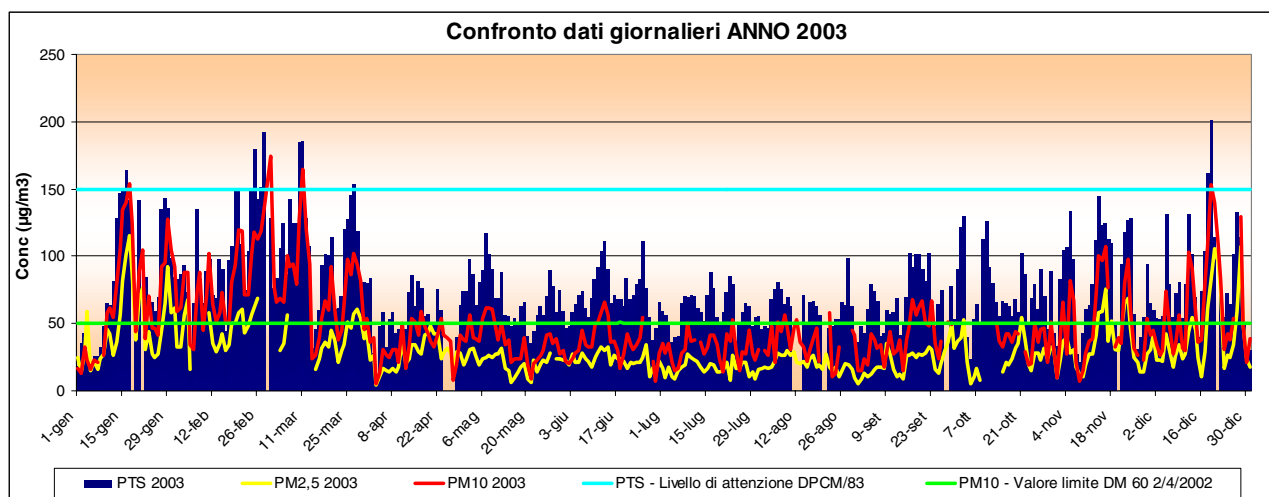
Il particolato raccolto su membrana, attraverso l'ausilio di una pompa a basso volume, viene sottoposto a test di mutagenesi e i dati elaborati a livello regionale vengono riportati nelle relazioni annuali sulla qualità dell'aria nell'ambito di un capitolo dedicato.

Visto il recente interesse per questo inquinante, come testimonia la bozza di Direttiva Europea che regola i livelli di PM2,5 in atmosfera, si ritiene interessante riportare in questo capitolo una valutazione sui dati di PM2.5 fino ad oggi raccolti in relazione, non tanto al test di mutagenesi come fino ad ora effettuato, ma ai livelli di PTS e PM10 misurati nella medesima stazione e agli obiettivi proposti dalla bozza di direttiva europea.

Analisi dei dati raccolti dal 2001 al 2006

Di seguito, si riporta il confronto tra i valori medi giornalieri di polveri PM2,5, PM10 e PTA misurati dal 2001 al 2006 nella stazione di Nonantolana (Figura 6.1).





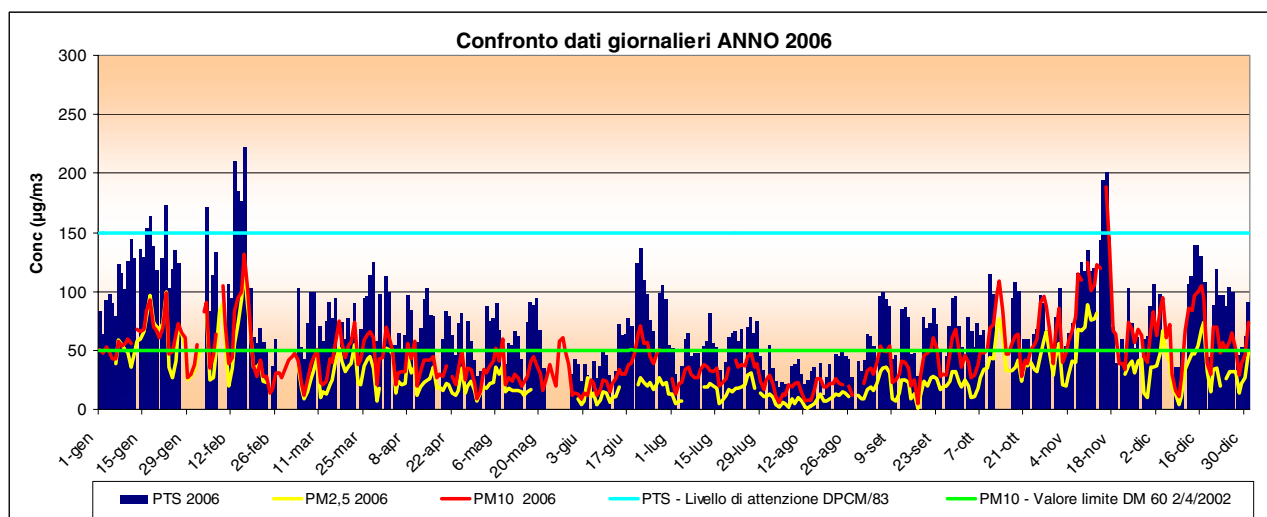


Figura 6.1

L'andamento delle polveri ha una periodicità stagionale con valori massimi nel periodo autunno-inverno: il ciclo risulta legato prevalentemente all'andamento meteorologico che influenza le capacità dispersive dell'atmosfera, oltre che alla variazioni delle sorgenti emissive.

L'assenza di precipitazioni e di nubi riduce la capacità dell'atmosfera di rimuovere gli inquinanti, così come le basse velocità del vento tendono a favorire l'aumento delle concentrazioni.

Gli episodi acuti legati a particolari condizioni di stabilità atmosferica, avvengono nel periodo invernale e mostrano concentrazioni di PM_{2,5} che superano i 50 µg/m³ (limite previsto per le polveri PM₁₀) in diverse giornate dell'anno, oltre 60 volte nel 2001 e 2002, e tra le 40 e le 50 volte negli anni successivi.

L'andamento delle medie mensili (Figura 6.2) conferma la ciclicità sopra evidenziata, mostrando una variabilità tra gli anni che dipende anche in questo caso dalla componente meteorologica.

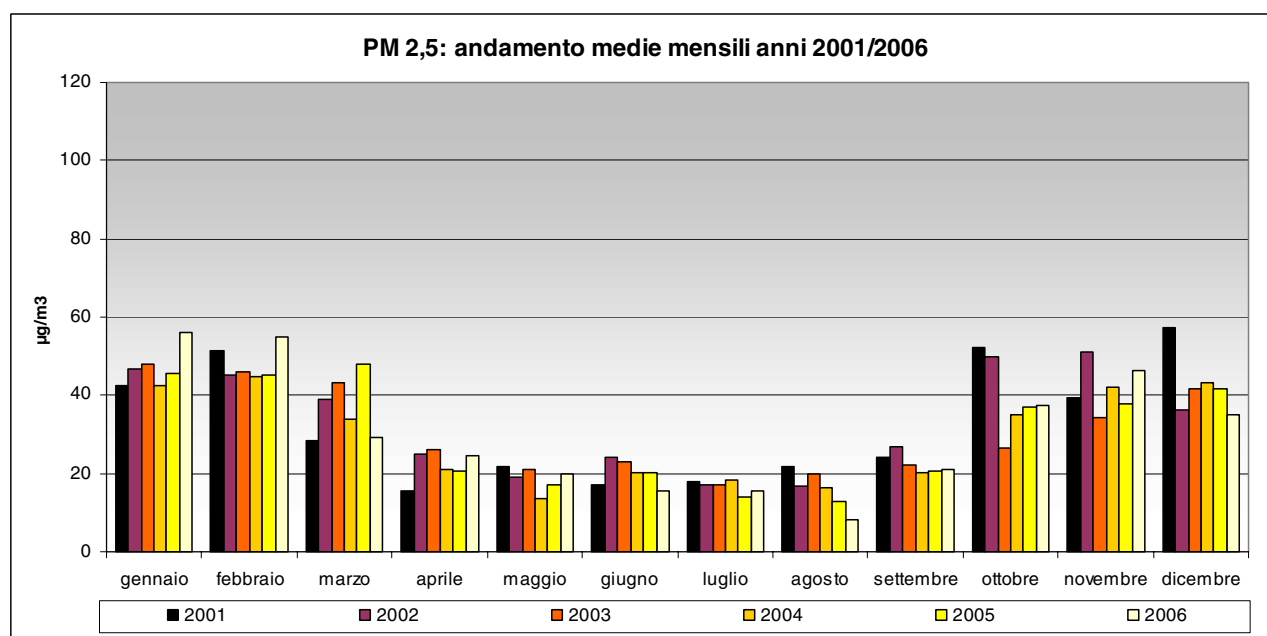


Figura 6.2

Non si evidenziano trend in atto, come si evince dagli andamenti delle medie annuali dal 2001 al 2006 di entrambi gli indicatori (Figura 6.3).

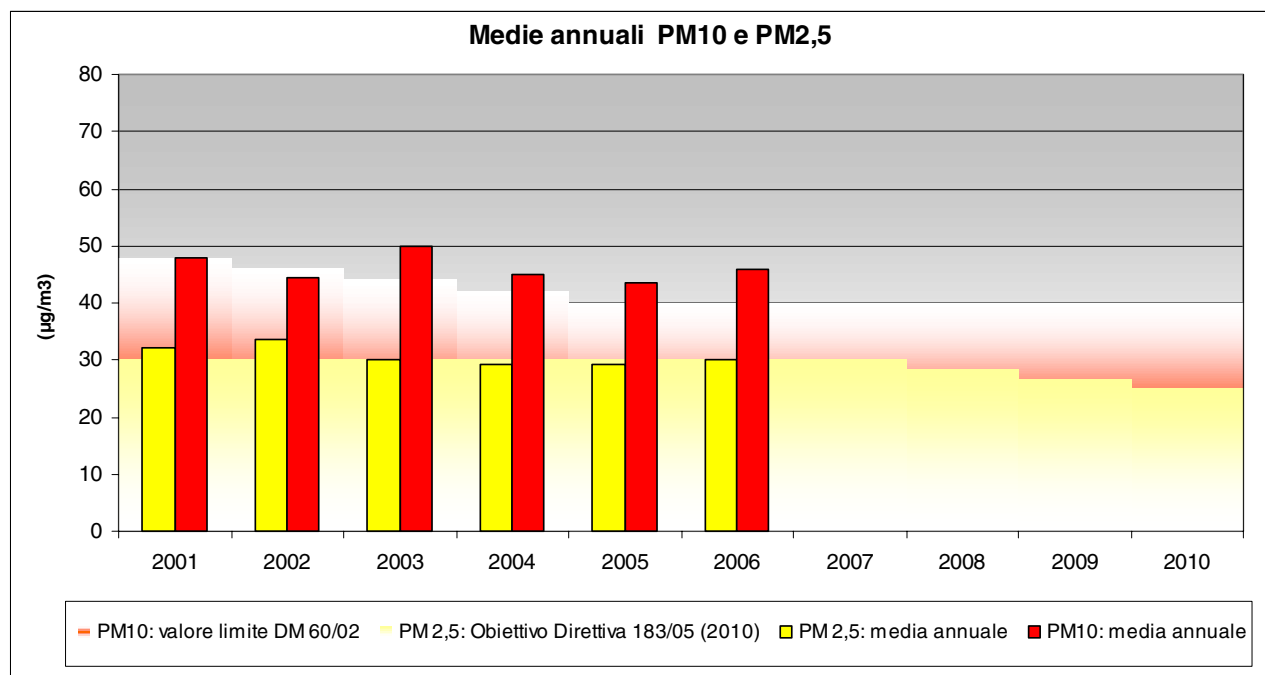


Figura 6.3

Le medie annuali del PM2,5 risultano sostanzialmente costanti negli anni e si attestano attorno a 30 µg/m³, quindi superiori al limite previsto per il 2010. Situazione analoga anche per il rispetto del limite annuale del PM10, come già commentato nel relativo capitolo.

Le concentrazioni di PM2,5, se rapportate a quelle di PM10 rappresentano in media il 70% in peso e raggiungono quindi livelli simili in particolare nel periodo invernale.

Le PM 10 a sua volta rappresentano mediamente il 55% delle polveri totali rilevate (Figura 6.4).

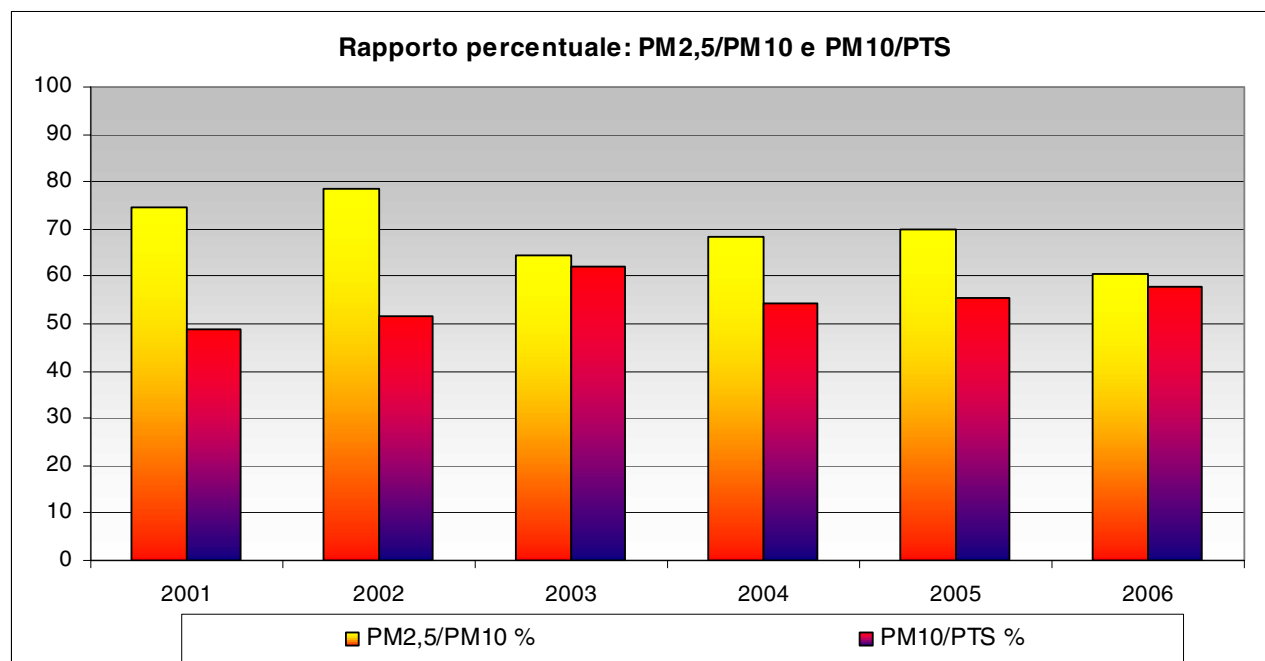


Figura 6.4

7. LE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO DEGLI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) costituiscono un numeroso gruppo di composti organici formati da uno o più anelli benzenici. In generale si tratta di sostanze solide a temperatura ambiente, sostanze scarsamente solubili in acqua, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta ed altamente affini ai grassi presenti nei tessuti viventi. Il composto più studiato e rilevato è il benzo(a)pirene che ha una struttura con cinque anelli aromatici condensati.

Le principali attività umane responsabili delle emissioni di IPA pirogenici (generati nei processi ad elevata temperatura) includono l'uso di autoveicoli, le produzioni industriali, il riscaldamento domestico e la produzione di energia elettrica. Gli IPA petrogenici (presenti nel petrolio e derivati), finiscono nell'ambiente a causa dei combustibili fossili (sversamenti accidentali di petrolio, attività portuali).

Obiettivi imposti dalla normativa

DM 25/11/1994

Benzo (a) Pirene	Periodo di mediazione	indicatore	Obiettivo di qualità dell'aria (1/1/99))
Obiettivo di qualità	Anno civile	Media mobile valori giornalieri	1 ng/m ³

Valori obbiettivo secondo la Direttiva 2004/107/CE del parlamento europeo e del consiglio del 15/12/2004 (non ancora recepita in Italia):

Benzo (a) Pirene	Periodo di mediazione	Indicatore	VALORE OBBIETTIVO (31/12/2012)
Valore obiettivo	Anno civile	Media annuale	1 ng/m ³

Il valore obiettivo viene definito per il Benzo(a)pirene, considerato come tracciante di questa famiglia di composti.

Siti di misura:

Il monitoraggio degli IPA viene effettuato presso stazioni di rilevamento fisse, dosando tali inquinanti sulle membrane utilizzate per il monitoraggio delle polveri totali o PM10.

Le stazioni in cui vengono determinati questi composti sono:

Agglomerato di Modena	Nonantolana : polveri totali (PM10/PTS)
	Giardini: polveri totali (PTS)
Agglomerato Distretto Ceramico	Maranello: polveri sottili (PM10)

Gli IPA determinati sulle polveri compionate sono: naftalene, acenaftilene, acenaftene, fluorene, fenantrene, antracene, fluorantene, pirene, benzo(a)antracene, crisene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(e)pirene, benzo(a)pirene, indeno(1,2,3,c,d)pirene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(ghi)perilene; dibenzo(a,e)pirene, dibenzo(a,i)pirene, dibenzo(a,h)pirene.

Come per i metalli, le differenze analitiche tra le stazioni sono dovute alle diverse finalità del monitoraggio effettuato.

Distribuzione percentuale dei vari IPA nel particolato

La normativa italiana, così come la direttiva europea, fissa obiettivi solo per il benzo(a)pirene, che viene quindi considerato un tracciante per l'intera famiglia di IPA, in quanto ritenuto il più significativo dal punto di vista della salute umana.

L'analisi effettuata sui campioni di particolato permette la determinazione di numerosi IPA, oltre al benzo(a)pirene; la consistenza di questi, valutata sul dato medio annuale degli anni 2005 e 2006, viene rappresentata nella Figura 7.1

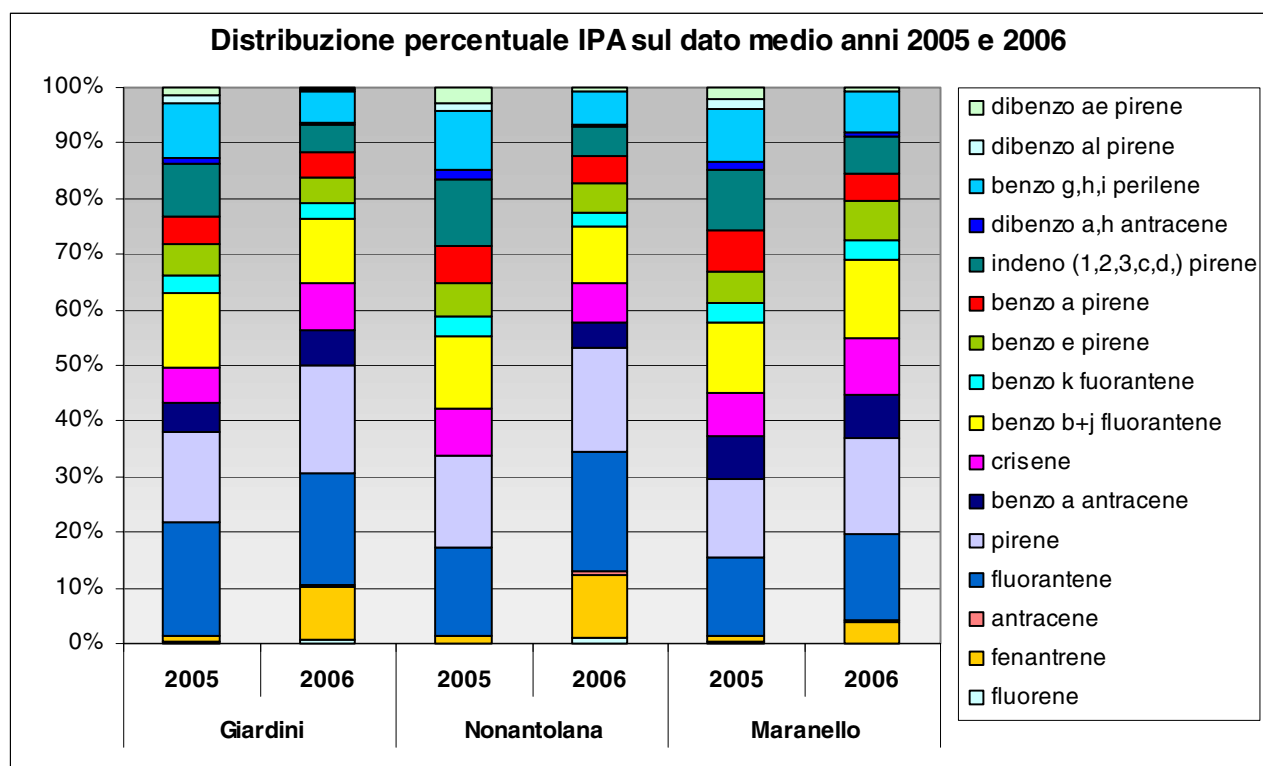


Figura 7.1

Gli IPA, essendo composti organici semivolatili, si trovano in atmosfera sia in fase gassosa, sia associati al materiale particellare; la ripartizione tra le due fasi è regolata dalle proprietà chimico-fisiche del singolo composto ed è influenzata dalla sua concentrazione, dalla temperatura e dall'umidità relativa dell'aria ambiente, nonché dalla composizione del materiale particellare presente.

In particolare, gli IPA costituiti da 5 o più anelli benzenici condensati possano trovarsi in atmosfera prevalentemente associati al materiale particellare, quelli a 2-3 anelli (naftalene, acenaftilene, acenaftene, fluorene, fenantrene, antracene) sono presenti prevalentemente in fase di gas, quindi non recuperabili completamente con la metodica di campionamento utilizzata.

Gli IPA caratterizzati da maggior volatilità presentano una maggior variabilità nei campioni analizzati (una parte di questi si può perdere anche durante il procedimento analitico) e risultano

in diversi casi inferiori o prossimi alla sensibilità strumentale (naftalene, acenaftilene, fluorene, antracene). Risultano non rilevabili anche il dibenzo(a,i)pirene e il dibenzo(a,h)pirene.

Dall'analisi dei dati raccolti, si può notare che i composti presenti in maggiore quantità sono:

- 1- Fluorantene: 20 - 23%
- 2- Pirene: 16%- 21%
- 3- benzo b+j fluorantene: 6 - 13%
- 4- benzo g,h,i terilene: tra 6 -9 %
- 5- indeno 1,2,3,c,d pirene: 5 - 10%
- 6- crisene: 5 - 9%
- 7- fenantrene: 1-10%
- 8- benzo a pirene : 3 - 5 %

Gli andamenti temporali:

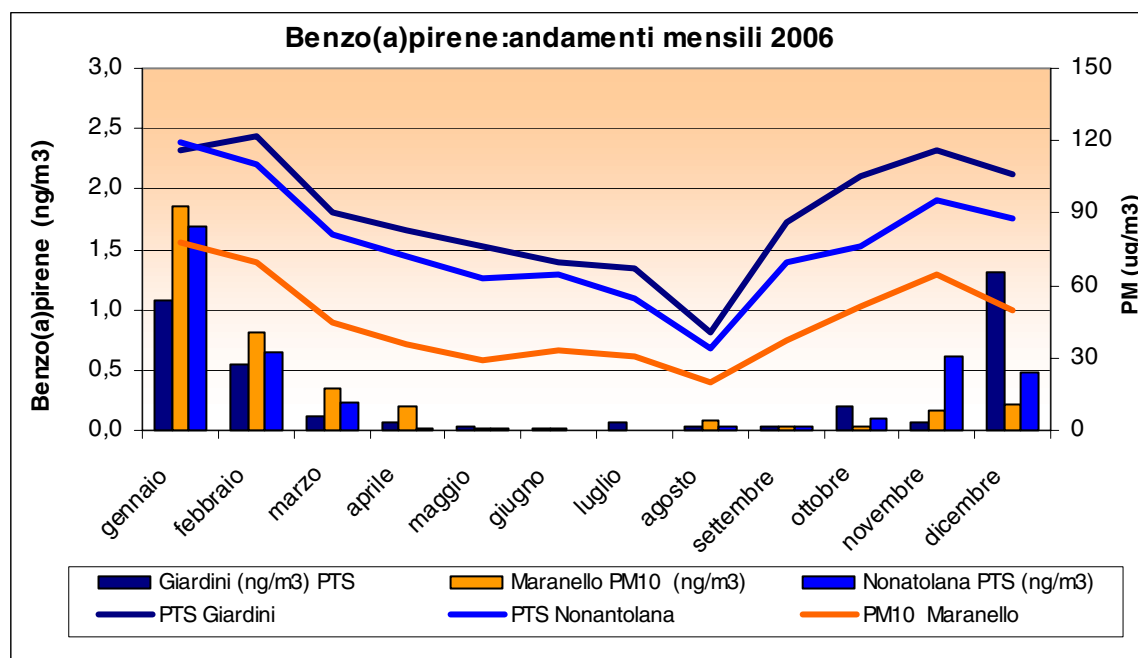
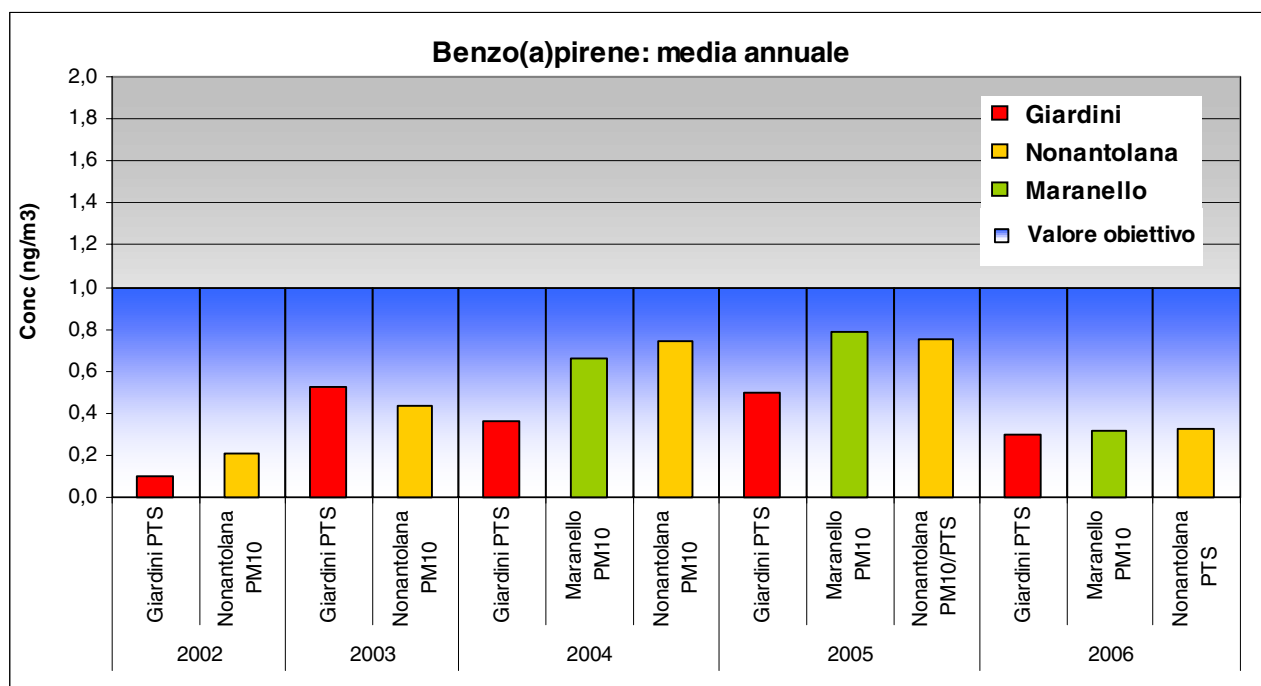


Figura 7.2

Il Benzo(a)pirene, e più in generale tutti gli IPA, ha un tipico andamento stagionale simile all'andamento delle polveri: le concentrazioni risultano più elevate nei mesi freddi, rispetto a quelle rilevate in primavera estate, per molte molecole inferiori al limite di rilevabilità strumentale (0,00007 ng/m³).

La diminuzione delle concentrazioni rilevate nei mesi primaverili ed estivi è legata a diversi fattori, tra cui la maggior turbolenza atmosferica e le diverse caratteristiche chimiche/fisiche dell'atmosfera.

Trend delle concentrazioni



Nel periodo monitorato, la media annuale del benzo(a)pirene risulta conforme al valore obiettivo fissato dalla direttiva europea per il 31/12/2012.

La USEPA e la IARC hanno classificato altri composti, oltre il benzo(a)pirene, come probabili cancerogeni, stabilendo dei coefficienti che ne paragonano la tossicità con il benzo(a)pirene.

Nella tabella seguente vengono riportati questi coefficienti.

Composto	Fattore moltiplicativo
benzo a pirene	1
benzo a antracene	0,006
benzo b fluorantene	0,076
benzo k fluorantene	0,076
indeno (1,2,3,c,d) pirene	0,08
di benzo a,h antracene	0,6

Tab. n° 7.1

Utilizzando questi coefficienti, è possibile valutare anche il contributo degli altri IPA esprimendoli come benzo(a)pirene equivalenti e cioè moltiplicando i composti indicati nella Tab. n° 7.1 per i propri fattori di tossicità equivalente.

Di seguito si riportano i grafici che mettono a confronto il dato di benzo(a)pirene con i benzo a pirene equivalenti.

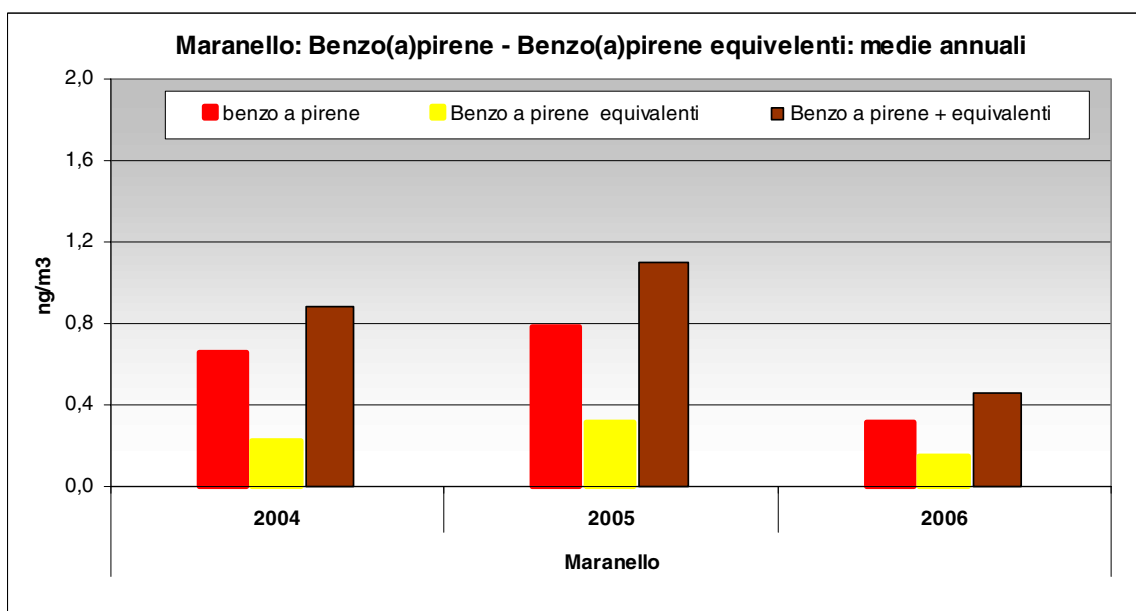
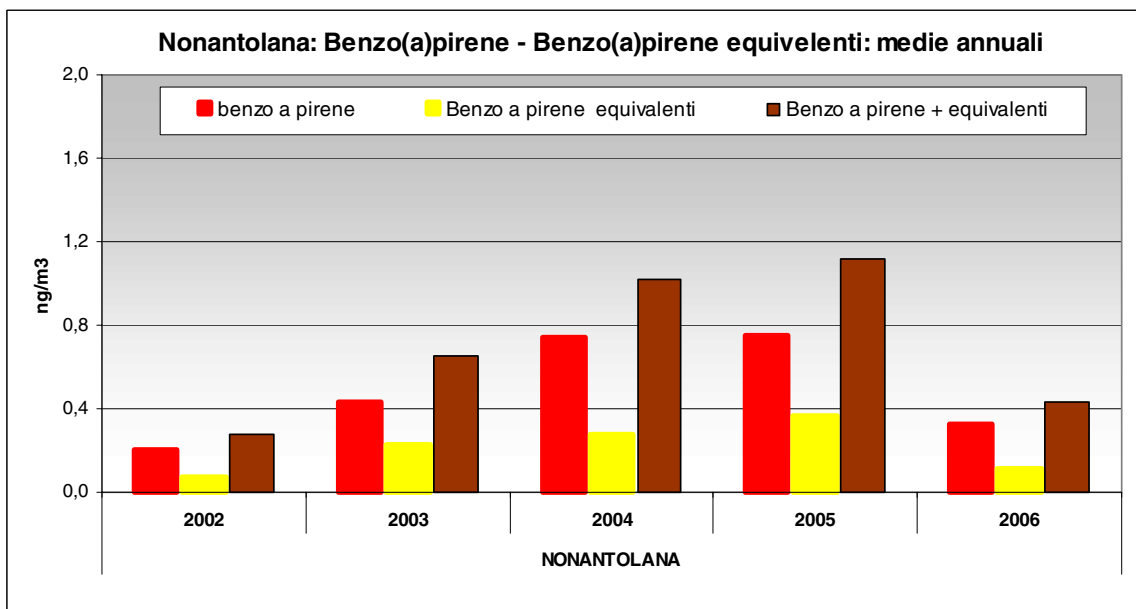
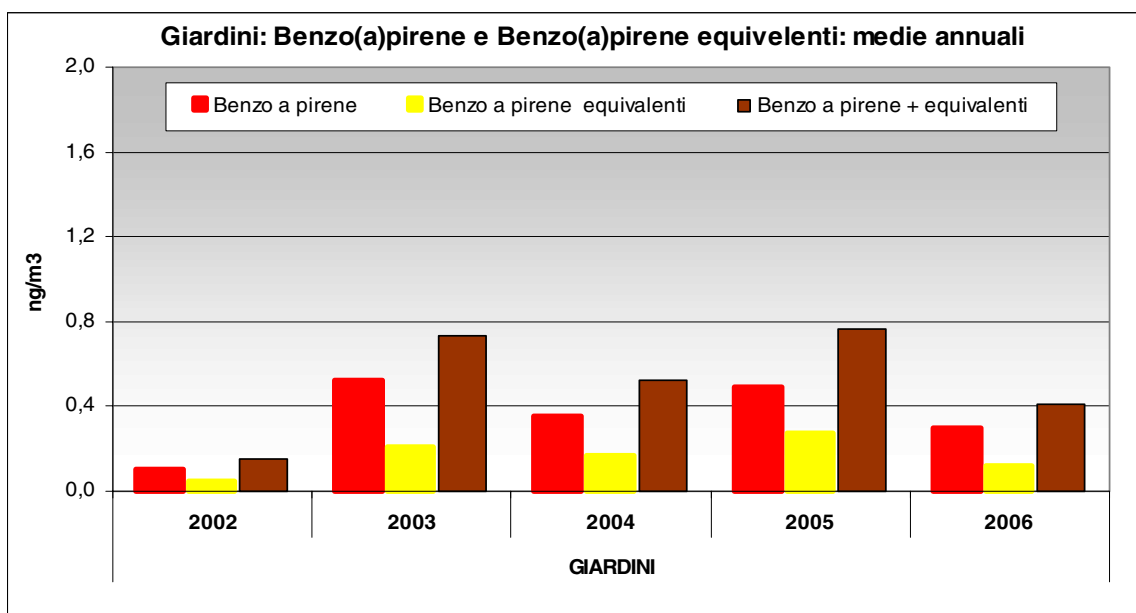


Figura 7.3

8. MUTAGENESI AMBIENTALE

Per una migliore definizione della Qualità Ambientale è 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.

Queste sostanze si associano alle polveri sospese; in particolare, il maggior rischio per la salute umana è associato alle polveri fini in quanto 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), a cui partecipano le Sezioni di Piacenza, Parma, Modena, Bologna, Ferrara, Forlì, Cesena, Ravenna e Rimini, coordinata dalla Sezione di Parma.

Da settembre 2000, presso la stazione di Nonantolana, nel quartiere Torrenova, in zona residenziale in prossimità della tangenziale ad elevato traffico veicolare, è iniziato il campionamento in continuo della frazione PM_{2,5} (particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 µm) che si è rivelata la più interessante dal punto di vista sanitario.

Dal 2004 i test di mutagenesi vengono effettuati solo sul particolato campionato nei mesi più significativi nell'ambito di ogni stagione, valutati in base alla serie storica dei dati e più precisamente:

- gennaio e febbraio, come mesi rappresentativi dell'inverno;
- aprile, come mese rappresentativo della primavera;
- luglio, come mese rappresentativo dell'estate;
- novembre e dicembre, come mesi rappresentativi dell'autunno.

I test di mutagenesi e l'elaborazione dei dati vengono effettuati presso la Sezione Provinciale di Parma, nell'ambito delle attività dell'Eccellenza “Mutagenesi Ambientale”.

I dati relativi alla mutagenicità del particolato atmosferico urbano “*Monitoraggio della mutagenicità del particolato atmosferico urbano: rete regionale dell'Emilia-Romagna - aggiornamento per l'anno 2006*”, sono scaricabili all'indirizzo: http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/generale/notizie_530.asp.

Test di mutagenesi

Il test di *Ames* è il test di mutagenesi più utilizzato al mondo per screening genotossicologici ed ha evidenziato una correlazione tra mutageni e cancerogeni pari a circa il 60-80%.

Preparazione del campione

Il campione mensile è dato dall'insieme dei filtri giornalieri; tale campione viene estratto con opportuni solventi, portato a secco e quindi risospeso al fine di ottenere una concentrazione di 0.05 Nm³/µl. Si cimenta quindi la sospensione con gli organismi test. Negli stessi estratti, sottoposti a test di mutagenesi, è stata effettuata la determinazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici presso la Sezione Provinciale di Ravenna.

Principio del metodo

I test 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 (Metodo Standard: Maron DM, Ames BN. Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. Mutat Res 1983; 113: 173-215).

L'utilizzo di due ceppi diversi di *Salmonella* permette di evidenziare la presenza di sostanze che agiscono con meccanismi differenti: TA98 rileva mutazioni per inserzione o delezione di basi mentre il ceppo TA100 rileva mutazioni per sostituzione di basi.

Mentre la scelta di eseguire i 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.

Il principio del test di Ames si basa sulla retromutazione in quanto utilizza ceppi di batteri (*Salmonella typhimurium*) recanti ognuno un diverso tipo di mutazione nel gene che codifica per la biosintesi dell'istidina, quindi incapaci di crescere in assenza di questo aminoacido. La positività

al test viene valutata sul numero dei batteri che riacquistano la capacità di crescere in assenza di istidina in seguito ad una seconda mutazione dovuta all'esposizione a sostanze mutagene (retromutazioni). I batteri che riacquistano tale capacità sono detti revertenti.

Valutazione dei dati

Osservando l'evoluzione temporale della mutagenicità del particolato atmosferico, espressa come Fattore di Genotossicità totale (

Figura 8.1), si riscontra nell'anno 2006, un aumento del fattore rispetto agli anni passati in corrispondenza dei mesi di gennaio e febbraio.

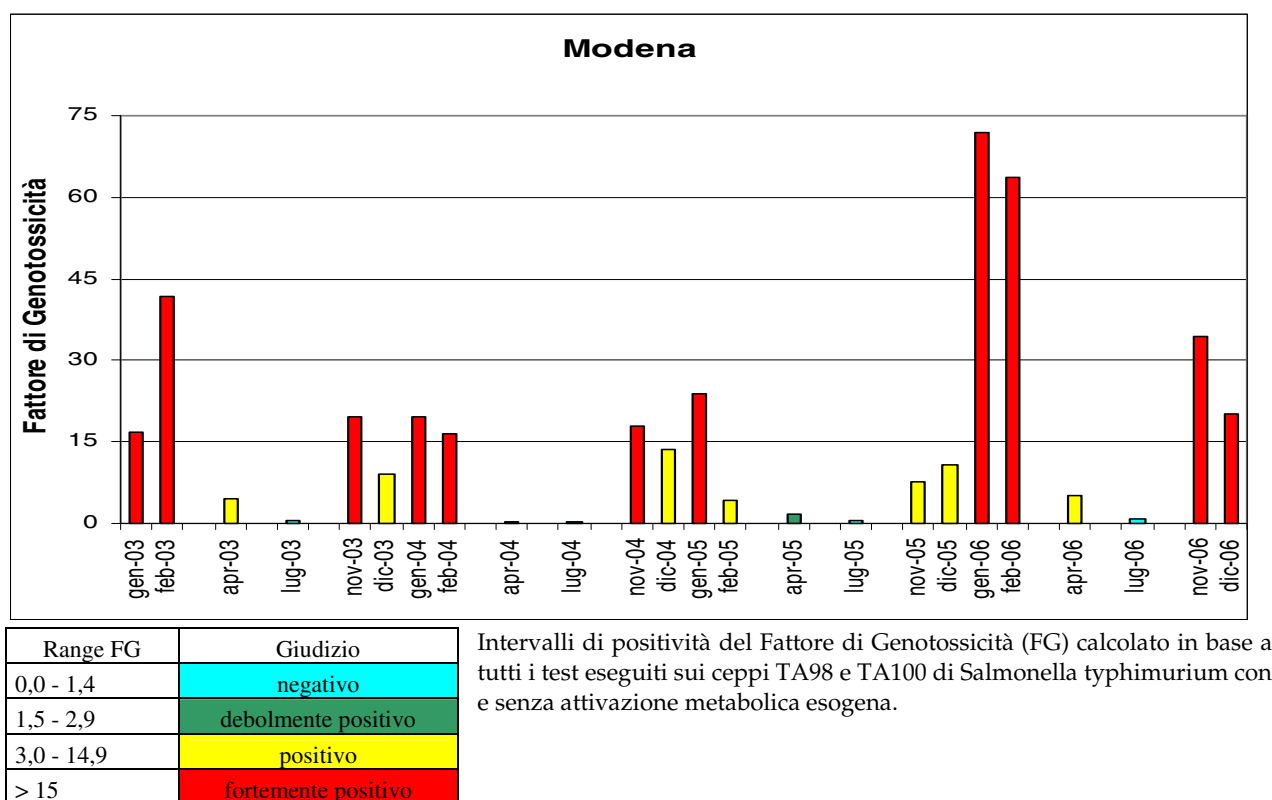


Figura 8.1: Evoluzione temporale della genotossicità del particolato atmosferico urbano (PM_{2,5}) rilevata come Fattore di Genotossicità su tutti i test in *Salmonella typhimurium*

.L'elevato potere mutageno del PM_{2,5} dei primi due mesi del 2006 può essere dovuto, più che a una maggiore concentrazione di PM, ad una maggiore attività mutagenica specifica dello stesso (numero di revertenti indotti per µg di particolato) (Figura 8.2 B).

Infatti, dal confronto tra l'andamento nel tempo della mutagenicità del particolato atmosferico urbano, espressa come numero medio dei revertenti/Nm³, e l'andamento delle concentrazioni (medie mensili) delle polveri (Figura 8.3) si può constatare che non sempre ai valori più elevati di concentrazione di polveri corrispondono i valori più alti di mutagenicità, ma che, a volte, si evidenziano delle discrepanze tra i due andamenti; questo è confermato da una correlazione molto bassa tra concentrazione di polveri e numero medio di revertenti/Nm³ (R²=0,3).

Per quanto riguarda l'andamento nel tempo dei revertenti/Nm³ e dei revertenti/µg di polveri (Figura 8.2) si nota, nella maggior parte dei mesi monitorati, una maggiore sensibilità nei test condotti in assenza di attivazione metabolica esogena, indicando una presenza prevalente di molecole ad azione mutagenica diretta (quali sono ad es. i nitroderivati degli IPA).

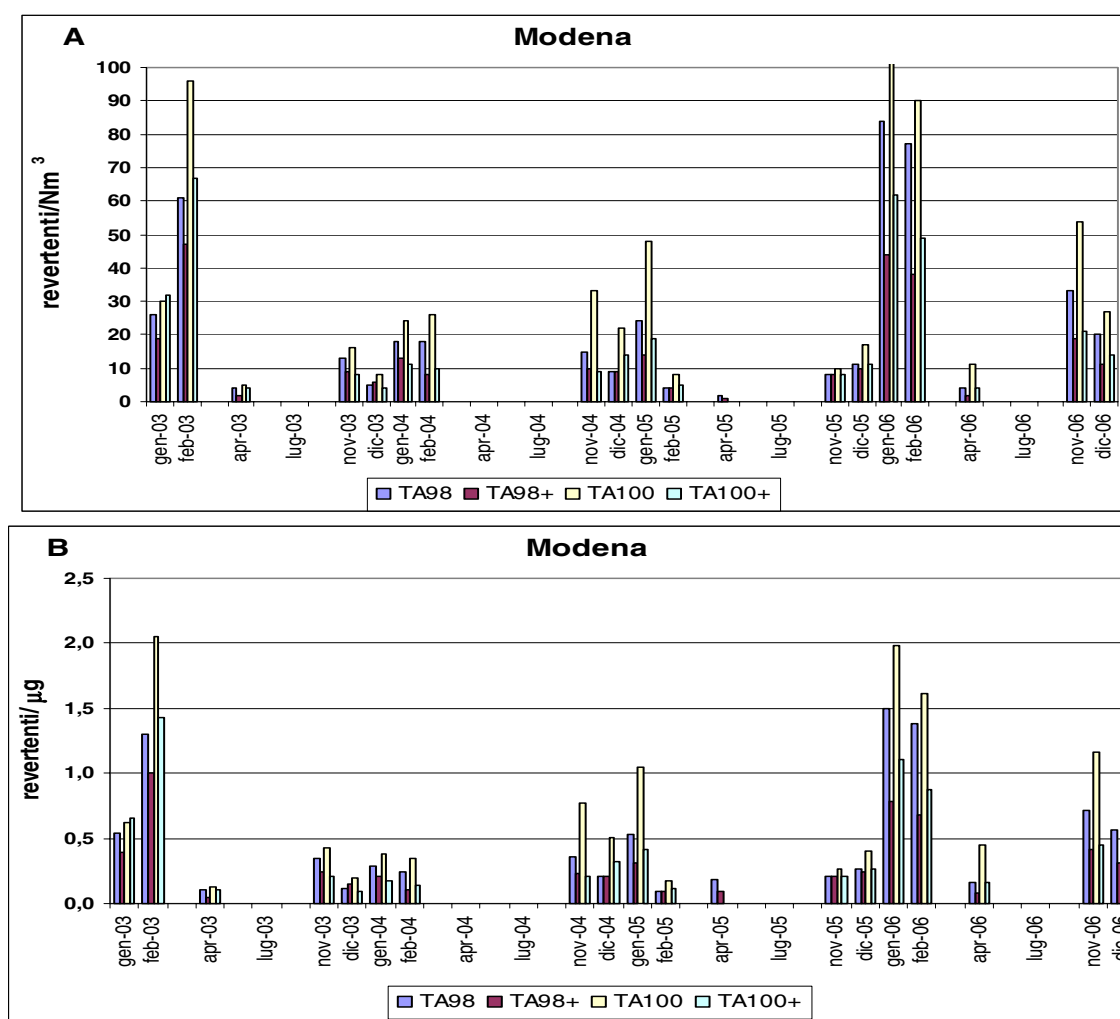


Figura 8.2: Evoluzione temporale della genotossicità del particolato atmosferico urbano (PM_{2,5}) rilevata attraverso l'induzione di revertenti/Nm³ (A) e revertenti/µg polveri (B) in *Salmonella typhimurium* ceppi TA98 e TA100 con (+) e senza attivazione metabolica esogena.

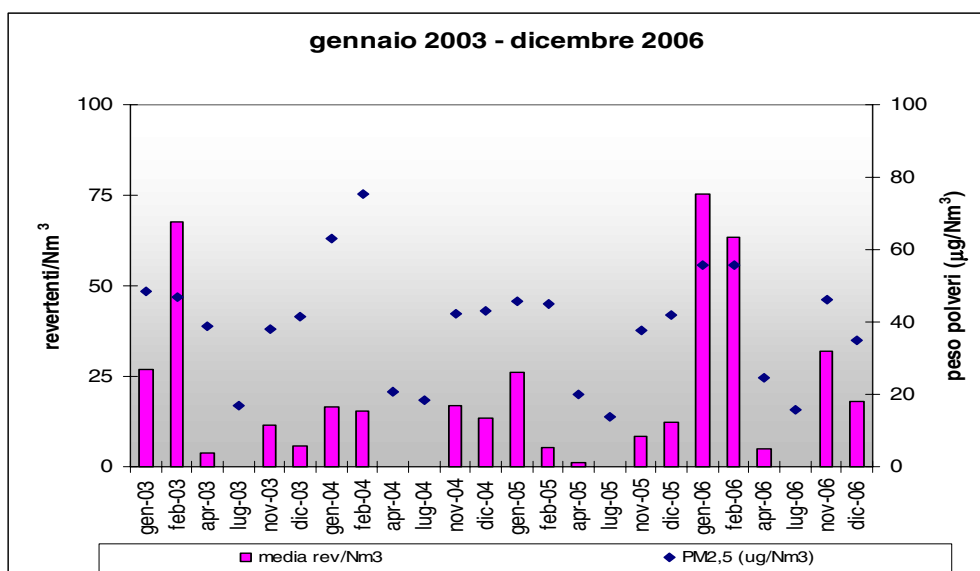


Figura 8.3: Andamenti della mutagenicità del PM2,5, espressa come sommatoria dei revertenti/Nm3 indotti da estratti di campioni mensili, e delle concentrazioni (medie mensili) delle polveri.

Nei grafici seguenti, si riportano le concentrazioni degli IPA con attività biologica (fluorantene, pirene, benzo(a)antracene, crisene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(e)pirene, benzo(a)pirene, indeno(1,2,3-cd)pirene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(ghi)perilene, dibenzo(a,l)pirene, dibenzo(a,e)pirene, dibenzo(a,i)pirene, dibenzo(a,h)pirene), rilevate negli stessi estratti che sono stati sottoposti a test di mutagenesi, espresse sia come ng/mg di articolato, che come ng/Nm³ di aria (Figura 8.4).

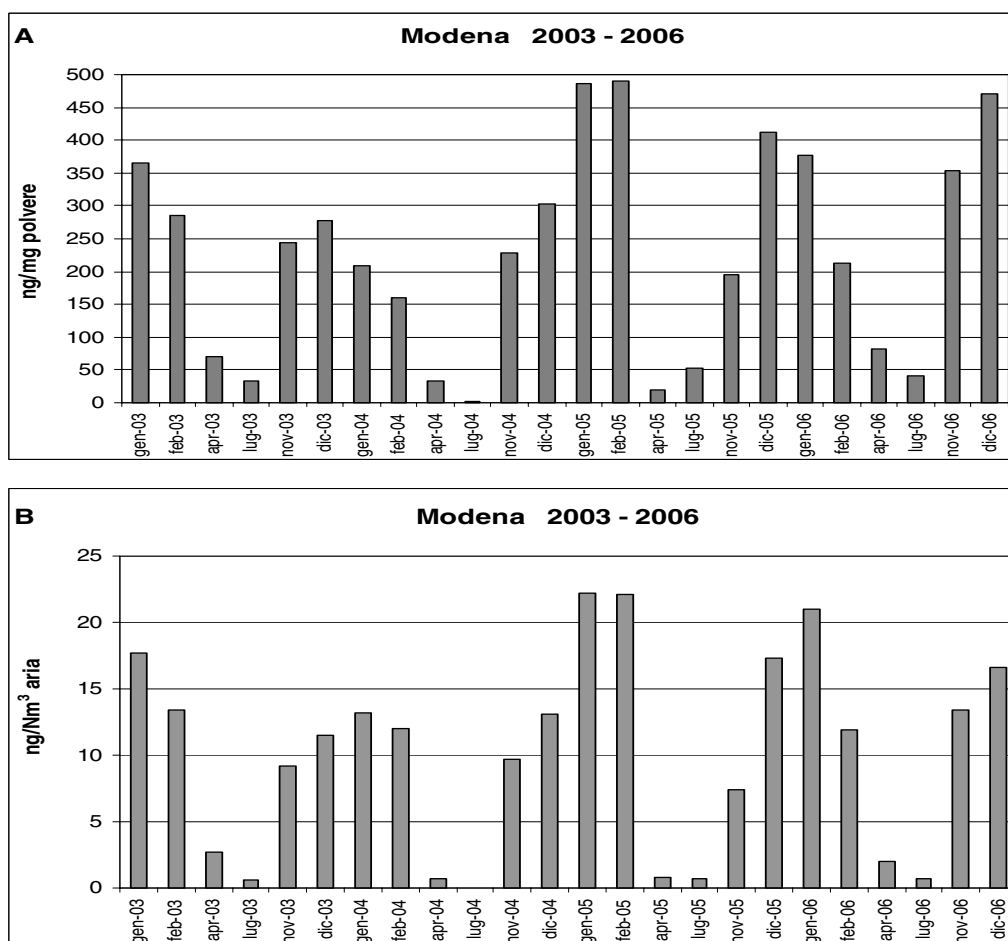


Figura 8.4: concentrazioni di IPA con attività biologica determinate negli stessi estratti di particolato atmosferico sottoposti a test di mutagenesi, espresse come ng/Nm³ di aria e come ng/mg di particolato

Dall'osservazione dell'andamento risulta evidente che i valori più elevati sono quelli riscontrati nei mesi più freddi, ma con concentrazioni minori rispetto all'anno 2005, a parte il mese di novembre e dicembre.

Come rilevato per la concentrazione di PM, anche per quanto riguarda la concentrazione di IPA, si può constatare che non sempre ai valori più alti corrispondono i valori maggiori di mutagenicità del particolato

Infatti, come si può osservare in Figura 8.5, dove si riporta il confronto tra concentrazione di IPA e attività mutagena del particolato, a concentrazioni simili di IPA corrispondono valori di mutagenicità piuttosto differenti. Inoltre, si conferma che gli IPA non sono i soli responsabili della mutagenicità del PM_{2,5}, ma che un forte contributo è dato anche da sostanze ad azione mutagena diretta.

A questo proposito, il confronto tra i livelli medi di IPA con attività biologica e i livelli medi di attività genotossica, determinata su *Salmonella* sia con i test condotti in assenza di attivazione metabolica esogena, che con i test sensibili alla loro presenza ovvero quelli condotti in presenza di attivazione metabolica esogena (+S9), evidenzia che il livello di genotossicità rilevato con i secondi (+S9) è generalmente più basso di quello rilevato con gli altri test (Figura 8.5).

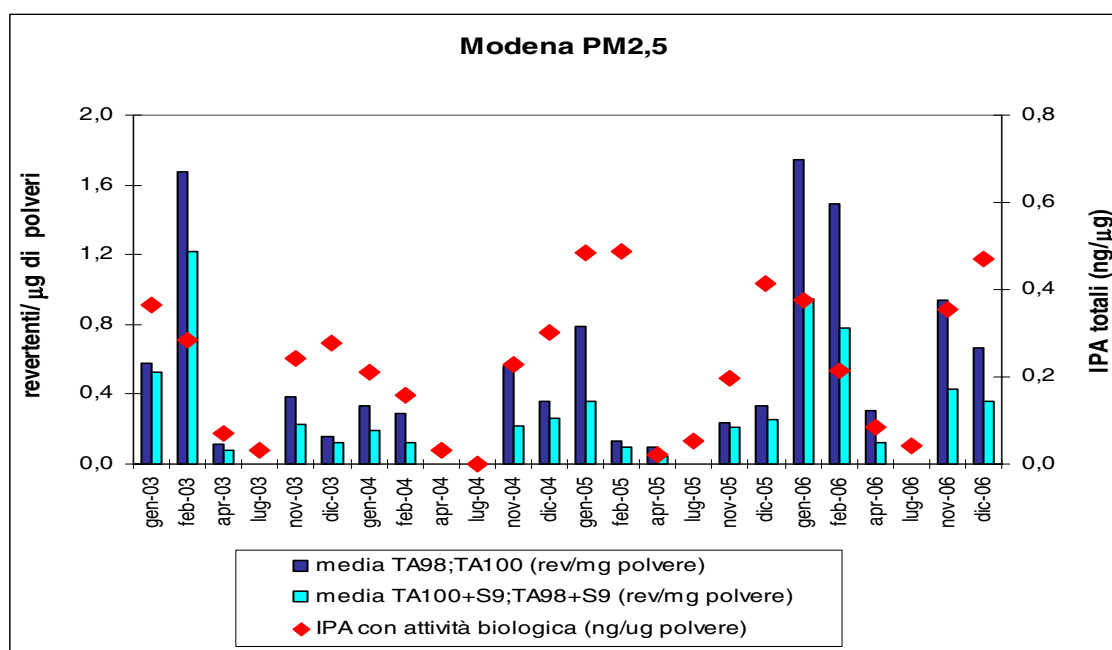


Figura 8.5: Comparazione dei livelli di IPA con attività biologica e attività genotossica determinata con i test sui ceppi TA98 e TA100 di *Salmonella typhimurium* con e senza attivazione metabolica (+S9)

Concludendo, per quanto riguarda l'attività mutagena del particolato atmosferico campionato a Modena, si confermano, nei mesi più freddi, valori "positivi" e "fortemente positivi" senza un trend evidente negli anni. I valori più alti riscontrati nel 2006, soprattutto nei mesi invernali, rispetto al periodo precedente, potrebbero essere dovuti, almeno in parte, a modifiche apportate alla modalità di estrazione del campione a partire dal 2006, che potrebbero aver comportato una sottostima della mutagenicità nel periodo antecedente il 2006.

Si conferma anche l'impossibilità di attribuire ad una sola classe di contaminanti la mutagenicità del PM_{2,5} che risulta essere dipendente, non tanto dalla "quantità", ma soprattutto dalla "qualità" del particolato stesso.

Tutto questo evidenzia, come già riscontrato in precedenza, la molteplicità dei fattori che determinano la mutagenicità del particolato atmosferico urbano.

9. VALUTAZIONE DEI DATI DELLA RETE RIDEP

Le deposizioni atmosferiche, definite anche deposizioni acide secche o deposizioni acide umide, sono l'insieme dei fenomeni attraverso i quali gli inquinanti allo stato gassoso o particellare vengono trasferiti sulla superficie terrestre. Sono **deposizioni secche** quando gli inquinanti si depositano come tali; quando invece essi vengono sciolti dalle goccioline di pioggia, da neve o grandine, si parla di **deposizioni acide umide**.

Le deposizioni acide sono dovute prevalentemente all'emissione di tre inquinanti gassosi di origine antropica: il biossido di zolfo (SO_2), gli ossidi di azoto (NO_x) e l'ammoniaca (NH_3). Questi inquinanti, una volta immessi e diffusi in atmosfera, vengono successivamente depositati subendo alcune trasformazioni chimiche. In particolare gli Ossidi d'Azoto e Biossido di Zolfo si trasformano rispettivamente in acido nitrico e solforico, con tempi di permanenza in atmosfera diversi, dipendenti dalle caratteristiche chimico-fisiche dei composti nonché dalle interazioni fra di essi. Anche l'Ammoniaca, che di norma si deposita rapidamente, ha un comportamento opposto se combinata con Acido Solforico o Nitrico.

La complessità dei fenomeni precedentemente descritti determina processi di deposizione a lunga distanza e pertanto con effetti a carattere transfrontaliero. Le problematiche ambientali originate dalle deposizioni atmosferiche sono riconducibili alla defoliazione o ridotta vitalità delle piante, difficoltà per la vita di animali acquatici in fiumi, laghi ecc. nonché, legato alla deposizione di Nitrati, fenomeni di eutrofizzazione delle acque superficiali costiere e interne.

In quest'ottica il Ministero dell'Ambiente ha coordinato la realizzazione della Rete Italiana per lo studio delle Deposizioni Atmosferiche Umide (RIDEP) che rappresenta la principale fonte di informazioni per lo studio di questo fenomeno a livello nazionale garantendo una accettabile confrontabilità dei dati (raccolta e elaborazione con metodologie unificate); in particolare la Regione Emilia-Romagna, a partire dal 1987, si è dotata di una rete regionale che a tutt'oggi conta 31 stazioni di cui due nel territorio della Provincia di Modena.

- 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 effettuati a cadenza settimanale: di norma la raccolta si effettua il martedì 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.

I dati rilevati nelle due stazioni delle rete sono riportati nei grafici seguenti dove sono rappresentati i trend di solfati, fluoro, ammoniaca e nitrati dal 1992 al 2006; nei grafici sono rappresentati anche i dati storici delle stazioni di Carpi, Pievepelago e Vignola attualmente non più attive.

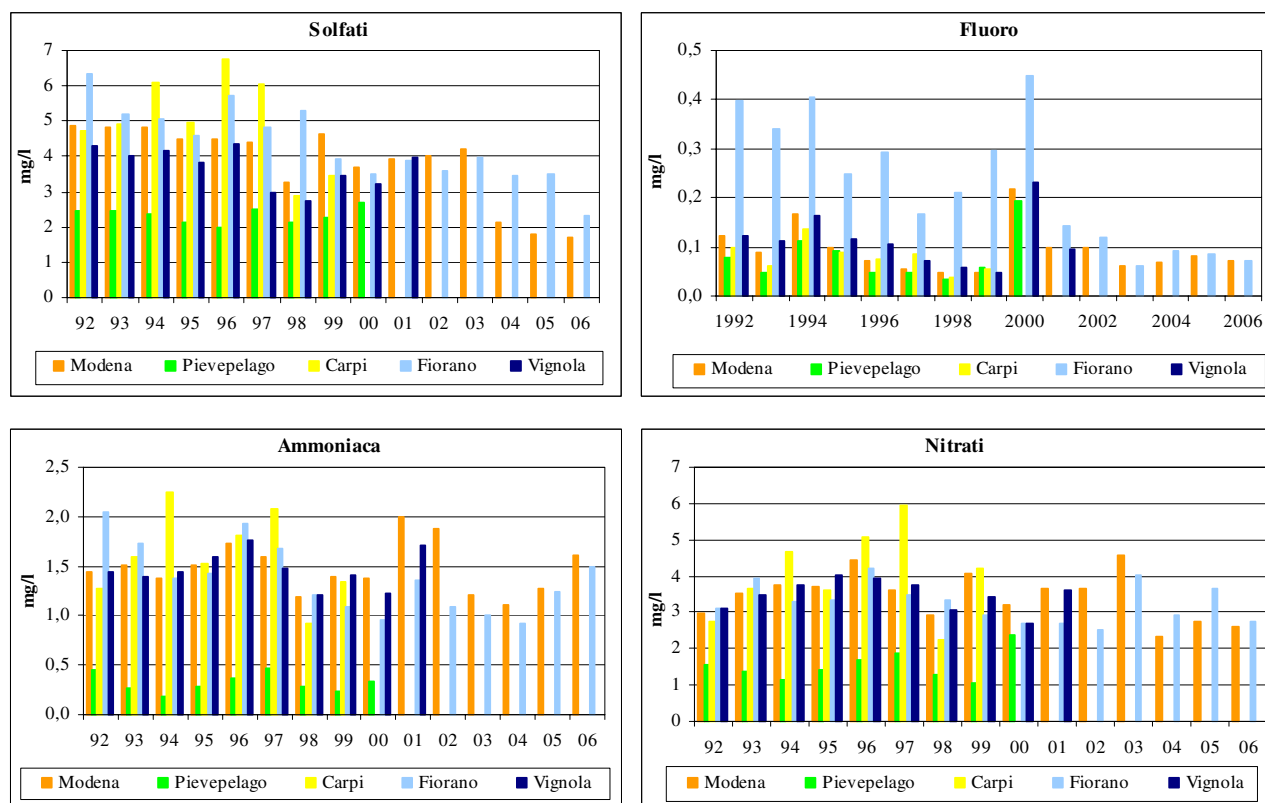


Figura 9.1: trend delle concentrazioni medie annue

I **solfati**, la cui origine è attribuibile alle emissioni di SO_2 , sono andati progressivamente riducendosi nel tempo rispetto ai livelli registrati negli anni 90 (5 – 6 mg/l), a seguito della diminuzione del contenuto di zolfo nei combustibili. Per l'anno 2006, si rileva una sostanziale stazionarietà delle concentrazioni rispetto all'anno precedente nei livelli rilevati a Modena ed una diminuzione delle concentrazioni nel sito di Fiorano.

I **fluoruri**, la cui fonte di emissione è riconducibile nella nostra Provincia all'attività ceramica, confermano anche per il 2006 valori medi prossimi al limite di rilevabilità strumentale, risultato di un trend in diminuzione già da diversi anni.

I **nitrati**, la cui presenza è tipica in aree fortemente antropizzate, nel 2006 hanno registrato un lieve calo rispetto all'anno precedente.

L'**ammoniaca** presenta un trend in leggero aumento negli anni 2005 e 2006. L'ammoniaca viene prodotta sia da fonti naturali, sia antropiche: oltre che nei processi di fissazione naturale ad opera di microrganismi del suolo, l' NH_3 viene prodotta industrialmente ed utilizzata come fertilizzante in agricoltura, viene emessa dagli allevamenti di bestiame e, su scala urbana, dai gas di scarico delle automobili catalizzate.

L'accumulo di azoto reattivo, compresi NH_3 ed NH_4^+ , nelle riserve ambientali può avere effetti sia benefici, sia dannosi sulla biosfera. Infatti, in sistemi naturali nei quali l'azoto è il nutriente limitante, l'azoto reattivo derivante dall'atmosfera può avere effetti positivi sulla produttività, favorendo l'aumento della fotosintesi e l'accumulo di azoto inorganico nel suolo. Tuttavia, quando l'ingresso di azoto eccede le richieste del sistema, possono verificarsi stress ambientali, quali l'acidificazione del suolo, il declino delle foreste e l'eutrofizzazione delle superfici d'acqua. L'ammoniaca ha un ruolo importante nella chimica della troposfera in quanto è il composto gassoso basico più abbondante e rappresenta il maggior agente neutralizzante nei confronti dei gas acidi. Presenta elevata solubilità in acqua e reagisce con la fase particolata (l'ammonio, assieme al solfato, al carbonio organico e ad alcuni metalli di transizione predominano nelle particelle fini ($\text{PM}_{2.5}$)).

10. POLLINI E SPORE AERODISPERSE

La rete regionale di monitoraggio dei pollini allergenici, gestita da ARPA, è costituita da 10 stazioni localizzate nei capoluoghi di Provincia (da Piacenza a Rimini, con l'aggiunta di Cesena), situate in corrispondenza di aree densamente popolate, dove l'incidenza delle pollinosi è in costante aumento.

Le stazioni di monitoraggio di ARPA Emilia Romagna sono attive tutto l'anno, dal 1 gennaio al 31 dicembre: vengono allestiti campioni giornalieri sottoposti ad analisi in microscopia ottica per il riconoscimento ed il conteggio dei granuli pollinici e delle spore fungine. Questo servizio si è consolidato e perfezionato nel corso degli anni, divenendo un riferimento ormai insostituibile sia per pazienti allergici, che per medici allergologi.

Il bollettino regionale “**Bollettino Pollini Allergenici**” è settimanale (viene aggiornato ogni martedì), copre l'intero periodo dell'anno, si trova nel sito di Arpa www.arpa.emr.it, oppure su **Televideo di RAI TRE Emilia Romagna alla pag. 537, televideo di Rete 7, Antenna1, Tele Tricolore pag. 180**, inoltre, su richiesta, viene inviato un bollettino personalizzato sulla situazione pollinica a Modena.

Dalla home page del sito di Arpa si può accedere ad informazioni relative a ciascuna provincia, oppure ad informazioni su scala regionale, quali concentrazioni osservate e previste delle principali famiglie, concentrazioni medie e massime rilevate in regione, informazioni meteorologiche.

AGENZIA REGIONALE PREVENZIONE E AMBIENTE DELL'EMILIA-ROMAGNA

**Servizio Idro Meteo**



arpa web

- ▶ HOME
- ▶ POLLINI/ALLERGIE
- ▶ SCHEDE BOTANICHE
- ▶ Il fiore, l'impollinazione ed il polline
- ▶ MONITORAGGIO POLLINI
- ▶ BOLLETTINO POLLINI
- ▶ Bollettino regionale
- ▶ Piacenza
- ▶ Parma
- ▶ Reggio Emilia
- ▶ Modena
- ▶ Vignola (MO)
- ▶ Bologna
- ▶ S. Giovanni in Persiceto (BO)
- ▶ S. Pietro Capofiume (BO)
- ▶ Ferrara
- ▶ Ravenna
- ▶ Faenza (Ra)
- ▶ Forlì
- ▶ Cesena
- ▶ Rimini
- ▶ PREVISIONI
- ▶ COMMENTO DELL'ALLERGOLOGO

bollettino pollini allergenici



La situazione dei pollini allergenici monitorati in Emilia Romagna
dal 16/4/2007 al 22/4/2007

sintesi

 **Commento dell'allergologo**

Scarica il bollettino pollini (pdf, 267 Kb)

Una novità, introdotta nel corso dell'anno 2006, sono le schede botaniche che raccolgono informazioni sulle famiglie botaniche e sulle specie vegetali più significative dal punto di vista allergologico. Vengono trattate tutte le piante, sia arboree che erbacee, i cui pollini, diffusi per via aerea (impollinazione aerogama), sono rilevati dalla rete regionale di monitoraggio pollinico.

Il contenuto delle singole schede botaniche prevede: la descrizione delle caratteristiche generali, biologiche, palinologiche, il periodo di fioritura, il potere allergenico.

Nel sito è poi presente una pagina dedicata alle informazioni sanitarie che, oltre ad introdurre il problema delle allergie, contengono un commento allergologico sul periodo e forniscono consigli utili sugli stili di vita da condurre in questi casi.

Analisi dei dati

Vengono di seguito esposte e commentate le concentrazioni dei pollini e delle spore fungine rilevate nella zona di Modena durante l'anno 2006.

Le famiglie ricercate sono le seguenti: betullacee, composite, corilacee, fagacee, graminacee, oleacee, plantaginacee, urticacee, cupressacee, chenopodiacee, poligonacee, euforbiacee, mirtacee, ulmacee, platanacee, aceracee, pinacee, salicacee, piperacee, juglandacee, ippocastanacee e come spore l'alternaria e lo stemphylum.

Di queste famiglie, dieci sono considerate come le più significative dal punto di vista allergenico; sono caratterizzate da impollinazione anemofila, cioè attraverso il vento (si ricorda che tale veicolo di movimentazione interviene non solo sull'aggregazione o disaggregazione dei pollini nell'aria, ma agisce anche sul particolato, fattore che contribuisce, come noto, alla diffusione delle patologie allergiche, soprattutto respiratorie ed oculari).

La rappresentazione grafica sottostante mette in evidenza la presenza percentuale delle diverse famiglie, secondo quanto rilevato nell'anno 2006 nel territorio provinciale di Modena: le famiglie presenti in maggiore quantità sono in ordine le Cupressacee, le Coriacee, le Graminacee e le Urticacee.

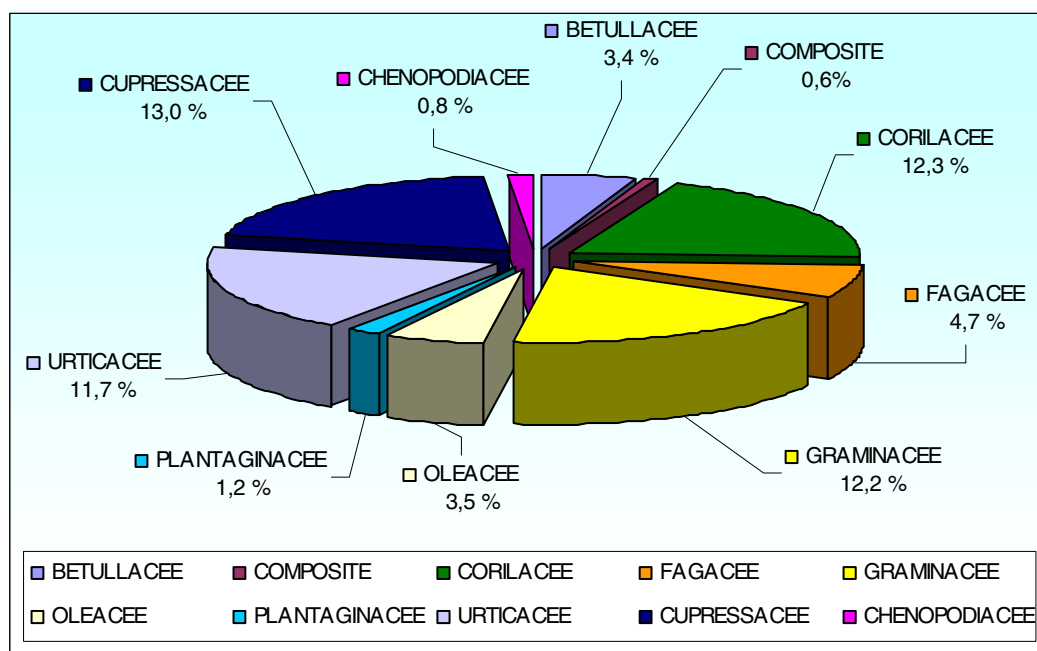


Figura 10.1: Presenza percentuale delle famiglie significative dal punto di vista allergenico

In dettaglio, nella tabella seguente, vengono riassunti i dati che hanno caratterizzato la stagione pollinica 2006, cioè:

1. elenco delle principali famiglie vegetali riconosciute in ordine di comparsa del polline in atmosfera.
2. giorno d'inizio della fioritura (intesa come il giorno in cui è stato emesso l'1% dei granuli)
3. giorno di massima fioritura (granuli /m3)
4. giorno di fine fioritura (intesa come il giorno in cui è stato emesso il 99% dei granuli)
5. concentrazione di granuli emessi nel giorno di massima fioritura (granuli/m3)
6. numero totale di granuli emessi nell'anno (n° granuli/m3).

Famiglia	Inizio fioritura	max fioritura	fine fioritura	pollini/m3 nel giorno di massima fioritura	emissione nell'anno (pollini/m3)
Pollini					
Cupress-Taxac.	1-feb	5-mar	8-ago	2860	7799
Ulmacee	25-feb	5-mar	26-apr	43	752
Betulacce	11-feb	7-mar	18-giu	110	2025
Corylacee	17-feb	14-apr	23-mag	1798	7368
Salicacee	4-mar	30-mar	21-apr	239	2189
Aceracee	5-mar	31-mar	1-lug	44	379
Pinacee	5-mar	20-mag	29-ott	62	839
Oleacee	6-mar	30-mar	26-giu	176	2094
Graminacee	8-apr	4-mag	12-ott	444	7317
Fagacee	10-apr	21-mag	9-ago	183	2839
Platanacee	7-apr	14-apr	5-mag	4140	17221
Juglandacee	15-apr	2-mag	23-mag	33	191
Urticacee	20-apr	23-apr	19-ott	370	7061
Composite	15-apr	30-giu	20-ott	23	353
Poligonacee	26-apr	12-mag	11-ott	7	195
Plantaginacee	9-mag	27-giu	12-set	46	738
Cheno-Amarant.	8-mag	2-set	15-nov	16	478
Spore					
Stemphylium	25-feb	9-lug	9-dic	46	1371
Alternaria	14-apr	13-lug	22-nov	330	14624

Tab. n° 10.1

Nel 2006 la fioritura ha avuto inizio a febbraio con i pollini di *Cupressacee*, a cui presto si sono affiancati quelli dell'ontano (*Betulacee*), del nocciolo (*Corylacee*) e, a fine febbraio, dell'olmo (*Ulmacee*). A marzo, le concentrazioni sono aumentate bruscamente a seguito dell'avanzare della stagione e hanno fatto quindi la loro comparsa frassino (*Oleacee*), pioppo (*Salicacee*), acero (*Aceracee*) e pino (*Pinacee*). Si sono poi aggiunti altri pollini di alberi quali, betulla (*Betulacee*), carpino nero (*Corylacee*), quercia (*Fagacee*) e platano (*Platanacee*) che sono assai abbondanti in aprile.

In questo periodo, la pioggia pollinica è fitta e varia e si rilevano anche i pollini delle piante erbacee che diventano dominanti, grazie alle graminee (*Graminacee*), in maggio. Tra le piante legnose, hanno ancora una certa rilevanza i pini (*Pinacee*) e, in giugno-luglio, il castagno (*Fagacee*). Nello stesso periodo è iniziata anche la fioritura della parietaria (*Urticacee*) che ha dominato la pioggia pollinica fino settembre, accompagnata da varie altre erbe tipicamente a fioritura estiva quali ambrosia e artemisia (*Composite*), chenopodi (*Chenopodiacee*) e piantaggini (*Plantaginacee*).

Nel periodo autunnale, le concentrazioni si affievoliscono e in aria si trova soprattutto il polline dei cedri (*Pinacee*), alberi sempreverdi esotici che, con l'abbondante produzione di strobili maschili, spargono a terra il tappeto autunnale della loro polvere gialla.

In piena estate, inizia anche la sporulazione, che continua per tutto l'autunno, di *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Botrytis*, per citare solo le spore più frequenti e diffuse. Vengono registrate solo le concentrazioni di *Stemphylium*, per l'interesse fitopatologico che riveste, e di *Alternaria* che oltre un'importanza nell'ambito della patologia vegetale, ricopre anche una rilevanza di tipo allergologico analogamente ai pollini.

Si riportano di seguito, gli andamenti nell'anno, delle medie mobili settimanali dei pollini emessi dalle Famiglie Arboree, (ad interesse allergologico e non), dalle Famiglie Erbacee e dalle spore.

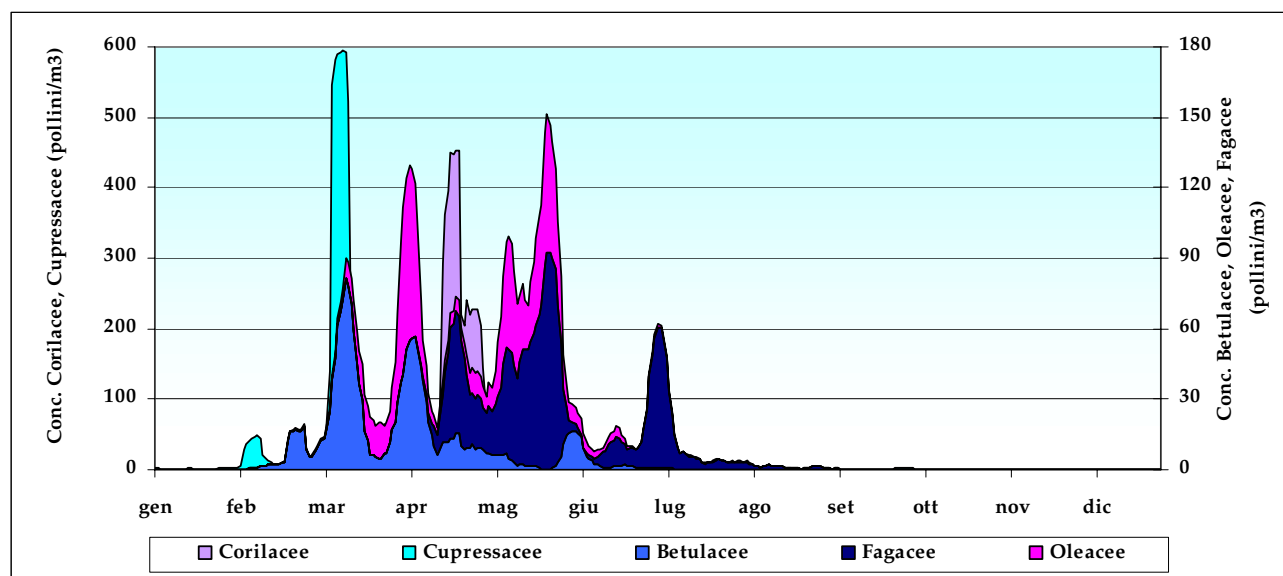


Figura 10.2: Famiglie Arboree ad emissione pollinica di interesse allergologico: andamento annuale delle medie mobili settimanali

Le curve polliniche rappresentate dalla Figura 10.2, mettono in evidenza la presenza di elevate concentrazioni di pollini in atmosfera: di Cupressacee in marzo, di Corilacee nel periodo aprile-maggio (carpino), mentre seguono, con picchi simili ma in periodi diversi, le Fagacee, in aprile-maggio (quercia e faggio) e luglio (castagno).

Un cenno particolare meritano le Oleacee, i cui pollini sono considerati anch'essi "emergenti" per il netto aumento della frequenza di sensibilizzazione rinvenute, fatto dovuto principalmente all'introduzione di Olivi come piante ornamentali dei giardini (fioritura a maggio giugno); le concentrazioni comunque nei mesi di marzo aprile risentono di un valido contributo del Frassino.

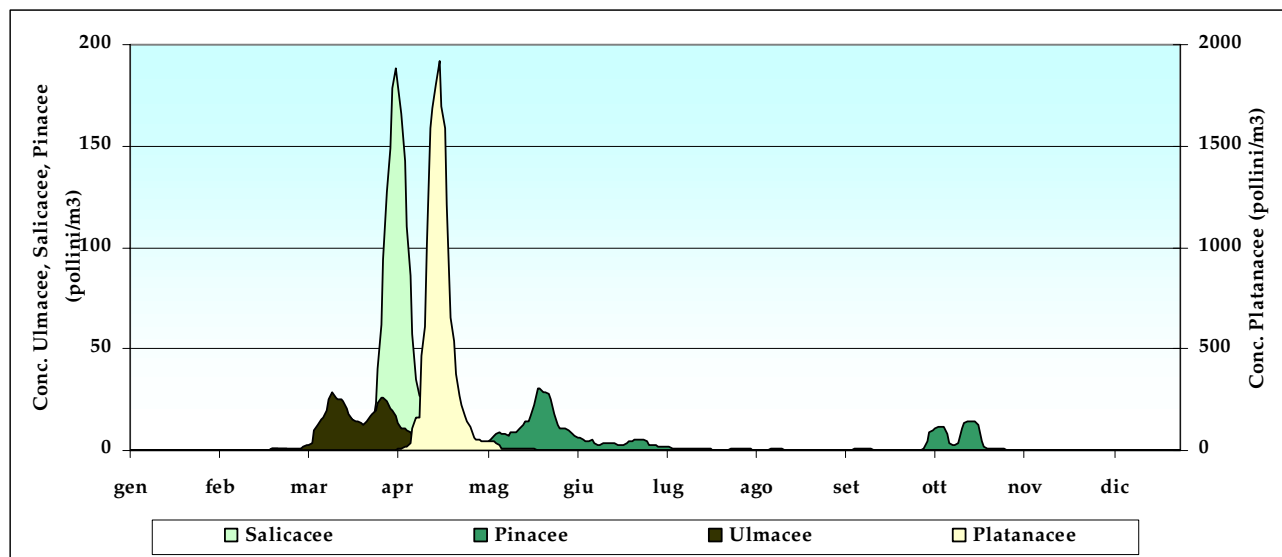


Figura 10.3: Famiglie Arboree ad emissione pollinica di scarso interesse allergologico: andamento annuale delle medie mobili settimanali

Le curve polliniche rappresentate nella Figura 10.3 mettono in evidenza la presenza, in aprile, di elevate concentrazioni in atmosfera di pollini di Platanaceae, dovuto ad un fattore di confondimento, cioè alla presenza vicino alla stazione di rilevamento di un viale di circa 300 m contornato da questi alberi. Sebbene questi pollini siano di scarsa o nulla rilevanza allergologica, raggiungono concentrazioni molto elevate con un massimo delle medie mobili settimanali rappresentate dal grafico, di 1921 granuli /m³ il giorno 18 aprile, che corrisponde ad un massimo giornaliero nell'anno di 4140 granuli /m³ il 14 aprile; seguono le Ulmacee e le Salicacee con un picco nel periodo marzo-aprile, ma di ordine completamente diverso (100 volte inferiore).

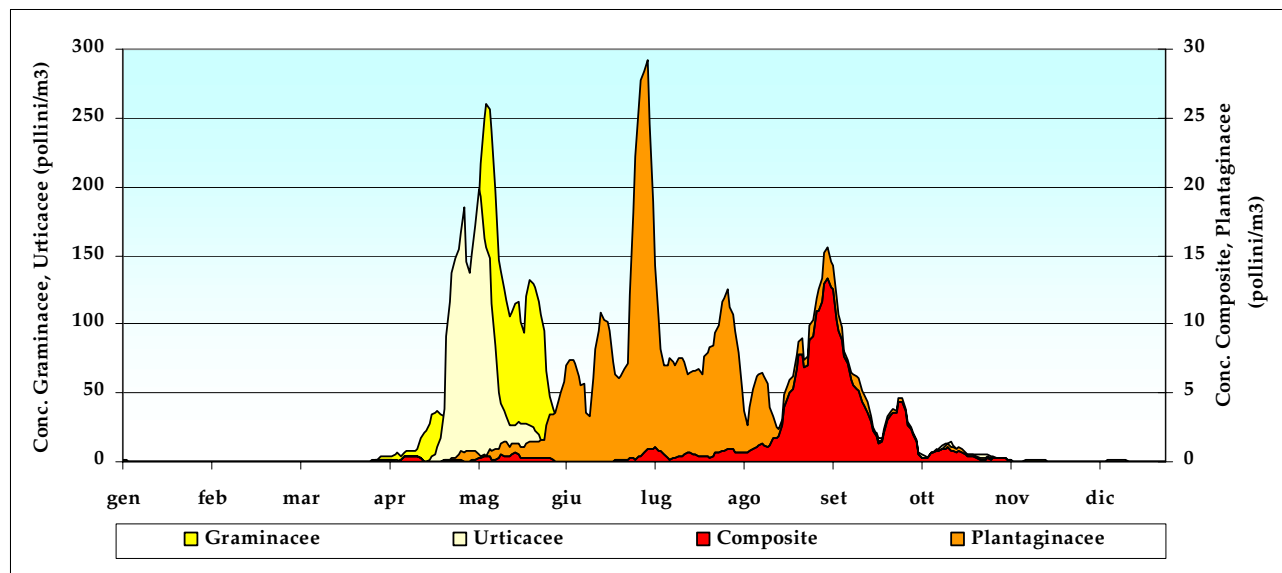


Figura 10.4.: Famiglie Erbacee ad emissione pollinica di interesse allergologic: andamento annuale delle medie mobili settimanali

Le curve di polliniche rappresentate dalla Figura 10.4, mettono in evidenza la presenza di elevate concentrazioni in atmosfera di pollini di Urticacee e Graminacee nel periodo maggio-giugno: il massimo delle medie mobili settimanali delle graminacee, rappresentate dal grafico, si è verificato il giorno 8 maggio con 260 granuli /m³, corrispondente ad un massimo giornaliero nell'anno, il giorno 4 maggio con una concentrazione di 444 granuli/ m³, mentre quello delle urticacee è avvenuto il 5 maggio per quanto riguarda il massimo della media mobile settimanale con 198 granuli/ m³ e il massimo giornaliero il 23 aprile con 370 granuli/ m³.

Le curve riferite alle Composite e alle Plantaginacee raggiungono dei livelli molto inferiori, ma soprattutto l'Ambrosia è considerata attualmente, per il considerevole aumento di sensibilizzazione allergiche provocate, un vero polline emergente.

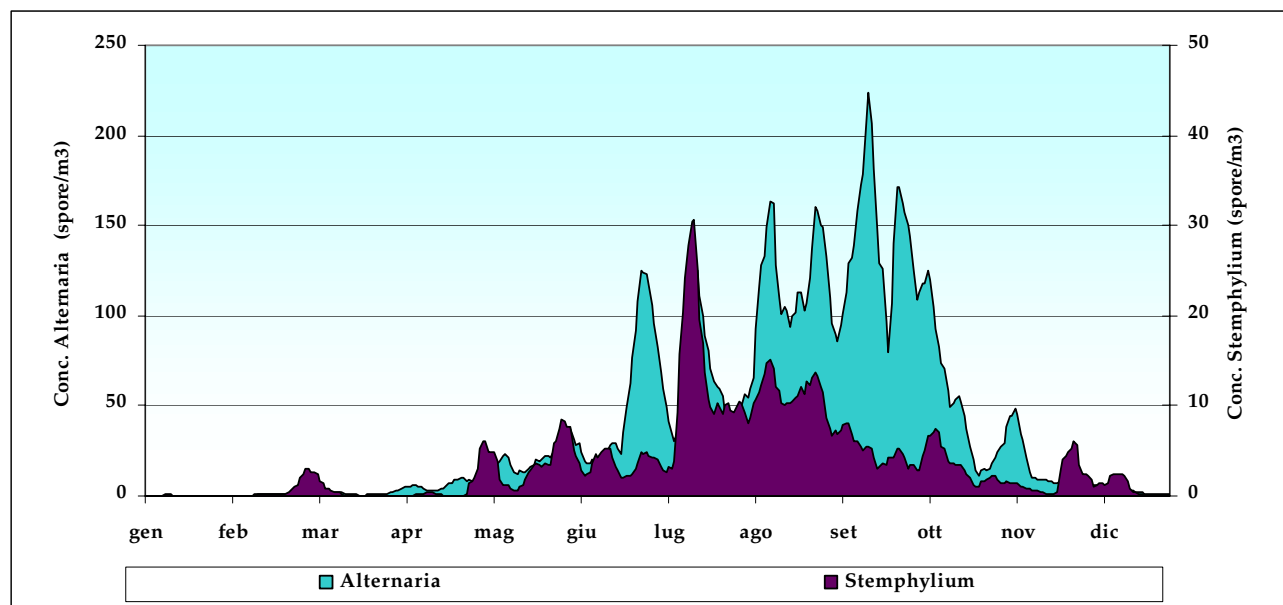


Figura 10.5: Famiglie Erbacee ad emissione pollinica di interesse allergologico: andamento annuale delle medie mobili settimanali

Per quanto riguarda le spore, si evince, dalla Figura 10.5, che l'*Alternaria*, causa comune di patologia allergica, raggiunge nei mesi di agosto-settembre-ottobre concentrazioni molto elevate, con un massimo della media mobile settimanale di 224 spore/m³ e un massimo giornaliero in atmosfera pari a 330 spore/m³.

Molto più basse le concentrazioni di *Stemphylium*, ma importanti sia dal punto di vista fitopatologico, che dal punto di vista allergenico come emergenti.

Nel complesso la pollinazione nel 2006 è stata leggermente superiore a quella del 2005: circa 62500 pollini/m³ contro i 48000 del 2005.

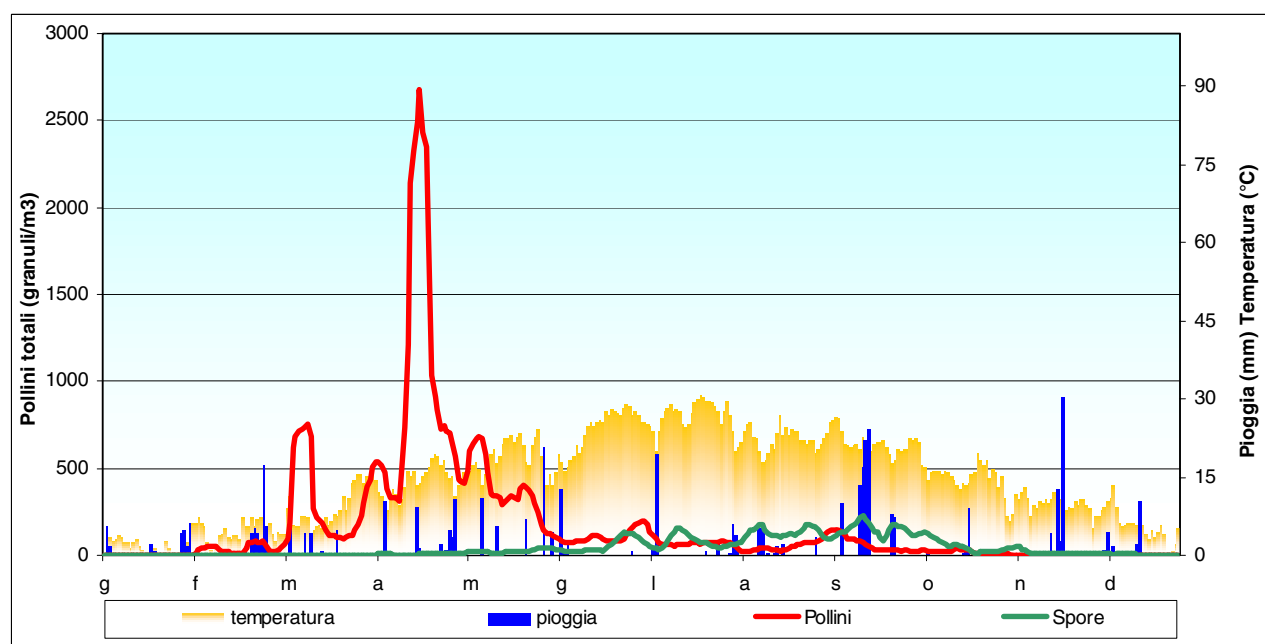


Figura 10.6: Pollini e spore - andamento annuale delle medie mobili settimanali

Dal grafico riportato in Figura 10.6, dell'andamento delle medie mobili settimanali di pollini e spore, si può notare:

- Massima della media mobile settimanale il 18 aprile corrispondente a 2676 granuli/m³ corrispondente; la massima concentrazione giornaliera dell'anno si è verificata il 14 aprile con 6664 granuli/m³,
- Massima della media mobile settimanale delle spore pari a 229 spore /m³ che si è verificata il 15 settembre; la massima concentrazione giornaliera dell'anno, si è verificata il 13 settembre con 330 spore /m³.

Ricordiamo che il periodo maggio-settembre è caratterizzato da elevate concentrazioni di spore fungine, in quanto presenta normalmente minore umidità e un aumento dei flussi aerei, fattori idonei alla dispersione delle spore, rispetto agli stessi granuli di polline.

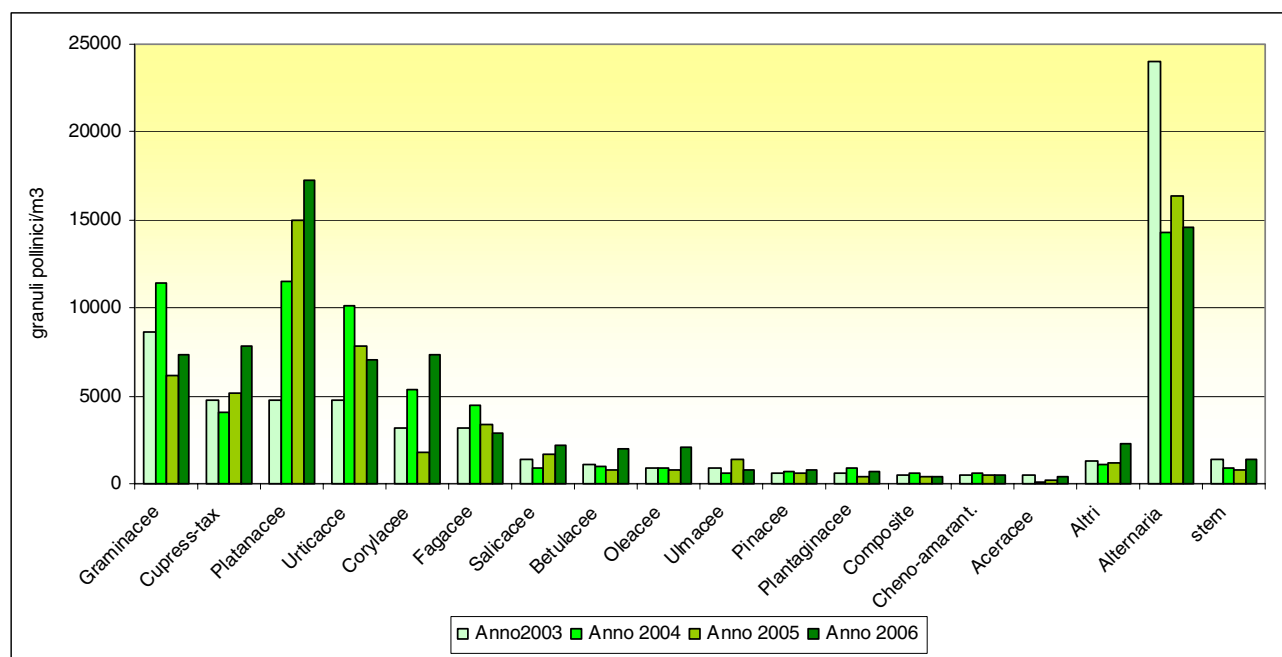


Figura 10.7 Emissione pollinica - confronto famiglie anno 2003 – 2004 - 2005 - 2006

Confrontando graficamente le varie famiglie nei quattro anni, si nota una certa variabilità soprattutto per le famiglie presenti in maggiore quantità e cioè graminacee, platanacee, urticacee, cupressacee e coriacee.

Questo comportamento è legato all'andamento meteorologico dell'anno 2006, di cui si riporta un breve riassunto.

L'inverno 2006 è stato tra i più freddi dell'ultimo decennio, a causa della configurazione a larga scala che ha determinato frequenti impulsi d'aria fredda dall'Europa orientale. Questa condizione si è protratta anche durante il mese di marzo. Note caratteristiche sono state, quindi, le frequenti gelate fino alla prima decade di marzo, pochi eventi di nebbia dovute all'aria secca continentale e, di conseguenza, precipitazioni più scarse del normale.

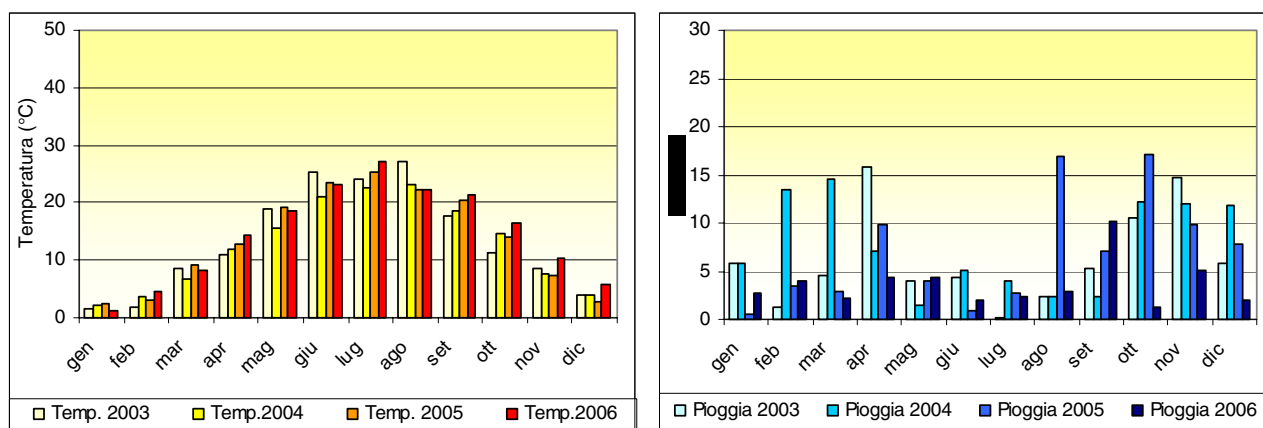


Figura 10.8: temperatura e pioggia negli anni 2003 – 2004- 2005-2006

La primavera è proseguita su note certamente più calde, soprattutto nel mese di aprile, che hanno favorito la fioritura e quindi l'emissione pollinica di Betullacee, Coriacee, Platanacee e Urticacee, Graminacee, Salicacee e Oleacee, ma con precipitazioni ancora molto scarse su quasi tutta l'Emilia.

L'ingresso dell'estate vede una delle irruzioni fredde più significative degli ultimi 40 anni, con la neve segnalata sui rilievi nei primi giorni di giugno già sopra i 1000 metri. Ma da metà del mese la regione si trova a temperature molto superiori alla media per l'arrivo dell'anticiclone subtropicale, che subiranno una parziale flessione ad inizio luglio, per poi aumentare nuovamente in maniera decisiva alla fine del mese, quando si sono raggiunte punte fino a 38° in pianura. L'ingresso di agosto conferma il comportamento schizofrenico dell'estate 2006, in quanto il freddo e le piogge fanno da padrone per quasi tutto il mese: temporali frequenti e intensi e temperature mai sopra i 30° sulla costa e mai sopra i 33° all'interno. Estate, che in questo modo, non ha favorito lo sviluppo di muffe e la liberazione di spore in aria.

L'autunno segna una nuova fase climatica che poi si protrarrà anche durante l'inverno 2007: temperature quasi costantemente superiori alla norma e precipitazioni scarse. Poche le eccezioni significative, tra cui le grandi piogge che interessano tutta la regione durante il mese di settembre e le gelate d'inizio novembre. L'autunno sarà quindi uno dei più caldi, se non il più caldo, da quando si effettuano le misurazioni; la nota dolente è data dalla mancanza delle precipitazioni abbondanti di ottobre e novembre. Durante l'ultimo mese dell'anno, le piogge copiose tornano sull'Italia, portate da forti correnti sud occidentali che, però lasciano al secco la pianura emiliano romagnola, in quanto sottovento all'Appennino. Questo tipo di correnti sono responsabili anche delle rilevanti anomalie positive nelle temperature medie registrate in regione. L'unico evento freddo della stagione invernale si avrà nell'ultima settimana dell'anno, quando il 28 la temperatura non salirà sopra lo zero sul settore centro orientale della regione.

In conclusione l'anno 2006 è stato il più secco a livello regionale dal 1951. A livello termico non si presenta molto dissimile dagli anni dell'ultimo periodo, pur caratterizzato da un prolungato inverno freddo, un autunno molto caldo e da un'estate estremamente variabile.

ALLEGATO

I COMUNI IN DETTAGLIO
ANALISI DEI DATI RILEVATI

I COMUNI IN DETTAGLIO – ANALISI DEI DATI RILEVATI

In questo capitolo, verranno elaborati e confrontati i dati delle singole stazioni presenti in ambito comunale o in aree omogenee formate da più comuni , a seconda delle diverse specificità.

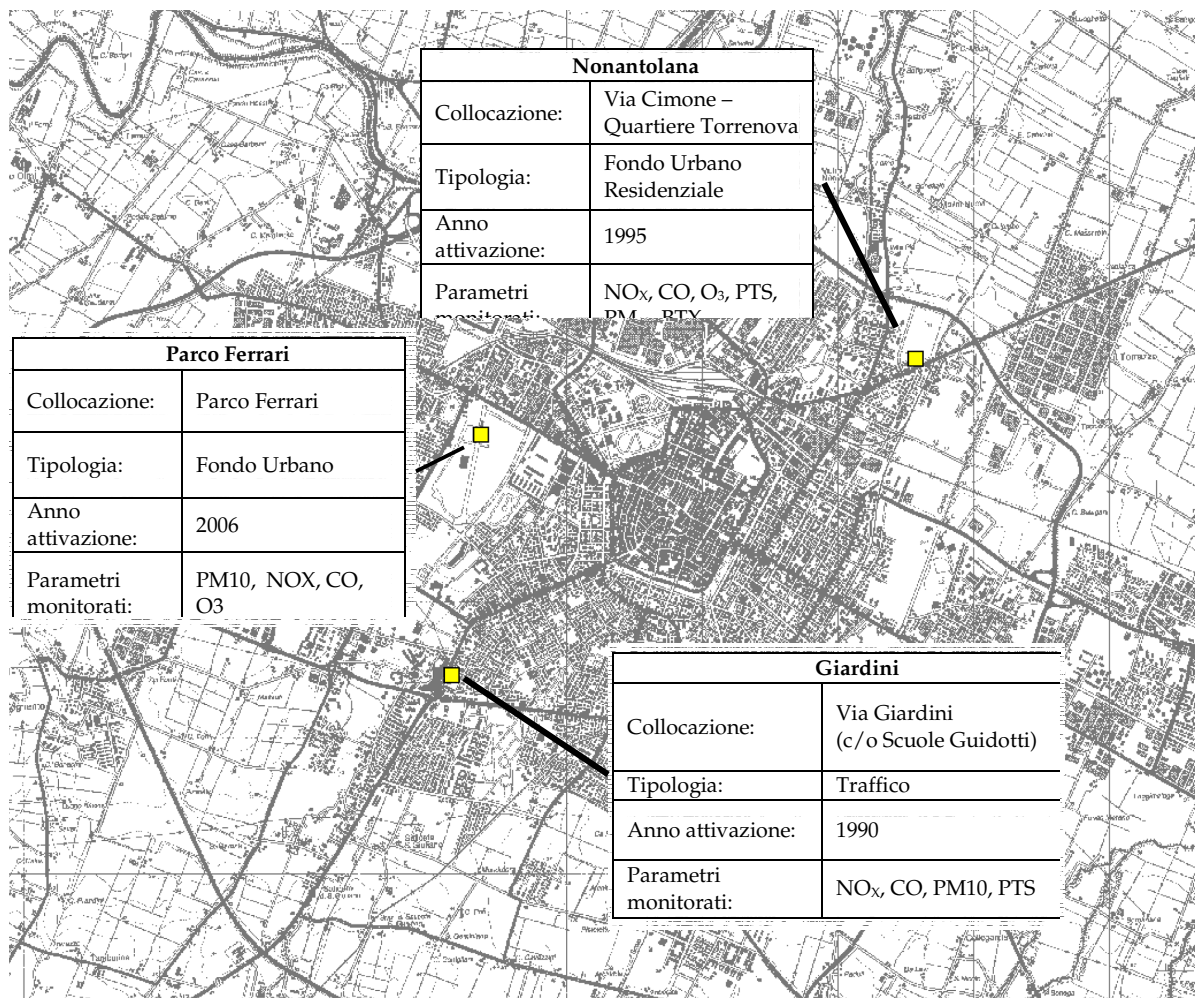
Si è quindi scelto di effettuare elaborazioni specifiche per il Comune Capoluogo e per il Comune di Carpi, data la loro incidenza nel contesto provinciale, mentre si sono accorpati in un unico capitolo i Comuni del Distretto Ceramico, per la realtà produttiva che li caratterizza. L'analisi sulla qualità dell'aria nel Distretto Ceramico è stata integrata elaborando i dati della Rilocabile SAT, a cui è stato dedicato un capitolo a parte.

Si è infine sviluppato uno specifico capitolo per il Comune di Mirandola, in cui è collocata l'unica stazione appartenente alla Zona A, ma esterna agli agglomerati, con un set completo di dati annuali. Le altre stazioni della Zona A, Campogalliano e Castelfranco, e della zona B, Pavullo, sono state disattivate a ottobre 2006 a seguito del progetto di ristrutturazione della rete di monitoraggio.

Nell'analisi dei dati, si sono valutati, come per gli agglomerati, gli andamenti temporali ed il rispetto dei limiti normativi in ogni singola stazione presente nell'area considerata; a compendio di questa valutazione si è inoltre riportato l'andamento dal 1995 al 2006 delle concentrazioni rilevate nelle stazioni.

1 COMUNE DI MODENA

A seguito della ristrutturazione della rete Regionale di Qualità dell'Aria, a marzo 2006 sono state spente le stazioni di Garibaldi e XX Settembre. La nuova configurazione della Rete nel comune di Modena è riportata nella mappa dettagliata che segue.



1.1 Ossidi di Azoto

Andamenti temporali nel 2006

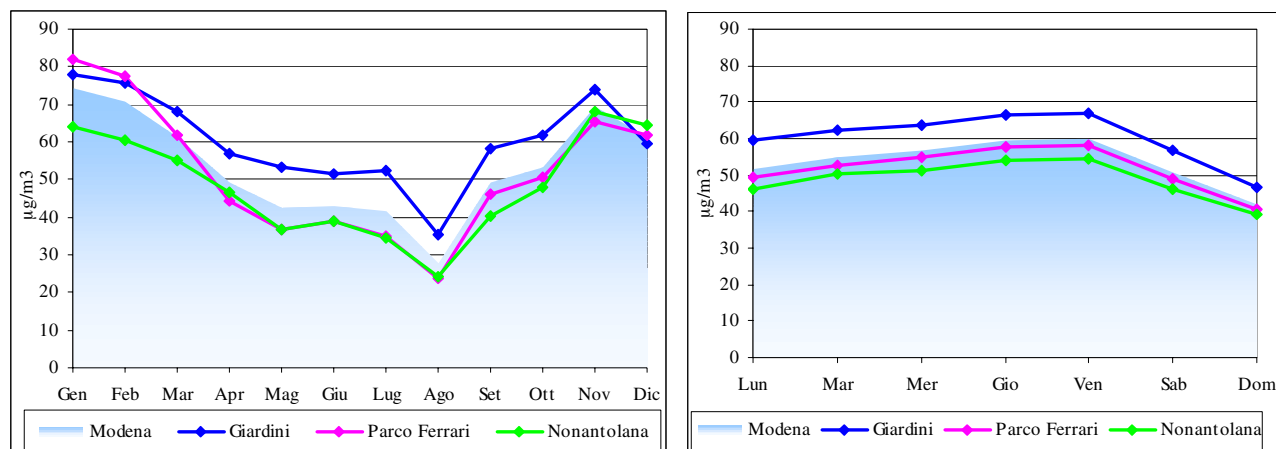


Figura 1.1: NO₂ - medie mensili e settimana tipica annuale

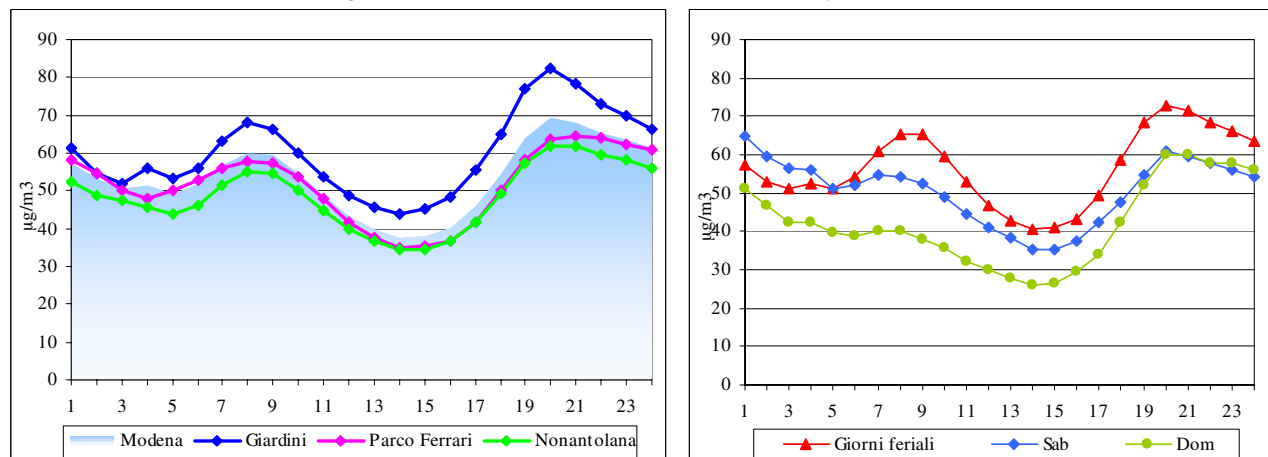


Figura 1.2: NO₂ - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio della città)

Gli andamenti temporali del Biossido d'Azoto, analoghi per tutte le stazioni, mostrano concentrazioni superiori a Giardini in quanto stazione più esposta al traffico veicolare rispetto a Nonantolana e a Parco Ferrari che hanno valori pressoché simili. Da segnalare, inoltre, un calo significativo delle concentrazioni nelle giornate di sabato e domenica, in particolare nelle ore mattutine, e un incremento nelle prime ore del sabato; le ore serali del fine settimana, dalle 19 in poi, non mostrano alcuna differenza.

I superamenti nel 2006

	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	di cui >VL+MDT	
Giardini	2	0	60
Nonantolana	1	0	49
Parco Ferrari	0	0	52
$\leq$ VL > VL > VL+MDT			

Tab. n° 1.1: NO₂ - verifica del rispetto dei limiti normativi

Le concentrazioni rilevate nel 2006, riportate nella Tab. n° 1.1, evidenziano la criticità dei livelli medi annuali registrati, che risultano superiori al limite in tutte le stazioni.

Il trend delle concentrazioni:

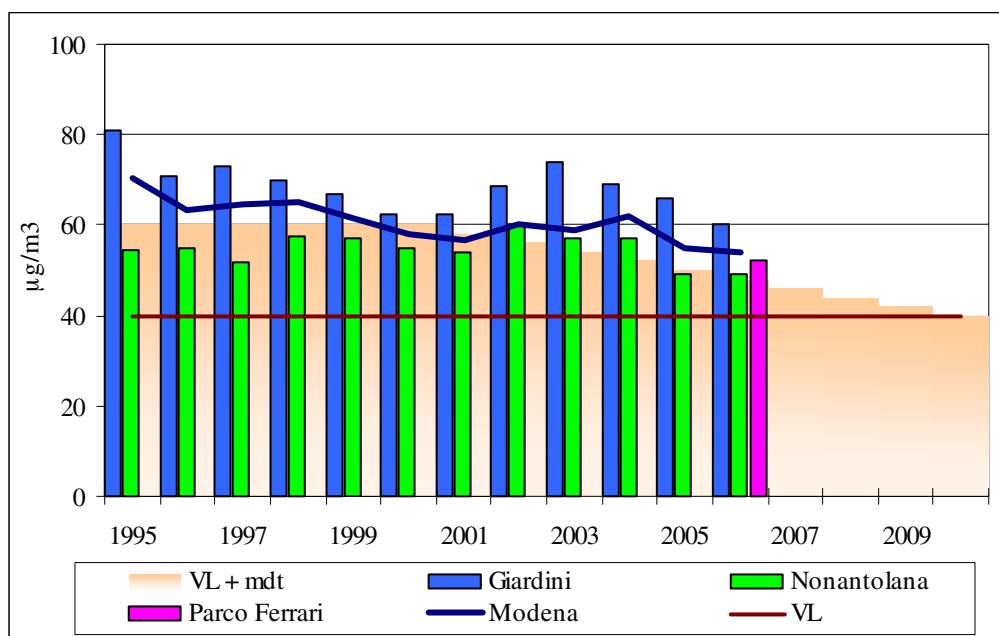


Figura 1.3: NO₂ – trend delle medie annuali e dei superamenti del VL definito sulla media oraria

Le medie annuali rilevate negli ultimi 11 anni mostrano un andamento pressoché stazionario nella stazione di Nonantolana e in live calo nella stazione di Giardini. Viste le tendenze in atto, sono necessarie azioni più incisive per rispettare gli obiettivi fissati dalla normativa per il 2010.

1.2 Polveri inalabili – PM10

L'analizzatore di polveri PM10 installato nella stazione di Parco Ferrari è stato attivato ad aprile 2006, pertanto i dati raccolti non sono sufficienti per una valutazione dei parametri normativi (media annuale e superamenti); questi, verranno elaborati solo per la valutazione degli andamenti mensili e per la compilazione della mappa dei superamenti, dove non è necessario disporre di un numero minimo di dati nell'anno.

Andamenti temporali nel 2006

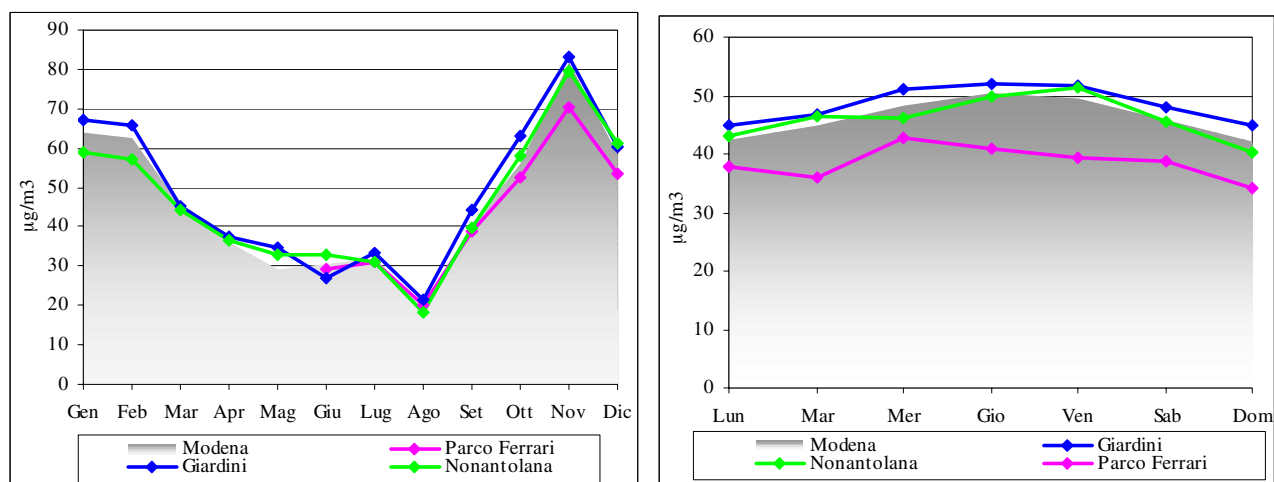


Figura 1.4: PM10 - concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

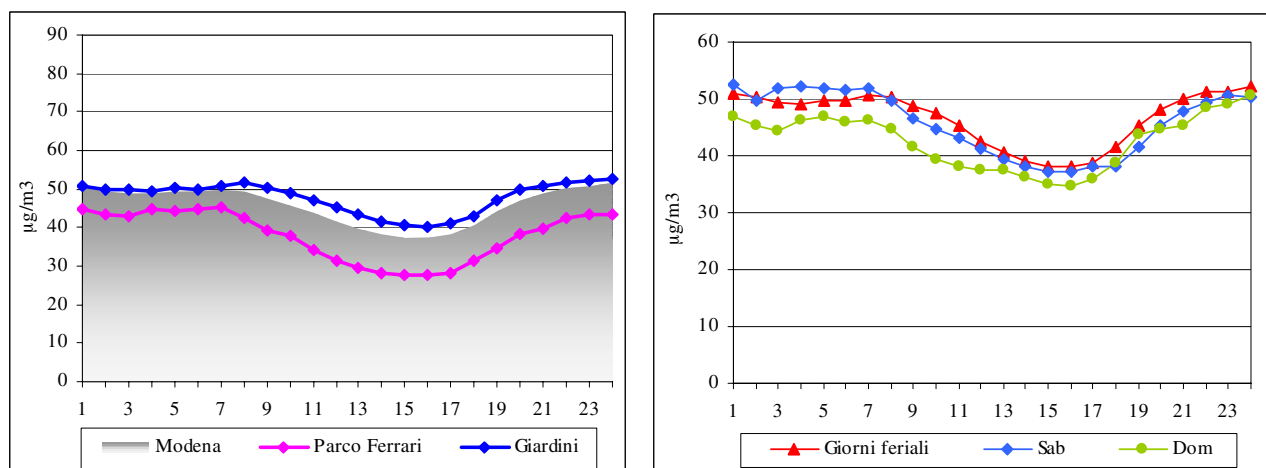


Figura 1.5: PM10 – giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio della città)

Gli andamenti delle medie mensili e della settimana tipica annuale risultano simili a quelli rilevati per biossido di azoto. Il giorno tipico evidenzia invece una minor variabilità delle concentrazioni nelle ore serali e notturne.

I superamenti nel 2006

	Media giornaliera (n° superamenti)	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Giardini	130	48
Nonantolana	124	46
 $\leq$ VL $>$ VL		

Tab. n° 1.2: PM10 - verifica del rispetto dei valori limite

La media annuale si attesta a valori superiori al limite in entrambe le stazioni; numerosi anche i superamenti del limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ definito sulla media giornaliera, che non dovrebbero essere superiori a 35. Questi ultimi si distribuiscono in prevalenza da gennaio a marzo e tra ottobre e dicembre, con una diffusione spaziale che spesso coinvolge tutte le stazioni, sebbene con intensità diverse, come si evince dalla tabella seguente. Questa tabella consente anche di valutare la persistenza nel tempo degli episodi critici, che in media durano tra i 4 e i 5 gg con punte che superano i 10 gg consecutivi.

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	51		53				58	54	56	60	56		68	66	68	84	93	70	68	61	69	99			64	73	65	61				
	Giard	73	64	60	56			68	72	67	61	57	59	77	65	86	93	116						53		59	103	95	84				53
Feb	Nona	55		83	91			64		105	72			84	95	100	132	102	59														
	Giard	68	67	79	108			69	104	119	72			61	86	116	148	104	72	54		56											
Mar	Nona										51						58	75	57		55	57	74			59	64	66	61				
	Giard		51	57							62						64	73	59		56	64	75			57	63	65	52				
Apr	Nona	70	62	51					56		58																						
	Giard	63	67						56		51					51																	
Mag	Nona							52		60																		58	61				
	Giard						55		58																								
	P.Ferr																																
Giu	Nona																				64	71	56	57					51				
	Giard																																
	P.Ferr																																
Lug	Nona																																
	Giard																										57	58					
	P.Ferr																										52	53					
Ago	Nona																																
	Giard																																
	P.Ferr																																
Sett	Nona					54			54													51	61	52						61	68		
	Giard					68	75	59	60				52	58	64							52	54	52						60	60		
	P.Ferr					61	56								54															53			
Ott	Nona									51	69	72	98	109	84			56	63	64					51	55	60	91	96	88	66		64
	Giard							58	55	64	67	99	115	93	60	52	53	74						65	58	54	74	98	89	75		64	
	P.Ferr							52	52	59	61	92	122	94	51				59					55			75	88	84	69		55	
Nov	Nona	86			58	67	79	115	110		125	101	106	123	120		188	136	67	64				74	68	57	68	63			68		
	Giard	82				64	75	105	94	114	126	115	118	130	118	156		153	92	68	58	56		51	68	56	83	80			67		
	P.Ferr	70					62	98	86			109		129		154	186	136							54		74	63			59		
Dic	Nona	83	63	85	95	61	72					67	86	84	97	100	105	95			70	70		57	51	58	65	51				74	
	Giard	86	77	91	109	73	62					71	68	81	64	74	115	114				60	56					67				85	
	P.Ferr	74	77	86	96	60	52					66	65	81	70	66	99	95			51							67				73	

Il trend delle concentrazioni

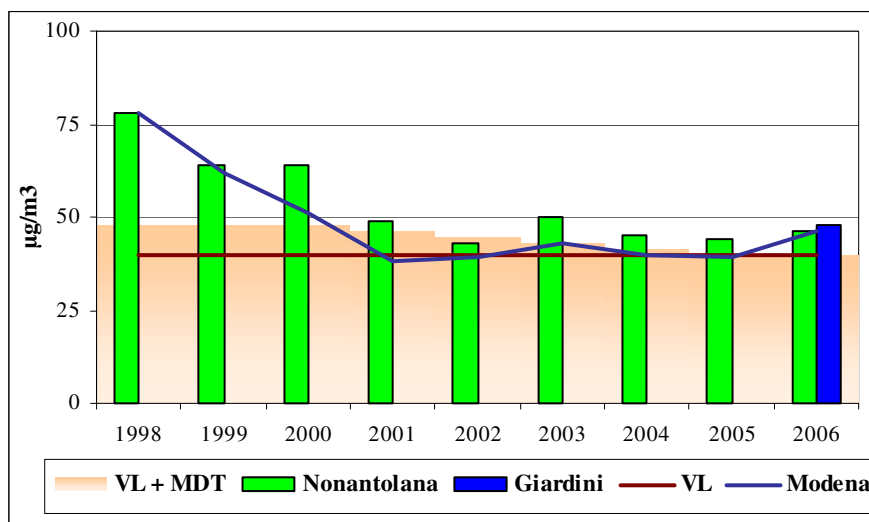


Figura 1.6: PM10 – trend delle concentrazioni medie annuali

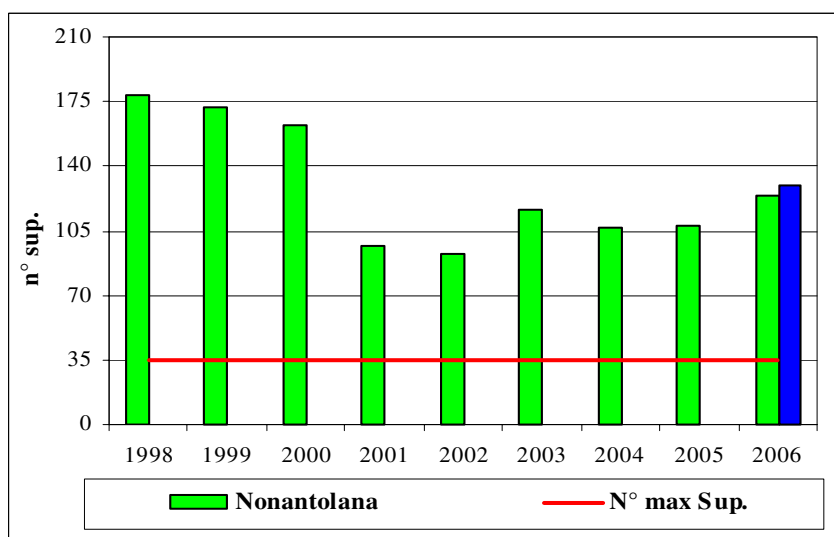


Figura 1.7: PM10 - trend dei superamenti del VL

Le medie annuali e i superamenti registrati nel 2006 risultano in lieve aumento rispetto all'anno precedente così come la media della città di Modena alla quale concorre, da aprile 2006, la stazione di Parco Ferrari, che ha sostituito la stazione di Piazza XX settembre. L'incremento è probabilmente dovuto anche all'inserimento della stazione di Giardini, attivata a maggio 2005, che nel 2006 concorre al dato medio della città con il set completo di dati annuali e che rappresenta il punto di monitoraggio più influenzato dal traffico autoveicolare.

1.3 Monossido di carbonio

Andamenti temporali nel 2006

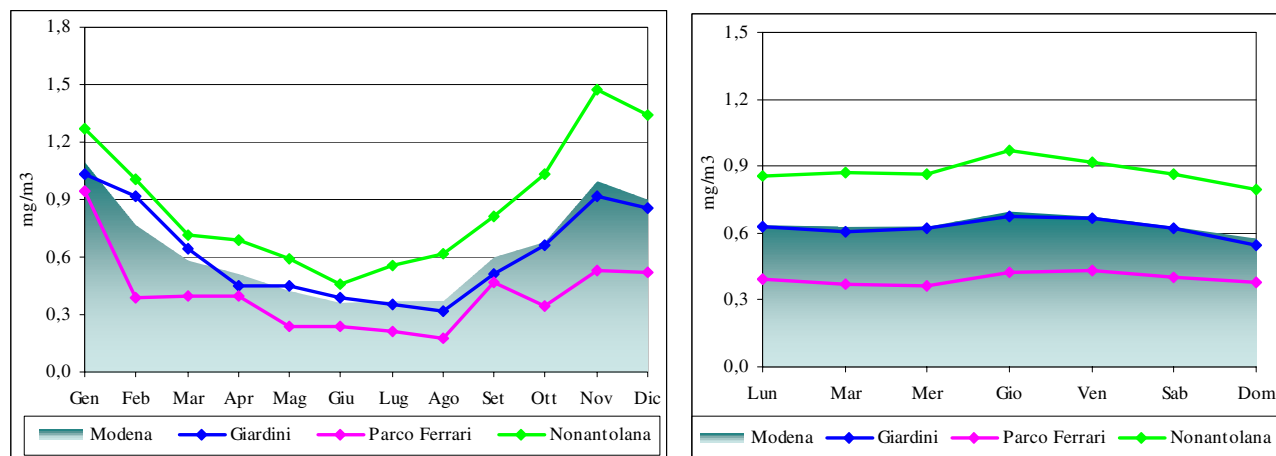


Figura 1.8: CO – concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

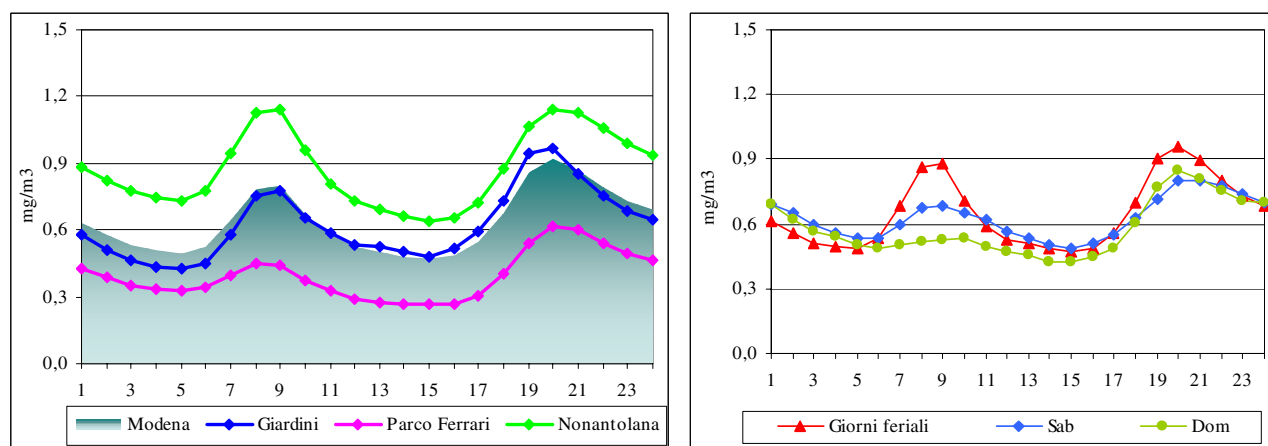


Figura 1.9: CO - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio della città)

Le concentrazioni rilevate, pur con andamenti analoghi, sono superiori a Nonantolana rispetto alle altre stazioni; Parco Ferrari, come è ragionevole attendersi, risulta invece quella con i livelli più contenuti. Il giorno tipico evidenzia la riduzione delle concentrazioni nelle giornate festive e prefestive durante il giorno e l'aumento che si verifica prima dell'alba.

I superamenti nel 2006:

	Massima media mobile su 8 ore (mg/m ³)
Giardini	2.3
Nonantolana	3.7
Parco Ferrari	2.4
 <= VL > VL	

Tab. n° 1.3: CO – Verifica del rispetto del valore limite

Il valore limite previsto dalla normativa è ampiamente rispettato in tutte le stazioni.

Il trend delle concentrazioni

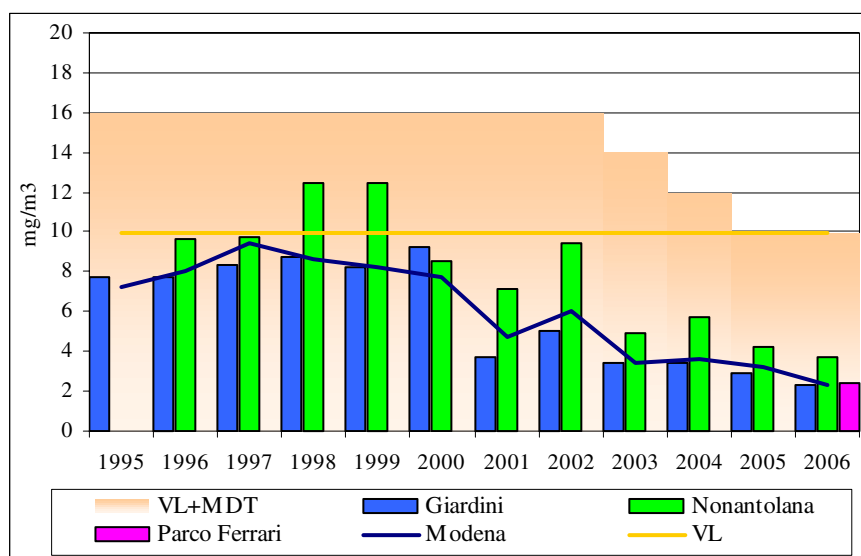


Figura 1.10: CO – trend della massima media mobile su 8 ore

Le concentrazioni di monossido di carbonio, vedi Figura 1.10 in cui è riportata la massima media mobile su 8 ore registrata dal 1995 al 2006, confermano anche per il 2006 il calo dei livelli ambientali di questo inquinante.

1.4 Benzene

A giugno 2006 è stato installato l'analizzatore BTX nella stazione di Giardini; nelle elaborazioni successive si riporta il dato di questa stazione relativamente ai soli andamenti temporali escludendo valutazioni sul rispetto della normativa, in quanto i dati non coprono l'intero anno solare.

Andamenti temporali nel 2006

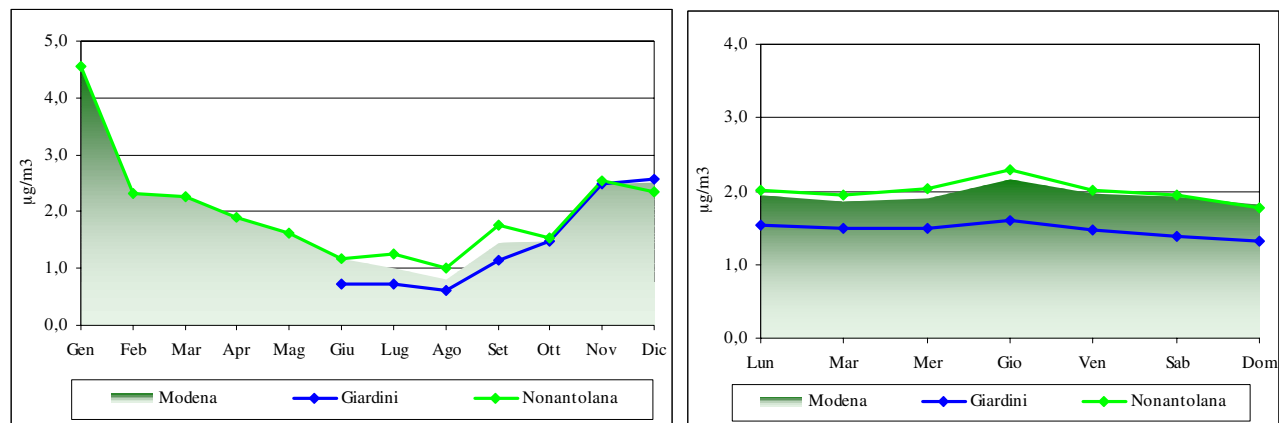


Figura 1.11: Benzene – concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

Gli andamenti temporali del benzene sono simili nelle due stazioni che rilevano questo inquinante. I livelli risultano leggermente più elevati nella stazione di Nonantolana, ma con differenza scarsamente significative, anche tenendo conto che i livelli sono prossimi alla sensibilità strumentale.

I superamenti nel 2006:

	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Nonantolana	2.0
 $\leq \text{VL}$	 $> \text{VL}$
	 $> \text{VL} + \text{MDT}$

Tab. n° 1.4: Benzene – verifica del rispetto dei valori limite

Le concentrazioni rilevate nel 2006 nella stazione di Nonantolana (Tab. n° 1.4) non evidenziano alcuna criticità a carico di questo inquinante.

Il trend delle concentrazioni

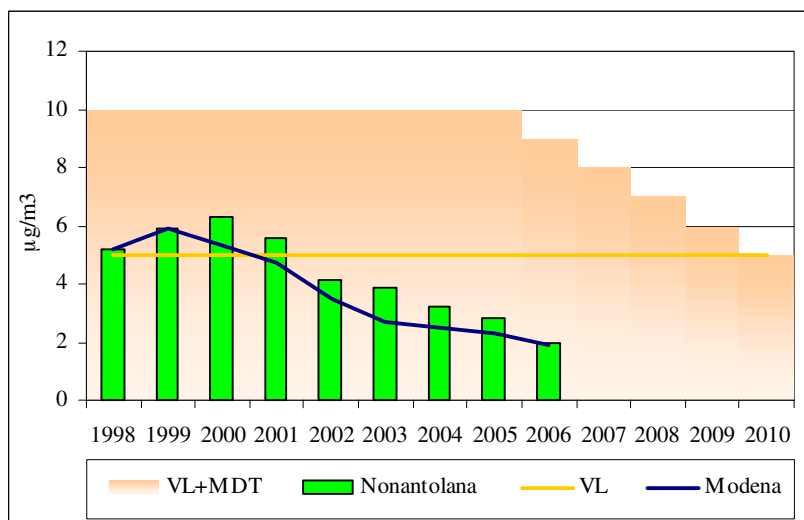


Figura 1.12: Benzene- trend delle medie annuali- confronto con il VL e il VL + MDT

Il trend delle medie annuali mostra, anche per il 2006, un leggero calo, in linea con quanto rilevato negli anni precedenti; i valori sono già da alcuni anni inferiori all'obiettivo previsto per il 2010 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

1.5 Ozono

A luglio 2006 è stato installato l'analizzatore di ozono a Parco Ferrari; nelle elaborazioni successive si riporta il dato di questa stazione relativamente ai soli andamenti temporali e al numero di superamenti delle soglie di attenzione e di allarme escludendo valutazioni sul rispetto della normativa relativamente ai valori di riferimento per la protezione della salute umana e della vegetazione, causa la limitata numerosità dei dati a disposizione.

Andamenti temporali nel 2006:

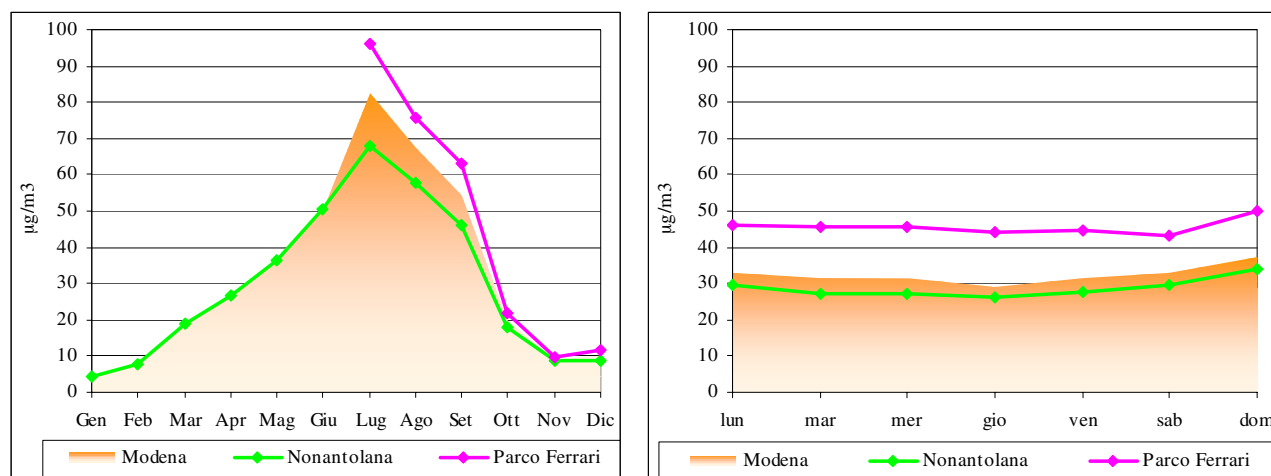


Figura 1.13: O₃ - medie mensili settimana tipica annuale

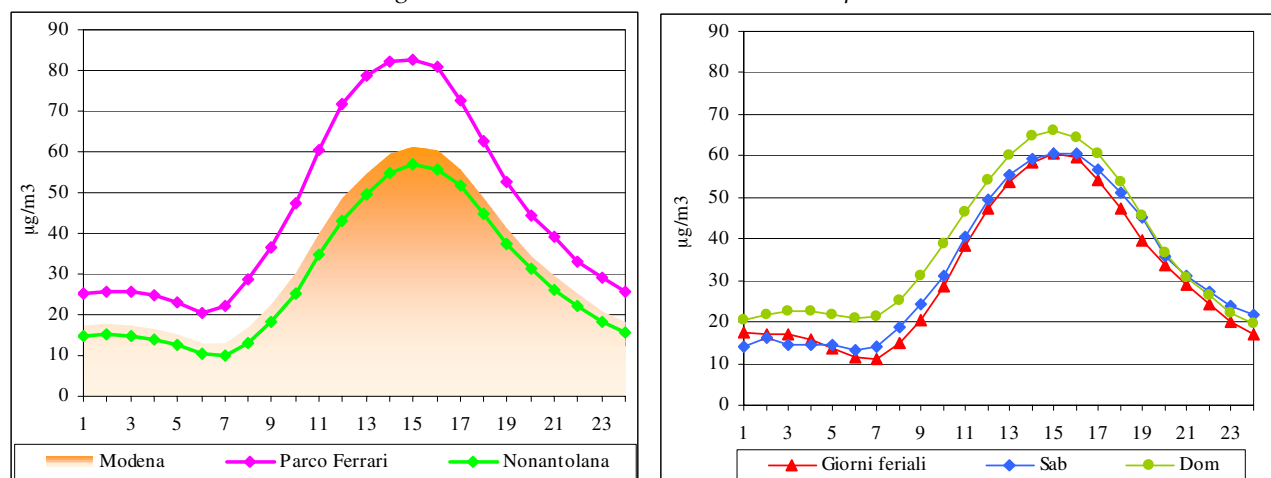


Figura 1.14: O₃ - giorno tipico annuale e giorno tipico ferial e festivo

I grafici precedentemente riportati rispecchiano l'andamento tipico di questo inquinante, le cui concentrazioni risultano più elevate nei mesi più caldi e nelle ore di massimo irraggiamento solare.

Le concentrazioni sono superiori a Parco Ferrari rispetto a quelle di Nonantolana per la maggiore influenza su quest'ultima degli inquinanti primari, che reagendo con l'ozono ne determinano la sua rimozione.

Per il medesimo motivo si assiste ad un leggero innalzamento dei valori di Ozono il sabato e la domenica, giornate in cui, come visto nei paragrafi precedenti, gli inquinanti in atmosfera subiscono un calo.

I superamenti nel 2006:

	Media oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	N°superamenti soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)		N°superamenti soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
	N°giorni	N°ore	
Nonantolana	4	11	0
Parco Ferrari*	13	47	0

* strumento attivo da luglio 2006

	Max media mobile 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	
	N°superamenti anno 2006 (OLT = $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	N°superamenti media anni 04/05/06 (VB = $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max 25 superamenti)	anno 2006 (OLT = $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 media su 5 anni 2002 - 2006 (VB = $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Nonantolana	21	30	11874	23918
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione	

Tab. n° 1.5: O₃ - verifica del rispetto dei limiti normativi

I superamenti della soglia di informazione sono superiori a Parco Ferrari nonostante il minor numero di dati a disposizione, a conferma di livelli più elevati di ozono nelle aree lontane alle sorgenti di emissione. Risulta critico il rispetto del valore bersaglio e dell'obiettivo a lungo termine definiti sulla media mobile per la protezione della salute umana, e sul parametro AOT40, per la vegetazione.

Il trend delle concentrazioni

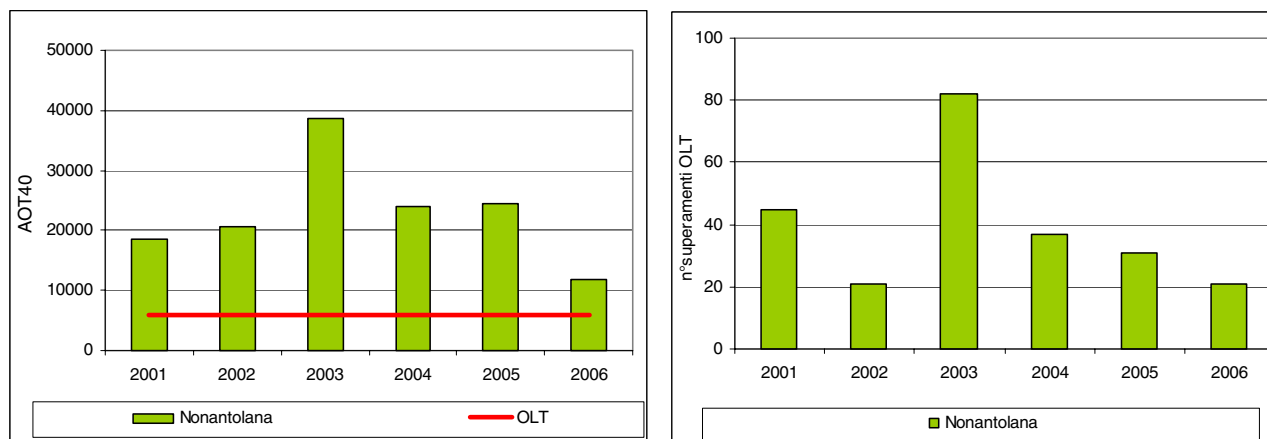


Figura 1.15: O₃ - trend degli indicatori fissati dalla normativa per la protezione della salute umana e della vegetazione

I grafici riportati non mostrano evidenti trend in atto; la variazione temporale riscontrata è principalmente legata alla meteorologia che ha contraddistinto gli anni di rilevamento.

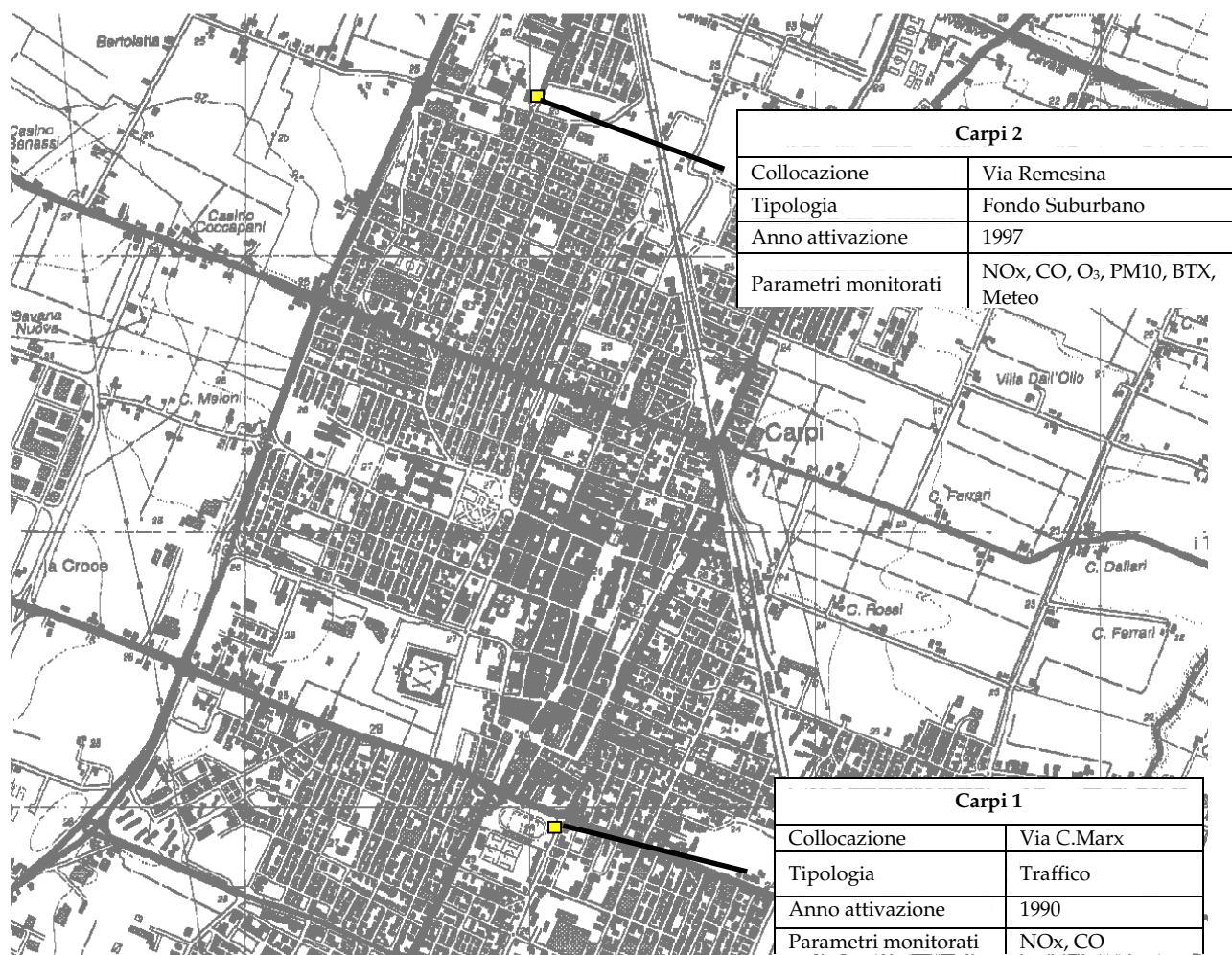
2 COMUNE DI CARPI

Nel 2006, il monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Carpi è stato effettuato tramite due postazioni della rete fissa:

1. Carpi 1, collocata in via Carlo Marx - stazione classificata "da traffico" e situata all'interno dell'area cortiliva dello Stadio Comunale in zona urbana di tipo residenziale/commerciale)
2. Carpi 2, in via Remesina - stazione di "fondo suburbano" posta anch'essa in zona residenziale/commerciale.

Ad ottobre 2006, nell'ambito del progetto di ristrutturazione della rete di Monitoraggio, è stata spenta la stazione di Carpi1; i dati raccolti non sono sufficienti per una valutazione dei parametri normativi (medie annuali e superamenti), pertanto, questi verranno elaborati solo per la determinazione degli andamenti temporali.

Di seguito, si riporta la mappa dettagliata della collocazione dei punti di monitoraggio e gli inquinanti monitorati in ogni punto.



2.1 Ossidi di Azoto

Andamenti temporali nel 2006

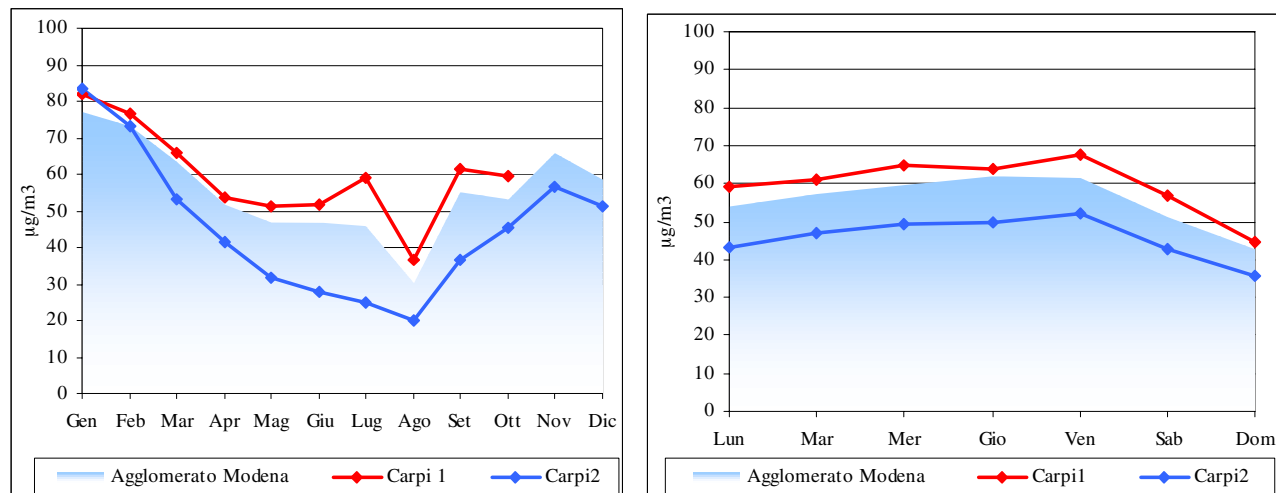


Figura 2.1: NO₂ – concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

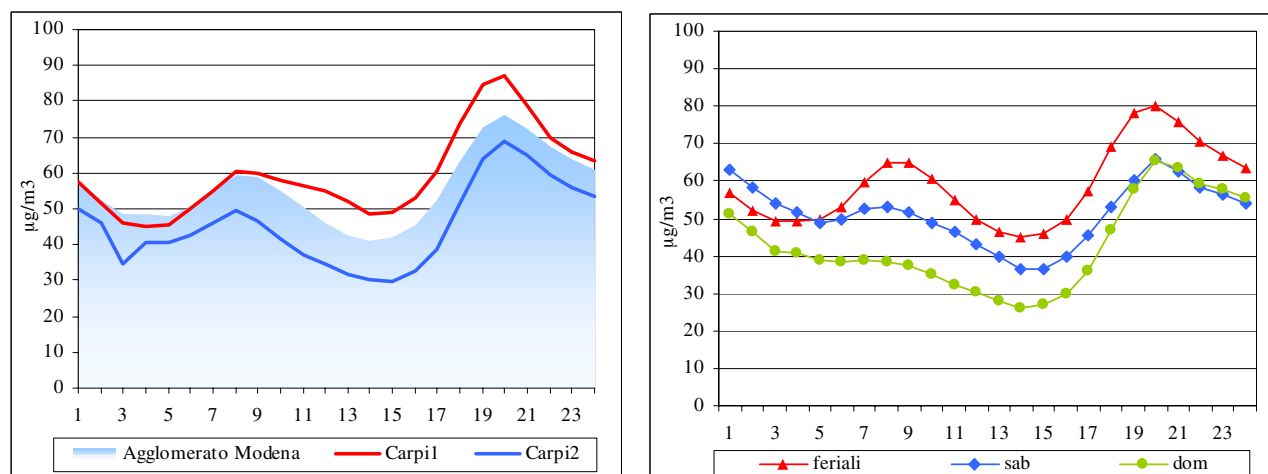


Figura 2.2.: NO₂ – giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (media dell'aggl. di Modena)

Le concentrazioni rilevate mostrano andamenti simili tra le stazioni e valori superiori a Carpi1 rispetto alla stazione di Carpi2; in entrambe le stazioni, si nota un calo consistente delle concentrazioni nel fine settimana. Questo calo è evidente sia nel grafico rappresentante la settimana tipica annuale, sia nel giorno tipico feriale e festivo, dove si nota in particolare la diminuzione delle concentrazioni nella giornata di domenica e il loro incremento nelle ore serali con valori simili a quelli di sabato. Molto evidente è anche il calo registrato nel mese di Agosto nella stazione di Carpi1

I superamenti nel 2006

	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	di cui >VL+MDT	
Carpi 2 – Via Remesina	0	0	46
$\leq$ VL > VL > VL+MDT			

Tab. n° 2.1:NO2 - verifica del rispetto dei valori limite

A Carpi2 non si sono registrati superamenti del limite fissato sulla media oraria, che prevede un massimo di 18 ore di superamento del valore di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$; più critica la media annuale che, sebbene rispetti il margine di tolleranza previsto per il 2006, supera l'obiettivo previsto per il 2010 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il trend delle concentrazioni

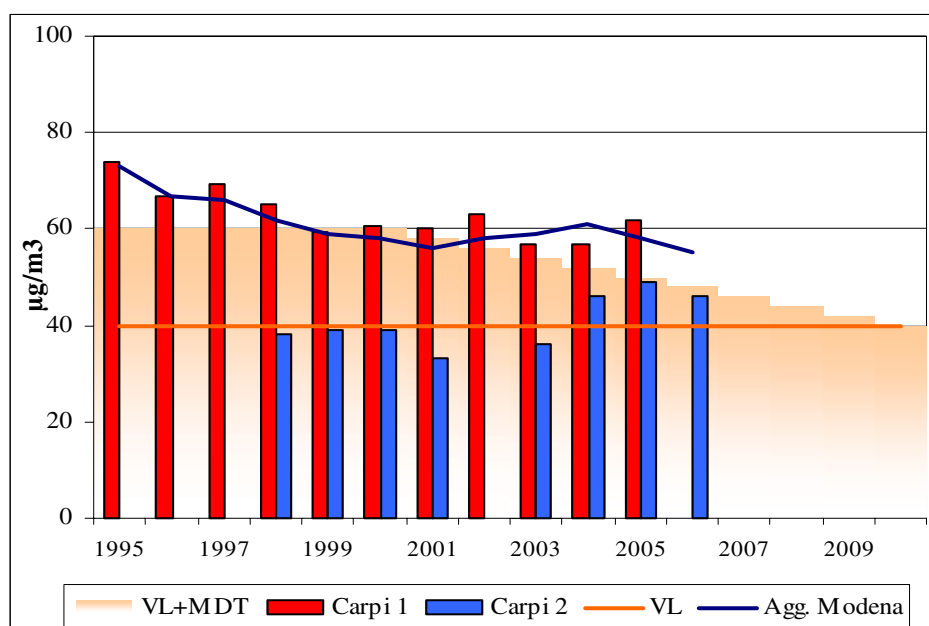


Fig. 2.3: NO2 –trend delle medie annuali

Le concentrazioni rilevate a Carpi 2 nel 2006, evidenziano una leggera diminuzione, in contro tendenza rispetto agli ultimi 3 anni in cui si era assistito ad un costante aumento.

2.2 Polveri inalabili – PM10

Andamenti temporali nel 2006

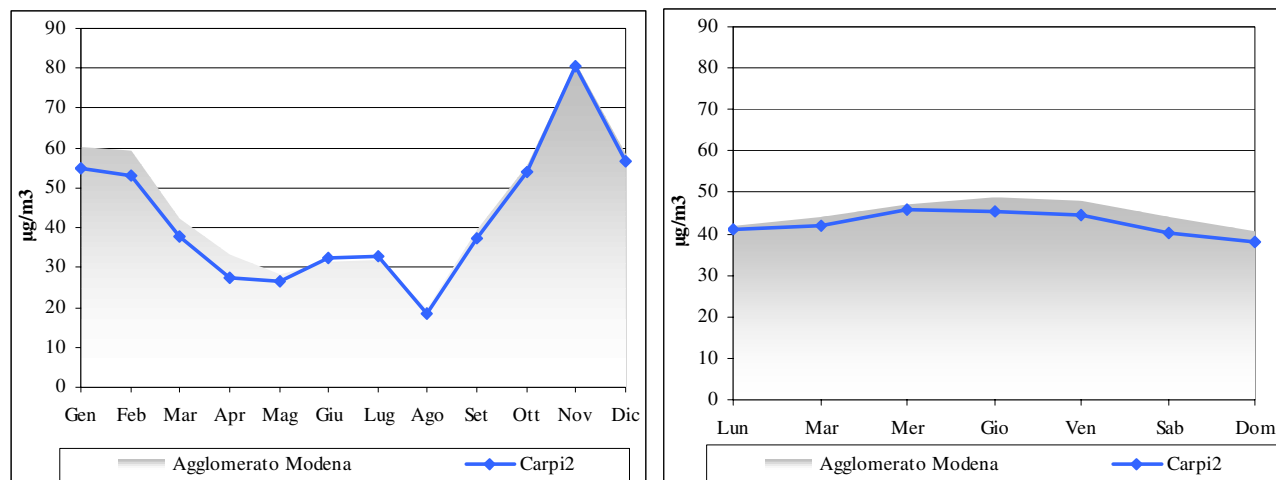


Figura 2.4: PM10 - concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

Gli andamenti temporali registrati nella stazione di Carpi2 sono sostanzialmente analoghi a quelli dell'agglomerato di Modena.

L'analizzatore installato a giugno 2006 nella stazione di Carpi 2 fornisce un dato medio giornaliero, quindi non è possibile valutare la variabilità delle concentrazioni giornaliera nelle diverse ore della giornata.

I superamenti nel 2006

	Media giornaliera (n° superamenti)	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Carpi 2 – Via Remesina	101	43
≤ VL > VL		

Tab. n° 2.2: PM10 -verifica del rispetto dei limiti normativi

I livelli definiti dal DM60/02 risultano superanti per entrambi gli indicatori. Particolarmente critico il numero di superamenti del valore medio giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che non dovrebbe superare i 35 gg. La tabella di seguito riportata, in cui sono rappresentati i giorni di superamento del valore limite giornaliero, mette in evidenza i mesi più critici e la persistenza dei fenomeni registrati.

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
Gen			66	66	57	54	58	58	60	51		54	67	58	57	73	69	65	60		52	85	57	68	75	60					
Feb		63	77	80		55	76	101	103	63		51	69	81	84	96	74														
Mar			53														68	55													
Apr																															
Mag																															
Giu																				60	62	51	57				52				
Lug																															
Ago																															
Set					55															54			52						59		
Ott											63	82	110	72	53		52	68	63			60			79		77	68			
Nov	83			64	63	75	117	102	91	118	88	122	121	124	161	168	143	68	64			61	53		70	55				59	
Dic	70	65	90	96	65	61						54	69	83	72	72				64	51	51	56	57	73	71					78

Il trend delle concentrazioni

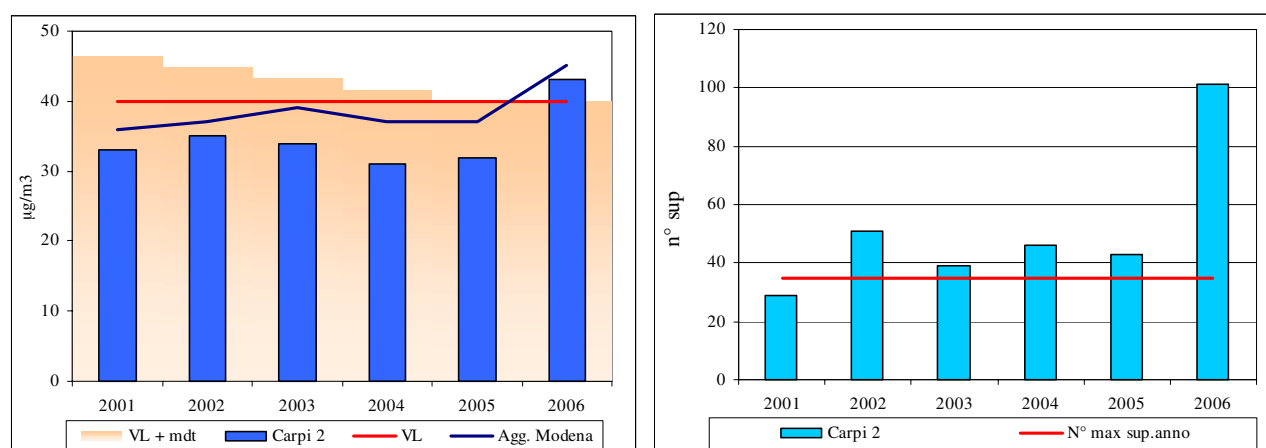


Fig. 2.5: PM10 –trend delle medie annuali e del n° di superamenti del valore limite definito sulla media giornaliera

Le medie annuali registrate nella stazione di Carpi 2 risultano più elevate nel 2006 rispetto agli anni precedenti e superiori al limite normativo. Analogamente, anche i superamenti del valore limite riferito alla media giornaliera sono in crescita rispetto al passato.

Questo aumento, in realtà, non è stato determinato da un reale peggioramento della qualità dell'aria, ma è dovuto ad un miglioramento delle tecniche analitiche adottate negli analizzatori di polveri.

Lo strumento precedentemente installato nella stazione di Carpi (TEOM), certificato sia dall'Ente di Protezione Ambientale Americano (US-EPA), sia dal Ministero dell'ambiente Tedesco (certificato TUV), era basato su una metodica che comportava una perdita della componente semivolatile presente nelle polveri (nitrato di ammonio, sali inorganici e in, percentuale minore sostanze, organiche basso-bollenti), che risultava più o meno consistente in relazione alla temperatura esterna e alle caratteristiche chimiche-fisiche dell'atmosfera nel sito monitorato.

Il miglioramento delle tecniche analitiche permette allo stato attuale di rilevare anche questa componente, per tale ragione, grazie ad un finanziamento della Provincia di Modena, è stata programmata la sostituzione di questo strumento con altro di ultima generazione.

A parità di qualità dell'aria, quindi, lo strumento TEOM misurava concentrazioni inferiori rispetto a quello attualmente installato nella stazione di Carpi, in particolare nel periodo invernale, quando si verifica il maggior numero di superamenti; nella stagione estiva, invece, la componente semivolatile è per lo più in stato di gas, quindi le differenze sono meno consistenti.

2.3 Monossido di carbonio

Andamenti temporali nel 2006:

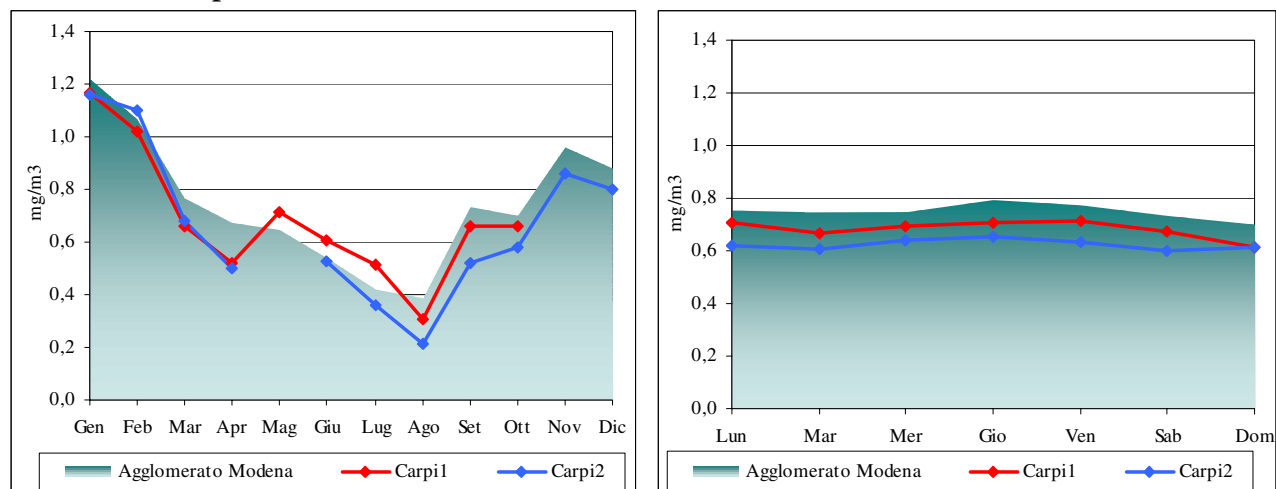


Figura 2.6: CO – concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

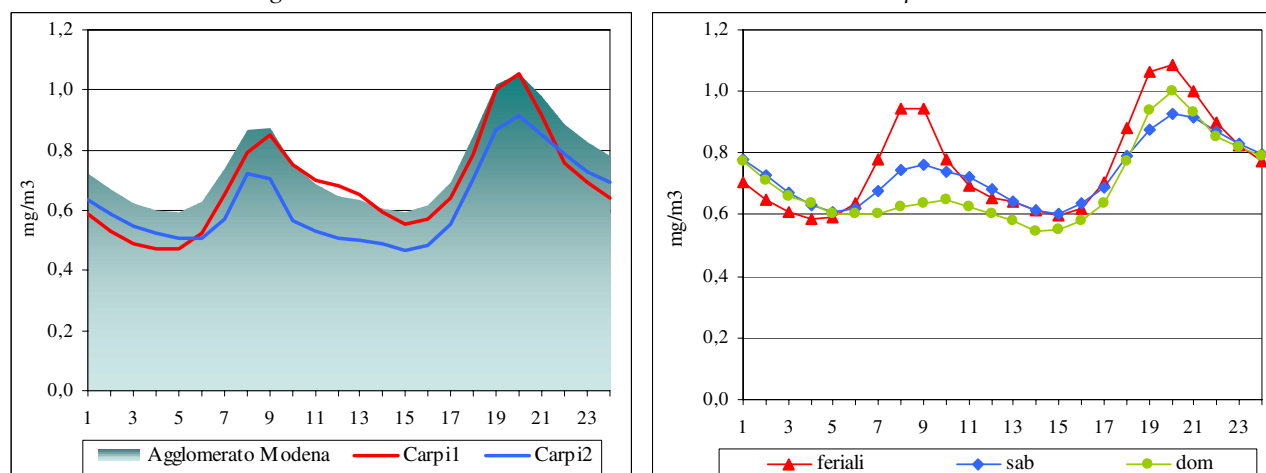


Figura 2.7: CO - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (media dell'aggl. di Modena)

Non si evidenziano differenze significative negli andamenti delle due stazioni che rilevano questo inquinante. I livelli sono più elevati nella stazione di Carpi1, maggiormente influenzata dal traffico autoveicolare.

I superamenti nel 2006:

	Max media mobile su 8 ore (mg/m ³)
Carpi2 – Via Remesina	3.7
 ≤ VL	 > VL

Tab. n° 2.3: CO – Verifica del rispetto del valore limite

Il massimo valore delle medie mobili su 8 h, rilevate nel 2006, è ampiamente inferiore al limite imposto dalla normativa.

Il trend delle concentrazioni

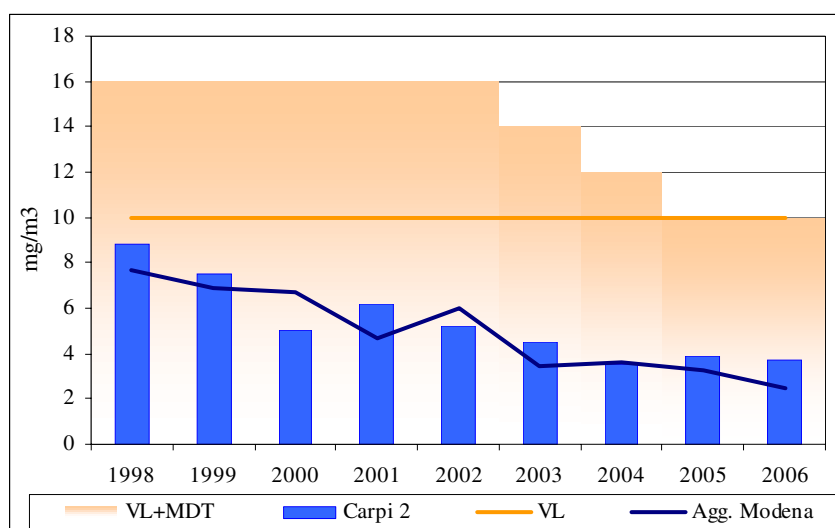


Figura 2.8: CO- trend della massima media mobile 8 ore

Le concentrazioni si mantengono stazionarie negli ultimi anni e ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

2.4 Benzene

Andamenti temporali nel 2006

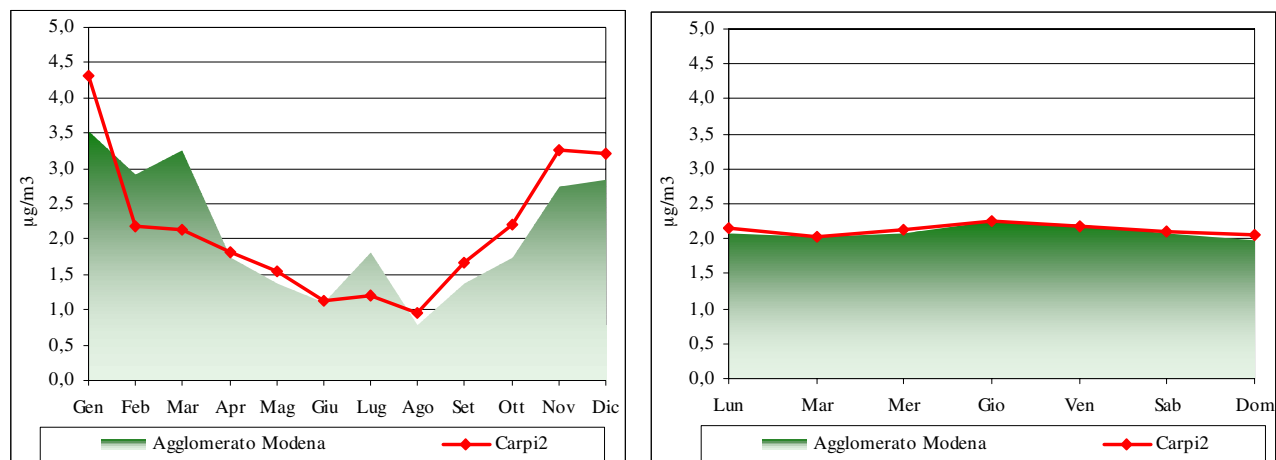


Figura 2.9: Benzene – concentrazioni medie mensili e settimana tipica annuale

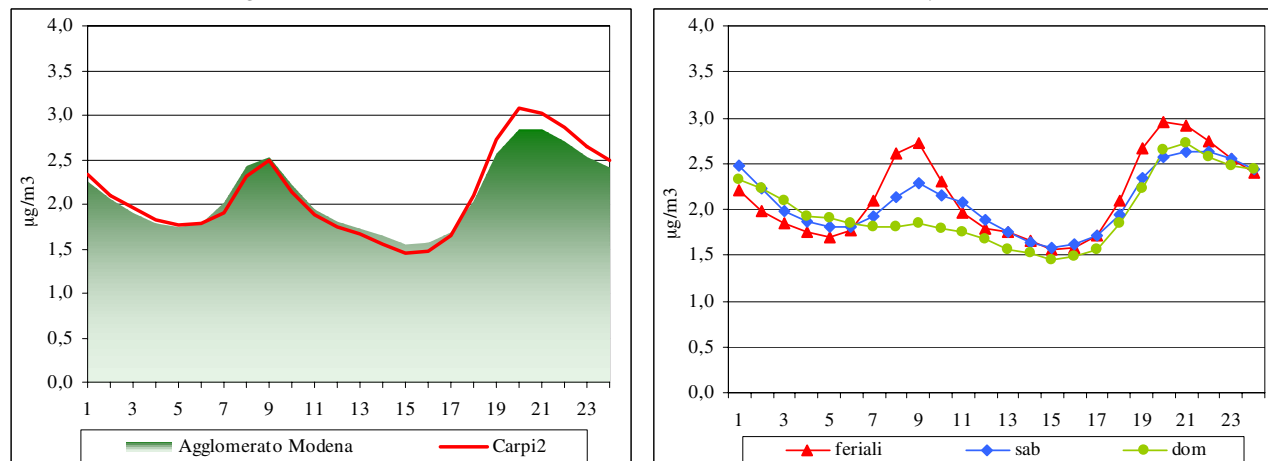


Figura 2.10: Benzene - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (media dell'Aggl. di Modena)

Gli andamenti temporali sono simili a quanto rilevato nell'Agglomerato di Modena, salvo alcuni dati mensili che si discostano leggermente.

I superamenti nel 2006:

	Media annuale (µg/m3)
Carpi2 – Via Remesina	2.1
<= VL > VL > VL+MDT	

Tab. n° 2.4: Benzene – verifica del rispetto dei valori limite

La media annuale rilevata nel 2006 è conforme ai limiti normativi.

Il trend delle concentrazioni

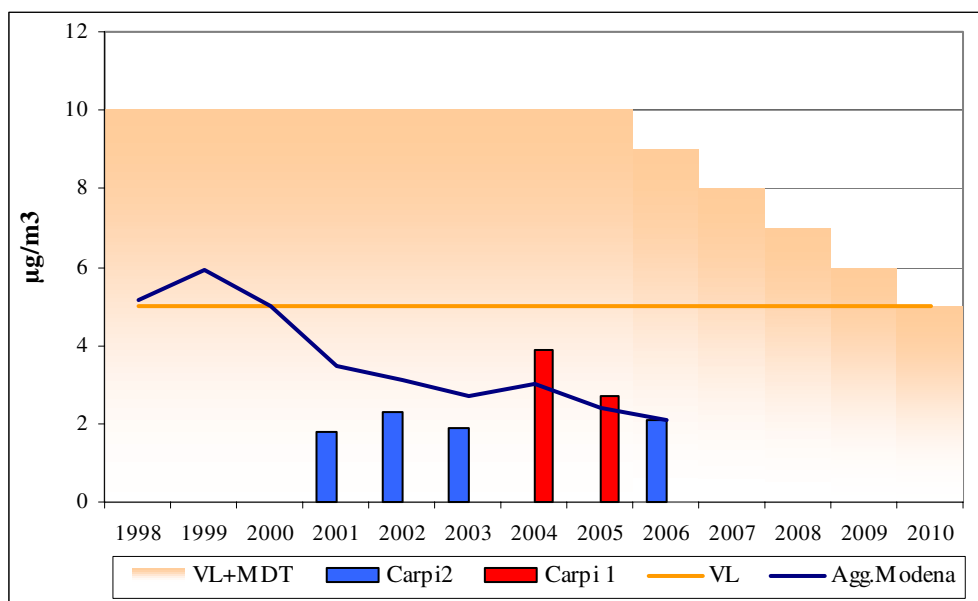


Figura 2.11: Benzene - trend della media annuale

Nel 2004 e nel 2005 lo strumento di rilevazione del Benzene è stato posizionato a Carpi1; non vi è quindi continuità nei dati raccolti ai fini di una valutazione dell'evoluzione di questo inquinante nel tempo. I livelli registrati negli anni di monitoraggio, in ogni caso, si collocano largamente al di sotto dell'obiettivo imposto dalla normativa per il 2010 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

3 DISTRETTO CERAMICO

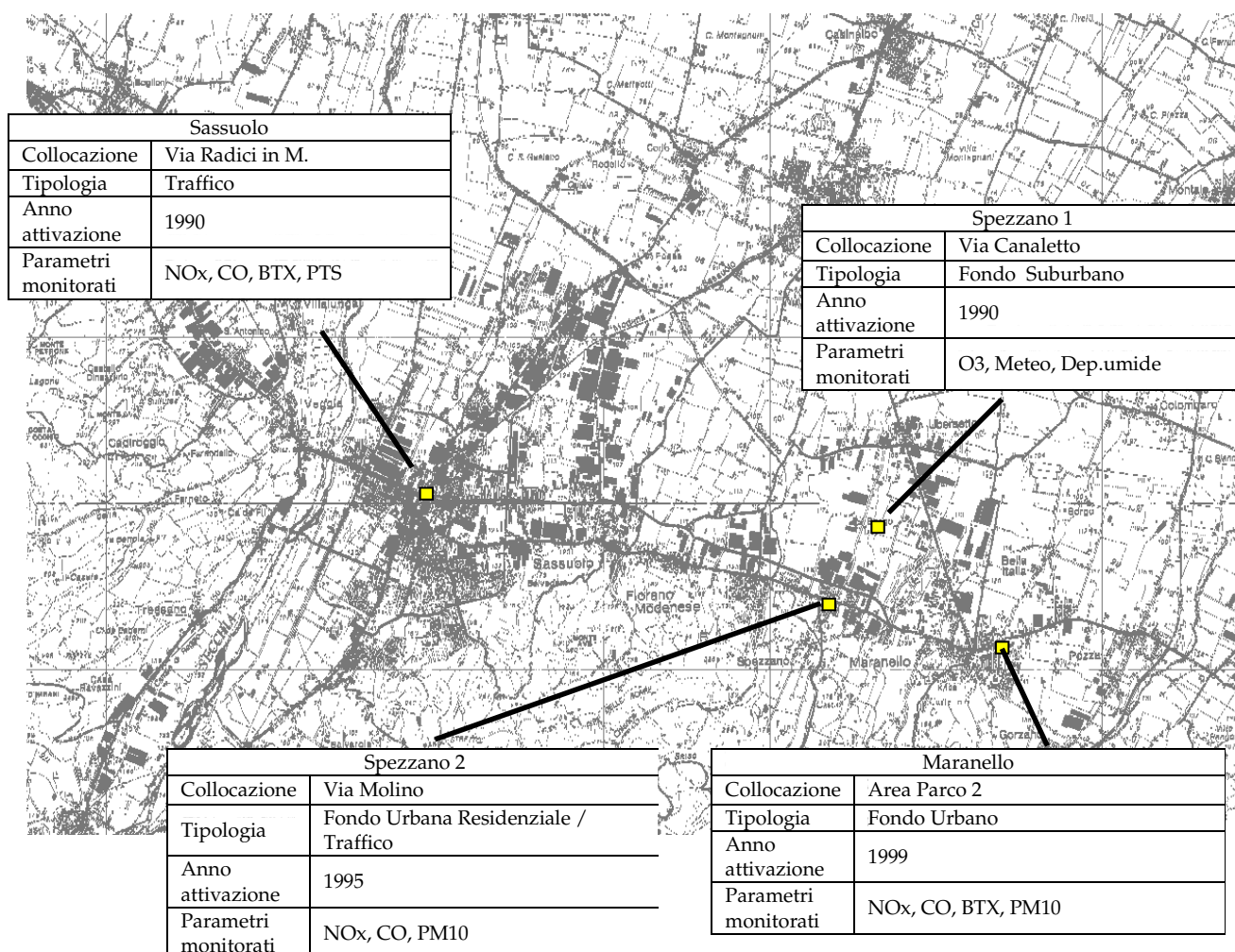
Le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria presenti nel Distretto Ceramico sono quattro e sono collocate a:

- Sassuolo, all'incrocio di via Radici in Monte, c/o Stazione Ferroviaria ATCM;
- a Fiorano nelle postazioni di Spezzano1 (via Canaletto c/o il civico n°80) e Spezzano2 (via Molino c/o la Scuola Elementare C. Menotti);
- Maranello (nell'area del Parco 2).

Ad integrazione del monitoraggio con stazioni fisse, nel comprensorio ceramico è operativo un mezzo rilocabile di proprietà di SAT, per il quale esistono già alcuni siti predisposti per la sua collocazione. I dati di questa stazione, che rimane in ogni punto per più di due mesi, concorrono alla valutazione del dato medio dell'agglomerato, in quanto rappresentativi della situazione del Distretto Ceramico. Il dettaglio dei dati rilevati è riportato invece in un paragrafo dedicato a queste campagne.

Ad ottobre 2006, nell'ambito del progetto di ristrutturazione della Rete di Monitoraggio, è stata disattivata Spezzano1; in base a quanto stabilito dal D.L. 183/04, i dati rilevati, includendo il periodo estivo, sono sufficienti per le elaborazioni previste dalla normativa sull'ozono.

La mappa di seguito riportata rappresenta l'ubicazione delle stazioni di misura.



3.1 Ossidi di Azoto

Andamenti temporali nel 2006

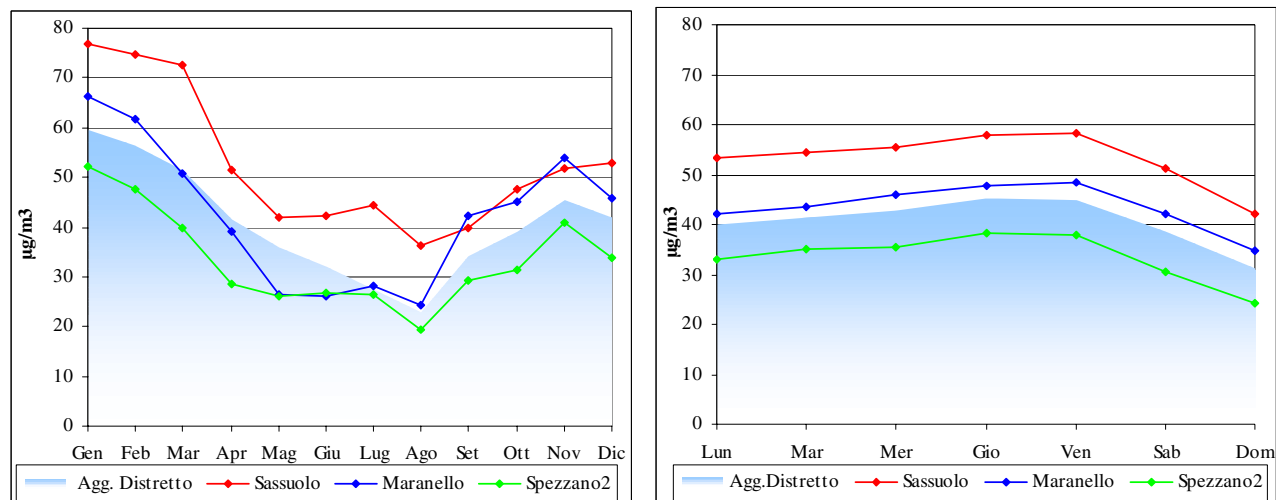


Figura 3.1: NO₂ - medie mensili e settimana tipica annuale

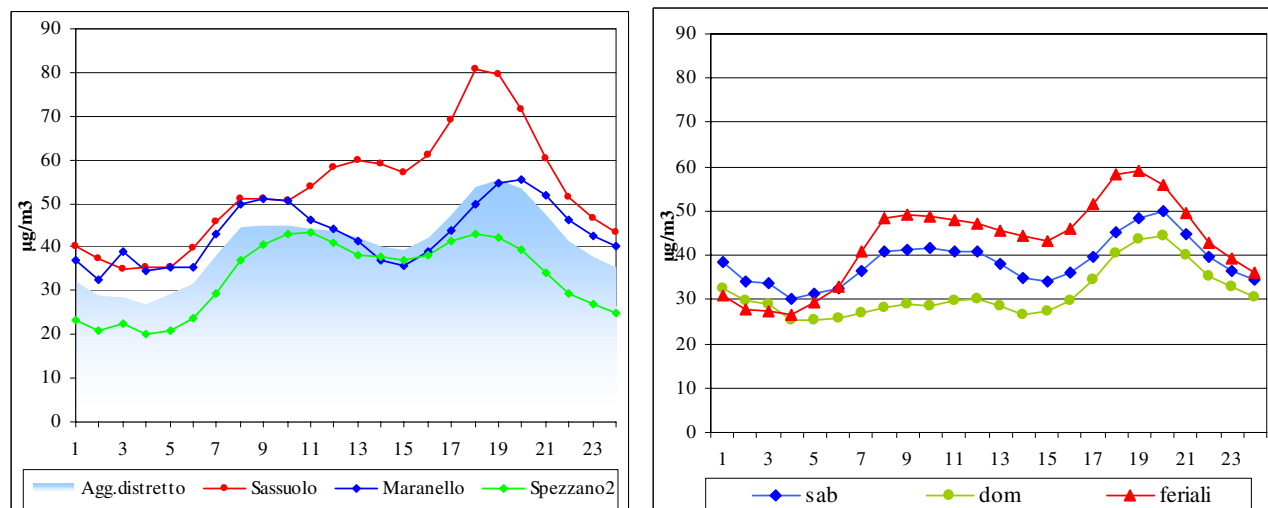


Figura 3.2: NO₂ - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio dell'agglomerato)

Anche quest'anno si evidenzia il diverso andamento dei dati rilevati nella stazione di Sassuolo rispetto alle altre del Distretto. Questo è particolarmente evidente nel giorno tipico che mostra un picco nelle ore centrali della giornata, completamente assente nelle altre due stazioni.

Questo diverso comportamento è probabilmente determinato da un differente andamento dei flussi veicolari. In tutte le stazioni si nota inoltre un calo consistente delle concentrazioni nel fine settimana, evidente anche nel grafico del giorno tipico feriale e festivo.

I superamenti nel 2006:

	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	di cui >VL+MDT	
Sassuolo	0	0	53
Maranello	0	0	43
Spezzano2	0	0	33
<= VL > VL > VL+MDT			

Tab. n° 3.1: NO₂ - Verifica del rispetto dei valori limite e dei valori limite aumentati del margine di tolleranza

Le concentrazioni medie annuali risultano superiori al limite nelle stazioni di Sassuolo e Maranello; nella stazione di Sassuolo viene superato anche il margine di tolleranza previsto per il 2006. Non si sono registrati superamenti del valore limite orario in nessuna stazione (è permesso un massimo 18 superamenti nell'arco dell'anno).

Il trend delle concentrazioni:

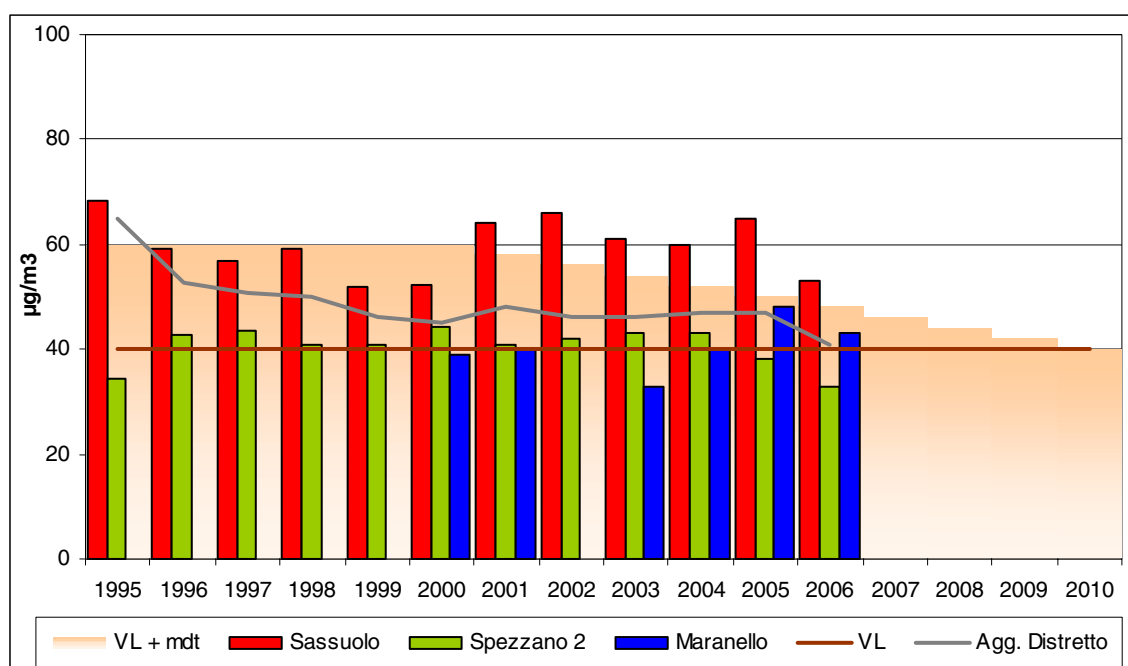


Figura 3.3: NO₂ – trend delle medie annuali

Le concentrazioni medie annuali rilevate nel 2006 evidenziano una diminuzione in tutte le stazioni rispetto al 2005, più evidente a Sassuolo. Sul lungo periodo, invece, l'andamento è complessivamente stazionario.

3.2 Polveri inalabili – PM10

Andamenti temporali nel 2006

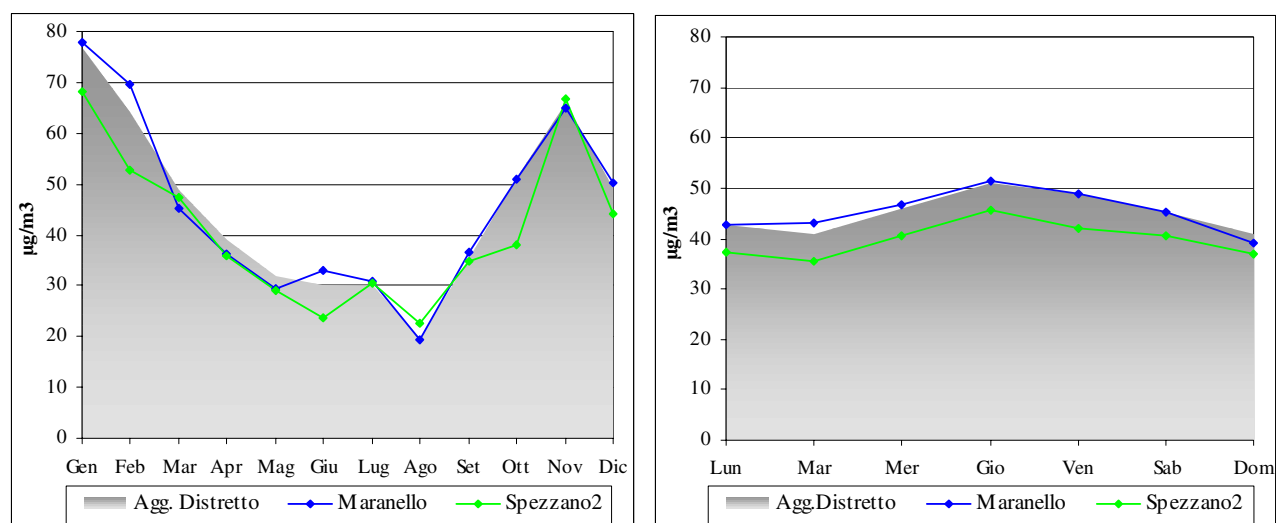


Figura 3.4: PM10 - medie mensili e settimana tipica annuale

I grafici degli andamenti temporali, analoghi per le due postazioni, evidenziano la stagionalità tipica di questo inquinante, con concentrazioni contenute nei mesi estivi ed elevate nei mesi invernali; l'andamento settimanale conferma il calo dei valori nel fine settimana, già evidenziato per il biossido di azoto.

Il dato dell'agglomerato è stato ottenuto mediando i dati rilevati a Maranello, Spezzano2 e dalla Rilocabile SAT; per questo motivo, in alcuni mesi dell'anno e nella settimana tipica, le concentrazioni dell'Agglomerato risultano superiori a quelle delle due stazioni fisse riportate nel grafico.

I superamenti nel 2006

	Media giornaliera (n° superamenti VL)	Media annuale (µg/m³)
Maranello	121	45
Spezzano2	73	40
 ≤ VL > VL		

Tab. n° 3.2: PM10 – verifica del rispetto dei limiti normativi

La media annuale risulta uguale al limite nella stazione di Spezzano e appena superiore nella stazione di Maranello. Gli eventi acuti risultano invece in numero elevato in entrambe le postazioni, con una maggiore criticità a Maranello. Il dato più contenuto di Spezzano è in parte dovuto da una anomalia dello strumento che ha comportato una perdita di dati proprio nel periodo più critico (vedi tabella seguente, giorni segnati con il simbolo "X").

Questi si distribuiscono prevalentemente da gennaio e marzo e da ottobre a dicembre, con una diffusione spaziale che coinvolge spesso entrambe le postazioni, come si evince dalla tabella che segue, rappresentante i singoli episodi registrati. Questa tabella consente anche di valutare la persistenza nel tempo degli episodi critici, che mediamente persistono tra i 5 e i 6 gg, con punte che superano i 10 gg consecutivi.

Mappa dei Superamenti																																	
Mese	Stazione	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	Maranello	73	59					54	62	58	60	69	73	71	67	83	127	119	87	120	137	167	145	54	62	80	94	93	83	55		5	
	Spezzano 2	75						x	x	x	x			54	51	79	96	95	76	83	114	157	115			55	90	99	92	69	59		
Feb	Maranello	62	70	90	109	51		79	105	128	90			53	97	134	191	98	55	63		57											
	Spezzano 2	57	79					52	89	94					66	98	136	64	52	54		53											
Mar	Maranello	63	61	65						62	58						57	65	62		60	61	64		52			58					
	Spezzano 2	59	70	65	67					56	70						70	65	58	52	58	76	79		55	54		62					
Apr	Maranello	67	52							53		79																					
	Spezzano 2	64	62				51				79																						
Mag	Maranello									52																							
	Spezzano 2									53																							
Giu	Maranello																			51	62	65	53	55	53			57	56	53			
	Spezzano 2																																
Lug	Maranello																																
	Spezzano 2																																
Ago	Maranello																																
	Spezzano 2																																
Set	Maranello					54	58	55																							51		
	Spezzano 2						60	56								70																	
Ott	Maranello																		58	66		59			67			59	72	79			6
	Spezzano 2										x	x	x	x	x	x	x			68		52	51	68		x	x	x	x	x	x	x	
Nov	Maranello	60						57	58	76	78	98	73	83	108	75	123	180	137	77	54				52	60		52	63				
	Spezzano 2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		151	190	141	78	71	51					51	59					
Dic	Maranello	54	59	68	82								57	52	55	69	64	91	93			61		58									7
	Spezzano 2		58	62	87												63	84										51					

Il trend delle concentrazioni

L'analisi sugli andamenti evolutivi della qualità dell'aria nel Distretto Ceramico si basa su di un numero di anni di monitoraggio ancora esiguo, essendo recente l'installazione degli analizzatori di polveri PM10. E' possibile notare comunque che, a fronte di una sostanziale stazionarietà delle medie annuali, si nota un aumento costante negli anni del numero dei superamenti del valore limite giornaliero a Maranello, mentre a Spezzano2 il 2006 segna un'inversione di tendenza, in parte spiegabile con la perdita di dati precedentemente evidenziata.

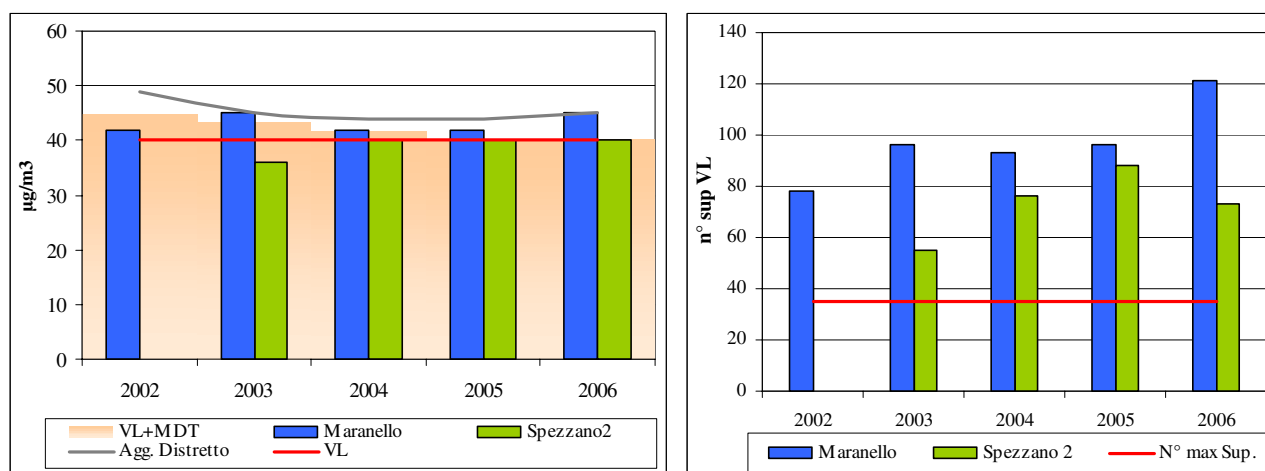


Figura 3.5: PM10 – trend delle concentrazioni medie annuali e dei superamenti del valore limite definito sulla media giornaliera

3.3 Monossido di carbonio

Andamenti temporali nel 2006:

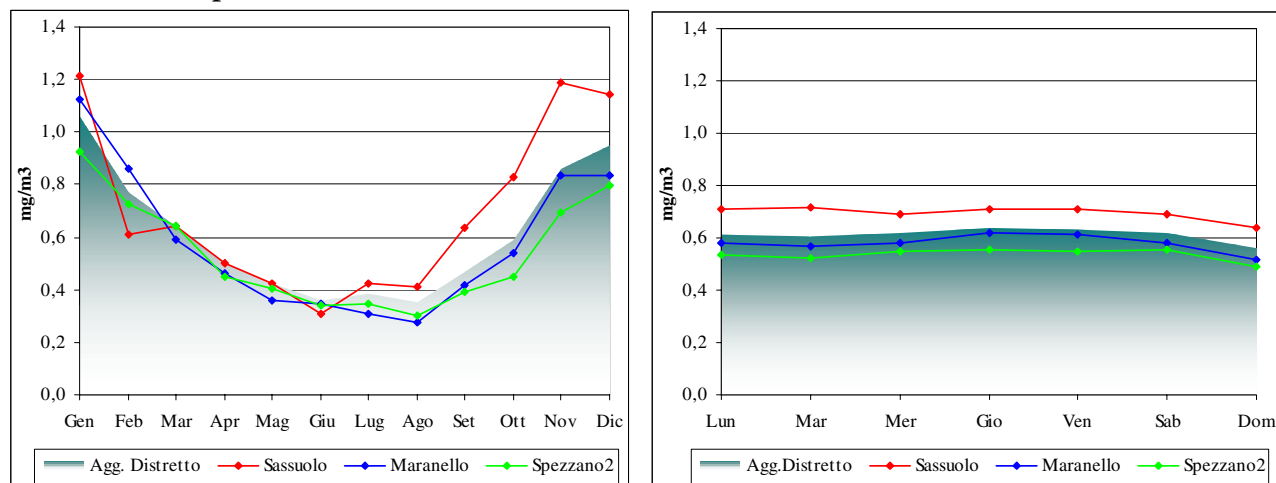


Figura 3.6: CO - medie mensili e settimana tipica annuale

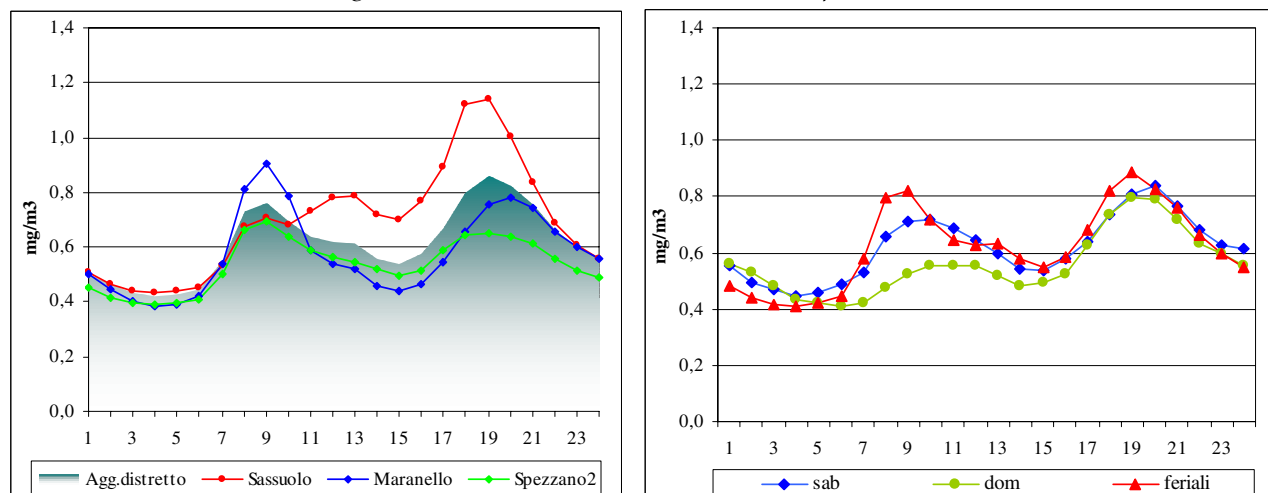


Figura 3.7: CO - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio dell'agglomerato)

L'andamento del giorno tipico evidenzia la presenza di due picchi nelle ore di maggior flusso veicolare, più evidenti a Maranello; andamento diverso a Sassuolo, come già osservato per il Biossido d'Azoto.

I superamenti nel 2006

Non si sono registrati superamenti del limite imposto dalla normativa sulla massima media mobile giornaliera calcolata su 8 ore (VL= 10 mg/m³)

	Max media mobile su 8 ore (mg/m ³)
Sassuolo	3.5
Maranello	2.8
Spezzano2	2.4
 ≤ VL	 > VL

Tab. n° 3.3: CO - verifica del rispetto del valore limite

Il trend delle concentrazioni

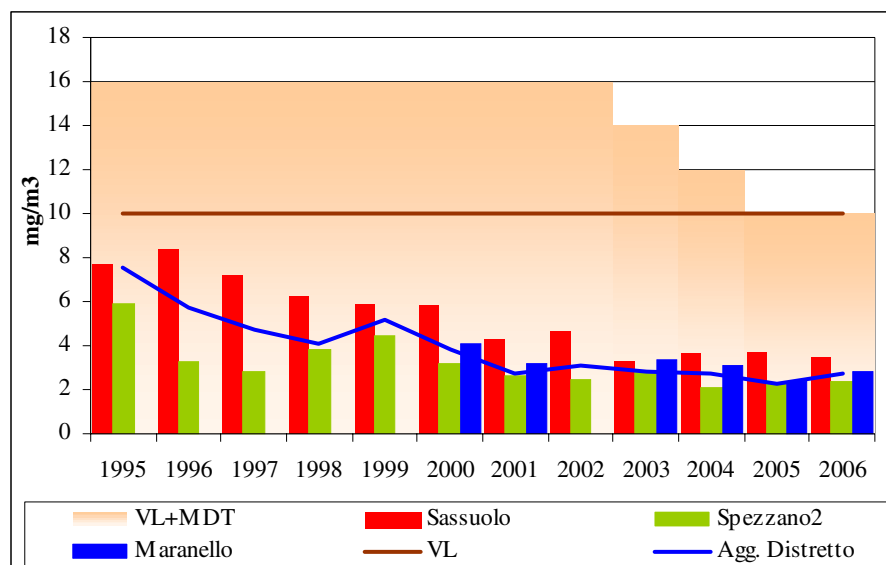


Figura 3.8: CO – trend della massima media mobile su 8 ore

Il trend del valore massimo delle medie mobili registrato nei diversi anni di rilevamento conferma, anche per il 2006, la diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante che si attestano su valori estremamente inferiori ai limiti imposti dalla normativa.

3.4 Benzene

Andamenti temporali nel 2006:

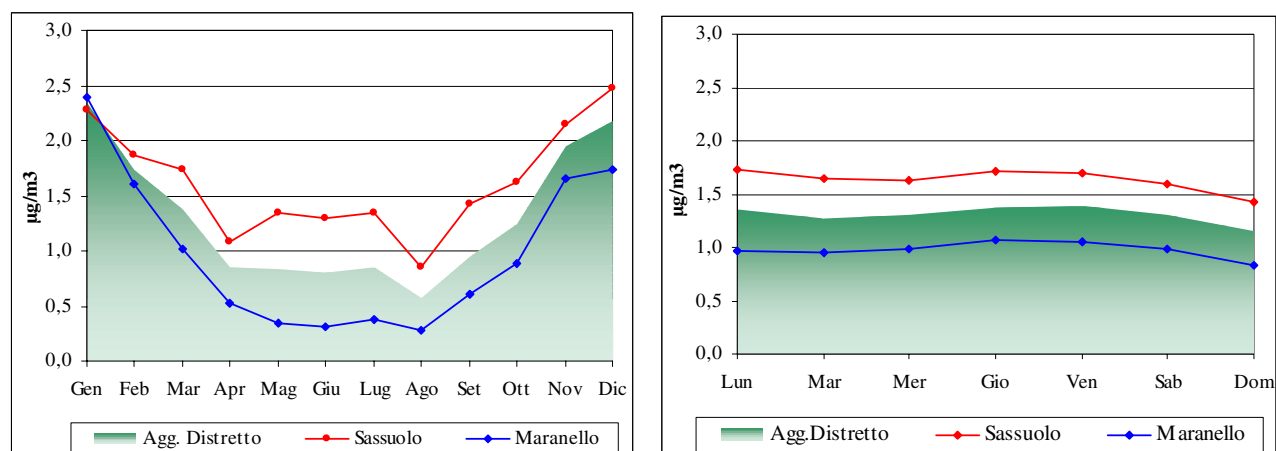


Figura 3.9: Benzene – medie mensili e settimana tipica annuale

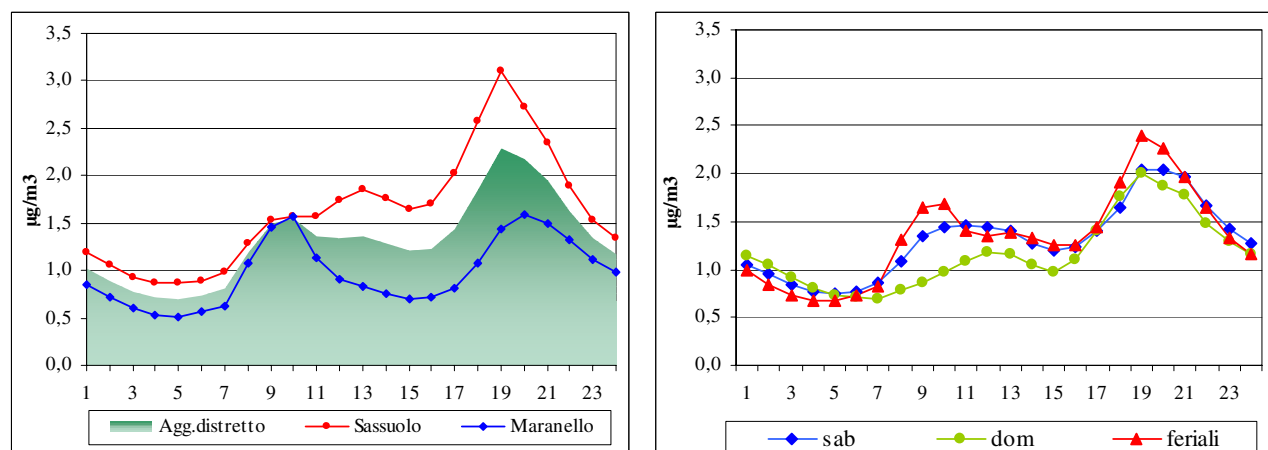


Figura 3.10: Benzene - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (dato medio dell'agglomerato)

Gli andamenti registrati sono coerenti con quanto rilevato per gli altri inquinati tipicamente invernali; il giorno tipico conferma il diverso andamento che si riscontra a Sassuolo, in accordo con gli inquinanti precedentemente esaminati.

I superamenti nel 2006

	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Sassuolo	1,6		
Maranello	1,0		
 $\leq \text{VL}$	 $> \text{VL}$	 $> \text{VL}+\text{MDT}$	

Tab. n° 3.4: Benzene – verifica del rispetto dei limiti normativi

Le concentrazioni rilevate nel 2006 rispettano ampiamente il limite annuale previsto dalla normativa vigente in entrambe le stazioni.

Il trend delle concentrazioni

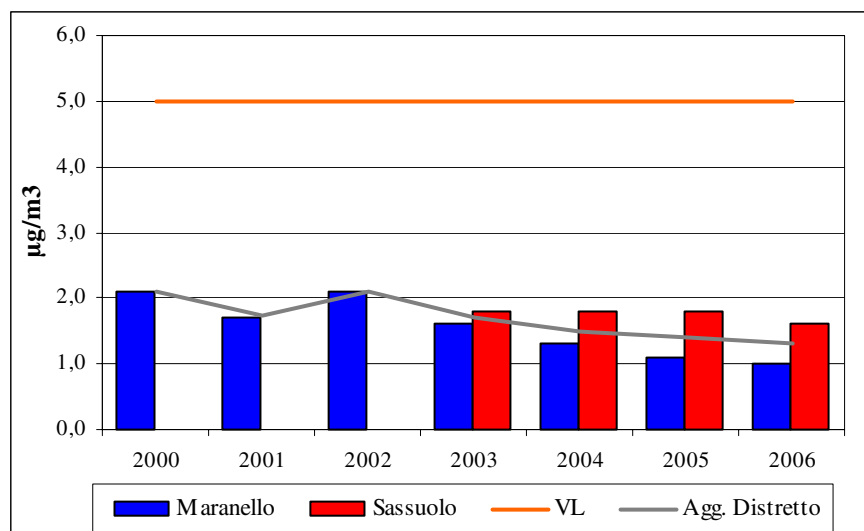


Figura 3.11: Benzene- trend delle medie annuali

Le medie annuali rilevate nel 2006 confermano il calo delle concentrazioni annuali di questo inquinante. L'obiettivo di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in vigore a partire dal 2010, risulta già ampiamente rispettato.

3.5 Ozono

Andamenti temporali nel 2006:

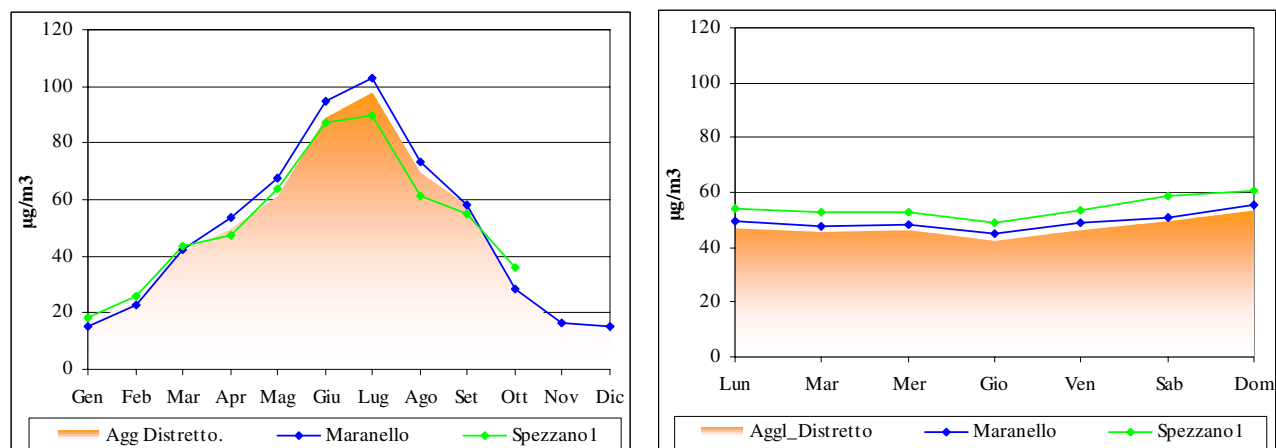


Figura 3.12: O₃ - medie mensili e settimana tipica annuale

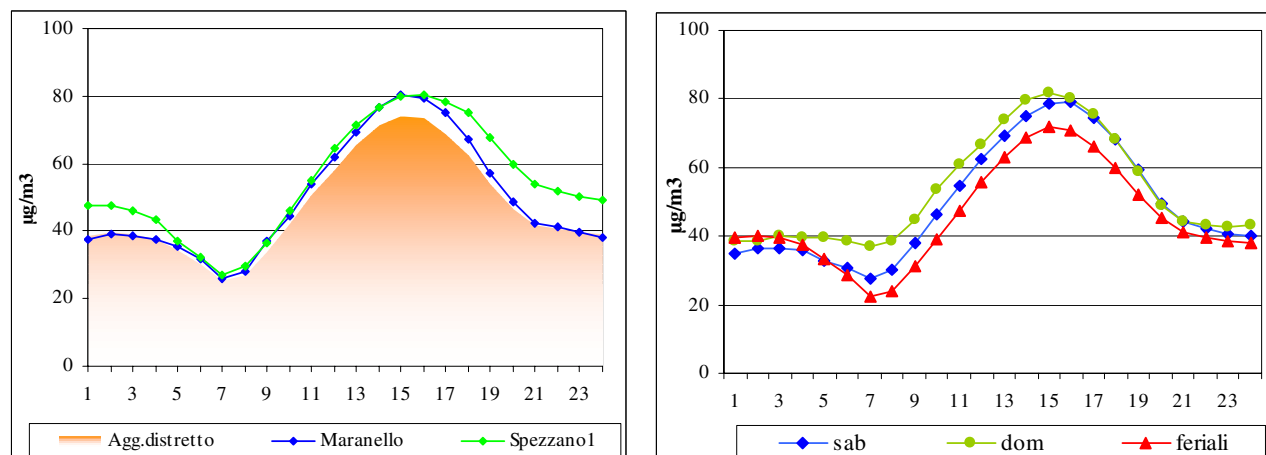


Figura 3.13: O₃ - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo

Le concentrazioni di ozono risultano più elevate nei mesi estivi e nelle ore centrali della giornata, quando la radiazione solare favorisce le reazioni chimiche in atmosfera che generano questo inquinante. A differenza di quanto accade per gli inquinanti primari, i livelli di ozono sono più elevati nei giorni festivi rispetto a quelli feriali a causa della diminuzione in atmosfera degli inquinanti primari che, reagendo con l'ozono, ne limitano le concentrazioni.

I superamenti nel 2006

	Media oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	N°superamenti soglia di informazione (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)		N°superamenti soglia di allarme (240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	N° giorni	N° ore	
Maranello	13	39	0
Spezzano1	2	3	0

	Max media mobile 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)	
	N°superamenti anno 2006 (OLT = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N°superamenti media anni 04/05/06 (VB = 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max. 25 superamenti)	anno 2006 (OLT = 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 media su 5 anni 2002 al 2006 (VB= 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Maranello	60	55	38993	31919
Spezzano1	40	39	26969	24782
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione	

Tab. n° 3.5: O3 – verifica del rispetto dei limiti normativi

L'esame dei superamenti evidenzia una maggior criticità nel rispetto dei limiti definiti per le esposizioni a lungo termine, mentre la soglia di allarme, definita per gli eventi acuti, non è mai stata superata in nessuna stazione.

Il trend delle concentrazioni

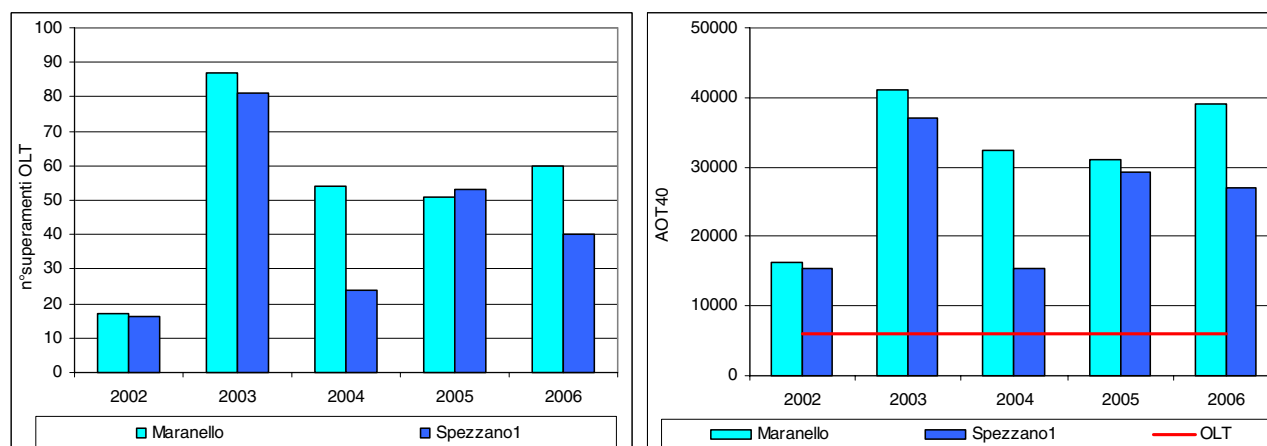


Figura 3.14: O3 - trend degli indicatori fissati dalla normativa per la protezione della salute umana e della vegetazione

Dai valori registrati, non si evidenziano trend in atto; l'andamento è prevalentemente legato alle condizioni meteorologiche della stagione estiva, stagione in cui si rilevano le concentrazioni più elevate di questo inquinante.

4 RILOCABILE SAT

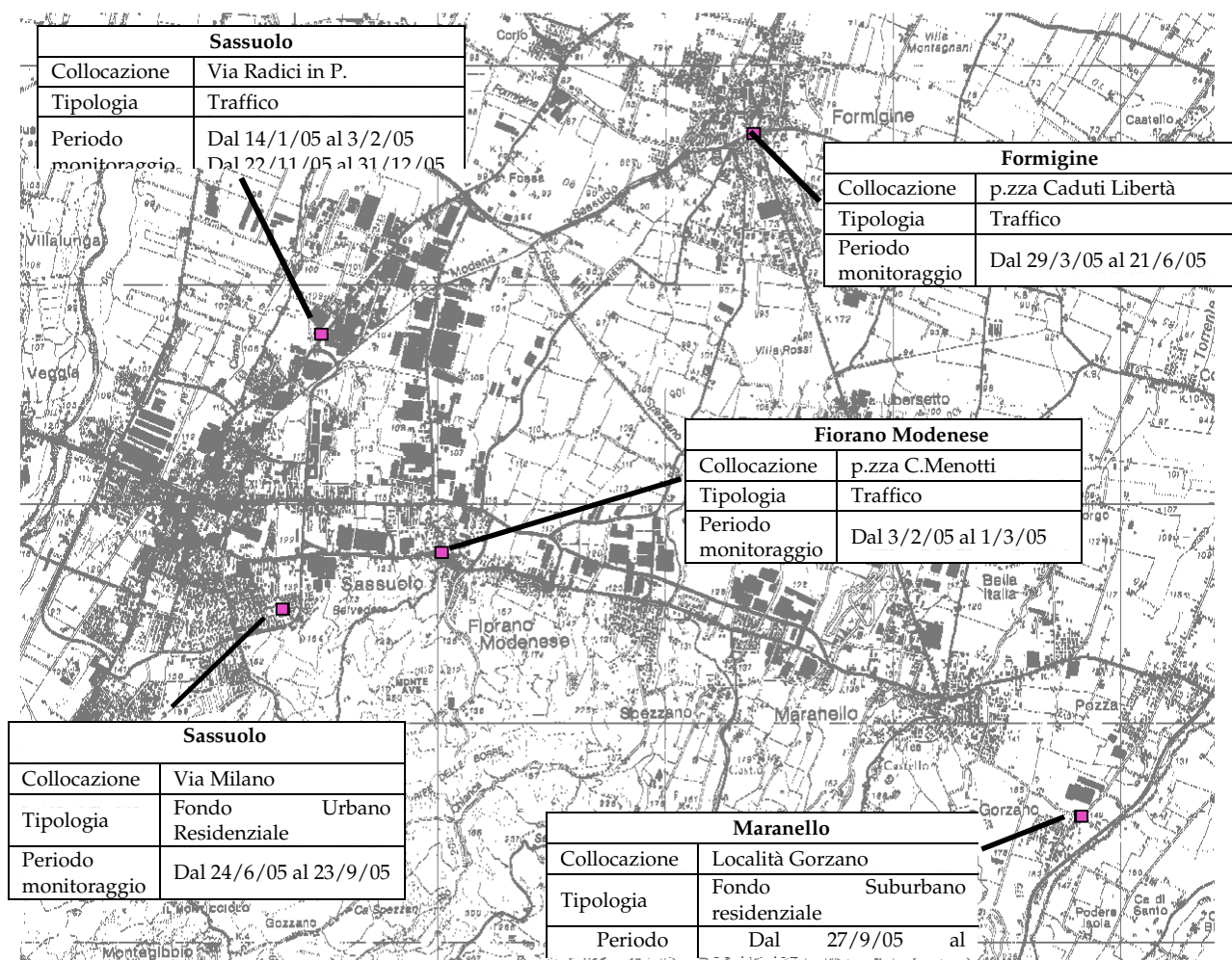
Ad integrazione delle centraline fisse adibite al monitoraggio della qualità dell'aria, nel Distretto Ceramico è attiva una stazione rilocabile di proprietà della SAT di Sassuolo, equipaggiata con analizzatori di Ossidi d'Azoto, Monossido di Carbonio, Ozono, PM10; la stazione è dotata inoltre di sensori meteorologici e di un contatraffico. I punti di monitoraggio sono costituiti da postazioni già predisposte alla sua collocazione (Tab. n° 4.1); la figura rappresenta la mappa con la dislocazione dei siti. Nel 2005 è stata inserita una nuova postazione a Fiorano destinata a monitorare l'area circostante via Circonvallazione San Francesco, strada ad elevato traffico (circa 20000 unità/giorno).

Le elaborazioni successive sono relative ai singoli periodi di monitoraggio, pertanto sono influenzate dalla minore durata del rilevamento rispetto alle postazioni fisse per le quali si ha disponibilità di dati sull'intero arco dell'anno. I dati delle diverse postazioni sono altresì riferiti a periodi meteorologici molto differenti perciò difficilmente confrontabili.

Postazione	Periodo di monitoraggio
Sassuolo – V. Radici in Piano	1 gen–24 gen. 21 nov–31 dic
Fiorano – P.zza Menotti	24 gen – 28 mar

Postazione	Periodo di monitoraggio
Formigine – P.zza Caduti per la Libertà	28 mar – 20 giu
Sassuolo – Via Milano	20 giu – 19 set
Maranello – loc. Gorzano	19 set – 21 nov

Tab. n° 4.1: postazioni e periodi di monitoraggio effettuati con la Rilocabile SAT nell'anno 2006



4.1 Ossidi di Azoto

Le concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

Postazione	Periodo di monitoraggio	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max orario Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Sassuolo – Via Radici in Piano	1 gen. – 24 gen 21 nov – 31 dic	39	118	42 - 60	146 - 194
Fiorano – P.zza C. Menotti	24 gen. – 28 mar.	42	159	46 - 76	97 - 189
Formigine – P.zza Caduti per la libertà	28 mar. – 20 giu.	46	136	27 - 46	86 - 158
Sassuolo – Via Milano	20 giu. – 19 set.	17	97	25 - 38	114 - 144
Maranello – loc. Gorzano	19 set. – 21 nov.	35	105	34 - 51	109 - 168

Tab. n° 4.2: NO₂ –concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

I valori medi rilevati con il mezzo rilocabile risultano nella maggior parte dei casi inferiori o prossimi a quelli minimi rilevati nei medesimi periodi dalle stazioni fisse del distretto, ad esclusione di Formigine, la cui media risulta più elevata; i valori massimi risultano in linea con quanto rilevati nelle stazioni del distretto.

Andamenti temporali rilevati nelle campagne di monitoraggio

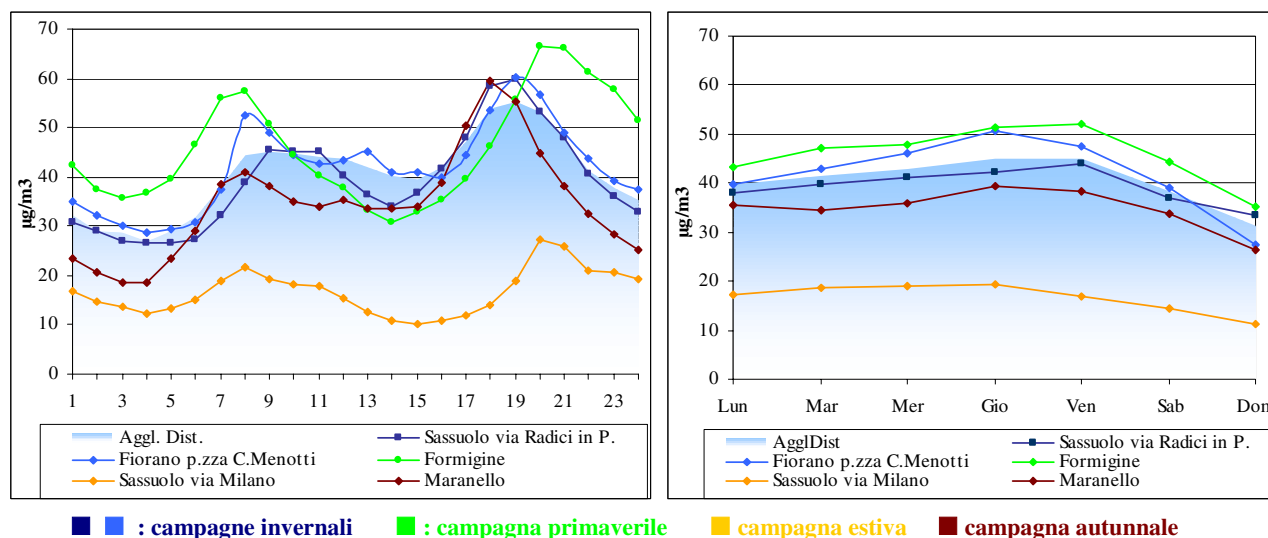


Figura 4.1: NO₂ - giorno tipico e settimana tipica nei diversi periodi di monitoraggio

L'andamento del giorno tipico mostra, per tutte le postazioni, la presenza di due picchi nelle ore di maggior flusso veicolare, meno consistenti nella campagna estiva. La settimana tipica evidenzia la diminuzione delle concentrazioni nei giorni di sabato e domenica per tutti i siti, in accordo con quanto rilevato nelle stazioni fisse dell'Agglomerato di Distretto. Considerato che le campagne hanno durata di qualche mese, gli andamenti e le concentrazioni rilevate sono influenzate, oltre che dalla tipologia del sito, anche dalla stagione in cui si è svolto il monitoraggio.

Il trend delle concentrazioni

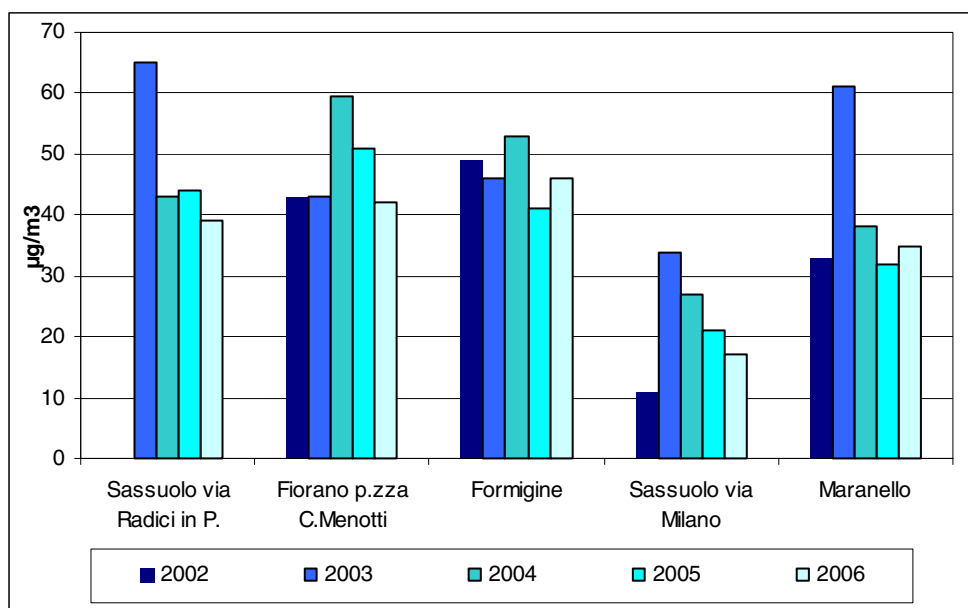


Figura 4.2: NO2 – medie del periodo di monitoraggio

Nel grafico sono rappresentate le medie rilevate in ogni postazione in periodi di monitoraggio analoghi effettuati dal 2002 al 2006. L'influenza della meteorologia su campagne di breve durata, anche se effettuate in periodi dell'anno analoghi, impone una certa cautela nel valutare la variabilità tra i diversi anni.

4.2 Polveri inalabili – PM10

Le concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

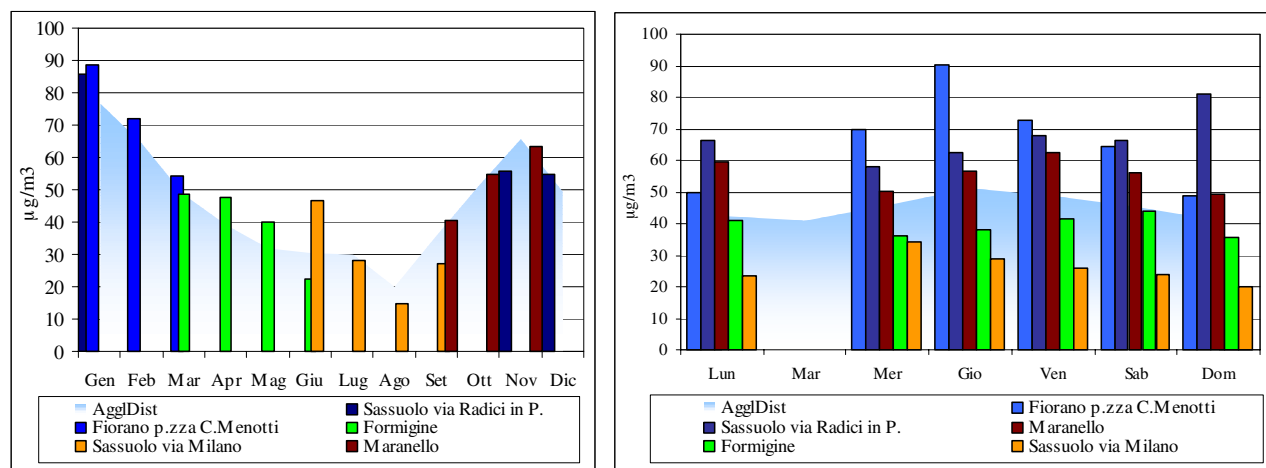
Postazione	Periodo di monitoraggio	Media (µg/m ³)	N° sup. media giorno	Media Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto (µg/m ³)	N° sup. Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto
Sassuolo – Via Radici in Piano	1 gen. – 24 gen 21 nov – 31 dic	66	37	52 - 61	20 - 35
Fiorano – P.zza Menotti	24 gen. – 28 mar.	66	35	54 - 60	34 - 36
Formigine – P.zza Caduti per la libertà	28 mar. – 20 giu.	40	14	29 - 30	5
Sassuolo – Via Milano	20 giu. – 19 set.	26	3	27 - 29	1 - 8
Maranello – loc. Gorzano	19 set. – 21 nov.	56	22	53	23

Tab. n° 4.3: PM10 –concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

I valori rilevati nelle campagne con il mezzo rilocabile, risultano in quasi tutti i casi superiori a quelli del Distretto osservati nei medesimi periodi dalle stazioni della rete di monitoraggio, ad esclusione della postazione di Sassuolo, via Milano.

Le stazioni fisse, la cui posizione è meglio descritta nel capitolo dedicato all'Agglomerato, rilevano le polveri PM10 in aree non direttamente influenzate dal traffico veicolare a differenza di alcune postazioni monitorate con il mezzo rilocabile, poste a pochi metri da strade ad elevato transito veicolare. Si precisa inoltre che, in relazione alla campagna di Maranello, non è stata considerata la stazione di Spezzano2 che nel periodo considerato, causa anomalie strumentali, ha disponibilità di un numero ristretto di dati.

Andamenti temporali rilevati nelle campagne di monitoraggio



■ ■ : campagne invernali ■ : campagna primaverile ■ campagna estiva ■ campagna autunnale

Figura 4.3: PM10 - medie mensili e settimana tipica nei diversi periodi di monitoraggio

Nel primo grafico di Figura 4.3 sono riportate le medie mensili dei diversi periodi di monitoraggio (le barre sovrapposte indicano che nello stesso mese il mezzo rilocabile ha effettuato campagne in due diverse postazioni): l'andamento complessivo segue la stagionalità di questo inquinante, rappresentata dal dato medio dell'agglomerato. Gli andamenti settimanali risultano influenzati dal diverso periodo di monitoraggio, oltre che dalla tipologia del sito; si nota, per tutte le postazioni, un calo delle concentrazioni nel fine settimana ad esclusione di Sassuolo – via Radici in P. dove si

assiste ad un aumento dei valori nella giornata di domenica.

Nel grafico non è stato riportato il dato del martedì in quanto la Rilocabile SAT è equipaggiata con campionatore per il rilevamento delle Polveri PM10 di tipo semiautomatico in cui è necessario cambiare settimanalmente le membrane su cui viene raccolto il particolato; il cambio viene effettuato il martedì, pertanto per quel giorno non si ha la disponibilità del dato.

Il trend delle concentrazioni

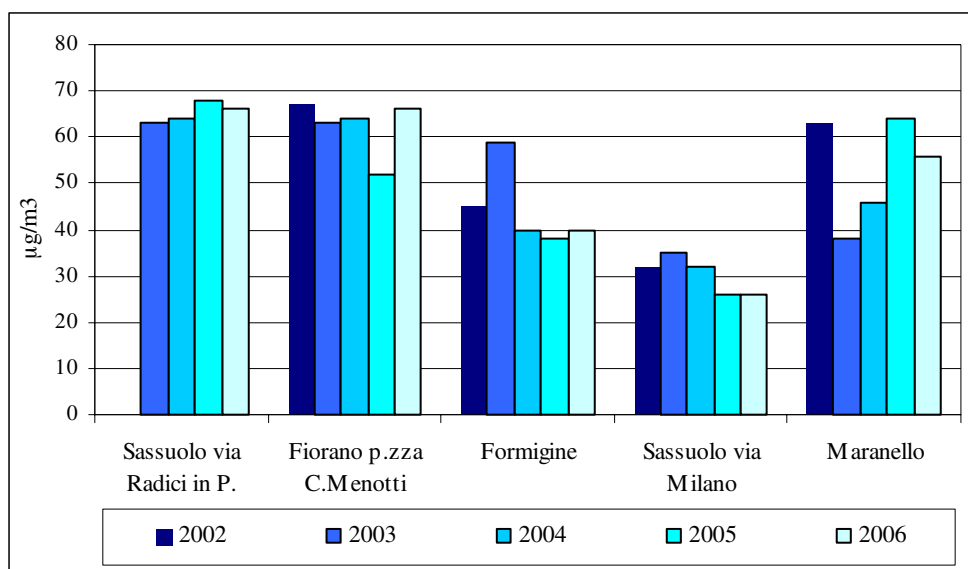


Figura 4.4: PM10 – medie del periodo di monitoraggio

Nel grafico sono rappresentate le medie rilevate in ogni postazione in periodi di monitoraggio analoghi effettuati a partire dal 2002. Diverse stazioni non mostrano variazioni di rilievo tra gli anni analizzati, mentre, in alcune, i dati rilevati sembrano evidenziare un peggioramento, come nella stazione di Maranello, o un miglioramento, come per la stazione di Formigine.

Occorre sottolineare che campagne di breve durata come quelle esaminate sono estremamente influenzate dalla meteorologia del periodo considerato; pertanto le valutazioni su eventuali trend in atto devono tener conto di tale variabilità.

4.3 Monossido di carbonio

Le concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

Postazione	Periodo di monitoraggio	Media (mg/m ³)	Max media Mobile su 8 h (mg/m ³)	Media Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto (mg/m ³)	Max media mobile su 8 h Min. e max rilevato nelle stazioni fisse del Distretto (mg/m ³)
Sassuolo – Via Radici in Piano	1 gen. – 24 gen 21 nov – 31 dic	1.0	2.3	0.8 – 1.2	2.4 – 3.2
Fiorano – P.zza Menotti	24 gen. – 28 mar.	0.8	1.9	0.7 – 0.8	1.6 – 2.4
Formigine – P.zza Caduti per la libertà	28 mar. – 20 giu.	0.5	1.3	0.4 – 0.8	1.0 – 2.2
Sassuolo – Via Milano	20 giu. – 19 set.	0.4	2.1	0.3 – 0.7	0.6 – 1.3
Maranello – loc. Gorzano	19 set. – 21 nov.	0.6	1.5	0.5 – 0.9	1.8 – 3.5

Tab. n° 4.4: CO –concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

I valori rilevati nelle campagne di monitoraggio risultano di entità simile a quelli osservati nei medesimi periodi dalle stazioni fisse dell'agglomerato. La massima media mobile risulta nella maggior parte dei casi inferiore al valore più critico rilevato in queste stazioni; non è mai stato superato il valore limite previsto dalla normativa vigente.

Andamenti temporali rilevati nelle campagne di monitoraggio

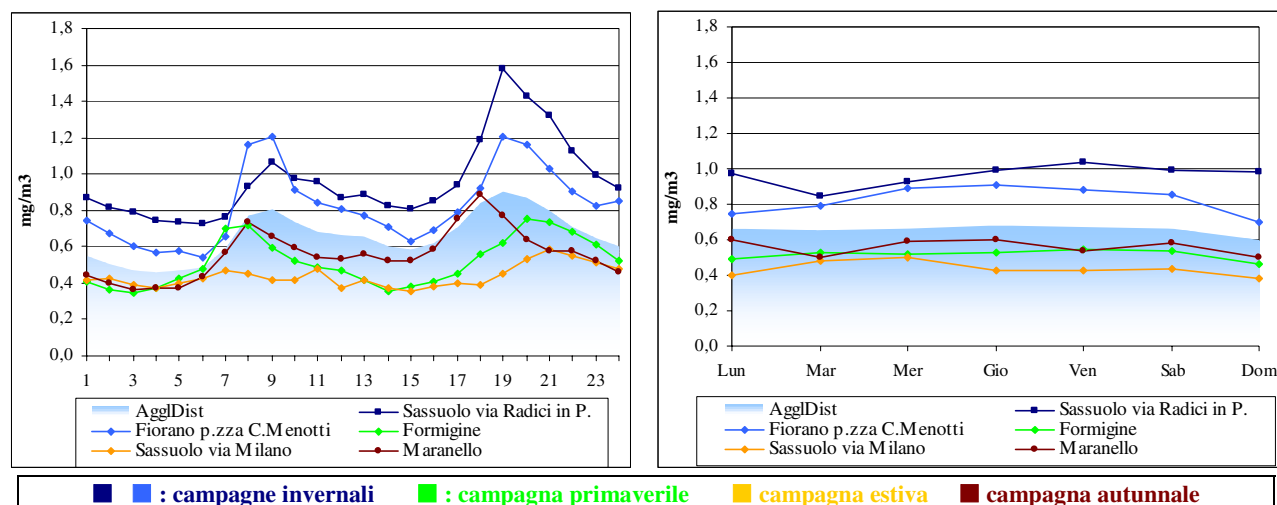


Figura 4.5:CO - giorno tipico settimana tipica nei diversi periodi di monitoraggio

Gli andamenti risultano influenzati dal diverso periodo di monitoraggio, oltre che dalla tipologia del sito; in particolare, nel grafico del giorno tipico la presenza dei picchi nelle ore di maggior flusso veicolare è più marcata nelle campagne invernali ed autunnali, mentre nel grafico della settimana tipica non si notano variazioni significative delle concentrazioni nei diversi giorni.

Il trend delle concentrazioni

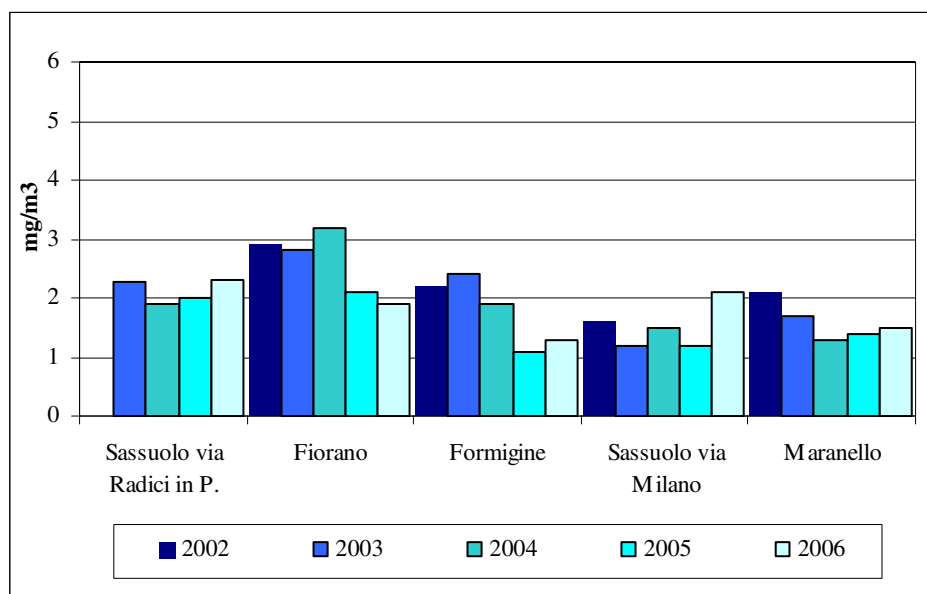


Figura 4.6: CO – Massima media mobile su 8 ore

Nel grafico è rappresentato il massimo delle medie mobili su 8 ore, rilevate in ogni postazione nei periodi di monitoraggio effettuati dal 2002 al 2006. I dati rilevati nell'ultimo anno di monitoraggio non evidenziano variazioni significative delle concentrazioni rispetto l'anno precedente ad esclusione della postazione di Sassuolo – via Milano, sito in cui le concentrazioni sono aumentate.

L'influenza della meteorologia su campagne di breve durata, anche se effettuate in periodi dell'anno analoghi, impone però una certa cautela nel valutare la variabilità tra gli anni considerati.

Il valore limite fissato per il 2006 (10 mg/m³), risulta ampiamente rispettato.

4.4 Ozono

Le elaborazioni per questo inquinante sono relative alle due postazioni monitorate nei mesi primaverili/estivi, nei quali l'Ozono, essendo un inquinante di origine fotochimica, presenta le concentrazioni maggiori. A testimonianza di questo comportamento, si riportano gli andamenti temporali (in particolare il giorno tipico) per tutti i siti monitorati.

Le concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio:

Postazione	Periodo di monitoraggio	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° superamenti della soglia di informazione	Max media mobile 8 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° giorni di superamento del limite definito sulla media mobile 8 ore
Formigine – P.zza Caduti per la libertà	28 mar. – 20 giu.	54	0	146	6
Sassuolo – Via Milano	20 giu. – 19 set.	87	35	186	45
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione		

Tab. n° 4.5: O₃ – concentrazioni rilevate nelle campagne di monitoraggio

Le concentrazioni rilevate sono più elevate nel sito di Via Milano, in coerenza con l'andamento stagionale di questo inquinante e con la collocazione del punto di monitoraggio, lontano da sorgenti di inquinamento.

Andamenti temporali rilevati nelle campagne di monitoraggio

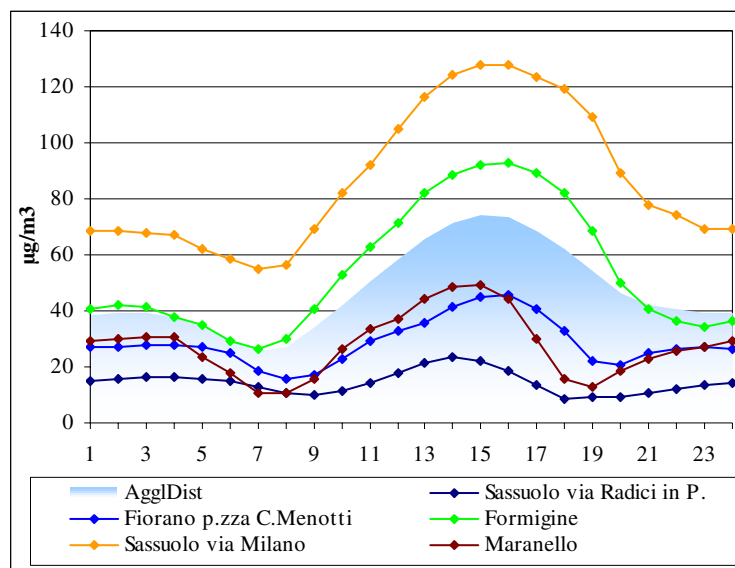


Figura 4.7: O₃ - giorno tipico nei diversi periodi di monitoraggio

Il grafico di Figura 4.7 mostra in modo evidente l'aumento delle concentrazioni di ozono passando dalla stagione invernale a quella estiva.

Il trend delle concentrazioni

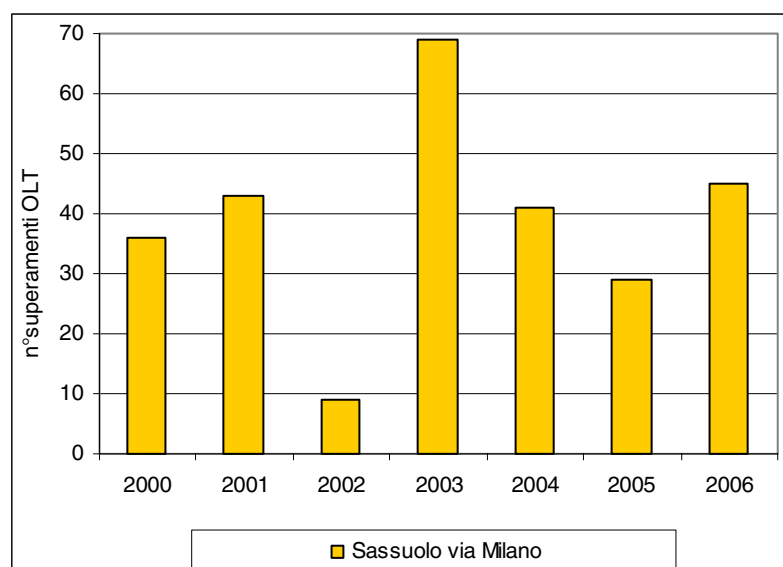


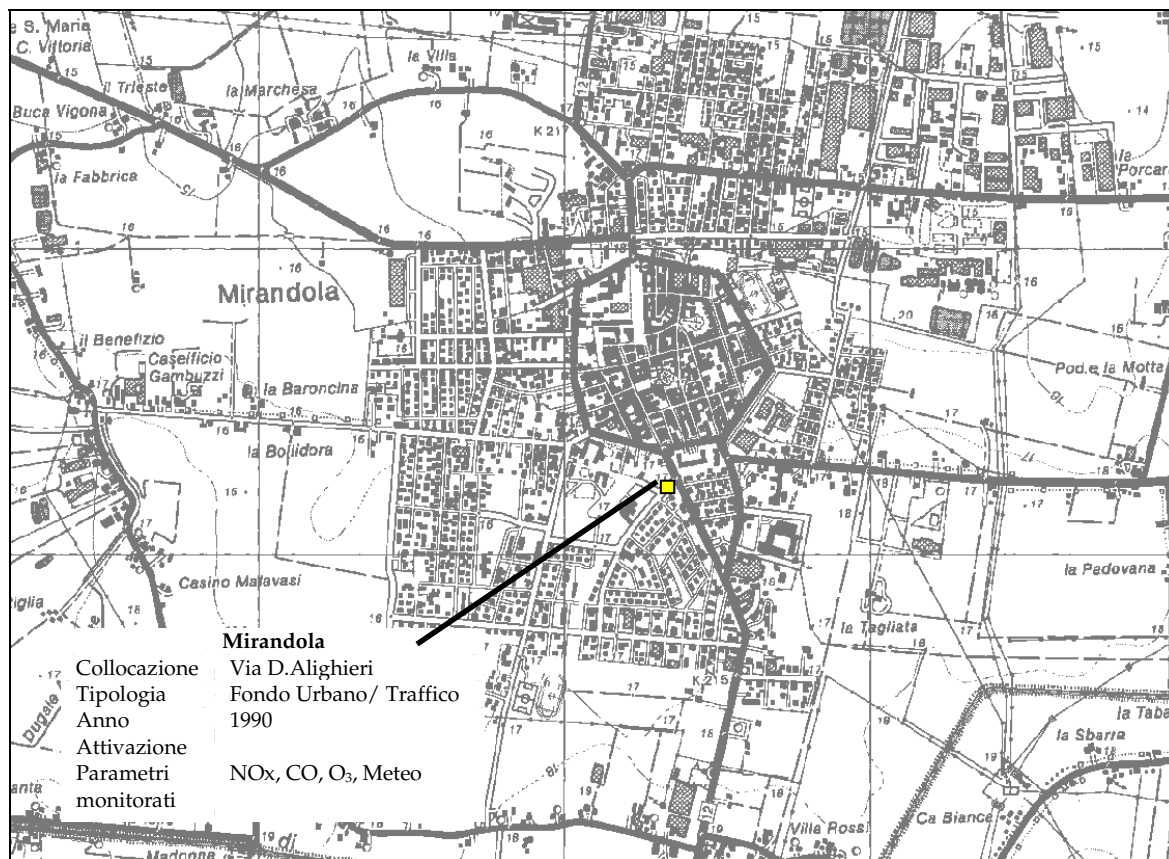
Figura 4.8: Ozono - n° superamenti OLT

Il confronto con le campagne effettuate negli anni passati è stato effettuato solo per il sito di Via Milano, che è il più significativo per questo inquinante e inoltre ha il maggior numero di campagne disponibili. L'andamento, come già evidenziato relativamente ai dati delle stazioni fisse, segue prevalentemente l'andamento meteorologico della corrispondente stagione estiva.

5 COMUNE DI MIRANDOLA

L'unica stazione esterna agli agglomerati che dispone di un set di dati annuali completo è la stazione di Mirandola, collocata in via D. Alighieri in zona residenziale/commerciale.

Le stazioni di Campogalliano e Castelfranco, anch'esse in Zona A ma facenti parte dell'agglomerato di Modena, sono state disattivate nel mese di ottobre e non hanno un numero di dati sufficienti per effettuare le elaborazioni previste dalla normativa.



5.1 Ossidi di Azoto

Andamenti temporali nel 2006:

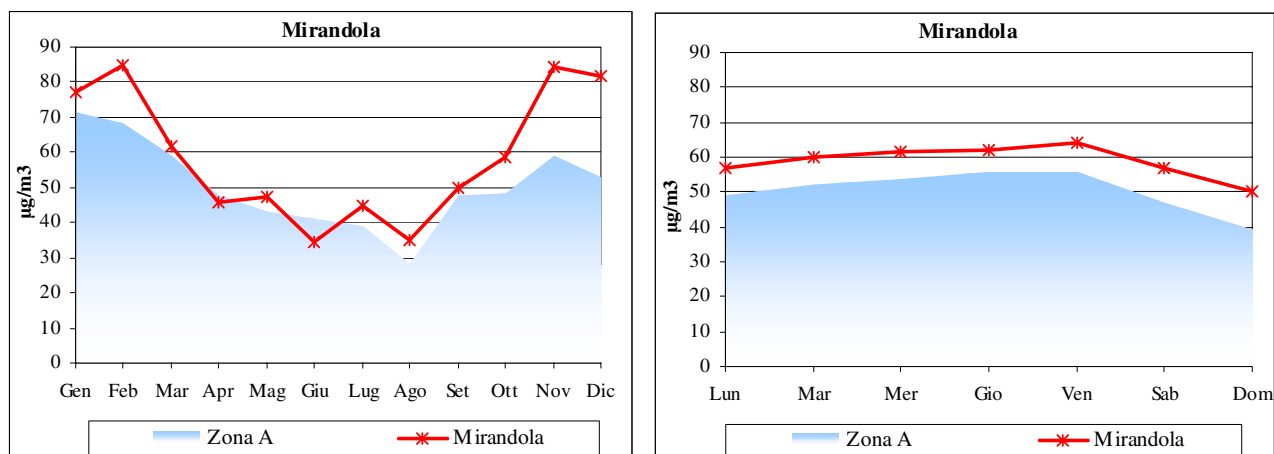


Figura 5.1: NO₂ - medie mensili e settimana tipica annuale

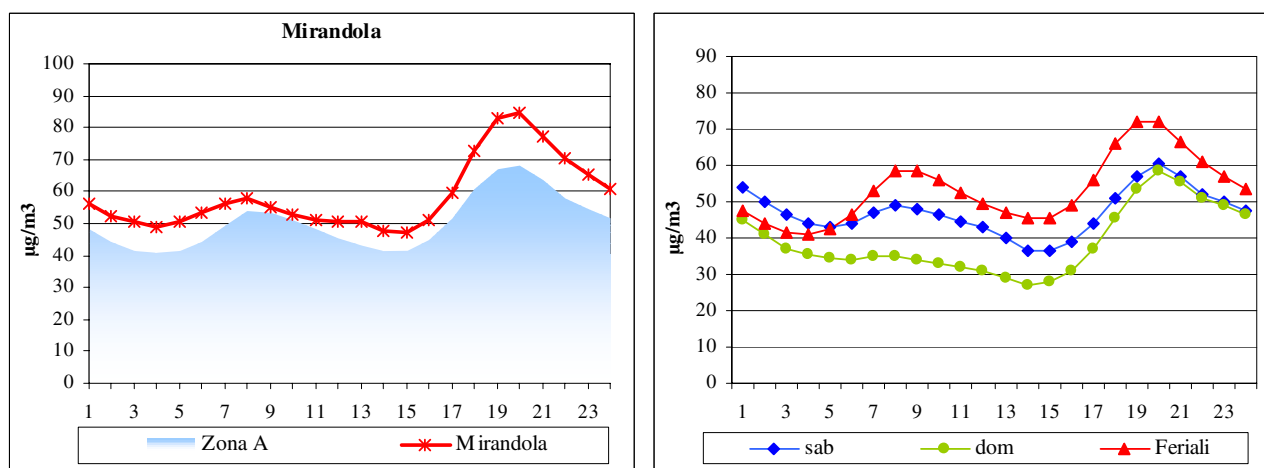


Figura 5.2: NO₂ - giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo - Zona A

Gli andamenti temporali del Biossido d'Azoto sono analoghi a quelli rilevati in media nella Zona A, con concentrazioni superiori in particolare nel periodo invernale.

I superamenti nel 2006

	Media Oraria (n° superamenti)		Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	VL	di cui >VL+MDT	
Mirandola	5	0	59
 $\leq$ VL	 > VL	 > VL+MDT	

Tab. n° 5.1: NO₂ – verifica del rispetto dei limiti normativi

Le concentrazioni rilevate a Mirandola nel 2006 e riportate in Tab. n° 5.1, evidenziano il superamento della media annuale, analogamente a quanto avviene in altre stazioni dell'agglomerato di Modena. Gli episodi critici legati al superamento della media oraria rimangono invece contenuti e inferiori al massimo consentito (non più di 18 superamenti).

Il trend delle concentrazioni

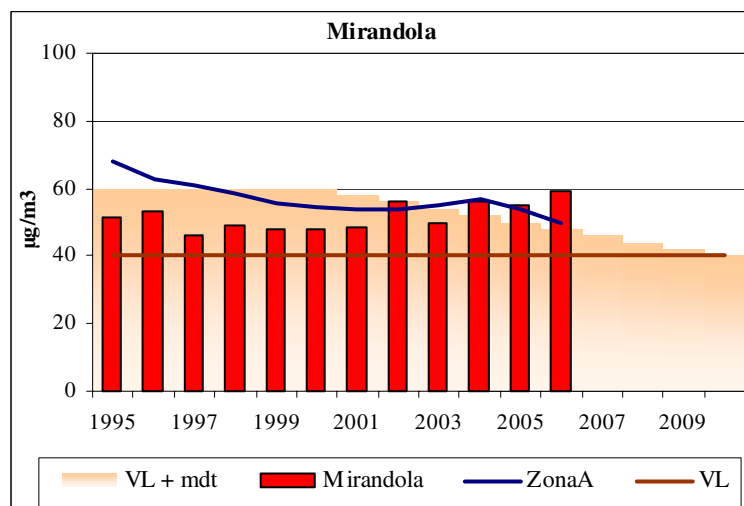


Figura 5.3: NO₂ – trend delle medie annuali

La media annuale di biossido d'azoto mostra un lieve aumento, in controtendenza con il calo registrato nella Zona A a partire dal 2004.

5.2 Monossido di carbonio

Andamenti temporali nel 2006:

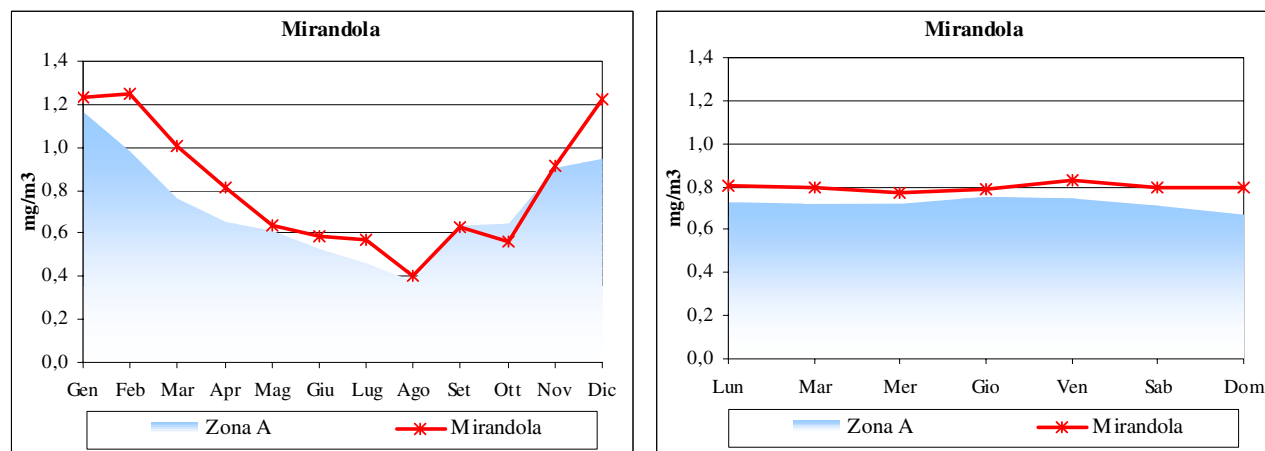


Figura 5.4: CO - medie mensili e settimana tipica annuale

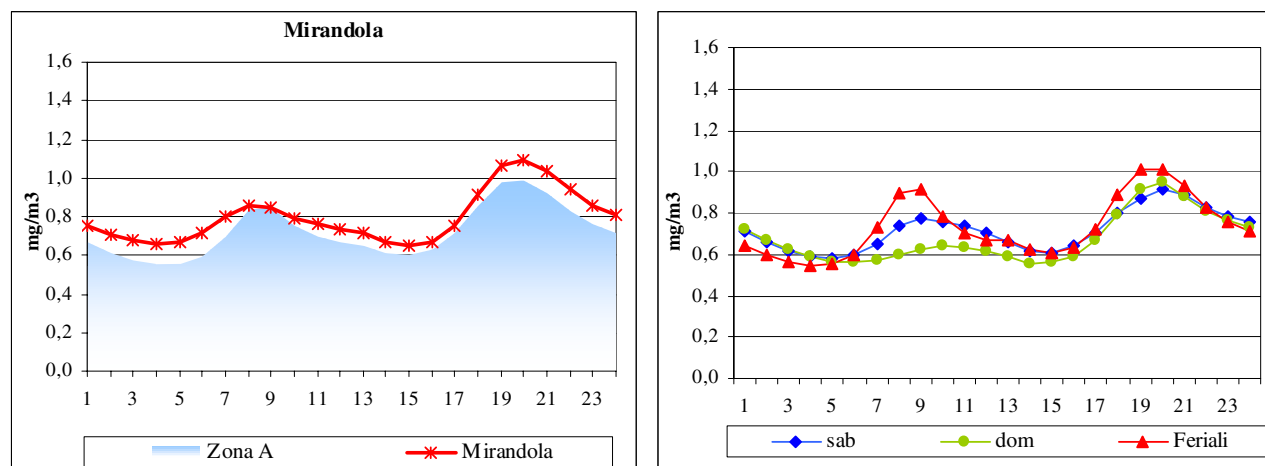


Figura 5.5: CO - Giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo

Come già evidenziato per il Biossido d'Azoto, gli andamenti temporali si mantengono simili alla zona di appartenenza, pur mostrando concentrazioni leggermente più elevate.

I superamenti nel 2006

Non si sono registrati superamenti del limite fissato dalla normativa (VL= 10 mg/m³)

	Max media mobile su 8 ore (mg/m ³)
Mirandola	3.2
 ≤ VL > VL	

Tab. n° 5.2: CO - Massimo delle medie mobili su 8 ore registrato nel 2006

Il trend delle concentrazioni

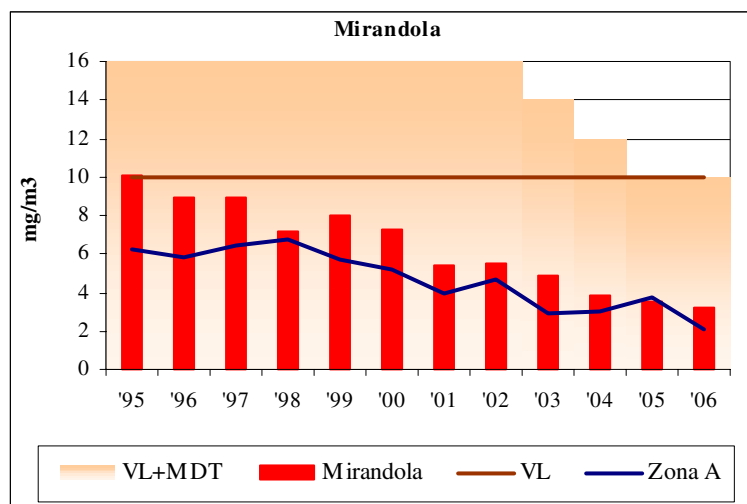


Figura 5.6: CO - trend della massima media mobile su 8 ore – confronto con il VL fissato dal DM 60

I livelli ambientali di monossido di carbonio sono notevolmente diminuiti e attualmente risultano ampiamente inferiori ai limiti normativi.

5.3 Ozono

Andamenti temporali nel 2006:

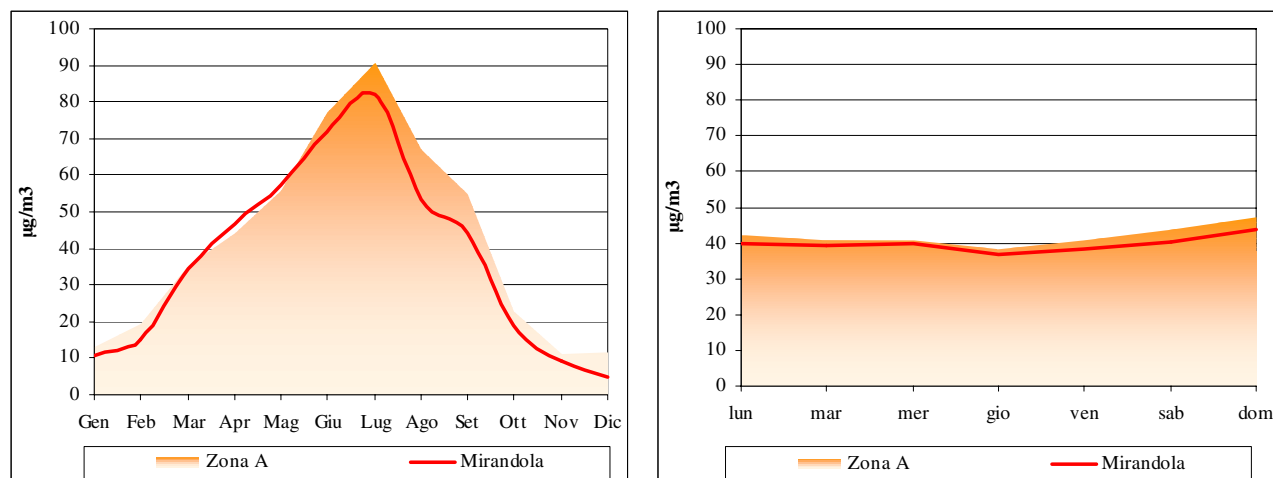


Figura 5.7: O₃ - medie mensili e settimana tipica annuale

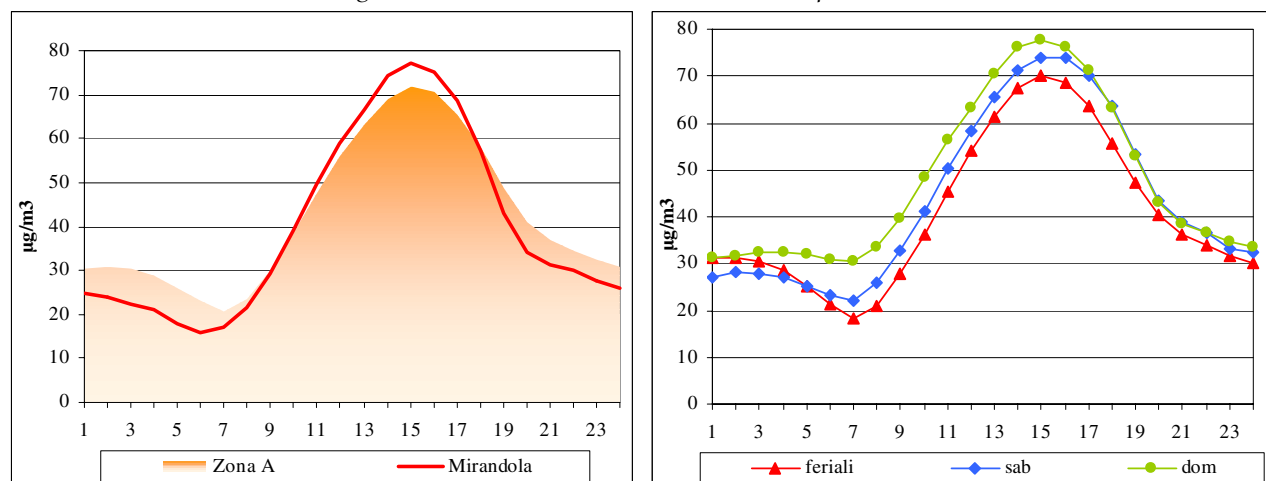


Figura 5.8: O₃ giorno tipico annuale e giorno tipico feriale e festivo (zona A)

I grafici mostrano l'andamento tipico di questo inquinante. Le concentrazioni più elevate, come già visto nei capitoli precedenti, si riscontrano nei mesi più caldi e nelle ore di massimo irraggiamento solare. Si nota un aumento delle concentrazioni nel fine settimana, dovuto alla diminuzione in atmosfera degli inquinanti primari.

I superamenti nel 2006

	Media oraria ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	N°superamenti soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)		N°superamenti soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
	N° ore	N° giorni	
Mirandola	30	8	0

	Max media mobile 8 h		AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)	
	N°superamenti anno 2006 (OLT = $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	N°superamenti media anni 04/05/06 (VB = $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max. 25 superamenti)	anno 2006 (OLT = $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	AOT40 media su 5 anni dal 2002 al 2006 (VB = $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mirandola	45	33	29300	22893
VB: Valore bersaglio per la protezione della salute umana OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della salute umana			VB: Valore bersaglio per la protezione della vegetazione OLT: Obiettivo al lungo termine per la protezione della vegetazione	

Tab. n° 5.3: O₃ – verifica del rispetto dei limiti normativi

Nel 2006, si sono registrati 8 giorni di superamento della soglia di informazione per un totale di 30 ore, dato che si collocata tra i più elevati della nostra Provincia assieme a Maranello (13 gg – 39 ore). Questo risultato era prevedibile tenendo conto che l'ozono risulta più critico nelle stazioni non direttamente influenzate da sorgenti di inquinanti.

Risultano numerosi anche i superamenti degli obiettivi a lungo termine fissati per la protezione della salute umana e della vegetazione.

Il trend delle concentrazioni

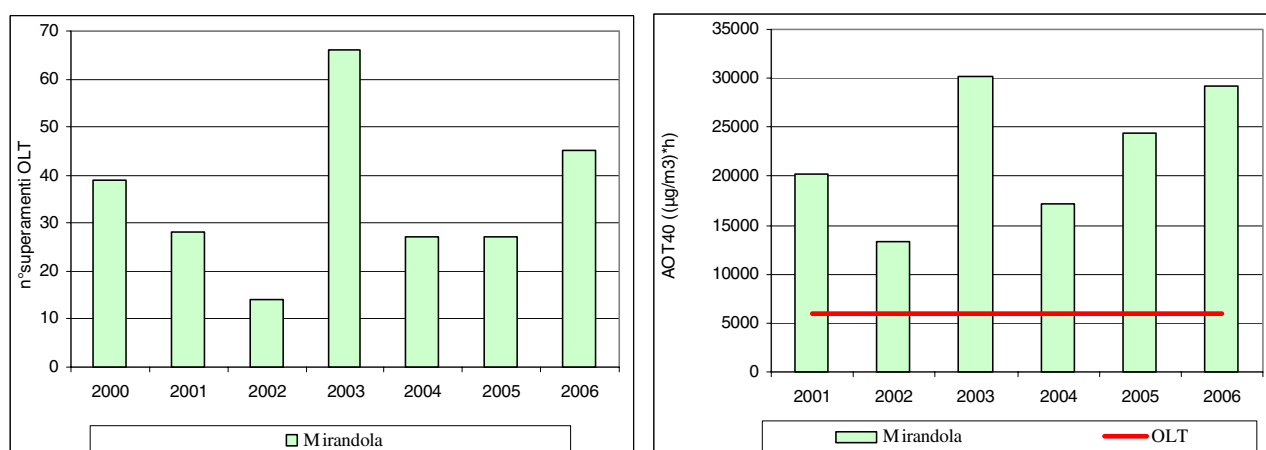


Figura 5.9: O₃ - trend degli indicatori fissati dalla normativa per la protezione della salute umana e della vegetazione

I grafici non mostrano tendenze in atto; le concentrazioni risultano governate prevalentemente dalla meteorologia della stagione estiva.