



Provincia di Modena

Area Territorio e Ambiente



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



19^a Relazione annuale 2009

LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI MODENA

Modena / settembre 2010



Arpa
Sezione Provinciale di Modena

PROVINCIA DI MODENA
ASSESSORATO ALL'AMBIENTE,
PROTEZIONE CIVILE E MOBILITÀ

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

LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI MODENA

**19^a Relazione annuale
2009**

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

A cura di:

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

Sesti Daniela

Responsabile Servizio Sistemi Ambientali

Luisa Guerra

Responsabile Area Monitoraggio e Valutazione Aria,
Rumore e NIR

Hanno collaborato:

Antonella Anceschi, Carla Barbieri
Patrizia Tedeschini, Antonella Sterni

Servizio Sistemi Ambientali
Sezione Provinciale di Modena

Giovanni Bonafè

Servizio IdroMeteoClima

Con il contributo di:

Giovanni Rompianesi

Direttore Area Territorio e Ambiente
Provincia di Modena

Rita Nicolini

Dirigente Servizio Sicurezza del Territorio e
Programmazione Ambientale - Provincia di Modena

Vittorio Ronco, Francesco Gelmuzzi

Servizio Sicurezza del Territorio e Programmazione
Ambientale - Provincia di Modena

Grazia Ghermandi e Alessandro Bigi

Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Civile
Università di Modena e Reggio Emilia

Copertina e stampa:

UO Grafica e Centro Stampa - Provincia di Modena

Foto di copertina: Arpa

Modena, Settembre 2010

INDICE

1	INTRODUZIONE	1
2	SINTESI METEOROLOGICA DELL'ANNO 2009.....	3
2.1	Precipitazioni.....	5
2.2	Altezza di rimescolamento e stabilità	9
2.3	Intensità e direzione del vento	13
2.4	Temperatura.....	15
3	LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	17
3.1	Le stazioni di Monitoraggio.....	20
4	ANALISI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA	30
4.1	Ossidi di Azoto.....	30
4.2	Polveri inalabili - PM ₁₀	34
4.3	Polveri inalabili - PM _{2,5}	39
4.4	Monossido di Carbonio	41
4.5	Benzene.....	43
4.6	Ozono	45
5	INDICE DI QUALITÀ DELL'ARIA.....	50
6	I MEZZI MOBILI PER IL RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	54
7	LE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO DEGLI IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA).....	75
8	VALUTAZIONE DEI DATI DELLA RETE RIDEP.....	80
9	POLLINI E SPORE AERODISPERSE.....	82
10	LE MISURE DI PARTICOLATO NANOMETRICO (DA 10 A 700 NM) A MODENA	89
11	CONSIDERAZIONI DI SINTESI SUI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA	93
11.1	Criticità invernali: PM ₁₀ e NO _x in calo	93

11.2	Criticità estive: O3 in leggero aumento.....	96
12	LE STRATEGIE ADOTTATE PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN PROVINCIA DI MODENA	98
12.1	Misure emergenziali e strumenti di pianificazione	98
12.2	Il controllo delle Sorgenti di emissioni	100
12.3	L'informazione al pubblico sulla qualità dell'aria	102

PRESENTAZIONE

I parametri di qualità dell'aria rilevati in provincia di Modena, confermano la tendenza ad un lento ma progressivo miglioramento riscontratosi negli ultimi anni. Le stazioni della Rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria, nel corso del 2009 hanno in particolare rilevato per le polveri PM10 valori della concentrazione media annuale al di sotto dei limiti di legge. Inoltre, il numero di superamenti del valore limite giornaliero per il PM10, si è ridotto sensibilmente se confrontato rispetto agli anni precedenti, rimanendo tuttavia ancora al di sopra del numero massimo consentito dalla normativa. Anche per quanto riguarda un altro inquinante critico per il nostro territorio, ovvero il biossido di azoto, si è registrato un progressivo calo della concentrazione media annuale, ma non tale da consentire il rispetto del relativo valore limite.

Questi dati oggettivi evidenziano che, nonostante le numerose e significative azioni volte a contrastare l'inquinamento atmosferico attuate negli anni a livello locale dalla Provincia, dagli Enti Locali e dalla Regione Emilia-Romagna, e pur continuando a migliorare la situazione sul nostro territorio, l'obiettivo rappresentato dal rispetto di tutti i valori limite previsti dalle normative comunitarie e nazionali, rimane ancora difficile da raggiungere.

Una svolta in tal senso, potrebbe essere rappresentata dai provvedimenti normativi che l'Italia dovrà necessariamente assumere in merito in tempi brevi. Il nostro Paese, infatti, è impegnato sia nel recepimento della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria in Europa, sia nell'elaborazione di una strategia di intervento per reagire alla mancata concessione da parte della Commissione Europea della deroga al superamento dei limiti per il PM10. Poiché la motivazione principale per cui all'Italia non è stata concessa tale deroga, è rappresentata dall'assenza di un Piano nazionale (mentre molte regioni come la nostra ne erano dotate), è quindi auspicabile che proprio a livello nazionale possano essere previsti idonei strumenti normativi e finanziari di intervento da affiancare alle misure locali. Nell'attesa di tali interventi da parte dello Stato, la Provincia intende comunque proseguire nel suo ruolo di coordinamento e di programmazione di misure volte alla tutela e al risanamento della qualità dell'aria, coinvolgendo gli Enti Locali, le associazioni delle categorie economiche ed i cittadini del proprio territorio, per dividerle e renderle più efficaci possibile.

Stefano Vaccari

Assessore all'Ambiente, Protezione civile
e alla Mobilità 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 2009 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 Figura 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, Valsat, Programma e Norme di Attuazione), approvato il 29/3/2007.

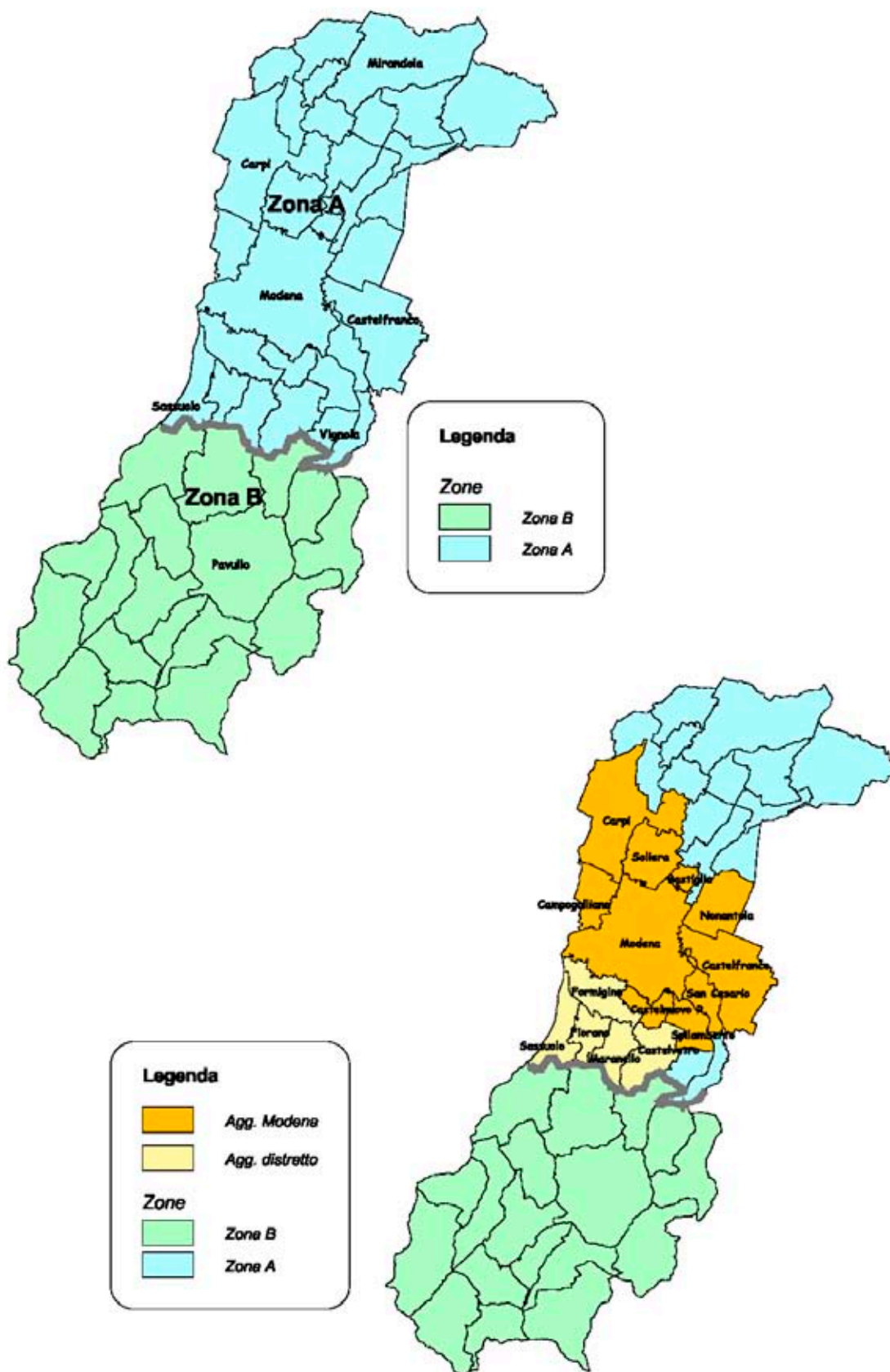


Figura 1-1: Zonizzazione Provinciale

2 SINTESI METEOROLOGICA DELL'ANNO 2009

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 della 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 e quindi la rimozione di inquinanti; temperature 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 alcune delle stazioni meteorologiche che sono rappresentative delle tre aree omogenee in cui si può suddividere il nostro territorio (Figura 2-1):

- 1) pianura settentrionale: stazioni di Mirandola (Rete Agrmet Climat, attiva dal 27/05/04), Finale Emilia (Rete Locale, attiva dal 05/07/88), Cortile di Carpi (Rete Agrmet Climat, attiva dal 24/03/07) e San Felice (Rete Agrmet Climat, attiva dal 31/05/04);
- 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) e stazioni di Albareto (Rete Agrmet Climat, attiva dal 09/04/90), Castelfranco (Rete Agrmet Climat, attiva dal 11/09/91), Campogalliano (Rete Agrmet Climat, attiva dal 15/06/05); inoltre sono state prese in esame le elaborazioni CALMET in un punto localizzato presso la stazione urbana di Modena;
- 3) pedecollina: stazioni di Formigine (Rete Agrmet Climat, attiva dal 20/05/04) e Vignola (Rete Locale, attiva dal 22/07/98) 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 meteoroclimatico.

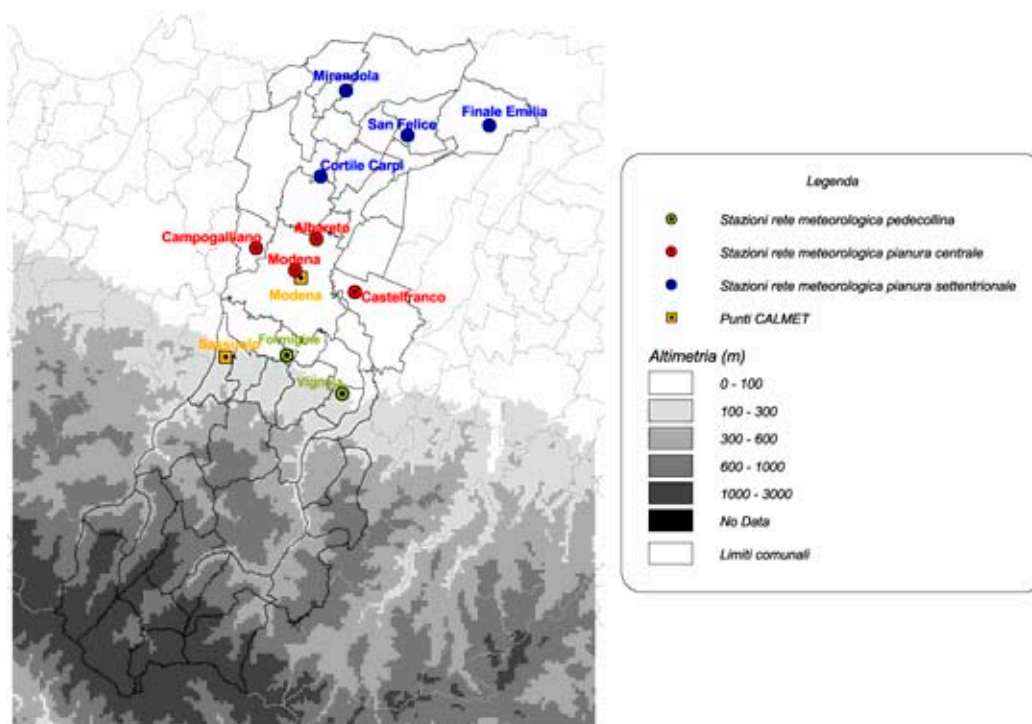


Figura 2-1 – Stazioni meteorologiche e punti CALMET

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).

2.1 Precipitazioni

Nella Figura 2-2 viene riportato l'andamento mensile delle precipitazioni misurate; si osserva una certa disuniformità nei vari mesi dell'anno, evidente in tutte e tre le aree: i mesi più piovosi sono risultati marzo, aprile, novembre e dicembre; inoltre, in giugno, a Modena e Formigine si è verificato un incremento dei fenomeni di precipitazione rispetto al periodo estivo. Si osserva infine, che Formigine ha presentato un autunno più piovoso rispetto alle stazioni di pianura.

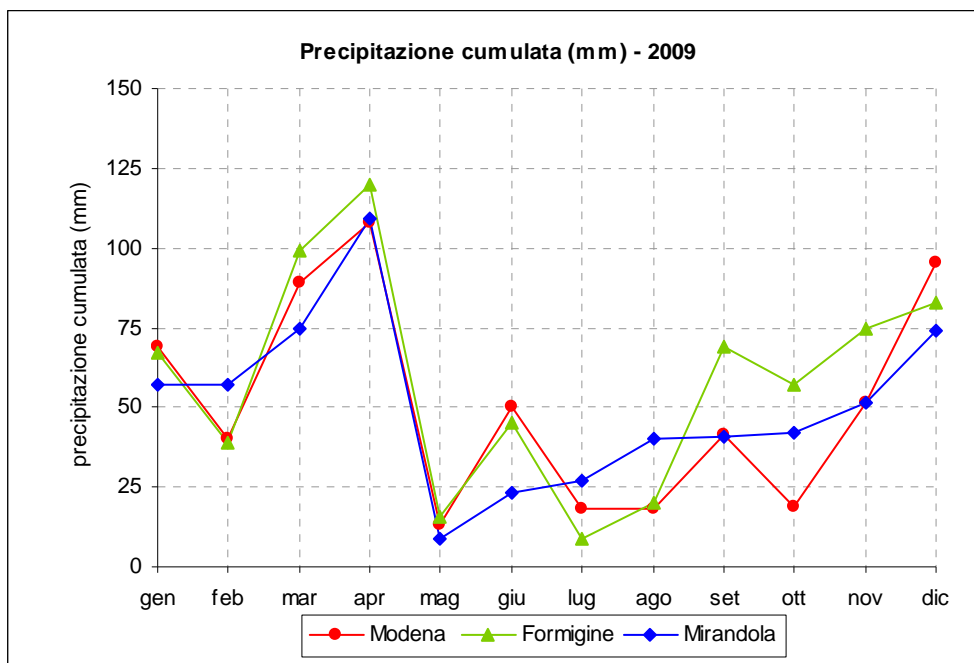


Figura 2-2– Andamento mensile della precipitazione cumulata in mm di pioggia (dati misurati) – anno 2009

La Figura 2-4 e la Figura 2-5 riportano il numero di giorni con precipitazioni maggiori di 5 mm sull'intera regione (elaborazioni CALMET). Le mappe evidenziano come la fascia appenninica sia caratterizzata da più frequenti episodi di pioggia, mentre le tre aree prese in esame (pianura settentrionale, pianura centrale e pedecollina) risultano abbastanza omogenee, ad eccezione del periodo autunnale, quando si sono avute maggiori precipitazioni nella fascia pedecollinare rispetto alla pianura (vedi anche Figura 2-2).

Per effettuare un confronto di piovosità negli ultimi anni (2002-2009, vedi Figura 2-3) sono stati utilizzati i dati misurati nelle stazioni con le serie storiche più complete, purché appartenenti alla stessa area omogenea (pianura settentrionale, pianura centrale e area pedecollinare).

Si osserva che la pianura settentrionale è caratterizzata generalmente da minori precipitazioni rispetto alle altre zone analizzate, mentre la pianura centrale dal 2002 al 2005 è risultata quella più piovosa per poi avvicinarsi negli anni successivi a quanto rilevato nell'area pedecollinare.

Per meglio evidenziare la piovosità complessiva del territorio, nel grafico è stata riportata anche la somma del dato annuo misurato nelle tre stazioni: il 2004 è stato l'anno più piovoso, mentre il 2006 ha avuto i minori apporti pluviometrici. Rispetto al 2008, nel 2009 la piovosità è mediamente diminuita in tutta la provincia, fatta eccezione per la pianura settentrionale dove si è registrato un incremento.

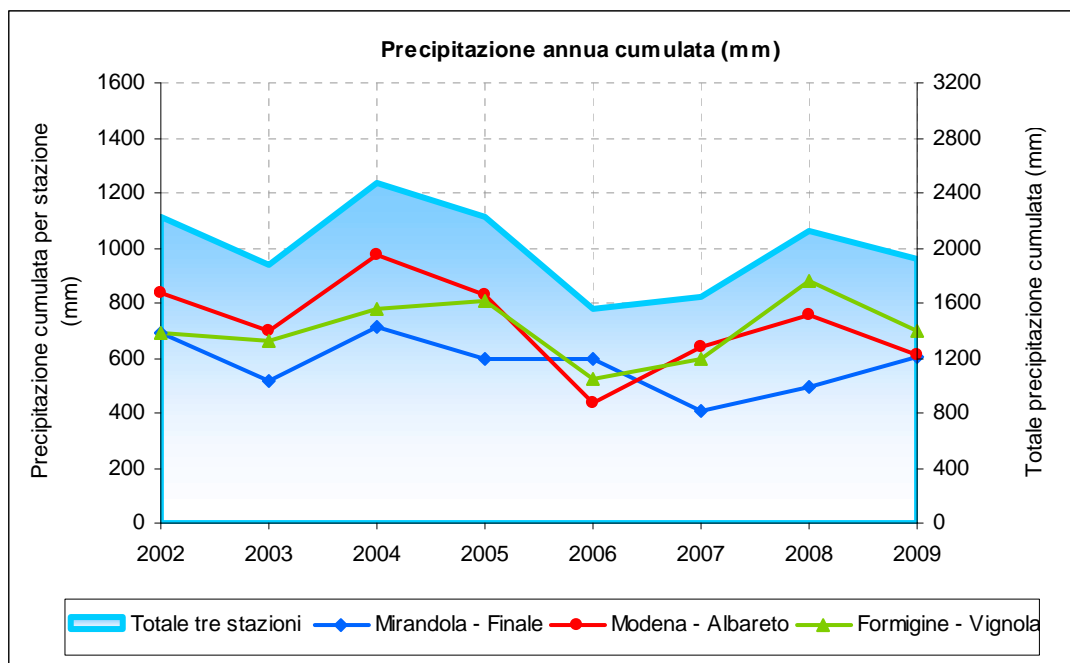


Figura 2-3– Precipitazione annua cumulata in mm di pioggia e totale annuo nelle stazioni prese come riferimento (dati misurati)

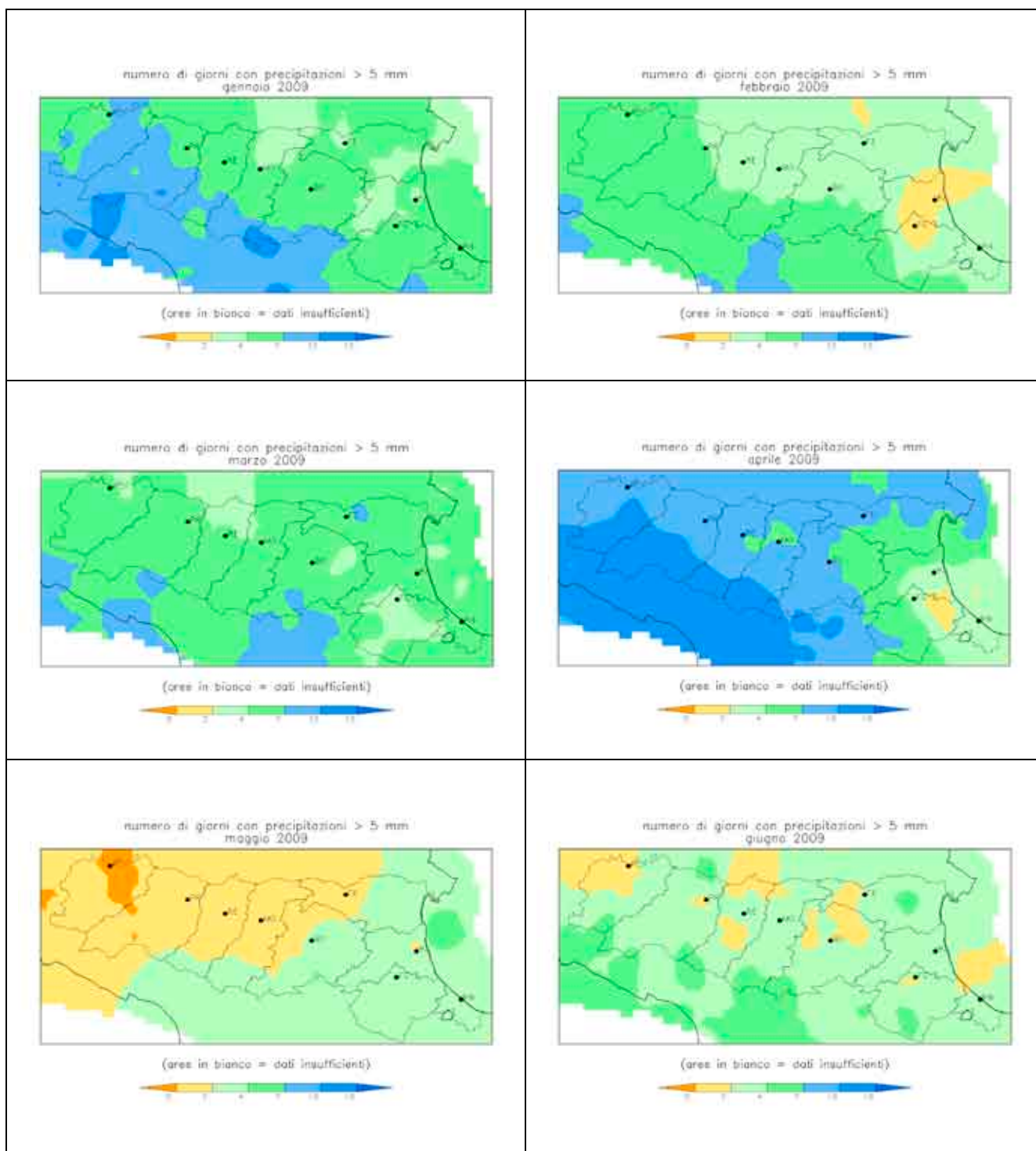


Figura 2-4 – Numero di giorni con precipitazione maggiore di 5 mm (gennaio - giugno 2009 - Dati CALMET)

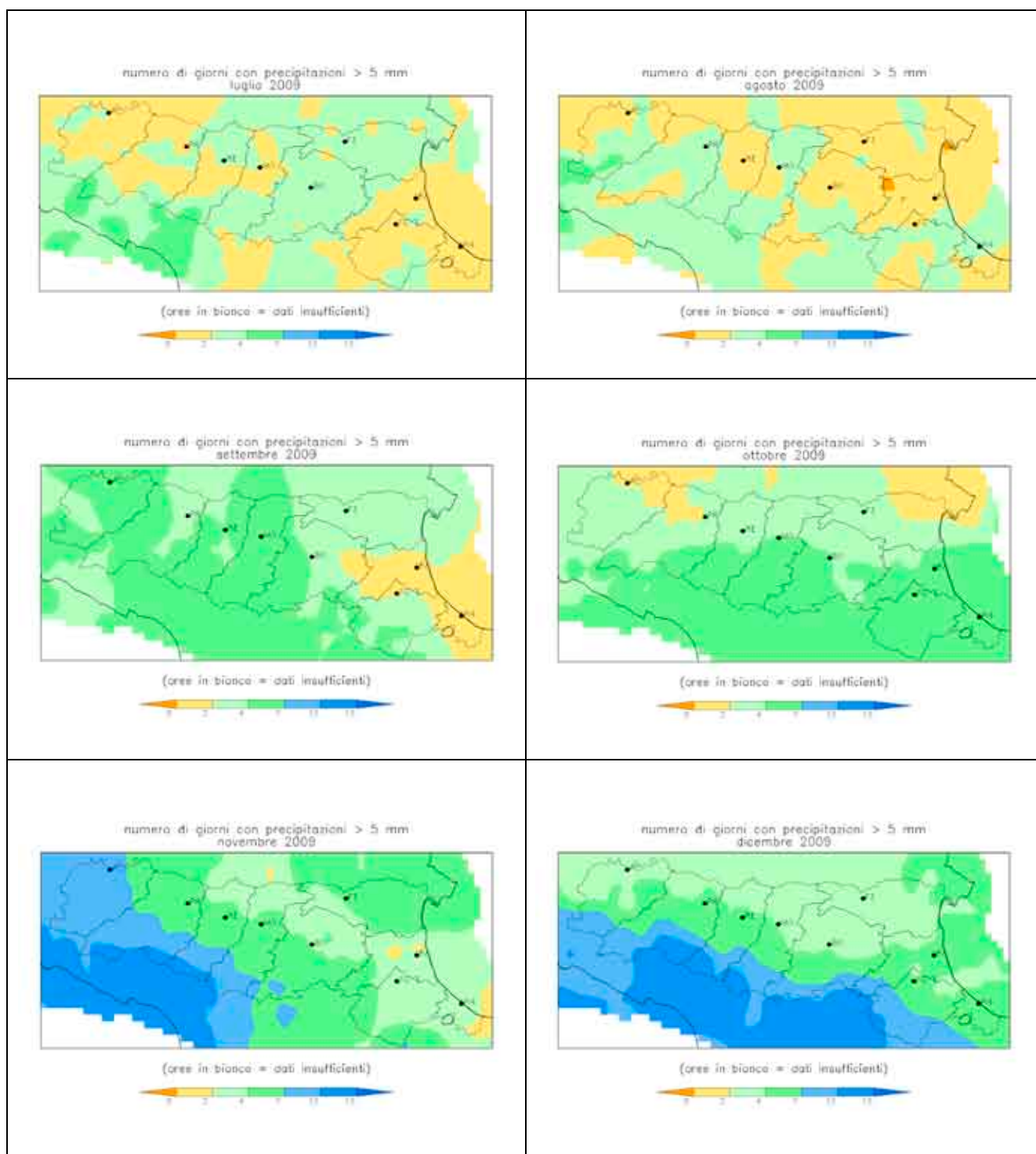


Figura 2-5 – Numero di giorni con precipitazione maggiore di 5 mm (luglio - dicembre 2009 - Dati CALMET)

2.2 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 (Figura 2-6), cresce nel corso della mattina e raggiunge la sua massima altezza nel pomeriggio (fino a 2000 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; 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 assenza di rimescolamento.

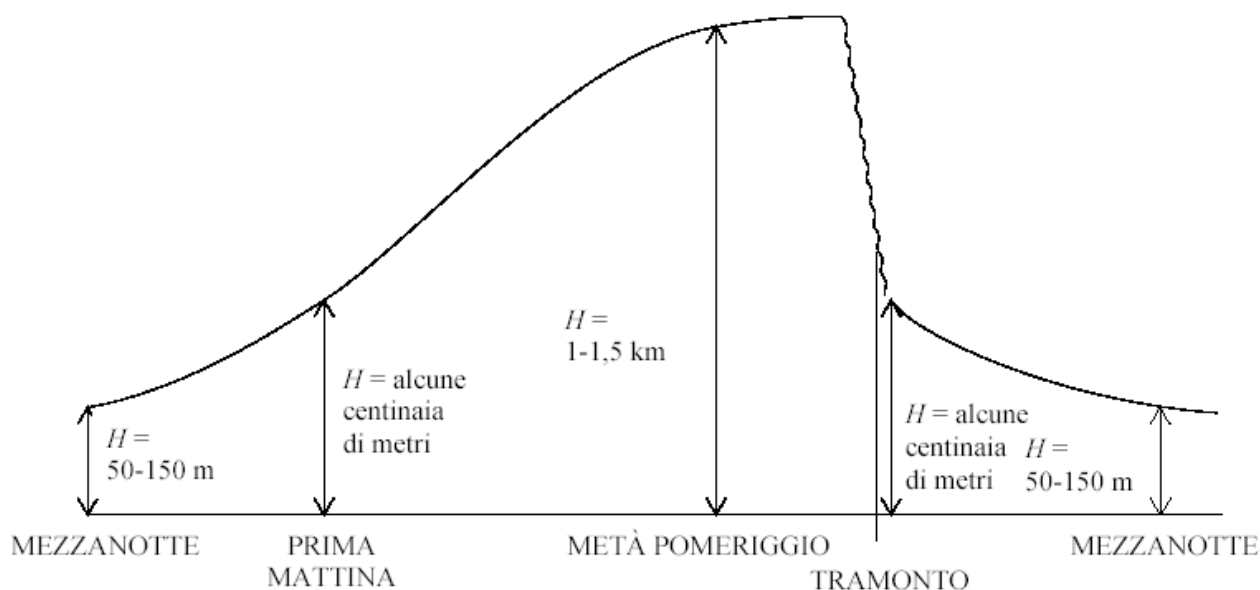


Figura 2-6- Andamento giornaliero dell'altezza di rimescolamento (i valori sono tipici dei mesi estivi)

La Figura 2-8 riporta la variazione stagionale 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 i 700-800 metri. Nelle ore notturne, invece, l'altezza di rimescolamento presenta sempre valori molto contenuti (minori di 300 metri). Per quanto riguarda la variabilità di questo parametro sul territorio provinciale, si nota una certa uniformità tra le tre zone (pianura settentrionale, pianura centrale e pedecollina), mentre si osservano valori più elevati di altezza di rimescolamento nella fascia collinare-appenninca.

La Figura 2-7 che confronta i dati CALMET ricavati per il punto di Modena e per quello di Sassuolo, conferma l'andamento stagionale appena commentato e la sostanziale omogeneità in termini di altezza di rimescolamento tra le due postazioni.

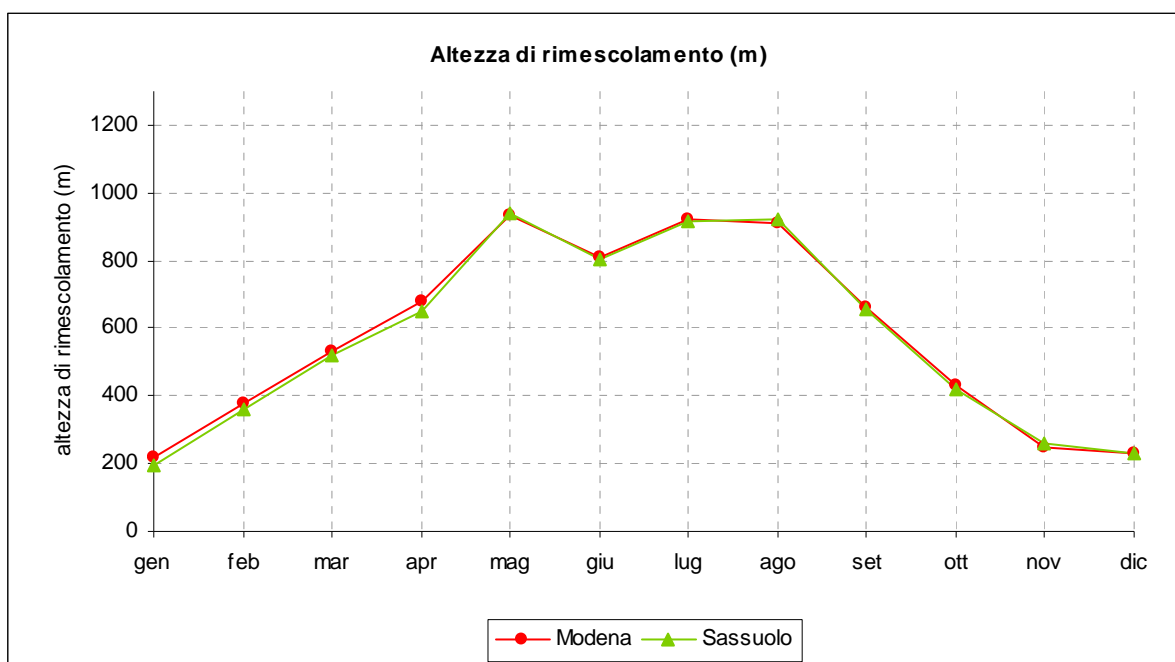


Figura 2-7- Andamento mensile dell'altezza di rimescolamento media (dati CALMET)

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 (Figura 2-9) 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 della pianura settentrionale, 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.

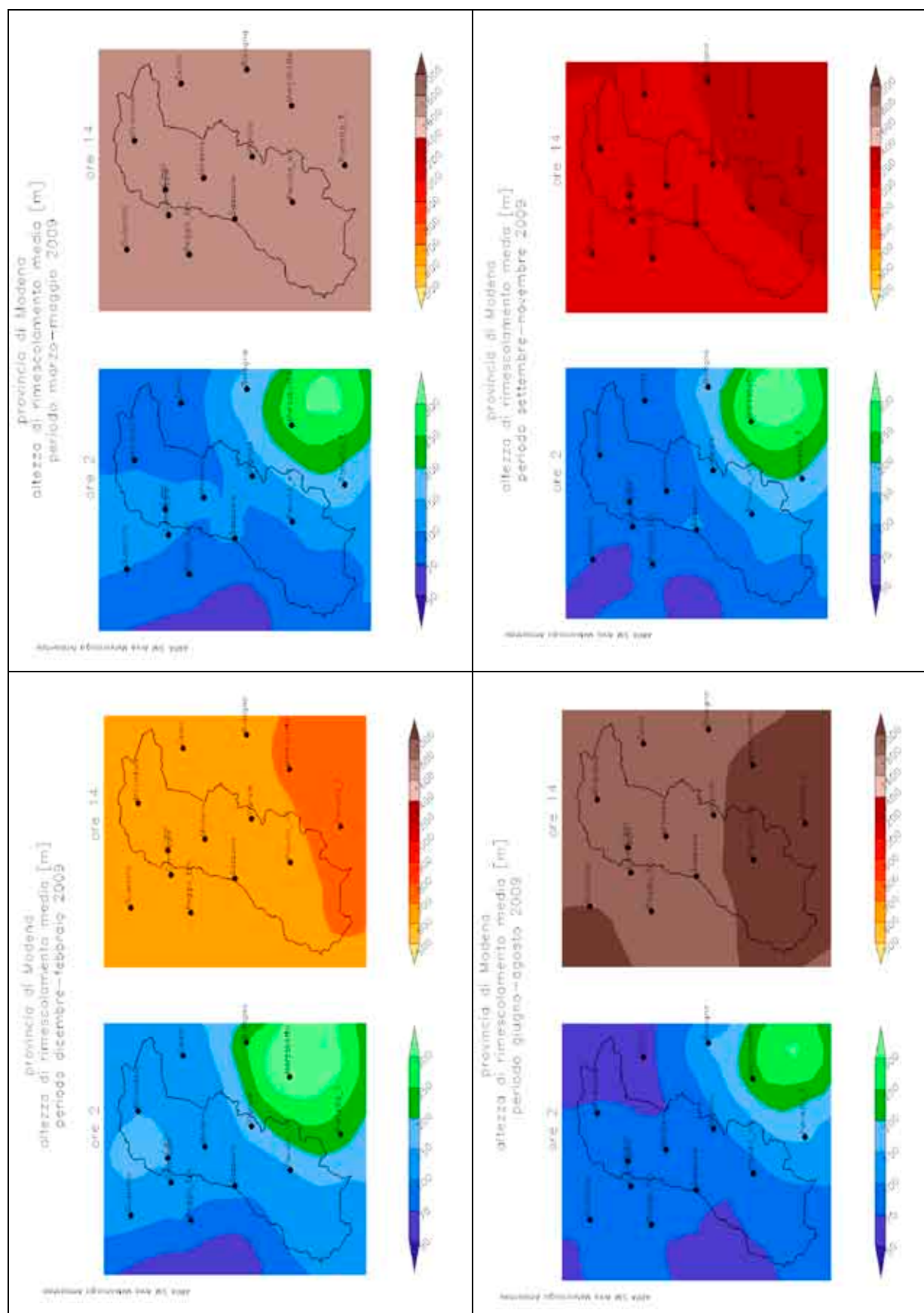


Figura 2-8- Altezza di rimescolamento media nei quattro trimestri dell'anno sul territorio provinciale (dati CALMET)

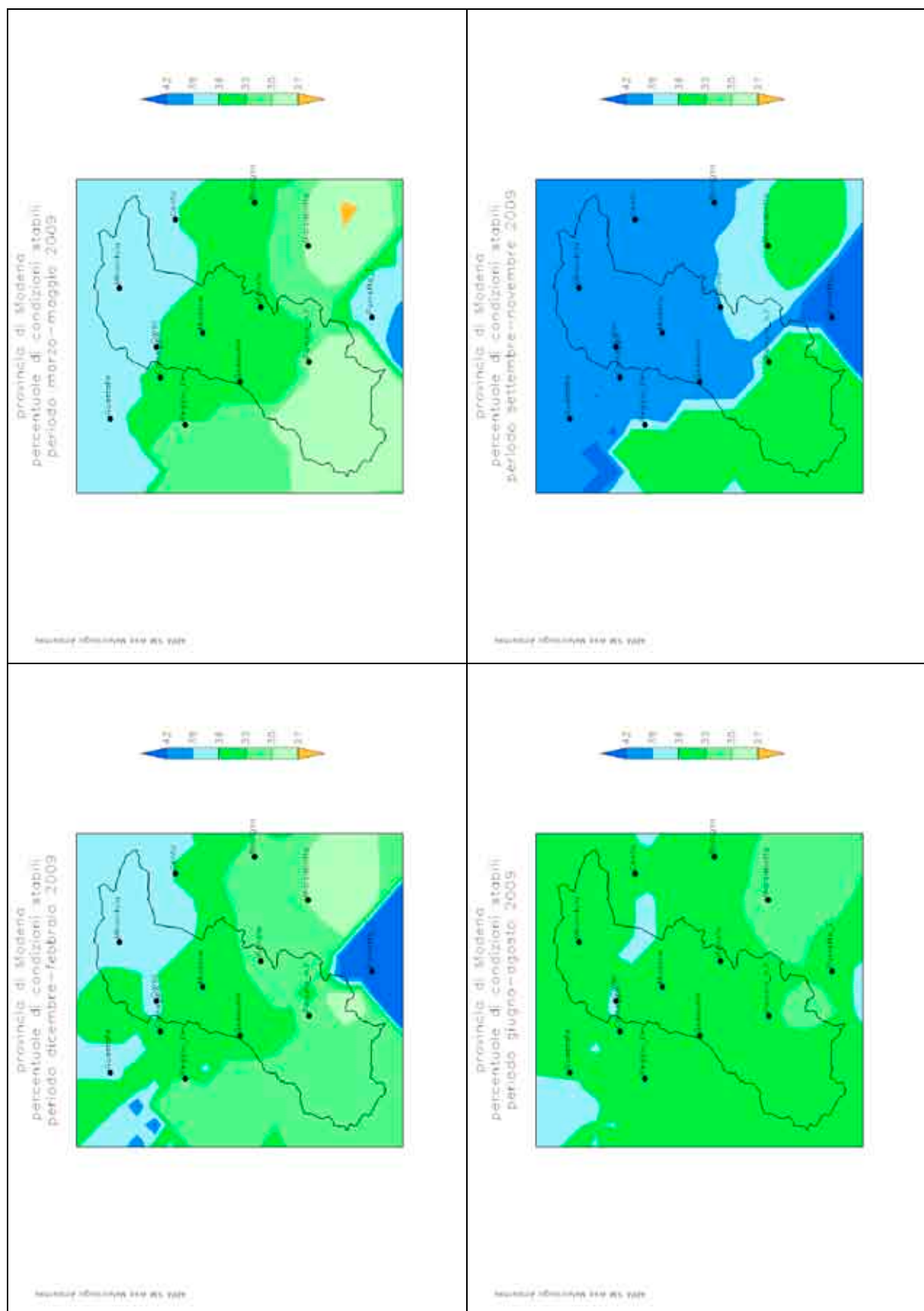


Figura 2-9-Percentuale di condizioni stabilità nei quattro trimestri dell'anno sul territorio provinciale (dati CALMET)

2.3 Intensità e direzione del vento

Per ognuna delle tre aree omogenee in cui è stato suddiviso il territorio provinciale, per l'anno 2009, sono disponibili i dati misurati dell'andamento annuale di velocità e direzione del vento.

In particolare, le tre stazioni prese come riferimento, presentano le seguenti caratteristiche:

Area	Stazione	Quota anemometro (rispetto al suolo)
Pianura settentrionale	Finale Emilia	10 metri
Pianura centrale	Modena urbana	37 metri
Pedecollina	Vignola	10 metri

La stazione di Modena, appartenente alla rete meteorologica urbana dell'Emilia Romagna, è posizionata sopra il tetto dell'edificio di via Santi n. 40, ad una quota più elevata rispetto alle collocazioni standard, con l'obiettivo di rispondere alla necessità di misure non influenzate dalle disomogeneità del terreno (edifici), tipiche delle aree urbane.

In Figura 2-10 la velocità media mensile del vento, misurata nelle tre stazioni, viene confrontata con quella stimata da CALMET a 10 metri nei punti di Modena e Sassuolo.

Si osserva un andamento stagionale che presenta valori più intensi di ventilazione nei mesi di marzo e aprile.

L'andamento della velocità del vento è piuttosto simile nelle tre aree indagate con la differenza sostanziale che i dati registrati nella stazione urbana di Modena, essendo l'anemometro ad una quota superiore rispetto agli altri, sono più elevati, in accordo con un profilo verticale del vento nello strato superficiale che va approssimativamente con il logaritmo della quota.

L'intensità media mensile del vento nelle tre aree, non ha mai superato, nel corso del 2009, i 3 m/s per la stazione di Modena (37 metri rispetto al suolo) e i 2,5 m/s per le stazioni con anemometro a 10 metri dal suolo.

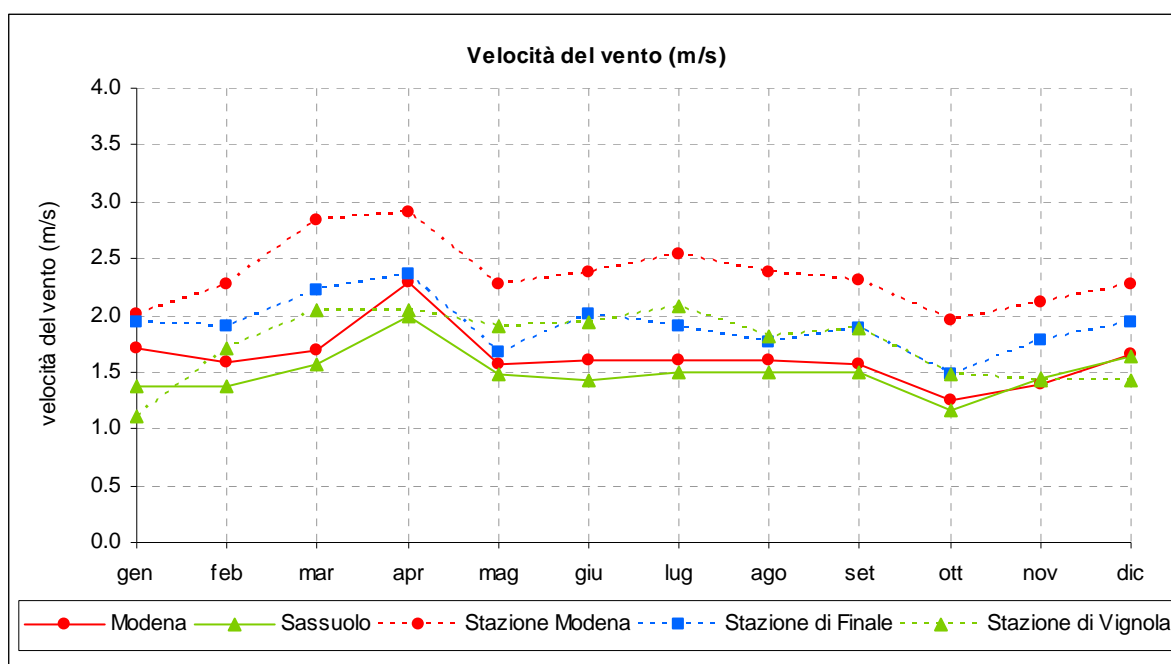


Figura 2-10– Andamento mensile della velocità media del vento misurata nelle stazioni e stimata da CALMET (dati misurati e dati CALMET)

La velocità oraria del vento e la direzione di provenienza, rilevate nelle stazioni di Finale, Modena e Vignola, sono rappresentate nelle rose dei venti di Figura 2-11. I valori orari sono prevalentemente compresi tra i 1 e 4 m/s; valori oltre i 4 m/s si sono registrati con frequenza variabile tra il 5.8% a Finale, il 9.5% a Modena e il 3.7% a Vignola. Velocità del vento oltre i 7 m/s costituiscono circa l'1% dei valori orari misurati nelle stazioni. La percentuale di calme di vento (velocità inferiore a 1 m/s) è dell'ordine del 24% a Finale, del 15% a Modena e del 28% a Vignola.

Le direzioni prevalenti di provenienza variano a seconda dell'area in esame; nella pianura settentrionale e in quella centrale è prevalente la direttrice Est-Ovest, con direzioni prevalenti collocate a Nord-Est e a Ovest-Sud-Ovest, a Finale, e Ovest-Nord-Ovest, a Modena; nell'area pedecollinare è invece predominante la componente da Sud-Ovest e Sud-Sud-Ovest.

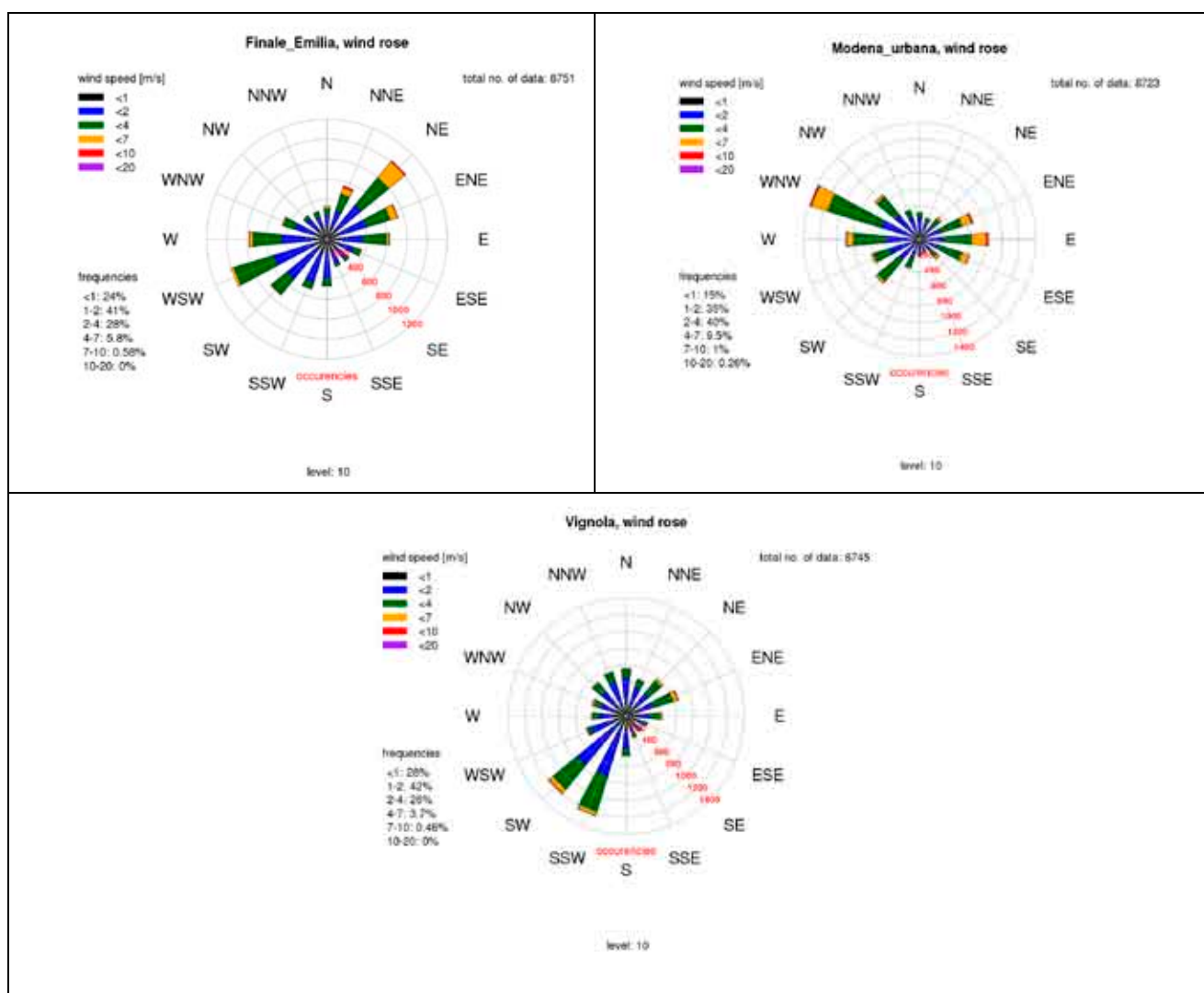


Figura 2-11- Rosa dei venti (dati misurati)

2.4 Temperatura

La temperatura media mensile rilevata nelle tre stazioni meteorologiche (Figura 2-12) mostra un andamento stagionale in cui agosto risulta il mese più caldo (temperatura media mensile per Modena oltre i 26°C) e gennaio quello più freddo (con temperature medie di 1 - 2 °C). Sia dall'andamento stagionale, che dalle medie annuali (Modena 14.8 °C, Finale 14.1 °C e Vignola 13.8 °C), si osserva come la stazione urbana di Modena presenti valori di circa 1°C superiori rispetto a quelli registrati a Finale e a Vignola; questa differenza conferma la presenza sulla città dell'effetto dell'isola di calore urbana⁴.

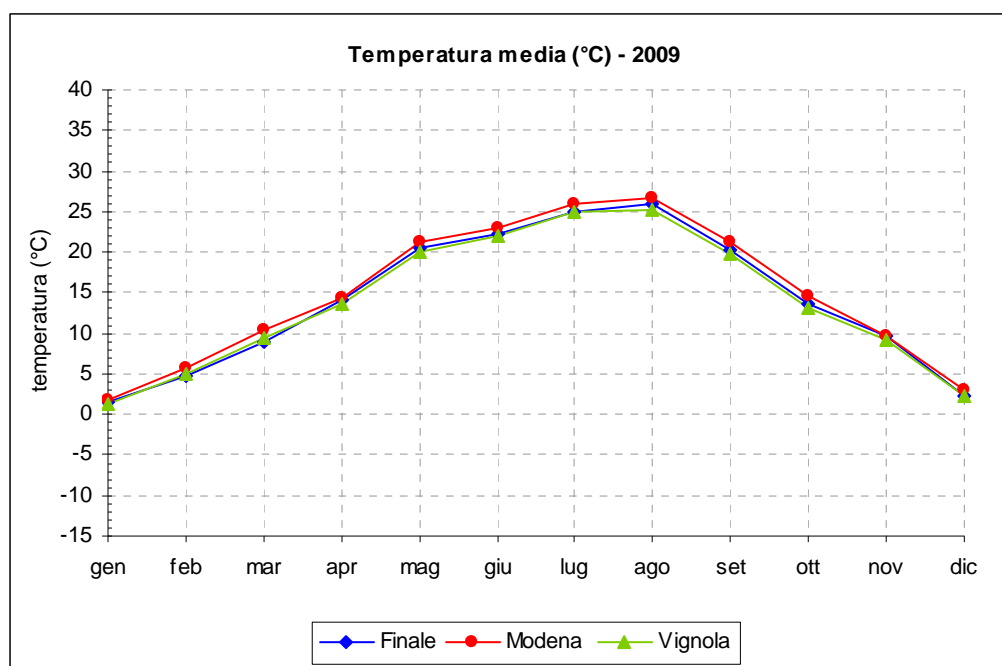


Figura 2-12- Temperatura media mensile misurata nelle stazioni meteorologiche (dati misurati)

L'andamento stagionale delle temperature massime registrate nei diversi mesi (Figura 2-13) evidenzia valori superiori ai 29°C da maggio a settembre, temperatura considerata come favorevole alla formazione di ozono. Le tre aree sono complessivamente omogenee nei valori massimi, ad eccezione di dicembre, mese in cui si sono manifestate alcune anomalie termiche: il 25 dicembre 2009, ad esempio, la temperatura massima a Vignola è stata di 14.3 °C, mentre lo stesso giorno a Modena si registrava una temperatura max di 11.2 °C e a Finale Emilia di 8.9 °C.

L'isola di calore sulla città di Modena, già evidenziata dall'andamento delle temperature medie mensili, trova ulteriore conferma nei valori minimi mensili (Figura 2-14).

L'isola di calore infatti si sviluppa gradualmente nel tardo pomeriggio e in serata, raggiungendo la sua massima intensità nel corso della notte. Questo succede perchè le aree rurali si raffreddano più velocemente rispetto alla città, sviluppando un'inversione termica che stabilizza lo strato limite; l'area urbana costituisce una sorgente aggiuntiva di energia (calore antropogenico), e conserva quindi una turbolenza residua che attenua o annulla la stabilità atmosferica degli strati più vicini al suolo, dando luogo ad uno strato rimescolato notturno⁵.

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.

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

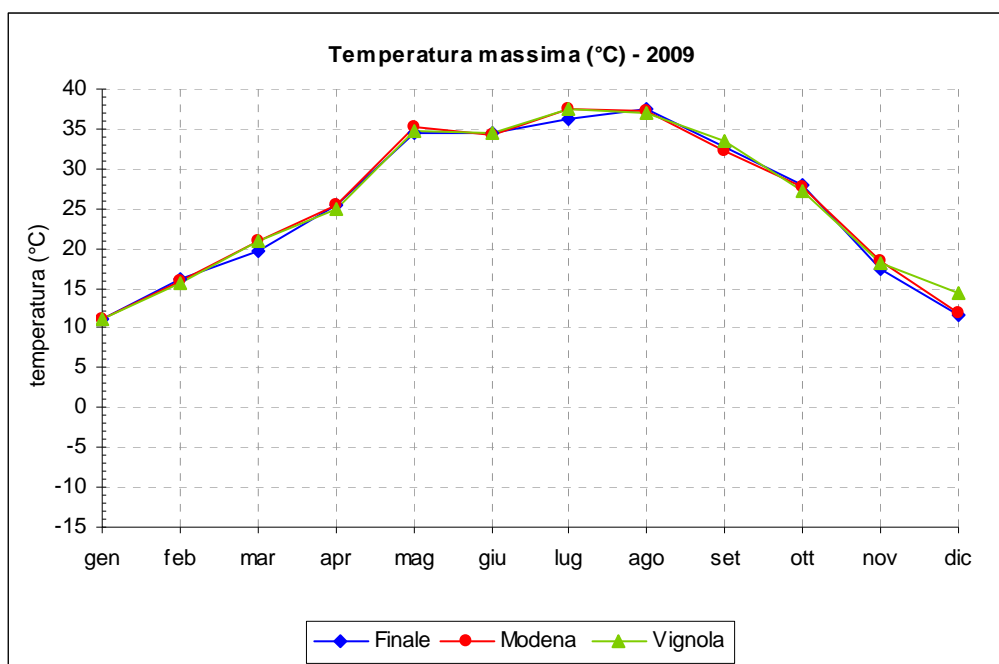


Figura 2-13–Temperatura massima mensile misurata nelle stazioni meteorologiche (dati misurati)

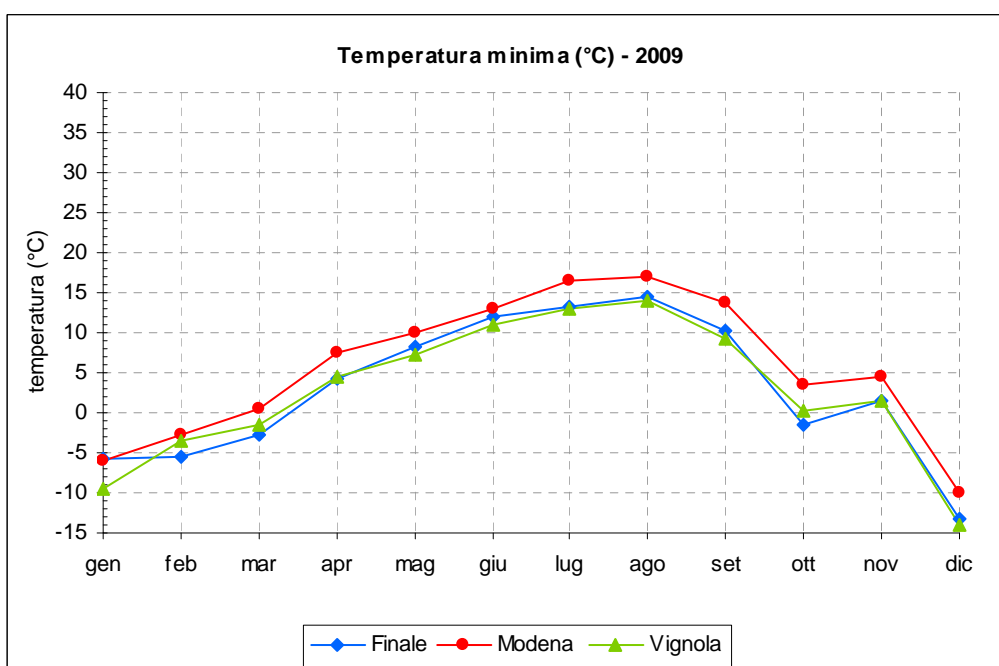


Figura 2-14–Temperatura minima mensile misurata nelle stazioni meteorologiche (dati misurati)

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.

3 LA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Il monitoraggio della qualità dell'aria 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.

Nel 2001, poi, la Regione Emilia Romagna ha commissionato ad Arpa l'elaborazione di una proposta di revisione della rete di monitoraggio dell'aria, formalmente approvata nel 2002, per l'adeguamento alla Normativa Europea; le risultanze sono visibili nel documento della Giunta Regionale n° 43 del 12/01/2004 "Aggiornamento delle Linee di indirizzo per l'espletamento delle funzioni degli Enti locali in materia di inquinamento atmosferico (artt. 121 e 122, L.R. 3/99)", già emanate con atto di Giunta regionale 804/01.

Questo progetto ha portato alla definizione della nuova rete di misura con i seguenti obiettivi:

- ◆ conformità alle recenti disposizioni comunitarie
- ◆ lettura omogenea del territorio regionale
- ◆ garanzia di coerenza tra le reti regionali e le reti europee
- ◆ informazioni più qualificate ai cittadini

All'interno di ogni Agglomerato, le stazioni sono state collocate in modo tale da rappresentare diverse situazioni di esposizione.

La tipologia di ciascuna stazione si basa su quanto indicato dalla Linee Guida per la microlocalizzazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria:

Stazioni urbane da Traffico (TU): sottoinsieme delle stazioni urbane, localizzate in aree con forti gradienti di concentrazione d'inquinanti. L'area di rappresentatività è di almeno 200 m². Sono ubicate a non oltre 5 m dal bordo stradale e a più di 25 m da grandi incroci.

Stazione di Fondo Urbano (FU): stazioni usate per monitorare i livelli medi d'inquinamento all'interno di vaste aree urbane (tessuto urbano continuo, prevalentemente capoluoghi di regione e/o provincia). Sono poste preferibilmente all'interno d'aree verdi pubbliche e aree pedonali (parchi, impianti sportivi, scuole, ecc.) non direttamente sottoposte a sorgenti d'inquinamento specifiche, quali il traffico autoveicolare e le emissioni industriali. L'area di rappresentatività deve essere caratterizzata da un raggio compreso tra i 20 m e 1.5 Km. L'area di rappresentatività per questo tipo di stazioni dovrebbe essere maggiore rispetto all'area di rappresentatività per stazioni di tipo background urbano residenziale (FU-Res).

Stazione di Fondo Urbano Residenziale (FU-Res): stazioni usate per monitorare i livelli medi d'inquinamento all'interno di vaste aree urbane (tessuto urbano continuo, prevalentemente capoluoghi di regione e/o provincia). Sono ubicate in aree urbane caratterizzate da un'elevata densità abitativa (distribuzione quasi continua d'abitazioni) e non attraversate da strade ad elevata percorrenza. Le arterie stradali eventualmente presenti (numero di veicoli giornalieri superiore a 2500) devono essere poste ad una distanza di almeno 50 m dal confine dell'area residenziale in esame. L'area di rappresentatività è caratterizzata da un raggio compreso tra 100 ÷ 500 m.

Stazioni di Fondo suburbano (FSU): stazioni usate per monitorare i livelli medi d'inquinamento all'interno d'aree suburbane (tessuto urbano discontinuo, generalmente paesi limitrofi ai capoluoghi di provincia e/o regione). Sono poste preferibilmente all'interno d'aree

verdi pubbliche (parchi, impianti sportivi, scuole, ecc.) e non direttamente sottoposte a sorgenti d'inquinamento. L'area di rappresentatività è individuata da un raggio compreso tra 1 ÷ 5 Km.

Stazioni di Fondo Rurale (FRu): stazioni atte a monitorare i livelli d'inquinamento dovuto a fenomeni di trasporto sul lungo raggio (emissioni d'inquinanti prodotti all'interno della regione). Le stazioni sono poste all'esterno delle maggiori città e insediamenti, in aree prevalentemente rurali/agricole, maggiormente soggette ad inquinamento da ozono, sottovento rispetto alla direzione prevalente e non nelle immediate vicinanze dell'area di massima emissione d'inquinanti. L'area di rappresentatività è caratterizzata da un raggio di almeno 5 Km.

Stazione di Fondo Rurale Remoto (FRuRe): stazioni atte a monitorare i livelli di background degli inquinanti risultanti da sorgenti naturali e fenomeni di trasporto su lungo raggio; esempi sono forniti dalle stazioni della rete EMEP. Sono caratterizzate da un'area di rappresentatività di almeno 1000 Km² ($r \geq 18$ Km) e sono poste in aree naturali (ecosistemi naturali, foreste) a grande distanza da aree urbane ed industriali. Devono essere evitate le zone soggette ad un locale aumento delle condizioni d'inversione termica al suolo, nonché la sommità delle montagne. Sono sconsigliate le zone costiere caratterizzate da evidenti cicli di vento diurni a carattere locale. La scelta deve ricadere prevalentemente su terreni ondulati o, qualora questi siano di difficile reperibilità, le valli caratterizzate da deboli fenomeni d'inversione termica al suolo.

La configurazione finale della rete di Modena, approvata sia a livello Regionale dal Comitato di Indirizzo (ultima revisione del 23 ottobre 2007) , che a livello locale, è quella riportata in Tab. n° 3-1: la penultima colonna indica la situazione a fine 2009, mentre l'ultima colonna indica le installazioni che avranno luogo nel corso del 2010, per arrivare quindi alla situazione definitiva.

Per la rete di monitoraggio di Modena, il 2009 è stato un anno dedicato alla sostituzione o implementazione degli analizzatori per la misura del particolato PM10 e PM2,5 per uniformare la strumentazione di misura in tutta la rete regionale.

In particolare:

- ◆ Parco Ferrari Analizzatori PM10: sostituzione marzo 2009
- ◆ Circ. San Francesco - Analizzatori PM10: sostituzione marzo 2009
- Analizzatori BTX: sostituzione giugno 2009
- ◆ Maranello Analizzatori PM10: sostituzione marzo 2009
- ◆ Maranello Analizzatori PM2.5: installazione giugno 2009

Inoltre, a gennaio 2009 ha avuto termine la sostituzione della Rilocabile SAT con un Nuovo Mezzo Mobile di proprietà della Provincia, attrezzato con la strumentazione automatica per la misura di NO_x, CO, PM10, O₃, SO₂, Meteo.



Figura 3-1: Stazioni di monitoraggio nelle zone e negli agglomerati

	Nome Stazione	Indirizzo (Via, Loc. , Comune)	Tipologia della stazione	Parametri monitorati Anno 2009	Attività prevista per l'anno 2010
Zona A	Vignola	Via Barella, Vignola	Fondo suburbano	NO _x , O ₃ , PM ₁₀	
	Gavello	Via Gazzi, (Gavello) Mirandola	Fondo rurale	NO _x , O ₃ , PM _{2,5}	
Agg. Modena	Giardini	Via Giardini, Modena	Traffico	NO _x , CO, PTS, PM ₁₀ , BTX _x	
	Nonantolana	Via Cimone, Modena	Fondo urbano residenziale	NO _x , PTS, PM ₁₀	
	Parco Ferrari	Parco Ferrari, Modena	Fondo urbano	NO _x , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , Meteo	
	Carpi 2	Via Remesina, Carpi	Fondo suburbano	NO _x , PM ₁₀ , O ₃ , Meteo	
Agg. Distretto Ceramico	Sassuolo	Parco Edilcarani, Sassuolo	Fondo urbano residenziale		Attivazione in febbraio: NO _x e PM ₁₀
	Circ. San Francesco	Circ. San Francesco, Fiorano Modenese	Traffico	NO _x , CO, BTX, PM ₁₀ , Meteo	
	Maranello	Area Parco 2, Maranello	Fondo urbano	NO _x , O ₃ , PM ₁₀ , PM _{2,5}	
Zona B	Febbio	Villa Minozzo, Reggio Emilia	Fondo remoto	NO _x , O ₃ , PM ₁₀	
Mezzo Mobile Hera	Mobile			NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃ , SO ₂ , Meteo	
Mezzo Mobile Provincia	Mobile			NO _x , CO, PM ₁₀ , O ₃ , SO ₂ , Meteo	

Tab. n° 3-1: la struttura della rete provinciale nel 2009 ed attività prevista per il 2010

3.1 Le stazioni di Monitoraggio

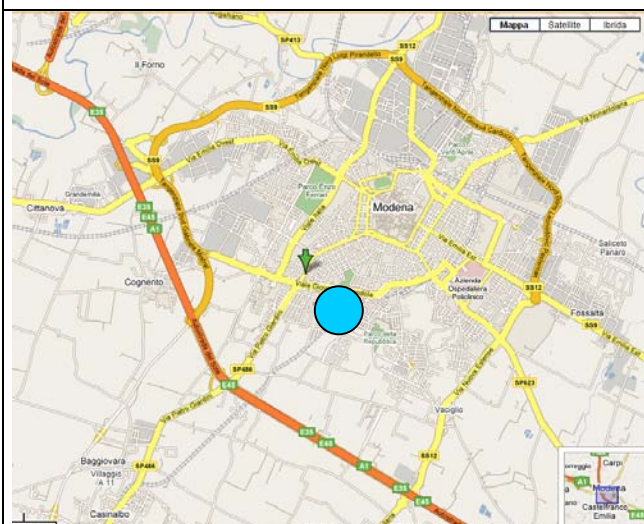
GIARDINI: stazione da Traffico (TU)



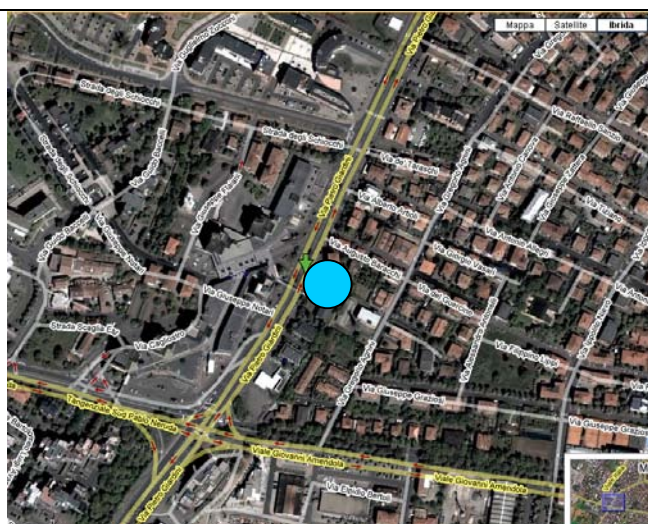
Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale



Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

traffico

Indirizzo (Via, Comune)

V. Giardini n° 543, Modena

Coordinate Geografiche

UTMX 651153 UTMY 4944484

Altitudine (metri s.l.m.)

39

Data di installazione

1990

Parametri monitorati

NOx, CO, BTX, PM10, PTS

Note

Postazione situata nell' area urbana di Modena, zona densamente popolata, su strada con intenso traffico veicolare.

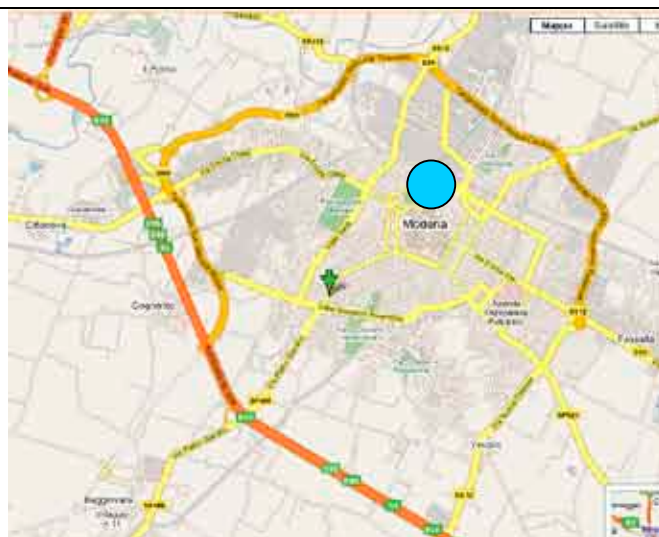
NONANTOLANA: stazione fondo residenziale (Fu-Res)



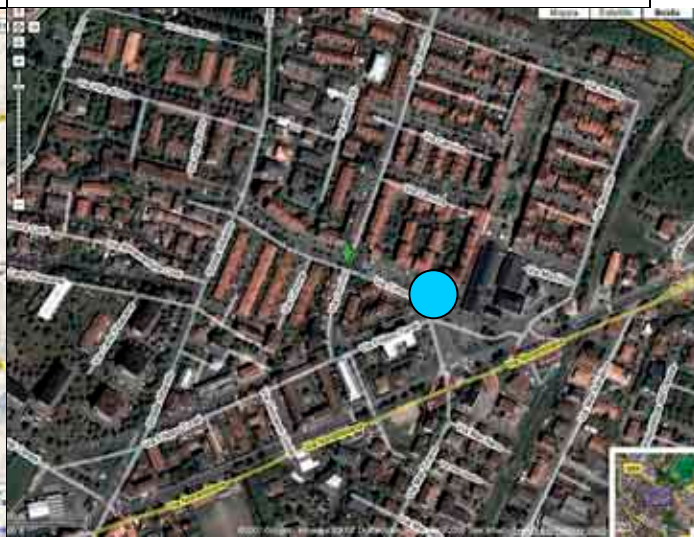
Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale



Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

fondo urbano residenziale

Indirizzo (Via, Comune)

V.Cimone n. 8, Modena

Coordinate Geografiche

UTMX 654576 UTM Y 4946804

Altitudine (metri s.l.m.)

30

Data di installazione

1995

Parametri monitorati

NO_x , PM₁₀, PTS

Note

Postazione situata nell'area urbana di Modena, in quartiere residenziale di una zona densamente popolata, vicino a strade ad intenso traffico (a circa 90 m dalla Via Nonantolana).

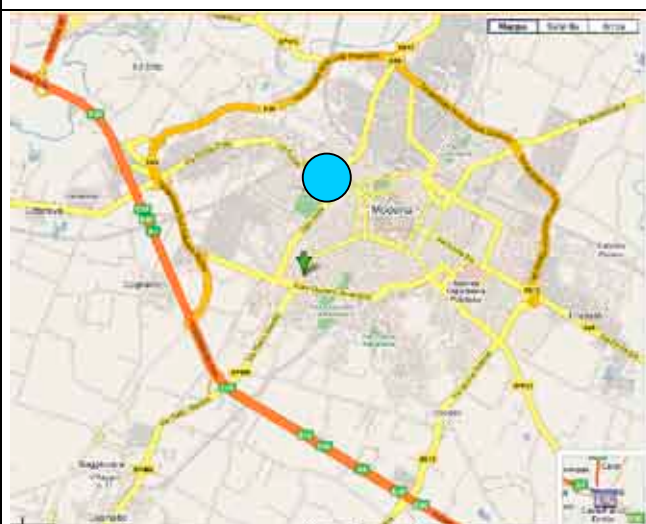
PARCO FERRARI: stazione di fondo urbano (FU)



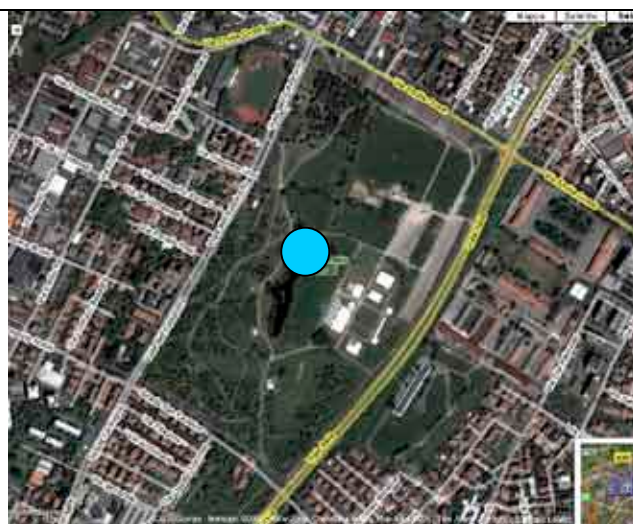
Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale



Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

fondo urbano

Indirizzo (Via, Comune)

Parco Ferrari , Modena

Coordinate Geografiche

UTMX 651241 UTM Y 4946107

Altitudine (metri s.l.m.)

34

Data di installazione

16/11/2005

Parametri monitorati

NOx , O3, PM10, PM2.5, Meteo

Note

Postazione situata nell'area urbana di Modena, all'interno del Parco Ferrari.

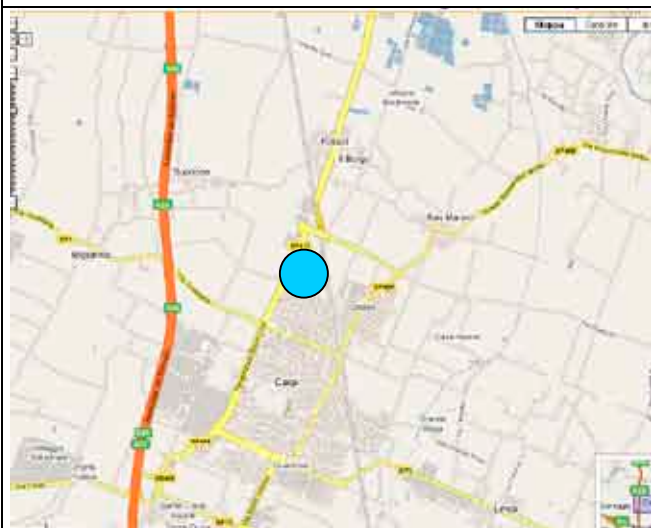
CARPI 2 : stazione di fondo suburbano (FSU)



Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale



Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

fondo suburbano

Indirizzo (Via, Comune)

Via Remesina int. n.139 , Carpi

Coordinate Geografiche

UTM 649030 UTM Y 4962595

Altitudine (metri s.l.m.)

25

Data di installazione

1997

Parametri monitorati

NOx, O3, PM10, Meteo

Note

Postazione situata a confine dell'area urbana del Comune di Carpi, in una zona residenziale, di fronte ad un Parco pubblico.

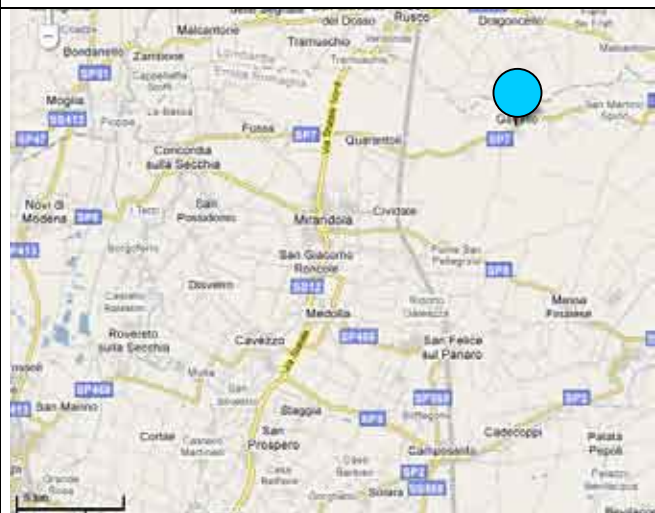
GAVELLO : stazione di fondo rurale (FRu)



Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale



Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

fondo rurale

Indirizzo (Via, Comune)

Via I.Gazzi, Loc. Gavello, Mirandola

Coordinate Geografiche

UTMX 671955 UTM Y 4977442

Altitudine (metri s.l.m.)

4

Data di installazione

26/06/2008

Parametri monitorati

NOx , O3, PM2.5

Note

Postazione situata in un'area verde nel paese di Gavello, circondata da campi coltivati; a circa 14 Km da Mirandola.

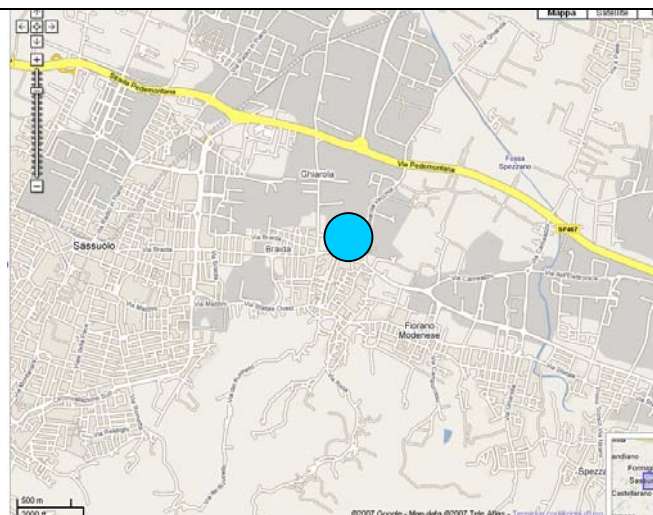
CIRC. SAN FRANCESCO: stazione da Traffico (TU)



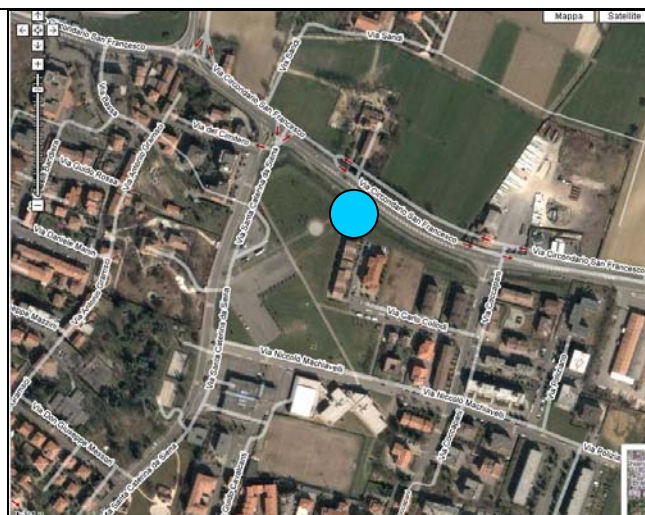
Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale



Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

traffico

Indirizzo (Via, Comune)

Circ. San Francesco, Fiorano Modenese

Coordinate Geografiche

UTMX 644579 UTM Y 4933794

Altitudine (metri s.l.m.)

131

Data di installazione

10/05/2007

Parametri monitorati

NOx, CO, BTX, PM10, Meteo

Note

Postazione situata al confine dell'area urbana di Fiorano Modenese, a lato della Circondariale San Francesco, arteria stradale del Distretto Ceramico ad intenso traffico

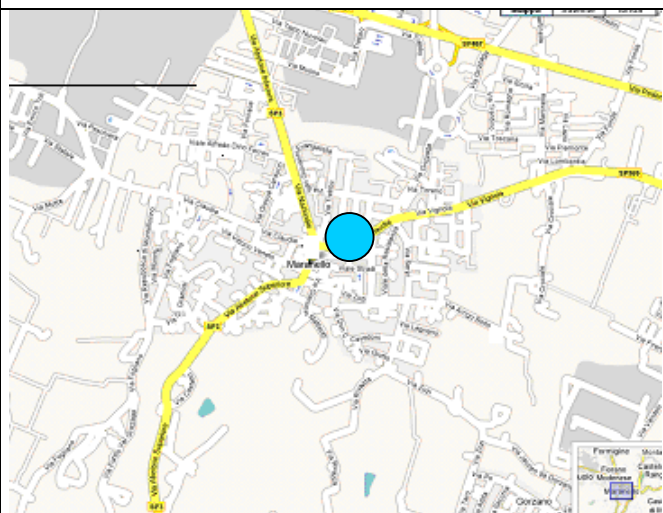
MARANELLO: stazione di Fondo Urbano (FU)



Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale



Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

Fondo urbano

Indirizzo (Via, Comune)

Area Parco 2 Via T. Speri, Maranello

Coordinate Geografiche

UTMX 648784 UTMY 4932280

Altitudine (metri s.l.m.)

131

Data di installazione

1999

Parametri monitorati

NO_x , O₃, PM₁₀, PM_{2.5}

Note

Postazione situata all'interno dell'area urbana di Maranello, zona densamente popolata, all'interno dell'Area Parco 2: a circa 60 m da una via ad intenso traffico veicolare.

SASSUOLO: stazione di Traffico/Fondo Urbano



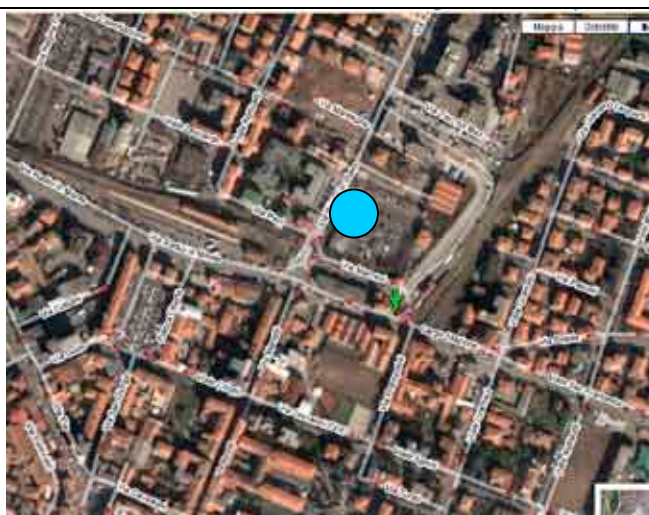
Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale



Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

Traffico / Fondo urbano

Indirizzo (Via, Comune)

Via Radici in Monte, Sassuolo

Coordinate Geografiche

UTMX 641855 UTM Y 4934109

Altitudine (metri s.l.m.)

118

Data di installazione

1990

Parametri monitorati

NOx

Note

Postazione situata all'interno della stazione ferroviaria, nell'area urbana del Comune di Sassuolo. Da rilocare.

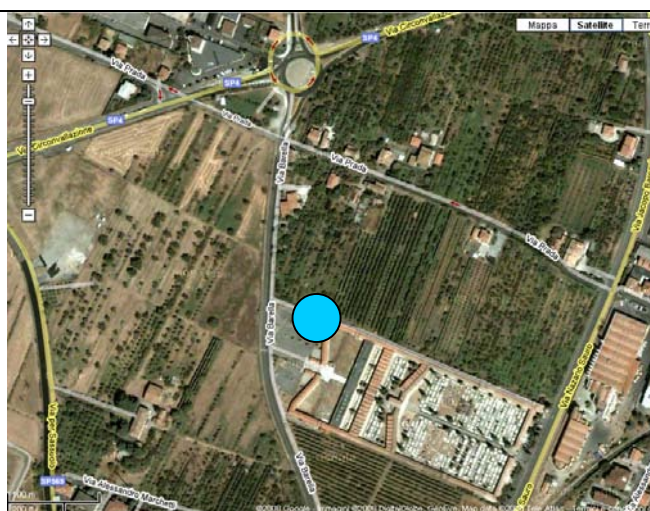
VIGNOLA: stazione di Fondo subUrbano (FSU)



Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale

Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

Fondo suburbano

Indirizzo (Via, Comune)

Via Barella, Vignola

Coordinate Geografiche

UTMX 659693 UTM Y 4928205

Altitudine (metri s.l.m.)

131

Data di installazione

26/06/2008

Parametri monitorati

NOx , O3, PM10

Note

Stazione installata presso il parcheggio del Cimitero di Vignola a circa 70 m dal ciglio stradale di Via Barella.

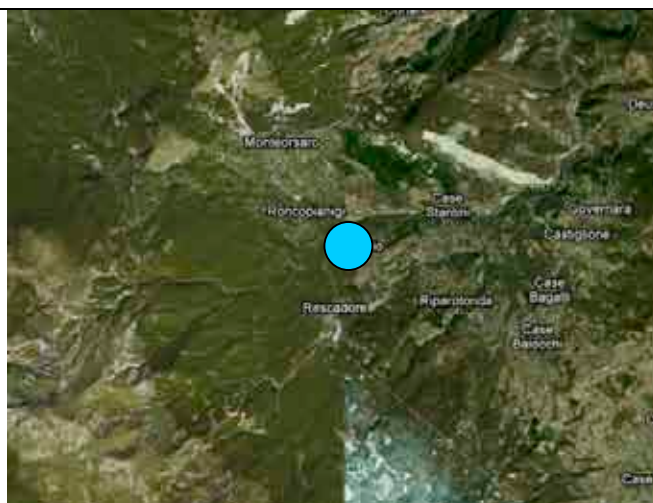
FEBBIO: stazione di Fondo rurale remoto (FRuRe)



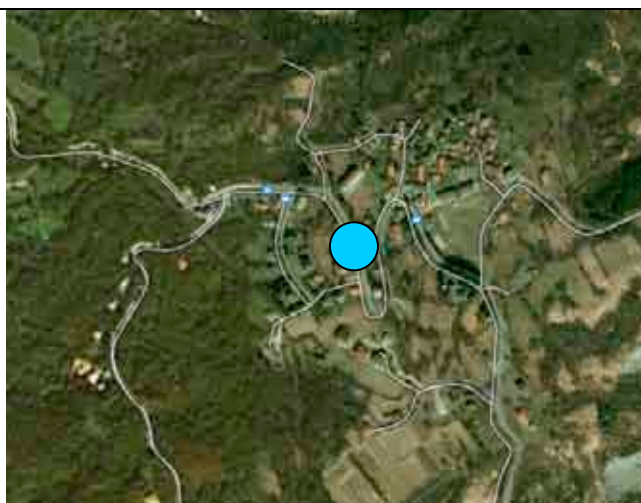
Foto centralina



Area monitorata



Cartina su scala Comunale



Cartina di dettaglio

Tipologia centralina

Fondo rurale remoto

Indirizzo (località, Comune)

Loc. Febbio - Villa Minozzo

Coordinate Geografiche

UTMX 614157 UTM Y 4906359

Altitudine (metri s.l.m.)

1121

Data di installazione

07/10/2004

Parametri monitorati

NOx , O3, PM10

Note

4 ANALISI DEI DATI DI QUALITÀ DELL'ARIA

In questo capitolo viene proposta una sintesi dei dati di qualità dell'aria rilevati nelle stazioni fisse per l'anno 2009 e una analisi delle tendenze evolutive in atto, distinte per inquinante.

Per Biossido d'Azoto, Polveri PM10 e Ozono, tenuto conto del numero significativo di analizzatori presenti nella Rete fissa, si è scelto di rappresentare gli andamenti temporali e i trend rilevati nelle singole centraline, accorpendo queste ultime a seconda dell'Agglomerato di appartenenza (Agglomerato di Modena o del Distretto Ceramico); il confronto tra i dati rilevati nelle singole postazioni è stato integrato con il dato medio calcolato per ogni Agglomerato.

Le elaborazioni eseguite per le Polveri PM2,5, misurate solo nelle stazioni di fondo urbano, e per Monossido di Carbonio e Benzene, misurati solo nelle postazioni da traffico, sono invece realizzate confrontando i dati misurati nelle singole stazioni con il dato medio calcolato per la Zona A.

4.1 Ossidi di Azoto

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. Gli ossidi di azoto sono presenti 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 1/1/06	Dal 1/1/07	Dal 1/1/08	Dal 1/1/09	Dal 1/1/2010
		Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)					VALORE LIMITE
Valore limite orario	1 ora	300	240	230	220	210	200
		Max 18 ore in un anno					
Valore limite annuale	Anno civile	60	48	46	44	42	40

Tab. n° 4-1 - Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2009

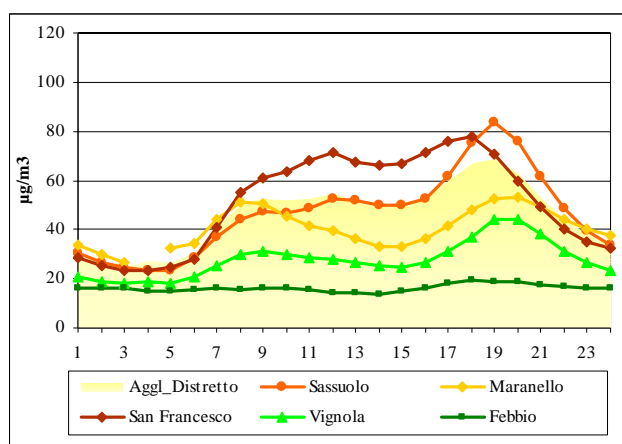
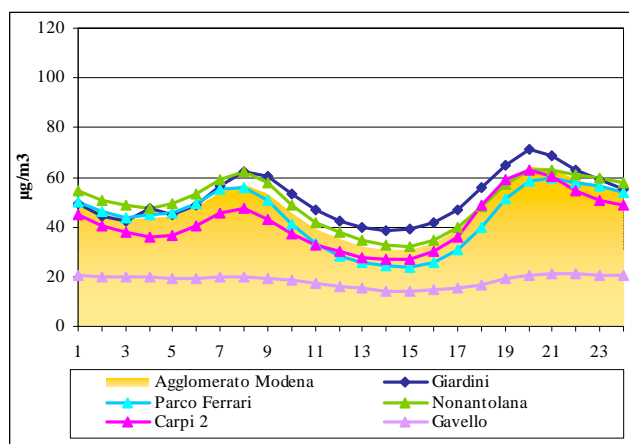


Figura 4-1: NO_2 - giorno tipico

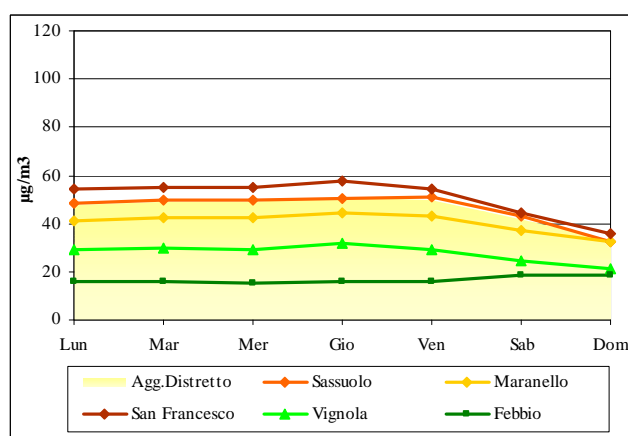
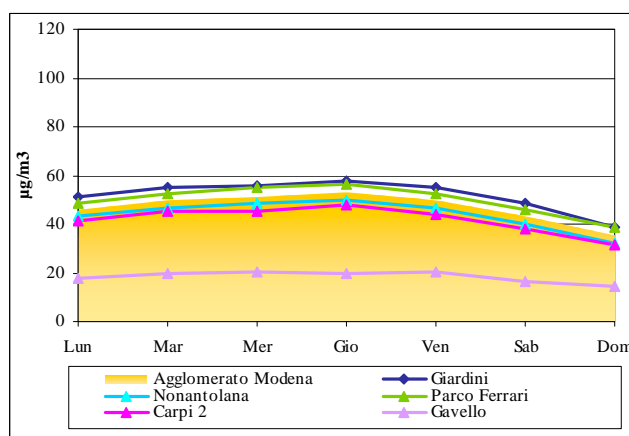


Figura 4-2: NO_2 - settimana tipica

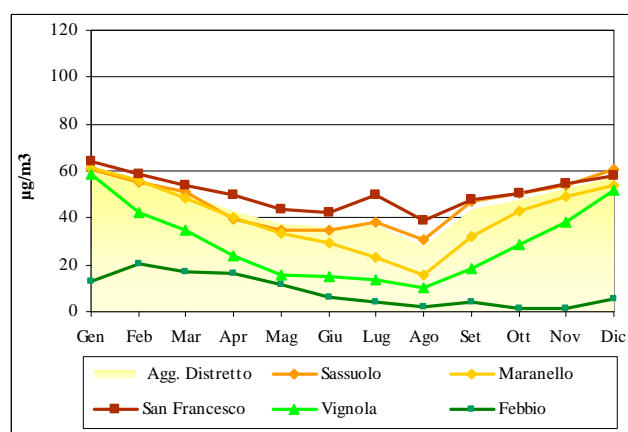
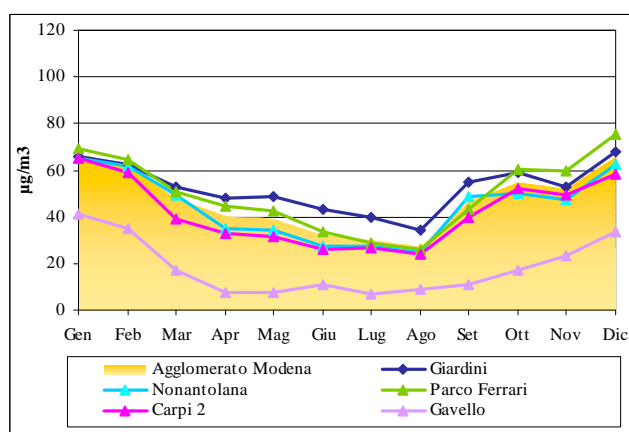


Figura 4-3: NO_2 - concentrazioni medie mensili

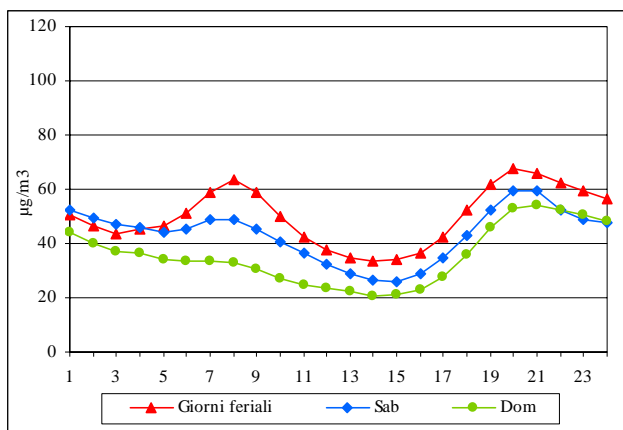


Figura 4-4: NO₂ - Aggl. Modena giorno tipico feriale e festivo

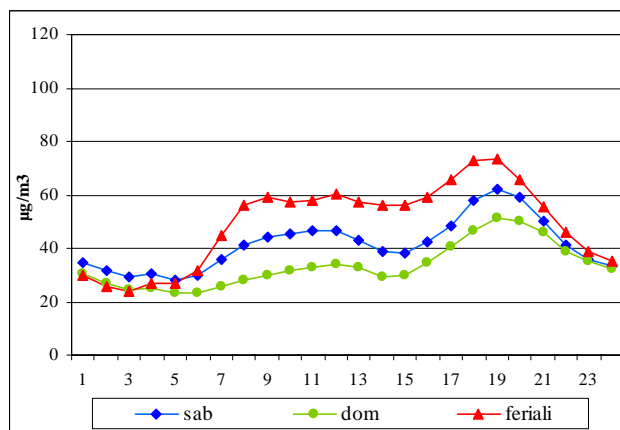


Figura 4-5: NO₂ - Aggl. Distretto giorno tipico feriale e festivo

Gli andamenti temporali mostrano livelli di Biossido d'Azoto analoghi nei due Agglomerati, ma con andamenti differenti, in particolare nelle stazioni maggiormente influenzate dal traffico veicolare. Le concentrazioni rilevate nella stazione di Circ. San Francesco e Sassuolo, infatti, dopo un aumento significativo tra le 7 e le 9 del mattino, si mantengono costanti nelle ore centrali della giornata, mentre per tutte le stazioni dell'Agglomerato di Modena nelle medesime ore si assiste ad un calo; la centralina di Gavello (fondo rurale) e quella di Febbio (fondo rurale remoto) hanno livelli di Biossido d'Azoto pressoché costanti in tutte le ore della giornata.

Il confronto tra il giorno tipico feriale e festivo, evidenzia la relazione tra l'andamento degli inquinanti e il traffico veicolare, che si riduce notevolmente nel fine settimana, in particolare la domenica, provocando una corrispondente riduzione degli inquinanti in atmosfera.

La settimana tipica non mostra differenze sostanziali tra i due Agglomerati, entrambi caratterizzati da un calo delle concentrazioni nel fine settimana, più evidente per tutte le stazioni maggiormente influenzate dal traffico veicolare. La stazione di Febbio mostra un aumento nel fine settimana, dovuto probabilmente all'aumento del traffico, essendo meta di turismo.

Le medie mensili sono più elevate nei mesi invernali, caratterizzati da condizioni meteorologiche più stabili, e calano nel periodo estivo, in particolare in agosto, quando l'atmosfera è più rimescolata e le attività umane subiscono una consistente riduzione.

I superamenti nel 2009

NO2	Media oraria (n° superamenti)		Media annuale (µg/m3)
	VL	di cui >VL+MDT	
Giardini	4	1	52
Nonantolana	0	0	50
Parco Ferrari	0	0	44
Carpi 2	0	0	42
Gavello	0	0	18
Sassuolo	3	1	47
Maranello	0	0	40
Circ. San Francesco	0	0	51
Vignola	0	0	28
Febbio	0	0	<12*
<div> <div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> ≤ VL <div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ffffcc; border: 1px solid black; margin-right: 5px; margin-left: 20px;"></div> > VL <div style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-left: 20px;"></div> > VL+MDT </div>			
*Limite di rilevabilità strumentale			

Tab. n° 4-2: Verifica del rispetto dei valori limite e dei valori limite aumentati del margine di tolleranza

La media annuale supera il valore limite nelle stazioni della rete di monitoraggio maggiormente esposte ad emissioni riconducibili al traffico veicolare.

Nelle medesime stazioni si registrano anche alcuni superamenti del limite orario ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ma in numero inferiore ai 18 consentiti (Tab. n° 4-2). Il Biossido di Azoto, quindi, si configura come un inquinante critico più per i livelli medi, che per gli episodi acuti.

Il trend delle concentrazioni

L'esame dei grafici di seguito riportati conferma per il 2009 un lieve calo delle concentrazioni medie annuali in entrambi gli Agglomerati. In particolare, nell'Agglomerato di Modena, Figura 4-6, diminuiscono le concentrazioni rilevate nelle stazioni di Giardini e Parco Ferrari mentre rimangono pressoché invariati i livelli misurati a Nonantolana e Carpi2.

Per quanto riguarda l'area del Distretto Ceramico, Figura 4-7, l'andamento degli ultimi 2 anni è influenzato dalla sostituzione, avvenuta nel 2008, della stazione di Spezzano2 con la stazione di Circ. S. Francesco, quest'ultima a maggior traffico veicolare; il trend dovrà pertanto essere valutato nei prossimi anni a conclusione del progetto di Riorganizzazione della Rete. Stabile il dato di Maranello, mentre Sassuolo conferma il calo registrato a partire dal 2006.

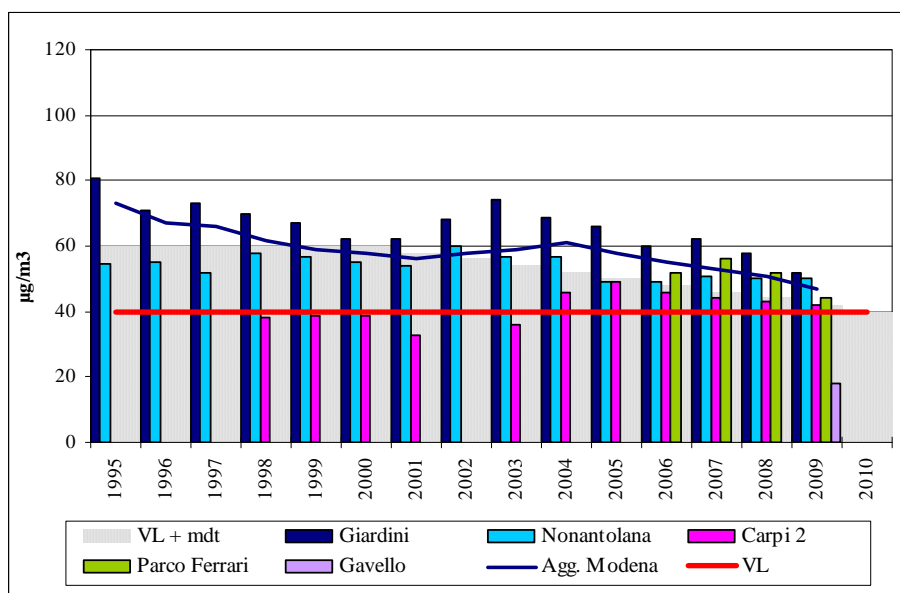


Figura 4-6: NO₂ - Agglomerato di Modena- trend della media annuale

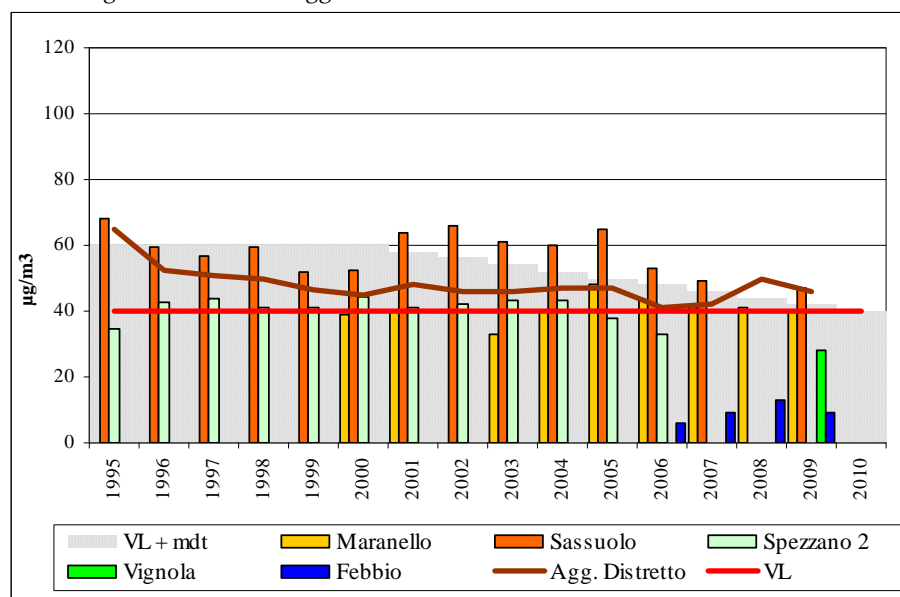


Figura 4-7: NO₂ - Agglomerato del Distretto Ceramico - trend della media annuale

4.2 Polveri inalabili - PM10

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 (PM2,5). 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 da 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	Periodo di mediazione	In vigore dal 19/7/99	Dal 1/1/01	Dal 1/1/02	Dal 1/1/03	Dal 1/1/04	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 2009

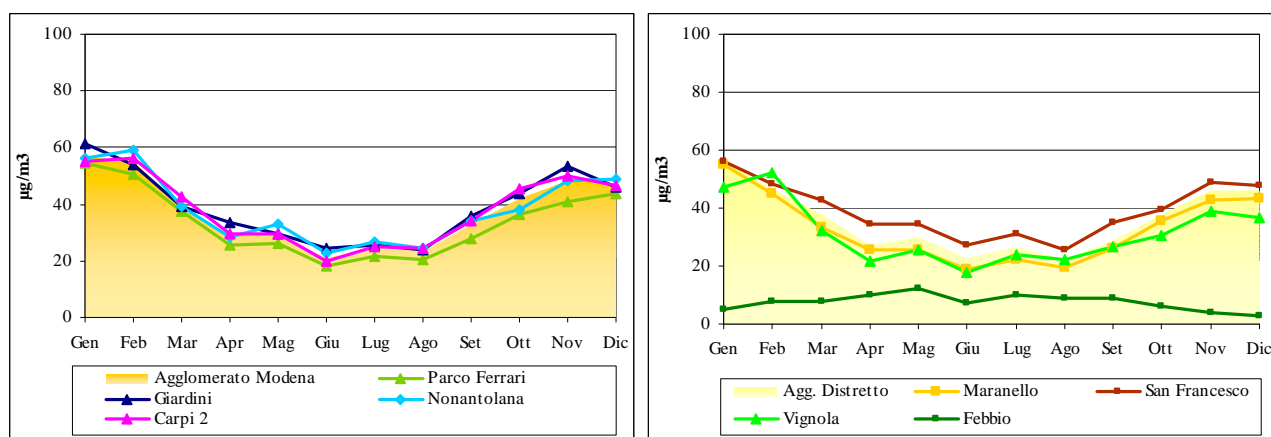


Figura 4-8: PM10 - andamento delle medie mensili

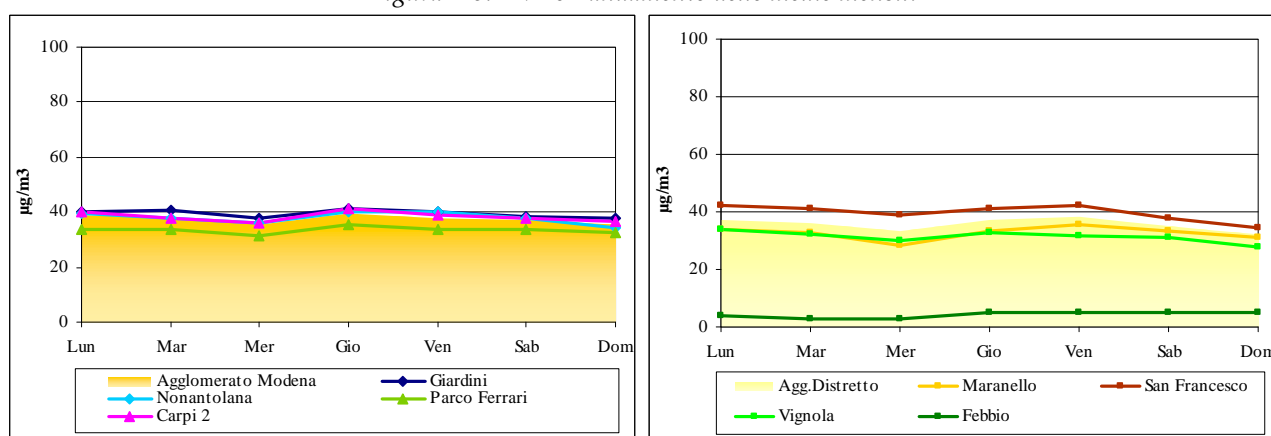


Figura 4-9: PM10 - settimana tipica

L'esame degli andamenti temporali evidenzia concentrazioni simili nelle stazioni di entrambi gli Agglomerati.

Le concentrazioni medie mensili seguono l'andamento di un inquinante tipicamente invernale, con valori inferiori nel periodo primaverile/estivo; la differenza tra le stazioni da traffico e le stazioni da fondo è più marcata nell'Agglomerato di Distretto, mentre nell'Agglomerato di Modena i livelli sono più uniformi, come evidenziato anche in Figura 4-8.

La stazione di Febbio ha valori molto contenuti durante tutto l'anno, con un leggero aumento nel periodo da aprile a settembre, mesi in cui la fioritura e la sporulazione potrebbero influenzare i livelli di background naturale.

I superamenti nel 2009

PM10	Media giornaliera (n° superamenti)	Media annuale (µg/m3)
Giardini	79	39
Nonantolana	68	38
Parco Ferrari	52	33
Carpi 2	70	38
Maranello	56	33
Circ. San Francesco	76	40
Vignola	48	31
Febbio	0	8
		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> ≤ VL > VL </div>

Tab. n° 4-4: Verifica rispetto dei valori limite

La criticità di questo inquinante emerge in particolare per gli eventi acuti legati ai superamenti della media giornaliera, per i quali il limite definito dalla normativa è di 35 superamenti in un anno. Come mostra la Tab. n° 4-4 questo parametro viene superato in tutte le stazioni, ad eccezione di Febbraio, in modo particolare nelle centraline maggiormente influenzate dal traffico veicolare. La media annuale, invece, rispetta in tutte le stazioni il valore limite fissato in $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gli episodi di superamento sono legati alla meteorologia, come si evince dai grafici di Figura 4-10 che mostrano un discreto accordo tra il numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM_{10} ⁶ (elaborazioni Servizio Idrometeorologico) e il numero di superamenti mensili registrati nel 2009 nelle stazioni di Modena e del Distretto Ceramico.

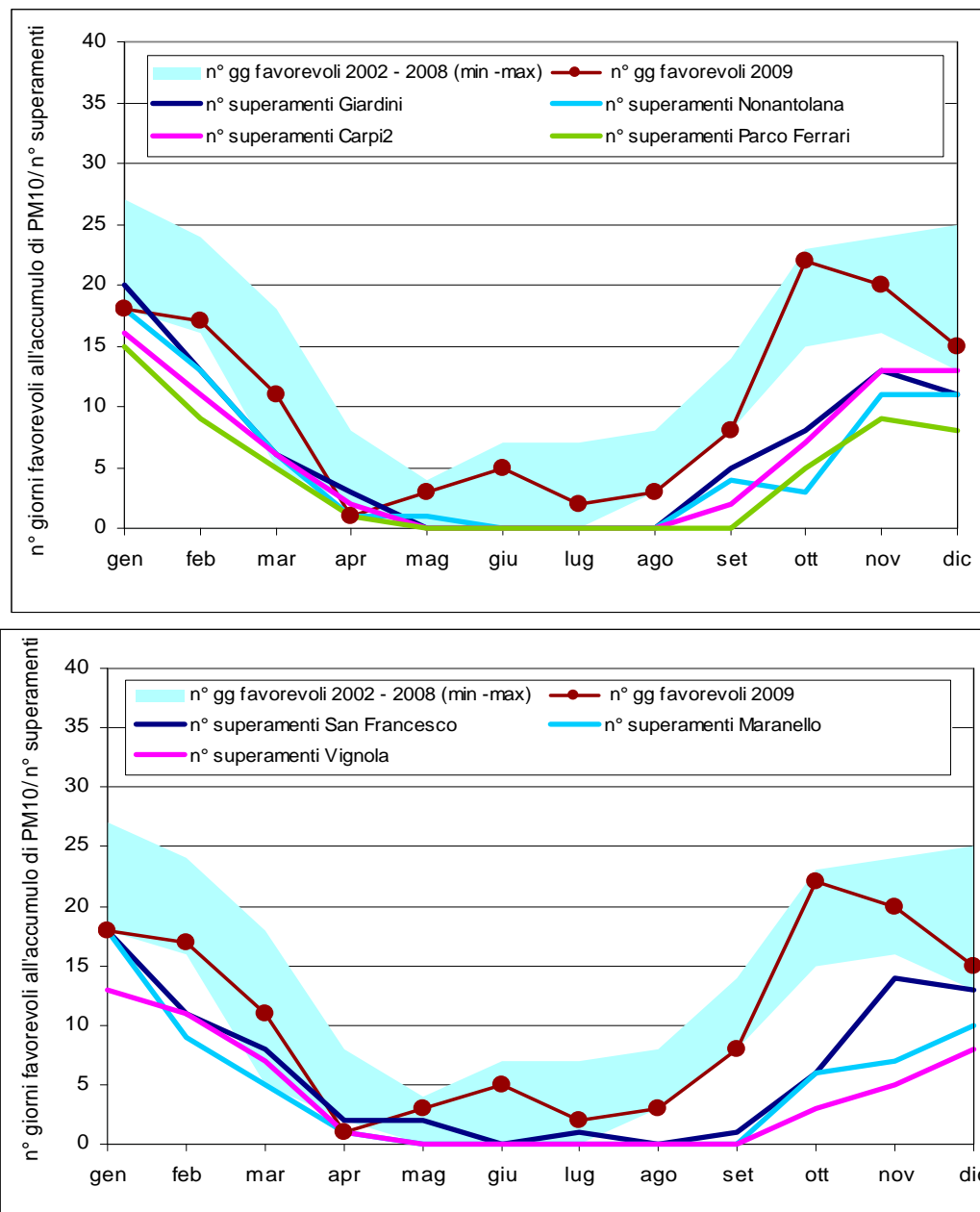


Figura 4-10: Numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM_{10} nel 2009 e variabilità negli anni 2002 - 2008, confrontati con il numero di superamenti registrati nel 2009 a Modena e nel Distretto Ceramico

⁶ Sono definite giornate "favorevoli all'accumulo di PM_{10} ", 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

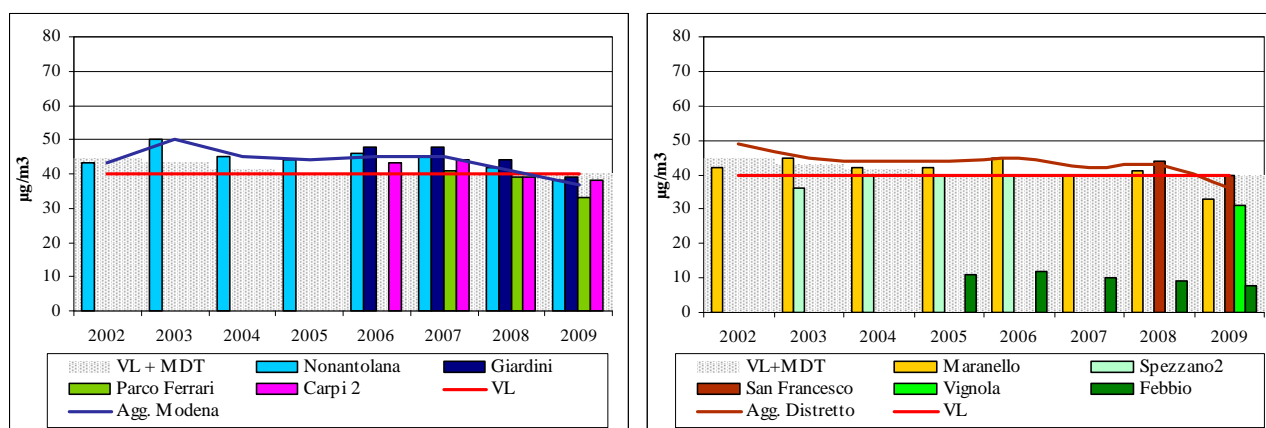


Figura 4-11: PM10 – trend della media annuale - confronto con VL e VL+MDT

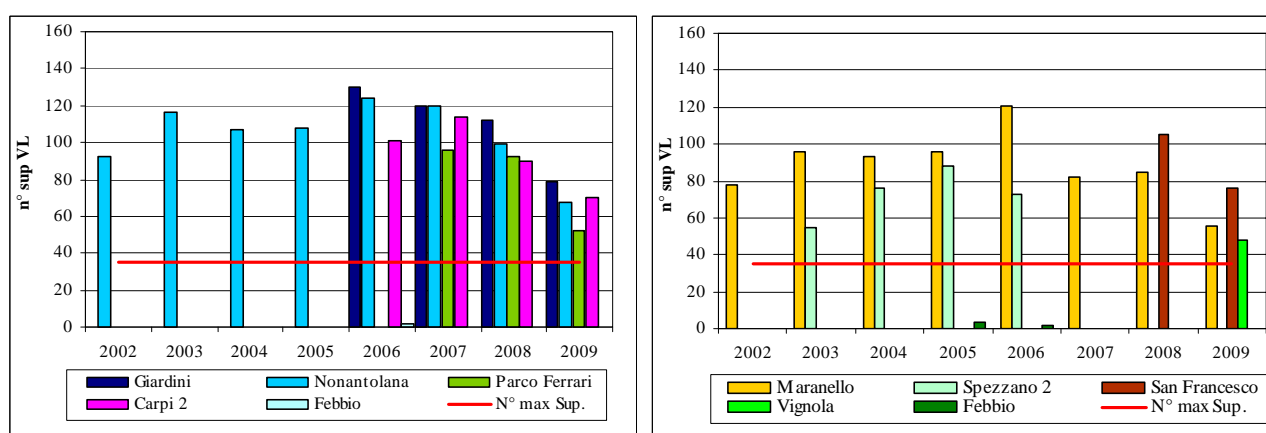


Figura 4-12: PM10 – trend del n° di superamenti - confronto con VL e VL+MDT

Nel 2009 si assiste ad una riduzione delle medie annuali in entrambi gli Agglomerati come evidenziato in Figura 4-11; in particolare, queste si riducono in media del 12% rispetto al 2008 e del 17% rispetto al 2007, raggiungendo così concentrazioni che consentono il rispetto del valore limite annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in tutte le stazioni. Tale riduzione si nota anche nei valori di fondo remoto (stazione di Febbio) che calano dell'11% rispetto al 2008 e del 20% rispetto al 2007.

Coerentemente a quanto riscontrato negli andamenti delle medie annuali, anche il numero di superamenti del Valore Limite Giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), di cui alla Figura 4-12, si riduce in media del 31% rispetto al 2008 e del 39% rispetto al 2007 in tutta la Provincia di Modena.

In particolare, nella zona urbana di Modena, i superamenti sono diminuiti da 120 nel 2007 a 79 nel 2009, nella stazione di Giardini (stazione da traffico che rileva i picchi di inquinamento), e da 96 a 52 in quella di Parco Ferrari (stazione di fondo urbano che rileva i livelli medi); analoga situazione si è presentata nella zona pedecollinare del Distretto Ceramico.

Nonostante la tendenza positiva evidenziata, per questo indicatore la situazione rimane comunque critica su tutto il territorio, visto che il numero massimo di superamenti consentiti nell'anno dalla normativa è di 35.

Se si analizza la distribuzione annuale delle concentrazioni degli ultimi 3 anni (2007-2009), suddividendola in classi omogenee (Figura 4-13 e Figura 4-14), si nota un significativo aumento nel 2009 delle giornate con livelli di polverosità inferiori a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, particolarmente evidente nelle stazioni di fondo, che rappresentano i livelli medi a cui la popolazione è esposta; per quanto riguarda le stazioni da traffico, aumenta la numerosità della classe di concentrazione tra $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e calano le giornate con valori superiori a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

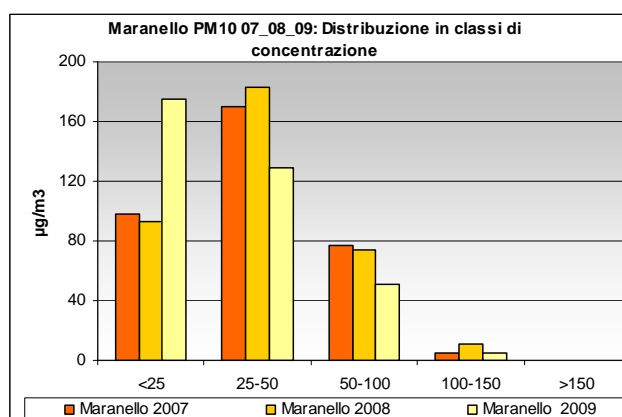
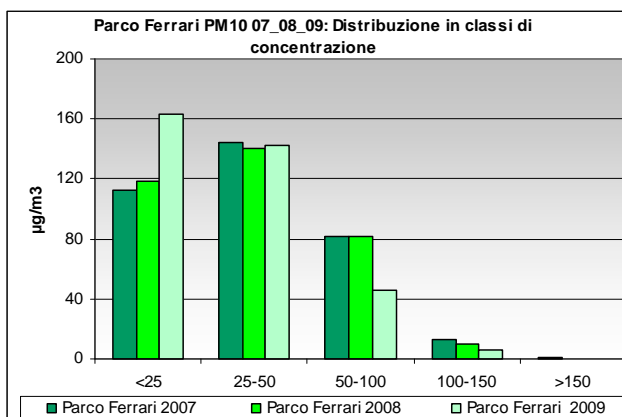


Figura 4-13: PM10 – trend distribuzione in classi di concentrazione – Stazioni di Fondo

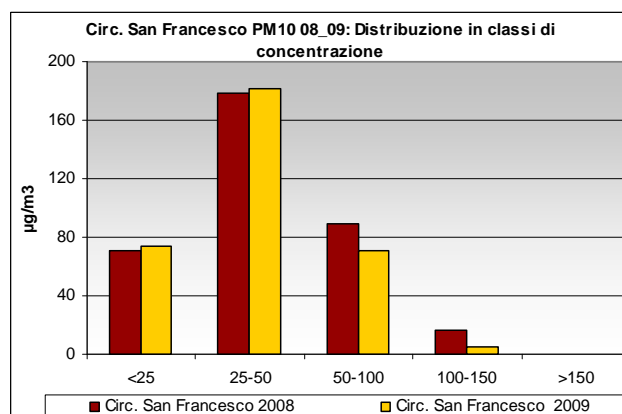
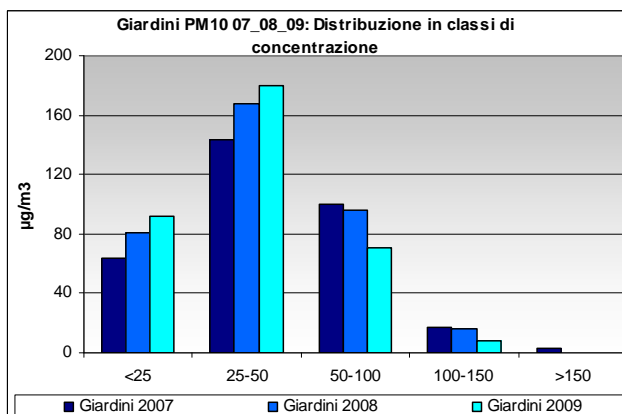


Figura 4-14: PM10 – trend distribuzione in classi di concentrazione – Stazioni da Traffico

4.3 Polveri inalabili – PM_{2,5}

Caratteristiche principali

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 di permanenza in atmosfera.

Infatti queste particelle, che costituiscono mediamente il 60 - 70% in peso delle PM₁₀, permangono a lungo in atmosfera, mostrando una distribuzione molto uniforme sul territorio; possono raggiungere distanze fino a migliaia di chilometri, con tempi di residenza in atmosfera da qualche giorno fino a settimane.

Obiettivi imposti dalla Normativa

Allo stato attuale non esiste un limite imposto dalla normativa italiana. Per l'analisi dei dati, ci si riferirà quindi a quanto fissato dalla Direttiva Europea 2008/50/CE del 21/5/2008, in corso di recepimento anche in Italia.

PM _{2,5}	Periodo di mediazione	in vigore dal 11/6/08	Dal 1/1/09	Dal 1/1/10	Dal 1/1/11	Dal 1/1/12	Dal 1/1/13	Dal 1/1/14	Dal 1/1/2015
			Valore limite aumentato del margine di tolleranza (MDT)						VALORE LIMITE
Valore limite	Anno civile	30	29,3	28,6	27,9	27,2	26,5	25,8	25
Valore Obiettivo	Anno civile	25	Da raggiungere entro il 01/01/2010						

Tab. n° 4-5 Obiettivi imposti dalla DIR 2008/50/CE del 21/05/08

Nelle elaborazioni che seguono, per la stazione di Maranello si riportano i dati relativi ai soli andamenti temporali escludendo valutazioni inerenti il rispetto della legislazione in quanto l'analizzatore è stato installato a luglio 2009 e pertanto non raggiunge la percentuale minima di dati validi (90%); per le stazioni di Parco Ferrari e Gavello, tenuto conto che gli analizzatori sono stati installati nel corso del 2008, non è possibile effettuare valutazioni su eventuali trend in atto.

Andamenti temporali nel 2009

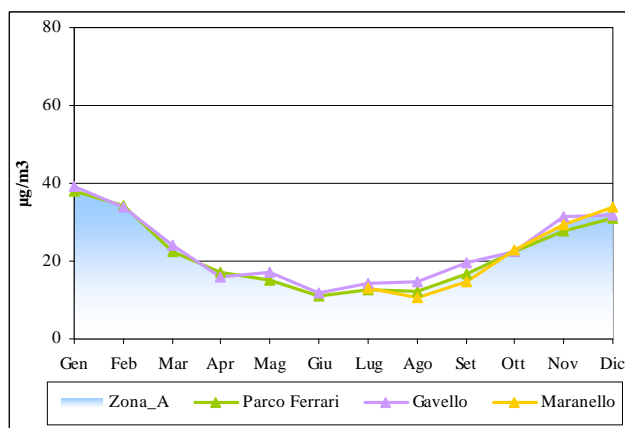


Figura 4-15: PM_{2,5} - andamento delle medie mensili

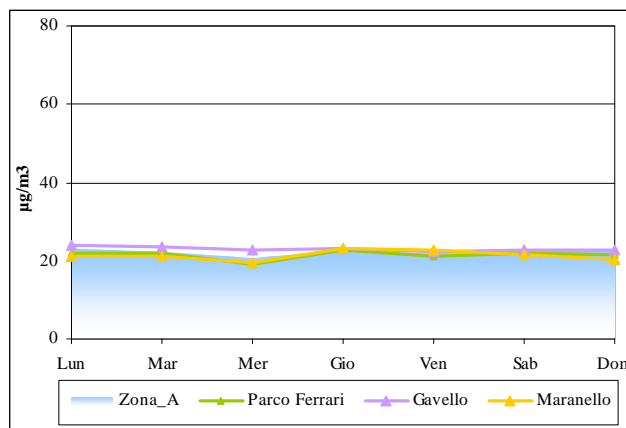


Figura 4-16: PM_{2,5} - settimana tipica

Gli andamenti temporali delle Polveri PM_{2,5} sono analoghi a quanto già evidenziato per il PM₁₀; in particolare, le concentrazioni medie mensili seguono l'andamento di un inquinante tipicamente invernale, con valori più contenuti nel periodo primaverile/estivo. La settimana tipica mostra livelli uniformi in tutti i giorni della settimana, compreso il sabato e domenica.

I superamenti nel 2009

PM _{2,5}	Media annuale (µg/m ³)
Parco Ferrari	22
Gavello	23
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <= VL > VL+MDT > VL </div>	

Tab. n° 4-6: Verifica rispetto dei valori limite DIR 2008/50/CE del 21/05/08

Come evidenziato dalla Tab. n° 4-6, per le stazioni considerate risulta rispettato sia il Valore Limite Annuale previsto per il 2015, nonché il Valore Obiettivo da raggiungere nel 2010.

Confronto PM_{2,5} - PM₁₀

Nell'area urbana di Modena, le concentrazioni di PM_{2,5} rappresentano in media il 64% del PM₁₀ (Figura 4-17): i valori più alti si presentano nei mesi invernali, dove questa percentuale arriva al 70-72%, mentre in estate scende a valori intorno al 58-60%.

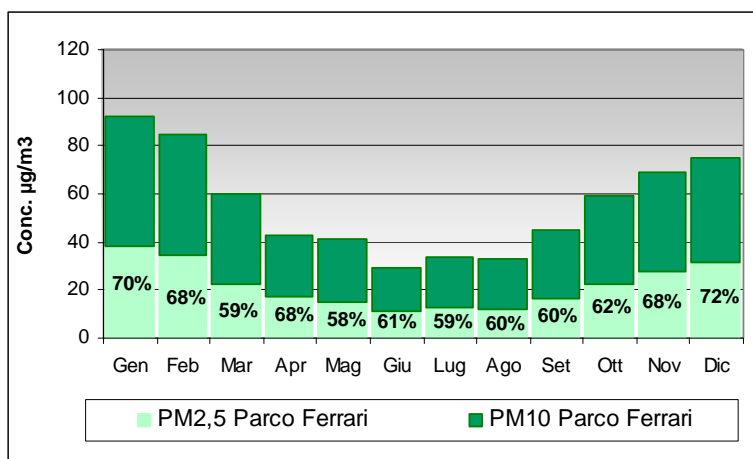


Figura 4-17: Confronto PM_{2,5} - PM₁₀ stazione di Parco Ferrari

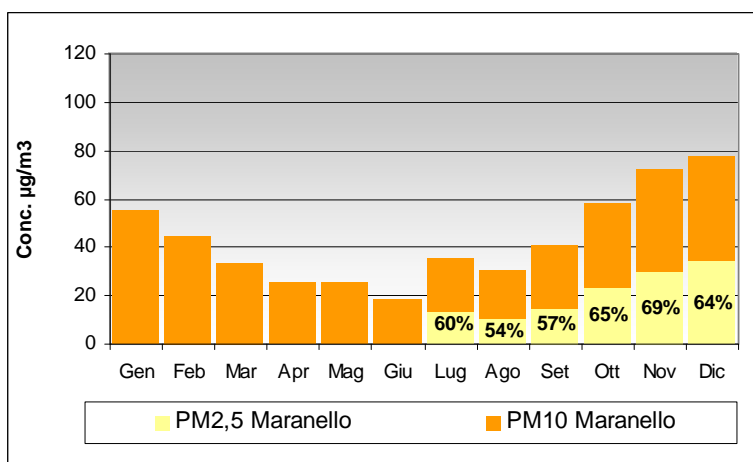


Figura 4-18: Confronto PM_{2,5} - PM₁₀ stazione di Maranello

4.4 Monossido di Carbonio

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 Mobile trascinata di 8 ore: valore massimo rilevato nel gg	16	14	12	10

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

Tab. n° 4-7: Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2009

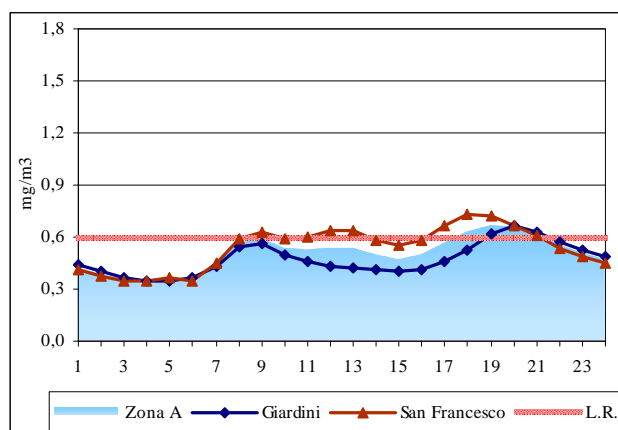


Figura 4-19: CO - giorno tipico

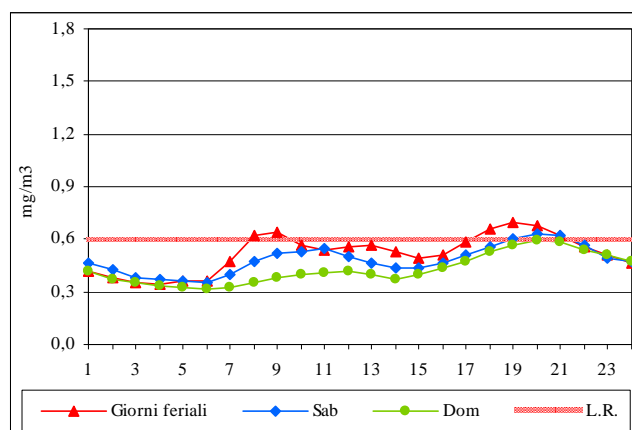


Figura 4-20: CO - giorno tipico feriale/festivo Zona A

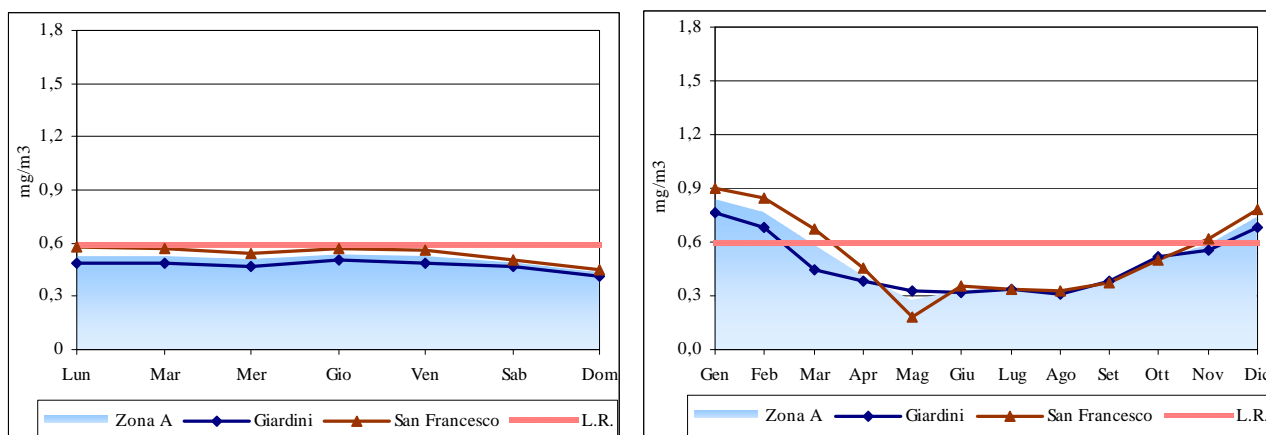


Figura 4-21: CO – settimana tipica e andamento medie mensili

Nei grafici degli andamenti temporali è stata inserita una linea che evidenzia il Limite di Rivelabilità strumentale (L.R.) e, da una prima analisi, si può notare che le concentrazioni medie di Monossido di Carbonio sono quasi sempre inferiori a tale valore.

I superamenti nel 2009

Nel 2009 non si sono registrati superamenti del valore limite.

CO	Max Media su 8 ore (mg/m ³)
Giardini	1.7
Circ. San Francesco	2.1
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ≤ VL > VL </div>	

Tab. n° 4-8 CO: verifica del rispetto dei Limiti Normativi

Il trend delle concentrazioni

Come già evidenziato in precedenza, i livelli ambientali di questo inquinante risultano ormai molto contenuti e quasi ovunque inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

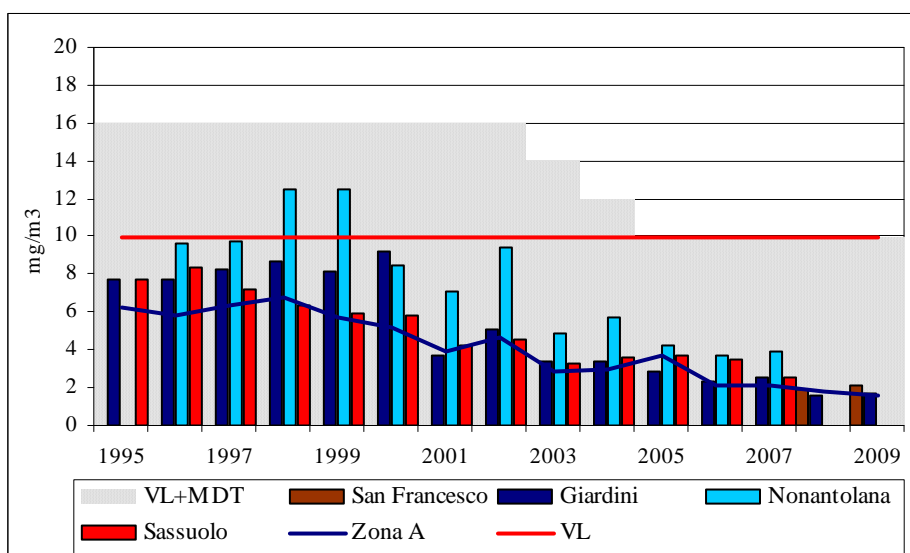


Figura 4-22: CO – trend della massima media mobile su 8 ore - confronto con il VL e il VL+MDT

4.5 Benzene

Caratteristiche principali

Il benzene (C_6H_6) 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 concentrazione 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	in vigore dal (13/12/00)	Dal 1/1/06	Dal 1/1/07	Dal 1/1/08	Dal 1/1/09	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° 4-9: Obiettivi imposti dal DM 60/2002

Andamenti temporali nel 2009

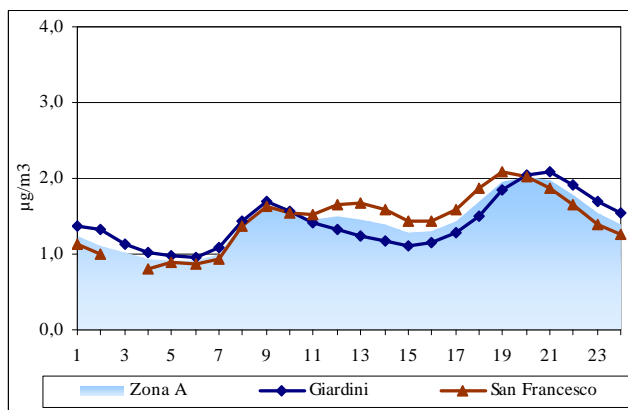


Figura 4-23: Benzene – giorno tipico

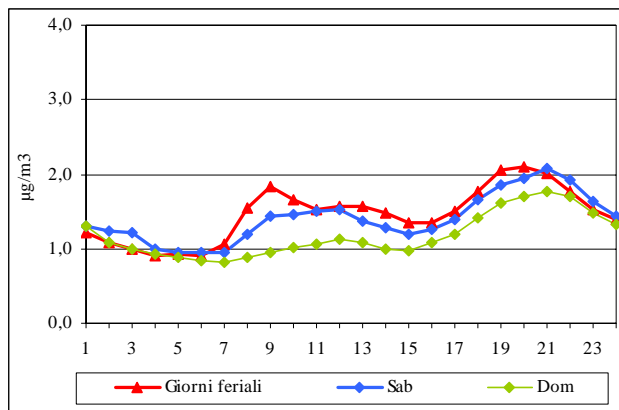


Figura 4-24: Benzene – giorno tipico feriale/feriale Zona A

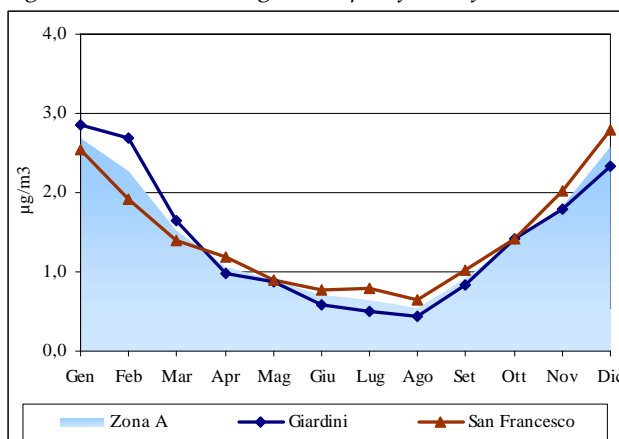
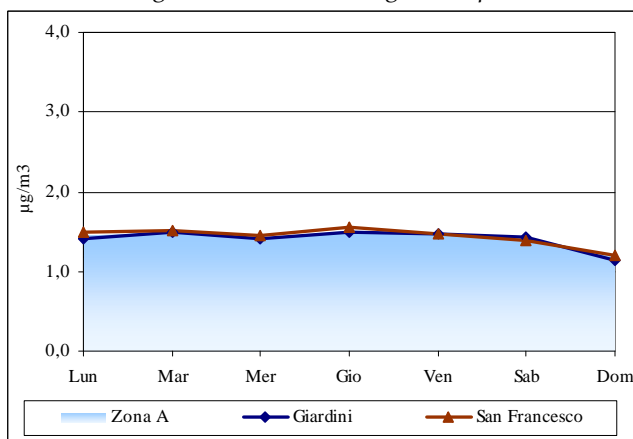


Figura 4-25: Benzene – settimana tipica e andamento medie mensili

I grafici della settimana tipica e delle medie mensili mostrano valori simili nelle due postazioni considerate; il giorno tipico evidenzia, come del resto già esaminato per il Monossido di Carbonio, concentrazioni lievemente superiori a Circ. San Francesco nelle ore centrali della giornata rispetto Giardini, presumibilmente legata ad una differente pressione esercitata dal traffico veicolare che nel primo caso è maggiormente concentrato in quelle ore in quanto legato alle attività produttive e commerciali della zona .

I superamenti nel 2009

Benzene	Media annuale (µg/m3)
Giardini	1.4
Circ. San Francesco	1.4
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> ■ ≤ VL ■ > VL ■ > VL+MDT </div>	

Tab. n° 4-10 Benzene : verifica del rispetto dei Limiti Normativi

Non si riscontrano superamenti dei limiti normativi.

Il trend delle concentrazioni

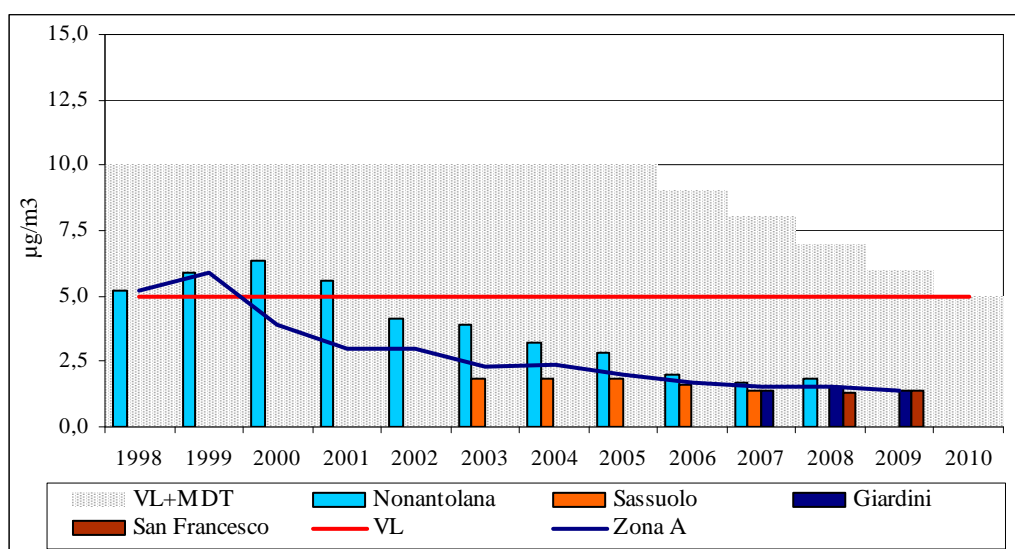


Figura 4-26: Benzene – trend della media annuale -confronto con VL e VL + MDT

L'esame del grafico di Figura 4-26 conferma, anche per il 2009, il trend in calo di questo inquinante, con livelli simili e ampiamente inferiori al limite in tutte le stazioni della Zona A.

4.6 Ozono

Caratteristiche principali

L'ozono troposferico è un inquinante secondario di tipo fotochimico, ossia non viene emesso direttamente dalle sorgenti, ma si produce in atmosfera a partire da precursori primari tramite l'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. In conseguenza di questa sua natura chimica, sebbene possa essere trasportato anche a grande distanza dalle masse d'aria in movimento, non permane a lungo in atmosfera. 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, acquista un tempo di vita superiore a causa del minore inquinamento da NO e può accumularsi raggiungendo valori di concentrazione superiori a quelli urbani. Va' inoltre considerato 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° 4-11: Soglie di informazione e di allarme

Valori di riferimento per la protezione della salute umana		
Valore bersaglio per il 2010	* Massima concentrazione media giornaliera su 8 ore	120 µg/m³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
Obiettivo a lungo termine (anno di riferimento 2020)	* Massima concentrazione media giornaliera su 8 ore nell'arco dell'anno civile	120 µg/m³ da non superare nell'arco di un anno civile
* individuata esaminando le medie mobili su 8 ore calcolate in base ai dati orari e aggiornate ogni ora		

Tab. n° 4-12: Salute Umana - Valore bersaglio (VB) e obiettivo 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° 4-13: Vegetazione - Valore bersaglio (VB) e obiettivo a lungo termine (OLT)

AOT40: per AOT40 si 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 2009

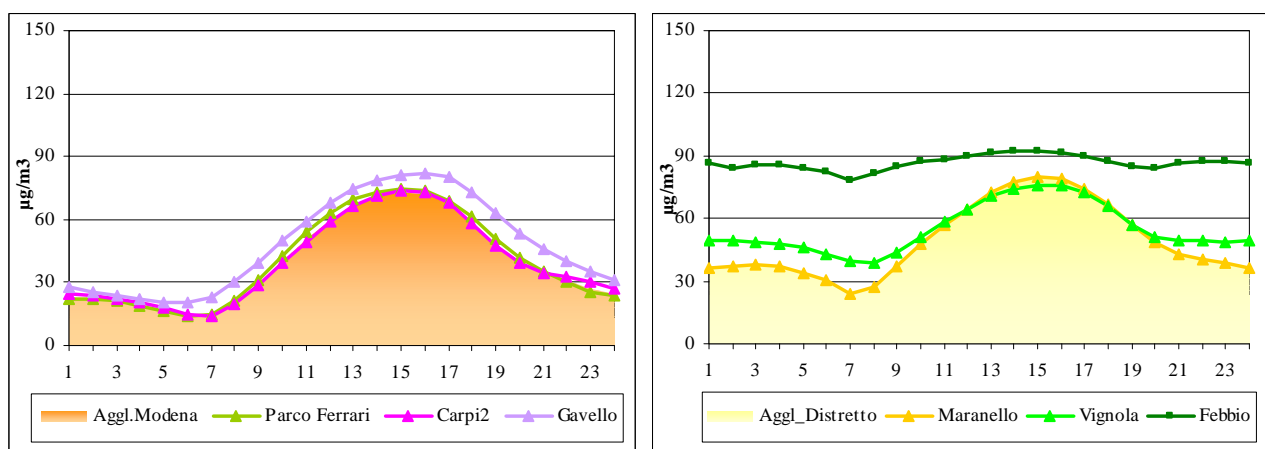


Figura 4-27: O₃ - giorno tipico

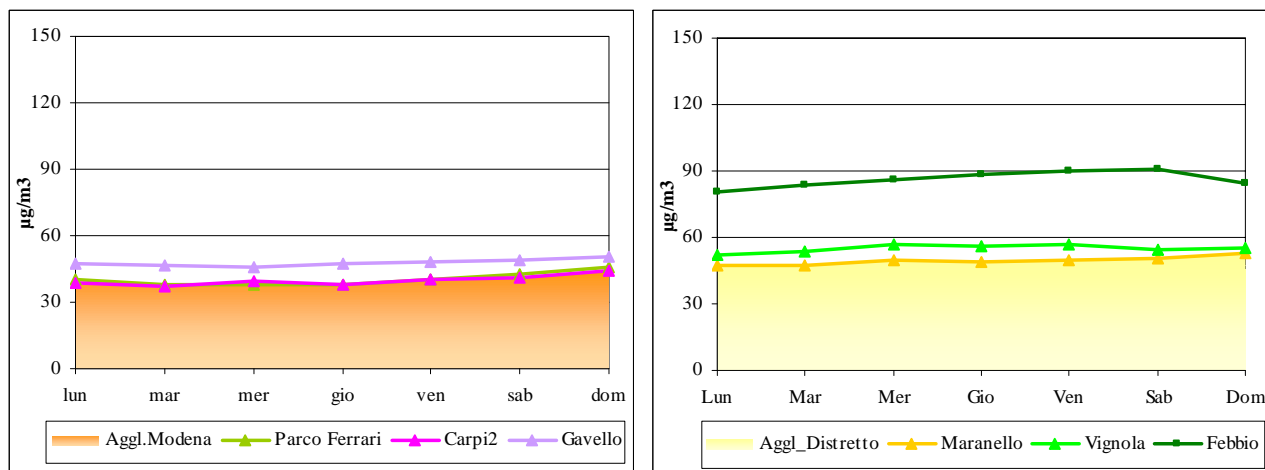


Figura 4-28: O₃ - settimana tipica

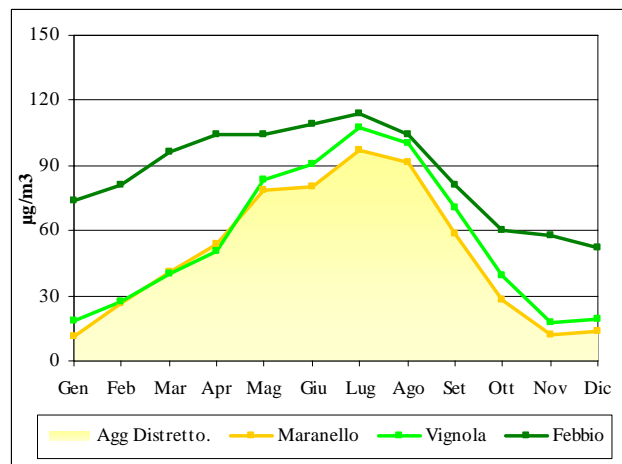
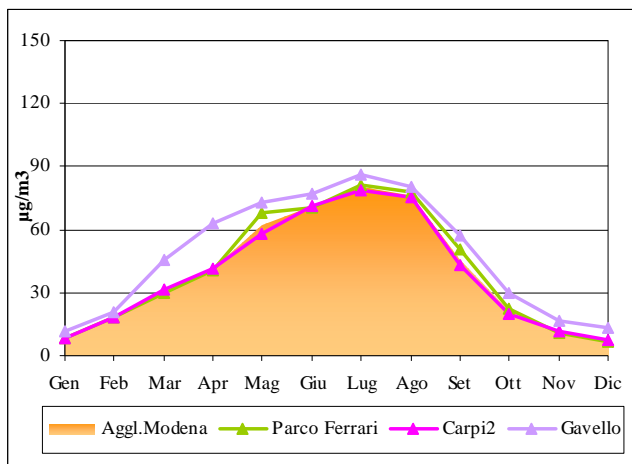


Figura 4-29: O₃ - concentrazioni medie mensili

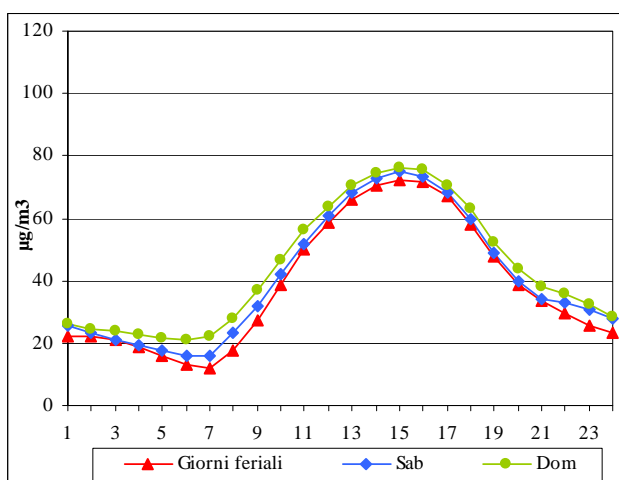


Figura 4-30: O₃ - giorno tipico feriale/festivo Aggl. Modena

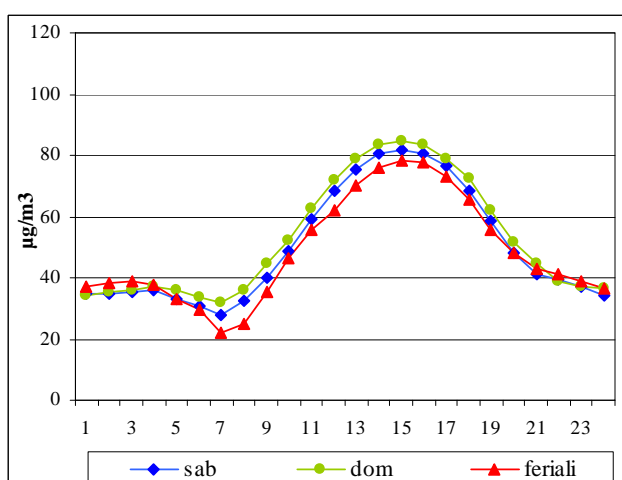


Figura 4-31: O₃ - giorno tipico feriale/festivo Aggl. Distretto

Gli andamenti temporali sono tipici di un inquinante di origine fotochimica, con valori più elevati nelle stagioni e nelle ore di massimo irraggiamento solare, come evidenziato nel grafico dell'andamento delle medie mensili e del giorno tipico. Il grafico della settimana tipica mostra un leggero aumento dei valori nelle giornate di sabato e domenica, determinato dalla minor presenza in atmosfera d'inquinanti primari.

Per la stessa ragione, le postazioni di Gavello e Vignola, influenzate in misura inferiore da sorgenti emissive, hanno registrato livelli di Ozono leggermente superiori alle altre postazioni considerate.

Un discorso a parte è da riservare a Febbio, stazione di fondo rurale remoto in quota (1030 m). Il basso livello di inquinamento che caratterizza l'area, non dà luogo al tipico ciclo diurno dell'ozono, in quanto non ne avviene la rimozione durante le ore notturne da parte dei precursori, ossidi di azoto in particolare (Figura 4-27). Le concentrazioni medie mensili risultano sempre superiori a quelle delle altre stazioni di monitoraggio (Figura 4-27 e Figura 4-29), a causa dei fenomeni di trasporto a lungo raggio, che portano masse d'aria inquinate da ozono in aree rurali dove, la bassa concentrazione di ossidi di azoto, ne rallenta la rimozione.

I superamenti nel 2009

O3	N°superamenti soglia di informazione (180 µg/m3)		N°superamenti soglia di allarme (240 µg/m3)
	N° giorni	N° ore	
Parco Ferrari	0	0	0
Carpi 2	0	0	0
Gavello	3	9	0
Maranello	11	33	0
Vignola	14	48	0
Febbio	3	6	0

Tab. n° 4-14: Verifica del rispetto delle Soglie di Informazione e Allarme

	Confronto con i Valori di riferimento per la protezione della salute umana: Max media mobile 8 h (µg/m3)		Confronto con i Valori di riferimento per la protezione della vegetazione: AOT40 (µg/m3*h)	
	N°superamenti anno 2009 (OLT=120 µg/m3)	N°superamenti media anni 07/08/09 (VB=120µg/m3 max 25 superamenti)	anno 2009 (OLT = 6000 µg/m3)	AOT40 media su 5 anni 2005 - 2009 (VB = 18000 µg/m3)
Parco Ferrari	64	57	31635	28008
Carpi 2	54	44	23642	22708
Gavello	73	73	35145	31416
Maranello	72	60	35730	**
Vignola	66	66	36817	**
Febbio	72	67	33419	34147

Tab. n° 4-15: Verifica del rispetto dell' Obiettivo a Lungo Termine e del Valore Bersaglio

** Dati non sufficienti per elaborare la media su 5 anni (minimo 3 anni di dati)

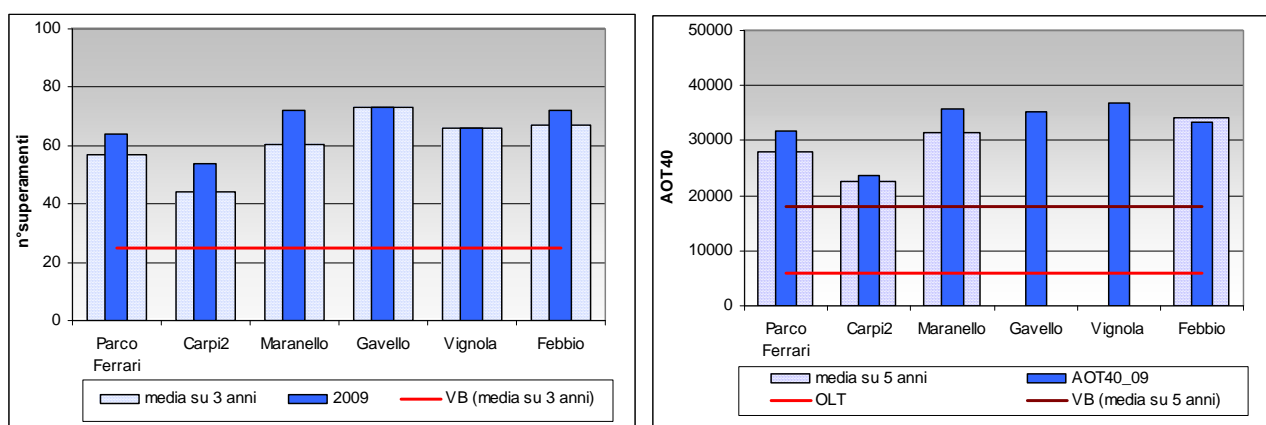


Figura 4-32: O3 - n° superamenti dei valori medi su 8 ore definiti per la protezione della salute umana e AOT40 per la protezione della vegetazione

Nel corso del 2009 non si sono registrati superamenti della soglia di allarme; i livelli risultano comunque critici in relazione alla Soglia di Informazione, che è stata superata mediamente 12 giorni nella zona pedecollinare e 3 nella pianura (Tab. n° 4-14), al valore bersaglio e all'obiettivo a lungo termine indicati per la protezione della salute umana e per la vegetazione (Tab. n° 4-15).

Il trend delle concentrazioni

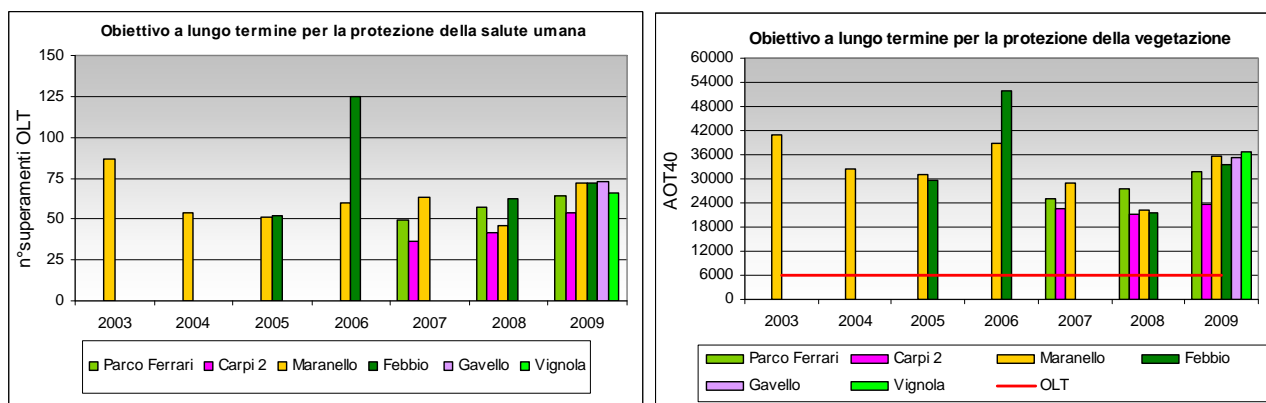


Figura 4-33: O₃ – trend degli indicatori fissati dalla normativa per la protezione della salute umana e della vegetazione

La valutazione dei trend delle concentrazioni è stata effettuata considerando i due obiettivi a lungo termine previsti dalla Normativa, da raggiungere entro il 2020:

- ◆ Obiettivo a Lungo Termine per la protezione della salute umana: Media su 8 ore massima giornaliera ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) da non superare nell'arco di un anno civile
- ◆ Obiettivo a Lungo Termine per la protezione della vegetazione: AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio ($6000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

La variabilità negli anni degli indicatori selezionati è principalmente legata alla meteorologia che ha caratterizzato la stagione estiva (vedi Figura 4-33); il 2009 si distingue per livelli un po' più elevati rispetto ai due anni precedenti.

In generale, si rilevano livelli di ozono ancora troppo elevati rispetto agli obiettivi fissati dalla normativa e i trend che li caratterizzano non indicano al momento un avvicinamento a tali valori.

5 INDICE DI QUALITA' DELL'ARIA

Dall'anno 2008, ARPA Emilia-Romagna, in collaborazione con l'Azienda U.S.L., ha definito un indice di qualità dell'aria (IQA) che rappresenta sinteticamente lo stato complessivo dell'inquinamento atmosferico, al fine di comunicare alla popolazione, in modo semplice ed immediato, il livello qualitativo dell'aria che respiriamo.

Gli inquinanti solitamente inclusi nella definizione degli indici di qualità dell'aria sono quelli che hanno effetti a breve termine, quali il monossido di carbonio (CO), il biossido di azoto (NO₂), l'ozono (O₃), il biossido di zolfo (SO₂), il particolato (PTS, PM₁₀ o PM_{2.5}). Tale scelta, seppur discutibile, nasce dal fatto che gli indici sono formulati nell'ottica di dare indicazioni quotidiane alla popolazione per evitare proprio tali tipi di effetti (in genere di tipo cardiovascolare o respiratorio).

Nel calcolo dell'indice per l'Emilia Romagna, si è deciso di includere solo il PM₁₀, l'NO₂ e l'O₃, che tra gli inquinanti con effetti a breve termine sono quelli che nella nostra regione presentano le maggiori criticità. Sono stati invece esclusi il CO e l'SO₂, caratterizzati negli ultimi decenni da una significativa diminuzione delle concentrazioni, tanto da essere ormai stabilmente e ampiamente sotto ai limiti di legge.

Per ogni inquinante, viene calcolato un sottoindice, ottenuto dividendo la concentrazione misurata, per il relativo limite previsto dalla legislazione per la protezione della salute umana (nel caso di più limiti si è scelto il più basso) e moltiplicando il valore ottenuto per 100. La tabella che segue riporta i limiti che sono stati utilizzati per il calcolo dei tre sottoindici.

Inquinante	Indicatore di riferimento	Valore
PM ₁₀	Media giornaliera	50 µg/m ³
O ₃	Valore massimo della media mobile su 8 ore	120 µg/m ³
NO ₂	Valore massimo orario	200 µg/m ³

Figura 5-1: Indicatori di riferimento

Passaggio successivo nella costruzione dell'indice è la definizione delle modalità di aggregazione dei diversi sottoindici. In linea con l'approccio adottato dalla maggior parte degli indici utilizzati a livello internazionale, si è scelto di definire il valore dell'indice sintetico come il valore del sottoindice peggiore.

I valori dell'indice sono stati raggruppati in cinque classi definendo intervalli di ampiezza uniforme pari a 50. L'adozione di un numero ridotto di classi è legata all'accuratezza raggiungibile dai modelli utilizzati per le previsioni di qualità dell'aria.

La tabella seguente riporta le classi identificate con i corrispondenti intervalli e cromatismi.

CLASSE DI QUALITA'	SCALA CROMATICA
BUONA	<50
ACCETTABILE	50-99
MEDIOCRE	100-149
SCADENTE	150-199
PESSIMA	>200

Tab. n° 5-1: Classi di Qualità

L'indice viene calcolato ogni giorno ed è disponibile sul Sito Web al seguente indirizzo:

http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/aria/generale_938.asp.

Il calcolo viene effettuato considerando i dati delle stazioni della Rete Regionale di Monitoraggio appartenenti all'Agglomerato di Modena che, per i livelli di pressione ambientale e di urbanizzazione, è oggetto di particolare attenzione.

Per un'analisi sintetica della qualità dell'aria dell'intero anno 2009, si è quindi utilizzato questo indice in modo da evidenziare le giornate critiche e la loro distribuzione nell'anno.

Di seguito viene riportato il riepilogo dell'anno 2009: lo sfondo cromatico di ciascuna giornata identifica il valore dell'Indice di Qualità dell'Aria, rispetto alla scala indicata nella tabella 5.1.

INDICE DI QUALITA' DELL'ARIA: ANNO 2009											
gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29		29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31		31		31		31	31		31		31
● BUONA ● ACCETTABILE ● MEDIOCRE ● SCADENTE ● PESSIMA											

Figura 5-2: Indice di Qualità dell'Aria: calendario 2009

Da un'analisi dei dati dell'IAQ si può notare che:

- ◆ nei mesi di gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre, il valore dell'indice sintetico, scelto come valore del sottoindice peggiore, è determinato dai livelli di PM10, inquinante critico invernale.
- ◆ nei mesi di maggio, giugno, luglio e agosto il valore dell'indice sintetico, scelto come il valore del sottoindice peggiore, è determinato dai livelli di O3, inquinante critico estivo.

- ◆ nei mesi intermedi di aprile e settembre, dove la circolazione delle masse d'aria favorisce la diffusione degli inquinanti e la temperatura insieme all'irraggiamento solare non ha ancora raggiunto i livelli estivi, la situazione di criticità risulta legata di volta in volta a uno o all'altro inquinante a seconda della situazione meteorologica che caratterizza il giorno analizzato

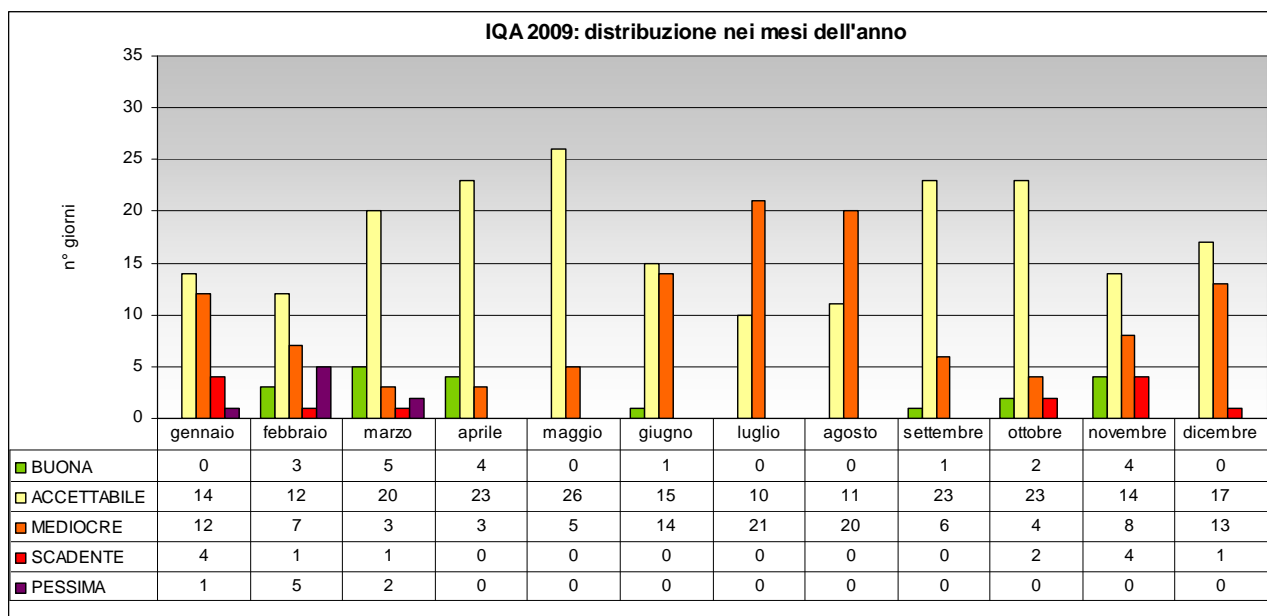


Figura 5-3: IQA distribuzione mensile anno 2009

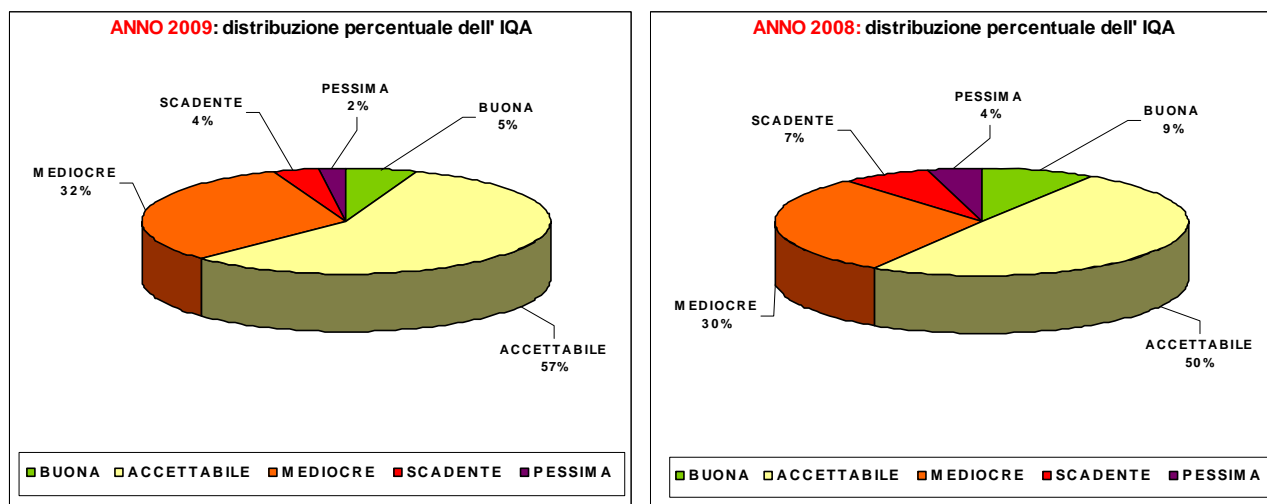


Figura 5-4: IQA distribuzione percentuale confronto anno 2008 e 2009

IQA BUONA 5 %

L'indice di qualità dell'aria si attesta sulla classe di qualità **"Buona"** per un totale di **20 giornate, corrispondenti al 5% dell'anno**. I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità **"Buona"** sono stati marzo, aprile e novembre con 5, 4 e 4 giorni. Il merito di questa situazione è sicuramente da imputare alla elevata piovosità che ha caratterizzato questi mesi nell'anno 2009.

IQA ACCETTABILE 57 %

L'indice di qualità dell'aria si attesta sulla classe di qualità **"Accettabile"** per un totale di 208 giornate, corrispondenti al 57% dell'anno. I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità **"Accettabile"** (mediamente circa 24 gg pari al 77% del mese), sono stati maggio, aprile, settembre e ottobre.

In questi mesi, la circolazione delle masse d'aria ha favorito la diffusione degli inquinanti (PM10) e la temperatura così come l'irraggiamento solare non hanno livelli tali da comportare alte concentrazioni di ozono.

IQA MEDIOCRE 32 %

L'indice di qualità dell'aria si attesta sulla classe di qualità **"Mediocre"** per un totale di 116 giornate, corrispondenti al 32 % dell'anno. Il mese che ha presentato il maggior numero di giornate con qualità **"Mediocre"** è luglio, con 21 gg pari al 68% del mese, seguito da Agosto, con 20 gg, e da giugno, con 14gg. La situazione è da imputare agli alti livelli di ozono, che spesso hanno superato l'Obiettivo a Lungo Termine di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Critici anche i mesi di gennaio e dicembre, per gli alti valori di PM10, rispettivamente con 12 e 13 giorni.

IQA SCADENTE 4 %

L'indice di qualità dell'aria si attesta sulla classe di qualità **"Scadente"** per un totale di 13 giornate corrispondenti al 4% dell'anno. I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità **"Scadente"** (4 gg) sono stati gennaio e novembre. Situazione da imputare ai livelli di polveri PM10 che hanno raggiunto in questi mesi concentrazioni medie mensili di 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a gennaio e 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a ottobre, con un numero di superamenti in media di 17 e 12 gg.

IQA PESSIMA 2 %

L'indice di qualità dell'aria si attesta sulla classe di qualità **"Pessima"** per un totale di 8 giornate corrispondenti al 2% dell'anno. I mesi che hanno presentato il maggior numero di giornate con qualità **"Pessima"** sono stati gennaio, febbraio e marzo, situazione determinata dai livelli di polveri PM10 che hanno raggiunto in questi mesi concentrazioni superiori a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore massimo raggiunto dalle polveri PM10 nell'anno 2009 è stato quello della stazione di Giardini il 18 gennaio con 127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre l'episodio di inquinamento acuto più significativo si è verificato nel mese di febbraio e si è prolungato dal 21 febbraio fino al 2 marzo; in questo periodo i valori hanno raggiunto concentrazioni superiori a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il 21, 23, 24, 27, 28 febbraio e 1, 2 marzo.