



arpav

Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto

La Qualità dell'Aria nel Comune di San Martino di Lupari (PD)

Monitoraggio 2003/2004



ARPAV

Dipartimento Provinciale di Padova



COMUNE DI SAN MARTINO DI LUPARI

Ufficio Ecologia e Ambiente

Ufficio III° Area Tecnica

La Qualità dell'Aria nel Comune di San Martino di Lupari (PD)

Monitoraggio 2003/2004

Aprile 2004

Realizzato da:

ARPAV

Dipartimento Provinciale di Padova (Direttore G.P. Bozzo): *F. Bergoglio, M. Bressan, C. Gabrieli, D. Tosato, A. Uguaglianza, F. Schiavon, A. Pagano, E. Cosma*

Con la collaborazione di:

COMUNE DI SAN MARTINO DI LUPARI (PD)

Ufficio Ecologia e Ambiente (Responsabile G.S. Baggio)

Ufficio III° Area Tecnica (Responsabile G. Rigo)

A cura di: Massimo Bressan e Claudio Gabrieli

2004, ARPA VENETO

E' consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici e in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

Indice

1. Introduzione, obiettivi e contenuti del Rapporto	5
2. Il quadro di riferimento normativo	7
2.1 I parametri di valutazione della qualità dell'aria	7
2.2 Il Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera	12
3. Materiali e metodi	14
3.1 I punti di monitoraggio	14
3.2 Il mezzo mobile	14
3.3 I campionatori passivi	15
4. La valutazione dello stato di qualità dell'aria	17
4.1 Biossido di zolfo (SO ₂)	17
4.2 Monossido di carbonio (CO)	18
4.3 Biossido di azoto (NO ₂)	19
4.4 Ozono (O ₃)	21
4.5 Polveri fini (PM ₁₀)	22
4.6 Benzo(a)pirene (IPA)	25
4.7 Benzene (C ₆ H ₆)	26
4.8 Altre sostanze organiche volatili (SOV)	29
5. Discussione dei risultati e conclusioni	31
Riferimenti bibliografici	34
Appendice I. Scheda sintetica di valutazione	35
Appendice II. Tavole di cartografia tematica	36
Appendice III. Rapporti di prova	37
Appendice IV. Descrizione dei principali inquinanti atmosferici	38
Appendice V. Limiti di esposizione negli ambienti di lavoro	45
Ringraziamenti	47

1. Introduzione, obiettivi e contenuti del Rapporto

Il monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di San Martino di Lupari è stato svolto dal Dipartimento Provinciale ARPAV di Padova su incarico dell'Amministrazione Comunale come da Delibera della Giunta Comunale n. 157 del 23/07/03.

L'obiettivo del presente rapporto è valutare l'inquinamento atmosferico prodotto dal traffico veicolare nella zona centrale dell'agglomerato urbano e nelle zone limitrofe a maggior densità di popolazione. Inoltre, in prossimità del centro del paese è stato effettuato un monitoraggio esteso delle sostanze organiche volatili (SOV) per valutare l'impatto derivante sia dal traffico veicolare che da eventuali attività produttive.

Il rapporto fornisce una valutazione dello *status* dell'ambiente atmosferico attraverso l'analisi della concentrazione a livello del suolo degli inquinanti rilevati dalla rete di monitoraggio appositamente predisposta sul territorio del Comune di San Martino di Lupari (cfr. paragrafo 3.1).

A questo scopo sono stati utilizzati un mezzo mobile e campionatori passivi nel corso di due campagne di monitoraggio: una 'estiva', dal 08/07/03 al 10/09/03, e una 'invernale', dal 28/11/03 al 17/02/04 (cfr. paragrafi 3.1 e 3.2). La valutazione dello *status* dell'ambiente atmosferico nel Comune di San Martino di Lupari consiste nel confronto critico dei livelli degli inquinanti con i 'limiti' previsti dalla normativa vigente per tempi di esposizione a breve e/o a lungo termine. Considerato che si tratta di un'indagine di tipo esplorativo in una zona del territorio provinciale ove non sono posizionate stazioni fisse di monitoraggio e mancano dati storici, si è impostata l'analisi dei dati di qualità dell'aria a livello comparativo con quelli rilevati nel medesimo periodo presso l'area urbana di Padova (presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria). Per maggiori dettagli sull'impostazione metodologica del presente rapporto e sui criteri di valutazione adottati per l'interpretazione dei limiti stabiliti dalla normativa si rimanda alle specifiche tecniche descritte in dettaglio nei Capitoli 2 e 4.

Parallelamente all'obiettivo principale sopra delineato, il rapporto si configura anche come un'opportunità di rilevare informazioni utili per una più appropriata zonizzazione del territorio comunale da inserire eventualmente nei prossimi aggiornamenti del Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera.

In base alla zonizzazione territoriale del Piano adottato con Deliberazione della Giunta Regionale Veneto n. 902 del 4 aprile 2003 e attualmente all'esame della competente Commissione del Consiglio Regionale, il Comune di San Martino di Lupari è stato classificato per tutti gli inquinanti atmosferici come zona C (a bassa criticità) cioè zona di mantenimento in cui applicare gli specifici piani di mantenimento (cfr. paragrafo 2.2). Tale classificazione è stata basata, in mancanza di monitoraggi locali, solo su stime e valutazioni di tipo presuntivo. Quindi, i dati forniti nel presente rapporto servono anche per aggiungere elementi di giudizio utili per un inquadramento territoriale su vasta scala delle eventuali azioni di mitigazione, risanamento e mantenimento a carattere regionale. L'obiettivo a medio e lungo termine è definire piani di intervento integrati che migliorino l'efficacia territoriale delle azioni di tutela precedentemente lasciate, in via pressoché esclusiva, alla discrezionalità e alle difficoltà di realizzazione delle singole Amministrazioni Comunali.

Il seguito del presente rapporto è strutturato nei seguenti Capitoli:

- nel Capitolo 2 viene proposta una sintetica rassegna sulla normativa vigente in materia di qualità dell'aria e sui piani e programmi di gestione dell'inquinamento atmosferico regionale;
- nel Capitolo 3 è presentata la struttura della rete di monitoraggio della qualità dell'aria predisposta nel territorio del Comune di San Martino di Lupari;

- nel Capitolo 4 sono analizzati e commentati i dati sulle concentrazioni ambientali degli inquinanti atmosferici monitorati nel corso delle due campagne di monitoraggio 'estiva' e 'invernale';
- nel Capitolo 5 sono riassunti e discussi i principali risultati del monitoraggio degli inquinanti atmosferici e le conclusioni sugli indicatori di maggiore criticità ambientale.

Infine, in Appendice sono allegati:

- la scheda sintetica di valutazione riassuntiva dello stato di qualità dell'aria nel Comune di San Martino di Lupari (Appendice I);
- le Tavole di cartografia tematica che individuano il posizionamento del mezzo mobile e dei campionatori passivi sul territorio del Comune di San Martino di Lupari e le concentrazioni medie di benzene (Appendice II);
- i rapporti di prova con i dati analitici di laboratorio per i campioni di benzene (C₆H₆), benzo(a)pirene (IPA) e polveri fini (PM₁₀) (Appendice III);
- un quadro generale sui principali inquinanti atmosferici e sui relativi effetti ambientali e/o sanitari (Appendice IV);
- i valori soglia di esposizione per gli ambienti di lavoro (TLV) stabiliti dall'Associazione degli Igienisti Industriali Americani per alcune sostanze organiche volatili (SOV); in mancanza di normativa specifica sulla qualità dell'aria per le sostanze organiche volatili rilevate nel Comune di San Martino di Lupari viene proposto il confronto con tali 'valori limite' che è, comunque, da considerare con valore esclusivamente indicativo (Appendice V).

2. Il quadro di riferimento normativo

Il D.Lgs. 351/99 ha significativamente modificato il quadro di riferimento normativo sulla qualità dell'aria spostando a livello regionale le principali competenze relative alla *valutazione*, alla *gestione* e al *risanamento* dello stato dell'ambiente atmosferico.

Buona parte dei provvedimenti di legge antecedenti al 1999 è stata abrogata dando corso ad un nuovo assetto normativo che supera la rigida valutazione di tipo 'tabellare', incentrata *esclusivamente* sulla verifica del 'superamento dei limiti', per ispirarsi a più efficaci criteri di *gestione e prevenzione integrata* dell'ambiente.

Negli intenti del D.Lgs. 351/99 e, secondo quanto ribadito nel DM 261/02, la valutazione periodica dello stato di qualità dell'aria, estesa a tutto il territorio regionale, fornisce la base conoscitiva indispensabile per la definizione dei *piani di azione, di risanamento e di mantenimento*. Questi *piani e programmi a carattere regionale* rappresentano gli *strumenti operativi* necessari per calibrare in modo appropriato l'intervento sul territorio al fine di evitare o comunque ridurre il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme stabilite dal DM 60/02 e dalla successiva normativa di settore. L'obiettivo è definire piani di intervento integrati che migliorino l'efficacia territoriale delle azioni di tutela precedentemente lasciate, in via esclusiva, alla discrezionalità delle singole Amministrazioni Comunali.

In ogni caso, fino all'attuazione da parte della Regione dei piani e programmi sopra ricordati, "continuano ad applicarsi le misure precedentemente adottate dai Sindaci" che "possono essere rimodulate, ai fini del rispetto dei valori limite e delle soglie di allarme previste dalla vigente normativa" (ex DM 60/02, art. 39, comma 3, punto 1). Questo implica che, nelle more dell'applicazione dei piani e programmi regionali, il Sindaco, quale massima autorità sanitaria locale, ha comunque la facoltà (dovere) di intervenire con provvedimenti mirati a garantire la tutela della salute dei cittadini.

2.1 I parametri di valutazione della qualità dell'aria

Come sopra ricordato, il D.Lgs. 351/99 rappresenta una sorta di 'spartiacque' rispetto alla precedente normativa sull'inquinamento atmosferico.

Si tratta di una legge quadro che segna, almeno negli intenti, il difficile e graduale passaggio da un impianto normativo incentrato sul controllo ambientale e l'eventuale 'sanzione', verso un approccio di *gestione integrata* dell'ambiente atmosferico in cui il controllo ambientale fornisce le informazioni necessarie per intraprendere i piani e i programmi di prevenzione e di risanamento a carattere regionale. Rispetto a questa impostazione normativa devono essere interpretati i 'nuovi' concetti di valore limite, margine di tolleranza, soglia di allarme, piani di azione, piani di risanamento e piani di mantenimento. Riassumiamo brevemente i principali elementi di valutazione della qualità dell'aria introdotti, direttamente e/o indirettamente, con l'approvazione del D.Lgs. 351/99.

L'assetto normativo previsto dal D.Lgs. 351/99 stabilisce differenti '*vincoli*' alle concentrazioni degli inquinanti atmosferici che possiamo sinteticamente definire secondo le seguenti categorie di riferimento:

- *valore limite* (ex D.Lgs. 351/99, art. 2, comma 1, lett. e): "valore fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato";
- *margine di tolleranza* (ex D.Lgs. 351/99, art. 2, comma 1, lett. h): "percentuale del valore limite" che stabilisce un termine correttivo per l'adeguamento progressivo ai valori limite come sopra definiti;

- *soglia di allarme* (ex D.Lgs. 351/99, art. 2 comma 1 lett. g): “livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire” informando il pubblico e predisponendo i relativi piani di azione definiti a livello regionale.

Di fatto, il DM 60/02 recependo i valori limite prescritti dalle direttive europee 1999/30/CE e 2000/69/CE, introduce una ‘fase transitoria’ compresa tra la data di *entrata in vigore* del decreto (28 aprile 2002) e la data prevista per *l’effettiva applicazione* dei diversi valori limite ¹.

La principale conseguenza pratica è che *i valori limite tal quali* per ciascun inquinante risultano *cogenti solo a partire dalla relativa data di applicazione indicata nel DM 60/02*.

Durante la ‘fase transitoria’², *i valori limite aumentati dei margini di tolleranza annualmente decrescenti costituiscono esclusivamente dei valori di riferimento* per:

- la zonizzazione del territorio prevista dagli artt. 5 e 6 del D.Lgs. 351/99 e dal DM 261/02 (valutazione preliminare e valutazione periodica della qualità dell’aria da produrre con scadenza almeno quinquennale);
- la definizione e la successiva implementazione dei piani e dei programmi previsti dagli artt. 8 e 9 del D.Lgs. 351/99 (misure di risanamento da applicare nelle zone in cui i livelli degli inquinanti sono più alti dei valori limite e piani di mantenimento da applicare nelle zone con livelli inferiori ai valori limite);
- la trasmissione periodica delle informazioni al Ministero dell’Ambiente e al Ministero della Sanità secondo quanto stabilito dall’art. 12 del D.Lgs. 351/99 (rilievo dell’entità, della periodicità e della localizzazione dei superamenti dei valori limite aumentati del margine di tolleranza).

Questa impostazione normativa presuppone che fino alle scadenze indicate nel DM 60/02 e cioè, per la maggior parte degli inquinanti dal 2005 ma in alcuni casi dal 2010 (ad esempio, per NO₂, cfr. nota 1 e 2), di fatto, non esistono limiti cogenti ³ e, quindi, prescrittivi per la valutazione dello stato di qualità dell’aria. Esistono, invece, dei limiti di riferimento a cui tendere nel tempo attraverso l’implementazione sul territorio dei piani di gestione regionali dello stato di qualità dell’atmosfera.

In definitiva, *i margini di tolleranza* da sommare annualmente ai *valori limite tal quali* definiscono, relativamente alla valutazione dei parametri di qualità dell’aria, *due distinti livelli di riferimento*.

Il primo, che potremmo definire di tipo *operativo - gestionale*, riferito ai *valori limite aumentati dei margini di tolleranza annualmente decrescenti*, serve per valutare l’efficacia ambientale dell’applicazione dei piani di risanamento, azione e mantenimento di competenza regionale.

Il secondo, di tipo *sanitario-ambientale* riferito ai *valori limite tal quali (senza margini di tolleranza)*, serve per valutare le possibili conseguenze a breve e/o a medio - lungo termine sulla popolazione e sugli ecosistemi.

¹ i valori limite tal quali (senza margini di tolleranza) stabiliti per ciascun inquinante entrano in vigore solo a partire dalla data ultima indicata negli allegati del DM 60/02 e cioè dal 01/01/2005 per il biossido di zolfo (SO₂), il monossido di carbonio (CO), il piombo (Pb), le polveri fini (PM₁₀ fase 1) e dal 01/01/2010 per il biossido di azoto (NO₂) e il benzene (C₆H₆).

² dal 28/04/2002 fino al 31/12/2004 per: biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), polveri fini (PM₁₀ fase 1) e dal 28/04/2002 fino al 31/12/2009 per: biossido di azoto (NO₂) e benzene (C₆H₆);

³ ad eccezione dei limiti previsti per gli inquinanti formalmente non ancora abrogati o espressamente citati dal DM 60/02 e cioè i parametri per benzo(a)pirene (IPA), ozono (O₃), biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb) e polveri totali sospese (PTS) elencati nel seguito del testo.

In sintesi, i *margini di tolleranza* devono essere considerati in relazione ai programmi di *gestione* della qualità dell'aria, cioè alla *valutazione operativa* degli effetti ambientali prodotti dall'applicazione dei piani di risanamento, azione e mantenimento. I margini di tolleranza definiscono una scala annuale di guida all'adeguamento progressivo al limite previsto dalla normativa come obiettivo finale e, quindi, forniscono un supporto alla programmazione annuale dei piani di gestione della qualità dell'aria (i margini di tolleranza annualmente decrescenti rappresentano dei termini di valutazione per misurare l'efficacia ambientale delle azioni correttive intraprese).

Invece, i *valori limite tal quali* (*senza margini di tolleranza*) sono i termini più appropriati, perché più cautelativi, per la valutazione degli effetti sanitari e ambientali dell'inquinamento atmosferico. La protezione della popolazione e dell'ecosistema deve essere riferita a valori limite che eventualmente cambiano *solo* in funzione delle nuove conoscenze scientifiche e non semplicemente in relazione all'implementazione dei piani di gestione di qualità dell'aria (piani di risanamento, di azione e di mantenimento come sopra definiti).

Con l'introduzione dei '*nuovi*' parametri di valutazione della qualità dell'aria previsti dal DM 60/02, si presenta il problema dell'effettiva integrazione con i limiti, formalmente non ancora abrogati, stabiliti dalla '*vecchia normativa*'.

Secondo quanto disposto dal DM 60/02 restano in vigore (cfr. nota 3):

- l'*obiettivo di qualità* per il *benzo(a)pirene (IPA)* fissato dal DM 25/11/94;
- il *livello di attenzione, di allarme, di protezione della salute e della vegetazione* per l'*ozono (O₃)* fissati dal DM 16/05/96 e precedentemente dal DM 25/11/94;
- i *valori limite*, per il *biossido di zolfo (SO₂)*, il *biossido di azoto (NO₂)*, l'*ozono (O₃)*, il *monossido di carbonio (CO)*, il *piombo (Pb)* e le *polveri totali sospese (PTS)*, fissati dal DPCM 28/03/83 (Allegato I, Tabella A) (cfr. nota 1 e 2).

Considerato il complesso quadro di riferimento normativo sopra delineato, in Tabella 2.1 e in Tabella 2.2 sono elencati i limiti da applicare per la valutazione dello stato di qualità dell'aria a breve termine (da 1 h fino a 24 h) e a lungo termine (annuale). Per i parametri previsti dal DM 60/02 sono riportati distintamente i *valori limite tal quali* e separatamente i *margini di tolleranza* secondo la quota eventualmente stabilita per l'anno 2004.

	Ex lege	Descrizione parametro di riferimento	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Margine di tolleranza ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Statistica e tempo di mediazione	Note
SO₂	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	350	30	Media 1h	(1)
	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	125	=	Media 24h	(2)
	DM 60/02	Soglia di allarme	500	=	Concentrazione per 3 h consecutive superiore alla soglia	(3)
CO	DPCM 28/3/83	Valore limite	40.000	=	Media 1h	(4)
	DPCM 28/3/83	Valore limite	10.000	=	Media mobile 8h	(4)
	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	10.000	2.000	Media mobile 8h	(5)
NO₂	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	200	60	Media 1h	(6)
	DM 60/02	Soglia di allarme	400	=	Concentrazione per 3 h consecutive superiore alla soglia	(7)
O₃	DPCM 28/3/83	Valore limite	200	=	Media 1h	(8)
	DM 16/05/96	Livello di protezione della vegetazione	200	=	Media 1h	
	DM 16/05/96	Livello di protezione della vegetazione	65	=	Media 24h	
	DM 16/05/96	Livello di protezione della salute	110	=	Media mobile 8h	(9)
	DM 16/05/96	Livello di attenzione	180	=	Media 1h	
	DM 16/05/96	Livello di allarme	360	=	Media 1h	
PM₁₀	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	50	5	Media 24h	(10)

Note

- (1) il valore limite non è da superare più di 24 volte per anno civile;
(2) a partire dal 2005 il valore limite non è da superare più di 3 volte per anno civile;
(3) dal 28 aprile 2002 (entrata in vigore DM 60/02) da valutare in un sito rappresentativo di almeno 200 m² per aree di traffico veicolare e di alcuni Km² per aree di fondo urbano (Allegato VIII, p. 1, lett. a);
(4) il valore limite è in vigore fino al 31/12/2004;
(5) il limite effettivo da raggiungere entro il 2005 (ex DM 60/02) corrisponde al valore limite attualmente previsto dal DPCM 28/03/83;
(6) il valore limite non è da superare più di 18 volte per anno civile;
(7) da valutare in un sito rappresentativo di almeno 100 Km² o intera zona o agglomerato;
(8) il valore limite in vigore fino al 31/12/2004 non è da superare più di una volta al mese;
(9) media mobile su 8 h calcolata per almeno 4 volte al giorno negli intervalli orari: 0-8,8-16,16-24,12-20;
(10) il valore limite non è da superare più di 35 volte per anno civile;

Tabella 2.1 Parametri di riferimento per la valutazione della qualità dell'aria a breve termine (da 1 h fino a 24 h); per i parametri stabiliti dal DM 60/02 sono indicati distintamente il valore limite tal quale e il margine di tolleranza eventualmente previsto per il 2004.

	Ex lege	Descrizione parametro di riferimento	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Margine di tolleranza ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Statistica e tempo di mediazione	Note
SO₂	DPR 203/88	Valore limite	80	=	Mediana medie 24h, anno	(1)
	DPR 203/88	Valore limite	250	=	98° percentile medie 24h, anno	(1, 2)
	DPR 203/88	Valore limite	130	=	Mediana medie 24 h, 1/10-31/3	(1)
	DM 60/02	Valore limite di protezione degli ecosistemi	20	=	Media medie 1h, anno	(3)
NO₂	DPR 203/88	Valore limite	200	=	98° percentile medie 1h, anno	(1)
	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	40	12	Media medie 1h, anno	
NO_x	DM 60/02	Valore limite di protezione della vegetazione	30	=	Media medie 1h, anno	(3)
PTS	DPCM 28/3/83	Valore limite	150	=	Media medie 24h, anno	(1)
	DPCM 28/3/83	Valore limite	300	=	95° percentile medie 24h, anno	(1)
PM₁₀	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	40	2	Media medie 24h, anno	
C₆H₆	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	5	5	Media annuale	(4)
IPA	DM 25/11/94	Obiettivo di qualità	0,001	=	Media mobile annuale	(5)
Pb	DPCM 28/3/83	Valore limite	2	=	Media medie 24h, anno	(1)
	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	0,5	0,1	Media annuale	

Note

- (1) il valore limite è in vigore fino al 31/12/2004;
- (2) ai sensi del DPR 203/83 si devono prendere tutte le misure per evitare il superamento per più di 3 giorni consecutivi;
- (3) dal 28 aprile 2002 (entrata in vigore DM60/02) da valutare in un sito a più di 20 Km da agglomerati urbani o a più di 5 Km da aree edificate e rappresentativo di almeno 1000 Km² (Allegato VII, p. 1, lett. b);
- (4) il valore limite di protezione della salute di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è in vigore fino al 2005 e coincide con l'obiettivo di qualità già stabilito dal DM 25/11/94; il valore di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ corrisponde al limite di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aumentato del margine di tolleranza di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito a quota fissa fino al 31/12/2005; a partire dal 01/01/2006 è previsto un adeguamento progressivo al limite definitivo di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ secondo margini di tolleranza annualmente decrescenti di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fino a raggiungere il valore limite di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in data 01/01/2010;
- (5) obiettivo di qualità da raggiungere e rispettare a partire dal 01/01/99 (valore medio di riferimento calcolato per almeno 15 giorni ogni mese); il valore coincide con il limite stabilito dalla proposta di direttiva europea predisposta dalla Commissione Europea il 16/07/03

Tabella 2.2 Parametri di riferimento per la valutazione della qualità dell'aria a lungo termine (annuale); per i parametri stabiliti dal DM 60/02 sono indicati distintamente il valore limite tal quale e il margine di tolleranza eventualmente previsto per il 2004.

2.2 Il Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera

Il D.Lgs. 351/99 prevede, in attuazione della direttiva 96/62/CE, la stesura di una valutazione periodica dello stato di qualità dell'aria estesa a tutto il territorio regionale.

Secondo quanto ribadito nel DM 261/02, la valutazione di competenza regionale, costituisce la premessa conoscitiva indispensabile per individuare le zone in cui attuare i piani di azione, di risanamento e di mantenimento. In quest'ottica la valutazione e la conseguente gestione della qualità dell'aria, si inserisce all'interno di una pianificazione integrata a breve, medio e lungo termine da attuare con metodiche differenti nelle varie zone del territorio regionale.

Con Deliberazione della Giunta Regionale Veneto n. 902 del 4 aprile 2003 è stato adottato il nuovo Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera. L'obiettivo è fornire alle Province, ai Comuni e agli altri Enti pubblici, agli enti privati e ai singoli cittadini, un quadro aggiornato sullo stato dell'inquinamento atmosferico e presentare contestualmente una stima sulla sua possibile evoluzione futura. L'adozione di questo strumento di programmazione permetterà di definire delle linee guida a breve, a medio e a lungo termine necessarie per attuare una significativa protezione ambientale nelle zone critiche e di risanamento.

Il D.Lgs. 351/99 assegna alle Regioni il compito di effettuare la valutazione preliminare della qualità dell'aria che serve per individuare le zone a differente grado di criticità rispetto ai valori limite stabiliti per i differenti inquinanti previsti dalla normativa.

Il Piano della Regione Veneto del 2002 ha individuato le zone in cui i livelli di uno o più inquinanti:

- superano il valore limite aumentato del margine di tolleranza o le soglie di allarme: *zone A o critiche* in cui applicare i *piani di azione*;
- sono compresi tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza: *zone B o di risanamento* in cui applicare i *piani di risanamento*;
- sono significativamente inferiori al valore limite: *zone C o di mantenimento* in cui applicare i *piani di mantenimento*.

La zonizzazione del territorio regionale fornisce una ricognizione delle aree del Veneto che presentano differenti livelli di criticità (decrementi da A a C) dovuti alla concentrazione ambientale media degli inquinanti atmosferici.

Per quanto riguarda l'aspetto delle *competenze*, sulla base delle sporadiche e spesso poco efficaci esperienze passate, è emersa l'esigenza di stabilire una forte integrazione temporale ed un esteso coordinamento territoriale dei provvedimenti da adottare in caso di superamento delle soglie di allarme e dei valori limite di uno o più inquinanti atmosferici.

La nuova struttura gestionale della qualità dell'aria è stata articolata su tre livelli operativi:

1. il **Comitato di Indirizzo e Sorveglianza (CIS)** che ha il compito di individuare le linee guida degli interventi (Piani di Azione, Piani di Risanamento e Piani di Mantenimento) e verificare la loro corretta applicazione da parte degli Enti delegati; il CIS diretto dal Presidente della Giunta Regionale, è composto dai sette Presidenti delle Giunte Provinciali e, a carattere consultivo, dalla Direzione Regionale Ambiente, dall'Unità Complessa Tutela dell'Atmosfera, dalla Direzione Regionale Prevenzione e dall'ARPAV;
2. l'**Autorità Provinciale** che coordina e controlla la realizzazione dei Piani di Risanamento nei Comuni classificati A o B e dei Piani di Mantenimento nei Comuni classificati A, B o C;
3. i **Tavoli Tecnici Zonali (TTZ)** che hanno il compito di implementare nei rispettivi territori i

Piani di Azione predisposti per ridurre e contenere i superamenti delle soglie di allarme e dei valori limite; i TTZ sono singolarmente coordinati dal Sindaco del Comune capoluogo di provincia che riunisce tutti i Comuni classificati come A o B e, a carattere consultivo, l'ULSS e l'ARPAV territorialmente competenti.

La realizzazione dei Piani di Risanamento e dei Piani di Mantenimento è a carico di ciascun Comune secondo le relative competenze stabilite dalla zonizzazione territoriale per inquinante. Ai sensi dell'art. 39 del DM 60/02 (modifica al "decreto benzene"), i Sindaci dei Comuni appartenenti agli agglomerati ed alle zone in cui sussiste il superamento, ovvero il rischio di superamento, dei valori limite o delle soglie di allarme (zone A e B), devono adottare, sulla base dei piani di azione e di risanamento, le misure di limitazione della circolazione previste dal nuovo codice della strada ⁴.

Per quanto riguarda la *definizione del contenuto operativo* dei piani di azione, di risanamento e di mantenimento è necessario precisare che, allo stato attuale, sono ancora in fase di approvazione. Il campo di applicazione dei provvedimenti riguarderà, in via prioritaria, la riduzione delle emissioni prodotte da: traffico veicolare, impianti termici civili, impianti inseriti nel Registro Europeo delle Emissioni (sorgenti puntuali secondo la direttiva 96/61/CE 'IPPC'), e tutti gli altri impianti produttivi, termici e/o tecnologici. Il Piano di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, pubblicato in data 04/04/2002, è attualmente in revisione sulla base delle osservazioni e delle proposte di modifica pervenute in Regione. A seguito del riesame del testo e l'acquisizione delle eventuali modifiche da parte della VII Commissione del Consiglio Regionale, il piano dovrà essere approvato dal Consiglio Regionale e quindi pubblicato sul BUR.

I Comuni classificati zone C, che volontariamente intendono essere inseriti in fascia A o B, possono presentare alla Regione Veneto la propria "candidatura" supportata da opportuni elementi tecnici in grado di giustificare la nuova classificazione. Analogamente, i Comuni classificati A o B, che intendono entrare in fascia C, hanno l'obbligo di presentare un quadro di riferimento sullo stato di qualità dell'aria nel proprio territorio che comprende una serie almeno annuale di dati di monitoraggio ambientale e specifiche informazioni sulle principali fonti di emissione.

Poiché la rete di monitoraggio di qualità dell'aria copre necessariamente solo una porzione limitata del territorio regionale e non è ancora disponibile un inventario delle emissioni o una valutazione modellistica della ricaduta al suolo degli inquinanti, ai fini della zonizzazione sono stati considerati criteri di tipo urbanistico-territoriale quali, ad esempio, il numero di abitanti, la densità media di popolazione e la localizzazione delle principali aree produttive (Regione Veneto 2003). La classificazione di un territorio comunale in una specifica fascia (A, B, C) è, in mancanza di riscontri oggettivi locali (misure), basata su stime e valutazioni presuntive: la zonizzazione proposta deve essere considerata preliminare e, quindi, necessariamente soggetta a futuri aggiustamenti e/o modifiche.

Il Comune di San Martino di Lupari è stato classificato per tutti gli inquinanti in fascia C e, quindi, l'obiettivo del presente rapporto è anche fornire la base conoscitiva necessaria per una più appropriata zonizzazione del territorio comunale da inserire eventualmente nel prossimo aggiornamento del Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera.

⁴ l'art. 7, lett. b), del D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 stabilisce che nei centri abitati i Comuni possono, con ordinanza del sindaco "limitare la circolazione di tutte o di alcune categorie di veicoli per accertate e motivate esigenze di prevenzione degli inquinamenti e di tutela del patrimonio artistico, ambientale e naturale,...*omissis*..."

3. Materiali e metodi

In questo capitolo sono descritti i criteri di selezione dei punti di monitoraggio della qualità dell'aria ubicati nel Comune di San Martino Lupari (paragrafo 3.1) e le modalità di utilizzo del mezzo mobile (paragrafo 3.2) e dei campionatori passivi (paragrafo 3.3).

3.1 I punti di monitoraggio

Sono stati individuati i seguenti 5 punti di monitoraggio della qualità dell'aria (per l'assegnazione della tipologia di ciascun punto di monitoraggio sono stati seguiti i criteri di classificazione elencati nei vari documenti tecnici e/o normativi disponibili in materia di qualità dell'aria):

1. Viale dei Martiri (hot spot): a nord del centro abitato, in prossimità della Strada Provinciale n. 78; il mezzo mobile e il campionatore passivo sono stati posizionati all'interno del cortile della scuola elementare "Campagnalta";
2. Viale Mazzini (hot spot): in prossimità dell'incrocio tra la Strada Provinciale n. 78 e la Strada Provinciale 52; il mezzo mobile e il campionatore passivo sono stati posizionati sul marciapiede della strada di accesso alla stazione ferroviaria;
3. Via Papa Luciani (hot spot): in vicinanza della Strada Provinciale n. 78 presso il parcheggio del campo sportivo adiacente alla scuola materna "Monastero Campalto";
4. Via La Marmora (hot spot): adiacente alla Strada Provinciale n. 39 presso il parcheggio dell'adiacente campo da calcio;
5. Via Serato (background urbano): nella zona centrale dell'agglomerato urbano, sul retro della scuola elementare "Duca d'Aosta", in prossimità dell'ex sede della ditta "OZ SpA" (trasferitasi durante il corso del monitoraggio); risulta evidente, in questo caso, la difficoltà di attribuire una tipologia univoca al punto di misura perché, come spesso accade nel territorio veneto, si riscontra una stretta compenetrazione tra insediamenti produttivi e industriali di medie e/o piccole dimensioni e zone tipicamente residenziali.

Come ricordato, la tipologia dei punti di monitoraggio *'hot spot'* o *'background'* è stata assegnata a seguito di sopralluogo e verifica dei criteri di classificazione elencati nei vari documenti tecnici e/o normativi disponibili in materia di qualità dell'aria (EEA, 1999; JRC/EEA/EC, 1998).

I punti *'hot spots'* rappresentano aree critiche di limitata estensione che per loro caratteristica (distanza media rispetto alle strade principali e ai corrispondenti flussi di traffico) forniscono una valutazione della qualità dell'aria nel caso peggiore (sono quindi dei punti per valutare lo stato dell'ambiente atmosferico in termini il più possibile conservativi anche se non direttamente riferibili al livello medio di esposizione della popolazione). Invece, i punti *'background'* rappresentano le aree di misura più appropriate per stimare il livello medio di concentrazione degli inquinanti in una specifica area urbana e quindi per ricavare una possibile valutazione dello stato medio della qualità dell'aria.

In Tavola 1 sono indicati i 2 punti di monitoraggio individuati a nord del centro urbano di San Martino di Lupari (2 *'hot spots'*: *Viale dei Martiri* e *Via Mazzini*). Invece, in Tavola 2 sono indicati i 3 punti di monitoraggio individuati a sud del centro (1 *'background'*: *Via Serato* e 2 *'hot spots'*: *Via Papa Luciani* e *Via La Marmora*).

3.2 Il mezzo mobile

Il mezzo mobile è dotato di analizzatori in continuo e in automatico per il campionamento e la misura

dei principali parametri chimici e meteorologici di qualità dell'aria. Nel corso del periodo di indagine nel territorio del Comune di San Martino di Lupari il mezzo mobile è stato posizionato nei punti e secondo il calendario riportato in Tabella 3.1 per un totale complessivo di 147 giorni di monitoraggio.

Periodo	dal	al	N. giorni campionamento per posizione			
			Viale dei Martiri	Via Mazzini	Via Papa Luciani	Via La Marmora
'Estivo'	08/07/03	23/07/03	16	-	-	-
	24/07/03	06/08/03	-	14	-	-
	07/08/03	20/08/03	-	-	14	-
	21/08/03	10/09/03	-	-	-	21
'Invernale'	28/11/03	22/12/03	25	-	-	-
	23/12/03	08/01/04	-	17	-	-
	09/01/04	03/02/04	-	-	26	-
	04/02/04	17/02/04	-	-	-	14
Totale giorni			41	31	40	35

Tabella 3.1 Calendario campagne di monitoraggio 'estiva' e 'invernale' con mezzo mobile nei quattro punti ubicati sul territorio del Comune di San Martino di Lupari (PD).

Per definire il corretto (ottimale) posizionamento del mezzo mobile sono state applicate le linee guida disponibili in letteratura per le stazioni di tipo fisso. Il Dipartimento Provinciale ARPAV di Padova ha adottato quale 'standard di qualità interno' i criteri ricavati dalla letteratura tecnica e normativa in materia di qualità dell'aria di seguito elencati: ISTISAN 83/48; ISTISAN 87/51; DM 16/05/96; DIR 99/30/CE; DIR00/69/CE, EEA, 1999. Si tratta di un insieme di criteri e linee guida originariamente definiti per stazioni di tipo fisso e quindi come tali non applicabili integralmente al posizionamento del mezzo mobile. Come evidente queste specifiche tecniche non garantiscono di per sé la qualità dei dati raccolti ma assicurano criteri minimi di uniformità e confrontabilità che comunque devono essere valutati in funzione del contesto operativo e cioè delle esigenze logistiche e/o organizzative che emergono solo dal riscontro 'in campo'.

Considerato quanto esposto, nel caso specifico del monitoraggio presso il Comune di San Martino di Lupari, il mezzo mobile è stato 'assimilato' per ogni posizionamento ad una stazione fissa di traffico urbano (hot spot).

3.3 I campionatori passivi

Contestualmente alle misure con mezzo mobile sono state effettuate anche delle misure con campionatori passivi ubicati nei 5 punti descritti nel paragrafo 3.1.

Questa metodica di campionamento è definita di tipo passivo perché il prelievo dell'inquinante avviene per semplice diffusione molecolare e non per aspirazione attiva come nei normali sistemi di monitoraggio. Il campionatore passivo, denominato Radiello, è costituito da un corpo diffusivo a simmetria radiale di policarbonato e polietilene microporoso e da un materiale adsorbente posto al suo interno, specifico per ciascun inquinante. Le sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera diffondono passivamente attraverso il campionatore e vengono trattenute dal materiale adsorbente (carbone attivo nel caso delle sostanze organiche volatili, compreso il benzene).

I campionatori passivi, posizionati al riparo dalle precipitazioni atmosferiche, sono stati fissati mediante appositi sostegni ad una altezza di circa 2,5 m dal suolo e lasciati *in situ* per un periodo di tempo

variabile (usualmente una settimana). Successivamente è stata effettuata la determinazione analitica del benzene in laboratorio. L'utilizzo dei campionatori passivi è previsto dalla DIR 96/62/CE e richiede particolare cura nella scelta dei punti di monitoraggio e nel conseguente posizionamento dei campionatori e interpretazione dei dati ambientali secondo le indicazioni del "Guidance Report on Preliminary Assessment under EC Air Quality Directives" (JRC/EEA/EC DGXI, 1998).

Nel corso del periodo di studio presso il Comune di San Martino di Lupari sono state effettuate due campagne di monitoraggio con l'utilizzo di campionatori passivi per una durata complessiva di 20 settimane (140 giorni) che hanno permesso la raccolta di 80 campioni per l'analisi del benzene (C₆H₆) e di 20 campioni per l'analisi di altre sostanze organiche volatili (SOV presso il punto di Via Serato).

In Tabella 3.2 sono riportate in dettaglio le date di campionamento effettuate durante il periodo estivo e il periodo invernale presso i 5 punti di monitoraggio (Via dei Martiri, Viale Mazzini, Via Papa Luciani, Via La Marmora, Via Serato) già descritti nel paragrafo 3.1.

				N. campioni raccolti per posizione e per inquinante									
				Viale dei Martiri		Via Mazzini		Via Papa Luciani		Via La Marmora		Via Serato	
Periodo	dal	al	gg	C ₆ H ₆	SOV	C ₆ H ₆	SOV	C ₆ H ₆	SOV	C ₆ H ₆	SOV	C ₆ H ₆	SOV
'Estivo'	09/07/03	03/09/03	56	8	-	8	-	8	-	8	-	8	8
'Invernale'	25/11/03	16/02/04	84	12	-	12	-	12	-	12	-	12	12
			totale	140	20	20	-	20	-	20	-	20	20

Tabella 3.2 Calendario campagne di monitoraggio 'estiva' e 'invernale' con campionatori passivi nei 5 punti ubicati sul territorio del Comune di San Martino di Lupari (PD).

4. La valutazione dello stato di qualità dell'aria

In questo capitolo vengono presentati i dati sulle concentrazioni ambientali degli inquinanti atmosferici rilevati durante le campagne di monitoraggio in discontinuo effettuate nel periodo da luglio 2003 a febbraio 2004 in 5 punti individuati nel territorio del Comune di San Martino di Lupari (cfr. paragrafo 3.1).

L'analisi dei dati riferisce sulla verifica del rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente e, ove possibile, sul confronto con i dati medi rilevati nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria ubicate nel Comune di Padova.

La valutazione è presentata in relazione ai parametri di qualità dell'aria riferiti a due distinti 'scenari temporali': *a breve* e *a lungo termine* secondo l'impostazione prevista dall'attuale normativa (cfr. paragrafo 2.1). A questo proposito è importante ricordare che i limiti elencati in Tabella 2.1 e in Tabella 2.2 si intendono studiati principalmente per la valutazione dello stato di qualità dell'aria monitorata con stazioni fisse rispondenti a precisi criteri di posizionamento e raccolta minima di dati validi.

La valutazione dello stato di qualità dell'aria nel Comune di San Martino di Lupari utilizza come riferimento generale i limiti elencati in Tabella 2.1 e in Tabella 2.2, tenendo, però, in considerazione che il monitoraggio per breve periodo con mezzo mobile e/o campionatori passivi non può necessariamente garantire le stesse condizioni di rappresentatività spaziale (ubicazione rispetto alle principali fonti di emissione) e temporale (numero di campioni raccolti) previste dalla normativa vigente. Per quanto detto, la valutazione del rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa per i dati rilevati nel Comune di San Martino di Lupari deve essere considerata, in particolare per i parametri a lungo termine, esclusivamente con valore indicativo.

Inoltre, con l'obiettivo di proporre un confronto con una realtà urbana monitorata in continuo, di cui sono noti i principali elementi di criticità anche se diversi per significatività e composizione delle fonti di pressione, verrà fornita per ogni inquinante l'indicazione dei valori medi registrati nel medesimo periodo presso le stazioni fisse di monitoraggio di Arcella e di Mandria ubicate nell'area urbana di Padova. Tale confronto serve esclusivamente per definire se, a seguito del periodo di monitoraggio effettuato nel Comune di San Martino di Lupari, è possibile individuare elementi di valutazione comuni con lo stato di qualità dell'atmosfera rilevata nell'area urbana di Padova.

4.1 Biossido di zolfo (SO₂)

I valori ambientali medi di biossido di zolfo monitorati nel corso delle due campagne di monitoraggio ('estiva' e 'invernale') sono risultati sempre ampiamente inferiori ai valori limite previsti dal DM 60/02 per la protezione della salute (350 µg/m³, media 1h; 125 µg/m³, media 24h) e per la soglia di allarme (500 µg/m³, persistenza per 3 h consecutive). Inoltre, non sono mai stati verificati superamenti del valore limite di protezione della salute aumentato del margine di tolleranza valido per il 2004 (380 µg/m³, media 1h, DM 60/02).

Il valore medio di biossido di zolfo rappresentativo dell'area urbana di San Martino di Lupari 'oscilla' tra 2 µg/m³, considerando la media delle mediane, e 9 µg/m³, valutando la media del 98° percentile. In ogni caso, qualsiasi parametro di riferimento si voglia considerare, risultano valori di concentrazione media di biossido di zolfo ampiamente inferiori ai limiti previsti dalla normativa. Inoltre, dal confronto con la stazione fissa di Mandria (Padova) si nota una sostanziale concordanza dei valori medi ambientali che indirettamente conferma il giudizio positivo per questo inquinante.

Punto di misura e stazioni fisse PD	Valore limite (DPR 203/88)	
	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (fino al 2004)	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (fino al 2004)
SM Lupari	2	9
PD - Mandria	3	13

Tabella 4.1 Biossido di zolfo (SO_2): confronto dei limiti stabiliti dal DPR 203/88 per mediana (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e 98° percentile (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) con le concentrazioni ambientali monitorate nel corso del periodo di studio presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari e nel corrispondente periodo presso la stazione fissa di Mandria nel Comune di Padova.

In Figura 4.1 sono rappresentati i livelli medi ambientali di biossido di zolfo (SO_2) monitorati nel Comune di San Martino di Lupari durante tutto il periodo di studio ('giorno tipo').

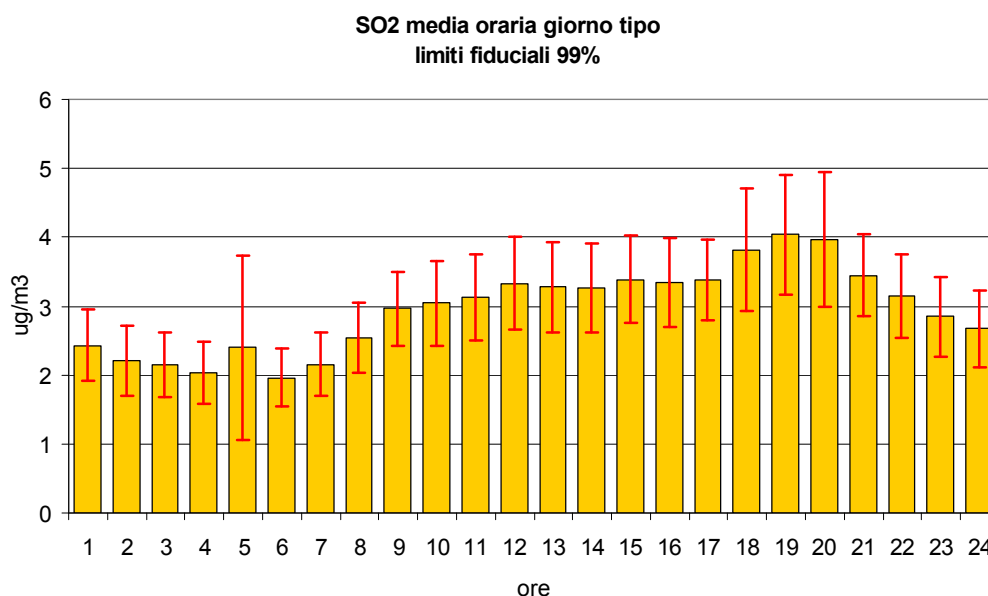


Figura 4.1 Biossido di zolfo (SO_2): media oraria giorno tipo rilevata nel corso del monitoraggio 'estivo' e 'invernale' presso il Comune di San Martino di Lupari (PD); le barre indicano il limite fiduciale al 99% della media oraria.

In sintesi, il biossido di zolfo (SO_2) è un inquinante caratterizzato da concentrazioni inferiori ai limiti normativi sia per i parametri di valutazione a breve che a lungo termine. La diffusa metanizzazione degli impianti di riscaldamento e il decentramento territoriale dei grandi complessi industriali rendono di fatto i limiti attuali sovra-dimensionati rispetto alle concentrazioni medie ambientali rilevate nelle principali aree urbane del Veneto.

4.2 Monossido di carbonio (CO)

Il monitoraggio del monossido di carbonio (CO) non ha mai evidenziato alcun superamento dei valori limite fissati dal DPCM 28/03/83 e dal DM 60/02. Inoltre, i valori medi ambientali sono risultati sempre inferiori al limite di protezione della salute aumentato del margine di tolleranza previsto dal DM 60/02

per il 2004 (12 mg/m^3 , media mobile 8h).

In Figura 4.2 sono riportati graficamente i livelli medi ambientali di monossido di carbonio (CO) monitorati nel Comune di San Martino di Lupari durante tutto il periodo di studio ('giorno tipo').

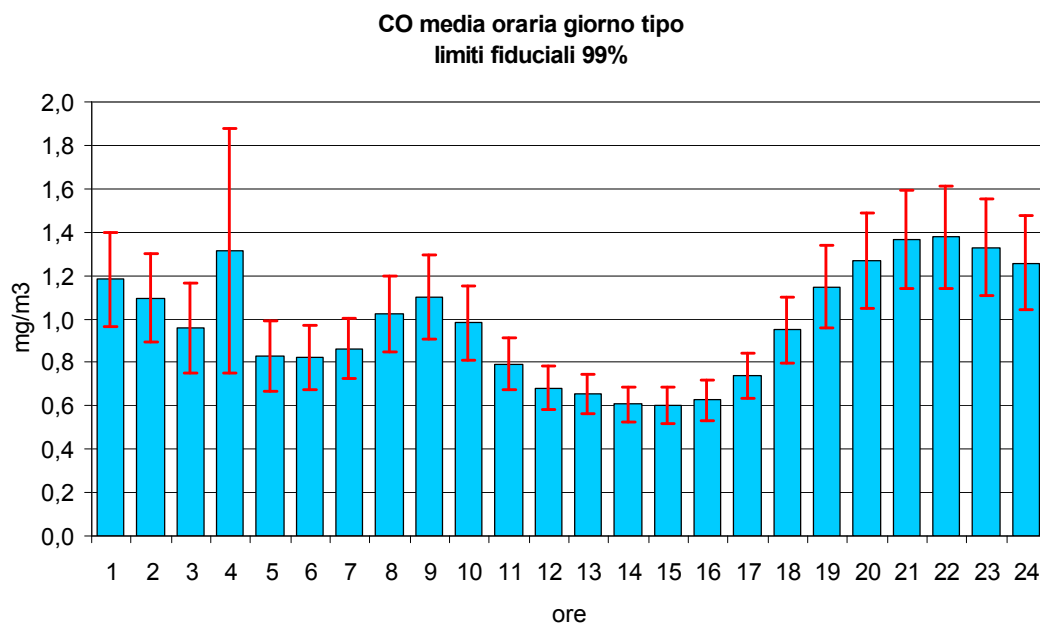


Figura 4.2 Monossido di carbonio (CO): media oraria giorno tipo rilevata nel corso del monitoraggio 'estivo' e 'invernale' presso il Comune di San Martino di Lupari (PD); le barre indicano il limite fiduciale al 99% della media oraria.

In sintesi, il monossido di carbonio (CO) in base ai risultati del monitoraggio svolto durante il periodo in esame è un inquinante che non desta alcuna preoccupazione. I valori medi ambientali monitorati nei 4 punti di stazionamento del mezzo mobile sono risultati mediamente dieci volte inferiori ai limiti previsti dall'attuale normativa.

4.3 Biossido di azoto (NO₂)

E' stato registrato un superamento del valore limite di protezione della salute di $200 \mu\text{g/m}^3$ (media 1h, DM 60/02) durante il periodo di stazionamento del mezzo mobile in Via La Marmora dal 04/02/04 al 17/02/04 (si è trattato di un evento critico isolato con una concentrazione media oraria uguale a $205 \mu\text{g/m}^3$ e quindi di poco superiore al limite).

Invece, non è mai stato registrato il superamento della soglia di allarme di $400 \mu\text{g/m}^3$ prevista dal DM 60/02.

In Tabella 4.2 sono riportati i valori medi ambientali di biossido di azoto (NO₂) rilevati nel corso delle campagne di monitoraggio 2003/2004 in tutti i 4 punti di stazionamento del mezzo mobile.

Punto di misura e stazioni fisse PD	Valore limite (DPR 203/88)	Valore limite protezione salute (DM 60/02)	
	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (fino al 2004)	52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2004)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dal 2010)
SM Lupari	97	42	
PD - Arcella	105	54	
PD - Mandria	111	52	

Tabella 4.2 Biossido di azoto (NO_2): confronto dei limiti stabiliti dalla normativa per 98° percentile ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fino al 2004, DPR 203/88) e valore medio annuale ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2004 e $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 2005, DM 60/02) con le concentrazioni ambientali monitorate nel corso del periodo di studio presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari e nel corrispondente periodo presso la stazione fisse di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

Le concentrazioni di biossido di azoto (NO_2) monitorate a San Martino di Lupari risultano sensibilmente inferiori alle concentrazioni medie registrate nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella e Mandria ubicate a Padova e sostanzialmente entro i limiti previsti dalla normativa vigente.

In Figura 4.3 sono riportati i livelli medi ambientali di biossido di azoto (NO_2) monitorati nel Comune di San Martino di Lupari durante tutto il periodo di studio ('giorno tipo').

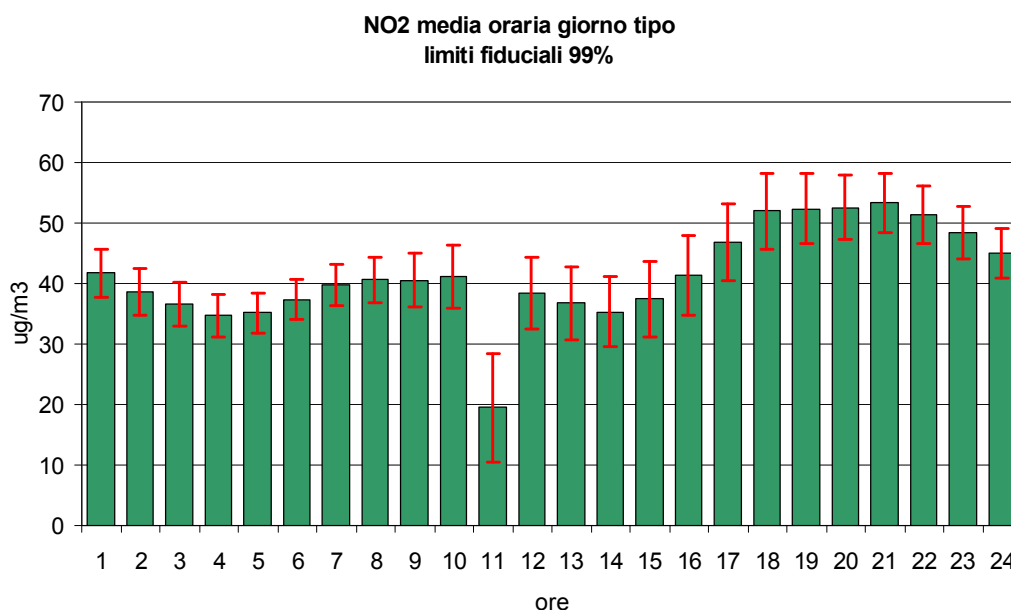


Figura 4.3 Biossido di azoto (NO_2): media oraria giorno tipo rilevata nel corso del monitoraggio 'estivo' e 'invernale' presso il Comune di San Martino di Lupari (PD); le barre indicano il limite fiduciale al 99% della media oraria.

In sintesi, il biossido di azoto (NO_2) ha evidenziato livelli medi di concentrazione che sono risultati entro i limiti indicativi stabiliti dalla nuova normativa (DM 60/02) e quindi tali da non destare eccessiva preoccupazione. E' stato registrato un superamento della media oraria per il valore limite di protezione della salute anche se molto probabilmente si tratta di un evento acuto occasionale. E' d'altro canto evidente che sia durante il periodo invernale che quello estivo, il monitoraggio del biossido di azoto e,

in più in generale, degli ossidi di azoto (unitamente all'ozono trattato nel prossimo paragrafo), deve essere attentamente considerato per le possibili implicazioni sulla formazione di 'smog fotochimico'.

4.4 Ozono (O₃)

Considerate le temperature medie estive 2003 decisamente superiori alla norma, è stato verificato un elevato numero di superamenti dei limiti previsti dalla normativa. Non sono mancati comunque sporadici eventi critici anche durante la campagna di monitoraggio effettuata durante il periodo invernale (Tabella 4.3).

Parametro di valutazione e riferimento legislativo	Punto di misura e stazioni fisse PD					
	SM Lupari		PD - Arcella		PD - Mandria	
N. sup. livello di attenzione 180 µg/m ³ (DM 25/11/94, DM 16/05/96, media 1h) ⁽¹⁾	80		79		70	
N. sup. livello di allarme 360 µg/m ³ (DM 25/11/94, DM 16/05/96)	0		0		0	
N. sup. liv. prot. salute 110 µg/m ³ (DM 16/05/96, media mobile 8h) ^(2, 3)	n/die=4	n/die=24	n/die=4	n/die=24	n/die=4	n/die=24
	114	481	105	414	105	421
N. sup. liv. prot. vegetazione 200 µg/m ³ (DM 16/05/96, media 1h) ⁽⁴⁾	34		26		13	
N. sup. liv. prot. vegetazione 65 µg/m ³ (DM 16/05/96, media 24 h)	61		49		57	
N. sup. valore limite prot. salute 120 µg/m ³ (DIR 2002/3/CE, media mobile 8 h) ^(3, 5)	377		338		341	
N. sup. soglia di allarme 240 µg/m ³ (DIR 2002/3/CE, media 1h) ⁽⁵⁾	2		0		0	

Note

- (1) coincide con la soglia di informazione prevista dalla direttiva europea 2002/3/CE in recepimento
 (2) media mobile su 8 h calcolata nei 4 intervalli orari: 00-08, 08-16, 16-24, 12-20 (4 records/die);
 (3) media mobile su 8 h trascinata (24 records/die)
 (4) coincide con il valore limite previsto dal DPCM 28/03/83 da non superare più di una volta al mese;
 (5) direttiva europea 2002/3/CE in fase di recepimento

Tabella 4.3 Ozono (O₃): numero totale di superamenti dei limiti stabiliti dalla normativa nazionale ed europea (in fase di recepimento) monitorati nel corso del periodo di studio presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari (PD) e nel corrispondente periodo presso le stazioni di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

Il numero totale di superamenti del *limite di protezione della salute* di 110 µg/m³ (DM 16/05/96, media mobile 8 h) riportato in Tabella 4.3 è stato calcolato sia rispetto alla media mobile su 8 ore nei 4 seguenti intervalli orari: 00-08, 08-16, 16-24, 12-20, che rispetto al calcolo più cautelativo della media mobile trascinata per 24 h (in questo caso la possibilità di verificare dei superamenti aumenta in modo sensibile perché vengono considerati 24 records/die invece di 4).

Il numero di superamenti del *livello di attenzione* (180 µg/m³, media 1h, DM 16/05/96) è risultato molto inferiore rispetto ai superamenti del limite di protezione della salute mentre non è mai stato verificato il superamento del *livello di allarme* (360 µg/m³, media 1h, DM 16/05/96).

Analoghe considerazioni sul livello di protezione della salute valgono anche per i parametri di valutazione previsti dalla direttiva europea 2002/3/CE che dovrebbe sostituire e semplificare notevolmente l'attuale normativa per l'ozono. I superamenti del *valore limite di protezione della salute* di 120 µg/m³ (DIR 2002/3/CE, media mobile 8h) sono risultati molto elevati mentre in misura minore è

stato registrato il superamento della *soglia di informazione* ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media 1h) e solo sporadicamente della *soglia di allarme* ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media 1h).

Infine, anche i superamenti del *livello di protezione della vegetazione* sono risultati consistenti ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media 1h e $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media 24h, DM 16/05/96).

In Figura 4.4 sono riportati i livelli medi ambientali di ozono (O_3) monitorati nel Comune di San Martino di Lupari durante la campagna di monitoraggio estiva dal 8/7/03 al 3/9/03 ('giorno tipo').

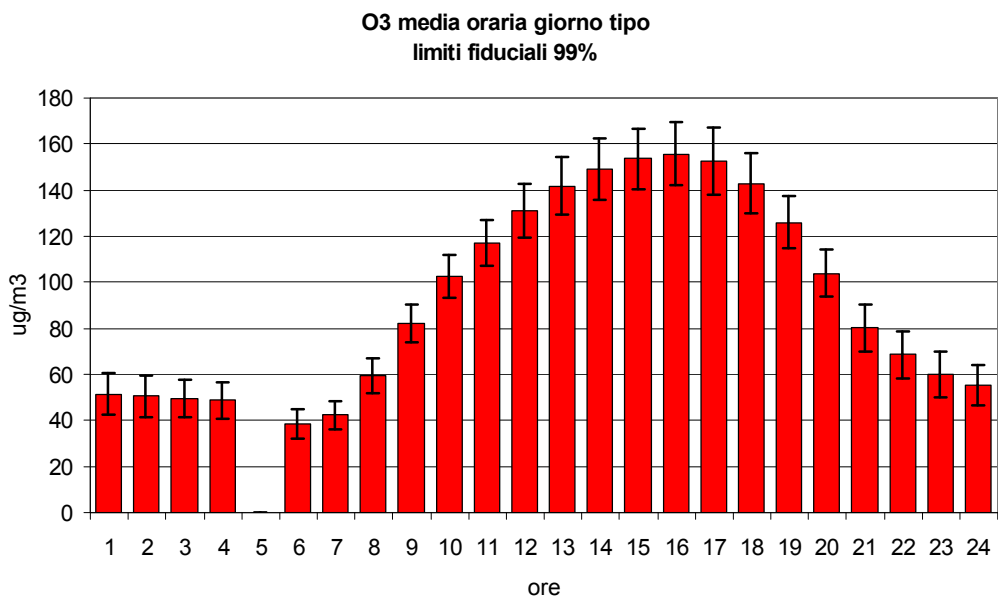


Figura 4.4 Ozono (O_3): media oraria giorno tipo rilevata nel corso del monitoraggio 'estivo' dal 8/7/03 al 3/9/03 presso il Comune di San Martino di Lupari (PD); le barre indicano il limite fiduciale al 99% della media oraria.

In sintesi, l'ozono (O_3) è un inquinante secondario il cui monitoraggio, particolarmente importante durante il periodo estivo, dovrebbe essere riferito in termini più appropriati a livello di bacino aerologico. La sua formazione al suolo origina da una complessa serie di reazioni fitochimiche che coinvolgono gli ossidi di azoto e le sostanze organiche volatili emesse nell'atmosfera da molti processi naturali e/o antropogenici. Per limitare la concentrazione al suolo dell'ozono sono necessarie delle azioni integrate su vasta scala, volte a ridurre le emissioni dei principali precursori dello 'smog fotochimico'; la valutazione di questo inquinante se significativa a livello locale per limitare l'esposizione della popolazione durante il periodo di maggiore insolazione non può comunque fornire una soluzione semplice per l'attuazione di eventuali interventi di riduzione dell'inquinamento.

4.5 Polveri fini (PM_{10})

Il DM 60/02 prescrive un limite massimo di 35 superamenti/anno del valore medio giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che, come evidente dai dati in Tabella 4.4, risulta abbondantemente superato già nel breve periodo di monitoraggio 2003/2004 effettuato presso il Comune di San Martino di Lupari.

Parametro e riferimento legislativo	Punto di misura e stazioni fisse PD		
	SM Lupari	PD Arcella	PD Mandria
<i>N. campioni analizzati</i>	112	130	125
<i>N. superamenti limite protezione salute 55 µg/m³, DM 60/02 (2004)</i>	51	73	60
<i>N. superamenti limite protezione salute 50 µg/m³, DM 60/02 (dal 2005)</i>	56	83	70

Tabella 4.4 Polveri fini (PM₁₀): numero di superamenti dei limiti stabiliti dal DM 60/02 per il valore medio giornaliero monitorati nel corso del periodo di studio presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari e nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

Come già ricordato nel paragrafo 2.1, il conteggio dei superamenti del limite di 55 µg/m³ è da collegare ai provvedimenti di gestione della qualità dell'aria su scala regionale, mentre il limite di 50 µg/m³ è il parametro di valutazione più adatto, perché più cautelativo e non variabile annualmente, per la valutazione degli eventuali effetti sulla salute.

Il 50% dei campioni di polveri fini (PM₁₀) prelevati durante il periodo di studio nel Comune di San Martino di Lupari è risultato con una concentrazione media giornaliera superiore a 50 µg/m³ (analoghe considerazioni valgono anche per il valore medio giornaliero di 55 µg/m³).

In Tabella 4.5 è riportata la media di polveri fini registrata durante il periodo di monitoraggio 'estivo' e 'invernale' e il confronto indicativo con il valore limite di protezione della salute previsto dal DM 60/02. Inoltre, per confronto sono riportate le medie registrate nel corrispondente periodo di monitoraggio presso le stazioni di Arcella e di Mandria ubicate nel Comune di Padova.

Punto di misura e stazioni fisse PD	Valore limite protezione salute (DM 60/02)	
	42 µg/m³ (2004)	40 µg/m³ (dal 2005)
SM Lupari (n = 112)	70	
PD - Arcella (n = 130)	72	
PD - Mandria (n = 125)	63	

Tabella 4.5 Polveri fini (PM₁₀): confronto dei limiti stabiliti dal DM 60/02 per il valore medio annuale (42 µg/m³ per il 2004 e 40 µg/m³ dal 2005) con le concentrazioni ambientali monitorate nel corso del periodo di studio presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari e nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

Dai dati riportati in Tabella 4.5 risulta ancora evidente che la concentrazione media di polveri fini (PM₁₀) rilevata nel comune di San Martino di Lupari è sostanzialmente in linea con la media registrata a Padova durante lo stesso periodo di osservazione.

In Figura 4.5 è riportato un confronto grafico delle medie registrate durante il periodo di monitoraggio 'estivo' ed 'invernale' presso le stazioni di Arcella e Mandria ubicate nel Comune di Padova e la media complessiva registrata nel corrispondente periodo presso tutti i 4 punti monitorati con mezzo mobile nel Comune di San Martino di Lupari.

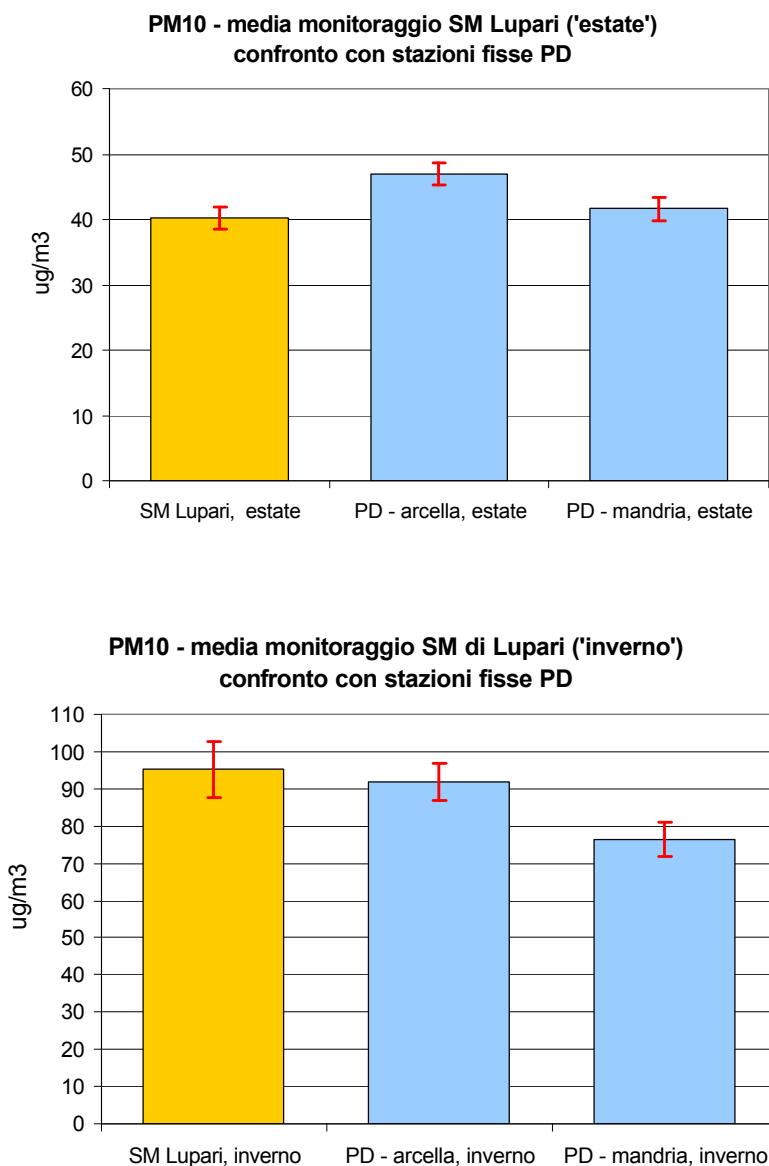


Figura 4.5 Polveri fini (PM₁₀): confronto delle concentrazioni medie rilevate nel corso del periodo di monitoraggio 'estivo' e 'invernale' presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari e nei corrispondenti periodi presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova; le barre indicano l'errore standard della media.

Dai grafici in Figura 4.5 risulta evidente che il problema PM10 risulta particolarmente marcato durante il periodo 'invernale'; infatti, durante tale periodo le concentrazioni di PM10 (95 µg/m³) sono risultate mediamente doppie rispetto alle analoghe concentrazioni rilevate durante il periodo estivo (40 µg/m³). E' evidente la forte stagionalità nell'andamento dell'inquinamento atmosferico da polveri fini verificato

in tutte le principali realtà urbane del Veneto.

In sintesi, il monitoraggio del PM₁₀ ha evidenziato concentrazioni medie molto spesso superiori al valore limite giornaliero di protezione della salute (50 µg/m³, DM 60/02). La media sul periodo di indagine ha inoltre mostrato un sostanziale allineamento dei valori rilevati nel Comune di San Martino di Lupari con le concentrazioni medie registrate nel corrispondente periodo nel Comune di Padova. Queste indicazioni lasciano supporre con un sufficiente grado di approssimazione che anche nel Comune di San Martino di Lupari non è da escludere il superamento del valore limite annuale per la protezione della salute (40 µg/m³, DM 60/02).

4.6 Benzo(a)pirene (IPA)

In Tabella 4.6 è riportata la media di benzo(a)pirene presente nel PM₁₀ registrata durante il periodo di monitoraggio 'estivo' e 'invernale' e il confronto indicativo con l'obiettivo di qualità (DM 25/11/94). Inoltre, per confronto sono indicate le medie registrate nel corrispondente periodo di monitoraggio presso le stazioni di fisse di Arcella e di Mandria ubicate nel Comune di Padova.

Punto di misura e stazioni fisse PD	Obiettivo di qualità (DM 25/11/94)
	1 ng/m ³
SM Lupari (n = 21)	3,2
PD – Arcella (n = 22)	2,2
PD – Mandria (n = 20)	2,5

Tabella 4.6 Benzo(a)pirene (IPA): confronto dei limiti stabiliti dal DM 25/11/94 (media mobile annuale 1 ng/m³) con le concentrazioni ambientali monitorate nel corso del periodo di studio presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari e nel corrispondente periodo presso la stazioni fisse di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

La concentrazione media di benzo(a)pirene rilevata nei punti sottoposti a monitoraggio nel Comune di San Martino di Lupari è risultata superiore alle corrispondenti medie registrate presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria ubicate nel Comune di Padova (cfr. dati in Tabella 4.6).

E' però evidente dai grafici presentati in Figura 4.6 che, analogamente a quanto verificato per le polveri fini (PM₁₀), il problema dell'inquinamento da idrocarburi policiclici aromatici (BaP) risulta preponderante durante il periodo 'invernale' (concentrazione media di 5,5 ng/m³); infatti, durante la campagna di monitoraggio 'estiva' la concentrazione media rilevata nei punti di monitoraggio è risultata uguale al limite di rilevabilità strumentale (0,1 ng/m³).

La marcata stagionalità delle concentrazioni medie di benzo(a)pirene è una caratteristica ambientale tipica di tutte le principali aree urbane conformemente a quanto visto nel caso delle polveri fini (PM₁₀) che ne rappresentano il principale vettore di trasporto e diffusione nell'atmosfera.

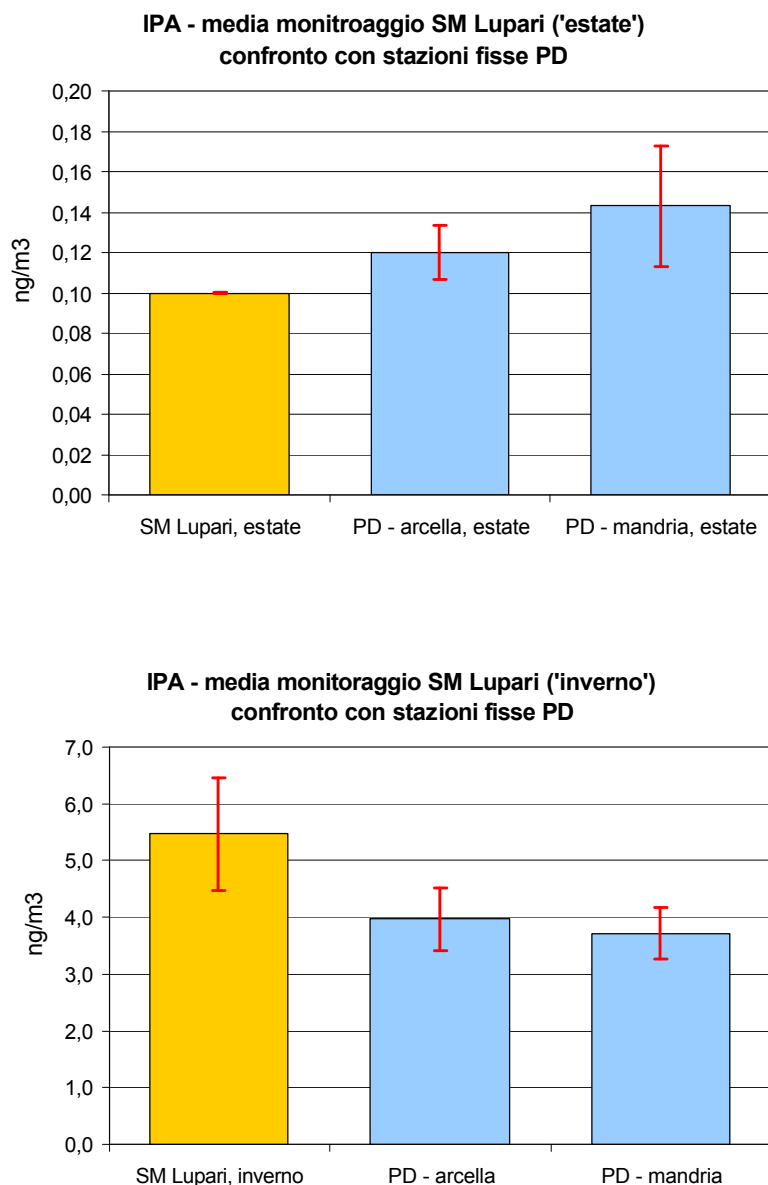


Figura 4.6 Benzo(a)pirene (IPA): confronto delle concentrazioni medie rilevate nel corso del periodo di monitoraggio 'estivo' e 'invernale' presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari e nei corrispondenti periodi presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova; le barre indicano l'errore standard della media.

In sintesi, il monitoraggio nel Comune di San Martino di Lupari ha evidenziato durante il periodo di studio una concentrazione media di benzo(a)pirene (IPA) che lascia supporre con un sufficiente grado di probabilità il superamento dell'obiettivo di qualità fissato dal DM 25/11/94.

4.7 Benzene (C₆H₆)

In Tabella 4.7 è riportata la media di benzene registrata durante il periodo di monitoraggio 'estivo' e 'invernale' e il confronto indicativo con il valore limite di protezione della salute (DM 60/02).

Inoltre, per confronto sono indicate le medie registrate nel corrispondente periodo di monitoraggio presso le stazioni di fisse di Arcella e di Mandria ubicate nel Comune di Padova.

Punto di misura e stazioni fisse PD	Valore limite protezione salute (DM 60/02)	
	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (fino al 2005)	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dal 2010)
SM Lupari (n = 20)	2,9	
PD – Arcella (n = 111)	4,8	
PD – Mandria (n = 20)	3,0	

Tabella 4.7 Benzene (C_6H_6): confronto dei limiti stabiliti dal DM 60/02 per il valore medio annuale (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fino al 2005 e 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 2010) con le concentrazioni ambientali monitorate nel corso del periodo di studio presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari e nel corrispondente periodo presso la stazioni fisse di Arcella e di Mandria a Padova.

Dai dati riportati in Tabella 4.7 si evidenzia che la concentrazione media di benzene rilevata in tutti i punti sottoposti a monitoraggio nel Comune di San Martino di Lupari è risultata prossima alla corrispondente media registrata presso la stazioni fissa di Mandria nel Comune di Padova (la concentrazione media presso la stazione di Arcella è invece sensibilmente superiore).

Valutando in dettaglio i singoli punti di misura si nota una sostanziale uniformità tra quelli definiti 'hot spot': Viale dei Martiri, Via Mazzini, Via Papa Lucani, Via La Marmora che risultano tutti compresi nell'intervallo di concentrazione media di benzene compreso tra 3,0 e 3,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; invece, Via Serato, unico punto di 'background urbano', evidenzia una sensibile riduzione della concentrazione media pari a 2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le valutazioni riferite ai singoli punti di misura sono significative nel caso del benzene perché si tratta di un inquinante primario la cui concentrazione è strettamente dipendente dalle fonti di pressione presenti nelle sue immediate vicinanze. Analoghe considerazioni non sarebbero valide nel caso di inquinanti con spiccato carattere secondario quali, ad esempio, PM_{10} e IPA.

In Tavola 3 e Tavola 4 sono rappresentate in cartografia tematica le concentrazioni medie di benzene misurate nei 5 punti di misura selezionati nel Comune di San Martino di Lupari.

In Figura 4.7 sono presentate graficamente le concentrazioni medie di benzene rilevate presso tutti i 5 punti distribuiti nel territorio del Comune di San Martino di Lupari durante le campagne di monitoraggio 'estiva' e 'invernale' e i corrispondenti valori registrati nel medesimo periodo presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria nel ubicato Comune di Padova.

Il confronto evidenzia la netta differenza tra le concentrazioni medie rilevate nel periodo 'estivo' (0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e le concentrazioni tipiche del periodo 'invernale' (4,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Da notare, inoltre, che durante la campagna 'invernale' si registra un significativo allineamento dei valori medi di benzene registrati a San Martino di Lupari con quelli monitorati presso la stazione di Mandria ubicata a Padova.

Ancora una volta risulta evidente come il periodo 'critico' coincide con i mesi 'freddi' e quindi molto probabilmente con il verificarsi di eventi meteorologici sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti: stabilità atmosferica, diminuzione delle temperature medie e quindi probabile abbassamento dell'altezza dello strato di rimescolamento, inversioni termiche, ridotte precipitazioni.

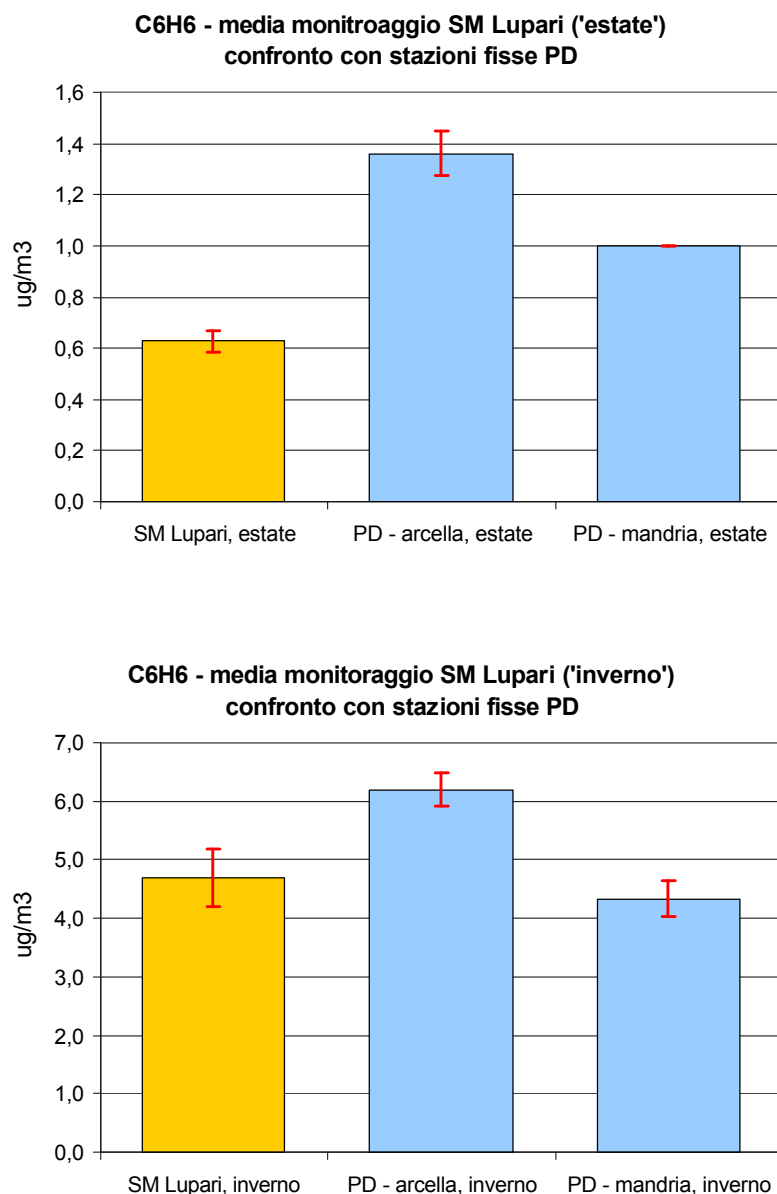


Figura 4.7 Benzene (C₆H₆): confronto delle concentrazioni medie rilevate nel corso del periodo di monitoraggio 'estivo' e 'invernale' presso i punti di misura ubicati nel Comune di San Martino di Lupari e nei corrispondenti periodi presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova; le barre indicano l'errore standard della media.

In sintesi, il benzene (C₆H₆) è un inquinante che in base al monitoraggio protratto per 20 settimane nei punti del territorio del Comune di San Martino di Lupari sembra non destare preoccupazione per il rispetto del limite annuale di protezione della salute stabilito dal DM 60/02 (i dati medi ambientali registrati sono attualmente inferiori ai limiti previsti per il 2010). Tale giudizio finale viene supportato anche dall'analisi dei dati della serie storica rilevata nell'area urbana di Padova da cui risulta evidente che negli ultimi 4 anni di monitoraggio è stata registrata una marcata e costante tendenza alla diminuzione delle concentrazioni medie di benzene.

4.8 Altre sostanze organiche volatili (SOV)

Le sostanze organiche volatili (SOV) costituiscono un gruppo di composti che evaporano nell'aria alle normali condizioni di pressione e temperatura. E' un insieme eterogeneo che comprende un numero elevatissimo di composti quali idrocarburi alifatici, aromatici, alogenati, composti ossigenati degli idrocarburi (alcoli, esteri, chetoni, glicoli, esteri, eteri). La loro presenza nell'atmosfera è dovuta principalmente alla combustione incompleta dei combustibili fossili, alla combustione del materiale vegetale e all'evaporazione dei carburanti e dei solventi. Tra le principali lavorazioni che liberano solventi ci sono le verniciature in generale, le puliture a secco, lo sgrassaggio a mezzo solventi, il recupero di solventi, le arti grafiche. Il problema ambientale delle sostanze organiche volatili (SOV) rilasciate in atmosfera è legato sia all'inquinamento di tipo primario, sia alla capacità delle stesse nel partecipare a complesse reazioni che causano il fenomeno di inquinamento atmosferico denominato 'smog fotochimico', con formazione di ozono e altri ossidanti.

In Tabella 4.8 sono riportate le medie 'estive', 'invernali' e 'annuali' delle sostanze organiche volatili ⁵ rilevate presso il punto di campionamento ubicato in Via Serato nella zona centrale dell'agglomerato urbano del Comune di San Martino di Lupari. Nella Tabella non vengono riportati i composti che sono risultati al di sotto del limite di rilevabilità: 4 µg/m³ per tetracloruro di carbonio e 2 µg/m³ per: cloroformio, etanolo, isobutanolo, metilisobutilchetone, clorobenzene, nonano, isopropilbenzene, n-propilbenzene, decano, isobutilbenzene, metilciclopentano, etilacetato, tetraidrofurano, tricloroetano, 1,2-dicloroetano, eptano, trielina, 1,2-dicloropropano, ottano, 1,3-dicloropropano, isoamile, stirene

Composto	Media 'estate' (µg/m ³)	Media 'inverno' (µg/m ³)	Media 'anno' (µg/m ³)
Metiletilchetone	17,5	2,4	8,7
Acetone	12,8	5,7	8,7
p-Xilene	2,5	9,9	6,8
Toluene	4,8	4,5	4,7
Isottano	5,5	2,0	3,5
Percloroetilene	2,0	4,5	3,4
Cicloesano	5,1	2,0	3,3
Butanolo	3,7	2,0	2,7
Etilbenzene	2,0	3,2	2,7
1,2,4-Trimetilbenzene	2,0	3,1	2,6
Butilacetato	2,1	2,9	2,5
o-Xilene	2,0	2,9	2,5
Pentano	2,9	2,0	2,4
n-Esano	2,7	2,0	2,3
1,3,5-Trimetilbenzene	2,3	2,0	2,1
Metilisopropilchetone	2,2	2,0	2,1
1,2,3-Trimetilbenzene	2,0	2,2	2,1
Isobutilacetato	2,0	2,1	2,1

Tabella 4.8 Altre sostanze organici volatili (SOV): concentrazione media misurata nel corso delle campagne di monitoraggio 'estiva', 'invernale' e 'annuale' nel punto di misura in Via Serato nella zona centrale dell'agglomerato urbano del Comune di San Martino di Lupari.

⁵ il benzene (C₆H₆) misurato Via Serato in contemporanea con le altre sostanze organiche volatili è già stato discusso in dettaglio nel paragrafo 5.7.

Dall'esame dei risultati, si evince che le concentrazioni medie dei diversi componenti sono risultate estremamente basse. I composti presenti in maggiore quantità sono costituiti da metiletilchetone e acetone, normali componenti dei solventi organici, dotati di odore caratteristico dolciastro e di soglia olfattiva piuttosto bassa. Si rileva, inoltre, la presenza di altri idrocarburi aromatici, di idrocarburi alifatici, alcoli, esteri e clorurati (cfr. Tabella 4.8). Le concentrazioni di tutti questi composti sono, in base alle attuali conoscenze scientifiche, a livelli tali da non destare alcuna preoccupazione sia per la protezione della salute umana che per l'ambiente nel suo complesso.

Queste considerazioni risultano evidenti osservando anche i dati riportati in Tabella V.1 (Appendice V) dove, a scopo puramente indicativo⁶, accanto ai valori medi delle sostanze organiche volatili rilevate nel Comune di San Martino di Lupari, sono elencati anche i valori limite di soglia "TLV" (Toxic Level Value), proposti dall'Associazione degli Igienisti Industriali Americani (ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists) per la protezione negli ambienti di lavoro.

⁶ per i composti elencati in Tabella 5.8 non sono attualmente previsti valori di riferimento di qualità dell'aria negli ambienti di vita.

5. Discussione dei risultati e conclusioni

Prima di procedere al commento in dettaglio dei dati sui singoli inquinanti è necessario premettere alcune importanti considerazioni sull'impostazione metodologica del presente rapporto e sui criteri di valutazione adottati.

Il monitoraggio dello stato di qualità dell'aria nel Comune di San Martino di Lupari è stato svolto con l'ausilio di due campagne di misura in discontinuo: una 'estiva', dal 08/07/03 al 10/09/03, e l'altra 'invernale', dal 28/11/03 al 17/02/04, per un totale complessivo di 147 giorni.

L'analisi dei dati presentati nel Capitolo 4 riferisce sulla verifica del rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente e, ove possibile, sul confronto con i dati medi rilevati nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella e Mandria ubicate nel Comune di Padova.

La valutazione e l'interpretazione dei limiti di qualità dell'aria secondo l'impostazione prevista dall'attuale normativa *a breve e a lungo termine* richiede alcune precauzioni.

I limiti elencati in Tabella 2.1 e in Tabella 2.2 (cfr. paragrafo 2.1) si intendono studiati principalmente per la valutazione dello stato di qualità dell'aria monitorata con stazioni fisse rispondenti a precisi criteri di posizionamento e raccolta minima di dati validi. La valutazione proposta per il Comune di San Martino di Lupari utilizza come riferimento generale tali limiti, considerando che il monitoraggio con mezzo mobile e/o campionatori passivi non può ovviamente garantire le stesse condizioni di rappresentatività spaziale (ubicazione rispetto alle principali fonti di emissione) e temporale (numero di campioni raccolti) previste dalla normativa. La valutazione del rispetto dei limiti, in particolare a lungo termine, per i dati raccolti nel Comune di San Martino di Lupari, deve essere considerata esclusivamente con valore indicativo.

E' evidente che il giudizio riferito ai valori limite a lungo termine è solo 'presuntivo' perché dovrebbe essere confermato dai dati raccolti con un monitoraggio in continuo di durata almeno annuale. Inoltre, il confronto dei valori medi registrati nel medesimo periodo presso le stazioni fisse di Arcella e Mandria ubicate nell'area urbana di Padova serve esclusivamente per definire se, a seguito del limitato periodo di monitoraggio effettuato nel territorio del Comune di San Martino, è possibile individuare elementi di valutazione comuni con una realtà urbana di cui sono noti i principali elementi di criticità anche se spesso diversi per significatività e composizione delle fonti di emissione.

E' inoltre necessario ricordare che le considerazioni sullo stato di qualità dell'aria saranno riferite principalmente ai *valori limite tal quali (senza margini di tolleranza)* e, quindi, in relazione ai possibili effetti sanitari e ambientali riconducibili al superamento di questi limiti. L'analisi dei superamenti *dei valori limite aumentati dei margini di tolleranza* previsti dal DM 60/02 deve invece essere ricondotta ai programmi di *gestione* della qualità dell'aria, cioè alla *valutazione operativa* degli effetti ambientali prodotti dall'applicazione dei piani di risanamento, azione e mantenimento (in fase di definizione presso la Regione, cfr. paragrafo 2.2). Il Comune di San Martino di Lupari (PD) è stato classificato per tutti gli inquinanti in fascia C (bassa criticità) e, quindi, l'obiettivo del presente rapporto è anche fornire una base conoscitiva necessaria per una più appropriata zonizzazione del territorio comunale da inserire eventualmente nel prossimo aggiornamento del Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera.

Di seguito riassumiamo le principali conclusioni per: *biossido di azoto (NO₂)*, *ozono (O₃)*, *polveri fini (PM₁₀)*, *benzo(a)pirene (IPA)*, *benzene (C₆H₆)* e *altre sostanze organiche volatili (SOV determinabili con campionatori passivi)*.

Il *biossido di azoto (NO₂)* ha registrato un superamento del valore limite di protezione della salute a

breve termine ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, DM 60/02). Si ricorda che la normativa prescrive un numero massimo di 18 superamenti anno di tale limite. Invece, non è mai stato verificato il superamento della soglia di allarme ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per 3 ore consecutive, DM 60/02).

Rispetto alla valutazione dei parametri a lungo termine il monitoraggio ha evidenziato una concentrazione media prossima al valore limite annuale di protezione della salute di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e un valore del 98° percentile delle medie orarie inferiore al valore limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (DPR 203/88). Sulla base di queste valutazioni, per certi aspetti ‘divergenti’, il biossido di azoto dovrebbe essere monitorato con attenzione perché rappresenta un importante componente dello ‘smog fotochimico’ che, tra l’altro, contribuisce alla formazione di particelle carboniose che entrano nella frazione fine delle polveri aerodisperse.

L’ozono (O_3) è un inquinante tipicamente secondario il cui monitoraggio è fondamentale durante il periodo ‘estivo’ perché la sua formazione nell’atmosfera a livello del suolo origina dall’innescio fotochimico (radiazione solare) di una complessa serie di reazioni che coinvolgono gli ossidi di azoto e le sostanze organiche volatili.

L’attuale normativa per l’ozono risente ancora dei vari processi di ‘stratificazione legislativa’ che si sono prodotti prima dell’emanazione della legge quadro D.Lgs. 351/99. A fronte di questa considerazione è preferibile incentrare l’attenzione su un limite di riferimento ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media mobile su 8 h trascinata) che, anche se non ancora recepito formalmente dalla normativa nazionale e quindi non necessariamente applicabile, fornisce una valutazione dello stato di qualità dell’aria aggiornata alle più recenti tendenze in campo scientifico e normativo comunitario. L’obiettivo è fornire una valutazione riferita ad un parametro di qualità dell’aria utilizzabile anche nei prossimi anni visto che gli attuali dovranno presumibilmente essere abrogati entro breve termine cioè all’atto del recepimento della DIR 2002/3/CE (già previsto per settembre 2003). Rispetto al valore limite ‘europeo’ di protezione della salute si può rilevare, dall’analisi dei dati presentati in Tabella 4.3, che l’elevato numero di superamenti verificati nel Comune di San Martino di Lupari non differisce significativamente da quelli registrati nel medesimo periodo di osservazione presso le stazioni fisse di Arcella e Mandria ubicate a Padova. La stagione estiva 2003 caratterizzata da temperature decisamente sopra la media e scarse precipitazioni è stata estremamente critica per la formazione di ozono.

La *polveri fini* (PM_{10}) rappresentano la parte più rilevante dell’inquinamento atmosferico nel Comune di San Martino di Lupari. Come noto, con il termine PM_{10} si intendono le particelle di dimensioni inferiori ai $10 \mu\text{m}$ (centesima parte di un millimetro), costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze di origine primaria (emesse come tali) e secondaria (derivata da una serie di reazioni fisico-chimiche). In particolare, tra i composti primari vi sono le polveri degli scarichi dei motori diesel, mentre tra i composti secondari vi sono le particelle carboniose originate dalla sequenza di reazioni fotochimiche che portano alla formazione di ozono e le particelle di solfati e nitrati. Le polveri fini hanno un ‘tempo medio di vita’ che varia da pochi giorni fino a diverse settimane e vengono veicolate dalle correnti atmosferiche per lunghe distanze. E’ dunque necessaria una valutazione su macro-scala che viene indirettamente confermata anche dai dati medi del monitoraggio in tutti i capoluoghi di provincia del Veneto. Inoltre, la rilevanza ambientale e sanitaria del problema delle polveri fini (PM_{10}) è accresciuta dall’effetto ‘sinergico’ con gli altri inquinanti. Infatti, le polveri fini sono un ‘mezzo di trasporto’ per altre specie chimiche quali, ad esempio, IPA e metalli pesanti.

Il DM 60/02 stabilisce per il PM_{10} due limiti per la protezione della salute da valutare in riferimento a differenti periodi di esposizione: *a breve termine* (media giornaliera) e *a lungo termine* (media annuale). Il parametro di valutazione a breve termine fissa un limite massimo di 35 superamenti/anno del valore medio giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$; invece, il parametro di valutazione a lungo termine stabilisce un limite massimo alla concentrazione media annuale di PM_{10} uguale a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rispetto al valore limite giornaliero, durante le campagne di monitoraggio sono stati rilevati un numero totale di superamenti

nettamente più elevato del numero massimo annuale consentito dal DM 60/02. Come già ricordato (paragrafo 2.1), il limite giornaliero di $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2004 è da ricondurre principalmente alla gestione annuale dei piani e programmi regionali di qualità dell'aria mentre il limite più cautelativo di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è specificamente studiato per valutare gli eventuali effetti sanitari sulla popolazione.

Critica appare anche la valutazione del PM_{10} rispetto al limite di protezione della salute *a lungo termine*. Il valore medio delle polveri fini registrato nel Comune di San Martino di Lupari è superiore al limite annuale di protezione della salute previsto dal DM 60/02 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Analoghe considerazioni valgono anche per il valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza previsto per il 2004 ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e la conseguente applicazione dei piani e programmi di gestione della qualità dell'aria da definire a livello regionale.

Il trasporto delle polveri fini (PM_{10}) veicolate dalla circolazione atmosferica influisce in modo determinante anche sulla qualità dell'aria dei centri urbani ritenuti 'minori' (cioè caratterizzati da un numero limitato di fonti di pressione). E' d'altro canto evidente che la capillare diffusione delle attività produttive sul territorio è responsabile di un inquinamento 'areale' che tende ad 'omogeneizzare', soprattutto nei periodi meteorologici critici, le concentrazioni degli inquinanti con elevata capacità dispersiva.

Il *benzo(a)pirene (IPA)* ha evidenziato per il periodo di monitoraggio un valore di concentrazione media superiore al limite annuale di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ stabilito dal DM 25/11/94 (cfr. paragrafo 4.6). La media d'area per il periodo di monitoraggio è risultata uguale a $3,2 \text{ ng}/\text{m}^3$. E' evidente che, come già ricordato, si tratta di un confronto per certi aspetti improprio ma che fornisce comunque una indicazione di tendenza suffragata, tra l'altro, dal confronto con i valori medi registrati nel corrispondente periodo di indagine presso le stazioni fisse presenti nell'area urbana di Padova. C'è inoltre da rilevare che il *benzo(a)pirene* è determinato analiticamente per estrazione chimica dai campioni di polveri fini e quindi le considerazioni viste in precedenza a proposito della dispersione del PM_{10} valgono, almeno in parte, anche per questo inquinante.

Il *benzene (C_6H_6)* in base ai risultati del monitoraggio protratto per 20 settimane nei 5 punti distribuiti sul territorio comunale sembra non destare problemi per il rispetto del limite annuale di protezione della salute stabilito dal DM 60/02 (cfr. paragrafo 4.7). I dati medi ambientali di tutti i punti di misura rientrano nell'intervallo compreso tra $2-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e quindi la media d'area risultata inferiore ai limiti previsti per il 2010.

Analogamente, il monitoraggio delle altre *sostanze organiche volatili (SOV determinabili con campionatori passivi)* dimostra che i livelli medi di esposizione a lungo termine (annuale) sono risultati più che accettabili. L'indagine svolta non consente invece di esprimere alcun giudizio riguardo ai composti che hanno anche un possibile effetto acuto sulla salute (essendo stata estesa per un periodo medio di una settimana la metodologia di prelievo con campionatori passivi non consente di valutare gli effetti acuti dei composti analizzati).

Concludendo in estrema sintesi, il monitoraggio dello stato di qualità dell'aria nel Comune di San Martino di Lupari ha evidenziato gli elementi di criticità tipici delle principali aree urbane del Veneto, in particolare: *ozono (O_3)*, durante il periodo 'estivo', e *polveri fini (PM_{10})* e *benzo(a)pirene (IPA)* specialmente durante il periodo 'invernale'.









Riferimenti bibliografici

- Direttiva 02/03/CE del 12 febbraio 2002 relativa all'ozono nell'aria. *GUCE L 67/14*.
- Direttiva 00/69/CE del 16 novembre 2000 concernente i valori limite per il benzene e il monossido di carbonio nell'aria ambiente. *GUCE L 313/12*.
- Direttiva 99/30/CE del 29 giugno 1999 riguardante Inquinamento e tutela dell'atmosfera - aspetti generali. *GUCE L 163*.
- D.Lgs. 04/08/99, n. 351. Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente. *GU 13/10/99, n. 241*.
- DM 01/10/02 n. 261. Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente e i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli artt. 8 e 9 del D.Lgs. 04/08/99 n. 351. *GU 20/11/02, n. 272*.
- DM 02/04/02 n. 60. Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene e il monossido di carbonio. *GU 13/04/02, n. 87*.
- DM 16/05/96. Attivazione di un sistema di sorveglianza inquinamento da ozono. *GU 13/07/96, n. 163*.
- DM 25/11/94. Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinamenti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al DM 15 aprile 1994. *GU 13/12/94, n. 290*.
- DPCM 28/03/83. Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno. *Suppl. Ord. GU 28/05/83, n. 145*.
- DPR 24/05/88, n. 203. Attuazione delle direttive CEE numeri 80/79, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183. *Suppl. Ord. GU 16/06/88, n. 140*.
- EEA, 1999. Criteria for EUROAIRNET. The EEA air quality monitoring and information network. *A cura di: S. Larssen, R. Sluyter, and C. Helmis. European Environment Agency*.
- JRC/EEA/EC, 1998. Guidance report on preliminary assessment under EC Air Quality Directives. *A cura di: R. Van Aalst, L. Edwards, T. Pulles, E. Saeger, M. Tombrou and D. Toennesen. Joint Research Centre Ispra, European Environmental Agency, DG XI Commissione Europea*.
- Regione Veneto, 2003. Piano Regionale di Risanamento e Tutela dell'Atmosfera. Regione Veneto ARPAV, Venezia, <http://portale.regione.veneto.it/Territorio+ed+Ambiente/Atmosfera/>.
- WHO, 1987. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series 23, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO, 1999. Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.




Appendice I. Scheda sintetica di valutazione

La scheda ha l'obiettivo di fornire una valutazione immediata dello stato di qualità dell'aria monitorata nel Comune di S. Martino di Lupari. E' evidente che il giudizio sintetico espresso per ogni indicatore non può riassumere completamente la valutazione esposta in dettaglio nel Capitolo 4, né fornire un giudizio complessivo dello stato di qualità dell'aria così come delineato nel Capitolo 5. Si tratta di una sintesi che focalizza l'attenzione sui principali elementi di criticità emersi dall'analisi dei dati raccolti durante il periodo di monitoraggio considerato.

Nella scheda sintetica di valutazione sono individuati gli indicatori di qualità dell'aria selezionati, il riferimento normativo, il giudizio sintetico e un riassunto dei principali elementi di valutazione con il rimando allo specifico paragrafo per una analisi più articolata.

Indicatore di qualità dell'aria	Riferimento normativo	Giudizio sintetico	Elementi di valutazione considerati
Biossido di zolfo (SO ₂)	DM 60/02; DPR 203/88		Concentrazione media inferiore ai limiti previsti dalla normativa (cfr. paragrafo 4.1)
Monossido di carbonio (CO)	DM 60/02; DPCM 28/03/88		Concentrazione media inferiore ai limiti previsti dalla normativa (cfr. paragrafo 4.2)
Biossido di azoto (NO ₂)	DM 60/02; DPR 203/88	 ?	Un superamento del valore limite orario e concentrazione media registrata durante il periodo di monitoraggio prossima al valore limite; si ritengono necessarie ulteriori indagini e/o stime per una valutazione più precisa (cfr. paragrafo 4.3)
Ozono (O ₃)	DM 16/11/96 DIR 2002/3/CE		Elevato numero di superamenti dei limiti per la protezione della salute (cfr. paragrafo 4.4)
Polveri fini (PM ₁₀)	DM 60/02		Elevato numero di superamenti del valore limite giornaliero e alta concentrazione media durante il periodo di monitoraggio (cfr. paragrafo 4.5)
Benzo(a)pirene (IPA)	DM 25/11/94		Elevata concentrazione media durante il periodo di monitoraggio (cfr. paragrafo 4.6)
Benzene (C ₆ H ₆)	DM 60/02		Bassa concentrazione media durante il periodo di monitoraggio (cfr. paragrafo 5.7)
Altre sostanze organiche volatili (SOV)	non applicabile		Bassa concentrazione media durante il periodo di monitoraggio (cfr. paragrafo 5.8)

Legenda

Simbolo	Giudizio
	Positivo
	Intermedio
	Negativo
?	Informazioni non sufficienti

Appendice II. Tavole di cartografia tematica

Segue un elenco delle tavole di cartografia tematica allegate:

Tavola 1 Comune di San Martino di Lupari (zona centro-nord): posizionamento mezzi mobili e campionatori passivi.

Tavola 2 Comune di San Martino di Lupari (zona centro-sud): posizionamento mezzi mobili e campionatori passivi.

Tavola 3 Comune di San Martino di Lupari (zona centro-nord): concentrazione media benzene (C₆H₆) monitorata con campionatori passivi.

Tavola 4 Comune di San Martino di Lupari (zona centro-sud): concentrazione media benzene (C₆H₆) monitorata con campionatori passivi.

Tavola 1

**Comune di
San Martino di Lupari
(zona centro-nord):
posizionamento
mezzi mobili e
campionatori passivi**

Legenda

■ m. mobile e camp. passivo

*nota
i punti di misura sono
identificati con il numero
progressivo riportato nel testo
al paragrafo 4.1*

N
scala 1:7500

**La Qualità dell'Aria
nel Comune di
San Martino di Lupari (Pd)**

Monitoraggio 2003/2004

ARPAV - DAP PD

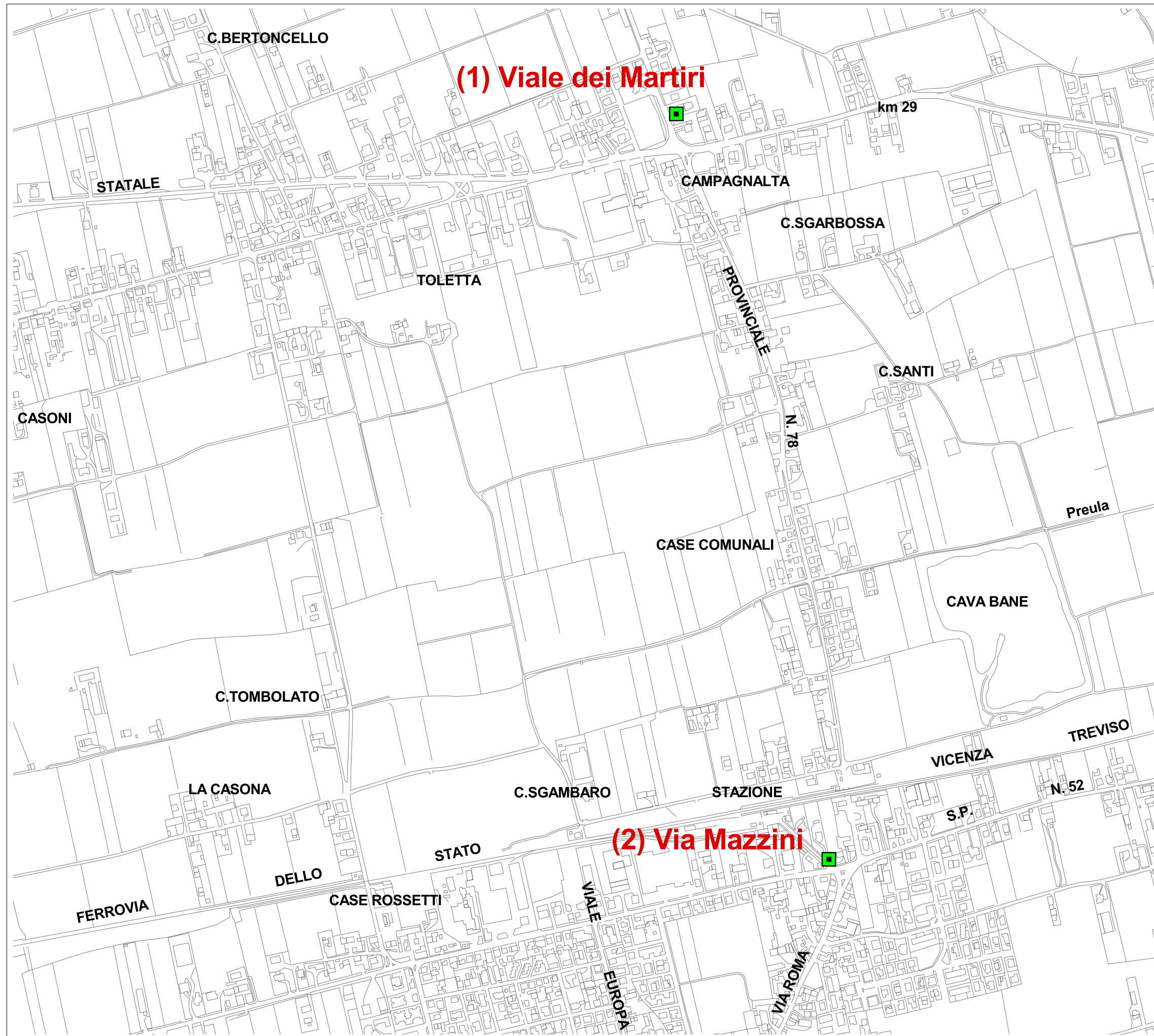


Tavola 2

**Comune di
San Martino di Lupari
(zona centro-sud):
posizionamento
mezzi mobili e
campionatori passivi**

Legenda

- m. mobile e camp. passivo
- solo camp. passivo

*nota
i punti di misura sono
identificati con il numero
progressivo riportato nel testo
al paragrafo 4.1*

N
scala 1:7500

**La Qualità dell'Aria
nel Comune di
San Martino di Lupari (Pd)**

Monitoraggio 2003/2004

ARPAV - DAP PD

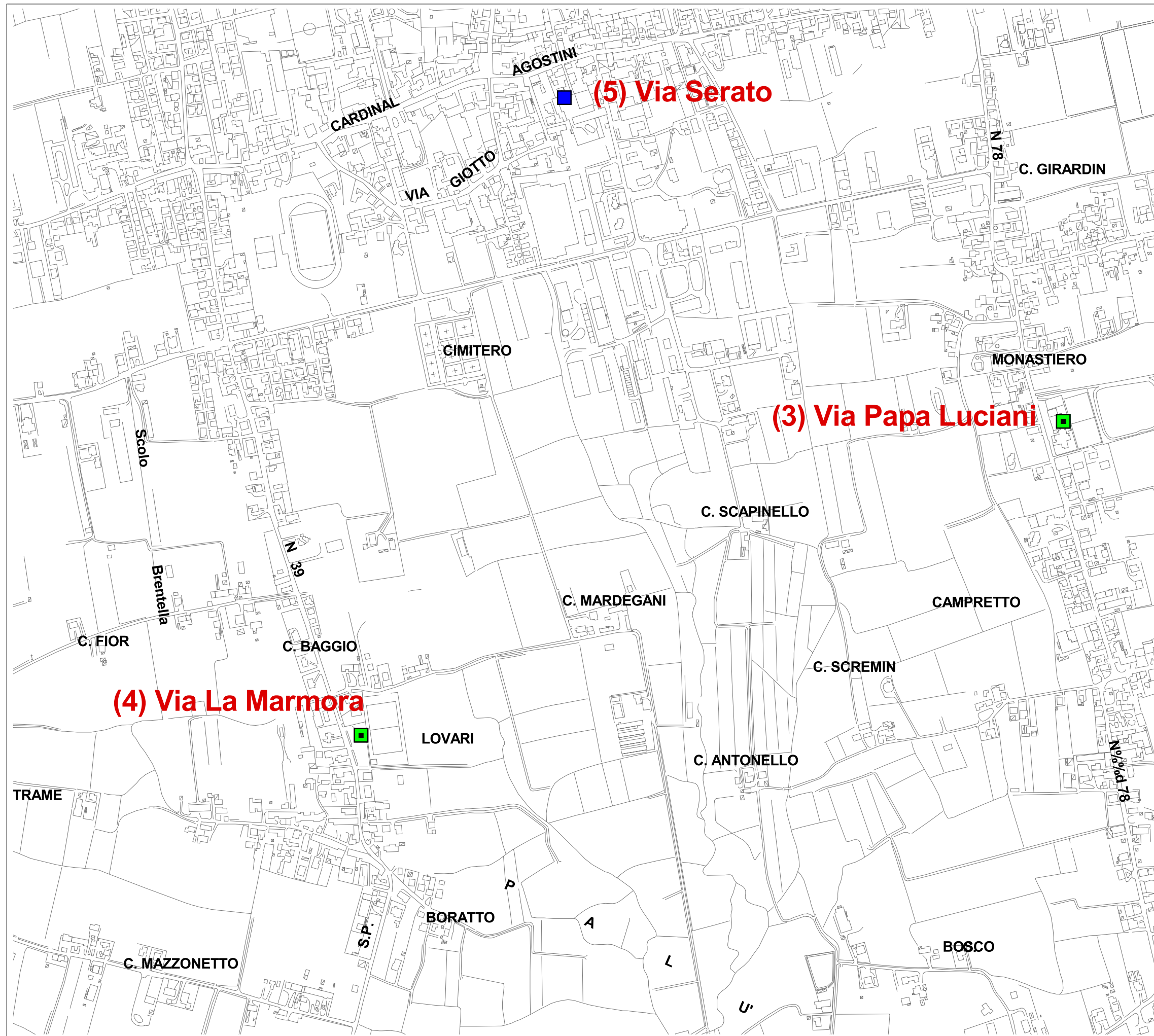


Tavola 3

**Comune di
San Martino di Lupari
(zona centro-nord):
concentrazione
media benzene**

Legenda

concentrazione media

- 2.2 ug/m³
- 3.0 ug/m³
- 3.1 ug/m³
- 3.2 ug/m³
- 3.3 ug/m³

nota
i punti di misura sono
identificati con il numero
progressivo riportato nel testo
al paragrafo 4.1



scala 1:7500

**La Qualità dell'Aria
nel Comune di
San Marino di Lupari (Pd)**

Monitoraggio 2003/2004

ARPAV - DAP PD

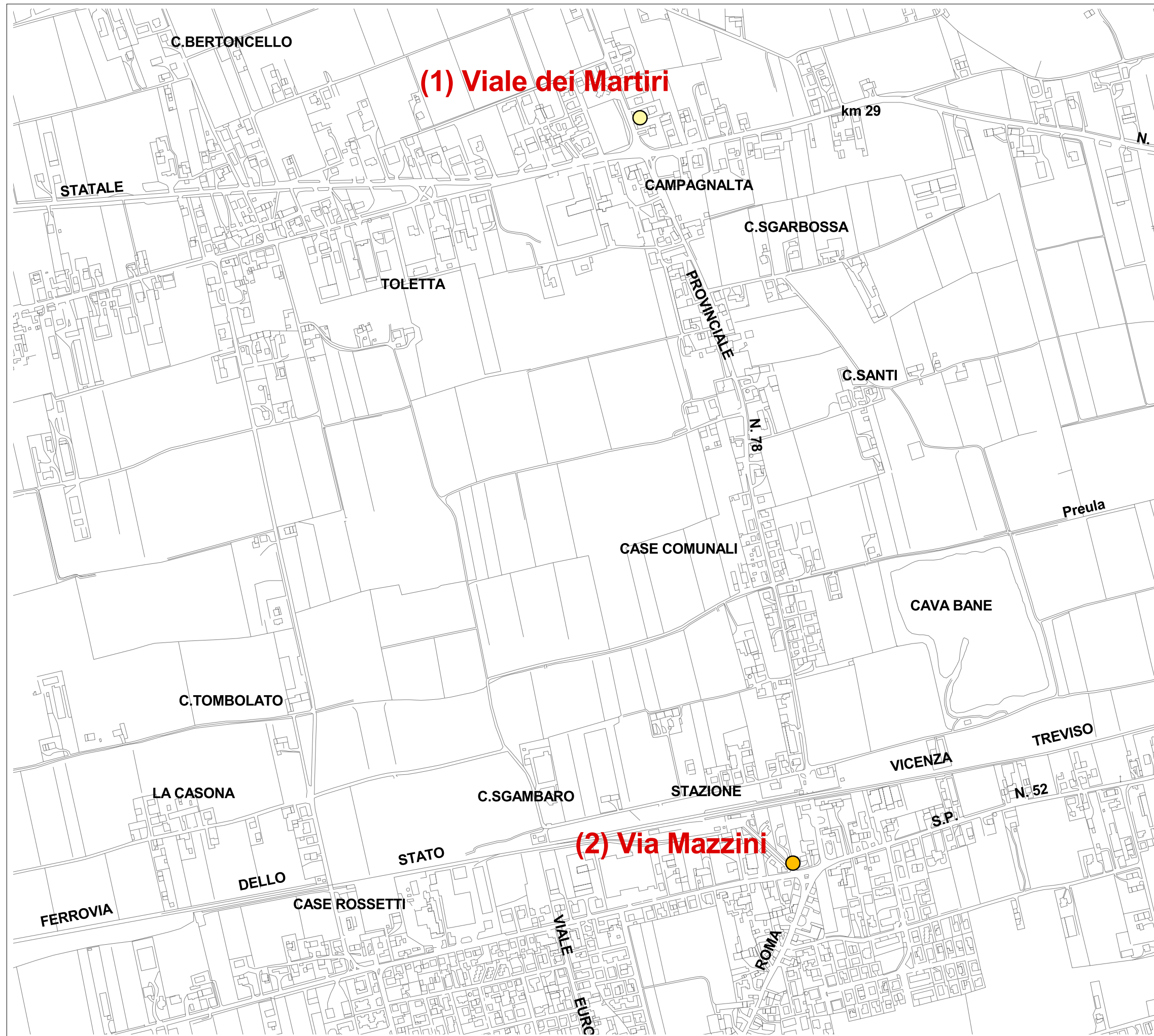


Tavola 4

**Comune di
San Martino di Lupari
(zona centro-sud):
concentrazione
media benzene**

Legenda

concentrazione media

- 2.2 ug/m³
- 3.0 ug/m³
- 3.1 ug/m³
- 3.2 ug/m³
- 3.3 ug/m³

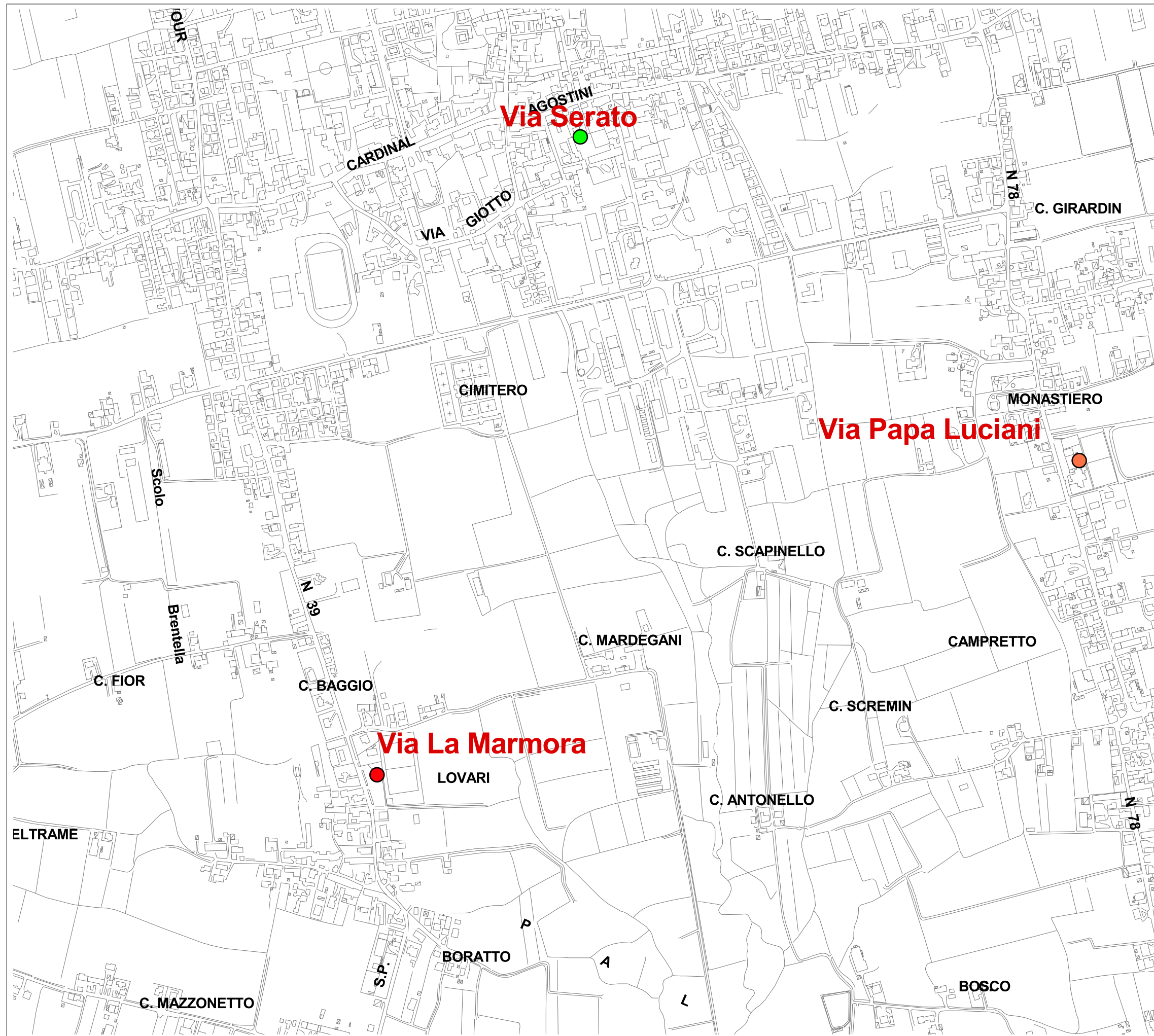
nota
i punti di misura sono
identificati con il numero
progressivo riportato nel testo
al paragrafo 4.1

N
scala 1:7500

**La Qualità dell'Aria
nel Comune di
San Marino di Lupari (Pd)**

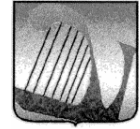
Monitoraggio 2003/2004

ARPAV - DAP PD



Appendice III. Rapporti di prova

Si riportano in dettaglio i risultati analitici di laboratorio per i campioni di *benzene* (C_6H_6), *benzo(a)pirene* (IPA) e *polveri fini* (PM_{10}), *sostanze organiche volatili* (SOV) prelevati nei 5 punti di monitoraggio nel territorio del Comune di San Martino di Lupari: Viale dei Martiri, Via Mazzini, Via Papa Lucani, Via La Marmora, Via Serato.



**COMUNE DI SAN MARTINO DI LUPARI
CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEGLI INQUINANTI NON CONVENZIONALI
PERIODO ESTIVO (10 LUGLIO - 9 SETTEMBRE 2003)**

Località di posizionamento del mezzo mobile	DATA		PM10	IPA
			(µg/Nmc)	(ng/mc a 23°C)
Frazione di Campagnalta , Viale dei Martiri, cortile della scuola elementare	gio	10-lug-03	37	
	ven	11-lug-03	47	
	sab	12-lug-03	41	
	dom	13-lug-03	25	<0.1
	lun	14-lug-03	28	
	mar	15-lug-03	38	
	mer	16-lug-03	45	
	gio	17-lug-03	57	
	ven	18-lug-03	26	
	sab	19-lug-03	31	<0.1
	dom	20-lug-03	35	
	lun	21-lug-03	49	
	mar	22-lug-03	42	
Viale Mazzini, fronte civico n°5	mer	23-lug-03	*	
	gio	24-lug-03	25	
	ven	25-lug-03	32	<0.1
	sab	26-lug-03	37	
	dom	27-lug-03	47	
	lun	28-lug-03	42	
	mar	29-lug-03	21	
	mer	30-lug-03	30	
	gio	31-lug-03	44	<0.1
	ven	1-ago-03	31	
	sab	2-ago-03	37	
	dom	3-ago-03	*	
	lun	4-ago-03	*	
mar	5-ago-03	57		
Frazione di Campretto , via papa Lucani, parcheggio scuola materna	mer	6-ago-03	66	<0.1
	gio	7-ago-03	53	
	ven	8-ago-03	60	
	sab	9-ago-03	67	
	dom	10-ago-03	61	
	lun	11-ago-03	60	
	mar	12-ago-03	51	<0.1
	mer	13-ago-03	57	
	gio	14-ago-03	51	
	ven	15-ago-03	32	
	sab	16-ago-03	31	
	dom	17-ago-03	36	
	lun	18-ago-03	49	<0.1
mar	19-ago-03	35		

(continua)

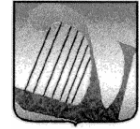


(segue)

Località di posizionamento del mezzo mobile	DATA		PM10	IPA
			($\mu\text{g}/\text{Nmc}$)	(ng/mc a 23°C)
Frazione di Lovari , via la Marmora, parcheggio impianti sportivi	mer	20-ago-03	**	
	gio	21-ago-03	**	
	ven	22-ago-03	**	
	sab	23-ago-03	**	
	dom	24-ago-03	**	
	lun	25-ago-03	**	
	mar	26-ago-03	**	
	mer	27-ago-03	44	
	gio	28-ago-03	45	
	ven	29-ago-03	45	
	sab	30-ago-03	34	<0.1
	dom	31-ago-03	22	
	lun	1-set-03	11	
	mar	2-set-03	19	
	mer	3-set-03	22	
	gio	4-set-03	29	
	ven	5-set-03	41	0.1
	sab	6-set-03	50	
	dom	7-set-03	42	
lun	8-set-03	34		
mar	9-set-03	30		

* : campionamento non effettuato per interruzione nell'alimentazione dalla rete elettrica.

** : campionamento non effettuato per non-corretto funzionamento dello strumento.



**COMUNE DI SAN MARTINO DI LUPARI
CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEGLI INQUINANTI NON CONVENZIONALI
PERIODO INVERNALE (2 DICEMBRE 2003 - 15 FEBBRAIO 2004)**

Località di posizionamento	DATA		PM10	IPA
			($\mu\text{g}/\text{Nmc}$)	(ng/mc a 23°C)
Frazione di Campagnalta , Viale dei Martiri, cortile della scuola elementare	mar	2-dic-03	20	
	mer	3-dic-03	34	
	gio	4-dic-03	56	3.1
	ven	5-dic-03	87	
	sab	6-dic-03	73	
	dom	7-dic-03	27	
	lun	8-dic-03	45	
	mar	9-dic-03	46	
	mer	10-dic-03	23	1.5
	gio	11-dic-03	58	
	ven	12-dic-03	100	
	sab	13-dic-03	86	
	dom	14-dic-03	*	
	lun	15-dic-03	*	
	mar	16-dic-03	41	3.2
	mer	17-dic-03	*	
	gio	18-dic-03	*	
	ven	19-dic-03	141	
	sab	20-dic-03	120	
	dom	21-dic-03	97	
	Viale Mazzini, fronte civico n°5	lun	22-dic-03	52
mar		23-dic-03	29	
mer		24-dic-03	64	
gio		25-dic-03	74	
ven		26-dic-03	99	
sab		27-dic-03	123	
dom		28-dic-03	49	3.7
lun		29-dic-03	11	
mar		30-dic-03	16	
mer		31-dic-03	22	
gio		1-gen-04	53	
ven		2-gen-04	26	
sab		3-gen-04	50	5.9
dom		4-gen-04	66	
lun		5-gen-04	124	
mar	6-gen-04	173		
mer	7-gen-04	241		

(continua)



(segue)

Località di posizionamento	DATA		PM10	IPA
			($\mu\text{g}/\text{Nmc}$)	(ng/mc a 23°C)
Frazione di Campretto , via papa Lucani, parcheeggio scuola materna	gio	8-gen-04	*	
	ven	9-gen-04	134	14.5
	sab	10-gen-04	87	
	dom	11-gen-04	85	
	lun	12-gen-04	146	
	mar	13-gen-04	143	
	mer	14-gen-04	185	
	gio	15-gen-04	92	4.9
	ven	16-gen-04	**	
	sab	17-gen-04	**	
	dom	18-gen-04	**	
	lun	19-gen-04	**	
	mar	20-gen-04	**	
	mer	21-gen-04	**	
	gio	22-gen-04	**	
	ven	23-gen-04	**	
	sab	24-gen-04	**	
	dom	25-gen-04	**	
	lun	26-gen-04	**	
	mar	27-gen-04	87	4.6
	mer	28-gen-04	75	
	gio	29-gen-04	81	
	ven	30-gen-04	103	
sab	31-gen-04	114		
dom	1-feb-04	131		
lun	2-feb-04	178	8.9	
Frazione di Lovari , via la Marmora, parcheeggio impianti sportivi	mar	3-feb-04	221	
	mer	4-feb-04	260	
	gio	5-feb-04	230	
	ven	6-feb-04	102	
	sab	7-feb-04	140	
	dom	8-feb-04	101	4.4
	lun	9-feb-04	96	
	mar	10-feb-04	79	
	mer	11-feb-04	108	
	gio	12-feb-04	73	
	ven	13-feb-04	45	
	sab	14-feb-04	124	7.1
	dom	15-feb-04	164	

* : campionamento non effettuato per interruzione nell'alimentazione dalla rete elettrica.

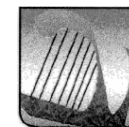
** : campionamento non effettuato per non-corretto funzionamento dello strumento.



ARPAV

AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E LA PROTEZIONE AMBIENTALE DEL VENETO

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA



COMUNE DI SAN MARTINO DI LUPARI
CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEL BENZENE CON CAMPIONATORI PASSIVI (Radiello)
PERIODO ESTIVO (9 LUGLIO - 3 SETTEMBRE 2003)

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{mc}$ a 20°C

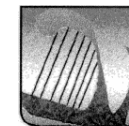
Luogo di posizionamento radiello	9 lug- 16 lug	16 lug- 23 lug	23 lug- 30 lug	30 lug- 6 ago	6 ago- 13 ago	13 ago- 20 ago	20 ago- 27 ago	27 ago - 3 sett
Frazione di Campagnalta, Viale dei Martiri, cortile scuola elementare	0.8	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4
Viale Mazzini, fronte civico n°5	1.0	0.6	0.5	0.7	0.7	0.4	0.5	0.5
Frazione di Campretto, via papa Lucani, parcheggio scuola materna	0.7	0.4	*	0.9	0.5	0.4	0.5	0.4
Frazione di Lovari, via la Marmora, parcheggio impianti sportivi	0.8	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5
Via R. Serato, cortile retrostante scuola elementare Duca d'Aosta	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	0.9	0.9	0.7

* : radiello esposto non trovato



ARPAV

AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E LA PROTEZIONE AMBIENTALE DEL VENETO



DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA

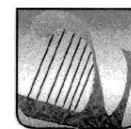
COMUNE DI SAN MARTINO DI LUPARI
CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEL BENZENE CON CAMPIONATORI PASSIVI (Radiello)
PERIODO INVERNALE (25 NOVEMBRE 2003 - 16 FEBBRAIO 2004)

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{mc}$ a 20°C

Luogo di posizionamento radiello	25 nov-1 dic	1 dic-9 dic	9 dic-15 dic	15 dic-22dic	22 dic-30 dic	30dic-5 gen	5 gen-13 gen	13 gen-19 gen	19 gen-26 gen	26 gen-2 feb	2 feb-9 feb	9 feb-16 feb
Frazione di Campagnalta , Viale dei Martiri, cortile scuola elementare	2.6	3.0	4.5	5.4	3.9	2.6	8.1	3.9	3.5	4.9	8.8	4.6
Viale Mazzini, fronte civico n°5	2.9	3.0	4.7	5.2	4.1	2.9	7.5	4.3	4.2	5.1	8.9	4.9
Frazione di Campretto , via papa Lucani, parcheggio scuola materna	2.7	2.9	4.4	5.5	4.0	3.1	7.6	4.1	3.7	4.9	8.1	5.6
Frazione di Lovari , via la Marmora, parcheggio impianti sportivi	3.3	3.5	5.0	6.5	4.2	3.4	7.8	4.5	4.0	5.3	8.9	4.8
Via R. Serato cortile retrostante scuola elementare Duca d'Aosta	<2.0	2.0	3.9	3.2	2.7	2.0	4.9	2.5	Radiello non ritrovato	2.5	5.7	3.1

**ARPAV**

AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E LA PROTEZIONE AMBIENTALE DEL VENETO

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA****COMUNE DI SAN MARTINO DI LUPARI**

Via R. Serato, cortile retrostante, scuola elementare Duca d'Aosta

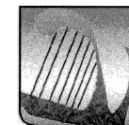
MONITORAGGIO DELLE S.O.V. (Sostanze Organiche Volatili) CON CAMPIONATORI PASSIVI (radielli)**PERIODO ESTIVO (9 LUGLIO - 3 SETTEMBRE 2003)**

Valori espressi in µg/mc

S.O.V.	9 lug - 16 lug	16 lug - 23 lug	23 lug - 30 lug	30 lug- 6 ago	6 ago- 13 ago	13 ago- 20 ago	20 ago- 27 ago	27 ago- 3 sett
Pentano	2.7	2.7	5.5	3.5	2.7	<2	<2	2.1
Acetone	9.4	9.2	38.8	9.1	10.4	8.0	8.9	8.6
n-esano	<2	<2	7.4	<2	<2	<2	<2	<2
metiletilketone	<2	<2	126.1	<2	<2	<2	<2	<2
Cloroformio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2.2	<2
Cicloesano	<2	<2	27.0	<2	<2	<2	<2	<2
Isottano	<2	<2	29.8	<2	<2	<2	<2	<2
Metilisopropilketone	<2	<2	3.9	<2	<2	<2	<2	<2
butanolo	<2	<2	15.6	<2	<2	<2	<2	<2
Toluene	3.8	4.2	11.6	5.9	3.9	2.7	3.5	2.8
Butilacetato	2.5	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
p-xilene	3.6	2.7	2.5	3.3	2.2	<2	2.0	<2
1,3,5-trimetilbenzene	<2	4.0	2.5	<2	<2	<2	<2	<2
Etanolo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Isobutanolo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Metilisobutilketone	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Isobutilacetato	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Percloroetilene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Clorobenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Etilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nonano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
o-xilene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Isopropilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
n-propilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Decano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1,2,4-trimetilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Isobutilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1,2,3-trimetilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Metilciclopentano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Etilacetato	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Tetraidrofurano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Tricloroetano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1,2-dicloroetano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Eptano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Trielina	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1,2-dicloropropano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Ottano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
1,3-dicloropropano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Isoamile	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Stirene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Tetracloruro di carbonio	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4

**ARPAV**

AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE E LA PROTEZIONE AMBIENTALE DEL VENETO

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA**

COMUNE DI SAN MARTINO DI LUPARI
Via R. Serato, cortile retrostante, scuola elementare Duca d'Aosta
MONITORAGGIO DELLE S.O.V. (Sostanze Organiche Volatili) CON CAMPIONATORI PASSIVI (radielli)
PERIODO INVERNALE (25 NOVEMBRE 2003 - 16 FEBBRAIO 2004)
 Valori espressi in µg/mc

S.O.V.	25 nov- 1 dic	1 dic- 9 dic	9 dic- 15 dic	15 dic- 22dic	22 dic- 30 dic	30dic- 5 gen	5 gen- 13 gen	13 gen- 19 gen	19 gen- 26 gen	26 gen- 2 feb	2 feb- 9 feb	9 feb- 16 feb
Pentano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Radiello non ritrovato	<2	<2	<2
Acetone	5.3	<2	<2	12.4	7.0	4.6	10.3	<2		<2	3.3	11.8
n-esano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
metiletilketone	<2	<2	<2	2.8	<2	<2	2.5	2.1		2.2	3.6	2.9
Cloroformio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Cicloesano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Isottano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Metilisopropilketone	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Butanolo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Toluene	2.4	3.7	7.6	5.2	2.4	<2	5.0	3.7		2.8	11.4	3.8
Butilacetato	<2	2.6	3.7	3.5	<2	<2	2.3	2.5		<2	5.8	3.4
p-xilene	5.9	8.3	16.6	11.4	5.7	3.1	10.5	8.3		6.3	23.4	9.2
1,3,5-trimetilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	2	<2
Etanolo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Isobutanolo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Metilisobutilketone	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Isobutilacetato	<2	<2	<2	2.0	<2	<2	<2	<2		<2	3.3	<2
Percloroetilene	2.3	3.5	7.5	4.4	2.8	<2	5.8	4.0		2.9	9.9	3.9
Clorobenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Etilbenzene	<2	2.5	5.0	3.3	<2	<2	3.4	2.5		2.0	7.2	2.8
Nonano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
o-xilene	<2	2.2	4.5	2.9	<2	<2	3.0	2.2		<2	6.2	2.6
Isopropilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
n-propilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	

(continua)



(segue)

S.O.V.	25 nov- 1 dic	1 dic- 9 dic	9 dic- 15 dic	15 dic- 22dic	22 dic- 30 dic	30dic- 5 gen	5 gen- 13 gen	13 gen- 19 gen	19 gen- 26 gen	26 gen- 2 feb	2 feb- 9 feb	9 feb- 16 feb
Decano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	Radiello non ritrovato	<2	<2	<2
1,2,4-trimetilbenzene	<2	2.5	5.2	3.2	2.2	<2	3.6	2.3		<2	6.4	2.7
Isobutilbenzene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
1,2,3-trimetilbenzene	<2	<2	2.7	<2	<2	<2	<2	<2		<2	3.0	<2
Metilciclopentano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Etilacetato	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Tetraidrofurano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Tricloroetano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
1,2-dicloroetano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Eptano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Trielina	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
1,2-dicloropropano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Ottano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
1,3-dicloropropano	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Isoamile	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Stirene	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	<2	<2
Tetracloruro di carbonio	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	

Appendice IV. Descrizione dei principali inquinanti atmosferici

In questo capitolo viene proposta una breve rassegna per ciascuna tipologia di inquinante sulle principali fonti di emissione antropica e sui possibili effetti a carico della salute.

In Tabella IV.1 sono riassunti i livelli medi di riferimento dei principali inquinanti atmosferici misurati da numerosi studi ambientali e di laboratori riportati nelle specifiche sezioni delle linee guida sulla qualità dell'aria prodotte dall'OMS (WHO, 1999; <http://www.who.int>; <http://www.who.nl>). Si tratta di una raccolta eterogenea di dati provenienti da paesi e situazioni molteplici, monitorati in tempi e con metodiche diverse, e quindi aggregati e confrontati nella Tabella IV.1 con un certo grado di arbitrarietà. Lo scopo principale è di fornire, in mancanza di dati più precisi, un quadro sintetico della situazione di massima che è presumibile attendersi in differenti contesti ambientali (livelli naturali, livelli medi in aree rurali e di fondo, aree urbane in differenti realtà socio-economiche).

Le linee guida elencate nella Tabella IV.2 rappresentano, invece, le indicazioni di profilassi sanitaria e ambientale stilate dall'OMS per i livelli medi di esposizione (tempo e concentrazione) al di sotto dei quali non sono riscontrabili significativi effetti sulla salute. Si tratta di limiti di esposizione definiti in condizioni standard sulla base di ricerche di tipo epidemiologico e che quindi, come tali, non sono direttamente confrontabili con i valori ambientali medi registrati dal monitoraggio in uno specifico contesto ambientale.

Il superamento nel breve periodo dei limiti indicati nelle linee guida OMS non implica che gli effetti negativi ad essi associati vengano necessariamente riscontrati ma determina solo un incremento del rischio relativo. Si ricorda, inoltre, che le linee guida non sono limiti *per sé* ma rappresentano *standards* a cui gli Stati nazionali si riferiscono tenendo in considerazione anche fattori addizionali quali, ad esempio: il livello prevalente di esposizione, i livelli naturali di fondo, le condizioni ambientali medie e le condizioni climatico-meteorologiche prevalenti e gli aspetti socio-economici.

Biossido di zolfo (SO₂)

Gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono costituiti essenzialmente da biossido di zolfo (SO₂) e in minima parte da anidride solforica (SO₃). Rappresentano i tipici inquinanti delle aree urbane e industriali dove l'elevata densità degli insediamenti ne favorisce l'accumulo soprattutto in condizioni meteorologiche di debole ricambio delle masse d'aria. Le situazioni più serie sono spesso verificate nei periodi invernali ove alle normali fonti di combustione si aggiunge il contributo derivante dal riscaldamento domestico. E' comunque da notare che, nel corso degli ultimi anni, in seguito alla diffusa 'metanizzazione' degli impianti di riscaldamento domestici il contributo inquinante degli ossidi di zolfo è notevolmente diminuito.

Il biossido di zolfo (SO₂) è un gas che alle tipiche concentrazioni ambientali risulta incolore e inodore. Le emissioni di origine antropica sono dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi sono strettamente correlate al contenuto di zolfo, sia come impurezze, sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (gli oli). A causa dell'elevata solubilità in acqua l'SO₂ viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e dal tratto superiore dell'apparato respiratorio (solo piccolissime quantità riescono a raggiungere la parte più profonda del polmone). L'SO₂ reagisce facilmente con tutte le principali classi di biomolecole: *in vitro* sono state dimostrate interazioni con gli acidi nucleici, le proteine, i lipidi e varie altre componenti biologiche. Fra gli effetti acuti imputabili all'esposizione ad alti livelli di SO₂ sono compresi: aumento della resistenza al passaggio dell'aria a seguito dell'inturgidimento delle mucose delle vie aeree, aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Fra gli effetti a lungo termine sono

da ricordare le alterazioni della funzionalità polmonare e l'aggravamento delle bronchiti croniche, dell'asma e dell'enfisema. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici. E' stato accertato un effetto irritativo sinergico dovuto all'esposizione combinata con il particolato, da correlare probabilmente alla capacità del articolato di veicolare l' SO_2 nelle zone respiratorie profonde del polmone.

Biossido di azoto (NO_2)

Gli ossi di azoto presenti in atmosfera comprendono principalmente il monossido (NO) e il biossido di azoto (NO_2). Il monossido di azoto è un gas inodore e incolore che costituisce il componente principale delle emissioni di ossidi di azoto nell'aria che viene gradualmente ossidato a NO_2 . Il biossido di azoto ha un colore rosso-bruno ed è caratterizzato ad alte concentrazioni da un odore pungente e soffocante. Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, comprendono principalmente gli autoveicoli, le centrali termoelettriche e il riscaldamento domestico.

L' NO_2 è circa quattro volte più tossico dell'NO. I meccanismi biochimici mediante i quali l' NO_2 induce i suoi effetti tossici non sono del tutto chiari anche se è stato riscontrato che provoca danni alle membrane cellulari a seguito dell'ossidazione di proteine e lipidi. Gli effetti acuti comprendono: infiammazione delle mucose, decremento della funzionalità polmonare, edema polmonare. Gli effetti a lungo termine includono: aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie, alterazioni polmonari a livello delle cellule dei tessuti, aumento della suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. I gruppi a maggior rischio sono costituiti dagli asmatici e dai bambini.

Monossido di carbonio (CO)

Gas incolore e inodore, viene prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. Le fonti antropiche sono costituite dagli scarichi delle automobili, dal trattamento e smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e raffinerie di petrolio, dalle fonderie.

Il CO raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e quindi il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina. La carbossiemoglobina così formata risulta circa 250 volte più stabile dell'ossiemoglobina con la conseguenza che si registra una notevole riduzione della capacità del sangue di trasportare l'ossigeno ai tessuti. Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare. Comprendono i seguenti sintomi: diminuzione della capacità di concentrazione, turbe della memoria, alterazione del comportamento, confusione mentale, alterazione della pressione sanguigna, accelerazione del battito cardiaco, vasodilatazione e vasopermeabilità con conseguenti emorragie, effetti perinatali. I gruppi più sensibili sono gli individui con malattie cardiache e polmonari, gli anemici e le donne in stato di gravidanza.

Ozono (O_3)

E' un gas bluastrò dall'odore leggermente pungente che non viene emesso come tale dalle attività umane. La maggior parte dell'ozono presente nella troposfera deriva da processi fotochimici nei quali sono coinvolti altri inquinanti precursori, principalmente gli idrocarburi e gli ossidi di azoto. Una intensa radiazione solare e una elevata temperatura innescano reazioni fotochimiche sui composti organici volatili che in presenza di ossidi di azoto portano alla formazione di ozono e di altri composti ossidati e fotossidanti (nitrati organici, idrocarburi ossidati ed aerosoli). Le concentrazioni ambientali di O_3 tendono ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli di ozono sono bassi al mattino (fase di innesco del processo fotochimico) raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare.

A livello cellulare l' O_3 agisce ossidando i gruppi sulfidrilici presenti in enzimi, coenzimi, proteine e

acidi grassi insaturi interferendo con alcuni processi metabolici fondamentali e provocando il danneggiamento delle membrane degli organelli cellulari. Il bersaglio principale dell'O₃ è l'apparato respiratorio con danni a carico dei macrofagi e delle pareti delle piccole arterie polmonari. Gli effetti acuti comprendono secchezza della gola e del naso, aumento della produzione di muco, tosse, faringiti, bronchiti, diminuzione della funzionalità respiratoria, dolori toracici, diminuzione della capacità battericida polmonare, irritazione degli occhi, mal di testa. Le conseguenze a seguito di esposizioni a lungo termine (croniche) sono: fibrosi, effetti teratogeni, effetti sulla paratiroide e sul sistema riproduttivo. Il ruolo dell'O₃ nell'eziologia dei tumori polmonari non è ancora completamente chiarito.

Polveri (PTS, PM₁₀, PM_{2,5})

Con il termine particolato sospeso totale (PTS) viene identificato l'insieme di tutte le particelle solide o liquide che restano in sospensione nell'aria. Il particolato sospeso totale rappresenta un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o derivata (da una serie di reazioni fisiche e chimiche). Una caratterizzazione esauriente del particolato sospeso si basa oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. Le particelle di dimensioni maggiori (diametro >10 µm) hanno un tempo medio di vita nell'atmosfera che varia da pochi minuti ad alcune ore e la possibilità di essere aerotrasportate per una distanza massima di 10 Km. Le particelle di dimensioni inferiori hanno invece un tempo medio di vita che va da pochi giorni fino a diverse settimane e possono venire veicolate dalle correnti atmosferiche per lunghe distanze (fino a centinaia di Km). La principale conseguenza ambientale per una data regione geografica è che la concentrazione di particelle grossolane è meno uniforme di quelle fini. La dimensione media delle particelle determina inoltre il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana. Il monitoraggio ambientale del particolato con diametro inferiore a 10 µm (PM₁₀) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel tratto toracico (frazione inalabile). Le particelle con diametro inferiore a 2,5 µm, frazione respirabile (PM_{2,5}) rappresentano una serie molto eterogenea di composti chimici primari o secondari in grado di raggiungere la parte più profonda del polmone. Tra i composti primari, cioè emessi come tali, vi sono le particelle carboniose derivate dalla combustione di legname e dai fumi dei motori (in particolare diesel); nella seconda categoria, cioè tra i composti prodotti da reazioni secondarie, rientrano, tra l'altro, le particelle carboniose originate durante la sequenza fotochimica che porta alla formazione di ozono, di particelle di solfati e di nitrati derivanti dall'ossidazione di SO₂ e NO₂.

Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali e il traffico veicolare. Gli inquinanti originati dal traffico veicolare contribuiscono in modo sostanziale alla produzione di particolato, specialmente per quanto riguarda la frazione fine (PM₁₀). Nella maggior parte delle città si registra un incremento percentuale significativo della frazione PM₁₀, anche in presenza di una diminuzione della quantità totale di particolato. Nelle città in cui sono monitorate entrambe le frazioni di particolato (PST e PM₁₀), e in alcuni casi studio specifici, è stato registrato un rapporto percentuale del PM₁₀ sul particolato totale variabile dal 40 all'80%. La concentrazione media della frazione respirabile PM_{2,5} risulta generalmente pari al 45-60% della frazione inalabile PM₁₀.

Come già ricordato, le dimensioni delle particelle determinano il grado di penetrazione all'interno dell'apparato respiratorio. Le particelle che si depositano nel tratto superiore o extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione; quelle che si depositano nel tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi e bronchioli) possono causare costrizione e riduzione della capacità epurativa dell'apparato respiratorio e aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema).

Il particolato 'assorbe' gli inquinanti gassosi presenti nell'aria (ad esempio SO₂ e IPA), per cui può

indurre effetti sistemici su specifici organi bersaglio a seguito del rilascio nei fluidi biologici degli inquinanti da esso veicolati. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici. E' stato accertato un effetto sinergico in seguito all'esposizione combinata di polveri e SO₂. Studi più recenti hanno dimostrato che effetti sanitari significativi sono registrabili anche per limitate esposizioni al particolato (<100 µg/m³ per un breve periodo). Visto lo stato attuale delle conoscenze, l'OMS non ha ritenuto di specificare linee guida univoche a cui attenersi per una efficace prevenzione sanitaria.

Benzene (C₆H₆)

Il benzene è un liquido incolore dotato di un odore caratteristico. Si tratta di un idrocarburo aromatico che veniva utilizzato, soprattutto in passato, come tipico costituente delle benzine. Gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione in ambito urbano: circa l'85% viene immesso nell'aria con i gas di scarico e il rimanente 15% per evaporazione del combustibile.

L'intossicazione di tipo acuto è dovuta all'azione sul sistema nervoso centrale. A concentrazioni moderate tra i sintomi ricordiamo stordimento, eccitazione e pallore seguiti da debolezza, mal di testa, respiro affannoso, senso di costrizione al torace. A livelli più elevati si registrano: eccitamento, euforia e ilarità, seguiti da fatica e sonnolenza e, nei casi più gravi, arresto respiratorio. Fra gli effetti a lungo termine vanno menzionate le interferenze sul processo emopoietico (con riduzione progressiva di eritrociti, leucociti e piastrine) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente esposti. Il benzene è stato inserito da *International Agency for Research on Cancer (IARC)* nel gruppo 1 cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

Benzo(a)pirene (IPA)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono costituiti da due o più anelli aromatici condensati e derivano dalla combustione incompleta di numerose sostanze organiche. La fonte più importante di origine antropica è rappresentata dalle emissioni veicolari seguita dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori.

Gli IPA sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona la penetrazione e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Gli IPA presenti nell'aerosol urbano sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di 2 µm cioè in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e i tessuti. Oltre ad essere degli irritanti di naso, gola ed occhi sono riconosciuti per le proprietà mutagene e cancerogene. E' accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA a carico delle cellule del polmone, e tra questi anche del benzo(a)pirene (BaP) (gli IPA sono stati inseriti nel gruppo 1 della classificazione *IARC*). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra BaP e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

Metalli pesanti

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi (con densità > 5 g/cm³), anche se quelli rilevanti da un punto di vista ambientale sono solo una ventina. Tra i più importanti ricordiamo: arsenico (*As*), cadmio (*Cd*), cromo (*Cr*), rame (*Cu*), ferro (*Fe*), mercurio (*Hg*), manganese (*Mn*), piombo (*Pb*), nichel (*Ni*), stagno (*Sn*), zinco (*Zn*).

Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono principalmente l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerodisperso; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla

tipologia della sorgente di emissione. Le concentrazioni in aria di alcuni metalli nelle aree urbane e industriali può raggiungere valori 10-100 volte superiori a quelli delle aree rurali.

La principale fonte di inquinamento atmosferico da piombo nelle aree urbane era, fino a pochi anni fa, costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Le altre fonti antropiche sono: la combustione del carbone e dell'olio combustibile, i processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono *Pb*, le fonderie, le industrie ceramiche e gli inceneritori di rifiuti.

Il *Pb* assorbito attraverso l'epitelio polmonare entra nel circolo sanguigno e si distribuisce in quantità decrescenti nelle ossa, nel fegato, nei reni, nei muscoli e nel cervello. L'intossicazione acuta è rara e si verifica solo in seguito all'ingestione o all'inalazione di notevoli quantità di *Pb*. La tossicità del *Pb* può essere spiegata in parte dal fatto che, legandosi ai gruppi sulfidrilici delle proteine o sostituendo ioni metallici essenziali, interferisce con diversi sistemi enzimatici. Tutti gli organi costituiscono potenziali bersagli e gli effetti sono estremamente vari (anemia, danni al sistema nervoso centrale e periferico, ai reni, al sistema riproduttivo, cardiovascolare, epatico, endocrino, gastro-intestinale e immunitario). I gruppi maggiormente a rischio sono costituiti dai bambini e dalle donne in gravidanza. Il livello di piombo nel sangue è l'indicatore più attendibile di esposizione ambientale. Le linee guida dell'OMS indicano un valore critico pari ad una concentrazione di 100 µg/l e su questa base è stata proposta la stima della concentrazione media annuale in aria (0,5 µg/m³). Alcuni studi condotti su bambini indicano che una ricaduta al suolo giornaliera (*fallout*) superiore a 250 µg/m² è responsabile di un significativo incremento di piombo nel sangue.

	SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO mg/m ³	PTS µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	O ₃ µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	IPA ng/m ³	Pb µg/m ³
Livelli naturali		0,4-9,4	0,06-0,14				40-70		~ 0	6 *10 ⁻⁴
Aree isolate o di fondo										
- media 24 h								0,51		
- media anno	< 5								< 1 ⁽²⁾	
Aree rurali										
- max 1 h							200-520			
- media 7 h							40-100			
- media 24 h								1,5		
- media anno	5-25				(1)	(1)		1-5		
Aree urbane città europee										
- max 1 h			< 60				300-400			
- media 8 h			< 20							
- media 24 h	< 500			200-400			< 120	1-10		
- media anno	< 100			50-150	20-98				3-6 ⁽²⁾	
Aree urbane paesi industrializzati										
- media 1 h		940					60-100			0,17-0,18 ⁽³⁾
- max 1 h		75-1000					< 400			
- media 24 h		400					< 120	2,8-40		
- media anno	< 100	20-90			18-47	11-30			1-6 ⁽²⁾	
Aree urbane paesi in via di sviluppo										
- media 24 h	< 125									
- media anno	20-40	> 200		> 300	> 100					

Note

(1) a causa della notevole capacità di dispersione delle polveri fini i valori medi registrati nelle aree rurali sono spesso comparabili con i valori minimi delle adiacenti aree urbane (fino a 100 Km di distanza);

(2) la maggior parte delle misurazioni si riferiscono al benzo(a)pirene (BaP) assunto come indicatore del profilo IPA;

(3) si tratta di "misurazioni spot" in differenti città europee e statunitensi e non riferibili con precisione ad un tempo di mediazione di 1 ora;

Tabella IV.1 Livelli ambientali dei principali inquinanti dell'aria registrati in differenti località e condizioni medie (WHO, 1999).

Linee guida OMS	SO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO mg/m ³	PTS µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	O ₃ µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	IPA ng/m ³	Pb µg/m ³
- media 10 m	500									
- media 15 m			100							
- media 30 m			60							
- media 1 h		200	30				150-200 ⁽³⁾			
- media 8 h			10				120			
- media 24 h	125									
- media anno	50	40								0,5 ⁽⁵⁾
- altro				(1)	(1)(2)	(2)		(4)	(4)	

Note

(1) non esistono indicazioni precise sul tempo minimo di esposizione per evitare significativi effetti sulla salute;

(2) il valore di PM_{2.5} (polveri inalabili) è considerato il miglior indicatore per prevenire eventuali rischi sanitari: non sono state fornite precise linee guida a breve e/o a lungo termine ma è raccomandata la minor esposizione possibile con elevata presenza di SO₂ e metalli pesanti aerodispersi;

(3) raccomandato nell'edizione del 1987; le più recenti ricerche considerano questa linea guida superflua perché il livello di protezione per la media di 8 h è preventivo anche nei confronti di eventuali esposizioni a breve termine (e quindi comprensivo anche della media di 1 h);

(4) non applicabile: benzene e benzo(a)pirene sono stati inseriti da IARC (*International Agency for Research on Cancer*) nel gruppo 1 cioè tra le sostanze ad accertato potere cancerogeno per cui non è possibile definire linee guida per i livelli minimi accettabili di esposizione.

(5) il livello di Pb nel sangue è l'indicatore più attendibile delle esposizioni ambientali; le linee guida indicano un valore critico di concentrazione nel sangue pari a 100 µg/l e quindi su questa base è stata proposta la stima della concentrazione media annuale in aria.

Tabella IV.2 Linee guida di esposizione previste dall'OMS per escludere significativi effetti sulla salute umana (WHO, 1999).

Appendice V. Limiti di esposizione negli ambienti di lavoro

In Tabella V.1 viene proposto un confronto tra le concentrazioni medie ambientali delle sostanze organiche volatili (SOV) rilevate con campionatori passivi nel Comune di San Martino di Lupari e i corrispondenti valori limite di soglia "TLV" definiti per gli ambienti di lavoro. Dal confronto, risulta evidente che le concentrazioni medie ambientali di sostanze organiche volatili (SOV) sono inferiori di un ordine di grandezza di circa 100.000 volte rispetto a quelle stabilite per gli ambienti di lavoro.

Composto	Valori medi ambientali SM di Lupari $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valori di riferimento in ambienti di lavoro		
		TLV-TWA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TLV-STEL $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TLV-C $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Metiletilchetone	8,7	590.000	885.000	-
Acetone	8,7	1.186.000	1.780.000	-
p-Xilene	6,8	434.000	651.000	-
Toluene	4,7	188.000	-	-
Isottano	3,5	-	-	-
Percloroetilene	3,4	170.000	685.000	-
Cicloesano	3,3	1.030.000	-	-
Butanolo	2,7	-	-	152.000
Etilbenzene	2,7	434.000	543.000	-
1,2,4-Trimetilbenzene	2,6	123.000	-	-
Butilacetato	2,5	713.000	950.000	-
o-xilene	2,5	434.000	651.000	-
Pentano	2,4	1.770.000	-	-
n-Esano	2,3	176.000	-	-
1,3,5-Trimetilbenzene	2,1	123.000	-	-
Metilisopropilchetone	2,1	705.000	-	-
1,2,3-Trimetilbenzene	2,1	123.000	-	-
Isobutilacetato	2,1	713.000	-	-

Tabella V.1 Confronto tra le concentrazioni medie ambientali rilevate nel corso del monitoraggio presso il Comune di San Martino di Lupari con i valori limite di riferimento "TLV" (espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) elaborati dall'ACGIH per la protezione negli ambienti di lavoro (American Conference of Governmental Industrial Hygienists - edizione 1999); per una precisa definizione di TLV-TWA, TLV-STEL, TLV-C si rimanda al testo.

Negli ambienti di lavoro i più significativi e universalmente riconosciuti valori limite di esposizione sono i "TLV" (Toxic Level Value), elaborati dall'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Al fine di semplificare la valutazione degli inquinanti in ambiente di lavoro, gli Igienisti Americani dell'ACGIH hanno definito i TLV in 3 categorie:

1. TLV-TWA (Threshold Limit Value - Time Weighted Average): è il valore limite per esposizioni prolungate nel tempo; rappresenta la concentrazione media, ponderata nel tempo, degli inquinanti presenti nell'aria degli ambienti di lavoro nell'arco dell'intero turno lavorativo a cui si presume che il lavoratore possa trovarsi esposto 8 ore al giorno, per 5 giorni alla settimana, per tutta la durata della vita lavorativa senza risentire effetti dannosi;

2. TLV-STEL (Threshold Limit Value - Short Term Exposure Limit): è il valore limite per esposizioni di breve durata; rappresenta la concentrazione alla quale i lavoratori possono essere esposti per brevi periodi di tempo (max 15 minuti), purché il TLV-TWA non venga superato, senza che insorgano irritazioni, danni cronici o irreversibili dei tessuti, oppure riduzione dello stato di vigilanza che possano aumentare le probabilità di infortuni, o influire sulle capacità di mettersi in salvo in caso di emergenza, o ridurre materialmente l'efficienza lavorativa; uno "STEL" viene definito come l'esposizione media ponderata su un periodo di 15 minuti, che non deve mai essere superata nella giornata lavorativa, anche se la media ponderata su 8 ore è inferiore al TLV;
3. TLV-C (Threshold Limit Value - Ceiling): è il valore limite di soglia massimo; rappresenta quella concentrazione che non può essere mai superata durante tutto il turno lavorativo neanche per un istante; il TLV-C è previsto solo per un insieme di sostanze (che rappresentano quasi un quarto di quelle presenti nella tabella dell'ACGIH) ad azione immediata, irritante sulle mucose o ad effetto narcotico, tale da interferire rapidamente sullo stato di autocontrollo e di attenzione del lavoratore con possibili dannose conseguenze sulla persona stessa (infortuni) o sulle operazioni tecniche cui è preposto.

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti coloro che in vario modo hanno reso possibile la realizzazione del presente rapporto di qualità dell'aria e in particolare:

- G. Boratto, *Assessore Ecologia e Ambiente Comune di San Martino di Lupari*, per il supporto alla realizzazione del progetto di monitoraggio;
- F. Zandarin, R. Compostella, *Comune di San Martino di Lupari*, per l'assistenza tecnica necessaria per l'organizzazione e l'implementazione dello studio in campo;
- D. Amianti e A. Moro, *ITIS "Giulio Natta" di Padova*, per l'aiuto nel posizionamento dei campionatori passivi per il benzene e le aldeidi;
- R. Buso e S. Masiero, *ARPAV Dipartimento Provinciale di Padova*, per l'aiuto nel posizionamento del mezzo mobile e nella raccolta dei campionatori passivi per il benzene e le aldeidi;

ARPAV

DIREZIONE REGIONALE

Direttore Generale P. Cadrobbi

Direttore Area Tecnico Scientifica S. Boato

Via Matteotti 27, 35131 Padova

tel.: 049 8239301 - fax: 049 660966

email: info@arpa.veneto.it

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA

Direttore G.P. Bozzo

Via Ospedale 22, 31121 Padova

tel.: 049 827801 - fax: 049 8227810

email: dappd@arpa.veneto.it