



arpav

Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto

La qualità dell'aria nel Comune di Padova Via Chiesanuova

Monitoraggio 2004



ARPAV

Dipartimento Provinciale di Padova

La qualità dell'aria nel Comune di Padova Via Chiesanuova

Monitoraggio 2004

Realizzato da:

ARPAV

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA

Con la collaborazione di:

COMUNE DI PADOVA

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 metodologia del monitoraggio	4
2. Valutazione e discussione dei risultati	6
2.1 Biossido di zolfo (SO ₂)	6
2.2 Monossido di carbonio (CO)	7
2.3 Biossido di azoto (NO ₂)	8
2.4 Ozono (O ₃)	9
2.5 Polveri fini (PM ₁₀)	11
2.6 Benzo(a)pirene (IPA)	13
2.7 Benzene (C ₆ H ₆)	14
3. Conclusioni	15
4. Scheda sintetica di valutazione	18
Appendice I. Il quadro di riferimento normativo	I
I.1 I parametri di valutazione della qualità dell'aria	I
I.2 Il Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera	VI
Appendice II. I principali inquinanti atmosferici	VIII

1. Introduzione, obiettivi e metodologia del monitoraggio

Il monitoraggio della qualità dell'aria in Via Chiesanuova è stato svolto dal Dipartimento Provinciale ARPAV di Padova su richiesta dell'Amministrazione Comunale a seguito di segnalazione del comitato "Chiesanuova Viva".

L'obiettivo è fornire una valutazione dello *status* dell'ambiente atmosferico attraverso l'analisi della concentrazione degli inquinanti rilevati dal mezzo mobile posizionato dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 per un totale complessivo di 49 giorni in Via Chiesanuova (di fronte alle scuole elementari "Fogazzaro"). Il secondo posizionamento, con l'utilizzo del mezzo mobile APS, è stato predisposto con l'obiettivo specifico di monitorare il PM10 che rappresenta l'inquinante di maggiore criticità nell'area urbana di Padova.

La valutazione 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. 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 esposte in dettaglio nel Capitolo 2. *E' comunque evidente che i risultati del monitoraggio per un breve periodo in una zona limitata dell'area urbana di Padova, come nel caso del posizionamento del mezzo mobile in Via Chiesanuova, forniscono necessariamente una valutazione che rispecchia nelle linee generali i principali elementi di criticità già ampiamente riportati e discussi nei Rapporti Annuali sulla qualità dell'aria per tutto il territorio comunale (Comune di Padova, 1999; ARPAV, 2000; 2001; 2002; 2003) e riassunti nel Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera (Regione Veneto 2003).*

In base alla zonizzazione territoriale adottata nel Piano, approvato il 21/12/04, il Comune di Padova è stato classificato come zona A (alta criticità) per il biossido di azoto (NO₂), le polveri fini (PM10), per il benzo(a)pirene (IPA), come zona B (media criticità) per il benzene (C₆H₆) e infine come zona C (bassa criticità) per il biossido di zolfo (SO₂) e il monossido di carbonio (CO).

Nella Tavola 1 è rappresentato in cartografia tecnica regionale (CTRN 5.000) il punto di stazionamento del mezzo mobile e del campionatore passivo per il benzene in Via Chiesanuova nel Comune di Padova. Questi due punti rappresentano posizioni di misura di tipo 'hot spot' rispetto alla principale fonte di pressione costituita dal traffico stradale.

L'attribuzione della tipologia dei punti di monitoraggio 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 rappresentativa del 'caso peggiore' (sono quindi dei punti utili 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 di '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 valutazione dello stato medio di qualità dell'aria relativo alla zona di indagine.

Considerato quanto esposto, nel caso specifico del monitoraggio in Via Chiesanuova, il mezzo mobile è stato 'assimilato' ad una stazione fissa di tipo 'hot spot'.

Per definire il corretto posizionamento su macro- e micro-scala del mezzo mobile sono state

seguite le linee guida disponibili in letteratura per le stazioni di tipo fisso (non esistono specifiche indicazioni per i mezzi mobili). Il Dipartimento Provinciale ARPAV di Padova ha adottato quale proprio 'standard di qualità' i criteri ricavati dalla letteratura tecnica e normativa disponibile in materia di qualità dell'aria (ISTISAN, 83/48; 87/51; 89/10; EEA, 1999, DM 60/02). Si tratta di linee guida definite per stazioni di tipo fisso e, quindi, come tali non applicabili integralmente al posizionamento del mezzo mobile. Come evidente tali specifiche non garantiscono di per sé la qualità del monitoraggio ma assicurano criteri *minimi* di uniformità e confrontabilità dei dati.

Contestualmente alle misure in automatico sono state effettuati anche dei rilievi del benzene con campionatori passivi manuali. 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 tipici sistemi di monitoraggio in automatico presenti nel mezzo mobile o nelle stazioni di tipo fisso. 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 del benzene).

I campionatori passivi, posizionati al riparo dalle precipitazioni atmosferiche, sono stati fissati ad una altezza di circa 2,5 m dal suolo e lasciati *in situ* mediamente per una settimana. In questo caso, per garantire una migliore rappresentatività dei dati, il campionatore passivo è stato posizionato in Via Chiesanuova di fronte al supermercato "Billa" (cfr. Tavola 1). Successivamente la quantificazione analitica degli inquinanti è stata effettuata in laboratorio. L'utilizzo dei campionatori passivi, previsto dalla DIR 96/62/CE, richiede particolare cura nell'interpretazione dei dati ambientali secondo le indicazioni del "Guidance Report on Preliminary Assessment under EC Air Quality Directives" (JRC/EEA/EC, 1998).

2. Valutazione e discussione dei risultati

In questo capitolo vengono presentati i dati sulle concentrazioni ambientali degli inquinanti atmosferici rilevati durante la campagna di monitoraggio effettuata dal 20/05/2004 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 per un totale complessivo di 49 giorni di stazionamento del mezzo mobile in Via Chiesanuova, di fronte alle scuole elementari “Fogazzaro”, nel Comune di Padova.

La valutazione è riferita, secondo l'impostazione prevista dall'attuale normativa, ai parametri di qualità dell'aria distinti secondo due 'scenari temporali': *a breve* e *a lungo termine*. A questo proposito è importante ricordare che i limiti elencati in Tabella A.I e in Tabella A.II (Appendice I) si riferiscono principalmente alla valutazione dello stato di qualità dell'aria monitorato con stazioni fisse rispondenti a precisi criteri di posizionamento e numero minimo di dati raccolti.

In questo caso invece, la valutazione è riferita a un monitoraggio di breve periodo con mezzo mobile e/o campionatori passivi che non garantisce le stesse condizioni di rappresentatività spaziale (ubicazione rispetto alle principali fonti di emissione) e/o temporale (numero di campioni raccolti) previste dalla normativa vigente per le stazioni di tipo fisso.

Per quanto detto, la valutazione del rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa per i dati ambientali rilevati in Via Chiesanuova deve essere considerata, in particolare per i parametri a lungo termine, esclusivamente con valore indicativo. Inoltre, è evidente che le considerazioni di seguito presentate sono riferite esclusivamente al punto di monitoraggio in Via Chiesanuova e solo parzialmente allo stato generale di qualità dell'aria nel Comune di Padova (la cui valutazione complessiva è riportata in modo esaustivo nei periodici Rapporti Annuali pubblicati sistematicamente a partire dal 1999).

Infine, verrà fornita per ogni inquinante l'indicazione dei valori medi registrati nel medesimo periodo presso le stazioni fisse di monitoraggio di Arcella ('hot spot') e di Mandria ('background'). Tale confronto serve per confermare, a seguito del limitato periodo di monitoraggio effettuato in Via Chiesanuova, gli elementi di valutazione comuni con lo stato di qualità dell'aria rilevato in continuo presso due stazioni fisse di monitoraggio ubicate nell'area urbana del Comune di Padova.

2.1 Biossido di zolfo (SO₂)

I livelli ambientali di biossido di zolfo 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).

Le concentrazioni di biossido di zolfo monitorate in Via Chiesanuova dal 20/05/04 al 15/06/04 sono riportate in Tabella 2.1. Come risulta evidente dalla tabella, i valori riportati sono ampiamente inferiori ai limiti previsti dalla normativa e tali da non destare alcuna preoccupazione. Inoltre, dal confronto dei dati rilevati presso la stazione fissa di Mandria si nota una sostanziale concordanza dei valori medi ambientali che indirettamente conferma il giudizio positivo espresso per questo inquinante.

Descrizione parametro, statistica, tempo di mediazione e riferimento normativo	concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) periodo monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04	
	Padova - Via Chiesanuova	Mandria PD
Media (medie 1h)	4	2
Max (medie 1h)	17	25
Valore limite $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mediana medie 24 h, DPR 203/88, fino al 31/12/04)	4	2
Valore limite $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (98° perc. medie 24 h, DPR 203/88, fino al 31/12/04)	6	5

Tabella 2.1 Biossido di zolfo (SO_2): concentrazione rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova e nel corrispondente periodo presso la stazione fissa di Mandria PD e confronto indicativo con i parametri di valutazione a lungo termine previsti dalla normativa vigente (cfr. Appendice I).

In Figura 2.1 sono rappresentati i livelli medi orari di biossido di zolfo (SO_2) rilevati in Via Chiesanuova durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 ('giorno tipo').

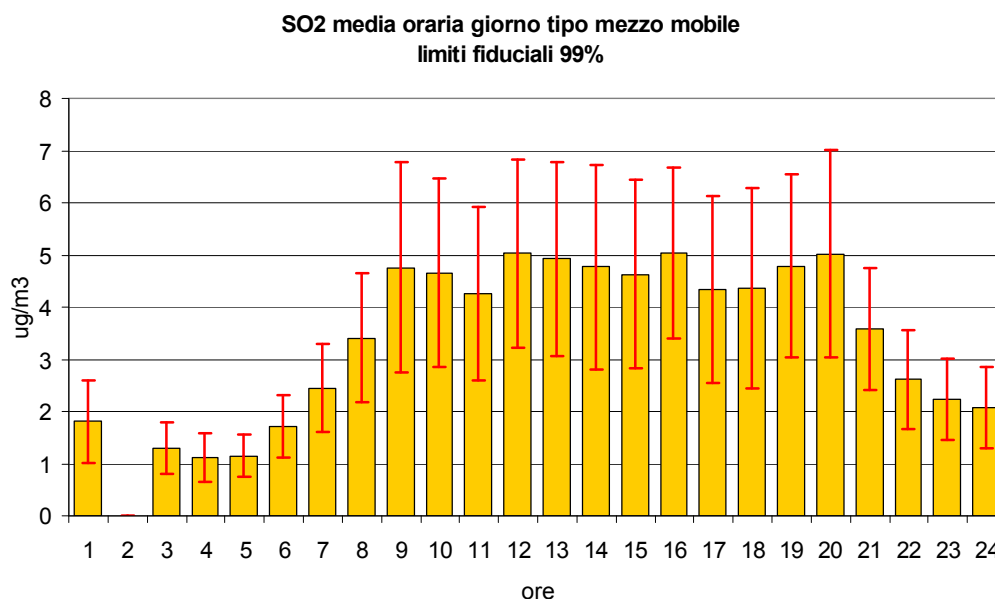


Figura 2.1 Biossido di zolfo (SO_2): media oraria del giorno tipo rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova nel Comune di Padova; le barre di errore indicano il limite fiduciale al 99% della media oraria.

2.2 Monossido di carbonio (CO)

Il monitoraggio del monossido di carbonio (CO) non ha 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 per il 2004 dal DM 60/02 (12 mg/m^3 , media mobile 8h). In Tabella 2.2 sono riportate alcune statistiche descrittive della concentrazione di monossido di carbonio (CO) rilevata in Via Chiesanuova e per confronto nelle stazioni di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

Descrizione parametro, statistica, tempo di mediazione e riferimento normativo	concentrazione (mg/m^3) periodo monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04		
	Padova - Via Chiesanuova	Arcella PD	Mandria PD
Media (medie 1h)	0.8	0.7	0.5
Max (medie 1h)	2.1	2.0	1.8

Tabella 2.2 Monossido di carbonio (CO): concentrazione rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova e nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella PD e di Mandria PD nel Comune di Padova.

In Figura 2.2 sono riportati graficamente i livelli medi orari di monossido di carbonio (CO) rilevati in Via Chiesanuova durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 ('giorno tipo').

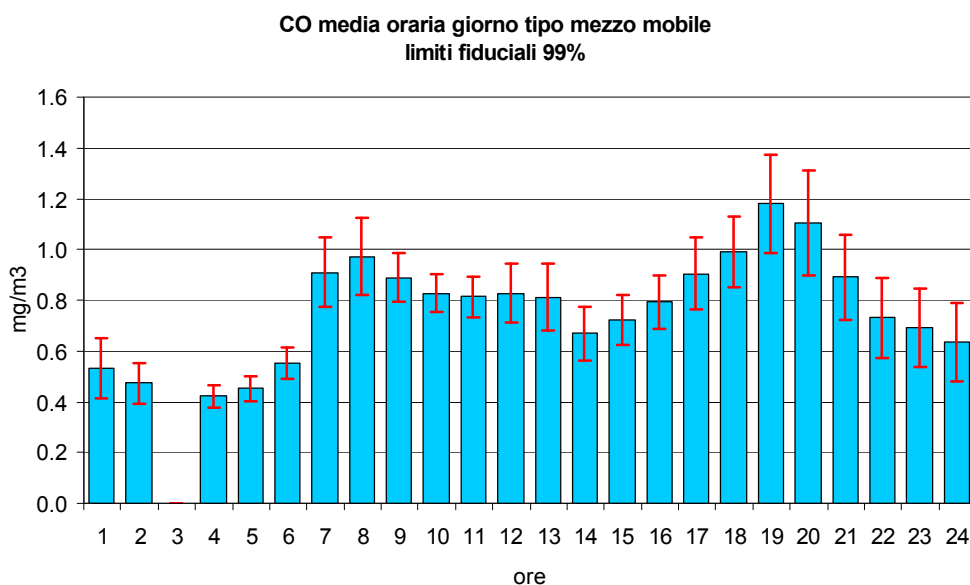


Figura 2.2 Monossido di carbonio (CO): media oraria del giorno tipo rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova; le barre di errore indicano il limite fiduciale al 99% della media oraria.

2.3 Biossido di azoto (NO_2)

Non sono mai stati registrati superamenti né del limite di protezione della salute aumentato del margine di tolleranza ($260 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, media 1h), né della soglia di allarme ($400 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, persistenza per 3h consecutive), previsti dal DM 60/02. Le concentrazioni di biossido di azoto monitorate in Via Chiesanuova dal 20/05/04 al 15/06/04 sono riportate in Tabella 2.3.

Descrizione parametro, statistica, tempo di mediazione e riferimento normativo	concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) periodo monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04		
	Padova - Via Chiesanuova	Arcella PD	Mandria PD
Max (medie 1h)	177	139	133
Valore limite $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (98° perc. medie 1 h, DPR 203/88, fino al 31/12/04)	133	112	92
Valore limite protezione salute $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media medie 1h, DM 60/02, dal 01/01/2010)	72	56	40
Valore limite protezione salute $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media medie 1h, DM 60/02, anno 2004)			

Tabella 2.3 Biossido di azoto (NO_2): concentrazione rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova e nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella PD e di Mandria PD e confronto indicativo con i parametri di valutazione a lungo termine previsti dalla normativa vigente (cfr. Appendice I).

In Figura 2.3 sono riportati graficamente i livelli medi orari di biossido di azoto (NO_2) rilevati in Via Chiesanuova durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 ('giorno tipo').

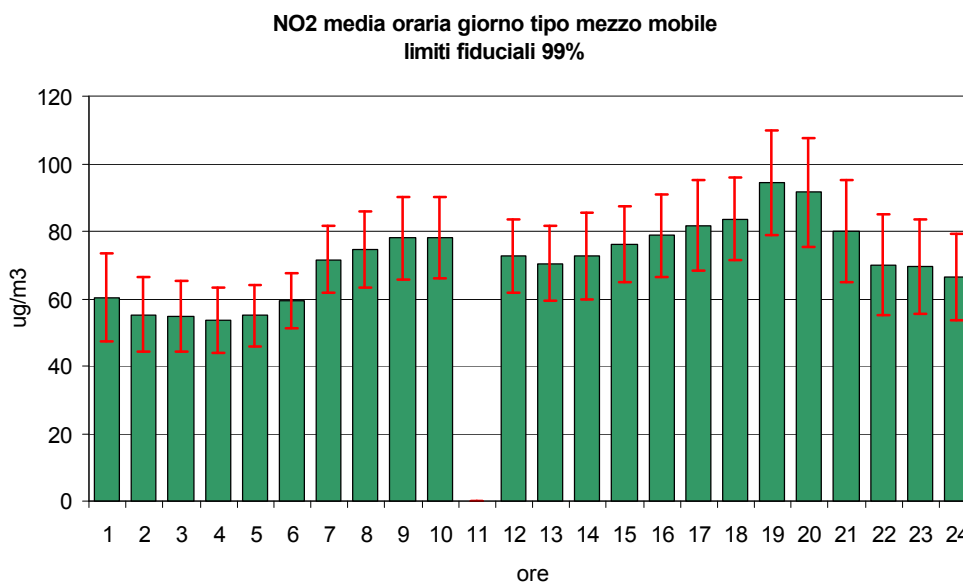


Figura 2.3 Biossido di azoto (NO_2): media oraria del giorno tipo rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova; le barre di errore indicano il limite fiduciale al 99% della media oraria.

2.4 Ozono (O_3)

In Tabella 2.4 sono riassunti il numero di superamenti dei limiti per l'ozono (O_3) rilevati in Via Chiesanuova dal 20/05/04 al 15/06/04 e per confronto nello stesso periodo presso le stazioni fisse di Arcella PD e di Mandria PD nel Comune di Padova. Nonostante il limitato periodo di

campionamento (26 gg) sono stati rilevati superamenti del livello di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media 1h) e del livello di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media mobile 8h). Il numero di superamenti registrati per questi parametri risulta sostanzialmente in linea con quanto verificato nel medesimo periodo presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria. Invece, non è mai stata superata la soglia di allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, concentrazione per 3 h consecutive).

Descrizione parametro, statistica, tempo di mediazione e riferimento normativo	n. eventi critici periodo monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04		
	Padova - Via Chiesanuova	Arcella PD	Mandria PD
Soglia di informazione $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lgs. 183/04, media 1h)	5	3	14
Soglia di allarme $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lgs. 183/04, conc. per 3h consecutive)	0	0	0
Valore limite di protezione della salute $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽¹⁾ (D.Lgs. 183/04, media mobile 8 h)	48	15	60

Note

(1) media mobile su 8 h trascinata (24 records/die)

Tabella 2.4 Ozono (O_3): numero di superamenti dei parametri di valutazione a breve termine previsti dalla normativa vigente (cfr. Appendice I) rilevati durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova e nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella PD e di Mandria PD nel Comune di Padova.

In Figura 2.4 sono riportati graficamente i livelli medi orari di ozono (O_3) rilevati in Via Chiesanuova durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 ('giorno tipo').

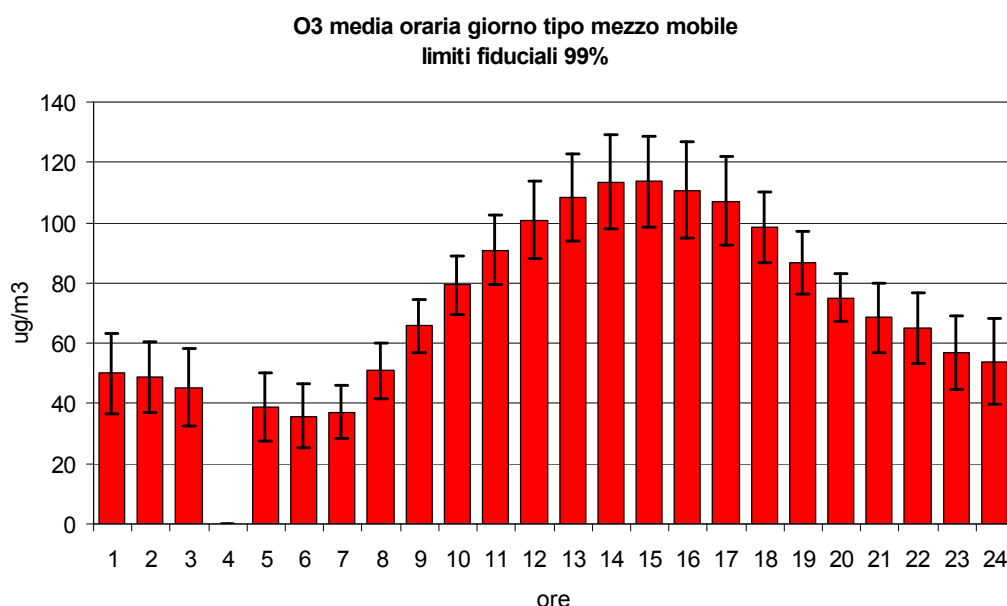


Figura 2.4 Ozono (O_3): media oraria del giorno tipo rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova; le barre di errore indicano il limite fiduciale al 99% della media oraria.

C'è inoltre da ricordare che l'ozono è un inquinante di tipo secondario la cui formazione non è direttamente e semplicemente riconducibile alle fonti di emissione e quindi come tale esula dallo scopo principale del monitoraggio in Via Chiesanuova (che riguarda essenzialmente la valutazione dell'impatto delle emissioni da traffico veicolare sulla qualità dell'aria locale).

2.5 Polveri fini (PM₁₀)

In Tabella 2.6 è riportato il numero di campioni di PM₁₀ analizzati e il numero di superamenti del limite di protezione della salute (DM 60/02) registrati durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 in Via Chiesanuova e per confronto negli stessi periodi presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

Descrizione parametro, statistica, tempo di mediazione e riferimento normativo	n. eventi critici periodo monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04		
	<i>Padova - Via Chiesanuova</i>	<i>Arcella PD</i>	<i>Mandria PD</i>
	<i>n= 50 (*)</i>	<i>n= 33 (*)</i>	<i>n= 49 (*)</i>
<i>Superamenti valore limite protezione salute 50 µg/m³ (media 24 h, DM 60/02, dal 01/01/05)</i>	12	14	10
<i>Superamenti valore limite protezione salute 55 µg/m³ (media 24 h, DM 60/02, anno 2004)</i>	11	11	8

Nota
(*) numero di campioni analizzati (medie 24h) durante il periodo di monitoraggio

Tabella 2.5 Polveri fini (PM₁₀): numero di superamenti dei parametri di valutazione a breve termine previsti dalla normativa vigente (cfr. Appendice I) rilevati durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 in Via Chiesanuova e nei corrispondenti periodi presso le stazioni fisse di Arcella PD e di Mandria PD.

In Tabella 2.6 è riportata la media di PM₁₀ rilevata durante il monitoraggio in Via Chiesanuova e il confronto indicativo con il valore limite annuale di protezione della salute (DM 60/02). Inoltre, a scopo comparativo sono riportate le medie registrate nei corrispondenti periodi di monitoraggio presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

Descrizione parametro, statistica, tempo di mediazione e riferimento normativo	concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) periodo monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04		
	Padova - Via Chiesanuova	Arcella PD	Mandria PD
	<i>n</i> = 50 (*)	<i>n</i> = 33 (*)	<i>n</i> = 49 (*)
Valore limite protezione salute 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media medie 24 h, DM 60/02, dal 01/01/05)	45	53	38
Valore limite protezione salute 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media medie 24 h, DM 60/02, anno 2004)			
Nota (*) numero di campioni analizzati (medie 24h) durante il periodo di monitoraggio			

Tabella 2.6 Polveri fini (PM_{10}): concentrazione rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 in Via Chiesanuova e nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella PD e di Mandria PD e confronto indicativo con i parametri di valutazione a lungo termine previsti dalla normativa vigente (cfr. Appendice I).

In Figura 2.5 è rappresentato graficamente il confronto della media giornaliera di PM_{10} rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 in Via Chiesanuova e la media nei corrispondenti periodi presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria.

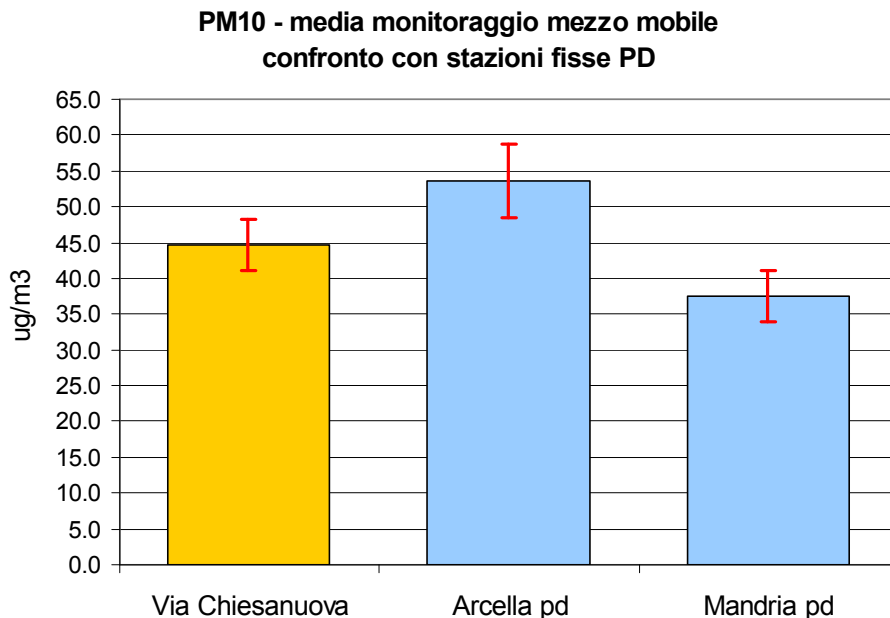


Figura 2.5 Polveri fini (PM_{10}): confronto delle concentrazioni medie rilevate durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 in Via Chiesanuova e nel corrispondente periodo presso le stazioni di Arcella PD e di Mandria PD nel Comune di Padova.

2.6 Benzo(a)pirene (IPA)

In Tabella 2.7 è riportata la media di benzo(a)pirene rilevata nei campioni di PM10 raccolti durante il monitoraggio in Via Chiesanuova e il confronto indicativo con l'obiettivo di qualità previsto dal DM 25/11/94. Inoltre, per confronto sono riportate le medie registrate nel corrispondente periodo di monitoraggio presso le stazioni di fisse di Arcella e di Mandria.

Descrizione parametro, statistica, tempo di mediazione e riferimento normativo	concentrazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) periodo monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04		
	<i>Padova - Via Chiesanuova</i>	<i>Arcella PD</i>	<i>Mandria PD</i>
	<i>n= 5 (*)</i>	<i>n= 5 (*)</i>	<i>n= 5 (*)</i>
Obiettivo di qualità $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ (media mobile annuale, DM 25/11/94)	0.10	0.10	0.12

Nota
(*) numero di campioni analizzati (medie 24h) durante il periodo di monitoraggio

Tabella 2.7 Benzo(a)pirene (IPA): concentrazione rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova e nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella PD e di Mandria PD e confronto indicativo con i parametri di valutazione a lungo termine previsti dalla normativa vigente (cfr. Appendice I).

In Figura 2.6 è rappresentato graficamente il confronto della media di benzo(a)pirene registrata dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova e la media rilevata nel corrispondente periodo presso le stazioni di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

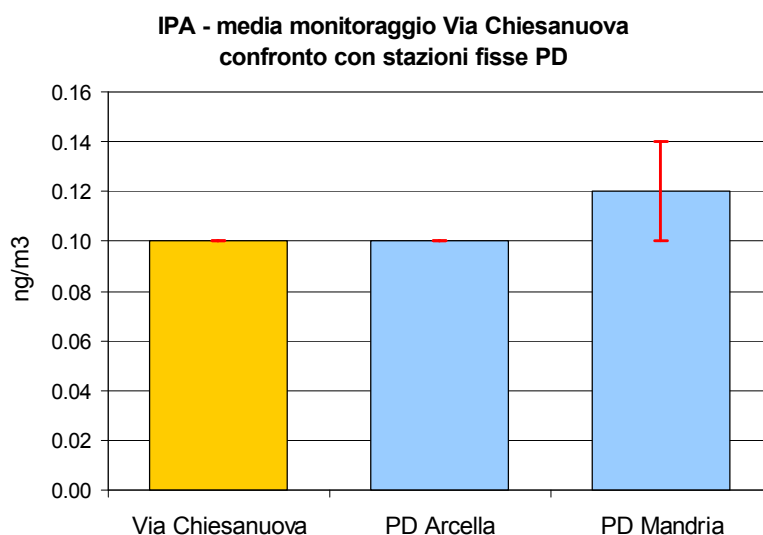


Figura 2.6 Benzo(a)pirene (IPA): confronto delle concentrazioni medie rilevate durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 in Via Chiesanuova e nel corrispondente periodo presso le stazioni di Arcella PD e di Mandria PD nel Comune di Padova.

2.7 Benzene (C₆H₆)

In Tabella 2.8 è riportata la media di benzene rilevata durante i due monitoraggi in Via Chiesanuova e il confronto indicativo con il valore limite di protezione della salute (DM 60/02). Inoltre, per confronto sono riportate le medie registrate nei periodi corrispondenti presso le stazioni di fisse di Arcella e di Mandria.

Descrizione parametro, statistica, tempo di mediazione e riferimento normativo	concentrazione (µg/m ³) periodo monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04		
	<i>Padova - Via Chiesanuova</i>	<i>Arcella PD</i>	<i>Mandria PD</i>
	<i>n= 8^(*)</i>	<i>n= 49^(**)</i>	<i>n= 9^(*)</i>
Valore limite protezione salute 10 µg/m ³ (media annuale, DM 60/02, fino al 31/12/05)	3.5	3.9	1.7

Nota
 (*) numero di campioni analizzati a seguito di prelievo settimanale mediante campionatore passivo Radiello
 (**) numero di campioni analizzati a seguito di prelievo giornaliero mediante fiala di carbone attivo

Tabella 2.8 Benzene (C₆H₆): concentrazione rilevata durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 in Via Chiesanuova e nel corrispondente periodo presso le stazioni fisse di Arcella PD e Mandria PD e confronto indicativo con i parametri di valutazione a lungo termine previsti dalla normativa vigente (cfr. Appendice I).

In Figura 2.7 è rappresentata la media di benzene registrata durante i due periodi di monitoraggio in Via Chiesanuova e la media complessiva registrata nei corrispondenti periodi presso le stazioni di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

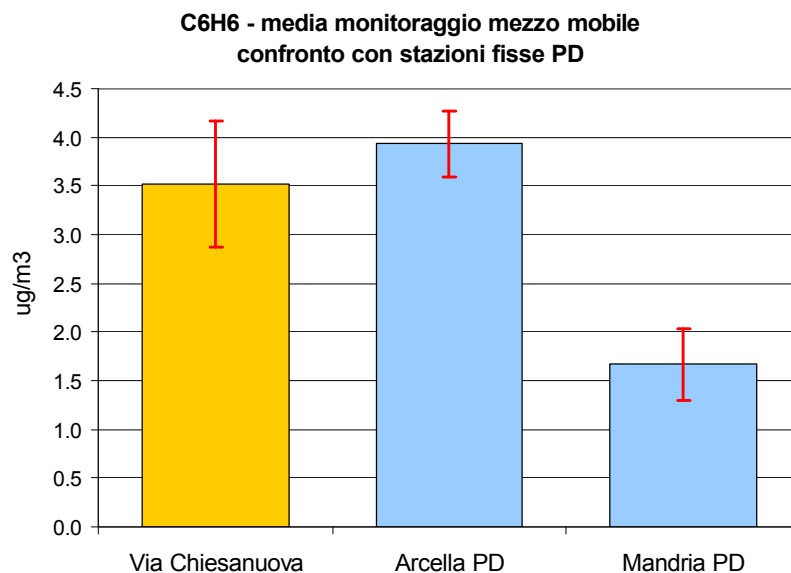


Figura 2.7 Benzene (C₆H₆): confronto delle concentrazioni medie rilevate durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 in Via Chiesanuova e nei corrispondenti periodi presso le stazioni di Arcella e di Mandria nel Comune di Padova.

3. Conclusioni

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

Il monitoraggio dello stato di qualità dell'aria in Via Chiesanuova a Padova è stato svolto tramite una campagna di misura con mezzo mobile, posizionato dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04, per un totale complessivo di 49 giorni. Il secondo posizionamento, effettuato con l'ausilio del mezzo mobile APS dal 26/10/04 al 19/11/04, è stato predisposto con l'obiettivo specifico di monitorare il PM10 che rappresenta l'inquinante di maggiore criticità nell'area urbana di Padova.

L'analisi presentata nel Capitolo 2 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 *a breve e a lungo termine* secondo l'impostazione prevista dall'attuale normativa richiede alcune precauzioni. I limiti elencati in Tabella A.I e Tabella A.II (Appendice I) si intendono studiati principalmente per la valutazione dello stato di qualità dell'aria monitorato con stazioni fisse rispondenti a precisi criteri di posizionamento e numero minimo di dati raccolti. Inoltre, è 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 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. Appendice I, paragrafo I.2).

La valutazione proposta per i dati di qualità dell'aria rilevati in Via Chiesanuova utilizza come riferimento generale tali limiti, considerando che il monitoraggio con mezzo mobile e/o campionatori passivi non può garantire tutte le condizioni di rappresentatività spaziale (ubicazione rispetto alle principali fonti di pressione) e temporale (numero di campioni raccolti) previste dalla normativa vigente per le stazioni di tipo fisso. Pertanto la verifica del rispetto dei limiti, in particolare a lungo termine, per i dati di Via Chiesanuova *deve essere considerata esclusivamente con valore indicativo*. E' evidente che il giudizio riferito ai valori limite a lungo termine è solo *'presuntivo'* perché può essere confermato solo dall'analisi dei dati rilevati con un monitoraggio in continuo di durata almeno annuale e che le conclusioni di seguito presentate sono riferite esclusivamente al punto di monitoraggio con mezzo mobile ubicato in Via Chiesanuova. *D'altro canto, i risultati del monitoraggio per breve periodo in una zona limitata dell'area urbana di Padova, come nel caso di Via Chiesanuova, forniscono necessariamente una valutazione che ripercorre i principali elementi di criticità già ampiamente delineati nei Rapporti Annuali sulla qualità dell'aria redatti dal 1999 e sintetizzanti nel Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera (Regione Veneto 2003).*

In base alla zonizzazione territoriale del Piano, attualmente all'esame della competente Commissione del Consiglio Regionale, il Comune di Padova è stato classificato come zona A (alta criticità) per il biossido di azoto (NO₂), le polveri fini (PM₁₀), per il benzo(a)pirene (IPA),

come zona B (media criticità) per il benzene (C_6H_6) e infine come zona C (bassa criticità) per biossido di zolfo (SO_2) e monossido di carbonio (CO).

Di seguito riassumiamo le principali conclusioni sul monitoraggio dello stato di qualità dell'aria per: *biossido di zolfo (SO_2)*, *monossido di carbonio (CO)*, *biossido di azoto (NO_2)*, *ozono (O_3)*, *polveri fini (PM_{10})*, *benzo(a)pirene (IPA)*, *benzene (C_6H_6)*.

Le concentrazioni di *biossido di zolfo (SO_2)* sono risultate ampiamente inferiori ai limiti previsti dalla normativa (paragrafo 2.1).

Analogamente, per il *monossido di carbonio (CO)*, non sono mai stati registrati superamenti del valore limite di protezione della salute (paragrafo 2.2).

Il *biossido di azoto (NO_2)* non ha registrato alcun superamento del valore limite di protezione della salute a breve termine ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, DM 60/02), né 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 in Via Chiesanuova ha evidenziato dal 20/05/04 al 15/06/04 una concentrazione media di $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e cioè sensibilmente superiore al valore limite annuale di protezione della salute ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). È evidente che si tratta di una valutazione impropria rispetto ai parametri a lungo termine che però fornisce una indicazione di 'tendenza' da confrontare con i valori medi registrati nel corrispondente periodo di monitoraggio presso le stazioni fisse di Arcella ($56 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e di Mandria ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Il valore del 98° percentile delle medie orarie di NO_2 registrato in Via Chiesanuova è risultato uguale a $133 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e quindi inferiore al limite stabilito dal DPR 203/88 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$); valori leggermente inferiori, comunque confrontabili, sono stati registrati presso le stazioni di Arcella ($112 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e di Mandria ($92 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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'innesco fotochimico (radiazione solare) di una complessa serie di reazioni che coinvolgono gli ossidi di azoto e le sostanze organiche volatili. Il recente D.Lgs. 183/04 ha semplificato notevolmente la normativa riguardante l'ozono introducendo nuovi limiti per la protezione della salute e la protezione della vegetazione. Rispetto al valore limite di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, media mobile su 8h trascinata) si può rilevare dall'analisi dei dati presentati nel paragrafo 2.4 che il numero di eventi critici registrati in Via Chiesanuova (48 superamenti) è sostanzialmente in linea con le condizioni medie verificate nel medesimo periodo di osservazione presso le stazioni fisse di Arcella (15 superamenti) e di Mandria (60 superamenti).

Le *polveri fini (PM_{10})* rappresentano la parte più rilevante dell'inquinamento atmosferico nelle principali aree urbane del Veneto. 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 prescrive un limite alla concentrazione media annuale uguale a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Rispetto al valore limite giornaliero, durante le campagne di monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 in Via Chiesanuova sono stati rilevati 12 superamenti del limite di protezione della salute di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal DM 60/02 (paragrafo 2.5). Nei corrispondenti periodi presso le stazioni di Arcella e di Mandria presenti nell'area urbana di Padova sono stati registrati un numero analogo di eventi critici (rispettivamente 14 e 10 superamenti).

Rispetto al limite di protezione della salute *a lungo termine*, il valore medio delle polveri fini registrato in Via Chiesanuova è risultato uguale a $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e quindi di poco superiore al limite previsto dal DM 60/02 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Concentrazioni analoghe sono state registrate, considerando gli stessi periodi, presso le stazioni fisse di Arcella ($53 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e di Mandria ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nel Comune di Padova. *E' infatti evidente che per un inquinante quale il PM₁₀, caratterizzato da una forte capacità dispersiva, la valutazione su lungo periodo per l'area di Via Chiesanuova risulterà necessariamente allineata sui valori medi di concentrazione rappresentativi del territorio urbano del Comune di Padova e monitorati in continuo presso le stazioni fisse di Arcella e Mandria.*

Il *benzo(a)pirene (IPA)* ha evidenziato durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 un valore medio di concentrazione uguale al limite di rilevabilità strumentale ($0.1 \text{ ng}/\text{m}^3$) e, quindi, nettamente inferiore al limite annuale di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ stabilito dal DM 25/11/94 (cfr. paragrafo 2.6). E' però evidente che, come già ricordato per il PM₁₀, si tratta di una stima indicativa sia perché basata su un numero limitato di campioni, sia perché si tratta di un periodo dell'anno in cui tipicamente si registrano basse concentrazioni di inquinante (identici valori sono stati registrati anche presso le stazioni fisse di Arcella e di Mandria). Per una valutazione più appropriata del *benzo(a)pirene* sarebbe quindi necessario riferirsi a un periodo di monitoraggio più lungo che comprenda almeno una parte dei mesi invernali più critici. *E' comunque scontato che, anche nel caso di un monitoraggio di lungo periodo, le eventuali valutazioni finali per questo inquinante, così come per il PM₁₀, saranno del tutto analoghe a quanto rilevato in continuo presso le stazioni fisse di Arcella e Mandria. Infatti, nell'area urbana di Padova, il benzo(a)pirene rappresenta uno degli inquinanti a più alta criticità come più volte ribadito nei Rapporti Annuali sulla qualità dell'aria periodicamente pubblicati a partire dal 1999.*

Le concentrazioni di *benzene (C₆H₆)* non sembrano destare problemi per il rispetto del limite annuale di protezione della salute stabilito dal DM 60/02 ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cfr. paragrafo 2.7). Nell'area urbana di Padova le concentrazioni medie di benzene hanno registrato negli ultimi 4 anni una sensibile diminuzione e sono risultate sempre inferiori i limiti previsti dall'attuale normativa. I dati medi ambientali rilevati in Via Chiesanuova durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 sono risultati uguali a $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e quindi sensibilmente inferiori al limite di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsto dal DM 60/02 (valido fino a tutto il 2005). La concentrazione media di benzene in Via Chiesanuova risulta pertanto allineata rispetto al valore medio registrato negli stessi periodi di monitoraggio presso la stazione fissa di Arcella ($3.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e, invece, risulta sensibilmente superiore al valore medio registrato presso la stazione di Mandria ($1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Questi risultati rispecchiano esattamente la differente ubicazione dei punti di misura ('hot spot' per Via Chiesanuova e Arcella e 'background' per Mandria) e confermano ulteriormente il valore medio di benzene caratteristico dei monitoraggi in continuo nell'area urbana di Padova.

Concludendo in estrema sintesi, il monitoraggio dello stato di qualità dell'aria in Via Chiesanuova ha confermato nella tipologia e nell'entità i tipici elementi di criticità già ampiamente noti per tutta l'area urbana di Padova (ed estesamente discussi nei periodici Rapporti Annuali pubblicati sistematicamente a partire dal 1999). In particolarei sono da ricordare: le *polveri fini (PM₁₀)*, il *benzo(a)pirene (IPA)*, e nel periodo estivo l'*ozono (O₃)*; in secondo ordine sono da considerare il *biossido di azoto (NO₂)* e il *benzene (C₆H₆)* che richiedono un costante monitoraggio e una periodica attenta valutazione.








4. Scheda sintetica di valutazione

La presente scheda ha l'obiettivo di fornire una valutazione sintetica dello stato di qualità dell'aria rilevato durante il monitoraggio dal 20/05/04 al 15/06/04 e dal 26/10/04 al 19/11/04 per un totale di 49 giorni di posizionamento del mezzo mobile in Via Chiesanuova nel Comune di Padova.




Nella scheda sono riportate in sintesi:

- la motivazione del monitoraggio e le caratteristiche del punto di misura con l'esatta indicazione dell'ubicazione del mezzo mobile e degli eventuali campionatori passivi (incluse le coordinate geografiche);
- gli indicatori di qualità dell'aria selezionati, il riferimento normativo e il relativo giudizio sintetico con la sintesi dei principali elementi di valutazione considerati (come evidente il giudizio espresso per ogni indicatore non può riassumere completamente la valutazione esposta in dettaglio nel Capitolo 2 e 3 poiché si tratta di una riepilogo che focalizza l'attenzione esclusivamente sui principali elementi di criticità).
- la tavola tematica che visualizza graficamente il posizionamento del mezzo mobile sul territorio rispetto ai fogli di cartografia tecnica regionale (CTRN 5.000);

Comune	<i>Padova</i>		
Indirizzo	<i>Via Chiesanuova</i>		
Note sul posizionamento	<i>- mezzo mobile: di fronte alle scuole elementari "Fogazzaro"; - campionatore passivo: di fronte al supermercato "Billa"</i>		
Periodo monitoraggio	<i>dal 20/05/04</i>	<i>al 15/06/04</i>	<i>gg = 26</i>
	<i>dal 26/10/04</i>	<i>al 19/11/04</i>	<i>gg = 23</i>
	<i>tot gg = 49</i>		
Motivazione monitoraggio	<i>richiesta comitato "Chiesanuova Viva"</i>		
Tipologia posizionamento	<i>hot spot (traffico)</i>		
Coordinate cartesiane punto mezzo mobile (GBO)	<i>x = 1721691.9</i>	<i>y = 5033040.2</i>	
Coordinate cartesiane punto campionatore passivo (GBO)	<i>x = 1722628.5</i>	<i>y = 5032596.8</i>	
Foglio CTR 5000	<i>126153</i>		
Ulteriori osservazioni sulla campagna di monitoraggio	<i>il posizionamento dal 26/10/04 al 19/11/04 è stato effettuato con il mezzo mobile APS specificatamente per monitorare il PM10</i>		

Indicatore di qualità dell'aria	Riferimento normativo	Giudizio sintetico	Elementi di valutazione considerati
Biossido di zolfo (SO ₂)	DM 60/02 DPR 203/88		Nessun superamento dei parametri a breve termine e concentrazione media inferiore ai limiti previsti dalla normativa (cfr. paragrafo 2.1)
Monossido di carbonio (CO)	DM 60/02 DPCM 28/03/88		Nessun superamento dei parametri a breve termine e concentrazione media inferiore ai limiti previsti dalla normativa (cfr. paragrafo 2.2)
Biossido di azoto (NO ₂)	DM 60/02 DPR 203/88		Nessun superamento del valore limite orario; concentrazione media superiore al limite annuale di protezione della salute e confrontabile con l'area urbana di Padova (cfr. paragrafo 2.3)
Ozono (O ₃)	DM 16/11/96 DIR 2002/3/CE		Superamenti della soglia di informazione e del valore limite di protezione della salute; la valutazione rispecchia la situazione media di tutta l'area urbana di Padova (cfr. paragrafo 2.4)
Polveri fini (PM ₁₀)	DM 60/02		Alcuni superamenti del valore limite giornaliero; concentrazione media prossima al valore limite annuale e confrontabile con tutta l'area urbana di Padova (cfr. paragrafo 2.5 e conclusioni)
Benzo(a)pirene (IPA)	DM 25/11/94	 ?	Concentrazione media confrontabile con tutta l'area urbana di Padova (cfr. paragrafo 2.6 e conclusioni)
Benzene (C ₆ H ₆)	DM 60/02		Concentrazione media confrontabile con tutta l'area urbana di Padova (cfr. paragrafo 2.7 e conclusioni)

Legenda

Simbolo	Giudizio
	Positivo
	Intermedio
	Negativo
?	Informazioni incomplete o non sufficienti

Elenco Tavole di cartografia tematica allegate:

Tavola 1 Punto di stazionamento del mezzo mobile dal 20/05/04 al 15/06/04 e punto di misura con campionatore passivo per il benzene in Via Chiesanuova a Padova.

Tavola 1

**Comune di Padova
Via Chiesanuova:
posizionamento
mezzo mobile e
campionatore passivo
per il monitoraggio
della qualità dell'aria**

Legenda

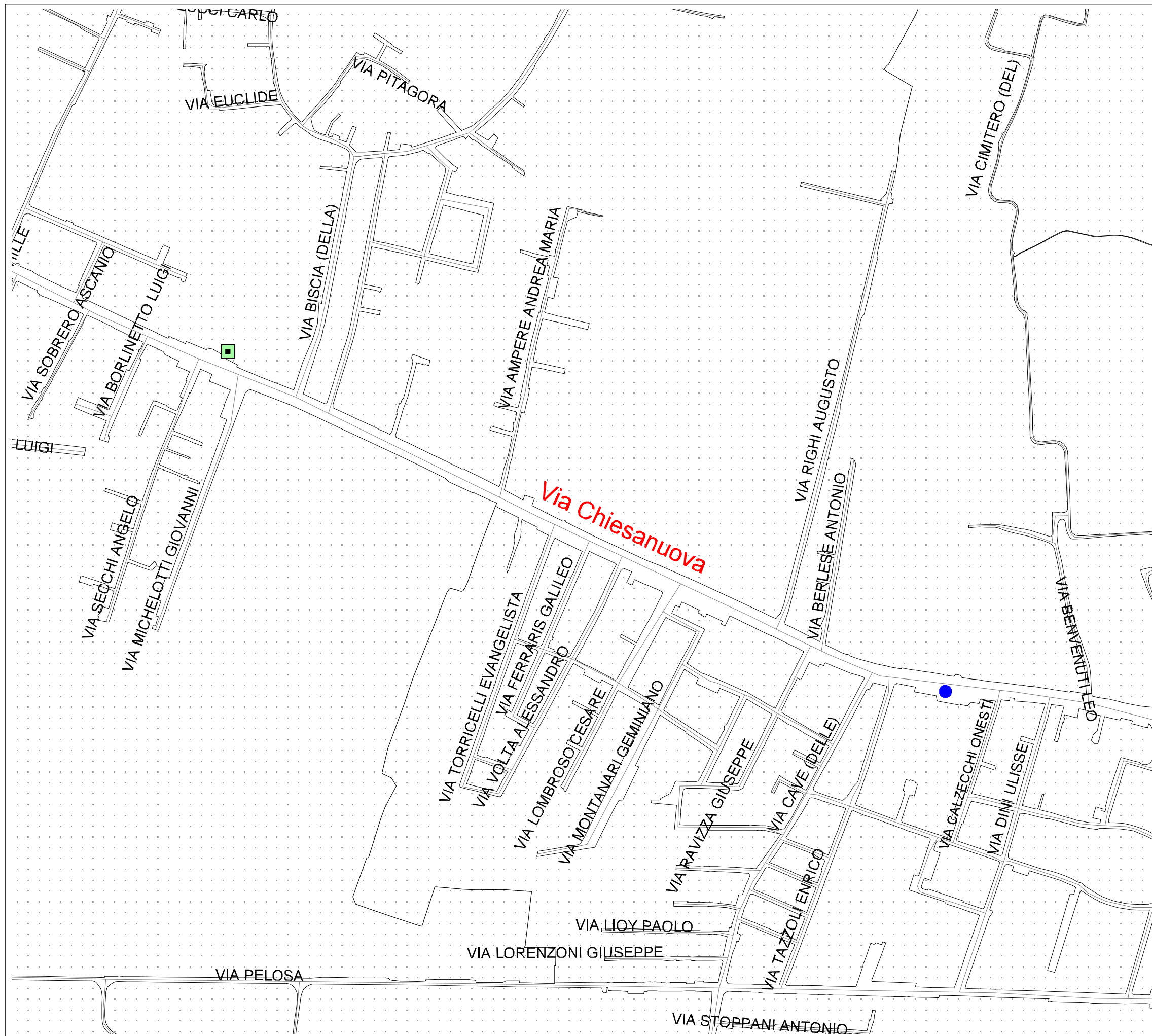
- mezzo mobile
- camp. passivo



scala 1:5000

**La Qualità dell'Aria
nel Comune di Padova
Via Chiesanuova
Monitoraggio
dal 20/05/04 al 15/06/04 e
dal 26/10/04 al 19/11/04**

ARPAV - DAP PD



Appendice I. 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 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 atmosferico.

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 previste 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"¹ 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 di intervenire con provvedimenti mirati a garantire la tutela della salute dei cittadini.

I.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 sulla qualità dell'aria. 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 la conseguente eventuale 'sanzione', verso una *gestione integrata* dell'atmosfera in cui il controllo ambientale serve per fornire le informazioni necessarie per implementare i piani e i programmi di prevenzione e di risanamento da definire a livello regionale.

Rispetto a questa 'nuova' 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 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 inquadrare secondo le seguenti categorie di riferimento:

¹ il riferimento principale, anche se non esclusivo, è relativo all'attuazione dei provvedimenti di limitazione della circolazione dei veicoli a motore nei principali centri urbani.

- *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”;
- *marginie 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 ².

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

Durante la ‘fase transitoria’³, *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 periodica della qualità dell’aria da produrre con scadenza almeno quinquennale);
- la definizione e la successiva implementazione dei piani e 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 superiori ai 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 fino al 2005 ma in alcuni casi limite fino al 2010 (ad esempio, per NO₂, cfr. nota 2 e 3), di fatto, non esistono limiti cogenti ⁴ e, quindi, prescrittivi per la valutazione dello stato di qualità dell’aria.

² 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).

³ 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);

⁴ 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), biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb) e polveri totali sospese (PTS) elencati nel seguito del testo.

Esistono, invece, dei limiti di riferimento *'a cui tendere'* gradualmente attraverso l'implementazione sul territorio delle misure previste dai piani regionali di gestione 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 periodicamente l'efficacia ambientale dell'applicazione dei piani di risanamento, azione e mantenimento di competenza regionale (ove definiti). 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.

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 (quindi, i margini di tolleranza annualmente decrescenti rappresentano dei termini di valutazione per misurare l'efficacia ambientale delle azioni correttive eventualmente già 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).

A partire dal 07/08/04, data di entrata in vigore del D.Lgs. 183/04 di recepimento della Direttiva 21002/3/CE, sono state abrogate tutte le precedenti disposizioni sull'ozono contenute in DPCM 28/03/83, DM 25/11/94 e DM 16/05/96. Il D.Lgs. 183/04 prevede nuovi valori limite (soglia di allarme e informazione, valori bersaglio e obiettivi a lungo termine) sia per la valutazione dell'esposizione della popolazione che della vegetazione (i limiti per la protezione della vegetazione sono da applicare esclusivamente per stazioni di tipo suburbano, rurale o rurale di fondo).

Con l'introduzione dei *'nuovi'* parametri di valutazione della qualità dell'aria previsti dal DM 60/02 e dal D.Lgs. 183/04, si presenta il problema dell'effettiva integrazione dei *'nuovi'* limiti con i *'vecchi'*, formalmente non ancora abrogati, stabiliti dalla *'precedente normativa'*.

Secondo quanto disposto dal DM 60/02 e dal D.Lgs. 183/04 restano in vigore (cfr. nota 4):

- l'*obiettivo di qualità* per il *benzo(a)pirene (IPA)* fissato dal DM 25/11/94;
- i *valori limite*, per il *biossido di zolfo (SO₂)*, il *biossido di azoto (NO₂)*, 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 2 e 3).

Considerato il complesso quadro di riferimento normativo sopra delineato, in Tabella A.I e in Tabella A.II 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. Infine, per i parametri previsti dal D.Lgs. 183/04 non

sono stati indicati i limiti per la protezione della vegetazione (AOT40)⁵ perché previsti per la valutazione della qualità dell'aria presso stazioni di tipo suburbano, rurale o rurale di fondo.

	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	D.Lgs. 183/2004	Soglia di informazione	180	=	Media 1h	
		Soglia di allarme	240	=	Concentrazione per 3 h consecutive superiore alla soglia	
		Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	120	=	Media mobile 8h	(8)
PM₁₀	DM 60/02	Valore limite di protezione della salute	50	5	Media 24h	(9)

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) media mobile su 8 h trascinata (24 records/die); dal 2013 tale limite non è da superare per più di 25 giorni per anno civile come media sugli ultimi 3 anni;
 (9) il valore limite non è da superare più di 35 volte per anno civile;

Tabella A.I 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.

⁵ obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, (AOT40); si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni maggiori di 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevate da maggio a luglio, utilizzando solo i dati misurati ogni giorno nell'intervallo compreso tra le ore 18.00 e le 20.00.

	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 A.II 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.

I.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.

Il 21/12/2004 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 utili 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 vigente.

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 dei principali 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 dei valori limite e delle soglie di allarme 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 ogni 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 ⁶.

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.

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 comprenda almeno una serie 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.

⁶ 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*..."

Appendice II. I 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 A.III 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 A.III 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 A.IV 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'O₃ 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 $> 5 \text{ g/cm}^3$), 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 $100 \mu\text{g/l}$ e su questa base è stata proposta la stima della concentrazione media annuale in aria ($0,5 \mu\text{g/m}^3$). Alcuni studi condotti su bambini indicano che una ricaduta al suolo giornaliera (*fallout*) superiore a $250 \mu\text{g/m}^2$ 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 A.III 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 A.IV Linee guida di esposizione previste dall'OMS per escludere significativi effetti sulla salute umana (WHO, 1999).



DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA

Direttore G.P. Bozzo

Via Ospedale 22, 35121 Padova

tel.: 049 827801 - fax: 049 8227810

e-mail: dappd@arpa.veneto.it