

# **Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella provincia di Venezia**



PROVINCIA DI VENEZIA  
Settore Politiche  
Ambientali

Dipartimento ARPAV  
Provinciale di Venezia  
Osservatorio Aria – ARPAV

SETTORE POLITICHE AMBIENTALI  
Via della Rinascita, 156  
30175 Marghera-VE  
Tel. 041 2907200—Fax 041 2907212  
[www.provincia.venezia.it/proveco](http://www.provincia.venezia.it/proveco)  
e-mail: [proveco@provincia.venezia.it](mailto:proveco@provincia.venezia.it)

ARPAV  
Via Lissa, 6  
30171 Mestre-VE  
Tel. 041 5445511—Fax 041 5445500

Si autorizzano riproduzioni di testi e dati indicando la fonte.

# **Relazione annuale sulla qualità dell'aria nella provincia di Venezia**

Periodo di riferimento anno ecologico 2000 - 2001



# Indice

Lettera di presentazione	<i>pag. 7</i>
Premessa	<i>pag. 9</i>
Aspetti normativi	<i>pag. 11</i>
La rete provinciale	<i>pag. 17</i>
Criteri di analisi	<i>pag. 21</i>
Gli inquinanti atmosferici	<i>pag. 25</i>
<i>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</i>	<i>pag. 26</i>
Ossidi di azoto (NO <sub>2</sub> )	<i>pag. 28</i>
<i>Monossido di carbonio (CO)</i>	<i>pag. 31</i>
<i>Polveri (PTS e PM<sub>10</sub>)</i>	<i>pag. 32</i>
<i>Ozono (O<sub>3</sub>)</i>	<i>pag. 37</i>
<i>Composti Organici Volatili (COV)</i>	<i>pag. 40</i>
<i>Benzene</i>	<i>pag. 43</i>
<i>IPA</i>	<i>pag. 46</i>
<i>Campagne di misura</i>	<i>pag. 46</i>
Trend storici: analisi temporali	<i>pag. 51</i>
Le sorgenti inquinanti	<i>pag. 56</i>
Conclusioni e problematiche emergenti	<i>pag. 58</i>



## Presentazione

Un recente studio dell'Organizzazione Mondiale di Sanità attribuisce all'inquinamento atmosferico, prodotto in larga parte dal traffico veicolare, circa tre milioni di vittime all'anno. Si può pertanto stimare che al mondo, su venti persone che muoiono, una viene uccisa dallo smog. Indagini condotte a livello europeo convalidano il dato: il 5% della mortalità totale è correlabile con la presenza di sostanze chimiche estranee alla naturale composizione dell'aria. Naturalmente, in Italia, i dati sono perfettamente allineati con media europea, infatti, nelle 8 principali città, i morti riconducibili ai veleni contenuti nell'atmosfera sono circa 3.500 all'anno.

Questi semplici dati dimostrano quanto sia necessario comunicare alla popolazione e alle amministrazioni comunali, con puntualità e rigore, i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria del nostro territorio, per informare dei rischi che corre la nostra salute e, allo stesso tempo offrire strumenti concreti a chi si occupa della rete viaria destinata al trasporto di uomini e merci.

Questi gli scopi essenziali del rapporto che segue e anch'esso, purtroppo, come quelli condotti a scala più ampia, mette in evidenza come siano gli inquinanti riconducibili al traffico a destare la maggiore preoccupazione: si tratta di polveri e di sostanze cancerogene o responsabili di gravi patologie dell'apparato respiratorio, diffuse in quantità rilevanti e omogenee in tutto il centro urbano di Mestre.

Il costante aumento del traffico, riscontrabile in misura maggiore nelle aree urbane, non comporta problemi legati esclusivamente all'incremento dell'inquinamento atmosferico, ma anche alla sicurezza delle persone che frequentano le strade: in generale a farne le spese sono i pedoni e i ciclisti e soprattutto persone con capacità motorie e percettive incomplete. Dall'analisi dei dati riportati in un rapporto ACI-ISTAT si rileva, infatti, che il 40% dei morti ed il 70% degli incidenti che vedono coinvolto un veicolo accadono in ambito urbano.

Una situazione grave, che potrebbe essere radicalmente trasformata se si convertissero in azioni coerenti i risultati di uno studio recente sugli spostamenti su brevi distanze condotto dall'Unione Europea: circa il 30% dei tragitti effettuati in automobile copre distanze inferiori ai 3 km ed il 50% è inferiore ai 5 km.

In Italia non è ancora sufficientemente incentivato l'uso della bicicletta, che per brevi e medie distanze può costituire una valida alternativa all'auto e il nostro Paese è ultimo in Europa per numero di chilometri di metropolitana realizzati: 122 contro i 330 della Francia, i 531 del regno unito e i 717 della Germania, nonostante appaia sempre più evidente come scelte di questa natura contribuirebbero non solo a migliorare la qualità dell'ambiente ma anche a rendere più vivibili e sicure le città.

Qualcosa si muove: in alcune città d'Italia le "vie residenziali", peraltro previste dal codice della strada, non sono più soltanto un'idea ma spazi stradali organizzati in modo da rendere possibile la coesistenza pacifica tra i vari utenti della strada, pedoni veicoli a due e quattro ruote. La strada può tornare ad essere uno spazio di tutti, un luogo dove le auto circolano senza limitare le altre libertà di movimento e, nel contempo, un luogo accogliente perché arredato con alberi, aiuole, panchine e lampioni, dove anche i bambini possono riacquistare la loro autonomia negli spostamenti in completa sicurezza.

Ora che controlli strumentali sempre più costanti e precisi ci restituiscono la realtà di un ambiente seriamente malato, è arrivato il momento che le politiche direttamente gestite dagli enti territoriali – nei settori dei lavori pubblici e della viabilità - recuperino il senso del limite e la buona pratica delle trasformazioni positive, sostituendo l'orizzonte della qualità di vita a quello non più sostenibile dello sviluppo ad ogni costo.

*Il presidente*  
*della Provincia di Venezia*  
**Luigino BUSATTO**

*L'Assessore*  
*alle Politiche Ambientali*  
**Ezio DA VILLA**



La relazione sulla qualità dell'aria riferita all'anno ecologico evidenzia anche quest'anno tutta la sua importanza. Infatti in un territorio come quello veneziano, interessato dalla presenza di molteplici realtà economico-produttive e sociali, una realtà di piccole e medie aziende diffusa sulla restante parte del territorio, nonché numerose realtà urbane sulle quali grava un flusso di traffico sia urbano che extraurbano di notevole importanza ed in continua crescita, risulta fondamentale mantenere alta l'attenzione sui parametri di lungo periodo al fine di coadiuvare l'attività di pianificazione delle politiche ambientali in capo alla Provincia. Indispensabile, in questo quadro, l'operato tecnico-scientifico dell'Agenzia per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (Dipartimento di Venezia)

Le aree urbane, in particolare, continuano a rappresentare il punto più critico di ogni strategia volta a conseguire obiettivi di sviluppo sostenibile, perché in esse si manifesta quasi l'intera gamma dei più gravi problemi di ordine ambientale, con ripercussioni evidenti sulla salute della popolazione e sulla qualità della vita.

Per tale motivo la valutazione della qualità dell'aria come espressione sul medio-lungo periodo, piuttosto che nel solo confronto con i valori di picco rimane un cardine fondamentale di

questa relazione. Si punta con essa, infatti, a dimostrare che le soluzioni alle giornate di smog vanno ricercate più verso interventi di carattere strategico, piuttosto che emergenziale. La permanenza delle sostanze inquinanti in atmosfera per lunghi periodi, pur al di sotto delle soglie di attenzione e di allarme, mostra tutta la gravità del fenomeno inquinamento, confermando la necessità di scelte di ampia portata.

Il fatto poi che gli inquinanti cosiddetti "non convenzionali", quali benzene e PM10, stiano prendendo sempre più importanza per l'inquinamento da traffico, mentre analoghi inquinanti stanno assumendo l'ampio spettro delle sostanze organiche volatili (microinquinanti), rende necessario affrontare il problema della qualità dell'aria da un punto di vista più generale. Ecco allora che al monitoraggio tradizionale, discusso in questa relazione, la Provincia di Venezia ed ARPAV, affiancano iniziative volte alla validazione e all'uso della modellistica ambientale; alla caratterizzazione della qualità dell'aria mediante le tecniche del biomonitoraggio; alla determinazione quantitativa delle deposizioni atmosferiche; alla stima delle immissioni inquinanti dai poli industriali e dalle principali vie di comunicazione.

Nello stesso progetto generale rimane sempre centrale la diffusione di tecnologie e mezzi di

comunicazione veloce e al tempo stesso capillare per portare a conoscenza i risultati ed i limiti delle attuali politiche ambientali, non solo alle

istituzioni del territorio ma anche e soprattutto ai singoli cittadini.

## LIMITI E STANDARD DI LEGGE

Una sostanza inquinante per l'aria può essere identificata secondo i suoi effetti temporanei o irreversibili, immediati o a lungo termine; in funzione del suo impatto sulla salute umana; in funzione della sua capacità di produrre sostanze a loro volta potenzialmente nocive, reagendo con altri componenti naturali e non dell'atmosfera. Tutti questi composti sono classificati in base alla loro pericolosità, valutata dal punto di vista tossicologico, e alla loro aggressività nei confronti dell'ambiente naturale o dei beni materiali, entrambe collegate alla loro concentrazione in aria. Secondo queste indicazioni generali, tutta la normativa in materia di controllo di inquinamento dell'aria si è organizzata sempre più nel senso di adottare una serie di criteri di valutazione delle situazioni monitorate.

La normativa italiana esprime tali criteri come:

**1. Standard di qualità** riferiti a monitoraggi sul lungo periodo: indicano quali sono le concentrazioni ritenute "sopportabili" e quali invece sono da ritenere pericolose in relazione al periodo di riferimento, solitamente l'anno solare o l'anno ecologico. Tali limiti sono fissati dal DPCM 28/03/83 come modificato dal DPR 203/88. Per l'ozono valgono

anche i limiti riportati nel DM 16/05/96 (v. Tab. 1).

- 2. Livelli di attenzione e di allarme:** si applicano per le aree urbane a situazioni di inquinamento acuto, e si riferiscono a cicli di monitoraggio di 24 ore consecutive. I limiti, riferiti a seconda degli inquinanti a medie orarie o giornaliere, si ritengono superati soltanto se il superamento avviene in più di una stazione definita secondo i criteri riportati nel DM 15/04/94, successivamente modificato dal DM 25/11/94. Per l'ozono valgono anche i limiti riportati nel DM 16/05/96 (v. Tab. 2). Per questo inquinante lo stato di Attenzione o di Allarme scatta quando vi è un superamento delle medie orarie di una qualsiasi stazione.
- 3. Obiettivi di qualità:** previsti dal DM 25/11/94 (v. Tab. 3), si applicano alle polveri  $PM_{10}$ , al benzene e al benzo(a)pirene in aree urbane. Gli obiettivi di qualità indicano valori verso i quali tendere progressivamente nel tempo in modo da migliorare la qualità dell'aria. Sono considerati nella pianificazione delle politiche ambientali, quando si vogliono ottenere miglioramenti nel medio-lungo periodo su determinati inquinanti e rappresentano in ogni caso il riferimento cui attenersi nella valutazione della qualità del-

l'aria.

Mentre gli standard e gli obiettivi di qualità rappresentano valori limite da riferire al monitoraggio di lungo periodo, i livelli di attenzione e di allarme sono stati pensati per le situazioni acute di inquinamento. In questi casi, infatti, la normativa ha previsto, per i centri urbani dotati di rete di monitoraggio della qualità dell'aria, uno strumento legislativo in grado di attivare in tempi brevi, determinati provvedimenti volti a limitare i fattori di emissione.

La tempestività dei provvedimenti è assicurata in quanto il Sindaco o le autorità provinciali sono tenute a fissare preventivamente un piano di intervento che scatta automaticamente quando si raggiunge lo stato di attenzione. Tra le misure adottate più di frequente si possono citare la limitazione della circolazione veicolare a targhe alterne o per fasce orarie o giornaliere.

L'approvazione in sede europea della Direttiva Quadro 96/62/CEE, ha introdotto rilevanti novi-

Tabella 1: Standard di Qualità (DPCM 28/03/83; DPR 203/88; DM 16/05/96).

inquinante	Specifica dato	Periodo di riferimento	Valore Guida	Valore Limite
Biossido di zolfo SO <sub>2</sub>	Mediana delle concentrazioni medie di 24 nell'arco di 1 anno	01/04 - 31/03	40 – 60 µg/m <sup>3</sup>	80 µg/m <sup>3</sup>
	Media giornaliera	su 24 ore	100 - 150 µg/m <sup>3</sup>	--
	98° percentile delle concentrazioni medie giornaliere in 1 anno	01/04 - 31/03	--	250 µg/m <sup>3</sup>
	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate durante l'inverno	01/10 - 31/03/	--	130 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto NO <sub>2</sub>	98° percentile delle concentrazioni orarie rilevate in 1 anno	01/01 - 31/12	135 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>
	50° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate in 1 anno	01/01 - 31/12	50 µg/m <sup>3</sup>	--
Ozono O <sub>3</sub>	Livello per la protezione della salute	media di 8 ore intervalli 0-8; 8-16; 16-24; 12-20		110 µg/m <sup>3</sup>
	Livello per la protezione della vegetazione	Media oraria		200 µg/m <sup>3</sup>
	Livello per la protezione della vegetazione	media su 24 ore		65 µg/m <sup>3</sup>
Monossido di carbonio CO	Concentrazione media di 8 ore		--	10 mg/m <sup>3</sup>
	Concentrazione media di 1 ora		--	40 mg/m <sup>3</sup>
Piombo Pb	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in 1 anno	01/01 - 31/02	--	2 µg/m <sup>3</sup>
Fluoro F <sub>I</sub>	Concentrazione media di 24 ore		--	20 µg/m <sup>3</sup>
	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate in 1 mese		--	10 µg/m <sup>3</sup>
Particelle sospese PTS	Media aritmetica delle conc. medie di 24 ore rilevate in 1 anno	01/04 - 31/03	40 - 60 mg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>
	95° percentile di tutte le conc. medie di 24 ore rilevate in 1 anno	01/04 - 31/03	--	300 µg/m <sup>3</sup>
	Media giornaliera	00 - 24	100 – 150 mg/m <sup>3</sup>	--

tà nella valutazione e controllo della qualità dell'aria con i seguenti aspetti:

1. allargamento dello spettro di inquinanti da sottoporre a campagne di monitoraggio;
2. introduzione di valori limite più restrittivi, sia per gli inquinanti "convenzionali" sopracitati (SO<sub>2</sub>, PTS, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO) sia per i "non convenzionali" (PM<sub>10</sub>, benzene, IPA, cadmio, arsenico, nichel e mercurio).

Dal momento che la normativa si evolve sulla scorta di nuove e più approfondite conoscenze, ecco che i precedenti concetti di valore limite o di qualità sono stati rivisti o riformulati.

La Direttiva 96/62/CEE, recepita a livello italiano dal Decreto Legislativo n. 351/99, sostituisce infatti i limiti alle concentrazioni di inquinanti in aria sopra elencati con i seguenti:

- **valore limite:** livello fissato sulla base delle conoscenze scientifiche, allo scopo di evitare, prevenire o ridurre effetti dannosi per la salute umana e/o per l'ambiente nel suo complesso. Questo valore deve essere raggiunto in un dato periodo di tempo e, una volta raggiunto, non deve essere più superato. I valori limite e guida della vigente normativa italiana hanno come obiettivo la tutela igienico-sanitaria delle persone: nella nuova impostazione europea prevedono anche la salvaguardia dell'ambiente nel suo complesso;

- **valore obiettivo:** livello fissato con lo scopo di evitare effetti dannosi a lungo termine per la salute umana e/o per l'ambiente nel suo complesso. L'obiettivo deve essere raggiunto, dove possibile, dopo un dato periodo di tempo;
- **soglia di allarme:** livello oltre il quale c'è il rischio per la salute umana, anche nel caso di breve esposizione. Tale concetto sostituisce quello di livello di attenzione e di allarme di cui al DM 25/11/94;
- **margini di tolleranza:** condizioni entro le quali il valore limite può essere superato per un certo periodo di tempo. Le tolleranze sono fissate solo qualora se ne ravvisi la necessità.

Parimenti, sono ridefiniti gli ambiti territoriali che ai sensi del Decreto n. 351/99 sono soggetti alla valutazione della qualità dell'aria. Questi nuovi ambiti sono denominati:

- **"zone"** ovvero porzioni del territorio nazionale delimitate ai sensi del D. Lgs n. 351/99;
- **"agglomerati"** ovvero zone con popolazione superiore a 250.000 abitanti o, se la popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, con una densità di popolazione per km<sup>2</sup> tale da rendere necessaria la valutazione e la gestione della qualità dell'aria.

La successiva Direttiva 99/30/CEE del 22/04/99 (denominata "Direttiva figlia") entra in maggiore dettaglio, definendo i nuovi valori limite per biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), polveri PM<sub>10</sub> e Piombo (Pb), mentre per il no-

Tabella 2: Limiti di attenzione ed allarme previsti dal DM 25/11/94

Inquinante	Liv. attenzione	Liv. allarme	Specifico dato	Situazione di allarme
CO (mg/m <sup>3</sup> )	15	30	Media oraria	Superamento nel 50% staz. A,C
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	125	250	Media giornaliera	Superamento nel 50% staz. A,B,C
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	200	400	Media oraria	Superamento nel 50% staz. A,B
PTS (µg/m <sup>3</sup> )	150	300	Media giornaliera	Superamento nel 50% staz. A,B,C
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	180	360	Media oraria	Una qualsiasi stazione di tipo A o D

Tabella 3: Obiettivi di qualità per PM<sub>10</sub>, Benzene e IPA con riferimento al Benzo(a)pirene (DM 25/11/94)

	PM <sub>10</sub>	Benzene	Benzo(a)pirene
Dal 01/01/99	40 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	1 ng/m <sup>3</sup>

nossido di carbonio (CO), il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e l'ozono (O<sub>3</sub>) l'attività di fissazione di nuovi standard di qualità è ancora in corso.

La Direttiva attribuisce una nuova valenza al concetto di soglia di allarme per il biossido di zolfo e di azoto, rispettivamente pari a 500 µg/m<sup>3</sup> e 400 mg/m<sup>3</sup> misurati su 3 ore consecutive. Alcuni limiti previsti dalla Direttiva (v. Tab. 4) dovrebbero entrare in vigore a partire dal 01/07/2001 (per SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>), altri dal 01/01/2005 (per SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> in fase attuativa 1 e per il Pb), altri ancora dal 01/01/2010 (per NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> in fase attuativa 2).

Per quanto concerne le polveri respirabili PM<sub>2,5</sub>, parametro ancora piuttosto trascurato, si rimanda ai limiti dell'Agenzia di Protezione dell'Ambiente statunitense (US EPA) che considera ammissibili le seguenti concentrazioni in aria:

- 15 mg/m<sup>3</sup>, come valore medio annuale, avendo a disposizione almeno 3 anni di dati e più di una stazione di misura;
- 65 mg/m<sup>3</sup>, come 98° percentile calcolato per ciascuna stazione di misura sui valori medi delle 24 ore, avendo a disposizione almeno 3 anni di dati.

La Direttiva 00/69/CE tratta congiuntamente il

monossido di carbonio (CO) e il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) per la somiglianza del loro comportamento in atmosfera. La Direttiva, caratterizzata da una struttura molto simile alla Direttiva 99/30/CE, definisce i nuovi valori limite e le date entro le quali tali valori dovranno essere rispettati (Tabella 5 e Tabella 6).

Per quanto riguarda l'ozono esiste attualmente solo una proposta di Direttiva del Parlamento Europeo in cui vengono fissati i valori obiettivo per la protezione della popolazione, da rispettare entro il 2010, e i livelli di riferimento per prevenire il degrado dei materiali, delle colture e delle foreste.

### MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN AMBITO URBANO

Il monitoraggio della qualità dell'aria in ambito urbano è attuato attraverso le reti di monitoraggio.

L'attuale architettura di tali reti, in attesa della emanazione dei decreti applicativi della legge-quadro 351/99, si rifà a quanto indicato nel DM 20 maggio 1991 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria".

Tale provvedimento legislativo fornisce le linee guida per la definizione di una rete di monito-

Tabella 4: Limiti alle concentrazioni di inquinanti nell'aria indicati dalla Direttiva 99/30/CEE

Inquinante	Tipo di limite	Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Tempo di mediazione	Entrata in vigore
<b>Biossido di zolfo</b> SO <sub>2</sub>	Valore limite per la protezione della salute umana	<b>350</b> (da non superare più di 24 volte all'anno)	media oraria	01/01/2005
	Valore limite per la protezione della salute umana	<b>125</b> (da non superare più di 3 volte all'anno)	media nelle 24 ore	01/01/2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	<b>20</b>	media anno e inverno	01/07/2001
<b>Biossido di azoto</b> NO <sub>2</sub>	Valore limite per la protezione della salute umana	<b>200</b> (da non superare più di 18 volte all'anno)	media oraria	01/01/2010
	Valore limite per la protezione della salute umana	<b>40</b>	media anno	01/01/2010
<b>Ossidi di azoto</b> NO <sub>x</sub>	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	<b>30</b>	media anno	01/07/2001
<b>PM<sub>10</sub> (fase 1)</b>	Valore limite per la protezione della salute umana	<b>50</b> (da non superare più di 35 volte all'anno)	media nelle 24 ore	01/01/2005
	Valore limite per la protezione della salute umana	<b>40</b>	media anno	01/01/2005
<b>PM<sub>10</sub> (fase 2)</b>	Valore limite per la protezione della salute umana	<b>50</b> (da non superare più di 7 volte all'anno)	media nelle 24 ore	01/01/2010
	Valore limite per la protezione della salute umana	<b>20</b>	media anno	01/01/2010
<b>Piombo</b> Pb	Valore limite per la protezione della salute umana	<b>0,5</b>	media anno	01/01/2005

raggio della qualità dell'aria in ambito urbano, tramite l'identificazione:

- degli inquinanti da valutare (inquinanti primari: CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, idrocarburi, composti volatili, PTS, piombo ed altri metalli pesanti nel particolato sospeso ed inquinanti secondari: NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, prodotti di trasformazione degli ossidi di azoto e dell'anidride solforosa);
- del numero e tipologia di stazioni presso le quali effettuare le misure di tali contaminanti.

Per quanto riguarda il secondo punto, la struttura fondamentale di una rete urbana prevede l'individuazione di:

- A. una o più stazioni di base o di riferimento (Tipo A), presso le quali misurare tutti gli inquinanti primari e secondari elencati ed i parametri meteorologici di base, nonché gli inquinanti non convenzionali da valutarsi con metodologie analitiche manuali. Tali stazioni debbono essere preferenzialmente localizzate in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana (parchi, isole pedonali, ecc.);
- B. stazioni situate in zone ad elevata densità abitativa (Tipo B), nelle quali misurare la concentrazione di alcuni inquinanti primari e secondari con particolare riferimento a NO<sub>2</sub>,

idrocarburi, SO<sub>2</sub>, materiale particolato in sospensione, con caratterizzazione, per quest'ultimo parametro, della massa e del contenuto in piombo;

- C. stazioni situate in zone a traffico intenso (Tipo C), per la misura degli inquinanti emessi direttamente dagli autoveicoli (CO, idrocarburi volatili), situate in zone ad alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e bassa ventilazione. Da menzionare il fatto che, in questo caso, i valori di concentrazione rilevati sono caratterizzati da una rappresentatività limitata alle immediate vicinanze del punto di prelievo;
- D. stazioni situate in periferia od in aree suburbane (Tipo D), finalizzate alla misura degli inquinanti fotochimici (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, perossiacetilnitrito PAN), da pianificarsi sulla base di campagne preliminari di valutazione dello smog fotochimico, particolarmente nel corso dei mesi estivi.

Per ciascun centro urbano, il numero delle stazioni delle diverse tipologie indicate dipende dalla densità di popolazione, dalla struttura degli insediamenti abitativi, dalla presenza di sorgenti emissive di varia natura, dalla situazione meteorologica, dall'estensione geografica e dal numero di abitanti (v. Tab. 7).

Riconoscendo il peso esercitato dal traffico

Tabella 5: struttura delle reti urbane

Tipo di valore	Periodo di mediazione	Valore medio	Decorrenza
Valore limite (protezione della salute umana)	Anno civile	5 mg/m <sup>3</sup>	1° gennaio 2010 <sup>(1)</sup>

Tabella 6: struttura delle reti urbane

Tipo di valore	Periodo medio	Valore medio	Decorrenza
Valore limite (protezione della salute umana)	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	1° gennaio 2005

Tabella 7: struttura delle reti urbane

Popolazione (n° abitanti)	Tipo di stazione			
	A	B	C	D
Inferiore a 500.000	1	2	2	1
Da 500.000 a 1.500.000	1	3	3	1
Superiore a 1.500.000	2	4	4	2

veicolare nella contaminazione dell'ambiente atmosferico urbano, il DM 21 aprile 1999 n. 16-3, *"Individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i Sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione"*, fissa i criteri in base ai quali il Sindaco può adottare provvedimenti di limitazione del traffico autoveicolare nell'area urbana, qualora tali misure siano ritenute produttive di un concreto beneficio in termini di miglioramento della qualità dell'aria.

I criteri ambientali e sanitari sui quali l'autorità comunale può fondare gli eventuali provvedimenti relativi alla circolazione sono individuati attraverso una valutazione complessiva dell'ambiente atmosferico urbano, che impegna il Comune a redigere un Rapporto annuale sulla qualità dell'aria, avvalendosi del supporto tecnico degli Enti preposti alla salvaguardia

dell'ambiente e della salute pubblica.

Il giudizio di qualità è fondato sulla verifica di eventuali superamenti degli obiettivi di qualità per gli inquinanti non convenzionali (benzene, benzo(a)pirene, PM<sub>10</sub>) e dei livelli di attenzione per gli inquinanti convenzionali (biossido di zolfo - SO<sub>2</sub>, particelle sospese totali - PTS, biossido di azoto - NO<sub>2</sub>, monossido di carbonio - CO ed ozono - O<sub>3</sub>), fissati dal Decreto Ministero Ambiente 25 novembre 1994.

La Provincia di Venezia che ha da poco consegnato all'ARPAV il compito di raccogliere i dati ambientali, mantiene, in stretta collaborazione con il Dipartimento Provinciale di Venezia dell'ARPAV stessa, il compito di coordinare le iniziative e diffondere le conoscenze acquisite tra tutti i Comuni del suo territorio.

## MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN AMBITO PROVINCIALE

La rete di monitoraggio presente sul territorio provinciale di Venezia è attiva, nella sua veste attuale, a partire dal 1999, data alla quale la rete urbana del Comune di Venezia e la rete della Provincia di Venezia sono state trasferite sotto la gestione unitaria dell'Agenzia regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), Dipartimento Provinciale di Venezia.

Nel suo complesso, la rete gestita dall'ARPAV è composta da 17 stazioni di rilevamento fisse e da tre laboratori mobili.

In Tabella 8 le stazioni sono classificate per ambito territoriale di competenza:

- **stazioni urbane;**
- **stazioni della cintura urbana;**
- **stazioni in ambito provinciale.**

La rete provinciale è composta da **17 stazioni fisse** adibite al rilevamento dell'inquinamento atmosferico, ubicate nell'area urbana di Venezia – Mestre – Marghera, e nei Comuni di Mira, Mirano, Spinea, Chioggia, Martellago e San Donà di Piave.

È attualmente in corso di attuazione una parziale ristrutturazione e razionalizzazione della rete di monitoraggio presente in ambito urba-

no, che comporterà il riposizionamento della stazione di Piazzetta Matter (tipo B) in un sito urbano analogo al precedente e l'eliminazione di una stazione di tipo C (Via Piave).

La posizione di Via Piave è andata infatti perdendo progressivamente significato rispetto al monitoraggio del traffico veicolare, a seguito delle modifiche alla circolazione attuate negli ultimi anni, con una consistente riduzione del numero di veicoli che la attraversano. Questa considerazione, unitamente alla prossimità della stazione di Via Circonvallazione e alla presenza di un numero di siti di tipo C superiore a quello previsto dalla normativa vigente (4 stazioni contro le 2 necessarie) ha portato a considerare attuabile tale intervento.

Le stazioni della rete provinciale sono classificate nel seguente modo:

- **2 stazioni di tipo A**, delle quali una ubicata in un'area verde di Mestre (Parco Bissuola) ed una in un'area di Marghera non direttamente influenzata da fonti di emissione significative (Via Bottenigo), attrezzata anche per il rilevamento dell'inquinamento di origine industriale;
- **5 stazioni di tipo B**, per la misura dell'inquinamento presente in aree densamente urbanizzate (Mestre: Viale San Marco e Piazzetta Matter; Venezia: Sac-

ca Fisola; Mira; Mirano). La stazione di Mira è attrezzata anche per il rilevamento dell'inquinamento fotochimica e degli inquinanti secondari in situazioni di vento proveniente da nord-est;

- **6 stazioni di tipo C**, per il rilevamento dell'inquinamento da traffico autoveicolare, situate in prossimità di strade ad elevata percorrenza (Mestre: Corso del Popolo, Via Piave, Via Circonvallazione, Via Da Verrazzano; Marghera: Via Fratelli Bandiera; Spinea: Via Roma);
- **1 stazione di tipo D**, per la rilevazione dell'inquinamento fotochimica e degli inquinanti secondari (Maerne di Martellago) in situazioni di vento proveniente da sud-est.

Sono inoltre presenti altre tre stazioni:

- **2** per ampliare la copertura della rete di rilevamento sul territorio provinciale (Chioggia; San Donà di Piave);
- **1** stazione preposta al controllo dell'inquinamento industriale (Malcontenta, definita di **tipo I**).

La rete fissa è integrata da **3 laboratori mobili**, di volta in volta utilizzati per campagne di rilevamento mirate da parte di ARPAV, ovvero per iniziativa della Provincia o su richiesta di Enti locali, Associazioni, ecc., per il controllo di situazioni locali di inquinamento che, nell'economia della gestione, non richiedono l'installazione di una stazione fissa.

Tutti i dati confluiscono all'Unità Funzionale Aria del Servizio di Chimica del Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia, dotato di una struttura informatizzata di gestione ed elaborazione dei dati, basata su una rete di unità periferiche gestite da un'unità centrale, con software appositamente studiato per semplificare le operazioni di verifica e validazione dei dati provenienti dalle stazioni fisse e mobili.

### SOSTANZE INQUINANTI SOTTOPOSTE A MONITORAGGIO

Le sostanze inquinanti ed i parametri meteorologici sottoposti a monitoraggio in continuo presso le 17 stazioni fisse della rete provinciale sono brevemente sintetizzati nella tabella 9.

Tabella 8: Struttura della rete provinciale di Venezia

N.	Località	Collocazione	Attivazione	Classe (DM 20-5-91)	Tipo
1	Via Bottenigo – Marghera	urbana	1994	A	background
2	Parco Bissuola – Mestre	urbana	1994	A	background
3	Viale San Marco - Mestre	urbana	1985	B	background
4	Sacca Fisola – Venezia	urbana	1994	B	background
5	Via Circonvallazione – Mestre	urbana	1985	C	traffico
6	Corso del Popolo – Mestre	urbana	1985	C	traffico
7	Via Da Verrazzano – Mestre	urbana	1994	C	traffico
8	Via Fratelli Bandiera – Marghera	urbana	1994	C	traffico
9	Maerne	cintura urbana	1987	D	background
10	Malcontenta	cintura urbana	1985	I/B	industriale
11	Chioggia	provincia	1987	A/B	background
12	Mira	provincia	1985	A/C	background
13	Mirano	provincia	1994	B	background
14	San Donà di Piave	provincia	1991	A/B	background
15	Spinea	provincia	1994	C	traffico
16	-	-	-	Unità mobile “bianca”	
17	-	-	-	Unità mobile “verde”	

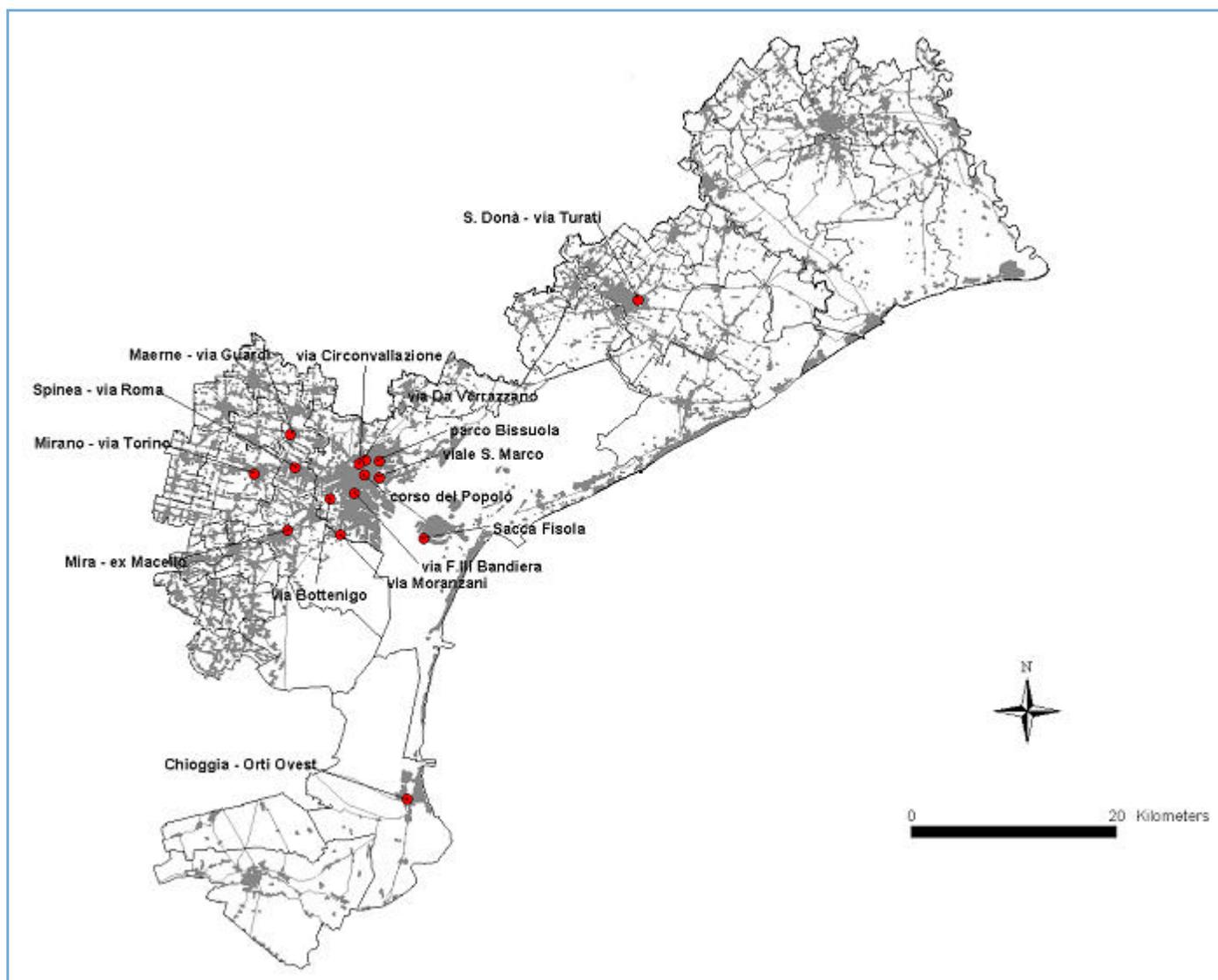
Per i metodi di misura utilizzati da ciascun analizzatore si fa riferimento alla *Relazione an-*

*nuale sulla qualità dell'aria nella Provincia di Venezia* relativa all'anno ecologico 1999-2000.

Tabella 7: strumenti della rete

Stazione	SO2	NOX	CO	O3	PTS	NMHC	H2S	BTEX	IPA	PM10	R.ATT	DV	VV	TEMP	U REL	PREC	RSOLN	RSOLG	PRESS
Via Bottenigo	○	○	○	○	○	○						○	○	○	○	○	○	○	○
Parco Bissuola	○	○	○	○	○	○		○	○	○		○	○	○	○			○	○
Viale San Marco	○	○			○	○						○	○	○	○				
Sacca Fisola	○	○		○	○	○	○				○	○	○	○	○				
Via Antonio Da Mestre	○	○				○		○	○	○									
Via Circonvallazione			○		○	○		○	○	○		○	○	○	○		○	○	
Corso del Popolo			○		○	○					○	○	○	○	○		○	○	
Via Da Verrazzano			○		○														
Via F.lli Bandiera			○		○	○						○	○	○	○		○	○	
Maerne	○	○		○	○														
Malcontenta	○	○			○							○	○						
Chioggia	○				○		○				○			○	○				
Mira	○	○		○		○					○	○	○	○	○				
Mirano	○	○			○	○						○	○						
San Donà di Piave	○				○						○			○	○				
Spinea			○		○	○						○	○	○	○		○	○	
Unità mobile "bianca"	○	○	○	○	○	○		○	○	○		○	○	○	○				○
Unità mobile "verde"	○	○	○	○	○	○						○	○	○	○		○	○	○

Figura 1 – Localizzazione delle stazioni della rete ARPAV per il controllo dell'inquinamento atmosferico in Provincia di Venezia.



# Criteri di analisi

Nella presentazione dei dati e delle relative analisi, si ritiene più utile verificare il comportamento del singolo inquinante sull'intero territorio provinciale, in modo che se ne possa apprezzare l'importanza complessiva, piuttosto che aggregare le informazioni sulla qualità dell'aria per ciascun sito di monitoraggio. Contestualmente vengono evidenziate eventuali criticità locali caratteristiche del particolare sito di misura.

A questo scopo la descrizione dell'analisi dei dati relativi a ciascuna sostanza inquinante si compone dei seguenti punti:

- **Siti di misura**, ove sono evidenziate le posizioni in cui sono situate le stazioni di monitoraggio che hanno contribuito alla costruzione dell'archivio dati per la sostanza in esame. Per riportare sinteticamente i risultati dell'ampia analisi condotta su ciascun inquinante, sono state scelte alcune stazioni di monitoraggio, ritenute maggiormente rappresentative del territorio provinciale, con particolare riguardo alle stazioni che hanno registrato concentrazioni di inquinanti significative. La scelta è stata basata anche sulle stazioni utilizzate, a tale scopo, nella Relazione 1999-2000, per consentire un confronto più agevole. Maggiore attenzione è stata attribuita alle stazioni in-

dividuate, per il territorio della Provincia di Venezia, dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV, all'interno dello studio per la riqualificazione delle reti di monitoraggio ("Progetto di riqualificazione e ottimizzazione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria del Veneto"), in linea con la normativa vigente del settore e con le Direttive europee (Direttiva quadro 96/62/CE, Direttive figlie 99/30/CE e 00/69/CE; "Criteria for Euroairnet" designati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente).

- **Caratteristiche generali**, dove vengono ricordate le proprietà principali della sostanza considerata, oltre che le principali fonti di emissione per la stessa.
- **Effetti sulla salute**, dove si segnalano i più importanti fattori di pressione sulla salute umana, ma anche sull'ambiente. Per ogni inquinante e per ciascuna stazione, sono stati elaborati una molteplicità di parametri descrittivi illustrati nel seguito.
- **Analisi statistica dei dati**. Sono stati calcolati i principali parametri statistici, relativi agli inquinanti convenzionali, per l'anno ecologico compreso tra il 1 aprile 2000 e il 31 marzo 2001, quali:
  - % dati validi (calcolata su base oraria

per NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NMHC e su base giornaliera per SO<sub>2</sub>, PTS);

- media (valore medio della distribuzione dei dati);
- deviazione standard (indice della dispersione dei dati attorno al valore centrale);
- 25° percentile (valore che si posiziona al di sotto del 75% dei dati);
- mediana (valore che si posiziona al 50% dei dati ovvero nella posizione centrale della distribuzione degli stessi);
- 75° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 75% dei dati);
- 98° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 98% dei dati, ovvero indice del massimo).

In Allegato 1 è riportata una tabella delle statistiche descrittive per tutti i parametri presenti in ciascuna stazione, ai sensi della normativa vigente.

- **Confronto con valore guida, valore limite e/o livelli di attenzione e di allarme.** Le diverse analisi che contribuiscono a definire lo stato della qualità dell'aria comprendono l'osservazione del comportamento dei diversi inquinanti nel lungo e breve periodo, in funzione delle loro specifiche proprietà chimiche e di diffusione, permettendo di conseguenza di delineare scenari rispettivamente cronici ed acuti. Lo scenario di inquinamento cronico nell'area di studio (v. Allegato 2) è stato delineato mediante alcuni indicatori di qualità identificati nei valori guida e valori limite fissati dal DPCM 28/03/83 e dal DPR n. 203/88 per il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e le polveri totali sospese (PTS). Gli episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento:
  - dei livelli di attenzione e di allarme per i parametri biossido di azoto, monossido di carbonio, polveri totali sospese e ozono (ai sensi del DM 25/11/94);
  - del limite di 10 mg/m<sup>3</sup> mediato sulle 8 ore per il monossido di carbonio (ai sensi del DPCM 28/03/83);

- dei livelli di protezione della salute e della vegetazione per l'ozono (ai sensi del DM 16/05/96).

E' stato, quindi, calcolato il numero di giorni durante i quali sono stati rilevati dei superamenti; in Allegato 3 è riportato il dettaglio del numero di superamenti del livello di attenzione e di allarme per ciascuna stazione della rete.

- **Persistenza degli inquinanti.** Questo tipo di rappresentazione, già utilizzata nella Relazione 1999-2000, ha lo scopo di rappresentare graficamente quanto a lungo la concentrazione di una sostanza eccede una determinata soglia, e quante volte ciò accade nell'arco dell'anno ecologico. Le soglie considerate sono scelte tra quelle ritenute più significative della Tabella 1 e Tabella 2, rispetto ai relativi periodi di riferimento, indicati con il termine di Tempi di Mediazione (TdM). I TdM scelti sono: ore, giorni, o in generale periodi di 3 o di 8 ore. Gli istogrammi mostrano la distribuzione percentuale delle persistenze nel tempo per tutti quei casi in cui si realizza il superamento della soglia prescelta ed indicano la percentuale di superamento di un certo numero di tempi di media, indicato sull'asse delle ascisse (1 TdM, 2 TdM, 3 TdM, fino a 5 TdM, fino a 10 TdM, etc.). I grafici a torta illustrano quanto pesano questi casi in cui si riscontra il superamento della soglia sul computo totale dei dati monitorati, indicando la percentuale di dati oltre la soglia, la percentuale di dati validi e la percentuale di dati invalidi rispetto al totale.
- **Giorno - tipo**, ossia la media dei valori riscontrati durante tutto l'anno ecologico per ciascuna ora del giorno. E' stata fatta un'ulteriore distinzione tra giorni feriali e fine settimana (dalle 00.00 del sabato alle 24.00 della domenica). In genere, tali grafici presentano un dato mancante in corrispondenza dell'orario di taratura di ciascun inquinante.
- **Media mobile per gli inquinanti non convenzionali.** Il monitoraggio estensivo per l'anno ecologico 2000-2001 dei para-

metri non convenzionali (benzene, benzo (a)pirene e PM<sub>10</sub>) presso le due postazioni di misura fisse di Parco Bissuola e via Circonvallazione, ha consentito il calcolo della media mobile annuale da raffrontare con gli obiettivi di qualità fissati dal DM 25/11/94 (Tabella 3). La stazione di via A. Da Mestre, pur dotata di analizzatori per gli inquinanti non convenzionali, è entrata definitivamente a regime solamente dal marzo 2001 e quindi non è stata considerata.

- **Trend storico.** Per ciascuna stazione di monitoraggio è stato rappresentato graficamente l'andamento di tutti gli inquinanti negli ultimi anni (1994-2001) attraverso la mediana ed il 98° percentile. Disponendo di

un archivio storico significativo, è importante porre a confronto tra di loro le concentrazioni di inquinanti rilevati negli ultimi anni. In particolare, è interessante conoscere la variazione nella presenza media di una sostanza nell'aria, indicata dalla mediana, e qual è stato il comportamento dei valori massimi negli stessi periodi, indicati dal 98° percentile. La situazione più confortante è quella in cui entrambi gli indicatori sono decrescenti col trascorrere del tempo.

Per un'analisi di tipo spaziale dei dati di una singola sostanza rilevati presso varie stazioni di monitoraggio, si rimanda alle matrici di correlazione rappresentate nella Relazione 1999-2000.



# Gli inquinanti atmosferici

## CLASSIFICAZIONE DEGLI INQUINANTI

I fenomeni di inquinamento sono il risultato di una complessa competizione tra fattori che portano ad un accumulo degli inquinanti ed altri che invece determinano la loro rimozione e la loro diluizione in atmosfera. L'entità e le modalità di emissione (sorgenti puntiformi, diffuse, altezza di emissione, ecc.), i tempi di persistenza degli inquinanti, il grado di mescolamento dell'aria, sono alcuni dei principali fattori che producono variazioni spazio-temporali nella composizione dell'aria.

Le sostanze inquinanti presenti in aria possono dare luogo a reazioni. Questo porta a distinguere gli inquinanti primari, emessi direttamente in atmosfera, dagli inquinanti secondari che si originano nell'aria per trasformazione chimica.

Gli inquinanti primari possono essere di tipo gassoso o particellare.

Tra i gas si segnalano in particolare:

- composti dello zolfo ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ );
- composti dell'azoto ( $\text{NO}$ ,  $\text{NH}_3$ );
- composti del carbonio (idrocarburi,  $\text{HC}$ ,  $\text{CO}$ );
- composti alogenati ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{CFC}$ ).

Il particolato si classifica in ragione del diametro delle particelle: si considerano grossolane quelle con diametro maggiore di  $2 \mu\text{m}$  e fini

quelle con diametro minore di  $2 \mu\text{m}$ .

Dal punto di vista sanitario si usa distinguere le particelle inalabili, aventi diametro minore di  $10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ), dalle particelle respirabili, aventi diametro minore di  $2,5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ).

Le particelle fini sono generate, principalmente, da processi di combustione naturali ed antropogeniche, mentre quelle grossolane si formano per azione meccanica, termine che include processi a bassa temperatura (ad es. formazione di polveri cristalline e sali marini) e ad elevata temperatura (ad es. produzione di ceneri industriali).

Il particolato è composto anche da una quota di componente inorganica. Questa è costituita da un'ampia gamma di ossidi e sali di metalli pesanti (ad es.: piombo, cadmio, zinco, alluminio, etc.) a cui vanno aggiunti acidi (ad es.: acido cloridrico, nitrico, solforico, etc.) e basi (ad es.: ammoniacale, etc.).

I principali inquinanti secondari di tipo gassoso sono:

- $\text{NO}_2$  formato da  $\text{NO}$  primario;
- $\text{O}_3$  formato per via fotochimica.

Entrambi i gas intervengono nei complessi meccanismi di reazione che costituiscono il cosiddetto "smog fotochimico".

Il particolato secondario può derivare da reazioni chimiche e chimico-fisiche che coinvolgo-

no inquinanti gassosi sia primari che secondari. I più noti processi sono:

- la trasformazione di  $\text{SO}_2$  in solfati,  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- la trasformazione di  $\text{NO}_2$  in nitrati,  $\text{NO}_3^-$ ;
- la trasformazione di composti organici in particelle organiche.

## I INQUINANTI MONITORATI

### Biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )

*Siti di misura.* Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) sono 10:

Parco Bissuola (A); Via Bottenigo (A); Piazzetta Matter (B); Sacca Fisola (B); Viale San Marco (B); Chioggia; Maerne; Malcontenta; Mira; Mirano; San Donà di Piave

**Caratteristiche generali.** Gli **ossidi di zolfo**, costituiti da biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) ed in piccole quantità, da triossido di zolfo o anidride solforica ( $\text{SO}_3$ ), sono composti originati da processi di combustione di combustibili contenenti zolfo che si svolgono nell'ambito della produzione di elettricità e di calore (centrali termoelettriche e produzione di calore anche a fini domestici). Attualmente, stante la normativa in vigore nella maggior parte dei centri urbani, la presenza di questo inquinante in atmosfera è da attribuire essenzialmente alla combustione del

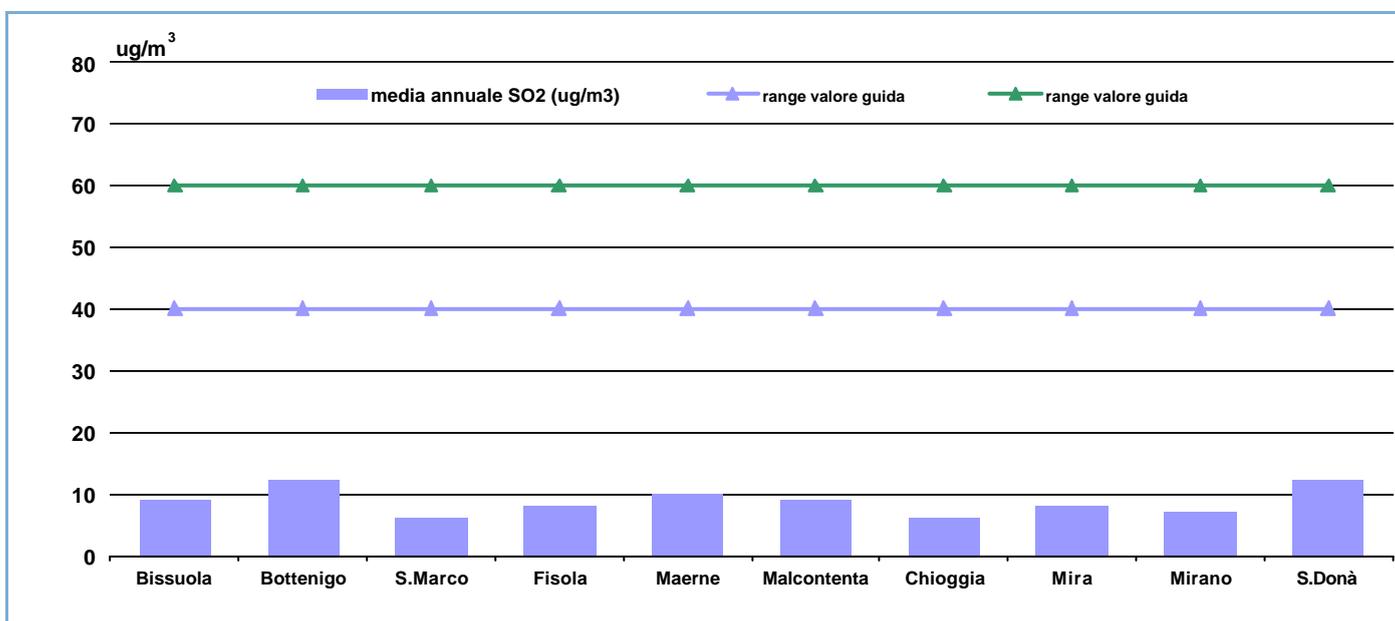
gasolio negli impianti di riscaldamento e nei motori diesel.

Nella provincia di Venezia, in particolare, si può stimare che una percentuale assai rilevante delle emissioni di biossido di zolfo sia imputabile alla zona industriale di Porto Marghera, vista l'alta metanizzazione degli impianti di riscaldamento civili. Negli anni passati, la concentrazione di questo inquinante è stata molto superiore ai livelli attuali, in quanto nei centri urbani venivano impiegati combustibili ad elevato tenore di zolfo. Il controllo dello zolfo alla sorgente, ossia nel combustibile, unitamente all'estensivo uso di gas naturale pressoché privo di zolfo, hanno contribuito a ridurre le emissioni di questo gas a livelli accettabili.

**Effetti sulla salute.** Il biossido di zolfo ha effetto irritante sulle prime vie aeree e può causare costrizione dei bronchi in soggetti predisposti, anche a concentrazioni dell'ordine delle centinaia di ppb. Concentrazioni di 30-100 ppm producono nell'uomo un'alta incidenza di naso-faringiti, alterazione del senso del gusto e dell'olfatto, alta acidità urinaria e senso di stanchezza. L'esposizione cronica ad  $\text{SO}_2$  determina effetti a carico dell'apparato respiratorio quali polmonite, bronchiti, tracheiti, incremento di istamina nei polmoni, etc.

### Il biossido di zolfo nell'anno ecologico 20-

Grafico 1 - Calcolo dell'indice statistico (media annuale delle concentrazioni giornaliere) per confronto con il valore guida e limite per  $\text{SO}_2$  anno ecologico 2000-2001.



## 00/2001: analisi spaziali e temporali

Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

- **ambito urbano:** via Bottenigo (A); Sacca Fisola (B);
- **cintura urbana:** Maerne (D); Malcontenta (I/B);
- **ambito provinciale:** Chioggia (A/B); San Donà di Piave (A/B); Mira (A/C).

Considerando le stazioni dell'intera rete di monitoraggio (Grafico 1) si osserva che il biossido di zolfo non presenta superamenti dei valori guida di 40-60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (media annuale delle medie su 24 ore) e del valore limite di 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mediana annuale delle medie sulle 24 ore).

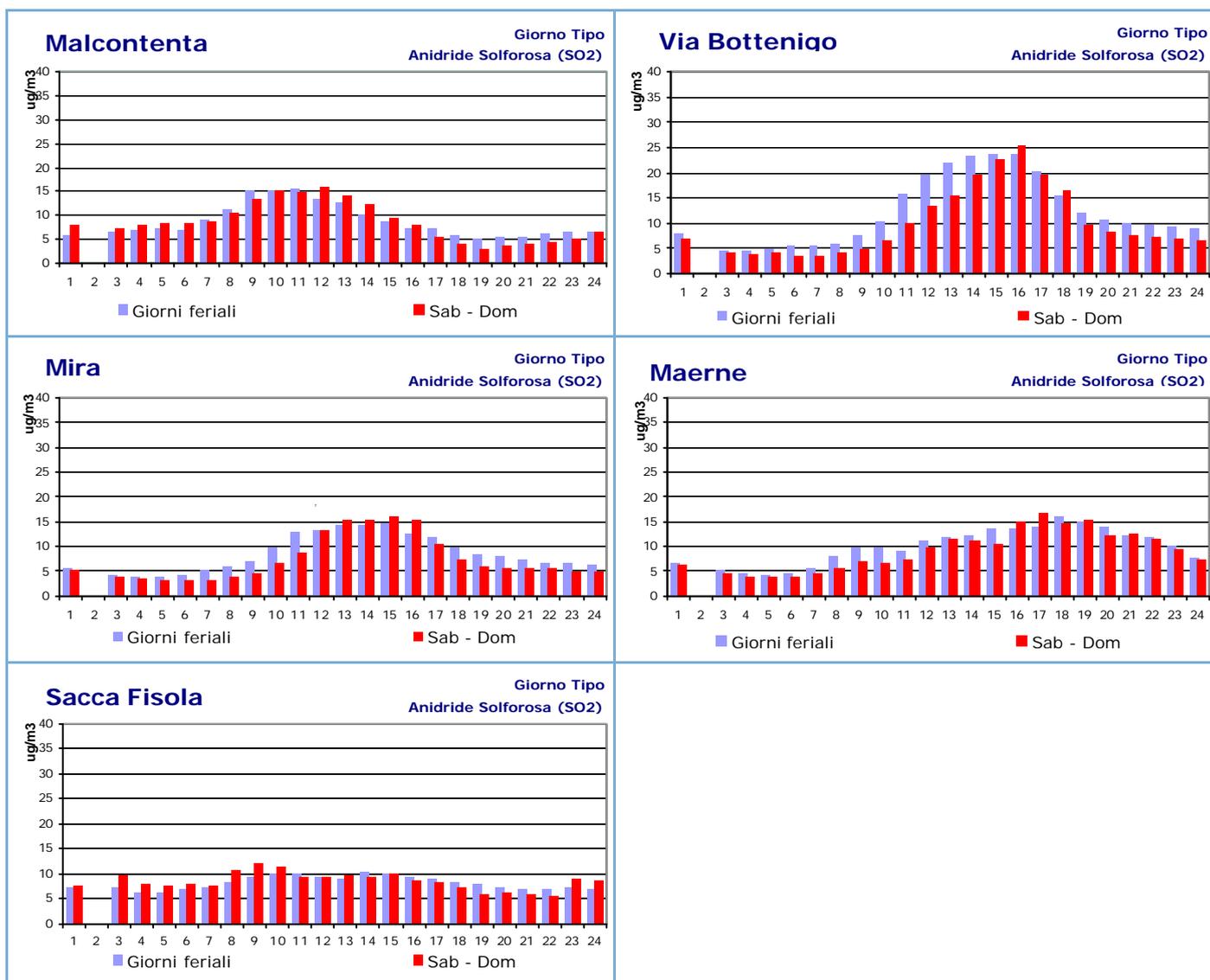
Le situazioni meno positive sono quelle di via Bottenigo e di S. Donà di Piave, dove le

medie annuali sono pari a 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Si fa notare inoltre come nella stazione di S. Donà di Piave, prendendo a riferimento il valore di 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{SO}_2$  nelle 24 ore (valore guida inferiore indicato dal DPR 203/88), questo venga oltrepassato solo il 1 giugno 2000. Anche nella stazione di Chioggia è stato rilevato un solo superamento della stessa soglia, il 5 aprile 2000. In tutte le altre stazioni considerate non sono stati riscontrati superamenti della stessa soglia e sono presenti valori generalmente bassi per questo parametro.

Anche quest'anno, come nei due precedenti, operando un raffronto tra i grafici del giorno - tipo nelle diverse stazioni di misura, si osserva un picco di concentrazione dell'inquinante che sembra spostarsi nell'arco delle 24 ore secondo una linea geografica che va da Malcon-

Grafico 2 - Giorno - tipo.



tenta verso la Riviera del Brenta (stazione di Mira) (Grafico 2).

Si osservi il giorno - tipo della stazione di Sacca Fisola che cade approssimativamente lungo la medesima traiettoria delle precedenti, ma sopravento alla zona industriale, considerando i venti dominanti. In questo caso il picco di cui sopra non è così marcato quanto nelle stazioni sottovento.

Altre stazioni dell'area urbana, come quella in Parco Bissuola, non presentano una variazione sostanziale della concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'arco della giornata - tipo.

### Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

**Siti di misura.** Le stazioni della rete ARPAV provinciale dotate di analizzatori automatici di ossidi di azoto sono 8:

Parco Bissuola (A); Via Bottenigo (A); Piazzetta Matter (B); Sacca Fisola (B); Viale San Marco (B); Via Da Verrazzano (C); Via Piave (C); Maerne; Malcontenta; Mira; Mirano

**Caratteristiche generali.** Esistono numerose specie chimiche di ossidi di azoto, classificate in funzione dello stato di ossidazione dell'azoto:

- Ossido di diazoto: N<sub>2</sub>O
- Ossido di azoto: NO
- Triossido di diazoto (Anidride nitrosa): N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

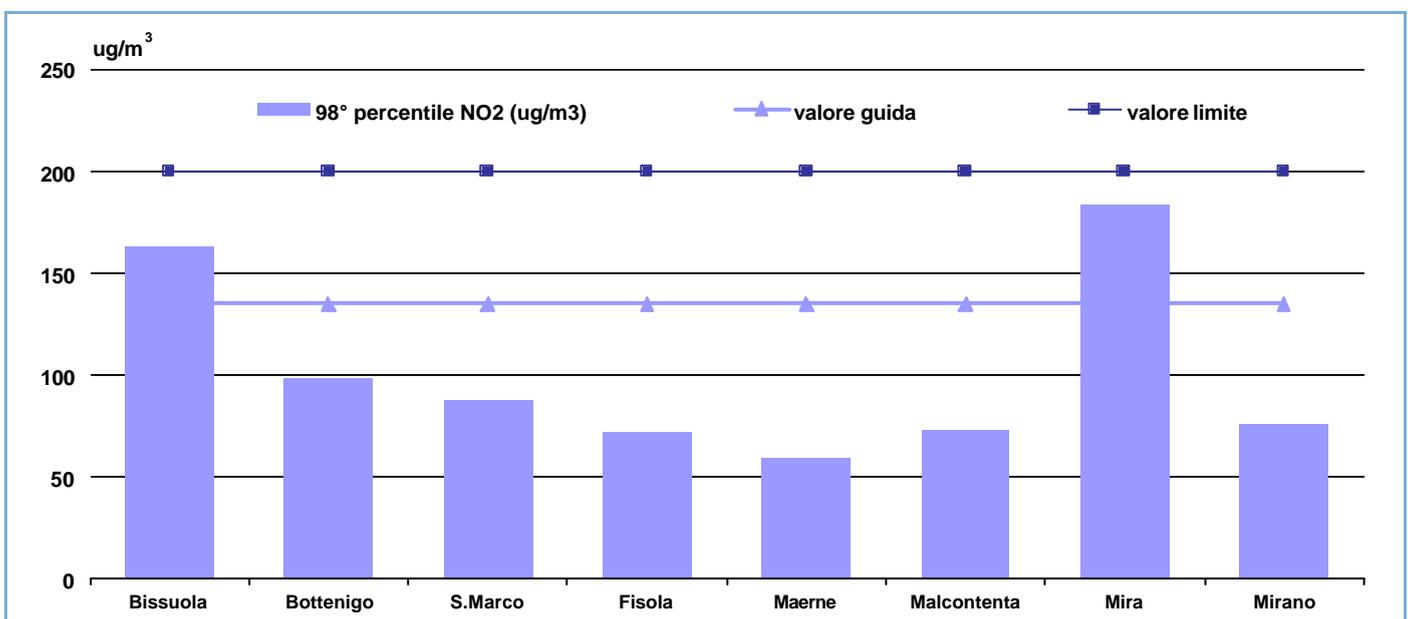
O<sub>3</sub>

- Biossido di azoto: NO<sub>2</sub>
- Tetrossido di diazoto: N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>
- Pentossido di diazoto (Anidride nitrica): N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Le emissioni naturali di NO comprendono i fulmini, gli incendi e le emissioni vulcaniche e dal suolo; le emissioni antropogeniche sono principalmente dovute ai trasporti, all'uso di combustibili per la produzione di elettricità e di calore e, in misura minore, alle attività industriali. Negli ultimi anni le emissioni antropogeniche di ossidi di azoto sono aumentate notevolmente e questa è la causa principale dell'incremento della concentrazione atmosferica delle specie ossidanti. Il monossido di azoto si forma per reazione dell'ossigeno con l'azoto nel corso di qualsiasi processo di combustione che avvenga in aria e ad elevata temperatura; l'ulteriore ossidazione dell' NO produce anche tracce di biossido di azoto, che in genere non supera il 5% degli NO<sub>x</sub> totali emessi. La formazione di biossido di azoto, la specie di prevalente interesse per i possibili effetti sulla salute umana e che svolge un importante ruolo nel processo di formazione dell'ozono, avviene per ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

La concentrazione in aria di NO<sub>2</sub>, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO,

Grafico 3 - Calcolo dell'indice statistico (98° percentile delle concentrazioni orarie rilevate per l'intero anno ecologico) per confronto con il valore guida e limite per NO<sub>2</sub> anno ecologico 2000-2001.



dalla velocità di trasformazione di NO in NO<sub>2</sub> e dalla velocità di conversione di NO<sub>2</sub> in altre specie ossidate (nitrati).

**Effetti sulla salute.** Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) può provocare un'irritazione del compartimento profondo dell'apparato respiratorio. Il livello più basso al quale è stato osservato un effetto sulla funzione polmonare nell'uomo, dopo una esposizione di 30 minuti, è pari a 560 µg/m<sup>3</sup>; questa esposizione causa un modesto e reversibile decremento nella funzione polmonare in persone asmatiche sottoposte a sforzo. Sulla base di questa evidenza, e considerando un fattore di incertezza pari a 2, l'Organizzazione Mondiale per la Sanità ha raccomandato per l' NO<sub>2</sub> un limite guida per 1 ora pari a 200 µg/m<sup>3</sup>, ed un limite per la media annua pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

#### Il biossido di azoto nell'anno ecologico 2000/2001: analisi spaziali e temporali.

Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

- *ambito urbano*: via Bottenigo (A); Parco Bissuola (A); Sacca Fisola (B); via Da Verzazano (C)
- *cintura urbana*: Maerne (D); Malcontenta (I/B)
- *ambito provinciale*: Mira (A/C); Mirano (B)

Il parametro biossido di azoto richiede una

sorveglianza maggiore rispetto al precedente SO<sub>2</sub>. Infatti, i valori guida sono in qualche caso superati (Grafico 3).

Il biossido di azoto mostra superamento del valore guida (135 µg/m<sup>3</sup>), calcolato come 98° percentile delle medie orarie, presso le stazioni di Parco Bissuola e Mira. Il valore limite di 200 µg/m<sup>3</sup> (98° percentile delle medie orarie) non è mai superato.

Il biossido di azoto è una sostanza spesso responsabile di fenomeni di inquinamento acuto, cioè relativi al breve periodo. Tali episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento dei livelli di attenzione e di allarme. Tale inquinante presenta superamenti del livello di attenzione (200 µg/m<sup>3</sup>) presso le stazioni di Parco Bissuola (14 giorni con almeno un superamento nell'intero anno ecologico 2000-2001), viale S. Marco (2 giorni) e Mira (15 giorni) (Grafico 4).

I casi di superamenti orari del livello di attenzione (pari a 200 µg/m<sup>3</sup>) in via le S. Marco (Grafico 3) hanno avuto una permanenza massima di 3 ore consecutive, durante il 18 ottobre 2000; mentre al Parco Bissuola i superamenti hanno avuto una permanenza massima di 5 ore consecutive nel giorno 9 giugno 2000 (Grafico 3).

Per le stazioni non appartenenti al centro

Grafico 4 - Numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento del livello di attenzione di NO<sub>2</sub> nell'anno ecologico 2000-2001.

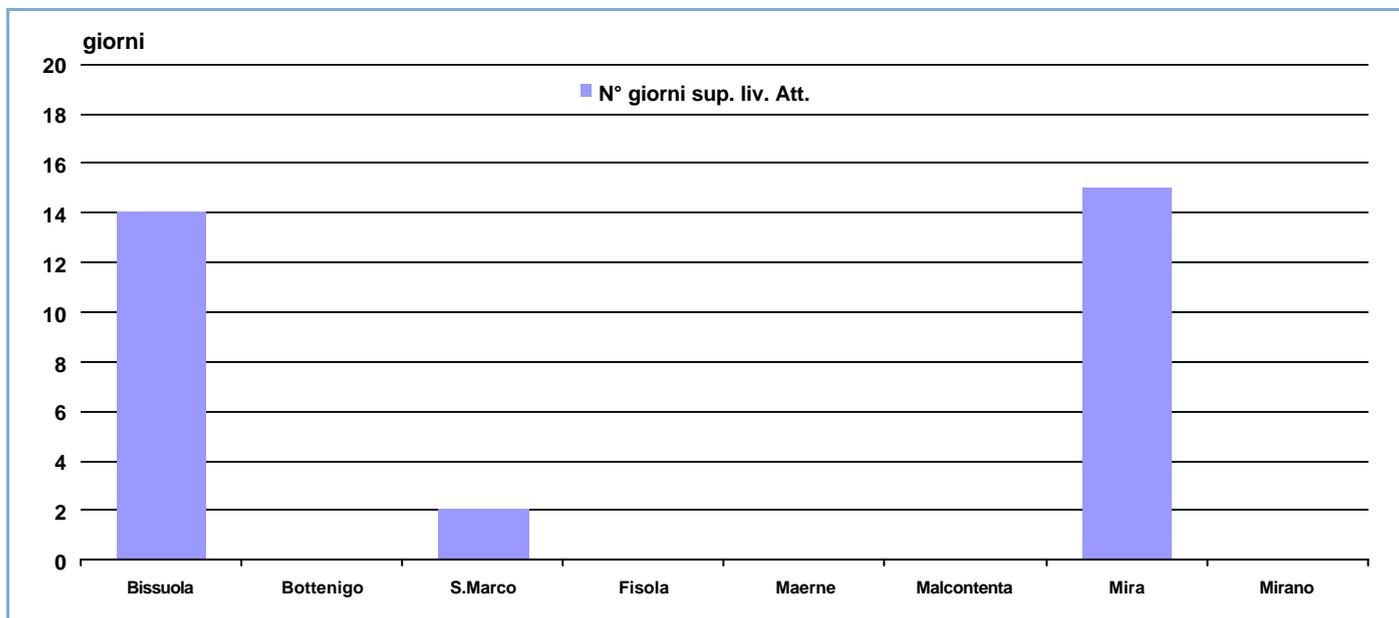
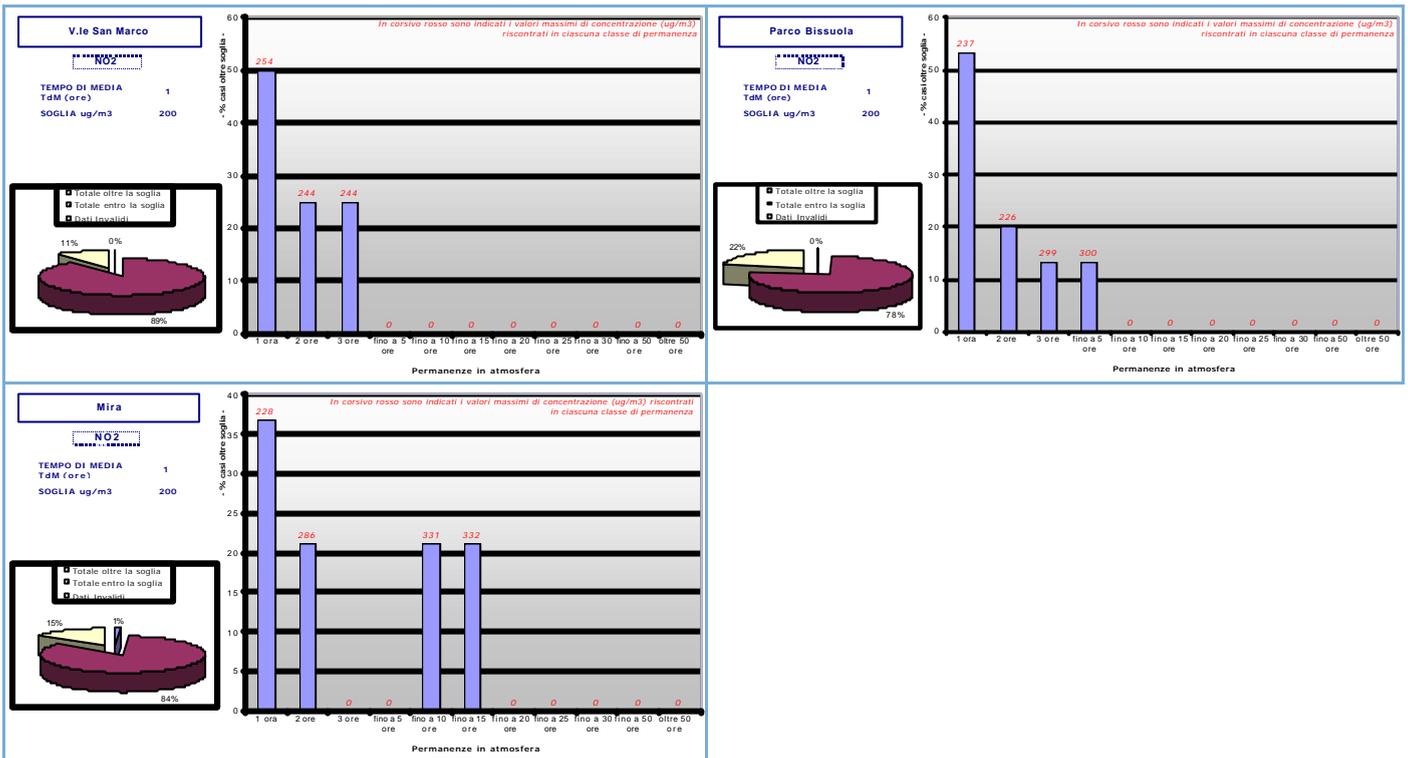


Grafico 5 - Permanenza in atmosfera di concentrazioni di NO<sub>2</sub> mediate su 1 ora superiori ai 200 µg/m<sup>3</sup>

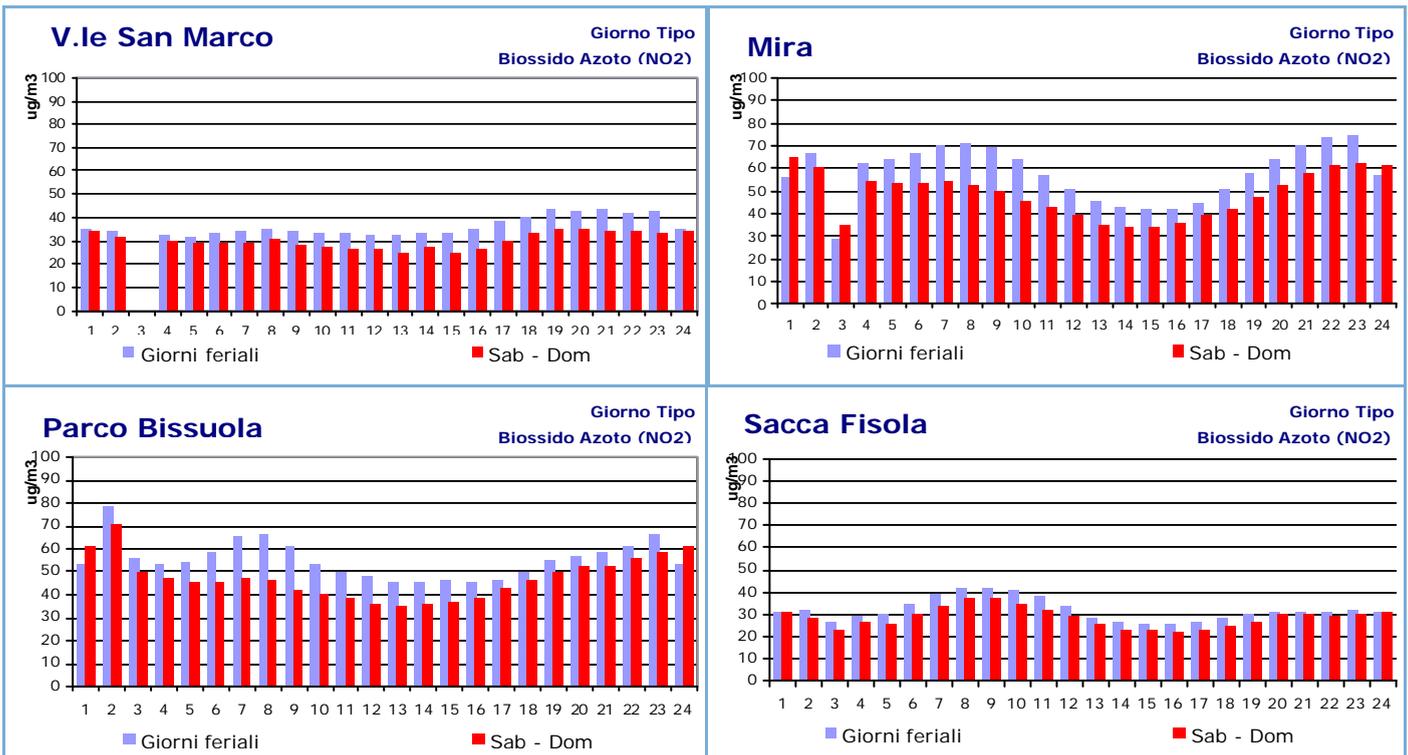


abitato di Mestre, quali Sacca Fisola, Mirano, Maerne e Malcontenta, si è verificato il sostanziale rispetto dei valori guida, dei valori limite nonché dei livelli di attenzione. Fa eccezione la stazione di Mira; infatti in questa stazione in data 7 agosto 2000 a partire dalle ore 19.00 si è verificato un episodio di inquinamento acuto

con superamento del livello di attenzione per ben 15 ore consecutive, con un picco di 332 µg/m<sup>3</sup> (Grafico 3).

I coefficienti di correlazione tra i valori orari del giorno - tipo (vedi Relazione anno ecologico 1999-2000) indicano che, molto probabilmente, la presenza di questo inquinante è comunque

Grafico 6 - Giorno tipo.



generalizzata in ambito urbano, anche in zone di verde come Parco Bissuola (analogamente a quanto accade per l'ozono).

Infatti l'andamento tipo giornaliero con due picchi di concentrazione (tra i 40 e 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), uno intorno alle ore 7.00-8.00 e l'altro maggiore nel periodo serale-notturno, è comune a tutte le stazioni (Grafico 6). Leggermente diversa è la situazione riscontrata a Sacca Fisola dove, per la posizione particolare che la stazione occupa in una delle isole di Venezia, l'evoluzione dei fenomeni inquinanti ha effettivamente un diverso andamento, con il picco più pronunciato al mattino piuttosto che alla sera, ma comunque intorno ai 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Grafico 6).

Come si può notare, le concentrazioni di  $\text{NO}_2$  misurate nei giorni lavorativi sono generalmente superiori a quelle misurate durante il fine settimana.

### Monossido di carbonio (CO)

**Siti di misura.** Le stazioni della rete ARPAV provinciale dotate di analizzatori automatici di monossido di carbonio (CO) sono 7:

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); via F.lli Bandiera (C); via Circonvallazione (C); Corso del popolo (C); Spinea (C); via Da Verrazzano (C).

**Caratteristiche generali.** Il monossido di

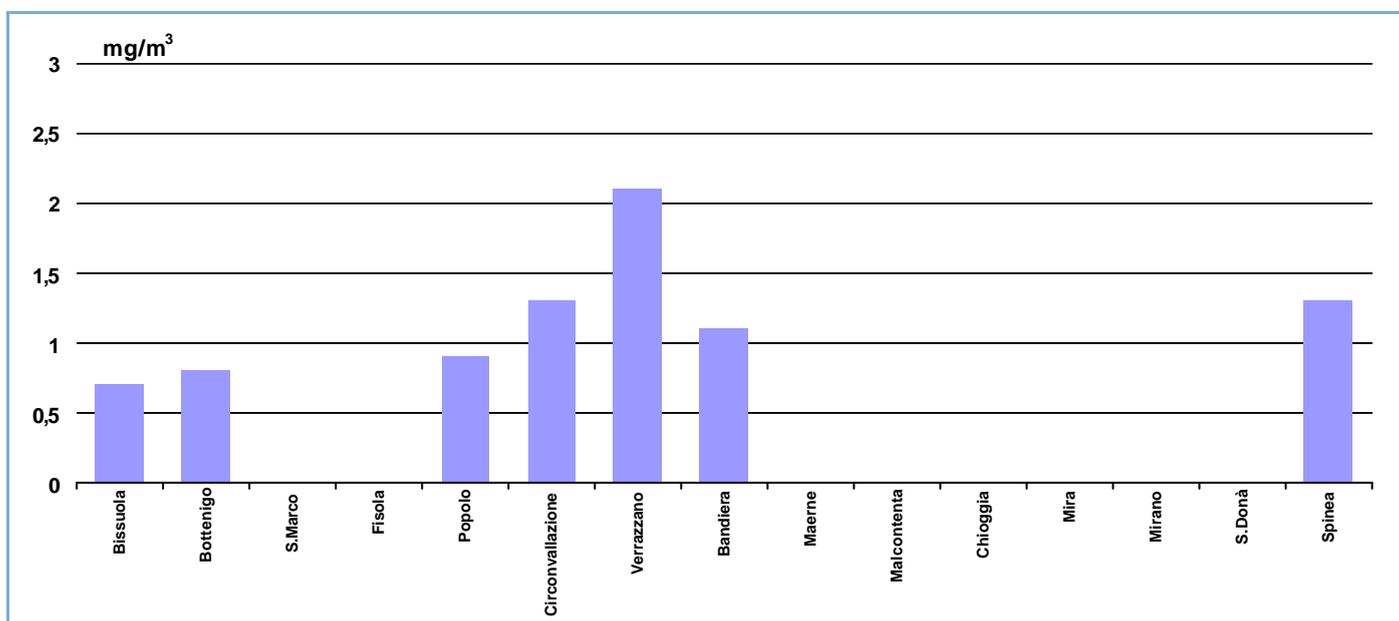
carbonio è un composto gassoso intermedio delle reazioni di combustione e si forma in grandi quantità nel caso queste avvengano in difetto d'aria. Le condizioni di combustione ottimale non si realizzano nei motori a combustione interna che costituiscono quindi la principale fonte di questo inquinante. Nelle città dove il traffico procede lento e dove le fermate ai semafori sono frequenti, la concentrazione di CO può raggiungere punte particolarmente elevate nelle ore di traffico intenso.

In condizioni sfavorevoli (ad esempio bassa ventilazione), la concentrazione di monossido di carbonio può arrivare a diverse decine di  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Normalmente essa si mantiene nell'intorno di qualche  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

**Effetti sulla salute.** Il monossido di carbonio viene assorbito rapidamente negli alveoli polmonari. Nel sangue compete con l'ossigeno nel legarsi all'atomo bivalente del ferro dell'emoglobina, formando carbossiemoglobina (HbCO).

In base alle raccomandazioni della CCTN (Commissione Tossicologica Nazionale), non dovrebbe essere superata una concentrazione di HbCO del 4%, corrispondente ad una concentrazione di CO di 35  $\text{mg}/\text{m}^3$  per un'esposizione di 8 ore. Tuttavia anche esposizioni a CO di 23  $\text{mg}/\text{m}^3$  per 8 ore non possono essere considerate ininfluenti per particolari soggetti a rischio, quali individui con malattie cardiovasco-

Grafico 7 - – Media annuale CO in tutte le stazioni della rete, anno ecologico 2000-2001.



lari e donne in gravidanza.

### Il monossido di carbonio nell'anno ecologico 2000/2001: analisi spaziali e temporali.

Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

- **ambito urbano:** via Bottenigo (A); via Circonvallazione (C); via F.lli Bandiera (C); via Da Verrazzano (C)
- **ambito provinciale:** Spinea

A titolo puramente indicativo si rappresenta nel Grafico 7 il valore medio annuale per il monossido di carbonio.

Il monossido di carbonio durante l'anno ecologico 2000-2001 non ha evidenziato superamenti del limite di legge alla concentrazione media su otto ore, pari a  $10 \text{ mg/m}^3$ , né del livello di attenzione di  $15 \text{ mg/m}^3$  su base oraria. Dunque non si sono verificati episodi di inquinamento acuto causati da questo inquinante.

La situazione riscontrata nel giorno - tipo delle stazioni cittadine dimostra come le arterie di traffico siano tutte caratterizzate da concentrazioni significative, fino a raggiungere punte oltre i  $3 \text{ mg/m}^3$  in via Da Verrazzano intorno alle ore 19.00 (Grafico 8).

E' interessante sottolineare che lo studio del giorno - tipo delle varie stazioni evidenzia pic-

chi di concentrazione nelle medesime ore; questo dimostra come, nonostante le emissioni di CO abbiano carattere locale, questo inquinante risulti diffuso in tutte le strade della città a causa dell'ubiquità delle fonti emmissive. Questa circostanza è confermata dall'alta correlazione presente tra le serie dei giorni-tipo feriali in via F.lli Bandiera, Corso del Popolo, via Circonvallazione e via Da Verrazzano, illustrata nella Relazione dell'anno ecologico 1999-2000.

Ancora una volta si nota come i giorni feriali, specie nelle ore diurne, risultino interessati da concentrazioni di monossido di carbonio più elevati rispetto ai fine settimana; si veda ad esempio il giorno - tipo calcolato per via Da Verrazzano (Grafico 8).

### Polveri Totali Sospese (PTS)

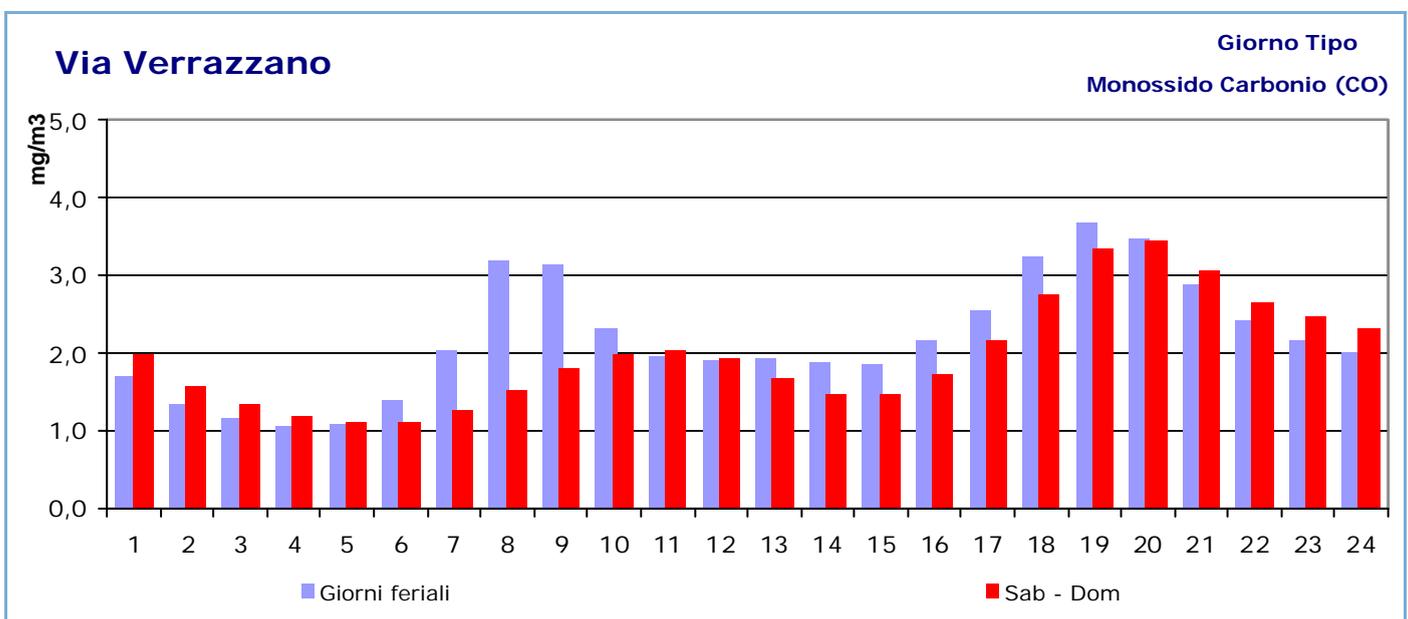
**Siti di misura.** Le stazioni della rete ARPAV provinciale dotate di analizzatori automatici di

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); viale San Marco (B); Sacca Fisola (B); via F.lli Bandiera (C); via Circonvallazione (C); Corso del popolo (C); via Da Verrazzano (C); Spinea (C); Malcontenta (I/B); Maerne (D); Mirano (B); Chioggia (A/B); San Donà di Piave (A/B).

polveri totali sospese (PTS) sono 15:

Per il periodo di analisi della presente relazione, le stazioni della rete ARPAV provinciale

Grafico 8 – Giorno - tipo.



dotate di campionatori sequenziali di polveri inalabili (PM<sub>10</sub>) sono 2: via Bissuola (A) e via Circonvallazione (C).

**Caratteristiche generali.** Gli inquinanti atmosferici detti "particolato" o "materiale particolato" includono polvere, fumo, microgocce di liquido emesse direttamente in atmosfera da sorgenti quali industrie, centrali termoelettriche, autoveicoli, cantieri, e polveri di risospensione trasportate dal vento. Il particolato può anche formarsi in modo indiretto in atmosfera tramite la condensazione in microgocce di gas inquinanti quali l'anidride solforosa, gli ossidi di azoto, ed alcuni composti organici volatili.

Il materiale particolato sospeso è dunque una miscela di particelle a composizione chimica variabile di componenti organiche ed inorganiche in fase solida e liquida.

Il particolato atmosferico viene emesso in atmosfera da una grande varietà di sorgenti; le sorgenti naturali sono:

- residui di spray marino;
- polvere minerale trasportata dal vento;
- emissioni vulcaniche;
- materiali biologici;
- fumi da combustione di biota (ad esempio in agricoltura).

Le sorgenti antropogeniche

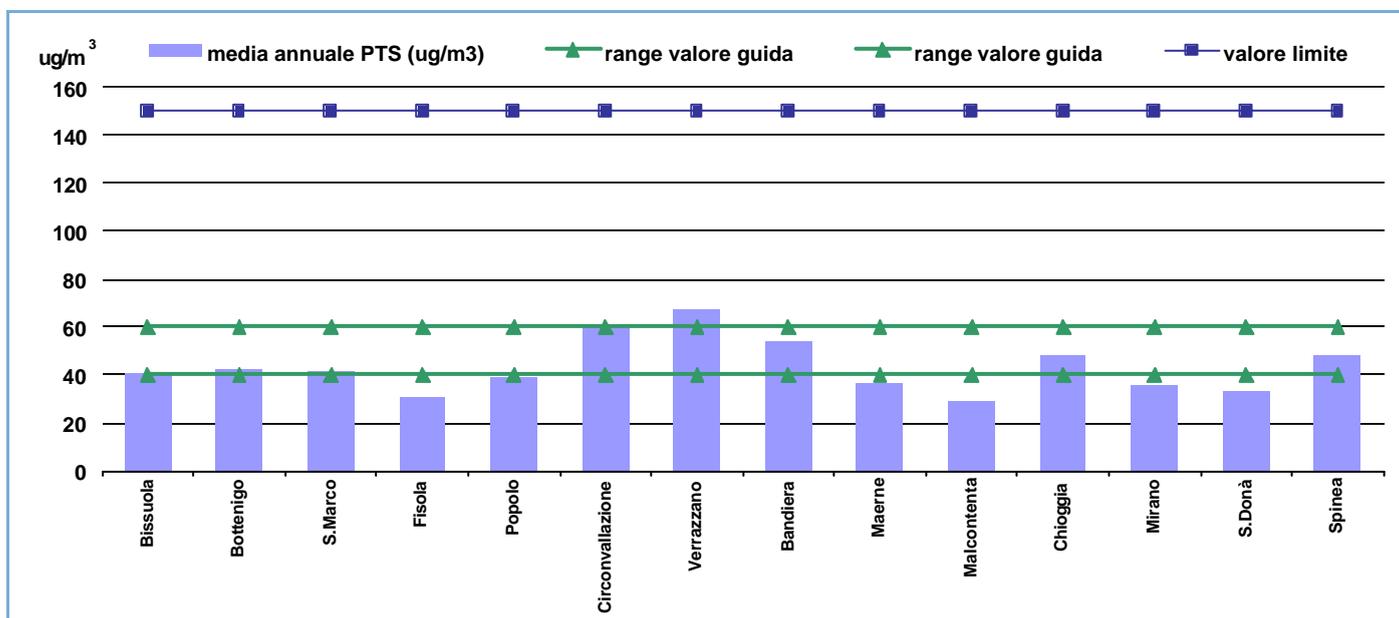
(prevalentemente combustioni) sono invece:

- polveri prodotte dai veicoli diesel;
- polvere sollevata dalle strade;
- fumi e fuliggine.

**Effetti sulla salute.** Gli effetti ambientali delle PTS (polveri totali sospese), compresi quelli sulla salute, sono funzione della natura chimica e della granulometria delle particelle. Le particelle con dimensioni superiori ai 20-25 µm non penetrano nelle vie respiratorie, mentre le particelle inferiori a 10 µm, denominate PM<sub>10</sub>, costituiscono la cosiddetta frazione inalabile. La distinzione nell'ulteriore frazione PM<sub>2,5</sub> è utile per distinguere la porzione respirabile, ovvero quella che con maggiore probabilità può giungere alle vie respiratorie più profonde e produrre un danno effettivo.

Sulla base di studi effettuati su popolazioni umane esposte ad elevate concentrazioni di particolato (spesso in presenza di anidride solforosa) e sulla base di studi di laboratorio, la maggiore preoccupazione per la salute umana riguarda gli effetti sulla respirazione, incluso l'aggravamento di patologie respiratorie e cardiovascolari, le alterazioni del sistema immunitario, il danno al tessuto polmonare, l'aumento dell'incidenza di patologie tumorali e la morte prematura. I sottogruppi di popolazione più a

Grafico 9 – Calcolo dell'indice statistico (media annuale delle concentrazioni giornaliere) per confronto con valore guida e valore limite per le PTS anno ecologico 2000-2001. Nella stazione di Sacca Fisola la percentuale di dati validi per le PTS è pari al 46%, quindi la concentrazione media annuale deve essere considerata come un valore puramente indicativo.



rischio rispetto all'esposizione al PM<sub>10</sub> sono gli individui affetti da patologie polmonari croniche di tipo ostruttivo, gli individui con influenza, gli asmatici, e le fasce estreme di età della popolazione (bambini ed anziani).

### Le polveri totali sospese nell'anno ecologico 2000/2001: analisi spaziali e temporali.

Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

- **ambito urbano:** via Circonvallazione (C); via F.lli Bandiera (C); via Bottenigo (A); via Da Verrazzano(C)
- **cintura urbana:** Maerne (D); Malcontenta (I/B)
- **ambito provinciale:** Chioggia (A/B); San Donà di Piave (A/B)

Relativamente alle polveri totali sospese si conferma la situazione già vista nella Relazione sulla qualità dell'aria 1999-2000. Questo parametro va tenuto sotto osservazione, poiché molte aree monitorate mostrano il superamento del valore guida.

Le polveri totali sospese presentano superamento diffuso del livello inferiore del valore guida (40 µg/m<sup>3</sup>, calcolato come media annuale

delle medie sulle 24 ore giornaliere), con lievi superamenti anche del livello superiore del valore guida (60 µg/m<sup>3</sup>) presso le stazioni di via Circonvallazione e via Da Verrazzano. Il valore limite di 150 µg/m<sup>3</sup> (media annuale delle medie sulle 24 ore) non è mai superato (Grafico 9).

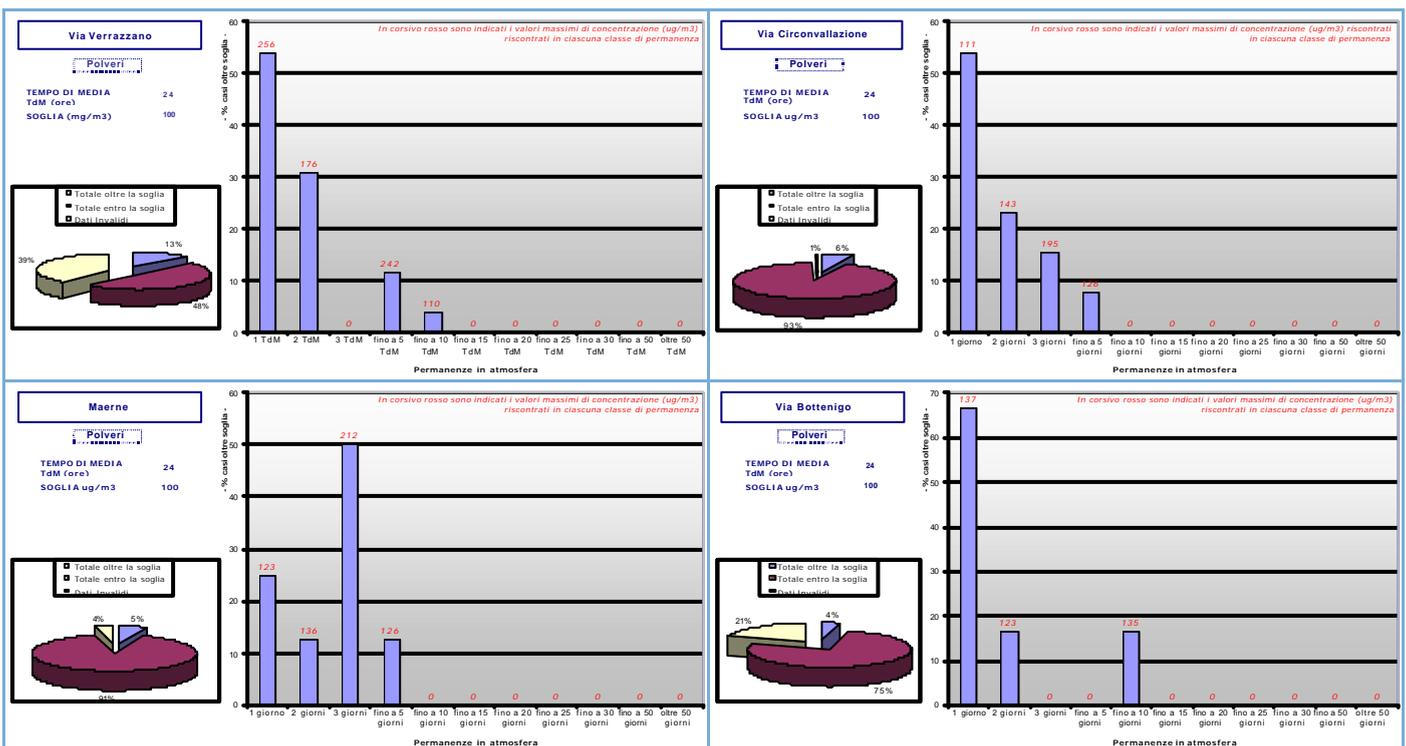
E' dall'esame delle permanenze in atmosfera delle concentrazioni di polveri che si sono riscontrate le situazioni più preoccupanti.

La media giornaliera della concentrazione di PTS supera la soglia di 100 µg/m<sup>3</sup> (valore guida inferiore indicato dal DPR 203/88), nel 13% dei casi in via Da Verrazzano (Grafico 10), spesso con permanenze fino a 5 giorni (dal 4 febbraio 2001) o 6 giorni (dal 13 febbraio 2001) consecutivi e con un valore massimo, raggiunto il 1 novembre 2000, di 255 µg/m<sup>3</sup>.

In via Circonvallazione la stessa soglia è stata oltrepassata nel 6% dei giorni dell'anno ecologico con permanenze fino a 3 giorni (a partire dal 6 e dall'11 febbraio 2001) o 4 giorni (dal 16 febbraio 2001) consecutivi e con un valore massimo, raggiunto il 7 febbraio 2001, di 195 µg/m<sup>3</sup>.

In via Bottenigo tale soglia è stata superata nel 4 % dei giorni dell'anno con permanenze

Grafico 10 – Permanenza in atmosfera di concentrazioni di PTS mediate su 24 ore superiori ai 100 µg/m<sup>3</sup>.



fino a 7 giorni consecutivi (dal 12 aprile 2000) e con un valore massimo di 135  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In via F.lli Bandiera il valore guida giornaliero di 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  è stato superato:

- per un giorno il 22 agosto 2000 (118  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), il 27 ottobre 2000 (112  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1 e 19 dicembre 2000 (rispettivamente 128 e 111  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- per tre giorni dal 28 novembre 2000 (con un massimo di 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e dal 12 dicembre 2000 (con un massimo di 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

A Spinea e a Chioggia tale soglia non è stata superata per più di un giorno.

Gli episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento dei livelli di attenzione e di allarme, ai sensi del DM 25/11/94. Le polveri totali sospese presentano superamenti del livello di attenzione in numero non molto elevato, ma piuttosto diffusi nel territorio provinciale. Il numero più elevato di giorni di superamento, pari a 13, si riferisce alla stazione di via Verrazzano, seguita da Maerne con 4 e Sacca Fisola con 3 superamenti (Grafico 11).

In tutte le località più o meno vicine ad arterie di traffico, il giorno - tipo mostra valori costantemente compresi tra 40 e 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , senza picchi di concentrazione degni di nota;

infatti si osservano solo incrementi molto lievi delle concentrazioni intorno alle ore 13 o alle ore 20 a seconda delle località (Grafico 12).

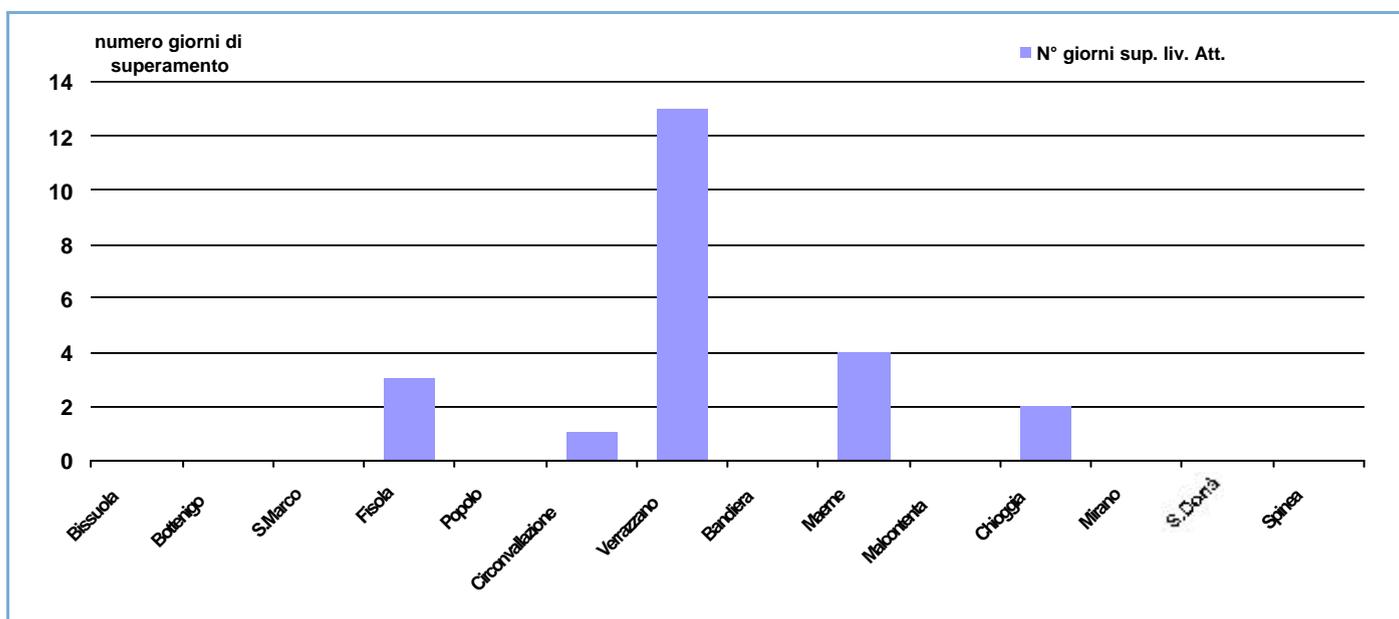
Nella maggior parte delle stazioni esiste una differenza minima negli andamenti giornalieri dei giorni feriali e festivi. via F.lli Bandiera rappresenta un'eccezione, in quanto, nei giorni lavorativi si registrano concentrazioni pari quasi al doppio (40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nei giorni festivi e 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in quelli feriali) rispetto a fine settimana, specie nelle ore comprese tra le 7.00 e le 22.00 (Grafico 12), in accordo con quanto rilevato anche lo scorso anno ecologico. Quest'asse viario è infatti caratterizzato da un notevole passaggio di mezzi pesanti, essendo una via di comunicazione per i traffici industriali.

### Le polveri inalabili $\text{PM}_{10}$ : analisi spaziali e temporali

Le **polveri inalabili  $\text{PM}_{10}$**  sono oggetto di monitoraggio per l'anno ecologico 2000/2001 presso le stazioni della rete urbana: Parco Bisuola (A) e via Circonvallazione (C).

L'andamento delle medie mensili, rappresentate per le stazioni nel Grafico 13, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, con una netta tendenza al superamento dell'obiettivo di qualità pari a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,

Grafico 11 – Numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento del livello di attenzione di PTS anno ecologico 2000-2001. Nella stazione di Sacca Fisola la percentuale di dati validi per le PTS è pari al 46%, quindi il numero di giorni di superamento del livello di attenzione nell'arco dell'anno ecologico deve essere considerato come un valore puramente indicativo.



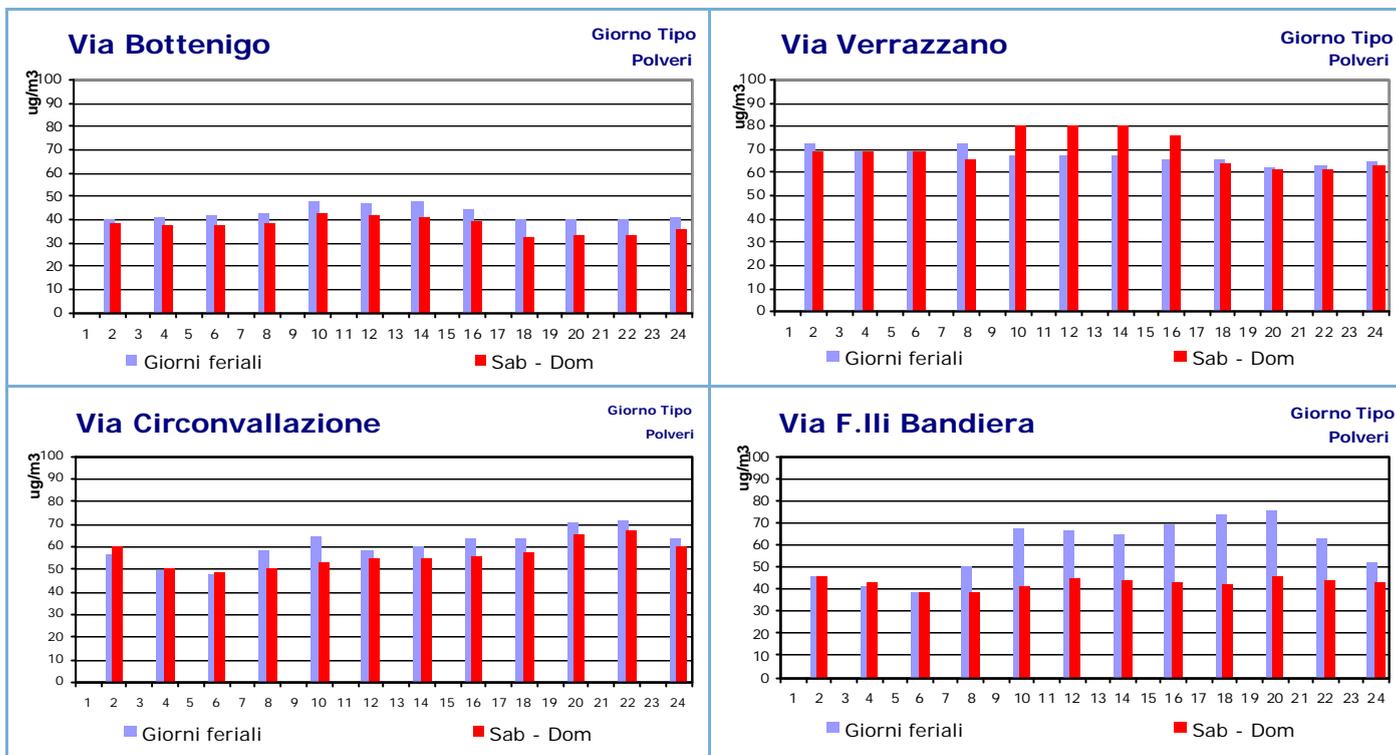


Grafico 12 – Giorno - tipo.

definito dal DM 25/11/94 come media mobile annuale.

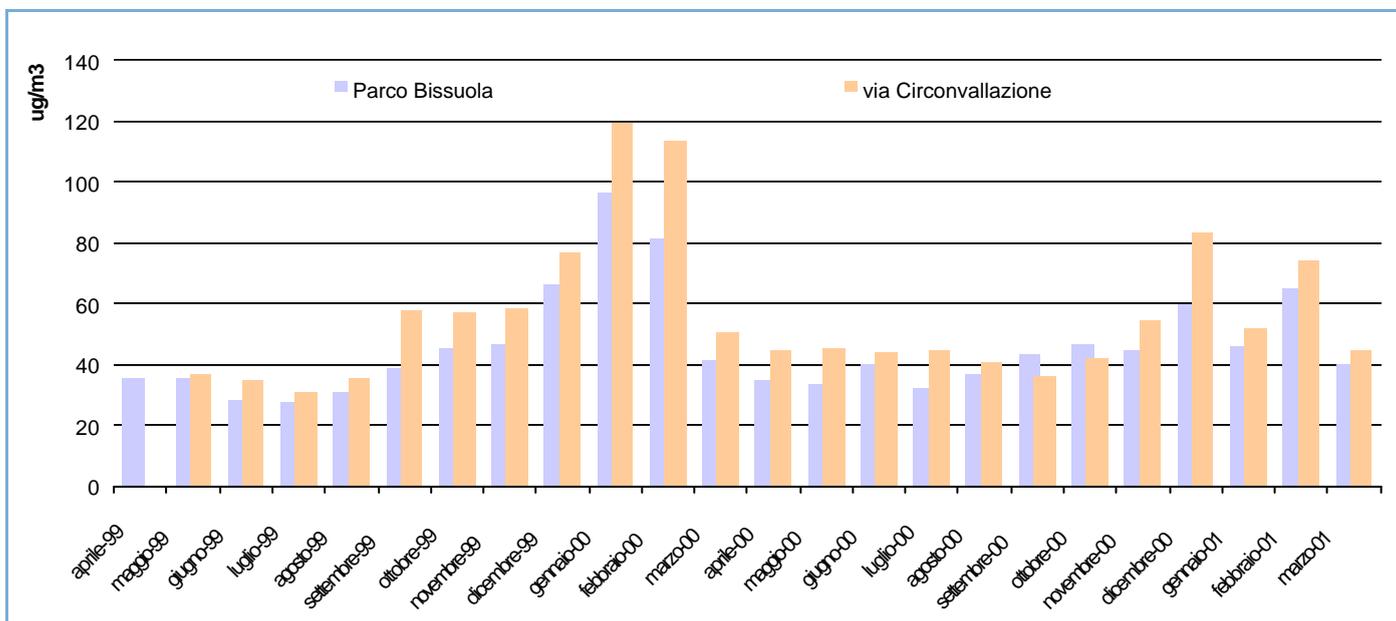
E' possibile notare una diminuzione delle concentrazioni medie mensili rispetto al precedente anno ecologico, in particolare negli ultimi mesi; nel Grafico 14 sono messe a confronto tali medie mensili.

Il Grafico 15 riporta la serie dei dati giornalieri e la media mobile calcolata per le stazioni.

Le medie mobili assumono i valori di 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per la stazione di Parco Bissuola e di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per la stazione di via Circonvallazione, concentrazioni al di sopra dell'obiettivo di qualità indicato precedentemente. Tali valori indicano un inquinamento "di area" per le polveri inalabili ( $\text{PM}_{10}$ ) che presentano una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano.

La media di area dell'anno ecologico 2000-

Grafico 13 – Medie mensili  $\text{PM}_{10}$  registrate presso le stazioni di monitoraggio durante l'anno ecologico 1999-2000 e 2000-2001.



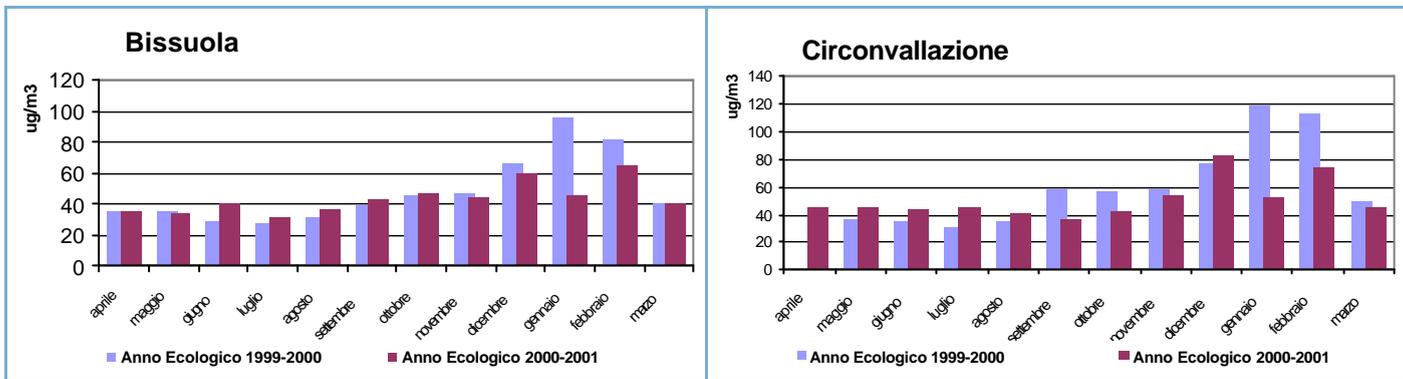


Grafico 14 – Confronto delle medie mensili di PM<sub>10</sub> registrate durante l'anno ecologico 1999-2000 e 2000-2001 presso le stazioni di monitoraggio.

/2001 è di 47 µg/m<sup>3</sup>, nettamente inferiore a quella calcolata nel precedente anno ecologico, pari a 55 µg/m<sup>3</sup> (Tabella 10 – Confronto delle medie mobili annuali di PM<sub>10</sub>, benzo(a)pirene e benzene aggiornate a 4 date successive dell'anno ecologico 2000/2001 con gli obiettivi di qualità).

### Ozono (O<sub>3</sub>)

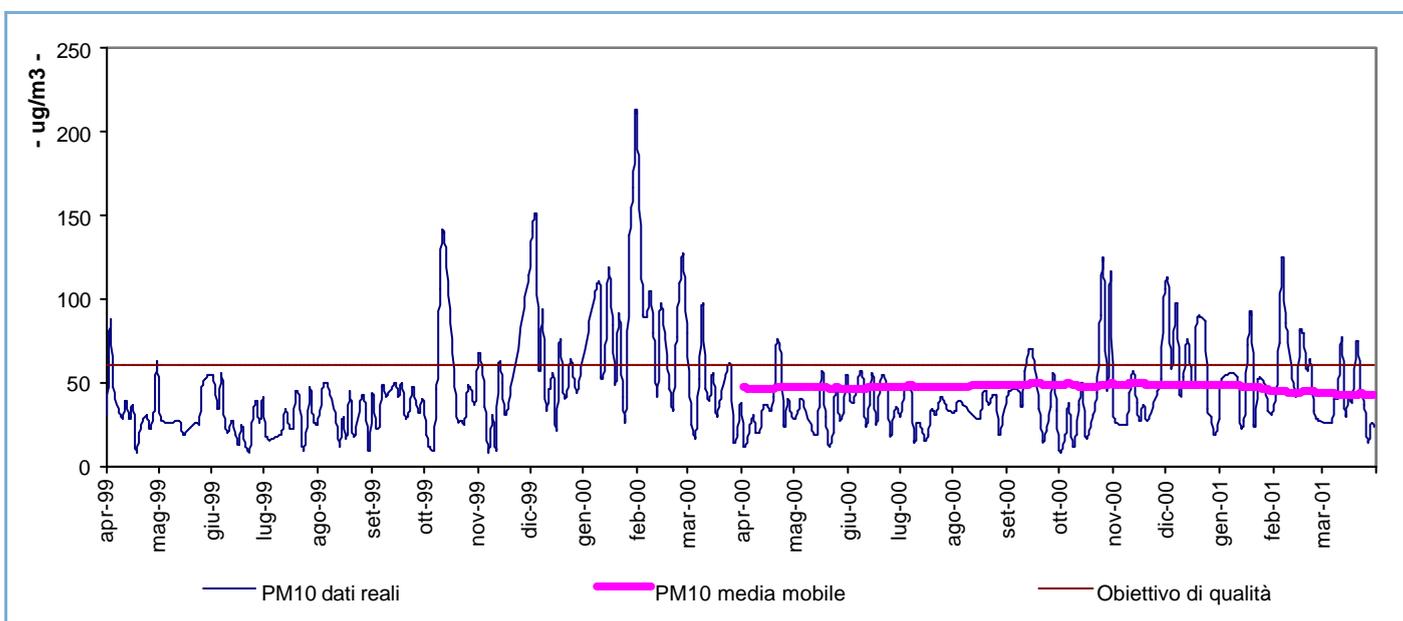
**Siti di misura.** Le stazioni della rete ARPAV provinciale dotate di analizzatori automatici di ozono (O<sub>3</sub>) sono 5:

**Caratteristiche generali.** L'ozono presente nella bassa atmosfera (troposfera) è sia di

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); Sacca Fisola (B); Maerne (D); Mira (A/C).

origine naturale che legato alle attività produttive. Quando le concentrazioni presenti nell'aria che respiriamo aumentano, l'ozono diventa un inquinante pericoloso per la nostra salute. L'ozono troposferico è un inquinante secondario, ossia non viene emesso direttamente da una sorgente, ma si produce per effetto della radiazione solare in presenza di inquinanti primari (prodotti dal traffico automobilistico, dai processi di combustione, dai solventi delle vernici, dall'evaporazione di carburanti, etc.). Infatti, le più alte concentrazioni di ozono si rilevano nei mesi più caldi dell'anno e nelle ore di massimo irraggiamento solare (tra le 12.00 e le 17.00) mentre nelle ore serali l'ozono diminuisce. Negli ambienti interni la sua concentrazione è molto più bassa rispetto alla sua concen-

Grafico 15 – Confronto media mobile PM<sub>10</sub> – obiettivo di qualità nella stazione di Parco Bissuola.



trazione all'aria aperta. Nelle aree urbane, dove è più forte l'inquinamento atmosferico, l'ozono si forma e si trasforma con grande rapidità, con un comportamento molto diverso da quello osservato per gli altri inquinanti. Gli inquinanti primari, che costituiscono la base di formazione dell'ozono, sono gli stessi che possono provocare la rapida distruzione. Per questa ragione, quando si verifica un aumento dell'ozono nell'aria, il blocco della circolazione non risulta essere molto efficace. Il particolare comportamento dell'ozono determina anche il diverso modo di monitorarlo rispetto agli altri inquinanti. Il vento trasporta l'ozono dalle aree urbane alle zone suburbane e rurali, dove il minore inquinamento rende la sostanza più stabile. Il monitoraggio corretto di questo inquinante va fatto quindi nelle località più periferiche della città e nei parchi, dove l'ozono raggiunge i valori più alti.

**Effetti sulla salute.** L'ozono è un gas tossico, particolarmente nocivo se respirato in grande quantità. Gli effetti di una eccessiva esposizione riguardano gli occhi e le prime vie respiratorie. I primi sintomi sono: irritazione delle mucose, tosse, mal di testa, fiato corto e, se si inspira profondamente, dolore al petto. Persone particolarmente sensibili manifestano alcuni di questi sintomi anche a concentrazioni di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'esercizio fisico svolto all'aperto in coincidenza con elevate concentrazioni di o-

zono nell'atmosfera è uno tra i fattori di rischio. Bambini ed anziani fanno parte della popolazione a rischio. I bambini, oltre ad avere un ritmo respiratorio più elevato degli adulti, trascorrono molto più tempo all'aperto, spesso nelle ore più calde della giornata.

#### L'ozono nell'anno ecologico 2000/2001: analisi spaziali e temporali

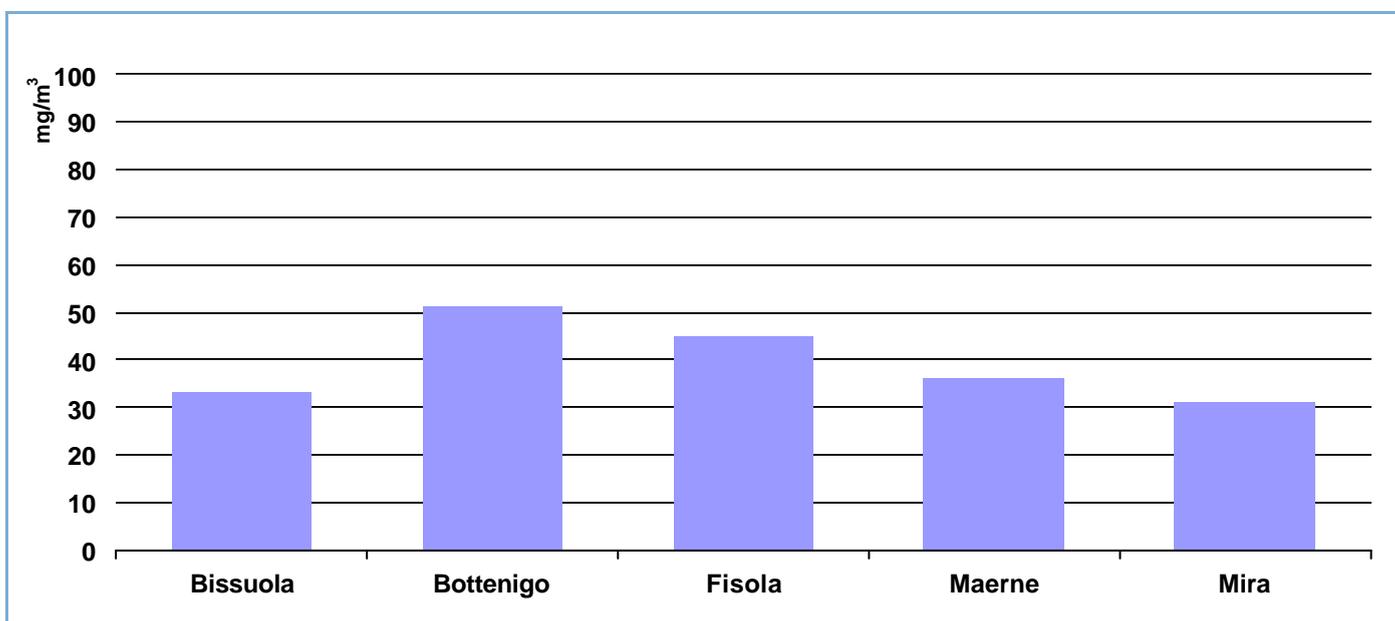
Le stazioni della rete ritenute maggiormente descrittive delle diverse realtà presenti nel territorio provinciale sono le seguenti:

- **ambito urbano:** Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); Sacca Fisola (B)
- **cintura urbana:** Maerne (D)
- **ambito provinciale:** Mira (A/C)

Il "fenomeno Ozono" è ormai comunemente noto alla popolazione, soprattutto in estate. Negli ultimi anni il fenomeno è stato infatti affrontato con la dovuta attenzione anche in relazione al fatto che le alte concentrazioni non sono certamente confinate nell'intorno dei punti di monitoraggio, ma interessano zone molto vaste del territorio.

In riferimento alla tabella delle correlazioni presentata nella Relazione del precedente anno ecologico, si ricorda che esiste un'alta uniformità di comportamento di questa sostanza anche in siti non molto vicini, né omogenei fra loro, quali le stazioni di Maerne (stazione di riferi-

Grafico 16 – Media annuale ozono, anno ecologico 2000-2001.



mento di tipo D per la rete urbana di Mestre), Parco Bissuola (nel centro di Mestre), ma anche di via Bottenigo (area semirurale più caratterizzata dalla vicinanza alla zona industriale di Marghera e all'autostrada che a centri urbani), Mira (a circa 10 Km dalle precedenti) e Sacca Fisola (isola di Venezia).

A titolo puramente indicativo il Grafico 16 illustra il valore medio annuale rilevato dalle stazioni della rete di monitoraggio.

Gli episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento dei livelli di attenzione e di allarme, ai sensi del DM 25/11/94 (Grafico 17). In particolare il grafico raffigura il numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento del livello di attenzione di O<sub>3</sub> (media oraria pari a 180 µg/m<sup>3</sup>), del livello di protezione della salute (media dalle 0 alle 8, dalle 8 alle 16, dalle 12 alle 20, dalle 16 alle 24 pari a 110 µg/m<sup>3</sup>) e del livello di protezione della vegetazione (media "trascinata" sulle 24 ore confrontata con il valore di 65 µg/m<sup>3</sup>) nell'anno ecologico 2000/2001.

La normativa non specifica quale intervallo di 24 ore si debba considerare per il confronto con il livello di protezione della vegetazione, pari a 65 µg/m<sup>3</sup>; di conseguenza, invece che la media giornaliera è stata calcolata la media su

24 ore "trascinando" tale intervallo temporale per tutto il periodo di riferimento dell'anno ecologico.

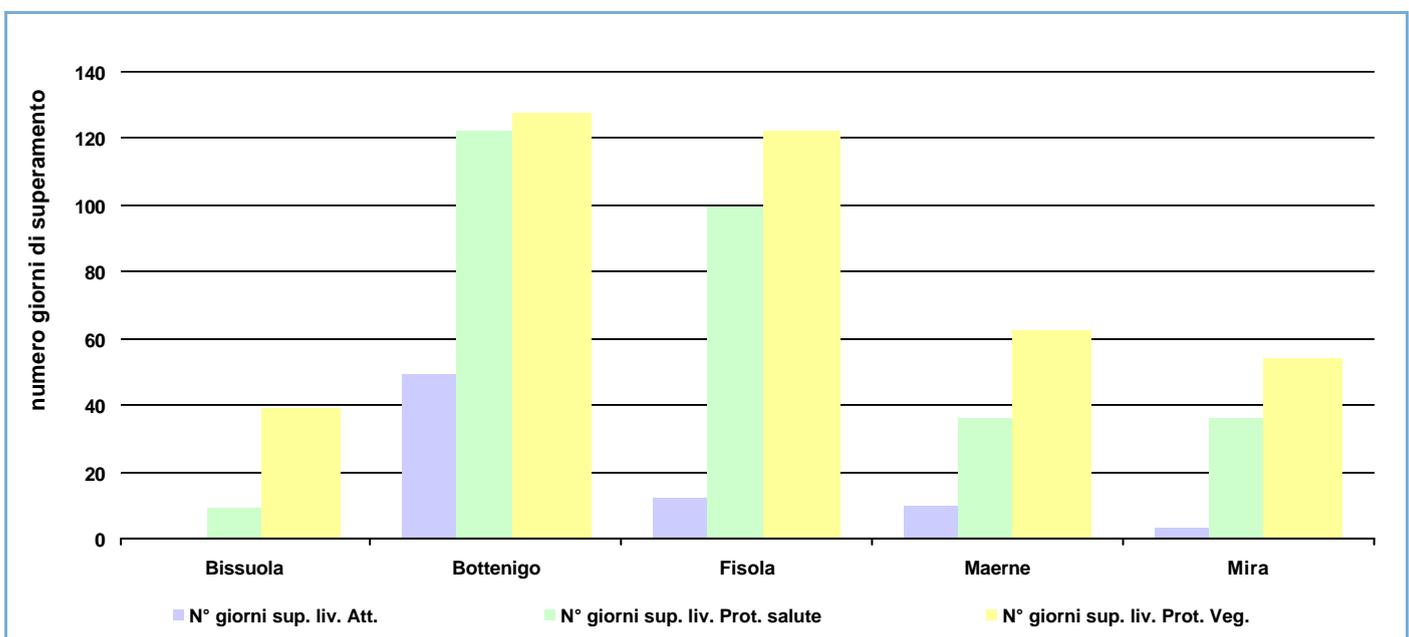
Nella valutazione delle persistenze dell'ozono in atmosfera, spicca la situazione di via Bottenigo.

Questo sito presenta un numero rilevante di superamenti del livello di protezione della vegetazione, pari a 65 µg/m<sup>3</sup> nelle 24 ore, che si è verificato nel 35% dei giorni dell'anno, con persistenza oltre la soglia fino a 51 giorni consecutivi (dal 6 giugno al 27 luglio 2000) ed un picco di concentrazione raggiunto il 17 maggio 2000 di 168 µg/m<sup>3</sup>.

Per la stazione di via Bottenigo è stato considerato anche il livello di protezione della salute, pari a 110 µg/m<sup>3</sup> nelle 8 ore (corrispondente ad un tempo di media, TdM). E' stata presa in considerazione la permanenza al di sopra della soglia dei 110 µg/m<sup>3</sup> della concentrazione media di ozono sulle 8 ore per tre tempi di media (TdM) successivi: dalle ore 0 alle 8, dalle 8 alle 16 e dalle 16 alle 24. Tali medie superano la soglia nel 12% dei casi (Grafico 18), con permanenze fino a 5 tempi di media (40 ore) consecutivi (dal 23 giugno 2000 alle ore 8.00) e con un valore massimo raggiunto il 25 maggio 2000 di 205 µg/m<sup>3</sup>.

A Sacca Fisola il valore di 110 µg/m<sup>3</sup> è stato

Grafico 17 - Numero di giorni di superamento del livello di attenzione di O<sub>3</sub>, del livello di protezione della salute e del livello di protezione della vegetazione nell'anno ecologico 2000/2001.



oltrepassato nell'8% dei casi, con permanenze fino a 2 giorni (durante maggio, giugno, luglio ed agosto) consecutivi e con un valore massimo raggiunto il 10 giugno 2000 di 170  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Grafico 18).

A Maerne e a Mira i superamenti della stessa soglia si sono verificati nel 2% dei casi e non si sono protratti oltre 2 tempi di media consecutivi (16 ore). Al Parco Bissuola sono stati rilevati nell'arco dell'anno solo 3 superamenti di questa soglia nelle giornate del 23 e 25 agosto 2000.

Dal confronto con le persistenze in atmosfera dei valori di concentrazione di ozono oltre la soglia prescelta si conferma l'osservazione che il semestre estivo è il periodo nel quale la qualità dell'aria rispetto all'ozono è meno buona; inoltre si osserva che valori elevati della concentrazione di ozono si verificano anche nei mesi primaverili e autunnali.

Va sottolineato come, rispetto all'anno ecologico 1998-1999, il "fenomeno Ozono" sia risultato meno pressante, a causa di una diversa situazione meteorologica, mentre non si evidenziano sostanziali variazioni delle concentrazioni di ozono rispetto all'anno ecologico 1999-2000.

A Maerne, stazione di riferimento di tipo D della rete urbana di Mestre-Venezia, per l'anno 2000/2001 si riscontrano 5 casi di superamento del limite di protezione della vegetazione, pari a 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in un'ora (e precisamente in data 11, 19, 20 e 25 agosto 2000, sempre attorno alle ore 14.00, con un massimo di 214  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), contro il singolo caso del 30 maggio 1999 ed i

91 casi nel corso dell'estate 1998.

In riferimento al superamento del limite di protezione della vegetazione, pari a 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , da 148 casi del 1998 e 54 casi del 1999, si scende a 38 casi nell'anno ecologico 2000/2001 calcolato come media giornaliera, non "trascinata", sulle 24 ore. Naturalmente nel corso dell'anno ecologico 2000/2001, anche la persistenza dei superamenti si riduce non trovandosi casi superiori ai 2 giorni consecutivi. Infine, dal confronto degli ultimi due anni a Maerne, si è notato il medesimo beneficio per il livello della protezione della salute, pari a 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in 8 ore, che viene superato nel 2% dei periodi considerati, oltre il 95% dei quali non permane oltre un singolo TdM (8 ore) (Grafico 19).

L'analisi dei giorni-tipo (Grafico 20) elaborati sull'anno ecologico conferma l'elevata analogia fra le stazioni, anche relativamente al valore delle concentrazioni massime che si attestano tutte intorno a 60 – 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Composti Organici Volatili (COV)

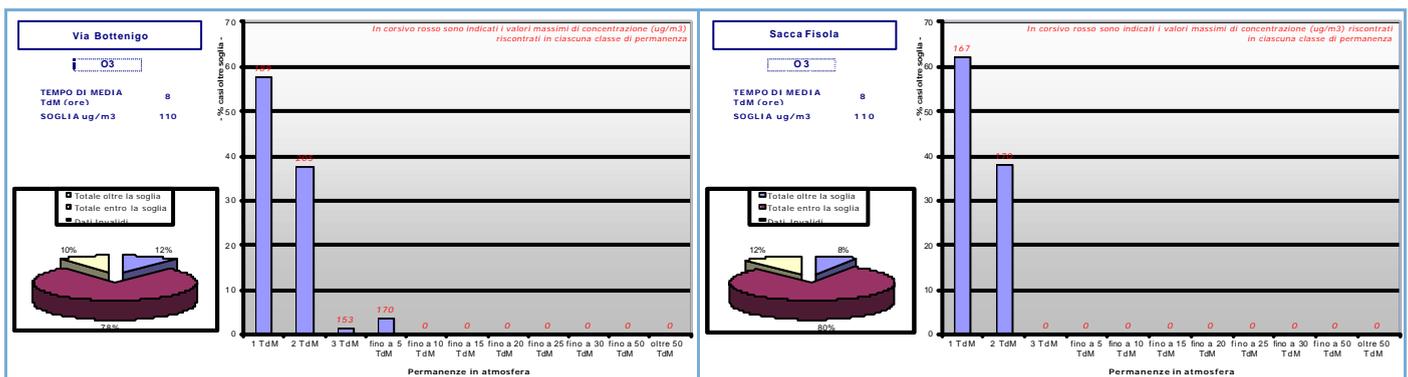
**Siti di misura.** Le stazioni della rete ARPAV provinciale dotate di analizzatori automatici di idrocarburi (THC/ $\text{CH}_4$ /NMHC) sono 10:

**Caratteristiche generali.** I composti organici volatili (COV) comprendono una vasta classe di

Parco Bissuola (A); via Bottenigo (A); viale San Marco (B); Sacca Fisola (B); Mira (A/C); Mirano (B); via F.lli Bandiera (C); via Circonvallazione (C); Corso del Popolo (C); Spinea (C).

sostanze quali: idrocarburi (saturi, insaturi ed

Grafico 18 – Permanenze del superamento del livello di protezione della salute (media dalle 0 alle 8, dalle 8 alle 16, dalle 16 alle 24 pari a 110  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nelle stazioni di via Bottenigo e Sacca Fisola nell'anno ecologico 2000/2001.



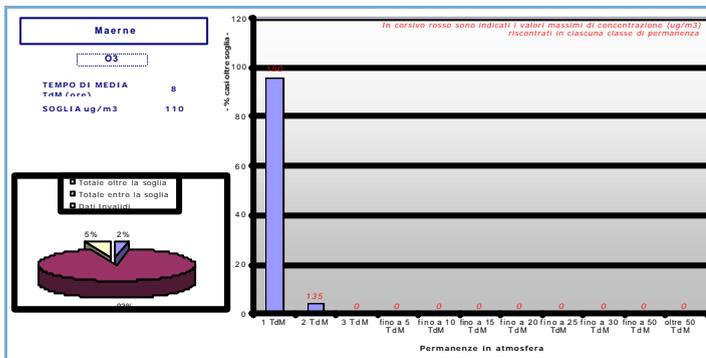


Grafico 19 – Permanenze del superamento del livello di protezione della salute (media dalle 0 alle 8, dalle 8 alle 16, dalle 16 alle 24 pari a  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nella stazione di Maerne nell'anno ecologico 2000-2001.

aromatici), derivati alogenati e ossidrilici (trielina, alcoli) e derivati carbonilici (aldeidi, chetoni).

In genere si usa distinguerli tra metano ( $\text{CH}_4$ ) e altri composti organici, tra i quali l'insieme più numeroso è quello costituito dagli idrocarburi non metanici (NMHC). La concentrazione di metano in atmosfera è dell'ordine della parte per milione, mentre la concentrazione di COV escluso il metano (NMHC = Idrocarburi non metanici) varia da poche decine a molte centinaia di  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , particolarmente nei pressi di strade ad alta densità di traffico.

Le sorgenti di COV in atmosfera sono molteplici. Oltre alle attività inerenti la chimica (produzione di gomma e plastica, verniciature) hanno notevole rilievo le sorgenti di combustione quali il traffico autoveicolare e l'evaporazione di prodotti che contengono COV. Molti COV sono prodotti anche da processi naturali.

La loro tossicità è funzione della quantità e della qualità dei componenti individuali, mentre l'importanza ambientale è ascrivibile al fatto

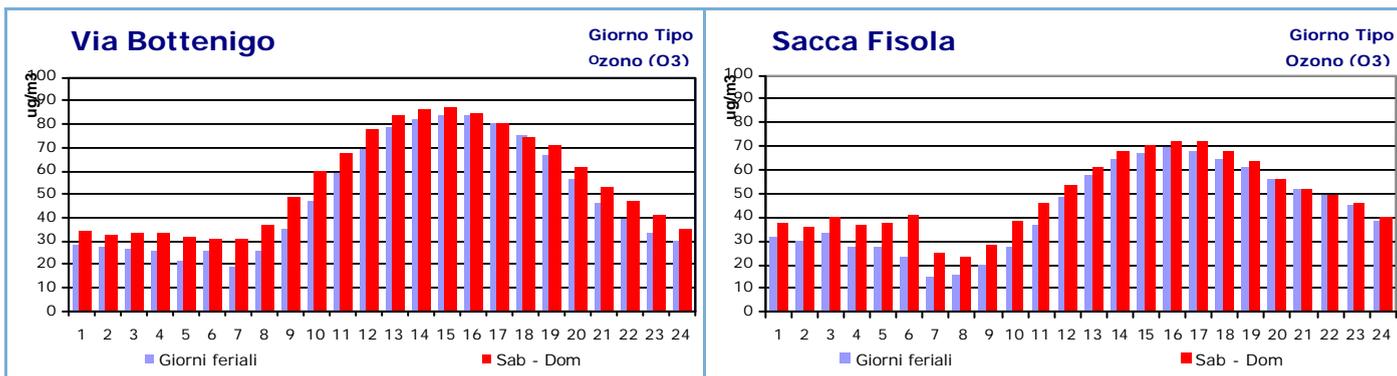
che essi partecipano alle reazioni che portano alla formazione di ossidanti fotochimici.

All'interno di questa classe di composti sono compresi anche gli inquinanti non convenzionali benzene ed idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Le concentrazioni tipiche sopra delineate sono effettivamente riscontrata presso le stazioni di monitoraggio di Mestre – via F.lli Bandiera, via Circonvallazione, ma anche a Mirano – in contrapposizione al sito posto a Sacca Fisola dove il valore medio annuale è effettivamente molto più basso (Allegato 1 e Grafico 22, Sacca Fisola)). In ogni caso si tratta di un fenomeno alquanto diffuso.

Nonostante gli NMHC stiano perdendo significatività a vantaggio di altri inquinanti quali il benzene e gli IPA, sono stati comunque individuati i superamenti della concentrazione in atmosfera degli NMHC oltre l'unica soglia che sia stata fissata per questo parametro:  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nella media di 3 ore (corrispondente ad un tempo di media, TdM). In realtà il superamento

Grafico 20 – Giorno - tipo.



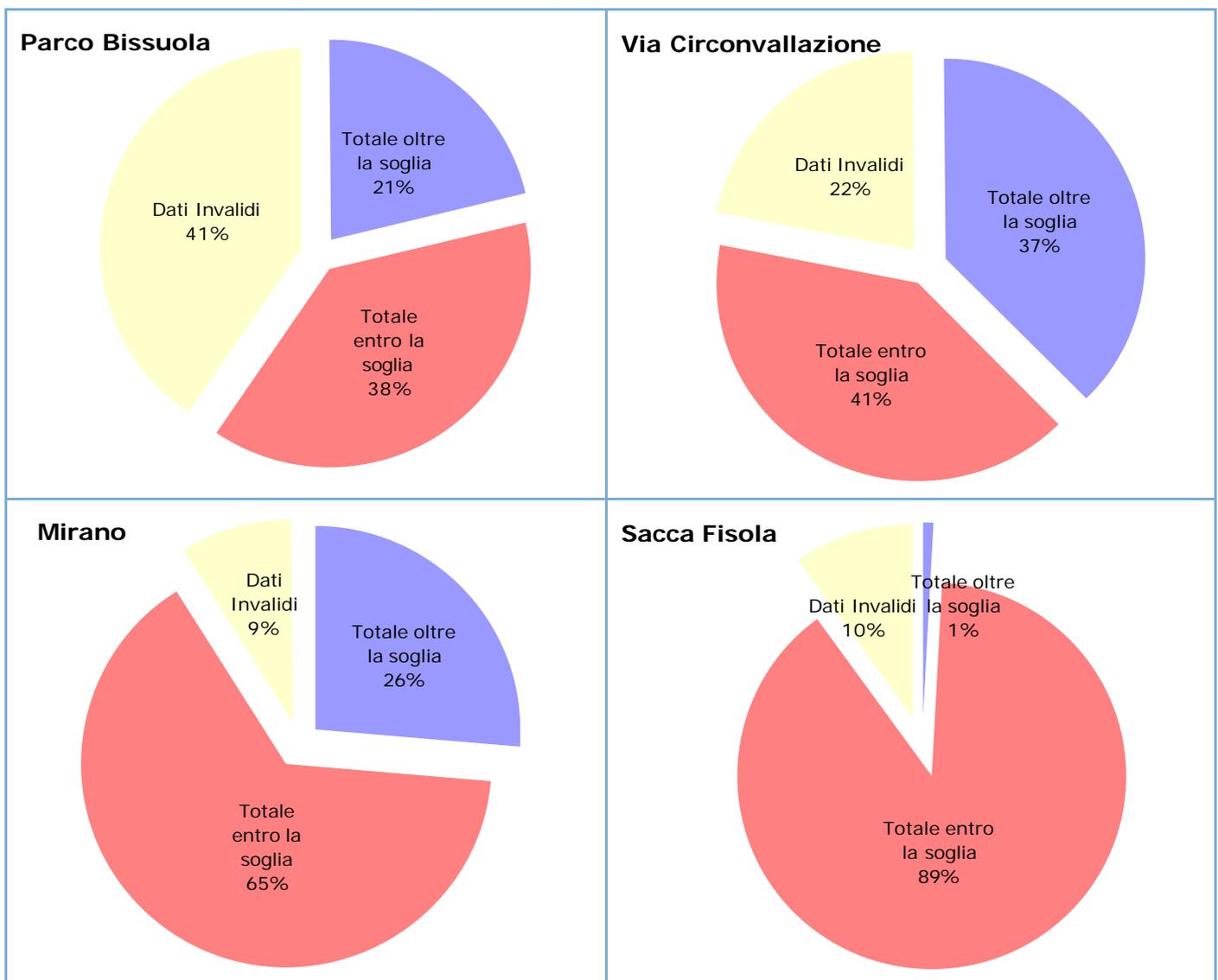
del valore limite di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per NMHC viene segnalato solo qualora si siano verificati superamenti dello standard per l'ozono, fissato in 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dal DPCM 28/03/83, contemporaneamente nelle stazioni di Parco Bissuola e Maerne. Durante tutto l'anno ecologico 2000/2001, a Maerne si sono verificati 5 superamenti di tale limite e nessun superamento a Parco Bissuola; conseguentemente non sarebbe necessario analizzare i superamenti del valore limite per gli NMHC; è stata calcolata comunque la percentuale di dati oltre la soglia e la percentuale di dati invalidi, per ciascuna stazione.

A Sacca Fisola la soglia di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , come media dalle ore 8.00 alle 11.00 e dalle 17.00 alle 20.00 della concentrazione oraria di NMHC, è stata superata nel 1% dei casi, con basse permanenze e concentrazioni di picco contenu-

te (mai oltre 1 TdM con picco di 470  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Mentre nelle stazioni urbane si è avuto superamento della stessa soglia nel 41% dei casi in via F.lli Bandiera, 37% in via Circonvallazione, 21% in via Bissuola e 18% in via Bottenigo; a Mirano tale superamento si è verificato nel 26% dei casi ed a Spinea nel 23% dei casi. In via Circonvallazione i picchi massimi hanno superato i 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

I grafici del giorno - tipo per le stazioni dell'area urbana hanno andamenti simili: presentano massimi intorno alle ore 8.00 e alle ore 20.00, in corrispondenza di un incremento dei flussi di traffico urbano. Inoltre in tutte le stazioni dell'area urbana le concentrazioni - tipo di NMHC nei giorni lavorativi sono molto maggiori rispetto a quelle misurate nel fine settimana; questa differenza è massima in via Circonvalla-

Grafico 21 – NMHC – Soglia: 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – Tempo di media: 3 ore.



zione, dove si riscontrano concentrazioni di NMHC nei giorni feriali anche doppie in corrispondenza degli orari di intenso traffico (vedi ore 8.00, via Circonvallazione).

## Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

**Siti di misura.** Le stazioni della rete ARPAV provinciale dotate di analizzatori automatici di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) sono, per l'anno ecologico considerato, due stazioni della rete urbana: Parco Bissuola (A) e via Circonvallazione (C).

**Caratteristiche generali.** Il benzene è un composto aromatico presente nella benzina in concentrazioni percentuali che, dal 1 luglio 1998, non possono superare il valore dell'1%.

La concentrazione di benzene nell'atmosfera delle aree urbane deriva per il 95% dalle emissioni autoveicolari.

La sua misura è di grande rilevanza, poiché fornisce un dato molto importante sul contributo del traffico autoveicolare all'inquinamento atmosferico nei centri urbani, in particolare se caratterizzato in continuo assieme ai suoi analoghi superiori (BTEX, ovvero benzene, toluene, etilbenzene e xileni).

Il benzene è un composto altamente volatile: per questo motivo, l'emissione in atmosfera associata all'evaporazione da serbatoi degli autoveicoli e dei distributori di carburante può essere notevole. Tuttavia, le emissioni autoveicolari derivano solo per una frazione dal processo evaporativo; la maggior parte del benzene emesso dagli autoveicoli proviene dall'incompleta combustione di questa molecola nel motore, nonché dal riarrangiamento molecolare degli altri composti organici presenti nella benzina durante la combustione. Non basta, quindi, impiegare benzina a basso tenore di benzene per

ridurre le emissioni di benzene, ma occorre promuovere simultaneamente l'impiego di motori dotati di sistemi di abbattimento catalitico. Le emissioni di benzene degli autoveicoli dotati di convertitore catalitico sono sensibilmente inferiori alle emissioni degli autoveicoli non catalizzati.

**Effetti sulla salute.** A causa della sua elevata tossicità, il benzene viene facilmente inalato ed assorbito dagli eritrociti e dalla proteine plasmatiche e trasferito a tutti gli organi e tessuti ricchi di lipidi, esercitando effetti tossici. In particolar modo esso colpisce il sistema nervoso centrale, con effetti di tipo inebriante e anestetico.

Il benzene è un composto cancerogeno. Gli esperti dell'Organizzazione Mondiale per la Sanità e dell'Agenzia di Protezione dell'Ambiente statunitense (US EPA) hanno rispettivamente stimato in 4 e 10 casi aggiuntivi di leucemia per milione di persone il rischio massimo aggiuntivo derivante dall'esposizione protratta per tutta la vita a concentrazioni di benzene pari ad 1 µg/m<sup>3</sup>.

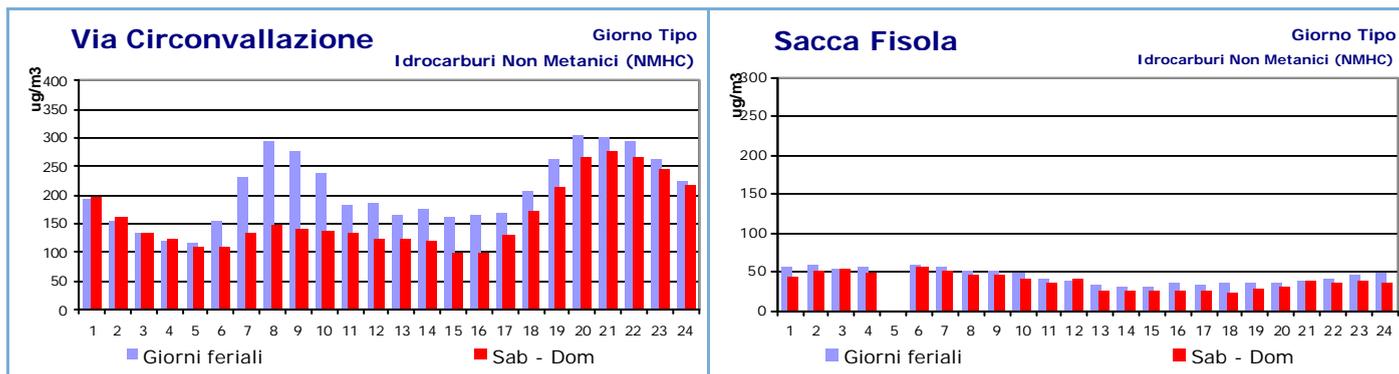
A differenza del benzene, il toluene, l'etilbenzene e gli xileni non inducono lo sviluppo di cellule cancerogene, ma svolgono un'azione depressiva sul sistema nervoso centrale, con effetti di tipo inebriante ed anestetico. L'esposizione al toluene durante il periodo di gravidanza può provocare malformazioni teratogene.

## Il benzene: analisi spaziali e temporali

Il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è oggetto di monitoraggio presso due stazioni della rete urbana: Parco Bissuola (A), e via Circonvallazione (C).

L'andamento delle medie mensili, rappre-

Grafico 22 – Giorno - tipo



sentate per le stazioni nel grafico 23, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, nei quali si osserva una certa tendenza al superamento dell'obiettivo di qualità pari a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , definito dal DM 25/11/94 come media mobile annuale.

È possibile notare una diminuzione delle concentrazioni medie mensili rispetto al precedente anno ecologico, in particolare negli ultimi mesi; nel Grafico 24 sono messe a confronto tali medie mensili.

La media mobile annuale non mostra per nessuna delle stazioni il superamento dell'obiettivo di qualità. Tale dato è confermato dal Grafico 25 riportante in parallelo la serie storica dei dati medi giornalieri e la media mobile annuale.

Le medie mobili assumono i valori di 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per la stazione di Parco Bissuola e di 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per la stazione di via Circonvallazione, quindi concentrazioni al di sotto dell'obiettivo di qualità indicato precedentemente.

Tali valori indicano, in qualche misura, una certa differenziazione dell'inquinamento a seconda dell'area di monitoraggio, con una maggiore incidenza nell'area di traffico (via Circonvallazione).

La media di area dell'anno ecologico 2000-/2001 è di 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore a quella calcolata nel precedente anno ecologico, pari a 7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(Tabella 10).

### Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

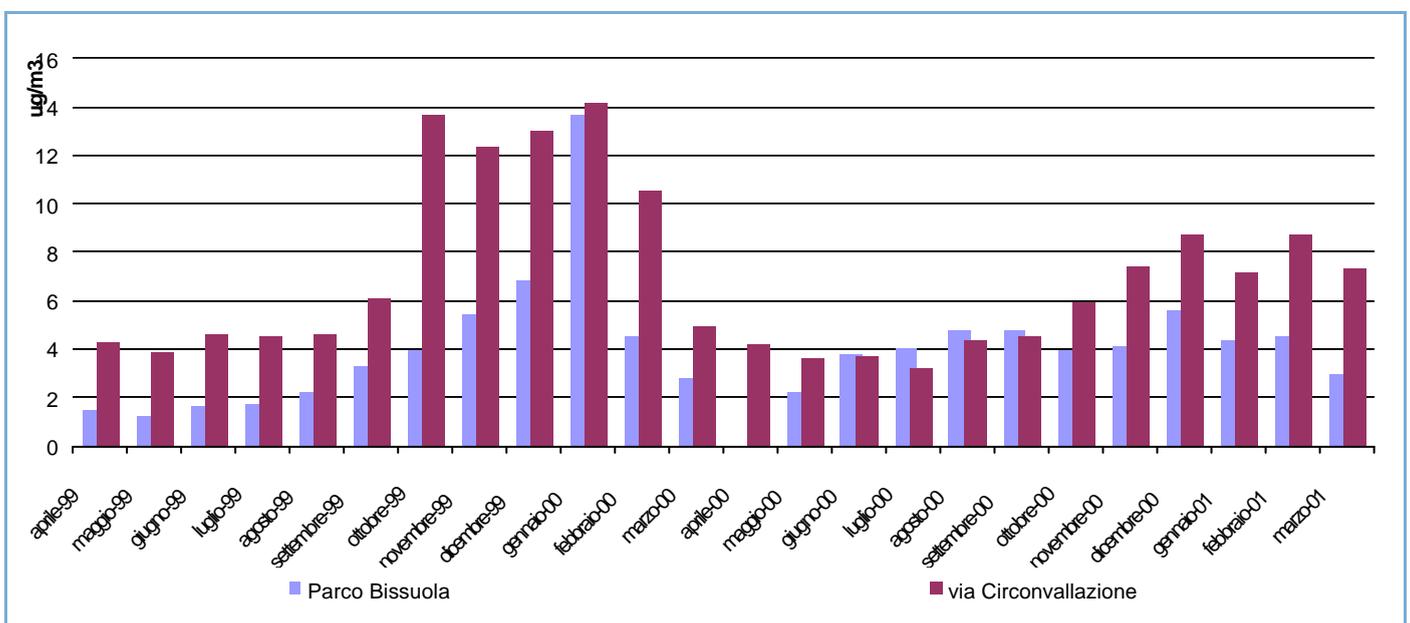
**Siti di misura.** Le stazioni della rete ARPAV provinciale presso le quali è stato effettuato il monitoraggio degli IPA, per l'anno ecologico considerato, sono due stazioni della rete urbana: Parco Bissuola (A) e via Circonvallazione (C).

**Caratteristiche generali.** Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono una classe di idrocarburi la cui composizione è data da due o più anelli benzenici condensati. La classe degli IPA è perciò costituita da un insieme piuttosto eterogeneo di sostanze, caratterizzate da differenti proprietà tossicologiche. L'Agenzia di Protezione dell'Ambiente statunitense (US EPA) ha stilato un elenco di IPA caratterizzati da maggiore tossicità dei quali il benzo(a)pirene è caratterizzato dalla più elevata potenza cancerogena.

Gli IPA sono composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico; derivano principalmente dai processi di combustione incompleta dei combustibili fossili, e si ritrovano quindi nei gas di scarico degli autoveicoli e nelle emissioni degli impianti termici.

La concentrazione di IPA nell'atmosfera urbana può raggiungere qualche  $\text{ng}/\text{m}^3$ , mentre

Grafico 23 - Medie mensili benzene registrate presso le stazioni di monitoraggio durante l'anno ecologico 1999-2000 e 2000-2001.



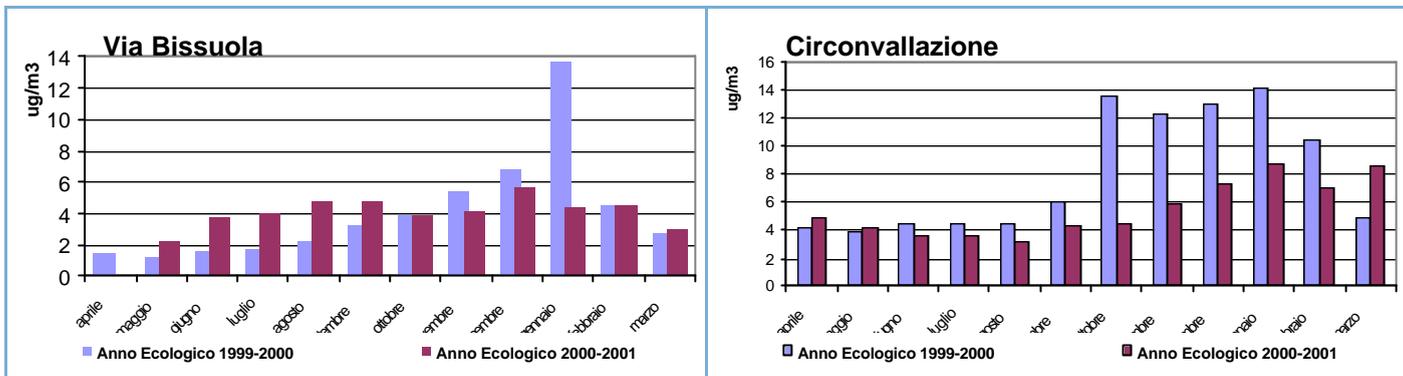


Grafico 24 - Confronto delle medie mensili di benzene registrate durante l'anno ecologico 1999-2000 e 2000-2001 presso le stazioni di monitoraggio.

le concentrazioni dei componenti specifici assume rapporti più o meno stabili in funzione della specifica fonte emissiva.

**Effetti sulla salute.** L'importanza ambientale di queste sostanze deriva dall'accertata azione cancerogena di alcuni di essi, con maggiore riguardo a quelli condensati nel particolato atmosferico.

Agli IPA è riconosciuta una potenziale attività biologica di tipo mutageno: tuttavia non tutti si dimostrano attivi.

Per ricondurre le concentrazioni ambientali di IPA a valori di riferimento sanitario, è stato introdotto (Rapporto ISTISAN 91/27) il concetto di benzo(a)pirene equivalente, che consente di determinare il rischio complessivo derivante dall'esposizione a IPA, dalla somma del rischio attribuibile al benzo(a)pirene (potenza cancerogena = 1), più quello degli altri sei IPA attivi:

- benzo(a)antracene (potenza cancerogena = 0,006);
- dibenzo(a,h)antracene (potenza cancerogena = 0,6);
- indeno(1,2,3-c,d)pirene (potenza cancerogena = 0,08);

- benzo(b)fluorantene (potenza cancerogena = 0,11);
- benzo(j)fluorantene (potenza cancerogena = 0,03);
- benzo(k)fluorantene (potenza cancerogena = 0,03).

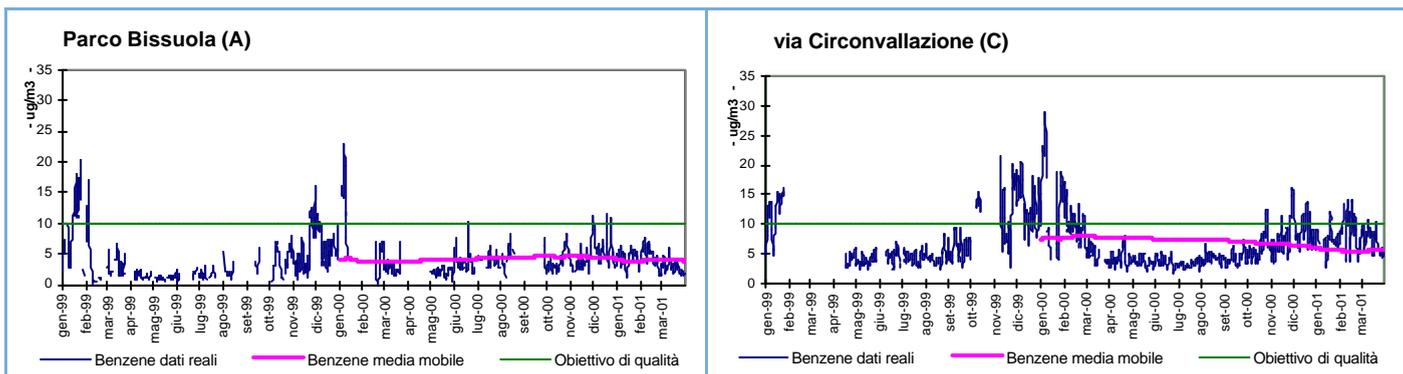
### Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): analisi spaziali e temporali

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono oggetto di monitoraggio presso le stazioni della rete urbana: Parco Bissuola (A) e via Circonvallazione (C).

Osservando l'andamento delle medie mensili del benzo(a)pirene, rappresentate per le stazioni nel Grafico 26, si evidenzia un picco di concentrazione nei mesi invernali, con una netta tendenza al superamento dell'obiettivo di qualità pari a 1 ng/m<sup>3</sup>, definito dal DM 25/11/94 come media mobile annuale.

E' possibile notare una generale diminuzione delle concentrazioni medie mensili rispetto al precedente anno ecologico, in particolare negli ultimi mesi; nel Grafico 27 sono messe a

Grafico 25 - Confronto media mobile benzene – obiettivo di qualità nelle stazioni di monitoraggio.



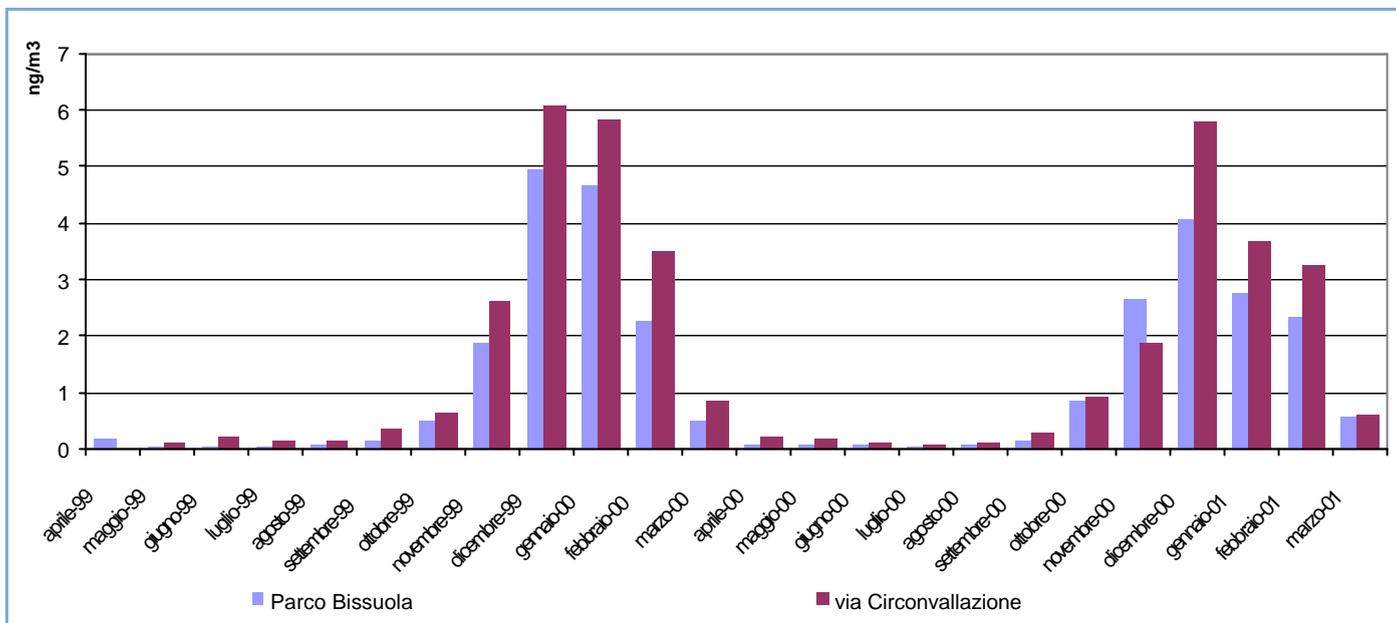


Grafico 26 - Medie mensili benzo(a)pirene registrate presso le stazioni di monitoraggio durante l'anno ecologico 1999-2000 e 2000-2001.

confronto tali medie mensili.

Il Grafico 28 riporta la serie dei dati giornalieri (medie sulle 24 ore) e la media mobile per le stazioni di Parco Bissuola e di via Circonvallazione.

Le medie mobili aggiornate a marzo 2001 assumono il valore di 1,1 ng/m³ per la stazione di Parco Bissuola e di 1,4 ng/m³ per la stazione di via Circonvallazione, superiori quindi all'obiettivo di qualità indicato precedentemente.

Tali valori stanno ad indicare un inquinamento "di area" per il benzo(a)pirene, che presenta una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano.

La media di area dell'anno ecologico 2000-/2001 è di 1,3 ng/m³, leggermente inferiore a quella calcolata nel precedente anno ecologico,

pari a 1,4 ng/m³ (Tabella 10).

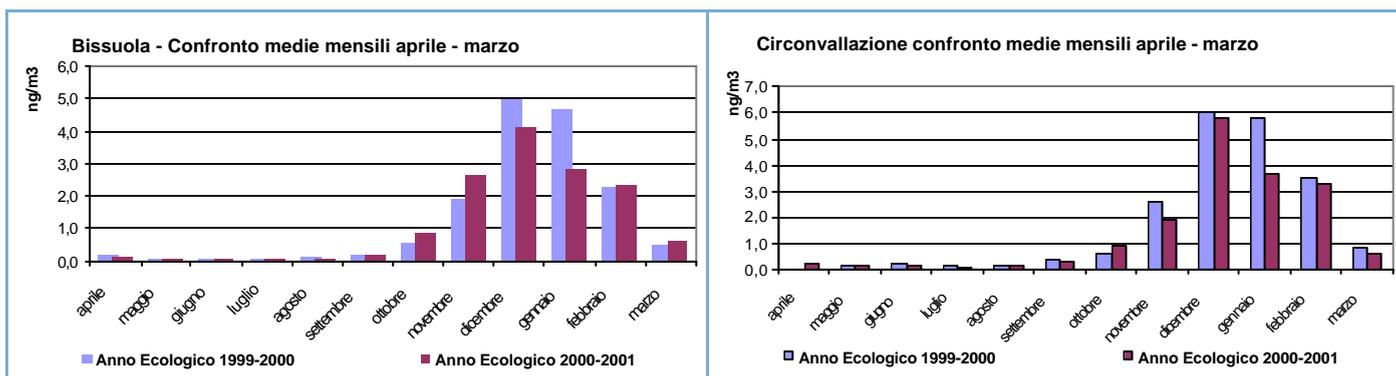
#### CAMPAGNE DI MISURA 2000/2001 CON LABORATORI MOBILI

Le campagne di misura eseguite nel corso dell'anno ecologico 2000/2001 sono state effettuate da due unità mobili, denominate unità bianca e unità verde.

Tali laboratori mobili sono stati dislocati in diversi punti del territorio provinciale veneziano, non interessati dalla presenza di stazioni di misura fisse. Tali campagne hanno avuto lo scopo di integrare la rete fissa di stazioni di misura e di valutare, quindi, la qualità dell'aria nell'area non interessata dalla presenza di quest'ultima.

Le unità mobili sono state utilizzate per ca-

Grafico 27 - Confronto delle medie mensili di benzo(a)pirene registrate durante l'anno ecologico 1999-2000 e 2000-2001 presso le stazioni di monitoraggio.



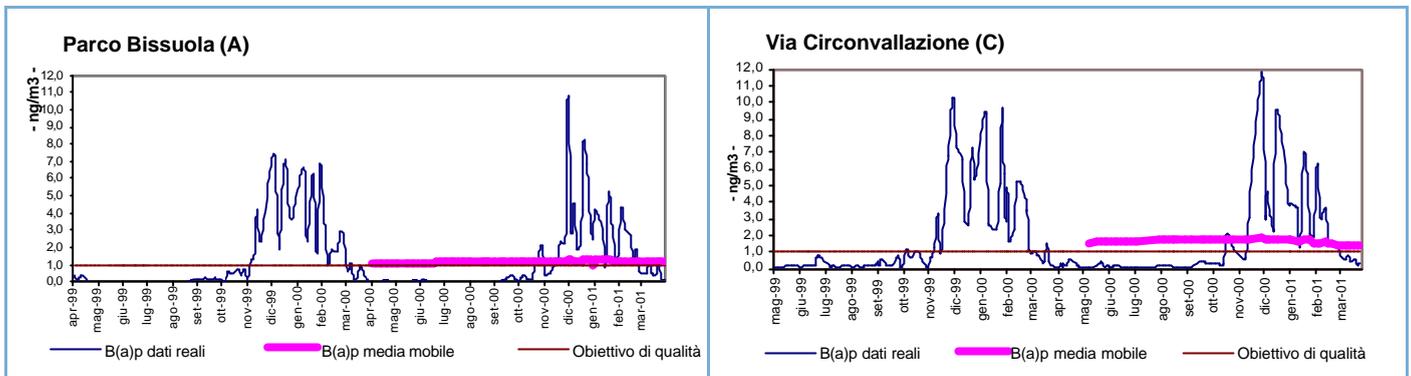


Grafico 28 - Confronto media mobile benzo(a)pirene – obiettivo di qualità nelle stazioni di monitoraggio.

ratterizzare la qualità dell'aria nelle località indicate in tabella 11.

I parametri monitorati presso i laboratori mobili sono riassunti in Tabella 12.

La Tabella 13 illustra la percentuale dei superamenti dei livelli di attenzione e di protezione della salute (ex DPR 203/88, DM 15/04/94, DM 25/11/94 e DM 16/05/96).

L'analisi dei dati evidenzia come le situazioni più acute di inquinamento dell'aria corrispondano ad episodi di superamento del livello di attenzione di:

- biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) presso il Comune di Noale e di Chioggia;
- polveri totali sospese (PTS) presso il Co-

mune di Marcon;

- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) presso il Comune di Chioggia.

Invece i superamenti del livello di protezione della salute fissato per l'ozono si sono verificati a Torcello e a Noventa di Piave. In entrambi questi casi le campagne sono state effettuate nel periodo estivo, stagione più critica per questo inquinante; la stessa campagna svolta a Torcello nella stagione invernale non ha evidenziato superamenti dei limiti di legge per l'ozono.

La Tabella 13 illustra la percentuale dei superamenti dei livelli di attenzione e di protezione della salute (ex DPR 203/88, DM 15/04/94, DM 25/11/94 e DM 16/05/96).

Tabella 10 – Confronto delle medie mobili annuali di PM<sub>10</sub>, benzo(a)pirene e benzene aggiornate a 4 date successive dell'anno ecologico 2000/2001 con gli obiettivi di qualità.

media mobile	Mese aggiornamento				Obiettivi di qualità (DM 25- /11/94)
	marzo-00	agosto-00	dicembre-00	marzo-01	
<b>Parco Bissuola (Tipo A)</b>					
PM10 (ug/m <sup>3</sup> )	49	49	51	43	40
Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )	1,1	1,3	1,5	1,1	1
Benzene (ug/m <sup>3</sup> )	4	5	4	4	10
<b>Via Circonvallazione (Tipo C)</b>					
PM10 (ug/m <sup>3</sup> )	60*	63	61	50	40
Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )	1.6*	1,7	2,0	1,4	1
Benzene (ug/m <sup>3</sup> )	8	8	7	6	10
<b>Media di area (A + C)</b>					
PM10 (ug/m <sup>3</sup> )	55	56	56	47	
Benzo(a)pirene (ng/m <sup>3</sup> )	1,4	1,6	1,8	1,3	
Benzene (ug/m <sup>3</sup> )	7	7	6	5	

## CAMPAGNE MEZZI MOBILI - ANNO ECOLOGICO 2000-2001

INIZIO	FINE	COMUNE	LOCALITA'	UNITA' MOBILE
16/03/2000	05/04/2000	Mirano	Via della Vittoria	Bianca
13/06/2000	11/07/2000	Scorzè	Via Castellana 2	Bianca
13/07/2000	03/08/2000	Martellago	Via Olmo 66	Bianca
03/08/2000	01/09/2000	Noventa di piave	Via Romanzio 1	Bianca
09/10/2000	26/10/2000	Marcon	Via Alta 14	Bianca
21/11/2000	17/12/2000	Gazzera	Via Gazzera Alta 44	Bianca
18/12/2000	18/01/2001	Portogruaro	Via Trieste	Bianca
20/02/2001	12/03/2001	Mirano	Via Villafranca incrocio Via Mariutto	Bianca
08/04/2000	26/05/2000	Chioggia	Calle Ponte S. Giacomo 64/63	Verde
31/05/2000	21/06/2000	Noale	SS 515 - SP 38	Verde
21/06/2000	11/07/2000	Noale	Via Vivaldi	Verde
12/07/2000	11/09/2000	Torcello	Vicinanze Chiesa	Verde
17/11/2000	11/12/2000	Scorzè	Via Moglianese - Via Venezia	Verde
15/12/2000	03/01/2001	S. Donà di Piave	Viale della Libertà 14	Verde
10/01/2001	30/03/2001	Torcello	c/o Cattedrale S. M. Assunta	Verde

Tabella 11. Località nelle quali sono state effettuate le campagne di rilevamento.

L'analisi dei dati evidenzia come le situazioni più acute di inquinamento dell'aria corrispondano ad episodi di superamento del livello di attenzione di:

- biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) presso il Comune di Noale e di Chioggia;
- polveri totali sospese (PTS) presso il Comune di Marcon;
- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) presso il Comune di Chioggia.

Invece i superamenti del livello di protezione della salute fissato per l'ozono si sono verificati a Torcello e a Noventa di Piave. In entrambi questi casi le campagne sono state effettuate nel periodo estivo, stagione più critica per questo inquinante; la stessa campagna svolta a Torcello nella stagione invernale non ha evidenziato superamenti dei limiti di legge per l'ozono.

Per quanto riguarda il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), uno

Tabella 12 - Parametri misurati dalle unità mobili.

Parametro	Unità bianca	Unità verde
SO <sub>2</sub>	X	X
NO	X	X
NO <sub>2</sub>	X	X
NO <sub>x</sub>	X	X
CO	X	X
O <sub>3</sub>	X	X
PTS	X	X
NMHC	X	X
TOTHC	X	X
PM <sub>10</sub>	X	
IPA	X	
BTEX	X	
Velocità del vento	X	X
Direzione del vento	X	X
Temperatura	X	X
Umidità relativa	X	X
Pressione atmosferica	X	X
Radiazione solare		X

LOCALITA'	VIA	PERIODO	SO	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PTS
			mg/m <sup>3</sup> Liv. att. 125	mg/m <sup>3</sup> Liv. att. 200	mg/m <sup>3</sup> Liv. att. 15	mg/m <sup>3</sup> Prot. sal. 110	mg/m <sup>3</sup> Liv. att. 150
Mirano	Via della Vittoria	16/03/00 - 05/04/00	0%	0%	0%	0%	0%
Chioggia	Calle Ponte S. Giacomo 64/63	08/04/00 - 26/05/00	29%	5%	0%	0%	0%
Noale	SS 515 - SP 38	31/05/00 - 21/06/00	0%	6%	0%	0%	0%
Noale	Via Vivaldi	21/06/00 - 11/07/00	0%	0%	0%	0%	0%
Scorzè	Via Castellana 2	13/06/00 - 11/07/00	0%	0%	0%	0%	0%
Torcello	Vicinanze Chiesa	12/07/00 - 11/09/00	0%	0%	0%	30%	0%
Martellago	Via Olmo 66	13/07/00 - 03/08/00	0%	0%	0%	0%	0%
Noventa di Piave	Via Romanziol 1	03/08/00 - 01/09/00	0%	0%	0%	4%	0%
Marcon	Via Alta 14	09/10/00 - 26/10/00	0%	0%	0%	0%	5%
Scorzè	Via Moglianese - Via Venezia	17/11/00 - 14/12/00	0%	0%	0%	0%	0%
Gazzera	Via Gazzera Alta 44	21/11/00 - 17/12/00	0%	0%	0%	-	-
S. Donà di Piave	Viale della Libertà 14	15/12/00 - 03/01/01	0%	0%	0%	0%	0%
Portogruaro	Via Trieste	18/12/00 - 18/01/01	0%	0%	0%	0%	0%
Torcello	c/o Cattedrale S. M. Assunta	10/01/01 - 30/03/01	0%	0%	0%	0%	0%
Mirano	Via Villafranca incrocio Via Mariutto	20/02/01 - 12/03/01	0%	0%	0%	0%	0%

Tabella 13 - Percentuale dei superamenti dei livelli di attenzione e di protezione della salute umana.

dei parametri inquinanti di maggiore interesse dal punto di vista sanitario, è stata calcolata la **media di periodo** mediando i valori medi giornalieri disponibili (Tabella 13).

Per i parametri chimici “non convenzionali”, quali il benzene, di recente introduzione nel novero degli inquinanti monitorati in ambito urbano, la normativa fissa un valore soglia, definito obiettivo di qualità. Tale obiettivo rappresenta un valore di concentrazione **mediato su base annua**, a cui tendere progressivamente nel tempo, attraverso l’azione di determinate politiche di contenimento e mitigazione dell’inquinamento.

In tutte le località in cui è stato collocato il mezzo mobile le medie di periodo sono risultate inferiori all’obiettivo di qualità per il benzene,

pari a 10 µg/m<sup>3</sup>, definito dal DM 25/11/94 come media mobile annuale; fa eccezione la campagna di misura effettuata alla Gazzera. Infatti nei mesi di novembre e dicembre 2000 si è svolta una campagna di misura lungo la tangenziale di Mestre, al fine di valutare il contributo proveniente dagli elevati flussi di traffico ivi transitanti; presso il mezzo mobile installato alla Gazzera è stata misurata una concentrazione di benzene, calcolata come media di periodo, pari a 10 µg/m<sup>3</sup>, quindi corrispondente con l’obiettivo di qualità.

Si rammenta comunque che l’obiettivo di qualità rappresenta un valore di concentrazione mediato su base annua; di conseguenza il confronto con una media di periodo può fornire indicazioni puramente indicative.

Tabella 14 - Media di periodo per il benzene misurato nel corso delle campagne di misura con mezzi mobili 2000/2001.

Località	Periodo	Unità mobile	Media di periodo	Obiettivo di Qualità *
Mirano	16/03/00 - 05/04/00	Bianca	5	10
Chioggia	08/04/00 - 26/05/00	Verde	-	
Noale	31/05/00 - 21/06/00	Verde	-	
Noale	21/06/00 - 11/07/00	Verde	-	
Scorzè	13/06/00 - 11/07/00	Bianca	3	
Martellago	13/07/00 - 03/08/00	Bianca	3	
Noventa di Piave	03/08/00 - 01/09/00	Bianca	5	
Marcon	09/10/00 - 26/10/00	Bianca	4	
Scorzè	17/11/00 - 14/12/00	Verde	-	
Gazzera	21/11/00 - 17/12/00	Bianca	10	
S. Donà di Piave	15/12/00 - 03/01/01	Verde	-	
Portogruaro	18/12/00 - 18/01/01	Bianca	8	
Mirano	20/02/01 - 12/03/01	Bianca	8	

# Trend storici: analisi temporali

Al fine di raffigurare l'andamento storico dei parametri convenzionali misurati presso le stazioni della rete ARPAV della qualità dell'aria, si è scelto di riportare la mediana ed il 98° percentile, rispettivamente quali indici dell'andamento del valore medio e del massimo annuale, a partire dal 1996 (per alcune stazioni dal 1994).

Infatti, disponendo di un archivio storico significativo, è importante porre a confronto tra di loro le concentrazioni di inquinanti raggiunti negli ultimi anni. In particolare è interessante conoscere la variazione nella presenza media di una sostanza presente nell'aria, indicata dalla mediana, e il comportamento dei valori massimi negli stessi periodi, indicati dal 98° percentile.

La situazione più confortante è quella in cui entrambi gli indicatori (mediana e 98° percentile) sono decrescenti col trascorrere del tempo e solo in questo caso si può ipotizzare un reale miglioramento; anche per poter definire un peggioramento è necessario che esista accordo tra i due indici.

L'elaborazione è stata estesa alle stazioni di misura che compaiono nella tabella quotidiana sulla qualità dell'aria, ed in particolare:

- Parco Bissuola (A): parametri SO<sub>2</sub>, PTS, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> (anni 1996 – 2000);
- viale San Marco (B): parametri SO<sub>2</sub>, PTS, NO<sub>2</sub> (anni 1994 – 2000);

- via Circonvallazione (C): parametri PTS, CO (anni 1994 – 2000);
- Corso del Popolo (C): parametri PTS, CO (anni 1994 – 2000);
- via Da Verrazzano (C): parametri PTS, NO<sub>2</sub>, CO (anni 1996 – 2000);
- Maerne (D): parametri SO<sub>2</sub>, PTS, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> (anni 1994 – 2000).

Nel Grafico 29, Grafico 30 e Grafico 31 sono rappresentati la mediana ed il 98° percentile.

## *Trend storico del biossido di zolfo*

Per le stazioni di Parco Bissuola (ambito urbano, A), viale San Marco (ambito urbano, B) e di Maerne (cintura urbana, D) è stato analizzato l'andamento di mediana (indice del valore medio) e 98° percentile (indice del valore massimo) calcolati sui dati rilevati nel corso di 7 anni di misure (1994 – 2000).

Per il biossido di zolfo si può parlare di miglioramento presso tutte le stazioni sia in termini di mediana che di 98° percentile fino al 1999; nell'ultimo anno questo miglioramento ha presentato solo l'eccezione della stazione di Maerne.

## *Trend storico del biossido di azoto*

Per le stazioni di Parco Bissuola, viale San Marco, via Da Verrazzano (ambito urbano, rispettivamente A, B e C) e di Maerne (cintura urbana, D), l'andamento di mediana e 98° percentile anche del biossido di azoto sono stati calcolati

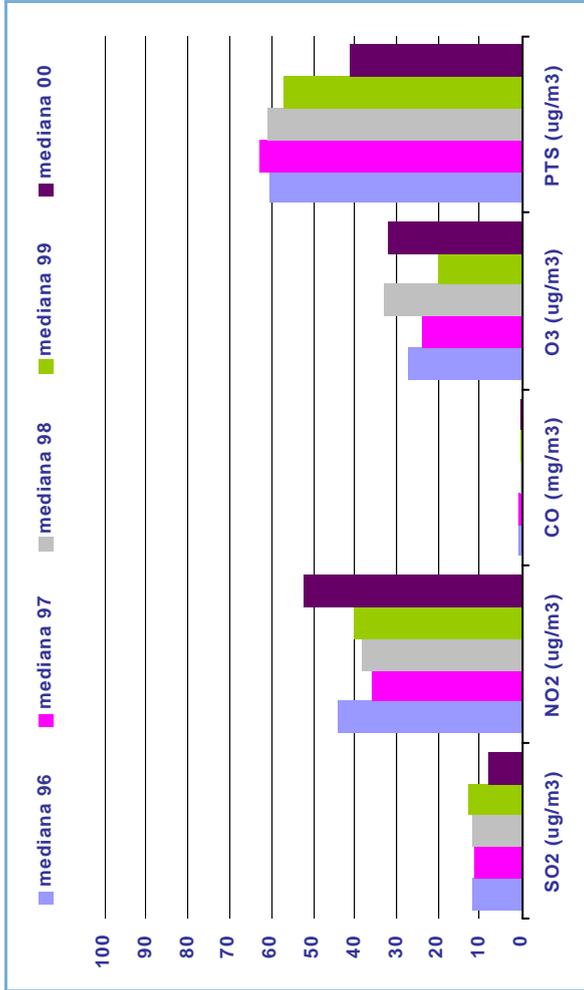
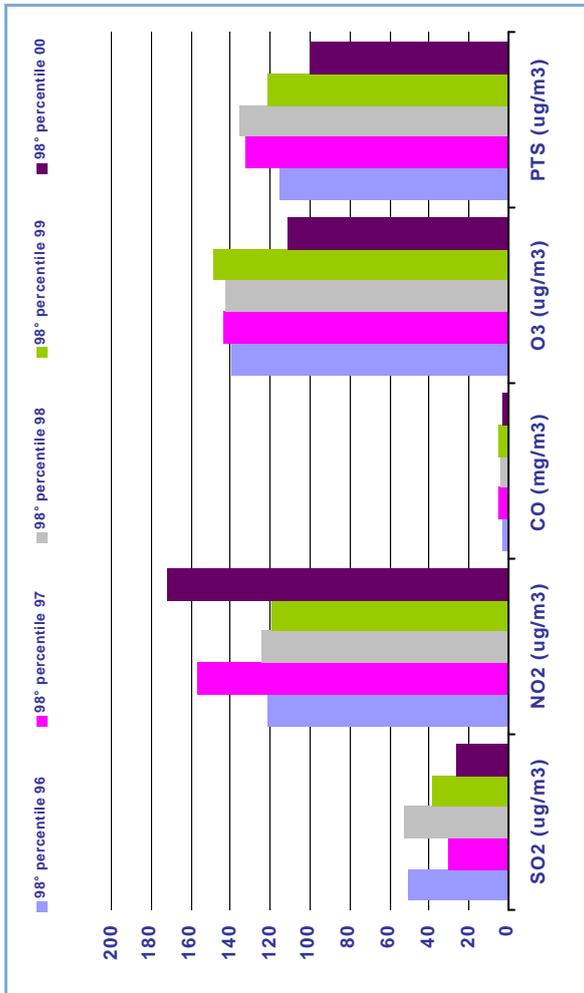


Grafico 29 - Serie storica parametri convenzionali di Parco Bissuola.

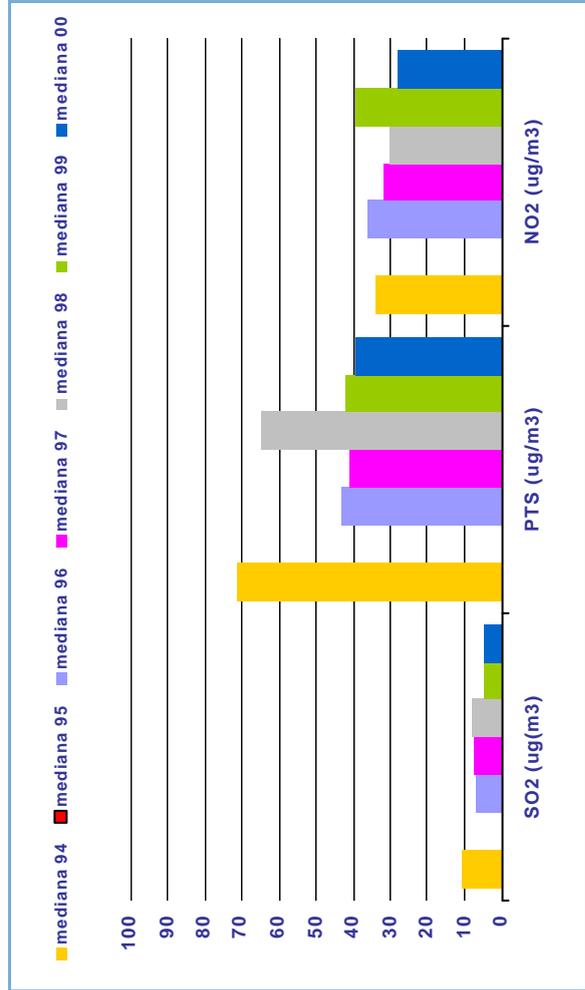
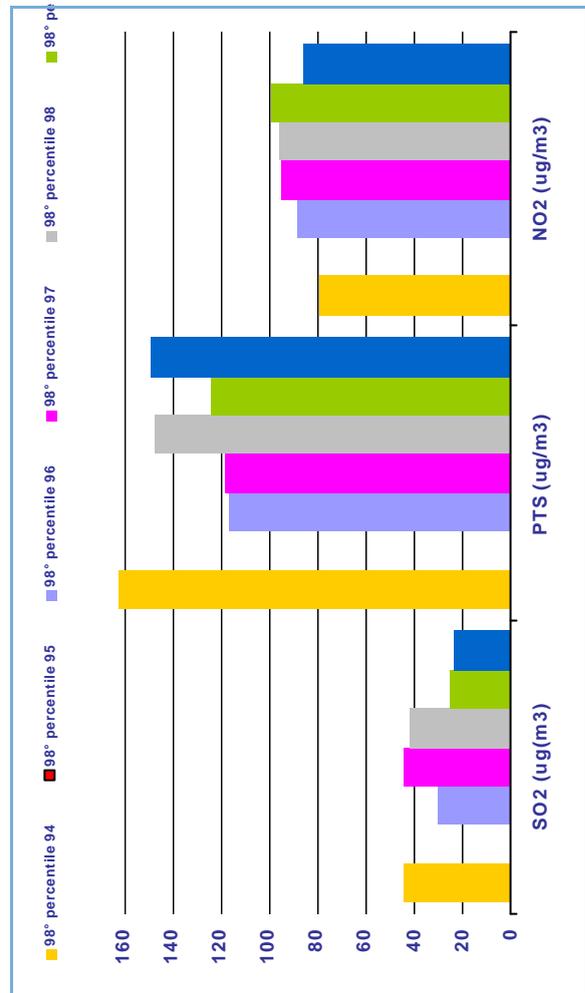


Grafico 30 - Serie storica parametri convenzionali di San Marco.

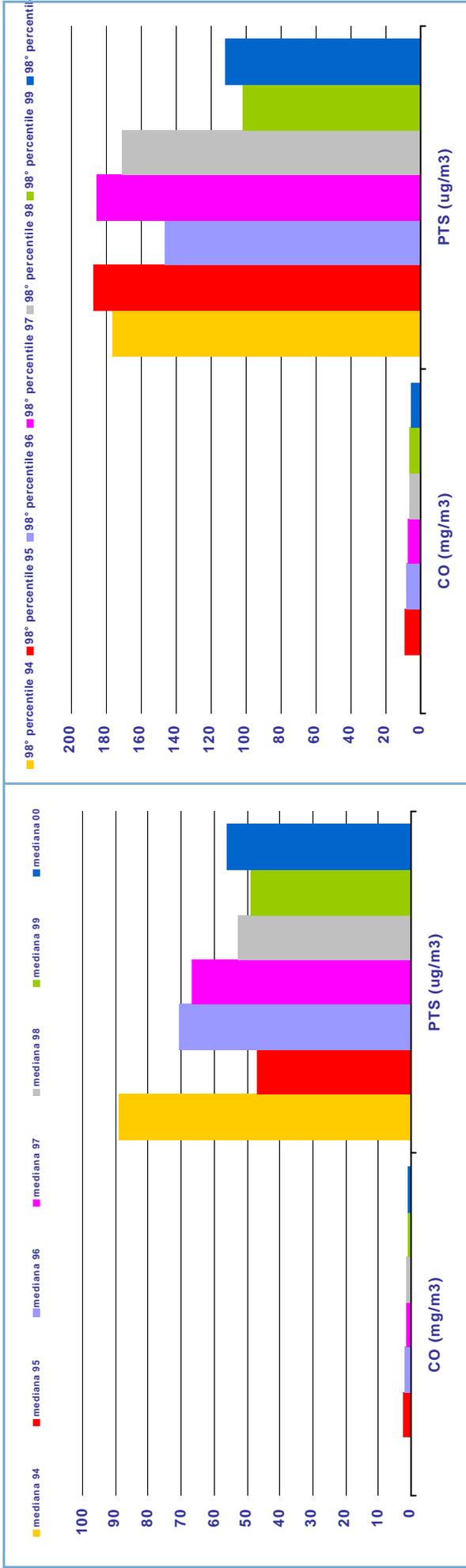


Grafico 31 - Serie storica parametri convenzionali di Via Circonvallazione.

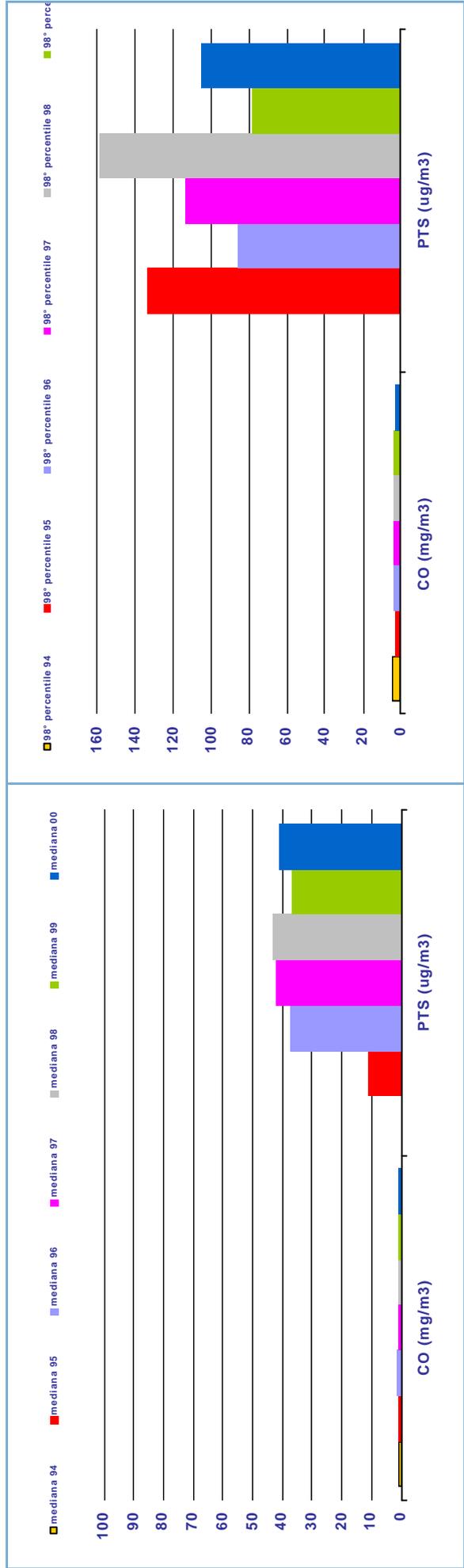


Grafico 32 - Serie storica parametri convenzionali di Corso del Popolo.

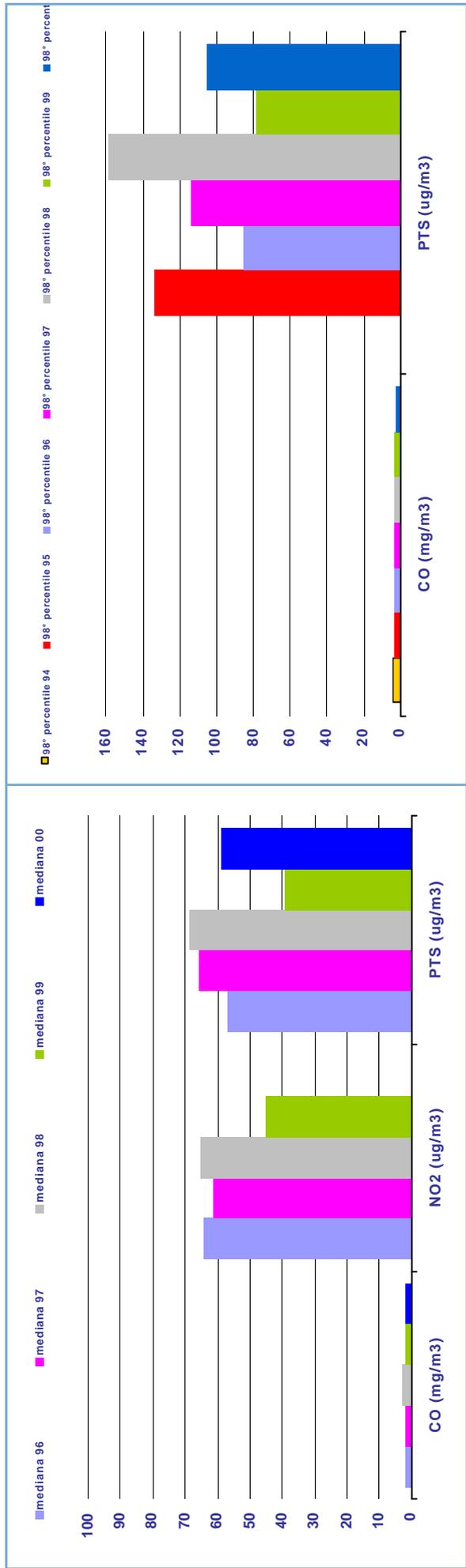


Grafico 33 - Serie storica parametri convenzionali di Via Da Verrazzano.



Grafico 34 - Serie storica parametri convenzionali di Maerne.

sui dati rilevati nel corso di 7 anni di misure (1994 – 2000).

Gli istogrammi evidenziano un miglioramento complessivo solo per la stazione di Maerne, mentre per le altre stazioni sono presenti condizioni di sostanziale stazionarietà. Limitatamente all'ultimo anno, si osserva un miglioramento in viale San Marco e in via Da Verrazzano, mentre si è verificato un peggioramento in corrispondenza della stazione di Parco Bissuola.

#### ***Trend storico del monossido di carbonio***

Per le stazioni di Parco Bissuola, via Da Verrazzano, Corso del Popolo e via Circonvallazione (ambito urbano, rispettivamente A, e tre C) è stato analizzato l'andamento di mediana e 98° percentile sempre calcolati sui dati rilevati nel corso di 7 anni di misure (1994 – 2000).

L'istogramma evidenzia un andamento decrescente sia della mediana sia del 98° percentile della concentrazione in aria di CO per le stazioni di Corso del Popolo e via Circonvallazione, mentre mostra condizioni di stabilità o di lieve e più recente miglioramento per le stazioni di Parco Bissuola e via Da Verrazzano.

#### ***Trend storico delle polveri totali sospese***

Per le stazioni di Parco Bissuola, viale San

Marco, via Da Verrazzano, Corso del Popolo, via Circonvallazione e Maerne è stato analizzato l'andamento di mediana e 98° percentile sempre calcolati sui dati rilevati nel corso di 7 anni di misure (1994 – 2000).

L'istogramma evidenzia un andamento complessivamente decrescente sia della mediana sia del 98° percentile della concentrazione in aria di PTS per la stazione di Parco Bissuola e di via Circonvallazione, per la quale fa eccezione l'ultimo anno, mentre mostra condizioni di stazionarietà nei rimanenti siti di misura.

#### ***Trend storico dell'ozono***

Per le stazioni di Parco Bissuola (ambito urbano, A) e di Maerne (cintura urbana, D) è stato analizzato l'andamento di mediana e 98° percentile dell'O<sub>3</sub>, calcolati sui dati rilevati nel corso di 5 anni di misure (1996 – 2000).

L'istogramma evidenzia un picco evidente della concentrazione in aria di ozono in corrispondenza dell'anno 1998 ed una successiva diminuzione nel 1999 sia per la stazione di Parco Bissuola, che per quella di Maerne. Nell'anno 2000, invece, il miglioramento ha riguardato solo la stazione di Maerne.

# Le sorgenti inquinanti

Nelle aree urbane le principali sorgenti di inquinamento sono il traffico veicolare e il riscaldamento degli edifici. A queste sorgenti di tipo diffuso spesso si aggiungono sorgenti puntuali quali industrie, inceneritori di rifiuti, impianti per la produzione di energia, etc., che per la loro localizzazione, interna o relativamente prossima all'area urbana, contribuiscono all'inquinamento della zona.

In ambiente urbano il traffico veicolare è responsabile della quasi totalità delle emissioni di monossido di carbonio (CO), della maggior parte degli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e dei composti organici volatili non metanici (COVNM) nonché di buona parte delle particelle sospese con granulometria inferiore ai 2 µm.

A causa di una combustione mai perfetta i motori a combustione interna producono emissioni inquinanti, soprattutto idrocarburi, monossido di carbonio e ossidi di azoto. A questi inquinanti, poi, si aggiungono, per le emissioni

delle autovetture a gasolio, ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub>) e particolato costituito in prevalenza da particelle carboniose (contenenti anche idrocarburi policiclici aromatici - IPA, tra cui il benzo(a)pirene) e solfati, mentre, per le emissioni da motori a benzina, contaminanti tossici come benzene, butadiene, aldeidi, etc.

Il riscaldamento degli edifici nelle aree non servite da gas metano contribuisce in maniera sostanziale alle emissioni di biossido di zolfo ed è comunque responsabile di una parte non trascurabile di ossidi d'azoto. In quartieri in cui è ancora in uso il carbone anche l'inquinamento dovuto al particolato può essere notevole.

Per alcuni dati sulle emissioni in Italia dal 1980 al 1997, secondo la classificazione CORINAIR SNAP97, si rimanda alla Relazione per l'anno ecologico 1999 - 2000.



# Conclusioni e problematiche emergenti

## CONCLUSIONI IN BREVE

I dati raccolti durante l'anno ecologico (compreso tra il 1 aprile 2000 e il 31 marzo 2001) sono risultati, grazie al processo di ammodernamento della strumentazione avviato dalla Provincia di Venezia e portato avanti dal Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia, completi ed accurati. Infatti oltre ai parametri convenzionali sono ormai disponibili anche archivi "storici" per gli inquinanti cosiddetti non convenzionali, quali benzene, PM<sub>10</sub>, IPA.

Anche quest'anno, seguendo la traccia avviata nelle relazioni elaborate per i precedenti anni ecologici, si è cercato di evidenziare l'evoluzione della situazione degli inquinanti, descrivendone la permanenza in atmosfera oltre che il semplice numero di superamenti dei livelli di attenzione.

Avendo a disposizione un archivio storico di dimensioni significative è stato possibile inoltre verificare la tendenza al miglioramento o al peggioramento della mediana e del 98° percentile per gli inquinanti di alcune stazioni di monitoraggio (a seconda dei dati disponibili), a partire dal 1994.

### **Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)**

La concentrazione di questa sostanza nell'aria, come ormai assodato, è generalmente in continuo calo, sia nel suo andamento medio sia per quanto riguarda i valori di picco e ri-

spetta i valori guida e limite in tutto il territorio controllato dalla rete di monitoraggio.

### **Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)**

I valori guida e limite per questo parametro sono sostanzialmente rispettati con l'eccezione delle stazioni di Parco Bissuola e di Mira, in cui viene superato il valore guida. Nel corso dell'anno ecologico, inoltre, per queste ultime stazioni e per quella di viale S. Marco sono stati rilevati alcuni superamenti dei valori di attenzione.

Il biossido di azoto è un inquinante presente in modo diffuso in tutto il territorio, come testimonia l'andamento simile del giorno - tipo di molte stazioni di monitoraggio, con alcune differenze solo per la stazione di Sacca Fisola, a causa della sua particolare posizione su un'isola a Venezia.

Lo studio della tendenza dal 1994 mostra che, generalmente, il biossido di azoto presenta una sostanziale stazionarietà, con miglioramenti o peggioramenti oscillanti nel corso degli anni.

### **Monossido di carbonio (CO)**

Il monossido di carbonio durante l'anno ecologico 2000-2001 non ha evidenziato superamenti del valore limite né del livello di attenzione. Dunque non si sono verificati episodi di inquinamento acuto causati da questo inquinante.

L'analisi della tendenza negli anni evidenzia in generale un andamento decrescente o stazionario della mediana e del 98° percentile della concentrazione in aria di CO per le stazioni di tipo C.

Lo studio del giorno - tipo delle varie stazioni evidenzia picchi di concentrazione nelle medesime ore dimostrando come, nonostante le emissioni di CO abbiano carattere locale, questo inquinante risulti diffuso in tutto l'ambito urbano, a causa dell'ubiquità delle fonti emissive.

### Polveri PTS

Questo parametro va tenuto sotto osservazione, poiché molte aree monitorate mostrano il superamento del valore guida. Anche se il valore limite non è mai superato, le polveri totali sospese presentano superamento diffuso del livello inferiore del valore guida con lievi superamenti anche del livello superiore del valore guida, presso le stazioni di via Circonvallazione e via Da Verrazzano.

Le polveri totali sospese presentano superamenti del livello di attenzione distribuiti su tutto il territorio provinciale, anche se in numero non molto elevato; le concentrazioni superiori al valore guida sono risultate significative soprattutto in via Da Verrazzano, con permanenze in atmosfera fino a 5 - 6 giorni consecutivi.

Lo studio del giorno - tipo ha evidenziato come esista una differenza minima negli andamenti giornalieri dei giorni feriali e festivi; fa eccezione la stazione di via F.lli Bandiera, in quanto, nei giorni lavorativi si registrano concentrazioni quasi doppie rispetto al fine settimana, specie nelle ore comprese tra le 7.00 e le 22.00, in accordo con quanto rilevato anche lo scorso anno ecologico. Quest'asse viario è infatti caratterizzato da un notevole passaggio di mezzi pesanti, essendo una via di comunicazione per i traffici industriali.

L'analisi della tendenza dal 1994 ad oggi evidenzia un andamento decrescente sia della mediana che del 98° percentile della concentrazione in aria di PTS per la stazione di Parco Bissuola e via Circonvallazione (con eccezione per l'ultimo anno), mentre mostra condizioni di sta-

zionarietà per le rimanenti stazioni.

### Polveri PM<sub>10</sub>

I valori della media mobile annuale per le polveri PM<sub>10</sub> sono superiori al corrispondente obiettivo di qualità (pari a 40 µg/m<sup>3</sup>) sia per la stazione di Parco Bissuola che per via Circonvallazione, anche se va osservato che la media di area dell'anno ecologico 2000/2001 (47 µg/m<sup>3</sup>) risulta nettamente inferiore a quella calcolata per l'anno ecologico precedente (55 µg/m<sup>3</sup>).

### Ozono (O<sub>3</sub>)

Le variazioni della concentrazione dell'ozono in atmosfera dipendono senza dubbio in gran misura dalla situazione meteorologica; dopo l'anno 1998, caratterizzato da concentrazioni di ozono particolarmente elevate, il 1999 ha mostrato un certo miglioramento per la stazione di Parco Bissuola e per Maerne, confermato nel 2000 solo per Maerne.

Nel corso dell'anno ecologico si sono avuti vari episodi critici, delineati in termini di superamento del livello di attenzione e di superamento del livello di protezione della vegetazione e della salute; lo studio delle permanenze in atmosfera di concentrazioni superiori alla soglia evidenzia come il semestre estivo sia caratterizzato dalla qualità dell'aria, rispetto all'ozono, peggiore.

Lo studio del giorno - tipo conferma l'elevata analogia tra le stazioni, sia come andamento che come valori assoluti, testimoniando chiaramente che quando il fenomeno si manifesta interessa aree molto vaste.

### Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Nelle stazioni attrezzate per il monitoraggio del benzene (Parco Bissuola, via Circonvallazione) le concentrazioni più elevate si riscontrano nel semestre freddo.

La media mobile annuale, aggiornata a marzo 2001, non mostra per nessuna delle stazioni il superamento dell'obiettivo di qualità; infatti la media mobile assume i valori di 4 µg/m<sup>3</sup> per la stazione di Parco Bissuola e di 6 µg/m<sup>3</sup> per la stazione di via Circonvallazione, inferiori

quindi all'obiettivo di qualità pari a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tali valori indicano, in qualche misura, una certa differenziazione dell'inquinamento a seconda dell'area di monitoraggio, con una maggiore incidenza nell'area di traffico (via Circonvallazione).

La media di area dell'anno ecologico 2000-/2001 è di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , inferiore a quella calcolata nel precedente anno ecologico, pari a  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**

Il benzo(a)pirene, convenzionalmente assunto come rappresentativo degli IPA, nelle stazioni attrezzate per il monitoraggio (Parco Bissuola, via Circonvallazione) evidenzia le concentrazioni più elevate nel semestre freddo.

La media mobile annuale, aggiornata a marzo 2001, assume i valori di  $1,1 \text{ ng}/\text{m}^3$  per la stazione di Parco Bissuola e di  $1,4 \text{ ng}/\text{m}^3$  per la stazione di via Circonvallazione, superiori quindi all'obiettivo di qualità pari a  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Tali valori indicano un inquinamento di area per il benzo(a)pirene, che presenta una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano.

La media di area dell'anno ecologico 2000-/2001 è di  $1,3 \text{ ng}/\text{m}^3$ , leggermente inferiore a quella calcolata nel precedente anno ecologico, pari a  $1,4 \text{ ng}/\text{m}^3$ .

## **PROBLEMATICHE EMERGENTI**

### **Smog fotochimico**

Il termine si riferisce al miscuglio di gas inquinanti che si forma nella bassa atmosfera per azione della luce solare sulle emissioni antropogeniche (particolarmente gli ossidi di azoto e gli idrocarburi emessi dagli scarichi dei veicoli), con produzione di gas chimicamente reattivi. Uno dei prodotti principali di queste reazioni fotochimiche è costituito dall'ozono. Quella stessa molecola triatomica di ossigeno, a cui si faceva riferimento precedentemente, che è così importante per neutralizzare la radiazione ultravioletta a livello della stratosfera, dove si concentra circa il 90 per cento dell'ozono atmosferico, costituisce un grave problema quando si accumula in eccesso nella fascia atmosferica più prossima alla superficie terrestre (troposfera).

Nella regione Mediterranea l'alta intensità luminosa e le elevate temperature favoriscono le reazioni che portano alla formazione dello smog fotochimico e in modo particolare dell'ozono. Questo tipo di inquinamento rappresenta un problema sia per la salute dell'uomo e degli animali che per le piante. In particolare l'ozono, essendo fortemente reattivo e penetrando all'interno dell'organo fogliare, determina alterazioni funzionali a livello cellulare che si esplicano macroscopicamente in clorosi, necrosi fogliare e ridotto accrescimento. Ciò sembra essere uno dei principali fattori alla base del declino forestale osservato sia in Europa che in America. Purtroppo, essendo le reazioni che portano alla formazione di agenti fotochimici molto complesse e fortemente correlate alle condizioni meteorologiche, risulta difficile prevederne l'evoluzione e la distribuzione spaziotemporale e prendere i dovuti provvedimenti. Molti studi sono volti a comprendere meglio la chimica del fenomeno e gli aspetti meteorologici che possono influenzarlo. A essi si associano anche studi di bioindicazione e biomonitoraggio volti alla comprensione degli effetti delle concentrazioni rilevate nell'ambiente sul materiale biologico.

### **Effetti sui beni di interesse storico e culturale**

Unitamente ai danni subiti direttamente dagli organismi, un ulteriore problema causato dall'inquinamento atmosferico, è quello relativo al deterioramento, a volte grave e irreversibile, cui vanno incontro i beni di interesse storico - culturale come monumenti, opere d'arte, manufatti, etc.

Queste considerazioni bene si adattano all'ambiente provinciale veneziano, ricco di risorse storiche ed architettoniche uniche al mondo.

Agenti inquinanti come gli ossidi di azoto e l'anidride solforosa che danno reazione acida (rendendo in tal modo acida la pioggia), l'ozono e gli idrocarburi incombusti producono un'ampia gamma di attacchi chimici che portano alla trasformazione strutturale di pietre, marmi, metalli e materiali da costruzione in genere. Ad

esempio reazioni di solfatazione possono portare alla trasformazione del marmo, che è essenzialmente carbonato di calcio, in solfato di calcio (o gesso) e del bronzo in solfato di rame, che si sgretolano facilmente a causa degli agenti atmosferici (azione eolica, dilavamento delle acque meteoriche, gelo-disgelo, etc.). Parimenti si verifica la corrosione dei metalli, che avviene per attacco acido e per reazioni di ossidazione o l'idratazione di pietre e strutture lapidee a base di calcite che aumentano di volume spaccandosi fino al totale sgretolamento. Inoltre c'è da osservare che alcuni microrganismi (batteri, funghi) che si sviluppano in particolari condizioni biochimiche (acidità del substrato, presenza di materiali depositati di tipo organico

o inorganico, etc.) trovano nelle superfici dei monumenti un ambiente congeniale per potersi sviluppare.

### **Inquinamento urbano e traffico veicolare**

Come già accennato precedentemente, sono proprio gli ambiti urbani a costituire spesso il punto di maggiore criticità nella gestione territoriale della qualità dell'aria.

Le ragioni di tali criticità vanno ricercate principalmente nella congestione del traffico veicolare, a cui si deve la produzione e l'emissione nell'aria urbana di ingenti quantità di inquinanti ad accertata azione tossica o cancerogena quali il benzene, gli IPA e le polveri (specie  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$ ).

