



COMUNE DI VENEZIA
ASSESSORATO ALL'AMBIENTE



arpav

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI VENEZIA



rapporto annuale
ARIA 2008

qualità dell'aria nel
Comune di Venezia

Realizzato a cura di:

A.R.P.A.V.

Dipartimento Provinciale di Venezia

dr. R. Biancotto (direttore)

Servizio Sistemi Ambientali

dr.ssa L. Vianello (dirigente responsabile)

Ufficio Informativo Ambientale

dr.ssa C. Zemello (elaborazioni)

dr.ssa S. Pistollato (supporto)

Ufficio Reti di Monitoraggio

p.i. E. Tarabotti (tecnico responsabile)

raccolta e gestione dati:

p.i. A. Boscolo

p.i. A. Buscato

Ufficio Attività Specialistiche

t.l. C. Franceschin (elaborazioni grafiche biomonitoraggio)

Collaborazione a contratto

dr.ssa E. Pascolo (lettura e gestione dati)

Servizio Laboratorio Provinciale di Venezia

del Dipartimento Regionale Laboratori

dr.ssa E. Aimò (dirigente responsabile)

Ufficio strumentazione particolare

determinazioni analitiche:

dr. G. Formenton

p.i. R. De Lorenzo

p.i. S. Ficotto

p.i. A. Giarnio

Ufficio matrice particolare

determinazioni analitiche:

dr. M. Gerotto

p.i. M. Marchiori

p.i. M. Palonta

dr.ssa N. Rado

dr.ssa D. Visentin

Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio

Servizio Centro Meteorologico di Teolo:

dr. M. Ferrario

dr. A. Rossa

dr.ssa M. Sansone

COMUNE DI VENEZIA

Assessorato all'Ambiente

dr. P. Belcaro (assessore)

**Direzione Ambiente e
Sicurezza del Territorio**

dr. G.L. Penzo (direttore)

dr.ssa A. Bressan (dirigente)

dr.ssa A. Zancanaro

Si ringraziano:

il p.i. E. Rampado dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera

per i dati meteorologici della rete privata

Redatto da:

dr.ssa L. Vianello e dott.ssa C. Zemello

Supervisione: dr. R. Biancotto

Progetto grafico ed impaginazione

Outline sas di Matteo Dittadi & C.

via Brusaura, 13/2

30031 Dolo (VE)

Realizzazione

Red Point srl

via Tiziano Vecellio, 29

35132 Padova

Finito di stampare

luglio 2008

Tutti i diritti riservati.

*È vietata la riproduzione anche parziale
non espressamente autorizzata*

L'obiettivo del presente Rapporto, predisposto dal Comune di Venezia con il supporto operativo dell'ARPAV, è quello di descrivere lo stato della qualità dell'aria rilevato a Venezia nel corso del 2008. Nonostante da molti anni sia decaduto l'obbligo normativo relativo alla pubblicazione di tale rapporto, personalmente riteniamo fondamentale disporre sistematicamente dei dati raccolti dalle centraline della rete di monitoraggio presenti a livello comunale al fine di conoscere la dimensione del fenomeno e programmare le misure che l'Amministrazione intende adottare per ridurre i livelli dell'inquinamento atmosferico, migliorando così la vivibilità dell'ambiente urbano. Il risanamento e la tutela della qualità dell'aria costituiscono infatti una sfida per tutti i livelli politici che si trovano coinvolti.

L'inquinamento atmosferico è uno dei pochi fenomeni per i quali sono assolutamente necessari interventi a livello sovra comunale; le stesse competenze in materia di inquinamento atmosferico e di controllo della qualità dell'aria sono distribuite a diversi livelli.

Il quadro normativo vigente affida al Sindaco la responsabilità diretta relativamente alle emissioni derivanti dai comparti del traffico urbano e del riscaldamento. Sono stati quindi adottati i provvedimenti di limitazione al traffico, diretti in particolare verso le immatricolazioni più obsolete e quindi a maggior fattore emissivo, e sono state compiute 1515 ispezioni degli impianti termici presenti sul territorio comunale.

Nonostante gli studi evidenzino sempre più la complessità delle dinamiche di formazione e di distribuzione degli inquinanti atmosferici, in particolare delle polveri sottili - fattore che rende difficile se non impossibile una valutazione quantitativa diretta dei benefici delle azioni di risanamento che vengono messe in atto a livello locale - la nostra intenzione è quella di continuare ad affrontare il problema agendo, con gli strumenti disponibili, nei riguardi dei diversi comparti emissivi sia con azioni di tipo strutturale, sia di tipo emergenziale, possibilmente coordinati nei modi e nei tempi con le realtà amministrative a noi più prossime.

La strada degli accordi volontari (ricordiamo il Protocollo con le aziende di Porto Marghera e quello con le principali compagnie di navigazione - Venice Blue Flag) si è dimostrata molto efficace per intervenire in quegli ambiti in cui non si dispone di una competenza diretta, ma sui quali - alla luce delle stime di emissione - risultava assolutamente necessario definire percorsi di riduzione delle emissioni atmosferiche.

Riteniamo altrettanto importante - anche se non rientra in senso stretto nelle azioni di risanamento - l'aver avviato il Tavolo di coordinamento tecnico per la valutazione dei dati ambientali. A tale tavolo sono stati invitati tutti i principali attori in materia, (Provincia, ARPAV, Ente Zona Industriale di Porto Marghera, Autorità Portuale, Azienda ULSS) al fine di promuovere la reciproca informazione in merito alle attività di monitoraggio ambientale in corso nell'area veneziana e il confronto dei relativi risultati. Infatti, solo a partire da una base dati conosciuta e condivisa, possiamo definire politiche di risposta realmente adatte al contesto veneziano.

Assessore all'Ambiente
dr. Pierantonio Belcaro

Prosegue, per il decimo anno consecutivo, l'impegno del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia per la redazione del Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria a Venezia, con l'obiettivo di fornire agli Amministratori Pubblici, alle Istituzioni, alle Associazioni ed alla collettività in genere, una sintesi documentata dello stato della qualità dell'aria, su scala Comunale e Provinciale; la matrice "aria" viene stabilmente tenuta sotto controllo tramite la gestione quotidiana di una rete di monitoraggio costituita da stazioni fisse, stazioni mobili, attrezzature rilocabili, apparecchiature per il controllo delle emergenze ambientali.

È noto come una qualità dell'aria scadente possa incidere negativamente sullo stato di salute della popolazione esposta, non solo per effetti acuti associabili ad esposizioni di breve durata ad elevati valori degli inquinanti atmosferici, ma anche per effetti che si possono instaurare nel corso del tempo provocando patologie croniche ed effetti a lungo termine sulla salute. Accanto alle più note patologie a carico dell'apparato respiratorio, emergono evidenze di associazione tra livelli di inquinamento atmosferico ed insorgenza di malattie dell'apparato cardiocircolatorio.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità l'esposizione al particolato fine potrebbe essere responsabile, in Italia, di una riduzione della vita mediamente pari a circa 9 mesi (Comunicato Stampa WHO Regional Office for Europe EURO/08/05, Berlino, Copenaghen, Roma, 22 giugno 2005), mentre la riduzione dei livelli di inquinamento porterebbe benefici sostanziali alla salute respiratoria dei bambini, soprattutto di quelli più suscettibili (Effects of air pollution on children's health and development: a review of the evidence. WHO Regional Office for Europe, 2005).

A fronte di tali dati, si conferma la necessità di attivare prioritariamente azioni strutturali nei riguardi dei macrosettori maggiormente responsabili, nonché di adottare interventi emergenziali in presenza di condizioni di inquinamento particolarmente critiche e condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione.

In particolare, non vanno trascurati interventi a scala locale, per ridurre eventuali criticità associabili a specifiche fonti di esposizione direttamente prossime alla popolazione: un'attenzione a questo proposito va dedicata, nelle future fasi di sviluppo urbano, alla necessità di non autorizzare l'edificazione di abitazioni immediatamente a ridosso di grosse arterie di traffico.

Il Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia continuerà a svolgere il proprio ruolo tecnico-scientifico, di monitoraggio, controllo, analisi e valutazione, operando a fianco delle altre Pubbliche Amministrazioni coinvolte sul tema, approfondendo ulteriormente la conoscenza del territorio e dello stato delle sue matrici ambientali.

Il Direttore del Dipartimento Provinciale
dr. Renzo Biancotto

1. Quadro di riferimento	8
1.1 Quadro normativo in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico	8
1.2 Inquadramento territoriale	13
1.3 Caratterizzazione ed effetti degli inquinanti	21
2. Caratterizzazione dello stato	20
2.1 Analisi dei dati meteorologici	20
2.1.1 Serie storica dei dati meteorologici	20
2.1.2 Andamento parametri meteorologici anno 2008	22
2.1.3 Classi di stabilità atmosferica anno 2008	24
2.1.4 Caratterizzazione meteo-climatica semestre caldo e semestre freddo	24
2.1.5 Rapporto meteo-climatico e delle capacità dispersive per gli inquinanti atmosferici (polveri sottili) (A cura del Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio - Servizio Centro Meteorologico di Teolo)	26
2.1.5.1 Metodo	27
2.1.5.2 Dati	27
2.1.5.3 Risultati	27
2.1.5.4 Sintesi delle capacità dispersive dell'atmosfera nel 2008	31
2.2 Analisi della qualità dell'aria per l'anno 2008	31
2.2.1 Classificazione degli inquinanti	31
2.2.2 Criteri di analisi delle serie storiche di concentrazioni inquinanti	32
2.2.3 Efficienza della rete di monitoraggio e controllo di qualità dei dati	34
2.2.4 Parametro monitorato: biossido di zolfo (SO ₂)	34
2.2.5 Parametro monitorato: ossidi di azoto (NO _x)	35
2.2.6 Parametro monitorato: monossido di carbonio (CO)	37
2.2.7 Parametro monitorato: ozono (O ₃)	38
2.2.8 Statistiche descrittive relative agli inquinanti convenzionali e confronto con i valori limite	40
2.2.9 Trend storico degli inquinanti convenzionali: analisi temporali	47
2.2.10 Parametro monitorato: polveri PM ₁₀	49
2.2.11 Parametro monitorato: polveri PM _{2,5}	52
2.2.12 Parametro monitorato: benzene (C ₆ H ₆)	55
2.2.13 Parametro monitorato: Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	56
2.2.14 Trend storico di PM ₁₀ , benzene e benzo(a)pirene: analisi temporali	59
2.2.15 Parametro monitorato: metalli	61
2.3 Campagne di misura realizzate mediante stazioni e campionatori rilocabili	68
2.4 Considerazioni conclusive sullo stato e problematiche emergenti	68
2.5 Monitoraggio aerobiologico di pollini e spore fungine nel Comune di Venezia	69
2.5.1 Andamento delle concentrazioni di pollini e spore fungine rilevate nell'anno 2008 nel territorio comunale veneziano	71
2.5.1.1 Famiglie arboree ad emissione pollinica di interesse allergologico	72
2.5.1.2 Famiglie arboree ad emissione pollinica di scarso interesse allergologico	73
2.5.1.3 Famiglie erbacee ad emissione pollinica di interesse allergologico	74
2.5.1.4 Spore fungine	75
2.5.2 Andamenti pollinici	75
3. Caratterizzazione della risposta (a cura dell'Amministrazione Comunale)	80
BIBLIOGRAFIA	84
APPENDICE - Analisi della qualità dell'aria, per l'anno 2008, nell'intero territorio provinciale veneziano	86

1. Quadro di riferimento

1. Quadro di riferimento

1.1 Quadro normativo in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico

Un'esaustiva rassegna del quadro normativo vigente in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico è stata riportata nei rapporti sulla qualità dell'aria pubblicati negli anni precedenti, ai quali si rinvia per maggiori dettagli: qui di seguito vengono ricordate solo le principali norme in vigore.

Il **D.Lgs. 351/99** stabilisce il contesto all'interno del quale si effettua la valutazione e la gestione della qualità dell'aria, secondo criteri armonizzati in tutto il territorio dell'Unione Europea, e demanda a decreti attuativi successivi la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per ciascuno degli inquinanti.

Il **DM 60/02** stabilisce i **valori limite** sia in riferimento alla protezione della salute umana che alla protezione della vegetazione per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossido di azoto, polveri PM_{10} , piombo, monossido di carbonio e benzene, tenendo presente sia le zone in cui si verificano le concentrazioni massime e che interessano gruppi ristretti di popolazione, sia le altre zone, rappresentative dell'esposizione della popolazione in generale.

Il **D.Lgs. 21 maggio 2004, n° 183**, relativo all'ozono, prevede, oltre ai valori di riferimento, che sia effettuata una zonizzazione del territorio e che, a seconda del livello di criticità di ciascuna delle aree individuate, siano attuate delle misure finalizzate al rispetto dei limiti previsti.

Il **D.Lgs. 3 agosto 2007, n° 152**, stabilisce i valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel ed idrocarburi policiclici aromatici, i metodi e criteri per la valutazione delle concentrazioni nell'aria ambiente e della deposizione.

Inoltre la **direttiva 2008/50/CE** del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, che deve essere recepita dagli Stati membri entro l'11 giugno 2010, fissa il valore limite annuale per il $PM_{2,5}$ di $25 \mu g/m^3$ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015 con un margine di tolleranza annualmente decrescente (Allegato XIV).

Il quadro riassuntivo dei valori di riferimento è riportato nelle Tabelle 1-3 che mostrano i **valori limite e le soglie di informazione e di allarme** per tipologia d'esposizione (acuta o cronica) e in base all'oggetto della tutela, a seconda che si tratti della protezione della salute umana, della vegetazione o degli ecosistemi.

La normativa vigente prevede che le determinazioni sperimentali ottenute con i laboratori mobili nel corso di un mese, compatibilmente con la durata limitata della campagna di monitoraggio, possano venire confrontate con i valori limite previsti dalla normativa per il breve periodo (Tabella 1).

A livello locale il riferimento normativo vigente è costituito dalla Deliberazione del Consiglio Regionale n. 57 dell'11 novembre 2004, con la quale è stato approvato il Piano Regionale di Tutela e Risanoamento dell'Atmosfera. L'adozione di tale piano da parte della Regione Veneto ha avuto come obiettivo quello di mettere a disposizione delle Province, dei Comuni, di tutti gli altri enti pubblici e privati e dei singoli cittadini un quadro della situazione attuale per quanto riguarda la qualità dell'aria, di presentare una stima dell'evoluzione dell'inquinamento atmosferico nei prossimi anni e di classificare il territorio regionale in zone in funzione della quota s.l.m. e della densità emissiva dei diversi inquinanti. Oltre alla valutazione della qualità dell'aria, che deve venire periodicamente aggiornata, nel documento sono elencate alcune misure ed azioni di carattere strutturale ed emergenziale, finalizzate al raggiungimento dei valori limite stabiliti per tutti gli inquinanti ed in modo particolare per il PM_{10} , misure che devono essere recepite dai singoli Comuni nei loro Piani di Azione.

Il Comune di Venezia, in seguito alla prima classificazione effettuata dalla Regione Veneto, ha quin-

di redatto il proprio Piano di Azione con il quale sono state recepite le indicazioni fornite dalla Regione stessa. L'obiettivo del Piano di Azione del Comune di Venezia¹, al quale si rimanda per ogni ulteriore approfondimento, è quello di identificare, dopo aver elaborato e sintetizzato l'insieme delle informazioni disponibili a livello locale, l'insieme di azioni emergenziali e strutturali il più efficace possibile in riferimento alle problematiche rese evidenti da tale sintesi.

Detto Piano ha individuato 39 misure per la riduzione delle emissioni atmosferiche a livello urbano; queste misure vengono descritte dettagliatamente con indicazioni specifiche sui soggetti attuatori e promotori, sui tempi e sui costi previsti. All'approvazione del Piano è seguita la predisposizione di una serie di atti e provvedimenti che operativamente consentono di attuare le misure individuate (ordinanze, protocolli di intesa, ecc...).

Sulla base dell'ultimo aggiornamento disponibile (2006) elaborato da ARPAV (vedi Rapporti precedenti), il Comune di Venezia è stato classificato in Zona A1 Agglomerato (emissione di PM₁₀ totale maggiore di 20 t/a*Km²), confermando così sostanzialmente la classificazione già precedentemente attribuita, mantenendo quindi saldo il sopraccitato Piano di Azione.

Tabella 1 Limiti di legge relativi all'esposizione acuta

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo	Termine di efficacia
SO ₂	Soglia di allarme*	500 µg/m ³	DM 60/02	
SO ₂	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m ³	DM 60/02	
SO ₂	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m ³	DM 60/02	
NO ₂	Soglia di allarme*	400 µg/m ³	DM 60/02	
NO ₂	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	1 gennaio 2008: 220 µg/m ³ 1 gennaio 2009: 210 µg/m ³ 1 gennaio 2010: 200 µg/m ³	DM 60/02	
PM ₁₀	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m ³	DM 60/02	
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m ³	DM 60/02	
O ₃	Soglia di informazione	180 µg/m ³	D. Lgs. 183/04	Dal 07/08/04
O ₃	Soglia di allarme	240 µg/m ³	D. Lgs. 183/04	Dal 07/08/04
Fluoro	Media 24 h	20 µg/m ³	DPCM 28/03/83	
NMHC	Concentrazione media di 3 h consecutive	200 µg/m ³	DPCM 28/03/83	

* misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km², oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi

¹ Il Piano comunale è stato adottato dalla Giunta comunale con propria deliberazione n. 479 del 30.09.2005 e successivamente trasmesso alla Provincia per l'approvazione (DGP n. 28 del 10.01.2006)

Tabella 2 Limiti di legge relativi all'esposizione cronica

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo	Termine di efficacia
NO ₂	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 h rilevate durante l'anno civile	200 µg/m ³	DPCM 28/03/83 e succ.mod.	Fino 31/12/2009
NO ₂	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	1 gennaio 2008: 44 µg/m ³ 1 gennaio 2009: 42 µg/m ³ 1 gennaio 2010: 40 µg/m ³	DM 60/02	
O ₃	Valore bersaglio per la protezione della salute da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³	D.lgs. 183/04	Dal 2010. Prima verifica nel 2013
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m ³	D.lgs. 183/04	Dal 07/08/04
PM ₁₀	Valore limite annuale Anno civile	40 µg/m ³	DM 60/02	
Piombo	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	0.5 µg/m ³	DM 60/02	
Nichel	Valore obiettivo Anno civile	20 ng/m ³	D.lgs. 152/07	Dal 03/08/07
Arsenico	Valore obiettivo Anno civile	6 ng/m ³	D.lgs. 152/07	Dal 03/08/07
Cadmio	Valore obiettivo Anno civile	5 ng/m ³	D.lgs. 152/07	Dal 03/08/07
Fluoro	Media delle medie di 24 h rilevate in 1 mese	10 µg/m ³	DPCM 28/03/83	
Benzene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana Anno civile	1 gennaio 2008: 7 µg/m ³ 1 gennaio 2009: 6 µg/m ³ 1 gennaio 2010: 5 µg/m ³	DM 60/02	
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo Anno civile	1 ng/m ³	D.lgs. 152/07	Dal 03/08/07

Tabella 3 Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi

Inquinante	Tipologia	Valore	Riferimento legislativo	Termine di efficacia
SO ₂	Limite protezione ecosistemi Anno civile e inverno (01/10 - 31/03)	20 µg/m ³	DM 60/02	
NO _x	Limite protezione ecosistemi Anno civile	30 µg/m ³	DM 60/02	
O ₃	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18000 µg/m ³ h	D.lgs. 183/04	Dal 2010. Prima verifica nel 2015
O ₃	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	6000 µg/m ³ h	D.lgs. 183/04	Dal 07/08/04

1.2 Inquadramento territoriale

Il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico nel territorio veneziano è stato oggetto di profondo interesse sin dai primi anni '70; questo in conseguenza della peculiarità dell'area nella quale coesistono un ecosistema estremamente delicato, un'elevata densità abitativa ed una zona altamente industrializzata.

La rete ARPAV di monitoraggio presente sul territorio provinciale di Venezia è attiva dal 1999, anno in cui le centraline, prima di proprietà dell'amministrazione comunale e provinciale, sono state trasferite ad ARPAV.

Nel suo complesso tale rete provinciale è composta da 14 stazioni di rilevamento fisse, 3 ulteriori postazioni di misura della concentrazione di particolato e due laboratori mobili. Di questa rete, nel Comune di Venezia sono attive al 31/12/2008 9 stazioni fisse ed una postazione di misura di $PM_{2.5}$ (Tabella 4). Relativamente all'utilizzo dei mezzi mobili è da precisare che un mezzo è a disposizione per tutto l'anno dell'Osservatorio Aria ARPAV per effettuare quattro campagne di monitoraggio sulla qualità dell'aria sulla base dei criteri stabiliti dal D.M. 261/2002, al fine di verificare ed aggiornare la zonizzazione dei Comuni a rischio d'inquinamento individuati dal "Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera"; il secondo mezzo è utilizzato per campagne di misura mirate in posizioni scelte dal Dipartimento Provinciale di Venezia di ARPAV, ovvero richieste da Enti locali, Associazioni, ecc., per il controllo di situazioni locali di inquinamento.

Nel 2008 la rete di monitoraggio ha subito un processo di riorganizzazione non ancora concluso, il cui esito ha visto coinvolte le stazioni riportate in Tabella 4, nella quale sono indicate sia le stazioni attivate che quelle disattivate nel corso dell'anno 2008 a fronte del processo di ottimizzazione della rete provinciale.

In particolare, si segnala la stazione di VE-Via Tagliamento, attivata nel dicembre 2007, di cui si presentano quindi per la prima volta i dati annuali. Questa centralina è stata dislocata nelle vicinanze di due importanti arterie stradali (la tangenziale di Mestre e la Strada Provinciale Miranese) per monitorare gli impatti del traffico.

I "Criteria for Euroairnet" (febbraio 1999) enunciano i principi per la realizzazione della Rete Europea di Rilevamento della Qualità dell'Aria (EURO-AIR-NET). Tale classificazione stabilisce che le stazioni di misura devono rientrare in una delle seguenti tipologie di stazioni:

- Hot spot (stazione di traffico, T)
- Background (stazione di fondo, B)
- Industrial (stazione industriale, I)

Tutte le stazioni della rete ARPAV sono classificate anche in base a tali criteri.

Le stazioni di "Hot-spot" e di "Background" urbano e suburbano sono orientate principalmente alla valutazione, nelle principali aree urbane, dell'esposizione della popolazione e del patrimonio artistico, con particolare attenzione agli inquinanti di tipo primario (NO_x , CO, SO_2 , PM_{10} , benzene). Le stazioni di "Background" rurale sono invece utilizzate per la ricostruzione, su base geostatistica, dei livelli di concentrazione di inquinanti secondari per la valutazione dell'esposizione della popolazione, delle colture, delle aree protette e del patrimonio artistico.

Tabella 4 Classificazione delle stazioni/postazioni di misura della rete provinciale di Venezia per il controllo della qualità dell'aria

ID	Stazione/ postazione	Collocazione	Anno attivazione	Attivazioni- dismissioni nel 2008	Classe** (DM 20/05/91)	Tipo stazione	Tipo zona
1	Via Bottenigo Marghera	urbana	1994	dismessa Agosto 2008	A	background (B)	suburbana (S)
2	Parco Bissuola Mestre	urbana	1994		A	background (B)	urbana (U)
3	Sacca Fisola Venezia	urbana	1994		B	background (B)	urbana (U)
4	Via Circonvallazione Mestre	urbana	1985		C	traffico (T)	urbana (U)
5	Corso del Popolo Mestre	urbana	1985	dismessa Giugno 2008	C	traffico (T)	urbana (U)
6	Via F.lli Bandiera Marghera	urbana	1994		C	traffico (T)	urbana (U)
7	Via Beccaria Marghera	urbana	2008	attivata Giugno 2008	B	background (B)	urbana (U)
8	Via Tagliamento Mestre	urbana	2008		C	traffico (T)	urbana (U)
9	Via Lissa - Mestre *	urbana	2004		-	background (B)	urbana (U)
10	Maerne Martellago	cintura urbana	1987		D	background (B)	urbana (U)
11	Via Moranzani Malcontenta	cintura urbana	1985	dismessa Ottobre 2008	I/B	industriale (I)	suburbana (S)
12	Via Lago di Garda Malcontenta	cintura urbana	2008	attivata Ottobre 2008	I/B	industriale (I)	suburbana (S)
13	Via Monte Cervino Favaro Veneto	cintura urbana	2008	attivata Ottobre 2008	B	background (B)	urbana (U)
14	Via Oberdan Mira	provincia	2008	attivata Luglio 2008	A	background (B)	urbana (U)
15	Chioggia	provincia	1987		A/B	background (B)	urbana (U)
16	ex macello comunale Mira	provincia	1985	dismessa Luglio 2008	A/C	traffico (T)	urbana (U)
17	San Donà di Piave	provincia	1991		A/B	background (B)	urbana (U)
18	Spinea	provincia	1994		C	traffico (T)	urbana (U)
19	Concordia Sagittaria	provincia	2006		D	background (B)	rurale (R)
20	Marcon *	provincia	2005		C	traffico (T)	urbana (U)
21	Noale *	provincia	2005		C	traffico (T)	urbana (U)
-	Unità mobile "bianca"	-	-		-	-	-
-	Unità mobile "verde"	-	-		-	-	-

* Postazioni di misura: questi siti non rientrano nella rete regionale delle stazioni di monitoraggio di qualità dell'aria.

** Dal DM 20 maggio 1991:

tipo A: di base o di riferimento, preferenzialmente localizzata in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana, come i parchi;

tipo B: situata in zone ad elevata densità abitativa;

tipo C: situata in zone a traffico intenso e ad alto rischio espositivo, caratterizzata da valori di concentrazione rilevanti e da una rappresentatività limitata alle immediate vicinanze del punto di prelievo;

tipo D: situata in periferia o in aree suburbane, finalizzata alla misura degli inquinanti fotochimici.

La citata riorganizzazione della rete ha previsto, oltre alla rilocazione di alcune stazioni, anche il potenziamento delle stazioni di monitoraggio con nuovi analizzatori; alla luce di questo obiettivo durante il 2008 alcune stazioni sono state riconfigurate e ciò ha portato a modifiche nel numero e nel tipo di analizzatori installati su ciascuna stazione.

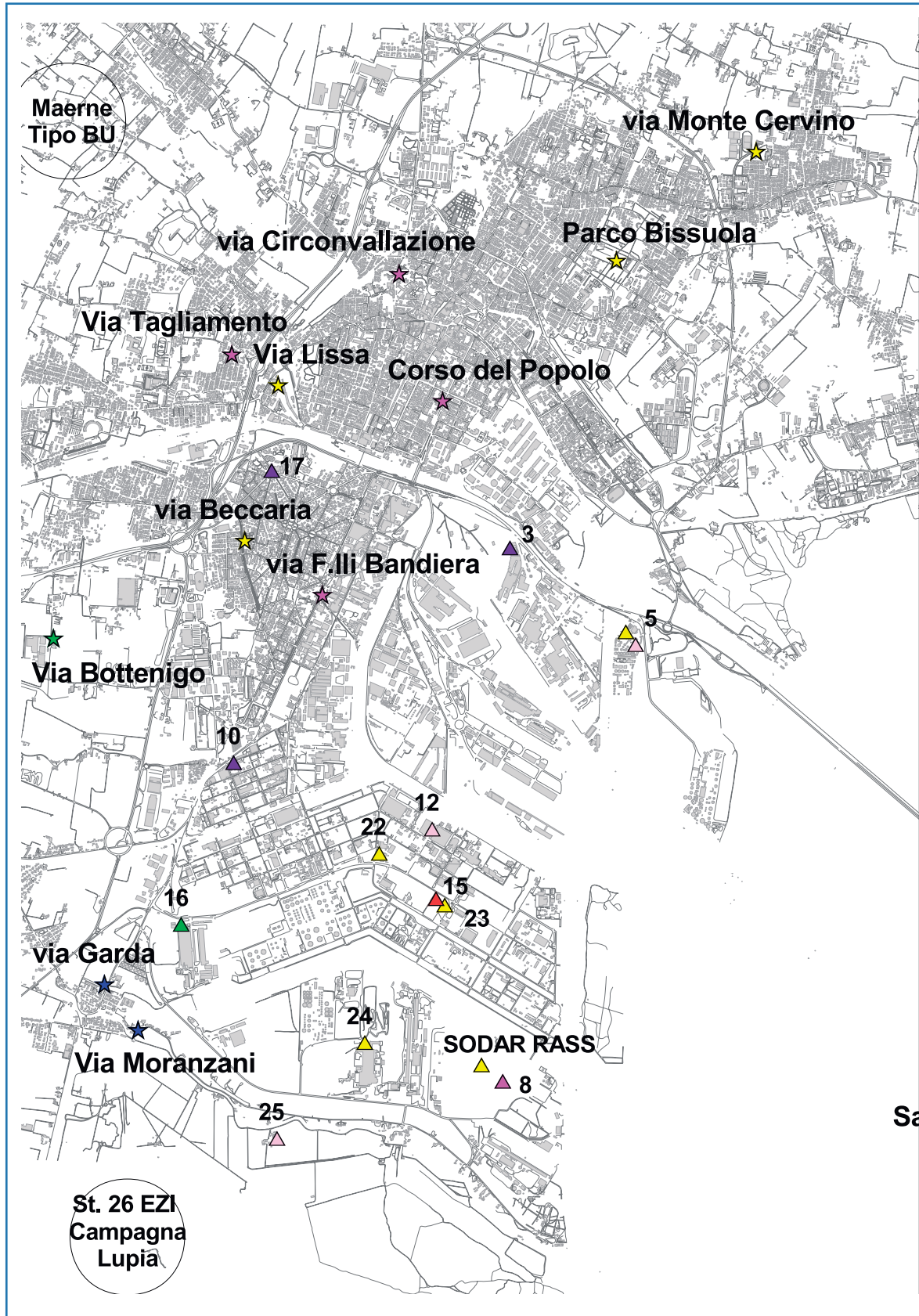
Nella Tabella 5 vengono sintetizzate le sostanze inquinanti ed i parametri meteorologici sottoposti a monitoraggio presso le stazioni fisse della rete ARPAV e le due stazioni rilocabili.

Tabella 5 Dotazione strumentale della rete ARPAV

Stazione	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	NMHC	H ₂ S	BTEX	PM _{2,5} m	PM _{2,5} a	PM ₁₀ m	PM ₁₀ a	IPA	Metalli	DV	VV	TEMP	U REL	Pioggia	RSOLN	RSOLG	PRESS	
Via Bottenigo - Marghera	○	○	○											○	○	○		○	○	○	○	
Parco Bissuola - Mestre	○	○	○	○			○			○		○	○	○	○							○
Sacca Fisola - Venezia	○	○		○		○					○			○	○	○	○					
Via Circonvallazione - Mestre		○	○				○		○	○		○	○	○	○	○	○			○	○	
Corso del Popolo - Mestre			○													○	○				○	
Via F.lli Bandiera - Marghera		○	○											○	○	○	○			○	○	
Via Tagliamento - Mestre	○	○	○							○												
Via Lissa - Mestre								○														
Maerne - Martellago	○	○		○							○											
Via Moranzani - Malcontenta	○	○						○						○	○							
Via Lago di Garda - Malcontenta	○	○	○											○	○							
Chioggia		○	○	○							○											
ex macello comunale - Mira		○	○	○							○			○	○	○	○					
Via Oberdan - Mira		○	○	○							○			○	○	○	○					
San Donà di Piave		○	○	○							○					○	○					
Via Monte Cervino - Favaro V.to	○	○	○											○	○			○	○	○	○	○
Via Beccaria - Marghera		○	○													○	○					
Spinea		○	○								○			○	○	○	○			○		
Concordia Sagittaria		○		○						○		○										
Marcon											○											
Noale											○											
Unità mobile "Bianca"	○	○	○	○	○		○			○		○	○	○	○	○	○					○
Unità mobile "Verde"	○	○	○	○	○		○			○		○	○	○	○	○	○			○	○	○

○ = analizzatori dismessi durante l'anno 2008 ○ = analizzatori attivati durante l'anno 2008 ○ = analizzatori presenti durante l'anno 2008 ○ = analizzatori utilizzati a spot durante l'anno 2008

Tavola 1: Localizzazione delle stazioni/postazioni di misura dell'inquinamento atmosferico in Comune di Venezia





TAV. 1





Localizzazione stazioni di misura inquinamento atmosferico


legenda

Rete Ente Zona Industriale

-  meteo
-  SO₂
-  SO₂, NO_x, NMHC, O₃
-  SO₂, polveri
-  SO₂, polveri, NO_x
-  SO₂, polveri, NO_x, O₃

Rete ARPAV

-  tipo Background Urbano
-  tipo Background Suburbano
-  tipo Traffico Urbano
-  tipo Industriale Suburbano

 viabilità

 edificato

rapporto annuale
ARIA 2008

qualità dell'aria nel
Comune di Venezia

A.R.P.A.V.
maggio 2009

Tutti i dati ottenuti da detta rete confluiscono quindi all'Ufficio Reti di Monitoraggio del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia, dotato di una struttura informatizzata di gestione ed elaborazione dei dati, basata su un sistema 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.

Presso le sei Municipalità del Comune di Venezia sono installati sei totem informativi dai quali è possibile consultare in diretta i valori di alcuni inquinanti atmosferici.

In parallelo alla rete di monitoraggio istituzionale gestita da ARPAV, per il controllo in continuo dell'inquinamento dell'aria in ambito urbano, è attivo anche il Sistema Integrato per il Monitoraggio Ambientale e la Gestione delle Emergenze in relazione al rischio industriale nell'area di Marghera (SIMAGE).

Questo sistema è costituito da due componenti collegate:

- una rete di monitoraggio, finalizzata alla rilevazione tempestiva ed alla valutazione di emissioni industriali di origine incidentale;
- un sistema composto da una base informativa e da una struttura complessa volta all'ottimizzazione di procedure e di interventi, da attivarsi a seguito di eventi incidentali.

La rete di monitoraggio è stata realizzata utilizzando sistemi DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy), analizzatori gascromatografici e sensori di tipo fotoelettrico PAS, ubicati in 5 siti di rilevamento, all'interno dell'area del Petrolchimico di Marghera, scelti secondo valutazioni fatte per ottimizzare il controllo dell'intera area.

Questa strumentazione garantisce la sorveglianza attiva mentre altri strumenti (cabinette con canister e campionatori ad alto volume) attivabili in modo remoto, sono installati in differenti posizioni all'esterno dell'area per la sorveglianza post incidentale (follow up). Sempre da remoto possono essere gestite, sulla base dell'indicazioni fornite dall'Autorità Competente, le comunicazioni alla popolazione mediante Totem, Pannelli a Messaggio Variabile, WEB, SMS.

Il sistema di monitoraggio prevede anche la replica in sala controllo dei segnali di allarme, nonché dei dati meteorologici (direzione e velocità del vento, umidità, pressione, temperatura, classe di stabilità atmosferica), provenienti dalle reti di rilevatori aziendali, dal SIGES (Sistema Integrato Gestione Emergenze Sito) e dall'Ente Zona Industriale pressoché in tempo reale.

Nel territorio del Comune di Venezia è operante anche una rete privata (Tavola 1, Tabella 6, Tabella 7) localizzata principalmente nell'area industriale di Porto Marghera e finalizzata alla verifica delle ricadute in questa zona (gestita dall'Ente Zona Industriale di Porto Marghera). La configurazione attuale comprende 17 postazioni fisse ed un laboratorio mobile.

Tabella 6 Configurazione della rete privata dell'Ente Zona Industriale (Stazioni Chimiche)

Rete di rilevamento della qualità dell'aria dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera										
Tabella riepilogativa delle stazioni chimiche										
tipologia di stazione	numero stazione	nome stazione	coord. geografiche		parametri misurati (1)	tipo area (3)	densità abitanti (4)	intensità traffico (5)	quota misura m.	distanza edifici m.
			long. E 12°	lat. N 45°						
zona industriale	3	Fincantieri-Breda	14' 56".820	28' 28".940	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀	I	B	M	4	30
	5	Agip-Raffineria	15' 58".430	27'56".420	SO ₂ , PM ₁₀	I	N	S	4	50
	8	Enel Fusina	15' 00".220	25' 54".800	SO ₂ , NO _x	I	N	/	4	100
	10	Enichem ss.11	13' 10".370	27' 25".540	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀	M	B	I	4	5
	12	Montefibre	14' 37".260	27' 01".370	SO ₂ , PM ₁₀	I	N	/	12	
	15	CED Ente Zona	14' 34".870	26' 45".580	SO ₂ , NO _x , O ₃ , NMHC	I	B	S	6	
	16	Sirma	12' 52".310	26' 35".790	SO ₂	I	B	M	4	8

tipologia di stazione	numero stazione	nome stazione	coord. geografiche		parametri misurati (1)	tipo area (3)	densità abitanti (4)	intensità traffico (5)	quota misura m.	distanza edifici m.
			long. E 12°	lat. N 45°						
quartiere urbano	17	Marghera	13' 18".780	28' 51".070	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀	U	M	M	4	10
centro storico Venezia	19	Tronchetto	18' 22".530	26' 31".670	SO ₂	U	B	park	15	
	20	S. Michele	20' 51".550	26' 54".880	SO ₂	U	B		4	10
	21	Giudecca	19' 34".780	25' 26".720	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀	U	M		4	7
zona extraurbana	25	Moranzeni	12' 47".650	25' 28".340	SO ₂ , polveri	E	N	/	4	
	26	Campagna Lupia	07' 05".270	20' 50".940	SO ₂ , NO _x , PM ₁₀ , O ₃ , NMHC	E	N	/	4	

NOTE

- (1) metodi di misura: SO₂ = fluorescenza pulsata
NO_x = chemiluminescenza
O₃ = assorbimento raggi UV
polveri (PTS) - PM₁₀ = assorbimento raggi β
NMHC = gascromatografia + FID
- (3) I = industriale M = mista U = urbana
(4) N = nulla B = bassa M = media
(5) S = scarsa M = media I = intensa / = occasionale

Tabella 7 Configurazione della rete privata dell'Ente Zona Industriale (Stazioni Meteo)

Rete di rilevamento della qualità dell'aria dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera										
Tabella riepilogativa delle stazioni meteo										
tipologia di stazione	numero stazione	nome stazione	coord. geografiche		parametri misurati (1)	tipo area (3)	densità abitanti (4)	intensità traffico (5)	quota misura m.	distanza edifici m.
			long. E 12°	lat. N 45°						
meteo	5	AGIP	15' 58".430	27' 56".420	T, VV, DV	I	N	S	10	50
	22	TORRE POMPIERI ENICHEM	14' 11".800	26' 58".600	VV, DV	I	B	S	40	
	23	CED Ente Zona	14' 35".400	26' 45".580	T3, PIO, P RAD, U	I	N	S	6	
	24	VESTA	14' 03".000	26' 08".530	VV, DV	I	B	S	35	30
		SODAR *	15' 02".110	25' 57".190	VV, DV	I	N	/	profilo	100
		RASS *	15' 02".110	25' 57".190	T	I	N	/	profilo	100

NOTE

* strumentazione di telerilevamento: SODAR DOPPLER (SOUND DETECTION AND RANGING); RASS (Radio Acoustic Sounding System)

- (2) T = temperatura mediante termoresistenza ventilata
T3 = come T, a quota 10-70-140 m
VV = velocità del vento, tachoanemometro a coppe
DV = direzione del vento, gonioanemometro a banderuola
PIO = pioggia, tipo a vaschetta oscillante
P = pressione atmosferica, a capsule barometriche
RAD = radiazione solare, piranometro
U = umidità relativa, fascio di capelli
- (3) I = industriale M = mista U = urbana
(4) N = nulla B = bassa M = media
(5) S = scarsa M = media I = intensa / = occasionale

1.3 Caratterizzazione ed effetti degli inquinanti

Le caratteristiche e gli effetti dei principali inquinanti atmosferici nonché i loro livelli medi monitorati presso differenti realtà ambientali, comparati con le linee guida di esposizione stilate dall'OMS per escludere significativi effetti sulla salute umana (OMS, 1999), sono stati ampiamente esaminati nel paragrafo dallo stesso titolo presente nel Rapporto Annuale 2002 di Qualità dell'Aria nel Comune di Venezia (www.ambiente.venezia.it) al quale si rimanda per ogni ulteriore approfondimento, permanendo l'attualità del contenuto.

Quale ulteriore informazione si segnala che nel 2005 l'OMS ha pubblicato una global update, aggiornando le linee guida precedenti per particolato, ozono, ossidi di azoto e ossidi di zolfo. Il documento relativo è disponibile all'indirizzo http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf.

Oltre al sito dell'OMS, per quanto riguarda lo studio degli effetti sulla salute dell'inquinamento dell'aria e la caratterizzazione degli inquinanti, si fa presente che i siti internet delle organizzazioni internazionali rappresentano senza dubbio una fonte di informazioni aggiornate e complete.

A questo proposito, si segnalano le sezioni dedicate all'aria dei seguenti siti:

- European Environment Agency (<http://www.eea.europa.eu/themes/air>),
- Commissione Europea (http://ec.europa.eu/environment/air/index_en.htm),
- Nazioni Unite (http://www.unep.org/urban_environment/issues/urban_air.asp).

2. Caratterizzazione dello stato

2. Caratterizzazione dello stato

2.1 Analisi dei dati meteorologici

Per l'analisi dei principali parametri meteorologici sono stati utilizzati i dati raccolti dalla rete di monitoraggio dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera: temperatura, direzione e velocità del vento, radiazione solare globale, umidità relativa, precipitazione, pressione.

Nel seguito vengono elencate le elaborazioni effettuate dal Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia nell'anno 2008 sui dati meteorologici a livello mensile, annuale e di semestre caldo (01/04/2008 - 30/09/2008) e freddo (01/01/2008- 31/03/2008 e 01/10/2008 - 31/12/2008) basate su:

- Temperatura: valori medi mensili, valore medio annuale, giorno tipo della temperatura nel semestre caldo e freddo.
- Vento: rosa dei venti con suddivisione in classi di velocità nel semestre caldo e freddo, giorno tipo della velocità del vento nel semestre caldo e freddo.
- Radiazione solare: valori medi mensili, valore medio annuale.
- Umidità relativa: valori medi mensili, valore medio annuale.
- Precipitazione: valori totali mensili, valore medio annuale.
- Pressione: valori medi mensili, valore medio annuale.
- Classe di stabilità atmosferica di Pasquill: distribuzione delle frequenze della classe di stabilità atmosferica nell'anno 2008².

Le condizioni meteorologiche medie prevalenti nell'area urbana di Venezia, tra il 1975 e il 2008, sono state caratterizzate mediante i dati storici registrati presso le postazioni meteorologiche di Ente Zona Industriale: in relazione alle temperature ed alle precipitazioni sono stati elaborati l'anno tipo e la serie storica dei valori medi annuali.

Da quanto illustrato nei paragrafi seguenti e dai risultati presentati nei precedenti rapporti annuali sulla qualità dell'aria, si può dedurre come, nell'area presa in esame, prevalgano le seguenti condizioni meteorologiche medie annuali:

- direzione prevalente del vento da NNE e NE;
- velocità del vento non elevate (in prevalenza 2-4 m/s);
- prevalenza della classe di stabilità debole (E), seguita dalla condizione di stabilità moderata (F), nell'intero anno 2008; tali condizioni, mediamente, non favoriscono la dispersione degli inquinanti nell'atmosfera;
- temperatura media dell'anno tipo a 10 m s.l.m. più elevata nel mese di luglio e minima nel mese di gennaio; l'andamento della temperatura media mensile, durante l'anno 2008, non si è discostata significativamente dall'anno tipo;
- precipitazioni piovose medie dell'anno tipo con due massimi, uno primaverile avanzato (maggio/giugno) ed uno autunnale (ottobre), con un minimo invernale nel mese di febbraio; l'andamento della precipitazione totale mensile, durante l'anno 2008, si è discostato significativamente dall'anno tipo.

Nei paragrafi che seguono vengono analizzati i singoli parametri monitorati.

2.1.1 Serie storica dei dati meteorologici

Per quanto riguarda i dati di temperatura dell'aria a 10 m s.l.m. si riportano i grafici dell'anno tipo (Grafico 1) e del valore medio annuale (Grafico 2) su base pluriennale (rilevamenti dal 1975 al 2008 a cura dell'Ente Zona Industriale, stazione n. 23).

In relazione alla quantità di precipitazioni si presentano analoghe elaborazioni (Grafico 3 e Grafico 4).

² La stabilità atmosferica è connessa alla tendenza di una particella d'aria, spostata verticalmente dalla sua posizione originaria, a tornarvi o ad allontanarsene ulteriormente. La stabilità atmosferica può essere definita in classi

Nei Grafici 2 e 4 è stata calcolata la linea di tendenza della serie storica di temperatura e precipitazione media annuale, attraverso la regressione lineare delle medie annuali degli ultimi 34 anni.

Grafico 1

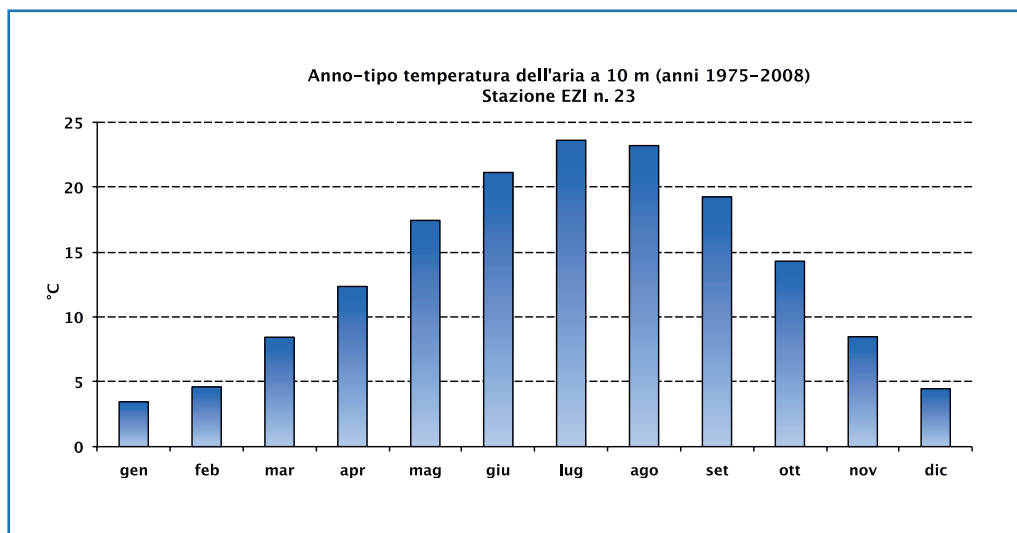


Grafico 2

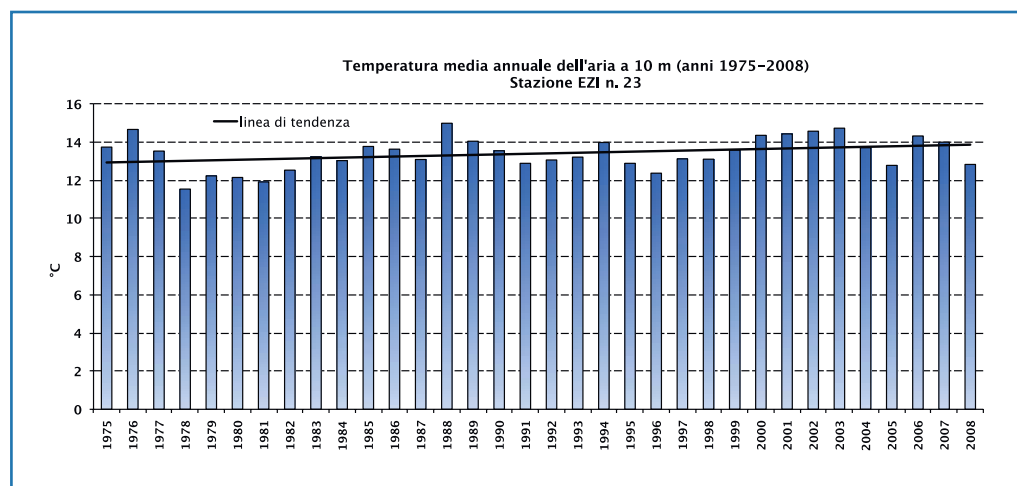
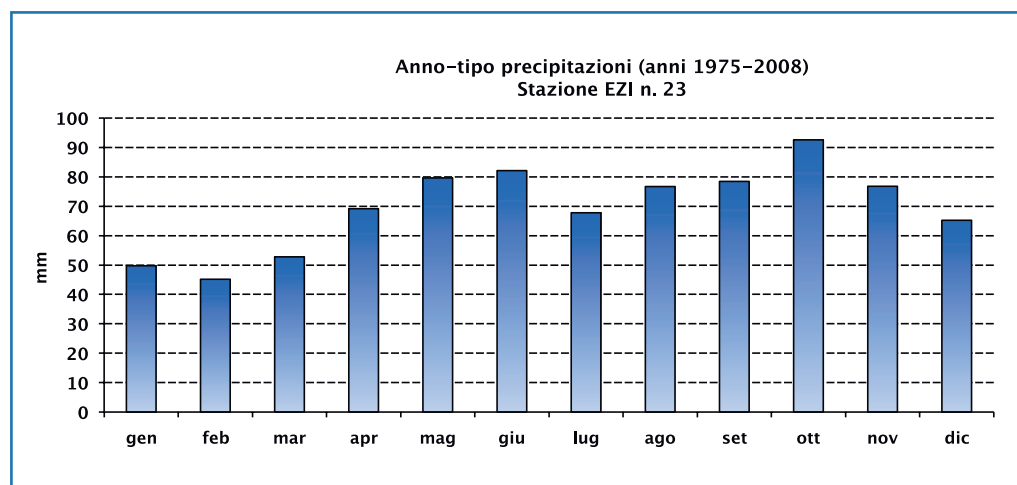


Grafico 3



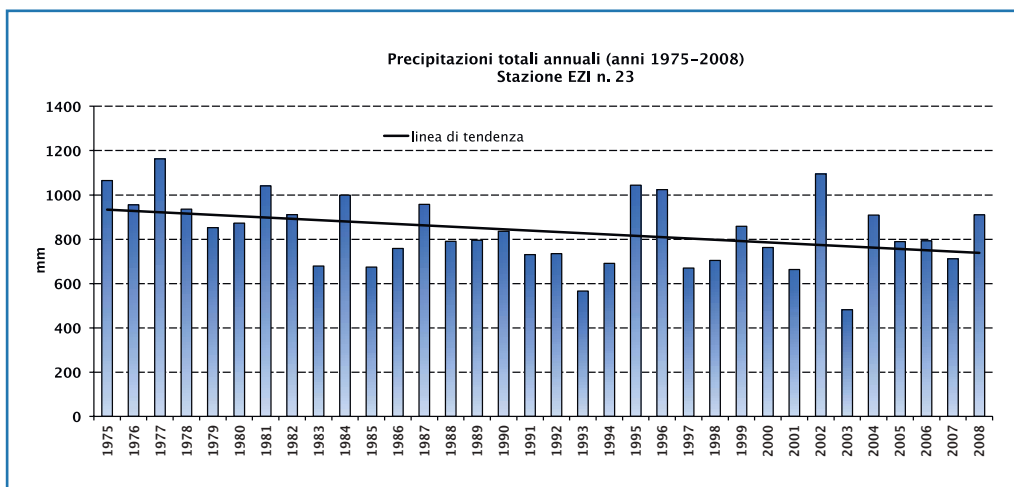


Grafico 4

2.1.2 Andamento parametri meteorologici anno 2008

Nel seguito sono riportate le medie mensili e la media delle medie mensili, per l'anno 2008, dei parametri meteoclimatici temperatura dell'aria, radiazione globale, umidità relativa, pressione atmosferica (Grafico 5 ÷ Grafico 8) ed i totali mensili e la media dei totali mensili per la precipitazione (Grafico 9).

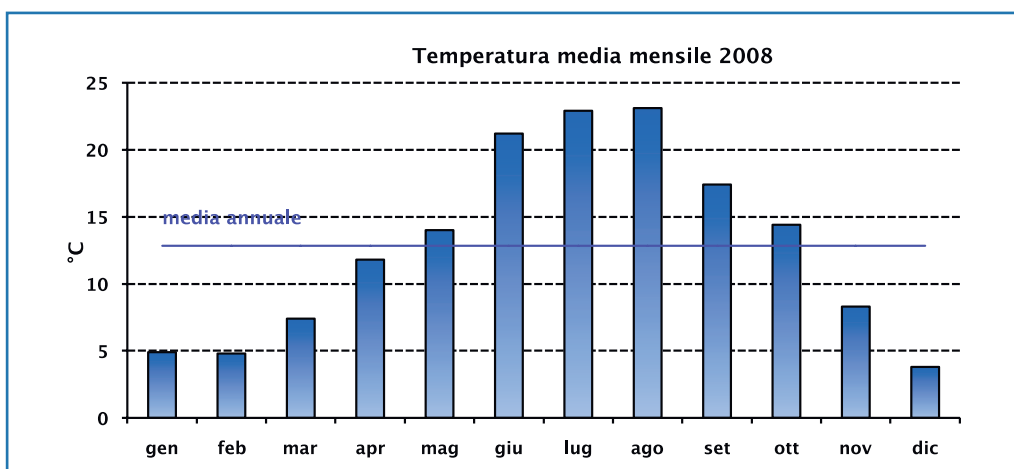


Grafico 5

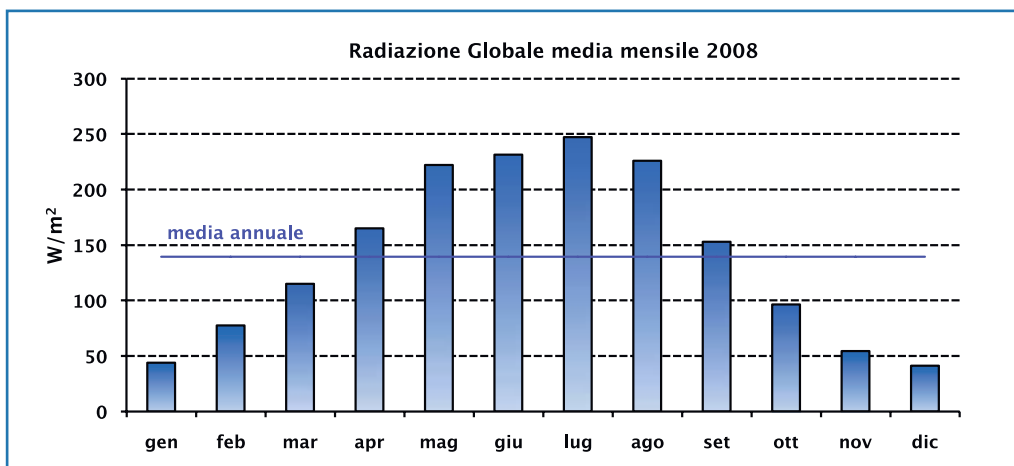


Grafico 6

Grafico 7

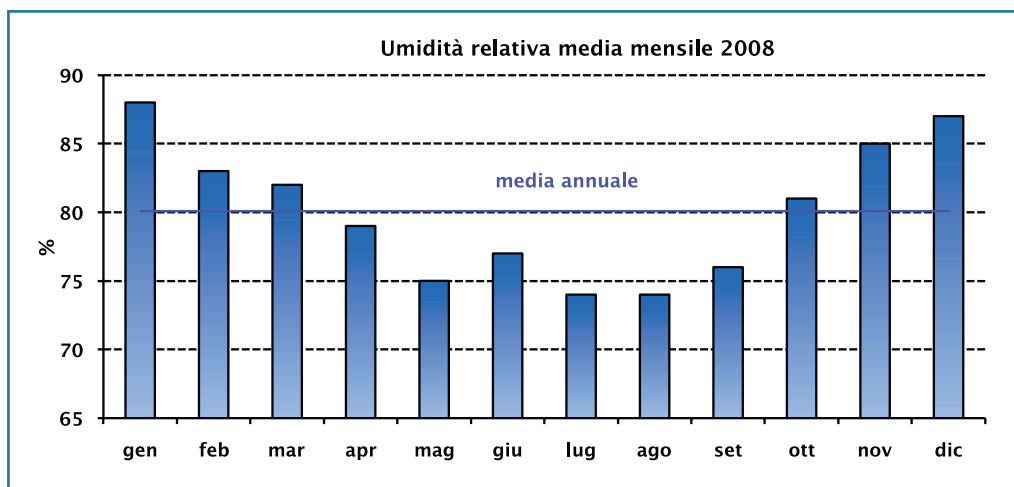


Grafico 8

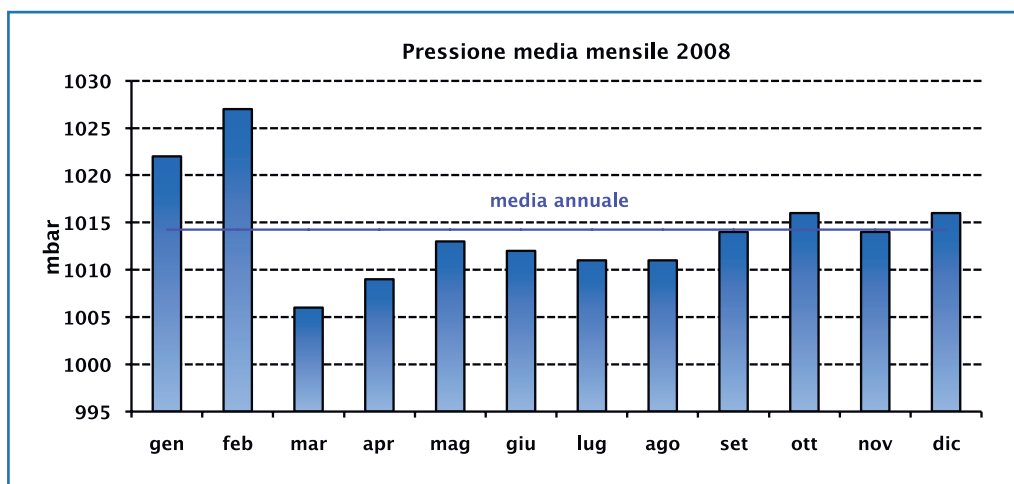
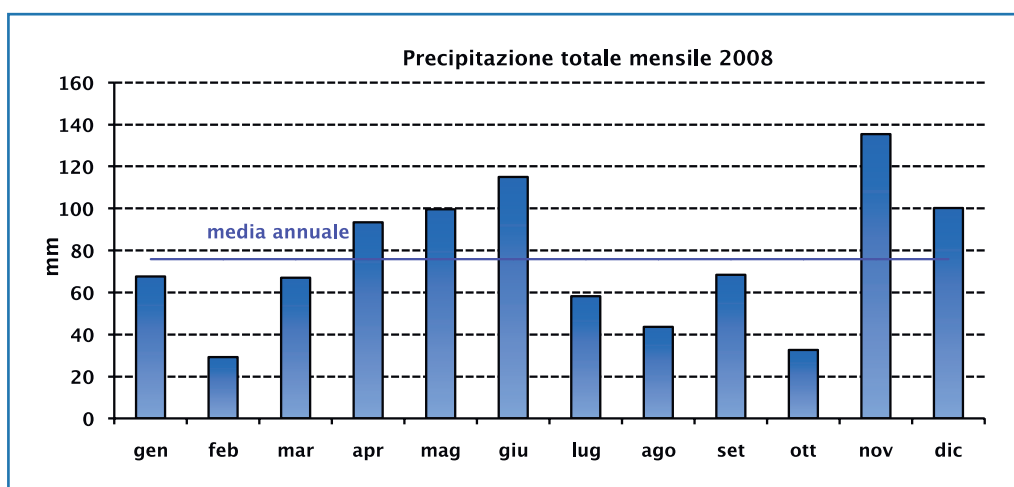


Grafico 9



2.1.3 Classi di stabilità atmosferica anno 2008

La frequenza delle classi di stabilità atmosferica (Grafico 10) è stata calcolata a partire dal gradiente verticale di temperatura ($T_3 - T_1$, temperature registrate presso la stazione n. 23 di Ente Zona Industriale³). È risultata fortemente prevalente la classe di stabilità debole (E), seguita dalla condizione di stabilità moderata (F), nell'intero anno 2008.

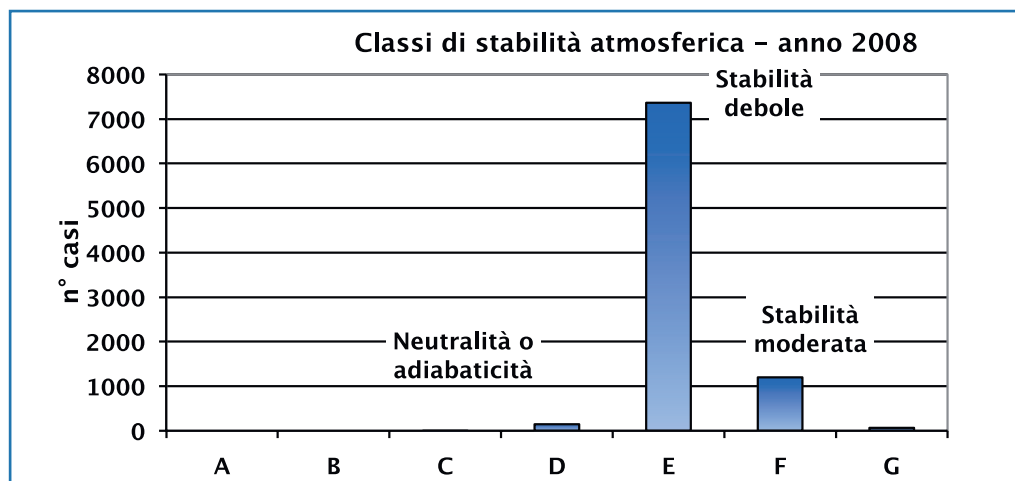


Grafico 10

2.1.4 Caratterizzazione meteoroclimatica semestre caldo e semestre freddo

La descrizione dell'ambiente atmosferico su base stagionale, oltre che essere una rappresentazione più vicina (rispetto ad andamenti annuali) ai fenomeni naturali, favorisce anche il confronto e i commenti sul comportamento di quegli inquinanti che risentono delle variazioni stagionali.

L'anno meteorologico, quindi, è stato suddiviso in semestre "caldo" (comprendente i mesi da aprile '08 a settembre '08) e semestre "freddo" (comprendente i mesi da gennaio '08 a marzo '08 e da ottobre '08 a dicembre '08).

Per entrambi i periodi è stato descritto il giorno tipo di temperatura dell'aria e velocità del vento e la rosa delle direzioni del vento prevalente (Grafico 11, Grafico 12, Grafico 13, Grafico 14).

L'andamento della temperatura dell'aria per il giorno tipo risulta quasi completamente sovrapponibile nei due periodi, salvo per l'aumento del valore assoluto nel semestre caldo. Il giorno tipo presenta un trend in crescita in corrispondenza dell'insolazione diurna (che risulta quindi leggermente anticipato e prolungato nella fase estiva).

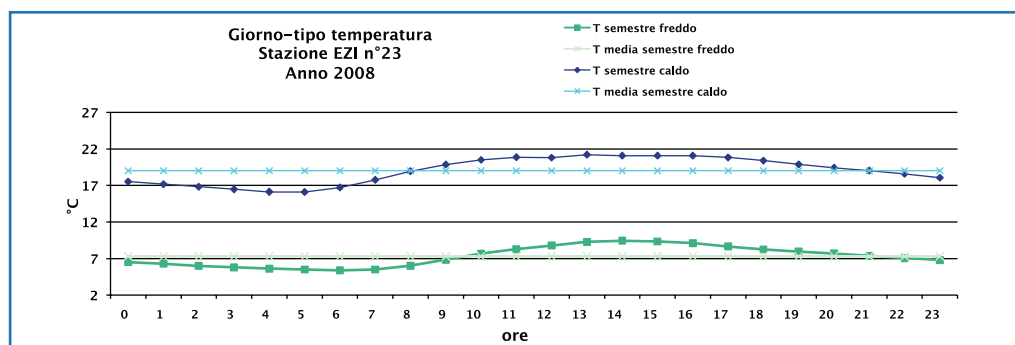
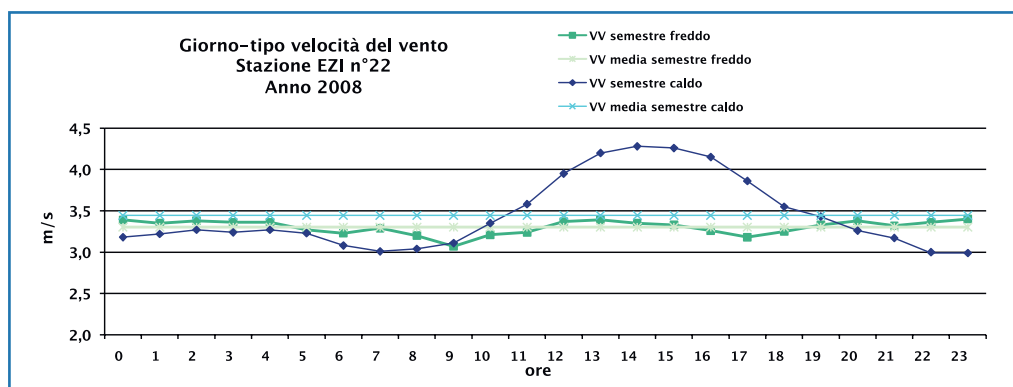


Grafico 11

³ T1 = temperatura dell'aria in °C misurata a quota 10 m s.l.m.
 T2 = temperatura dell'aria in °C misurata a quota 70 m s.l.m.
 T3 = temperatura dell'aria in °C misurata a quota 140 m s.l.m.

La velocità del vento nella giornata tipo del semestre caldo è caratterizzata in generale da un incremento nelle ore centrali, durante il quale si verifica un maggiore grado di rimescolamento dell'atmosfera. Questo fenomeno non si osserva nei mesi invernali per i quali la velocità oscilla in modo relativamente contenuto attorno alla media.

Grafico 12



Per quanto riguarda la direzione e velocità del vento si riportano i dati riferiti alla stazione n. 22 dell'Ente Zona Industriale relativi ad una quota di 40 m.

Il semestre caldo presenta prevalentemente venti da NNE (frequenza 21%) con forti componenti da ESE (frequenza 11%) e da SE (frequenza 11%) ed una percentuale del 53% di velocità comprese tra i 2 e 4 m/s.

Anche nel semestre freddo l'intervallo di velocità prevalente è tra i 2 e 4 m/s (nel 41% dei casi) e permane come principale la componente NNE (27%) assieme alle direzioni N (12%) e NE (10%).

Si nota che nel semestre freddo non è presente con la stessa frequenza la componente del vento da SSE, riscontrata nel semestre caldo.

Grafico 13

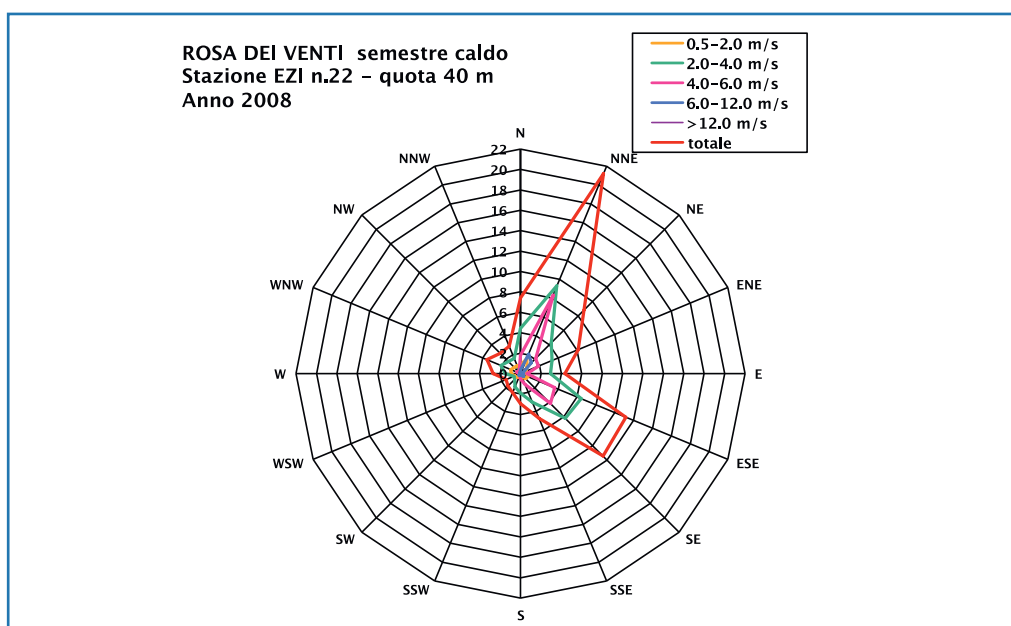
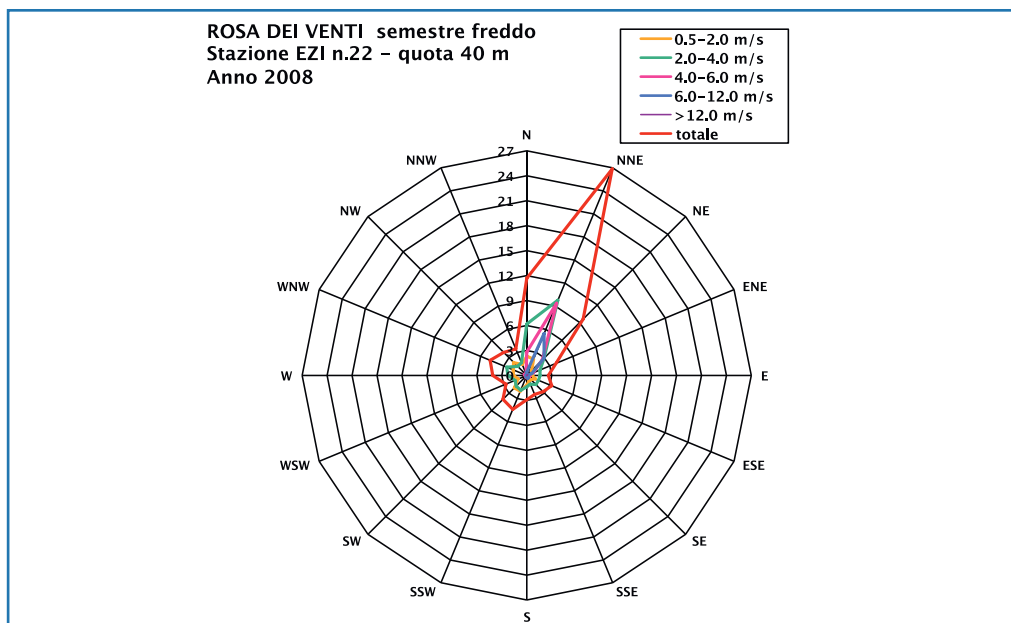


Grafico 14



2.1.5 Rapporto meteo-climatico e delle capacità dispersive per gli inquinanti atmosferici (polveri sottili) (A cura del Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio - Servizio Centro Meteorologico di Teolo)

L'andamento delle concentrazioni di polveri sottili (PM_{10}) è fortemente influenzato dalla variazione delle condizioni meteo-climatiche. I fattori più determinanti sono:

- la presenza di rimescolamento dovuto a turbolenza di origine termica (riscaldamento) o meccanica (vento). Il rimescolamento favorisce la dispersione delle polveri fini e la conseguente diminuzione delle concentrazioni. In assenza di vento il rimescolamento è alto in estate, a causa del forte irraggiamento solare, mentre risulta molto basso in inverno. Per questo motivo, in condizioni di assenza di pioggia e di vento, le concentrazioni di PM_{10} sono solitamente più alte nel periodo autunnale-invernale e più basse nelle stagioni calde;
- la presenza di alte pressioni che determinano la formazione dell'inversione termica⁴ e la subsidenza⁵. In presenza di inversione termica o di subsidenza, gli inquinanti emessi alle quote più vicine al suolo tendono a ristagnare e questo determina un aumento delle concentrazioni. L'inversione termica è un fenomeno che si verifica più frequentemente di notte; per questo, in generale le concentrazioni di polveri sono più alte nelle ore notturne e nella stagione invernale;
- la presenza di precipitazioni, che favoriscono il dilavamento dell'atmosfera e la diminuzione delle concentrazioni di polveri sottili;
- l'ingresso di venti di forte intensità che favorisce il rimescolamento e la dispersione delle polveri fini e la conseguente diminuzione delle concentrazioni di PM_{10} .

Segue un'analisi specifica per la provincia di Venezia dei principali parametri meteorologici significativi per la problematica della dispersione/accumulo del PM_{10} .

⁴ In condizioni normali la temperatura dell'aria diminuisce con l'aumentare della quota; in condizioni di inversione termica la temperatura dell'aria aumenta con l'aumentare della quota, cioè l'aria a contatto con il suolo è più fredda di quella che si trova negli strati immediatamente superiori.

⁵ Subsidenza: in presenza di una colonna d'aria caratterizzata da alta pressione (a tutti i livelli altimetrici della colonna) l'aria dalle quote superiori tende lentamente a discendere verso gli strati inferiori. Scendendo si comprime e si surriscalda, diventando relativamente più secca, aumentando, almeno inizialmente, il grado di stabilità dell'atmosfera e favorendo il ristagno d'aria negli strati più bassi.

Questo fenomeno durante la stagione estiva favorisce la presenza e persistenza di condizioni di afa, in quella invernale di condizioni di nebbia.

2.1.5.1 Metodo

Sono stati prese in considerazione le seguenti variabili: precipitazione, vento, ore giornaliere di inversione termica nei livelli prossimi al suolo⁶.

Per ognuna delle suddette variabili si sono stabilite tre classi che identificano tre livelli di capacità dispersive:

- nessuna dispersione (ristagno)
- moderata dispersione
- elevata dispersione

L'assegnazione delle classi è stata definita in maniera soggettiva, in base ad una prima analisi di un campione pluriennale di dati.

Mediante un grafico a torte si rappresenta la frequenza delle volte in cui per ognuna delle variabili si è verificata una delle suddette classi. I grafici a torte per l'anno 2008 vengono messi a confronto con quelli degli anni precedenti.

2.1.5.2 Dati

Precipitazione: media della cumulate giornaliere registrate presso le stazioni di: Chioggia, Eraclea, Portogruaro, Valle Averso, Gesia (Cavarzere), Cavallino (Treporti), Venezia Istituto Cavanis, Lugugnana di Portogruaro, Mira.

Vento: media delle velocità medie giornaliere registrate presso le stazioni con anemometro a 10m: Mogliano, Portogruaro, Valle Averso, Gesia (Cavarzere), Cavallino (Treporti).

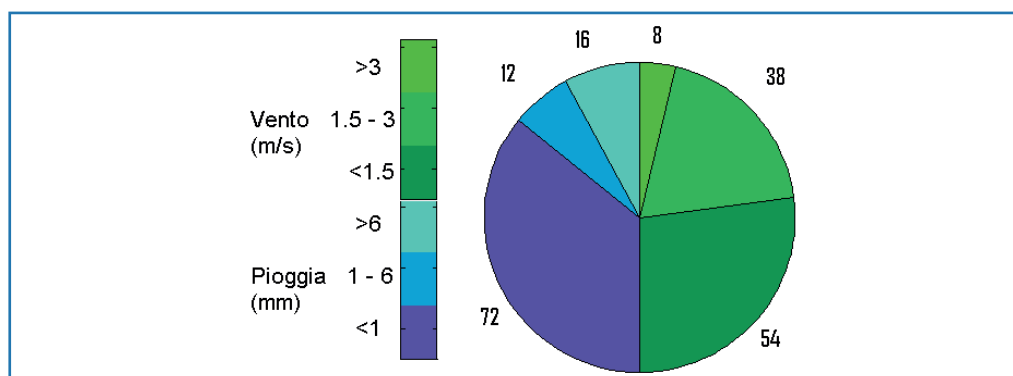
Ore giornaliere di inversione al suolo: conteggio del numero di ore in cui la temperatura al suolo è più bassa di quella dei livelli più alti di almeno 0.01°C nel profilo termico misurato dal radiometro passivo sito nel comune di Padova. Si è scelto di usare la soglia di 0.01°C per tenere conto anche dei casi con poca inversione termica.

2.1.5.3 Risultati

Pioggia e vento

Nella Figura 1 si riporta un esempio per agevolare la lettura dei grafici relativi alla pioggia e al vento. L'area della torta è suddivisa in due fette di uguale superficie, una per la pioggia, l'altra per il vento. La somma dei valori su ognuna delle due fette è 100 (100%). Nella legenda a sinistra si riportano le classi per il vento e per la pioggia: i colori più scuri rappresentano le classi meno dispersive, quelli più chiari le più dispersive. Si ribadisce che l'assegnazione delle classi è stata definita in maniera soggettiva, in base ad una prima analisi di un campione pluriennale di dati.

Figura 1
esempio di torta con frequenza di casi di vento e pioggia nelle diverse classi: i colori più scuri sono associati alle classi con minor dispersione quelli più chiari a quelle con maggior dispersione.

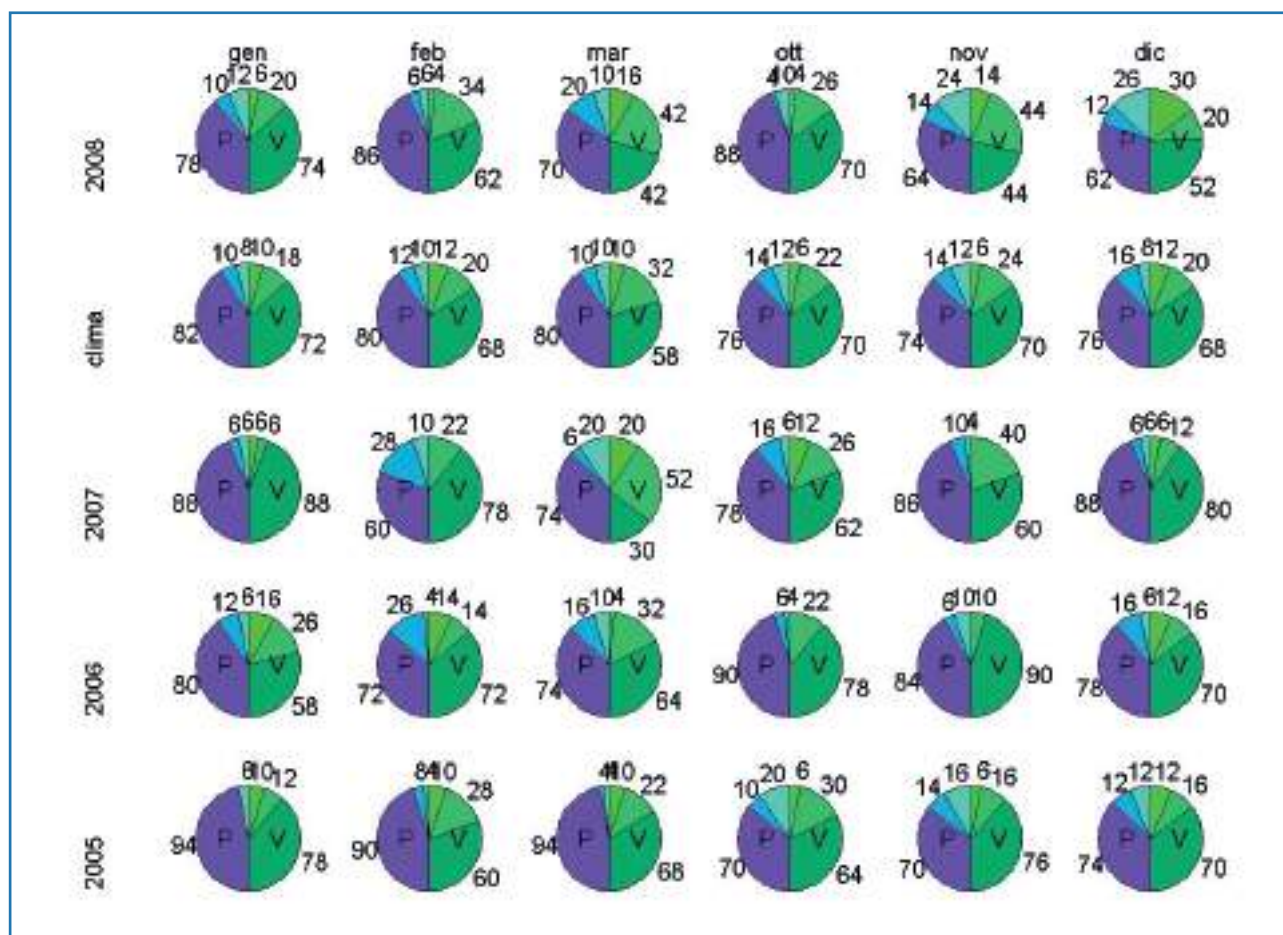


⁶ In condizioni normali la temperatura dell'aria diminuisce con l'aumentare della quota; in condizioni di inversione termica la temperatura dell'aria aumenta con l'aumentare della quota, cioè l'aria a contatto con il suolo è più fredda di quella che si trova negli strati immediatamente superiori. L'indicatore ore giornaliere conta quante ore in un giorno la temperatura al suolo è più bassa di quella nei livelli superiori di almeno 0.01°C.

2. Caratterizzazione della pressione

Nella Figura 2 si riportano le torte dei mesi più critici per l'inquinamento da PM10 per l'anno 2008, per la serie clima (anni 2001-2007) e per gli ultimi tre anni. In particolare notiamo che nell'anno 2008:

- in gennaio è più favorita la dispersione rispetto alla serie climatologica e rispetto al 2005 e al 2007
- in febbraio è meno favorita la dispersione rispetto al 2006 e al 2007
- in marzo è più favorita la dispersione rispetto alla serie climatologica e al 2006 e al 2005
- in ottobre è meno favorita la dispersione rispetto alla serie climatologica e al 2007 e al 2005
- in novembre è più favorita la dispersione sia rispetto alla serie climatologica che rispetto agli ultimi tre anni
- dicembre è più favorita la dispersione sia rispetto alla serie climatologica che rispetto agli ultimi tre anni.



In Figura 3 si evince come, per quanto riguarda pioggia e vento, il 2008 sia stato più favorevole per la dispersione degli inquinanti sia rispetto alla media (anni 2001-2007), sia rispetto agli ultimi tre anni, sia sull'intero anno che sull'inverno (inv) che nei mesi più critici (invplus) per il ristagno di polveri sottili.

Figura 2
confronto della distribuzione del vento e della pioggia nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da polveri sottili (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) dell'anno 2008 con la distribuzione climatologica (anni 2001-2007) e con quelle degli ultimi tre anni

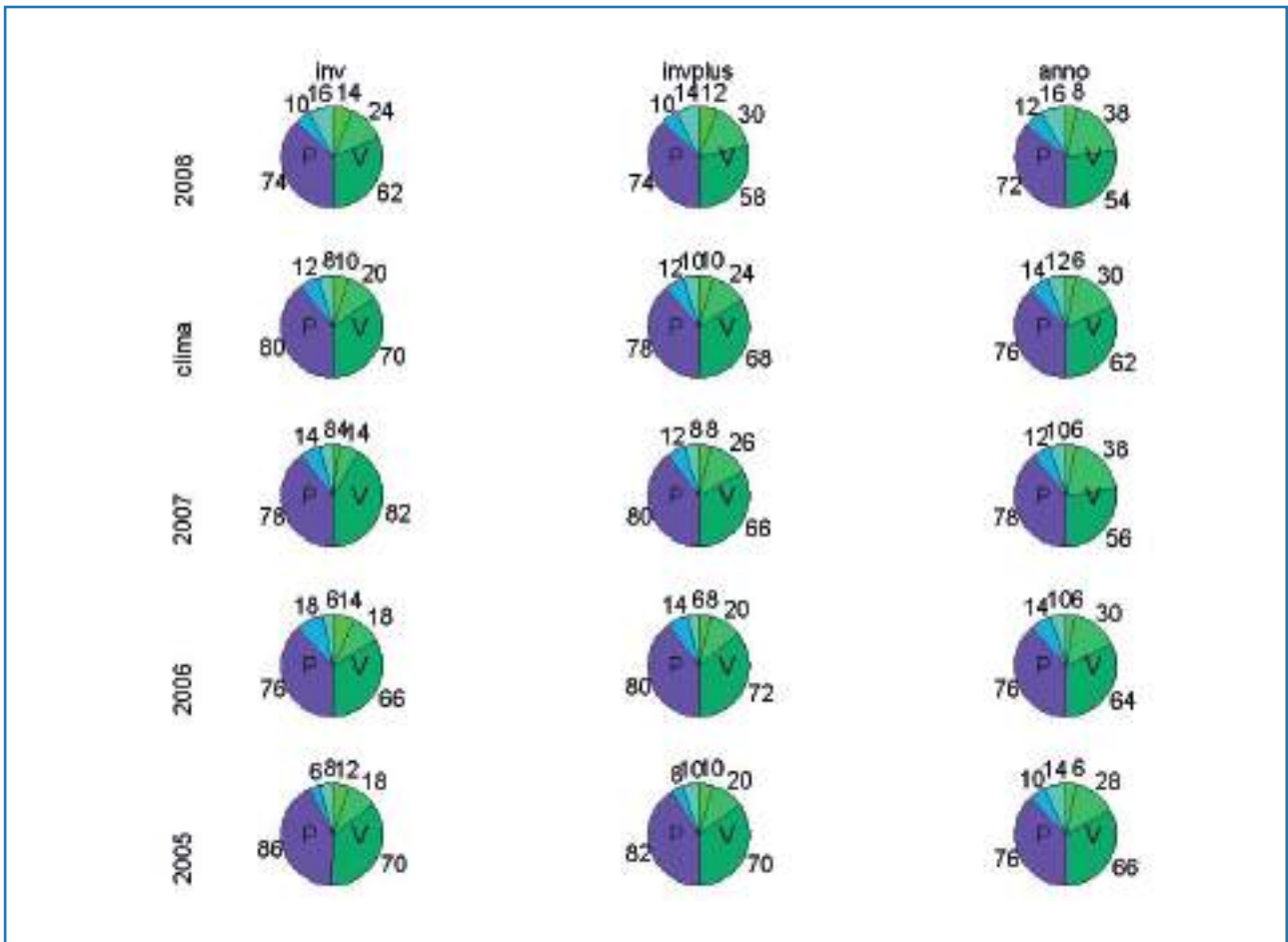


Figura 3 Ore giornaliere di inversione termica

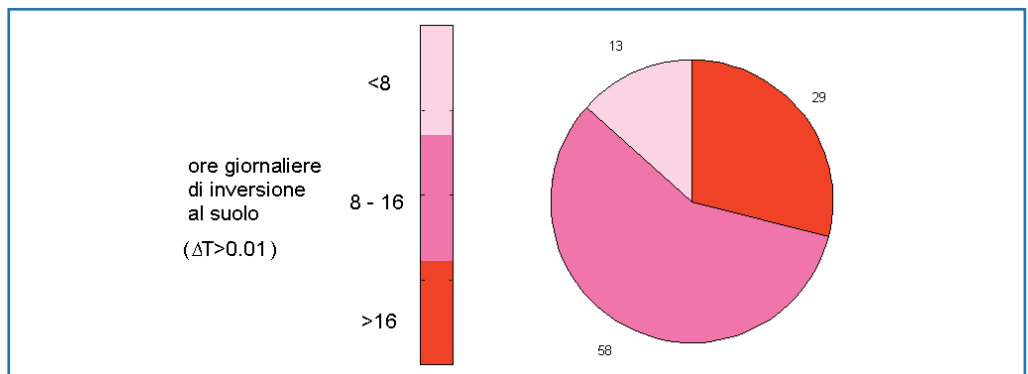
confronto sintetico delle torte pioggia-vento del periodo invernale (gennaio-febbraio-dicembre) dell'inverno esteso (mesi più critici per PM10: gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) dell'intero anno del 2008 con la distribuzione climatica (anni 2001-2007) e con quelle degli ultimi tre anni

A titolo sperimentale e per aumentare l'informazione a disposizione, si riporta di seguito un'analisi della distribuzione delle ore di inversione.

In Figura 4 si riporta un esempio di rappresentazione delle diverse classi di dispersione in relazione al numero di ore giornaliere di inversione.

Anche in questo caso, l'assegnazione delle classi è stata effettuata in maniera soggettiva, in base alle seguenti considerazioni. La classe migliore per la dispersione (meno di otto ore di inversione) corrisponde ai giorni in cui l'inversione non si verifica neanche di notte. La classe peggiore (più di sedici ore di inversione) si ha nei giorni in cui l'inversione persiste anche nelle ore diurne.

Figura 4 esempio di torta con frequenza di casi di ore di inversione nelle diverse classi: i colori più scuri sono associati alle classi con minor dispersione quelli più chiari a quelle con maggior dispersione



2. Caratterizzazione della pressione

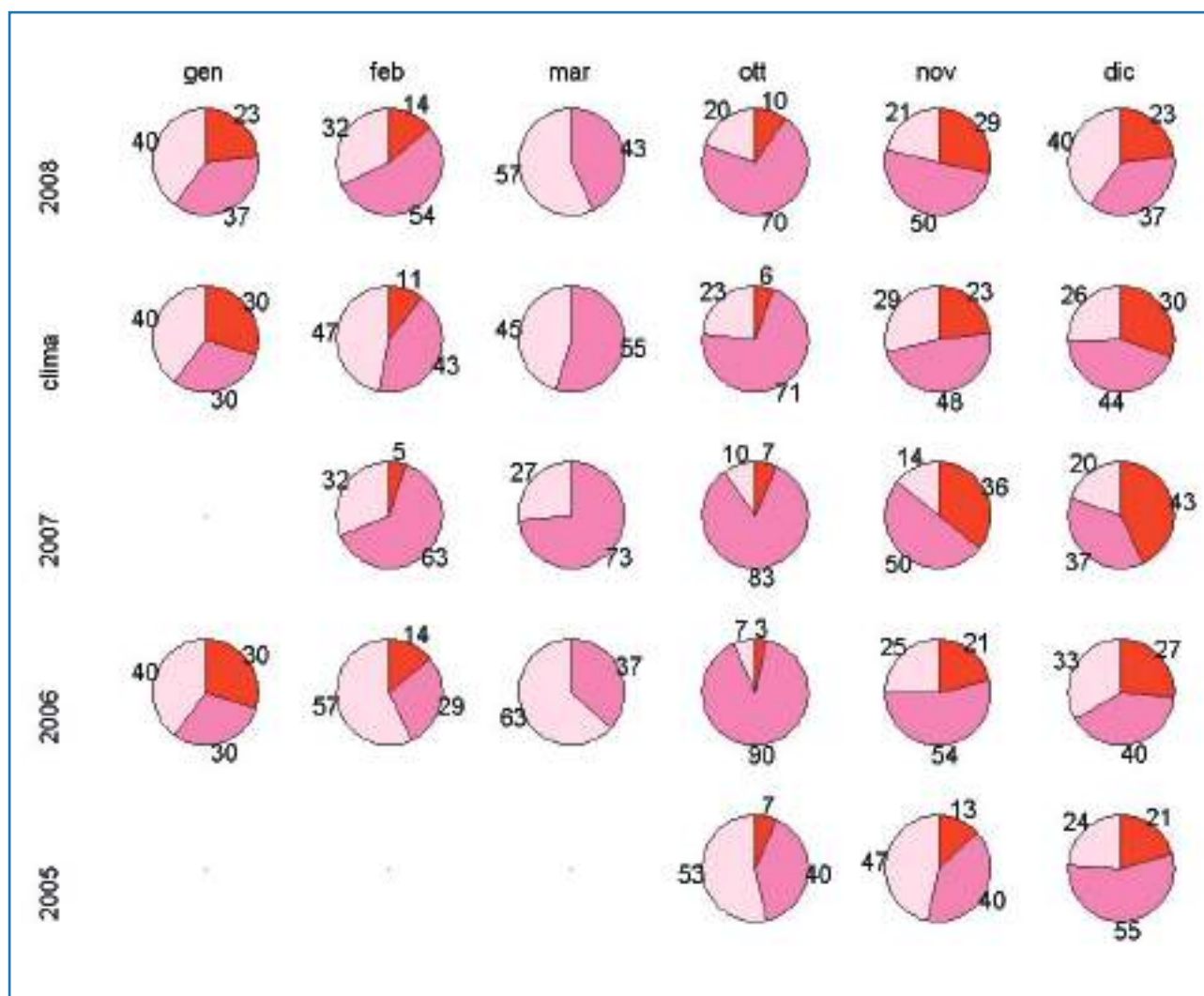
Prima di procedere all'analisi dei risultati riportati nella figura seguente, si segnalano le condizioni alla luce delle quali deve essere letta l'analisi:

- il radiometro è sito nella città di Padova, quindi è rappresentativo di un'area limitrofa del Veneto;
- lo strumento è attivo da aprile 2005 e ha mal funzionato in gennaio 2007, quindi il confronto è effettuato su una serie temporale limitata.

In Figura 5, si riportano le torte dei mesi più critici per l'inquinamento da PM10 per l'anno 2008, e per i corrispondenti periodi degli ultimi tre anni, laddove disponibili. In particolare notiamo che nell'anno 2008:

- in gennaio è più favorita la dispersione rispetto al 2006
- in febbraio è meno favorita la dispersione rispetto al 2006 e al 2007
- marzo è migliore come capacità dispersive rispetto al 2007, ma non rispetto al 2006
- ottobre è peggiore come capacità dispersive rispetto al 2005 e anche rispetto al 2007 e al 2006, se consideriamo la frequenza di giornate con nessuna dispersione.
- novembre è migliore come capacità dispersive rispetto al 2007, ma non rispetto al 2005 e al 2006
- dicembre è migliore come capacità dispersive rispetto a tutti e tre gli anni di riferimento.

Figura 5
confronto della distribuzione delle ore giornaliere di inversione nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da polveri sottili (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) dell'anno 2008 con la distribuzione degli ultimi tre anni (dove disponibile).



2.1.5.4 Sintesi delle capacità dispersive dell'atmosfera nel 2008

L'anno 2008 ha presentato condizioni mediamente più favorevoli alla dispersione di polveri sottili rispetto agli anni precedenti. In particolare, nei mesi di gennaio, marzo, novembre e dicembre, gli eventi di pioggia e vento sono stati più frequenti rispetto agli anni precedenti e si sono verificati più raramente episodi di inversione termica persistente nel corso della giornata.

Unici mesi particolarmente critici per il ristagno delle polveri nel corso del 2008 sono stati febbraio e ottobre nei quali si sono registrate condizioni di maggior stabilità.

Durante i mesi più caldi (aprile-settembre), insieme al rimescolamento innescato dall'intensa radiazione solare, ha giocato un ruolo a favore della qualità dell'aria il frequente passaggio di perturbazioni.

Queste condizioni meteorologiche hanno contribuito a mantenere su livelli anche di molto inferiori alla media (gennaio, marzo, aprile, novembre, dicembre) le concentrazioni di polveri fini.

Complessivamente dal punto di vista meteorologico si può concludere che il 2008 è stato un anno molto favorevole per la dispersione delle polveri sottili, almeno rispetto al periodo 2001-2007.

2.2 Analisi della qualità dell'aria per l'anno 2008

2.2.1 Classificazione degli inquinanti

I fenomeni di inquinamento sono il risultato di una complessa interazione tra vari fattori: alcuni portano ad un accumulo degli inquinanti mentre altri 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 rimescolamento dell'aria sono alcuni dei principali fattori che possono produrre variazioni spazio-temporali nella composizione dell'aria.

Le sostanze inquinanti presenti in atmosfera inoltre possono dare luogo a particolari reazioni. È questo il caso dei cosiddetti inquinanti secondari che si originano per trasformazione chimica dagli inquinanti primari direttamente emessi nell'atmosfera.

Gli inquinanti primari possono essere di tipo gassoso o particellare; tra i gas si segnalano in particolare:

- composti dello zolfo (SO_2 , H_2S)
- composti dell'azoto (NO , NH_3)
- composti del carbonio (idrocarburi, CO)
- composti alogenati (HCl , HF , HBr , CFC)

mentre 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 $2\ \mu\text{m}$.

Le particelle grossolane si formano per azione meccanica, definizione che include processi a bassa temperatura (ad es. risospensione di particelle terrigene da traffico ed attività agricole o produzione di sali marini) e ad elevata temperatura (ad es. produzione di ceneri industriali), mentre le particelle fini sono generate, principalmente, da processi di combustione naturali ed antropogenici ma anche da processi chimici di conversione (particelle "secondarie").

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

Il particolato è composto anche da una quota di componente inorganica che è costituita da un'ampia gamma di ossidi e sali di metalli pesanti (ad es.: piombo, cadmio, zinco, alluminio, ecc.), da acidi (ad es.: acido nitrico, solforico, ecc.) e basi.

I principali inquinanti secondari di tipo gassoso sono:

- NO_2 derivante da NO primario
- O_3 prodotto per via fotochimica

che intervengono nei complessi meccanismi di reazione che costituiscono il cosiddetto "smog

fotochimico"; il particolato secondario può derivare però anche da reazioni chimiche e chimico-fisiche che coinvolgono inquinanti gassosi sia primari che secondari. I più noti processi sono:

- la trasformazione di SO_2 in solfati, SO_4^{2-} ;
- la trasformazione di NO_2 in nitrati, NO_3^- ;
- la trasformazione di NH_3 in ioni ammonio NH_4^+ ;
- la trasformazione di composti organici in particelle organiche.

2.2.2 Criteri di analisi delle serie storiche di concentrazioni inquinanti

Nella presentazione dei dati e delle relative analisi si ritiene più utile verificare il comportamento del singolo inquinante sull'intero territorio comunale, 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 però anche evidenziate eventuali criticità locali, caratteristiche del particolare sito di misura.

A questo scopo la descrizione dell'analisi dei dati condotta per ciascuna sostanza inquinante nei successivi paragrafi 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 ogni inquinante e per ciascuna stazione sono state elaborate una molteplicità di rappresentazioni descrittive illustrate nel seguito.
- **Analisi statistica dei dati**. Sono stati calcolati i principali parametri statistici relativi agli inquinanti convenzionali, per il periodo annuale compreso tra il 1 gennaio 2008 e il 31 dicembre 2008, quali:
 - percentuale dati validi;
 - media (valore medio della distribuzione dei dati);
 - 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);
 - 95° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 95% dei dati);
 - 98° percentile (valore che si posiziona al di sopra del 98% dei dati, ovvero indice del massimo).

La Tabella 8 del paragrafo 2.2.8 riporta le statistiche descrittive per tutti gli inquinanti convenzionali misurati in ciascuna stazione, ai sensi della normativa vigente. La percentuale di dati validi per gli inquinanti non convenzionali è riportata al paragrafo 2.2.3.

- **Confronto con i valori limite**. 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 veneziana (Tabella 9) è stato descritto mediante alcuni indicatori di qualità dell'aria, con riferimento ai valori limite per il biossido di azoto (NO_2) fissati dal DPCM 28/03/83 (ancora validi in fase transitoria) e dal DM 60/02 ed ai valori limite di protezione della vegetazione fissati dal DM 60/02 per biossido di zolfo (SO_2) ed ossidi di azoto (NO_x). È necessario tener presente che nessuna delle stazioni dell'attuale rete di monitoraggio, che come detto sono state oggetto di riposizionamento durante il 2008, risponde esattamente alle caratteristiche richieste nell'Allegato VIII del DM 60/02 per i siti destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione (ubicazione a più di 20 Km dagli agglomerati o a più di 5 Km da aree edificate diverse dalle precedenti o da impianti industriali o autostrade); perciò il superamento dei valori limite di protezione della vegetazione valutato nelle diverse stazioni della rete rappresenta un riferimento puramente indicativo.

È da considerare comunque che da maggio 2006 è attivo il campionamento di ossidi di azoto

ed ozono a Concordia Sagittaria, in una posizione che più di tutte le altre della provincia di Venezia si adatta ai criteri specificati nel DM 60/02 per i siti destinati alla protezione degli ecosistemi o della vegetazione (vedi Appendice 1: Analisi della qualità dell'aria per l'anno 2008 nella Provincia di Venezia).

Per l'ozono è stato preso in considerazione anche il rispetto dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione di cui al DLgs 183/04, calcolato attraverso l'AOT40, cioè la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed il valore di $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevate dal 1 maggio al 31 luglio, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.

Anche per il calcolo dell'AOT40 resta valida l'osservazione fatta in precedenza: le stazioni dell'attuale rete di monitoraggio non rispondono esattamente alle caratteristiche richieste nell'Allegato IV del DLgs 183/04 (stazione di tipo suburbano, rurale o rurale di fondo) e quindi il superamento dei valori limite rappresenta, anche in questo caso, un riferimento puramente indicativo, ad eccezione come si è detto per la stazione di Concordia Sagittaria (vedi Appendice 1).

Gli episodi di inquinamento acuto invece sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento:

- delle soglie di allarme, valori limite orari e valori limite di 24 ore per la protezione della salute umana (ai sensi del DM 60/02);
- del limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ calcolato come massimo giornaliero della media mobile sulle 8 ore per il monossido di carbonio (ai sensi del DM 60/02);
- delle soglie di informazione e di allarme per l'ozono (ai sensi del D.Lgs 183/04);
- dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana per l'ozono (ai sensi del D.Lgs 183/04).

È stato, quindi, calcolato il numero di giorni durante i quali sono stati rilevati dei superamenti; in Tabella 10 è riportato il dettaglio del numero di superamenti delle soglie di allarme e dei valori limite per ciascuna stazione della rete.

Va precisato che nel corso dell'anno 2008, presso diverse stazioni di monitoraggio, alcuni analizzatori sono stati dismessi ed altri attivati. Di conseguenza, alcuni dati medi di concentrazione degli inquinanti non sono rappresentativi dell'intero anno 2008 ed i parametri statistici non possono essere confrontati con i valori limite fissati dalla normativa.

- **Media annuale per gli inquinanti non convenzionali e per i metalli.** Il monitoraggio estensivo per l'anno 2008 dei parametri non convenzionali (benzene, benzo(a)pirene e PM_{10}) e dei metalli (arsenico, cadmio, mercurio, nichel e piombo) presso le due postazioni di misura fisse di Parco Bissuola e di via Circonvallazione ha consentito il calcolo della media annuale, da raffrontare con i valori limite fissati dal DM 60/02 per PM_{10} , benzene e piombo e con i valori obiettivo fissati dal D.Lgs 152/07 per benzo(a)pirene, arsenico, cadmio e nichel (Tabella 1 e Tabella 2). La Tabella 16 e la Tabella 17 riportano le statistiche descrittive per i metalli.
- **Trend storico.** Per alcune stazioni di monitoraggio è stato considerato l'andamento di tutti gli inquinanti negli ultimi anni (1994-2008) attraverso la mediana ed il 98° percentile. È sembrato infatti interessante conoscere la variazione della presenza 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 risulta essere quella in cui entrambi gli indicatori sono decrescenti col trascorrere del tempo.

2.2.3 Efficienza della rete di monitoraggio e controllo di qualità dei dati

La rete di monitoraggio ARPAV fornisce, nel corso dell'anno, le informazioni in base alle quali è possibile valutare il rispetto degli standard di riferimento per la qualità dell'aria, come evidenziato nel paragrafo 1.1 di questo documento, non solo del territorio comunale ma nell'intero territorio della Provincia di Venezia.

Alcuni analizzatori, compresi i sensori meteo, rendono disponibile un dato ogni ora, ottenuto come media delle misure elementari eseguite con scansione ogni 5 secondi nel corso dell'ora precedente mentre per il PM_{10} misurato in continuo il dato viene fornito con cadenza giornaliera, a seconda del tipo di analizzatore utilizzato; di volta in volta la serie storica dei dati viene elaborata in modo da consentire il confronto con il valore di riferimento appropriato, come descritto nel paragrafo 2.2.2.

Nelle tabelle riportate nel paragrafo 2.2.8 e in Appendice 1 è possibile verificare l'efficienza della rete di monitoraggio rispettivamente del Comune di Venezia e del restante territorio provinciale, considerando l'informazione sulla percentuale di dati validi disponibili per tutti gli inquinanti convenzionali. Relativamente agli inquinanti non convenzionali, gli analizzatori automatici di PM_{10} nel 2008 hanno avuto una resa percentuale del 100% a Mestre via Tagliamento, del 99% a Venezia Sacca Fisola, del 98% a Concordia Sagittaria, del 97% a Mestre Parco Bissuola e Chioggia, del 96% a Marcon, del 95% a Mestre via Circonvallazione, del 94% a San Donà di Piave, del 48% a Mira (attiva fino al 09/07/2008) e del 45% a Mira via Oberdan (attiva dal 17/07/2008); l'analizzatore automatico di $PM_{2,5}$ di via Circonvallazione a Mestre ha avuto una resa percentuale del 99%. Gli analizzatori di BTEX nel 2008 hanno avuto una resa percentuale dell'89% al Parco Bissuola e del 90% in via Circonvallazione a Mestre.

Osservando la percentuale di dati validi di concentrazione di inquinanti convenzionali e non, si può constatare che l'efficienza della rete, limitatamente alla strumentazione automatica installata presso le stazioni fisse, si è mantenuta, nel corso di tutto il 2008, su valori attorno al 95% per i parametri chimici e per quelli meteorologici.

Come detto, nel corso del 2008, a fronte dell'avviato processo di ottimizzazione della rete di rilevamento della qualità dell'aria del DAP di Venezia, si è avuta la sospensione di alcune apparecchiature nonché l'integrazione con nuova strumentazione analitica; tali variazioni hanno influito sulla percentuale di dati validi, che deve essere almeno il 90%, di alcune stazioni di monitoraggio.

INQUINANTI CONVENZIONALI

2.2.4 Parametro monitorato: biossido di zolfo (SO_2)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di biossido di zolfo (SO_2) sono 8:

- Parco Bissuola (BU)
- via Bottenigo (BS)
- Sacca Fisola (BU)
- Favaro Veneto (BU)
- Maerne (BU)
- Malcontenta (IS)
- Malcontenta via Lago di Garda (IS)
- via Tagliamento (TU)

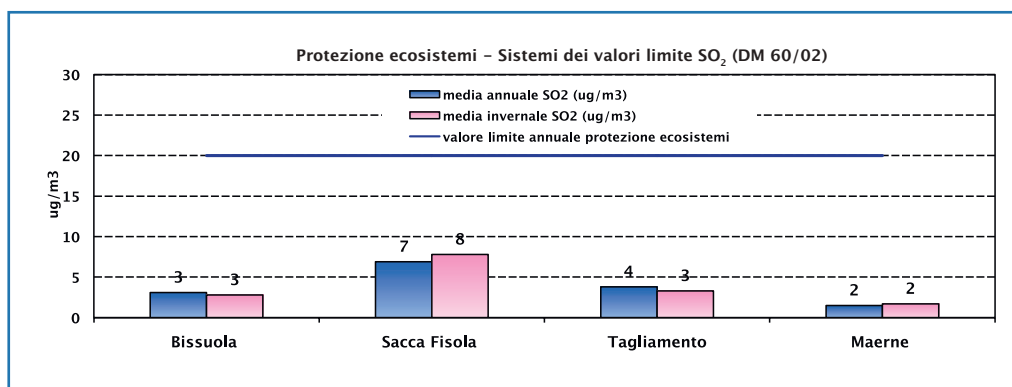
In considerazione della già citata riorganizzazione della rete (paragrafo 1.2) le stazioni per le quali è possibile rappresentare le informazioni relative al parametro SO_2 sono: Parco Bissuola, Sacca Fisola, via Tagliamento e Maerne.

Il biossido di zolfo nell'anno 2008

Durante l'anno 2008 non sono mai stati superati il valore limite orario per la protezione della salute umana, pari a 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare più di 24 volte per anno civile - DM 60/02), il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana di 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare più di 3 volte per anno civile - DM 60/02) e la soglia di allarme pari a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anche il valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi introdotto dal DM 60/02 (con le avvertenze discusse nel paragrafo 2.2.2 per le stazioni in cui valutare tali limiti) non è mai stato superato (Grafico 15).

Grafico 15
Confronto della media annuale ed invernale delle concentrazioni orarie di SO_2 con il valore limite annuale di protezione degli ecosistemi anno 2008 (DM 60/02)



2.2.5 Parametro monitorato: ossidi di azoto (NO_x)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di ossidi di azoto (NO_x) sono 11:

- Parco Bissuola (BU)
- via Bottenigo (BS)
- Sacca Fisola (BU)
- via Beccaria (BU)
- Favaro Veneto (BU)
- via Circonvallazione (TU)
- via F.lli Bandiera (TU)
- Maerne (BU)
- Malcontenta (IS)
- Malcontenta via Lago di Garda (IS)
- via Tagliamento (TU)

In considerazione della già citata riorganizzazione della rete (paragrafo 1.2) le stazioni per le quali è possibile rappresentare le informazioni relative al parametro NO_x sono: Parco Bissuola, Sacca Fisola, via Circonvallazione, via F.lli Bandiera, via Tagliamento e Maerne.

Il biossido di azoto nell'anno 2008

Il biossido di azoto non mostra, presso nessuna delle stazioni della rete, alcun superamento del valore limite di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, calcolato come 98° percentile delle medie orarie (Grafico 16), valido in fase transitoria fino al 31/12/09 (Tabella 2).

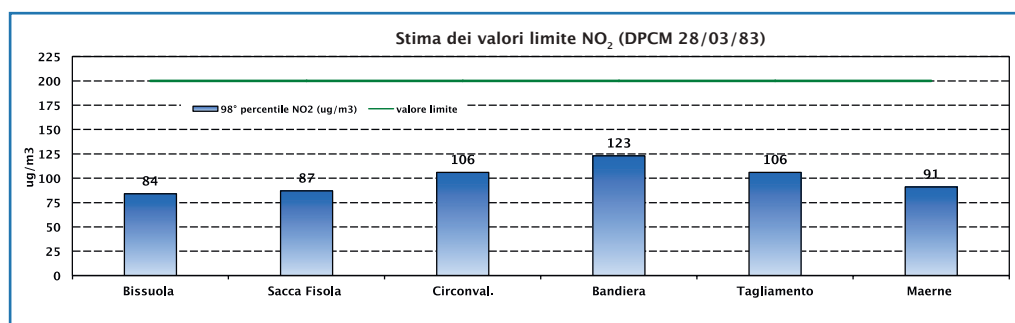


Grafico 16
Confronto del 98° percentile delle concentrazioni orarie di NO₂ con il valore limite anno 2008 (DPCM 28/03/83 e s.m.i.)

La concentrazione media annuale di NO₂ è risultata superiore al valore limite annuale per la protezione della salute umana, introdotto dal DM 60/02, sia per quanto riguarda il limite fissato per il 2008 che per quello da raggiungere entro il 1 gennaio 2010, presso le stazioni di via Circonvallazione (45 µg/m³), via Fratelli Bandiera (57 µg/m³) e via Tagliamento (46 µg/m³) (Grafico 17).

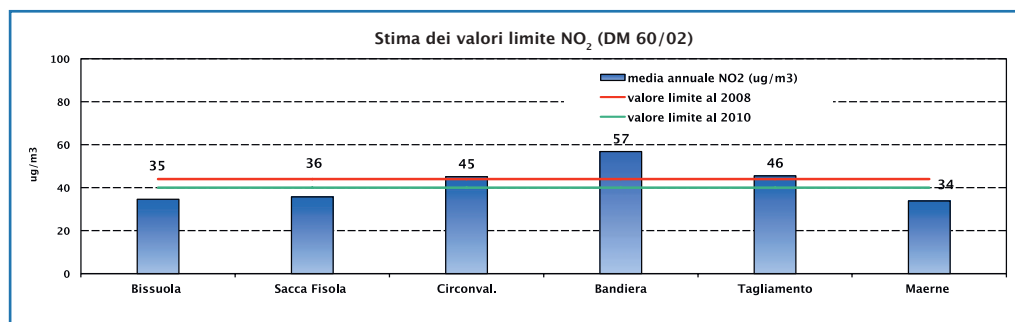


Grafico 17
Confronto della media annuale delle concentrazioni orarie di NO₂ con il valore limite annuale per la protezione della salute umana anno 2008 (DM 60/02)

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 evidenziati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento della soglia di allarme e del valore limite orario per la protezione della salute umana di 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile e da raggiungere al 1 gennaio 2010, entrambi introdotti dal DM 60/02. Questo inquinante presenta 1 giorno di superamento del valore limite orario (200 µg/m³) presso le stazioni di via Circonvallazione (26/11/2008), via Fratelli Bandiera (7/02/2008) e via Tagliamento (7/02/2008). Non è stato riscontrato alcun superamento dello stesso valore limite aumentato del margine di tolleranza previsto per l'anno 2008 (220 µg/m³).

Non è stato invece riscontrato alcun superamento della soglia di allarme di NO₂ pari a 400 µg/m³ (Tabella 1 e Grafico 18).

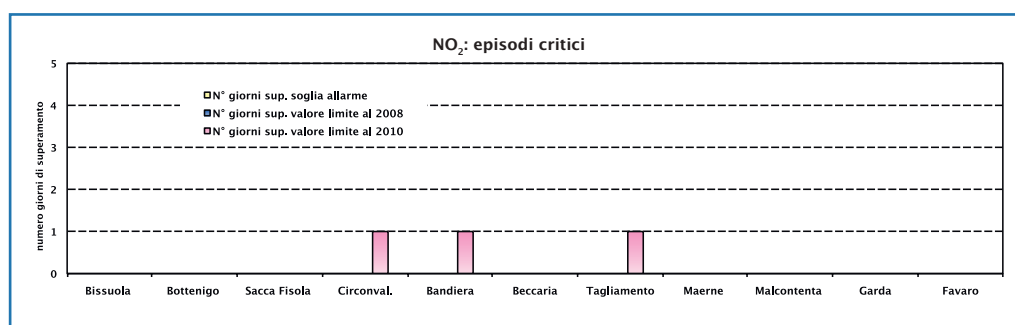
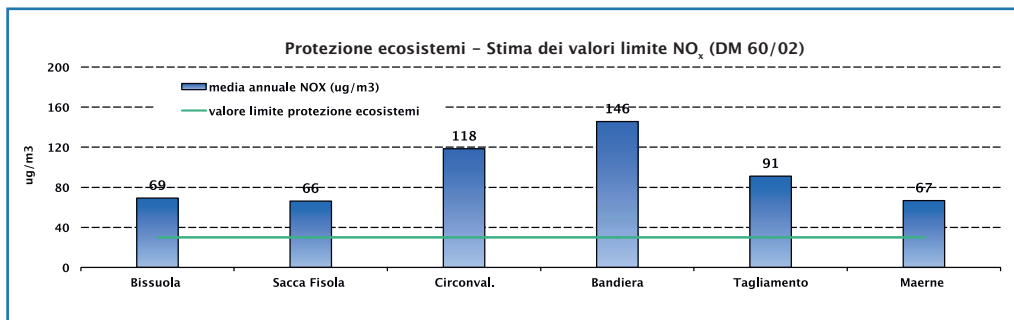


Grafico 18
Episodi di inquinamento acuto - numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento della soglia di allarme o dei valori limite fissati per l'NO₂ dal DM 60/02

Riguardo al valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi introdotto dal DM 60/02 (con le avvertenze discusse nel paragrafo 2.2.2 per le stazioni in cui valutare tali limiti), esso è stato superato in tutte le stazioni della rete (Grafico 19).

Grafico 19
Confronto della media annuale delle concentrazioni orarie di NO_x con il valore limite annuale di protezione degli ecosistemi anno 2008 (DM 60/02)



2.2.6 Parametro monitorato: monossido di carbonio (CO)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di monossido di carbonio (CO) sono 9:

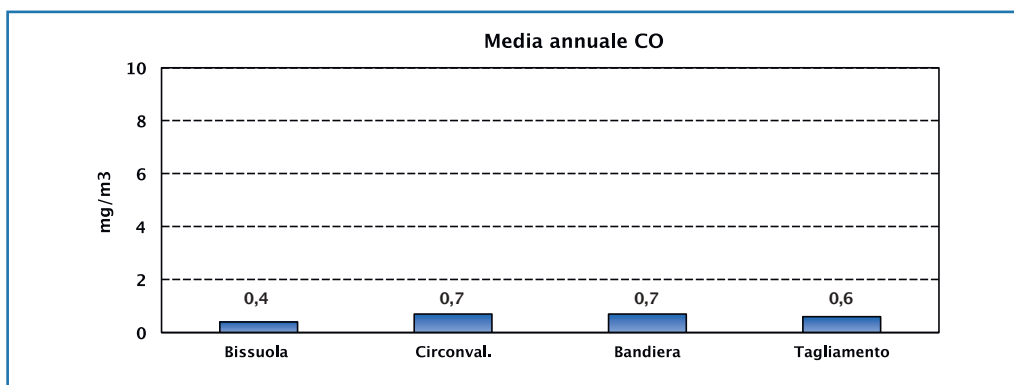
- Parco Bissuola (BU)
- via Bottenigo (BS)
- via F.lli Bandiera (TU)
- via Circonvallazione (TU)
- Corso del Popolo (TU)
- via Tagliamento (TU)
- Malcontenta via Lago di Garda (IS)
- Favaro Veneto (BU)
- via Beccaria (BU)

In considerazione della già citata riorganizzazione della rete (paragrafo 1.2) le stazioni per le quali è possibile rappresentare le informazioni relative al parametro CO sono: Parco Bissuola, via Circonvallazione, via F.lli Bandiera e via Tagliamento.

Il monossido di carbonio nell'anno 2008

A titolo puramente indicativo (la normativa attuale non prevede un valore di riferimento su scala annuale) si rappresenta nel Grafico 20 il valore medio annuale per il monossido di carbonio in tutte le stazioni della rete.

Grafico 20
Media annuale CO, anno 2008



Il monossido di carbonio durante l'anno 2008 non ha evidenziato superamenti del limite per la protezione della salute umana di 10 mg/m^3 , calcolato come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore (DM 60/02); dunque non si sono verificati episodi di inquinamento acuto causati da questo inquinante (Tabella 1).

2.2.7 Parametro monitorato: ozono (O_3)

Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di ozono (O_3) sono 3:

- Parco Bissuola (BU)
- Sacca Fisola (BU)
- Maerne (BU)

L'ozono nell'anno 2008

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.

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 riferimento di tipo BU per la rete urbana di Mestre), Parco Bissuola (nel centro di Mestre) e Sacca Fisola (isola di Venezia).

A titolo puramente indicativo il Grafico 21 illustra il valore medio annuale rilevato dalle stazioni della rete di monitoraggio.

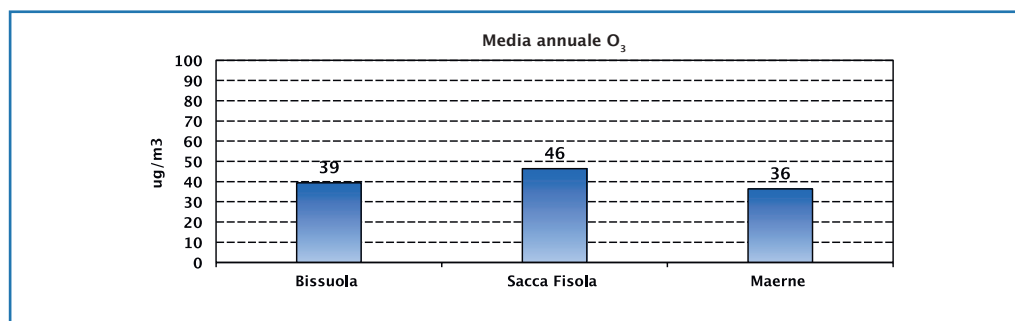


Grafico 21
Media annuale
ozono anno 2008

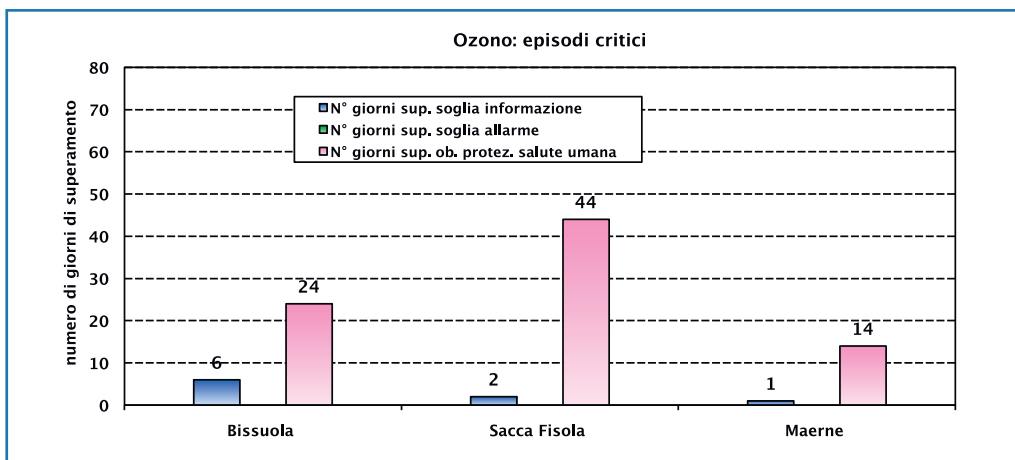
Gli episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento delle soglie di informazione e di allarme, ai sensi del DLgs 183/04 (Tabella 1 e Grafico 22). Il grafico raffigura il numero di giorni del 2008 in cui si è verificato almeno un superamento della soglia di informazione di O_3 (media oraria pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o della soglia di allarme (media oraria pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (massimo giornaliero della media mobile di 8 ore pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

L'ozono ha presentato per l'anno in questione 6 giorni con almeno un superamento della soglia di informazione presso la stazione di Parco Bissuola, 2 giorni con almeno un superamento della stessa soglia presso la stazione di Sacca Fisola e 1 giorno a Maerne.

La soglia di allarme non è mai stata superata.

In tutte le stazioni di monitoraggio si sono verificati dei giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, in particolare a Sacca Fisola (44 giorni), ma anche al Parco Bissuola (24) e a Maerne (14) (Grafico 22). La maggior parte dei superamenti si sono verificati nel mese di luglio 2008 e soprattutto dalle ore 14:00 alle ore 16:00. Questi periodi critici corrispondono a quelli di radiazione solare intensa e temperature elevate (cfr. paragrafo 2.1.2) che hanno favorito l'aumento della concentrazione di ozono con più superamenti dei valori di soglia.

Grafico 22
 Numero di giorni in cui si è verificato almeno un superamento della soglia di informazione di O₃ o della soglia di allarme o dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana nell'anno 2008



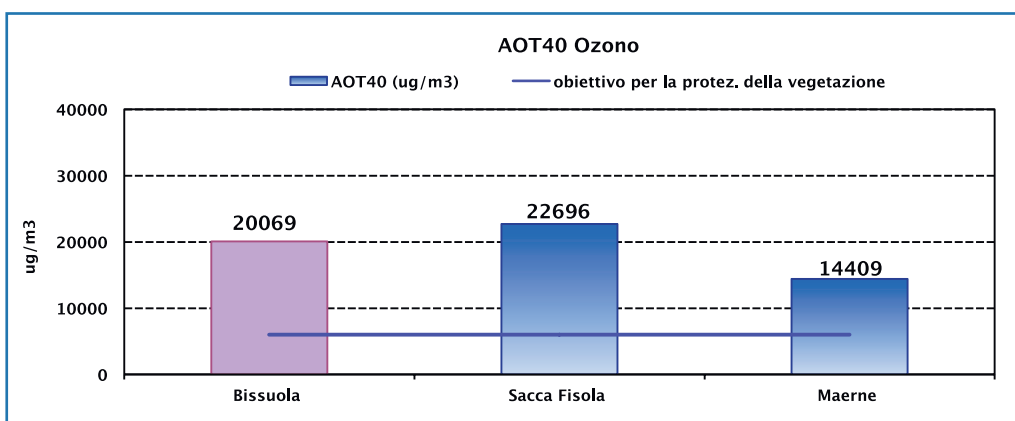
Il rispetto dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione di cui al D.Lgs. 183/04 va calcolato attraverso l'AOT40, cioè la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ ed il valore di 80 µg/m³ rilevate dal 1 maggio al 31 luglio (92 giorni), utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (Tabella 3).

Nel caso della stazione di Parco Bissuola l'analizzatore di ozono è rimasto inattivo dal 24/06/08 al 10/07/08, quindi è stato solo possibile stimare l'AOT40, ai sensi di quanto previsto dallo stesso decreto legislativo.

L'AOT40 calcolato sulla base dei dati orari disponibili si è dimostrato maggiore dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione in tutte le stazioni di monitoraggio (Grafico 23).

Anche l'AOT40 stimato per la stazione di Parco Bissuola si è dimostrato superiore all'obiettivo per la protezione della vegetazione.

Grafico 23
 AOT40 calcolato sulla base dei dati orari rilevati dal 1 maggio al 31 luglio utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00. Nel caso di Parco Bissuola l'AOT40 è stato stimato



2.2.8 Statistiche descrittive relative agli inquinanti convenzionali e confronto con i valori limite

Tabella 8 Statistiche descrittive relative agli inquinanti convenzionali

Statistiche descrittive VIA F.LLI BANDIERA	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	n.m.	95	94	n.m.
Media	n.m.	57	1	n.m.
25° percentile	n.m.	37	0	n.m.
mediana	n.m.	54	1	n.m.
75° percentile	n.m.	72	1	n.m.
95° percentile	n.m.	105	2	n.m.
98° percentile	n.m.	123	2	n.m.
Statistiche descrittive VIA BECCARIA	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	n.m.	*	*	n.m.
Media	n.m.	-	-	n.m.
25° percentile	n.m.	-	-	n.m.
mediana	n.m.	-	-	n.m.
75° percentile	n.m.	-	-	n.m.
95° percentile	n.m.	-	-	n.m.
98° percentile	n.m.	-	-	n.m.
Statistiche descrittive PARCO BISSUOLA	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	90	89	90	89
Media	3	35	0	39
25° percentile	1	17	0	6
mediana	2	32	0	31
75° percentile	3	48	1	62
95° percentile	10	72	1	110
98° percentile	20	84	2	132
Statistiche descrittive VIA BOTTENIGO	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	*	*	*	n.m.
Media	-	-	-	n.m.
25° percentile	-	-	-	n.m.
mediana	-	-	-	n.m.
75° percentile	-	-	-	n.m.
95° percentile	-	-	-	n.m.
98° percentile	-	-	-	n.m.
Statistiche descrittive VIA CIRCONVALLAZIONE	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	n.m.	94	94	n.m.
Media	n.m.	45	1	n.m.
25° percentile	n.m.	28	0	n.m.
mediana	n.m.	43	1	n.m.
75° percentile	n.m.	59	1	n.m.
95° percentile	n.m.	88	2	n.m.
98° percentile	n.m.	106	2	n.m.
Statistiche descrittive FAVARO VENETO	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	*	*	*	n.m.
Media	-	-	-	n.m.
25° percentile	-	-	-	n.m.
mediana	-	-	-	n.m.
75° percentile	-	-	-	n.m.
95° percentile	-	-	-	n.m.
98° percentile	-	-	-	n.m.

Statistiche descrittive VENEZIA - SACCA FISOLA	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	95	94	n.m.	95
Media	7	36	n.m.	46
25° percentile	1	18	n.m.	13
mediana	4	33	n.m.	39
75° percentile	7	50	n.m.	71
95° percentile	24	75	n.m.	120
98° percentile	41	87	n.m.	132
Statistiche descrittive MALCONTENTA VIA GARDA	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	*	*	*	n.m.
Media	-	-	-	n.m.
25° percentile	-	-	-	n.m.
mediana	-	-	-	n.m.
75° percentile	-	-	-	n.m.
95° percentile	-	-	-	n.m.
98° percentile	-	-	-	n.m.
Statistiche descrittive MAERNE	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	94	96	n.m.	95
Media	2	34	n.m.	36
25° percentile	0	17	n.m.	7
mediana	1	29	n.m.	28
75° percentile	2	45	n.m.	59
95° percentile	6	76	n.m.	102
98° percentile	11	91	n.m.	117
Statistiche descrittive MALCONTENTA	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	*	*	n.m.	n.m.
Media	-	-	n.m.	n.m.
25° percentile	-	-	n.m.	n.m.
mediana	-	-	n.m.	n.m.
75° percentile	-	-	n.m.	n.m.
95° percentile	-	-	n.m.	n.m.
98° percentile	-	-	n.m.	n.m.
Statistiche descrittive CORSO DEL POPOLO	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	n.m.	n.m.	*	n.m.
Media	n.m.	n.m.	-	n.m.
25° percentile	n.m.	n.m.	-	n.m.
mediana	n.m.	n.m.	-	n.m.
75° percentile	n.m.	n.m.	-	n.m.
95° percentile	n.m.	n.m.	-	n.m.
98° percentile	n.m.	n.m.	-	n.m.
Statistiche descrittive VIA TAGLIAMENTO	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
	ug/m ³	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³
% dati validi	95	95	95	n.m.
Media	4	46	1	n.m.
25° percentile	0	28	0	n.m.
mediana	1	43	0	n.m.
75° percentile	3	59	1	n.m.
95° percentile	19	89	2	n.m.
98° percentile	33	106	2	n.m.

* La stazione di via Beccaria è attiva dal 12/06/08; la stazione di via Bottenigo è stata dismessa il 26/08/08; la stazione di Favaro Veneto è attiva dal 15/10/08; la stazione di Malcontenta via Garda è attiva dal 14/10/08; la stazione di Malcontenta è stata dismessa il 09/10/08; la stazione di Corso del Popolo è stata dismessa il 03/06/08. In tutti questi casi, la percentuale di dati validi non è sufficiente per considerare rappresentative le statistiche descrittive.

n.m.: non misurato

2. Caratterizzazione della pressione

Tabella 9 Confronto degli indici statistici con i valori limite annuali

		Indici statistici	Valore limite	Rif. Normativo
via F.II Bandiera - Marghera (Tipo T-U)				
NO ₂ (µg/m ³)	98° percentile	123	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³)	media annuale	57	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI				
SO ₂ (µg/m ³)	media annuale	-	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³)	media invernale	-	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³)	media annuale	146	30	Dlgs 183/04
O ₃ (µg/m ³)	obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	
Via Beccaria - Marghera (Tipo B-U)				
NO ₂ (µg/m ³)	98° percentile	*	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³)	media annuale	*	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI				
SO ₂ (µg/m ³)	media annuale	-	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³)	media invernale	-	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³)	media annuale	*	30	Dlgs 183/04
O ₃ (µg/m ³)	obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	
Parco Bissuola - Mestre (Tipo B-U)				
NO ₂ (µg/m ³)	98° percentile	84	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³)	media annuale	35	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI				
SO ₂ (µg/m ³)	media annuale	3	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³)	media invernale	3	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³)	media annuale	69	30	Dlgs 183/04
O ₃ (µg/m ³)	obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	20069 **	6000	
Via Bottenigo - Marghera (Tipo B-S)				
NO ₂ (µg/m ³)	98° percentile	*	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³)	media annuale	*	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI				
SO ₂ (µg/m ³)	media annuale	*	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³)	media invernale	*	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³)	media annuale	*	30	Dlgs 183/04
O ₃ (µg/m ³)	obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	
Via Circonvallazione - Mestre (Tipo T-U)				
NO ₂ (µg/m ³)	98° percentile	106	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³)	media annuale	45	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI				
SO ₂ (µg/m ³)	media annuale	-	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³)	media invernale	-	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³)	media annuale	118	30	Dlgs 183/04
O ₃ (µg/m ³)	obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	
Favaro Veneto (Tipo B-U)				
NO ₂ (µg/m ³)	98° percentile	*	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³)	media annuale	*	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI				
SO ₂ (µg/m ³)	media annuale	*	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³)	media invernale	*	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³)	media annuale	*	30	Dlgs 183/04
O ₃ (µg/m ³)	obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	

	Indici statistici	Valore limite	Rif. Normativo
Sacca Fisola - Venezia C. S. (Tipo B-U)			
NO ₂ (µg/m ³) 98° percentile	87	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³) media annuale	36	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO ₂ (µg/m ³) media annuale	7	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³) media invernale	8	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³) media annuale	66	30	
O ₃ (µg/m ³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	22696	6000	Dlgs 183/04
Malcontenta Via Garda (Tipo I-S)			
NO ₂ (µg/m ³) 98° percentile	*	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³) media annuale	*	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO ₂ (µg/m ³) media annuale	*	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³) media invernale	*	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³) media annuale	*	30	
O ₃ (µg/m ³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04
Maerne (Tipo B-U)			
NO ₂ (µg/m ³) 98° percentile	91	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³) media annuale	34	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO ₂ (µg/m ³) media annuale	2	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³) media invernale	2	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³) media annuale	67	30	
O ₃ (µg/m ³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	14409	6000	Dlgs 183/04
Malcontenta (Tipo I-S)			
NO ₂ (µg/m ³) 98° percentile	*	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³) media annuale	*	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO ₂ (µg/m ³) media annuale	*	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³) media invernale	*	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³) media annuale	*	30	
O ₃ (µg/m ³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04
Corso del Popolo - Mestre (Tipo T-U)			
NO ₂ (µg/m ³) 98° percentile	-	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³) media annuale	-	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO ₂ (µg/m ³) media annuale	-	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³) media invernale	-	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³) media annuale	-	30	
O ₃ (µg/m ³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04
via Tagliamento - Mestre (Tipo T-U)			
NO ₂ (µg/m ³) 98° percentile	106	200	DPCM 28/03/83
NO ₂ (µg/m ³) media annuale	46	44	DM 60/02
PROTEZIONE ECOSISTEMI			
SO ₂ (µg/m ³) media annuale	4	20	DM 60/02
SO ₂ (µg/m ³) media invernale	3	20	
NOX (µg-NO ₂ /m ³) media annuale	91	30	
O ₃ (µg/m ³) obiettivo protez. vegetaz. (AOT40)	-	6000	Dlgs 183/04

* La stazione di via Beccaria è attiva dal 12/06/08; la stazione di via Bottenigo è stata dismessa il 26/08/08;
La stazione di Favaro Veneto è attiva dal 15/10/08; la stazione di Malcontenta via Garda è attiva dal 14/10/08;
La stazione di Malcontenta è stata dismessa il 09/10/08.

In tutti questi i valori medi annuali (o invernali come nel caso dell'SO₂) non possono essere confrontati con i valori guida e limite riportati nella tabella.

** valore stimato

2. Caratterizzazione della pressione

Tabella 10 Numero di superamenti dei valori limite

via Fratelli Bandiera Marghera (Tipo T-U)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	1	1	18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04
via Beccaria Marghera (Tipo B-U)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04
Parco Bissuola Mestre (Tipo B-U)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	14	6		Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	0			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	24	24		Dlgs 183/04
via Bottenigo Marghera (Tipo B-S)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04

via Circonvallazione Mestre (Tipo T-U)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	2	1	18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04
Favaro Veneto (Tipo B-U)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04
Sacca Fisola Venezia C.S. (Tipo B-U)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	-			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	11	2		Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	0			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	44	44		Dlgs 183/04
via Garda Malcontenta (Tipo I-S)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04

2. Caratterizzazione della pressione

Maerne (Tipo B-U)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	-			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	2	1		Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	0			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	14	14		Dlgs 183/04
Malcontenta (Tipo I-S)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	0		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	-			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04
Corso del Popolo Mestre (Tipo T-U)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	-			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	-		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	-		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	-			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	-		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	-		18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04
via Tagliamento Mestre (Tipo T-U)		N superamenti		N giorni consentiti	Rif. Normativo
		N eventi	N giorni		
SO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 500	0			DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite orario: 350	0		24/anno	DM 60/02
SO ₂ (ug/m ³)	limite media 24 ore: 125	0		3/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	soglia allarme: 400	0			DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2008: 220	0		18/anno	DM 60/02
NO ₂ (ug/m ³)	limite orario al 2010: 200	1	1	18/anno	DM 60/02
CO (mg/m ³)	max med mob 8 ore: 10	0			DM 60/02
O ₃ (ug/m ³)	soglia informazione: 180	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	soglia allarme: 240	-			Dlgs 183/04
O ₃ (ug/m ³)	obiettivo protez. salute umana: 120	-			Dlgs 183/04

2.2.9 Trend storico degli inquinanti convenzionali: analisi temporali

Confronto anno 2007 - anno 2008

Per l'anno 2008, la situazione degna di nota è un aumento, seppur leggero, rispetto all'anno precedente presso la stazione di Parco Bissuola della concentrazione di SO₂ e di O₃ ed una moderata diminuzione rispetto al 2007 presso la stazione di via Circonvallazione della concentrazione di CO e di NO₂. Negli altri casi si ha una situazione complessivamente stazionaria.

Trend storico

Al fine di raffigurare l'andamento storico dei parametri convenzionali misurati presso le stazioni della rete ARPAV della qualità dell'aria, si considerano 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).

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 riguarda le seguenti stazioni di misura:

- Parco Bissuola (tipo BU): parametri SO₂, NO₂, CO, O₃ (anni 1996 – 2008);
- via Circonvallazione (tipo TU): parametro CO (anni 1994 – 2008).

Considerando gli ultimi tredici anni, la situazione è riassunta in Tabella 11.

Tabella 11
Trend dei parametri convenzionali presso le stazioni di via Circonvallazione e di Parco Bissuola

stazione di rilevamento	Trend dei parametri convenzionali relativo agli ultimi 13 anni			
	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
Parco Bissuola - Mestre				
via Circonvallazione - Mestre	-	-		-

Legenda:

Grafico 24
Trend della concentrazione media annuale dei parametri convenzionali presso la stazione di Parco Bissuola



trend in miglioramento

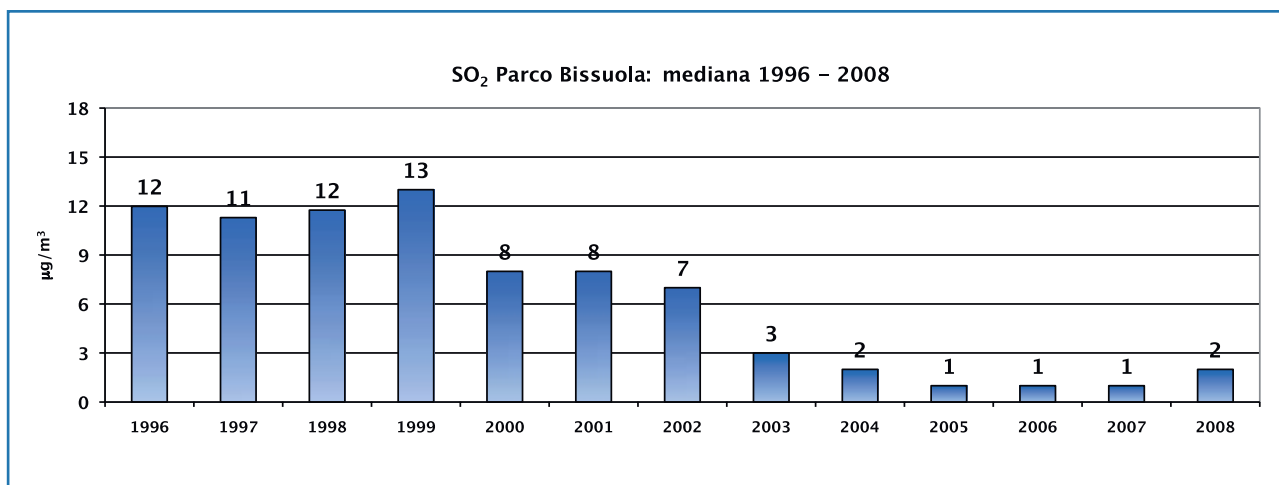


trend stazionario o incerto



trend in peggioramento

Si riportano de seguito i grafici inerenti detto trend storico, in relazione all'indicatore mediana.



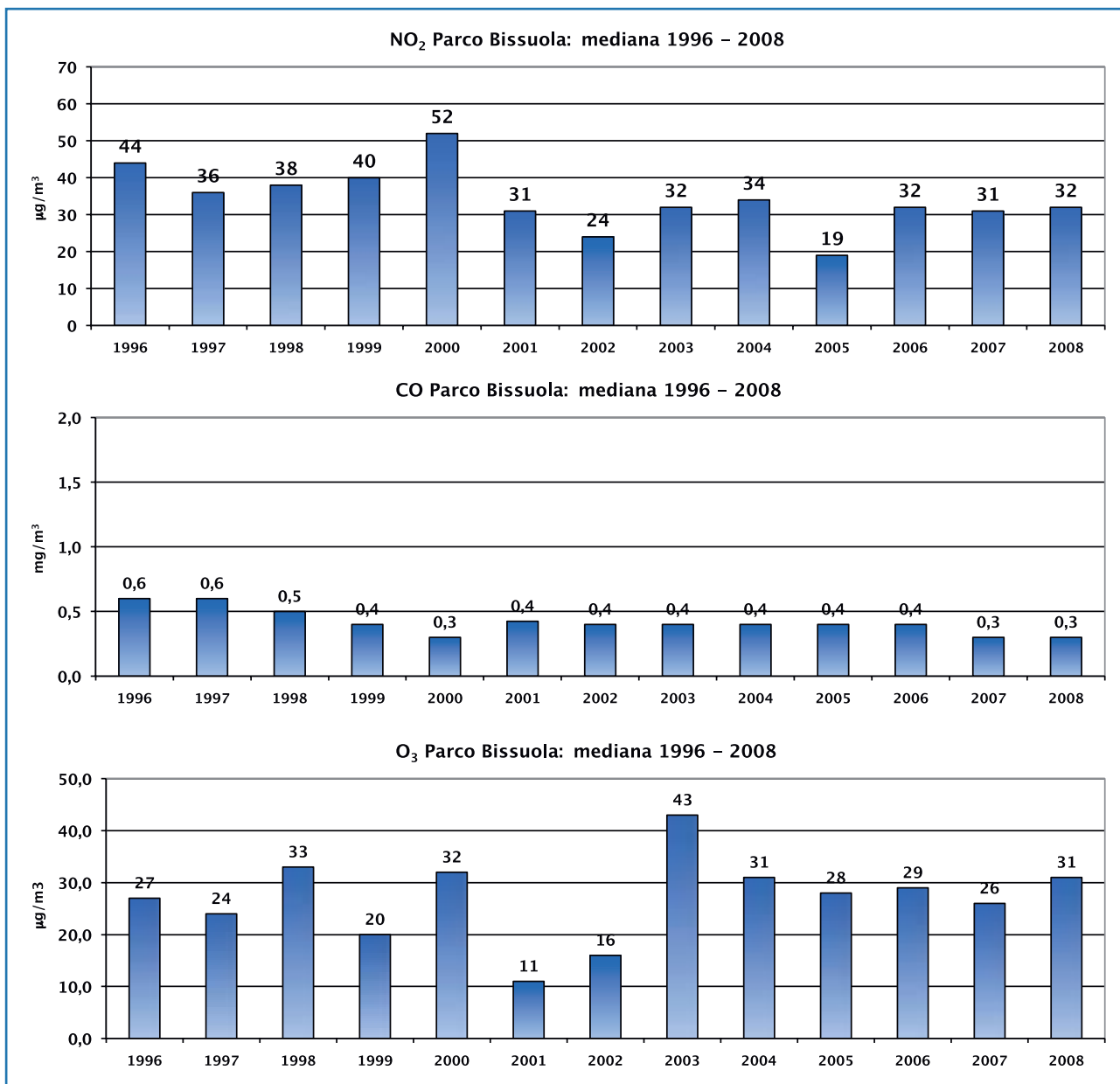
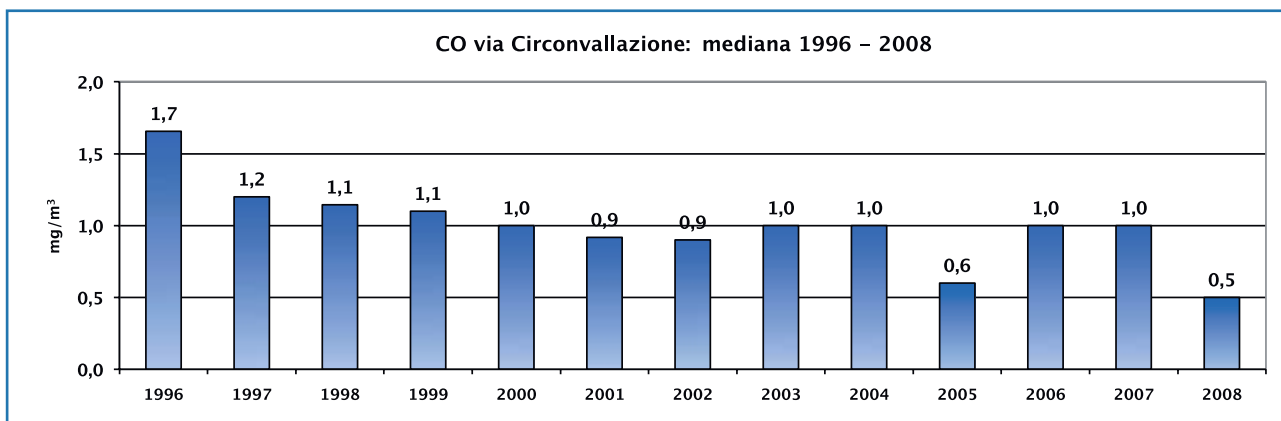


Grafico 25 - Trend della concentrazione media annuale dei parametri convenzionali presso la stazione di Via Circonvallazione



INQUINANTI NON CONVENZIONALI

2.2.10 Parametro monitorato: polveri PM₁₀

Siti di misura. Le polveri inalabili PM₁₀ sono state oggetto di monitoraggio nell'anno 2008 presso le seguenti stazioni della rete urbana:

- Parco Bissuola (BU)
- via Tagliamento (TU)
- via Circonvallazione (TU)
- Sacca Fisola (BU)

Grafico 26
Medie mensili di PM₁₀ registrate presso le tre stazioni di monitoraggio di Venezia da gennaio 2001 a dicembre 2008

Le polveri inalabili PM₁₀ nel 2008: analisi spaziali e temporali

L'andamento delle medie mensili rilevate a Venezia, rappresentate nel Grafico 26 a partire dal 2001, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, con una netta tendenza al superamento del valore limite annuale di 40 µg/m³ fissato dal DM 60/02.

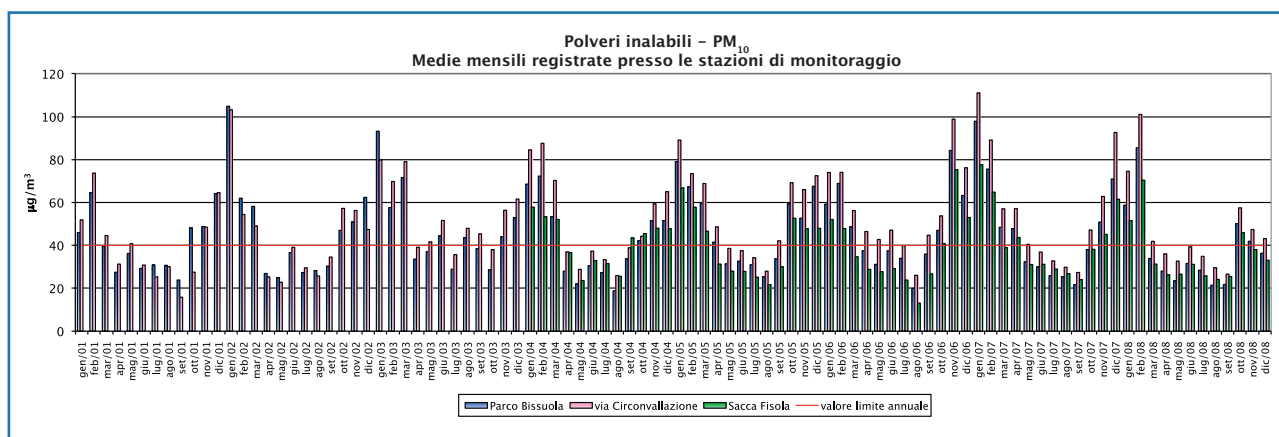
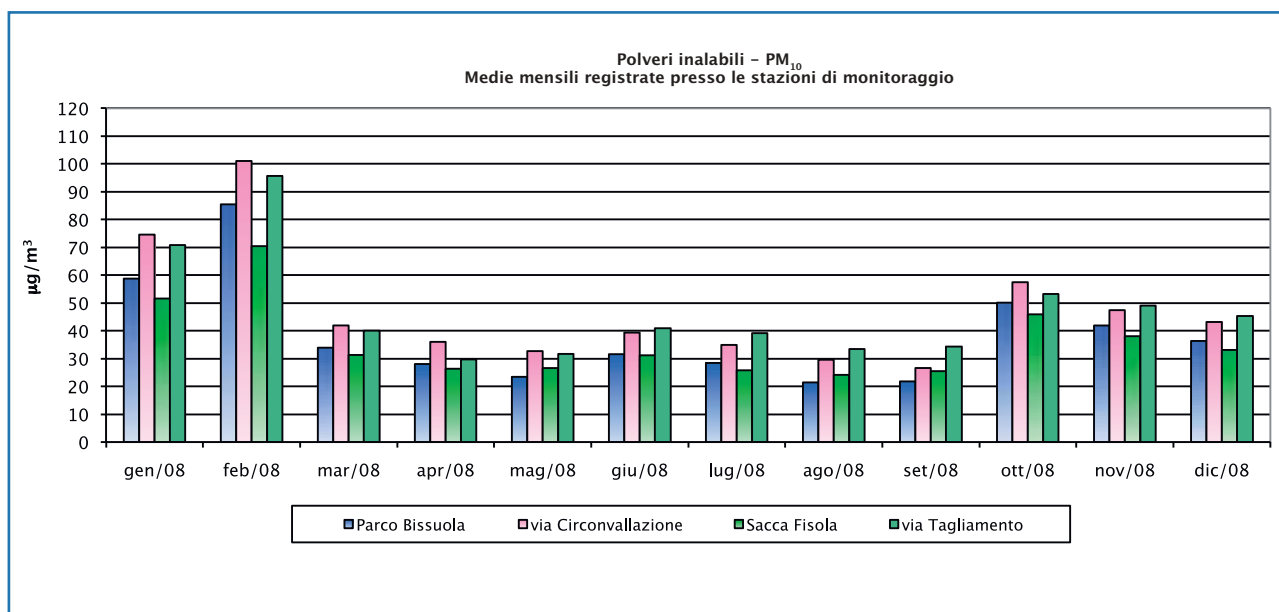


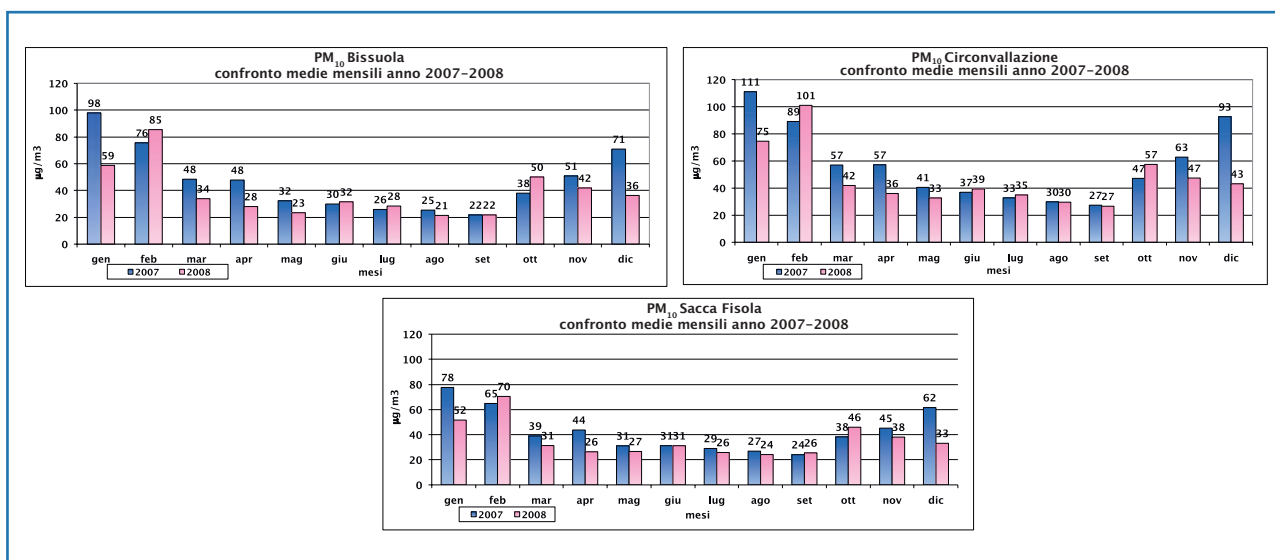
Grafico 27
Medie mensili di PM₁₀ registrate presso le stazioni di monitoraggio nel 2008

In particolare le medie mensili della concentrazione di PM₁₀ di Sacca Fisola (automatico) per l'anno 2008 hanno mostrato un andamento analogo a quelle delle altre tre stazioni di monitoraggio della terraferma (con determinazione gravimetrica) (Grafico 27), anche se con valori tendenzialmente più bassi.



Nel corso del 2008 nelle stazioni di Parco Bissuola, via Circonvallazione e Sacca Fisola⁷ è stato possibile notare una concentrazione media mensile di PM₁₀ analoga a quella misurata nel precedente anno 2007, come evidenziato nel Grafico 28, fatta eccezione per le concentrazioni medie di gennaio e dicembre 2008, di molto inferiori a quelle del 2007.

Grafico 28
Confronto delle medie mensili di PM10 registrate durante l'anno 2007 e 2008 presso tre delle quattro stazioni di monitoraggio



Per quanto riguarda il centro urbano di Mestre, le medie annuali del 2008 della concentrazione di PM₁₀ in via Circonvallazione (47 µg/m³) e via Tagliamento (47 µg/m³) risultano maggiori del valore limite annuale fissato dal DM 60/02 (40 µg/m³), mentre la media annuale risulta di poco inferiore al valore limite presso la stazione di Parco Bissuola (38 µg/m³).

Tabella 12 Media annuale della concentrazione di PM₁₀

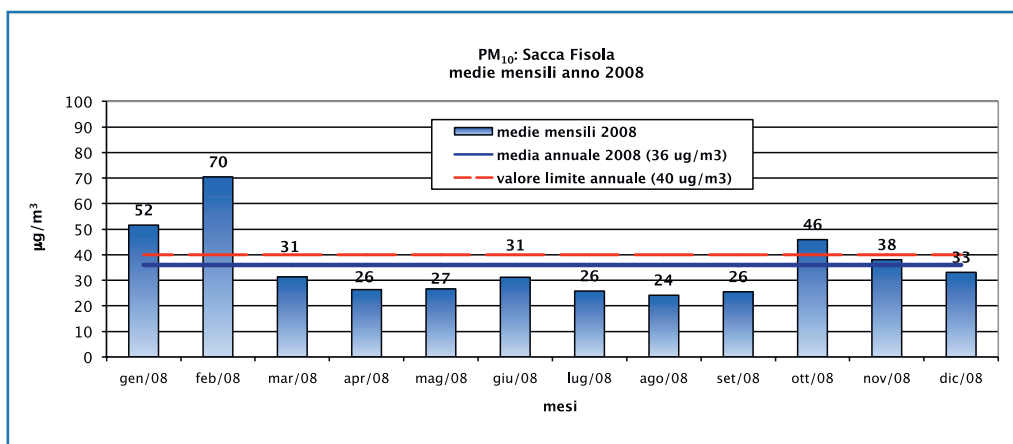
PM ₁₀ (µg/m ³)	Parco Bissuola	via Circonvallazione	via Tagliamento	Sacca Fisola
media annuale 2008	38	47	47	36

Prendendo in considerazione le due stazioni del centro urbano che storicamente misurano le polveri inalabili (PM₁₀), Parco Bissuola e via Circonvallazione, e mediando i valori misurati presso queste due stazioni, è possibile definire un inquinamento "di area" per il PM₁₀, che presenta una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano; la media di area per il centro urbano di Mestre dell'anno 2008 è di 43 µg/m³, la più bassa media di area calcolata negli ultimi 9 anni, fatta eccezione per la media di area del 2001, pari a 41 µg/m³ (Tabella 14 e Grafico 40).

Nel 2008, a differenza dell'anno precedente, la media annuale della concentrazione di PM₁₀ a Sacca Fisola (36 µg/m³) è risultata inferiore al valore limite annuale fissato dal DM 60/02 (Grafico 29). È interessante notare come la media annuale delle concentrazioni di PM10 rilevate a Sacca Fisola, stazione insulare, sia leggermente inferiore a quelle rilevate presso le stazioni di Mestre e, tra queste, risulti essere più vicina a quella di Bissuola, stazione di background urbano.

⁷ La stazione di via Tagliamento non è stata presa in considerazione in quanto presso questa stazione l'analizzatore di PM₁₀ è stato attivato nel dicembre del 2007

Grafico 29
Medie mensili di PM₁₀ registrate presso la stazione di monitoraggio di Sacca Fisola e confronto con il valore limite annuale di legge previsto per il 2008



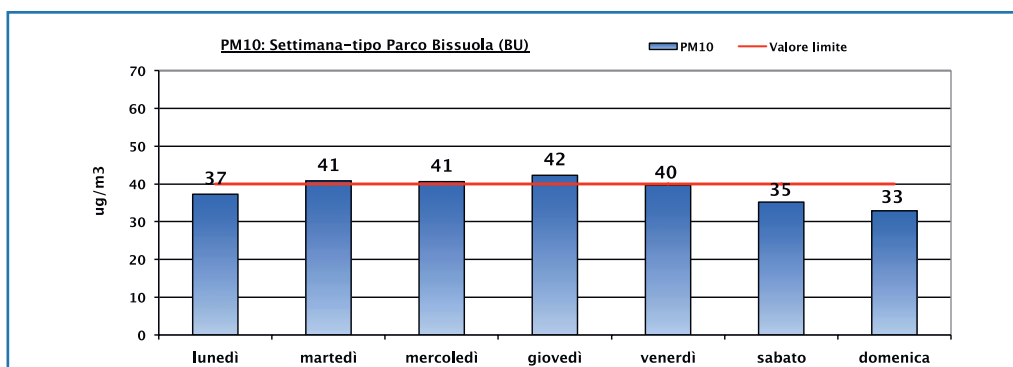
Riguardo alla concentrazione giornaliera di PM₁₀, nella Tabella 13 si riporta il numero di giorni in cui le quattro stazioni hanno misurato un superamento del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (Tabella 1), da non superare più di 35 volte per anno civile e pari a 50 µg/m³ (DM 60/02).

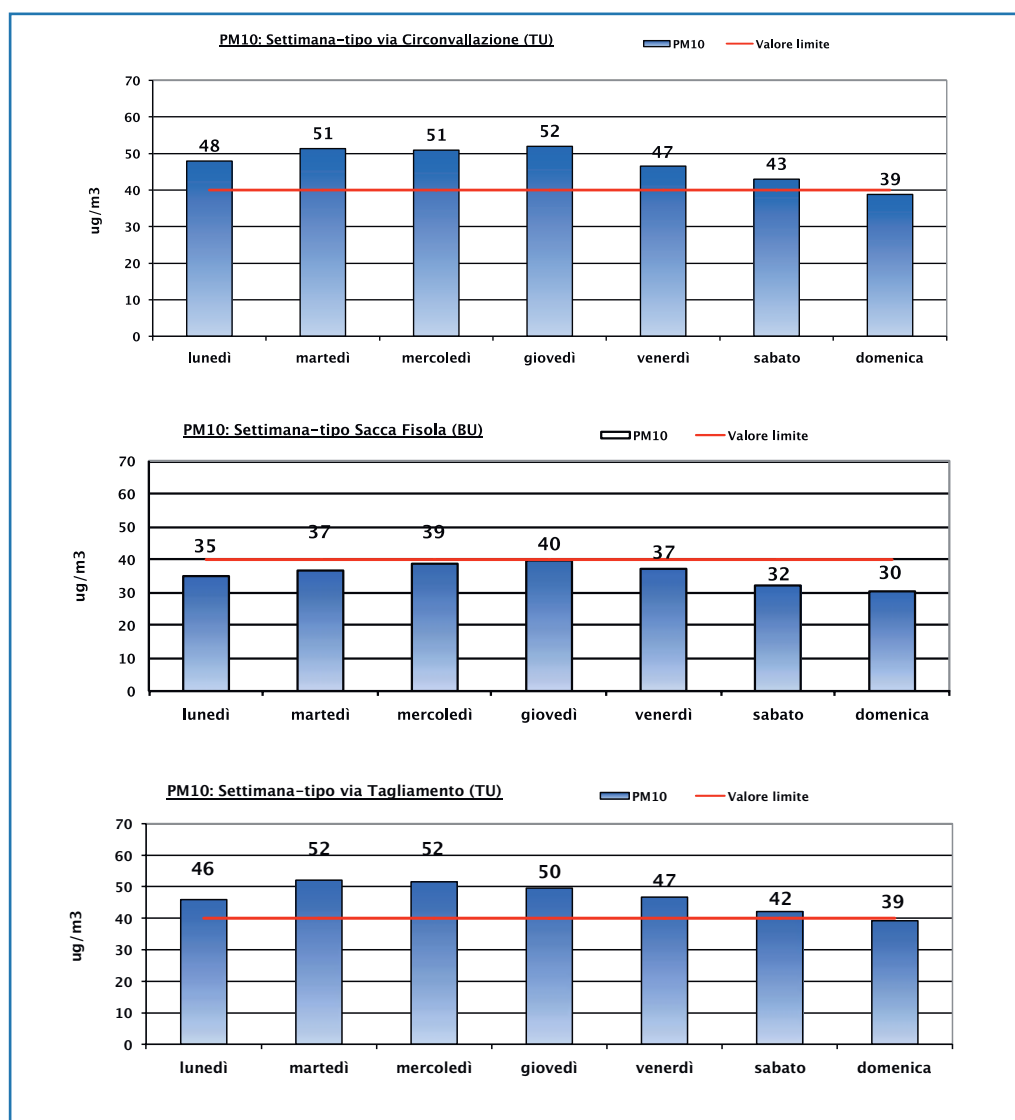
Tabella 13 Numero di superamenti del valore limite di 24 ore per il PM10 per la protezione della salute umana.

PM ₁₀	Parco Bissuola	via Circonvallazione	Sacca Fisola	via Tagliamento
gennaio-08	18	22	13	20
febbraio-08	20	22	19	22
marzo-08	5	11	3	8
aprile-08	1	3	1	2
maggio-08	0	1	0	2
giugno-08	2	8	2	8
luglio-08	2	5	0	8
agosto-08	1	2	0	2
settembre-08	1	1	0	5
ottobre-08	17	20	10	18
novembre-08	7	6	5	9
dicembre-08	9	11	6	15
Totale anno 2008	83	112	59	119

I grafici che raffigurano la settimana tipo per PM₁₀ a Parco Bissuola, via Circonvallazione, via Tagliamento e Sacca Fisola (Grafico 30) indicano il raggiungimento dei valori medi più elevati nei giorni centrali della settimana.

Grafico 30
Settimana tipo della concentrazione di polveri inalabili PM₁₀ misurate nelle stazioni di Parco Bissuola, via Circonvallazione, via Tagliamento e Sacca Fisola





2.2.11 Parametro monitorato: polveri PM_{2.5}

Siti di misura. Le polveri fini PM_{2.5} sono state oggetto di monitoraggio nell'anno 2008 presso le seguenti stazioni della rete urbana:

- Malcontenta (IS)
- via Circonvallazione (TU)

e presso la postazione di misura di via Lissa.

Presso via Lissa e Malcontenta gli analizzatori sequenziali di PM_{2.5} sono attivi dal 21 ottobre 2004 mentre presso via Circonvallazione l'analizzatore automatico di PM_{2.5} è attivo dal 6 gennaio 2007.

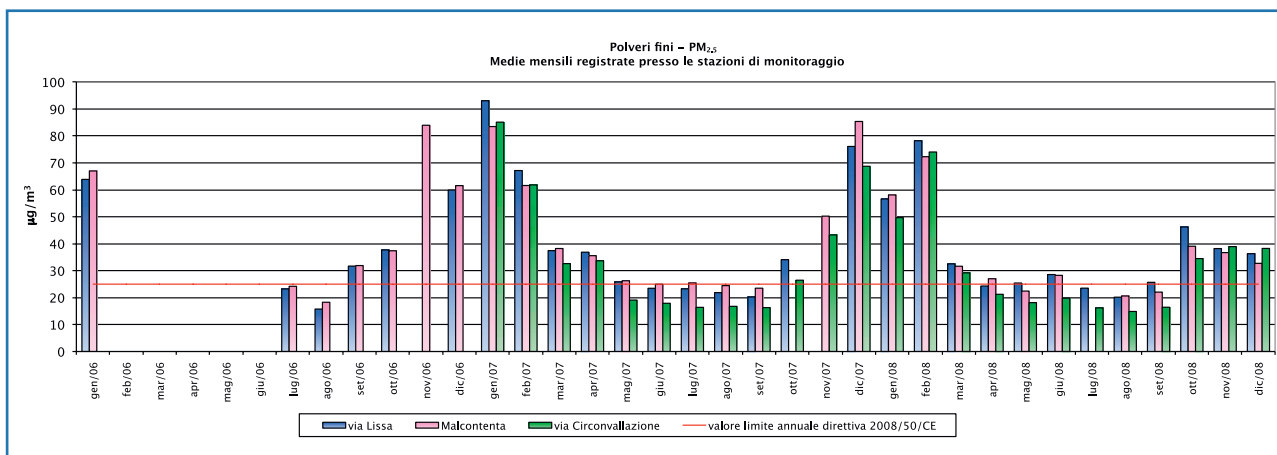
Le polveri fini PM_{2.5} nel 2008: analisi spaziali e temporali

Per quanto riguarda la misurazione del particolato PM_{2.5} attualmente la normativa nazionale non ha ancora fissato un valore limite per la protezione della salute umana. Tuttavia la direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, che deve essere recepita dagli Stati membri

entro l'11 giugno 2010, fissa il valore limite di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Grafico 31
Medie mensili di $\text{PM}_{2,5}$ registrate presso le tre stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia da gennaio 2006 a dicembre 2008

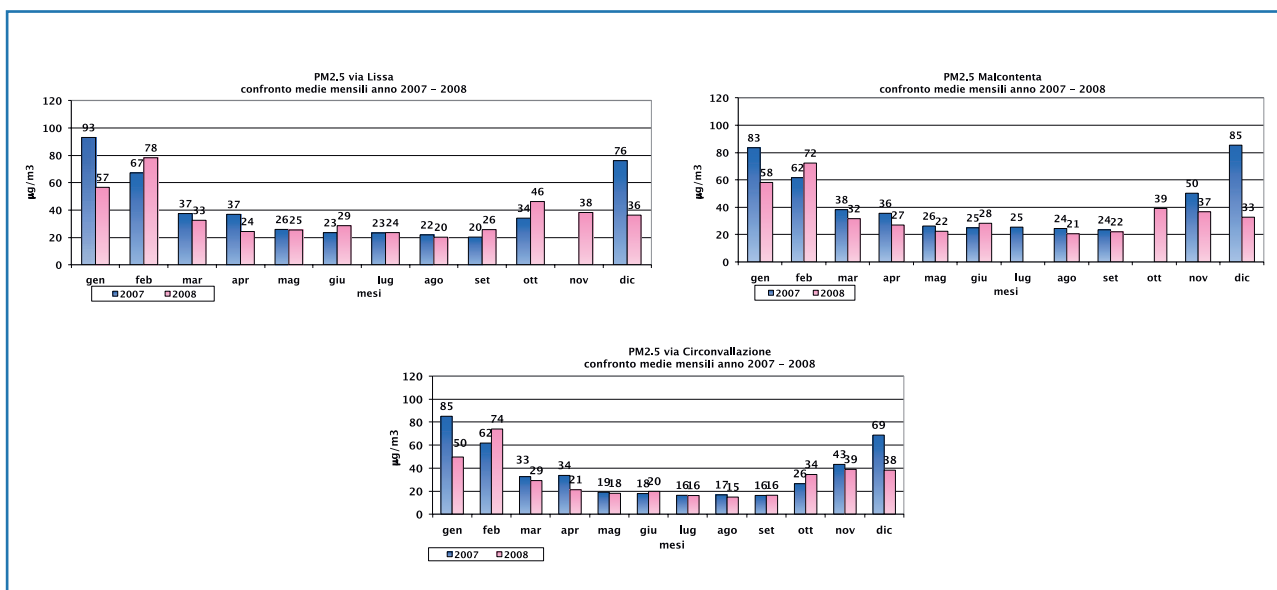
L'andamento delle medie mensili della concentrazione di $\text{PM}_{2,5}$ rilevate a Mestre e Malcontenta, rappresentate nel Grafico 31 a partire dal 2006, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, con una netta tendenza al superamento non solo del valore limite annuale al 2015 per il $\text{PM}_{2,5}$ di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dalla direttiva 2008/50/CE, ma anche del valore limite annuale per il PM_{10} di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dal DM 60/02.



Si osserva che le medie mensili della concentrazione di $\text{PM}_{2,5}$ di Malcontenta, via Lissa e via Circonvallazione presentano lo stesso andamento, con valori di concentrazione molto simili.

Grafico 32
Confronto delle medie mensili di $\text{PM}_{2,5}$ registrate durante l'anno 2007 e 2008 presso le tre stazioni di monitoraggio

Nel corso del 2008 a Malcontenta, in via Circonvallazione ed in via Lissa è stato possibile notare valori di concentrazioni medie mensili di $\text{PM}_{2,5}$ analoghi a quelli misurati nel precedente anno 2007, come evidenziato nel Grafico 32, fatta eccezione per le concentrazioni medie di gennaio e dicembre 2008, inferiori a quelle del 2007, e di febbraio e ottobre 2008, superiori a quelle del 2007, in analogia a quanto rilevato per il PM_{10} (Grafico 28).



2. Caratterizzazione della pressione

Le medie annuali del 2008 della concentrazione di $PM_{2.5}$ a Malcontenta, via Lissa e via Circonvallazione risultano, rispettivamente, pari a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nonostante le stazioni di monitoraggio siano di tipologia diversa (IS, BU, TU), tali valori indicano un inquinamento "di area" anche per le polveri fini ($PM_{2.5}$), che presentano una diffusione pressoché omogenea nel centro urbano.

La media di area per Mestre e Malcontenta dell'anno 2008 è di $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maggiore del valore limite annuale fissato al 2015 dalla direttiva 2008/50/CE ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

È interessante notare come la media annuale delle concentrazioni di $PM_{2.5}$ rilevate a Malcontenta, stazione di ricaduta industriale, sia molto prossima a quella di via Lissa, stazione di background urbano.

A differenza di quanto visto per il PM_{10} , attualmente la normativa nazionale e comunitaria non prevede un valore limite giornaliero alla concentrazione di $PM_{2.5}$.

I grafici che raffigurano la settimana tipo per $PM_{2.5}$ a Malcontenta, via Lissa e via Circonvallazione (Grafico 33) indicano il raggiungimento dei valori medi più elevati il mercoledì ed il giovedì.

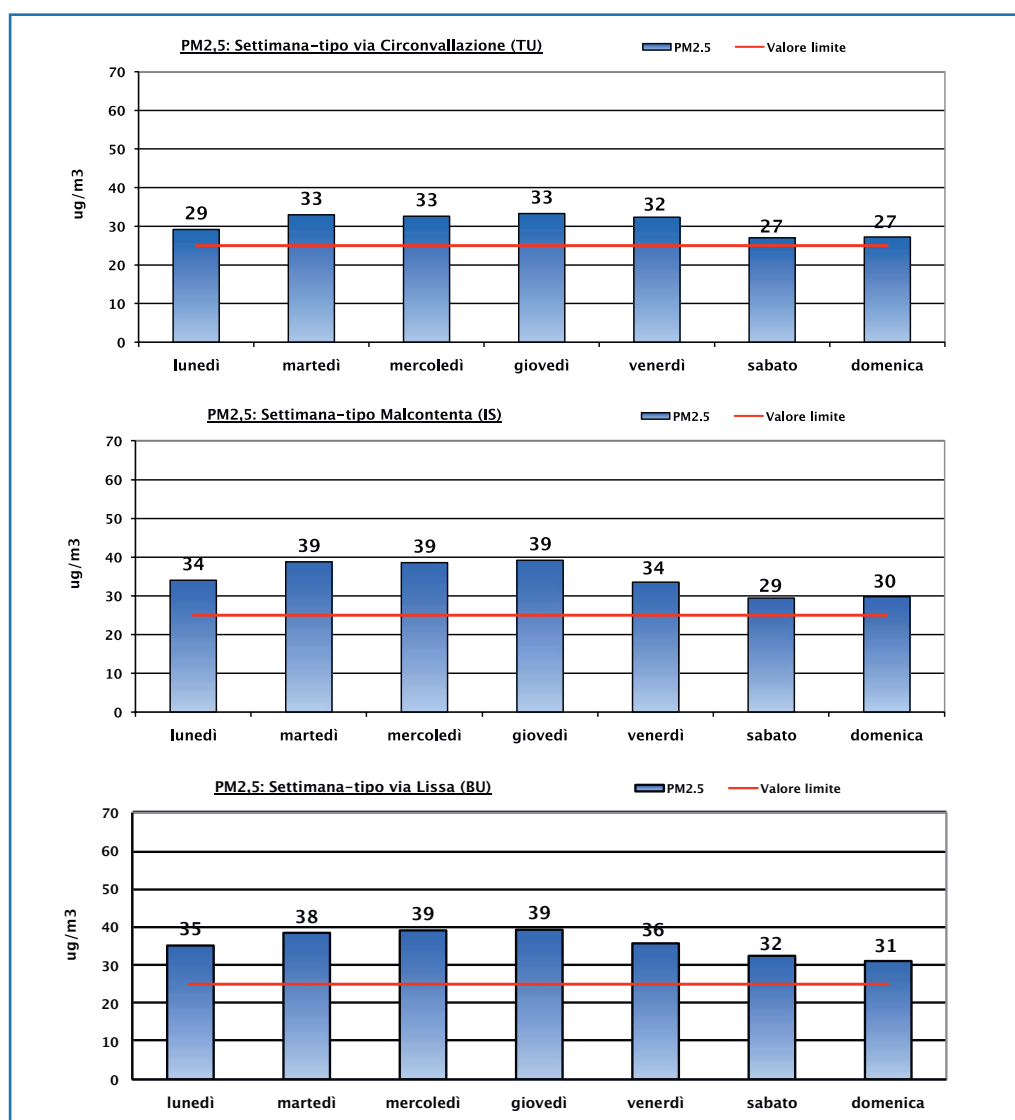


Grafico 33
Settimana tipo della concentrazione di polveri inalabili $PM_{2.5}$ misurate nelle stazioni di via Lissa, Malcontenta e via Circonvallazione

2.2.12. Parametro monitorato: benzene (C₆H₆)

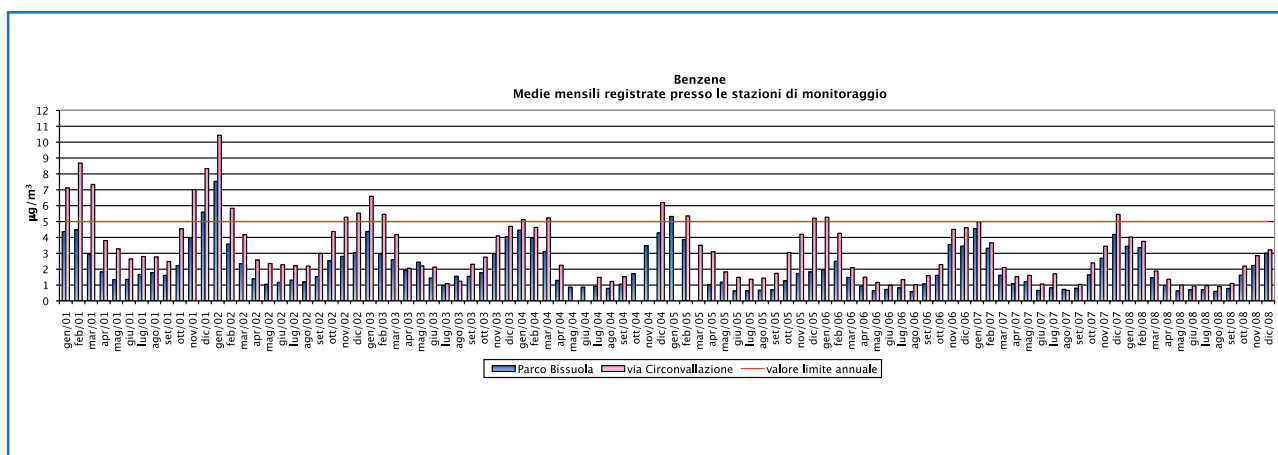
Siti di misura. Le stazioni della rete dotate di analizzatori automatici di benzene (C₆H₆) nell'anno 2008 sono 2:

- Parco Bissuola (BU)
- via Circonvallazione (TU)

Il benzene nel 2008: analisi spaziali e temporali

L'andamento delle medie mensili, rappresentate nel Grafico 34 a partire dal 2001, evidenzia un picco di concentrazione nei mesi autunnali ed invernali, con una certa tendenza, fatta eccezione per il 2008, al valore limite annuale di 5 µg/m³ fissato dal DM 60/02. Nella Tabella 2 sono stati riportati i valori limite che il DM 60/02 prevede debbano essere raggiunti entro la data prevista per gli inquinanti non convenzionali ed i valori aumentati del margine di tolleranza riferiti alla fase transitoria (28 aprile 2002 - 31 dicembre 2009).

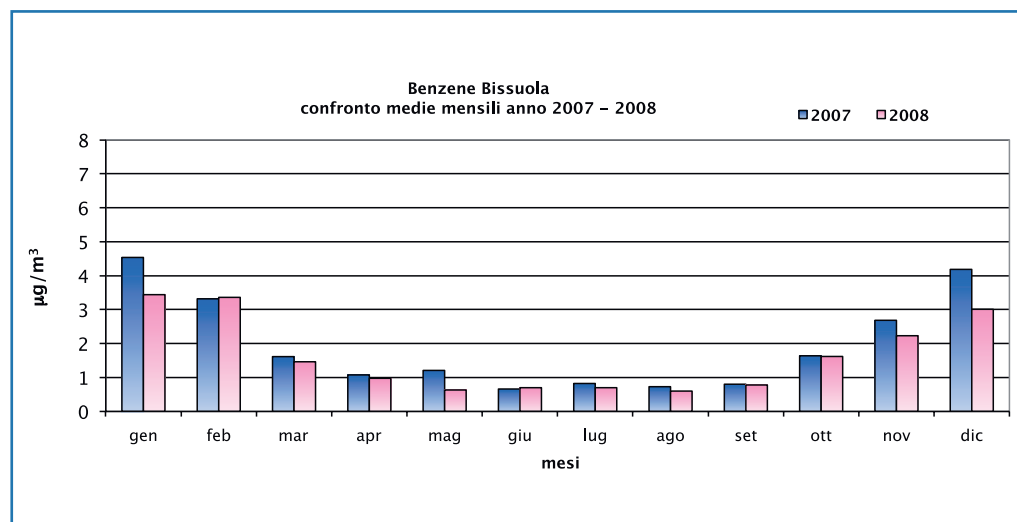
Grafico 34
Medie mensili di benzene registrate presso le stazioni di monitoraggio da gennaio 2001 a dicembre 2008

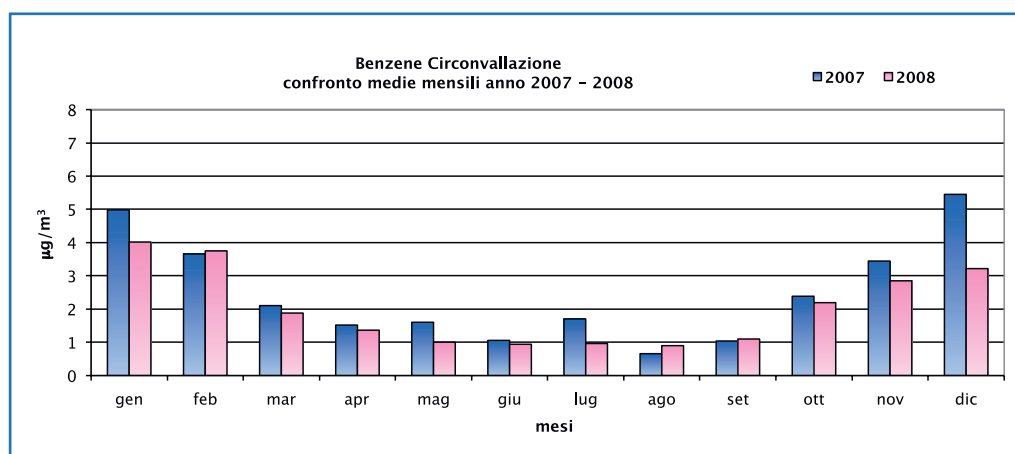


Presso entrambe le stazioni, in generale, la concentrazione media mensile di benzene nel 2008 è risultata leggermente inferiore rispetto al precedente anno 2007.

Comunque, nel 2008 le concentrazioni medie mensili variano di poco rispetto al precedente anno, ad eccezione di una diminuzione evidente, in entrambe le stazioni, nei mesi di gennaio e dicembre 2008 (Grafico 35).

Grafico 35
Confronto delle medie mensili di benzene registrate durante l'anno 2007 e 2008 presso le due stazioni di monitoraggio





Le medie annuali del 2008 della concentrazione di benzene in via Circonvallazione ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e Parco Bissuola ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) risultano uguali ed ampiamente inferiori al valore limite annuale aumentato del margine di tolleranza fissato per il 2008 dal DM 60/02 ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e al valore limite stesso fissato per il 2010 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La media di area dell'anno 2008 per il benzene è di $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, uguale a quella calcolata nei tre anni precedenti (Tabella 14 e Grafico 42).

2.2.13 Parametro monitorato: Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Siti di misura. Le stazioni della rete urbana presso le quali è stato effettuato il monitoraggio degli IPA, per l'anno 2008, sono 2:

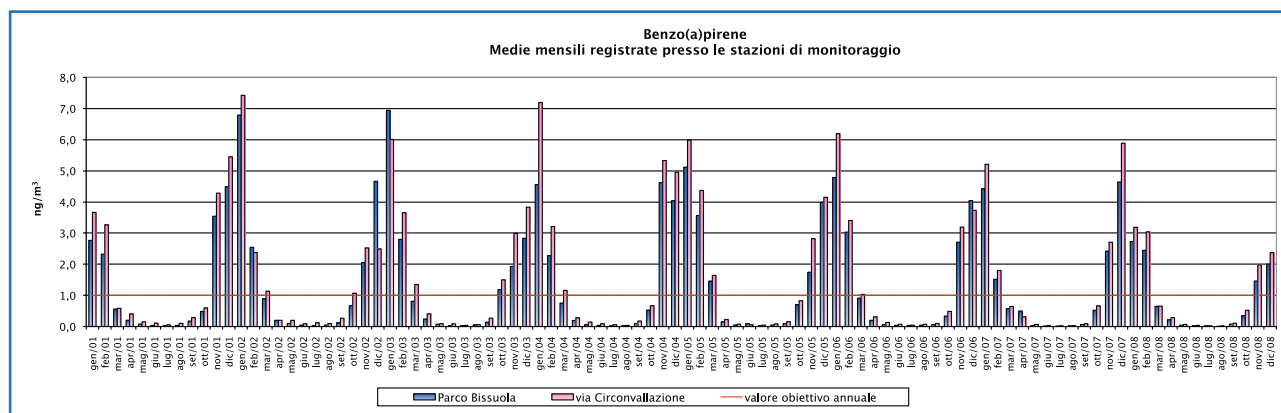
- Parco Bissuola (BU)
- via Circonvallazione (TU)

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nel 2008: analisi spaziali e temporali

Osservando l'andamento delle medie mensili del benzo(a)pirene a partire dal 2001, rappresentate nel Grafico 36, risultano evidenti i picchi di concentrazione nella stagione fredda, con valori che superano nettamente il valore obiettivo annuale pari a $1 \text{ ng}/\text{m}^3$.

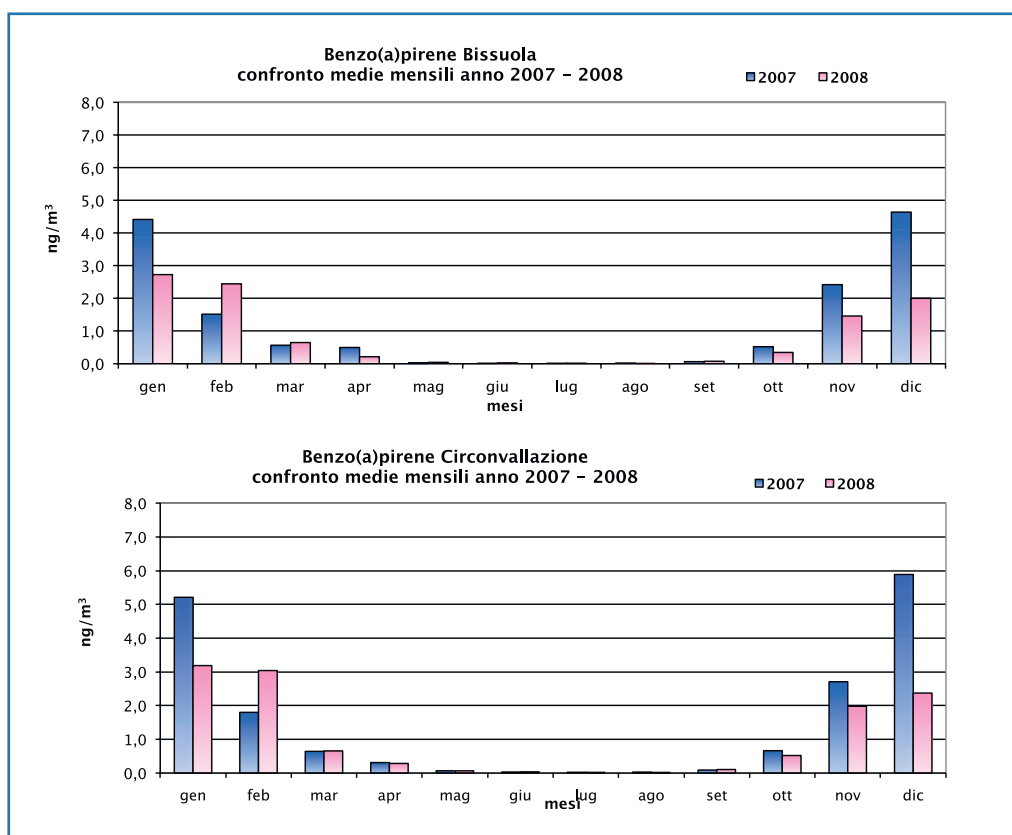
Grafico 36

Medie mensili di benzo(a)pirene registrate presso le stazioni di monitoraggio da gennaio 2001 a dicembre 2008



Nel 2008 la concentrazione media mensile di benzo(a)pirene è risultata generalmente comparabile o inferiore, soprattutto nei mesi di gennaio e dicembre, rispetto al precedente anno 2007, come evidenziato nel Grafico 37, ad eccezione di un incremento nel mese di febbraio 2008.

Grafico 37
 Confronto delle medie mensili di benzo(a)pirene registrate durante l'anno 2007 e 2008 presso le stazioni di monitoraggio



Le medie annuali della concentrazione di benzo(a)pirene assumono il valore di 0,8 ng/m³ per la stazione di background di Parco Bissuola e di 1,0 ng/m³ per la stazione di traffico di via Circonvallazione, inferiori o pari quindi al valore obiettivo di 1 ng/m³.

La media di area dell'anno 2008, come media delle medie annuali della stazione di Parco Bissuola (tipo BU) e via Circonvallazione (tipo TU), è di 0,9 ng/m³, risulta essere il valore più basso misurato negli ultimi 9 anni (Tabella 14 e Grafico 43) e documenta, nel 2008, il rispetto del valore obiettivo pari ad 1 ng/m³ stabilito dal D. Lgs. 152/07.

L'importanza ambientale degli idrocarburi policiclici aromatici deriva dall'accertata azione cancerogena di alcuni di essi, con maggiore riguardo a quelli condensati nel particolato atmosferico. 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).

L'andamento delle medie mensili del benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene e benzo(k)fluorantene, rappresentato nel Grafico 38, conferma quello del benzo(a)pirene.

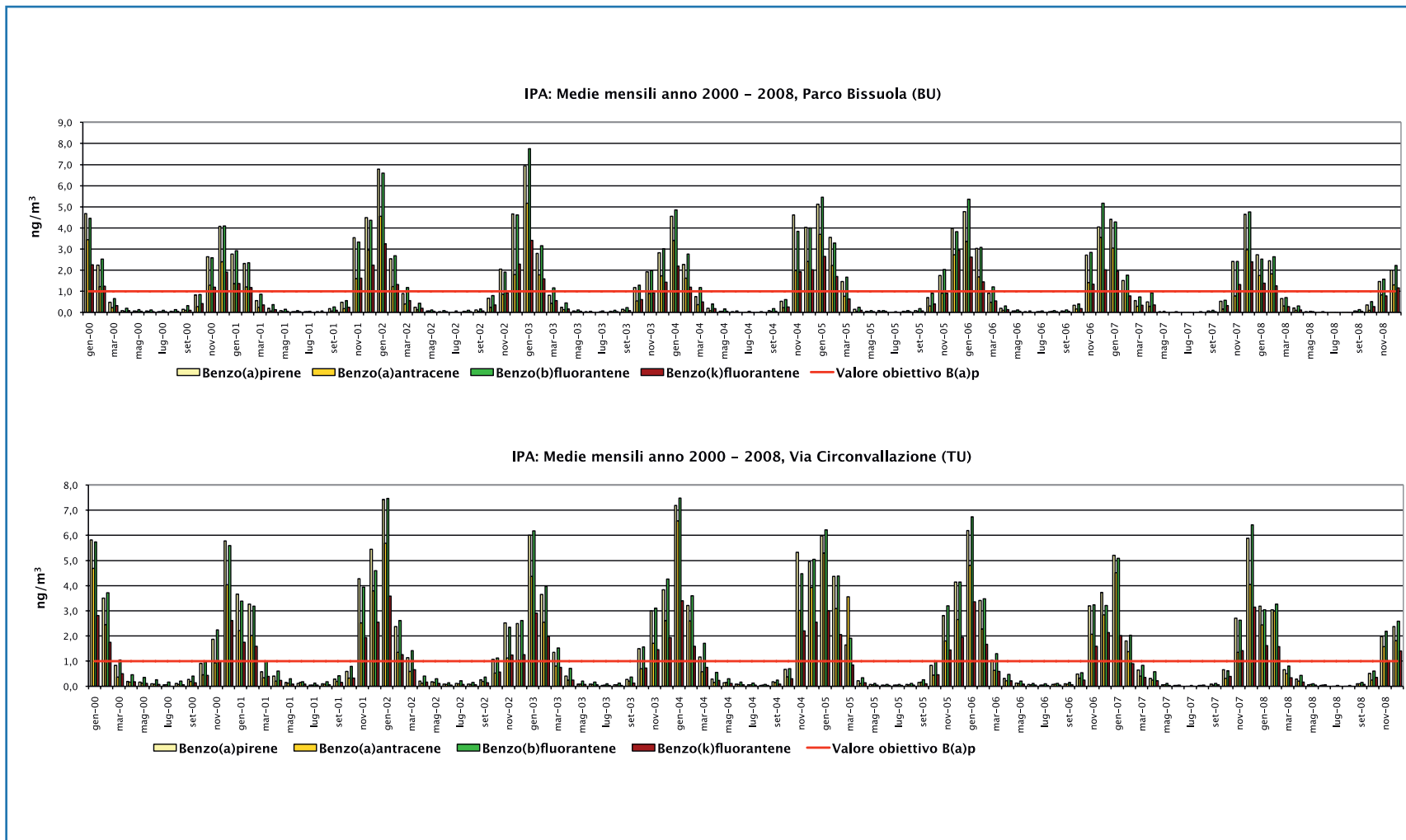


Grafico 38 Medie mensili dei diversi Idrocarburi Policiclici Aromatici misurati nelle stazioni di Parco Bissuola e via Circonvallazione

Il Grafico 39 raffigura la settimana tipo per gli idrocarburi policiclici aromatici a Parco Bissuola e via Circonvallazione.

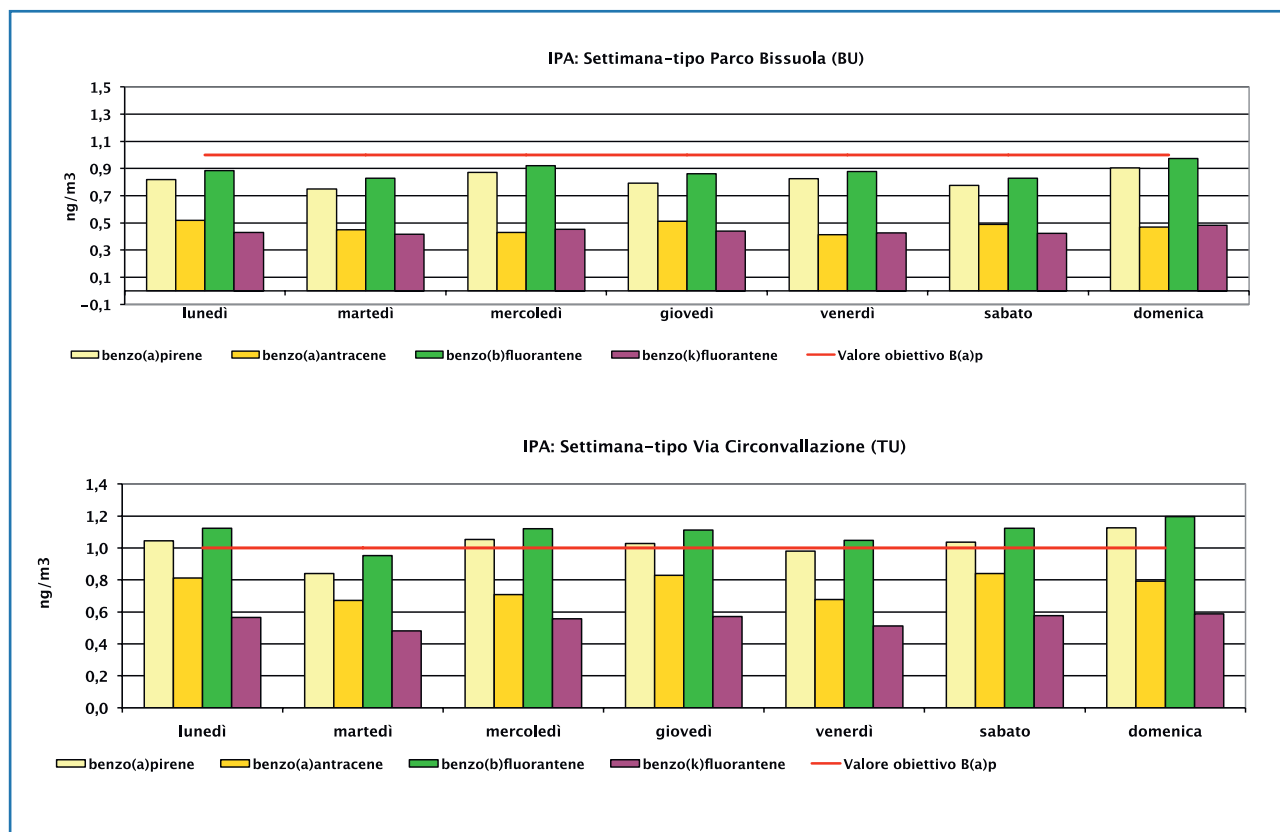


Grafico 39
Settimana tipo dei diversi Idrocarburi Policiclici Aromatici misurati nelle stazioni di Parco Bissuola e via Circonvallazione

2.2.14. Trend storico di PM₁₀, benzene e benzo(a)pirene: analisi temporali

Si riassumono nel seguito alcune considerazioni, già precedentemente effettuate, sull'andamento di PM₁₀, benzene e benzo(a)pirene (vedi paragrafi 2.2.10, 2.2.12, 2.2.13) al fine di facilitare la lettura e l'interpretazione di questo paragrafo.

Nel 2008, le medie annuali delle *polveri inalabili* PM₁₀ assumono i valori di 47 µg/m³ in via Circonvallazione e 38 µg/m³ in Parco Bissuola. Risultano quindi rispettivamente maggiore e minore al valore limite annuale fissato dal DM 60/02 (40 µg/m³). Tali valori indicano un inquinamento "di area" per le polveri inalabili (PM₁₀). La media di area dell'anno 2008 (43 µg/m³) risulta la più bassa degli ultimi 9 anni, fatta eccezione per il 2001 (Tabella 14).

Inoltre negli ultimi 7 anni il numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero delle polveri inalabili PM₁₀ in almeno una delle stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia è risultato ampiamente superiore ai 35 giorni consentiti dal DM 60/02 (Grafico 41).

Nel 2008, la media annuale del *benzene* non mostra per nessuna delle due stazioni il superamento del valore limite annuale, aumentato del margine di tolleranza, per la protezione della salute umana fissato dal Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n° 60, pari a 7 µg/m³.

La media annuale assume il valore di 2 µg/m³ per entrambe le stazioni di monitoraggio.

La media di area dell'anno 2008 per il benzene è quindi di 2 µg/m³, uguale a quella calcolata nel 2005, nel 2006 e nel 2007 e leggermente inferiore a quella calcolata nel 2004, 2003 e 2002 (3 µg/m³) (Tabella 14).

2. Caratterizzazione della pressione

Le medie annuali della concentrazione di *benzo(a)pirene* aggiornate a dicembre 2008 assumono il valore di 0,8 ng/m³ per la stazione di Parco Bissuola e di 1,0 ng/m³ per la stazione di Circonvallazione, inferiori o pari quindi al valore obiettivo di 1 ng/m³.

La media di area dell'anno 2008 (0,9 ng/m³), come media delle medie annuali delle due diverse stazioni, risulta la più bassa degli ultimi 9 anni (Tabella 14).

Partendo da tali dati, il trend storico degli ultimi anni è riassunto nella tabella e nei grafici che seguono.

Tabella 14 Trend storico della concentrazione media annuale di area di polveri inalabili PM₁₀, benzo(a)pirene e benzene

MEDIA ANNUALE DI AREA*	ANNO										Valori limite
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008		
PM ₁₀ (µg/m ³)	56	41	46	51	46	52	52	52	43	40	Valori limite
Benzo(a)pirene (ng/m ³)	1,8	1,5	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5	1,3	0,9	1	
Benzene (µg/m ³)	5	4	3	3	3	2	2	2	2	5	

* per media annuale di area si intende la media delle medie annuali (media dei 12 mesi di quell'anno) misurate al Parco Bissuola e via Circonvallazione

Grafico 40 Trend storico della concentrazione media annuale di area di polveri inalabili PM₁₀

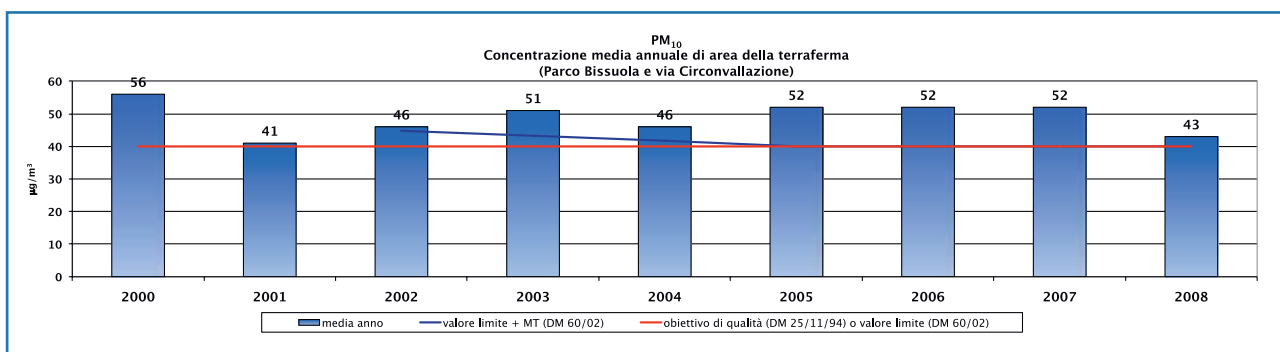


Grafico 41 Trend storico del numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero per il PM₁₀ nelle stazioni di monitoraggio del Comune di Venezia

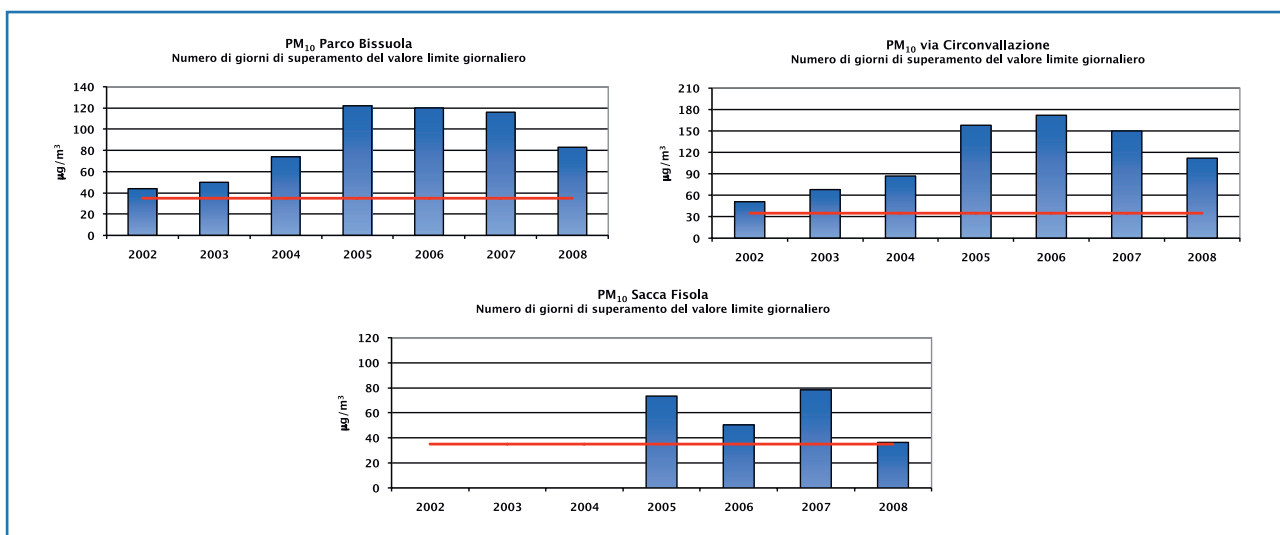


Grafico 42 Trend storico della concentrazione media annuale di area di benzene

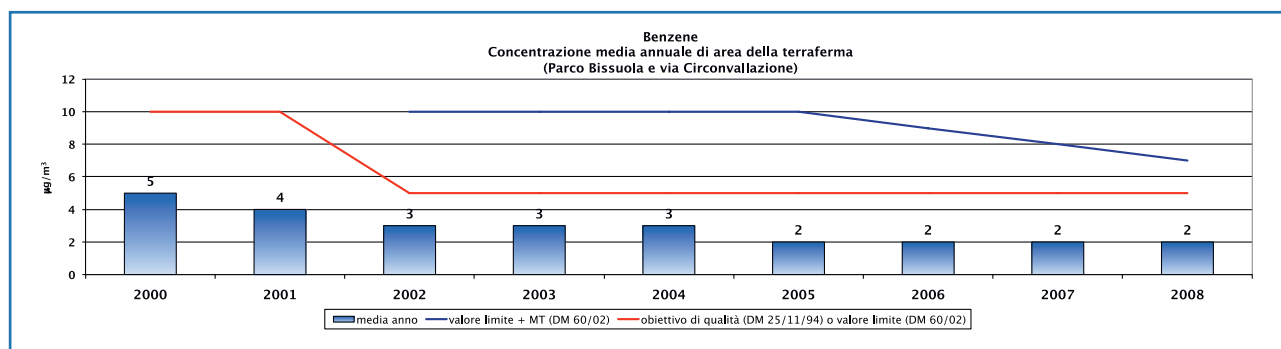
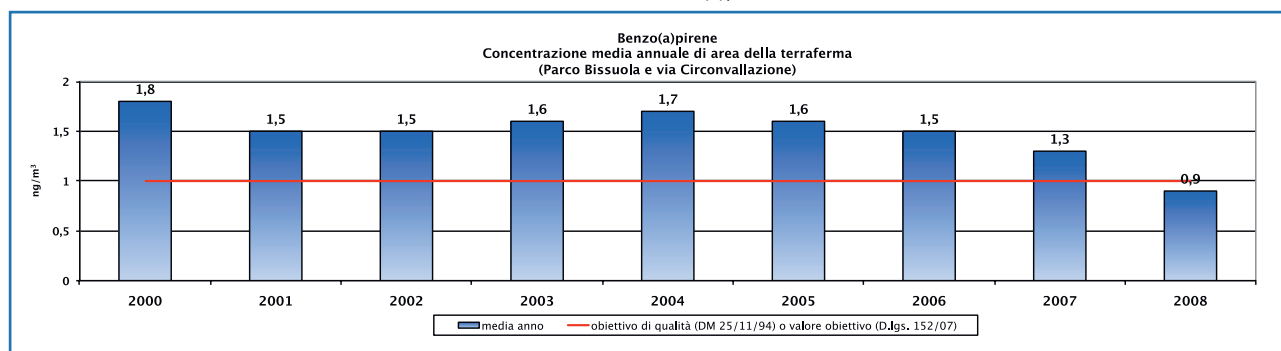


Grafico 43 Trend storico della concentrazione media annuale di area di benzo(a)pirene



2.2.15 Parametro monitorato: metalli

Siti di misura. Durante l'anno 2008 sono stati analizzati i metalli nel particolato atmosferico (PM₁₀) in due diverse stazioni della rete urbana di Mestre:

- Parco Bissuola (BU)
- via Circonvallazione (TU)

I metalli nel 2008: analisi spaziali e temporali

I metalli oggetto di studio presenti nella frazione PM₁₀ (As, Cd, Ni, Pb) sono stati analizzati in laboratorio mediante Spettrometria di massa con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-MS) e, nel caso del mercurio, con Assorbimento atomico a vapori freddi (FIMS).

I punti di monitoraggio Parco Bissuola (tipo BU) e via Circonvallazione (tipo TU) dovrebbero consentire di poter distinguere il contributo dato dalla sorgente traffico (Circonvallazione) rispetto all'aerosol urbano di fondo (Parco Bissuola).

Si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rilevabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale, in cui la metà del limite di rilevabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rilevabilità, diversificato a seconda dello strumento impiegato o della metodologia adottata (Tabella 15). Questo è accaduto in media nel 15% dei casi per l'arsenico, 18% per il cadmio, 35% per il mercurio, 1% per il nichel, mai per il piombo.

In Tabella 16 e Tabella 17 si riportano media, mediana ed intervallo dei dati (minimo - massimo) della serie di dati di concentrazione giornaliera dei metalli, espressi in ng/m³, dell'anno 2008, rispettivamente per via Circonvallazione e Parco Bissuola.

Tabella 15 Limiti di rilevabilità analitica dei diversi metalli - anno 2008

	As (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Hg (ng/m ³)	Ni (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)
Limite rilevabilità	1	0,5	0,2	2	1
Se determinazione analitica < limite rilevabilità sostituzione con	0,5	0,25	0,1	1	0,5

Da quanto illustrato dalla Tabella 18 alla Tabella 20 e nel Grafico 44 si possono esprimere le seguenti osservazioni:

- La concentrazione media annuale del piombo è inferiore al valore limite di 0,5 µg/m³ fissato dal DM 60/02 in entrambe le stazioni.
- Le concentrazioni medie annuali di arsenico, cadmio e nichel sono inferiori ai valori obiettivo fissati dalla DLgs 152/07 in entrambe le stazioni.
- Le concentrazioni medie annuali di mercurio, nichel e piombo sono massime in via Circonvallazione, mentre quelle di arsenico e cadmio sono massime al Parco Bissuola (Tabella 18). Negli anni precedenti le considerazioni erano analoghe, ad eccezione dell'arsenico e del cadmio che presentano una certa variabilità (Tabella 20).
- In Tabella 20 sono confrontate le concentrazioni medie annuali ottenute nelle stazioni considerate rispetto a quelle indicate dall'OMS⁸ per aree urbane (principalmente europee) ed aree remote, indicative di concentrazioni di background.

Le concentrazioni di cadmio, nichel e piombo attualmente presenti nell'atmosfera veneziana analizzata ricadono nell'intervallo di concentrazione indicato da WHO come tipico delle aree urbane e comunque nettamente superiore allo stato naturale, quindi prevalentemente di origine antropica. Invece la concentrazione annuale di arsenico è più prossima a quella tipica di situazioni di background e comunque inferiore a quella indicata da WHO per le aree urbane, in accordo con quanto evidenziato negli anni scorsi, dal 2001 al 2007. Infine, le concentrazioni di mercurio potrebbero essere tipiche sia di una realtà urbana che di una situazione di background.

Si fa comunque notare che, come specificato nell'Appendice 1 del D. Lgs. 152/07, il mercurio in atmosfera è presente prevalentemente in forma gassosa; la metodica di analisi attualmente adottata permette di rilevare solamente il mercurio adeso al particolato.

- Per le stazioni di Parco Bissuola e via Circonvallazione è possibile confrontare i dati ottenuti nel primo semestre 2001 con quelli dello stesso semestre del 2002 e le concentrazioni medie annuali del 2002 con quelle del 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007, determinate sempre mediante analisi con ICP-MS (Tabella 20).
- Confrontando le concentrazioni medie annuali del 2007 e del 2008, si nota un lieve decremento delle concentrazioni di arsenico, cadmio e piombo in entrambe le stazioni (Tabella 20).
- In entrambe le stazioni considerate il comportamento più "stagionale" si può osservare per il piombo, con concentrazioni maggiori in autunno e inverno. Nel Grafico 44 sono rappresentate le concentrazioni medie mensili dei cinque metalli.

In sintesi, dal 2003 al 2008 sembrerebbe evidenziarsi una generale tendenza di sostanziale stazionarietà delle concentrazioni dei metalli.

⁸ WHO - AIR QUALITY GUIDELINES FOR EUROPE 2000, Capitolo 6.1, 6.3, 6.7, 6.9, 6.10

Tabella 16 Statistiche descrittive in ng/m³ dei metalli misurati nel PM₁₀ presso la stazione di via Circonvallazione (172 filtri campionati sulle 24 ore) nell'anno 2008

ELEMENTO	As	Cd	Hg	Ni	Pb
media	2,7	2,4	0,3	8,4	18,3
mediana	2,0	1,3	0,3	7,7	16,2
min	0,5	0,2	0,1	1,0	5,7
max	15,2	17,3	0,6	20,2	53,6

Tabella 17 Statistiche descrittive in ng/m³ dei metalli misurati nel PM₁₀ presso la stazione di Parco Bissuola (175 filtri campionati sulle 24 ore) nell'anno 2008

ELEMENTO	As	Cd	Hg	Ni	Pb
media	3,0	2,8	0,2	7,1	16,2
mediana	2,3	1,4	0,2	6,6	13,8
min	0,5	0,2	0,1	2,1	3,6
max	16,5	18,8	0,6	20,0	44,1

Tabella 18 Concentrazione MEDIA ANNUALE in ng/m³ dei metalli determinati nel PM₁₀ presso le due stazioni considerate. La media annuale è relativa al numero di campioni analizzati nell'arco dell'anno 2008.

ANALITA	CIRCONVALLAZIONE	BISSUOLA	VALORE LIMITE	VALORE OBIETTIVO
N° di misure	172	175	DM 60/02	D.Lgs. 152/07
As	2,7	3,0	-	6
Cd	2,4	2,8	-	5
Hg	0,3	0,2	-	-
Ni	8,4	7,1	-	20
Pb	18,3	16,2	500	-

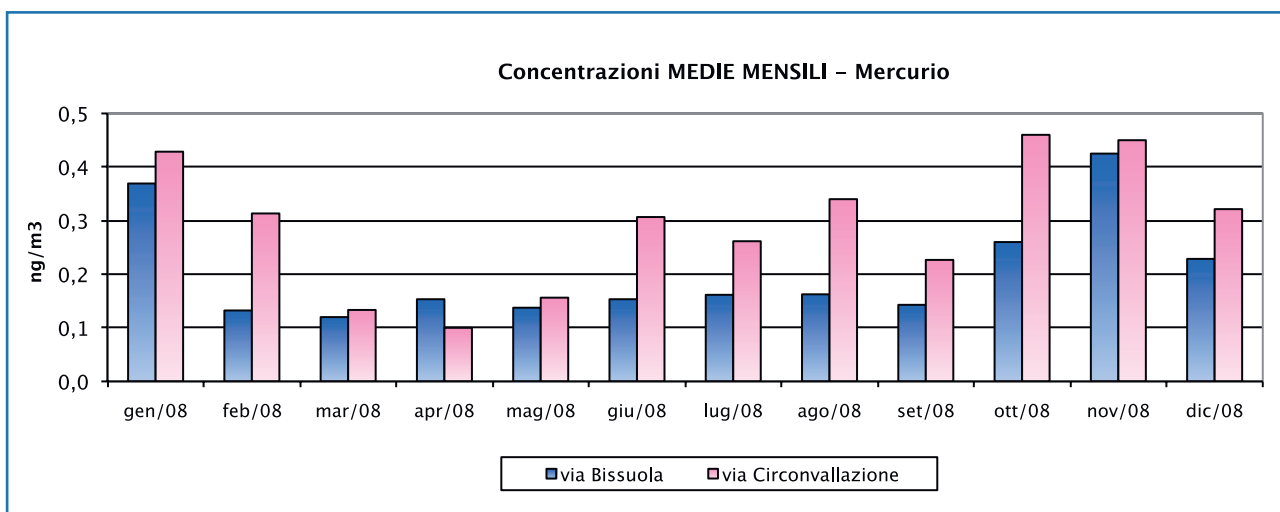
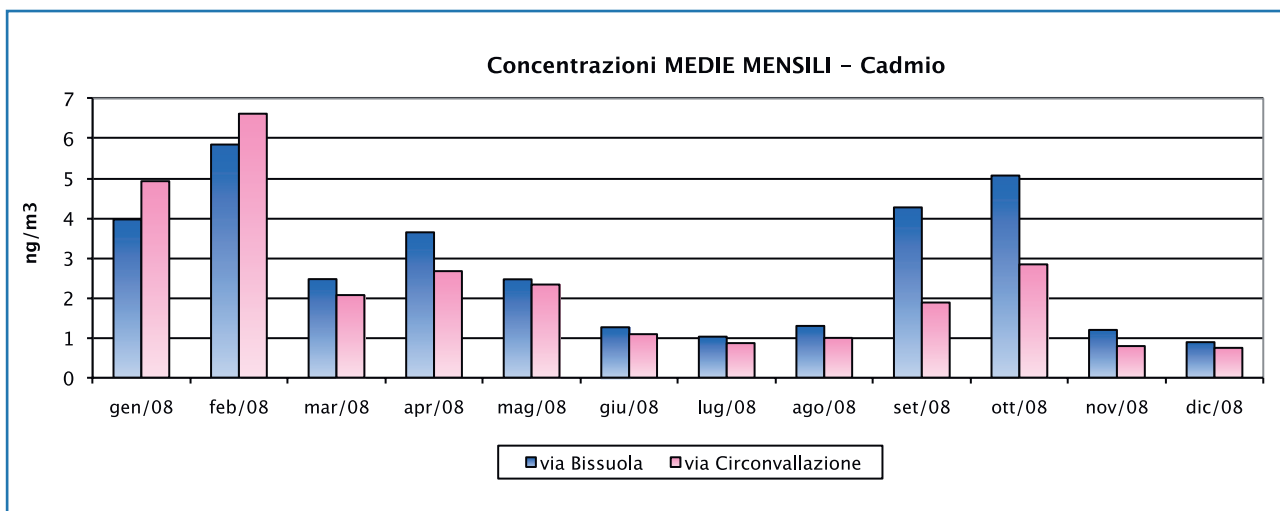
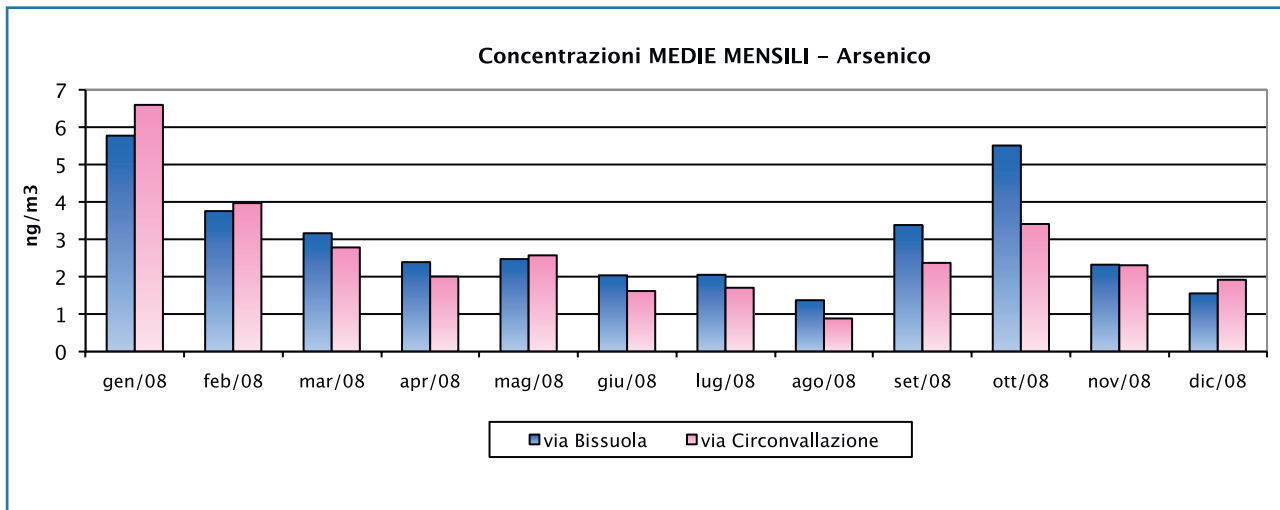
Tabella 19 Concentrazione MEDIA MENSILE in ng/m³ dei metalli determinati nel PM₁₀ presso le due stazioni considerate nel 2008

ANALITA	CIRCONVALLAZIONE											
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N° di misure	14	15	15	15	16	15	13	15	15	15	10	14
As	6,6	4,0	2,8	2,0	2,6	1,6	1,7	0,9	2,4	3,4	2,3	1,9
Cd	4,9	6,6	2,1	2,7	2,3	1,1	0,9	1,0	1,9	2,8	0,8	0,8
Hg	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,5	0,3
Ni	12,1	10,2	6,2	9,1	9,8	8,3	7,7	8,3	8,0	10,0	5,1	4,7
Pb	31,3	30,8	12,2	16,0	13,0	14,8	10,3	15,8	15,9	20,8	18,4	20,9

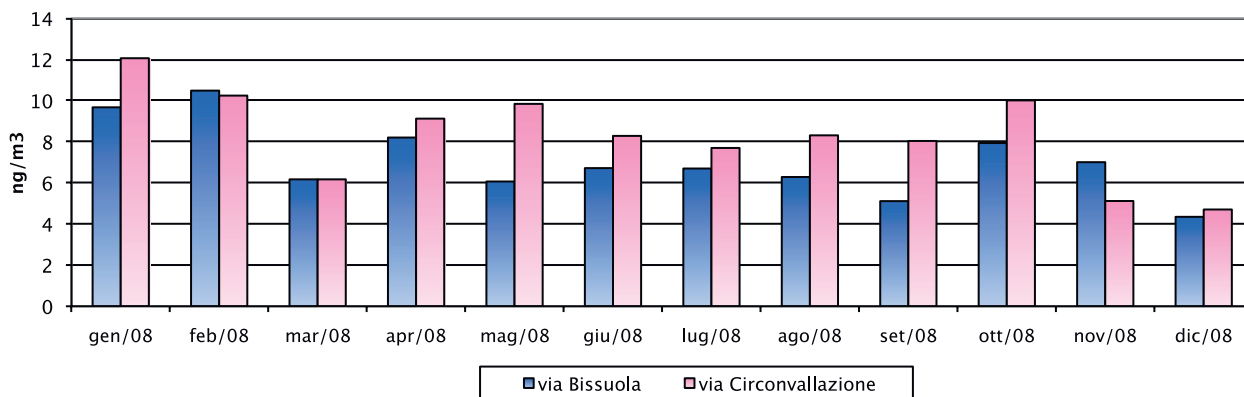
	BISSUOLA											
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
N° di misure	13	17	15	15	16	15	13	16	14	15	12	14
As	5,8	3,8	3,2	2,4	2,5	2,0	2,1	1,4	3,4	5,5	2,3	1,6
Cd	4,0	5,8	2,5	3,6	2,5	1,3	1,0	1,3	4,3	5,1	1,2	0,9
Hg	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,2
Ni	9,7	10,5	6,2	8,2	6,1	6,7	6,7	6,3	5,1	7,9	7,0	4,4
Pb	27,4	25,7	10,5	12,2	10,4	11,3	9,6	11,0	14,6	22,4	20,8	19,1

Grafico 44

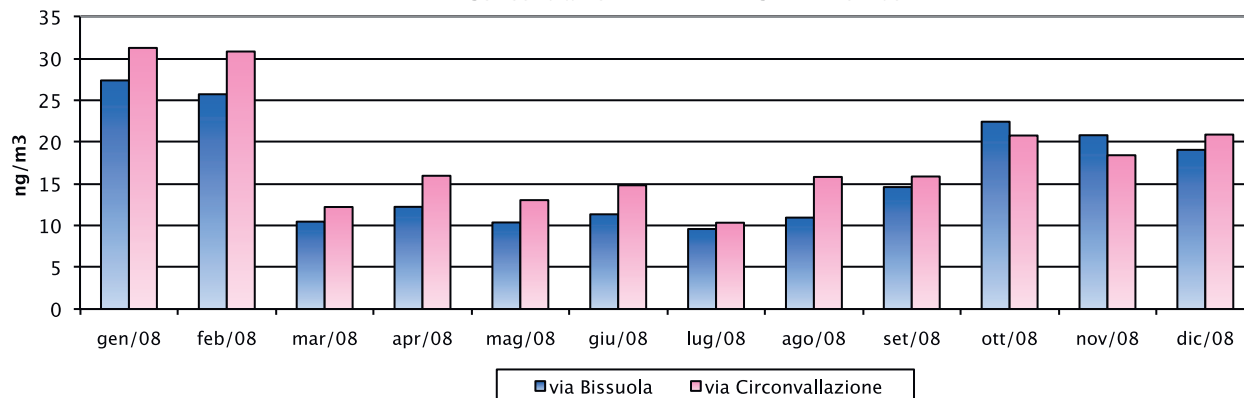
Confronto anni 2007-2008 delle concentrazioni medie mensili dei cinque metalli presso le due stazioni di monitoraggio



Concentrazioni MEDIE MENSILI - Nichel



Concentrazioni MEDIE MENSILI - Piombo



2. Caratterizzazione della pressione

Tabella 20 Confronto delle concentrazioni medie semestrali ed annuali dei metalli analizzati con le indicazioni WHO - 2000, con i valori limite in vigore per il piombo e con i valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel. Si rammenta che i campioni da analizzare nel 2001 sono stati scelti in funzione di condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli al ristagno delle polveri sulle quali i metalli vengono determinati (bassa velocità del vento, assenza di precipitazioni e condizioni di stabilità atmosferica) mentre dal 2002 al 2008 sono stati distribuiti nel tempo con criteri casuali ma rappresentativi dell'intero periodo annuale.

	2001	2002			2003			2004		
	1° SEMESTRE 2001	1° SEMESTRE 2002	2° SEMESTRE 2002	ANNO 2002	1° SEMESTRE 2003	2° SEMESTRE 2003	ANNO 2003	1° SEMESTRE 2004	2° SEMESTRE 2004	ANNO 2004
Parco Bissuola (Tipo BU)										
As	-	10,4	7,0	8,4	8,0	4,0	5,9	4,0	3,3	3,6
Cd	3,6	3,4	1,9	2,5	6,6	1,9	4,1	5,7	5,3	5,5
Hg	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Ni	5,9	5,1	6,1	5,7	6,2	5,8	6,0	6,4	7,3	6,8
Pb	48,9	31,6	29,6	30,5	26,1	23,7	24,8	27,5	22,9	25,4
Via Circonvallazione (Tipo TU)										
As	-	6,8	4,1	5,5	6,4	3,0	4,7	3,0	2,6	2,8
Cd	3,6	2,3	0,9	1,6	7,4	1,6	4,5	3,1	3,3	3,2
Hg	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Ni	8,0	7,2	6,0	6,6	7,1	6,9	7,0	8,2	6,4	7,3
Pb	84,6	39,6	25,3	32,5	31,5	28,3	29,9	32,4	25,9	29,4

N.B. In rosso sono riportate le medie semestrali o annuali superiori ai valori obiettivo annuali di ciascun inquinante.

	MEDIA (ng/m ³)	Indicazioni WHO (ng/m ³)		VALORI LIMITE (ng/m ³)	
	ANNO 2008	Livello di background *	Aree urbane	DM 60/02	D.lgs. 152/07
Parco Bissuola (Tipo BU)					
As	3,0	1 - 3	20 - 30	-	6
Cd	2,8	0,1	1 - 10	-	5
Hg	0,2	2	0.1 - 5	-	-
Ni	7,1	1	9 - 60	-	20
Pb	16,2	0,6	5 - 500	500	-

* Stato naturale o livello di background o concentrazione in aree remote

2005			2006			2007			2008		
1° SEMESTRE 2005	2° SEMESTRE 2005	ANNO 2005	1° SEMESTRE 2006	2° SEMESTRE 2006	ANNO 2006	1° SEMESTRE 2007	2° SEMESTRE 2007	ANNO 2007	1° SEMESTRE 2008	2° SEMESTRE 2008	ANNO 2008
4,2	2,2	3,2	4,4	4,7	4,5	4,2	2,6	3,4	3,2	2,7	3,0
4,5	2,6	3,6	5,0	3,2	4,1	3,6	3,5	3,5	3,3	2,3	2,8
0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
5,9	3,4	4,7	4,7	6,1	5,4	7,1	6,7	6,9	7,9	6,2	7,1
26,7	18,9	22,9	23,4	27,5	25,4	22,7	15,5	19,0	16,2	16,2	16,2

3,5	1,8	2,6	4,1	4,6	4,3	4,1	2,9	3,5	3,2	2,1	2,7
4,7	1,5	3,1	5,6	2,6	4,2	3,2	3,2	3,2	3,3	1,4	2,4
0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
7,7	4,4	6,0	7,7	6,6	7,1	8,4	8,9	8,7	9,3	7,5	8,4
29,4	19,4	24,3	27,1	28,4	27,8	30,5	22,2	26,2	19,5	17,1	18,3

	MEDIA (ng/m ³)	Indicazioni WHO (ng/m ³)		VALORI LIMITE (ng/m ³)	
	ANNO 2008	Livello di background *	Aree urbane	DM 60/02	D.lgs. 152/07
Via Circonvallazione (Tipo TU)					
As	2,7	1 - 3	20 - 30	-	6
Cd	2,4	0,1	1 - 10	-	5
Hg	0,3	2	0,1 - 5	-	-
Ni	8,4	1	9 - 60	-	20
Pb	18,3	0,6	5 - 500	500	-

* Stato naturale o livello di background o concentrazione in aree remote