

SEZIONE PROTEZIONE ARIA E ACQUA

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA

**Situazioni di smog invernale in una regione
transfrontaliera**

Le prime 7 settimane del 2000

DIVISIONE AMBIENTE

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO

marzo 2000

Indice

1	Introduzione	3
2	Descrizione del recente periodo di smog invernale	5
3	Paragone con lo smog invernale del 1989	10
4	Paragone con l'inquinamento in Lombardia	12
5	Conclusioni	14



Lo smog invernale si forma quando, durante un periodo di freddo, si instaura il cosiddetto stato d'inversione termica, ovvero quando uno strato d'aria fredda in prossimità del suolo, generalmente coperto da una coltre di nebbia (si parla di "bacino d'aria fredda"), è sovrastato da uno strato di aria più calda, che ne impedisce il rimescolamento. Una tale situazione può migliorare solo se si levano forti venti o se la temperatura in prossimità del suolo aumenta sensibilmente.

1. Introduzione

Durante i primi due mesi del nuovo anno, causa il sovrapporsi di condizioni meteorologiche sfavorevoli nella nostra regione transfrontaliera, si sono verificate diverse giornate con elevati tassi di inquinamento. In questo periodo i limiti fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) per le concentrazioni medie giornaliere di diossido d'azoto e di polveri fini PM10 sono stati sovente superati.

Nonostante l'inquinamento e le leggi fisiche e chimiche che ne governano l'evoluzione non conoscano confini, durante le prime settimane dell'anno la differenza fra le due parti della frontiera si è manifestata a livello di norme di qualità dell'aria e di provvedimenti. Infatti, mentre la strategia del Consiglio federale impone di agire con *provvedimenti duraturi*, la legislazione italiana prevede anche dei *provvedimenti d'urgenza*, che in Svizzera sono stati aboliti alcuni anni or sono, in quanto secondo il Consiglio federale il pericolo di situazioni critiche, a seguito dei provvedimenti duraturi adottati, non era più reale. Ciò ha suscitato degli interrogativi in alcune fasce della popolazione.

La differenza tra Svizzera e Lombardia risulta anche dalle recenti norme per le concentrazioni di polveri fini, che sono riassunte nella tabella 1.

Svizzera	Lombardia	
	Valore d'attenzione	Valore d'allarme
Limite d'immissione		
50 µg/m ³	50 µg/m ³	100 µg/m ³

Tabella 1: Valori limite per le concentrazione medie su 24 h di PM10 in vigore in Svizzera ed in Lombardia.

Per le polveri fini PM10 la Legge svizzera stabilisce un limite d'immissione sia per il lungo termine (20 µg/m³ per la media annua) che per il breve (50 µg/m³ per la media giornaliera). Questi limiti - introdotti nel 1998 - sono stati fissati in modo tale che, se rispettati, si possa garantire, a breve e a lungo termine, che nessun individuo debba soffrire a seguito dell'inquinamento da polveri fini. Il superamento del valore d'allarme fissato in Lombardia coincide invece con una situazione critica per un'ampia fascia della popolazione.

In Lombardia durante il 1999 sono stati introdotti strumenti legali per la gestione, con misure di urgenza, degli episodi di smog dovuti alle polveri fini. Proprio sulla base di questi strumenti si è recentemente proceduto a bloccare parzialmente la circolazione nei centri urbani.

Il diverso modo di agire a livello di provvedimenti sui due lati del confine ha alimentato un intenso dibattito attorno al tema dell'inquinamento atmosferico. **È quindi parso opportuno fare un bilancio della situazione, inquadrandola in un contesto legislativo, geografico e temporale.**

Gli episodi di smog invernale sono caratterizzati dalla presenza nell'aria di un miscuglio di sostanze inquinanti di cui le principali componenti sono il diossido d'azoto, le polveri fini, il diossido di zolfo.

Il **diossido d'azoto (NO₂)** si produce in seguito alla combustione di combustibili e carburanti. Nel Canton Ticino le principali fonti di inquinamento sono il traffico motorizzato, che è responsabile di circa l'85% delle emissioni annue, e gli impianti di riscaldamento che nel periodo invernale producono circa il 30% delle emissioni. Nonostante l'importante riduzione delle emissioni specifiche delle automobili, conseguita con l'introduzione del catalizzatore, e il miglioramento degli impianti di riscaldamento risultante dalle attività di controllo svolte dai Comuni, le immissioni di diossido d'azoto - dopo un periodo di riduzione - negli ultimi anni si sono stabilizzate su dei valori che superano ancora ampiamente i limiti di legge. Per comprendere questo risultato occorre tener conto anche dei volumi di traffico, sia leggero che pesante, che hanno continuato ad aumentare.

Le **polveri fini PM10** presenti nell'aria sono divisibili in due categorie: primarie e secondarie¹. Le polveri fini primarie vengono emesse direttamente e si formano dall'abrasione dei pneumatici e dalla combustione di olio combustibile e di carburanti Diesel. Le polveri fini secondarie si formano invece nell'atmosfera a partire dagli inquinanti gassosi quali gli ossidi d'azoto, il diossido di zolfo ed i composti organici volatili. Essendoci alla base della formazione delle polveri secondarie diversi inquinanti, si può affermare che un po' tutti i settori contribuiscono a questo tipo di inquinamento.

Le emissioni di **diossido di zolfo (SO₂)**, che ancora all'inizio degli anni '90 costituivano una componente importante dello smog invernale, grazie al miglioramento dell'olio combustibile (riduzione del tenore di zolfo) e alla progressiva diffusione del gas naturale nel Sottoceneri, sono state drasticamente ridotte. A conferma di questo risultato anche durante le prime 7 settimane del 2000, le concentrazioni di diossido di zolfo sono sempre risultate inferiori ai limiti dell'OIA.

Per questo motivo nei seguenti capitoli lo stato dell'aria di questo inizio anno viene descritto facendo riferimento in particolar modo alle concentrazioni di diossido d'azoto e di polveri fini.

¹ Modellierung der PM10-Belastung in der Schweiz, Schiftenreihe Umwelt Nr. 310

2. Descrizione del recente periodo di smog invernale

Le concentrazioni medie giornaliere di polveri fini PM10 rilevate in Ticino durante le prime 7 settimane del 2000 sono illustrate separatamente per Sottoceneri e Sopraceneri nelle figure 1 rispettivamente 2. Nei grafici sono evidenziati anche il limite OIA_t (linea punteggiata) ed il valore d'allarme fissato dalla Lombardia (linea tratteggiata). Si possono osservare due periodi principali di smog: uno all'inizio dell'anno e l'altro a cavallo dei due mesi.

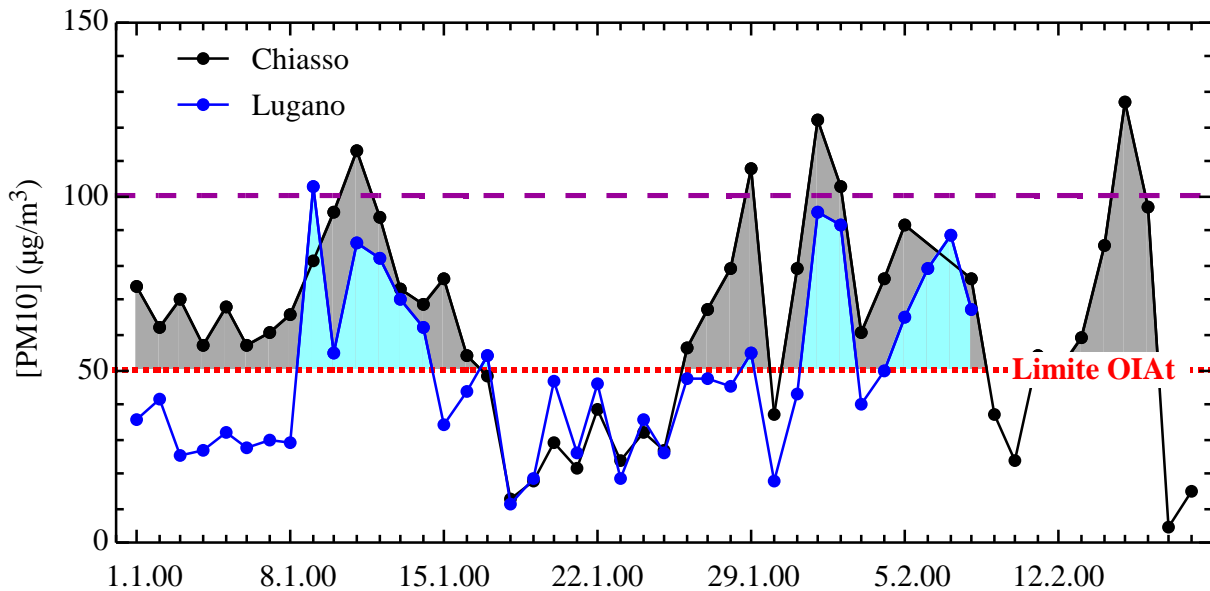


Figura 1: Medie su 24 h di PM10 misurate a Chiasso (in nero) ed a Lugano stazione NABEL (in blu).

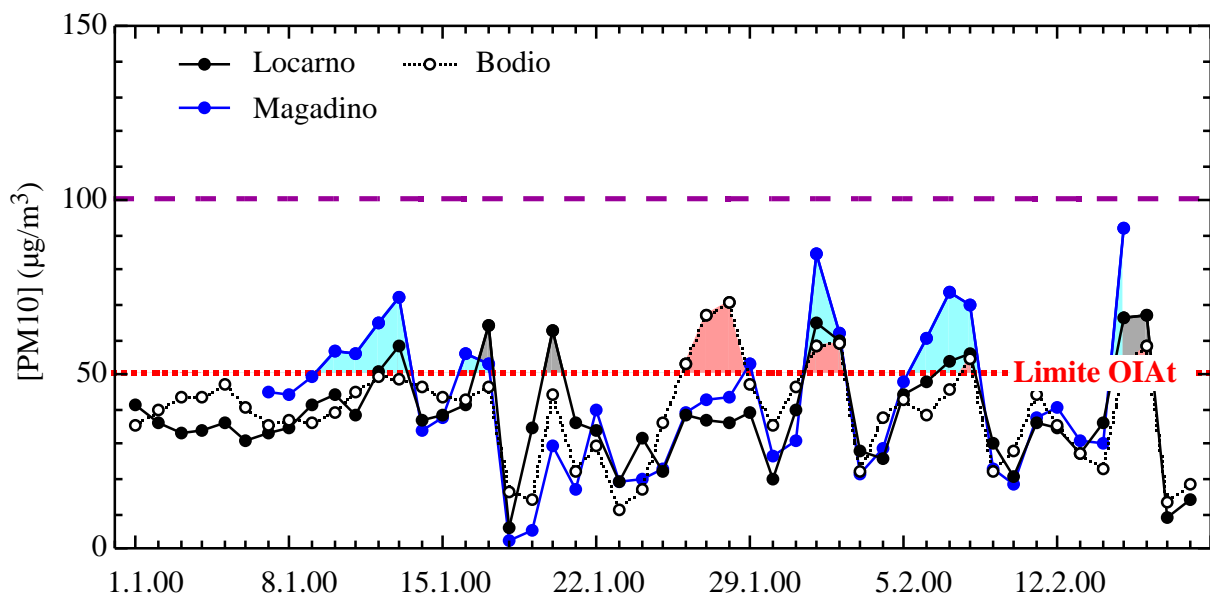


Figura 2: Medie su 24 h di PM10 misurate a Locarno (in nero), a Magadino stazione NABEL (in blu) ed a Bodio (in bianco).

Le serie di misure delle stazioni di Lugano e Magadino (rete NABEL) non sono complete in quanto gli strumenti utilizzati non consentono analisi in tempo reale delle concentrazioni di polveri fini, che devono essere determinate in laboratorio. Confrontando le due figure è comunque possibile osservare come la situazione sia stata sostanzialmente diversa tra Sottoceneri e Sopraceneri, dove la media giornaliera non ha mai raggiunto valori particolarmente elevati.

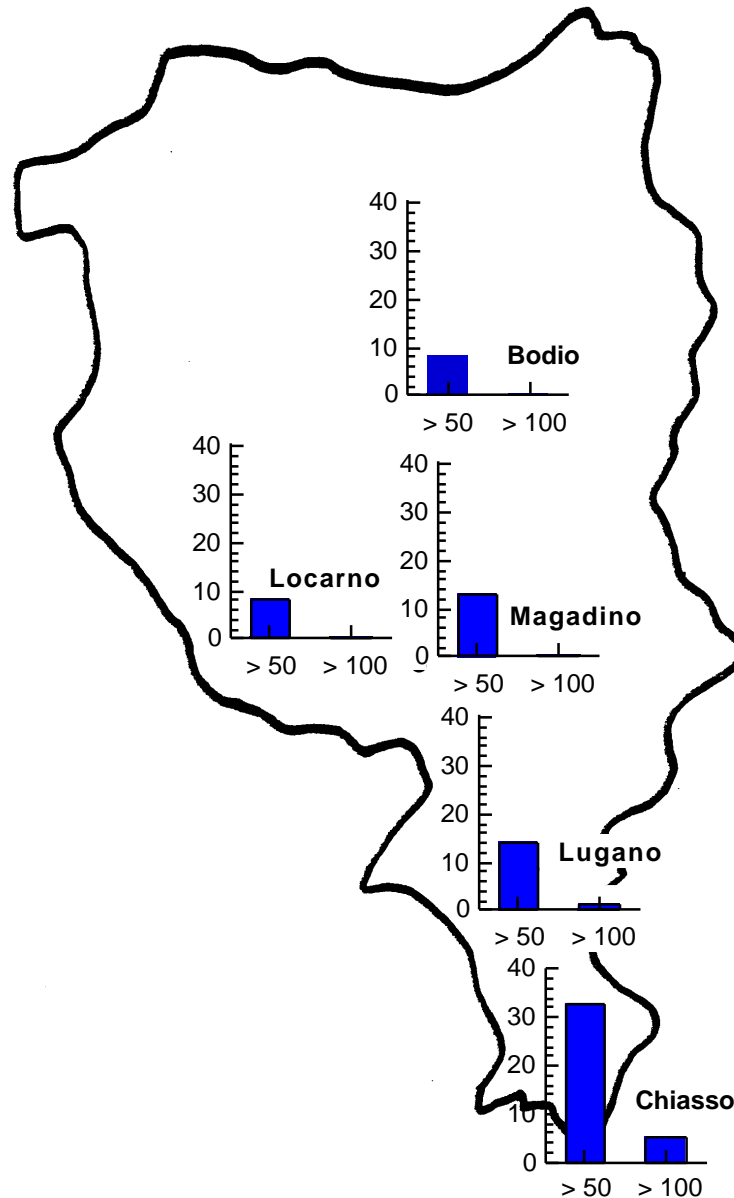


Figura 3: Numero di giornate con medie giornaliere di polveri fini superiori a 50 e 100 µg/m³. I dati si riferiscono al periodo dal 1° gennaio al 18 febbraio.

Nel Sottoceneri superamenti importanti del limite OIAt si sono avuti sia a Lugano che a Chiasso. Si constata ad ogni modo che la zona maggiormente colpita dalle polveri fini è stata

quella più meridionale del Cantone. Il gradiente Sud-Nord, con i valori più elevati nel Sud, si lascia osservare anche nella figura 3, dove il numero di superamenti dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite OIAt) e dei $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore d'allarme) è illustrato graficamente per i singoli punti di misura.

La differenza tra Sottoceneri e Sopraceneri può essere spiegata in due modi. Da un lato il Sopraceneri è maggiormente esposto ai venti provenienti dalle Alpi, che possono rompere, anche se solo temporaneamente, le inversioni termiche favorendo un miglior rimescolamento dell'atmosfera. D'altro canto, in considerazione della stabilità delle polveri fini, che possono rimanere per lunghi periodi nell'atmosfera, e dell'elevata frazione di polveri di origine secondaria, è ipotizzabile che una parte del gradiente Sud-Nord sia dovuto a fenomeni di trasporto dalla Pianura padana.

Per fare un apprezzamento della situazione che è venuta a crearsi all'inizio del 2000, ci si può rifare alle raccomandazioni un tempo emanate dal BUWAL sul modo di procedere in caso di smog invernale. Queste raccomandazioni, che non sono più in vigore, prendevano come sostanza di riferimento il diossido di zolfo e suggerivano di prendere dei provvedimenti speciali nei casi in cui:

- Le concentrazioni raggiungono o superano il doppio del valore limite d'immissione su 24 ore stabilito dall'OIAt.
- La situazione meteorologica è caratterizzata da un'inversione termica e, in base alle previsioni dei servizi specializzati, si deve supporre che la situazione di stagnazione perduri per almeno altre 24 ore.

Se si applica il primo criterio alle polveri fini PM10 si ottiene il valore d'allarme della Lombardia. Osservando la figura 1 si può quindi affermare che per Chiasso il periodo più critico è stato certamente quello a cavallo dei due mesi. Tuttavia applicando il vecchio regolamento cantonale alle polveri fini la situazione non sarebbe stata tale da fare scattare nemmeno il preallarme.

Le concentrazioni medie giornaliere di diossido d'azoto (NO_2) misurate durante le prime 7 settimane del 2000 sono illustrate graficamente nella figura 4. Nel grafico sono evidenziati anche il limite OIAt per la media giornaliera ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ed il valore di preallarme per la media giornaliera ($160 \mu\text{g}/\text{m}^3$) previsto un tempo dal regolamento ticinese sullo smog invernale. Si osserva innanzitutto che il limite OIAt è stato superato soltanto nella regione più a Sud del Cantone (30 volte a Chiasso e 1 una volta Lugano).

Si constata inoltre un'importante differenza tra le due fasi di smog invernale. Nel primo periodo le concentrazioni di diossido anche nella parte più meridionale del Cantone sono state relativamente contenute e soprattutto non sono stati molti i giorni consecutivi con

superamento del limite OIAt. Ben diverso è risultato il secondo periodo, che è stato caratterizzato da molte giornate consecutive con concentrazioni medie di NO₂ nettamente superiori al limite OIAt. La media giornaliera più elevata è stata registrata il 2 febbraio a Chiasso ed è stata di 155 µg/m³. Seppur di poco, questo valore è stato inferiore alla soglia di 160 µg/m³, il cui superamento un tempo secondo il Decreto in vigore in Ticino avrebbe fatto scattare il preallarme.

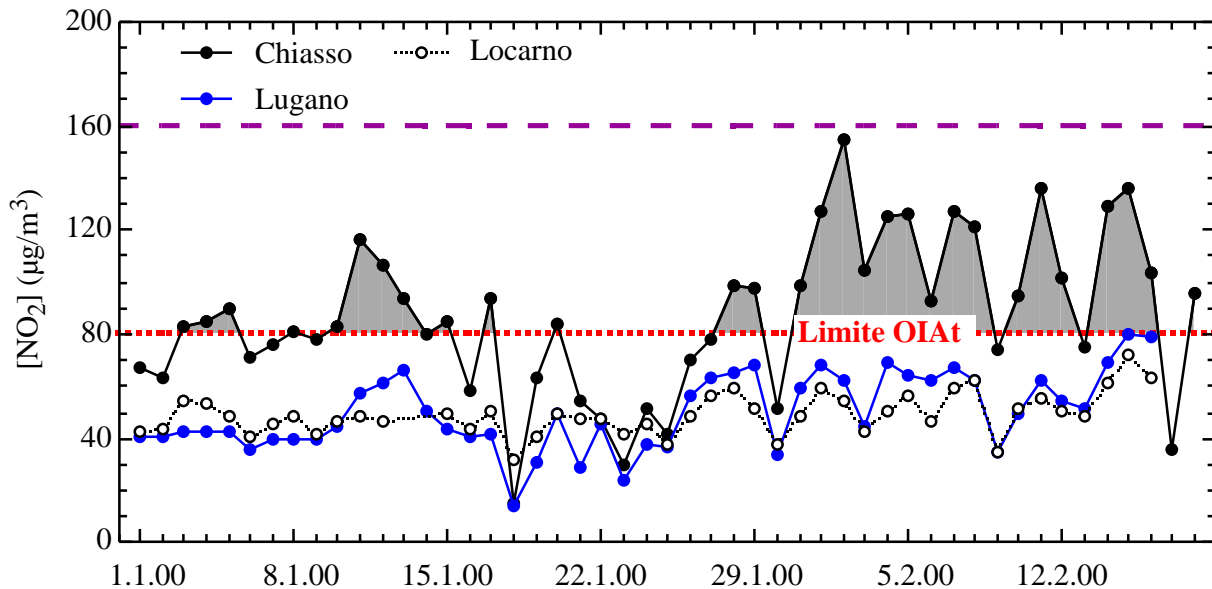


Figura 4: Concentrazioni medie su 24 h di NO₂ misurate a Chiasso (in nero), a Lugano (in blu) e a Locarno (in bianco). La linea punteggiata (rossa) indica il limite OIAt per la media giornaliera, mentre quella tratteggiata (violetta) indica il valore di preallarme previsto dal vecchio regolamento ticinese sullo smog invernale.

Analizzando i grafici delle figure 1,2 e 4 si constata un parallelismo tra l'andamento delle medie giornaliere di polveri fini PM₁₀ e quelle di diossido d'azoto. Ciò non deve sorprendere; infatti sono le condizioni meteorologiche che portano ad un accumulo di tutte le sostanze inquinanti. Per questo motivo e siccome sia il diossido d'azoto che il diossido di zolfo (SO₂) possono produrre delle polveri fini (v. solfati e nitrati), si è provato ad analizzare i dati misurati a Chiasso utilizzando il seguente modello:

$$[\text{PM}_{10}] = C_0 + C_1 \times [\text{NO}_2] + C_2 \times [\text{SO}_2]. \quad (1)$$

Come illustrato nella figura 5 scegliendo $C_0 = -11.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $C_1 = 0.63$ e $C_2 = 1.25$ il modello (curva blu continua) riesce a riprodurre in modo soddisfacente i valori misurati (curva tratteggiata rossa).

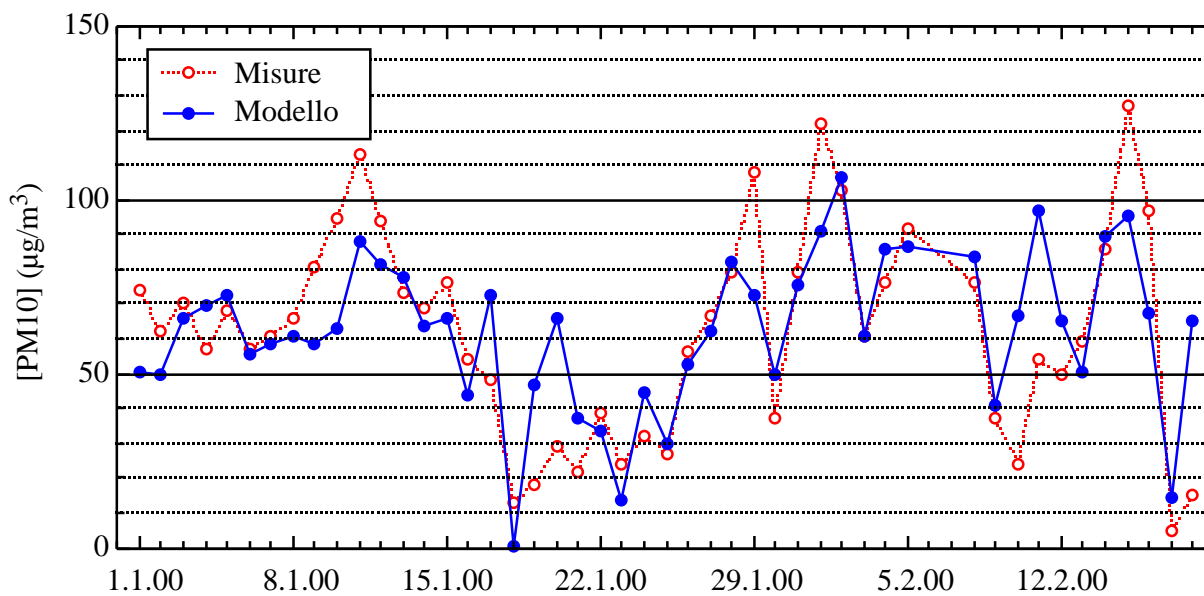


Figura 5: Confronto tra le medie giornaliere di PM10 misurate a Chiasso e quelle calcolate secondo l'equazione (1) con $C_0 = -11.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $C_1 = 0.63$, $C_2 = 1.25$.

3. Paragone con lo smog invernale del 1989

Durante l'ultimo decennio sono state adottate progressivamente diverse misure durature per ridurre le emissioni inquinanti. Le più importanti sono:

- il catalizzatore che ha consentito di ridurre le emissioni di ossidi d'azoto delle automobili;
- la riduzione del tenore di zolfo dell'olio combustibile e l'introduzione del gas naturale nel Sottoceneri, che hanno provocato una netta riduzione delle emissioni di diossido di zolfo;
- il controllo da parte dei comuni degli impianti di combustione.

Queste riduzioni delle emissioni si sono rispecchiate anche nell'evoluzione dei tassi medi annui di inquinamento. Come illustrato in dettaglio nei rapporti annuali "Analisi della qualità dell'aria", le concentrazioni di diossido di zolfo si sono regolarmente ridotte fino a raggiungere valori nettamente inferiori ai limiti dell'OIA. Anche le concentrazioni di diossido d'azoto hanno conosciuto un'evoluzione tutto sommato positiva. Infatti all'inizio degli anni '90 le medie annue di NO_2 sono diminuite ed in seguito si sono stabilizzate attorno a valori che, per un'ampia fascia del territorio, rimangono tuttavia ancora al di sopra del limite OIA.

È quindi interessante verificare se anche a livello di episodi di smog invernale c'è stato un miglioramento rispetto a quanto si osservava un tempo. Per questo motivo è interessante confrontare i dati rilevati durante le prime settimane del 2000 con quelli delle stesse settimane del 1989, durante le quali le condizioni meteorologiche sono state simili.

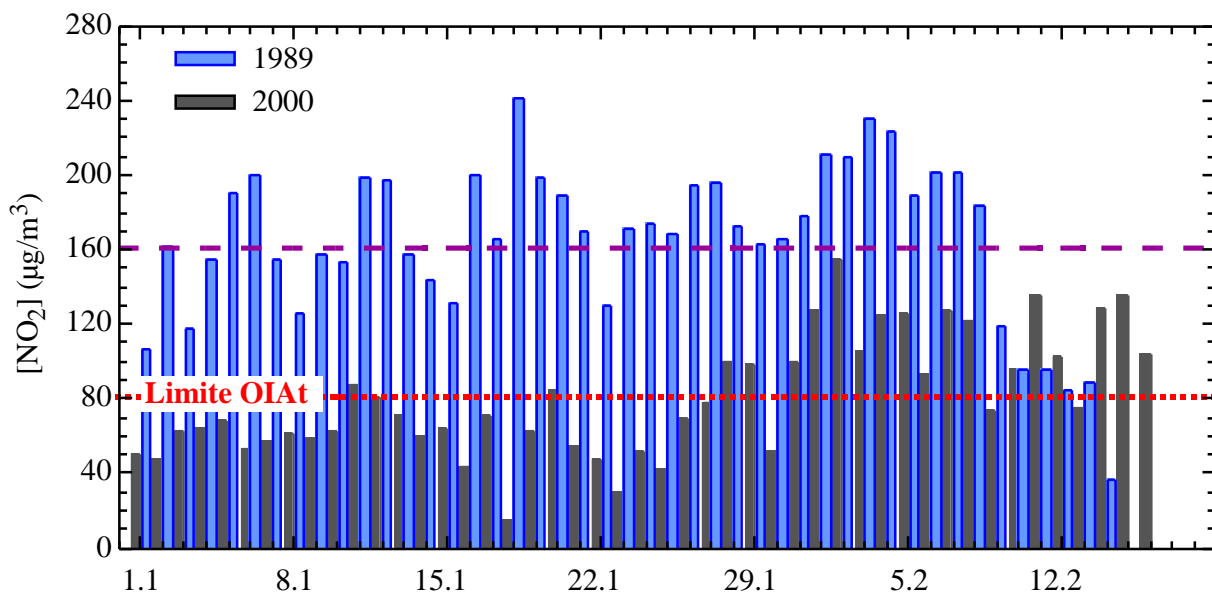


Figura 6: Confronto tra le medie giornaliere di diossido d'azoto misurate nelle prime settimane del 1989 e del 2000 a Chiasso.

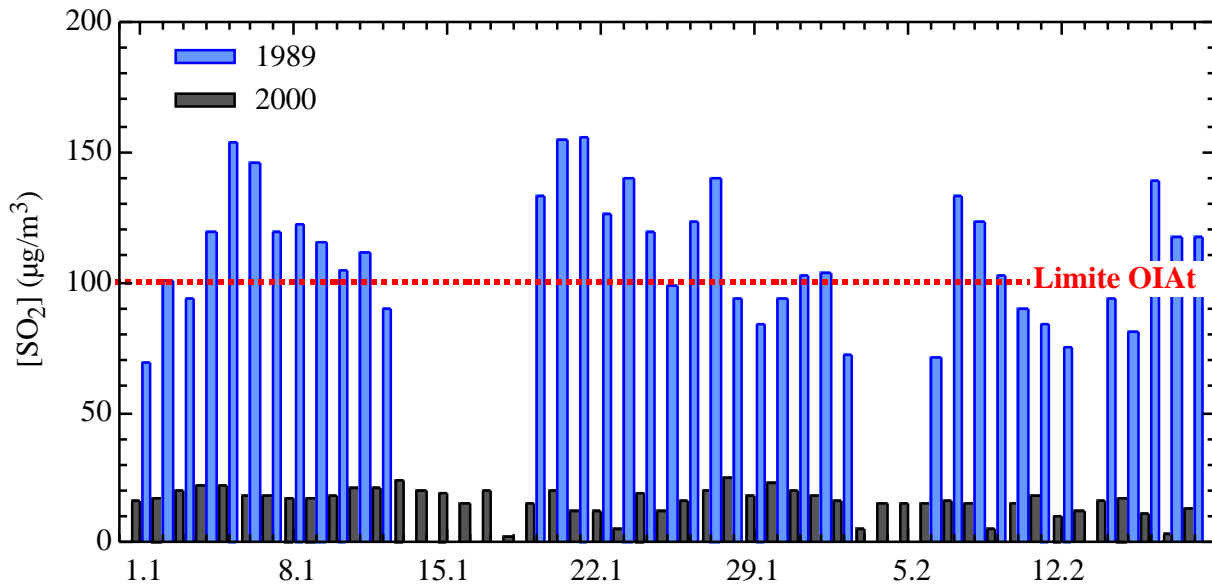


Figura 7: Confronto tra le medie giornaliere di diossido di zolfo misurate nelle prime settimane del 1989 e del 2000 a Chiasso.

Nelle figure 6 e 7 le concentrazioni medie giornaliere di diossido d'azoto (NO₂) e rispettivamente di diossido di zolfo (SO₂) sono riportate per le prime sette settimane del 2000 (colonnine grigio scure) e del 1989 (colonnine azzurre). È evidente il miglioramento sul fronte del diossido di zolfo: il limite OIAt per la media giornaliera (100 µg/m³), che durante il 1989 era stato superato a più riprese, nello scorso periodo invernale è stato ampiamente rispettato.

Diversa la situazione per quanto riguarda il diossido d'azoto. Essa è sicuramente migliorata rispetto al 1989, ma in condizioni meteorologiche sfavorevoli il limite giornaliero stabilito dall'OIAt può ancora venire superato anche per più giornate consecutive in maniera importante.

Sulla base dei dati di NO₂ e SO₂ misurati nel 1989, utilizzando il modello dell'equazione 1, si è provato a calcolare le concentrazioni di polveri fini che potevano essere presenti durante il periodo di smog del 1989. In tal modo si è potuto estrapolare che nel 1989 le medie giornaliere di PM₁₀ avevano probabilmente raggiunto la soglia di 300 µg/m³.

Si può quindi affermare che il miscuglio inquinante appare oggi meno pericoloso rispetto ad 11 anni fa. Tale affermazione trova anche sostegno in diverse misure di risanamento che sono state attuate nell'ultimo decennio. Oltre a quelle citate in precedenza, è opportuno rilevare che i lavori svolti presso i depositi ed i distributori di carburante consentono, nonostante alcune difficoltà tecniche ancora da risolvere, di recuperare più di 1500 tonnellate all'anno di vapori di benzina che contengono anche sostanze molto tossiche come il benzene.

4. Paragone con l'inquinamento in Lombardia

Considerato come le particolari condizioni meteorologiche alla base del fenomeno dello smog invernale si estendano su una regione transfrontaliera, appare utile analizzare la situazione in un contesto geografico più ampio di quello cantonale. A tale scopo nella figura 8 le medie giornaliere di PM10 rilevate a Chiasso sono confrontate con quelle misurate in alcuni punti della Lombardia.

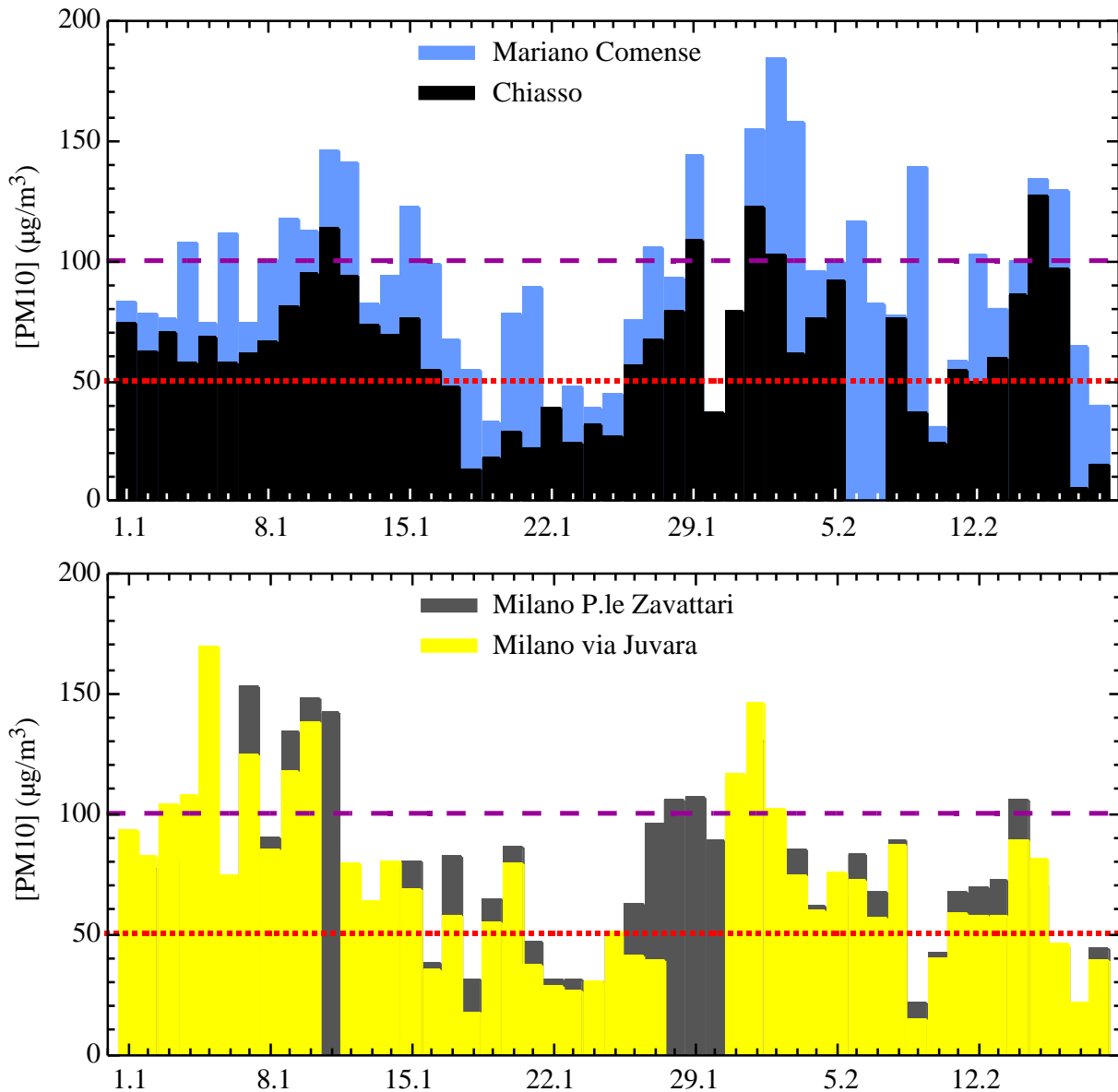


Figura 8: Grafico in alto: medie giornaliere misurate a Chiasso (nero) e Mariano Comense (azzurro) Grafico in basso: medie giornaliere misurate a Milano via Juvara (in giallo) e a Milano P.le Zavattari (in grigio). La linea punteggiata (rossa) indica il limite OIAt e quella tratteggiata (viola) il valore d'allarme in vigore in Lombardia.

Nella figura 8 si osserva una marcata similitudine nell'andamento delle immissioni di polveri fini rilevato dalle stazioni di analisi situate tra Chiasso e Milano. Questo andamento è caratterizzato da due fasi di smog separate da un intervallo di 7 giorni (dal 18 al 25 gennaio) con tassi di inquinamento abbastanza contenuti.

È interessante rilevare anche alcune importanti differenze. Innanzitutto dai grafici della figura 8 si vede che al Nord la seconda fase di smog è risultata peggiore della prima, mentre nelle stazioni d'analisi più a Sud è successo esattamente il contrario. A livello quantitativo si constata inoltre che le immissioni di polveri fini rilevate in Lombardia hanno superato sia per durata che per intensità quelle registrate nel nostro Cantone (v. tabella 1).

I motivi di questa differenza tra le due regioni possono essere di duplice natura. Da un lato la meteorologia meno sfavorevole sul lato ticinese ed in particolare nel Sopraceneri dove, grazie alla posizione a ridosso delle Alpi, anche nei periodi in cui l'inversione termica è più marcata è sempre presente uno scambio d'aria sia orizzontale, sia verticale. D'altro canto le punte possono essere risultate più basse grazie ai provvedimenti duraturi sinora adottati. Questa affermazione non deve sembrare troppo ottimistica. Infatti, durante i periodi critici dal punto di vista meteorologico l'effetto di un provvedimento è in genere amplificato. In questo contesto si pensi ad esempio all'importanza di avere degli impianti di combustione ben regolati che producono poca fuliggine.

Luogo	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n. giorni > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n. giorni > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mariano Comense*	93	184	40	20
Fino Mornasco*	72	122	46	2
Milano P.le Zavattari*	76	153	37	9
Milano Limite*	68	146	37	8
Milano Juvara*	70	169	32	9
Chiasso*	62	127	33	5
Lugano [°]	49	102	14	1
Magadino [°]	42	92	13	0
Locarno*	38	67	8	0
Bodio [°]	39	70	8	0

Tabella 1: Dati statistici sulle immissioni di polveri fini PM10 durante le prime settimane del 2000.
Strumenti di misura impiegati: β -meter (*), TEOM (°), Digital (°).

5. Conclusioni

Durante le prime 7 settimane del 2000 si sono verificate due situazioni caratterizzate da una spiccata inversione termica con conseguente accumulo di sostanze inquinanti nell'aria. L'analisi dei dati ha permesso di evidenziare un'importante differenza tra il Sud e il Nord del Cantone.

Nel Sopraceneri grazie ai venti provenienti dalle Alpi, che riescono a rompere le inversioni termiche, i tassi d'inquinamento sono risultati più bassi che nel Sottoceneri dove le concentrazioni di polveri fini PM10 hanno raggiunto valori molto elevati. Sia nel Luganese che nel Mendrisiotto il limite OIAt per la media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato a più riprese raggiungendo anche valori superiori ai $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nella regione più a Sud del Cantone le elevate immissioni di polveri fini sono state accompagnate da elevate concentrazioni di diossido d'azoto. La media giornaliera di diossido d'azoto nel Sud del Cantone ha superato infatti il limite OIAt di $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante più giornate raggiungendo la punta massima di $155 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mettendo a confronto le recenti situazioni di smog invernale con quella del 1989, si è potuto evidenziare l'efficacia dei provvedimenti finora attuati. In particolare rispetto al 1989 le immissioni di diossido di zolfo sono risultate circa 7 volte più basse. Seppur in minor misura, anche le concentrazioni di diossido d'azoto sono risultate inferiori a quelle del 1989 (riduzione di ca. il 35%). I provvedimenti duraturi già in vigore in Ticino hanno inoltre probabilmente consentito di mantenere le concentrazioni di polveri fini al di sotto di quelle misurate in Lombardia.

Malgrado il miscuglio inquinante, presente in situazioni di smog invernale, appaia oggi meno pericoloso rispetto ad 11 anni fa; è importante sottolineare che *il problema dell'igiene dell'aria rimane quello dell'inquinamento cronico*, che è sempre troppo elevato. Ad esempio, facendo riferimento alle polveri fini PM10, si constata che in Ticino le medie sull'intero periodo di misura (49 giorni) si sono situate tra i $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Locarno ed i $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Chiasso. Si tratta di valori molto elevati, parzialmente superiori a quanto l'OIAt consentirebbe per una sola giornata, che alla fine di un anno portano al superamento del limite OIAt per la media annua ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Questa situazione conferma una volta di più l'importanza di attuare al più presto le misure in grado di ridurre l'inquinamento dell'aria. Le misure previste oppure appena introdotte *a livello federale* sono elencate nella tabella 2. Particolarmente importanti sono la realizzazione dell'AlpTransit e le misure fiancheggiatrici previsti nell'ambito degli accordi bilaterali con l'EU, che dovrebbero consentire di ridurre il numero di veicoli pesanti che transitano annualmente sull'asse del S. Gottardo da 1'200'000 a 600'000 unità.

Descrizione misura	Data di attuazione
Tassa sui composti organici volatili (VOC)	01.01.00
Divieto di commercializzare benzina super	01.01.00
Riduzione del tenore di benzene nella benzina (da 5 a 1%)	01.01.00
Tassa sul traffico pesante commisurata alle prestazioni	01.01.01
Realizzazione dell'AlpTransit	Lavori iniziati nel 1999
Misure fiancheggiatrici nell'ambito degli accordi bilaterali CH/EU per traffico merci: riduzione da 1'200'000 a 600'000 passaggi all'anno per l'asse del S. Gottardo	2007

Tabella 2: Misure per ridurre l'inquinamento previste o recentemente entrate in vigore a livello federale.

A *livello cantonale* si tratta di continuare il lavoro sul fronte degli impianti stazionari e su quello della mobilità delle persone. Per quanto riguarda gli impianti stazionari, sarà importante risolvere le difficoltà tecniche riscontrate nell'ambito dei controlli dei sistemi di recupero dei vapori di benzina. Per garantire l'auspicata continuità nel rendimento dei sistemi di recupero si dovrà agire aumentando la frequenza dei controlli e responsabilizzando maggiormente i gestori dei distributori.

Sul fronte della mobilità delle persone i provvedimenti si basano su 4 pilastri:

- la promozione dei trasporti pubblici (allacciamento ferroviario Mendrisio - Varese, potenziamento della Lugano - Ponte Tresa, nuova organizzazione dei trasporti pubblici nel Luganese e comunità tariffale);
- la politica dei posteggi (Park & ride, zone blu, ...);
- la moderazione e la gestione del traffico nelle zone residenziali;
- la promozione di veicoli poco inquinanti (estensione del progetto VEL a livello cantonale).

Questi provvedimenti devono essere concretizzati nell'ambito dei Piani regionali dei trasporti. Nel Luganese per garantire che ciò avvenga in maniera integrale e nei termini di tempo auspicati, tali misure verranno codificate in un Piano di risanamento dell'aria del Luganese. Si tratta di una sorta di specificazione del Piano cantonale di risanamento dell'aria, il cui aggiornamento è invece previsto per il 2001. In questo ambito, in relazione all'inquinamento da polveri fini, sarà importante introdurre delle misure specifiche per il settore dei cosiddetti Offroad, ed in particolar modo per le macchine da cantiere.

Ringraziamenti

Per la collaborazione dimostrata durante l'intero periodo di smog invernale ed in particolare per aver messo a disposizione i loro dati si ringraziano:

- il dott. Paul Filliger e il dott. Urs Nyffeler dell'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (BUWAL);
- la dott. Brigitte Buchmann dell'EMPA di Dübendorf;
- il dott. Mauro Valentini dell'U.O. FISICA e T.A. del P.M.I.P. della Città di Milano;
- il dott. Guido Lanzani dell'Assessorato Ambiente ed Ecologia dell'Amministrazione provinciale di Como;
- la signora Sheila De Rienzo Scopel e la signora Claudia Gobbin del Laboratorio della Sezione protezione aria e acqua.