

SEZIONE PROTEZIONE ARIA E ACQUA

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA

ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

1997

DIVISIONE AMBIENTE

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO

Settembre 1998

INDICE

Sommario	3
----------------	---

Parte prima

Qualità dell'aria in Ticino: situazione e tendenze evolutive	8
---	----------

1.1 Diossido di zolfo	8
1.2 Diossido d'azoto.....	11
1.3 Ozono.....	14
1.4 Monossido di carbonio	17
1.5 Polveri fini	17
1.6 Composti organici volatili	23

Parte seconda

Qualità dell'aria nelle Province di Milano e di Lodi	28
---	-----------

2.1 Premessa	28
2.2 Introduzione.....	29
2.3 Cenni sul comportamento di alcuni inquinanti monitorati in continuo.....	29
2.4 L'inquinamento dell'aria di Milano al 31/03/98.....	30
2.5 Gli standard di qualità dell'aria	30
2.6 I provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico	33
2.7 Conclusioni	34

Allegati

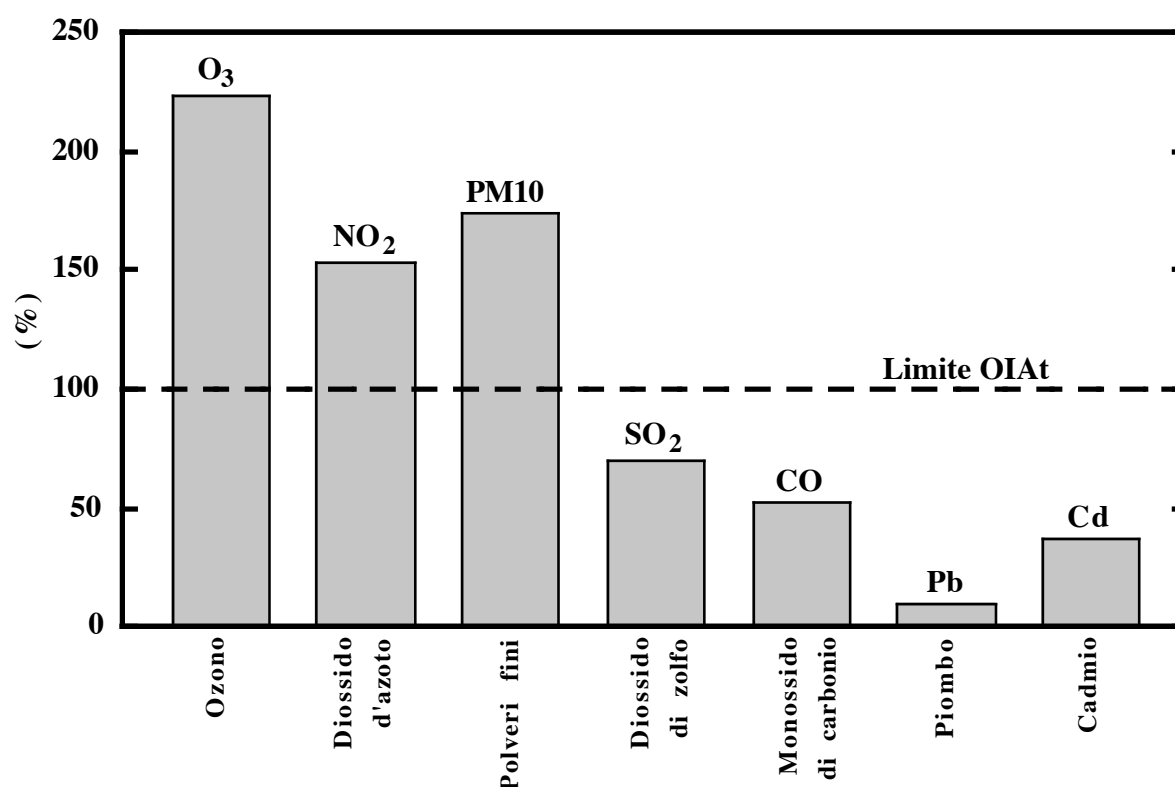
I Impostazione delle analisi dell'aria.....	40
II Risultati delle analisi con strumenti elettronici.....	44
III Risultati delle analisi con metodi passivi	69
IV Valori limite d'immissione	76
V Abbreviazioni.....	77
VI Unità di misura	78

Sommario

Qualità dell'aria in Ticino: situazione di stabilità

Complessivamente durante il 1997 la qualità dell'aria si è mantenuta sul livello dell'anno precedente. Dei 18 limiti di immissione fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) 12 sono rispettati. Rimangono non rispettati i limiti per la media giornaliera e la media annua del diossido d'azoto, i limiti per la media oraria e il 98° percentile dell'ozono e a partire dal 1° marzo 1998, con la revisione dell'OIA, anche i nuovi limiti per la media giornaliera e la media annua di polveri fini sono superati.

La situazione delle immissioni dei principali inquinanti può essere descritta riportando per i diversi inquinanti i valori più elevati rilevati dalle stazioni d'analisi in percento dei relativi limiti d'immissione stabiliti dall'OIA:



Immissioni nel Canton Ticino: carico inquinante in percento dei relativi limiti OIA. Ad eccezione dell'ozono (98° percentile) e del monossido di carbonio (media giornaliera massima) i valori indicati si riferiscono alle concentrazioni medie annue.

Polveri fini inalabili (PM10): nuovi limiti d'immissione

Con l'entrata in vigore di due nuovi limiti d'immissione per le polveri fini la qualità dell'aria viene valutata in modo più severo. Alla base di questi limiti ci sono ricerche scientifiche condotte durante gli ultimi anni sia in Svizzera che all'estero. Sulla base di questi studi è stato necessario rivalutare gli effetti dell'inquinamento sulla salute, ed in particolare quelli dovuti al pulviscolo fine, che a causa delle sue dimensioni ridotte, inferiori ai 10 milionesimi di metro (10 µm), riesce a penetrare nei polmoni. I nuovi limiti d'immissione per la media annua (20 µg/m³) e la media giornaliera sono ampiamente superati (50 µg/m³) sia negli agglomerati urbani che in periferia.

Dalle analisi effettuate a Bodio, Camorino, Chiasso, Lugano e Magadino risultano delle concentrazioni medie annue di polveri fini comprese tra i 31 e 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Simili valori sono stati registrati anche in altre località della Svizzera: 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella città di Zurigo, 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel centro di Berna e 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Härkingen dove le autostrade A1 e A2 si incrociano. Soltanto nelle località elevate le immissioni medie annue scendono al di sotto del limite. Sul Rigi ad esempio la concentrazione media annua durante il 1997 è stata di 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ozono (O₃): i valori più elevati a fine estate

Durante i periodi estivi pressoché ovunque le immissioni di ozono superano largamente i limiti fissati dall'OIAAt sia per intensità che per durata. Nei posti più esposti il limite di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato durante più di 600 ore. Di anno in anno la meteorologia può provocare delle importanti fluttuazioni nell'andamento delle immissioni di ozono. Così se nel 1996 durante il caldo mese di giugno in diverse località si sono registrate più di 200 ore di superamenti del limite OIAAt, nel 1997 durante lo stesso mese il numero di superamenti è variato tra un minimo di 13 ore (Locarno) e un massimo di 61 (Mendrisio). Si è trattato infatti di un mese particolarmente freddo e poco soleggiato. Il soleggiamento è stato inferiore alla media pluriennale del 30% a Locarno-Monti e del 28% a Lugano.

A causa dell'influsso della meteorologia sulla formazione dell'ozono è difficile riconoscere una tendenza evolutiva. Sulla base delle serie storiche di dati si può solo affermare che i provvedimenti finora adottati hanno probabilmente consentito di arrestare la crescita delle concentrazioni di ozono.

Diossido d'azoto (NO₂): situazione stabile

Le concentrazioni di diossido d'azoto sono fortemente influenzate dalle fonti di emissione locali. Pertanto quanto illustrato nel grafico precedente per questo gas può essere considerato come un inquinamento medio all'interno dei principali centri del Cantone e lungo gli assi stradali con forte traffico. Lontano dalle principali fonti di emissioni, come ad esempio sui pendii in quota, si registrano per contro valori inferiori al limite OIAAt.

All'inizio degli anni '80 le immissioni di diossido d'azoto erano in forte crescita. Grazie ai provvedimenti di natura tecnica è stato possibile dapprima arrestare questa crescita e in seguito, grazie anche a condizioni meteo-climatiche favorevoli, si è verificata una marcata diminuzione delle immissioni di diossido d'azoto. Dai dati degli ultimi due anni pare ora che le immissioni di diossido d'azoto stiano stabilizzandosi attorno dei valori che negli agglomerati urbani superano ancora i limiti dell'OIAAt. L'effetto riduttivo dei provvedimenti tecnici già messi in atto in modo vincolante sembra esaurirsi. Un elevato potenziale per un'ulteriore riduzione delle emissioni è offerto da provvedimenti come la gestione e la moderazione del traffico negli agglomerati, la promozione del trasporto delle merci su rotaia e l'introduzione di norme per i gas di scarico nel settore degli "Off road".

Diossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb) e cadmio (Cd): limiti d'immissione rispettati

Le immissioni di diossido di zolfo (anidride solforosa) sono da alcuni anni conformi con le norme di qualità dell'aria fissate dall'OIAAt e durante il 1997 sono ulteriormente diminuite seppur di poco.

La diminuzione delle immissioni di diossido di zolfo è da ricondurre alla riduzione del tenore di zolfo nell'olio combustibile e, per il Sottoceneri, alla diffusione del gas naturale. Nella Bassa Leventina il rispetto dei limiti è stato ottenuto soprattutto tramite i provvedimenti adottati dalla TIMCAL (ex Officine del Gottardo).

Le immissioni di monossido di carbonio sono da diversi anni conformi con le norme di qualità dell'aria fissate dall'OIAAt. I provvedimenti tecnici (regolazione della combustione nei motori dei veicoli e diffusione del catalizzatore) sono riusciti a compensare l'incremento del traffico.

I metalli pesanti (piombo e cadmio) presenti nelle polveri sono analizzati a Bodio e a Camorino, dove le relative concentrazioni sono risultate inferiori ai limiti previsti dall'OIAAt come negli anni passati. L'introduzione del catalizzatore e della benzina "verde" hanno permesso di ridurre il piombo presente nelle polveri a valori nettamente al di sotto dei limiti previsti dall'OIAAt.

Composti organici volatili (VOC): importanti anche se non soggetti a limiti di immissione

Nonostante l'OIAAt non preveda alcun limite d'immissione per i composti organici volatili, essi sono molto importanti per almeno due ragioni: da un lato alcuni di questi composti, come ad esempio il benzolo, sono intrinsecamente pericolosi per la salute umana. Dall'altro diversi componenti di questa grande classe di sostanze sono, insieme agli ossidi d'azoto, i precursori dell'ozono.

Le misure, eseguite nella regione a Nord della Città di Lugano, hanno consentito di determinare la concentrazione di 35 composti organici presenti nell'aria. Una fetta importante delle concentrazioni rilevate è dovuta ai composti aromatici, quali il benzolo, il toluolo e lo xilolo. Particolarmente importanti per gli effetti sulla salute è il benzolo (C₆H₆), che l'OIAAt classifica tra le sostanze cancerogene. Per queste sostanze non esiste una soglia al di sotto della quale diventano inoffensivi. Pertanto vale il principio di contenere nella maggior misura possibile le loro emissioni e immissioni. Le medie annue rilevate nei tre punti si situano attorno al valore limite fissato dalla Germania (2.5 µg/m³).

I composti organici volatili hanno fatto registrare un leggero calo delle immissioni. Questo miglioramento è riportabile alle misure finora adottate, come ad esempio l'installazione dei sistemi di recupero dei vapori di benzina presso le stazioni di servizio e i grandi depositi, che all'inizio degli anni '90 (prima dei risanamenti) erano responsabili delle emissioni di ca. 2400 t/a di VOC. Questi provvedimenti sono molto efficienti per quanto attiene agli effetti locali dovuti alla tossicità di alcune sostanze organiche. Essi sono tuttavia insufficienti per ridurre in modo sensibile le concentrazioni di ozono nelle stagioni calde.

L'inquinamento atmosferico in una regione transfrontaliera

Notoriamente un confine può creare tra due paesi limitrofi delle differenze, si pensi ad esempio quelle relative al prezzo di alcuni merci. Ciò non si applica certamente alle leggi naturali, come quelle della fisica e della chimica che regolano il comportamento dell'inquinamento atmosferico. Tuttavia nella descrizione della qualità dell'aria spesso si fa riferimento a delle norme fissate nelle leggi dei diversi paesi, che, pur basandosi su conoscenze scientifiche comuni, possono differire tra di loro come espressione di diverse strategie oppure come risultato delle ponderazioni di diversi interessi (ambientali, sociali ed economici).

In considerazione della posizione geografica del Ticino, per approfondire questa tematica, nel rapporto è stato inserito un capitolo¹ dedicato alla presentazione della normativa vigente in Italia e alla valutazione della qualità dell'aria di due province della Lombardia.

Ad eccezione delle polveri fini, le sostanze inquinanti limitate dalla legislazione italiana sono le stesse della Svizzera, vale a dire diossido d'azoto, ozono, diossido di zolfo e monossido di carbonio. Per il caso speciale delle polveri fini è comunque importante rilevare che la Comunità Europea prevede di introdurre (a tappe) dei limiti simili a quelli recentemente adottati dalla Svizzera. Nonostante le sostanze limitate siano le stesse sia la definizione statistica dei limiti che i loro valori sono differenti.

In Svizzera per la concentrazione di inquinanti presenti nell'aria esiste un unico tipo di limiti. Sono i cosiddetti *limiti d'immissione*, che sono fissati in modo tale che se rispettati non si debbano attendere effetti nocivi sull'ambiente ed in particolare sulla popolazione, neanche sulle persone più deboli (come i bambini o gli anziani). Ad esempio per la concentrazione media oraria di ozono questa soglia è posta $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La normativa italiana distingue due categorie di limiti:

- I *valori guida*, limiti di concentrazione ed esposizione destinati alla prevenzione in materia di salute, alla protezione dell'ambiente.
- I *valori limite*, ovvero i limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni. Per l'ozono si stabilisce una concentrazione oraria massima di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non raggiungere più di una volta al mese.

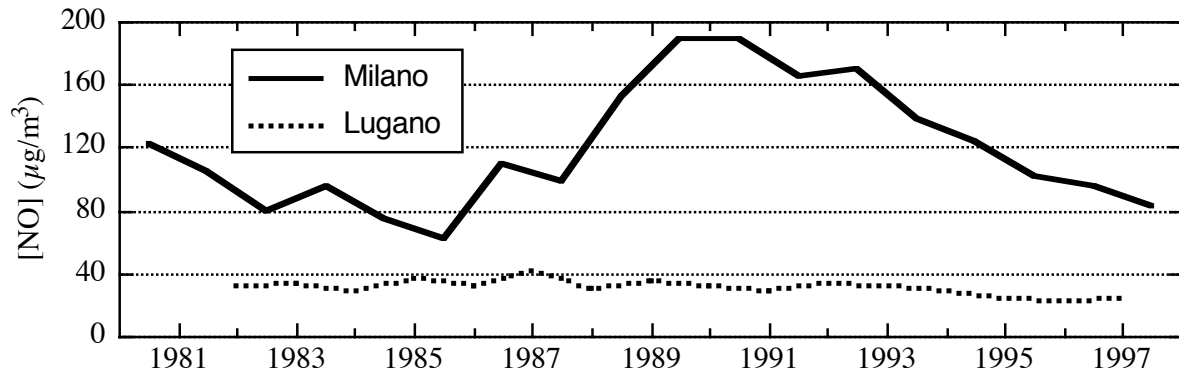
Oltre a questi limiti per la prevenzione, la normativa italiana prevede dei livelli di concentrazione per la gestione di episodi acuti d'inquinamento. Nel caso dell'ozono si distinguono due livelli, corrispondenti al raggiungimento dello stato di attenzione e di allarme, e pari a rispettivamente a 180 e $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Un altro aspetto interessante è quello del confronto dei dati rilevati nei centri urbani del Ticino con quelli di una grande città con un'elevata densità di popolazione. Anche se un paragone richiederebbe i dati di due stazioni poste a misurare in condizioni uguali (p. es. alla stessa distanza dalla strada), possono essere fatte alcune constatazioni di carattere generale.

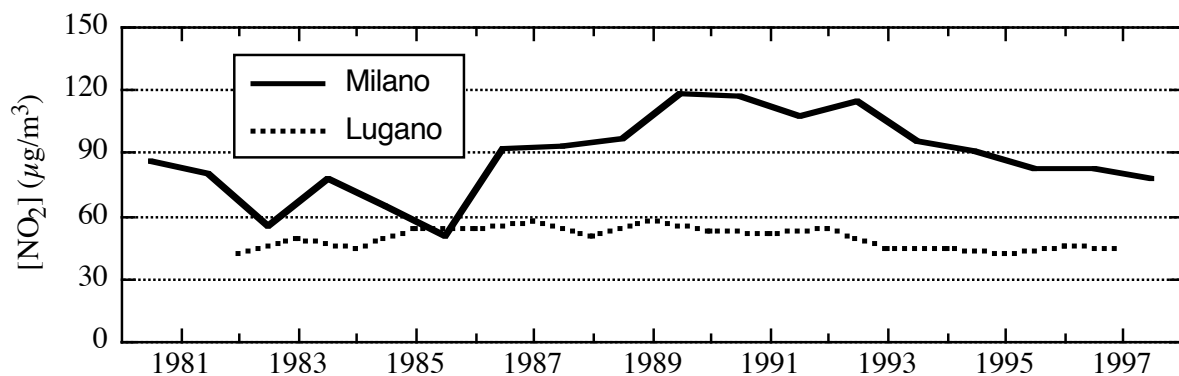
Le concentrazioni di sostanze, che - come il monossido d'azoto (NO) e il monossido di carbonio (CO) - vengono emesse direttamente nell'atmosfera, risultano nella città di Milano nettamente superiori a quelle dei centri urbani del Ticino. La differenza è invece

¹ Il capitolo è stato curato da Giancarlo Tebaldi e Mauro Valentini del P.M.I.P. - ASL Città di Milano, via F. Juvara 22, 20129 Milano

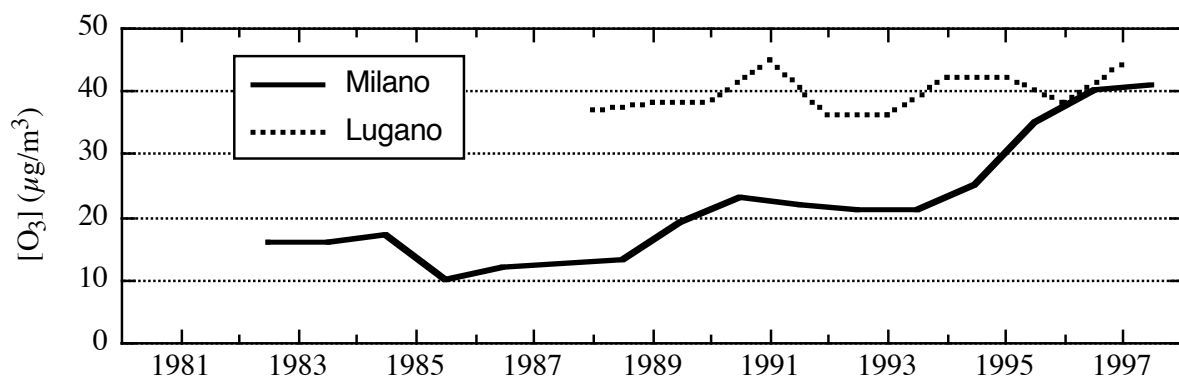
meno marcata se si considera il diossido d'azoto che viene emesso solo in piccola parte nell'atmosfera e si forma principalmente nell'atmosfera per ossidazione del monossido d'azoto. Le immissioni di ozono, un tipico inquinante secondario che si forma nell'atmosfera sotto l'influsso dell'irraggiamento solare, sono generalmente più elevate nelle periferie. Durante gli ultimi anni tuttavia il carico medio annuo di ozono è cresciuto anche nei grandi centri.



Confronto delle concentrazioni medie annue di monossido d'azoto (NO) di Milano e Lugano.



Confronto delle concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO₂) di Milano e Lugano.



Confronto delle concentrazioni medie annue di ozono (O₃) di Milano e Lugano.

Qualità dell'aria in Ticino: situazione e tendenze evolutive

1.1 Diossido di zolfo (anidride solforosa)

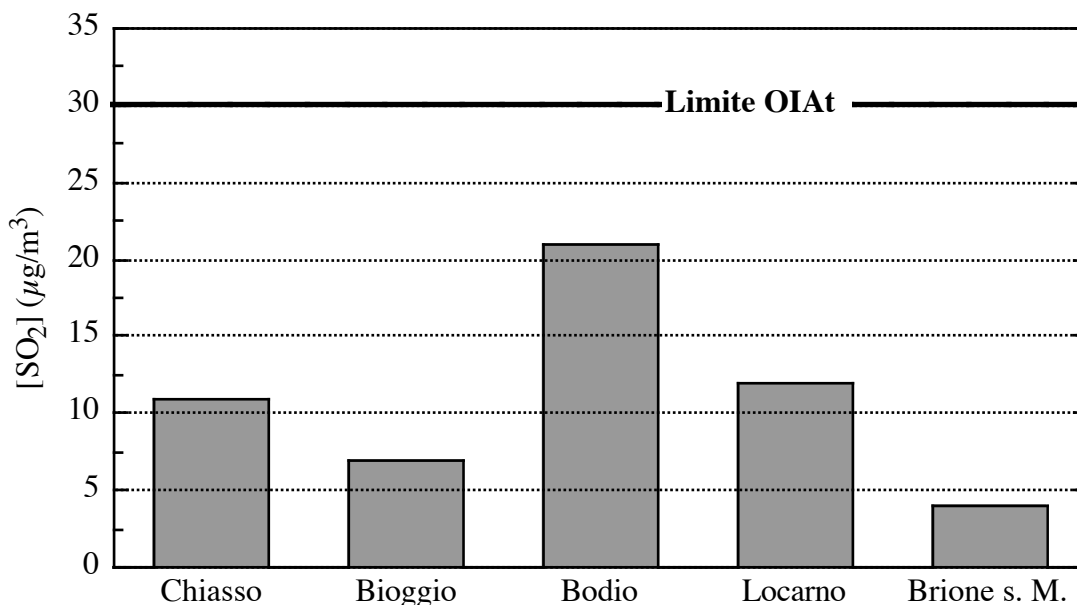


Figura 1: Concentrazioni medie annue di diossido di zolfo nel 1997

Le concentrazioni medie annue di diossido di zolfo (SO₂) registrate durante il 1997 nelle diverse località sono mostrate graficamente nella figura 1. Per il sesto anno consecutivo la media annua di SO₂ è stata su **tutto** il territorio cantonale inferiore al limite di 30 µg/m³ previsto dall'OIA.

Questo risultato è stato raggiunto *progressivamente* nel corso degli anni e rispecchia una *riduzione sistematica* delle rispettive emissioni, che è stata ottenuta grazie alla riduzione del tenore di zolfo nell'olio combustibile e, per il Sottoceneri, anche grazie alla diffusione del gas naturale. Difatti, come si osserva nella figura 2, le concentrazioni di SO₂ nei centri cittadini di Chiasso, Locarno e Lugano sono diminuite pressoché regolarmente e sono rientrate nell'OIA già all'inizio degli anni '90. Anche le misure del 1997 confermano un leggero ma costante miglioramento.

A Lugano dal 1982 al 1997 la media annua è scesa da 62 µg/m³ a 14 µg/m³, cioè di **più di un fattore 4**.

Nella figura 2 sono riportate anche le immissioni rilevate nella regione collinare di Brione s. Minusio². Ciò permette di constatare come lontano dai fondovalle le concentrazioni di diossido di zolfo siano comunque da tempo inferiori ai limiti previsti dall'Ordinanza federale.

² Il valore relativo al 1996 non è stato riportato in quanto la serie di dati, per motivi tecnici, non è risultata completa.

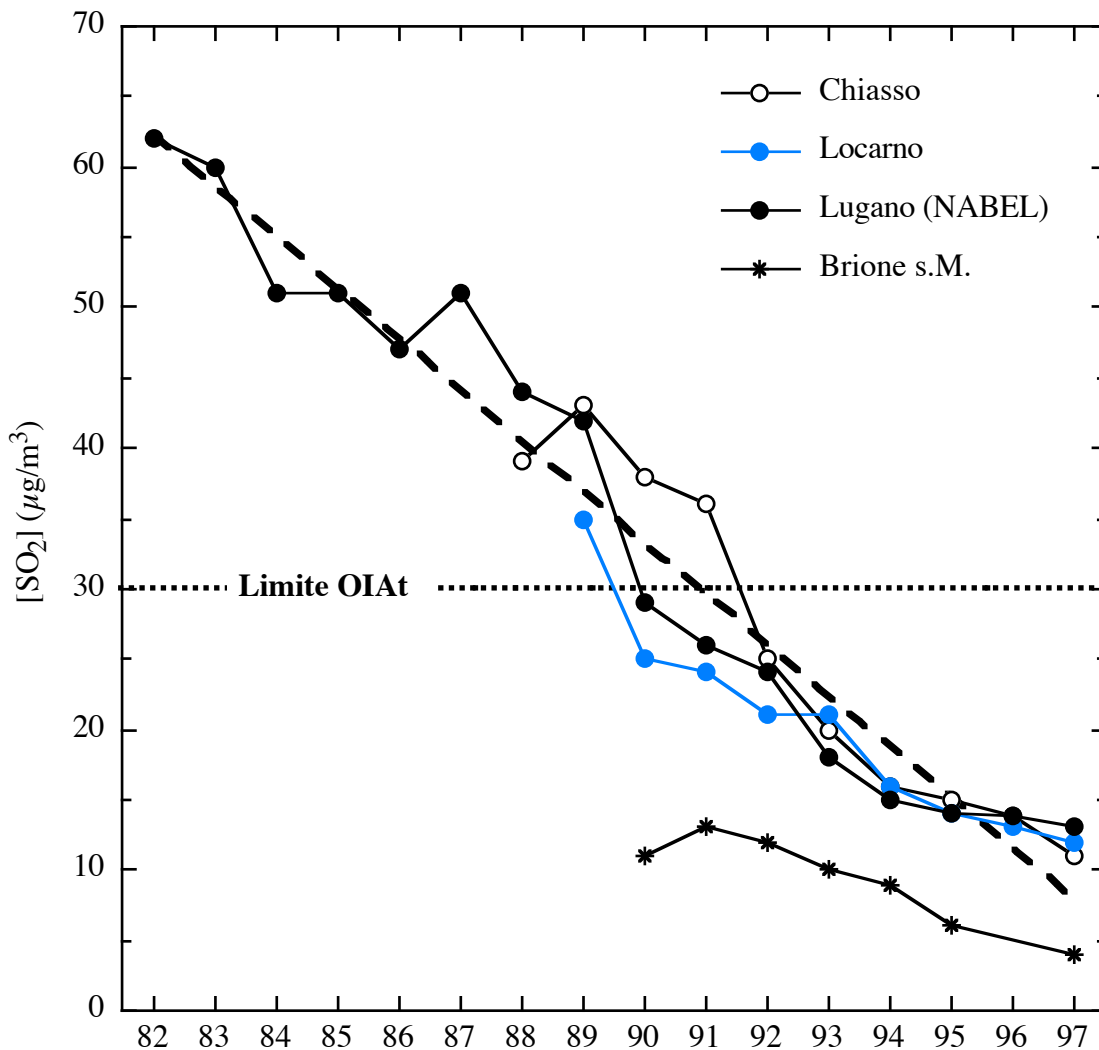


Figura 2: Diossido di zolfo: concentrazioni medie annue a Lugano (stazione NABEL), Chiasso, Locarno e Brione s.M. (stazioni cantonali). La curva tratteggiata serve da guida per gli occhi.

A Bodio, nella Bassa Leventina alla fine degli anni '80 si registravano, come illustrato nella figura 3, delle giornate con immissioni di diossido di zolfo nettamente superiori al limite OIA_t per la media giornaliera (300 e oltre invece di 100 µg/m³). Il rispetto di questo limite è stato raggiunto tramite provvedimenti sia gestionali che di depurazione dei gas di scarico (durante l'ultimo anno) adottati dalla TIMCAL (ex Officine del Gottardo). Nella figura 3 si osserva difatti come a partire dal 1992 non sia più stato superato il limite previsto dall'OIA_t per la concentrazione media giornaliera.

Anche la concentrazione media annua, che già nel 1990 era inferiore al limite OIA_t, è tendenzialmente diminuita. Tuttavia nella Bassa Leventina si registrano le concentrazioni medie annue più elevate del Cantone (v. figura A2.1 dell'allegato 2). Qui le immissioni sono influenzate dall'esercizio degli impianti industriali. Le concentrazioni maggiori sono da mettere in relazione in particolare ai valori dei mesi estivi: mentre nel resto del Cantone durante i mesi caldi le immissioni di diossido di zolfo sono di poco superiori allo zero a Bodio si registrano delle concentrazioni medie mensili appena sotto ai 10 µg/m³; valori comunque leggermente minori rispetto allo stesso periodo del 1996.

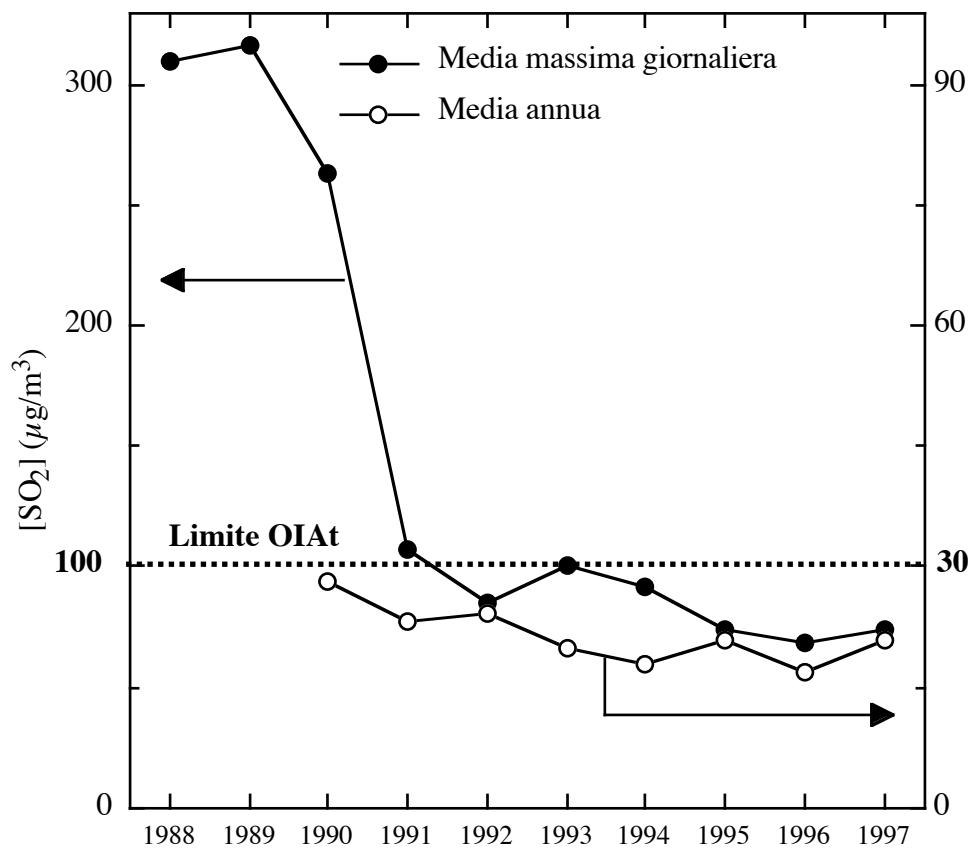


Figura 3: Concentrazioni massime giornaliere (pallini neri e scala di sinistra) e medie annue (pallini bianchi e scala di destra) di diossido di zolfo a Bodio.

1.2 Diossido d'azoto

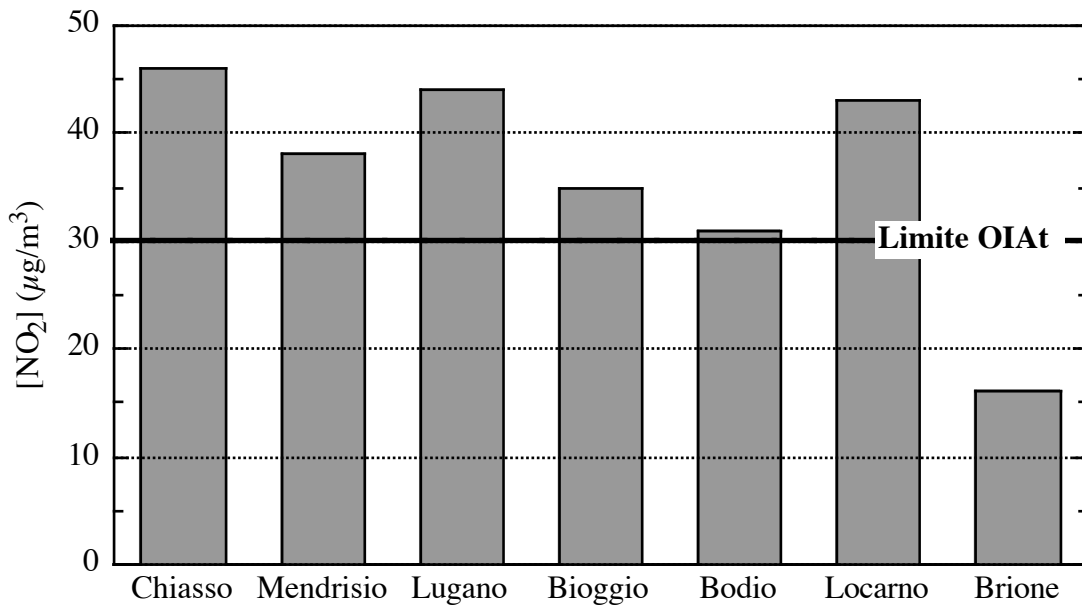


Figura 4: Concentrazioni medie annue di diossido d'azoto nel 1997

Le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO₂) misurate durante il 1997 nelle diverse località sono illustrate graficamente nella figura 4. Si constata come all'interno dei principali agglomerati anche durante quest'anno le immissioni di diossido d'azoto hanno superato chiaramente il limite dell'OIAt (v. riga orizzontale nel grafico). Solo nella zona collinare di Brione s. Minusio le immissioni di diossido d'azoto sono risultate chiaramente inferiori ai limiti di legge (ciò nonostante l'entrata in funzione del camino d'aerazione della galleria Mappo-Moretina nel 1996). Anche a Bodio si supera il limite malgrado che lo scorso anno si era scesi per la prima volta sotto. Sono comunque variazioni che rientrano nel margine di incertezza dovuto ai fattori meteorologici.

L'evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto è illustrata nella figura 5 dove oltre alle medie annue ottenute tramite le stazioni della rete cantonale di Chiasso, Bodio, Brione s.M. e Locarno sono riportate anche quelle ricavate dalla stazione NABEL ubicata a Lugano³. Il grafico mostra come all'inizio degli anni '80 la tendenza fosse negativa.

Il grafico mostra che a Locarno, come a Bodio, le emissioni per il 1997 sono aumentate rispetto all'anno precedente. Tenendo in considerazione le variazioni dovute alle condizioni meteorologiche che creano un certo margine di incertezza sulle misure si può comunque concludere che non vi è stato nessun miglioramento per quanto riguarda le immissioni di ossidi di azoto a Locarno in Piazza Castello.

È interessante osservare come le concentrazioni di diossido d'azoto rilevate all'interno degli agglomerati urbani, dove la fonte principale di questo inquinante è costituita dal traffico motorizzato, siano sempre più simili e i punti che riguardano Lugano, Locarno e Chiasso sono praticamente sovrapposti. In queste località, dopo la tendenza alla diminuzione evidenziata all'inizio degli anni '90, si riscontra ora una certa stagnazione. Da rilevare che a Chiasso si è partiti da valori più elevati, ma in seguito alla diminuzione del traffico dovuta ai provvedimenti di moderazione effettuati nelle immediate vicinanze della

³ Fino a maggio del 1992 era situata in corso Elvezia (coordinate 717.6/96.6), in seguito la stazione è stata spostata in via Madonnetta.

stazione d'analisi e alla crisi congiunturale le immissioni di NO₂ hanno subito un'importante diminuzione.

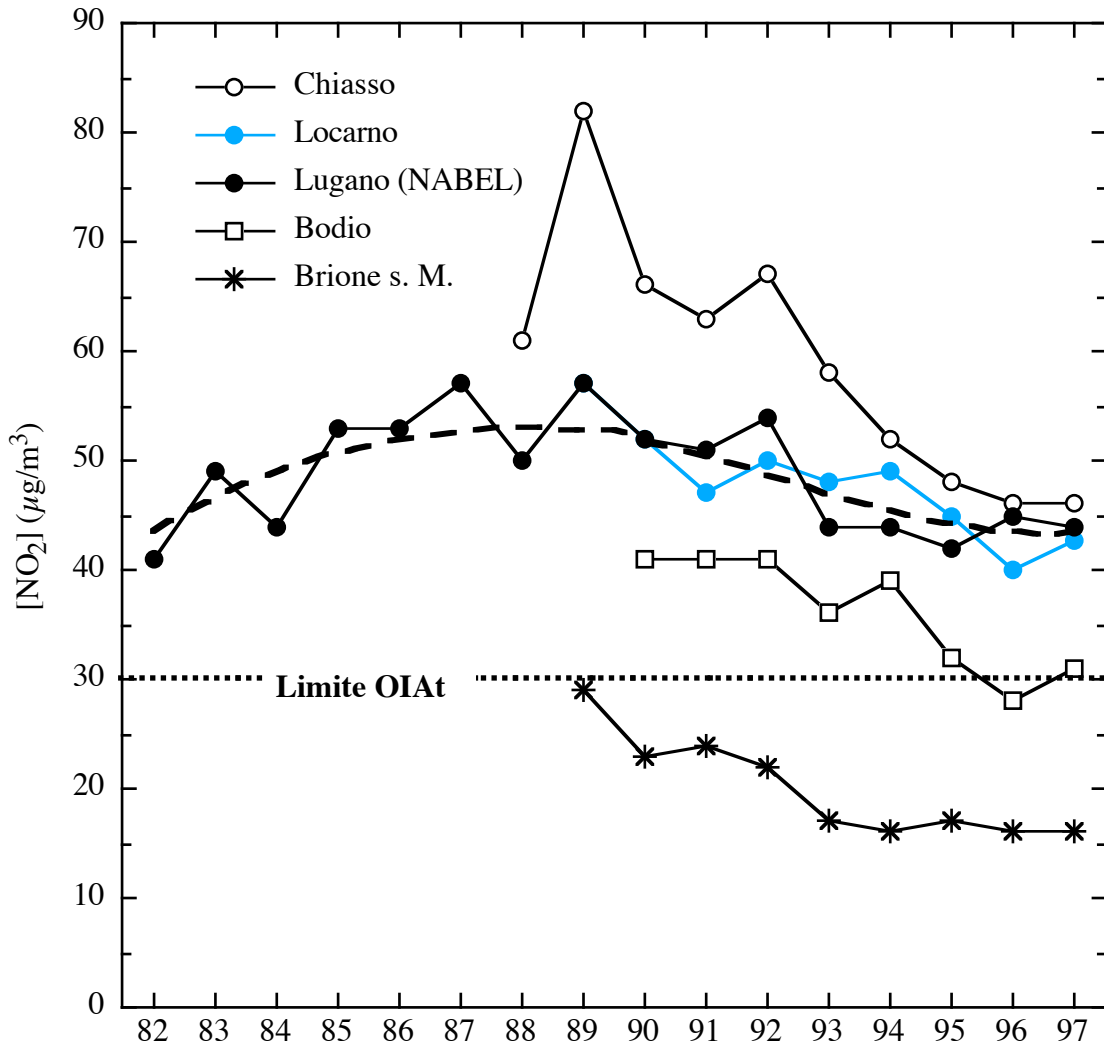


Figura 5: Diossido d'azoto: concentrazione medie annue a Lugano (stazione NABEL), Chiasso, Locarno, Brione s.M. e Bodio (stazioni cantonali). La curva tratteggiata serve da guida per gli occhi.

I risultati delle misure effettuate con i campionatori passivi (v. allegato 3 tabelle A3.1 e A3.5) mostrano che il limite OIAt è chiaramente superato in tutti i principali centri del Cantone e più in generale in prossimità degli assi stradali con elevato volume di traffico. La tendenza evolutiva delle immissioni di NO₂ può essere analizzata distinguendo tra zone con un inquinamento particolarmente elevato (medie annue superiori ai 50 µg/m³), zone mediamente inquinate (medie annue comprese tra 30 e 50 µg/m³) e zone poco inquinate (medie annue inferiori ai 30 µg/m³).

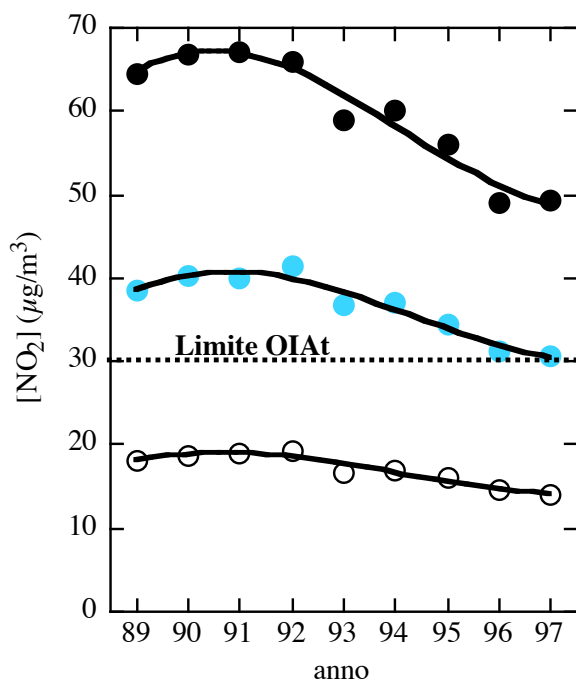


Figura 6:
Evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto. I pallini neri sono stati calcolati mediando i risultati di tutte le zone del Cantone con un tasso alto di inquinamento, quelli grigi mediando quelli delle zone con un tasso medio di inquinamento e quelli bianchi mediando quelli delle zone con un tasso basso di inquinamento.

Per elaborare la figura 6 i risultati di tutte le analisi eseguite con i campionatori passivi in tutto il Cantone sono stati suddivisi nelle tre categorie sopraccitate e per ogni anno sono state calcolate le concentrazioni medie per ognuna di esse. In questa figura si osserva come nei luoghi maggiormente inquinati le immissioni di NO₂ abbiano raggiunto un massimo negli anni 90-91 ed in seguito siano diminuite. Nel 1997 le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto nei luoghi maggiormente inquinati sono paragonabili a quelle dell'anno precedente. Osservando le tabelle dell'allegato 3 si nota come siano in parte confermate le variazioni puntuali riscontrate nel Locarnese dopo l'apertura della Mappo-Moretina. A Gordola presso il centro SSIC le immissioni sono ancora aumentate; verosimilmente a seguito dell'attrattività della galleria in cui sono transitati un numero maggiore di veicoli rispetto al 1996. Durante il 1997 sono invece ulteriormente migliorate le immissioni a Minusio via R. Simen, a Locarno vicino alla funicolare e a Locarno vivaio comunale (via Vallemaggia).

Miglioramenti in singoli punti confermano che anche interventi locali possono essere efficaci per ridurre l'inquinamento. Nelle zone meno inquinate l'inquinamento di fondo rende meno appariscenti eventuali variazioni.

1.3 Ozono

L'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico prevede due limiti per le immissioni di ozono: $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese e $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media oraria.

Durante il 1997, analogamente agli anni precedenti, il limite OIAt per il 98° percentile dei valori semiorari mensili è stato superato da aprile fino a settembre. In alcuni luoghi dei superamenti si verificano anche durante i mesi di marzo e ottobre (v. allegato 2 tabelle A2.13 – A2.20). La figura 7 mostra il 98° percentile mensile massimo, misurato a dipendenza delle località nei mesi di luglio, agosto e settembre. In giugno, invece, a causa della situazione meteorologica si sono misurati dei tassi di ozono più contenuti, anche se spesso sopra il limite. Si è trattato infatti di un mese particolarmente freddo e poco soleggiato. Il soleggiamento è stato inferiore alla media pluriennale del 30% a Locarno-Monti e del 28% a Lugano. Vi sono stati 6-7 giorni completamente privi di sole.

Il limite OIAt è nettamente superato ovunque.

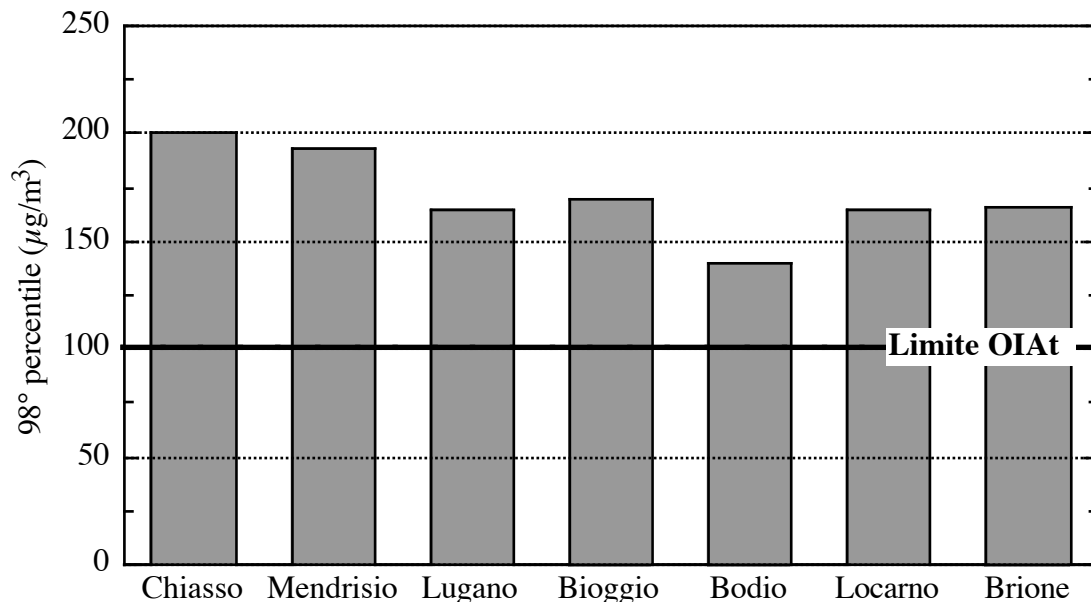


Figura 7: Ozono: 98° percentili mensili massimi.

Nel caso dell'ozono è difficile riconoscere una tendenza evolutiva in quanto le sue immissioni risultano modulate dalle condizioni meteorologiche. L'influsso della meteorologia è evidente se si considera il numero di superamenti del limite per la concentrazione **media oraria** nei diversi anni. Questo parametro, riferito ad un determinato periodo (per esempio un'estate), permette di ottenere un apprezzamento circa la durata delle immissioni eccessive. Nella figura 8 il numero di superamenti del limite orario verificatosi in media durante una giornata da giugno ad agosto nelle località di Brione s. Minusio e Lugano è illustrato per diversi anni a partire dal 1989. Nella stessa figura sono riportate anche le temperature medie estive misurate a Locarno Monti negli stessi anni. Si constata un parallelismo tra la durata delle immissioni eccessive e la temperatura. Quanto descritto sopra per il mese di giugno 1997 è molto ben riscontrabile anche nella figura 8 dove leggiamo un calo delle temperature estive medie e di conseguenza un abbassamento delle concentrazioni di ozono.

La figura 8 permette di osservare che anche durante le estati più “fredde” il limite orario viene superato in media per diverse ore al giorno (almeno 4 ore a Brione s.M. e per più di 2 a Lugano). L’OIAt consente un solo superamento **all’anno**.

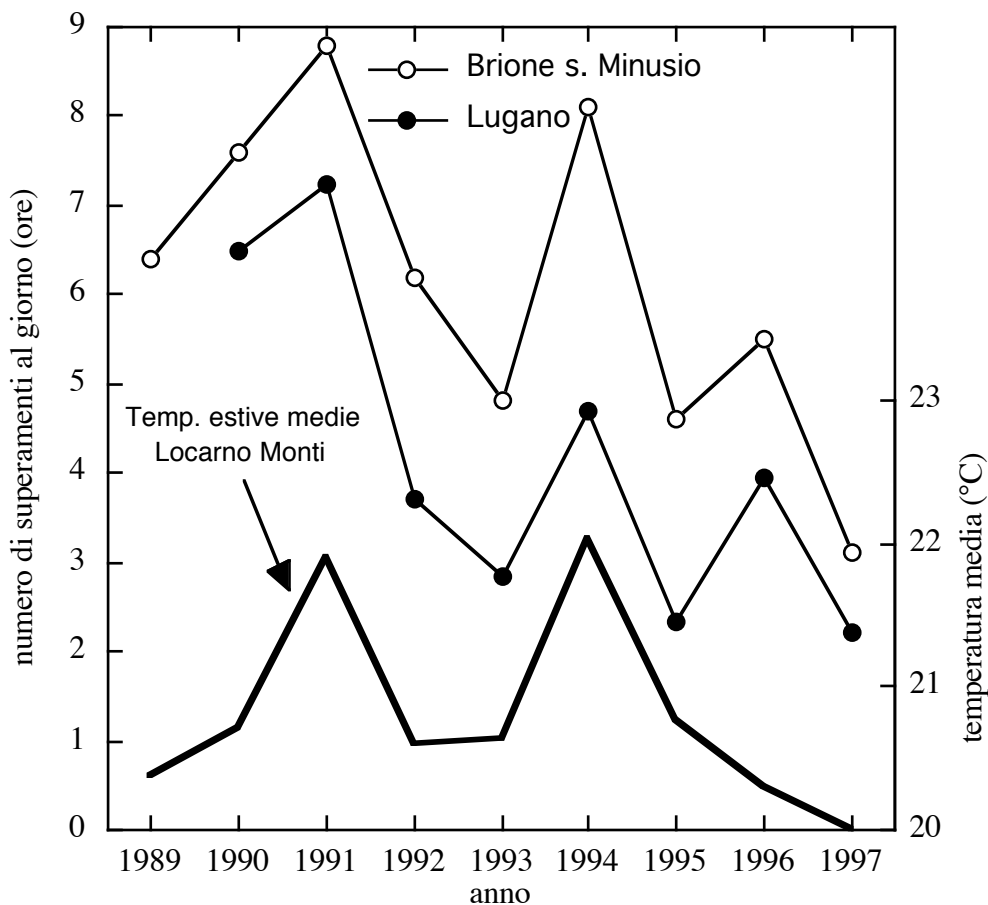


Figura 8: Numero di superamenti del limite orario ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verificatosi in media durante una giornata da giugno ad agosto per diversi anni nelle località di Brione s. Minusio e Lugano. La scala a destra illustra le temperature estive (giugno, luglio e agosto) rilevate a Locarno Monti dall'Istituto svizzero di meteorologia.

Confrontando i dati registrati durante le recenti estati con quelli che hanno caratterizzato le estati degli anni 1989, 1990 e 1991 sembrerebbe che in condizioni di temperatura e di irraggiamento simili la durata delle immissioni eccessive di ozono sia oggi inferiore a quella delle tre estati a cavallo tra gli anni '80 e '90. Questo risultato può essere ritenuto incoraggiante. Difatti esso conferma la tesi, che la riduzione delle emissioni dei precursori dell'ozono con i provvedimenti di natura tecnica (il catalizzatore e i risanamenti di importanti impianti stazionari come i grandi depositi e i distributori di benzina), abbia permesso perlomeno di stabilizzare le immissioni di ozono. Tuttavia questa affermazione non deve portare a sottovalutare la gravità dei superamenti dei limiti. Difatti, com'è evidenziato a titolo d'esempio nella figura 9, dove i 98° percentili mensili delle concentrazioni semiorarie misurate a Brione s. Minusio sono rappresentati a partire dal gennaio 1989, l'intensità delle immissioni di ozono durante i mesi caldi supera chiaramente il limite fissato dall'OIAt.

Per raggiungere il rispetto dei limiti le emissioni dei precursori dell'ozono dovranno essere ulteriormente e massicciamente ridotte a tutti i livelli su scala regionale e interregionale.

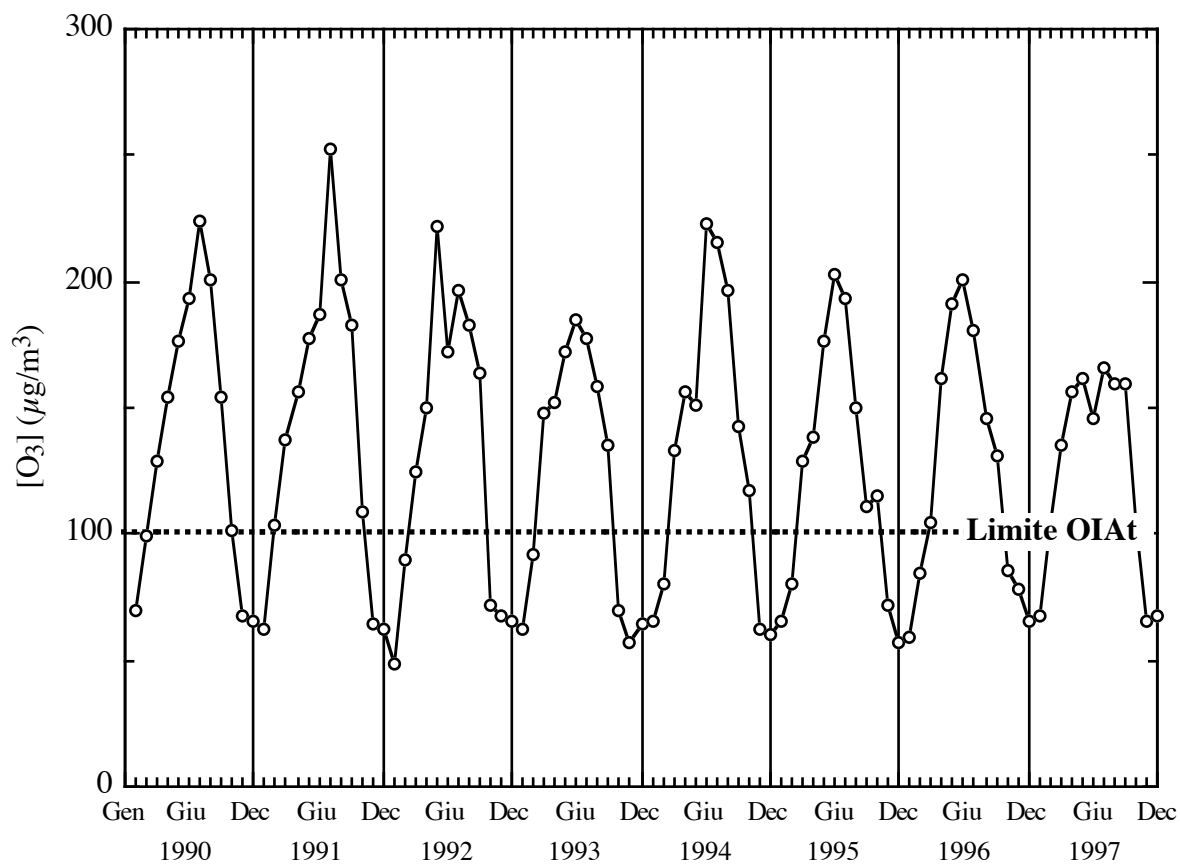


Figura 9: 98° percentili mensili delle concentrazioni (semiorarie) di ozono rilevate a Brione s. Minusio dal 1990.

1.4 Monossido di carbonio

La figura 10 mostra per ogni località la concentrazione massima giornaliera di monossido di carbonio (CO) nel 1997. Grazie alla regolazione dei motori dei veicoli e alla diffusione del catalizzatore le immissioni di CO sono da diversi anni chiaramente inferiori al limite previsto dall'OIAAt.

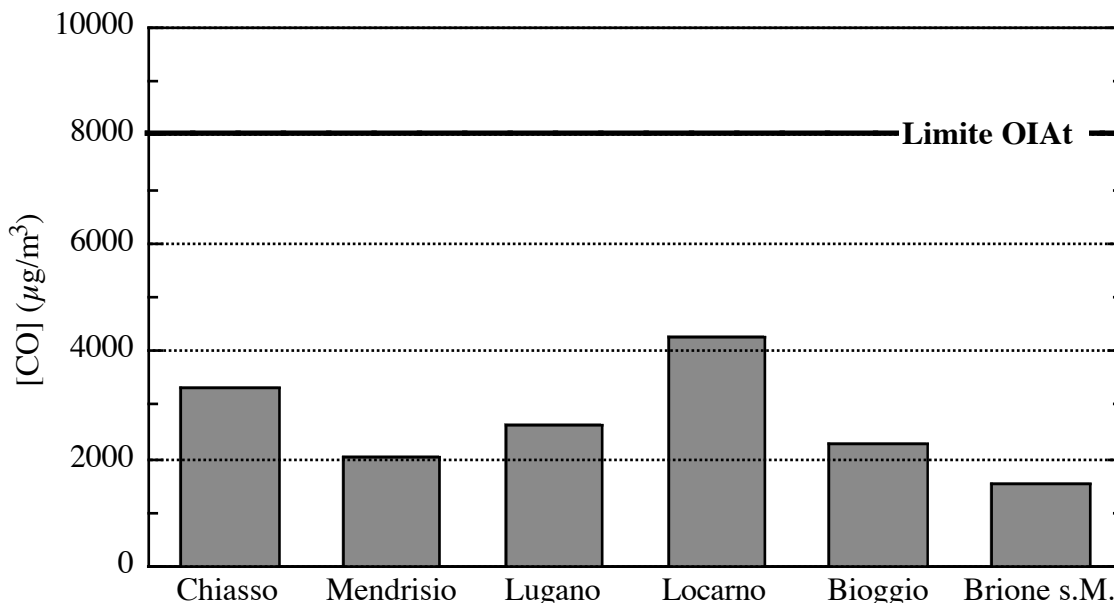


Figura 10: Concentrazioni massime di monossido di carbonio giornaliere (1997).

1.5 Polveri fini

La nuova OIAAt, entrata in vigore lo scorso 1° marzo, prevede dei limiti di immissione per le polveri fini, con diametro inferiore ai 10µm, mentre non ne prevede più per le polveri totali in sospensione. La modifica dell'OIAAt è avvenuta come conseguenza delle recenti scoperte scientifiche a livello nazionale e internazionale che dimostrano gli effetti negativi delle polveri fini sulla salute.

In considerazione dei nuovi limiti di immissione si è provveduto a modificare gli apparecchi di analisi in funzione di questa nuova normativa. I dati presentati di seguito riguardano le concentrazioni di polveri fini PM10. Le misure sono state svolte a Chiasso, Camorino e Bodio.

Nella figura 11 sono illustrati i risultati delle analisi effettuate a Chiasso con due metodi di misura. Uno strumento (FAG) elimina le polveri "grosse" aspirando l'aria (16l/min) attraverso una speciale sonda, fino a raggiungere un filtro dove le concentrazioni istantanee di polveri fini sono determinate dall'assorbimento di raggi α ; mentre l'altro (impattore) seleziona le polveri fini aspirando l'aria con un flusso più contenuto (4l/min) attraverso una serie di piastre con dei fori sempre più piccoli fino a raggiungere un filtro, che viene cambiato settimanalmente e spedito al Politecnico di Zurigo per le analisi gravimetriche. Nonostante i due metodi siano sostanzialmente diversi, i risultati ottenuti per le medie mensili sono molto simili. Fatto che conferma la validità delle misure.

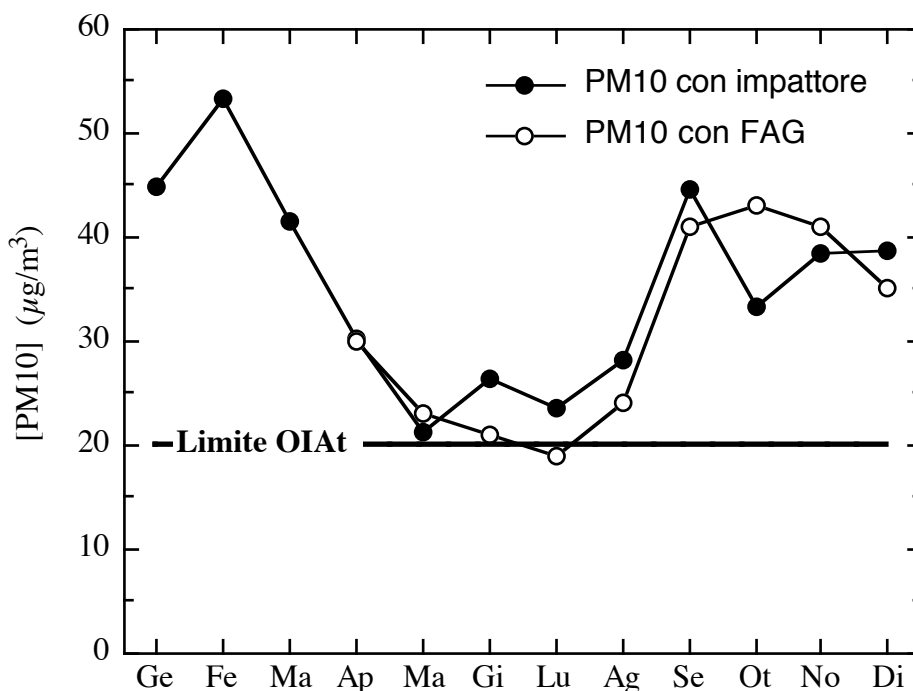


Figura 11: Concentrazioni medie mensili ottenute a Chiasso con due metodi di misura diversi (1997). Le analisi con il metodo “FAG” sono iniziate dal mese di aprile.

La media annuale durante il 1997 è risultata pari a $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Come si può osservare dalla figura 12 durante gli ultimi 4 anni le immissioni medie annue di polveri fini si sono mantenute su valori pressoché uguali compresi tra 32 e $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e pertanto nettamente superiori al nuovo limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dall’OIAt.

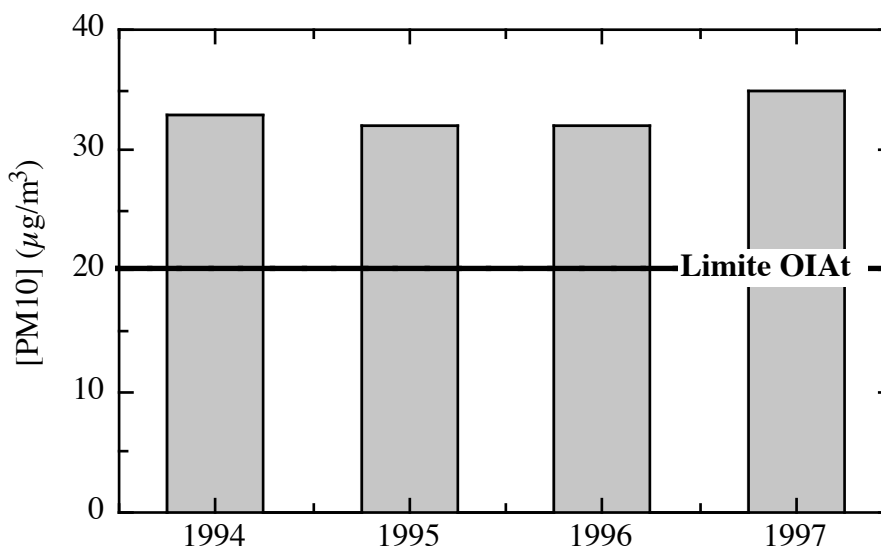


Figura 12: Concentrazione medie annue di polveri fini PM10 misurate a Chiasso a partire dal 1994 (con un impattore). La riga orizzontale indica il limite OIAt per la concentrazione media annua di PM10.

Anche il nuovo limite OIAt per la concentrazione media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato sovente superato: a Chiasso nel solo periodo tra aprile e dicembre ciò è accaduto per 42 volte e la massima concentrazione giornaliera è risultata di $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anche a Bodio e Camorino sono state misurate le polveri fini PM10. In queste due ultime località sono stati utilizzati dei campionatori a alto flusso (Digitel), che eliminano le polveri “grosse” aspirando l’aria con flusso elevato (500 l/min) attraverso una speciale sonda. Le polveri fini si depositano infine su un filtro che viene sostituito giornalmente. Le concentrazioni di PM10 vengono in seguito determinate gravimetricamente dal laboratorio della Sezione. A titolo di paragone nella figura 13 le concentrazioni mensili rilevate a Chiasso sono riportate insieme a quelle di Bodio e Camorino. Si osserva che gli andamenti delle concentrazioni nei tre luoghi sono molto simili. È interessante constatare come le concentrazioni di polveri fini risultino su tutto l’arco annuale piuttosto elevate. Anche nelle due località del Sopraceneri il limite dell’OIAI per la concentrazione media annua è nettamente superato. A Camorino, dove la serie di dati è completa, la media annua è risultata di 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e il limite per la media giornaliera è stato superato durante 42 giorni.

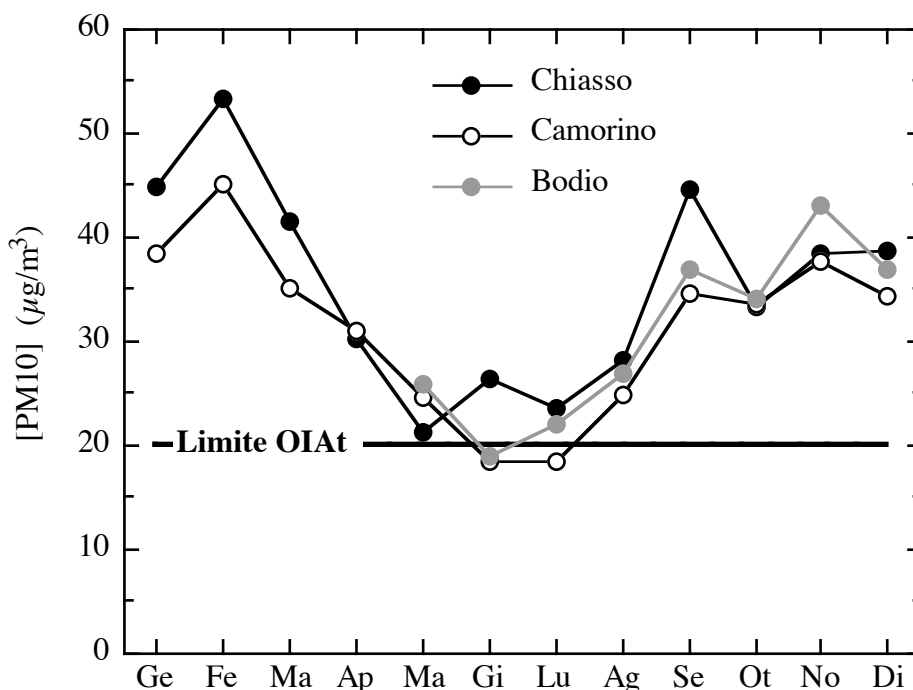


Figura 13: Concentrazioni medie mensili misurate a Bodio e a Camorino (con Digitel). Per paragone sono riportati i risultati di Chiasso (delle misure con impattore).

Le concentrazioni di polveri fini PM10 vengono anche misurate dalle stazioni della rete nazionale NABEL ubicate a Lugano e Magadino, dove nel 1997 le concentrazioni medie annue sono state di 37 e rispettivamente 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I risultati di queste misure sono illustrati assieme a quelli della rete cantonale nella figura 14. Si osserva che in Ticino sul fondovalle le immissioni di polveri fini sono elevate un po’ ovunque. È da rilevare il valore elevato misurato nel Piano di Magadino dove le concentrazioni di inquinanti primari gassosi sono invece basse a causa dell’assenza di fonti di emissioni vicine. In questo senso le polveri fini manifestano anche un carattere simile a quello degli inquinanti secondari, le cui concentrazioni sono elevate anche lontano dalle fonti di emissione.

Una situazione analoga a quella descritta per il Ticino si registra anche nel resto della Svizzera. In generale si constata che negli agglomerati urbani con forte traffico il limite OIAI per la media annua di PM10 è superato del 150 fino al 200%: 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella città

di Zurigo, $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel centro di Berna e $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Härkingen dove le autostrade A1 e A2 si incrociano. Soltanto nelle località elevate le immissioni medie annue scendono al di sotto del limite. Sul Rigi ad esempio la concentrazione media annua durante il 1997 è stata di $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

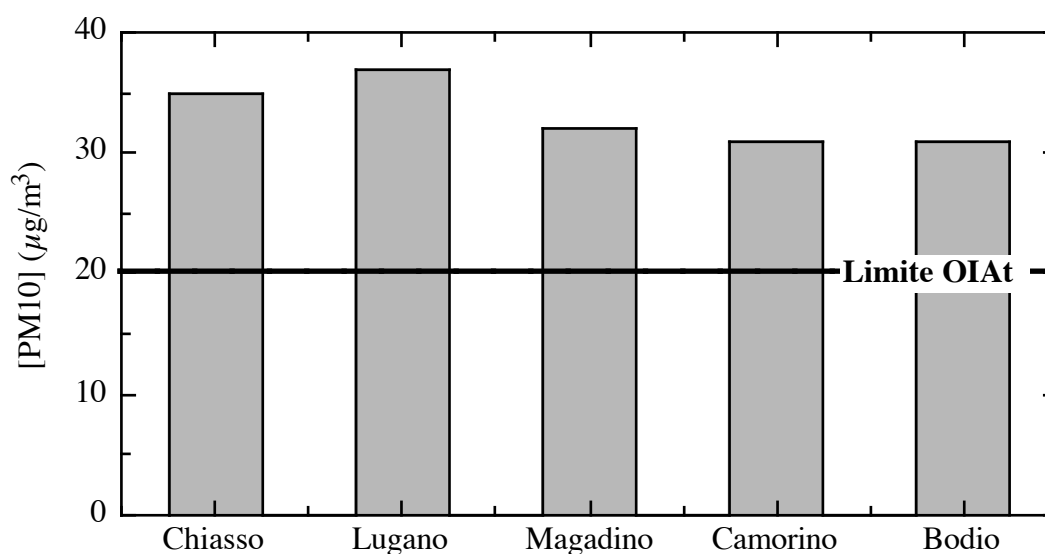


Figura 14: Concentrazioni medie annue misurate durante il 1997 in diverse località del Cantone. La serie di misure di Bodio non è completa.

In relazione agli effetti sulla salute del particolato oltre alla dimensione, che determina fin dove può arrivare nell'apparato respiratorio (naso, trachea, bronchi, alveoli), un aspetto importante è quello della sua composizione per la presenza di sostanze tossiche. Dato che essa può anche fornire degli indizi sulle fonti responsabili delle immissioni di polveri fini, si eseguono delle misure in tal senso.

A. Fuliggine nelle polveri fini

Le particelle di fuliggine si producono quasi esclusivamente durante processi di combustione incompleti. A causa delle loro piccole dimensioni (inferiori ai $2.5 \mu\text{m}$) esse possono restare sospese nell'atmosfera durante più giornate. In Svizzera una fonte importante è quella dei motori Diesel, che ne emettono circa 800 t all'anno.

In considerazione dell'importanza del traffico autostradale pesante per le emissioni di fuliggine a Camorino a ca. 50 km dell'autostrada A2 sono state eseguite delle analisi preliminari. La concentrazione media di fuliggine (EC: "elemental carbon"⁴) rilevata durante una ventina di giorni tra il dicembre del 1996 e il marzo del 1997 è stata di $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Concentrazioni analoghe sono state registrate in altre regioni della Svizzera in prossimità delle fonti d'emissione⁵.

Dalle misure eseguite a Camorino è stato possibile ricavare la frazione di fuliggine (EC) presente nelle polveri fini. I valori ottenuti durante i quattro mesi di misura sono illustrati nella figura 15. Nonostante il numero limitato di misure, si può riconoscere che la fuliggine è responsabile di circa il 10% della massa di polveri fini.

⁴ Per EC si intende il carbonio presente nelle polveri sotto forma di elemento, cioè non legato in molecole di sostanze organiche

⁵ "Russmessungen in der Aussenluft, Methodik und Resultate", Umwelt-Materialien Nr. 80, BUWAL

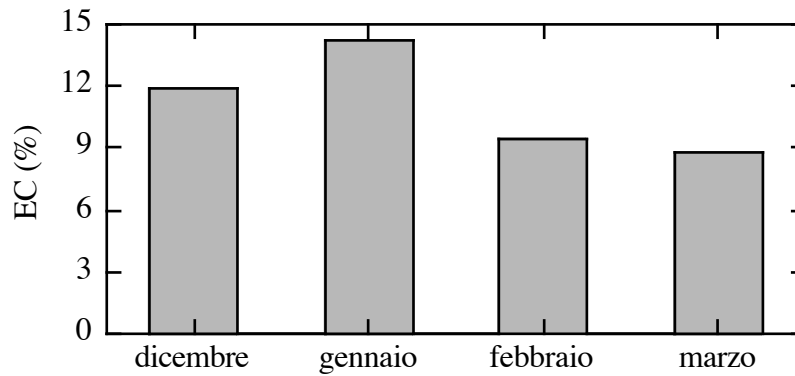


Figura 15: Frazione di fuliggine (EC) presente nelle polveri fini PM10 (misure eseguite a Camorino dal dicembre 1996 al marzo 1997).

B. Idrocarburi policiclici aromatici (PAH) presenti sulla superficie delle polveri

Gli idrocarburi policiclici aromatici (PAH) sono prodotti durante i processi di combustione (caldaie e motori) e sono in genere sostanze tossiche. Queste sostanze si trovano spesso adsorbite sulle superfici delle particelle di fuliggine presenti soprattutto nei gas di scarico dei motori diesel. I risultati delle analisi effettuate presso la stazione d'analisi di Chiasso sono illustrati nella figura 16, dove si osserva un chiaro andamento stagionale con le concentrazioni di PAH più elevate durante i mesi freddi. L'andamento è tuttavia diverso da quello che si constata per le polveri fini (v. figura 1), in particolare durante i periodi freddi la percentuale di PAH rispetto alla massa di PM10 appare circa due volte più elevata che in quelli caldi.

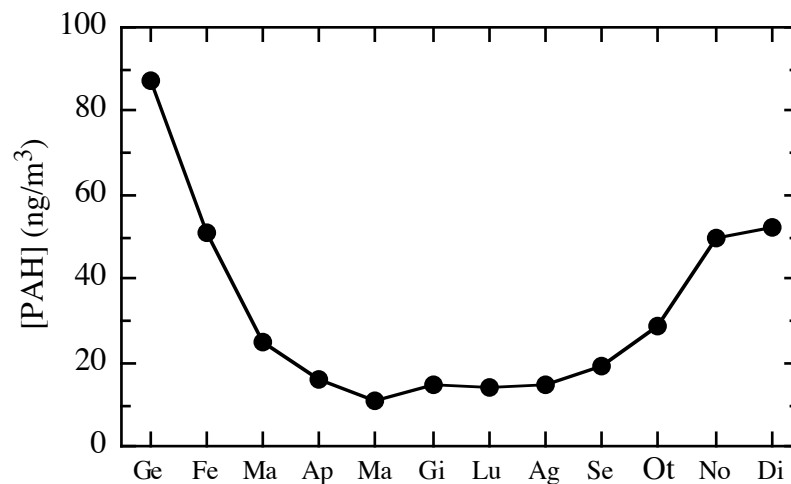


Figura 16: Concentrazioni medie mensili di idrocarburi policiclici aromatici (PAH) rilevati a Chiasso.

Durante il 1997 la concentrazione media annuale di PAH è risultata di $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corrispondente ad una concentrazione benzo(a)pirene di circa $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il benzo(a)pirene è un idrocarburo policiclico aromatico cancerogeno per il quale in Germania è stato proposto come limite d'immissione una concentrazione media annua pari a $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

C. Metalli pesanti presenti nelle polveri fini

Ad eccezione di alcuni composti chimici contenenti metalli pesanti e del mercurio, che è molto volatile, i metalli pesanti presenti nell'atmosfera si trovano generalmente legati nei granelli di polvere in sospensione. Elevate concentrazioni di metalli pesanti rappresentano un fattore di rischio per le persone e per l'ambiente. Difatti alcuni di essi sono tossici e altri, come ad esempio il cadmio, sono cancerogeni. Inoltre i metalli pesanti, tramite processi minerali e biologici, vengono accumulati nell'ambiente e attraverso la catena alimentare vengono assorbiti dal nostro organismo arrecando danni sia acuti che cronici.

Un tempo il piombo (Pb) veniva emesso principalmente dai veicoli a motore. A partire dagli anni '70 con la riduzione del contenuto di piombo nelle benzine super e normale le emissioni di questo metallo pesante sono iniziate a diminuire. Più tardi (1985) con l'introduzione della benzina senza piombo si è verificata un'ulteriore importante riduzione del carico ambientale dovuto al piombo. Oggigiorno, a livello svizzero, le emissioni di piombo sono circa un decimo di quelle che caratterizzavano l'inizio degli anni '70.

Le concentrazioni di piombo rilevate durante l'anno a Bodio e Camorino sono illustrate nella figura 17(a). Il limite fissato dall'OIA (0.5 µg/m³ per la media annua) è ampiamente rispettato. Nella figura si osserva inoltre che le concentrazioni sono nei mesi invernali più alte che in quelli estivi.

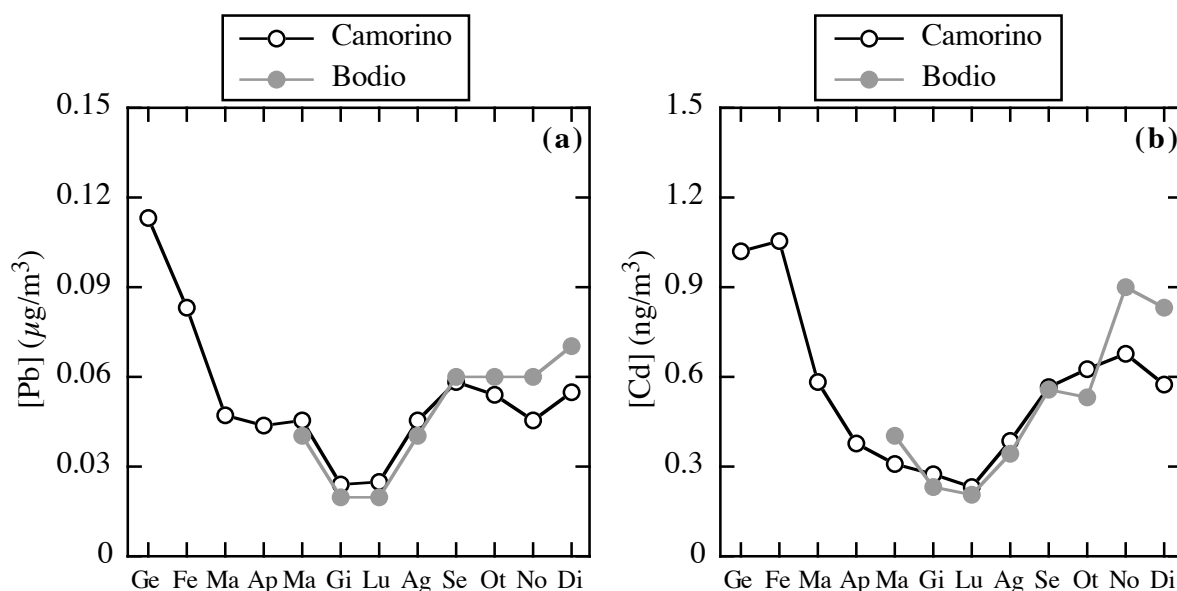


Figura 17: Concentrazioni medie mensili di piombo (a) e cadmio (b) presenti nelle polveri fini di Camorino e Bodio. I limiti fissati dall'OIA sono 0.5 µg/m³ per il piombo 1.5 ng/m³ per il cadmio.

Anche le immissioni di cadmio (Cd), emesso principalmente dalle industrie metallurgiche e dalla combustione del carbone, sono chiaramente inferiori al limite stabilito dall'OIA (1.5 ng/m³ per la media annua). Nella figura 17(b) si osserva che, come per il piombo, le concentrazioni di cadmio sono maggiori nei mesi invernali.

1.6 Composti organici volatili

Nonostante l'OIA non preveda alcun limite d'immissione per i composti organici volatili (VOC) è importante misurare le loro immissioni. Difatti i VOC non sono soltanto rilevanti in relazione alla formazione dell'ozono, ma alcuni di essi sono intrinsecamente tossici

(cancerogeni). I composti organici volatili sono stati misurati a Locarno per il quinto anno, a Mendrisio per il quarto anno e a Bioggio per il primo anno. I risultati sono riassunti nella tabella 1, dove la concentrazione di composti organici volatili non metanici è espressa come carbonio totale.

anno località	VOC media annua (ppm C)						
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Bioggio	-	-	-	-	-	-	0.59*
Locarno	0.52*	0.49*	0.53*	0.31*	0.27	0.26*	0.46*
Mendrisio	-	0.37	0.20*	0.26*	0.27*	0.19*	0.28*

Tabella 1: Composti organici volatili; *: misura non completa.

Risulta difficile commentare l'evoluzione delle immissioni di composti organici volatili in quanto, a causa della delicatezza degli strumenti impiegati per questo tipo di misura, non è sempre possibile garantire delle serie di dati complete come spiegato nell'allegato 2. Essi sono però sufficienti per una valutazione complessiva. Dalla tabella appare che le concentrazioni di VOC siano in leggero regresso. Un fatto che sarebbe da attribuire ai provvedimenti di natura tecnica già adottati quali il catalizzatore e l'installazione dei sistemi per il recupero dei vapori di benzina presso i grandi depositi e i distributori di carburante.

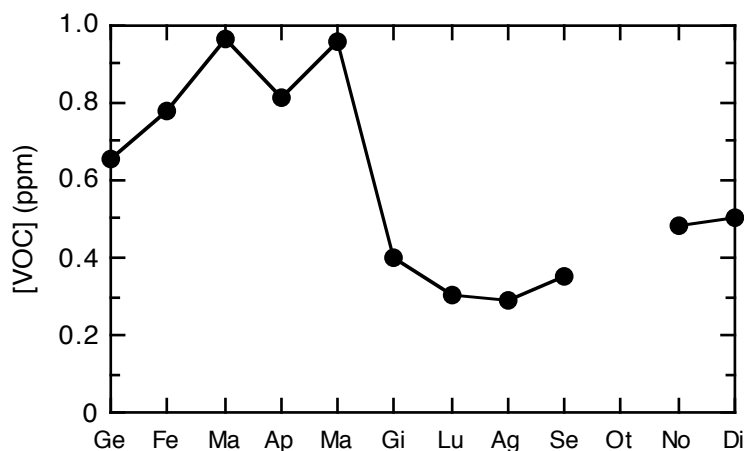


Figura 18: Concentrazioni medie mensili di VOC rilevate a Bioggio durante il 1997.

A Bioggio le misure sono state iniziate per documentare gli effetti sulla qualità dell'aria indotti dal risanamento di un'importante azienda, che si trova nelle immediate vicinanze della stazione d'analisi. Le medie mensili rilevate durante il 1997 sono riportate nella figura 18. Durante la seconda metà dell'anno, quando è stato terminato il risanamento (settembre 1997), le concentrazioni di VOC appaiono più basse. Tuttavia, a causa del breve periodo di misura e degli influssi della meteorologia sulle immissioni, non è possibile stabilire se ciò sia effettivamente da ricondurre all'avvenuto risanamento.

Nel Luganese nell'ambito dell'esame d'impatto ambientale per la galleria Vedeggio-Cassarate i composti organici volatili sono stati rilevati mediante un metodo di prelievo passivo in tre punti: nella valle del Vedeggio a Cadempino (coordinate 715.6/98.7),

nella valle del Cassarate a Canobbio (coordinate 718.2/98.8) e in collina a Comano (coordinate 717.0/99.0) dove sono previsti i portali e il camino di aerazione della galleria.

Le analisi⁶ dei prelievi effettuati sull'arco di due settimane hanno consentito di determinare le concentrazioni di 35 diversi composti appartenenti alle classi dei composti aromatici, degli alcani, dei monoterpeni e degli idrocarburi clorati. Le concentrazioni medie annue di composti organici volatili suddivisi secondo queste classi sono illustrate per i tre punti di misura nella figura 19.

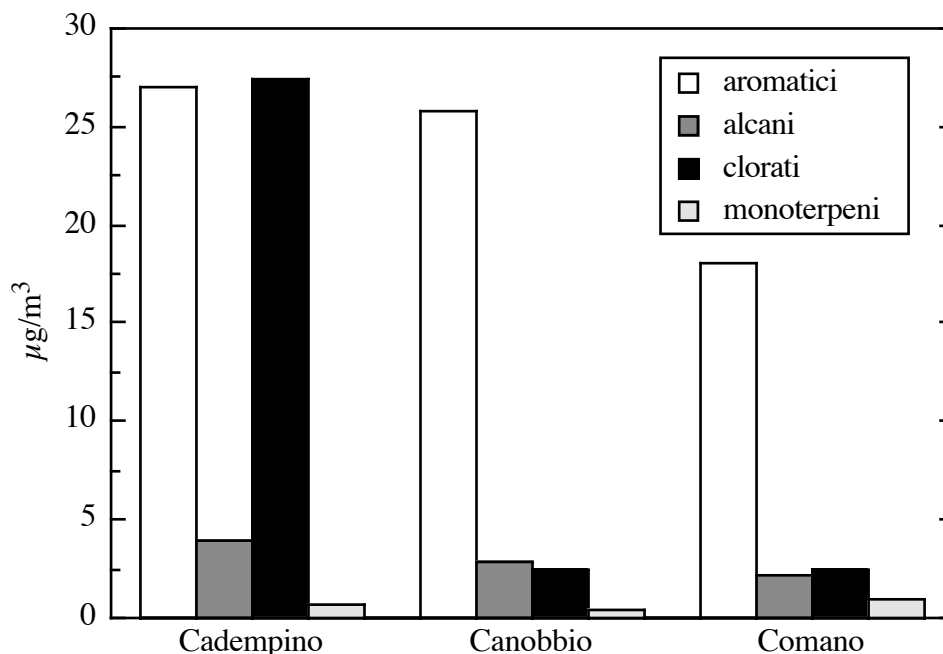


Figura 19: Composti organici volatili concentrazioni medie annue (1997) per classi di sostanze.

In generale si osserva come sulla collina di Comano le concentrazioni siano più contenute rispetto a quelle rilevate in prossimità del fondovalle a Canobbio e a Cadempino. La frazione più importante delle sostanze organiche presenti nell'aria è costituita dai composti aromatici. A Canobbio e Comano essi sono responsabili del 82% rispettivamente del 76% delle immissioni di VOC. A Cadempino la concentrazione di composti aromatici è leggermente più elevata di quella rilevata a Canobbio. Tuttavia a Cadempino, a causa di un'elevata concentrazione di composti clorati che, nelle altre località sono pressoché assenti, i composti aromatici sono responsabili soltanto del 46% delle immissioni di VOC.

Benzolo, toluolo e xilolo sono risultati nei tre punti di rilevamento responsabili di circa il 74% dei composti aromatici misurati. Le concentrazioni di queste sostanze sono illustrate nella figura 20, 21 e 22 per i periodi freddi (autunno e inverno) e caldi (primavera e estate). Si constata che in tutte e tre le località le immissioni sono più elevate durante le stagioni fredde. Particolarmente importanti per gli effetti sulla salute sono le immissioni di benzolo, che l'OIA classifica tra le sostanze cancerogene. Per queste sostanze non esiste una soglia al di sotto della quale diventano inoffensive. Pertanto vale il principio di contenere nella maggior misura possibile le loro emissioni e immissioni. Le medie annue

⁶ Le analisi sono state eseguite mediante gas cromatografo e spettrometro di massa dalla ditta Carbotech di Basilea

rilevate nei tre punti (Cadempino: $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Canobbio: $2.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Comano: $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) si situano attorno al valore limite fissato dalla Germania ($2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

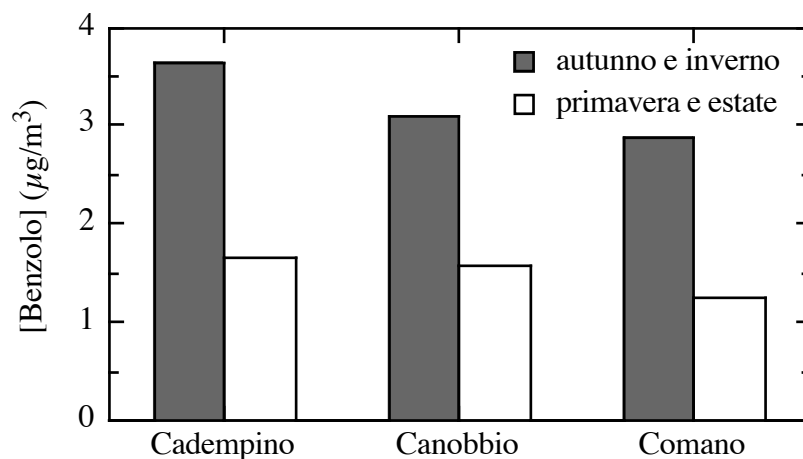


Figura 20: Concentrazione di benzolo a dipendenza delle stagioni (fredde e calde).

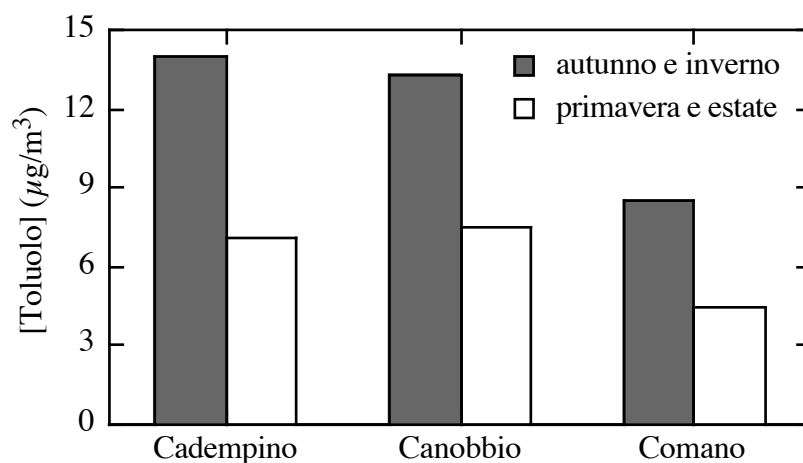


Figura 21: Concentrazione di toluolo a dipendenza delle stagioni (fredde e calde).

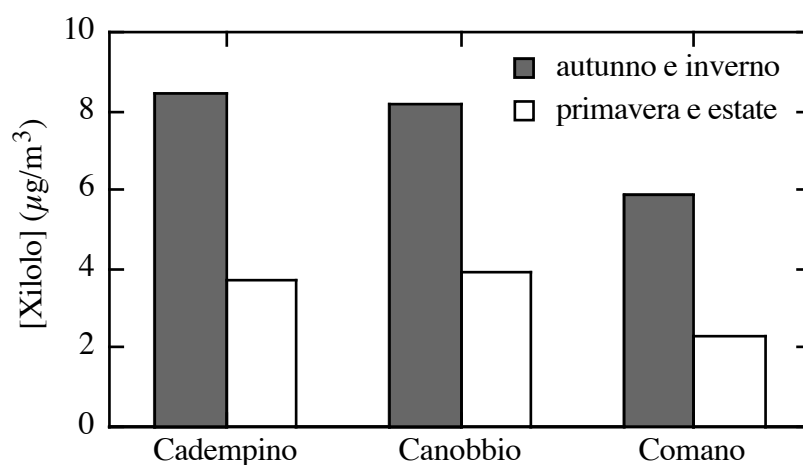


Figura 22: Concentrazione di xilolo a dipendenza delle stagioni (fredde e calde).

Considerato come le fonti d'inquinamento possano emettere in quantitativi diversi i singoli composti organici, il rapporto tra le concentrazioni di toluolo e quelle di benzolo consente di ottenere delle indicazioni circa le fonti responsabili delle immissioni rilevate nelle tre località.

I veicoli a motore emettono composti aromatici sia per evaporazione della benzina presente nei serbatoi che per combustione. Le emissioni per evaporazione riflettono la composizione della benzina e contengono circa 3 volte più toluolo che benzolo. Le emissioni che si producono all'interno del motore dipendono dalla presenza o meno del catalizzatore, che degrada maggiormente il toluolo rispetto al benzolo. Più precisamente nel tubo di scappamento di un veicolo con catalizzatore il rapporto tra le concentrazioni di toluolo e quelle di benzolo è di ca. 1.5, mentre in quello di un veicolo senza catalizzatore è di ca. 2. Allo stato attuale, considerato che il 73% dei veicoli in circolazione è dotato di catalizzatore, si stima che nelle emissioni complessive dei veicoli a motore il rapporto tra le concentrazioni di toluolo e quelle di benzolo sia di circa 2.3.

Nella figura 23 il rapporto delle concentrazioni di toluolo e benzolo è illustrato per i tre punti di misura. In particolare a Cadempino e a Comano il valore corrispondente ai veicoli a motore è chiaramente superato sull'arco di tutto l'anno ad eccezione delle settimane di fine ed inizio anno. Questa situazione indica che nella regione del Basso Vedeggio e del Cassarate a Nord della Città di Lugano una fonte importante di composti organici volatili è rappresentata dalle attività artigianali e industriali.

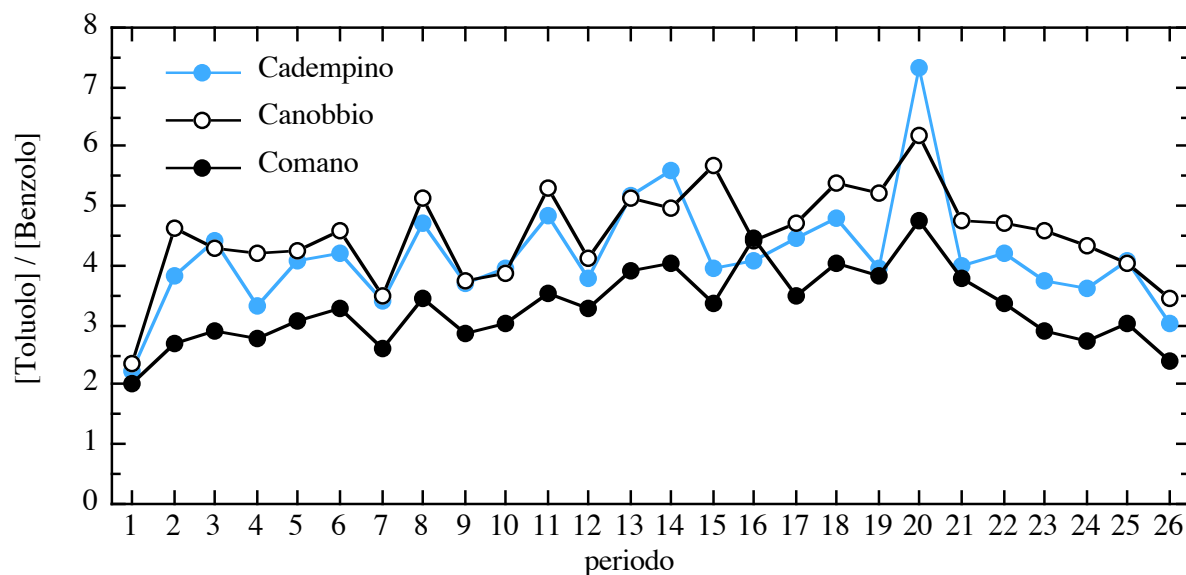


Figura 23: Rapporto delle concentrazioni di toluolo e di benzolo durante i 26 periodi (2 settimane) di misura.

Come già constatato, nel punto di misura situato a Cadempino sono state misurate delle concentrazioni anomale di composti clorati. Nella misura del 93% queste concentrazioni sono da attribuire a due sole sostanze: il tricloroetilene e il tetracloroetilene (percloroetilene). Come si può osservare nella figura 24 le concentrazioni di queste due sostanze sono molto elevate sia nei periodi freddi sia in quelli caldi. Soltanto durante le due settimane di rilevamento che coincidono con le vacanze natalizie, le concentrazioni sono scese a valori normali e più precisamente a $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il tricloroetilene e a $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il tetracloroetilene. Sulla base del catasto cantonale delle industrie è stato possibile risalire all'azienda responsabile delle emissioni di queste sostanze. Nel 1997

l'azienda, attiva nel settore della minuteria meccanica, ha consumato 5.4 kg di tetracloroetilene e 10.8 kg di tricloroetilene per lo sgrassaggio dei piccoli pezzi. Di questi quantitativi circa i due terzi sono stati espulsi nell'atmosfera. I consumi e con essi le emissioni di solventi clorati diminuiranno al termine dei lavori di risanamento con l'installazione, da parte dell'azienda interessata, di una macchina per il lavaggio a ciclo chiuso.

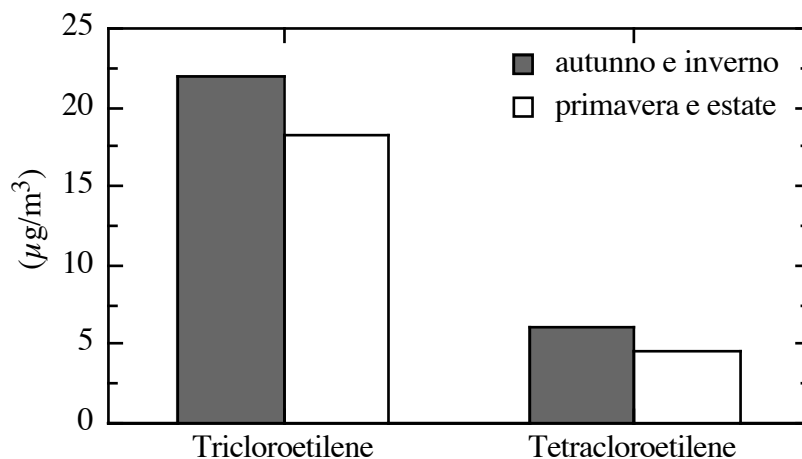


Figura 24: Concentrazione di tricloroetilene e di tetracloroetilene (percloroetilene) rilevate a Cadempino a dipendenza delle stagioni (fredde e calde).

PARTE SECONDA

Qualità dell'aria nelle Province di Milano e di Lodi

Giancarlo Tebaldi e Mauro Valentini

U.O. FISICA e T.A. del P.M.I.P. - ASL Città di Milano, Via F. Juvara 22 - 20129 Milano

2.1 Premessa

In questa relazione viene presentato lo stato della qualità dell'aria nel territorio delle Province di Milano e di Lodi, calcolato per il 1997/98 secondo la vigente normativa.

Dal confronto con i limiti stabiliti si ricava che sono rispettati gli standard di riferimento per diossido di zolfo (SO₂) e Polveri Totali Sospese (PTS), non è stato superato il limite sanitario di accettabilità delle concentrazioni di diossido d'azoto (NO₂), mentre sono stati superati i limiti sanitari di accettabilità delle concentrazioni di monossido di carbonio (CO) e di ozono (O₃).

In ottemperanza alla normativa vigente, DPR 203/88 e DPCM del 31/03/83, la Provincia di Milano ha informato della situazione la Regione Lombardia per avviare il piano di risanamento della qualità dell'aria, con particolare attenzione per il problema del superamento degli standard di qualità dell'aria per l'O₃.

Il problema O₃ è comune a tutte le grandi città e dovrà essere affrontato con un organico piano di risanamento che riduca le emissioni degli inquinanti primari provenienti dal traffico e dal comparto industriale, così come d'altronde già indicato nella delibera n° V/64263 del 21/02/95 della Regione Lombardia, che indica le linee generali del piano di risanamento aria.

Dall'analisi delle tabelle e delle figure allegate si ha però la conferma che, almeno nei mesi invernali, in cui l'O₃ non supera i limiti sanitari, negli ultimi 10 anni la qualità dell'aria di Milano è andata parzialmente migliorando in seguito alla diminuzione delle concentrazioni di SO₂, PTS, NO_x e CO, anche se si deve segnalare che nell'ultimo inverno si è evidenziata, per la prima volta dopo anni, un'inversione di tendenza nel trend dell'SO₂, con un aumento delle concentrazioni non attribuibile ad un maggior rigore del clima invernale ma, probabilmente, all'autorizzazione ai cosiddetti contratti di calore che, con l'utilizzo di olio combustibile, possono portare ad un aumento delle concentrazioni di SO₂.

La riduzione delle PTS è favorita dall'uso di combustibili più puliti o meno ricchi di particelle carboniose, e dalla chiusura di grossi impianti industriali; per contro questa situazione può portare all'emissione in atmosfera di particelle inalabili molto fini, di diametro inferiore ai 10 µm (PM10), dannose alla salute; per tale ragione la Provincia di Milano ha avviato la misura del PM10 con 6 stazioni in continuo installate nel 1° semestre del 1997, e 7 nuovi campionatori sequenziali, da installare nel 2° semestre.

Alla diminuzione delle emissioni di NO_x e di CO sta invece contribuendo il rinnovo del parco autoveicolare, con auto catalizzate, e l'adozione del provvedimento del "Bollino Blu".

2.2 Introduzione

La rete di stazioni fisse per il rilevamento della Qualità dell'Aria, al 31 Marzo 1998 disponeva, sul territorio delle Province di Milano e di Lodi, di 47 monitor per l' SO_2 , 52 monitor per gli NO_x , 18 monitor per le PTS e 6 campionatori PM_{10} automatici per l'analisi in continuo della frazione respirabile, 17 monitor per l' O_3 , 30 monitor per il CO, 1 monitor per gli Idrocarburi non Metanici (NMHC), 1 monitor per il PerossiAcetilNitrato (PAN).

Per l'analisi del campo meteorologico la Rete di Rilevamento dispone inoltre di 15 sensori per la Temperatura dell'Aria (TA), 10 sensori per l'Umidità Relativa (UR), 17 anemometri per la Direzione del Vento (DV) e per la Velocità del Vento (VV), 9 pluviometri per la Pioggia (PIOG), 7 Solarimetri per la Radiazione Solare (RAS), 5 Radiometri per la Radiazione Netta (RAN) e 6 Barometri per la Pressione Atmosferica (PA).

Altri apparati per la ricezione delle immagini dal Satellite METEOSAT e delle mappe meteorologiche dal Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia dell'Aeronautica (CNMCA) sono presenti presso il Centro Operativo Provinciale (COP).

2.3 Cenni sul comportamento di alcuni inquinanti monitorati in continuo

Tutti i principali processi legati alla presenza degli inquinanti in atmosfera sono legati alle variabili meteorologiche, in modo più o meno diretto, come, ad esempio, il **trasporto**, che è legato al campo dei venti, o la **diffusione** degli inquinanti che è dominata dal fenomeno della turbolenza, e che può avere origine meccanica (ed essere quindi legata al campo dei venti) o convettiva (e quindi legata ai fenomeni termici e radiativi nei primi strati di atmosfera).

I processi legati alla **rimozione** degli inquinanti dall'atmosfera sono molteplici, e di natura sia fisica che chimica; il principale processo fisico connesso alla situazione meteorologica è forse il passaggio in soluzione acquosa, che può avvenire in fase di formazione delle nubi, o all'interno delle nebbie.

Un'altra importante classe di processi sono quelli fotolitici, estremamente sensibili all'intensità della radiazione solare ed alla sua composizione spettrale (nuovamente riconducibili a stagione, ora e copertura del cielo) ed alla temperatura dell'aria.

Per non incorrere in valutazioni, a volte notevolmente errate, è indispensabile tenere conto di come la micrometeorologia locale possa indurre differenze anche notevoli tra stazioni vicine o simili: ad esempio, l'essere all'interno od all'esterno di un banco nebbioso induce notevoli differenze sui rapporti tra inquinanti primari e secondari, come possono essere ad esempio NO ed NO_2 ; oppure, l'interazione del campo delle brezze con l'isola di calore urbana può indurre sensibili differenze nei livelli delle concentrazioni dello stesso inquinante in stazioni simili ma localizzate in zone differenti della stessa area urbana.

Per questi motivi nelle giornate invernali, caratterizzate da calme di vento e da elevate emissioni di NO, si ha la maggiore concentrazione di NO_x e la minore concentrazione di O_3 , in quanto quasi tutto l' O_3 troposferico viene consumato nella produzione di NO_2 .

Nella stagione calda l'azione della luce solare innesca reazioni che favoriscono la trasformazione dell'NO in NO₂, con produzione fotochimica di O₃, la quale è correlata con la temperatura e l'intensità della radiazione solare.

A causa di questi fenomeni, mentre il CO e l'NO hanno il massimo nelle ore di punta del traffico, l'NO₂ tende ad avere dei picchi nel primo pomeriggio d'inverno ed alla sera d'estate, mentre l'O₃, ovviamente, ha un andamento correlato al trend della radiazione solare, con i massimi nel tardo pomeriggio.

2.4 L'inquinamento dell'aria di Milano al 31/03/98

Un confronto con altre città europee, relativo all'anno 1996, mostrava che l'inquinamento atmosferico di Milano è relativamente contenuto per quanto riguarda l'SO₂, le PTS ed anche l'O₃, nonostante l'aumento rispetto al 1993, mentre è ancora tra i più elevati per quanto riguarda l'NO₂ ed il CO, nonostante la diminuzione in atto.

Questo discorso, per SO₂, PTS, CO ed NO_x, vale certamente anche per il 1997/98, poiché le condizioni meteorologiche, favorevoli alla dispersione atmosferica, hanno portato ad un ulteriore miglioramento della qualità dell'aria per quanto riguarda gli inquinanti tipici invernali, mentre per l'O₃, la maggior reattività fotochimica dell'atmosfera, causata da un tempo primaverile ed autunnale particolarmente soleggiato, ha portato ad un ulteriore incremento delle concentrazioni.

Infatti, mentre sia l'SO₂, le PTS ed il CO hanno raggiunto il livello minimo dall'inizio delle osservazioni, e l'NO e l'NO₂, pur restando molto al di sopra dei minimi del 1985/86 tendono a diminuire tornando sui livelli degli anni '80, l'O₃ è in fase di crescita ed ha raggiunto il livello più alto mai registrato dall'inizio delle osservazioni.

2.5 Gli standard di qualità dell'aria

Nelle tabelle sono mostrati, per il periodo Aprile-Marzo, gli andamenti medi annuali dei seguenti parametri ambientali: SO₂, PTS, NO₂, NO_x, CO ed O₃, rispettivamente media del Comune di Milano e media Territorio Provinciale e RAS, UR, VV, TA e pioggia (RR).

Nelle figure sono riportati i trend annuali delle concentrazioni di PTS, SO₂, O₃, CO NO, NO₂ e NO_x, misurati nell'area urbana di Milano e nel territorio delle Province di Milano e di Lodi.

Dall'analisi delle tabelle e dei grafici e dai dati di qualità dell'aria, si può affermare che, per l'NO₂, nonostante il 98° percentile delle concentrazioni orarie di diossido di azoto sia stato rispettato in tutte le stazioni della rete della Provincia di Milano, il valore di 200 µg/m³ continua ad essere superato in gran parte del territorio posto sotto controllo, con la sola eccezione di alcune località del Lodigiano.

Anzi, in molte stazioni, pur restando molto al di sotto del numero di ore registrate nella prima metà degli anni '90, si è totalizzato un numero di ore di superamento maggiore di quello del 1996, come a Monza, dove le ore di superamento sono 108, contro le 53 del 1996, ed a Juvara, 111 ore contro le 64 del 1996.

Il CO tende ancora a superare i limiti di legge, in particolare quelli sulle 8 ore, specie nelle aree maggiormente urbanizzate e, come per l'NO₂, pur restando generalmente al di sotto del numero di ore di superamento registrate nella prima metà degli anni '90, nel

1997 in alcune località il numero di ore di superamento è cresciuto rispetto al 1996, come a Cormano, dove le ore di superamento sono state 12, contro le 5 del 1996, ed a Zavattari, 8 ore contro 1 sola del 1996.

Si può comunque constatare che nel 1997 in nessuna stazione è stato superato il limite massimo orario di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per l' O_3 , nonostante nella stagione estiva emerga la tendenza ad un aumento dei massimi orari, con superamenti sempre più frequenti delle soglie di legge, fino a superare il livello di allarme nel 1995 e nel 1996, nel 1997, a causa del clima estivo più mite nei mesi tradizionalmente più caldi, il limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non è stato superato nelle stazioni di Juvara, Verziere e S. Giuliano e non è stato mai raggiunto il livello di allarme.

L' O_3 tuttavia, con una media del semestre estivo di $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, registra in Provincia un aumento del 5% rispetto ai $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dello scorso anno, mentre in Città, con $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pur restando pressoché costante rispetto ai $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del 1996, ha raggiunto il valore più elevato dal 1982.

STANDARD DI QUALITÀ DELL'ARIA secondo il D.P.C.M. 28/03/83		
Inquinante	Parametro statistico	Limite
SO₂	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO₂	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O₃	Concentrazione media oraria da non raggiungere più di una volta al mese	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO	Concentrazione media di 8 ore	10 mg/m^3
CO	Concentrazione media di 1 ora	40 mg/m^3
PTS	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PTS	95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pb	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

VALORI LIMITE PER LE CONCENTRAZIONI (D.P.R. n.203 del 24/05/88)

Inquinante	Periodo di riferimento	Limite di concentrazione
SO₂	1° Aprile - 31 Marzo	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno: 80 µg/m³
SO₂	1° Aprile - 31 Marzo	98° %centile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno: 250 µg/m³
SO₂	1° Ottobre - 31 Marzo	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate durante l'inverno: 130 µg/m³
NO₂	1° Gennaio - 31 Dic.	98° %centile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate nell' arco di 1 anno: 200 µg/m³

**GESTIONE DEGLI EPISODI ACUTI DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO
(D.R.G. 3/08/94 e D.M. 25/11/94)****Soglie per l'SO₂**

Livello di attenzione (Superamento congiunto a quello per le PTS)	(media di 24 ore)	125 µg/m³
Livello di allarme (Superamento congiunto a quello per le PTS)	(media di 24 ore)	250 µg/m³

Soglie per le PTS

Livello di attenzione (Superamento congiunto a quello per l'SO ₂)	(media di 24 ore)	90 µg/m³
Livello di allarme (Superamento congiunto a quello per l'SO ₂)	(media di 24 ore)	180 µg/m³

Soglie per l'NO₂

Livello di attenzione (livello riferito a un periodo di monitoraggio di 24 ore)	(media di 1 ora)	200 µg/m³
Livello di allarme (livello riferito a un periodo di monitoraggio di 24 ore)	(media di 1 ora)	400 µg/m³

Soglie per il CO

Livello di attenzione (livello riferito a un periodo di monitoraggio di 24 ore)	(media di 1 ora)	15 mg/m³
Livello di attenzione (livello riferito a un periodo di monitoraggio di 24 ore)	(media di 8 ore)	10 mg/m³
Livello di allarme (livello riferito a un periodo di monitoraggio di 24 ore)	(media di 1 ora)	30 mg/m³

Soglie per l'O₃

Livello di attenzione (livello riferito a un periodo di monitoraggio di 24 ore)	(media di 1 ora)	180 µg/m³
Livello di allarme (livello riferito a un periodo di monitoraggio di 24 ore)	(media di 1 ora)	360 µg/m³

VALORI LIMITE PER LE CONCENTRAZIONI (D.P.C.M. del 28/03/83)	
Concentrazione di NMHC	Condizioni di validità
concentrazione media di 3 ore consecutive in un periodo del giorno da specificarsi secondo le zone a cura delle autorità regionali: 200 µg/m³	da adottarsi soltanto in zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard di qualità dell'aria per l'ozono.

LIVELLI PER LA CONCENTRAZIONE DI OZONO NELL'ARIA (D.M. del 16/05/96)	
• Livello per protezione della salute: (media mobile trascinata di 8 ore)	110 µg/m³
• Livello per protezione della vegetazione: (media di 1 ora) (media di 24 ore)	200 µg/m³ 65 µg/m³
• Livello di attenzione o di informazione alla popolazione: (media di 1 ora)	180 µg/m³
• Livello di allarme: (media di 1 ora)	360 µg/m³
(livelli riferiti a un periodo di monitoraggio di 24 ore)	

2.6 I provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico

Lo sviluppo delle conoscenze sull'inquinamento atmosferico nelle aree urbane ha messo in luce delle problematiche nuove che hanno implicato un adeguamento della normativa, DPR 203/88 e DPCM del 31/03/83, che è stata così integrata, per gli episodi acuti, dal DPR del 10 gennaio 1992, dal DM del 12 novembre 1992, aggiornati dal DM del 15 aprile 1994 e dal DM del 25 novembre 1994 e, per quanto riguarda l'ozono, dal DM del 16 maggio 1996.

Di conseguenza anche i provvedimenti presi a Milano per combattere l'inquinamento atmosferico sono variati in funzione del susseguirsi delle varie disposizioni legislative, sia nazionali che locali, rese necessarie dalla gravità e persistenza delle situazioni di accumulo degli inquinanti negli anni '70, quando venivano trasmessi fonogrammi ai sindaci ed alle USSL ogni qual volta venivano superati dei prefissati limiti orari delle concentrazioni di SO₂.

In seguito al deterioramento della qualità dell'aria per l'aumento del traffico e quindi delle concentrazioni di NO₂ e di CO, la Regione Lombardia ha emanato dei propri decreti, ad iniziare dal DGR del 27 novembre 1990, emendato dall'ultimo DGR del 3 agosto 1994.

Le misure antinquinamento adottate hanno quindi riguardato quasi sempre il traffico autoveicolare:

- 1989: ultima settimana di gennaio e prima settimana di febbraio, consigli di limitare l'uso delle autovetture.
- 1990: domenica 21 gennaio blocco totale del traffico privato dalle ore 10 alle ore 18 a Milano e nei comuni della prima cintura.
Nel mese di dicembre targhe alterne dalle 7:30 alle 18:00 di venerdì 21 e dalle 10:00 alle 18:00 di sabato 22 e domenica 23 a Milano ed in alcuni comuni limitrofi.
- 1991: dal 25 al 29 gennaio targhe alterne in tutta la zona omogenea di Milano e limitazioni sul riscaldamento.
Dal 23 al 28 febbraio targhe alterne dalle 06:00 alle 24:00 e limitazioni al riscaldamento .
Dal 17 al 22 dicembre targhe alterne nella zona omogenea di Milano.
- 1992: sabato 1° febbraio blocco totale del traffico dalle ore 00:00 alle ore 12:00 per superamento livello di allarme per il CO.
- 1993: lunedì 11 gennaio blocco totale del traffico dalle ore 10:00 alle ore 17:00 per superamento del livello di allarme per l'NO₂ e del livello di attenzione per il CO.
Da venerdì 5 febbraio a lunedì 8 febbraio blocco totale del traffico dalle ore 10:00 alle ore 18:00.
- 1994: nessun provvedimento restrittivo, solo comunicati stampa per il raggiungimento di 30 stati di attenzione per l'NO₂, di 2 per il CO, di cui 1 sulle 8 ore e di 5 stati di attenzione per l'O₃.
- 1995: nessun provvedimento restrittivo, solo comunicati stampa per il raggiungimento di 15 stati di attenzione per l'NO₂, di 1 per il CO e di 49 stati di attenzione per l'O₃, di cui 1 di allarme.
- 1996: nessun provvedimento restrittivo, solo comunicati stampa per il raggiungimento di 8 stati di attenzione per l'NO₂, di 1 per il CO e di 49 stati di attenzione per l'O₃.
- 1997: nessun provvedimento restrittivo, solo comunicati stampa per il raggiungimento di 14 stati di attenzione per l'NO₂, di 2 per il CO e di 75 stati di attenzione per l'O₃.
- 1998: nessun provvedimento restrittivo fino al 31 marzo 1998, solo comunicati stampa per il raggiungimento di 6 stati di attenzione per l'NO₂ e, nel mese di marzo, di 2 stati di attenzione per l'O₃.

2.7 Conclusioni

In questi ultimi anni la qualità dell'aria di Milano è andata parzialmente migliorando in seguito alla diminuzione delle concentrazioni di SO₂, PTS, NO_x e CO.

Alla diminuzione dell'SO₂ hanno contribuito i provvedimenti legislativi e le ordinanze municipali che hanno imposto il cambiamento dei combustibili impiegati per le attività produttive e favorito l'uso del metano per il riscaldamento degli ambienti di vita e di lavoro.

Per quanto riguarda l'O₃, la cui produzione è favorita da alte temperature, intensa radiazione solare e moderata ventilazione, si rileva che questo inquinante presenta una tendenza all'aumento dal 1993, ed è noto che la sua concentrazione è favorita dalla

presenza di basse concentrazioni di SO₂, CO ed NO_x; tuttavia non si riesce ancora a spiegare l'andamento delle ultime estati, conseguenza di una modificata reattività fotochimica dell'atmosfera, per cui le concentrazioni di O₃ risultano superiori a quelle degli anni precedenti anche a parità di condizioni meteorologiche.

Infine segnaliamo che la mancanza di provvedimenti restrittivi negli ultimi tre anni non deve far ritenere stabile e definitivo il miglioramento in atto per gli NO_x ed il CO, come avvenuto per l'SO₂, poiché questo miglioramento è stato ottenuto anche grazie ad una favorevole congiuntura meteo-climatica, che per contro ha portato ad un aumento delle concentrazioni di O₃.

Bibliografia essenziale

* Seinfeld J. H. : 1986 - Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution, John Wiley & Son, USA.

* Lavecchia C. e Gianelle V. : 1993 - Misura delle concentrazioni di fondo in area rurale nella Provincia di Milano - Il giornale degli igienisti industriali - vol. 18 n. 3, Settembre 1993.

* Tebaldi G. : 1994 - L'esperienza decennale della rete di monitoraggio ambientale della provincia di Milano - Workshop multidisciplinare sull'inquinamento atmosferico da ozono - Milano, Facoltà di Agraria 28 Gennaio 1994.

* Lavecchia C., Parrella L., Radrizzani Fabio e Tebaldi G. : 1994 - Traffico e inquinamento dell'Aria: Un'indagine lungo la S.S. 11 Padana Superiore - Trasporti in Lombardia, Anno VII n. 5/1994.

* Tebaldi G. e Valentini M. : 1995 - Valutazione della qualità dell'aria secondo le norme vigenti - Studi per la valutazione della qualità dell'aria nella Provincia di Milano - Aggiornamento al 31 Marzo 1995 - Provincia di Milano - Ottobre 1995.

* Angelino E., Bedogni M., Bravetti E., Lanzani G., Lavecchia C., Musitelli a. e Valentini M.: 1997 - Inquinamento da Ozono: aree di Milano, Varese, Como e Bergamo. - Studi monografici sulla qualità dell'aria - Provincia di Milano - Gennaio 1997.

* Tebaldi G., Valentini M. e Angelino E.: 1997 - Valutazione della qualità dell'aria secondo le norme vigenti - Qualità dell'aria 1997 - Aggiornamento al 31 Marzo 1997 - Provincia di Milano - Ottobre 1997.

* Hager W.: 1997 - Qualità dell'aria in alcune città e regioni d'Europa: confronto tra i dati relativi al periodo 1992-1996 - Qualità dell'aria 1997 - Aggiornamento al 31 Marzo 1997 - Provincia di Milano - Ottobre 1997.

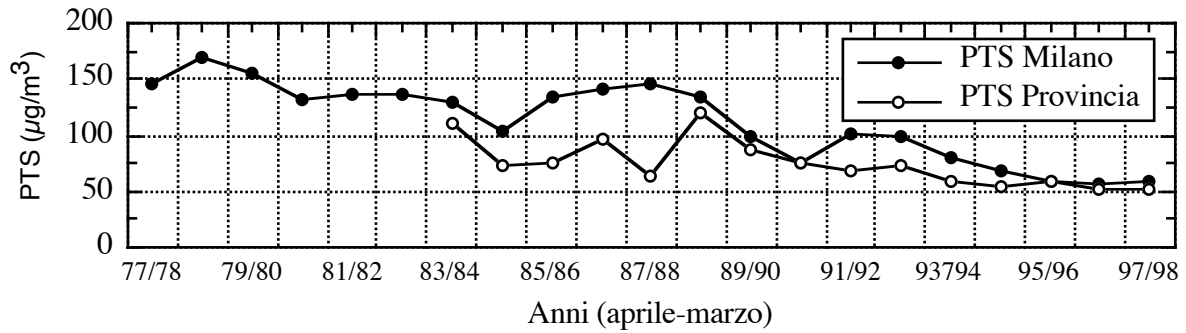
Periodo	SO ₂ M	SO ₂ P	PTS M	PTS P	NO M	NO ₂ M	NO _x M
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
67/68	212						
68/69							
69/70							
70/71							
71/72							
72/73	339						
73/74	322						
74/75	256	244					
75/76	256	238					
76/77	224	187					
77/78	217	140	147				
78/79	225	157	169				
79/80	217	140	155				
80/81	194	110	132		122	86	208
81/82	184	101	137		105	80	185
82/83	136	64	136		79	55	134
83/84	123	61	129	110	96	77	173
84/85	111	62	104	72	75	64	139
85/86	91	44	133	75	62	49	112
86/87	101	44	142	97	110	92	202
87/88	64	32	147	63	99	93	192
88/89	82	38	133	120	153	97	250
89/90	65	29	100	87	189	118	307
90/91	47	21	76	75	190	117	307
91/92	52	22	101	69	166	107	273
92/93	36	16	98	72	171	115	286
93/94	29	12	79	59	138	95	233
94/95	24	11	68	55	124	90	214
95/96	20	11	58	60	101	82	183
96/97	15	8	57	52	95	82	177
97/98	14	7	59	52	82	77	159

Concentrazioni medie annue di inquinanti per i periodi da aprile a marzo a partire dal 1967 nel Comune di Milano (M) e nelle province di Milano e Lodi (P)

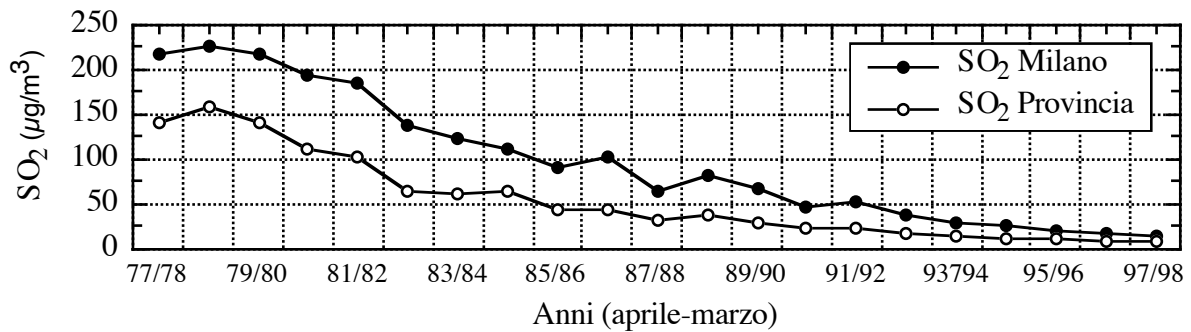
Periodo	NO P $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO ₂ P $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO _x P $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CO M mg/m^3	CO P mg/m^3	O ₃ M $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O ₃ P $\mu\text{g}/\text{m}^3$	R Sol W/m^2	UR %	VV m/s	TT °C	RR mm
67/68											13.0	775
68/69											12.5	962
69/70											13.3	830
70/71											13.1	773
71/72											14.0	992
72/73											12.7	1020
73/74											14.3	885
74/75											13.7	739
75/76											13.8	1111
76/77											13.8	1571
77/78											13.1	1141
78/79											13.0	1216
79/80											14.2	1223
80/81											13.5	755
81/82	42	45	87					145			13.9	1018
82/83	43	40	83			16		141			14.9	931
83/84	56	40	96			16		147			14.5	777
84/85	54	36	90			17		140			12.9	1257
85/86	47	54	101			10		149			13.9	825
86/87	57	72	129			12		136			14.2	837
87/88	48	43	91					146			15.1	1016
88/89	106	72	178			13		144	77	1.4	15.0	911
89/90	108	89	197	5.1	4.6	19	24	147	78	1.4	15.1	797
90/91	133	94	227	4.3	4.1	23	23	148	71	1.5	14.4	885
91/92	106	89	195	4.2	3.6	22	20	154	69	1.2	14.3	654
92/93	99	82	181	4.0	3.3	21	21	143	70	1.1	14.6	1205
93/94	67	70	137	3.7	2.7	21	23	150	66	1.4	14.6	1194
94/95	64	65	129	3.6	2.8	25	25	152	72	1.4	14.7	1170
95/96	59	62	121	3.1	2.4	35	32	146	68	1.2	13.4	914
96/97	59	62	121	2.7	2.3	40	38	155	65	1.5	14.2	1108
97/98	53	57	110	2.4	2.1	41	41	161	68	1.8	14.5	884

Concentrazioni medie annue di inquinanti e parametri meteorologici per i periodi da aprile a marzo a partire dal 1967 nel Comune di Milano (M) e nelle province di Milano e Lodi (P)

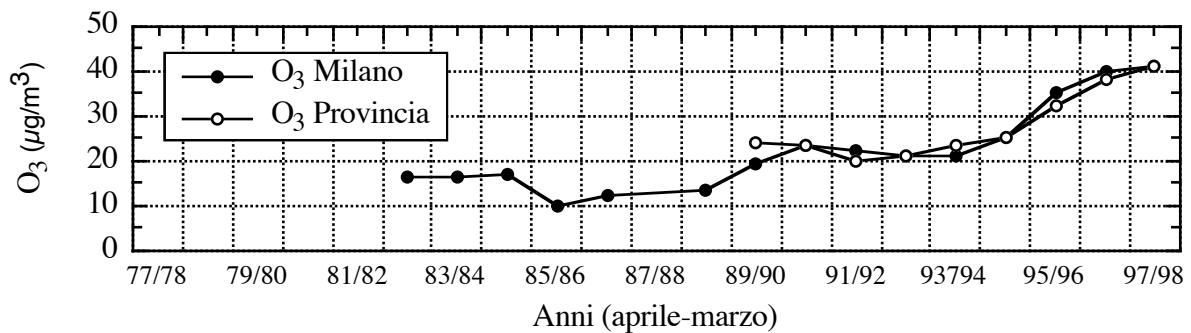
Trend annuale PTS a Milano
Media annuali: Milano Città e Provincia



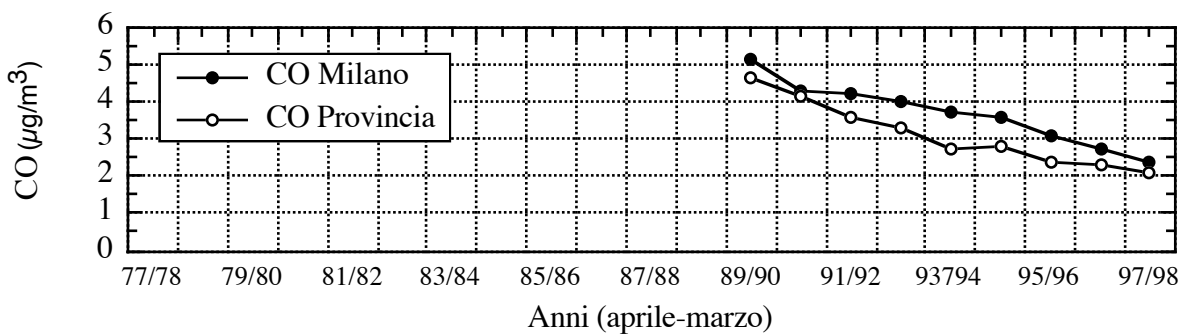
Trend annuale SO₂ a Milano
Media annuali: Milano Città e Provincia

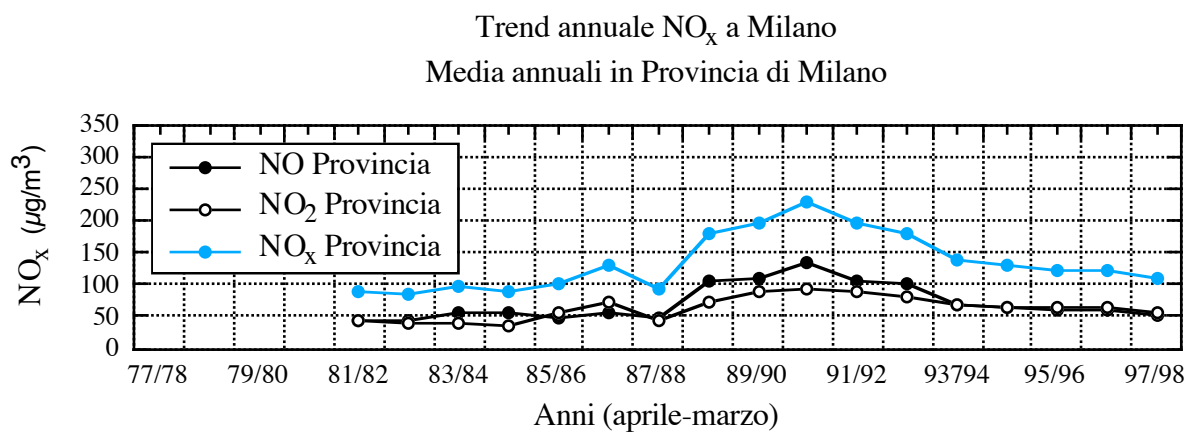
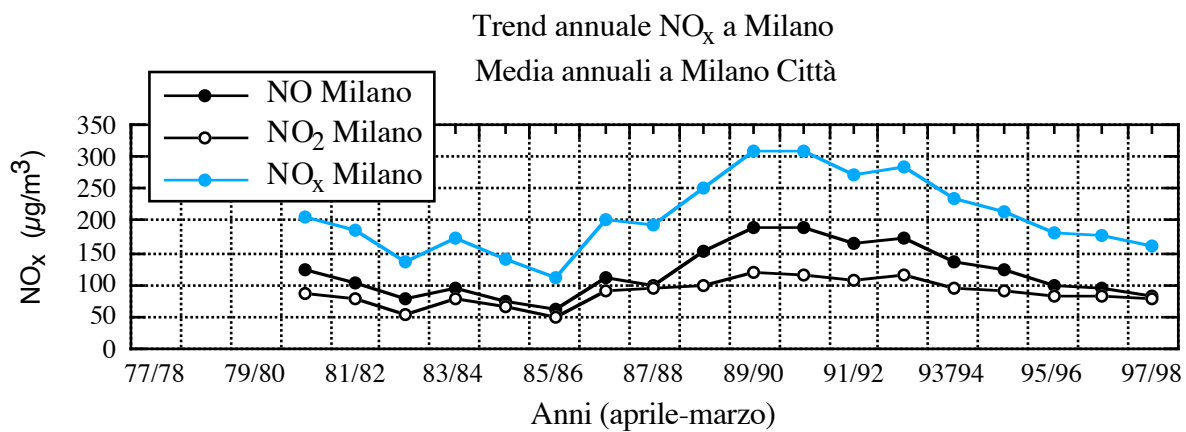


Trend annuale O₃ a Milano
Media annuali: Milano Città e Provincia



Trend annuale CO a Milano
Media annuali: Milano Città e Provincia





Impostazione delle analisi dell'aria

La rete di rilevamento comprende sette stazioni ubicate a Chiasso, Mendrisio, Bioggio, Lugano, Locarno, Brione s. Minusio e Bodio. Una piccola stazione a Cimetta (1650 m s.l.m.) è stata concepita soprattutto per studiare la stratificazione e i movimenti dell'ozono.

Descrizione dei posti di misura

I posti dove i rilevamenti vengono effettuati con stazioni di analisi sono caratterizzati come segue:

- Chiasso:** Coordinate: 723.45/77.45; quota: 230 m s.l.m.
Centro cittadino, con emissioni dovute agli impianti di riscaldamento e al traffico sia locale, sia di transito. Una quota importante dei veicoli è immatricolata all'estero. La componente dei veicoli pesanti è pure importante. La città si trova in una conca che favorisce la formazione di aria stagnante e che può essere inoltre facilmente inglobata nello strato di inversione termica che si forma sulla Valpadana. La stazione di analisi si trova sul piazzale delle scuole elementari e medie.
- Mendrisio:** Coordinate: 719.65/80.20; quota: 350 m s.l.m.
La stazione di analisi di Mendrisio è installata presso il Liceo cantonale, in una zona periferica e non esposta direttamente alle emissioni locali. La località è più aperta e si trova a una quota superiore rispetto a Chiasso. Essa resta pertanto al di sopra degli strati bassi d'inversione ed è influenzata unicamente dalle inversioni termiche più estese.
- Bioggio:** Coordinate: 714.15/96.65; quota: 290 m s.l.m.
La stazione di analisi di Bioggio è situata in una zona industriale nei pressi dell'aeroporto di Agno. Alle emissioni locali contribuiscono anche il traffico aereo e quello veicolare dell'autostrada (A2) e degli assi stradali che collegano Lugano a Ponte Tresa.
- Lugano⁷** Coordinate: 717.80/96.85; quota: 290 m s.l.m.
La stazione di analisi, situata in Via Ciani nel parco della Casa Serena, è esposta indirettamente alle emissioni del traffico cittadino e a quelle degli impianti di riscaldamento. La zona beneficia delle correnti d'aria che si formano tra la Valcolla e il lago.

⁷ Dato che il rumore provocato dalla pompa di uno strumento di misura disturbava gli ospiti di una casa vicina, durante l'agosto del 1992 la stazione d'analisi è stata spostata di ca. 50 m verso la strada.

- Locarno: Coordinate: 704.63/113.80; quota: 200 m s.l.m.
Il Locarnese e in particolare il pendio destro del Verbano gode di una buona insolazione che favorisce le brezze termiche sui pendii e quindi la dispersione delle sostanze inquinanti. Questo effetto è inoltre rafforzato dalle brezze tra il lago e le valli. La stazione di analisi, situata in centro città, è esposta alle emissioni degli impianti di riscaldamento e del traffico, come pure all'inquinamento diffuso.
- Brione s. Minusio: Coordinate: 706.00/115.65; quota: 480 m s.l.m.
Brione è situato in collina, 300 metri sopra l'agglomerato di Locarno. Le emissioni locali sono molto contenute ma la località risente delle emissioni dovute al traffico e agli impianti di riscaldamento sottostanti.
- Bodio: Coordinate: 713.35/137.30; quota: 320 m s.l.m.
Il ricambio d'aria è buono durante i mesi estivi grazie alle forti brezze che percorrono longitudinalmente la valle Leventina, scarso in quelli invernali, siccome la bassa Valle è incassata e chiusa verso nord dalla Biaschina. Le emissioni locali dovute a due impianti industriali e all'intenso traffico di transito sono elevate. Le emissioni dovute agli impianti domestici di riscaldamento sono ridotte.
- Cimetta: Coordinate: 704.25/117.5; quota: 1650 m s.l.m.
La stazione di Cimetta si trova sulla vetta dell'omonimo monte sopra Locarno. Questa stazione, con le stazioni di Locarno e di Brione s. Minusio, permette di studiare l'effetto delle brezze termiche (lungo il pendio) sulla qualità dell'aria.

Durante il 1997 a Camorino presso il centro manutenzione autostradale (coordinate: 719.9/113.8; quota: 222 m s.l.m.) sono state eseguite delle misure delle polveri fini PM10 in sospensione. Il punto di misura, posto a un centinaio di metri dall'autostrada, è stato scelto per meglio isolare gli effetti del traffico veicolare, ed in particolare di quello pesante, sulle immissioni di polveri fini.

Per il diossido d'azoto, come complemento ai dati ottenuti con le stazioni di analisi, si effettuano anche misure tramite campionatori passivi. Questi sono situati in un centinaio di posti distribuiti su tutto il territorio cantonale (le coordinate sono riportate nelle tabelle dell'allegato [2](#)).

Apparecchi di analisi

Le analisi della qualità dell'aria avvengono conformemente alle direttive federali pubblicate nel quaderno: "Raccomandazioni sulle misure degli inquinanti atmosferici" (UFAFP 990).

Le stazioni di analisi sono attrezzate con apparecchi automatici che misurano in continuo le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici come pure alcuni parametri di tipo meteorologico. La dotazione delle diverse stazioni d'analisi è mostrata nella tabella A1.

Parametri	Chiasso	Mendrisio	Bioggio	Lugano	Locarno	Brione s. M.	Bodio	Cimetta
Diossido di zolfo	•		•		•	•	•	
Ossidi d'azoto	•	•	•	•	•	•	•	
Ozono	•	•	•	•	•	•	•	○
Monossido di carbonio	*	•	•	•	•	•		
Polveri fini in sospensione (PM10)	•				□		•	
Composti organici volatili		•	•		•			
Idrocarburi policiclici aromatici PAH	•							
Temperatura	•	•	•	•	•	•		
Umidità	•	•	•	•	•	•		
Irraggiamento solare	•	•	•	•	•	•		
Vento (velocità e direzione)	•	•	•	•	•	•		

Tabella A1: Parametri analizzati. La presenza di un pallino in una casella indica che tale misura è effettuata nella località corrispondente.

(*): a Chiasso l'apparecchio per la misura del monossido di carbonio si è guastato per cui le misure sono state interrotte

(): apparecchio soppresso per esigenze finanziarie, considerato che quelli restanti sono sufficienti per seguire l'andamento cantonale del diossido di zolfo

(^o): misure incomplete a causa di problemi tecnici

(□): a Locarno dei problemi tecnici sorti con l'adeguamento dell'apparecchio alla misura delle polveri fini PM10 non hanno consentito di effettuare le analisi.

I campionatori passivi di diossido di azoto, che sono forniti da un laboratorio incaricato dalla Scuola Politecnica federale di Zurigo, vengono esposti per circa un mese. L'analisi del diossido d'azoto assorbito durante il periodo di esposizione viene determinato analiticamente dal laboratorio della Sezione. Di regola in ogni punto di misura sono esposti due campionatori.

Le polveri totali in sospensione non vengono più misurate; visti i nuovi limiti OIAt si procede alla misura delle polveri fini PM10 a Chiasso (con due strumenti), Bodio e Camorino. In queste due ultime località sono stati utilizzati campionatori speciali (Digital), che permettono di eseguire anche un'analisi del contenuto di metalli pesanti.

Qualità dei dati e metodica dei controlli

Il sistema di acquisizione dati effettua quotidianamente dei controlli automatici delle calibrazioni. I risultati di queste verifiche sono trasmessi assieme ai dati rilevati all'unità centrale di elaborazione dati. Essi permettono di verificare ogni giorno lo stato delle apparecchiature delle stazioni d'analisi. *Settimanalmente* sono effettuati la taratura e i controlli delle apparecchiature secondo le direttive del BUWAL.

A scadenze regolari si effettuano inoltre i confronti con apparecchi diversi, calibrati indipendentemente gli uni dagli altri e fatti funzionare nel medesimo posto. Si effettuano cioè le cosiddette "calibrazioni ad anello".

Anche nel corso del 1997 il sistema di calibrazione è stato verificato mediante esperimenti di questo tipo:

- **18.6.97** : La ditta Ökoscience è stata incaricata di eseguire una intercalibrazione presso le stazioni di Chiasso, Mendrisio e Bodio.
- **25.6.97** : La ditta Ökoscience è stata incaricata di eseguire una intercalibrazione presso le stazioni di Locarno, Brione s.M. e Lugano.

Precisione delle misure

Da esperienze effettuate a livello nazionale si può affermare che l'errore di misura per la media annua sia inferiore a 5% e per i valori istantanei (medie orarie e semiorarie) inferiore a 10%.

La precisione dei campionatori passivi è controllata ponendo alcuni di essi vicino alle stazioni d'analisi. Dal confronto dei dati ottenuti con le due tecniche di misura si deduce che per concentrazioni medie annue superiori ai 20 µg/m³ le differenze tra i dati ottenuti con i due metodi sono inferiori all'8% (v. rapporto "Analisi della qualità dell'aria in Ticino, 1993").

ALLEGATO II

Risultati delle analisi con strumenti elettronici

I risultati delle analisi sono riassunti in tabelle e figure, suddivise per gas, per località e secondo il metodo di rilevamento (stazioni d'analisi o campionatori passivi).

Valutazioni statistiche dei risultati

In ognuna delle seguenti tabelle di questo allegato la prima colonna indica *il mese* e la seconda *il numero di giorni* registrati (minimo 36 semiore di misura per giorno).

La terza colonna indica *il valore medio* della concentrazione di gas durante il periodo di misura; la quarta colonna *il valore semiorario massimo* e la quinta *il valore giornaliero massimo* (media su 24 h) registrati durante il mese corrispondente.

Nella sesta colonna delle tabelle per l'anidride solforosa, per il diossido d'azoto e per il monossido di carbonio è indicato quante volte (cioè durante quante giornate) la *concentrazione media giornaliera* (media su 24 h) è stata superiore al limite fissato dall'OIAAt.

Per l'anidride solforosa e il diossido d'azoto la settima colonna indica *il 95° Percentile*, cioè il valore al di sotto del quale si situano il 95% di tutti i valori semiorari misurati.

La sesta colonna delle tabelle per l'ozono indica quante volte *la concentrazione media oraria* è stata superiore al limite OIAAt. Questo limite può essere superato una sola volta durante un anno. La settima colonna indica *il 98° Percentile* di tutti i valori semiorari di un mese, cioè il valore al di sotto del quale si situa il 98% di tutti i valori semiorari misurati.

Per le polveri fini PM10 la terza colonna indica *il valore medio* della concentrazione di polveri fini durante il periodo di misura; la quarta colonna *il valore giornaliero massimo* (media su 24h) registrato durante il mese corrispondente. La quinta colonna indica quante volte (cioè durante quante giornate) *la concentrazione media giornaliera* (media su 24h) ha superato il limite fissato dall'OIAAt. Per Bodio nella sesta colonna è riportato *il valore medio* della concentrazione di piombo nelle polveri fini e nella settima colonna *il valore medio* della concentrazione di cadmio.

Si ricorda che la conformità all'OIAAt può essere stabilita solo se per il calcolo dei valori statistici sono disponibili almeno il seguente numero di misure:

- per la media oraria:		2	semiore
- per la media giornaliera:	almeno	36	semiore
- per la media mensile:	almeno	1080	semiore
- per la media annuale ⁸ :	almeno	13140	semiore, inoltre nessuna interruzione > 20 giorni

Nelle tabelle seguenti i mesi non completi sono evidenziati con un asterisco(*).

Diossido di zolfo (anidride solforosa)

Limiti di legge per le immissioni di diossido di zolfo (SO₂):

30 µg/m³ per la media annua delle misure

⁸ La media annua riportata nelle tabelle seguenti è stata calcolata dalle medie mensili.

100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	16	75	39	0	42
Febbraio	28	19	65	28	0	39
Marzo	31	13	65	24	0	34
Aprile	30	9	44	16	0	21
Maggio	30	8	39	13	0	16
Giugno	30	1	10	2	0	3
Luglio	31	2	16	6	0	5
Agosto	31	2	10	4	0	5
Settembre	30	5	29	11	0	10
Ottobre	31	9	44	21	0	23
Novembre	30	18	70	30	0	34
Dicembre	31	24	86	37	0	49
Totale	364	11	86	39	0	44
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.1: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	32	153	59	0	62
Febbraio	28	24	112	36	0	49
Marzo	31	15	94	43	0	40
Aprile	29	8	41	14	0	19
Maggio	29	5	31	10	0	11
Giugno	30	1	6	2	0	3
Luglio	31	2	8	3	0	5
Agosto	31	1	8	3	0	3
Settembre	30	5	21	9	0	10
Ottobre	31	7	36	19	0	18
Novembre	30	17	70	30	0	39
Dicembre	31	25	99	40	0	49
Totale	362	12	153	59	0	68
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.2: Locarno, Piazza Castello

Diossido di zolfo (anidride solforosa)

Limiti di legge per le immissioni di diossido di zolfo (SO₂):

- 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure
 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	5	55	9	0	18
Febbraio	22	6	44	14	0	23
Marzo	31	5	31	15	0	16
Aprile	30	4	23	8	0	10
Maggio	31	1	9	2	0	3
Giugno	25	1	6	1	0	3
Luglio	29	1	10	2	0	3
Agosto	31	1	13	3	0	3
Settembre	30	5	22	10	0	8
Ottobre	31	6	34	16	0	15
Novembre	30	8	43	15	0	21
Dicembre	31	10	46	19	0	27
Totale	352	4	55	19	0	16
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.3: Brione s. Minusio, Via alla Selva

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	42	164	62	0	86
Febbraio	28	33	203	59	0	73
Marzo	31	25	177	59	0	68
Aprile	28	16	125	58	0	55
Maggio	31	9	172	25	0	36
Giugno	30	8	57	18	0	21
Luglio	31	7	91	18	0	26
Agosto	31	7	151	15	0	23
Settembre	30	14	213	27	0	42
Ottobre	31	21	341	50	0	62
Novembre	30	33	341	74	0	83
Dicembre	24	31	159	59	0	65
Totale	356	21	341	74	0	62
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.4: Bodio, Municipio

In corsivo sono indicati i dati ricavati dalle misure effettuate dalla TIMCAL (v. allegato 3)

Diossido di zolfo (anidride solforosa)

Limiti di legge per le immissioni di diossido di zolfo (SO₂):

- 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure
- 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
- 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	18	62	28	0	31
Febbraio	24	13	44	18	0	29
Marzo	31	8	42	19	0	21
Aprile	30	6	34	12	0	16
Maggio	31	3	18	5	0	8
Giugno	28	2	8	4	0	5
Luglio	31	2	8	3	0	3
Agosto	29	2	8	3	0	3
Settembre	30	3	34	8	0	8
Ottobre	31	3	23	13	0	10
Novembre	30	7	34	14	0	18
Dicembre	31	11	52	23	0	29
Totale	357	7	62	28	0	21
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.5: Bioggio, Aeroporto

Diossido d'azoto

Limiti di legge per le immissioni di diossido d'azoto (NO₂):

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	61	138	86	4	95
Febbraio	28	69	160	102	9	112
Marzo	31	62	214	128	9	128
Aprile	30	50	204	107	2	116
Maggio	30	32	115	54	0	71
Giugno	30	30	87	52	0	61
Luglio	31	30	114	51	0	65
Agosto	31	23	108	31	0	54
Settembre	30	47	113	62	0	84
Ottobre	31	49	129	76	0	86
Novembre	30	56	131	77	0	88
Dicembre	31	47	133	71	0	78
Totale	364	46	214	128	24	93
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.6: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	56	169	81	2	91
Febbraio	28	59	151	85	3	102
Marzo	31	48	173	110	1	110
Aprile	30	35	115	69	0	80
Maggio	30	24	110	40	0	54
Giugno	30	23	91	34	0	50
Luglio	31	22	102	37	0	54
Agosto	31	18	76	28	0	47
Settembre	30	35	106	52	0	73
Ottobre	31	43	128	68	0	82
Novembre	30	50	141	72	0	84
Dicembre	31	43	143	70	0	76
Totale	364	38	173	110	6	95
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.7: Mendrisio, Liceo cantonale

Diossido d'azoto

Limiti di legge per le immissioni di diossido d'azoto (NO₂):

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	50	98	58	0	78
Febbraio	28	64	153	85	1	102
Marzo	31	51	179	86	1	100
Aprile	30	42	123	75	0	86
Maggio	31	34	91	47	0	67
Giugno	30	39	89	61	0	76
Luglio	31	40	127	58	0	80
Agosto	31	35	119	44	0	70
Settembre	30	42	128	57	0	80
Ottobre	31	42	136	64	0	78
Novembre	30	45	132	64	0	74
Dicembre	31	41	97	71	0	71
Totale	365	44	179	86	2	96
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.8: Lugano, Casa Serena

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	44	95	65	0	73
Febbraio	28	60	132	89	1	99
Marzo	31	55	164	85	2	102
Aprile	29	47	141	72	0	87
Maggio	29	36	110	52	0	65
Giugno	30	34	108	51	0	63
Luglio	31	38	99	50	0	67
Agosto	31	29	69	36	0	50
Settembre	30	39	123	52	0	67
Ottobre	31	44	119	60	0	76
Novembre	30	45	115	59	0	69
Dicembre	31	41	95	67	0	63
Totale	362	43	164	89	3	74
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.9: Locarno, Piazza Castello

Diossido d'azoto

Limiti di legge per le immissioni di diossido d'azoto (NO₂):

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	19	95	36	0	41
Febbraio	22	24	99	72	0	67
Marzo	31	15	65	39	0	41
Aprile	30	12	58	24	0	32
Maggio	31	13	52	23	0	30
Giugno	25	9	39	15	0	22
Luglio	29	10	52	18	0	30
Agosto	31	9	39	13	0	21
Settembre	30	14	60	22	0	34
Ottobre	31	20	71	46	0	48
Novembre	30	25	97	43	0	58
Dicembre	31	22	140	87	1	54
Totale	352	16	140	87	1	45
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.10: Brione s. Minusio, Via alla Selva

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	40	94	57	0	70
Febbraio	28	38	90	67	0	74
Marzo	31	28	123	69	0	70
Aprile*	10	24	115	45	0	61
Maggio	31	29	102	45	0	61
Giugno	30	26	67	43	0	52
Luglio	31	25	86	43	0	54
Agosto	31	25	84	36	0	54
Settembre	30	38	95	47	0	71
Ottobre	31	31	76	49	0	56
Novembre	30	31	63	41	0	50
Dicembre	24	38	69	54	0	60
Totale	338	31	123	69	0	63
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella A2.11: Bodio, Municipio

Diossido d'azoto

Limiti di legge per le immissioni di diossido d'azoto (NO₂):

30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media annua delle misure
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per il 95° percentile dei valori semiorari di un anno
80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	37	95	47	0	58
Febbraio	24	47	93	73	0	80
Marzo	31	38	141	69	0	86
Aprile	30	32	138	65	0	80
Maggio	31	22	104	38	0	56
Giugno	28	27	97	49	0	61
Luglio	31	28	100	47	0	73
Agosto	29	25	91	37	0	58
Settembre	30	40	151	58	0	86
Ottobre	31	40	115	60	0	74
Novembre	30	42	115	57	0	71
Dicembre	31	40	95	67	0	73
Totale	357	35	151	73	0	73
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella A2.12: Bioggio, Aeroporto

Ozono

Limiti di legge per le immissioni d'ozono (O₃):

100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese
 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media oraria che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° ore > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	1	35	4	0	18
Febbraio	28	15	103	52	0	80
Marzo	31	33	144	74	9	109
Aprile	30	59	180	92	70	156
Maggio	30	57	226	103	81	166
Giugno	22	57	200	83	43	156
Luglio	31	70	269	110	133	199
Agosto	31	72	221	102	152	181
Settembre	30	53	255	95	114	201
Ottobre	31	23	143	56	13	119
Novembre	30	6	86	23	0	55
Dicembre	31	4	67	36	0	51
Totale	356	38	269	110	615	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.13: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° ore > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	7	60	18	0	41
Febbraio	28	26	115	74	0	90
Marzo	31	48	149	84	19	125
Aprile	29	67	166	94	52	146
Maggio	30	77	239	120	103	164
Giugno	30	67	177	93	61	158
Luglio	31	80	233	111	126	183
Agosto	31	77	217	105	129	174
Settembre	30	65	238	107	130	193
Ottobre	31	31	142	71	17	125
Novembre	30	12	93	28	0	64
Dicembre	31	9	78	56	0	68
Totale	363	47	239	120	637	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.14: Mendrisio, Liceo cantonale

Ozono

Limiti di legge per le immissioni d'ozono (O₃):

100 µg/m³ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese
 120 µg/m³ per la media oraria che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	5	83	11	0	23
Febbraio	28	18	97	67	0	78
Marzo	31	40	113	78	0	94
Aprile	30	60	134	88	8	119
Maggio	31	60	192	100	51	146
Giugno	30	53	154	89	36	135
Luglio	31	69	193	103	65	164
Agosto	31	73	193	107	99	156
Settembre	30	60	259	110	60	160
Ottobre	31	27	115	62	0	92
Novembre	30	8	84	26	0	55
Dicembre	31	9	85	51	0	64
Totale	365	40	259	110	319	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.15: Lugano, Casa Serena

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	5	40	13	0	25
Febbraio	28	18	98	55	0	76
Marzo	31	38	125	68	1	94
Aprile*	24	62	147	78	16	125
Maggio*	20	52	153	85	12	123
Giugno	30	56	142	76	13	119
Luglio	31	70	197	110	73	164
Agosto	31	64	163	85	67	146
Settembre	30	45	178	71	25	129
Ottobre	31	23	115	48	0	80
Novembre	30	6	54	15	0	41
Dicembre	31	5	53	29	0	39
Totale	348	37	197	110	207	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.16: Locarno, Piazza Castello

Ozono

Limiti di legge per le immissioni d'ozono (O₃):

100 µg/m³ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese
 120 µg/m³ per la media oraria che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	30	75	57	0	68
Febbraio	22	56	137	84	5	105
Marzo	31	76	163	101	41	135
Aprile	30	91	194	123	79	156
Maggio	31	80	184	135	88	162
Giugno	25	76	181	106	49	146
Luglio	29	84	199	115	109	166
Agosto	31	84	177	114	109	160
Settembre	30	75	225	113	72	160
Ottobre	31	49	130	79	5	105
Novembre	30	31	76	53	0	66
Dicembre	31	29	74	67	0	68
Totale	352	63	225	135	557	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.17: Brione s. Minusio, Via alla Selva

mese	numero misure giorni	media (µg/m ³)	massimo 1 ora (µg/m ³)	massimo giorno (µg/m ³)	n° ore > 120 µg/m ³	98° percentile (µg/m ³)
Gennaio	31	2	43	17	0	22
Febbraio	28	14	77	63	0	70
Marzo	31	40	113	78	0	96
Aprile	28	64	169	87	33	140
Maggio	31	47	161	93	36	137
Giugno	30	37	145	73	13	119
Luglio	31	45	158	82	32	133
Agosto	31	44	148	74	49	135
Settembre	30	17	129	33	1	88
Ottobre	31	13	75	46	0	62
Novembre	30	4	56	24	0	45
Dicembre	24	8	65	45	0	57
Totale	356	28	169	93	164	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.18: Bodio, Municipio

Ozono

Limiti di legge per le immissioni d'ozono (O₃):

100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese
 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media oraria che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° ore > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	-	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-
Aprile	-	-	-	-	-	-
Maggio	-	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-	-
Luglio	31	125	255	175	306	224
Agosto	31	113	201	153	269	170
Settembre	30	109	258	166	214	197
Ottobre	31	80	133	112	31	125
Novembre	30	74	109	89	0	98
Dicembre	31	64	96	84	0	89
Totale*	184	94	258	175	820	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.19: Cimetta

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° ore > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	2	33	6	0	23
Febbraio	24	8	61	44	0	49
Marzo	31	27	87	55	0	74
Aprile	30	46	154	67	24	131
Maggio	31	53	164	84	52	144
Giugno	29	50	155	75	44	142
Luglio	31	60	194	88	89	170
Agosto	29	57	193	86	87	160
Settembre	30	37	215	59	38	138
Ottobre	31	24	128	52	6	105
Novembre	30	9	86	42	0	70
Dicembre	22	8	79	42	0	61
Totale	349	32	215	88	340	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella A2.20: Bioggio, Aeroporto

Monossido di carbonio

Limiti di legge per le immissioni di monossido di carbonio (CO):

8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	31	2267	9266	3340	0
Febbraio	28	1622	4859	2625	0
Marzo	31	1080	5537	2044	0
Aprile	30	702	3164	1137	0
Maggio	30	493	2825	820	0
Giugno*	11	644	1808	880	0
Luglio*	0	-	-	-	-
Agosto*	0	-	-	-	-
Settembre*	0	-	-	-	-
Ottobre*	0	-	-	-	-
Novembre*	0	-	-	-	-
Dicembre*	0	-	-	-	-
Totale*	161	1135	9266	3340	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.21: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	31	1166	3955	2041	0
Febbraio	28	987	3164	1661	0
Marzo	31	622	3051	1289	0
Aprile	30	442	2260	716	0
Maggio	30	351	1356	495	0
Giugno	30	349	1017	428	0
Luglio	31	337	1130	450	0
Agosto	31	295	1243	399	0
Settembre	30	512	2034	745	0
Ottobre	23	542	1808	892	0
Novembre*	11	1144	3277	1498	0
Dicembre	31	1063	4068	1705	0
Totale	337	651	4068	2041	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.22: Mendrisio, Liceo cantonale

Monossido di carbonio

Limiti di legge per le immissioni di monossido di carbonio (CO):

8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	31	1807	10170	2623	0
Febbraio	28	1456	7571	2325	0
Marzo	31	965	9605	2354	0
Aprile	30	683	3390	1075	0
Maggio	31	619	3164	1243	0
Giugno	30	649	3277	1190	0
Luglio	28	623	2938	861	0
Agosto	31	437	2147	644	0
Settembre	30	690	2373	911	0
Ottobre	31	833	3390	1592	0
Novembre	30	1358	8136	2118	0
Dicembre	31	1496	7345	2606	0
Totale	362	968	10170	2623	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.23: Lugano, Casa Serena

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	31	2307	13899	4236	0
Febbraio	28	1678	10170	2609	0
Marzo	31	1059	9436	2491	0
Aprile	29	683	4701	1058	0
Maggio	29	594	2870	906	0
Giugno	30	554	1921	880	0
Luglio	31	520	1729	795	0
Agosto	31	380	1130	530	0
Settembre	30	595	4452	928	0
Ottobre	31	813	3932	1261	0
Novembre	30	1380	8068	2213	0
Dicembre	31	1678	8961	3018	0
Totale	362	1020	13899	4236	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.24: Locarno, Piazza Castello

Monossido di carbonio

Limiti di legge per le immissioni di monossido di carbonio (CO):

8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media su 24 ore che può essere superata al massimo una volta all'anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	31	292	1921	732	0
Febbraio	22	256	2147	1203	0
Marzo	31	126	1017	325	0
Aprile	30	112	904	191	0
Maggio	31	88	678	195	0
Giugno	25	80	565	155	0
Luglio	29	89	904	177	0
Agosto	31	71	565	137	0
Settembre	30	119	678	210	0
Ottobre	31	145	1356	443	0
Novembre	30	256	2034	549	0
Dicembre	31	282	2486	1518	0
Totale	352	160	2486	1518	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.25: Brione s. Minusio, Via alla Selva

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo 1/2 ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio	31	1497	5255	2094	0
Febbraio	24	1139	3661	1650	0
Marzo	31	728	3040	1365	0
Aprile	30	477	2362	771	0
Maggio	31	339	1107	497	0
Giugno	28	297	1074	590	0
Luglio	31	395	1401	550	0
Agosto	29	372	1164	497	0
Settembre	29	612	2339	928	0
Ottobre	30	760	2543	1200	0
Novembre*	13	1311	3966	1848	0
Dicembre	31	1349	4249	2276	0
Totale	338	773	5255	2276	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella A2.26: Bioggio, Aeroporto

Polveri fini in sospensione

Limiti di legge per le immissioni di polveri fini (PM10) in sospensione:

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media giornaliera

Valori limiti d'immissione per i metalli contenuti nella polvere fine in sospensione:

0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure di piombo (Pb)

1.5 ng/m^3 per la media annua delle misure di cadmio (Cd)

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media Cd (ng/m^3)
Gennaio*	0	-	-	-	-	-
Febbraio*	0	-	-	-	-	-
Marzo*	0	-	-	-	-	-
Aprile*	0	-	-	-	-	-
Maggio	31	26	40	0	0.04	0.40
Giugno	30	19	49	0	0.02	0.23
Luglio	31	22	38	0	0.02	0.21
Agosto	30	27	46	0	0.04	0.34
Settembre	30	37	56	6	0.06	0.56
Ottobre	31	34	59	5	0.06	0.53
Novembre	30	43	82	11	0.06	0.90
Dicembre	31	37	60	4	0.07	0.83
Totale*	244	31	82	26	0.05	0.50
Limite OIAt	-	20	50	0	0.5	1.5

Tabella A2.27: Bodio, Municipio.

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media Cd (ng/m^3)
Gennaio	31	38	58	2	0.11	1.02
Febbraio	28	45	105	13	0.08	1.05
Marzo	31	35	71	8	0.05	0.58
Aprile	30	31	56	3	0.04	0.38
Maggio	31	25	35	0	0.05	0.31
Giugno	30	19	50	0	0.02	0.28
Luglio	31	18	37	0	0.02	0.23
Agosto	31	25	43	0	0.05	0.38
Settembre	30	35	57	3	0.06	0.57
Ottobre	31	34	83	6	0.05	0.62
Novembre	30	38	112	4	0.05	0.68
Dicembre	31	34	72	3	0.05	0.58
Totale	365	31	112	42	0.05	0.56
Limite OIAt	-	20	50	0	0.5	1.5

Tabella A2.28: Camorino, Centro di manutenzione.

Polveri fini in sospensione

Limiti di legge per le immissioni di polveri fini (PM10) in sospensione:

20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure
 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media giornaliera

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Gennaio*	0	-	-	-
Febbraio*	0	-	-	-
Marzo*	0	-	-	-
Aprile	28	30	63	2
Maggio	31	23	35	0
Giugno	30	21	59	1
Luglio	31	19	40	0
Agosto	31	24	39	0
Settembre	30	41	69	9
Ottobre	31	43	102	11
Novembre	30	41	91	13
Dicembre	31	35	65	6
Totale*	273	31	102	42
Limite OIAt	-	20	50	1

Tabella A2.29: Chiasso, Scuole elementari e medie

Idrocarburi policiclici aromatici (PAH)

Non vi sono limiti di legge per le immissioni di idrocarburi policiclici aromatici (PAH).

mese	numero misure (giorni)	media (ng/m^3)	massimo giorno (ng/m^3)
Gennaio	31	87	282
Febbraio	28	51	181
Marzo	21	25	126
Aprile	30	16	124
Maggio	31	11	96
Giugno	30	15	70
Luglio	31	14	53
Agosto	31	15	57
Settembre	30	19	104
Ottobre	31	29	132
Novembre	30	50	151
Dicembre	31	52	154
Totale	355	32	282

Tabella A2.30: Chiasso, Scuole elementari e medie

Composti Organici Volatili non metanici

Non vi sono limiti di legge per le immissioni di Composti Organici Volatili (VOC).

La concentrazione di composti organici volatili non metanici è espressa come “carbonio totale”.

mese	numero misure giorni	media (ppm)	massimo 1/2 ora (ppm)	massimo giorno (ppm)
Gennaio	0	-	-	-
Febbraio	0	-	-	-
Marzo	0	-	-	-
Aprile	0	-	-	-
Maggio	0	-	-	-
Giugno	0	-	-	-
Luglio	0	-	-	-
Agosto	0	-	-	-
Settembre	7	0.26	0.8	0.31
Ottobre	31	0.19	2.5	0.46
Novembre	30	0.39	6.7	1.10
Dicembre	0	-	-	-
Totale*	68	0.28	6.7	1.10

Tabella A2.31: Mendrisio, Liceo cantonale

mese	numero misure giorni	media (ppm)	massimo 1/2 ora (ppm)	massimo giorno (ppm)
Gennaio*	0	-	-	-
Febbraio*	0	-	-	-
Marzo*	0	-	-	-
Aprile*	0	-	-	-
Maggio	25	0.14	1.2	0.32
Giugno*	19	0.38	1.1	0.53
Luglio	24	0.45	1.0	0.61
Agosto	23	0.42	1.8	0.47
Settembre	29	0.51	1.4	0.67
Ottobre	28	0.55	1.8	0.79
Novembre*	18	0.77	3.7	1.10
Dicembre*	0	-	-	-
Totale*	166	0.46	3.7	1.10

Tabella A2.32: Locarno, Piazza Castello

Composti Organici Volatili non metanici

Non vi sono limiti di legge per le immissioni di Composti Organici Volatili (VOC).

La concentrazione di composti organici volatili non metanici è espressa come “carbonio totale”.

mese	numero misure giorni	media (ppm)	massimo 1/2 ora (ppm)	massimo giorno (ppm)
Gennaio	27	0.66	2.6	1.13
Febbraio*	10	0.78	3.0	1.39
Marzo	31	0.97	4.6	1.55
Aprile	25	0.82	3.3	1.71
Maggio	31	0.96	4.0	1.61
Giugno	29	0.40	5.1	0.90
Luglio	24	0.30	3.5	0.57
Agosto	25	0.29	2.5	0.54
Settembre	22	0.35	3.7	0.57
Ottobre*	0	-	-	-
Novembre*	9	0.49	1.6	0.60
Dicembre	21	0.50	2.1	0.94
Totale*	254	0.59	5.1	1.71

Tabella A2.33: Bioggio, Aeroporto

Rappresentazioni grafiche

Nelle seguenti figure le immissioni registrate durante il 1997 sono esposte mediante grafici. Per il diossido di zolfo (fig. A2.1) e il diossido d'azoto (fig. A2.2) sono rappresentate le concentrazioni medie mensili. Per l'ozono (fig. A2.3 e A2.4) sono rappresentati i numeri di superamenti mensili del limite orario dell'OIA e i 98° percentili mensili. Per il monossido di carbonio (fig. A2.5) sono riportati i massimi giornalieri di ogni mese.

Punti a forma di asterisco (*) sono stati utilizzati per evidenziare i risultati dei mesi non completi.

..... : Limite OIAt per la media annua ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

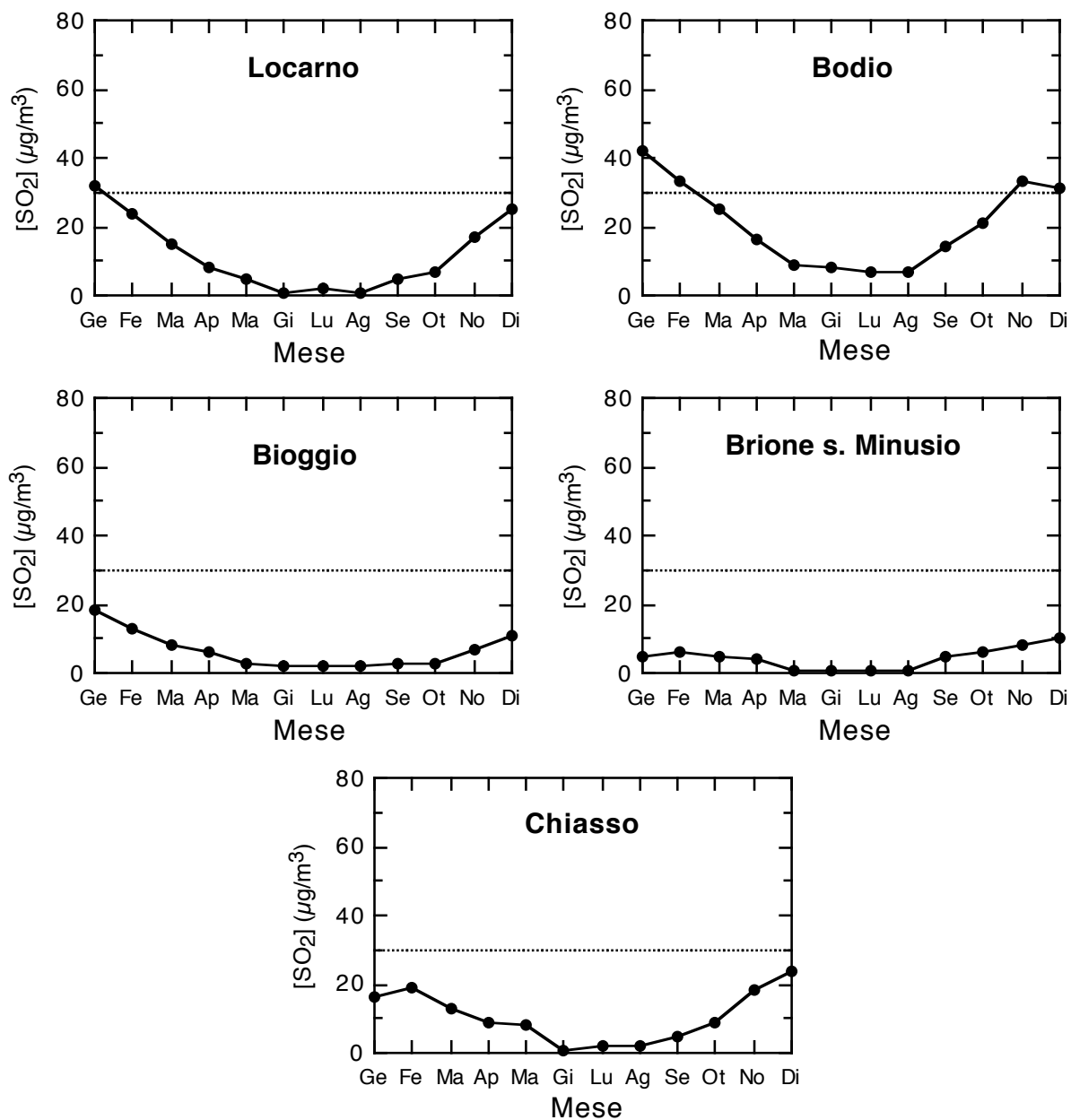


Figura A2.1: Diossido di zolfo (SO_2); medie mensili (1997)

..... : Limite OIAt per la media annua ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

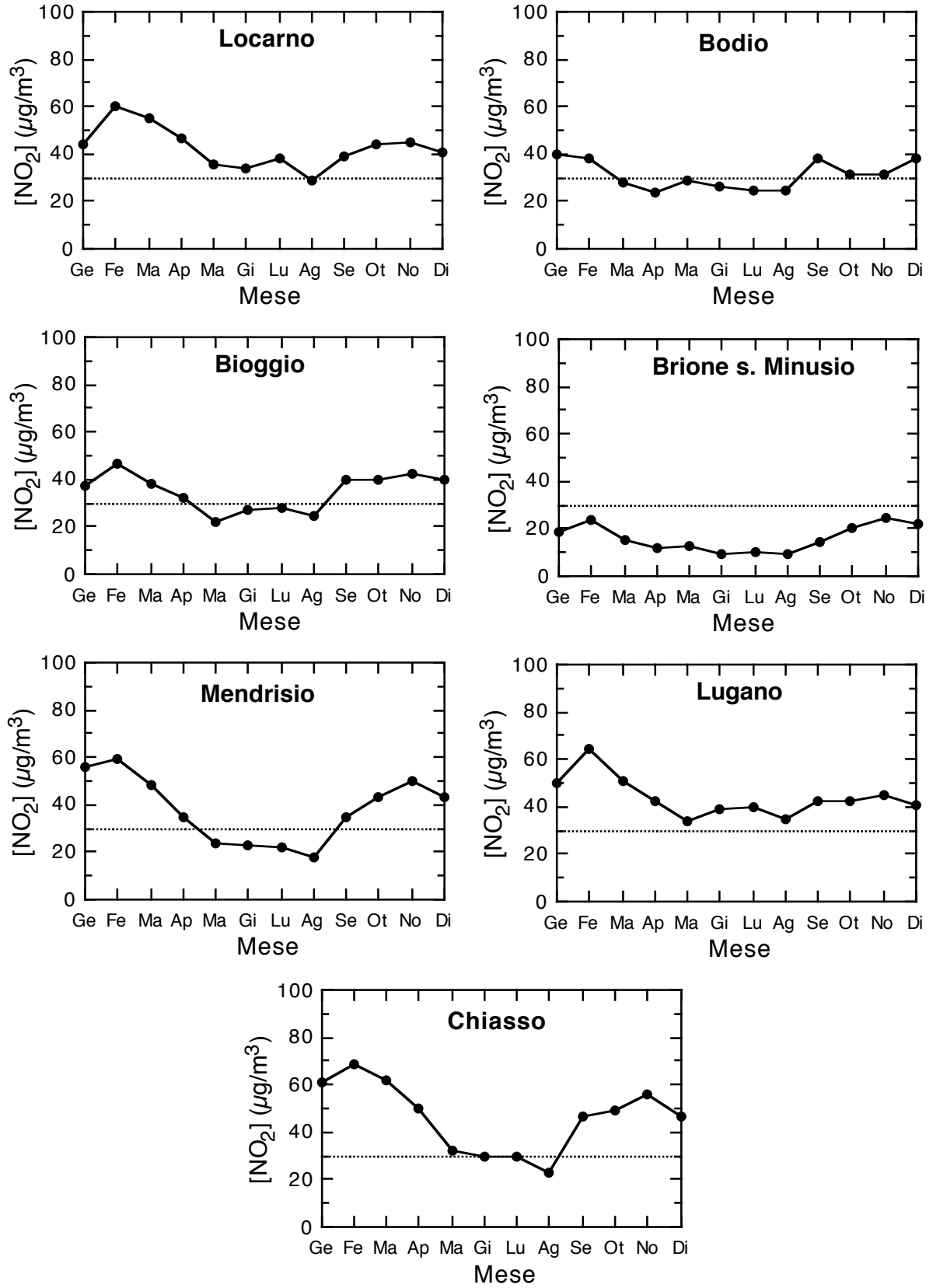


Figura A2.2: Diossido d'azoto (NO_2); medie mensili (1997)

Limite OIAt per la media su un'ora: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

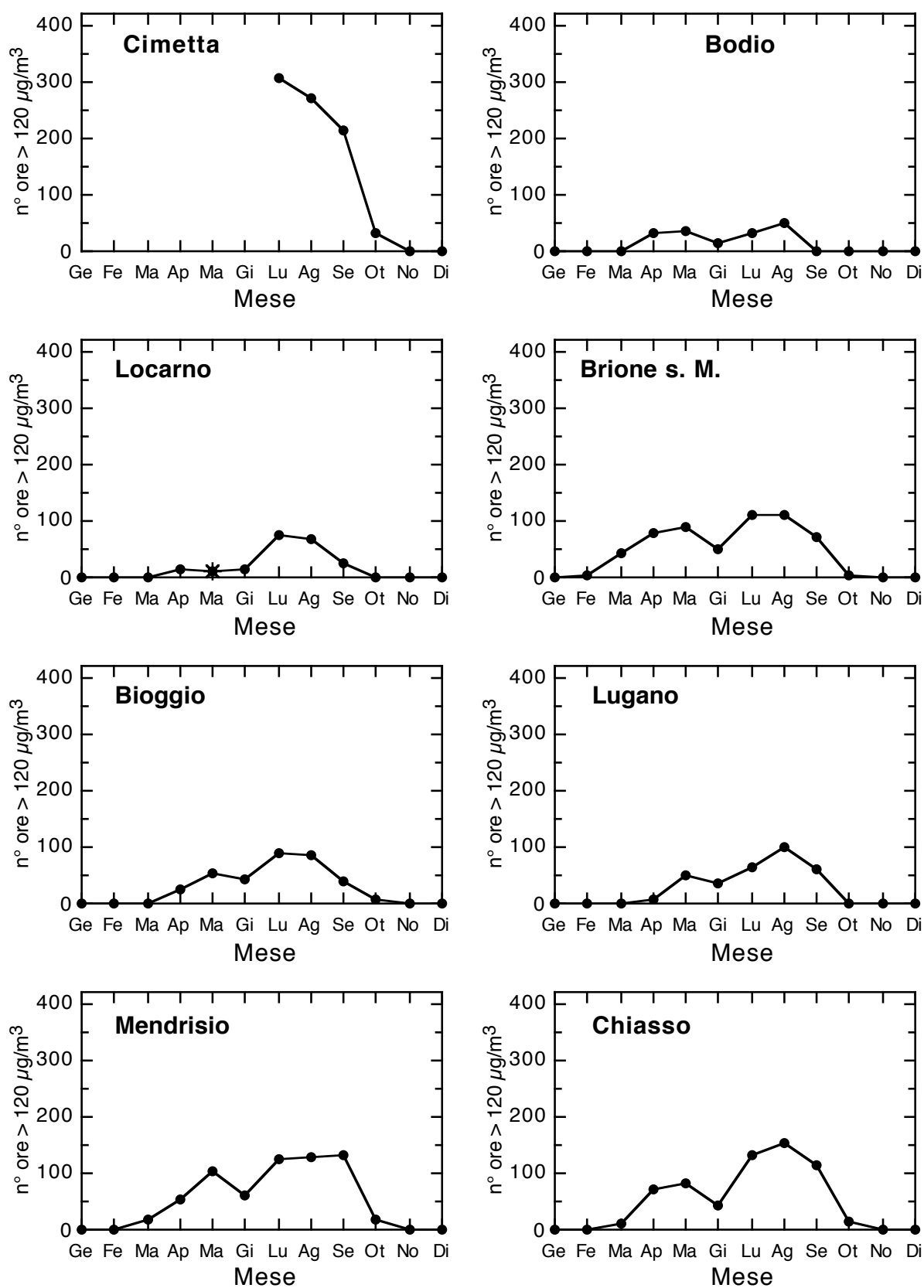


Figura A2.3: Ozono (O_3); n° di superamenti mensili del limite OIAt (1997)

..... : Limite OIAt per il 98° percentile dei valori semiorari di un mese ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$)³⁾

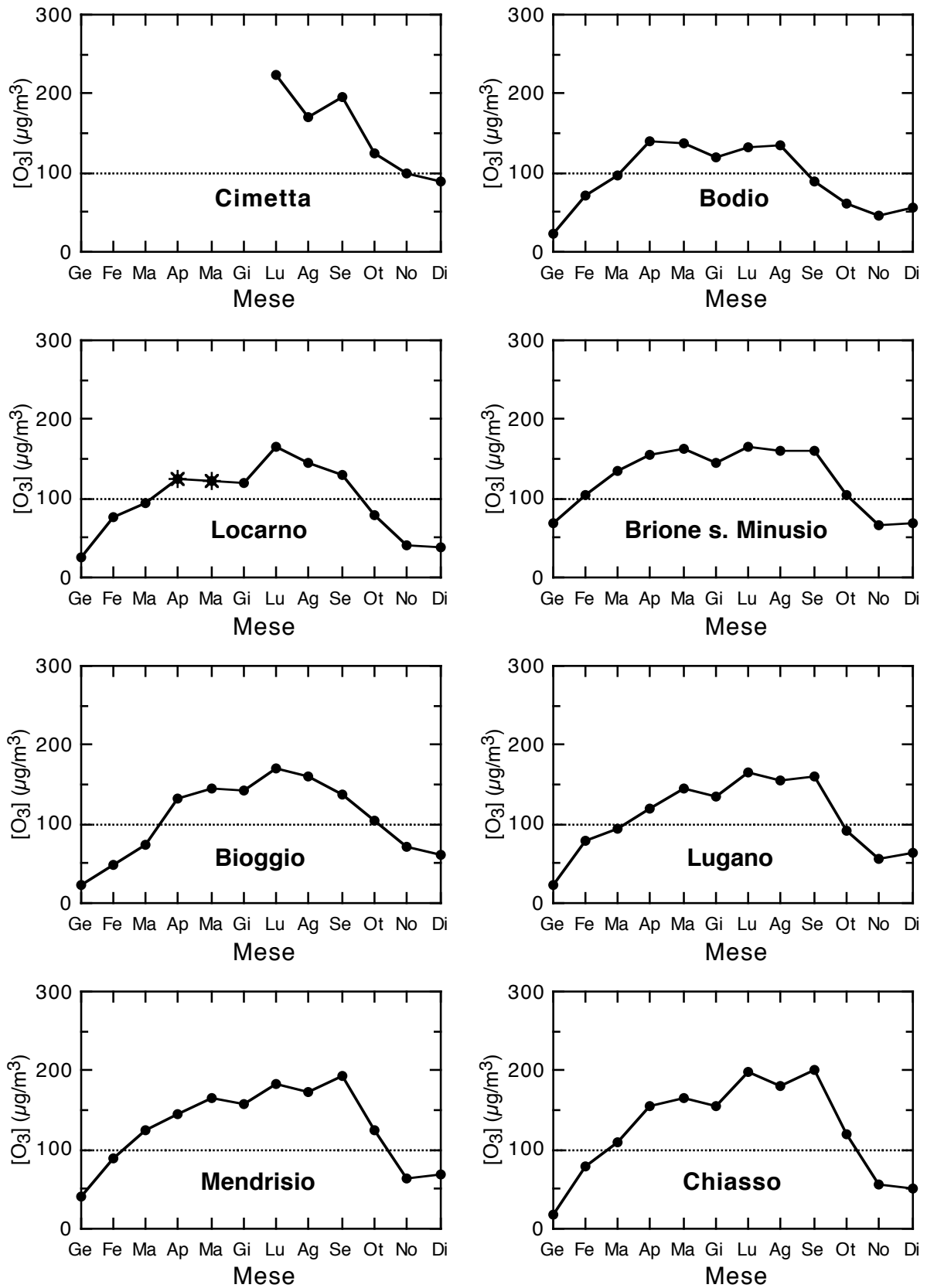


Figura A2.4: Ozono (O_3); 98° percentile mensili (1997)

..... : Limite OIAt per la media giornaliera massima (8 mg/m³)

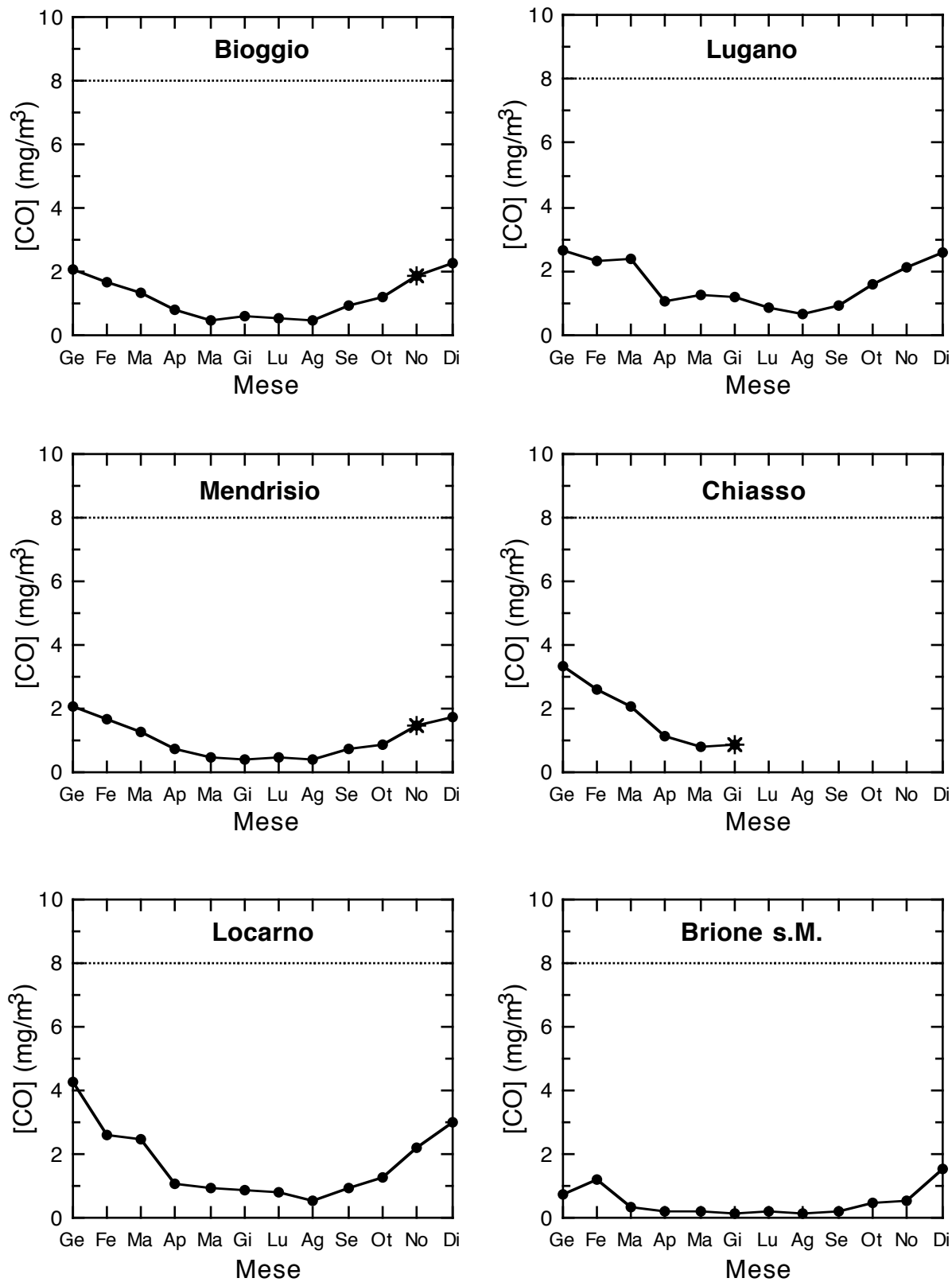


Figura A2.5: Monossido di carbonio (CO); medie giornaliere massime (1997)

Risultati delle analisi con metodi passivi

Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto

Le medie annuali di diossido d'azoto rilevate a partire dal 1989, con la tecnica del rilevamento passivo, in diversi comuni del Cantone sono riportate nelle tabelle A3.1, A3.2 e A3.3, raggruppate per distretto e comune.

Già durante il 1995, in vista degli importanti cambiamenti a livello viario che si sarebbero verificati in seguito all'apertura della galleria Mappo-Morettina nel Locarnese erano state intensificate le misure del diossido d'azoto. Inoltre per fornire ulteriori dati di base sull'inquinamento atmosferico per l'esame d'impatto ambientale relativo al piano dei trasporti del Luganese (PTL) nel corso del 1995 e del 1996 sono state iniziate delle nuove campagne di misura del diossido d'azoto. I risultati di questi rilevamenti sono illustrati nelle tabelle A3.4 e A3.5.

Misure con i campionatori passivi di composti organici volatili

I composti organici volatili sono stati rilevati mediante un metodo di prelievo passivo in tre punti:

- Cadempino presso il campo di tennis "Les amis" (coordinate 715.6/98.7);
- Canobbio sul terreno dello stand di tiro (coordinate 718.2/98.8);
- Comano presso la piazza di compostaggio (coordinate 717.0/99.0).

I campionatori sono stati esposti durante periodi di due settimane. Le analisi con gas cromatografo e spettrometro di massa sono state eseguite dalla ditta Carbotech di Basilea.

Le concentrazioni medie annue di 35 composti sono riportate nella tabella A3.6.

Luogo	coordinate	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Bellinzonese										
Bellinzona										
cast. Montebello	722.8/116.8	28	29	26	30	28	27	23	23	22
Via Vallone	722.7/118.3	44	47	45	48	44	43	39	35	36
Cadenazzo										
stazione FFS	716.2/112.3	59*	65	64	62	56	57	52	44	47
SFEA	715.4/113.2	28	32	31	32	28	27	25	22	23
Valle di Blenio										
Olivone										
Olivone paese	715.1/154.3	13*	13	14	13	13	13	12	10	11
Olivone monti	714.0/154.2	5*	5	6	5	5	6	5	6	4
Valle Leventina										
Airolo										
Airolo paese	690.1/153.7	35*	38	36	36	34	33	35	31	31
Airolo monti	689.5/153.9	17	18	18	17	16	16	16	16	14
Airolo FFS	689.4/153.6	33	36	34	33	32	35	32	27	29
Bodio										
casa comunale	713.4/137.3	41	46	42	44	41	42	37	33	33
parco	713.1/137.7	34	36	33	34	33	33	32	26	27
Locarnese										
Ascona										
via Locarno	703.1/113.4	34	33	32	32	30	30	27	26	25
Brissago										
via Leoncavallo	698.4/108.5	24*	26	26	27	22	19	22	20	19
Caviano										
casa comunale	702.7/107.1	15*	16	16	17	14	15	13	11	11
Dirinella	701.9/106.8	29*	30	29	26	21	22	20	17	16
Gordola										
scuola media	710.1/114.5	35	37	36	37	29	32	29	27	27
Locarno										
casa comunale	704.8/114.1	50	49	47	48	45	45	38	36	36
san Jorio	703.8/113.5	30*	28	27	26	25	24	22	19	18
villa India	704.5/114.2	40	38	39	39	42	45	40	33	33
ISM Monti	704.1/114.4	27	28	28	29	26	28	27	21	20
Cimetta	704.4/117.5	4	4	5	5	4	4	4	4	3
Minusio										
Via S. Gottardo	706.1/114.8	65	65	69	68	63	63	55	50	47
Sonogno										
casa comunale	703.6/134.0	7*	8	8	6	6	7	7	7	6
Tegna										
scuola mat.	700.9/115.9		27	27	25	22	22	21	19	18

Tabella A3.1: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Luogo	coordinate	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Luganese										
Agno										
casa comunale	713.1/95.0	63	70	70	66	61	61	59	50	49
stazione FLP	713.3/94.9	47	51	49	49	45	45	43	38	40
Astano										
Astano	706.8/96.7		11	12	12	11	11	13	15	13
Bedigliora										
Bedigliora	708.7/95.5		14	16	17	15	16	15	13	13
Bioggio										
casa comunale	713.8/97.0		35	36	37	32	32	31	29	27
Canobbio										
stabile PTT	718.2/99.3	32*	35	37	37	34	36	32	28	26
Carona										
acquedotto	716.1/91.6	20*	22	23	25	20	21	19	18	17
Croglio										
Madonna del P.	708.2/93.8	30*	39	37	35	31	33	29	25	26
Lopagno										
Miera casa com	719.0/103.1	16*	19	20	28	17	18	17	16	14
Lugano										
Aldesago	719.4/96.3	32	32	33	37	29	33	29	26	24
Brè	720.5/96.5	16	16	18	17	13	15	13	14	12
lab. cant. igiene	717.8/96.4	47	47	45	48	43	45	42	37	37
ospedale civico	717.3/97.4	46	45	44	46	41	40	37	33	32
polizia com.	717.1/95.8	61	62	63	67	60	61	57	51	52
PTT Besso	716.8/96.0	77	79	80	80	71	73	68	61	61
stadio	717.9/98.1	44	46	45	46	40	44	39	34	34
UTC	717.2/95.8	70	72	77	73	66	68	64	56	57
Massagno										
chiesa S. Lucia	716.5/96.8	54	55	53	54	49	49	46	39	40
Muzzano										
Muzzano	715.0/95.1		36	37	37	33	34	30	26	27
Paradiso										
scuole element.	716.85/94.3			62	60	53	57	52	43	47
Ponte Tresa										
stazione	710.3/92.0	41	45	44	45	38	38	43	38	40
dogana	710.1/91.6	57	61	60	61	54	54	52	46	45
Sorengo										
Sorengo	716.1/95.2		51	43	51	40	41	38	35	34
Taverne										
piazza coop				44	47	43	43	41	35	35

Tabella A3.2: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Luogo	coordinate	89	90	91	92	93	94	95	96	97
Mendrisiotto										
Balerna										
casa comunale	721.9/78.6	52*	56	54	55	49	48	47	39	39
via Franscini	722.1/78.7	38*	42	41	42	37	37	33	33	29
Capolago										
casa comunale	719.6/84.3		72	71	67	61	61	60	51	55
cimitero	719.4/84.4		53	52	54	48	50	47	41	41
Chiasso										
polizia cant.	723.9/76.9	63	66	67	67	56	57	54	48	49
S. Stefano	721.6/76.6	40*	32	30	36	30	30	27	24	23
stadio	722.5/77.0	40	42	42	43	37	39	35	37	30
viale Galli	723.4/77.6	89	94	98	89	83	87	80	72	70
Coldrerio										
Coldrerio	720.3/79.5		67	69	66	58	58	55	47	50
Ligornetto										
Ligornetto	718.4/80.6		41	42	43	36	33	34	32	29
Mendrisio										
Brech	719.6/81.4	51*	55	55	56	49	46	49	41	42
stazione FFS	719.7/80.9	64	68	65	66	57	58	48	46	49
scuole	720/80.5	39*	42	39	45	41	39	38	32	31
Morbio Inf.										
Morbio Inf.	722.7/79.2	40*	36	38	41	35	34	32	28	30
Novazzano										
casa comunale	719.9/77.9	38*	46	44	47	41	41	39	33	33
Pobia	720.9/78		34	41	42	36	35	33	32	29
Riva S. Vitale										
scuole	719.0/84.6		43	46	44	40	39	36	31	31
Sagno										
Zona Villette	724.6/79.5	19	19	21	21	17	17	17	15	13
Stabio										
via Monticello	716.1/79.3	35	33	34	34	34	25*	26	23	25
PTT	716.4/78.8	42	41	43	41	38	35*	37	32	32
via Falcette	716.9/78.9	40*	44	44	45	43	36*	30*	31	33
Riviera										
Biasca										
asilo	717.5/136.1	25*	26	26	27	25	25	23	20	20
casa comunale	717.9/135.5	44*	48	49	47	43	42	37	35	36
industrie	717.8/134.3	43*	49	47	47	40	44	41	36	37
Valle Maggia										
Cevio										
ospedale	689.8/131.3	8	9	9	9	9	9	7	9	6

Tabella A3.3: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il limite OIAT per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Luogo	coordinate	Ge	Fe	Ma	Ap	Ma	Gi	Lu	Ag	Se	Oc	No	Di	1997	1996
PVL															
Gordola															
Anacquaria	709.2/115.5	36	34	24	23	21	20	19	19	-	24	-	27	25	26
SSIC	710.2/114.2	38	39	37	33	32	33	33	34	-	32	-	33	34	27
Locarno															
Funicolare	705.0/114.3	38	41	27	21	21	17	20	14	-	-	-	30	26	26
Ospedale La Carità	104.4/113.9	43	50	39	27	26	23	23	20	-	29	-	38	32	32
Via Bastoria	703.3/113.8	32	39	31	23	25	21	23	19	-	22	-	25	26	25
Via Franzoni	703.9/113.9	45	55	46	32	35	21	27	31	-	35	-	37	36	36
Via Varenna	703.9/113.7	39	40	34	22	20	32	21	20	-	26	-	33	29	30
Vivaio	703.9/113.1	36	40	26	19	19	17	16	14	-	22	-	29	24	25
Minusio															
Polizia	706.2/114.7	44	48	32	22	20	18	18	16	-	30	-	34	28	29
Via R. Simen	706.2/114.6	50	50	43	32	28	24	25	25	-	33	-	37	34	38
PTL Circonvallazione															
Agno															
Serocca	713.5/96.6	45	44	31	25	21	20	17	16	-	26	-	32	28	-
Via Chiodenda	713.5/95.0	33	47	39	60	23	25	22	24	-	32	-	36	34	-
Bioggio															
PTT	713.9/97.0	48	51	43	32	29	32	27	27	-	40	-	39	37	-
Mulini	714.3/95.9	44	47	42	38	34	39	40	37	-	37	-	37	40	-
Via Vedeggio	714.2/95.9	45	45	41	37	32	33	36	35	-	37	-	37	38	-
Muzzano															
Piodella	714.3/95.1	45	48	41	38	27	35	34	36	-	37	-	41	38	-
Agnuzzo	714.4/94.7	48	51	47	44	33	32	32	34	-	37	-	41	40	-
Roggia dei Mulini	714.1/94.9	42	43	37		24	25	23	26	-	30	-	36	32	-

Tabella A3.4: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Luogo	coordinate	Ge	Fe	Ma	Ap	Ma	Gi	Lu	Ag	Se	Oc	No	Di	1997
PTL Galleria														
Cureglia														
Casa Rusca	716.5/99.4	44	45	31	19	17	17	15	19	-	31	-	35	27
Cadempino														
Tennis Les Amis	715.6/98.7	44	45	38	24	26	29	23	24	-	34	-	31	32
Asilo	715.7/99.3	45	44	36	26	24	26	19	21	-	35	-	35	31
Canobbio														
Stand di tiro	718.2/98.8	39	42	31	21	18	17	11	13	-	28	-	32	25
Scuola Media	718.1/98.9	45	47	36	24	21	19	17	15	-	32	-	37	29
Jumbo	718.4/98.7	39	41	32	22		17	13	11	-	26	-	31	26
Sottochiesa	718.5/99.2	36	37	23	16	14	13	59	9	-	-	-	-	26
Comano														
Campagna	717.0/99.0	42	44	31	20	14	14	13	12	-	27	-	35	25
Centro Propsò	717.4/99.5	40	38	24	17	14	14	11	12	-	25	-	30	23
Cureglia														
Tornante	719.5/97.9	26	26	19	13	13	11	94	15	-	21	-	23	26
Cureglia														
Campeggio	717.3/99.0	44	44	34	25	21	20	19	21	-	34	-	34	29
Davesco														
Res. Casteldavesco	718.9/99.4	36	33	21	14	12	11	10	14	-	21	-	29	20
Ponte di Valle	718.8/98.9	37	36	31	22	17	15	16	17	-	28	-	31	25
Porza														
San Rocco	716.8/98.2	36	34	22	15	12	11	10	14	-	21	-		19
Scuole Consortili	717.6/98.9	45	46	31	20	19	17	15	19	-	32	-	37	28
Ressega	718.0/98.5	39	43	32	21	18	18	14	17	-	28	-	31	26
Pregassona														
Scuola Media	718.7/98.2	44	44	27	19	15	15	13	15	-	26	-	33	25
UTC	719.0/97.7	39	36	29	19		15	15	17	-	26	-	32	25
Vezia														
Scuola media	716.1/98.1	40	41	28	19	19	19	17	21	-	27	-	32	26
Savosa														
Scuola elementare	715.8/97.4	53	51	42	-	26	31	28	30	-	41	-	40	38

Tabella A3.5: Misure con i campionatori passivi di diossido d'azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il limite OIAt per la media annua di diossido d'azoto è $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sostanza	fattore di conv $\frac{ppb}{\mu g/m^3}$	num. atomi di C	Cadempino		Comano		Canobbio	
			($\mu g/m^3$)	(ppb)	($\mu g/m^3$)	(ppb)	($\mu g/m^3$)	(ppb)
Benzolo	0.316	6	2.74	0.87	2.17	0.68	2.42	0.77
Toluolo	0.268	7	10.91	2.92	6.72	1.80	10.67	2.86
Etilbenzolo	0.233	8	1.46	0.34	1.04	0.24	1.41	0.33
m/p-Xilolo	0.233	8	4.63	1.08	3.13	0.73	4.43	1.03
o-Xilolo	0.233	8	1.68	0.39	1.17	0.27	1.59	0.37
Stirolo	0.237	8	0.16	0.04	0.08	0.02	0.10	0.02
Isopropilbenzolo	0.205	9	0.11	0.02	0.10	0.02	0.11	0.02
n-Propilbenzolo	0.205	9	0.45	0.09	0.34	0.07	0.44	0.09
m/p- Etiltoluolo	0.205	9	1.68	0.34	1.16	0.24	1.58	0.32
o- Etiltoluolo	0.205	9	0.45	0.09	0.31	0.06	0.43	0.09
1,3,5-Trimetilbenzolo	0.205	9	0.54	0.11	0.36	0.07	0.50	0.10
1,2,4-Trimetilbenzolo	0.205	9	1.78	0.37	1.18	0.24	1.66	0.34
1,2,3-Trimetilbenzolo	0.205	9	0.40	0.08	0.28	0.06	0.39	0.08
n-Eptano	0.246	7	1.78	0.44	0.55	0.14	0.70	0.17
Isooctano	0.216	8	1.20	0.26	0.93	0.20	1.12	0.24
n-Octano	0.216	8	0.26	0.06	0.19	0.04	0.23	0.05
n-Nonano	0.192	9	0.29	0.06	0.20	0.04	0.35	0.07
n-Decano	0.174	10	0.44	0.08	0.28	0.05	0.49	0.09
a-Pinene	0.181	10	0.32	0.06	0.53	0.10	0.17	0.03
b-Pinene	0.181	10	0.06	0.01	0.12	0.02	0.03	0.00
Canfene	0.181	10	0.02	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
Mircene	0.181	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3-Carene	0.181	10	0.04	0.00	0.06	0.01	0.03	0.00
Limonene	0.181	10	0.25	0.04	0.24	0.04	0.16	0.03
1,1,1-Tricloroetano	0.185	2	1.26	0.23	0.45	0.08	0.45	0.08
1,1,2- Tricloroetano	0.185	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Triclorometano	0.207	1	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00
Tetraclorometano	0.161	1	0.49	0.08	0.49	0.08	0.49	0.08
Tricloroetilene	0.188	2	20.23	3.80	0.67	0.13	0.51	0.10
Tetracloroetilene	0.149	2	5.36	0.80	0.73	0.11	0.89	0.13
Clorobenzolo	0.219	6	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
1,1,2,2-Tetracloroet.	0.147	2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
1,3-Diclorobenzolo	0.168	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1,4- Diclorobenzolo	0.168	6	0.07	0.01	0.07	0.01	0.07	0.01
1,2- Diclorobenzolo	0.168	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella A3.6: Proprietà fisico-chimiche e concentrazioni medie annue di 35 composti organici volatili. Le misure sono state eseguite con campionatori passivi.

ALLEGATO IV

Valori limite d'immissione

(allegato 7 dell'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico)

Sostanza nociva	Valore limite d'immissione	Definizione statistica
Diossido di zolfo (anidride solforosa, SO ₂)	30 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100 µg/m ³	95 % dei valori medi su 1/2 h di un anno ≤ 100 µg/m ³
	100 µg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo una volta all'anno
Diossido d'azoto (NO ₂)	30 µg/m ³	
	100 µg/m ³	
	80 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica) 95 % dei valori medi su 1/2 h di un anno ≤ 100 µg/m ³ Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo una volta all'anno
Ozono (O ₃)	100 µg/m ³	98 % dei valori medi su 1/2 h di un mese ≤ 100 µg/m ³
	120 µg/m ³	Valore medio su 1 h; può essere superato al massimo una volta all'anno
Polvere fini PM ₁₀	20 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	50 µg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo una volta all'anno
Piombo (Pb) nella polvere in sospensione	500 ng/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nella polvere in sospensione	1.5 ng/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Ricaduta polvere in totale	200 mg/m ² x giorno	Valore annuo medio (media aritmetica)
Piombo (Pb) nella ricaduta di polvere	100 µg/m ² x giorno	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nella ricaduta di polvere	2 µg/m ² x giorno	Valore annuo medio (media aritmetica)
Zinco (Zn) nella ricaduta di polvere	100 µg/m ² x giorno	Valore annuo medio (media aritmetica)
Tallio (Tl) nella ricaduta di polvere	2 µg/m ² x giorno	Valore annuo medio (media aritmetica)

Osservazioni: mg = milligrammo; 1 mg = 0.001 g
 μ g = microgrammo; 1 μ g = 0.001 mg
ng = nanogrammo; 1 ng = 0.001 μ g
Il segno " \leq " significa "minore o uguale"

Abbreviazioni

OIA_t = Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico del 16 dicembre 1985
(aggiornata al 1° febbraio 1992)

SO₂ = Diossido di zolfo (anidride solforosa)

NO_x = Ossidi d'azoto

NO = Monossido d'azoto

NO₂ = Diossido d'azoto

CO = Monossido di carbonio

O₃ = Ozono

VOC = Composti organici volatili (chiamati, in passato, impropriamente idrocarburi)

PAH = Idrocarburi policiclici aromatici

PM₁₀ = Polveri "fini" con diametro inferiore ai 10 μm (0.01 mm)

Pb = Piombo

Cd = Cadmio

Zn = Zinco

ALLEGATO VI

Unità di misura e concetti usati per descrivere l'inquinamento atmosferico

ng/m³ = nanogrammo/metrocubo
μg/m³ = microgrammo/metrocubo
mg/m³ = milligrammo/metrocubo

(1 μg/m³ = 1000 ng/m³)
(1 mg/m³ = 1000 μg/m³)

valoreo mediasemioraria:

concentrazione media di una sostanza misurata durante 30 minuti. È la grandezza di base per il calcolo di tutti gli altri valori.

mediasulle24 ore o mediagiornaliera:

media aritmetica dei valori semiorari di una giornata; nel presente lavoro, se per una giornata sono disponibili meno di 36 valori semiorari, si rinuncia al calcolo del valore medio giornaliero.

mediaannua:

media aritmetica di tutti i valori semiorari misurati durante l'anno.

95° percentile:
(valido per NO₂ e SO₂)

secondo l'OIAAt il 95 % di tutti i valori semiorari misurati in una località durante 1 anno devono essere inferiori al limite indicato; 5 % dei valori semiorari possono essere superiori al limite. In un anno ci sono 17520 semiore; il 5 % corrisponde a 876 semiore.

98° percentile:
(valido per O₃)

Secondo l'OIAAt il 98 % di tutti i valori semiorari misurati in una località durante 1 mese devono essere inferiori al limite indicato; 2 % dei valori semiorari possono essere superiori al limite. In 1 mese ci sono 1440 semiore; il 2 % corrisponde a 29 semiore.

μg/m²·d = microgrammo/metroquadrato al giorno

mg/m²·d = milligrammo/metroquadrato al giorno

(1 mg/m²·d = 1000 μg/m²·d)

Autori e ringraziamenti

Le analisi della qualità dell'aria e la redazione del rapporto sono state curate da:

Angelo Bernasconi
Mario Camani
Caroline Camponovo
Valerio Fumagalli
Michele Politta
Andrea Uboldi.

Gli autori sono grati al dott. Prelati della TIMCAL di Bodio per aver messo a disposizione le misure del diossido di zolfo e all'ing. Giacomo Gianola della DIONEA di Locarno per la preziosa collaborazione nei rilevamenti di diossido d'azoto e di composti organici volatili nel Luganese.

Si ringraziano inoltre i privati, gli enti e in particolare le autorità comunali che hanno fornito il loro prezioso contributo allo svolgimento delle indagini.

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA