

SEZIONE PROTEZIONE ARIA E ACQUA

UFFICIO PROTEZIONE DELL'ARIA

**ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
IN TICINO**

1995

DIVISIONE AMBIENTE

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO

Giugno 1996

INDICE

1. Sommario	3
2. Impostazione delle analisi dell'aria	9
2.1 Descrizione dei posti di misura	9
2.2 Apparecchi di analisi.....	11
2.3 Qualità dei dati	11
2.3.1 Metodica dei controlli	11
2.3.2 Errore di misura	12
3. Risultati delle analisi	13
3.1 Valutazioni statistiche dei risultati	13
3.2 Rappresentazioni grafiche.....	33
3.3 Misure con i campionatori di diossido d'azoto	39
4. Commento dei risultati	44
4.1 Anidride solforosa	44
4.2 Diossido d'azoto	47
4.3 Ozono	50
4.4 Monossido di carbonio.....	53
4.5 Polveri	53
4.5.1 Polveri in sospensione	53
4.5.2 Polveri in ricaduta	57
4.6 Composti organici volatili.....	59
ALLEGATI	
I Ozono e vegetazione: esposizione accumulate a elevate concentrazioni	60
II Modello per l'interpolazione delle esposizioni accumulate.....	62
III Recupero dei vapori di benzina.....	67
IV Valori limite d'immissione	69
V Abbreviazioni.....	70
VI Unità di misura	71

1. Sommario

Inquinamento atmosferico e salute

Gli studi epidemiologici SAPALDIA e SCARPOL, condotti in Svizzera a livello nazionale, hanno fornito nuovi dati sugli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute. Lo studio SAPALDIA ha evidenziato come un inquinamento anche di poco superiore ai limiti fissati dalla legislazione svizzera comporti una frequenza più elevata di malattie e disturbi respiratori. Nelle zone maggiormente esposte all'inquinamento questi influssi negativi sulla salute sono stati riscontrati anche tra individui adulti sani. Lo studio SCARPOL ha dimostrato che gli inquinanti atmosferici provocano, indipendentemente da altri fattori di rischio come ad esempio il fumo passivo, un aumento dei disturbi alle vie respiratorie tra i bambini.

Altri studi conclusi negli Stati Uniti hanno invece provato l'esistenza di una relazione tra inquinamento atmosferico e mortalità. L'osservazione durante molti anni di grandi gruppi di popolazione, in regioni diverse, ha permesso di stabilire che l'inquinamento atmosferico accorcia in modo marcato la vita media delle persone. I danni alla salute, causati in Svizzera dall'inquinamento atmosferico e in particolare da quello dovuto al traffico motorizzato, sono stati quantificati in uno studio multidisciplinare¹ commissionato dal Dipartimento federale dell'energia e dei trasporti. Le conseguenze principali per la salute sono riassunte nella tabella S1.

Tipo di effetto	Unità	Danni dell'inquinamento atmosferico
morte prematura	casi all'anno	3 800
invalidità per bronchite cronica	casi all'anno	20
ricovero in ospedale	giorni all'anno	22 900
bronchite cronica	casi all'anno*	38 000
bambini con bronchiti acute	casi all'anno	53 000
attacchi di asma	attacchi all'anno	2.6 milioni
sintomi alle vie respiratorie	giorni all'anno	14.3 milioni
incapacità lavorativa	giorni all'anno	791 000

Tabella S1: Effetti sulla morbilità e sulla mortalità dell'inquinamento atmosferico in Svizzera nel 1993. * aumento annuale del numero di persone con bronchite cronica tra la popolazione svizzera.

Anche se lo studio non offre cifre esplicite per le diverse regioni, gli agglomerati ticinesi figurano purtroppo tra le zone dove l'inquinamento atmosferico è particolarmente elevato. I danni sulla salute dovuti all'inquinamento atmosferico appaiono impressionanti. Si pensi ad esempio alle 3800 vittime dell'inquinamento per le quali statisticamente la speranza di vita si riduce di quasi 13 anni. Occorre inoltre rilevare che le cifre indicate nella tabella devono essere considerate, secondo gli autori, come **limiti inferiori**.

¹ "Monetarisierung der verkehrsbedingten externen Gesundheitskosten", Dienst für Gesamtverkehrsfragen, Auftrag Nr. 272

Lo studio citato calcola i costi finanziari che risultano dai danni alla salute dovuti all'inquinamento. Essi sono valutati globalmente a circa 30 miliardi di franchi di cui circa la metà sono da ricondurre al traffico motorizzato. Per il Ticino, l'inquinamento dovuto al traffico motorizzato incide in misura maggiore, considerato l'elevato traffico sull'autostrada N2 e la presenza limitata di grossi impianti industriali. La tabella S2 descrive il dettaglio dei costi e la figura S1 illustra, per la Svizzera, la ripartizione dei costi tra le tre componenti principali di traffico: autovetture, veicoli pesanti e traffico "fuori strada" (veicoli da cantiere, veicoli agricoli e forestali, aerei e battelli).

Per ulteriori dettagli si rimanda al rapporto originale.

Centro di costo		Danni dell'inquinamento atm.	
Riduzione produzione	morte prematura	2006	Mio. Fr. all'anno
	invalidità per bronchite cronica	17	Mio. Fr. all'anno
	ricovero in ospedale	5	Mio. Fr. all'anno
	incapacità lavorativa	90	Mio. Fr. all'anno
Costi non-materiali	morte prematura	802	Mio. Fr. all'anno
	invalidità per bronchite cronica	2	Mio. Fr. all'anno
	ricovero in ospedale	10	Mio. Fr. all'anno
Cure mediche	ricovero in ospedale	14	Mio. Fr. all'anno
	bronchite acuta	3	Mio. Fr. all'anno
	bronchite cronica	17	Mio. Fr. all'anno
	attacchi d'asma	2	Mio. Fr. all'anno
	sintomi alle vie respiratorie	1	Mio. Fr. all'anno
Costi amministrativi	cure mediche supplementari	2	Mio. Fr. all'anno
	minori prestazioni (cassa pens., ...)	-14	Mio. Fr. all'anno
Totale		2957	Mio. Fr. all'anno

Tabella S2: Costi degli effetti sulla salute causati dall'inquinamento atmosferico in Svizzera nel 1993.

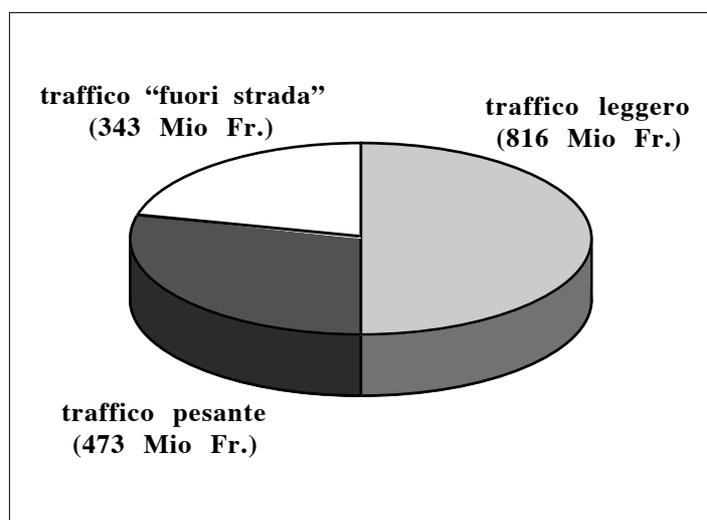


Figura S1:

Ripartizione dei costi sulla salute tra le tre componenti principali di traffico.

Situazione ed evoluzione della qualità dell'aria in Ticino

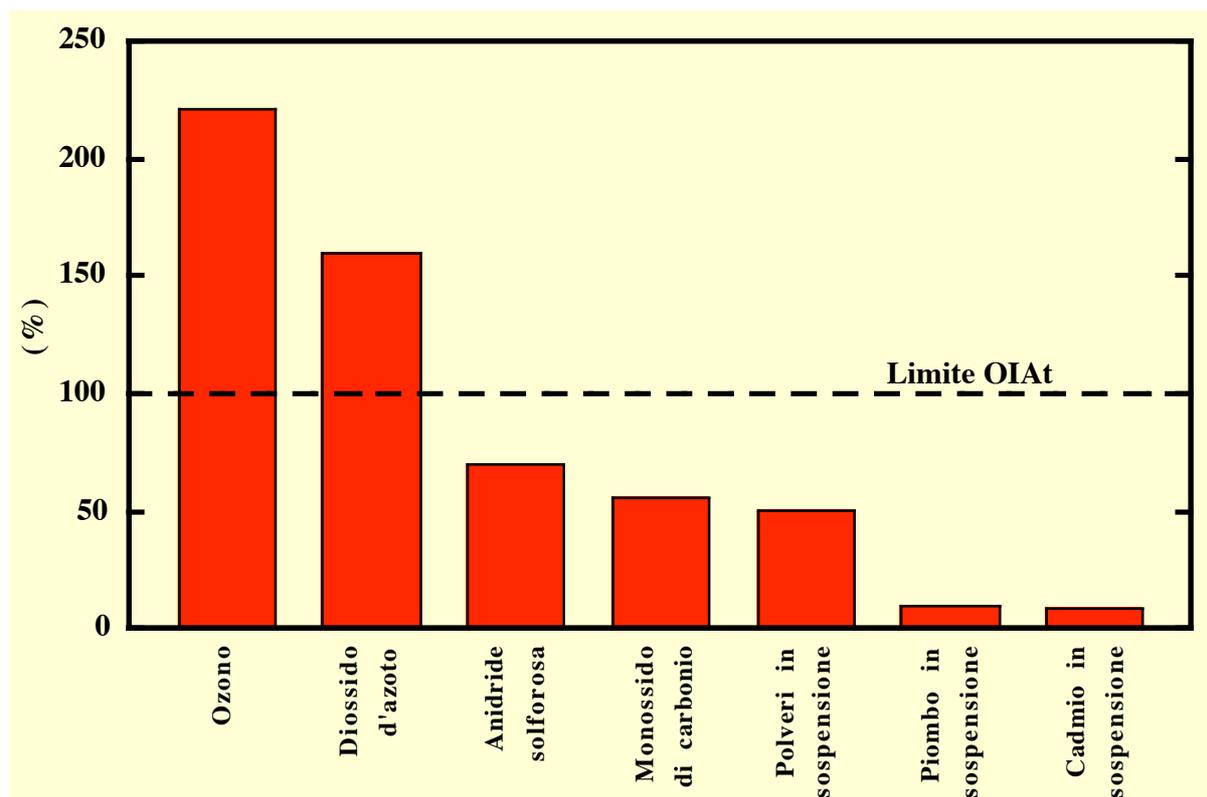


Figura S2: Immissioni nel Canton Ticino: carico inquinante in percento dei relativi limiti d'immissione.

Nella figura S2 le immissioni nel Canton Ticino sono illustrate riportando per i diversi inquinanti i valori più elevati rilevati dalle stazioni d'analisi in percento dei relativi limiti d'immissione stabiliti dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA). Ad eccezione dell'ozono (98° percentile) e del monossido di carbonio (media giornaliera massima) i valori indicati si riferiscono alle concentrazioni medie annue. Questa figura consente di evidenziare i problemi principali. Si osserva in particolare che i limiti dell'OIA sono ampiamente superati nel caso delle immissioni di ozono e di quelle di diossido d'azoto.

Per l'**ozono** si tratta di un risultato riportabile a tutto il territorio cantonale. Difatti durante i periodi estivi concentrazioni elevate di ozono si osservano pressoché ovunque. L'estate temperata del 1995 ha provocato un numero minore di superamenti del limite orario fissato dall'OIA rispetto alla canicola del 1994.

Per il **diossido d'azoto** la situazione risulta invece più differenziata. Quanto illustrato nel grafico in alto 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 nettamente inferiori al limite OIA. Questa spiegazione è confermata dalle misure effettuate, con campionatori speciali, in un centinaio di posti distribuiti sull'intero territorio. Durante l'ultimo anno si è verificata una marcata diminuzione delle immissioni di diossido d'azoto. L'evoluzione positiva è da ricondurre principalmente alla diffusione del catalizzatore, rispettivamente alle favorevoli condizioni meteorologiche.

Oltre all'ozono e al diossido d'azoto ci sono i problemi emergenti delle polveri fini e dei composti organici volatili. La situazione relativa a questi inquinanti non è illustrata nella figura S2 in quanto l'OIA non prevede limiti di immissione.

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. 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. Restano inoltre preoccupanti le immissioni di singoli composti organici come il benzene registrate in passato lungo importanti assi di traffico.

Le polveri totali in sospensione sono in costante diminuzione grazie ai provvedimenti tecnici adottati da diversi anni per gli impianti e i veicoli che hanno permesso di eliminare progressivamente le polveri "grosse". Sono tuttavia rimaste le **polveri più fini** le cui emissioni aumentano tendenzialmente con il maggiore consumo di combustibili e carburanti. Dalle analisi effettuate a Chiasso e a Lugano risultano delle concentrazioni di polveri fini simili a quelle registrate in altre località della Svizzera con elevato traffico.

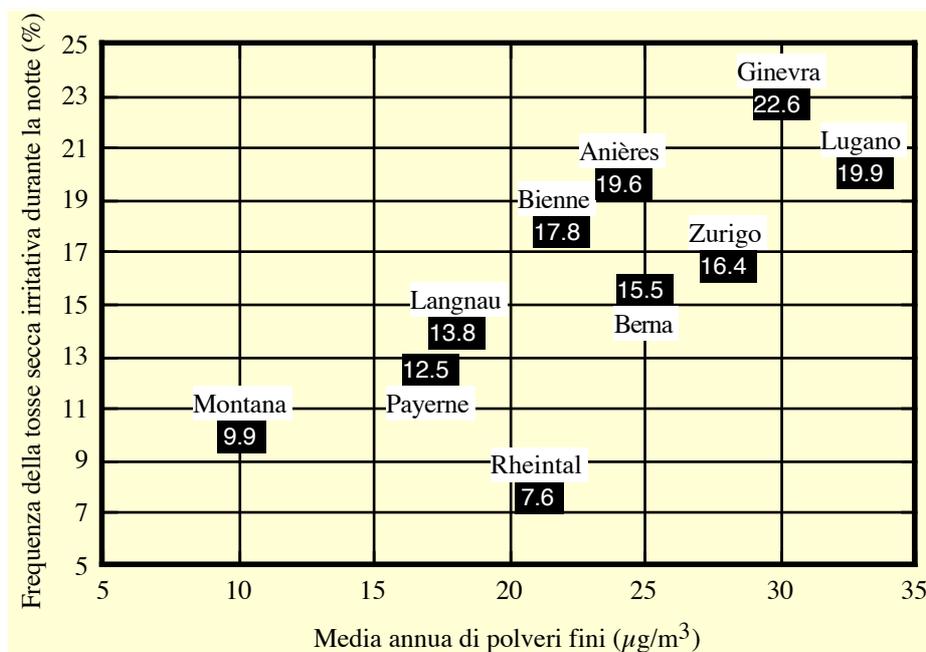


Figura S3: Polveri fini (diametro inferiore ai $10\mu\text{m}$) e disturbi alle vie respiratorie (un risultato dello studio SCARPOL).

Le polveri fini, che passano facilmente attraverso le vie respiratorie superiori, preoccupano in quanto sono all'origine di disturbi alla salute e di malattie, come messo in evidenza dagli studi SAPALDIA e SCARPOL. Per esempio quest'ultimo studio ha dimostrato che al crescere delle concentrazioni di polveri fini aumenta il rischio che un bambino prenda la tosse (v. figura S3). Questa realtà è preoccupante. Difatti se le mucose delle vie respiratorie sono pressoché continuamente irritate, i bambini sono più facilmente soggetti alle infezioni.

Le immissioni di **anidride solforosa**, di **monossido di carbonio** e di **polveri** (sia per la massa che per il contenuto di metalli pesanti) sono da alcuni anni conformi con le norme di qualità dell'aria fissate dall'OIA. L'introduzione del catalizzatore e della benzina verde

hanno inoltre permesso di ridurre il **piombo** presente nelle polveri a valori nettamente al di sotto dei limiti previsti dall'OIAAt. Le immissioni di monossido di carbonio sono da diversi anni inferiori ai limiti dell'OIAAt grazie ai provvedimenti tecnici sui motori dei veicoli.

Raccomandazioni

Le concentrazioni di diossido d'azoto e di ozono sono ancora nettamente superiori ai limiti fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico e lontani dagli obiettivi indicati dal Consiglio Federale nel suo rapporto del 1986 sulla strategia per ridurre l'inquinamento atmosferico. Le polveri fini e le sostanze organiche volatili - analizzate finora solo sporadicamente - sono pure presenti in concentrazioni preoccupanti.

Le conoscenze più recenti confermano il tributo molto pesante che la nostra società paga in termini di salute e in termini finanziari. L'Ordinanza federale stabiliva che la qualità dell'aria fosse ristabilita, mediante provvedimenti adeguati, entro il 1994.

Per i motivi esposti è urgente che il risanamento dell'aria ridiventi una priorità e che gli interventi necessari siano effettuati in tempi brevi. Occorre agire con determinazione su tutte le fonti d'emissione ma in particolare sul traffico che in Ticino è quella più difficile da controllare. Il Piano cantonale di risanamento dell'aria indica i provvedimenti principali. Tra questi, alcuni sono di particolare attualità e importanza. Essi sono brevemente richiamati di seguito.

Per quanto concerne il traffico autostradale, sia leggero che pesante in particolar modo, **l'autorità federale** dovrà provvedere all'introduzione di *strumenti di natura economica* come ad esempio la cosiddetta "verità dei costi", secondo la quale ogni mezzo di trasporto deve sostenere sia i costi per le sue infrastrutture che quelli esterni. Questa necessità è stata confermata da un gruppo di lavoro istituito dal Consiglio Federale nell'ottobre del 1994 con il mandato di coordinare e di assicurare a livello federale il controllo dell'esecuzione delle misure di risanamento in fase di realizzazione. Difatti nel primo recente rapporto di questo gruppo è illustrato come senza simili misure supplementari gli obiettivi fissati dal Consiglio Federale non saranno raggiunti nemmeno nel 2010.

A livello cantonale sarà indispensabile attuare le misure di *moderazione e contenimento del traffico*, la cui concretizzazione richiede anche un cambiamento di tipo comportamentale da parte di ogni cittadino. Al fine di facilitare un simile cambiamento occorre offrire valide alternative al trasporto motorizzato individuale. A tale scopo, oltre al potenziamento dei mezzi di trasporto pubblici, si devono realizzare piste ciclabili e percorsi pedonali più attrattivi.

Misure atte a favorire gli spostamenti non inquinanti possono essere realizzate anche **a livello comunale**. Essenzialmente si tratta di migliorare, anche da un punto di vista qualitativo (in particolar modo della sicurezza), la rete dei percorsi pedonali e di piste ciclabili tra quartieri residenziali, scuole, edifici pubblici (per esempio aree di svago, centri sportivi) e le fermate dei mezzi di trasporto pubblici. Per quanto attiene al trasporto in bicicletta particolare importanza deve essere attribuita anche alle installazioni di attrezzature adeguate per lasciare in sosta le biciclette soprattutto presso i principali "punti nodali" (per esempio le fermate dei mezzi di trasporto pubblico). Come detto si tratta soltanto di alcune indicazioni concise da attuare a breve termine.

Struttura del rapporto

Il rapporto è strutturato in tre parti principali. Nel capitolo 2 l'impostazione delle analisi dell'aria è brevemente discussa facendo riferimento alle caratteristiche dei posti di misura e alla dotazione delle diverse stazioni d'analisi. Il terzo capitolo è essenzialmente una "fotografia" dell'inquinamento atmosferico del 1995. I dati sono rappresentati tramite tabelle e grafici, nei quali vengono direttamente confrontati con i limiti d'immissione previsti dall'OIA. Tali limiti sono stati fissati dal Consiglio Federale tenendo conto anche degli effetti dell'inquinamento su categorie di persone particolarmente sensibili. Nel capitolo 4 le immissioni ottenute durante il 1995 sono paragonate a quelle degli anni precedenti, in modo da poterne evidenziare le tendenze evolutive.

Recenti studi degli effetti dell'ozono sulla vegetazione hanno mostrato che i boschi sono particolarmente sensibili alle esposizioni accumulate a elevate concentrazioni di ozono. Per confrontare la situazione nel nostro Cantone con i valori critici recentemente proposti sulla base del concetto dell'esposizione accumulata, è stato elaborato un modello di interpolazione dei dati rilevati dalle singole stazioni d'analisi. Il modello e i relativi risultati sono illustrati negli allegati II e III.

L'allegato III è dedicato alle emissioni di composti organici volatili che si verificano presso i grandi depositi di benzina e durante le operazioni di travaso del carburante. In particolare è descritto lo stato dei lavori di risanamento.

2. 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 sopra Locarno (1650 m s.l.m.) è stata concepita soprattutto per studiare la stratificazione e i movimenti degli ossidi d'azoto e dell'ozono.

2.1 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 contribuisce anche il traffico motorizzato veicolare dell'autostrada (N2) e degli assi stradali che collegano Lugano a Ponte Tresa. Una quota importante di veicoli è immatricolata all'estero.
- Lugano²:** 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.

² 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: 713.45/137.30; 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.

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.

2.2 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 1.

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

Tabella 1: Parametri analizzati. La presenza di un pallino in una casella indica che tale misura è effettuata nella località corrispondente.

I campionatori passivi di diossido di azoto sono forniti e successivamente analizzati da un laboratorio incaricato dalla Scuola Politecnica federale di Zurigo. Di regola in ogni punto di misura sono esposti due campionatori, che vengono sostituiti periodicamente. Per le polveri in sospensione a Bodio sono stati utilizzati due campionatori speciali (Digitel), che permettono di eseguire anche un'analisi del contenuto di metalli pesanti.

2.3 Qualità dei dati

2.3.1 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 1995 il sistema di calibrazione è stato verificato mediante esperimenti di questo tipo:

- **21.03.95** : Confronto ad anello per lo standard di calibrazione dell'ozono organizzato dal Cercl'Air in collaborazione con l'EMPA. La prova si è svolta presso l'Ufficio federale di metrologia.
- **31.05.95** : La ditta Ökoscience è stata incaricata di eseguire una calibrazione ad anello presso le stazioni di Chiasso e Mendrisio.
- **18.07.95** : La ditta Ökoscience è stata incaricata di eseguire una calibrazione ad anello presso le stazioni di Locarno e Brione s. Minusio.

2.3.2 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 al 8% (v. rapporto “Analisi della qualità dell’aria in Ticino, 1993”).

3. Risultati delle analisi

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).

3.1 Valutazioni statistiche dei risultati

In ognuna delle seguenti tabelle (da 2 a 38) 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 ore) 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 ore) 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 di 120 µg/m³. 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 in sospensione la terza colonna indica *il valore medio* della concentrazione di polveri durante il periodo di misura; la quarta colonna *il valore giornaliero massimo* (media su 24 ore) registrato durante il mese corrispondente. La quinta colonna indica quante volte (cioè durante quante giornate) *la concentrazione media giornaliera* (media su 24 ore) ha superato il limite fissato dall'OIAAt. Nella sesta colonna per i singoli mesi sono riportati i *95° Percentili* dei rispettivi valori semiorari, mentre il *95° Percentile annuo* è calcolato su tutti i valori medi giornalieri misurati.

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 ³ :	almeno	13140	semiore, inoltre nessuna interruzione > 20 giorni

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

³ La media annua riportata nelle tabelle seguenti è stata calcolata dalle medie mensili.

Anidride solforosa

Limiti di legge per le immissioni d'anidride solforosa (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	30	37	157	59	0	81
Febbraio	21	32	118	58	0	67
Marzo*	20	18	81	34	0	42
Aprile*	20	15	81	25	0	34
Maggio*	12	5	31	13	0	17
Giugno	27	3	31	8	0	10
Luglio*	12	3	10	4	0	5
Agosto	31	2	13	5	0	5
Settembre	29	5	29	9	0	13
Ottobre	31	13	73	28	0	29
Novembre	30	20	101	38	0	49
Dicembre	31	27	120	41	0	49
Totale	294	15	157	59	0	48
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 2: 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	30	20	94	47	0	44
Febbraio	25	21	96	42	0	49
Marzo	31	17	57	32	0	36
Aprile	30	10	72	22	0	27
Maggio	31	6	44	13	0	16
Giugno	30	4	29	7	0	10
Luglio	30	2	8	4	0	5
Agosto	31	2	18	5	0	5
Settembre	30	3	13	6	0	8
Ottobre	31	9	73	28	0	21
Novembre	30	15	78	35	0	39
Dicembre	30	18	68	36	0	36
Totale	359	11	96	47	0	34
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 3: Mendrisio, Liceo cantonale

Anidride solforosa

Limiti di legge per le immissioni d'anidride solforosa (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	30	32	172	51	0	66
Febbraio	28	26	127	47	0	60
Marzo	31	19	88	38	0	47
Aprile	30	12	81	22	0	31
Maggio	31	8	39	17	0	16
Giugno	30	4	18	7	0	8
Luglio	31	4	13	6	0	8
Agosto	29	3	10	6	0	5
Settembre	30	6	29	10	0	13
Ottobre	31	12	47	20	0	26
Novembre	30	19	107	41	0	44
Dicembre	31	24	86	31	0	44
Totale	362	14	172	51	0	44
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 4: 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 > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	30	26	151	45	0	60
Febbraio	28	27	182	52	0	55
Marzo	27	17	88	26	0	39
Aprile	30	11	62	19	0	26
Maggio	31	7	29	13	0	16
Giugno	30	5	16	8	0	10
Luglio	31	4	10	6	0	8
Agosto	31	3	16	8	0	8
Settembre	30	6	31	11	0	16
Ottobre	31	14	73	27	0	31
Novembre	30	22	114	36	0	47
Dicembre	27	27	107	41	0	49
Totale	356	14	182	52	0	42
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 5: Locarno, Piazza Castello

Anidride solforosa

Limiti di legge per le immissioni d'anidride solforosa (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	30	10	52	22	0	29
Febbraio	28	11	47	21	0	29
Marzo	30	9	47	22	0	26
Aprile*	12	5	34	14	0	18
Maggio	31	3	21	10	0	10
Giugno	30	4	18	8	0	10
Luglio	21	2	18	7	0	8
Agosto	24	1	13	5	0	5
Settembre	30	2	21	5	0	8
Ottobre	31	6	36	10	0	16
Novembre*	13	7	38	18	0	25
Dicembre	31	9	38	19	0	21
Totale	311	6	52	22	0	18
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 6: 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	28	23	148	54	0	62
Febbraio	28	26	208	72	0	65
Marzo	31	18	148	29	0	42
Aprile	30	13	107	33	0	44
Maggio	31	11	125	33	0	39
Giugno	30	11	205	34	0	39
Luglio	30	10	109	20	0	31
Agosto	31	19	268	49	0	70
Settembre	29	18	177	53	0	60
Ottobre	31	35	507	71	0	96
Novembre	26	36	265	74	0	99
Dicembre	31	30	192	72	0	73
Totale	356	21	507	74	0	65
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 7: Bodio, Municipio

Anidride solforosa

Limiti di legge per le immissioni d'anidride solforosa (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	30	19	70	34	0	39
Febbraio	28	16	68	29	0	36
Marzo	29	15	60	28	0	36
Aprile	25	6	44	16	0	18
Maggio	31	4	26	9	0	10
Giugno	30	3	16	6	0	8
Luglio	31	3	13	4	0	5
Agosto	29	3	13	5	0	5
Settembre	27	3	16	7	0	8
Ottobre	30	6	34	10	0	13
Novembre	30	12	60	26	0	29
Dicembre	30	15	55	24	0	29
Totale	350	9	70	34	0	29
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 8: 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	30	56	132	90	2	93
Febbraio	27	65	162	97	6	110
Marzo	30	54	216	90	3	97
Aprile	20	51	141	75	0	99
Maggio	24	43	145	67	0	84
Giugno	27	39	130	59	0	80
Luglio*	12	40	120	54	0	86
Agosto	31	33	112	50	0	71
Settembre	29	45	165	61	0	86
Ottobre	31	58	240	85	3	129
Novembre	30	49	138	80	0	95
Dicembre	31	40	89	61	0	72
Totale	322	48	240	97	14	95
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 9: 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	30	48	110	77	0	84
Febbraio	25	57	153	94	3	104
Marzo	31	48	210	87	3	95
Aprile	30	37	145	63	0	78
Maggio	31	32	123	53	0	73
Giugno	30	29	106	46	0	60
Luglio	30	29	114	44	0	65
Agosto	31	20	73	32	0	48
Settembre	30	31	99	38	0	61
Ottobre	31	52	186	78	0	106
Novembre	30	47	128	81	1	89
Dicembre	30	47	87	67	0	69
Totale	359	40	210	94	7	84
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 10: 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	30	32	71	43	0	54
Febbraio	28	60	161	101	4	104
Marzo	21	43	202	97	1	104
Aprile	30	48	131	76	0	89
Maggio	31	43	164	74	0	86
Giugno	30	41	149	61	0	86
Luglio	31	35	145	50	0	82
Agosto	29	25	97	43	0	60
Settembre	22	34	102	53	0	71
Ottobre	27	52	184	73	0	101
Novembre	20	38	89	59	0	63
Dicembre	31	39	93	60	0	65
Totale	330	41	202	101	5	86
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 11: 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	30	53	115	75	0	80
Febbraio	28	58	147	87	1	93
Marzo	27	50	134	72	0	89
Aprile	30	49	140	76	0	86
Maggio	31	44	121	66	0	76
Giugno	30	39	100	56	0	67
Luglio	31	37	100	46	0	63
Agosto	31	32	82	40	0	54
Settembre	30	41	95	53	0	73
Ottobre	31	52	121	66	0	95
Novembre	30	43	99	61	0	74
Dicembre	31	40	82	56	0	61
Totale	360	45	147	87	1	80
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 12: 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	30	9	45	23	0	28
Febbraio	28	15	73	43	0	37
Marzo*	13	9	41	20	0	26
Aprile*	5	20	73	27	0	48
Maggio	31	18	99	38	0	52
Giugno	30	16	78	26	0	41
Luglio	20	12	73	19	0	35
Agosto	24	9	48	14	0	24
Settembre	30	13	56	21	0	34
Ottobre	31	21	76	43	0	52
Novembre	30	26	104	60	0	63
Dicembre	31	30	132	70	0	78
Totale	303	17	132	70	0	52
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 13: 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	28	34	92	56	0	61
Febbraio	28	42	98	76	0	74
Marzo	31	32	131	57	0	76
Aprile	30	26	123	52	0	64
Maggio	31	24	74	41	0	53
Giugno	30	23	103	40	0	50
Luglio	30	33	100	51	0	70
Agosto	31	28	99	43	0	58
Settembre	29	30	85	46	0	62
Ottobre	31	41	92	52	0	66
Novembre*	15	34	93	64	0	74
Dicembre	27	33	168	46	0	54
Totale	341	32	168	76	0	65
Limite OIAt	-	30	-	80	1	100

Tabella 14: 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	30	3	37	7	0	7
Febbraio	28	3	28	9	0	9
Marzo	31	3	22	10	0	9
Aprile	30	2	11	4	0	6
Maggio	31	2	9	5	0	4
Giugno	30	5	26	19	0	19
Luglio	31	6	20	13	0	15
Agosto	31	3	17	12	0	9
Settembre	30	4	17	7	0	9
Ottobre	31	6	78	17	0	13
Novembre	30	2	26	7	0	7
Dicembre	31	1	15	4	0	4
Totale	364	3	78	19	0	11
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 15: Cimetta

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	30	43	145	88	1	74
Febbraio	28	49	127	74	0	82
Marzo	29	43	114	71	0	86
Aprile	30	35	127	58	0	74
Maggio	31	29	143	49	0	71
Giugno	30	26	119	39	0	67
Luglio	31	31	119	46	0	76
Agosto	29	26	115	45	0	60
Settembre	27	29	99	47	0	60
Ottobre	30	37	121	52	0	74
Novembre	30	35	87	54	0	65
Dicembre	29	41	115	58	0	67
Totale	354	35	145	88	1	74
Limite OIAt	-	30	-	100	1	100

Tabella 16: Bioggio, Aeroporto

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	11	75	40	0	65
Febbraio	25	10	92	45	0	79
Marzo	30	34	165	77	17	123
Aprile	20	53	182	84	63	160
Maggio	24	59	220	105	78	181
Giugno	27	60	278	131	82	214
Luglio*	10	98	247	110	96	221
Agosto	31	72	274	144	150	207
Settembre	29	29	160	69	26	137
Ottobre	31	19	169	39	27	135
Novembre	30	11	77	60	0	67
Dicembre	31	1	53	8	0	14
Totale	288	41	278	144	539	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 17: Chiasso, Scuole elementari e medie

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	30	17	72	53	0	64
Febbraio	25	15	79	54	0	74
Marzo	31	39	140	74	9	109
Aprile	30	55	154	82	30	135
Maggio	31	69	222	111	113	176
Giugno	30	73	245	136	105	205
Luglio	30	97	287	140	231	218
Agosto	31	74	232	128	108	176
Settembre	30	38	137	63	8	113
Ottobre	31	23	146	43	10	117
Novembre	30	18	75	64	0	68
Dicembre	30	3	64	15	0	18
Totale	359	43	287	140	614	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 18: 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	30	12	62	47	0	84
Febbraio	28	9	71	53	0	73
Marzo	31	30	104	67	0	78
Aprile	30	40	121	77	1	94
Maggio	31	56	193	95	11	156
Giugno	30	59	224	104	62	162
Luglio	31	76	212	105	114	160
Agosto	29	59	221	111	37	142
Settembre	30	26	125	70	2	90
Ottobre	31	17	103	36	0	78
Novembre	30	14	72	55	0	62
Dicembre	31	3	54	26	0	27
Totale	362	33	224	111	227	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 19: 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	30	11	62	43	0	53
Febbraio	28	11	71	40	0	61
Marzo	27	38	133	64	4	96
Aprile*	10	46	115	84	0	103
Maggio	22	56	158	88	21	131
Giugno	30	66	227	126	94	183
Luglio	31	82	213	116	150	176
Agosto	31	60	195	110	55	152
Settembre	30	26	127	66	3	90
Ottobre	31	15	101	33	0	82
Novembre	30	13	72	54	0	64
Dicembre	31	5	50	34	0	35
Totale	331	36	227	126	327	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 20: 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	30	40	71	56	0	66
Febbraio	28	40	96	70	0	80
Marzo	30	68	163	103	22	129
Aprile	29	78	166	102	55	138
Maggio	31	88	218	133	153	176
Giugno	30	87	245	151	138	203
Luglio	27	99	244	146	194	193
Agosto	24	72	212	131	42	150
Settembre	30	51	139	94	10	111
Ottobre	31	53	136	74	12	115
Novembre	30	32	87	66	0	72
Dicembre	31	24	65	51	0	57
Totale	351	61	245	151	626	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 21: 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	28	15	65	45	0	57
Febbraio	28	13	73	55	0	64
Marzo	31	40	104	79	0	88
Aprile	30	50	127	93	4	107
Maggio	31	53	150	97	27	129
Giugno	30	52	214	114	54	164
Luglio	30	56	207	92	95	162
Agosto	31	40	169	82	31	140
Settembre	29	19	111	64	0	82
Ottobre	31	3	49	9	0	29
Novembre	30	15	75	56	0	68
Dicembre	31	5	60	43	0	45
Totale	360	30	214	114	211	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 22: Bodio, Municipio

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	69	84	78	0	82
Febbraio	28	77	110	86	0	94
Marzo	31	89	152	118	20	123
Aprile	30	99	163	121	67	140
Maggio	29	116	212	158	243	189
Giugno	30	118	274	203	255	246
Luglio	31	134	274	194	417	240
Agosto	31	104	217	153	174	172
Settembre	30	88	138	113	32	129
Ottobre	31	85	131	109	8	117
Novembre	30	70	134	95	11	105
Dicembre	31	64	138	83	19	156
Totale	363	93	274	203	1246	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 23: Cimetta

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	30	13	69	48	0	61
Febbraio	28	13	76	54	0	70
Marzo	29	32	137	59	4	99
Aprile	30	45	138	78	10	117
Maggio	31	54	190	87	79	156
Giugno	30	56	296	100	74	181
Luglio	31	72	220	98	170	181
Agosto	29	50	229	93	48	156
Settembre	27	23	129	54	4	101
Ottobre	30	17	114	27	0	101
Novembre	30	16	75	57	0	66
Dicembre	29	3	54	30	0	45
Totale	354	33	296	100	389	-
Limite OIAt	-	-	120	-	1	100

Tabella 24: 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	30	1903	7684	4046	0
Febbraio	27	1759	5424	3027	0
Marzo	30	1004	3842	1827	0
Aprile	20	737	2938	1036	0
Maggio	24	592	1921	868	0
Giugno	27	739	1695	1500	0
Luglio*	12	694	1582	875	0
Agosto	31	603	1921	793	0
Settembre	29	896	3502	1292	0
Ottobre	31	1604	4407	2241	0
Novembre	30	1594	6215	2861	0
Dicembre	31	1847	6441	2823	0
Totale	322	1164	7684	4046	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 25: 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	30	1053	6215	1895	0
Febbraio	25	1157	3955	2277	0
Marzo	31	678	2825	1327	0
Aprile	30	530	3164	793	0
Maggio	31	493	2034	700	0
Giugno	26	489	1356	700	0
Luglio*	18	369	1808	454	0
Agosto	31	363	1695	553	0
Settembre	30	545	1695	774	0
Ottobre	31	1091	2938	1618	0
Novembre	30	949	4294	1717	0
Dicembre	30	1168	4407	1955	0
Totale	343	740	6215	2277	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 26: 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	29	1635	10283	3075	0
Febbraio	28	1781	7684	2597	0
Marzo	31	1050	4859	2118	0
Aprile	30	998	3729	1649	0
Maggio	31	844	4633	1649	0
Giugno	30	710	2938	1041	0
Luglio	31	601	2825	868	0
Agosto	29	55	1582	578	0
Settembre	30	726	3842	1546	0
Ottobre	31	1424	5085	2219	0
Novembre	30	1422	6893	2592	0
Dicembre	31	1778	8814	3114	0
Totale	361	1085	10283	3114	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 27: 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	30	1737	11978	3152	0
Febbraio	28	1665	9605	2940	0
Marzo	27	916	7797	1368	0
Aprile	30	853	4294	1534	0
Maggio	31	692	3051	1027	0
Giugno	30	593	2712	777	0
Luglio	31	585	2712	846	0
Agosto	31	572	2260	695	0
Settembre	30	852	4294	1156	0
Ottobre	31	1350	8927	2137	0
Novembre	30	1287	7684	2015	0
Dicembre	31	1759	10396	3525	0
Totale	360	1072	11978	3525	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 28: 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	30	211	2260	749	0
Febbraio	28	291	2034	1118	0
Marzo	30	161	1243	363	0
Aprile	29	119	904	205	0
Maggio	31	112	791	264	0
Giugno	30	103	565	195	0
Luglio	27	109	3164	188	0
Agosto	24	73	452	140	0
Settembre	30	93	904	210	0
Ottobre	31	206	1695	612	0
Novembre	30	243	2147	669	0
Dicembre	31	276	2034	692	0
Totale	351	166	3164	1118	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 29: 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	30	1347	5876	2863	0
Febbraio	28	1270	6554	2063	0
Marzo	29	769	2599	1445	0
Aprile	30	577	3503	887	0
Maggio	31	437	1582	765	0
Giugno	30	351	2712	527	0
Luglio	31	190	1017	313	0
Agosto	29	183	1469	406	0
Settembre	27	475	1808	652	0
Ottobre	30	992	3164	1411	0
Novembre*	12	792	3164	1541	0
Dicembre	25	1452	7458	2645	0
Totale	332	736	7458	2863	0
Limite OIAt	-	-	-	8000	1

Tabella 30: Bioggio, Aeroporto

Polveri in sospensione

Limiti di legge per il totale delle polveri in sospensione:

70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure
 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 95° percentile dei valori medi giornalieri di un anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	30	45	89	0	102
Febbraio	28	56	150	0	146
Marzo	31	42	91	0	89
Aprile	30	45	84	0	91
Maggio	24	25	50	0	56
Giugno	27	26	71	0	67
Luglio*	18	44	57	0	70
Agosto	31	23	50	0	52
Settembre	30	22	46	0	40
Ottobre	31	60	128	0	113
Novembre	30	39	96	0	102
Dicembre	31	36	72	0	78
Totale	341	39	150	0	71
Limite OIAt	-	70	-	18	150

Tabella 31: Chiasso, Scuole elementari e medie

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	30	22	40	0	53
Febbraio	28	25	54	0	66
Marzo	31	21	53	0	52
Aprile	30	20	38	0	49
Maggio	31	18	37	0	41
Giugno	30	19	58	0	54
Luglio	31	25	46	0	54
Agosto	31	14	35	0	38
Settembre	30	12	22	0	27
Ottobre	31	26	44	0	52
Novembre	30	21	54	0	51
Dicembre	31	23	35	0	49
Totale	364	21	58	0	37
Limite OIAt	-	70	-	18	150

Tabella 32: Locarno, Piazza Castello

Polveri in sospensione

Limiti di legge per il totale delle polveri in sospensione:

70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua delle misure
 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 95° percentile dei valori medi giornalieri di un anno

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	-	-	-	-	-
Febbraio	-	-	-	-	-
Marzo*	14	33	58	0	-
Aprile	27	35	75	0	-
Maggio	31	33	53	0	-
Giugno	30	33	73	0	-
Luglio	31	41	62	0	-
Agosto	31	28	55	0	-
Settembre	30	29	39	0	-
Ottobre	31	54	78	0	-
Novembre	30	39	85	0	-
Dicembre	31	45	65	0	-
Totale	286	37	85	0	71
Limite OIAt	-	70	-	18	150

Tabella 33: Bodio, Municipio.

mese	numero misure giorni	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo giorno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	n° giorni > 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	31	30	57	0	-
Febbraio	28	32	53	0	-
Marzo	31	29	42	0	-
Aprile	24	28	54	0	-
Maggio	-	-	-	-	-
Giugno	-	-	-	-	-
Luglio	31	39	63	0	-
Agosto*	7	33	76	0	-
Settembre	30	28	54	0	-
Ottobre	31	44	68	0	-
Novembre	30	38	84	0	-
Dicembre	31	37	66	0	-
Totale	274	34	84	0	59
Limite OIAt	-	70	-	18	150

Tabella 34: Bodio, Somaselva

Polveri fini (PM10)

Non vi sono limiti di legge per le immissioni di polveri fini (PM10).

mese	numero misure (settimane)	media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	massimo settimana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	4	42	48
Febbraio	4	33	35
Marzo	5	41	54
Aprile	4	31	46
Maggio	4	25	32
Giugno	4	21	31
Luglio	5	37	48
Agosto	4	23	33
Settembre*	4	20	23
Ottobre	4	45	51
Novembre	4	29	42
Dicembre*	3	37	49
Totale	49	32	54

Tabella 36: 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	-	-	-
Febbraio	-	-	-
Marzo	-	-	-
Aprile	-	-	-
Maggio	-	-	-
Giugno	-	-	-
Luglio	-	-	-
Agosto	-	-	-
Settembre	-	-	-
Ottobre	-	-	-
Novembre	-	-	-
Dicembre	19	149	234
Totale	19	-	-

Tabella 36: Chiasso, Scuole elementari e medie

Composti Organici Volatili non metanici

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

Nelle tabelle 37 e 38 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	30	0.34	3.90	0.72
Febbraio	28	0.38	1.70	0.87
Marzo	25	0.23	1.10	0.49
Aprile	19	0.20	2.40	0.37
Maggio	-	-	-	-
Giugno	8	0.22	0.90	0.39
Luglio	31	0.26	3.00	0.53
Agosto	31	0.16	1.00	0.27
Settembre	30	0.19	1.20	0.29
Ottobre	29	0.38	2.50	0.70
Novembre	30	0.26	2.30	0.69
Dicembre	30	0.34	2.30	0.57
Totale	291	0.27	3.90	0.87

Tabella 37: Mendrisio, Liceo cantonale

mese	numero misure giorni	media (ppm)	massimo 1/2 ora (ppm)	massimo giorno (ppm)
Gennaio	30	0.48	2.7	1.09
Febbraio	26	0.41	2.3	0.76
Marzo	31	0.19	1.8	0.44
Aprile	4	0.29	1.0	0.35
Maggio	15	0.05	0.2	0.12
Giugno	29	0.11	0.5	0.19
Luglio	31	0.18	0.9	0.26
Agosto	31	0.11	0.7	0.23
Settembre	26	0.23	1.1	0.33
Ottobre	31	0.33	1.9	0.58
Novembre	29	0.33	3.9	0.67
Dicembre	30	0.47	2.8	1.05
Totale	313	0.27	3.9	1.09

Tabella 38: Locarno, Piazza Castello

3.2 Rappresentazioni grafiche

Nelle seguenti figure (1-6) le immissioni registrate durante il 1995 sono espresse mediante grafici. Per l'anidride solforosa (fig.1) e il diossido d'azoto (fig.2) sono rappresentate le concentrazioni medie mensili. Per l'ozono (fig.3 e 4) sono rappresentati i numeri di superamenti mensili del limite orario dell'OIA e i 98° percentili mensili. Per il monossido di carbonio (fig.5) sono riportati i massimi giornalieri di ogni mese. Infine nella figura 6 sono rappresentate le medie mensili delle polveri in sospensione.

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

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

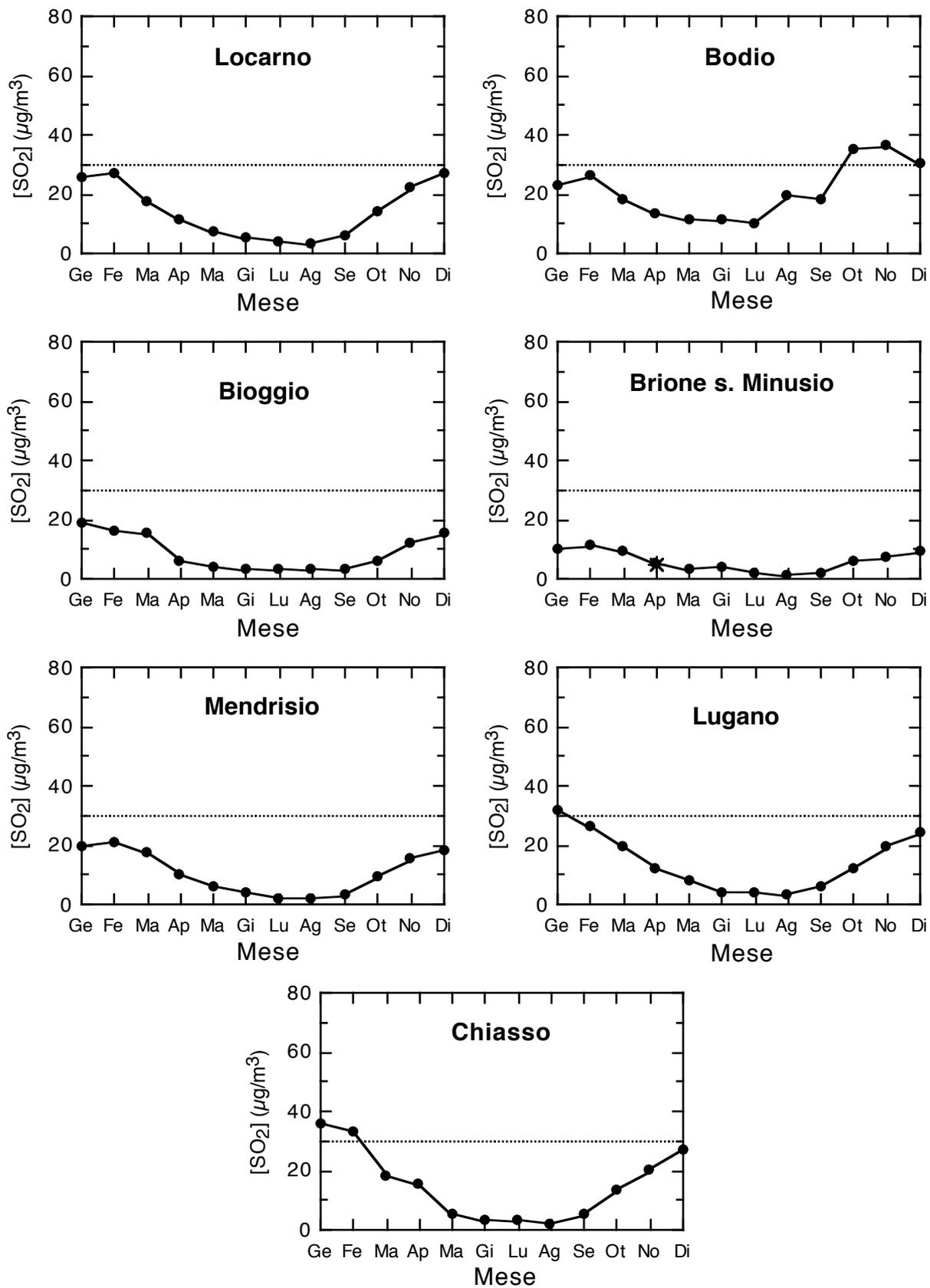


Figura 1: Anidride solforosa (SO_2); medie mensili (1995)

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

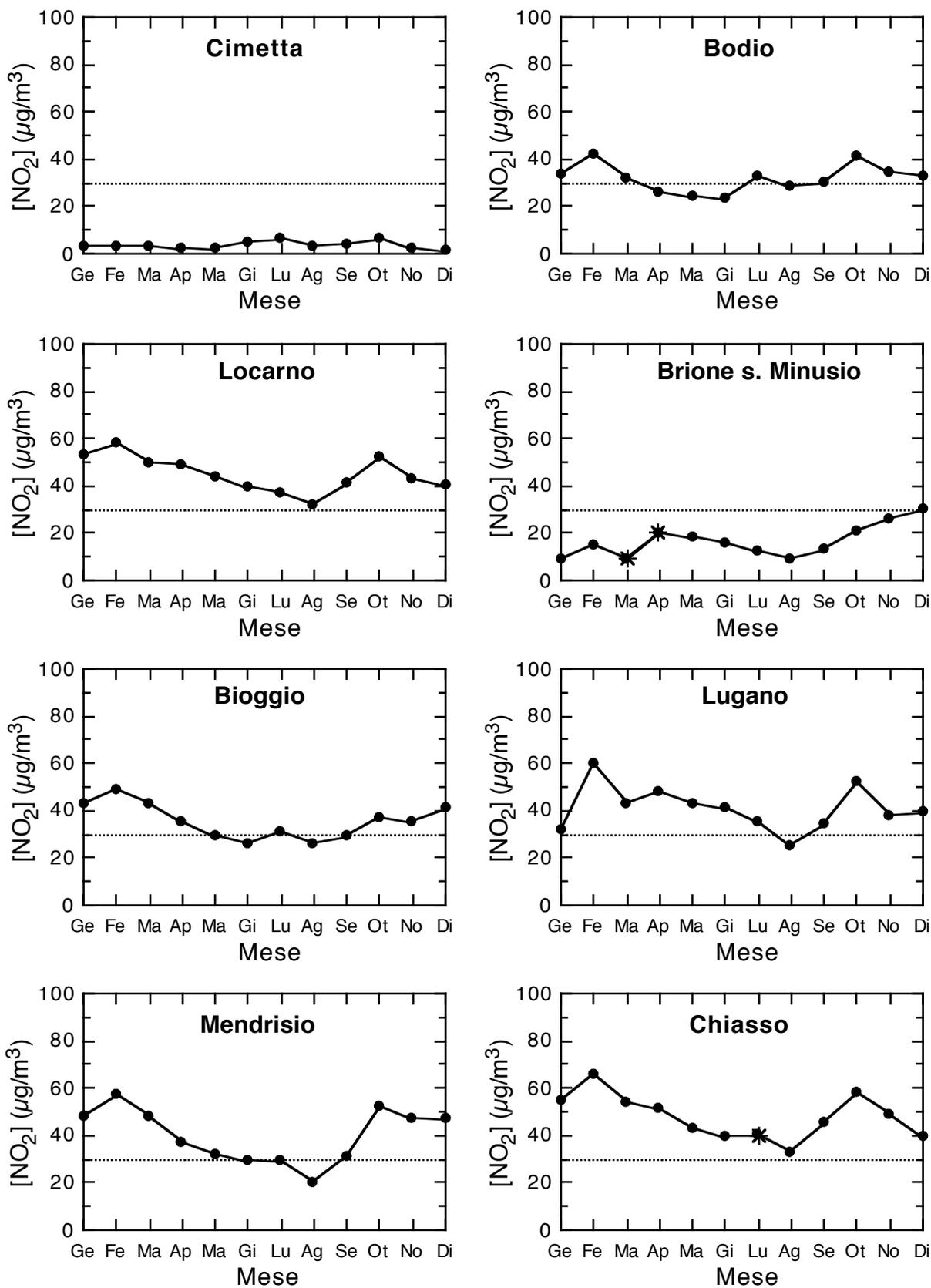


Figura 2: Diossido d'azoto (NO₂); medie mensili (1995)

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

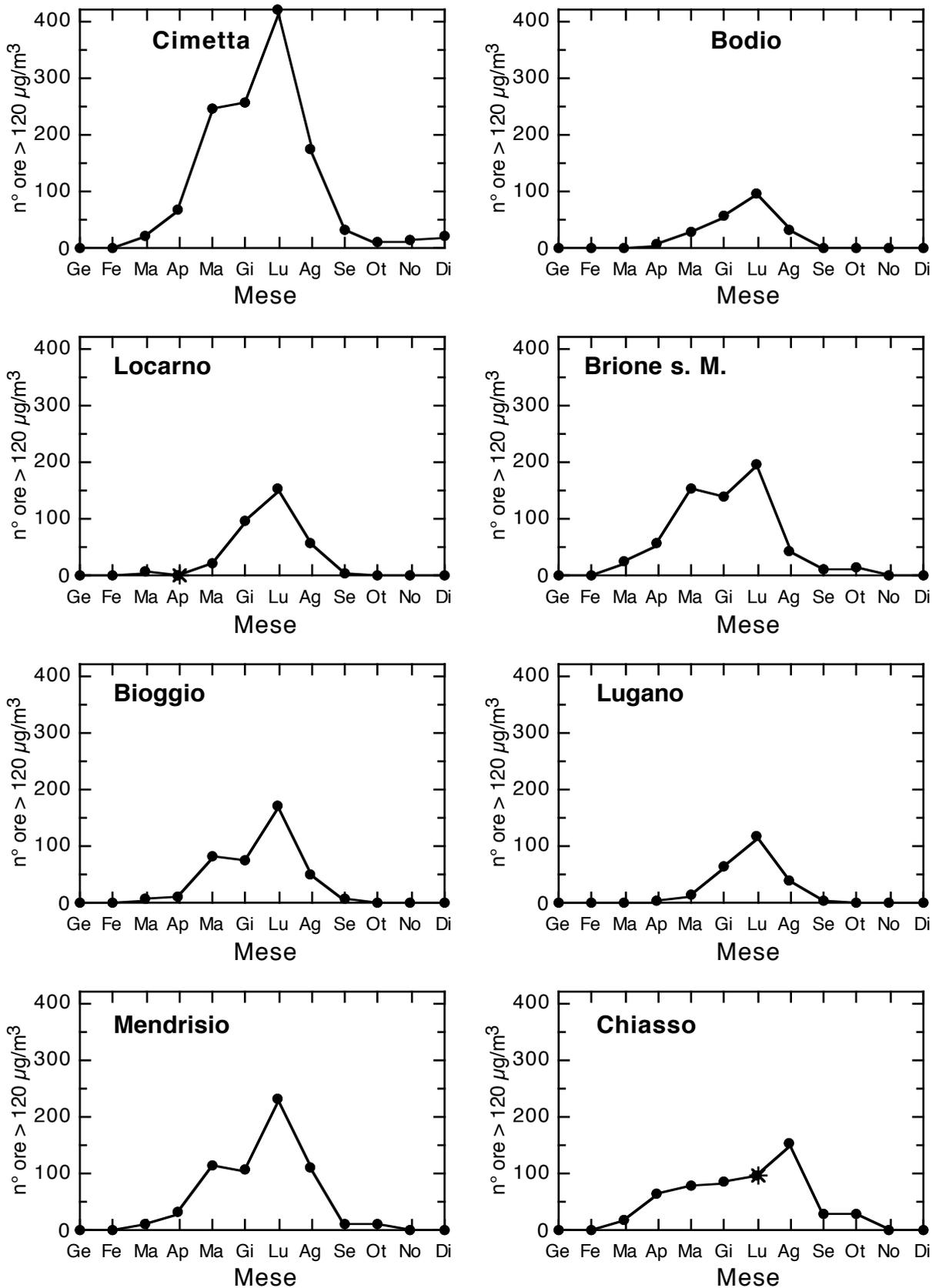


Figura 3: Ozono (O₃); n° di superamenti mensili del limite OIAt (1995)

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

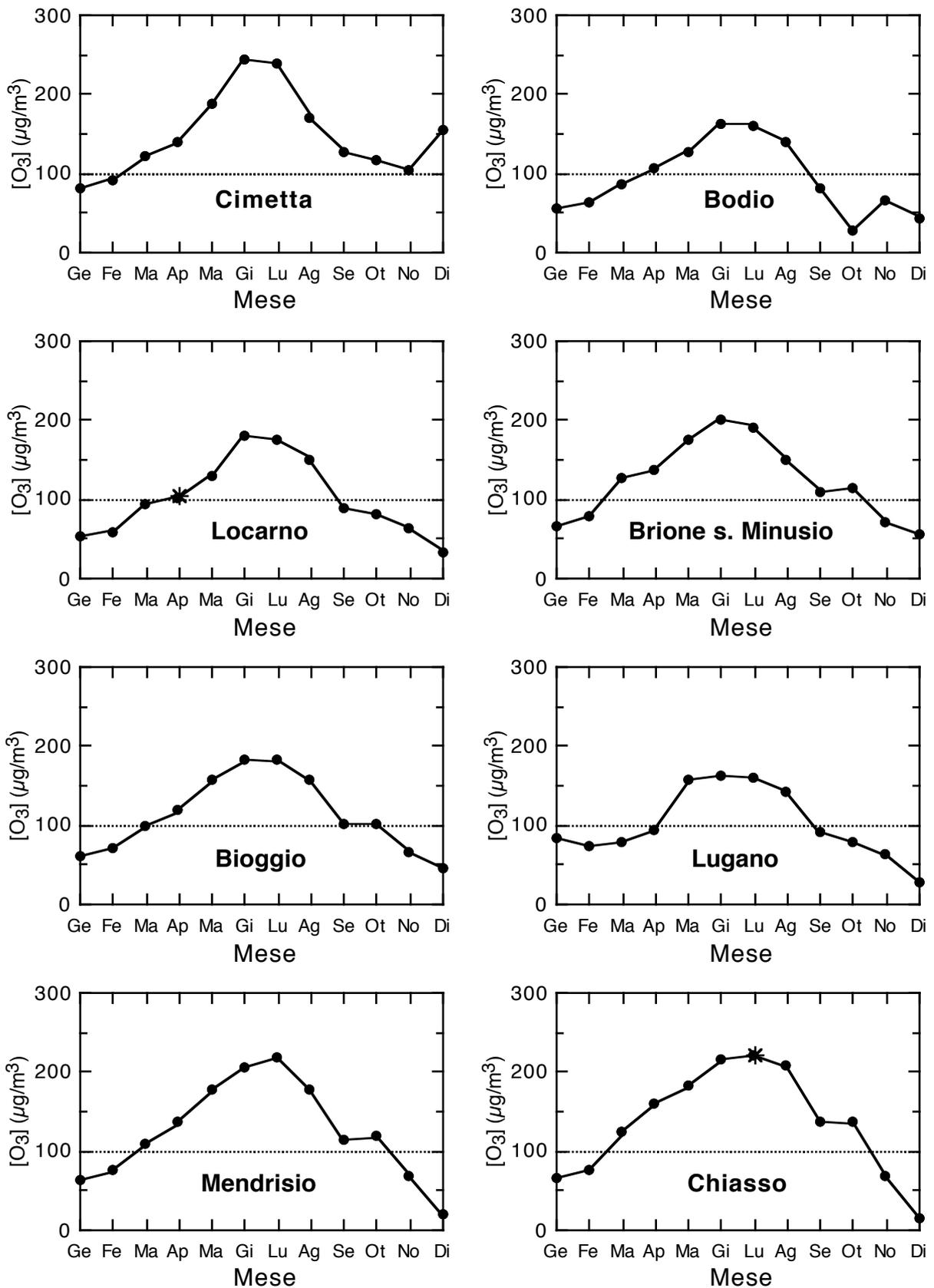


Figura 4: Ozono (O_3); 98° percentile mensili (1995)

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

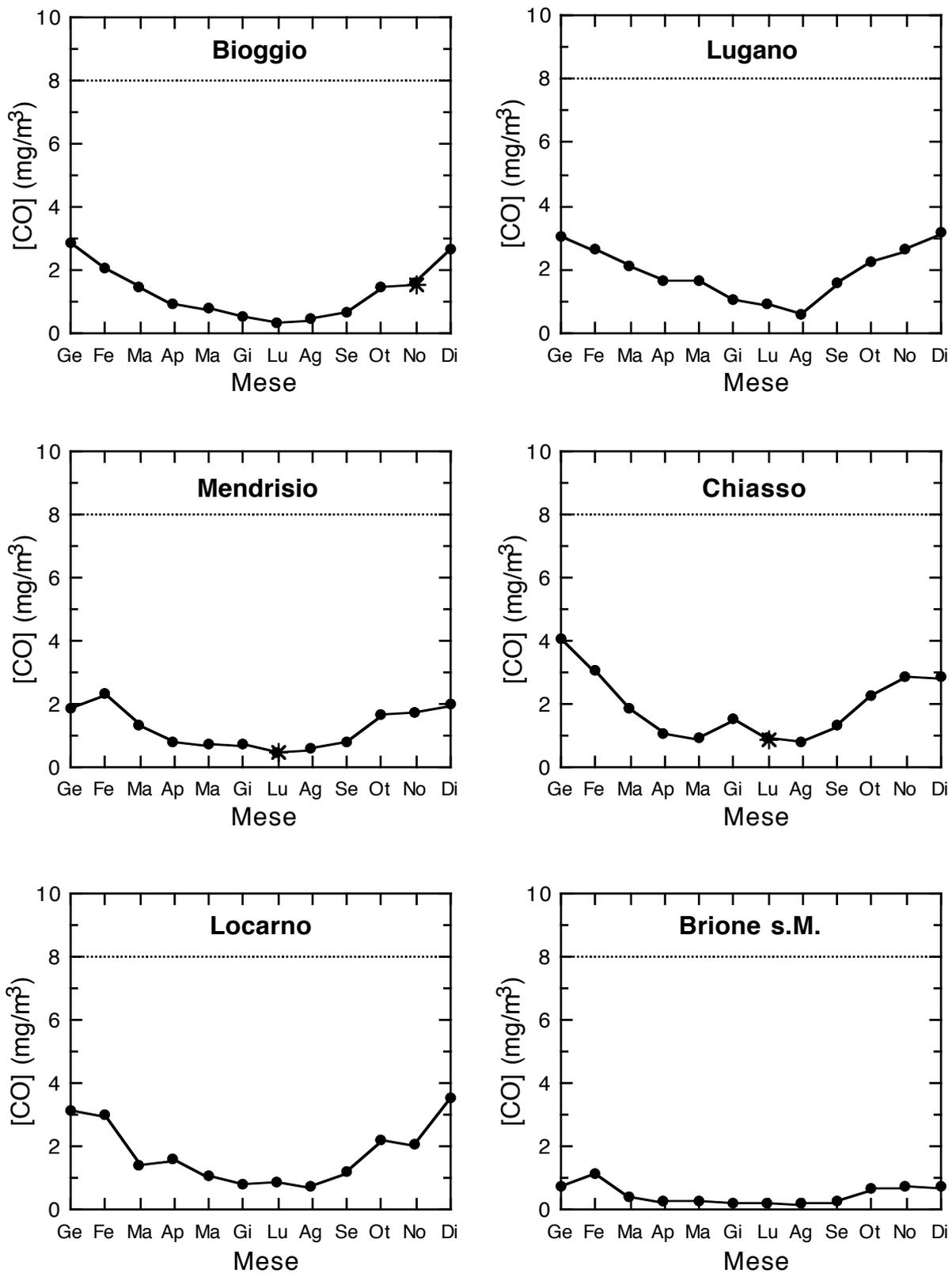


Figura 5: Monossido di carbonio (CO); medie giornaliere massime (1995)

..... : Limite OIAt per la media annua ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

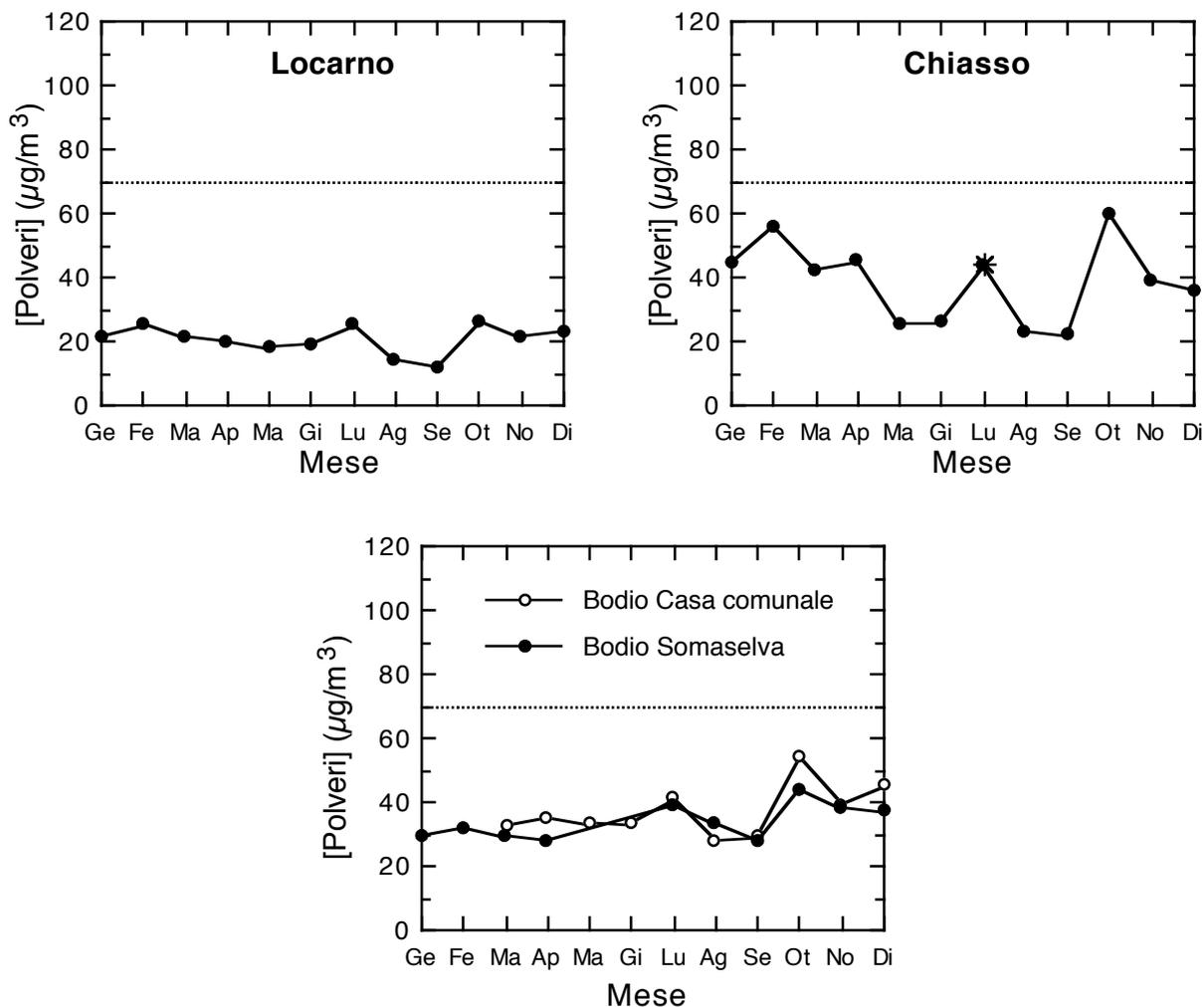


Figura 6: Polveri in sospensione; medie mensili (1995)

3.3 Misure con i campionatori di diossido d'azoto

Le medie annuali di diossido d'azoto rilevate a partire dal 1989, con la tecnica dei campionatori passivi, in diversi comuni del Cantone sono riportate nelle tabelle 39, 40 e 41, raggruppate per distretto e comune.

Durante il 1995, in vista degli importanti cambiamenti a livello viario che si dovranno verificare dapprima nel Locarnese (PVL) e più tardi nel Bellinzonese (PTB), sono state iniziate delle nuove campagne di misura del diossido d'azoto con l'intento di documentare le ripercussioni sull'inquinamento atmosferico sia delle opere che degli interventi previsti dai due piani. I risultati di questi rilevamenti sono illustrati nella tabella 42.

Luogo	coordinate	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Bellinzonese								
Bellinzona								
cast. Montebello	722.8/116.8	28	29	26	30	28	27	23
Via Vallone	722.7/118.3	44	47	45	48	44	43	39
Cadenazzo								
stazione FFS	716.2/112.3	59*	65	64	62	56	57	52
SFEA	715.4/113.2	28	32	31	32	28	27	25
Valle di Blenio								
Olivone								
Olivone paese	715.1/154.3	13*	13	14	13	13	13	12
Olivone monti	714.0/154.2	5*	5	6	5	5	6	5
Valle Leventina								
Airolo								
Airolo paese	690.1/153.7	35*	38	36	36	34	33	35
Airolo monti	689.5/153.9	17	18	18	17	16	16	16
Airolo FFS	689.4/153.6	33	36	34	33	32	35	32
Bodio								
casa comunale	713.4/137.3	41	46	42	44	41	42	37
parco	713.1/137.7	34	36	33	34	33	33	32
Locarnese								
Ascona								
via Locarno	703.1/113.4	34	33	32	32	30	30	27
Brissago								
via Leoncavallo	698.4/108.5	24*	26	26	27	22	19	22
Caviano								
casa comunale	702.7/107.1	15*	16	16	17	14	15	13
Dirinella	701.9/106.8	29*	30	29	26	21	22	20
Gordola								
scuola media	710.1/114.5	35	37	36	37	29	32	29
Locarno								
casa comunale	704.8/114.1	50	49	47	48	45	45	38
san Jorio	703.8/113.5	30*	28	27	26	25	24	22
villa India	704.5/114.2	40	38	39	39	42	45	40
ISM Monti	704.1/114.4	27	28	28	29	26	28	27
Cimetta	704.4/117.5	4	4	5	5	4	4	4
Minusio								
Via S. Gottardo	706.1/114.8	65	65	69	68	63	63	55
Sonogno								
casa comunale	703.6/134.0	7*	8	8	6	6	7	7
Tegna								
scuola mat.	700.9/115.9		27	27	25	22	22	21

Tabella 39: 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	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Luganese								
Agno								
casa comunale	713.1/95.0	63	70	70	66	61	61	59
stazione FLP	713.3/94.9	47	51	49	49	45	45	43
Astano								
Astano	706.8/96.7		11	12	12	11	11	13
Bedigliora								
Bedigliora	708.7/95.5		14	16	17	15	16	15
Bioggio								
casa comunale	713.8/97.0		35	36	37	32	32	31
Canobbio								
stabile PTT	718.2/99.3	32*	35	37	37	34	36	32
Carona								
acquedotto	716.1/91.6	20*	22	23	25	20	21	19
Croglio								
Madonna del P.	708.2/93.8	30*	39	37	35	31	33	29
Lopagno								
Miera casa com	719.0/103.1	16*	19	20	28	17	18	17
Lugano								
Aldesago	719.4/96.3	32	32	33	37	29	33	29
Brè	720.5/96.5	16	16	18	17	13	15	13
lab. cant. igiene	717.8/96.4	47	47	45	48	43	45	42
ospedale civico	717.3/97.4	46	45	44	46	41	40	37
polizia com.	717.1/95.8	61	62	63	67	60	61	57
PTT Besso	716.8/96.0	77	79	80	80	71	73	68
stadio	717.9/98.1	44	46	45	46	40	44	39
UTC	717.2/95.8	70	72	77	73	66	68	64
Massagno								
chiesa S. Lucia	716.5/96.8	54	55	53	54	49	49	46
Muzzano								
Muzzano	715.0/95.1		36	37	37	33	34	30
Paradiso								
scuole element.	716.85/94.3			62	60	53	57	52
Ponte Tresa								
stazione	710.3/92.0	41	45	44	45	38	38	43
dogana	710.1/91.6	57	61	60	61	54	54	52
Sorengo								
Sorengo	716.1/95.2		51	43	51	40	41	38
Taverne								
piazza coop				44	47	43	43	41

Tabella 40: 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	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Mendrisiotto								
Balerna								
casa comunale	721.9/78.6	52*	56	54	55	49	48	47
via Franscini	722.1/78.7	38*	42	41	42	37	37	33
Capolago								
casa comunale	719.6/84.3		72	71	67	61	61	60
cimitero	719.4/84.4		53	52	54	48	50	47
Chiasso								
polizia cant.	723.9/76.9	63	66	67	67	56	57	54
S. Stefano	721.6/76.6	40*	32	30	36	30	30	27
stadio	722.5/77.0	40	42	42	43	37	39	35
viale Galli	723.4/77.6	89	94	98	89	83	87	80
Coldrerio								
Coldrerio	720.3/79.5		67	69	66	58	58	55
Ligornetto								
Ligornetto	718.4/80.6		41	42	43	36	33	34
Mendrisio								
Brech	719.6/81.4	51*	55	55	56	49	46	49
stazione FFS	719.7/80.9	64	68	65	66	57	58	48
scuole	720/80.5	39*	42	39	45	41	39	38
Morbio Inf.								
Morbio Inf.	722.7/79.2	40*	36	38	41	35	34	32
Novazzano								
casa comunale	719.9/77.9	38*	46	44	47	41	41	39
Pobia	720.9/78		34	41	42	36	35	33
Riva S. Vitale								
scuole	719.0/84.6		43	46	44	40	39	36
Sagno								
Zona Villette	724.6/79.5	19	19	21	21	17	17	17
Stabio								
via Monticello	716.1/79.3	35	33	34	34	34	25*	26
PTT	716.4/78.8	42	41	43	41	38	35*	37
via Falcette	716.9/78.9	40*	44	44	45	43	36*	29*
Riviera								
Biasca								
asilo	717.5/136.1	25*	26	26	27	25	25	23
casa comunale	717.9/135.5	44*	48	49	47	43	42	37
industrie	717.8/134.3	43*	49	47	47	40	44	41
Valle Maggia								
Cevio								
ospedale	689.8/131.3	8	9	9	9	9	9	7

Tabella 41: 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	1995
PVL														
Gordola														
Anacquaria	709.2/115.5	37	39	32	33	26	25	28	21	30	33	33	35	31
SSIC	710.2/114.2	39	40	34	36	30	25	11	11	29	37	33	34	30
Locarno														
Con.	705.0/114.3	40	47	26	35	27	20	25	18	26	32	38	36	31
Ospedale La Carità	104.4/113.9	46	57	30	38	30	23	29	22	33	42	42	43	36
Via Bastoria	703.3/113.8	33	42	25	31	24	19	24	16	25	47	43	33	30
Via Franzoni	703.9/113.9	49	57	38	46	36	28	24	29	38	34	37	45	38
Via Varenna	703.9/113.7	39	45	28	32	25	21	16	19	29	28	32	39	29
Vivaio	703.9/113.1	40	47	25	35	25	22	27	19	28	36	37	36	30
Minusio														
Polizia	706.2/114.7	44	51	33	33	27	27	22	20	29	44	40	42	34
Via R. Simen	706.2/114.6	52	56	47	49	45		58	44	47	53	48	47	50
PTB														
Arbedo														
Chiesa	723.6/119	-	-	-	-	-	-	-	-	31	43	38	38	-
Bellinzona														
Molinazzo	723.5/119.5	-	-	-	-	-	-	-	-	41	49	43	43	-
Via Campo	722.1/117.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	37	39	-
Espo Centro	721.7/117.1	-	-	-	-	-	-	-	-	34	48	38	42	-
Casa Patriziale	721.8/116.3	-	-	-	-	-	-	-	-	31	41	38	39	-
Dragonato	721.8/116.5	-	-	-	-	-	-	-	-	34	47	38	40	-
Galbisio	723.1/119.4	-	-	-	-	-	-	-	-	44	49	41	45	-
Camorino														
Maneggio	720.4/113.4	-	-	-	-	-	-	-	-	22	30	28	31	-
Giubiasco														
Via Camana	721/115.1	-	-	-	-	-	-	-	-	28	42	35	39	-
Chiesa	721.5/114.6	-	-	-	-	-	-	-	-	26	35	31	37	-
Monte Carasso														
Via Cantonale	720.4/116.5	-	-	-	-	-	-	-	-	31	42	36	38	-
Centro	720.2/116.2	-	-	-	-	-	-	-	-	28	40	36	38	-

Tabella 42: 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 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4. Commento dei risultati

4.1 Anidride solforosa

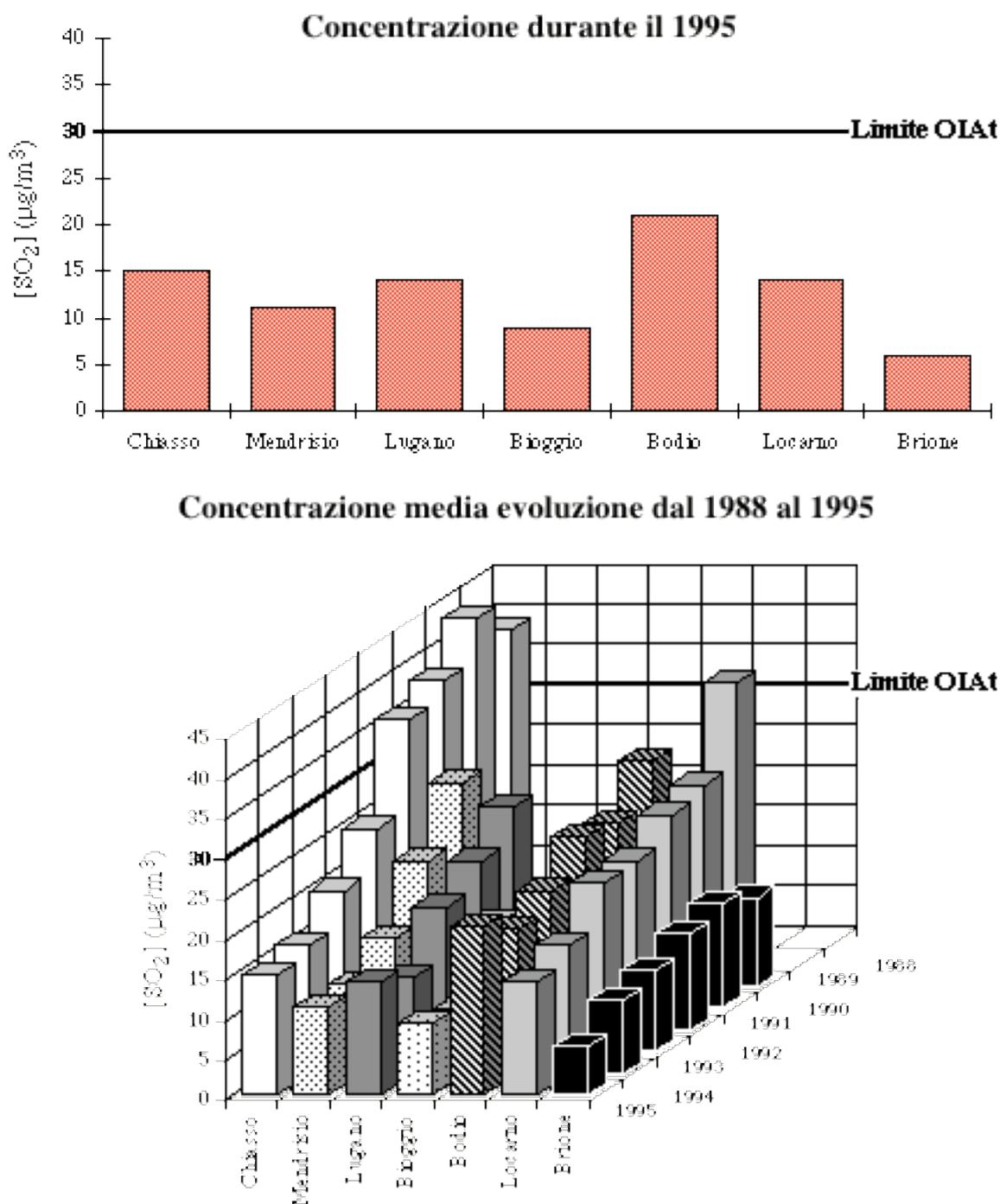


Figura 7: Anidride solforosa: concentrazione medie annue

Le concentrazioni medie annue di anidride solforosa (SO₂) sono mostrate graficamente nella figura 7. La parte superiore di questa figura mostra per ogni località la media annua del 1995. Per il quarto anno consecutivo la media annua di SO₂ è stata su **tutto** il territorio cantonale inferiore al limite di 30 µg/m³ previsto dall'OIAt. Questo risultato è stato raggiunto *progressivamente* nel corso degli anni.

Difatti, come illustra il grafico inferiore della figura 7, in tutte le località a partire dal 1988 le concentrazioni medie annue di anidride solforosa sono diminuite pressoché regolarmente. L'evoluzione positiva è ancor più evidente se si osserva, nella figura 8, la lunga serie di dati (disponibili a partire dal 1982) della stazione d'analisi di Lugano della rete nazionale di monitoraggio NABEL. Dal 1982 al 1995 la media annua è scesa da 62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cioè **più di un fattore 4**. Nella figura 8, oltre alle medie annue misurate con la stazione NABEL di Lugano, sono illustrate, a titolo di confronto, anche quelle rilevate dalle stazioni di Chiasso e Locarno (rete cantonale). Si constata come la riduzione delle immissioni di anidride solforosa, che si osserva con le stazioni d'analisi della rete cantonale, non sia altro che la continuazione di un processo già in atto da alcuni anni.

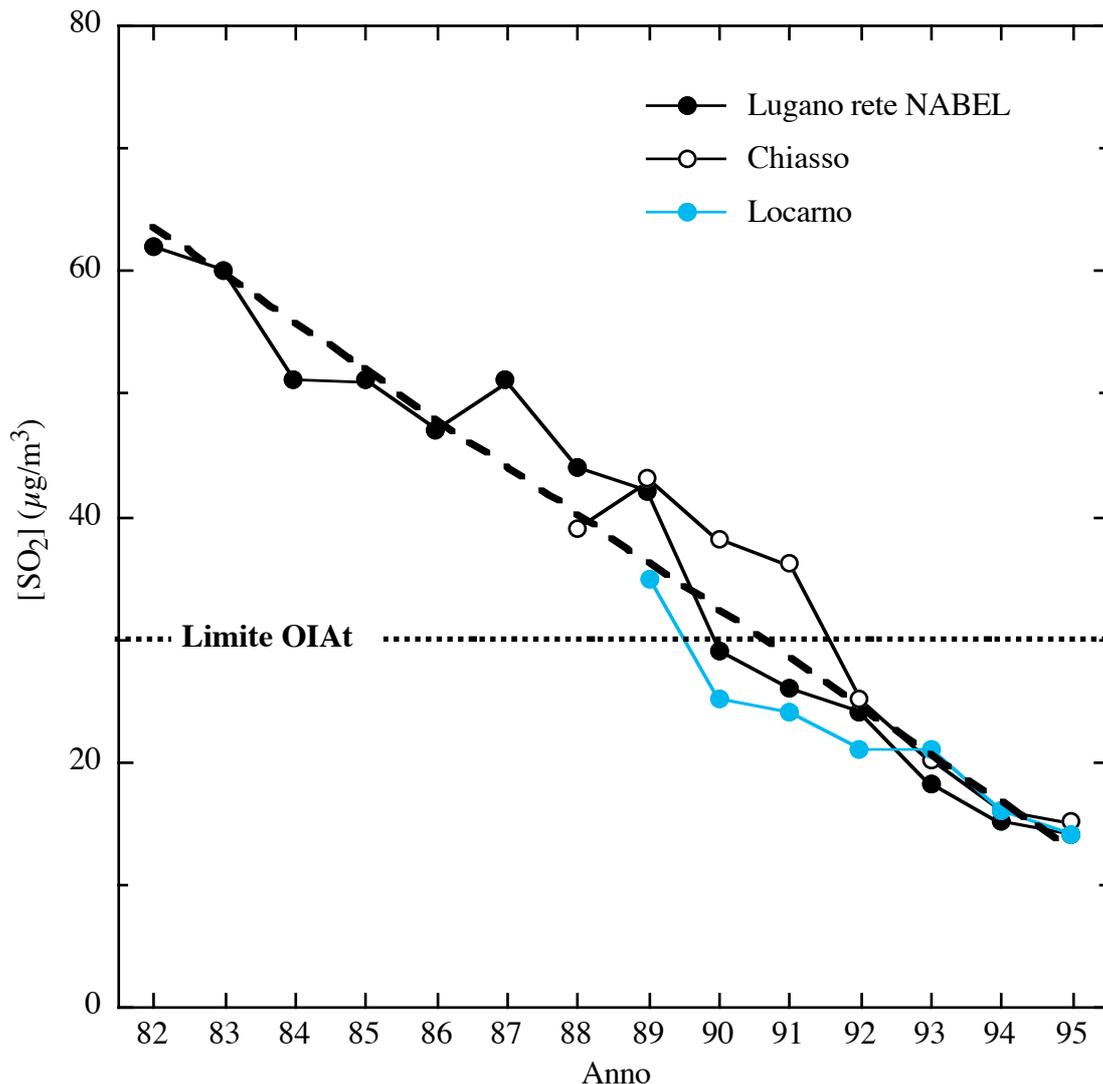


Figura 8: Anidride solforosa: concentrazione medie annue a Lugano (stazione NABEL), Chiasso e Locarno (stazioni cantonali). La curva tratteggiata serve da guida per gli occhi.

La diminuzione delle immissioni di anidride solforosa 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, grazie alla diffusione del gas naturale. Va sottolineato che anche a Chiasso, malgrado la difficile situazione atmosferica, l'utilizzazione di un olio con tenore di zolfo particolarmente basso combinato

all'introduzione del gas naturale ha permesso di ottenere degli importanti miglioramenti durante gli ultimi anni.

A Bodio, nella Bassa Leventina, il rispetto dei limiti è stato raggiunto tramite provvedimenti gestionali adottati dalle Officine del Gottardo. L'effetto di questi provvedimenti è ben illustrato dall'evoluzione delle concentrazioni massime giornaliere. Nella figura 9 si osserva come a partire dal 1992 non sia più stato superato il limite previsto dall'OIAI per la concentrazione media giornaliera.

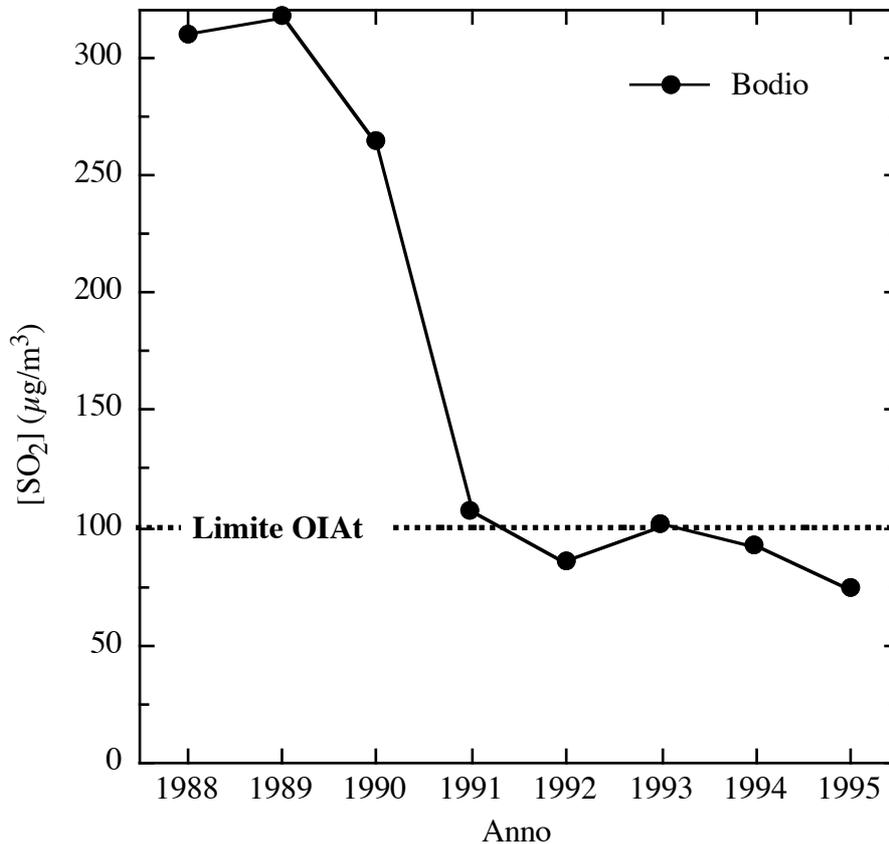
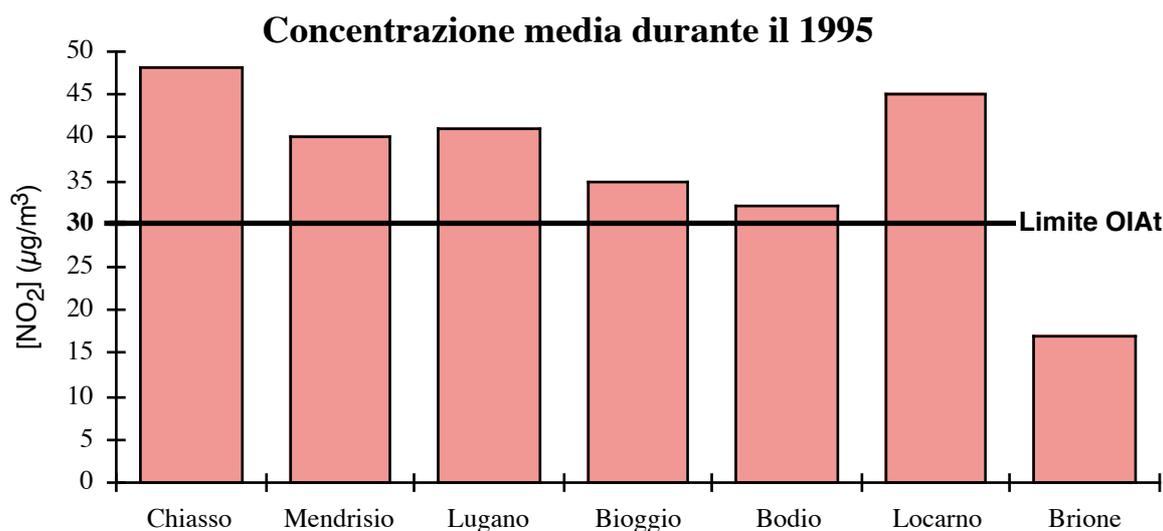


Figura 9: Anidride solforosa: concentrazione massime giornaliere a Bodio.

Questi esempi mostrano che, per gli inquinanti primari, *anche con provvedimenti locali si possono ottenere notevoli miglioramenti della qualità dell'aria.*

4.2 Diossido d'azoto



Concentrazione media: evoluzione dal 1988 al 1995

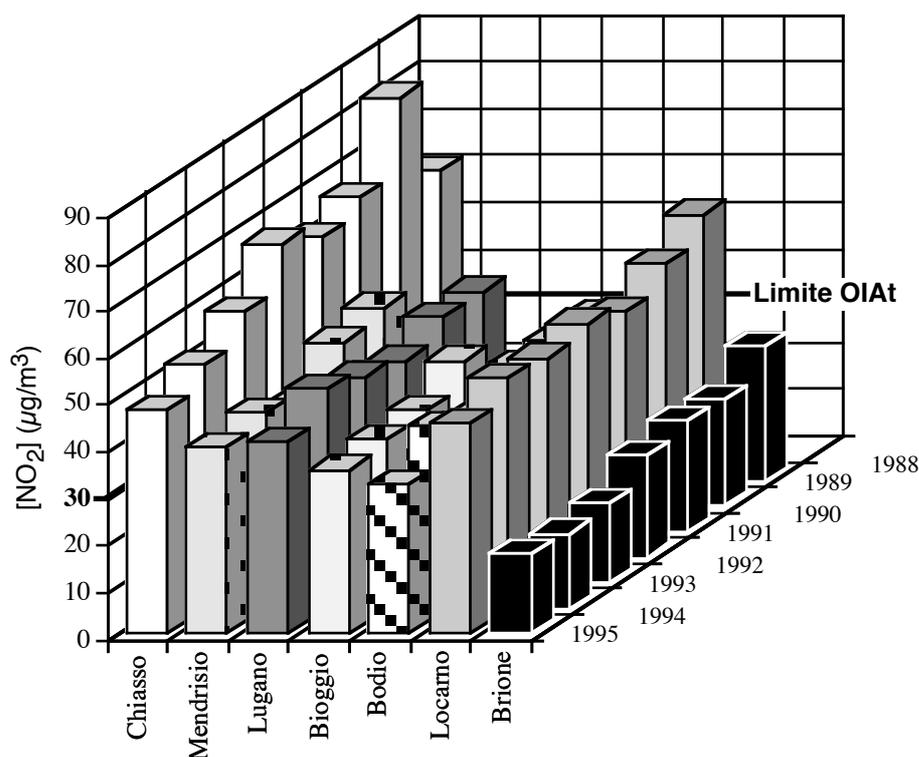


Figura 10: Diossido d'azoto: concentrazione medie annue

Le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto (NO₂) sono illustrate graficamente nella figura 10. Nella parte superiore di questa figura, che mostra per ogni località la media annua del 1995, si constata come anche durante quest'anno le immissioni di diossido d'azoto hanno superato chiaramente il limite dell'OIAt (v. riga orizzontale nel grafico) in tutte le stazioni di analisi, fatta eccezione per quella di Brione s. Minusio. Come si può osservare nel grafico inferiore della figura 10 le immissioni di diossido d'azoto nel 1995 si sono rilevate leggermente inferiori rispetto all'anno precedente. Particolarmente significativa è la riduzione *significativa* delle immissioni di NO₂ che si

osserva per Chiasso. Essa è probabilmente anche da imputare alla moderazione del traffico effettuata nelle immediate vicinanze della stazione d'analisi.

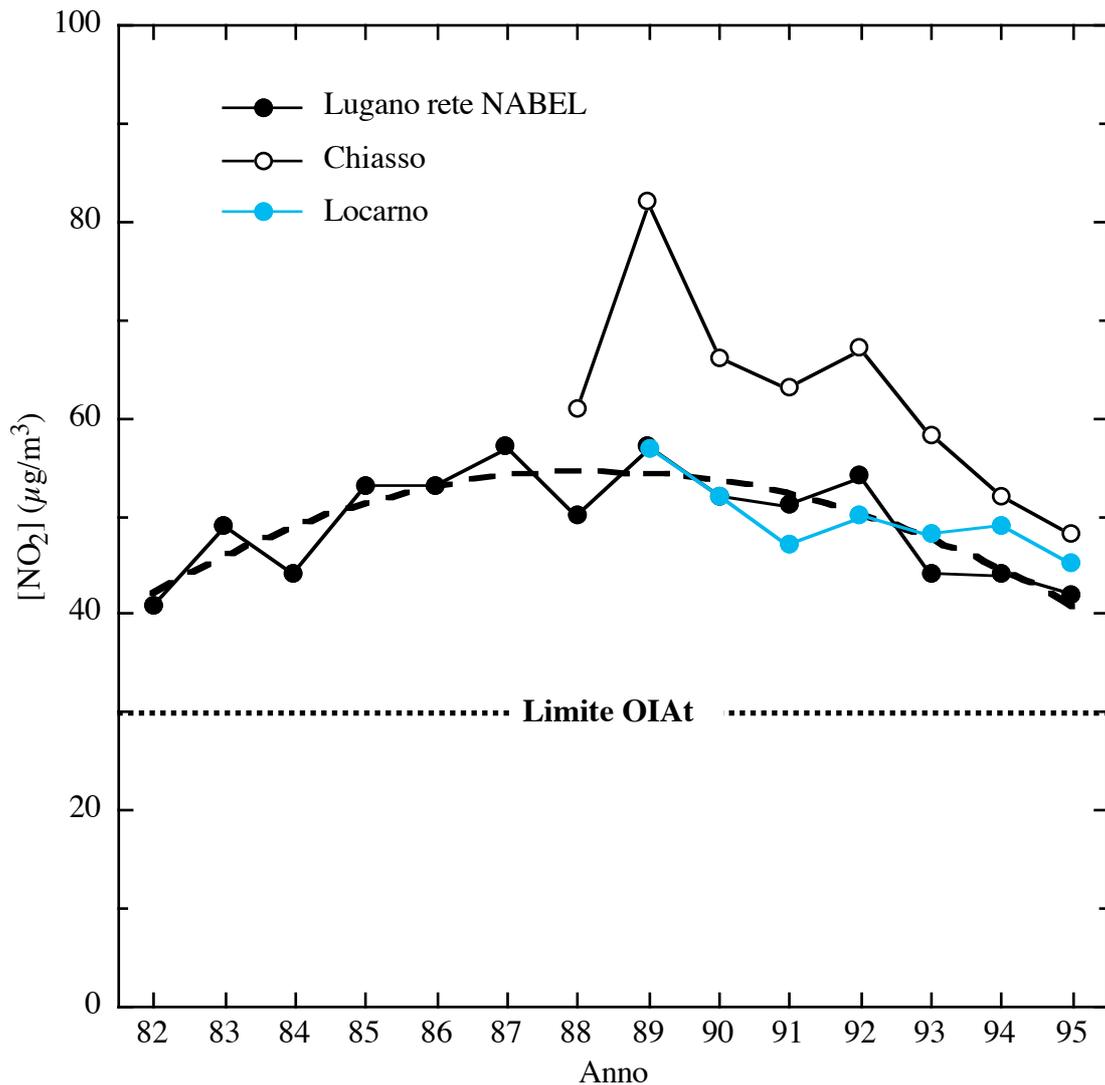


Figura 11: Diossido d'azoto: concentrazione medie annue a Lugano (stazione NABEL), Chiasso e Locarno (stazioni cantonali). La curva tratteggiata serve da guida per gli occhi.

Le concentrazioni medie annue di diossido d'azoto rilevate dalla stazione NABEL ubicata a Lugano⁴ (coordinate 717.6/96.6; 280m s.l.m.) sono rappresentate a partire dal 1982 (anno d'inizio delle misurazioni) nella figura 11. Il grafico mostra che all'inizio degli anni 80 la tendenza era negativa. Alla fine degli anni 80 le immissioni di NO₂ si sono stabilizzate e durante gli ultimi anni la concentrazione media annua è tendenzialmente diminuita. Quest'evoluzione coincide con quella calcolata per le emissioni di ossidi d'azoto dal modello di traffico utilizzato per il Piano cantonale di risanamento dell'aria.

⁴ 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.

Nella figura 11 sono pure mostrati i dati misurati dalle stazioni della rete cantonale di Chiasso e Locarno. I dati per quest'ultima località ricalcano la parte finale della curva determinata dalla lunga serie di dati rilevati dalla stazione NABEL di Lugano. Anche l'evoluzione delle concentrazioni di NO₂ registrate a Chiasso mostra un andamento simile a quelle di Lugano e Locarno, tuttavia a Chiasso si è partiti da valori più elevati e la diminuzione è stata particolarmente importante.

I risultati delle misure effettuate con i campionatori passivi (v. tabelle 39-41) mostrano che il limite OIAt è ampiamente 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).

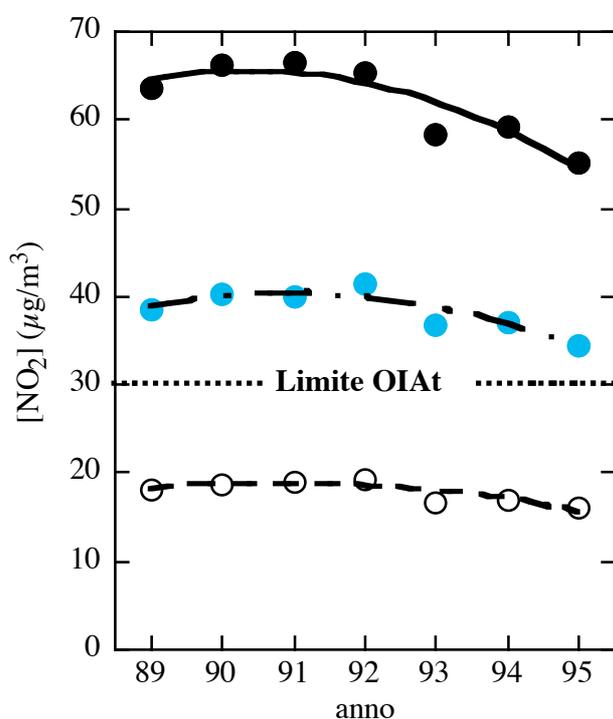


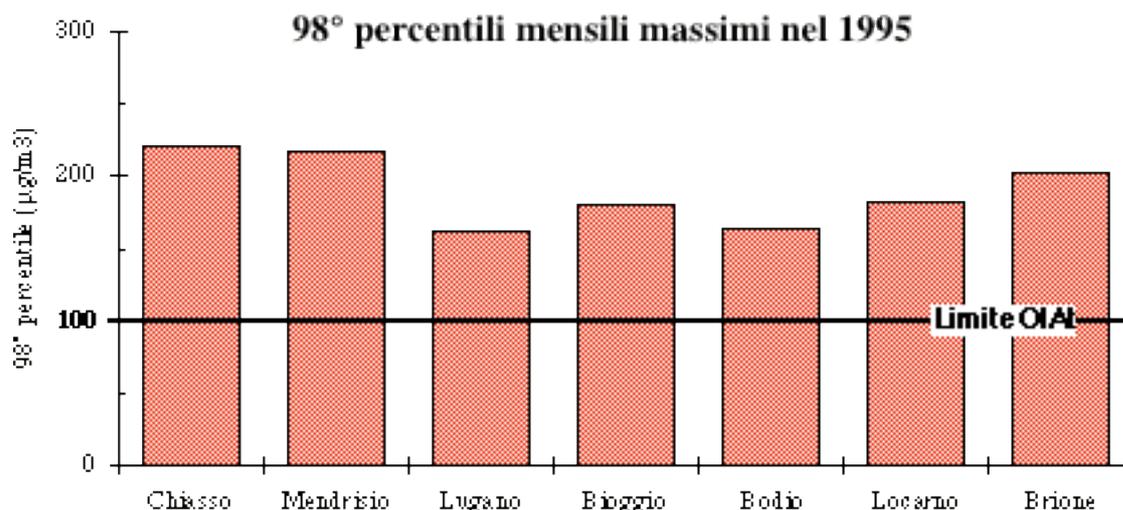
Figura 12:
Evoluzione delle immissioni di diossido d'azoto. I pallini neri sono stati calcolati mediando i risultati di tutte le zone del Cantone con un tasso alto di inquinamento, quelli grigi mediando quelli delle zone con un tasso medio di inquinamento e quelli bianchi mediando quelli delle zone con un tasso basso di inquinamento.

Per elaborare la figura 12 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 hanno raggiunto un massimo negli anni 90-91 ed in seguito sono diminuite. Probabilmente, gli alti valori in queste zone sono dovuti a emissioni fortemente localizzate e l'effetto di una riduzione delle emissioni è particolarmente marcato. Osservando le tabelle 39 - 41 si constata che in alcuni singoli casi (come ad es. Locarno casa comunale, Minusio via S. Gottardo) la riduzione è stata particolarmente marcata. Ciò può essere ricondotto a modifiche locali delle emissioni. 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.

4.3 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 1995, analogamente agli anni precedenti, il limite OIA 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. tabelle 17 - 24). Il grafico superiore della figura 13 mostra il 98° Percentile mensile massimo per il 1995. Il limite OIA è nettamente superato.



98° percentili mensili massimi: evoluzione dal 1988 al 1995

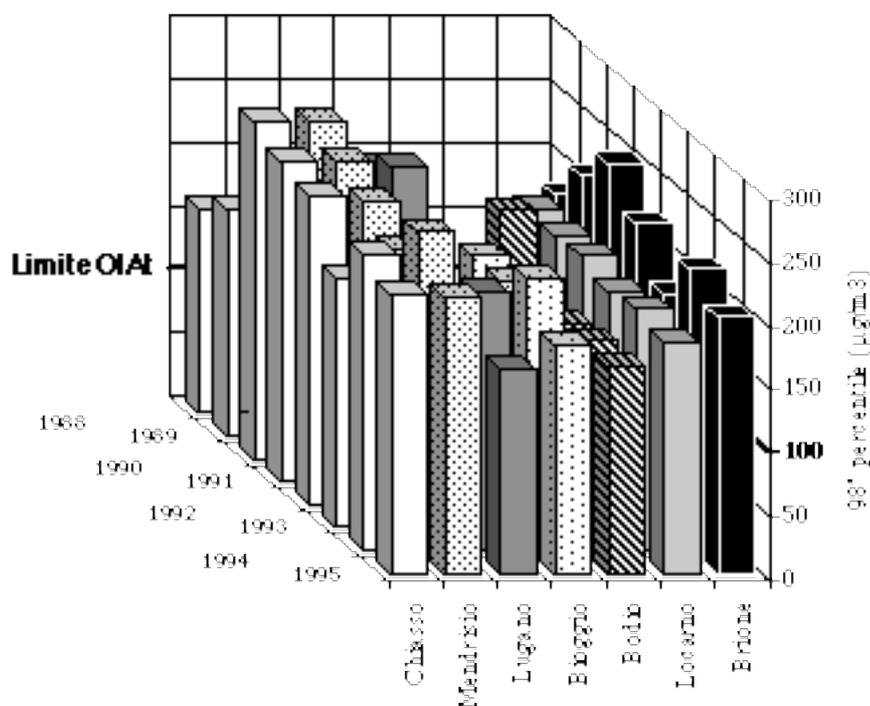


Figura 13: Ozono: 98° percentili mensili massimi.

L'evoluzione delle immissioni di ozono dal 1988 al 1995 è mostrata nel grafico inferiore della figura 13. Nel caso dell'ozono è difficile riconoscere una tendenza evolutiva in quanto le sue immissioni risultano modulate dalle condizioni meteorologiche. Così l'estate temperata del 1995 ha provocato delle immissioni di ozono meno elevate rispetto alla canicola del 1994.

L'influsso della meteorologia è ancor più 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 14 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 chiaro parallelismo tra la durata delle immissioni eccessive e la temperatura. Anche in condizioni meteorologiche relativamente sfavorevoli il limite orario è superato in media per almeno 4 ore al giorno a Brione s.M. e per più di 2 a Lugano (l'OIAI consente un solo superamento all'anno).

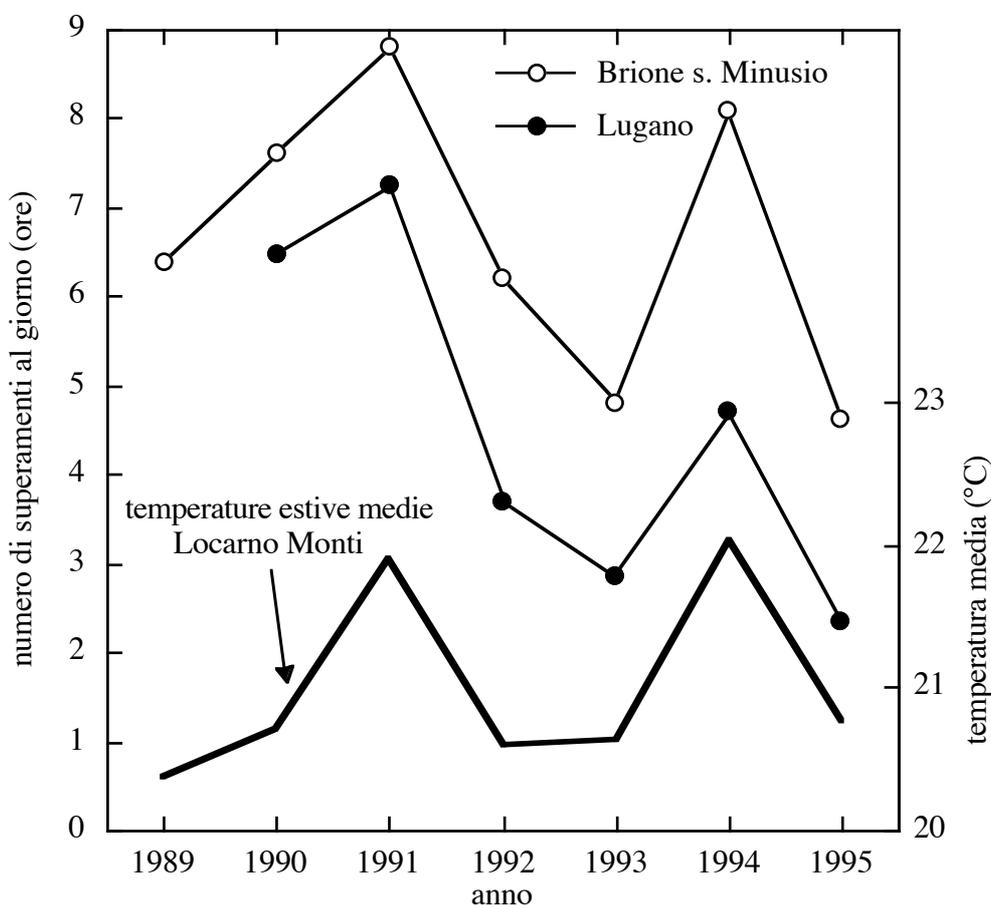


Figura 14: Numero di superamenti del limite orario ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verificatosi in media durante una giornata da giugno ad agosto per diversi anni nelle località di Brione s. Minusio e Lugano. La scala a destra illustra le temperature estive (giugno, luglio e agosto) rilevate a Locarno 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, per certi versi, 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 15, 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 limite fissato dall'OIAAt.

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

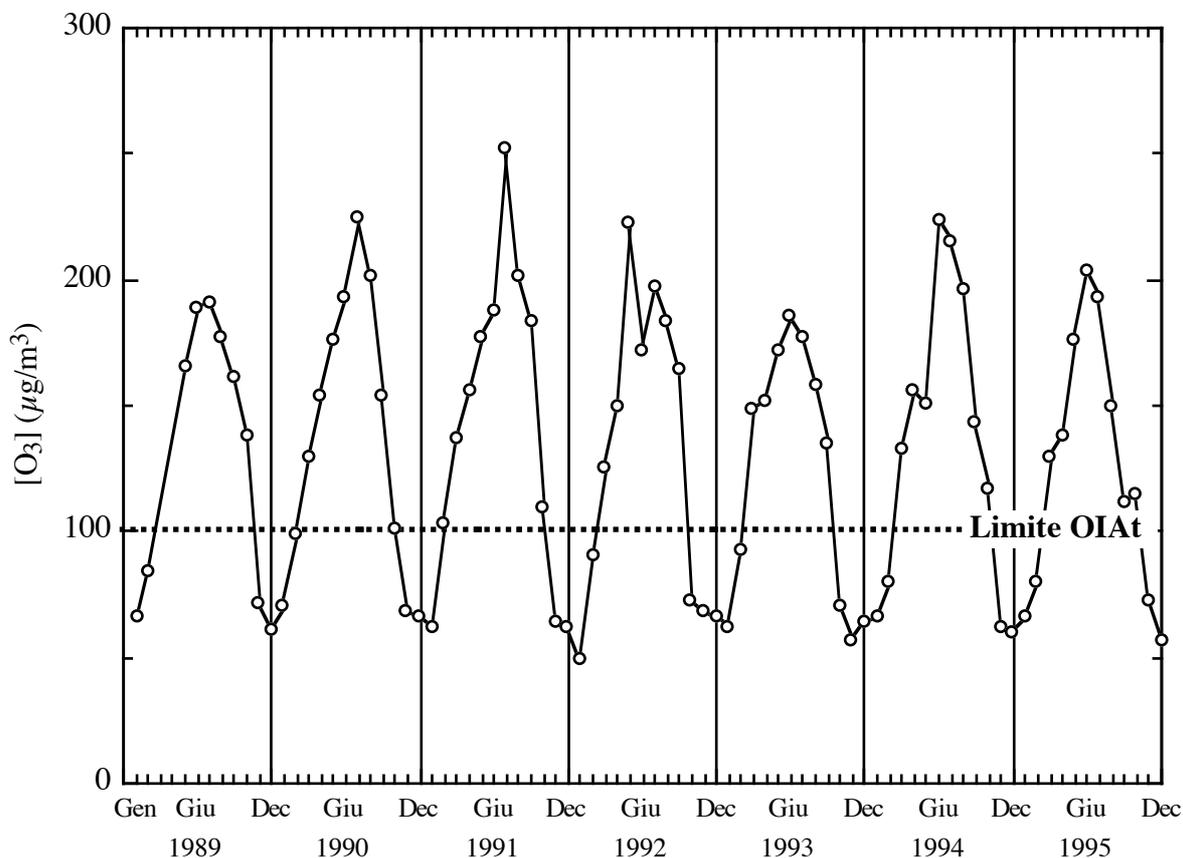


Figura 15: Ozono: 98° percentili mensili rilevati a Brione s. Minusio dal 1989.

4.4 Monossido di carbonio

La figura 16 mostra per ogni località la concentrazione massima giornaliera di monossido di carbonio nel 1995. 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'OIAI.

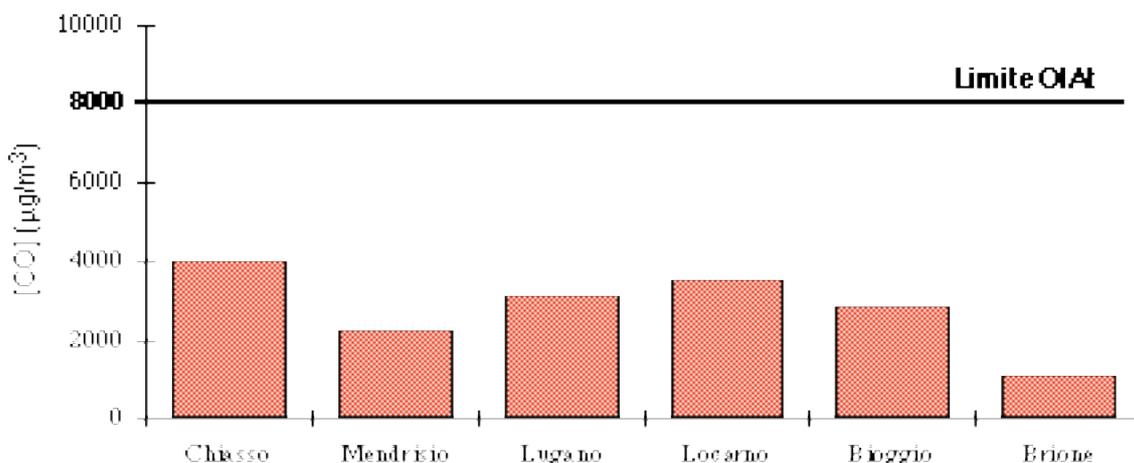


Figura 16: Monossido di carbonio: concentrazione massime giornaliere durante il 1995.

4.5 Polveri

4.5.1 Polveri in sospensione

Polveri totali

Le polveri in sospensione sono state misurate a Locarno (settimo anno), a Chiasso (quarto anno) e a Bodio dal maggio 1992 all'aprile 1993 presso il Municipio e dall'aprile 1994 anche più a nord del paese (zona Somaselva) con un secondo strumento. Nella tabella 43 sono riassunti i risultati delle misure di polveri in sospensione ottenuti a partire dal 1989. I limiti fissati dall'OIAI per le polveri in sospensione sono rispettati.

Nella figura 17 si osserva che le concentrazioni di polveri in sospensione sono diminuite pressoché regolarmente durante gli ultimi anni. Questa evoluzione positiva è da ricondurre ai provvedimenti tecnici adottati sistematicamente a partire dagli anni '60 per gli impianti e per i veicoli. Essi hanno permesso di eliminare progressivamente le emissioni di polveri "grosse". Sono invece rimaste le polveri più fini le cui emissioni aumentano tendenzialmente con l'aumento del consumo di combustibili e carburanti. Queste polveri "fini" hanno una massa totale piccola e non causano pertanto un superamento dei limiti. Esse destano però preoccupazioni per i motivi esposti successivamente in questo capitolo.

Località	Media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (limite OIAt: $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$)							95° percentile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (limite OIAt: $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$)						
	89	90	91	92	93	94	95	89	90	91	92	93	94	95
Lugano	-	39*	42	-	-	-	-	-	71*	101	-	-	-	-
Bodio Municipio	-	-	-	51	-	40*	37*	-	-	-	98	-	65*	71*
Bodio Somaselva	-	-	-	-	-	34*	34*	-	-	-	-	-	72*	-
Locarno	58*	46	43	39	29	26	21	96*	92	98	78	61	50	37
Chiasso	-	-	-	57	54	44	39	-	-	-	146	120	105	71

Tabella 43: Polveri totali in sospensione; *: misura non completa.

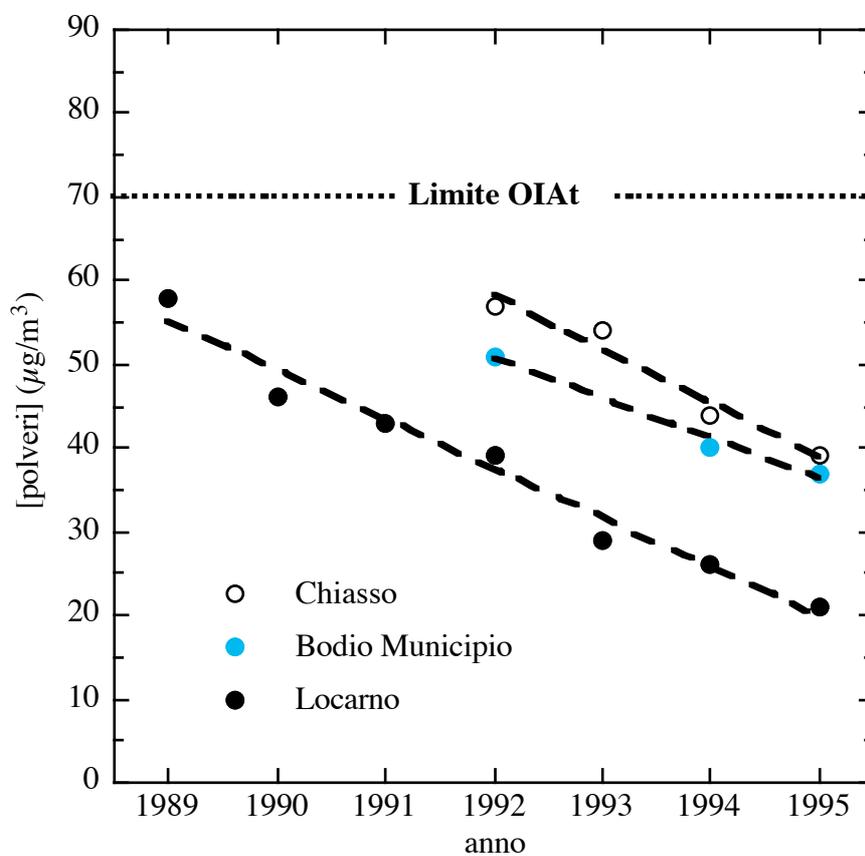


Figura 17: Evoluzione delle immissioni di polveri in sospensione a Chiasso, Locarno e Bodio.

Metalli pesanti presenti nelle polveri

A Bodio, la tecnica di rilevamento delle polveri consente di determinarne il contenuto di metalli pesanti, in particolare di piombo (Pb) e di cadmio (Cd). I risultati per gli ultimi due anni sono rappresentati graficamente nella figura 18. Anche per i metalli i limiti previsti dall'OIA (100 µg/m³ per la media annua di piombo e 10 ng/m³ per la media annua di cadmio) sono rispettati. Sia presso la casa comunale che a Somaselva (a nord del paese), le concentrazioni di metalli pesanti durante il 1995 sono risultate sensibilmente inferiori a quelle rilevate nel 1994. La chiusura della Monteforno e il risanamento in corso presso la TIMCAL (ex Officine del Gottardo) hanno sicuramente contribuito alla riduzione delle immissioni.

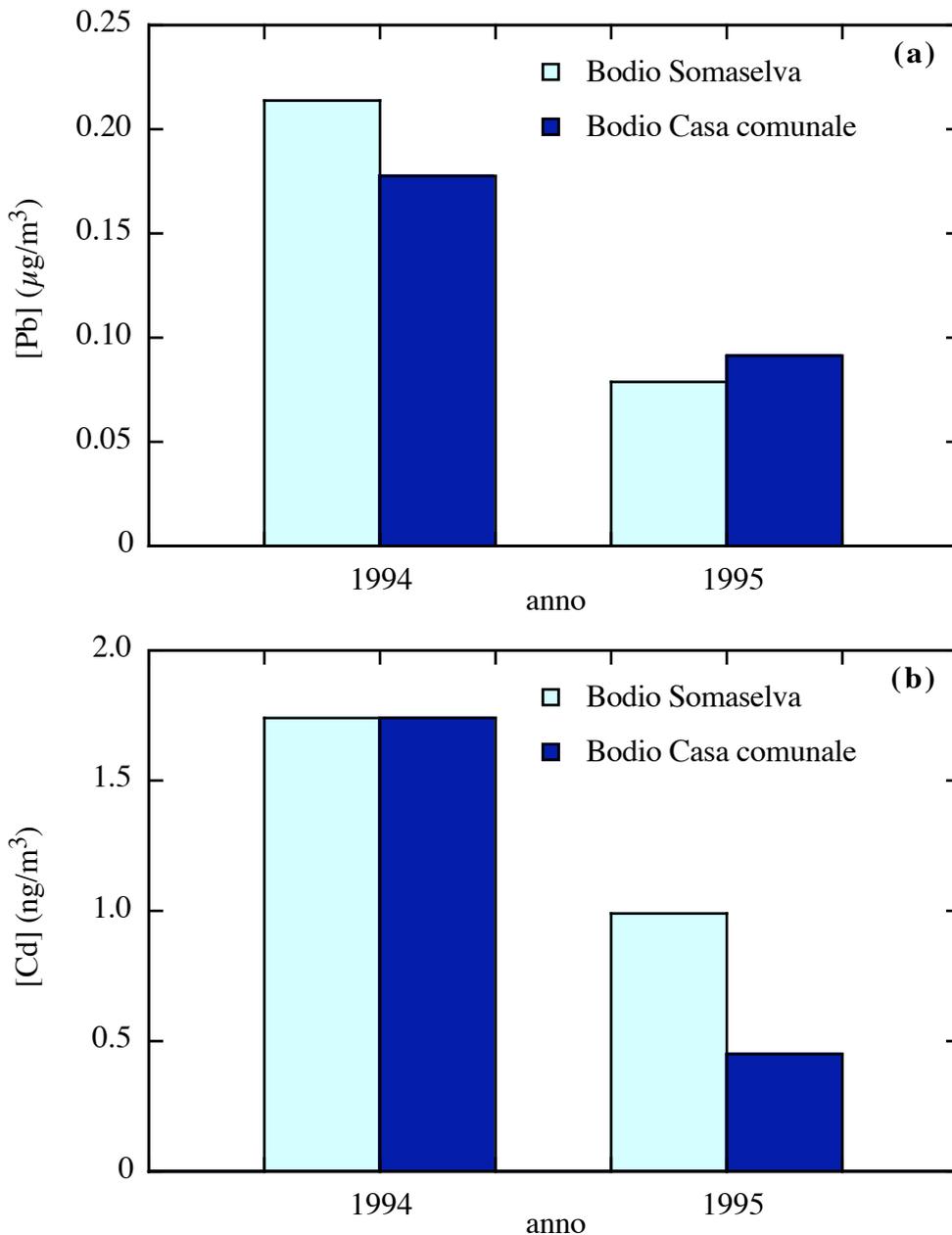


Figura 18: Concentrazioni piombo (grafico (a)) e cadmio (grafico (b)) presenti nelle polveri in sospensione di Bodio casa comunale e Bodio Somaselva.

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. Misure preliminari e limitate nel tempo di queste sostanze erano state effettuate nell'ambito di uno studio condotto in collaborazione con l'Università statale di Milano. Dai risultati ottenuti si era potuto calcolare una concentrazione media annua di benzo(a)pirene pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il benzo(a)pirene è un idrocarburo policiclico aromatico molto tossico (cancerogeno) per il quale in Germania è stato proposto come limite d'immissione una concentrazione media annua pari a $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Alla luce di questi risultati la stazione d'analisi di Chiasso è stata dotata di uno strumento per la misura in continuo dei PAH. Questo strumento, che consentirà di seguire l'evoluzione della concentrazione di queste sostanze nei prossimi anni, è stato messo in funzione nel mese di dicembre (1995), durante il quale la concentrazione di PAH è risultata di $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corrispondente ad una concentrazione benzo(a)pirene di circa $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Polveri "fini" (PM10)

Le polveri di grandezza inferiore ai $10 \mu\text{m}$ ($=10.01 \mu\text{m}$) passano quasi senza resistenza attraverso le vie respiratorie superiori, raggiungendo i bronchi e gli alveoli dove possono arrecare dei danni.

Anche durante il 1995 a Chiasso è stata misurata la componente fine delle polveri in sospensione. La concentrazione media annua è risultata pari a $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, cioè soltanto leggermente inferiore ai $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevati nel 1994. Sulla base dei dati relativi al 1995 si valuta che circa l'84% della massa di polveri in sospensione è dovuto all'elevato numero di polveri fini.

Nella figura 19 le concentrazioni medie mensili di polveri fini misurate a Chiasso durante il 1995 sono paragonate con quelle rilevate parallelamente a Lugano nell'ambito di uno studio effettuato dalla Scuola politecnica federale di Zurigo per il programma SAPALDIA (Swiss Study on Air Pollution and Lung Diseases in Adults). Nella figura si osserva un certo parallelismo tra le concentrazioni di Chiasso e quelle di Lugano. La concentrazione media annua di polveri fini è risultata uguale nelle due città ($33 \mu\text{g}/\text{m}^3$). È interessante inoltre osservare come le concentrazioni di polveri fini non siano soggette ad una chiara modulazione stagionale. Esse risultano su tutto l'arco annuale piuttosto elevate.

L'elevato numero di polveri fini, che possono raggiungere i bronchi e gli alveoli, è un fatto preoccupante anche perché le polveri possono essere "ricoperte" da molecole organiche (per esempio idrocarburi policiclici aromatici) alcune delle quali sono molto tossiche.

Gli studi SAPALDIA e SCARPOL (Swiss Study on Childhood Allergy and Respiratory Symptoms with Respect to Air Pollution) condotti in Svizzera a livello nazionale hanno evidenziato il pericolo che le polveri fini costituiscono per la salute anche in concentrazioni inferiori ai limiti dell'OIA.

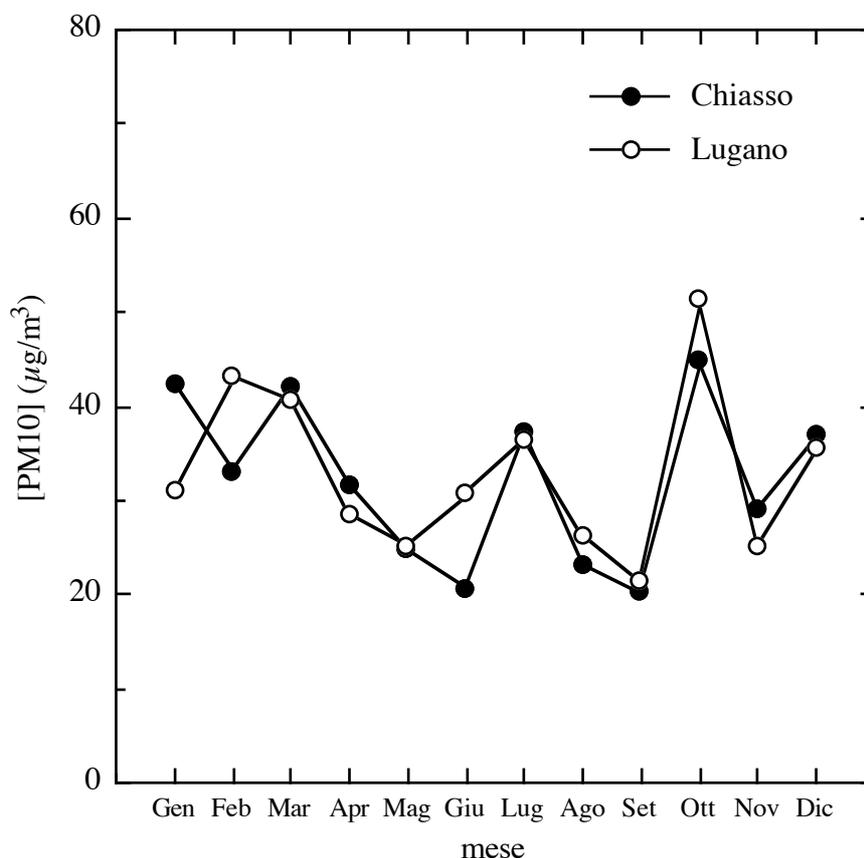


Figura 19: Concentrazione medie mensili di polveri fini (PM10) a Chiasso e a Lugano.

4.5.2 Polveri in ricaduta

Le polveri in ricaduta sono state misurate secondo il metodo Bergerhoff. Si tratta di un semplice metodo passivo che sfrutta un raccogliatore aperto verso l'alto. In esso si depositano per effetto dell'attrazione gravitazionale le polveri più pesanti. Un altro meccanismo di ricaduta è rappresentato dalla pioggia o dalla neve che possono trascinare verso il suolo anche le polveri che in condizioni di tempo secco restano in sospensione. I limiti fissati dall'OIAAt per le polveri in ricaduta si riferiscono al metodo Bergerhoff.

Le polveri in ricaduta erano già state rilevate tra l'ottobre 1987 e il febbraio 1989 in 65 punti del Cantone (v. "Analisi della qualità dell'aria in Ticino, 1988"). Il limite previsto dall'OIAAt per le polveri totali in ricaduta era risultato superato solamente in 2 posti di raccolta a Giornico. Per quel che concerne la presenza di metalli pesanti si erano invece constatati dei superamenti in zone esposte a emissioni industriali molto elevate oppure nelle immediate vicinanze di importanti assi di traffico. Dall'ottobre 1993 all'ottobre del 1994 l'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, nell'ambito di uno studio che aveva come obiettivo il confronto delle polveri in ricaduta con la concentrazione di metalli pesanti in diverse specie di muschi, ha misurato le polveri in ricaduta ad alcune centinaia di metri sopra a Personico in val d'Ambra (490 m s.l.m.). Occorre rilevare che il posto di misura è adatto per la misura dell'inquinamento di fondo e non tanto per evidenziare gli effetti dovuti alle emissioni delle fonti (industrie e

autostrada) che si trovano sul fondovalle. Considerato gli importanti cambiamenti in corso sul fondovalle le misure sono state continuate anche nel 1995.

I risultati delle recenti campagne di misura sono riassunti sia per periodo che per sostanza nella tabella 44.

Data inizio	Data fine	n° di giorni	Polveri tot (mg/m ² -d)	Cd (ng/m ² -d)	Pb (μg/m ² -d)	Zn (μg/m ² -d)
06.10.1993	29.11.1993	54	140	651	53.5	157.6
29.11.1993	02.03.1994	93	36.1	348	34.2	104.4
02.03.1994	31.05.1994	90	86.8	432	31.4	87.0
31.05.1994	07.10.1994	129	108.5	631	44.9	141.2
07.10.1994	01.12.1994	55	21.3	346	37.4	130.5
01.12.1994	28.02.1995	89	20.6	273	22.6	69.5
28.02.1995	31.05.1995	92	68.8	275	15.8	31.4
31.05.1995	29.09.1995	121	71.7	392	16.3	46.3

Tabella 44: Polveri in ricaduta misurate con il metodo Bergerhoff in Val d’Ambra sopra a Personico. Sono indicate le medie durante i periodi di misura.

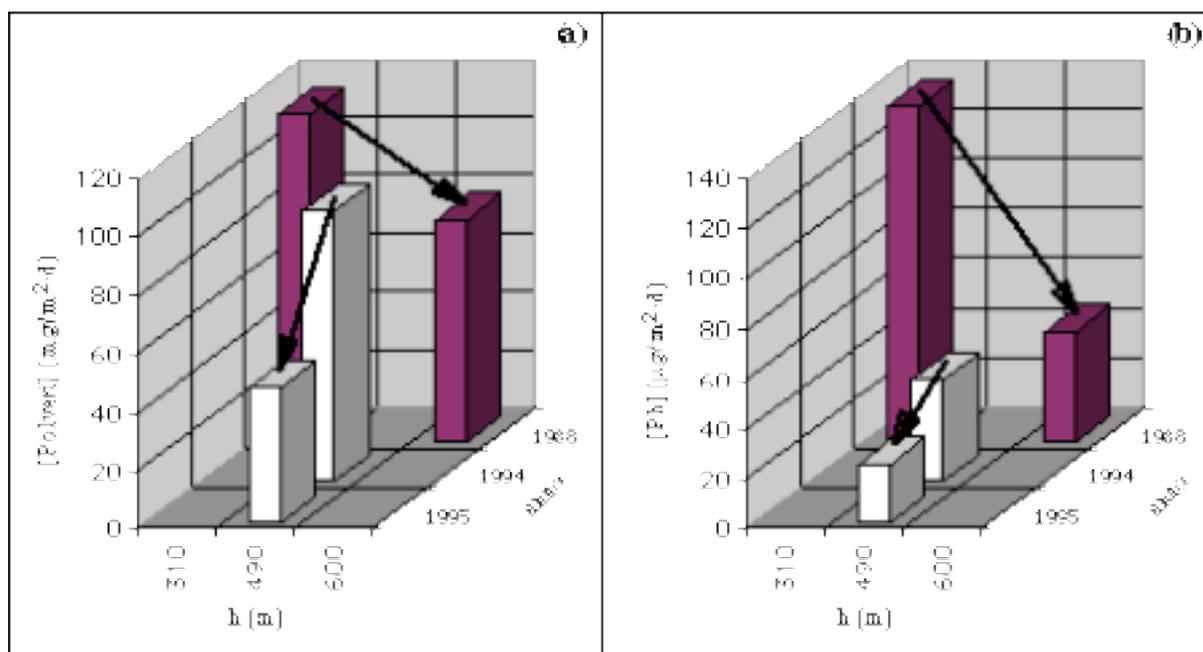


Figura 20: Polveri in ricaduta misurate nei dintorni di Personico con il metodo Bergerhoff in funzione dell’anno e della quota. (a): polveri totali; (b): Piombo.

I valori limite fissati dall’OIA, che sono 200 mg/m²-d per le polveri totali, 100 μg/m²-d per il piombo (Pb) e 2000 ng/m²-d per il cadmio (Cd), risultano ampiamente rispettati. Tuttavia come già menzionato, il posto di misura, essendo lontano dalle principali fonti d’inquinamento, fornisce soprattutto un’indicazione circa l’inquinamento di fondo. Nella figura 20 i dati dei recenti due anni (1994 e 1995) sono paragonati a quelli rilevati in altre due località della regione nel 1988. Uno di questi due posti di misura si trovava sul fondovalle (310 m s.l.m.) mentre l’altro era posto sullo stesso pendio dell’attuale punto

di misura ma più in quota (600m s.l.m.). È interessante osservare come le polveri totali in ricaduta, se si considera l'influsso della quota, durante il 1994 siano risultate sul livello del 1988 e soltanto nel 1995 siano diminuite in modo sensibile. Per il piombo (e lo zinco non illustrato nella figura) si constata invece un netto miglioramento già dal 1988 al 1994. Durante il 1995 il piombo, lo zinco e il cadmio presenti nelle polveri in ricaduta sono ulteriormente diminuiti. È curioso osservare che per il cadmio e il piombo analoghi miglioramenti sono stati riscontrati a Bodio a livello di polveri in sospensione (v. 4.5.1).

4.6 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 (VOC) sono stati misurati a Locarno per il quinto anno e a Mendrisio per il quarto anno. I risultati sono riassunti nella tabella 45, dove la concentrazione di composti organici volatili non metanici è espressa come carbonio totale.

anno località	Media annua (ppm)				
	1991	1992	1993	1994	1995
Locarno	0.52*	0.49*	0.53*	0.31*	0.27
Mendrisio	-	0.37	0.20*	0.26*	0.27*

Tabella 45: 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. Dalla tabella appare che le concentrazioni di VOC siano in leggero regresso. Un fatto che sarebbe da imputare ai provvedimenti di natura tecnica già adottati quali il catalizzatore e l'installazione dei sistemi di recupero dei vapori di benzina presso i grandi depositi e i distributori di carburante.

Ozono e vegetazione

Esposizione accumulata a elevate concentrazioni

Gli studi degli ultimi anni hanno riconfermato che le alte concentrazioni di ozono che si registrano durante molti mesi dell'anno hanno un effetto nocivo non solo sulla salute delle persone ma anche sulla vegetazione. Si è infatti constatato che esiste una relazione diretta tra la concentrazione di ozono, il numero di ore in cui la concentrazione supera una determinata soglia critica e gli effetti a breve e a lungo termine sulla vegetazione.

Per i raccolti agricoli e per i boschi i cosiddetti “**livelli critici di ozono**” sono definiti come segue: La media oraria critica è 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e il danno è proporzionale all'esposizione accumulata sopra questa soglia critica. L'esposizione accumulata è proporzionale alle concentrazioni in eccesso alla soglia critica e alla loro durata espressa in ore. Più precisamente l'esposizione accumulata, indicata con la sigla AOT40, è definita come segue:

$$AOT40 := \sum_{[O_3]_i > 40 \text{ ppb}} ([O_3]_i - 40), \quad (1)$$

dove $[O_3]_i$ rappresenta le concentrazioni orarie. Nel caso dei *boschi* la sommatoria si estende a tutte le ore del periodo vegetativo di 6 mesi, mentre per i *raccolti agricoli* si deve sommare soltanto sulle ore diurne (irraggiamento solare superiore a $50 \text{ W}/\text{m}^2$) dei 3 mesi più importanti per la crescita del raccolto considerato (per il Centro-Europa sono in genere giugno, luglio e agosto).

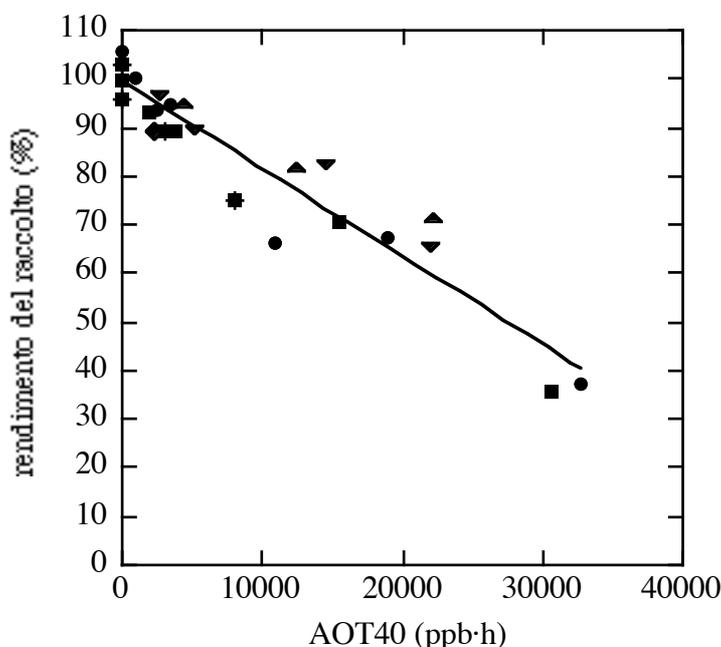


Figura A1: Relazione tra il rendimento del raccolto di frumento e l'AOT40. Simboli diversi si riferiscono a diversi esperimenti.

La figura 1 mostra che esiste una proporzionalità diretta tra le esposizioni accumulate di ozono sopra i 40 ppb (AOT40) e il rendimento dei raccolti di frumento. Per i raccolti agricoli viene proposto un livello critico di ozono corrispondente a una perdita di raccolto del 10%, cioè **AOT40 = 3300 ppb·h**. Per i boschi la situazione appare più complessa. Provvisoriamente è stato proposto come livello critico un **AOT40 pari a 10000 ppb·h** calcolato sulla base di 24 ore per l'intero periodo vegetativo di 6 mesi.

Sulla base dei valori di ozono misurati in Ticino con le stazioni d'analisi dell'aria è stata elaborata, per il territorio cantonale, una mappa delle esposizioni accumulate per i boschi. Per completezza e per avere una conferma migliore dei risultati ottenuti, sono stati utilizzati anche i dati di due stazioni d'analisi grigionesi (Roveredo e Castaneda) e di una stazione piemontese (Mottarone). Come anno di riferimento è stato scelto il 1992. La procedura di calcolo è descritta nell'allegato I.

Le principali conclusioni dello studio sono che l'esposizione accumulata sopra la soglia di 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

- aumenta con l'altitudine sopra il fondovalle (v. figura 2(a));
- diminuisce progressivamente da sud verso nord (v. figura 2(b));
- aumenta con la distanza dagli agglomerati con forti emissioni di ossidi d'azoto (v. figura 2(c));
- su tutto il territorio cantonale il livello critico proposto per i boschi è ampiamente superato (v. figura 3).

Modello per l'interpolazione delle esposizioni accumulate

Nel grafico (a) della figura 2 i valori di AOT40 (per i boschi) misurati dalle stazioni d'analisi presenti in Ticino (rete cantonale e rete NABEL), da due stazioni grigionesi (Roveredo e Castaneda) e da una stazione piemontese (Mottarone) sono rappresentati in funzione dell'altezza relativa dh , la quale è calcolata come la differenza tra la quota del punto di misura e quella del punto più basso in un dintorno di 500m. Si osserva che per le 4 stazioni in quota (cerchi neri) l'AOT40 aumenta all'aumentare dell'altezza relativa. In particolare la relazione tra AOT40 e dh appare, per le stazioni in quota, in buona approssimazione lineare:

$$f(dh) = a_{0dh} + a_{1dh} \cdot dh. \quad (2)$$

I dati delle stazioni sul fondovalle sono invece molto diversificati tra di loro indicando che in queste località altri fattori influenzano in modo preponderante i valori di AOT40. Allo scopo di isolare l'effetto di questi fattori, dopo aver determinato a_{0dh} e a_{1dh} tramite regressione lineare (v. retta nella figura 2(a)), si è sottratto dai dati di AOT40 la funzione $f_{dh}(dh)$:

$$R1 = AOT40 - (a_{0dh} + a_{1dh} \cdot dh). \quad (3)$$

Il residuo così calcolato è mostrato nel grafico (b) della figura 2 in funzione della coordinata geografica y (Sud-Nord). Per i punti delle stazioni che si trovano sul fondovalle, ora indicati con cerchi colorati in nero, si osserva chiaramente che il residuo $R1$ diminuisce in modo lineare all'aumentare di y :

$$f(y) = a_{0y} + a_{1y} \cdot y. \quad (4)$$

I valori dei parametri a_{0y} e a_{1y} sono stati determinati tramite regressione lineare. La retta risultante è disegnata nella figura 2(b), dove si può constatare che se opportunamente traslata essa riesce a descrivere anche la diminuzione del residuo $R1$ per i punti in quota.

Le immissioni di ozono possono essere fortemente influenzate dalla presenza di altre sostanze inquinanti nell'atmosfera. Si è perciò provato a completare il processo di interpolazione delle esposizioni accumulate alle immissioni di ozono considerando una possibile relazione con le immissioni di diossido d'azoto (NO_2), che notoriamente gioca un ruolo molto importante nella chimica dell'ozono. A tale scopo è opportuno sottrarre l'Eq. (4) dal residuo $R1$:

$$R2 = R1 - (a_{0y} + a_{1y} \cdot y). \quad (5)$$

Nella figura 2(c) i valori del residuo $R2$ sono rappresentati graficamente in funzione delle concentrazioni medie annue di NO_2 registrate nelle diverse località. Nonostante la dispersione, i diversi punti sembrano essere su una stessa curva che, non essendo a conoscenza di una motivazione teorica per una forma più complessa, ipotizziamo semplicemente di forma lineare:

$$f(NO_2) = a_{0NO_2} + a_{1NO_2} \cdot [NO_2]. \quad (6)$$

La retta nella figura A2(c) è stata disegnata utilizzando i parametri ottenuti tramite una regressione lineare.

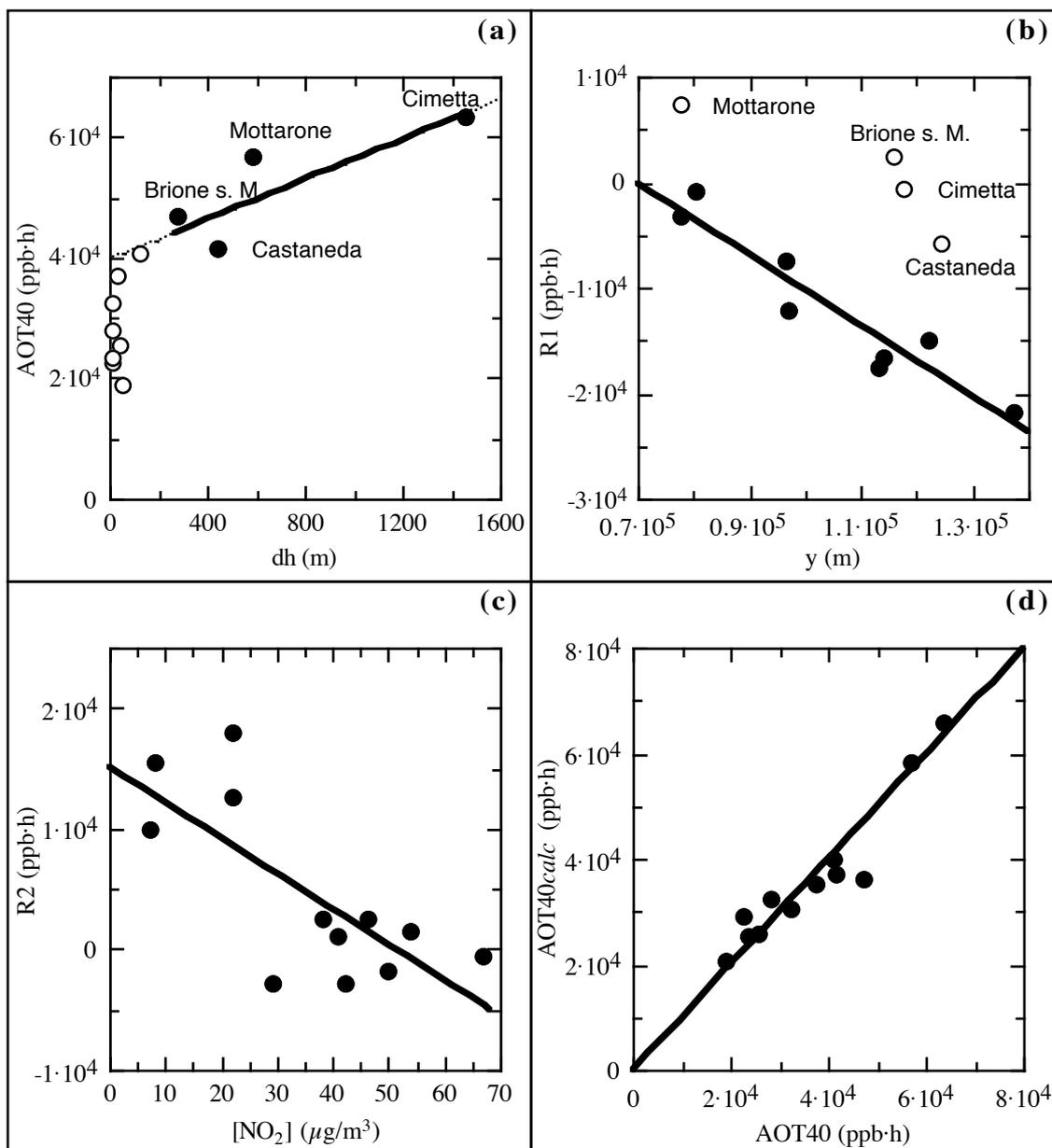


Figura A2: Procedura d'interpolazione dei valori di AOT40 per i boschi. (a): AOT40 per i boschi in funzione dell'altezza relativa dh ; (b): residuo $R1$ (v. Eq. (3)) in funzione della coordinata geografica y ; (c): residuo $R2$ (v. Eq. (5)) in funzione della concentrazione media annua di NO_2 ; (d): paragone tra i valori calcolati e i valori misurati.

Riassumendo per interpolare i dati delle esposizioni accumulate per i boschi possiamo utilizzare il seguente modello:

$$AOT40 = C_0 + C_{dh} \cdot dh + C_y \cdot dy + C_{NO_2} \cdot [NO_2], \quad (7)$$

dove i parametri C_0 , C_{dh} , C_y e C_{NO_2} , determinati con una regressione lineare multidimensionale parte dai valori dei parametri a_i delle equazioni (2), (4) e (6), sono riportati nella tabella A.

C_0 (ppb·h)	C_{dh} (ppb·h/m)	C_y (ppb·h/m)	C_{NO_2} (ppb·h/($\mu\text{g}/\text{m}^3$))
70340	23.9	-0.32	-167

Tabella A2: Parametri del modello d'interpolazione dei valori di AOT40 per i boschi.

Prima di applicare l'Eq. (7) è opportuno chiedersi se la stessa, da un punto di vista fisico-chimico, è plausibile. In particolare è importante spiegare, perlomeno qualitativamente, perché l'esposizione accumulata alle immissioni da ozono aumenta con l'altezza relativa, diminuisce con la coordinata geografica y (cioè spostandosi da Sud a Nord) e risulta ridotta laddove le immissioni da diossido d'azoto sono elevate. Forse il risultato che può destare maggiori perplessità è proprio quest'ultimo. Difatti è noto che il diossido d'azoto (NO_2) è uno dei principali precursori dell'ozono ed è pertanto lecito interrogarsi sul significato del valore negativo ottenuto per il parametro C_{NO_2} . A tal proposito occorre innanzitutto ricordare che la grandezza modellata non è il numero di superamenti di un limite orario oppure la concentrazione massima oraria, che si riferiscono quasi esclusivamente alle ore di maggiore irraggiamento solare, si tratta bensì di un'esposizione accumulata, che per sua definizione (v. Eq. (1)) tiene conto anche delle ore di minor irraggiamento.

Durante queste ore, per esempio al mattino presto e in tarda serata quando negli agglomerati il traffico motorizzato è particolarmente intenso, il monossido d'azoto (NO) appena emesso reagisce quasi immediatamente (durante pochi minuti) con l'ozono per formare diossido d'azoto:



Pertanto nei centri urbani e lungo gli assi di traffico una quantità di ozono corrispondente al flusso di NO emesso è convertita in NO_2 e così durante le ore di minor irraggiamento solare, quando la fotolisi del diossido d'azoto e con essa anche la formazione di ozono sono praticamente nulle, in prossimità delle fonti di emissione si possono avere valori di ozono molto bassi (inferiori ai 40 ppb).

La situazione cambia salendo lungo i pendii, dove gli ossidi d'azoto arrivano più diluiti e con un'elevata percentuale di NO_2 . In special modo durante le ore di minor irraggiamento solare la conseguente maggiore stabilità dell'atmosfera non consente agli ossidi d'azoto agli ossidi d'azoto emessi sul fondovalle di salire. Pertanto in quota gli effetti dovuti alla reazione chimica tra monossido d'azoto e ozono (v. Eq. (8)) possono essere trascurati.

Anche recenti studi⁵ evidenziano come in quota, a qualche centinaio di metri dal fondovalle, le concentrazioni di ozono siano particolarmente elevate. Sulla base di queste considerazioni appare perciò ragionevole ammettere che l'esposizione accumulata alle immissioni di ozono aumenti al crescere dell'altezza relativa.

⁵ A. Prévôt, "Photooxidantien in der planetaren Grenzschicht nördlich und südlich der Alpen", tesi di dottorato, ETHZ 1994

Figura A3: Mappa delle esposizioni accumulate alle immissioni di ozono (AOT40 per i boschi) calcolate applicando l'Eq. (7). (Fonte: "Flussnetz" Ufficio federale di statistica - GEOSTAT).

Infine per quanto attiene al gradiente Sud - Nord messo in evidenza dal modello d'interpolazione si possono avanzare le seguenti spiegazioni. Innanzitutto occorre rilevare che in una certa misura le emissioni dei precursori dell'ozono (ossidi d'azoto e composti organici volatili) sono più elevate a Sud che a Nord del Cantone. Inoltre a causa del minor numero delle ore di sole e della minor temperatura le valli strette che caratterizzano la parte Nord del Cantone non favoriscono la formazione dell'ozono.

Nella figura 13 è rappresentata la mappa delle esposizioni accumulate alle immissioni di ozono (AOT40 per i boschi) che si ottiene applicando l'equazione 17) con i parametri della tabella 1. Le concentrazioni medie annue di NO₂ sono state calcolate impiegando il modello descritto nella pubblicazione "*Critical loads of acidity for forest soils and alpine lakes*"; Environmental series No. 234 dell'Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio. Dalla mappa si deduce che il livello critico recentemente proposto per i boschi è superato ovunque, sia in pianura che in quota.

Recupero dei vapori di benzina

I vapori di benzina che si sprigionano presso i depositi di carburante e durante le relative operazioni di travaso costituiscono una parte importante delle emissioni di composti organici volatili (VOC). Il quantitativo esatto emesso dalla catena di distribuzione della benzina dipende fortemente anche dalle vendite che negli ultimi anni, soprattutto nelle zone di confine, sono calate. All'inizio del programma di risanamento, il cui stato attuale è descritto in dettaglio nei paragrafi seguenti, i VOC emessi per evaporazione della benzina rappresentavano il 22% delle emissioni totali.

Depositi di carburante

Le emissioni di composti organici volatili (VOC) che si producono annualmente (per "respirazione" oppure durante i travasi) presso i grandi depositi di benzina sono illustrati graficamente nella figura A4 (prendendo come riferimento il 1990).

Dopo che negli anni 1993 e 1994 erano stati risanati 3 grandi depositi (Shell, Esso e Aral), durante il maggio del 1995 sono stati terminati anche i risanamenti del deposito della Benoil, mentre per quello della Agip i lavori sono stati ultimati a fine anno e il sistema di recupero entrerà in funzione nel 1996. Durante il 1996 le emissioni dovute a questo settore sono valutate a ca. 20 t/a.

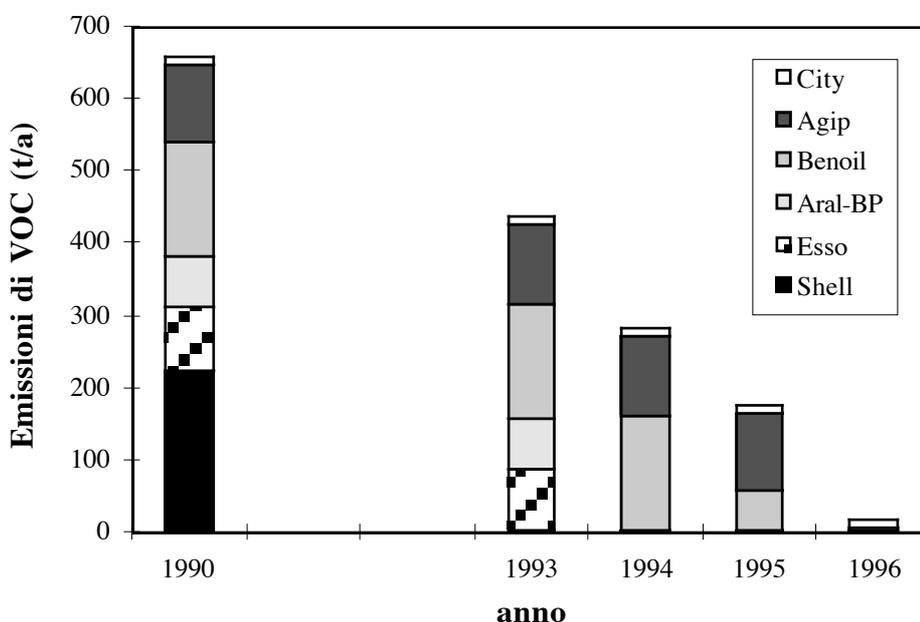


Figura A4: Emissioni annuali di VOC presso i depositi di benzina per gli anni 1990-1995 e previsione per il 1996 (i dati si riferiscono alle vendite del 1990).

Stazioni di distribuzione

Il risanamento di questo settore ha conosciuto degli importanti ritardi. Alla fine del 1994, nonostante che i termini fossero già ampiamente scaduti, 60 distributori di questi due gruppi non avevano ancora effettuato i lavori di risanamento. Le attività promosse durante il 1995 hanno permesso di ridurre il numero di questi casi a 20. Anche per questi il termine di risanamento è ora definitivamente fissato.

L'attuazione del programma di risanamento dei distributori più grandi, gruppi 1 (vendite superiori a 2 milioni di litri/anno) e 2 (vendite tra 1 e 2 milioni di litri/anno), è illustrato nella figura A5, dove le relative emissioni annue di composti organici volatili sono riportate graficamente a partire dal 1990, anno d'inizio dei lavori. L'evoluzione delle emissioni annue è il risultato sia dell'evoluzione delle vendite che dell'esecuzione dei lavori di risanamento. È interessante osservare come nei primi anni nonostante diversi distributori fossero già stati risanati le emissioni di VOC sono leggermente aumentate in seguito alla crescita delle vendite di benzina. Il numero sempre più elevato di distributori risanati e parallelamente l'evoluzione negativa delle vendite hanno portato ad una drastica riduzione delle emissioni di vapori di benzina. Durante il 1995 i sistemi di recupero installati presso le stazioni di servizio dei gruppi 1 e 2 hanno permesso di evitare l'emissione di 707 tonnellate di VOC.

Quasi la metà degli 81 distributori che compongono il gruppo 2 (vendite tra 0.5 e 1 milione di litri/anno) sono comunque già dotati dei sistemi di recupero dei vapori di benzina. Si tratta di risanamenti effettuati volontariamente, oppure richiesti nell'ambito della procedura cantonale di domanda di costruzione in occasione di importanti modifiche oppure ordinati quando una stazione di servizio causava situazioni di disagio al vicinato. Per i distributori del terzo gruppo non ancora dotati dei sistemi di recupero come pure per una decina di distributori del quarto gruppo 3 (vendite inferiori ai 0.5 milioni di litri/anno) per i quali era anche necessario effettuare dei lavori per la protezione delle acque sono stati recentemente emanati gli ordini di risanamento.

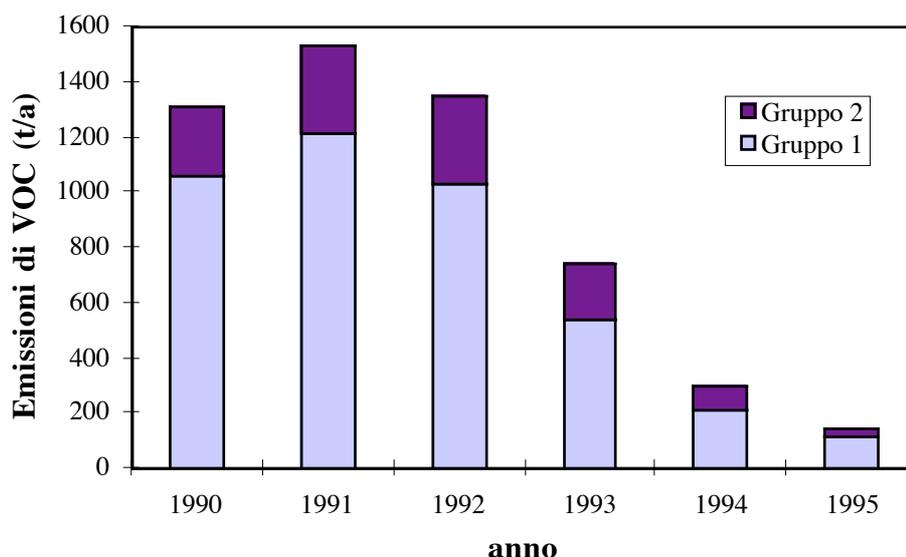


Tabella A5: Emissioni di VOC presso le stazioni di distribuzione dei gruppi 1 e 2.

ALLEGATO IV

Valori limite d'immissione

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

Sostanza nociva	Valore limite d'immissione	Definizione statistica
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	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100 µg/m ³	95 % dei valori medi su 1/2 h di un anno ≤ 100 µg/m ³
	80 µg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo una volta all'anno
Monossido di carbonio (CO)	8 mg/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 totale in sospensione ¹⁾	70 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	150 µg/m ³	95 % dei valori medi su 24 h di un anno ≤ 150 µg/m ³
Piombo (Pb) nella polvere in sospensione	1 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nella polvere in sospensione	10 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
µg = microgrammo; 1 µg = 0.001 mg
ng = nanogrammo; 1 ng = 0.001 µg
Il segno "≤" significa "minore o uguale"

1) Sostanze finemente disperse in sospensione con una velocità di caduta inferiore a 10 cm/s.

Abbreviazioni

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

SO₂ = Anidride solforosa

NO_x = Ossidi d'azoto

NO = Monossido d'azoto

NO₂ = Diossido (o biossido) 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 μm)

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.

media annua:

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)

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

Angelo Bernasconi

Mario Camani

Moreno Celio

Valerio Fumagalli

Michele Politta

Andrea Uboldi.

Si ringraziano 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