

La qualità dell'aria in Ticino

Rapporto 2005

Maggio 2006

Ufficio Protezione Aria

**Sezione Protezione Aria, Acqua e Suolo
Divisione Ambiente
Dipartimento Territorio**

Introduzione

Concetti basilari	3
Perché si monitora l'aria?	4
La rete cantonale di rilevamento	5

L'aria in Ticino

In generale	7
La situazione meteorologica 2005	12
Traffico stradale	13
Diossido d'azoto (NO ₂)	15
Ozono (O ₃)	17
Composti organici volatili (COV)	20
Diossido di zolfo (SO ₂)	21
Monossido di carbonio (CO)	22
Le polveri in sospensione	23
PM10	25
PM2.5	27
Numero di particelle	28
Metalli nelle PM10	29
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	30
Carbonio elementare (fuliggine)	31

L'aria transfrontaliera

Campagna di misura sul confine Italo - Svizzero	32
---	----

Allegati

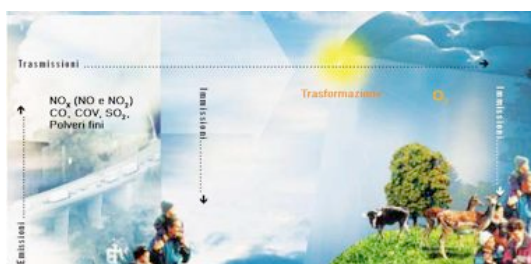
Le singole stazioni	35
I dati dei campionatori passivi di NO ₂	43
I metodi di misura	47
Unità di misura e concetti	51
Simboli ed abbreviazioni	52
Bibliografia	53
Chi siamo	54

Si ha tendenza a non percepire l'aria che respiriamo o addirittura a non accorgersi di respirare, essendo questo un gesto automatico. Il respiro, come l'aria, ci assicura però la vita; di questo ce ne rendiamo conto soprattutto quando, per esempio, gli inquinanti presenti in essa ci causano problemi. Per capire le tematiche riguardo all'inquinamento atmosferico è perciò utile conoscere alcuni concetti basilari.

Innanzitutto gli inquinanti (sostanze nocive presenti nell'aria che poi respiriamo) sono emessi da diverse fonti, come ad esempio i processi industriali, i riscaldamenti, il traffico stradale, i cantieri, ecc.. Il passaggio dell'inquinante dalla sorgente all'aria è chiamato **emissione**.

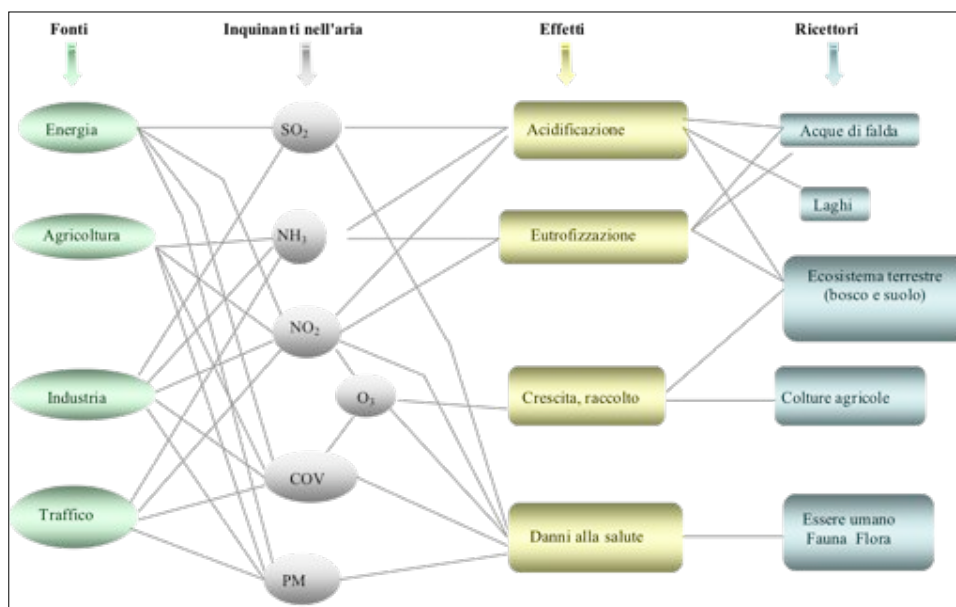
Con il vento questi **inquinanti primari** - principalmente ossidi d'azoto (NO_x), polveri sottili primarie (PM_{10}), diossido di zolfo (SO_2), monossido di carbonio (CO), idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e composti organici volatili (COV) - si propagano nell'atmosfera (**trasmissione**) a svariate distanze, diluendosi. È possibile anche che reagiscano tra loro (**trasformazione**), formando nuovi prodotti nocivi, i cosiddetti **inquinanti secondari**, come l'ozono (O_3) e le polveri sottili secondarie (PM_{10}).

Le concentrazioni dei diversi contaminanti presenti nell'aria infine vengono dette **immissioni** e ne caratterizzano la qualità. Essi sono poi respirati da persone ed animali, e assorbiti da piante ed ecosistemi, con diverse conseguenze.



L'inquinamento atmosferico: emissioni, trasmissione, trasformazione ed immissioni.

Lo schema seguente mostra come l'inquinamento atmosferico abbia diverse fonti ed effetti disparati su tutti i comparti ambientali. Dalla flora alla fauna, dalle acque ai suoli: gli inquinanti, una volta dilavati dall'atmosfera, continuano ad agire. La diminuzione delle emissioni risulta evidentemente lo strumento più efficace per migliorare la situazione ambientale in generale.



La Legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) e l'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) si prefiggono di proteggere le persone, gli animali, le piante, ed in generale l'ambiente e la natura dagli inquinanti dell'aria.

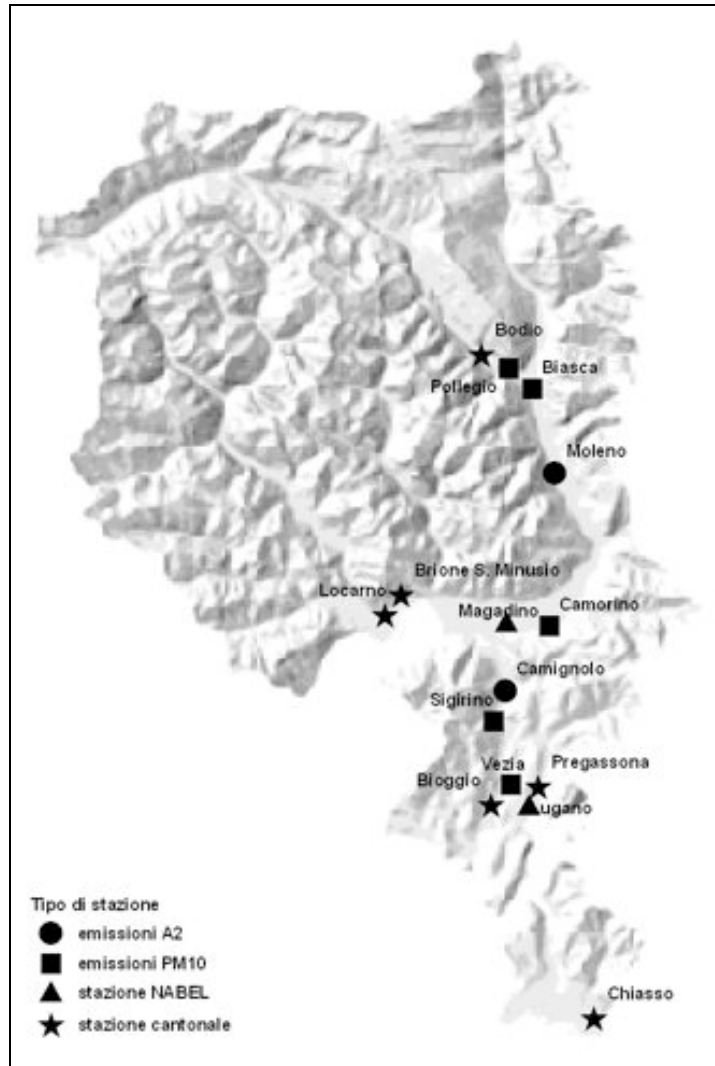
Per questo l'OIA definisce limiti di immissione (vedi tabella sotto, e per una spiegazione dettagliata delle unità e dei concetti statistici l'allegato 2) che, se rispettati, garantiscono una qualità dell'aria accettabile e rendono improbabili gli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico sulla salute di adulti, bambini, anziani e gestanti.

I cantoni hanno perciò il compito di verificare regolarmente, in base alle soglie OIA, la qualità dell'aria sul proprio territorio e di comunicare l'esito di tali accertamenti alla popolazione.

Sostanza inquinante	Valore limite	Definizione statistica
Diossido di zolfo (SO ₂)	30 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100 µg/m ³	95% dei valori medi su ½ h di un anno ≤ 100 µg/m ³
	100 µg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Diossido di azoto (NO ₂)	30 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	100 µg/m ³	95% dei valori medi su ½ h di un anno ≤ 100 µg/m ³
	80 µg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Monossido di carbonio (CO)	8 mg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Ozono (O ₃)	100 µg/m ³	98% dei valori medi su ½ h di un mese ≤ 100 µg/m ³
	120 µg/m ³	Valore medio su 1 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Polveri sottili (PM10)	20 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
	50 µg/m ³	Valore medio su 24 h; può essere superato al massimo 1 volta all'anno
Piombo (Pb) nelle polveri sottili	0.5 µg/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nelle polveri sottili	1.5 ng/m ³	Valore annuo medio (media aritmetica)
Polveri in ricaduta totali	200 mg/m ² x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Piombo (Pb) nelle Polveri in ricaduta	100 µg/m ² x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Cadmio (Cd) nelle Polveri in ricaduta	2 µg/m ² x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Zinco (Zn) nelle Polveri in ricaduta	100 µg/m ² x d	Valore annuo medio (media aritmetica)
Tallio (Tl) nelle Polveri in ricaduta	2 µg/m ² x d	Valore annuo medio (media aritmetica)

Limiti di immissione OIA.

La rete cantonale di rilevamento è lo strumento di verifica della qualità dell'aria ticinese. Essa comprende in primo luogo 8 stazioni di misura situate a Chiasso, Bioggio, Pregassona, Camignolo, Locarno, Brione sopra Minusio, Moleno e Bodio (vedi figura sotto), le cui caratteristiche sono elencate in dettaglio nell'allegato 1. La rete di base monitora dagli anni novanta la situazione dell'aria in diverse ubicazioni caratteristiche di una determinata situazione del Cantone (agglomerato, campagna, centro città e via dicendo). A questa si integrano le stazioni di Lugano e Magadino, gestite dall'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM, e facenti parte della rete NABEL. Nel 2005, in diversi punti del territorio cantonale, sono stati installati apparecchi di misura per il monitoraggio delle emissioni di polveri sottili (PM10), derivanti da alcuni grandi cantieri (Alp Transit, PTL - Galleria Vedeggio-Cassarate).



Le stazioni di misura della rete cantonale di rilevamento.

Ai dati di queste stazioni se ne aggiungono altri provenienti da ulteriori rilevamenti: il diossido di azoto (NO₂), per esempio, viene determinato anche tramite campionatura passiva in oltre un centinaio di ubicazioni distribuite in tutto il cantone (vedi allegato 2).

L'inquinamento atmosferico denota differenze regionali e locali notevoli, poichè dipende dal tipo di contaminante e dalle fonti di emissione. Lo sviluppo della rete di rilevamento viene quindi adeguato alle mutevoli situazioni di carico e alle esigenze riguardanti la salute pubblica che ne derivano. Si riconsiderano i vecchi compiti e si definiscono nuovi obiettivi e strategie, organizzando per esempio campagne di misura mirate. La scelta dei luoghi di misura è accuratamente ponderata, in modo da garantire la massima rappresentatività o per monitorare situazioni problematiche.

In questo senso il 2005 è stato caratterizzato da diversi adeguamenti: la stazione fissa ubicata a Lugano, nel parco di Casa Serena, è stata spostata a Pregassona (nel periodo tra marzo e maggio), per monitorare gli effetti della Galleria Veduggio - Cassarate sullo stato dell'aria prima dell'inizio degli scavi, l'impatto del cantiere durante la costruzione e l'effetto sull'aria della mutata situazione viaria dopo l'apertura della galleria. Per lo stesso motivo sono stati installati degli apparecchi di misura di PM10 e diossido d'azoto anche a Vezia.

A causa degli spostamenti, la stazione di misura non dispone di un numero di dati statisticamente sufficienti né per Lugano, né per Pregassona, che quindi mancano nella valutazione dello stato dell'aria del 2005; a questo si è però sopperito utilizzando i dati della stazione NABEL, forniti dalla Confederazione (vedi allegato 1).

Per analizzare più approfonditamente l'effetto dei grandi cantieri, la rete di rilevamento è stata potenziata con apparecchi di misura per le PM10. Oltre a Vezia e Pregassona, anche i cantieri di Alp Transit sono controllati sistematicamente, a seguito di una convenzione stipulata tra Alp Transit e il Canton Ticino nell'agosto 2005. Questo soprattutto per monitorare l'efficacia delle misure prese per contenere le polveri originate dai cantieri.

La rete di rilevamento della qualità dell'aria è un elemento dell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI) che ha come scopo il monitoraggio dello stato dell'ambiente in Ticino, esaminando le emissioni/immissioni atmosferiche e foniche, e gli effetti diretti ed indiretti di tale inquinamento sull'ambiente e sulla salute delle persone.

A livello pratico l'OASI contempla tre campi d'azione: l'osservazione vera e propria, la gestione dei dati e l'informazione. La fase di osservazione prevede il rilevamento del traffico (tipo di veicolo, velocità e peso), della meteorologia e delle emissioni ed immissioni foniche ed atmosferiche (quest'ultime attraverso la rete cantonale di rilevamento della qualità dell'aria). Il sistema di gestione dei dati è interamente informatizzato. Esso coordina la memorizzazione dei vari input (degli anni passati ed attuali) provenienti dai diversi punti di rilevamento.

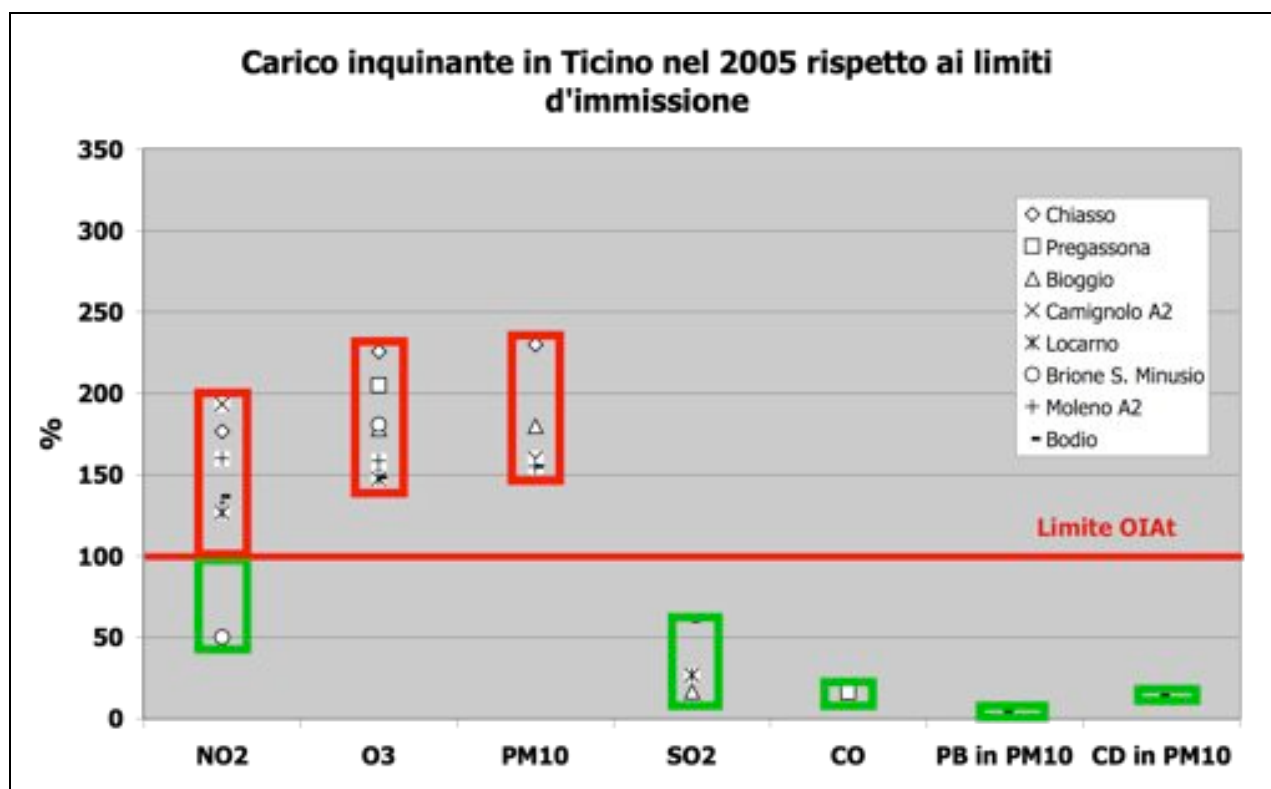
La popolazione è informata, tra l'altro, tramite Internet. Ogni utente può collegarsi al portale del sistema operativo OASI e accedere in tempo reale ai dati che lo interessano. L'indirizzo è [**http://www.ti.ch/oasi**](http://www.ti.ch/oasi).

Gli inquinanti che superano i limiti fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) sono il diossido di azoto (NO_2), l'ozono (O_3) e le polveri sottili (PM_{10}), rendendo la qualità dell'aria in Ticino ancora insufficiente.

Per contro, gli inquinanti "classici" gassosi come il diossido di zolfo, il monossido di carbonio, ma anche il piombo e il cadmio nelle polveri, sono ampiamente sotto controllo da tempo.

L'ozono e le polveri sottili hanno un andamento stagionale caratteristico, dando origine al cosiddetto smog fotochimico estivo (del quale l'ozono è il principale indicatore) e allo smog invernale, caratterizzato da elevate concentrazioni di PM_{10} . Questi due fenomeni sono determinati anche dalle condizioni atmosferiche e dall'influsso dell'aria "importata", oltre che dalle emissioni locali.

La figura seguente riassume il quadro delle principali immissioni inquinanti in Ticino nel 2005. Essa riporta per ogni sostanza i valori più elevati rilevati dalle stazioni di analisi come percentuale dei relativi limiti d'immissione stabiliti. I valori al di sopra della soglia fissata dalla legge, sono comunemente osservati negli agglomerati (fanno eccezione Brione s. Minusio, situato in collina, che rappresenta le immissioni di fondo in Ticino, e Moleno e Camignolo, poste a fianco dell'A2, che riportano le emissioni dell'autostrada) e mostrano il carico a cui la maggior parte della popolazione ticinese è esposta.



I valori si riferiscono per il diossido di zolfo (SO_2), per il diossido di azoto (NO_2), per le polveri sottili in sospensione (PM_{10}) e per il piombo (Pb) ed il cadmio (Cd) presenti nelle PM_{10} alle concentrazioni medie annue. Per l'ozono (O_3) si è considerato il 98° percentile mensile massimo, mentre per il monossido di carbonio (CO) la concentrazione media giornaliera massima. In verde i valori inferiori al limite OIA, in rosso quelli superiori.

Diossido d'azoto (NO₂): continua l'incremento

Dopo anni di lenta, ma costante diminuzione, le concentrazioni di diossido d'azoto hanno registrato negli ultimi 3 anni un'inversione di tendenza e in alcune località si assiste a un aumento. Il miglioramento misurato negli anni è da imputare all'introduzione del catalizzatore e altri provvedimenti di natura tecnica, ad esempio nell'ambito della combustione.

In Ticino la fonte principale di NO₂ è il traffico stradale, responsabile di circa l'80% delle emissioni. L'aumento di NO₂ misurato, però, non è sempre riconducibile ad un aumento del traffico. Ne è un esempio la situazione di Bodio: le concentrazioni di diossido d'azoto misurate da questa stazione sono in gran parte influenzate dal traffico di transito dell'autostrada. Quest'ultimo però è diminuito negli ultimi 2-3 anni, mentre i valori di diossido d'azoto sono superiori a quelli misurati fino al 2002. Si presume quindi, che l'incremento è in gran parte da imputare alle condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli, verificatesi negli ultimi 3 anni. In altre regioni invece, dove è il traffico privato interno ad influenzare maggiormente le concentrazioni, l'aumento è spiegabile sia con la meteorologia, sia con il traffico. Questo tipo di traffico, a differenza di quello di transito infatti, aumenta ogni anno incidendo sulle immissioni.

Un'analisi più approfondita sulle possibili cause sarà eseguita durante l'elaborazione dei dati del 2006.

Il limite per il diossido di azoto, fissato dalla legge a 30 µg/m³, non è ancora rispettato in 7 delle 8 località, in cui il monitoraggio avviene in continuo nelle stazioni di misura fisse. Solo a Brione s. Minusio, che rappresenta le località lontane dai centri trafficati, le concentrazioni sono basse e raggiungono appena il 50% del valore limite. In tutte le altre stazioni di misura il limite per la media annua è superato.

In particolare le stazioni lungo l'autostrada e quella ubicata a Chiasso registrano dei valori ancora largamente superiori a 30 µg/m³.

Anche attraverso i campionatori passivi nel 2005 sono state registrate in quasi tutti i punti delle concentrazioni maggiori rispetto agli anni passati, contrariamente a quanto successo l'anno prima, dove si è osservata una diminuzione delle medie annue.

Polveri sottili (PM10): immissioni ancora eccessive

Per le polveri sottili, PM10, i limiti di immissione fissati dall'OIAAt per la media annua (20 µg/m³) e la media giornaliera (50 µg/m³) sono ampiamente superati, sia negli agglomerati che in periferia.

Ad eccezione della stazione di misura di Chiasso, i valori registrati di PM10 sono rimasti negli anni mediamente stabili, attestandosi tra la media annua minima di Magadino di 27 µg/m³ e la media massima di Lugano pari a 37 µg/m³. Non è quindi riconoscibile una tendenza per questo inquinante, per il quale esiste un limite di immissione dal 1998.

A Chiasso invece, a partire dal 2002, si assiste ad un incremento notevole delle immissioni, che non risulta tuttavia spiegabile solo attraverso l'aumento delle emissioni locali. Dopo un picco massimo nel 2003 di 48 µg/m³, nel 2005 la media annua si è attestata a 46 µg/m³. I fattori meteorologici e l'influsso dall'estero si sono riflessi nell'incremento delle concentrazioni a Chiasso.

Per quanto riguarda il limite giornaliero, a Bioggio vi sono stati 81 superamenti, a Chiasso 137 e a Camignolo 43, quando l'OIAAt ammette un unico superamento annuo. La maggior parte dei superamenti è stata osservata nei mesi di gennaio-febbraio-marzo e ottobre-novembre-dicembre.

Non solo il numero di superamenti, ma anche le concentrazioni giornaliere più alte e quelle massime sono state misurate nei mesi invernali, dove le frequenti inversioni termiche e il tempo particolarmente secco hanno favorito un accumulo delle sostanze inquinanti e di PM10 nell'aria. Il fatto che le fonti siano svariate e che non ve ne sia una preponderante, come pure la stretta correlazione tra concentrazioni di PM10 e meteorologia, rende il risanamento particolarmente difficile e lungo.

Le quantità di metalli pesanti (piombo e cadmio) presenti nelle polveri sottili è determinata a Bodio; come negli anni passati, anche nel 2005 queste sono risultate nettamente inferiori ai limiti OIAt. Decisiva, nel caso del piombo, è stata l'introduzione del catalizzatore e della benzina "verde". Il divieto generalizzato di usare benzina contenente piombo, entrato in vigore il 1.1.2000, ha consentito poi un'ulteriore riduzione. Inoltre il divieto di impiegare cadmio nelle attività di trattamento superficiale dei metalli e nelle batterie ha comportato la sua quasi totale scomparsa da molti comparti ambientali, tra cui l'aria.

Assumono sempre maggiore rilevanza gli inquinanti legati alle polveri in sospensione, in particolare PM10 e PM2.5, come anche gli idrocarburi policiclici aromatici. Le ricerche, che si prefiggono di chiarire la correlazione tra inquinamento atmosferico e salute forniscono informazioni sempre più dettagliate sui meccanismi in atto, scoprendo tuttora nuove interazioni.

Ozono (O₃): limiti di immissione ancora superati

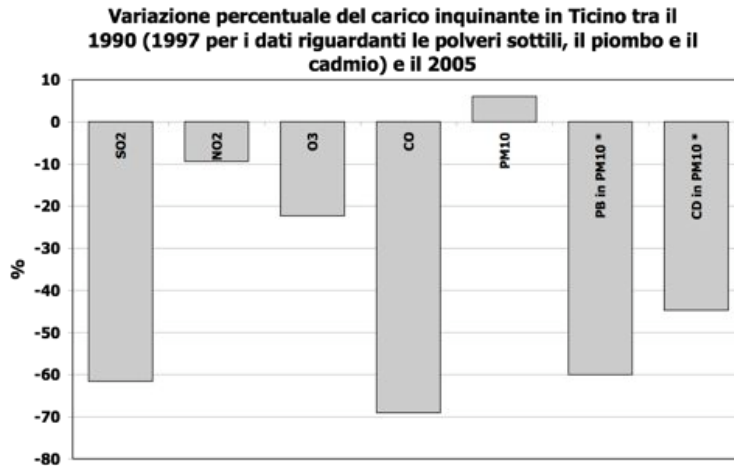
La formazione dell'ozono dipende fortemente dalla presenza nell'aria dei suoi precursori da un lato, ma anche dalle condizioni meteorologiche dall'altro, e i limiti di immissione rimangono superati su tutto il territorio cantonale, sia nei luoghi fortemente urbanizzati, che in quelli discosti.

La media oraria massima di 120 µg/m³, che secondo l'OIAt potrebbe venire superata una volta sola durante l'anno, lo è stata per 710 volte a Lugano, 402 a Bioggio e 90 volte a Camignolo. In alcuni casi, dove si è avuto un elevato superamento, le massime raggiunte sono state inferiori a quelle registrate durante gli anni precedenti. Questo significa che in alcune località le ore di esposizione nel 2005 sono state superiori a quelle del 2004, ma i picchi non hanno raggiunto i valori registrati nell'anno passato.

Anche i dati sull'evoluzione dell'ozono sono sottoposti a una certa variabilità che rende difficile identificare una tendenza chiara; la diminuzione dei picchi estivi, come pure la stabilità delle concentrazioni durante il resto dell'anno, individuate dal Paul Scherrer Institut [1], sembrano essere tuttavia confermate.

Evoluzione generale favorevole

Negli ultimi 15 anni si sono osservati in Ticino costanti progressi per quel che concerne la qualità dell'aria. Le immissioni dei principali inquinanti hanno fatto registrare riduzioni più o meno marcate, come riportato nella figura seguente, che illustra la variazione percentuale del carico inquinante in Ticino tra il 1990 ed il 2005. Per le PM10 ed i metalli in esse contenuti (piombo e cadmio), è stata considerata la variazione tra il 1997 ed il 2005.



Sull'arco di questi 15 anni solo le concentrazioni di PM10 sono aumentate; v'è comunque da sottolineare che l'andamento delle loro concentrazioni è rimasto comunque più o meno stabile. Infatti, se si guardano i dati dei singoli anni, la variazione si aggira attorno a +/- 10%.

Necessità di ulteriori progressi

Malgrado l'evoluzione generale favorevole, diversi limiti rimangono superati. Come risulta dalla tabella riassuntiva sottostante, in particolare ozono e polveri sottili presentano in tutte le zone del Cantone (urbane, suburbane e rurali) concentrazioni superiori ai limiti OIAt. Per il diossido di azoto la situazione è conforme nelle zone rurali, in corso di risanamento nelle zone periferiche, mentre permane non conforme nei principali agglomerati ticinesi. In particolare il rallentamento del trend decrescente delle concentrazioni di NO₂ deve indurre a perseguire gli sforzi volti a riportare le sue immissioni sotto la soglia di legge.

Per le altre sostanze inquinanti la situazione attuale è soddisfacente: i valori di diossido di zolfo così come quelli di monossido di carbonio, che nei decenni passati erano fonte di preoccupazione, sono ormai prossimi al 20% della soglia di legge.

	Zona urbana	Zona suburbana	Zona rurale
Diossido d'azoto (NO₂)	☹️	😐	😊
Ozono (O₃)	☹️	☹️	☹️
Polveri sottili (PM10)	☹️	☹️	☹️
Diossido di zolfo (SO₂)	😊	😊	😊
Monossido di carbonio (CO)	😊	😊	😊

😊: Valore limite OIAt rispettato. 😐: Immissioni prossime al valore limite OIAt. ☹️: Immissioni eccessive e superiori al valore limite OIAt.

Per far fronte a questa situazione e contrastare l'inquinamento causato in particolare dal diossido d'azoto, dall'ozono e dalle polveri sottili, occorrerà da un lato dotarsi di nuove misure e dall'altro migliorare e rendere più specifici i provvedimenti già adottati. Sono due le strade da percorrere per diminuire le emissioni nocive alla fonte: da un lato ricorrere a provvedimenti tecnici in grado di diminuire le stesse emissioni, dall'altro ridurre il consumo e quindi indirettamente anche le relative emissioni generate dalla produzione.

Nuove misure sono in corso d'elaborazione nell'ambito del Rapporto cantonale sulla protezione dell'ambiente e in sede di aggiornamento del Piano cantonale di risanamento dell'aria. Per quanto riguarda il traffico, provvedimenti già in vigore sono adeguati alle realtà locali, con l'elaborazione di piani regionali specifici e di misure fiancheggiatrici per le principali opere stradali. Il Consiglio di Stato ha adottato il Piano di risanamento dell'aria del Luganese (PRAL) nel 2002 e il Piano di risanamento dell'aria del Mendrisiotto (PRAM) nel 2005.

Il carico ambientale dei diversi inquinanti dell'aria potrà essere conforme ai limiti stabiliti dall'OIA, solo se le loro emissioni saranno ridotte nelle percentuali indicate nella tabella seguente. Oltre alle riduzioni per ossidi di azoto e polveri sottili anche quelle dei composti organici volatili, con gli ossidi di azoto precursori dell'ozono, dell'ammoniaca e di alcune sostanze cancerogene (come il benzene) dovranno diminuire nella misura riportata di seguito.

Inquinante	Riduzione delle emissioni rispetto al 2000	Base legale
Ossidi di azoto (NO_x)	ca. 60 %	VLI* OIA per NO _x e O ₃ , CL NO _x **
Polveri sottili (PM10)	ca. 50 %	VLI* OIA per PM10 e O ₃
Composti organici volatili (COV)	ca. 60%	VLI* OIA per O ₃
Ammoniaca (NH₃)	ca. 40 - 50%	CL NO _x **
Sostanze cancerogene (p.es. BTX)	riduzione massima possibile, in quanto non esiste una soglia al di sotto della quale non abbiano effetti cancerogeni	-

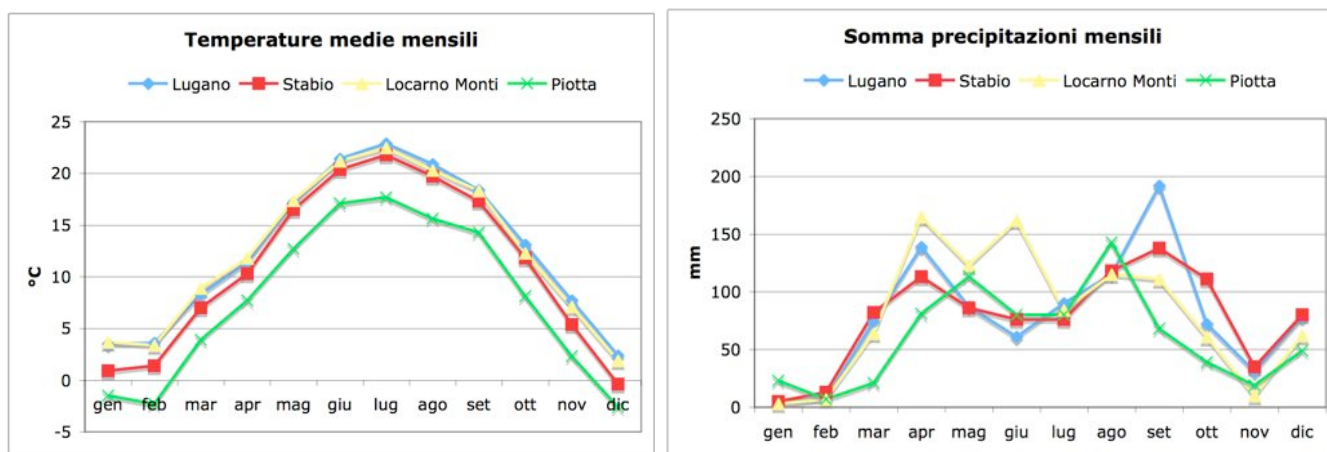
* VLI; valore limite d'immissione per OIA, ** CL NO_x = Carico critico (Critical Loads) per gli ossidi di azoto, che secondo la Convenzione di Ginevra deve essere rispettato a lungo termine.

In conclusione, malgrado l'importante miglioramento della qualità dell'aria, è indispensabile proseguire con la politica coerente ed incisiva intrapresa negli ultimi anni, al fine di raggiungere il traguardo di adeguare le immissioni ticinesi (in particolare quelle di ossidi di azoto, di polveri sottili e di ozono) alla legge.

Il 2005 è stato uno degli anni più secchi da quando vengono effettuati i rilevamenti sistematici, cioè dal 1864. Da gennaio a novembre, al Sud delle Alpi, si sono avute delle precipitazioni tra il 44% e il 57% dei quantitativi normali, creando un deficit idrico importante. La carenza di acqua è ancora più problematica, se si considera che anche i due anni precedenti sono stati caratterizzati da modeste precipitazioni. Anche il 2005 è stato un anno particolarmente secco ed è comparabile al 2003.

Per quanto riguarda le temperature, vale la pena citare marzo, mese in cui si è avuta una forte escursione termica: a Locarno Monti si è passati da una temperatura minima di -5.9 a inizio mese a una temperatura massima di 27.9 nella seconda metà del mese. In generale, in Svizzera, giugno è stato il 5° mese più caldo da quando si effettuano misurazioni sistematiche: non solo in pianura sono state registrate delle temperature alte, ma per effetto favonico, temperature simili si sono registrate anche in media altitudine. Dicembre invece è stato un mese freddo a tutte le quote, con uno scarto negativo dalla media importante (da 1.5 a 2.5 °C).

IL 2005



Dati e informazioni fornite dall'Ufficio federale di meteorologia e climatologia - MeteoSvizzera.

In rapporto agli inquinanti, si evidenzia la correlazione tra le concentrazioni alte di polveri fini nei mesi di gennaio, febbraio e poi nuovamente dicembre (cfr. pagina 25), quando si sono registrate delle temperature molto basse e le precipitazioni sono state al di sotto dei quantitativi normali.

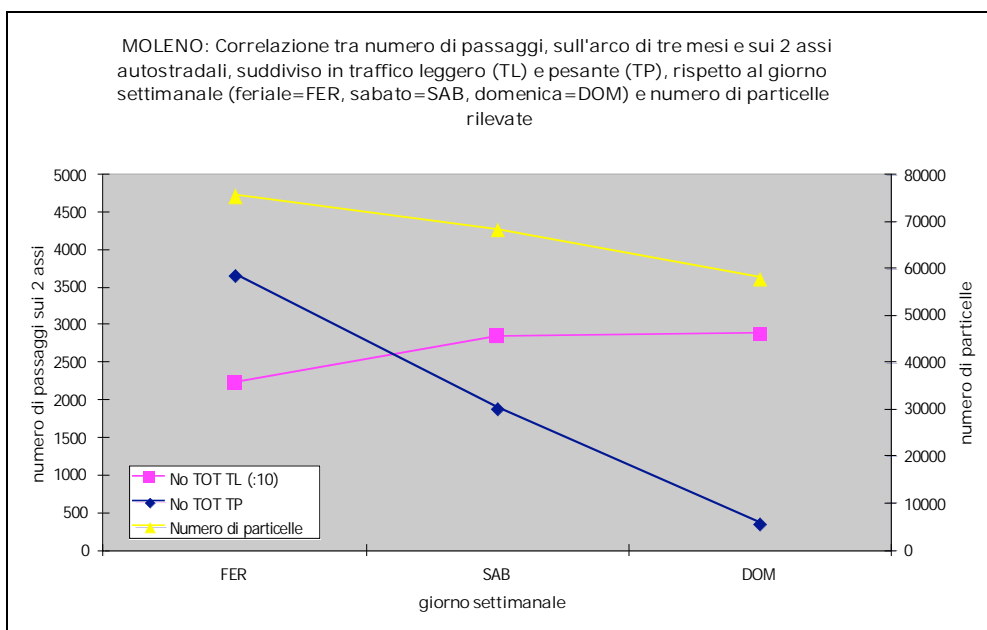
La correlazione tra parametri meteorologici e concentrazione di inquinanti si osserva anche nei mesi estivi, quando le alte temperature e il tempo prevalentemente secco favoriscono la formazione di ozono (cfr. pagina 18).

Nell'ambito dell'Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana (OASI) e del progetto nazionale MfM-U (Monitoring flankierende Massnahmen - Umwelt), che intende verificare l'efficacia delle misure adottate dal Consiglio federale per incentivare il trasferimento dei mezzi pesanti dalla strada alla ferrovia (e di cui OASI è coordinatore per il Canton Ticino), nelle stazioni di Moleno e Camignolo sono monitorati, sui due assi dell'A2, i seguenti parametri del traffico: numero di passaggi, tipo, peso e velocità del veicolo.

Nelle stesse stazioni sono rilevati anche i quantitativi dei diversi inquinanti dell'aria (ossidi di azoto, ozono, polveri sottili, idrocarburi policiclici aromatici, indice di fuliggine, benzene/toluene/xileni e numero di particelle) emessi dal traffico dell'autostrada; infatti esse sono posizionate così vicino alle corsie autostradali, che le concentrazioni misurate corrispondono all'emissione inquinante dell'A2 in quel punto. Tali emissioni possono essere messe in rapporto alle caratteristiche dello stesso traffico.

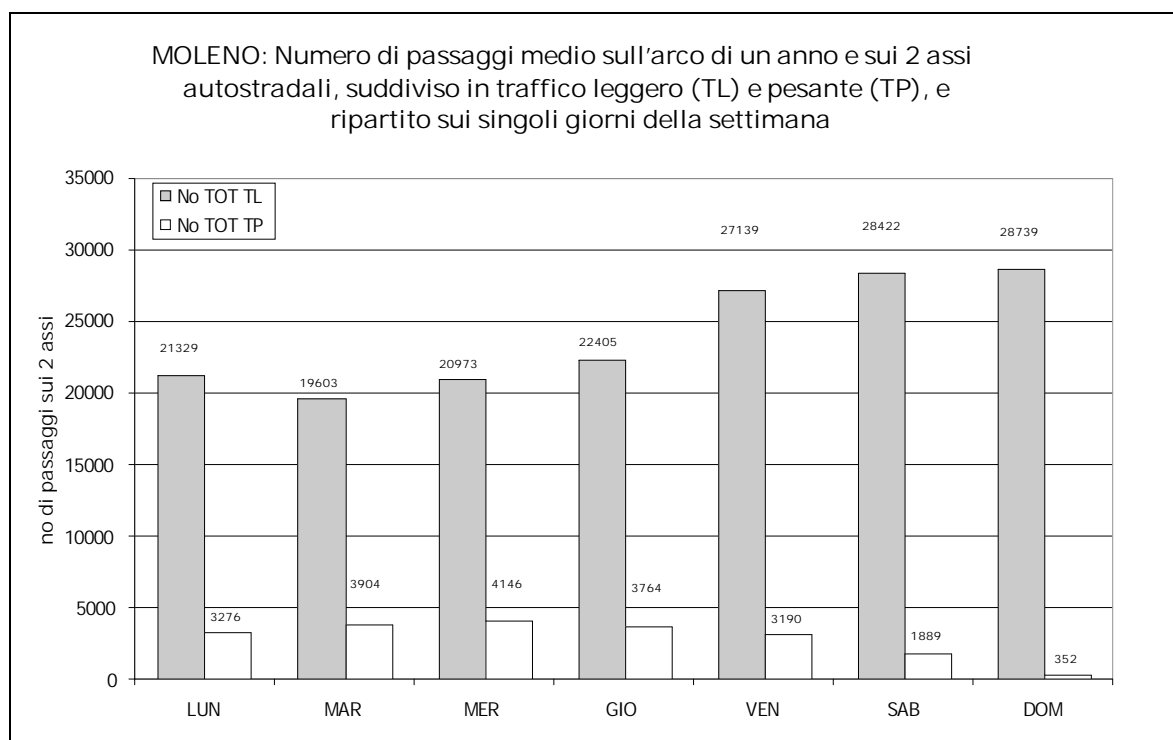
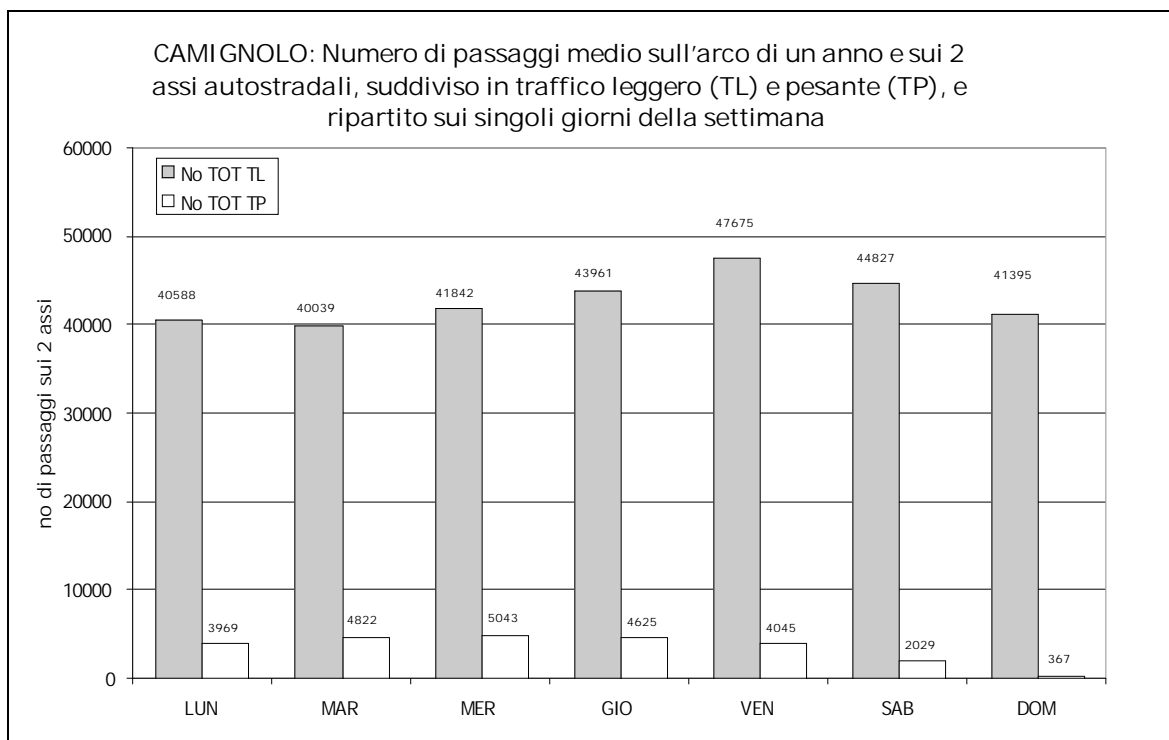
In questo senso è stata riscontrata, a Camignolo e Moleno, una chiara correlazione tra tipo di veicolo e concentrazioni di sostanze inquinanti emesse nell'atmosfera. Per esempio a Moleno (vedi grafico seguente, dove, per chiarezza, il numero di passaggi del traffico leggero è stato diviso per 10), durante il weekend, quando non circolano quasi più mezzi pesanti, il numero di particelle rilevate diminuisce mediamente del 20-25%. Tale riduzione è attenuata dal fatto che durante il fine settimana, sempre a Moleno, transitano in media più veicoli leggeri. Una relazione simile è stata osservata anche tra velocità dei veicoli in transito ed emissioni inquinanti.

Le correlazioni esistenti tra caratteristiche del traffico ed inquinamento atmosferico sono state evidenziate anche dai rilevamenti svolti durante la chiusura della galleria del S. Gottardo nel 2001 (vedi a questo proposito [2]).



Nei due grafici seguenti è rappresentato, per le stazioni di Camignolo e Moleno, il numero di passaggi medio sull'arco di un anno e sui 2 assi autostradali, suddiviso in traffico leggero e pesante, e ripartito sui singoli giorni della settimana. Si può notare in primo luogo che, sia a Camignolo che a Moleno, il numero di passaggi di mezzi pesanti cala sensibilmente durante il weekend. Il fatto poi che i valori di Camignolo e Moleno riguardo al passaggio di TIR sono abbastanza simili, fa presupporre che il traffico pesante su questa tratta sia prevalentemente "di transito".

L'andamento settimanale del numero di passaggi di automobili a Camignolo differisce invece da quello di Moleno. A Camignolo infatti il numero di vetture transitate in media nei diversi giorni della settimana è simile, mentre a Moleno si riscontra un aumento dei passaggi nel weekend. Questo perché a Camignolo (al contrario di Moleno, dove il traffico è prevalentemente di "transito") il traffico "interno" è più rilevante.



Origine

Quando si parla di **ossidi di azoto (NO_x)** si intendono il diossido di azoto (NO₂) ed il monossido di azoto (NO). Quest'ultimo nell'atmosfera si trasforma quasi subito in NO₂. Per questo motivo e a causa della tossicità del diossido d'azoto, il limite d'immissione OIAT è fissato solamente per l'NO₂.

Sono il prodotto della combustione di carburanti fossili (benzina, diesel, olio combustibile, ecc.) ad alte temperature.

Le fonti primarie di NO_x sono il traffico stradale, che in Ticino rappresenta circa l'80% delle emissioni, i riscaldamenti e i processi industriali.

Effetti

sulla salute:

Elevate concentrazioni di ossidi di azoto provocano disturbi di vario genere all'apparato respiratorio. Il diossido d'azoto funge anche da amplificatore per effetti nocivi dovuti ad altri inquinanti (O₃, PM10).

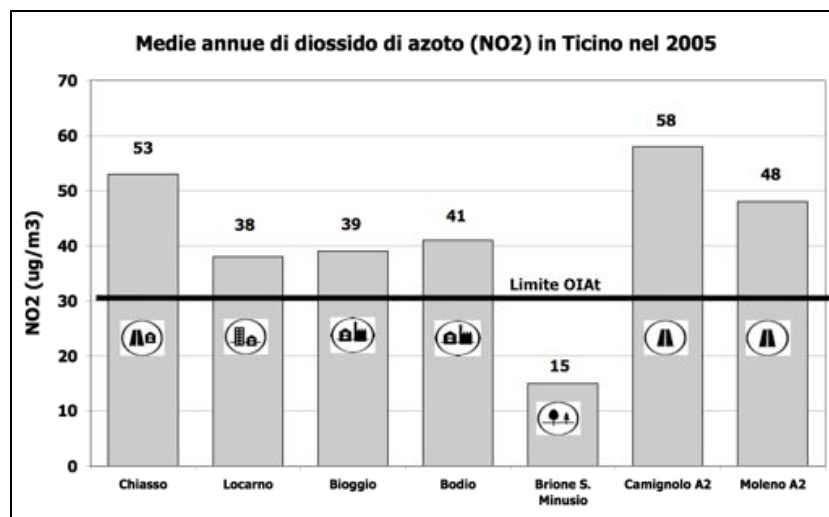
sull'ambiente e la natura:

Grandi quantità di NO₂ agiscono negativamente su animali, piante ed ecosistemi, in particolare concimando in modo eccessivo i terreni e la falda.

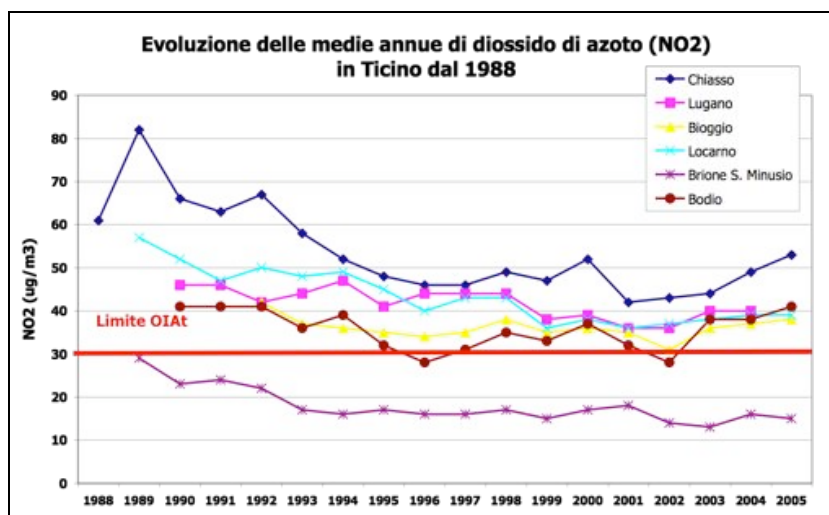
smog estivo e ozono:

Gli ossidi di azoto sono fra i principali precursori dell'ozono (cfr. Ozono (O₃), pag. 17).

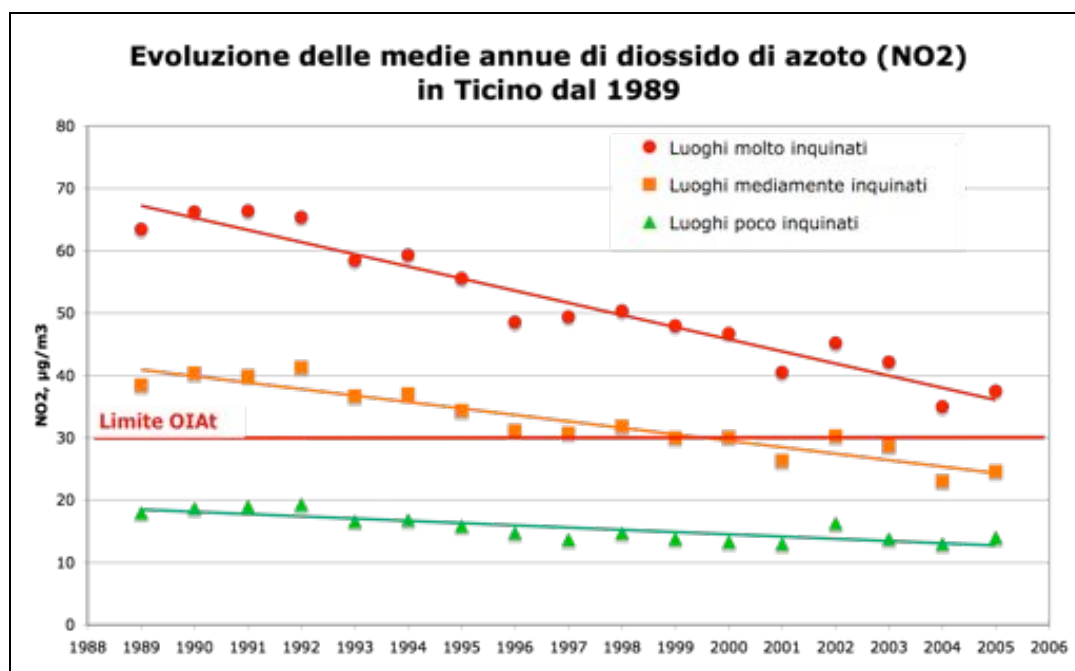
DATI DEL 2005, STAZIONI DI MISURA



EVOLUZIONE DAL 1988, STAZIONI DI MISURA



EVOLUZIONE DAL 1989, CAMPIONATORI PASSIVI



IL 2005

Le medie annue di diossido d'azoto hanno superato anche nel 2005 in tutte le stazioni, ad eccezione di Brione s. Minusio, il limite OIAT di 30 µg/m³. La situazione positiva di Brione s. Minusio rispecchia quella delle zone lontane dal traffico motorizzato e dagli agglomerati del cantone.

I valori elevati di Camignolo e Moleno sono da ricondurre alla vicinanza delle stazioni all'autostrada, quindi alla loro esposizione diretta alle emissioni, ma anche alla presenza di ozono, che a causa del suo potere ossidante, fa sì che il monossido di azoto, emesso dai tubi di scappamento, sia immediatamente trasformato in diossido di azoto.

I dati delle campagne di campionatura passiva del 2005 e degli anni precedenti sono elencati nell'allegato 2.

L'EVOLUZIONE, stazioni fisse

Osservando il grafico sull'evoluzione di NO₂ dal 1989, si denota una certa stabilità dei valori medi annui da circa una decina d'anni.

Fanno eccezione i valori di alcune stazioni di misura, come Bodio e Chiasso, dove invece le concentrazioni sono da alcuni anni in aumento.

L'effetto del catalizzatore, che aveva dato un sostanziale apporto alla diminuzione di NO₂, è stato compensato e in alcuni casi superato dall'aumento di traffico. Ha avuto certamente un influsso anche la particolare situazione meteorologica degli ultimi 3 anni, durante i quali si è registrata una notevole scarsità di precipitazioni.

L'EVOLUZIONE, campionatori passivi

La tendenza generale è positiva e volge alla diminuzione, anche se dalle misurazioni effettuate con i campionatori passivi durante il 2005 si nota un aumento delle concentrazioni di NO₂.

La variazione maggiore tra i dati si osserva nelle ubicazioni molto inquinate e mediamente inquinate. Nei luoghi poco inquinati la variazione è più debole.

Origine

L'ozono "troposferico" (O₃) è presente normalmente negli strati bassi dell'atmosfera (fino a 500 m) e quindi nell'aria che respiriamo. In situazioni globali particolarmente critiche, alte concentrazioni di ozono sono state misurate anche sullo Jungfrauoch, a 3'580 msm. L'ozono è una delle componenti principali del cosiddetto **smog fotochimico estivo**. Si forma, infatti, sotto l'effetto dei raggi solari a partire dagli ossidi di azoto (NO_x) e dai composti organici volatili (COV), i cosiddetti **precursori dell'ozono**, prodotti dalle attività umane (cfr. diossido di azoto (NO₂) e composti organici volatili (COV), pagine 15 e 20). L'entità di questo processo dipende dalle concentrazioni dei precursori e dall'intensità dell'insolazione.

È durante le giornate estive molto calde e poco ventose, quindi, che si formano le maggiori quantità di ozono, il perdurare di tali condizioni atmosferiche rafforza questo fenomeno. L'arrivo del brutto tempo accompagnato da piogge e vento riporta i valori a livelli più bassi.

L'ozono troposferico va distinto dall'ozono "stratosferico", uno schermo protettivo dai raggi ultravioletti (UV) presente negli strati alti della nostra atmosfera, che negli ultimi anni ha subito un assottigliamento considerevole (il "buco dell'ozono") provocato dai clorofluorocarburi (CFC).

Effetti

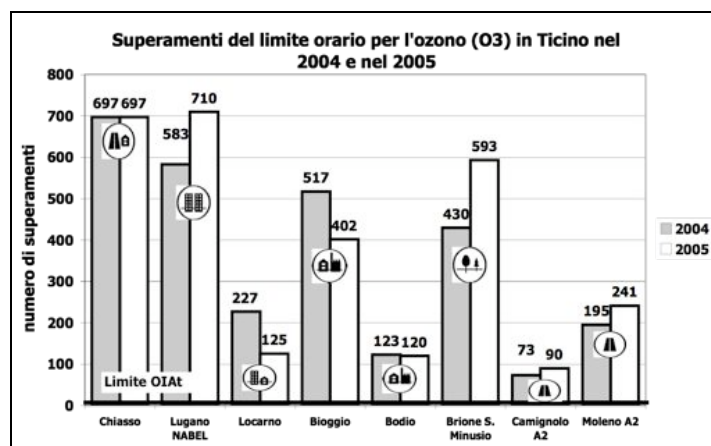
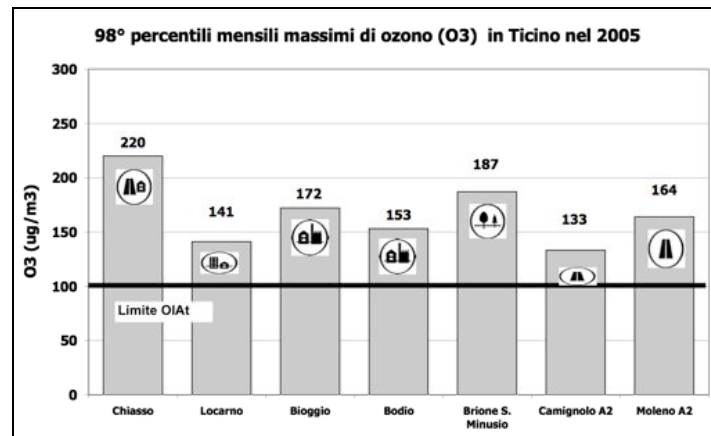
sulla salute:

A causa della sua elevata reattività l'ozono troposferico ad elevate concentrazioni riduce la capacità polmonare e provoca irritazioni agli occhi, al naso e alla gola.

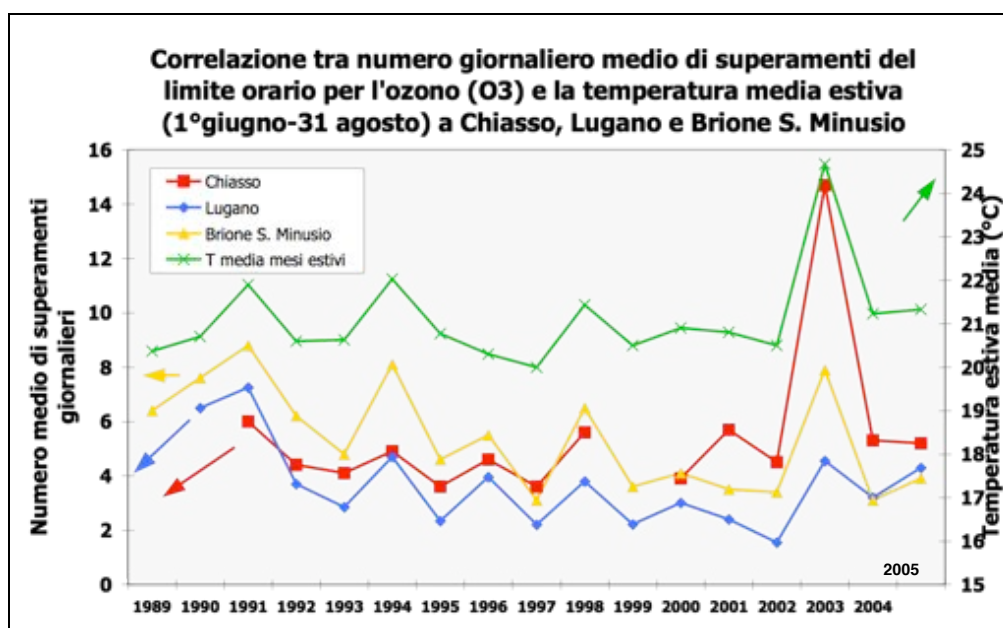
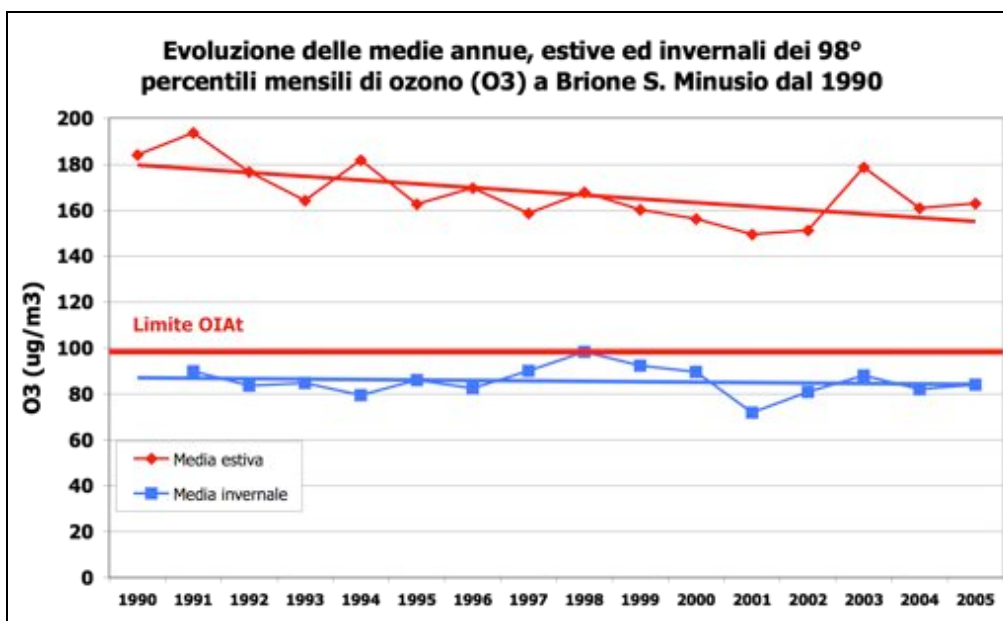
sull'ambiente e la natura:

In forti quantità l'ozono ha effetti negativi sugli animali, compromette la funzionalità delle foglie e inibisce la crescita delle piante, riducendo sensibilmente la resa dei raccolti. A causa del suo potere ossidante aggredisce e contribuisce a deteriorare anche materiali organici, come plastiche, vernici o fibre tessili.

DATI DEL 2005



EVOLUZIONE DAL 1990



IL 2005

Nel 2005 i 98° percentili mensili massimi di ozono in Ticino hanno superato, in qualche caso anche largamente, il limite fissato dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico di 100 µg/m³.

I valori più alti sono stati registrati dalle stazioni site negli agglomerati urbani (Chiasso, Lugano e Bioggio) e quelle in collina, quest'ultime con poche emissioni locali di precursori dell'ozono (Brione s. Minusio). In queste località sono stati registrati anche i maggiori superamenti del limite orario di 120 µg/m³.

A Locarno, Bodio, Camignolo e Moleno, sono stati misurati i 98° percentili massimi di O₃ e i superamenti del limite orario più bassi.

La situazione rimane insoddisfacente, anche se è utile ricordare che il risanamento è attuabile solo agendo sui precursori dell'ozono (soprattutto il diossido d'azoto) e l'effetto verrà esplicito sull'arco di diversi anni. Questo è dovuto anche ai complessi fenomeni chimici che regolano la formazione dell'ozono, sui quali l'azione è più lenta.

L'EVOLUZIONE

Non essendo emesso direttamente da una o più fonti, la formazione di ozono dipende in primo luogo dalla presenza dei suoi precursori, gli ossidi d'azoto e i composti organici volatili. Rivestono però anche una particolare importanza l'irraggiamento solare e la temperatura, che influiscono sulla reazione chimica. Anche la meteorologia ha quindi un effetto determinante sui superamenti dei limiti posti per l'ozono.

Va ricordato che lo smog estivo è un fenomeno che riguarda l'Europa intera, con masse d'aria che si spingono anche sul nostro Paese e Cantone, andando ad aggiungersi alle condizioni locali.

Continua comunque la diminuzione delle concentrazioni massime di ozono nei mesi estivi, individuato dal Paul Scherrer Institut [1] anche se i dati sono sottoposti a una certa variabilità, come si vede dalla rappresentazione delle registrazioni di Brione s. Minusio.

L'aumento delle medie annue di diossido d'azoto registrato dalle stazioni di misura (cfr. diossido d'azoto, pag. 15) si riflette anche sulla formazione di ozono, fornendo una possibile spiegazione per l'aumento di O₃ rispetto agli anni precedenti (ad eccezione del 2003). Dalla figura sulla correlazione tra numero giornaliero medio di superamenti e temperatura per il periodo estivo, si vede infatti che dopo il 2003, anno particolarmente problematico a causa delle condizioni meteorologiche estreme, le concentrazioni di ozono non sono diminuite conformemente a quelle registrate in precedenza e nel 2005 superano anche quelle del 2004. Fa eccezione Chiasso, dove si sono registrate concentrazioni simili al 2004.

Per quanto riguarda invece il superamento del limite orario per l'ozono, si denota solo in alcuni casi una diminuzione del numero di superamenti. Ciò significa che il tempo di esposizione a concentrazioni eccessive è diminuito, anche se il limite di un solo superamento l'anno è lungi dall'essere raggiunto. Fanno comunque eccezione le stazioni poste lungo l'autostrada (Camignolo e Moleno), Brione s. Minusio e Lugano NABEL, mentre a Chiasso il valore è uguale al 2004.

Durante il 2005 le concentrazioni più alte sono state registrate in giugno (21-22 e 28) in quasi tutte le stazioni di misura ticinesi e in molte stazioni svizzere. Il 28 giugno è stato anche uno dei giorni più caldi dell'estate, raggiungendo valori attorno i 30°C anche a medie altitudini. Anche in luglio vi sono stati alcuni giorni critici, che correlano molto bene con le temperature alte registrate.

Nonostante ciò nel 2005 non si sono presentate situazioni di emergenza come nel 2003.

Composti organici volatili (COV)

Origine

I **composti organici volatili (COV)** rappresentano una categoria molto eterogenea di sostanze organiche.

Le principali fonti antropiche di COV sono il traffico veicolare in conseguenza di combustioni incomplete e le attività industriali ed artigianali che fanno uso di vernici, lacche e detergenti, nelle quali tali sostanze fungono principalmente da solventi.

Effetti

sulla salute:

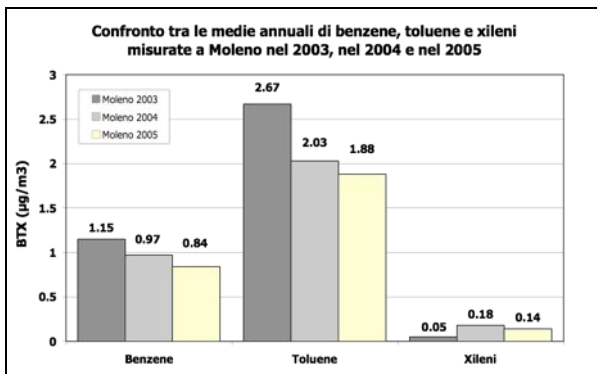
Diversi COV presentano una tossicità più o meno elevata; il benzene, per esempio, è classificato nell'OIAI quale cancerogeno.

smog estivo e ozono:

I COV giocano un ruolo determinante nel processo di formazione dell'ozono troposferico e quindi nel carico ambientale a seguito dello smog estivo.

** L'OIAI non prevede limiti d'immissione per questa categoria di sostanze. Tuttavia a seguito del suo effetto cancerogeno, la concentrazione di benzene nelle benzine è stata limitata dalla legge dall'inizio del 2000 all'1%. L'Unione Europea ha introdotto per il benzene un limite d'immissione di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Questa soglia non è rilevante per la Svizzera, dato che le sue concentrazioni su tutto il territorio nazionale sono inferiori a tale valore.

DATI dal 2003 al 2005



IL 2005

Nel 2005 la concentrazione media annua di benzene registrata è stata nettamente al di sotto del limite UE.

Per benzene e toluene si osserva una riduzione costante sull'arco dei 3 anni pari al 25 - 30%. E' ancora prematuro, considerato il breve intervallo di misura, indicare con certezza l'evoluzione di queste sostanze, per quanto essa sembri positiva.

Benzene, Toluene e Xileni (BTX)

Origine

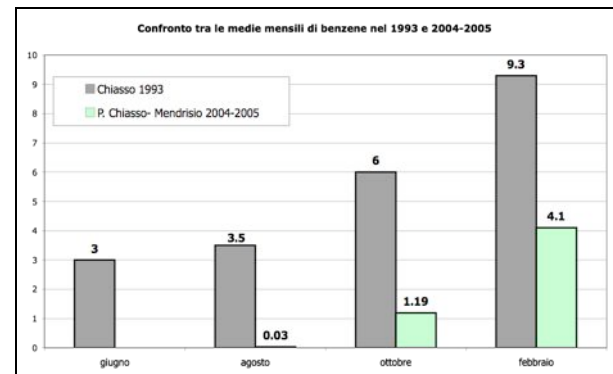
Benzene, toluene e xileni (tre isomeri dello xilene, orto-, meta- e para-) fanno parte dei COV, ma a causa delle loro proprietà e dei loro effetti vengono considerati separatamente.

Le sorgenti più importanti di questi tre idrocarburi sono il traffico stradale motorizzato, gli impianti a combustione, i distributori di benzina e le attività industriali. I BTX sono infatti presenti nelle benzine come additivi o antidetonanti, ed essendo molto volatili evaporano durante le operazioni di rifornimento.

Effetti

sulla salute:

Il benzene è un inquinante cancerogeno ed in concentrazioni elevate arreca danni notevoli ad occhi, vie respiratorie e sistema nervoso centrale. Il toluene e gli xileni sono considerati rispetto al benzene meno tossici, anche se sono sospetti agenti cancerogeni. Come il benzene danneggiano il sistema nervoso centrale. Inoltre il toluene è una sostanza teratogenica, provoca cioè malformazioni del feto.



L'EVOLUZIONE

Il confronto tra le medie annue di BTX rilevate negli ultimi 3 anni a Moleno mostra come queste siano in costante diminuzione.

Il confronto fra le medie mensili di benzene di Chiasso nel 1993 e di Ponte Chiasso - Mendrisio nel 2004-2005 rende ancora più evidente la diminuzione avvenuta negli anni. Nel corso di un decennio le medie invernali si sono ridotte della metà.

Origine

Le principali fonti antropiche di **diossido di zolfo (SO₂)** sono gli impianti a combustione industriali e domestici funzionanti a combustibile con zolfo.

Effetti

sulla salute:

Elevate concentrazioni di questo inquinante hanno effetti negativi, in particolare sulle vie respiratorie.

sull'ambiente e la natura:

In grandi quantità il diossido di zolfo nuoce in vario modo ad animali, piante ed ecosistemi.

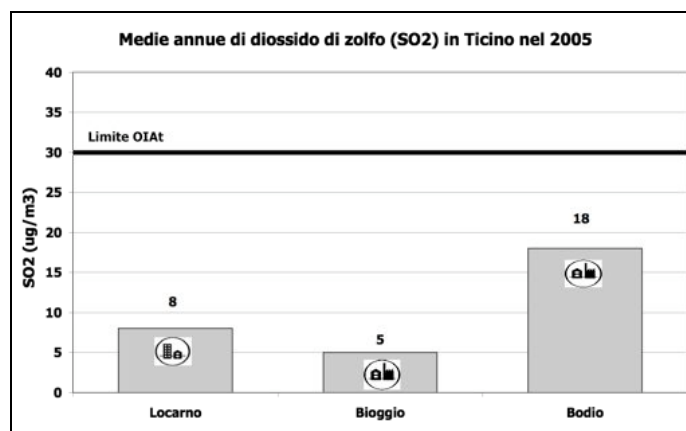
piogge acide:

Il diossido di zolfo concorre in modo determinante all'acidificazione delle precipitazioni (piogge acide), che a loro volta compromettono l'equilibrio degli ecosistemi e danneggiano tutti i tipi di costruzioni.

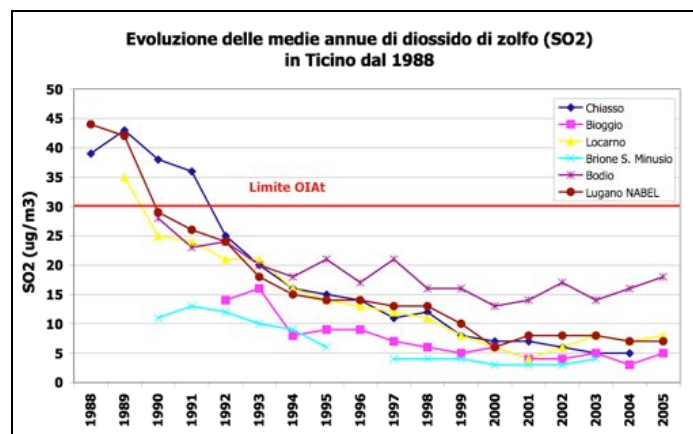
polveri sottili secondarie:

Il diossido di zolfo è un importante precursore degli aerosol secondari.

DATI DEL 2005



EVOLUZIONE DAL 1988



IL 2005

Nel 2005 tutte le stazioni di rilevamento hanno registrato medie annue di diossido di zolfo da 2 a 6 volte inferiori al limite fissato dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (30 µg/m³).

L'EVOLUZIONE

Dal 1992 le medie annue di SO₂ sono su tutto il territorio cantonale inferiori alla soglia di legge e hanno continuato a diminuire fino al 2000. La diminuzione è dovuta al calo di zolfo nell'olio combustibile. Il 1. gennaio 2004 è inoltre entrata in vigore una nuova ordinanza che disincentiva ulteriormente l'utilizzo di zolfo nei carburanti.

Origine

Il **monossido di carbonio (CO)** si forma a seguito di una combustione incompleta, soprattutto nel traffico stradale.

Effetti

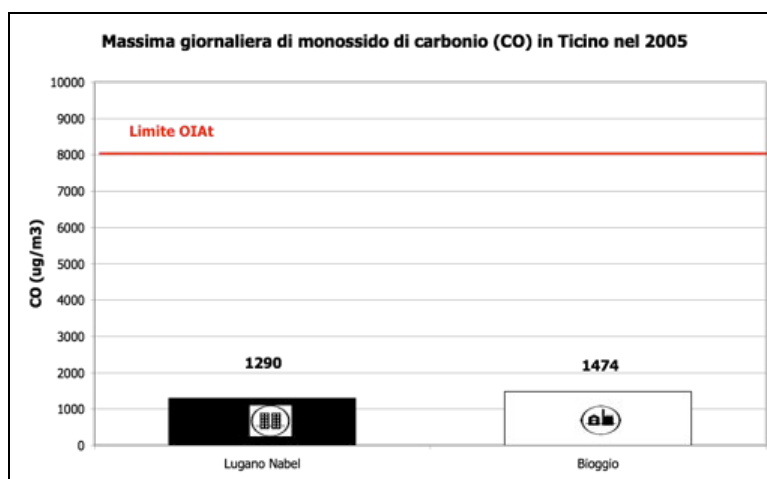
sulla salute, l'ambiente e la natura:

Ad elevate concentrazioni il CO ha effetti negativi sulla salute umana e su quella degli animali.

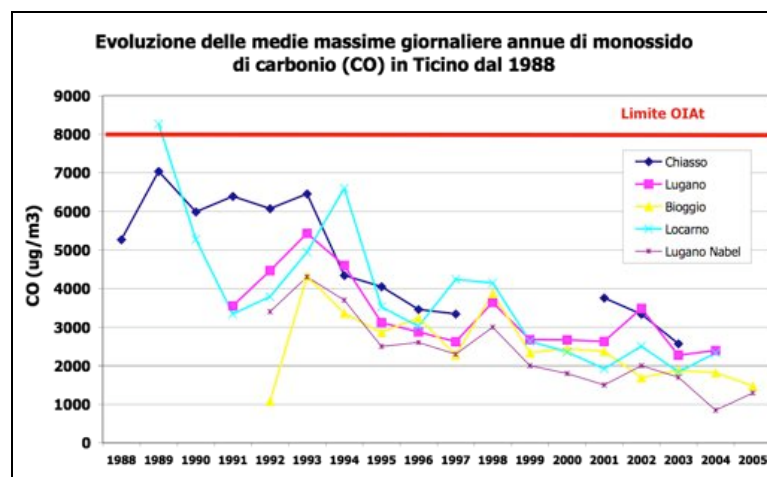
smog estivo ed ozono:

Il monossido di carbonio concorre alla formazione dell'ozono troposferico.

DATI DEL 2005



EVOLUZIONE DAL 1988



IL 2005 ED EVOLUZIONE

A causa della costante diminuzione delle concentrazioni di CO, che da ormai quasi 20 anni sono ben al di sotto della soglia limite di 8000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, al presentarsi di problemi di funzionamento le apparecchiature non vengono più sostituite. Attualmente le stazioni che continuano il monitoraggio di monossido di carbonio sono quella di Lugano NABEL, gestita da EMPA e UFAM, e quella ubicata a Bioggio presso l'aeroporto.

Le polveri atmosferiche sono una miscela complessa di particelle solide e liquide in sospensione nell'aria. Esse si differenziano molto per dimensione, origine e composizione chimica, e presentano le seguenti caratteristiche:

Dimensioni

Il diametro aerodinamico* è uno dei criteri più importanti per suddividere le polveri in sospensione nell'aria. Comunemente le polveri con un diametro fino a 2.5 μm sono dette **particelle grossolane**, quelle di grandezza compresa tra 2.5 e 1 μm **particelle fini**, quelle di diametro inferiore a 0.1 μm **particelle ultrafini**.

Una suddivisione alternativa si basa sul concetto di *particulate matter (PM)*. In base a questo criterio tutte le frazioni di pulviscolo atmosferico con diametro inferiore a 10 μm (10 millesimi di millimetro, pari circa ad un decimo del diametro di un capello) sono dette **PM10** (chiamate anche **polveri fini o sottili**), mentre quelle di grandezza inferiore a 2.5 μm , risp. 1 μm , **PM2.5**, risp. **PM1**. La frazione di polveri più piccole di 2.5 micrometri rappresenta una gran parte del quantitativo totale di PM10 (in Svizzera questa frazione può raggiungere l'80%). In questo rapporto è utilizzato il termine **polveri sottili**, per adeguarsi alla nomenclatura europea.

Il pulviscolo atmosferico con diametro superiore a 10 μm è detto **polvere grossolana**, mentre l'abbreviazione TSP (total suspended particulate matter) contempla tutte le polveri in sospensione nell'aria fino ad un diametro massimo di circa 40 μm .

La situazione delle concentrazioni di PM10 e PM2.5 in Ticino nel 2005 è illustrata alle pagine 25 e 27.

Origine

Le polveri possono avere origine sia **naturale** che **antropica**. I processi di formazione **primari** principali sono le combustioni incomplete (*naturali*: incendi di boschi; *antropici*: traffico motorizzato, combustione della legna e fuochi all'aperto, impianti di riscaldamento e industrie) e quelli di erosione e disgregazione (*naturali*: suolo; *antropici*: agricoltura/selvicoltura, pavimentazione stradale, usura degli pneumatici e dei freni). Polveri **secondarie** si formano invece a seguito di reazioni chimico-fisiche tra le particelle primarie e altri inquinanti dell'aria. Anche sali di origine marina, pollini, muffe e spore sono considerate polveri atmosferiche di origine naturale.

Da sottolineare che le particelle di origine naturale possono anche essere grossolane, mentre quelle di origine antropica sono quasi esclusivamente sottili ed ultrafini.

Formazione

In base alle modalità di formazione le polveri in sospensione nell'aria sono suddivise in **nuclei mode**, che coincidono all'incirca con le particelle ultrafini, in **accumulation mode**, che equivalgono alle particelle fini, e in **coarse mode**, che corrispondono invece grosso modo alle particelle grossolane.

Le **particelle ultrafini** del **nuclei mode** vengono prodotte principalmente durante processi di combustione incompleta, le **particelle fini** dell'**accumulation mode** derivano dalla trasformazione e aggregazione delle particelle ultrafini e delle polveri secondarie, mediante coagulazione e condensazione, mentre le **particelle grossolane** del **coarse mode** vengono prodotte principalmente durante processi meccanici.

* Diametro equivalente di una particella sferica con densità 1 g/cm³ e velocità di sedimentazione uguale a quella della particella in questione.

Distribuzione delle particelle in base alla massa e al loro numero

Considerato che il diametro di una particella e la sua massa sono tra loro in un rapporto di terza potenza, la **massa** di polveri in sospensione nell'aria è costituita in prevalenza da particelle sottili (accumulation mode) e grossolane (coarse mode), mentre quando si valuta il **numero** di particelle, quelle ultrafini (nuclei mode) sono le più rappresentate.

I dati riguardo al numero di particelle rilevate in Ticino durante il 2005 sono presentati a pag. 28.

Composizione

A seconda del processo di formazione le polveri variano di composizione. Esse possono contenere sostanze inquinanti e tossiche per gli esseri viventi in varia concentrazione (per esempio fuliggine, sostanze minerali, metalli pesanti e composti organici). In particolare le componenti più rilevanti sono nitrato e solfato di ammonio, carbonio elementare (soprattutto nella fuliggine), composti organici (come COV ed IPA), sostanze minerali, cloruro di sodio, acqua in varie forme e appunto metalli pesanti (piombo, cadmio, zinco, rame, ferro, ecc.).

La situazione delle principali componenti delle polveri (carbonio elementare, IPA e COV) in Ticino nel 2005 è commentata alle pagine 31, 30 e 20.

Effetti sulla salute

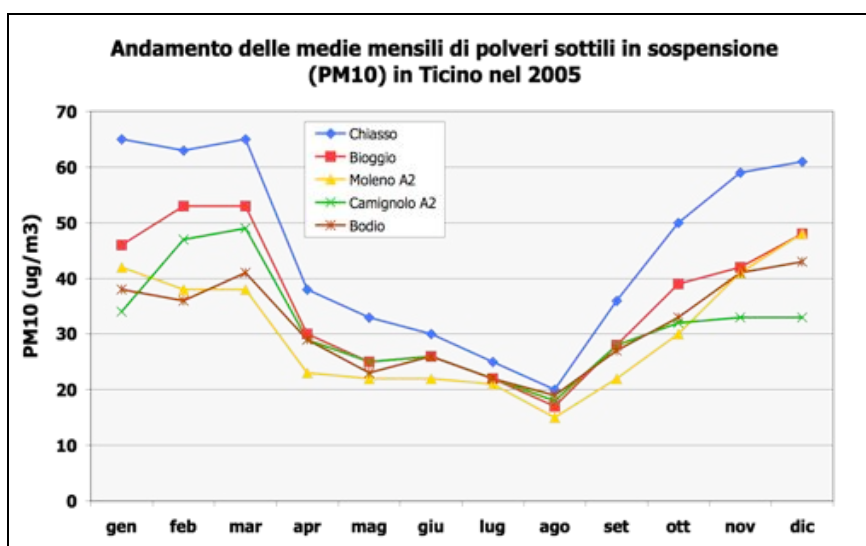
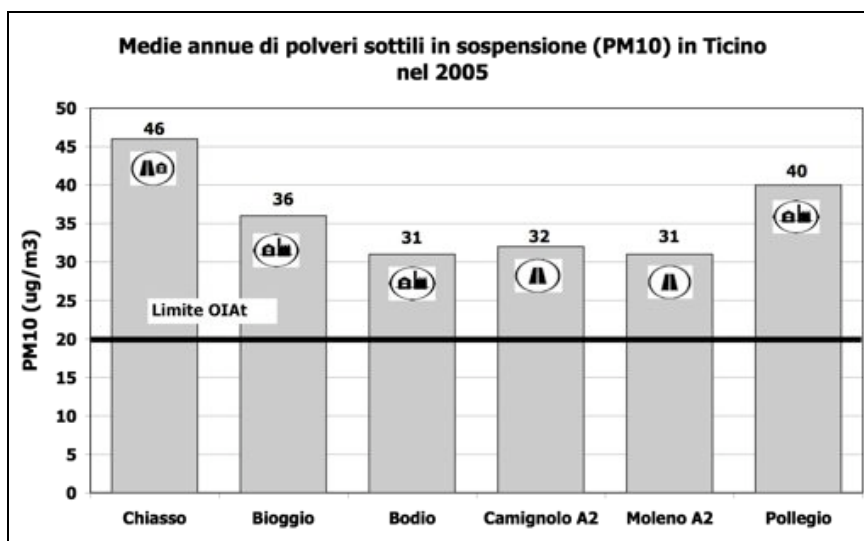
Più in profondità dell'apparato respiratorio le polveri sottili ed ultrafini arrivano e più aumentano le probabilità che inneschino processi infiammatori. Le più piccole penetrano anche nelle ramificazioni più sottili dei polmoni, raggiungendo i vasi sanguigni e linfatici. La loro struttura frastagliata favorisce il legame di sostanze tossiche, alcune delle quali addirittura cancerogene. In quantità elevate le PM10 e PM2.5 possono avere pertanto serie conseguenze per la salute, in particolare sul sistema respiratorio e cardiocircolatorio. Le prime rappresentano la frazione tracheale, raggiungono cioè la trachea, le seconde quella alveolare, penetrando fino negli alveoli polmonari.

Recenti studi epidemiologici hanno mostrato come diverse affezioni polmonari siano da correlare sia alle concentrazioni di PM2.5 che alla restante frazione di PM10. Le ricerche in questo campo continuano allo scopo di definire le esatte caratteristiche delle diverse particelle di polvere e il loro influsso sulla salute.

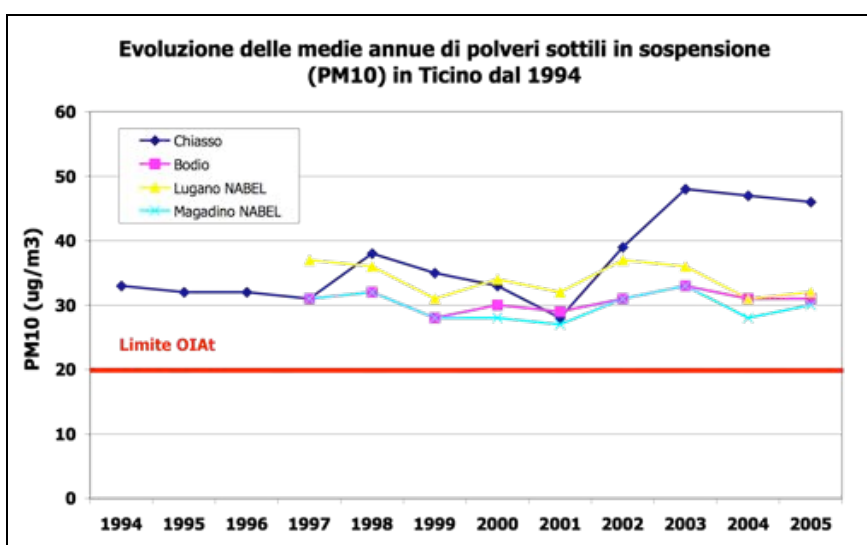
Tutte le polveri possono inoltre ricadere sulla superficie terrestre. In special modo i metalli pesanti (ad esempio piombo, zinco, cadmio, ferro, rame, ecc.) eventualmente presenti in esse, al contrario di altri inquinanti, non si degradano chimicamente, ma tendono ad accumularsi nei diversi ecosistemi (assunzione da parte della flora e della fauna), a risalire la catena alimentare, per infine giungere agli esseri umani, agendo in modo nocivo.

** Uno studio dell'UFAM ha esaminato lo stato delle immissioni di PM10 in Ticino per l'anno 2000. Tra le altre cose da questo studio è emerso che il 91.7% della popolazione ticinese è esposta a concentrazioni superiori al limite OIAt di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [3]. In considerazione di ciò il Canton Ticino ha commissionato uno Studio sulla strategia di lotta allo smog invernale al Sud delle Alpi [4], al fine di elaborare provvedimenti stagionali che permettano di fronteggiare gli episodi di smog invernale. Lo studio è stato presentato nel gennaio 2005.

DATI DEL 2005



EVOLUZIONE DAL 1994



IL 2005

Le medie annue di polveri sottili hanno superato durante il 2005, in ogni punto di misura, il limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dall'OIAAt. La concentrazione maggiore è stata registrata a Chiasso mentre i valori più bassi sono stati misurati a Moleno e Bodio.

La raffigurazione delle medie mensili riflette l'andamento stagionale di questo inquinante, che rappresenta lo smog invernale. Le medie mensili più alte, infatti, si registrano sistematicamente tra ottobre e marzo. Da aprile a settembre, invece, i valori misurati in tutte le stazioni sono simili, benché Chiasso presenti quelli più elevati. Durante l'inverno, a dipendenza della posizione geografica e della frequenza ed intensità di situazioni di inversione termica, i valori delle stazioni, ed in particolare quelli di Chiasso, si distanziano in modo sensibile.

L'andamento stagionale tipico delle polveri sottili è da ricondurre a due fattori. Da un canto ciò è dovuto all'attivazione di alcune fonti "invernali", come gli impianti di riscaldamento (a olio e legna), dall'altro canto il fenomeno, più marcato in inverno, delle inversioni termiche gioca un ruolo importante. Infatti, durante l'inversione, l'aria è stratificata, ciò che inibisce il suo rimescolamento in verticale. Le emissioni locali si accumulano così per più giorni, caricando sempre più l'aria. Il bel tempo prolungato e stabile in questi periodi e la marcata siccità registrati quest'anno, hanno quindi favorito l'aggravarsi della qualità dell'aria.

Il fenomeno è ben osservabile nel grafico sull'andamento delle medie mensili di polveri sottili.

L'EVOLUZIONE

Dal 1997 le concentrazioni medie annue di polveri sottili presso tutte le stazioni ticinesi si sono mantenute pressoché costanti e nettamente al di sopra dei limiti annui OIAAt ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

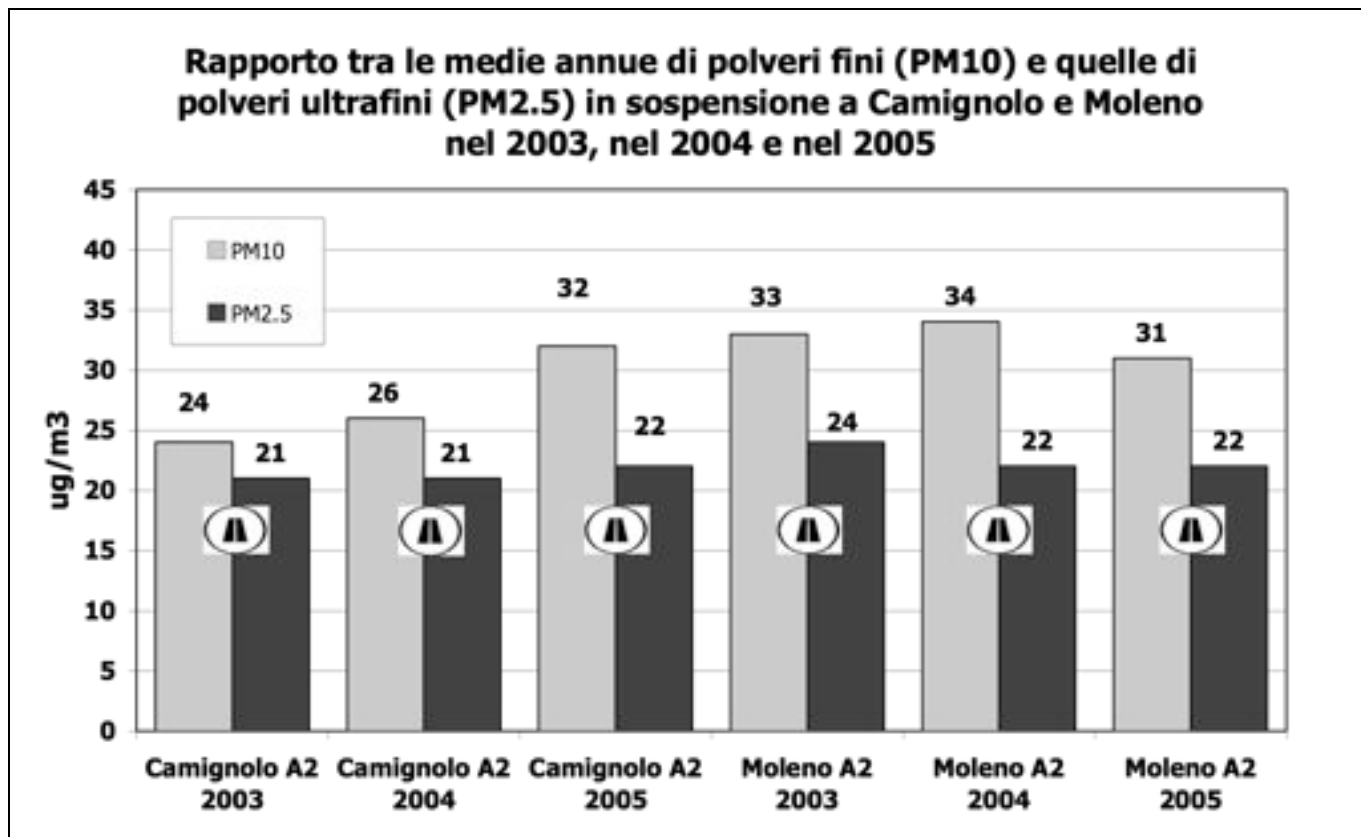
I valori di Chiasso del 2003, 2004 e 2005 sono, rispetto a quelli degli anni precedenti, significativamente più elevati. Ciò può essere ricondotto ai lunghi periodi d'inversione termica e di siccità che hanno caratterizzato i mesi invernali degli ultimi anni in Ticino e in particolare nel Sottoceneri. Indirettamente inoltre, il dato relativamente basso del 2001 è dovuto ad un inverno piovoso (soprattutto in gennaio e febbraio) e alla chiusura prolungata della galleria del San Gottardo, rendendo il paragone con il 2003-2005 ancor più sfavorevole.

In generale è difficile distinguere un'evoluzione chiara delle medie annue di PM10 in Ticino. Da osservare tuttavia che, ad eccezione di Chiasso dove i fenomeni invernali sono particolarmente accentuati, gli andamenti dei valori dal 1997, pur essendo sensibilmente superiori al limite OIAAt, sono relativamente costanti. La medesima evoluzione è osservabile per i dati di tutta la Svizzera.

Non essendoci una sola fonte preponderante responsabile per le polveri sottili, gli sforzi necessari per ridurre le emissioni sono da promuovere in ugual modo in tutti gli ambiti e settori.

L'OIA non prevede ancora limiti d'immissione per le PM2.5. Tuttavia a causa dei probabili influssi che le PM2.5 hanno sulla salute (vedi il capitolo sulle polveri in sospensione a pag. 23), esse sono monitorate dal 2003 nelle stazioni OASI di Camignolo e Moleno.

DATI DEL 2003, DEL 2004 E DEL 2005



IL 2005

La media annua di PM2.5 sia a Camignolo, sia a Moleno, negli ultimi 3 anni è rimasta pressoché invariata, attestandosi a 21-22 µg/m³ a Camignolo e 22-24 µg/m³ a Moleno.

In Svizzera le PM10 sono composte per il 70-85% da PM2.5. Queste percentuali sono confermate dai rilevamenti effettuati nelle due stazioni OASI.

Infatti il rapporto a Camignolo tra PM10 e PM2.5 è di 88% nel 2003, di 81% nel 2004 e di 69% nel 2005.

A Moleno la proporzione tra PM10 e PM2.5 è leggermente inferiore situandosi a 73% nel 2003, 65% nel 2004 e 71% nel 2005.

Questa differenza potrebbe spiegarsi con la presenza a Moleno di altre fonti antropiche rilevanti di PM2.5 come ad esempio la combustione della legna. Studi in questo senso (Aerowood, 2005) indicano, infatti, come in determinati momenti della giornata (sera) la

combustione della legna produca anche il 50% delle fonti complessive.

L'EVOLUZIONE

Al momento, dopo soli tre anni di misura, è troppo presto per intravedere un'evoluzione delle medie annue di PM2.5, anche se, sulla base di questi pochi dati, si può affermare che non vi è una grande variazione da un anno all'altro. Si noti infatti come l'aumento piuttosto importante di +6µg/m³ di PM10 a Camignolo tra il 2004 e il 2005 non sia stato registrato per le PM2.5.

Le misure della massa delle particelle (quindi i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 e PM2.5) non restituiscono tutte le informazioni rilevanti per la salute ed in particolare non ne indicano il numero. Il numero di particelle è dominato da quelle di dimensioni più piccole - le nanoparticelle di diametro aerodinamico inferiore ai 50 nm - provenienti dalla combustione incompleta. Per questo motivo il numero di particelle è un valido indicatore delle emissioni locali come il traffico o la combustione di biomassa.

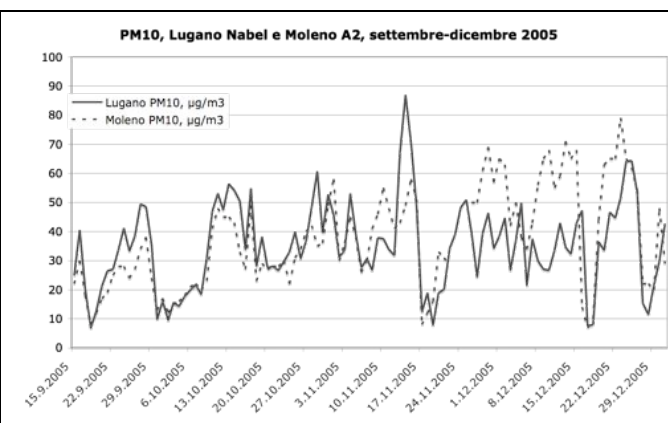
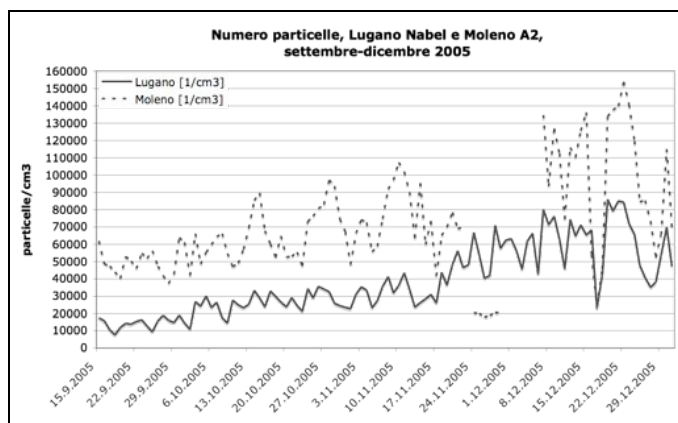
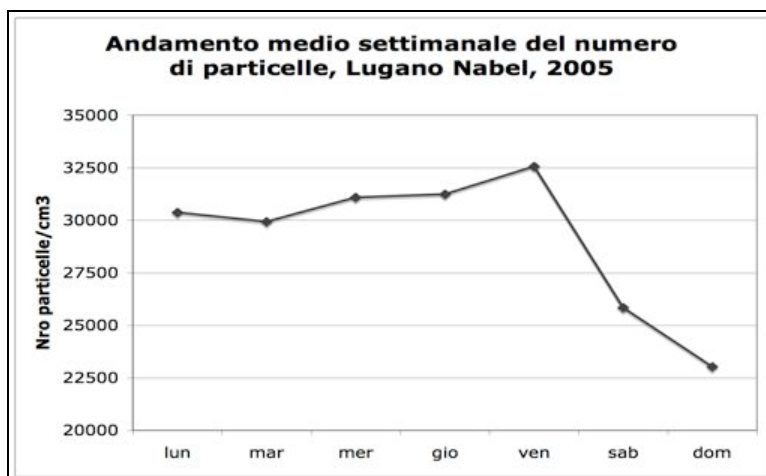
A partire dal 2003 a Lugano e dal 2004 a Moleno e Camignolo viene misurato il numero di particelle. A seguito di problemi tecnici nel 2005 le misure di Moleno e Camignolo sono validate e vengono tenute in considerazione solo a partire da settembre.

Il fatto che il numero di particelle dipenda in modo particolare dalle emissioni locali è bene illustrato dalla figura seguente che ne riporta l'andamento per giorno della settimana presso la stazione di misura di Lugano NABEL, posta in prossimità di un asse stradale con circa 7000 passaggi giornalieri (giorni feriali).

È così possibile evidenziare la differenza tra i giorni feriali e il sabato e la domenica, quando il traffico è inferiore, con una riduzione media dell'ordine del 25-30%, passando da 30'000 - 33'000 a 23'000 - 25'000 particelle/cm³.

Le misure lungo l'autostrada A2 a Moleno e Camignolo dove vengono registrati dai 25'000 a 50'000 passaggi di veicoli leggeri e dai 3'000 a 5'000 passaggi di veicoli pesanti nei giorni feriali, presentano valori molto più elevati rispetto a quelli registrati a Lugano. Il valore medio tra settembre e dicembre è stato di circa 60'000 particelle/cm³, mentre a Lugano la media si aggirava sulle 38'000 particelle/cm³. Questo non si riflette nelle concentrazioni di PM10, che sono state praticamente uguali (35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La figura seguente illustra, a sinistra, per il periodo settembre-dicembre 2005 l'andamento del numero di particelle e, a destra, la relativa concentrazione di PM10 a Moleno e Lugano.



Origine

I **metalli pesanti** presenti nell'aria, fatta eccezione per il mercurio che è volatile, sono legati ai granelli di polvere in sospensione.

Un tempo il piombo (Pb) veniva emesso principalmente dai veicoli a motore. A partire dagli anni '70, con la riduzione del contenuto di Pb nelle benzine, le emissioni di questo metallo pesante sono diminuite. Con l'introduzione della benzina "verde" si è verificata un'ulteriore importante riduzione del carico ambientale da Pb. Oggigiorno, a livello svizzero, le emissioni di

piombo sono circa un decimo di quelle all'inizio degli anni '70.

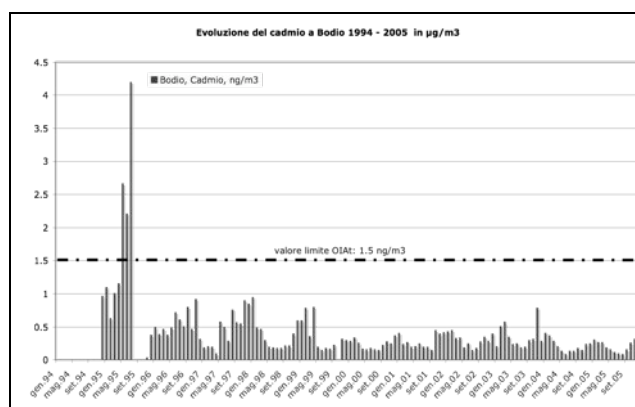
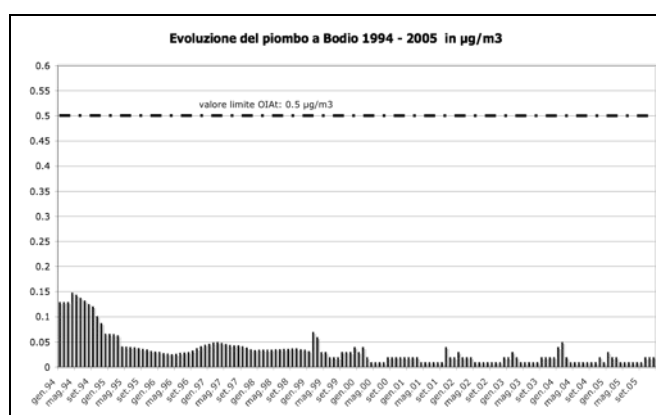
Il cadmio (Cd) è emesso principalmente dalle industrie metallurgiche e durante la combustione del carbone.

Effetti

sulla salute e sull'ambiente:

I metalli pesanti rappresentano un rischio per le persone e per l'ambiente: alcuni di essi ad elevate concentrazioni sono tossici e altri, come il cadmio, cancerogeni.

EVOLUZIONE 1994 - 2005



IL 2005 ED EVOLUZIONE

Le concentrazioni di piombo misurate a Bodio durante gli ultimi 11 anni hanno rispettato ampiamente il limite OIA di $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori medi mensili da 5 fino a 50 volte inferiori alla suddetta soglia. Dall'evoluzione dal 1994 al 2005 si nota come dal 2000 le concentrazioni, nonostante un andamento stagionale caratteristico, siano calate maggiormente rispetto agli anni precedenti. Questo effetto è da ricondurre all'introduzione del divieto della benzina contenente piombo.

Sempre a Bodio anche le immissioni di cadmio sono da 10 anni ormai costantemente da 5 a 15 volte inferiori alla soglia di legge ($1.5 \text{ ng}/\text{m}^3$).

L'andamento di piombo e cadmio durante l'anno correla con quello delle polveri sottili, presentando valori più alti nei mesi invernali.

In considerazione delle concentrazioni raggiunte e della complessità analitica che genera un rapporto costi/benefici molto sfavorevole, a partire dal 2006 i metalli nelle PM10 non verranno più monitorati regolarmente.

Origine

Gli **idrocarburi policiclici aromatici** si formano prevalentemente durante la combustione incompleta di materiale organico.

Il **benzo[a]pirene** è l'idrocarburo policiclico aromatico maggiormente studiato e le informazioni sulla presenza e la tossicità degli IPA sono riferite a questo composto.

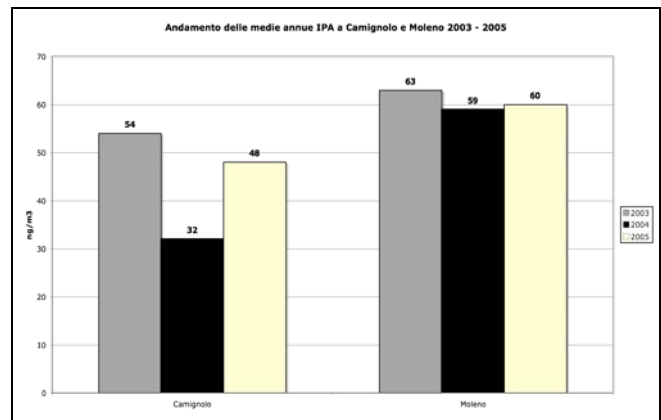
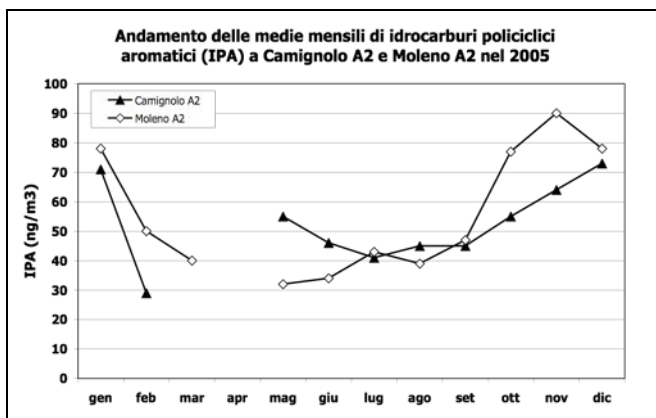
Effetti

sulla salute:

Alcuni IPA sono notoriamente cancerogeni e tale caratteristica negativa è aggravata dalla presenza di altre sostanze emesse durante le combustioni incomplete.

** L'OIAI non prevede limiti d'immissione per questa categoria di sostanze. Tuttavia, per quanto appena visto, dal 2003 gli IPA sono rilevati nelle stazioni OASI di Camignolo e Moleno.

DATI DEL 2005 ED EVOLUZIONE



IL 2005

Nel 2005 per alcuni mesi sono state interrotte le misurazioni per revisione delle apparecchiature (a Camignolo sono mostrati, ma incompleti, anche i mesi di febbraio e maggio, mentre a Moleno anche i mesi di marzo e maggio).

Il trend delle medie mensili sull'arco dell'anno è simile a quello delle polveri sottili, con concentrazioni più elevate nei mesi invernali che in quelli estivi.

Il paragone tra le due stazioni OASI mostra che i valori misurati a Moleno sono, ad eccezione dei mesi estivi, sensibilmente superiori a quelli di Camignolo. Ciò è riconducibile al fatto che, soprattutto in inverno, a Moleno si verificano spesso periodi di inversione termica.

EVOLUZIONE

I dati su tre anni registrati a Camignolo e Moleno non sono sufficienti per delineare un trend specifico. Osservando i dati di Moleno, infatti, si direbbe che le concentrazioni sono costanti, mentre c'è una grande variazione tra i dati misurati a Camignolo. E' prematuro quindi fare delle affermazioni sull'andamento degli IPA dal 2003 al 2005: sono necessarie delle osservazioni supportate da serie di dati più lunghe.

Origine

Il materiale particellare carbonioso è un parametro di fondamentale importanza ai fini della valutazione della qualità dell'aria.

Il particolato carbonioso è un sottoprodotto della combustione incompleta ed è costituito da una frazione organica, nota come carbonio organico (OC), e da una frazione denominata carbonio elementare (EC), resistente all'ossidazione.

L'EC ha una struttura grafitica ed è essenzialmente un inquinante primario emesso direttamente durante i processi di combustione incompleti, come ad esempio dalla fuliggine dei diesel.

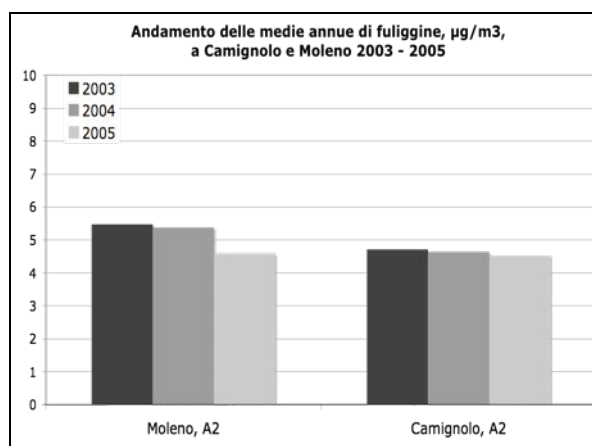
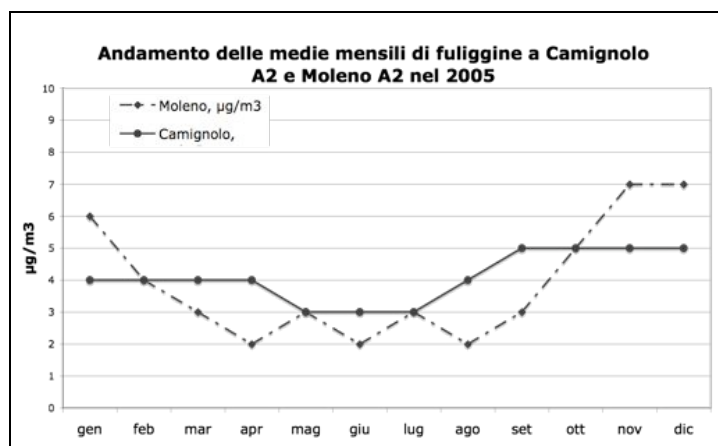
Le particelle di fuliggine si presentano in genere come agglomerati di particelle primarie a cui si adsorbono composti organici come gli idrocarburi policiclici aromatici, IPA.

Effetti

sulla salute:

Il carbonio causa irritazione dei polmoni, proliferazione delle cellule epiteliali. Un'esposizione cronica provoca fibrosi.

DATI DEL 2005 ED EVOLUZIONE



IL 2005

Anche per quanto concerne la fuliggine, l'andamento delle medie mensili sull'arco dell'anno è contraddistinto da concentrazioni più elevate nei mesi invernali che in quelli estivi, mostrando così la classica evoluzione delle emissioni primarie.

Il paragone tra le due stazioni OASI mostra anche in questo caso che i valori misurati a Moleno nei mesi invernali sono superiori a quelli di Camignolo. Ciò è riconducibile al fatto che a Moleno, durante l'inverno, si verificano spesso periodi di inversione termica maggiormente persistenti.

EVOLUZIONE

Anche in questo caso tre anni di dati registrati a Camignolo e Moleno non sono sufficienti per delineare un trend specifico, anche se è possibile intravedere una lieve diminuzione delle concentrazioni di fuliggine. E' prematuro quindi fare delle affermazioni sull'andamento della fuliggine dal 2003 al 2005: in ogni caso la fuliggine rappresenta costantemente circa il 15-16% della massa totale delle polveri sottili sia a Moleno che Camignolo.

L'aria transfrontaliera Campagna di misura sul confine Italo-Svizzero

A cura della dott.ssa Cristina Colombi, ARPA Lombardia, Dipartimento provinciale di Como - Via Cadorna, 8, 22100 Como

Il territorio della provincia di Como, così come tutta la Lombardia, risente di un inquinamento diffuso non solo a causa delle emissioni antropiche (traffico autoveicolare, attività industriali e riscaldamento degli edifici nel periodo invernale) ma anche per le sfavorevoli condizioni meteorologiche della regione (elevata frequenza di inversioni termiche, venti deboli o assenti, ecc.) e, anche se non rimane confinato presso il punto di emissione, si presenta rilevante nei luoghi di maggior presenza umana quale è la realtà urbana.

Mediante l'utilizzo di un laboratorio mobile si effettuano campagne con lo scopo di investigare situazioni ambientali di disagio (segnalate direttamente), oppure per avere indicazioni circa i livelli di inquinamento atmosferico presenti in aree non dotate di stazioni fisse. L'obiettivo è integrare informazioni supplementari sulla qualità dell'aria nel territorio con quelle fornite dalle centraline fisse della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Gli inquinanti dell'aria sono emessi da diverse fonti quali ad esempio il traffico stradale, i processi industriali, il riscaldamento, ecc... Il vento permette che questi inquinanti primari (NO_x , PM_{10} , SO_2 , CO), cioè emessi direttamente dalle fonti, si propaghino nell'atmosfera a svariate distanze diluendosi. E' possibile anche che reagiscano tra loro formando nuovi prodotti nocivi, i cosiddetti inquinanti secondari, come l'ozono e le polveri fini secondarie. L'inquinamento da polveri sottili risulta essere uno dei più complessi: le particelle di polvere sospese in atmosfera differiscono tra loro sia a causa delle loro proprietà chimiche (composizione), che fisiche (dimensioni, tempi di residenza, proprietà aerodinamiche, ecc.); l'origine delle particelle in sospensione nell'aria può essere naturale o antropica, e la sorgente di varia natura (traffico, riscaldamento, impianti industriali, ecc.); inoltre particelle di polvere ultrafini possono formarsi anche per condensazione di gas in atmosfera o per reazioni chimiche e fotochimiche; le particelle più fini possono aggregarsi tra loro, portando alla formazione di nuove particelle di maggiori dimensioni, con differenti proprietà aerodinamiche e, di conseguenza, con differenti tempi di residenza e/o possibilità di trasporto in atmosfera. Le polveri in sospensione con diametro minore o uguale a $10\ \mu\text{m}$ sono definite polveri fini mentre quelle con diametro uguale o minore di $2.5\ \mu\text{m}$ sono definite polveri ultrafini. La maggior parte delle polveri ultrafini sono emesse dai motori diesel.



In questo lavoro si vogliono presentare l'analisi e l'elaborazione dei dati raccolti durante la campagna effettuata con laboratorio mobile a Ponte Chiasso, a ridosso della dogana per il Canton Ticino. La campagna ha voluto considerare un periodo esteso per poter raccogliere una mole di dati necessari ad una elaborazione più approfondita del periodo invernale: ha avuto inizio il 23 gennaio 2005 e si è protratta fino al 19 aprile 2005. Gli inquinanti monitorati sono stati: NO_x , SO_2 , CO , O_3 , Benzene, PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$. Il mezzo è stato posizionato in Via Brogeda, in un parcheggio situato accanto alla Scuola Elementare, in prossimità della dogana.

L'aria transfrontaliera Campagna di misura sul confine Italo-Svizzero

Sorgente importante per questo sito è, evidentemente, il trasporto su strada. I principali assi stradali sono l'imbocco dell'autostrada A9 "Milano-Como-Chiasso" e la strada che collega Como alla Svizzera; il primo si trova a circa 50 m dal punto di posizionamento del laboratorio mobile, mentre la seconda è distante circa 200 m. La sorgente traffico non comprende solo i veicoli in movimento: infatti le emissioni sono quelle provocate dalla combustione di carburanti e dai fenomeni di abrasione e risospensione. L'usura dei copertoni, dei freni e il degrado del manto stradale sono all'origine delle polveri atmosferiche. Inoltre i veicoli in transito provocano una continua risospensione di materiale fine sedimentato lungo le carreggiate. Parametri importanti nella valutazione dell'inquinamento da traffico sono, oltre al monossido di carbonio, il PM10 e il PM2.5, sui quali si sono effettuate analisi al fine di valutare la speciazione chimica del particolato. Perciò oltre alla concentrazione di massa, sui campioni di PM10 e PM2,5 sono state effettuate analisi di IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), metalli e ioni. Poichè tali analisi vengono effettuate giornalmente sui campioni raccolti nella centralina fissa della rete di rilevamento della qualità dell'aria (RRQA) posizionata a Cantù, sono stati opportunamente elaborati dei confronti fra i due siti.

Una volta elaborati tutti i dati raccolti, si è proceduto con il confronto fra vari siti: la postazione mobile di Ponte Chiasso e le centraline fisse di Como Centro (appartenente alla RRQA della provincia di Como) e Chiasso (appartenente alla RRQA del Canton Ticino). Si è potuto notare che l' NO_2 ha un andamento simile nei 3 siti così come l' SO_2 ; l' O_3 ha invece evidenziato valori maggiori nella centralina di Chiasso rispetto al versante italiano. Anche le concentrazioni medie giornaliere di PM10 (Figura 1.a) nelle tre località mostrano andamenti simili, salvo occasionali eventi locali, dimostrando il ruolo prevalente della meteorologia nella dispersione degli inquinanti nella regione studiata. Il valor medio nel periodo di misura dei rapporti medi PM2.5/PM10 è pari a 0.3 +/- 0.09 a P. Chiasso e 0.6 +/- 0.11 a Cantù e varia nel tempo non solo in funzione delle emissioni, ma anche delle condizioni meteorologiche. La netta diversità dei rapporti calcolati è indice della differente natura e dimensione del particolato.

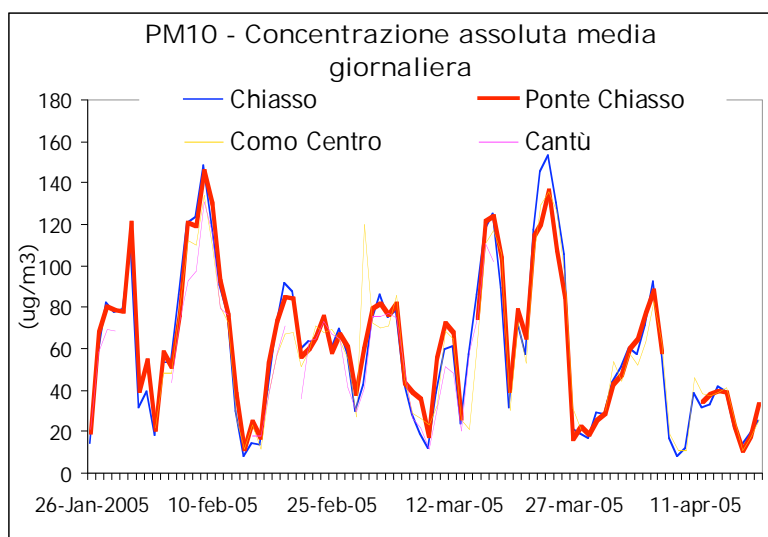


Figura 1a - grafico della concentrazione di massa assoluta misurata tramite campionatori gravimetrici nei siti italiani e tramite assorbimento beta nella postazione svizzera

L'aria transfrontaliera Campagna di misura sul confine Italo-Svizzero

Generalmente le concentrazioni degli IPA mostrano un andamento fortemente stagionale con concentrazioni maggiori nel periodo invernale. Sia la distribuzione percentuale dei diversi IPA (Figura 1.b) che i profili di concentrazione dei diversi IPA normalizzati al B[a]P sono risultati simili a quelle rilevate, nello stesso periodo, nel sito di Cantù. Gli IPA sono presenti prevalentemente nel PM2.5.

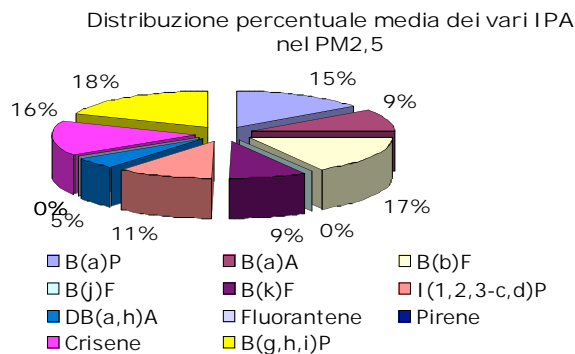


Figura 1b - distribuzione dei vari IPA rilevanti all'interno del PM2.5 raccolto a P. Chiasso

L'analisi a cluster (Figura 1.d) eseguita sulle concentrazioni dei metalli ha messo in evidenza in particolare la componente terrigena (Al, Ca) e la componente antropica primaria (Cu, K, Pb, Zn), senza evidenziare ulteriori sorgenti specifiche.

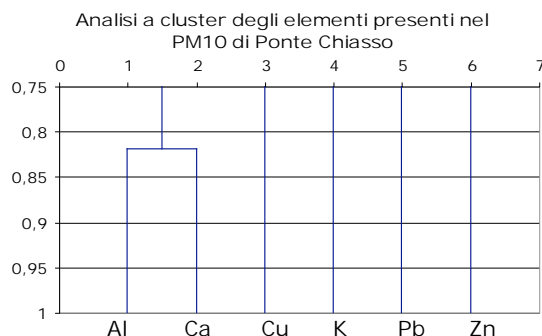


Figura 1d - analisi a cluster degli elementi rilevati sui filtri campionati a PM10 a P. Chiasso.

Comportamento nettamente differente hanno avuto invece gli ioni rilevati nel PM10 (Figura 1.c): una concentrazione relativa di nitrati e ammonio doppia a Ponte Chiasso rispetto al sito di Cantù, risentendo dell'emissione diretta dei gas di scarico.

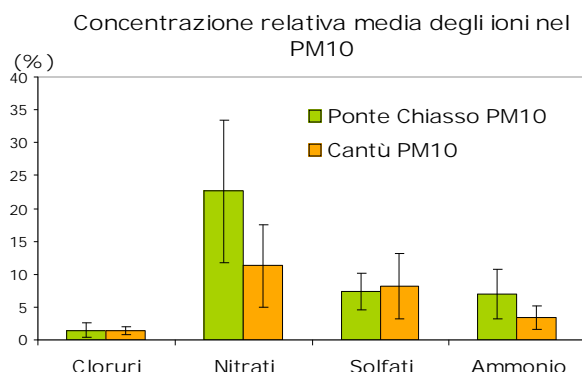


Figura 1c - Confronto tra la concentrazione relativa degli ioni rilevati sui filtri campionati a PM10 a P. Chiasso e Cantù.



Centro città, lungo via fortemente trafficata.



Coordinate (x/y): 723.45 / 77.45

Quota (m s.l.m.): 230

La stazione di analisi si trova sul piazzale delle scuole elementari. Le emissioni della città sono dovute principalmente agli impianti di riscaldamento ed al traffico sia locale che di transito, quest'ultimo composto per buona parte da veicoli esteri e da mezzi pesanti. La città si trova inoltre in una conca che favorisce la formazione d'aria stagnante e che può essere facilmente inglobata nello strato di inversione termica che spesso si forma in inverno sulla Pianura Padana.

Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	53	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	113	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	125	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	56	↗
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media oraria massima	µg/m ³	120	271	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	697	→
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	220	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	↘
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	20	46	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	153	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	139	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato.



Centro città, nei pressi di una strada trafficata.



Coordinate (x/y): 717.6 / 096.6

Quota (m s.l.m.): 280

La stazione di analisi si trova sull'areale della Università della Svizzera Italiana, nei pressi di una strada trafficata. Riporta quindi la qualità dell'aria dovuta alle attività cittadine, principalmente gli impianti di riscaldamento e il traffico locale.

Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	36	➔
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	75	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	86	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	1	↗
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media oraria massima	µg/m ³	120	255	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	710	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	211	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	-
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	20	32	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	173	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	48	-
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	500	0.018	↗
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	1.5	0.28	➔
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	7	➔
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n. dsp.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n. dsp.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	➔
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	1.3	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	➔
Polveri ultrafini (PM2.5)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	-	24	-
Numero di particelle	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	p/cm ³	-	29'156	-

Fonte: UFAM/NABEL

n.r.: non rilevato.

n.dsp.: non disponibile



Località mediamente popolata, con considerevole presenza industriale.



Coordinate (x/y): 714.15 / 96.65

Quota (m s.l.m.): 290

La stazione di rilevamento di Bioggio è situata nella zona industriale presso l'aeroporto di Agno. Alle emissioni degli impianti stazionari, si aggiungono quelle del traffico aereo e quelle dell'autostrada (A2) e degli assi stradali tra Lugano a Ponte Tresa.

Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	39	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	87	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	85	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	2	↗
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media oraria massima	µg/m ³	120	214	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	402	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	172	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	20	36	→
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	138	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	84	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	5	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	11	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	13	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	1.5	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→

n.r.: non rilevato.



Fuori località, lungo via fortemente trafficata.



Coordinate (x/y): 715.43 / 106.91

Quota (m s.l.m.): 440

La stazione, entrata in funzione nell'aprile 2003, è stata posta a fianco della carreggiata nord dell'autostrada A2 all'altezza del paese di Camignolo. In tal modo sono rilevate le emissioni del traffico autostradale locale e di transito. Anche in questo punto la quota di mezzi pesanti e di veicoli di nazionalità estera è importante.

Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	57	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	110	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	107	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	40	↗
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media oraria massima	µg/m ³	120	185	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	90	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	133	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	6	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	20	32	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	146	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	49	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Polveri ultrafini (PM2.5)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	-	22	↗
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	-	48	↗
Numero di particelle	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	p/cm ³	-	n.d.	-

n.r.: non rilevato.

n.d.: non determinabile



Città mediamente popolata.



Coordinate (x/y): 704.63 / 113.80

Quota (m s.l.m.): 200

La stazione di misura, posta in centro città, è esposta alle emissioni degli impianti di riscaldamento e del traffico. Il Locarnese, ed il pendio destro del Verbano in modo particolare, godono di una buona insolazione che favorisce correnti termiche sui pendii e quindi la dispersione delle sostanze inquinanti. Questa situazione è inoltre accentuata dai fenomeni di brezza tra lago e valli.

Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	38	↘
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	79	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	91	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	3	↗
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media oraria massima	µg/m ³	120	177	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	125	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	141	↘
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	6	→
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	20	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	8	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	19	→
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	21	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato.



Località rurale e collinare.



Coordinate (x/y): 706.00 / 115.65

Quota (m s.l.m.): 480

Brione sopra Minusio è situato in collina, circa 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 degli insediamenti sottostanti.

Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	16	➔
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	45	⬇
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	70	⬇
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	➔
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media oraria massima	µg/m ³	120	217	➔
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	593	⬆
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	187	⬇
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	➔
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	20	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato.



Fuori località, lungo via fortemente trafficata.



Coordinate (x/y): 719.92 / 126.57

Quota (m s.l.m.): 250

La stazione, entrata in funzione nell'aprile 2003, è posta presso l'area di sosta dell'autostrada A2 (direzione nord, all'altezza del paese di Moleno) ad una decina di metri dalla carreggiata. Essa registra in tal modo le emissioni del traffico diretto al Gottardo. La percentuale di mezzi pesanti così come di veicoli immatricolati all'estero che transita in questo punto è considerevole. Le emissioni dovute agli impianti di riscaldamento sono invece contenute.

Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	48	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	97	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	91	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	19	↗
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media oraria massima	µg/m ³	120	190	↗
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	241	↗
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	164	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	7	→
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	20	31	↘
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	140	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	57	↘
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	500	n.r.	-
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	1.5	n.r.	-
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	n.r.	-
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	n.r.	-
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-
Polveri ultrafini (PM2.5)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	-	22	→
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	-	60	↗
Numero di particelle	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	p/cm ³	-	n.d.	-
Benzene, Toluene e Xileni (BTX)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Benzene, media annua	µg/m ³	-	0.86	↘
Toluene, media annua	µg/m ³	-	1.88	↘
Xileni, media annua	µg/m ³	-	0.14	↘

n.r.: non rilevato.

n.d.: non determinabile



Località mediamente popolata, con considerevole presenza industriale.



Coordinate (x/y): 713.35 / 137.30

Quota (m s.l.m.): 320

Le emissioni locali, dovute a due impianti industriali e all'intenso traffico di transito, sono elevate, mentre quelle dovute agli impianti domestici di riscaldamento sono ridotte. Il ricambio d'aria è buono durante i mesi estivi, grazie alle forti brezze stagionali che percorrono longitudinalmente la valle Leventina, ma scarso in quelli invernali, visto che il fondovalle in questo punto è molto stretto e bloccato verso nord dalla Biaschina.

Diossido di azoto (NO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	41	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	94	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	80	94	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	15	↗
Ozono (O₃)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media oraria massima	µg/m ³	120	178	↘
Numero di superamenti del limite orario	ore	1	120	↘
98° percentile massimo delle medie semiorarie di un mese	µg/m ³	100	153	↗
Numero di superamenti del limite statistico	mesi	0	8	↗
Polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	20	31	→
Media giornaliera massima	µg/m ³	50	171	↗
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	48	↗
Piombo nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	500	0.015	↘
Cadmio nelle polveri sottili (PM10)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	ng/m ³	1.5	0.22	→
Diossido di zolfo (SO₂)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media annua	µg/m ³	30	18	↗
95° percentile delle medie semiorarie di un anno	µg/m ³	100	59	↗
Media giornaliera massima	µg/m ³	100	66	↘
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	0	→
Monossido di carbonio (CO)	Unità	Limite	2005	vs 2004
Media giornaliera massima	mg/m ³	8	n.r.	-
Numero di superamenti del limite giornaliero	giorni	1	n.r.	-

n.r.: non rilevato.

Distretto	Comune	Luogo	Coordinate	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05		
Bellinzonese	Bellinzona	Al Portone	721.9/117.0	-	-	-	-	-	-	-	-	59	55	51	45	51	51	50	47		
		Cast. Montebello	722.8/116.8	29	26	30	28	27	23	23	22	21	21	21	18	23	21	17	15		
		Via Vallone	722.7/118.3	47	45	48	44	43	39	35	36	38	36	34	31*	34	36	29	25		
	Cadenazzo	Stazione FFS	716.2/112.3	65	64	62	56	57	52	44	47	51	48	46	41	41	45	43	42		
		SFEA	715.4/113.2	32	31	32	28	27	25	22	23	23	23	22	20	25	22	20	19		
V. di Blenio	Olivone	Olivone paese	715.1/154.3	13	14	13	13	13	12	10	11	11	11	11	9	10	11	10	8		
		Olivone monti	714.0/154.2	5	6	5	5	6	5	6	4	4	5	4	4	4	4	4	5	3	
Leventina	Airolo	Airolo paese	690.1/153.7	38	36	36	34	33	35	31	31	30	33	32	27*	30	28	24	24		
		Airolo monti	689.5/153.9	18	18	17	16	16	16	14	15	14	15	13*	14	14	14	12	11		
		Airolo FFS	689.4/153.6	36	34	33	32	35	32	27	29	33	31	29	25*	24	24	23	20		
	Bodio	Casa comunale	713.4/137.3	46	42	44	41	42	37	33	33	34	32	35	-	32	31	22	26		
		Parco	713.1/137.7	36	33	34	33	33	32	26	27	29	27	28	24	28	28	22	22		
		Mulinetto	713.6/137.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	33	
		AET	712.3/137.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	30	
		Calonico	S. Chiara	707.5/145.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	9	9	9	6		
		Campello	Paese	705.8/149.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6	6	5	5		
		Dalpe	Municipio	702.6/147.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	7	9		
Locarnese	Ascona	Via Locarno	703.1/113.4	33	32	32	30	30	27	26	25	25	25	25	22*	23	20	20	18		
		Brissago	Via Leoncavallo	698.4/108.5	26	26	27	22	19	22	20	19	22	18	17	16	21	16	15	14	
	Caviano	Casa comunale	702.7/107.1	16	16	17	14	15	13	11	11	11	10	11	10	11	10	9	9		
		Dirinella	701.9/106.8	30	29	26	21	22	20	17	16	17	15	16	15	18	18	16	14		
	Gerra V.	Via Agarone	713.3/115.3	-	20	24	19	19	17	16	14	16	14	15	12	14	14	14	13		
	Gordola	Scuola media	710.1/114.5	37	36	37	29	32	29	27	27	28	27	25	23*	26	28	24	24		
		Anacquaria	709.2/115.5	-	-	-	-	-	31	26	25	26	24	23	21	25	22	20	21		
		SSIC	710.2/114.2	-	-	-	-	-	32	27	34	34	28	31	27*	31	30	22	24		
	Locarno	Casa comunale	704.8/114.1	49	47	48	45	45	38	36	36	38	36	32	28	34	29	27	28		
			San Jorio	703.8/113.5	28	27	26	25	24	22	19	18	20	19	19	16	19	18	17	16	
			Villa India	704.5/114.2	38	39	39	42	45	40	33	33	36	33	30	29*	32	30	27	28	
			ISM Monti	704.1/114.4	28	28	29	26	28	27	21	20	23	20	20	19*	22	18	18	19	
			Funicolare	705.0/114.3	-	-	-	-	-	31	26	26	29	25	25	22*	29	25	22	26	
			Osped. La Carità	704.4/113.9	-	-	-	-	-	36	32	32	35	32	33	27	32	28	25	25	
			Via Bastoria	703.3/113.8	-	-	-	-	-	30	25	26	28	26	26	23	25	22	21	21	
			Via Franzoni	703.9/113.9	-	-	-	-	-	38	36	36	40	37	33	31	33	30	23	29	
			Via Varenna	703.9/113.7	-	-	-	-	-	29	30	29	29	27	25	23	27	23	20	24	
			Via Simen	704.4/113.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27*	24	29	
		Vivaio	703.9/113.1	-	-	-	-	-	31	25	24	28	24	25	20	23	22	23	21		
	Magadino	Ossigeno	711.5/112.4	-	29	45	27	26	23	20	21	22	21	20	18	20	22	20	21		
Minusio	Via S. Gottardo	706.1/114.8	65	69	68	63	63	55	50	47	52	47	48	40	45	45	41	38			
		Polizia	706.2/114.7	-	-	-	-	-	37	29	28	30	27	28	25	26	29	23	26		
		Via R. Simen	706.2/114.6	-	-	-	-	-	49	38	34	37	32	33	31	33	33	26	27		
Sonogno	Casa comunale	703.6/134.0	8	8	6	6	7	7	7	6	7	8	9	7	7	7	7	9			
Tegna	Casa comunale	700.9/115.9	27	27	25	22	22	21	19	18	22	16	16	15	18	16	16	16			
Luganese	Agnò	Casa comunale	713.1/95.0	70	70	66	61	61	59	50	49	55	49	50	41	49	46	38	39		
		Stazione FLP	713.3/94.9	51	49	49	45	45	43	38	40	41	37	43*	31	32	38	22	29		
	Astano	Casa comunale	706.8/96.7	11	12	12	11	11	13	15	13	14	13	-	12	14	14	11	12		
	Bedigliora	Scuola media	708.7/95.5	14	16	17	15	16	15	13	13	14	12	13	10*	15	13	11	13		
	Bioggio	Casa comunale	713.8/97.0	35	36	37	32	32	31	29	27	29	25	26	24*	27	25	20	21		
	Bosco L.	Parco giochi	713.9/98.3	24	25	26	23	20	20	20	16	19	16	18	15	19	18	17	21		
	Canobbio	Stabile PTT	718.2/99.3	35	37	37	34	36	32	28	26	29	28	27	23	28	23	22	23		
	Carona	Acquedotto	716.1/91.6	22	23	25	20	21	19	18	17	18	15	16	15*	17	16	14	16		
	Croglio	Madonna del P.	708.2/93.8	39	37	35	31	33	29	25	26	27	24	24	21	23	25	20	21		
	Lopagno	Miera c. c.	719.0/103.1	19	20	28	17	18	17	16	14	16	14	14	12	16	15	11	12		

Rete standard.

Distretto	Comune	Luogo	Coordinate	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	
Luganese	Lugano	Aldesago	719.4/96.3	32	33	37	29	33	29	26	24	27	25	24	20	27	20	18	20	
		Brè	720.5/96.5	16	18	17	13	15	13	14	12	12	11	11	10	12	12	9	19	
		Lab. cant. igiene	717.8/96.4	47	45	48	43	45	42	37	37	39	35	36	33	36	32	23	34	
		Osped. civico	717.3/97.4	45	44	46	41	40	37	33	32	34	30	33	27*	30	29	21	25	
		Polizia comun.	717.1/95.8	62	63	67	60	61	57	51	52	54	48	47	41	47	41	35	40	
		PTT Besso	716.8/96.0	79	80	80	71	73	68	61	61	64	58	56	53	58	50	40	44	
		Stadio	717.9/98.1	46	45	46	40	44	39	34	34	40	36	35	32*	36	32	26	31	
		UTC	717.2/95.8	72	77	73	66	68	64	56	57	35	57	57	51	52	47	34	45	
		Manno	Azienda elettr.	714.9/98.5	52	58	52	49	44	38	42	43	45	40	41	34*	41	45	32	36
			Cairello	714.4/98.3	30	37	27	29	27	23	22	24	30	23	22	18	25	23	22	20
		Massagno	Chiesa S. Lucia	716.5/96.8	55	53	54	49	49	46	39	40	41	38	37	32	37	34	29	31
		Muzzano	Comune	715.0/95.1	36	37	37	33	34	30	26	27	26	21	22	21	21	18	16	20
		Paradiso	Scuole elemen.	716.85/94.3	-	62	60	53	57	52	43	47	47	44	44	38	45	40	31	34
		Ponte Tr.	Stazione	710.3/92.0	45	44	45	38	38	43	38	40	38	35	34	32	33	33	28	27
			Dogana	710.1/91.6	61	60	61	54	54	52	46	45	45	43	40	32	40	38	32	33
		Ronchi	709.9/92.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	19	17	14	26	
		Campo sport.	710.0/91.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	27	26	20	21	
	Sorengo	Casa comunale	716.1/95.2	51	43	51	40	41	38	35	34	34	32	30	27	32	28	23	25	
	Taverne	Torricella	715.5/102.6	-	44	47	43	43	41	35	35	36	34	36	31	34	32	24	27	
	Vezia	Afer	715.7/98.1	53	50	52	46	46	42	39	39	41	37	35	28	37	36	30	32	
		Campagnora	715.2/98.2	52	51	44	43	44	38	34	36	38	33	43*	-	36	34	28	31	
		San Martino	716.3/97.9	32	33	34	29	31	28	-	25	25	22	24	22*	25	23	20	29	
Mendrisiotto	Balerna	Casa comunale	721.9/78.6	56	54	55	49	48	47	39	39	38	40	37	33	40	34	26	31	
		Via Francsini	722.1/78.7	42	41	42	37	37	33	33	29	32	30	30	27*	31	27	22	26	
		Bissone	Via Collina 15	718.4/89.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
			Via Arogno 2	718.4/90.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
			Via Collina P	718.3/90.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39
		Capolago	Casa comunale	719.6/84.3	72	71	67	61	61	60	51	55	51	51	47	41*	51	45	32	39
			Cimitero	719.4/84.4	53	52	54	48	50	47	41	41	43	38	40	33*	40	37	28	33
		Chiasso	Polizia canton.	723.9/76.9	66	67	67	56	57	54	48	49	49	52	44	37	48	43	36	40
			S. Stefano	721.6/76.6	32	30	36	30	30	27	24	23	25	23	23	23	25	22	20	21
			Stadio	722.5/77.0	42	42	43	37	39	35	37	30	30	28	28	28*	30	29	24	26
			Viale Galli	723.4/77.6	94	98	89	83	87	80	72	70	68	69	63	59*	53	47	40	42
		Coldrerio	V. S. Apollonia	720.3/79.5	67	69	66	58	58	55	47	50	48	48	46	39	45	43	34	34
		Ligornetto	Quadretto	718.4/80.6	41	42	43	36	33	34	32	29	34	35	34	32	36	32	27	29
		Mendrisio	Brech	719.6/81.4	55	55	56	49	46	49	41	42	43	41	43	34*	44	38	32	35
			Stazione FFS	719.7/80.9	68	65	66	57	58	48	46	49	48	47	46	42*	45	43	33	37
		Scuole	720.0/80.5	42	39	45	41	39	38	32	31	30	32	31	29*	33	28	23	26	
	Morbio Inf.	Via Cereghetti	722.7/79.2	36	38	41	35	34	32	28	30	28	27	26	25	30	29	22	24	
	Novazzano	Casa comunale	719.9/77.9	46	44	47	41	41	39	33	33	35	32	32	29	34	29	25	30	
		Pobia	720.9/78	34	41	42	36	35	33	32	29	32	27	29	26*	30	27	21	21	
	Riva S. Vit.	Scuole	719.0/84.6	43	46	44	40	39	36	31	31	29	29	31	26	35	31	24	29	
	Sagno	Zona Villette	724.6/79.5	19	21	21	17	17	17	15	13	15	14	13	12	15	16	12	13	
	Stabio	Via Monticello	716.1/79.3	33	34	34	34	25*	26	23	25	25	23	23	19	23	23	20	18	
		PTT	716.4/78.8	41	43	41	38	35*	37	32	32	35	29	32	28	30	29	24	26	
		Via Falcette	716.9/78.9	44	44	45	43	36*	30*	31	33	33	34	32	26	29	31	15	23	
Riviera	Biasca	Asilo	717.5/136.1	26	26	27	25	25	23	20	20	20	18	20	16	20	18	12	16	
		Casa comun.	717.9/135.5	48	49	47	43	42	37	35	36	34	30	30	26	33	30	23	24	
		Industrie	717.8/134.3	49	47	47	40	44	41	36	37	38	35	37	30*	35	35	25	27	
V. Maggia	Cevio	Ospedale	689.8/131.3	9	9	9	9	9	7	9	6	7	6	7	7	7	11	6	5	

Rete standard (continuazione).

Comune	Luogo	Coordinate	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
Brione S. Minusio	SPAAS	706.0/115.6	-	-	-	18	19	18	19	15	16	15	15	13	15	14	12	10
Locarno	P. Castello	704.6/113.9	-	-	-	52	52	47	43	42	45	40	39	33	39	34	29	32
Bioggio	AGOM	714.1/96.7	-	-	-	42	42	40	35	37	38	34	34	30	39	38	29	34
Camignolo	OASI A2	715.4/106.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	45	50
Moleno	OASI A2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	38	42
Lugano	Casa Serena	717.8/96.9	-	-	-	48	49	48	42	40	40	38	36	33	38	38	30	35
Chiasso	Scuole	723.5/77.5	-	-	-	53	52	51	44	44	41	39	37	32	40	39	34	39
Bodio	Scuole		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	27

Confronto "Stazioni di misura - campionatori passivi".

Comune	Luogo	Coordinate	98	99	00	01	02	03	04	05
Montagnola	Ronchirolo	715.1/92.4	48*	26	26	23	27	27	20	24
	IKEA	715.2/92.4	29	28	29	25	30	27	22	24
Grancia	Garage Peugeot	715.4/92.6	41	42	43	35	43	40	30	41
	Mag. Garzoni	715.5/92.4	71	63	63	54	63	61	52	55

Campagna "Pian Scairolo".

Comune	Luogo	Coordinate	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
Moleno	A (150 m)	720.7/125.6	37	35	32	32	31	28	28	29	25	25	21	25	27	23	23
	B (100 m)	720.6/125.6	39	38	35	36	34	31	30	31	29	30	24	28	32	24	24
	C (50 m)	720.6/125.5	41	38	37	36	35	32	30	31	30	30	24	29	31	25	25
	D (0 m)	720.5/125.5	52	54	51	51	47	44	44	46	44	46	38	42	42	32	35
	E (0 m)	720.5/125.5	47	42	41	41	40	34	37	39	33	31	27	34	35	30	28
	F (50 m)	720.5/125.5	38	38	35	36	34	30	30	32	30	32	27	30	30	26	24
	G (100 m)	720.4/125.4	36	38	35	36	33	30	29	31	29	29	25	29	31	26	23
	H (150 m)	720.4/125.4	40	40	35	35	33	29	29	29	27	27	22	26	27	27	20

Campagna "Profili autostrada".

Comune	Luogo	Coordinate	99	00	01	02	03	04	05
Lugano, FFS	Loreto	716.7/95.4	39	38	36	38	37	29	34
	V. Montarina	716.8/95.8	37	38	34	39	37	29	32
	V. S. Gottardo	716.8/96.3	47	48	46	43	40	33	39

Campagna "Lugano FFS".

Comune	Luogo	Coordinate	03	04	05
Chiasso	Piazzale Dogana A	724.1/77.5	69	57	63
	Piazzale Dogana B	724.1/77.5	95	84	80
	Piazzale Dogana C	724.0/77.5	66	58	62

Campagna "Piazzale Dogana".

Comune	Luogo	Coordinate	03	04	05
	V. Comacini	724.0/77.1	61	46	46
	Corso S. Gottardo 23	723.8/76.9	42	34	38
	Piazza Indipendenza	723.7/77.0	57	50	45
	Corso S. Gottardo 32	723.6/77.1	53	46	40
	Piazza Col. Bernasconi	723.5/77.2	46	48	35

Campagna "Chiasso MdT".

Comune	Luogo	Coordinate	02	03	04	05	
Comano	v. Ca da Ronco	717.3/99.5	28	23	25	-	
	v. Cureglia	717.1/99.1	40	36	30	29	
	Compostaggio	717.0/99.0	30	27	30	-	
	v. Centro TV	717.3/99.2	31	27	29	-	
	V. Nasora	717.7/99.0	38	36	29	31	
Cureglia	V. Cantonale A	716.5/99.0	46	43	36	37	
	V. Carivée	716.7/99.4	31	26	30	-	
	V. Ronchetto	716.8/99.6	29	22	25	-	
	V. Cantonale B	716.7/99.9	34	30	24	26	
	Posteggio comunale	716.5/99.5	30	24	28	-	
	V. Quadrela	716.3/99.2	33	31	30	-	
	V. Prée	716.8/99.1	31	26	29	-	
	V. Prée 10	716.8/99.0		25	19	23	
	Porza	Parco giochi	717.3/98.4	32	27	31	-
		V. Cantonale	717.6/98.8	38	33	25	27
V. alla Monda		716.9/98.8	25	20	16	18	

Campagna "Galleria Vedeggio - Cassarate, PTL".

Comune	Luogo	04	05
Giornico	Campagna A	31	36
	Campagna B	22	24
	Campagna C	23	25
	Campagna D	17	23
	Pro Séras 6	25	27
	Prò Séras E	24	28
	Ri di Galett	24	26
	S. Maria di Castello 1	25	26
	S. Maria di Castello 2	19	21
	Orell N2 Nord	39	43
	Orell N2 Sud 3	24	24
	Caradenca 2	12	11
	Altirolo 1	13	12
Personico	S. Michele 10	21	24
	Municipio 11	19	23
	Cantonale 12	21	21
	Arnedro	28	31

Campagna "Bassa Leventina".

Comune	Luogo	05
Airolo	Valle	16
	Madrano	14
	Contagocce A	28
	Contagocce B	28
	Contagocce C	27
	Contagocce D	34

Campagna "Sistema contagocce Airolo".

Stazioni di misura in continuo

Le analisi della qualità dell'aria vengono effettuate conformemente alle direttive federali ed alle raccomandazioni dell'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM [5].

Le stazioni di analisi sono provviste di apparecchi automatici, che misurano in maniera continua le concentrazioni di diversi inquinanti atmosferici, come pure alcuni parametri meteorologici. I relativi dati sono inviati telematicamente ogni giorno all'unità centrale di elaborazione dati della SPAAS a Bellinzona. La dotazione delle diverse stazioni d'analisi è riportata nella tabella seguente.

PARAMETRI	Chiasso	Pregassona	Bioggio	Camignolo	Locarno	Brione s. M.	Moleno	Bodio
Diossido di zolfo (SO ₂)			*		*			*
Ossidi d'azoto (NO _x , NO, NO ₂)	*	*	*	*	*	*	*	*
Ozono (O ₃)	*	*	*	*	*	*	*	*
Monossido di carbonio (CO)			*					
Polveri sottili (PM10)	*	*	*	*			*	*
Polveri ultrafini (PM2.5)				*			*	
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)				*			*	
Benzene, Toluene, Xileni (BTX)							*	
Numero di particelle				*			*	
Fuliggine (carbonio elementare)				*			*	
Temperatura	*		*	*	*	*	*	
Umidità		*	*	*	*	*	*	
Irraggiamento solare	*		*	*	*	*	*	
Vento (velocità e direzione)	*		*	*			*	
Precipitazioni			*	*			*	
Pressione				*			*	

Parametri analizzati nelle rispettive stazioni di rilevamento della rete cantonale.

Se da un lato questo metodo è molto pratico e comodo, e permette un'analisi approfondita e continua della situazione dell'inquinamento, dall'altro canto esso è puntuale e le apparecchiature richiedono una manutenzione costante ed onerosa.

Metodica dei controlli e precisione delle misure

Il sistema di acquisizione elettronico dei dati effettua *giornalmente* vari controlli automatici delle calibrazioni. I risultati di queste verifiche sono trasmessi, assieme ai dati rilevati, al server centrale a Bellinzona. Essi permettono di accertare ogni giorno il buono stato delle apparecchiature delle stazioni d'analisi.

Ad intervalli regolari, normalmente *ogni due settimane*, si realizzano inoltre la taratura ed i controlli delle apparecchiature secondo le direttive dell'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM; queste calibrazioni vengono svolte dal personale dell'Ufficio della protezione dell'aria.

Annualmente le apparecchiature vengono calibrate da organismi di certificazione esterni. Le calibrazioni si concentrano in particolare sugli strumenti di misura dei parametri più sensibili e cioè ozono, O₃, ossidi di azoto, NO_x, e polveri sottili, PM10.

Per quanto riguarda l'ozono *annualmente* un generatore d'ozono di riferimento viene inviato all'Ufficio federale di metrologia e accreditamento, METAS, per la sua calibrazione nell'intervallo di misura tra 0 e 200 ppb. A sua volta questo apparecchio permette poi di tarare e verificare gli strumenti della rete cantonale. L'ultima calibrazione è stata svolta nel novembre 2005 e questa metodica di controllo consente di garantire un errore di misura inferiore al 2%.

Gli apparecchi di misura degli NOx sono stati sottoposti ad una calibrazione nell'ambito del monitoraggio delle misure fiancheggiatrici, settore ambiente, MfM-U, dell'Ufficio federale dell'ambiente, UFAM, condotta da InNet, la rete di rilevamento dei dati della qualità dell'aria dei Cantoni della Svizzera centrale.

In questo caso le verifiche si sono svolte direttamente presso la stazione di misura grazie ad un sistema di calibrazione portatile. Anche in questo caso le verifiche incrociate permettono di affermare che l'errore di misura è inferiore al 3.5% nell'intervallo tra 0 e 80 ppb.

Sulla base delle risultanze di queste verifiche che vengono svolte ormai da diversi anni si può quindi affermare, che gli analizzatori elettronici per gli inquinanti gassosi garantiscono misure molto affidabili e precise, con errori di misura variabili tra il 2% e il 4%.

I parametri relativi alle polveri come PM10, PM2.5, fuliggine e numero di particelle vengono periodicamente misurati sistematicamente presso diverse stazioni di misura solo da alcuni anni per cui le procedure di validazione di apparecchi e strumenti non sono ancora state codificate completamente.

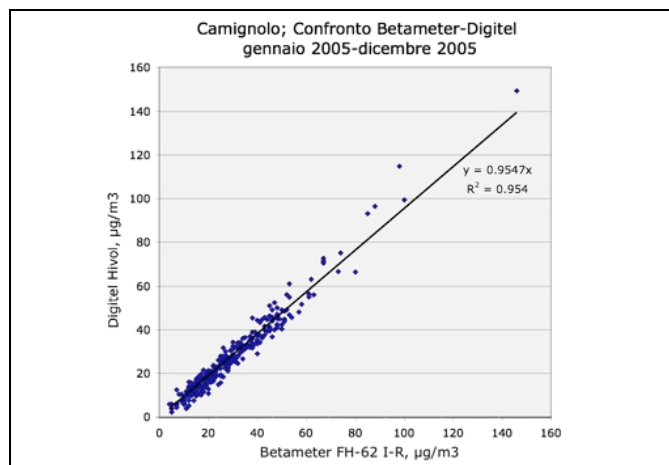
Per ovviare a questo problema, le misurazioni delle polveri sottili PM10 sono effettuate parallelamente con due apparecchiature diverse, vale a dire Digitel e Betameter .

Il primo apparecchio è un campionatore ad alto flusso, Digitel. In questi apparecchi le polveri sottili - dopo essere state aspirate ad alta velocità (500 l/min) con l'aiuto di una speciale sonda - si depositano su un filtro che viene sostituito giornalmente. Le concentrazioni di PM10 sono poi determinate gravimetricamente nel laboratorio della SPAAS. Questo metodo è considerato come il sistema di riferimento secondo EN 12341, ma presenta lo svantaggio di dover sostituire i filtri giornalmente e procedere alla sua analisi in laboratorio con la conseguenza di avere a disposizione i risultati dopo circa 3-4 settimane.

Il secondo sistema analitico aspira l'aria (16 l/min) con l'aiuto di una speciale sonda ed elimina le polveri più grandi grazie ad un sistema di separazione; l'aria così trattata raggiunge poi un filtro, dove le quantità di polveri sottili sono determinate istantaneamente, esponendole ai raggi β . Questo sistema di monitoraggio ha il grande vantaggio di avere i dati immediatamente a disposizione con una risoluzione temporale oraria e non giornaliera.

Dal 2003, nella stazione di Camignolo e Moleno sono in funzione simultaneamente sia un Digitel che un Betameter. La figura seguente riporta il confronto dei dati ottenuti con i due metodi. L'elevato coefficiente di correlazione tra le due serie di dati -0.95- e l'uniforme distribuzione dei punti rispetto alla bisettrice, confermano la validità dei due sistemi di misura. Nel caso specifico a Camignolo la differenza tra il metodo di riferimento, Digitel, e quello di monitoraggio, Betameter, è inferiore al 5%; A Moleno questa differenza si attesta sul 10%.

Per quanto riguarda le polveri si può così affermare che l'errore di misura del metodo di monitoraggio in generale oscilla tra il 5% e il 10%.



Concentrazioni medie giornaliere di PM10 (periodo gennaio-dicembre 2005) ottenute a Camignolo con due metodi di misura diversi (Betameter e DIGITEL). La linea rappresenta la curva di regressione lineare.

Fino al 2004 *annualmente* venivano poi eseguiti dei test di calibrazione da parte dell'UPA con la consulenza e l'assistenza di un ufficio esterno specializzato. A partire dal 2005 l'UPA si è dotato di un mezzo mobile su cui sono montati gli apparecchi e le dotazioni necessarie ad eseguire le calibrazioni come bombole con concentrazioni di gas certificate dal fabbricante, il generatore d'ozono, un generatore d'aria zero con cui eseguire *regolarmente* le calibrazioni tramite diluizione dei gas certificati.



Controllo qualità dei dati

A partire dal 2005 è stato adottato un sistema di controllo della qualità dei dati in grado di identificare in maniera automatica eventuali valori anomali [6]. Le procedure per il controllo sono state sviluppate sulle serie di dati misurati in diversi luoghi per i gas (monossido di azoto (NO), diossido di azoto (NO₂) e ossidi di azoto (NO_x=NO + NO₂), monossido di carbonio (CO), ozono (O₃) e diossido di zolfo (SO₂)) e le polveri (PM10, PM2.5, numero di particelle e indice di fuliggine).

Il sistema elaborato si basa su una serie di controlli, come ad esempio dapprima la disponibilità, l'intervallo, i salti o la persistenza dei dati (AQC1, Automatic Quality Control 1), in seguito la loro consistenza tra differenti parametri e tra diversi luoghi (AQC2, Automatic Quality Control 2) ed infine un controllo finale della loro validità eseguito dagli operatori stessi (HQC, Human Quality Control), a quali corrispondono poi diversi livelli di qualità degli stessi.

Campionatura passiva

I campionatori passivi di diossido d'azoto sono forniti da un laboratorio in collaborazione con la Scuola Politecnica federale di Zurigo e vengono esposti in ogni punto di misura per circa un mese, di regola in coppia. L'analisi dell'NO₂ assorbito durante tale periodo viene determinata analiticamente dal laboratorio della SPAAS.

Questo metodo è meno preciso e agevole di quelli elettronici visti in precedenza, ma è economicamente più vantaggioso e permette, allargando notevolmente l'area d'indagine, di avere una visione più globale del carico inquinante a livello regionale.

La precisione dei campionatori passivi è verificata, ponendone alcuni vicino alle stazioni d'analisi. Da confronto dei dati ottenuti con le due tecniche di misura (continuo e passivo), si osserva, che per concentrazioni medie annue superiori ai 20 µg/m³ le differenze tra gli stessi sono inferiori all'8% [5]. Nel corso degli ultimi anni si è però notato un incremento di questo valore per cui nel 2005 è stato dato avvio ad un progetto di intercalibrazione con i Cantoni della Svizzera romanda allo scopo di individuare cause e possibili soluzioni a questo problema. La tabella seguente mostra e descrive a grandi linee la rete di campionatori passivi presente sul territorio ticinese a partire dal 1989.

Denominazione	Ubicazione	Scopo	Numero
Rete standard	In diversi comuni del Ticino	Completare i dati forniti dalle stazioni di misura fisse	94
Confronto "Stazioni di misura - campionatori passivi"	Nelle vicinanze di alcune stazioni di misura fisse	Accertare precisione e attendibilità delle misure	8
Campagna "Pian Scairolo"	Pian Scairolo	Monitorare la qualità dell'aria della relativa zona commerciale ed industriale	4
Campagna "Profili autostrada"	Autostrada A2 all'altezza di Moleno. Profili a distanza 0, 50, 100 e 150 m e punto di misura singolo nell'area di sosta	Valutare la possibilità di utilizzare modelli di diffusione dei gas in ambito alpino.	9
Campagna "Lugano FFS"	Nelle vicinanze della stazione FFS di Lugano	Valutare eventuali cambiamenti delle immissioni a seguito della prevista realizzazione della nuova stazione di Lugano	3
Campagna "Piazzale Dogana"	Chiasso	Valutare l'efficacia di malte catalitiche per la riduzione degli ossidi di azoto sul piazzale doganale.	3
Campagna "Chiasso MT"	Chiasso	Valutare le misure di moderazione del traffico adottate in centro a Chiasso	5
Campagna "Galleria Vedeggio - Cassarate, PTL"	Nelle vicinanze dei futuri portali della galleria Vedeggio - Cassarate a Vezia e Lugano-Cassarate	Monitorare il carico inquinante di fondo in previsione dell'apertura della galleria Vedeggio-Cassarate, prevista dal PTL	15
Campagna "Bassa Leventina"	Nelle vicinanze del previsto posteggio per i TIR in Bassa Leventina	Monitoraggio nella regione dove sorgerà il previsto posteggio per i TIR	17
Campagna "Sistema Contagocce Airolo"	Ad Airolo all'ingresso del portale della galleria autostradale A2 del S. Gottardo	Monitoraggio del sistema di dosaggio a contagocce	6

Rete dei campionatori passivi su territorio ticinese.

I rilevamenti tramite campionatura passiva sono più approssimativi e laboriosi dal punto di vista organizzativo, ma molto meno onerosi. La copertura dell'area d'indagine è più completa ed omogenea e fornisce una visione d'insieme del carico inquinante.

Unità	Significato	Osservazioni
mg	milligrammo	1 mg = 0.001 g
µg	microgrammo	1 µg = 0.001 mg
ng	nanogrammo	1 ng = 0.001 µg
mg/m ³	milligrammo/metrocubo	1 mg/m ³ = 10 ⁻³ g/m ³ = 1000 µg/m ³
µg/m ³	microgrammo/metrocubo	1 µg/m ³ = 10 ⁻⁶ g/m ³ = 1000 ng/m ³
ng/m ³	nanogrammo/metrocubo	1 ng/m ³ = 10 ⁻⁹ g/m ³
µg/m ² x d	microgrammo/metroquadrato al giorno	
mg/m ² x d	milligrammo/metroquadrato al giorno	1 mg/m ² x d = 1000 µg/m ² x d
ppb	parti per miliardo	

Concetto OIAt	Concetto statistico	Spiegazione
Valore medio su ½ h	Media semioraria	Concentrazione media di una sostanza misurata durante 30 minuti. È la grandezza base per il calcolo di tutti gli altri valori.
Valore medio su 24 h	Media giornaliera	Media aritmetica delle medie semiorarie di una giornata; le procedure usate nelle stazioni di misura ticinesi prevedono che, se in una giornata sono disponibili meno di 36 valori semiorari, si rinuncia al calcolo della media giornaliera.
Valore annuo medio	Media annua	Media aritmetica di tutte le medie semiorarie di 1 anno.
95% dei valori medi su ½ h di un anno	95° percentile delle medie semiorarie di un anno	Secondo l'OIAt il 95 % di tutti i valori semiorari misurati in una località <u>durante 1 anno</u> devono essere inferiori, e di conseguenza il 5 % degli stessi può essere superiore, al limite indicato. Essendoci in 1 anno 17520 semiore; il 5 % corrisponde a 876 semiore.
98% dei valori medi su ½ h di un mese	98° percentile delle medie semiorarie di un mese	Secondo l'OIAt il 98 % di tutti i valori semiorari misurati in una località <u>durante 1 mese</u> devono essere inferiori, e di conseguenza il 2 % degli stessi può essere superiore, al limite indicato. Essendoci in 1 mese 1440 semiore; il 2 % corrisponde a 29 semiore.

≤	minore o uguale
BTX	Benzene, Toluene e Xileni
Cd	Cadmio
CFC	Clorofluorocarburi
CO	Monossido di carbonio
COV	Composti organici volatili (chiamati anche VOC)
DA	Divisione Ambiente
DT	Dipartimento del Territorio
IPA	Idrocarburi policiclici aromatici (chiamati anche PAK o PAH)
LPAmb	Legge federale sulla Protezione dell'Ambiente del 7 ottobre 1983
NH₃	Ammoniaca
NO	Monossido d'azoto
NO₂	Diossido d'azoto
NO_x	Ossidi d'azoto (NO + NO ₂)
O₃	Ozono
OASI	Osservatorio Ambientale della Svizzera Italiana
OIAAt	Ordinanza contro l'Inquinamento Atmosferico del 16 dicembre 1985 (Stato 3 giugno 2003)
Pb	Piombo
PM10	Polveri sottili con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (0.01 mm)
PM2.5	Polveri ultrafini con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (0.0025 mm)
SO₂	Diossido di zolfo (anidride solforosa)
SPAAS	Sezione della Protezione dell'Aria, dell'Acqua e del Suolo
UFAM	Ufficio federale dell'ambiente
UPA	Ufficio della Protezione dell'Aria
Zn	Zinco

- [1] Prévôt, A. S. H., R. O. Weber e M. Furger (2002): *Trend dell'ozono al Sud delle Alpi*. Rapporto PSI 02-13, Paul Scherrer Institut, Villigen, Svizzera, 54 + A21.
- [2] Kantonale Umweltschutzämter GR, TI e UR, BUWAL (2002): *Umleitung Gotthard 2001: Auswirkung der Verkehrsverlagerung auf die Luft- und Lärmbelastung in den Kantonen Graubünden, Tessin und Uri*. Aprile 2002.
- [3] SAEFL (2003): *Modelling of PM10 and PM2.5 ambient concentrations in Switzerland 2000 and 2010*. Environmental Documentation No. 169, Air.
- [4] Ufficio Protezione Aria (2005): *Strategia di lotta allo smog invernale al Sud delle Alpi*. Gennaio 2005.
- [5] UFAFP (1990): *Raccomandazioni sulle misure degli inquinanti atmosferici*, 1. gennaio 2004.
- [6] Scuola universitaria professionale della Svizzera Italiana (2005): *Procedure di controllo dei dati atmosferici (OASI)*. Maggio 2005

Ufficio della protezione dell'aria (UPA)

Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo (SPAAS)

Divisione Ambiente (DA)

Dipartimento del territorio (DT)

Via C. Salvioni 2a
6501 Bellinzona

Tel: 091 814 37 34

Fax: 091 814 37 36

Homepage: www.ti.ch/aria

Collaboratori: Gianni Agostini, Alejandra Almada, Valerio Fumagalli, Walter Hoehle, Michele Politta, Christian Poncini, Giulia Poretti, Dario Rezzonico, Katharina Schuhmacher, Sandra Steingruber, Ornella Tamò

Capoufficio: Luca Colombo

Ringraziamenti

Si ringraziano Rudolf Weber e Dominik Egli dell'UFAM per la messa a disposizione dei dati della stazione di misura Lugano NABEL.