



DOSSIER

CAMPAGNA DI RILEVAMENTI ATMOSFERICI NELLE LOCALITÀ TURISTICHE ALPINE



ESTATE 2008

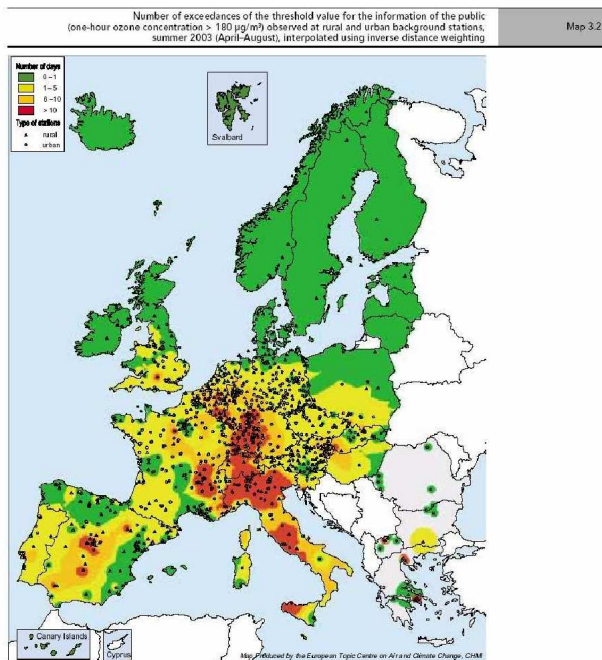
1. INTRODUZIONE

La campagna di monitoraggio atmosferico nelle località turistiche della zona alpina si inserisce nel programma della Carovana delle Alpi di Legambiente, edizione 2008.

Scopo di quest'anno è stata la misurazione dei livelli di concentrazione in località turistiche alpine del versante italiano durante il periodo che va da fine giugno fino a metà luglio, mediante l'utilizzo di campionatori passivi.

Nel biennio 2002-2003 si è condotta una prima campagna dedicata alla misurazione di **ozono troposferico** con campionatori passivi (PROGETTO M.O.R.A.) che sono stati collocati a diverse quote di versanti montuosi (2002) e presso rifugi di montagna (2003) in collaborazione col CAI. I risultati emersi da questo studio hanno dimostrato una stretta relazione tra la quota di misura e le concentrazioni di ozono, denotando concentrazioni sempre più elevate con l'aumentare dell'altitudine, pur trattandosi di "zone rurali".

Quest'andamento, che a prima vista può sembrare non naturale, deriva dalla stessa natura di questo inquinante: infatti, essendo l'ozono un inquinante secondario, esso non viene prodotto direttamente dai processi di combustione, bensì da reazioni fra gli ossidi di azoto e l'ossigeno presente in atmosfera con l'intervento della radiazione solare e le sue concentrazioni in atmosfera risentono fortemente dei fenomeni di dispersione e trasporto.



Nell'anno 2004 alle misurazioni dell'ozono si sono aggiunte quelle del biossido di azoto e del BTX (benzene, toluene e xilene) e nel 2005 anche quelle del materiale particolato (PM10). Quest'anno si è optato invece per proseguire solo il campionamento dell'ozono (proseguendo nella serie storica iniziata nel 2002).

L'Ozono è soggetto alla normativa attualmente in vigore (DM183 del 21/05/2004 per l'Ozono) che fissa dei valori limite molto restrittivi. Detti limiti, giornalieri e/o annuali, derivano dal recepimento di alcune Direttive Europee sugli inquinanti atmosferici emanate negli anni 1999 e 2002. Esse prevedono soglie di concentrazione e/o esposizione che, in parte, andranno rispettate a partire dal 2010 ma a cui è necessario avvicinarsi fin d'ora. Alcuni limiti sono già in vigore dal 2005.

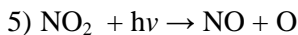
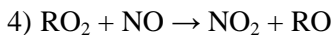
2. CARATTERISTICHE CHIMICHE, TOSSICOLOGICHE E LIMITI DI LEGGE DELL'OZONO

L'ozono è un inquinante secondario e come tale non è prodotto direttamente da attività umane o da fonti di emissione dirette. E' generato però da processi fotochimici coinvolgenti gli ossidi di azoto, che funzionano da precursori. Le seguenti reazioni sintetizzano il processo:

- 1) $\text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{NO} + \text{O}^*$ ($h\nu$ indica radiazione solare con lunghezza d'onda $\lambda < 242 \text{ nm}$)
- 2) $\text{O}^* + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$ (dove O^* è l'ossigeno atomico in uno stato eccitato)
- 3) $\text{O}_3 + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$

Tali reazioni avvengono rapidamente, costituendo un sistema in equilibrio in cui l'ozono prodotto dipende dal rapporto delle concentrazioni di NO ed NO₂ e da una costante di equilibrio che è funzione della cinetica delle reazioni e delle condizioni di irraggiamento solare.

La presenza di radicali perossidi (indicati genericamente con RO₂) prodotti dalla degradazione di idrocarburi, porta all'ossidazione dell'NO in NO₂ senza consumo di ozono, favorendo quindi la produzione di quest'ultimo. Le reazioni si possono generalizzare nel modo seguente:



(dove M è una generica molecola che funge da catalizzatore nella reazione).

Dalle reazioni 4), 5) e 6) si può dedurre che la **produzione di ozono è strettamente legata all'intensità della radiazione solare incidente ed alle emissioni dei suoi precursori (ossidi di azoto e composti organici volatili).**

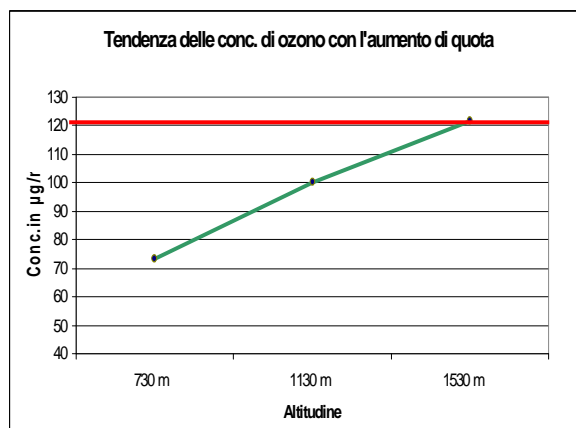
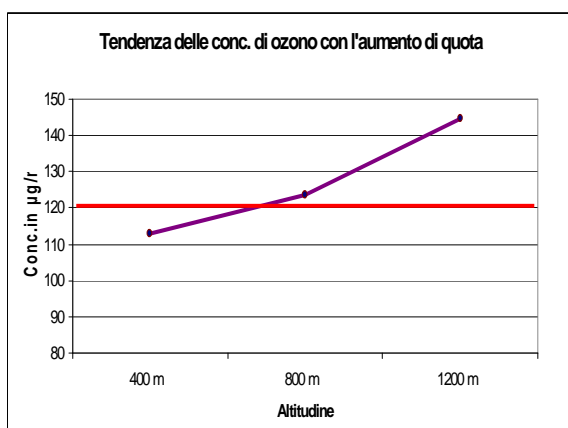


Grafico 1 e 2 – Andamento della concentrazione di ozono nelle località di alta montagna (Val Venosta, BZ a sinistra, e Val Pellice, TO, a destra) con l'aumento della quota. La linea rossa rappresenta il valore bersaglio per la protezione della salute umana fissato in 120 µg/m³ (fonte: Legambiente Dossier Carovana delle Alpi 2002)

Nelle aree urbane il ciclo dell'ozono mostra una fase di produzione e una di distruzione (deplezione). In aree con scarse attività antropiche l'arrivo di masse d'aria ricche di ozono o dei suoi precursori provenienti da zone fortemente urbanizzate e industrializzate determina un aumento delle concentrazioni. Nel corso della sera e della notte, quando in città i valori di ozono si riattestano sui livelli più bassi, nelle aree remote come in campagna questo non avviene per l'assenza di fonti di monossido di azoto. Questo determina la sostanziale differenza tra siti urbani e remoti: picchi elevati di giorno e minimi notturni nei primi, scarsa modulazione giorno/notte nei secondi.

In particolare, ad alta quota i valori di fondo sono più elevati per il maggiore irraggiamento solare.

L'ozono è un inquinante soggetto ad importanti fenomeni di trasporto in atmosfera. A causa di questo trasporto dovuto ai venti, gli inquinanti prodotti nelle zone fortemente industrializzate o caratterizzate da un traffico intenso possono provocare fenomeni di inquinamento anche in zone rurali; in particolare, l'ozono può essere trasportato per decine o centinaia di chilometri dato che il suo tempo di permanenza in atmosfera è di qualche giorno. L'ozono risulta quindi un buon indicatore per i fenomeni di trasporto di inquinanti, e allo stesso tempo una fonte di pressione sulla vegetazione delle zone alpine.

Effetti sull'ambiente e sull'uomo

L'ozono, essendo un potente ossidante, può aggredire le vie respiratorie ed in particolare gli alveoli polmonari. Per esposizioni ad alte concentrazioni si possono riscontrare disagi e patologie dell'apparato respiratorio (irritazioni agli occhi, al naso, alla gola e mal di testa si possono riscontrare su soggetti sani

esposti ad una concentrazione oraria di almeno 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Anziani, bambini e soggetti asmatici sono particolarmente vulnerabili.

Principali effetti sull'uomo ¹		Conc. Troposferica Media
presenza avvertibile	98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 - 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
secchezza della gola	196 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
mancanza di coordinazione (2h di esposiz.)	1.900-5.800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
edema polmonare (2h di esposiz.)	17.640 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

L'ozono è inoltre l'inquinante dotato di maggiore potenziale di tossicità per la vegetazione sia coltivata (colture agricole erbacee o arboree), sia naturale (foreste e boschi). In funzione della sua concentrazione, l'ozono può provocare anche un calo della produzione agricola.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) fissa i seguenti valori guida da non superare:

per la salute umana	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media "mobile" su 8 ore (*)
per la protezione della vegetazione	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su base giornaliera
per la protezione della vegetazione	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su base oraria

(*) Questa media si chiama mobile in quanto si considerano periodi di 8 ore, ma l'intervallo "scorre" durante l'arco della giornata. I valori massimi di solito si presentano nelle ore più calde e soleggiate.

Per l'Ozono il riferimento normativo italiano è il Decreto Legislativo n.° 183 del 21/05/04, che fissa valori bersaglio, obiettivi a lungo termine, soglie di informazione e allarme, oltre a definire le modalità per l'informazione da fornire al pubblico sui livelli registrati in caso di superamento delle soglie, e le modalità della comunicazione dei dati al Ministero dell'Ambiente.

I valori bersaglio, vale a dire le concentrazioni fissate al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, sono così definiti:

	Parametro	Valore bersaglio per il 2010
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media su otto ore massima giornaliera	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 giorni per anno civile, come media su 3 anni
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40 (*), calcolato sulla base dei valori di un'ora da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ h come media su 5 anni

(*) Per AOT40 si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (=40 ppb o parti per miliardo) e 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori di 1 ora rilevati tra le 08.00 e le 20.00.

Soglia di informazione	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentrazione media oraria)
Soglia di allarme	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (concentrazione media oraria)

3. RISULTATI EMERSI DALLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO CON CAMPIONATORI FISSI



Fig 1 Campionatore fisso Passam

Come è stato anticipato precedentemente, le misure bisettimanali condotte con i campionatori passivi presso alcune tra le più note località di villeggiatura alpine italiane hanno riguardato solo l'ozono.

Il periodo di monitoraggio non è stato lo stesso per tutti i siti di misura, ma i campionamenti sono stati comunque tutti effettuati nel periodo che va dal **24 di giugno al 15 di luglio**. La scelta dei siti si è basata su diversi fattori, primo fra tutti l'essere caratterizzati dalla presenza di un forte turismo (nel nostro caso estivo): in secondo luogo, l'interesse è stato rivolto a località posizionate nel fondovalle, quindi simili tra loro dal punto di vista della circolazione atmosferica.

Pur essendo dati medi, e come tali non direttamente comparabili con le soglie di legge che invece si riferiscono ai valori di picco, che normalmente si misurano nelle ore più luminose della giornata e nei giorni di buona insolazione e calma di vento, è possibile dire che una misura media su base bisettimanale superiore a **70 $\mu\text{g}/\text{mc}$** implica una elevata probabilità che vi sia stato almeno un superamento delle soglie di informazione (**180 $\mu\text{g}/\text{mc}$**), mentre una concentrazione superiore a **120 $\mu\text{g}/\text{mc}$** implica un superamento sistematico della soglia di attenzione e almeno un probabile superamento della soglia di allarme (**240 $\mu\text{g}/\text{mc}$**). Trattandosi di inquinamento secondario la cui origine (precursori) è in gran parte remota, i livelli di inquinamento sono funzione delle condizioni meteorologiche (correnti dominanti, velocità dei venti, radiazione solare al suolo, ecc.) e altimetriche, oltre che di distanza dalle principali fonti emmissive, corrispondenti alle grandi aree urbane e industriali e alle grandi infrastrutture di trasporto stradale.

Nella tabella che segue sono elencati i diversi siti di misura, le rispettive quote sul livello del mare, i periodi di monitoraggio ed i valori di concentrazione medi orari su base bisettimanale rilevati.

Fig. 2 – Cartina delle località monitorate



Località	m.s.l.m.	area	periodo	O ₃ ¹	Giudizio
Limone Piemonte (CN)	1010	Alpi Liguri	24/06-9/07	89	mediocre
Susa (TO)	503	Alpi occidentali	24/06-8/07	71	mediocre
Cormayeur (AO)	1224	Alpi occidentali	25/06-10/07	70	mediocre
Parco Val grande (VB)	1223	Alpi occidentali	27/06-11/07	137	pessima
Clusone (BG)	610	Alpi retiche	24/06-6/07	99	scarsa
Livigno (SO)	1816	Alpi retiche	26/06-10/07	139	pessima
Bormio (SO)	1150	Alpi retiche	28/06-12/07	81	mediocre
Ponte di Legno (BS)	1257	Alpi retiche	24/06-8/07	104	scarsa
Bolzano	300	Alpi retiche	26/06-10/07	55	buona
Siusi (BZ)	1004	Dolomiti	25/06-11/07	62	buona
Ortisei (BZ)	1234	Dolomiti	30/06-14/07	68	buona
Moena (TN)	1184	Dolomiti	1/07-15/07	31	ottima
Rivamonte (BL)	1000	Dolomiti	24/06-8/07	67	buona
Cortina d'Ampezzo (BL)	1211	Dolomiti	24/06-8/07	64	buona
Forni di Sopra (UD)	900	Carnia	24/06-8/07	56	buona
Zoncolan (UD)	1500	Carnia	26/06-11/07	125	pessima

¹ Media bisettimanale

Tabella 1

4. CONCLUSIONI

Per il settimo anno consecutivo Legambiente ha monitorato le condizioni in cui si trova l'aria in alcune fra le più frequentate località turistiche alpine. E il risultato di questo settennale monitoraggio non è positivo per la qualità dell'aria di alcuni fra i più noti poli attrattivi per il turismo alpino estivo. Principalmente a causa di una scelta di mobilità insostenibile legata all'uso dell'auto che provoca, durante i periodi festivi, condizioni di inquinamento che ci si aspetterebbe di incontrare in città. Ciò sebbene il 2008 i mesi di giugno e luglio siano stati caratterizzati da condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli alla dispersione degli inquinanti, con ventilazione e frequenti precipitazioni.

Livigno e il Parco della Val Grande sveltano sulle altre località con concentrazioni bisettimanale medie di **ozono** che sfiorano i **140 µg/m³**, lontani dai valori record del 2003, ma ben al di sopra del valore bersaglio per la salute umana pari a 120 µg/m³. Sempre negativo il dato emerso sul Monte Zoncolan (**125 µg/m³**), storica tappa del giro d'Italia-

Il quadro è decisamente migliore invece sulle Dolomiti: si respira bene infatti a Moena (TN) dove, con livelli di poco sopra ai **31 µg/mc**, viene assegnato un ottimo per la qualità dell'aria. Ma sono positivi anche i dati di Ortisei, Siusi, Bolzano, Cortina e Rivamonte.

Grafico 3 – Concentrazioni medie bisettimanali nelle località alpine sotto controllo

