



l'aria

4



Indicatori (I) e Approfondimenti (A)	DPSIR	Valutazione dell'indicatore			Pag.
		Qualità dell'informazione	Giudizio di stato	Tendenza	
A <i>L'inventario regionale delle emissioni di inquinanti in atmosfera</i>					60
I Emissioni di biossido di zolfo (SO ₂)	P	☺	na	↓	62
I Emissioni di ossidi di azoto (NO ₂ e NO _x)	P	☺	na	↓	64
I Emissioni di polveri totali sospese (PTS) e PM ₁₀	P	☺	na	↓	66
I Emissioni di monossido di carbonio (CO)	P	☺	na	↓	68
I Emissioni di composti organici volatili non metanici (COVNM)	P	☺	na	↓	70
I Emissioni di benzene (C ₆ H ₆)	P	☺	na	↓	72
I Emissioni di ammoniaca (NH ₃)	P	☺	na	na	74
I Emissioni di gas climalteranti	P	☺	na	Vedi par.	76
A <i>Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche nell'area urbana di Aosta - giugno 2006 - luglio 2007</i>					79
A <i>Impatti delle emissioni dell'acciaieria CAS sull'inquinamento atmosferico di Aosta</i>					83
I Concentrazioni biossido di zolfo (SO ₂) nell'aria ambiente	S	☺	☺	↔	86
I Concentrazione di ossidi di azoto (NO ₂ e NO _x) nell'aria ambiente	S	☺	☺	↓	88
I Concentrazione di polveri fini (PM ₁₀ e PM _{2.5}) nell'aria ambiente	S	☺	☺	↓	92
A <i>L'impatto locale sulla qualità dell'aria del traffico merci internazionale al traforo del Monte Bianco: analisi dei dati, proiezioni e valutazioni modellistiche</i>					94
I Concentrazione di ozono (O ₃) nell'aria ambiente	S	☺	☺	↔	98
A <i>Analisi modellistica delle concentrazioni medie annuali di inquinanti in atmosfera con il codice fotochimico FARM</i>					100
A <i>L'air est sans frontières. La pollution aussi</i>					103
I Concentrazione di monossido di carbonio (CO) nell'aria ambiente	S	☺	☺	↓	104
I Concentrazione di benzene (C ₆ H ₆) nell'aria ambiente	S	☺	☺	↓	106
I Concentrazione di metalli pesanti su polveri nell'aria ambiente	S	☺	Vedi par.	na	108
A <i>Metodi analitici per la determinazione dei metalli pesanti sulle polveri in aria ambiente</i>					110
I Concentrazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) su polveri nell'aria ambiente	S	☺	☺	↓	112
A <i>Analisi di IPA in campioni di particolato atmosferico</i>					115
A <i>Il piano regionale di gestione per il risanamento, il miglioramento ed il mantenimento della qualità dell'aria</i>					116
A <i>Monitoraggio integrato di composti gassosi del fluoro in atmosfera: metodi di indagine e prime valutazioni</i>					120
I Concentrazione di pollini e spore in atmosfera	S	☺	na	na	126

L'inventario regionale delle emissioni di inquinanti in atmosfera

Giordano Pession



approfondimento

L'inventario delle emissioni è una raccolta dei dati raggruppati per inquinante, per attività, per combustibile, per unità territoriale amministrativa (regione, provincia, comune), per intervallo temporale (anno, mese, giorno). A livello territoriale il dato di emissione viene riorganizzato in celle quadrate di 500 m di lato, per poter meglio apprezzare e gestire, dal punto di vista dei metodi di calcolo, l'impatto locale.

L'inventario delle emissioni è oggetto di aggiornamento continuo, sia in relazione alle modifiche della distribuzione territoriale delle sorgenti, sia in relazione all'affinamento del dettaglio delle informazioni acquisite.

In Valle d'Aosta l'inventario delle emissioni è gestito da ARPA ed è, al momento, aggiornato a tutto il 2006. Esso è stato recentemente oggetto (febbraio 2008) di un interconfronto a livello nazionale, gestito da ENEA in collaborazione con APAT, nell'ambito del Programma europeo RAINS, volto ad armonizzare su scala europea gli inventari delle emissioni. L'interconfronto ha riguardato anche le metodologie di calcolo delle emissioni. I riscontri ottenuti sono stati positivi. Per quantificare le emissioni degli inquinanti dalle diverse sorgenti sono state effettuate sia misure dirette (ad esempio, per gli impianti industriali, con misure a camino) sia stime basate sulla conoscenza di un indicatore di attività delle sorgenti (come ad esempio flussi veicolari per il traffico e potenze termiche per gli impianti di riscaldamento), a cui viene associato un appropriato coefficiente moltiplicativo detto "fattore di emissione". Noti gli indicatori dell'attività considerata è possibile stimare le emissioni di inquinanti utilizzando una relazione del tipo:

$$E = A \times F$$

dove

- E è l'emissione prodotta per il periodo temporale considerato, espressa come massa in tonnellate o chilogrammi;
- A è l'indicatore di attività;
- F è il fattore di emissione per quella attività, espresso in grammi di sostanza emessa/unità di attività.

I fattori di emissione utilizzati sono quelli riportati nel *Atmospheric Emission Inventory Guidebook* redatto nell'ambito del progetto EMEP-CORINAIR.

Gli inquinanti considerati nell'inventario delle emissioni della Valle d'Aosta sono:

- ossidi di azoto (NOx);
- monossido di carbonio (CO);
- composti organici volatili non metanici (COVNM);
- biossido di zolfo (SO₂);
- polveri totali sospese e frazione fine (PTS, PM10);
- gas che intensificano l'effetto serra o clima-alteranti (anidride carbonica CO₂, metano CH₄, protossido di azoto N₂O, esafluoruro di zolfo SF₆);
- ammoniaca (NH₃);
- benzene (C₆H₆).

La presenza di numerose tipologie di sorgenti ha reso necessaria l'elaborazione di una loro classificazione in base a criteri univoci. In particolare, nell'ambito del progetto europeo CORINAIR è stata adottata una nomenclatura unica ed uguale per tutti detta SNAP97 (*Selected Nomenclature for Air Pollution activities*). Tale classificazione si basa sulla ripartizione in undici macrosettori delle attività antropiche e naturali responsabili delle emissioni in atmosfera degli inquinanti monitorati:

Macrosettore	Codice SNAP
Centrali elettriche pubbliche, cogenerazione, teleriscaldamento	01
Combustione - terziario ed agricoltura	02
Combustione - industria	03
Processi produttivi	04
Estrazione e distribuzione di combustibili fossili	05
Uso di solventi	06
Trasporti stradali	07
Altre sorgenti mobili	08
Trattamento e smaltimento rifiuti	09
Agricoltura	10
Natura	11

Tabella 1 Definizioni generali dei macrosettori dalla classificazione SNAP97.

L'inventario ARPA contiene dati relativi a 1114 sorgenti suddivise in 125 puntuali, 386 lineari e 603 areali; le emissioni vengono riferite territorialmente a 13452 celle di 500 metri di lato, che coprono tutta la superficie regionale.

L'inventario regionale delle emissioni dei principali inquinanti legati all'analisi della qualità dell'aria, permette il popolamento degli indicatori presentati nelle pagine seguenti (par. 4.1 - 4.8).

Le informazioni contenute e ordinate nell'inventario costituiscono una fondamentale sorgente di dati per le stime modellistiche previsionali di concentrazioni di inquinanti in atmosfera. Unendo i dati emissivi con le informazioni sulle condizioni meteo-climatiche, è possibile pervenire ad una informazione completa e continua su tutto il territorio regionale della presenza di inquinanti in atmosfera e, quindi, dell'esposizione della popolazione.

L'elaborazione delle stime di emissioni in atmosfera dell'inventario regionale, oltre che dalla normativa europea, sono previsti nella misura "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni" del Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/2007).



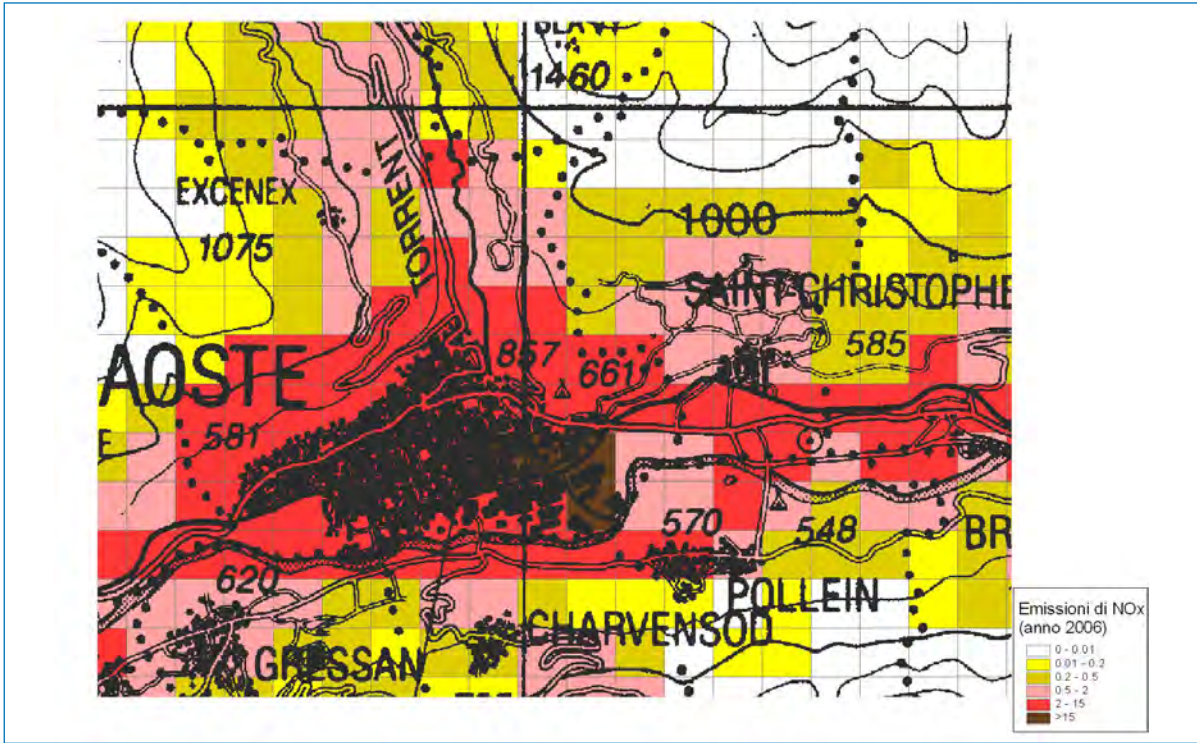


Figura 1 Rappresentazione grafica da inventario delle emissioni – Ossidi di azoto (NO_x)

L'aggregazione spaziale delle informazioni, per maglie di 500 m di lato (vedi Fig. 1), è in grado di descrivere le differenze tra aree urbane, zone

di insediamento industriale, aree interessate dalle principali vie di traffico, comuni limitrofi e aree rurali remote.



approfondimento



4.1

Emissioni di biossido di zolfo (SO₂)




L'indicatore rappresenta la stima delle emissioni regionali di SO₂, della loro distribuzione spaziale ed evoluzione temporale e dei contributi delle diverse tipologie di sorgente.
 Il biossido di zolfo (SO₂) è un inquinante primario generato nel processo di combustione dallo zolfo presente nei combustibili (impianti di riscaldamento che utilizzano oli combustibili e gasolio, motori diesel).

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Emissioni
- ▶ **DPSIR** **P**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

Qualità dell'informazione 

Giudizio stato* 

Tendenza 

* Si rimanda all'indicatore corrispondente di concentrazione di SO₂ in aria ambiente

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 351/1999
DM 60/2002
DM 261/2002
Protocollo di Göteborg (1999)
Direttiva NEC (2001/81/CE)
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali.

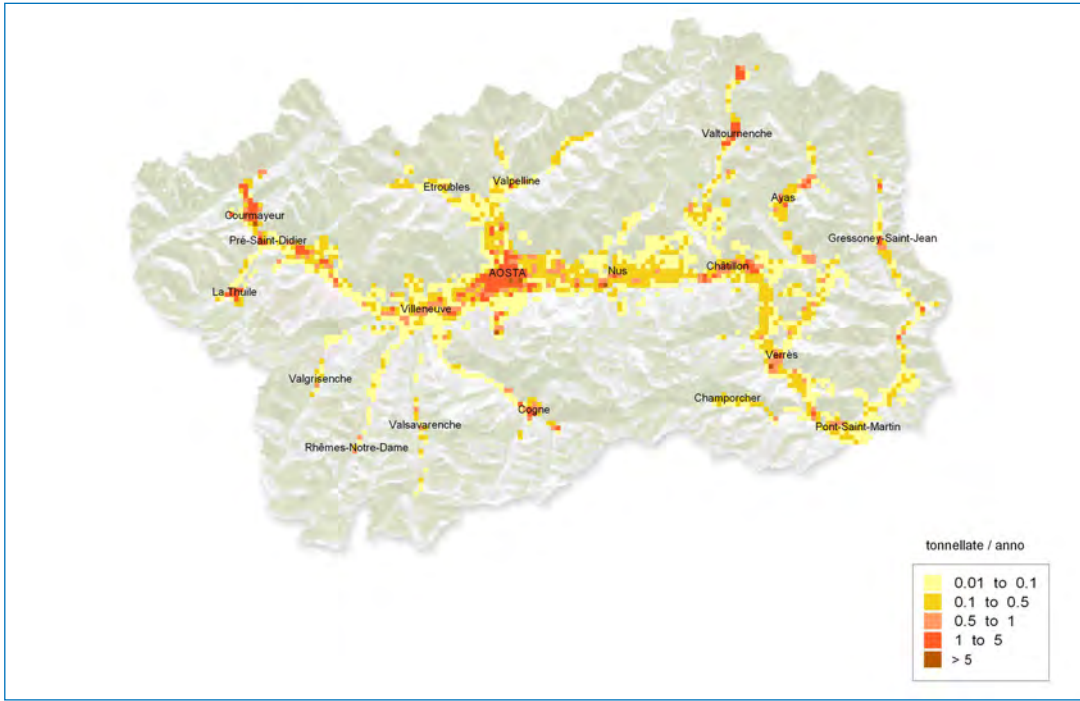
Essa è prevista esplicitamente nel Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/2007): "QA2.c – Aggiornamento dell'inventario delle emissioni"
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
—

copertura temporale e spaziale

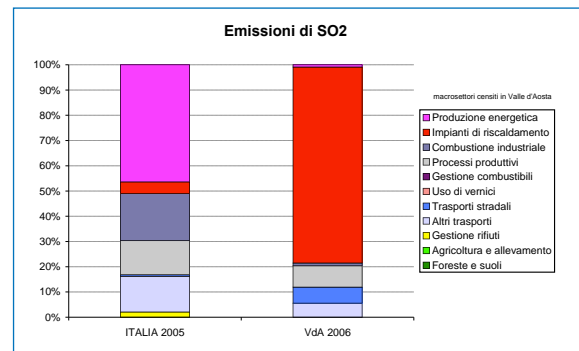
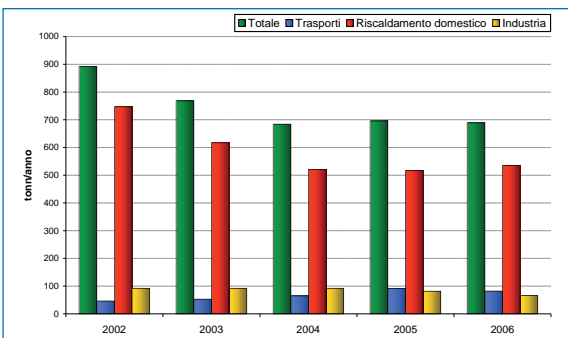
- ▶ **Aggiornamento**
Continuo, in funzione dell'acquisizione di nuovi dati
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
Tutto il territorio regionale

elaborazione e presentazione

▶ QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI SO₂ EMESSE NEL 2006 RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO



▶ STIMA DELLE QUANTITÀ DI SO₂ TOTALI, DA TRAFFICO, RISCALDAMENTO ED INDUSTRIA EMESSE NEL PERIODO 2002-2006.



riscaldamento: all'aumento di utilizzo di metano e/gpl è difatti conseguita una riduzione della nafta, combustibile a maggior tenore di zolfo.

▶ EMISSIONI PRO-CAPITE Confronto con dato nazionale

	kg emessi procapite
Italia	7
Valle d'Aosta	6

▶ INCIDENZA DELLE SORGENTI EMISSIVE Confronto con dati nazionali

Le emissioni totali di SO₂, attribuibili essenzialmente al riscaldamento, si sono progressivamente ridotte nel corso degli anni (soprattutto tra il 2002 ed il 2004). Tale riduzione è da ricondursi alla variazione di tipologie di combustibili per gli impianti di

La distribuzione sul territorio regionale delle emissioni è strettamente correlata alle attività antropiche e quindi alla distribuzione dei centri abitati e delle attività produttive, commerciali e industriali. Le maggiori quantità di SO₂ emesse sono pertanto localizzate nei centri più popolati.

Le emissioni procapite sono di poco inferiori alla media nazionale. Per quanto riguarda l'incidenza delle diverse sorgenti emissive, la ripartizione tra le diverse tipologie in Valle d'Aosta è molto diversa rispetto a quella nazionale: il contributo percentuale degli impianti di riscaldamento appare, infatti, largamente preponderante rispetto a tutte le altre tipologie di sorgente, in particolare agli impianti di produzione energetica e ai processi di combustione industriale.

4.2

Emissioni di ossidi di azoto (NO₂ e NO_x)



L'indicatore rappresenta la stima delle emissioni regionali di NO₂ e NO_x, della loro distribuzione spaziale ed evoluzione temporale e dei contributi delle diverse tipologie di sorgente. Gli ossidi di azoto sono prodotti in tutti i processi di combustione. Il traffico autoveicolare è il principale responsabile della sua emissione in ambiente urbano. Con la sigla NO_x si intende la somma di NO₂ (biossido di azoto) e di NO (monossido di azoto).

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Emissioni
- ▶ **DPSIR** **P**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato*

Tendenza

* Si rimanda all'indicatore corrispondente di concentrazione di NO_x in aria ambiente

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 351/1999
DM 60/2002
DM 261/2002
Protocollo di Göteborg (1999)
Direttiva NEC (2001/81/CE)
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali.

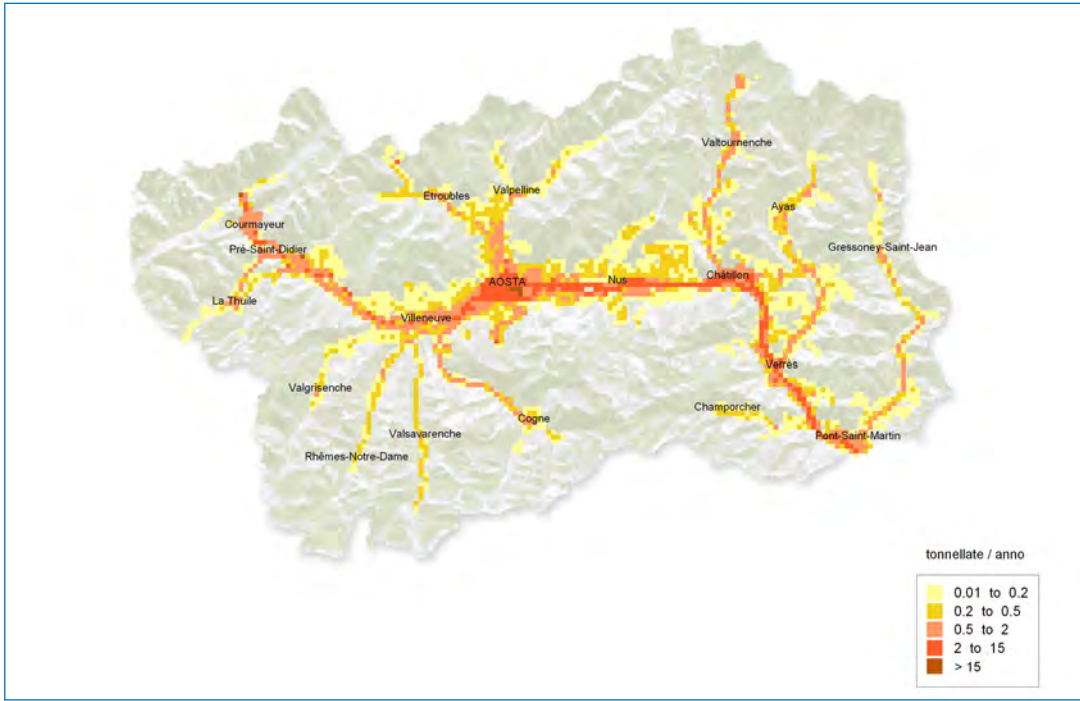
Essa è prevista esplicitamente nel Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni"
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
Non applicabile

copertura temporale e spaziale

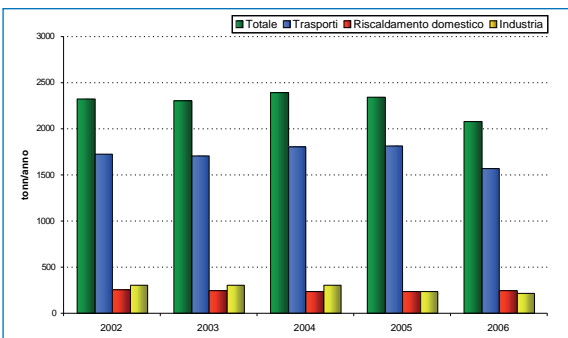
- ▶ **Aggiornamento**
Continuo, in funzione dell'acquisizione di nuovi dati
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
Tutto il territorio regionale

elaborazione e presentazione

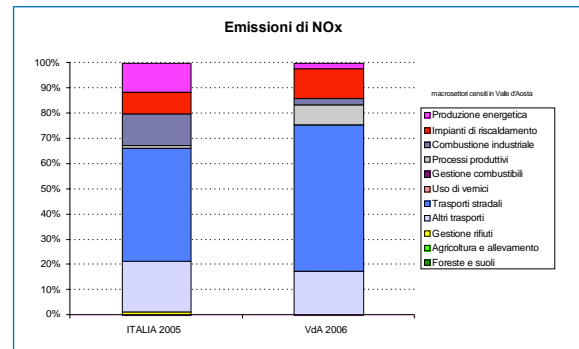
► STIMA DELLE QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI NO_x EMESSE NEL 2006 RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO



► STIMA DELLE QUANTITÀ DI NO_x TOTALI, DA TRAFFICO, RISCALDAMENTO ED INDUSTRIA EMESSE NEL PERIODO 2002-2006.



► INCIDENZA DELLE SORGENTI EMISSIVE Confronto con dati nazionali



Gli ossidi d'azoto sono tipici inquinanti da traffico autoveicolare. Nel periodo temporale preso in considerazione (2002-2006), le emissioni di NO_x hanno mostrato una sensibile riduzione tra il 2005 e il 2006, da attribuirsi all'ammodernamento del parco veicoli circolante.

► EMISSIONI PRO-CAPITE Confronto con dato nazionale

	kg emessi procapite
Italia	19
Valle d'Aosta	17

La distribuzione territoriale delle emissioni, riflette abbastanza strettamente il reticolo stradale regionale. È evidenziato in modo continuo il solco della valle principale dove sono concentrate le principali vie di traffico.

Le emissioni procapite sono di poco inferiori alla media nazionale. Per quanto riguarda l'incidenza delle sorgenti emissive, a livello nazionale si registrano maggiori apporti del settore industriale e della produzione energetica rispetto alla Valle d'Aosta.

4.3

Emissioni di polveri totali sospese (PTS) e PM₁₀



L'indicatore rappresenta una stima delle emissioni regionali di polveri, considerate globalmente (PTS) e con riferimento alla frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron (PM₁₀), oggetto dei riferimenti normativi in termini di concentrazioni ambientali. Per le PM₁₀ è riportata l'evoluzione temporale e i contributi delle diverse tipologie di sorgente.
Le polveri PM₁₀ sono originate prevalentemente da processi di combustione incompleta.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Emissioni
- ▶ **DPSIR** **P**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato*

Tendenza

* Si rimanda all'indicatore corrispondente di concentrazione di PM10 in aria ambiente

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 351/1999
DM 60/2002
DM 261/2002
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali.

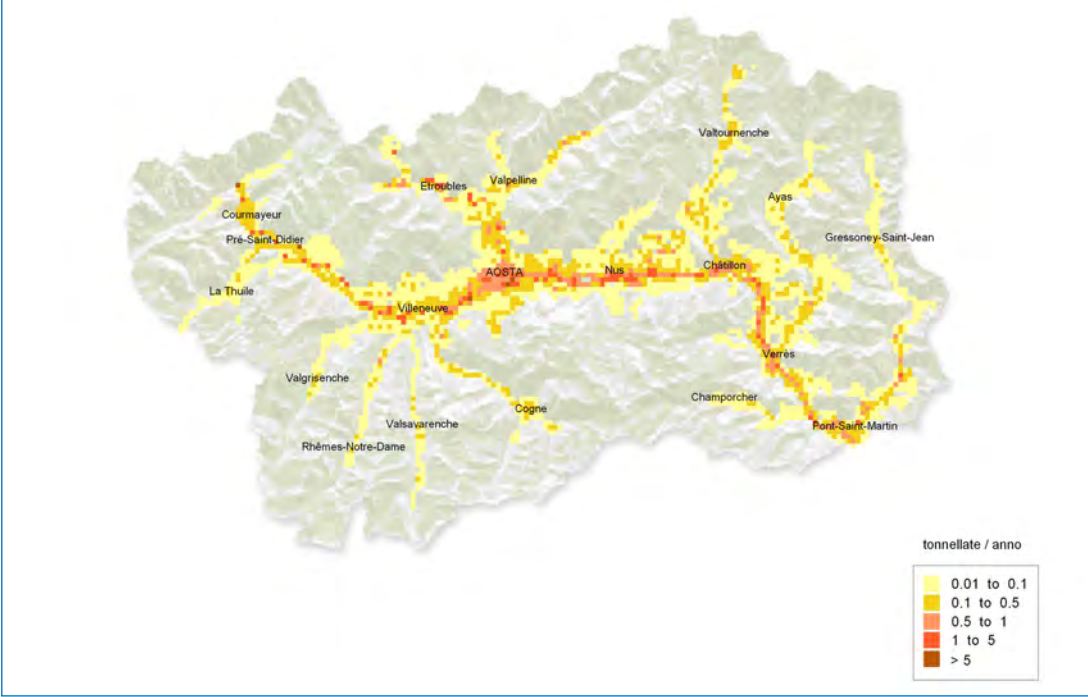
Essa è prevista esplicitamente nel Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni"
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
—

copertura temporale e spaziale

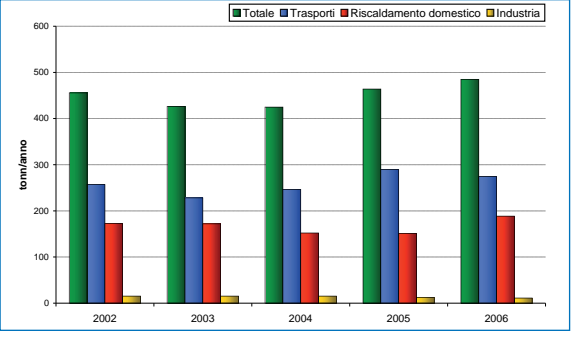
- ▶ **Aggiornamento**
Continuo, in funzione della disponibilità di aggiornamento dei dati
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
Tutto il territorio regionale

elaborazione e presentazione

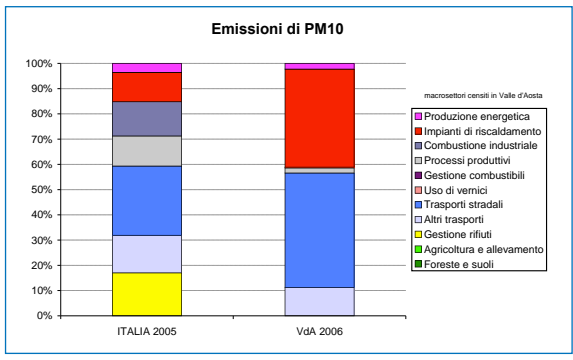
► **STIMA DELLE QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI PTS EMESSE NEL 2006 RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO**



► **STIMA DELLE QUANTITÀ DI PM₁₀ TOTALI, DA TRAFFICO, RISCALDAMENTO ED INDUSTRIA EMESSE NEL PERIODO 2002-2006.**



► **INCIDENZA DELLE SORGENTI EMISSIVE Confronto con dati nazionali**



► **EMISSIONI PRO-CAPITE Confronto con dato nazionale**

	kg emessi procapite
Italia	3
Valle d'Aosta	4

Le emissioni di polveri hanno mostrato una crescita dal 2004 al 2006 dovuto all'aumento del traffico autoveicolare autostradale e all'impiego in crescita del combustibile legnoso per riscaldamento.

La distribuzione territoriale evidenzia come le aree a maggiore emissione siano quelle del solco della valle principale dove sono concentrati i maggiori centri abitati, le principali vie di traffico e quasi tutte le attività produttive.

Le emissioni procapite sono di poco superiori alla media nazionale. A livello regionale, si osserva una maggiore incidenza delle emissioni da impianti di riscaldamento e da trasporti stradali, che da sole coprono circa l'85% delle emissioni complessive.

4.4

Emissioni di monossido di carbonio (CO)



L'indicatore rappresenta la stima delle emissioni regionali di CO, della loro distribuzione spaziale ed evoluzione temporale e dei contributi delle diverse tipologie di sorgente.
 Il monossido di carbonio è un inquinante emesso da traffico autoveicolare a benzina, soprattutto a bassi regimi di giri del motore, come avviene frequentemente nelle aree urbane a circolazione congestionata.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Emissioni
- ▶ **DPSIR** **P**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

Qualità dell'informazione 

Giudizio stato* 

Tendenza 

* Si rimanda all'indicatore corrispondente di concentrazione di CO in aria ambiente

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 351/1999
DM 60/2002
DM 261/2002
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali.

Essa è prevista esplicitamente nel Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni"
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
—

copertura temporale e spaziale

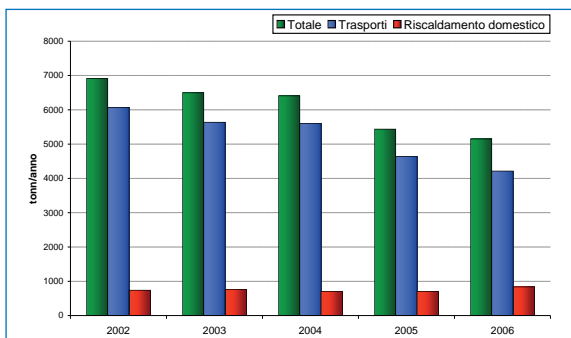
- ▶ **Aggiornamento**
Continua, in funzione della disponibilità di aggiornamento dei dati
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
Tutto il territorio regionale

elaborazione e presentazione

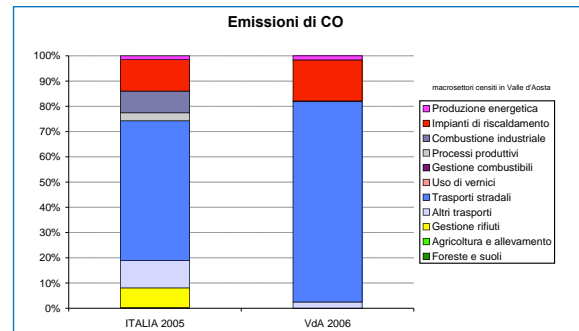
STIMA DELLE QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI CO EMESSE NEL 2006 RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO



STIMA DELLE QUANTITÀ DI CO TOTALI, DA TRAFFICO E RISCALDAMENTO EMESSE NEL PERIODO 2002-2006.



INCIDENZA DELLE SORGENTI EMISSIVE Confronto con dati nazionali



EMISSIONI PRO-CAPITE Confronto con dato nazionale

	kg emessi procapite
Italia	65
Valle d'Aosta	41

Anche il monossido di carbonio è un tipico inquinante da traffico. Le emissioni di CO hanno mostrato una riduzione tra il 2002 e il 2006. Questo è da attribuire al progressivo ammodernamento del parco veicolare circolante, essendo gli autoveicoli a benzina i principali emettitori di tale inquinante.

La distribuzione territoriale evidenzia come le aree a maggiore pressione siano quelle dei cinque principali centri abitativi della valle centrale: Aosta, Pont Saint Martin, Verrès, Châtillon - Saint-Vincent, Courmayeur in quanto tale inquinante è particolarmente legato al traffico urbano a bassi regimi di velocità.

Le emissioni procapite sono inferiori alla media nazionale. A livello nazionale si registrano maggiori apporti del settore industriale e dell'incenerimento dei rifiuti rispetto alla Valle d'aosta, dove è preponderante (80%) l'apporto delle emissioni da traffico stradale.

4.5

Emissioni di composti organici volatili non metanici (COVNM)



L'indicatore rappresenta la stima delle emissioni regionali di COVNM, della loro distribuzione spaziale ed evoluzione temporale e dei contributi delle diverse tipologie di sorgente.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Emissioni
- ▶ **DPSIR** **P**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

- Qualità dell'informazione
- Giudizio stato
- Tendenza

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 351/1999
DM 261/2002
Protocollo di Göteborg (1999)
Direttiva NEC (2001/81/CE)
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali.

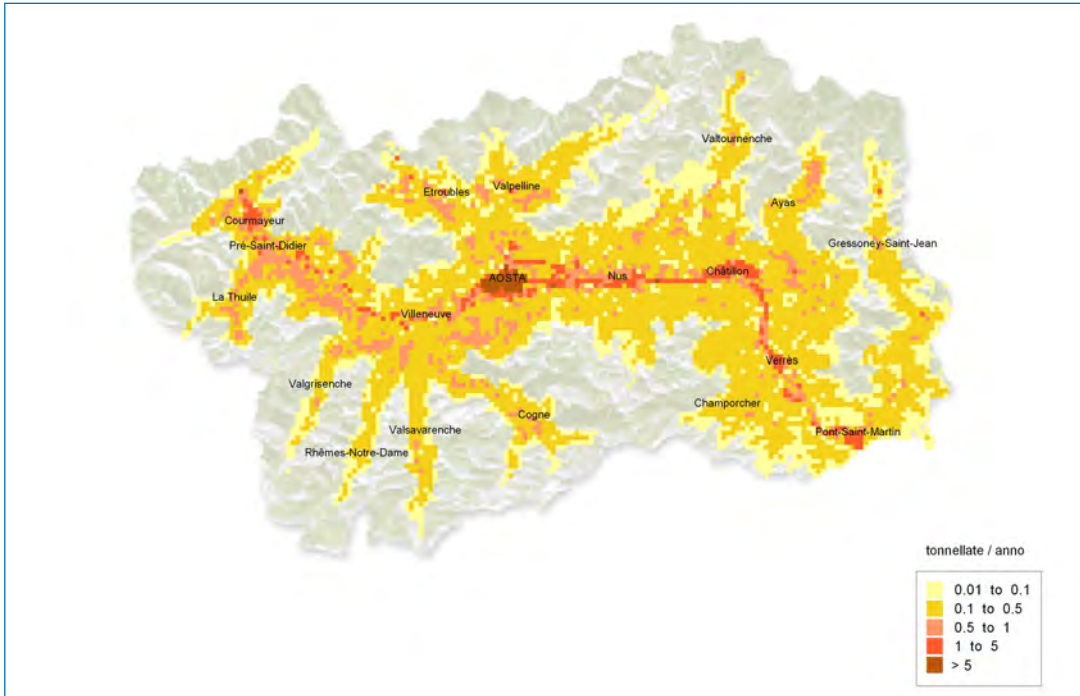
Essa è prevista esplicitamente nel Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni"
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
—

copertura temporale e spaziale

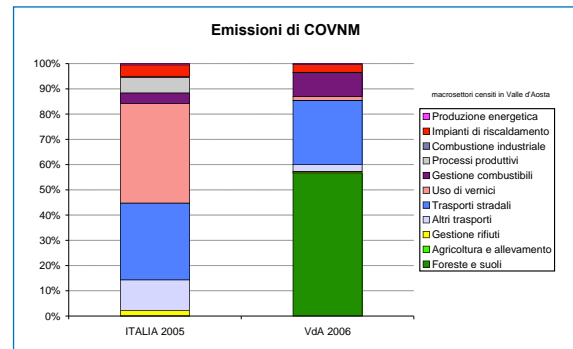
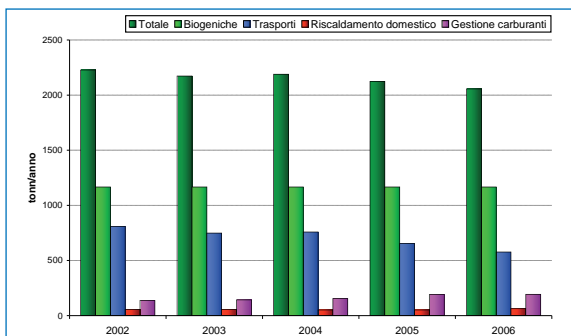
- ▶ **Aggiornamento**
Continua, in funzione della disponibilità di aggiornamento dei dati
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
Tutto il territorio regionale

elaborazione e presentazione

STIMA DELLE QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI COVNM EMESSE NEL 2006 RIFERITI A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO



STIMA DELLE QUANTITÀ DI COVNM TOTALI DA TRAFFICO, RISCALDAMENTO E GESTIONE CARBURANTI EMESSE NEL PERIODO 2002-2006.



biogenico, si osserva una lieve diminuzione in seguito al miglioramento del parco veicoli circolante.

EMISSIONI PRO-CAPITE Confronto con dato nazionale

	kg emessi procapite
Italia	21
Valle d'Aosta	16

INCIDENZA DELLE SORGENTI EMISSIVE Confronto con dati nazionali

Alle emissioni di COVNM contribuiscono in modo rilevante le sorgenti naturali. Per quanto riguarda l'andamento nel corso degli ultimi anni, considerato costante il contributo

La distribuzione sul territorio evidenzia come l'area interessata dalla emissione di COVNM sia piuttosto estesa. Essa, infatti, comprende tutte le aree boscate che contribuiscono alla emissione di questa famiglia di composti. Le quantità aumentano lungo la valle centrale, in corrispondenza dei centri abitati e delle principali arterie di traffico dove significativa è l'incidenza dei contributi delle attività antropiche.

Le emissioni procapite stimate sono inferiori alla media nazionale. Rispetto alla distribuzione delle sorgenti emissive a livello nazionale, si osserva in Valle d'Aosta l'irrelevanza delle emissioni da uso di vernici e la preponderanza delle emissioni biogeniche da foreste e suoli, che arrivano a coprire più del 50% delle emissioni totali.

4.6

Emissioni di benzene (C₆H₆)



L'indicatore rappresenta la stima delle emissioni regionali di benzene, della loro distribuzione spaziale ed evoluzione temporale e dei contributi delle diverse tipologie di sorgente. La presenza di benzene in atmosfera è dovuta principalmente alla sua presenza nella benzina.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Emissioni
- ▶ **DPSIR** **P**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato*

Tendenza

* Si rimanda all'indicatore corrispondente di concentrazione di benzene in aria ambiente

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 351/1999
DM 60/2002
DM 261/2002
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali.

Essa è prevista esplicitamente nel Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni"
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
—

copertura temporale e spaziale

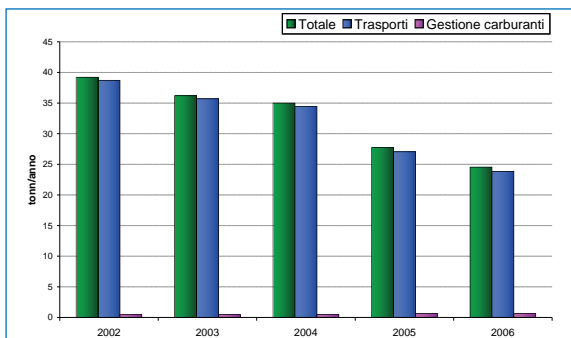
- ▶ **Aggiornamento**
Continua, in funzione della disponibilità di aggiornamento dei dati
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
Tutto il territorio regionale

elaborazione e presentazione

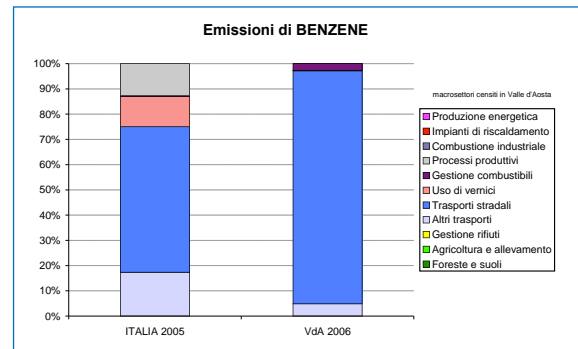
► **QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI BENZENE EMESSE NEL 2006 RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO**



► **STIMA DELLE QUANTITÀ DI BENZENE TOTALE DA TRAFFICO E DALLA GESTIONE DEI COMBUSTIBILI EMESSE NEL PERIODO 2002-2006.**



► **INCIDENZA DELLE SORGENTI EMISSIVE Confronto con dati nazionali**



Le emissioni di benzene sono da attribuire soprattutto ai trasporti, in particolare agli autoveicoli a benzina.

La tendenza delle emissioni di benzene mostra una chiara e costante riduzione negli ultimi anni grazie all'ammodernamento del parco veicolare.

La distribuzione sul territorio della regione delle emissioni è strettamente correlata al trasporto su strada, e riflette i volumi di traffico sul reticolo stradale regionale.

Le emissioni procapite sono di poco superiori alla media nazionale. Anche la distribuzione di incidenza per tipologia di sorgente mostra significative differenze: in Valle d'Aosta il contributo dei trasporti stradali è assolutamente preponderante (maggiore del 90%), mentre a livello nazionale è dell'ordine del 60%.

► **EMISSIONI PRO-CAPITE Confronto con dato nazionale**

	kg emessi procapite
Italia	0.18
Valle d'Aosta	0.20

4.7

Emissioni di ammoniaca (NH₃)



L'indicatore rappresenta la stima delle emissioni regionali di ammoniaca, della loro distribuzione spaziale ed evoluzione temporale e dei contributi delle diverse tipologie di sorgente.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Emissioni
- ▶ **DPSIR** (P)

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

Qualità dell'informazione 

Giudizio stato 

Tendenza 

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
DM 261/2002
Protocollo di Goteborg (1999)
Direttiva NEC (2001/81/CE)
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali.

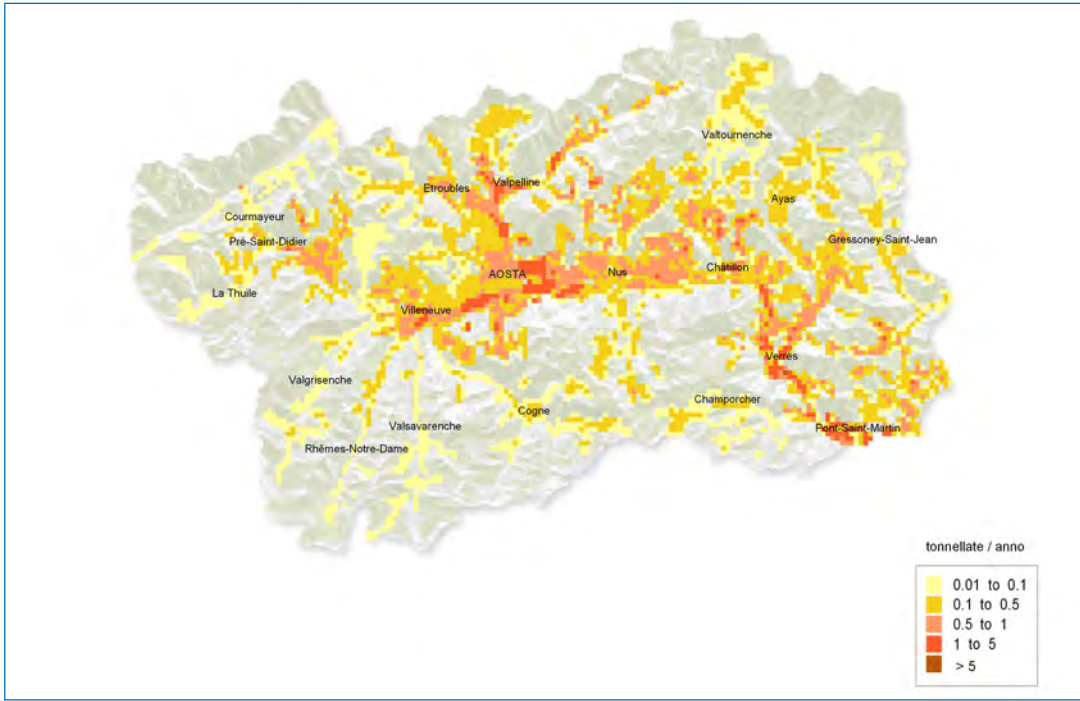
Essa è richiesta dal Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni"
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
—

copertura temporale e spaziale

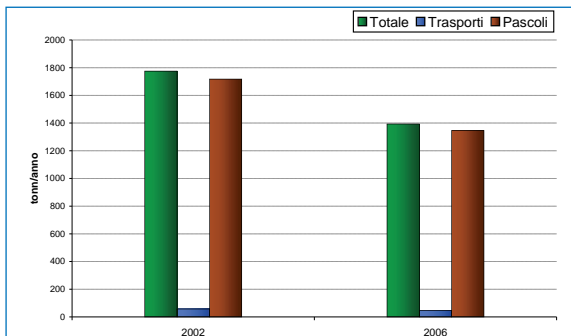
- ▶ **Aggiornamento**
Continuo, in funzione della disponibilità di aggiornamento dei dati
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Triennale
- ▶ **Copertura territoriale**
Tutto il territorio regionale

elaborazione e presentazione

▶ QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI NH₃ EMESSE NEL 2006 RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO



▶ STIMA DELLE QUANTITÀ DI NH₃ TOTALI DA TRAFFICO E DA PASCOLO EMESSE NEGLI ANNI 2002 E 2006.

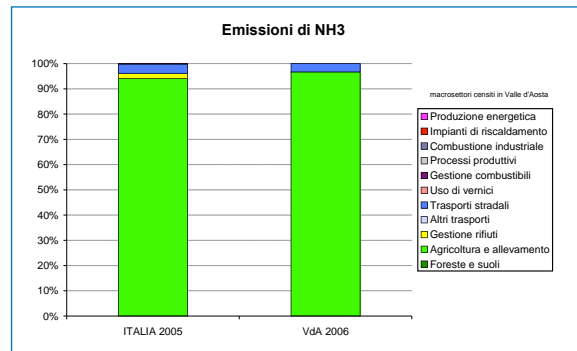


▶ EMISSIONI PRO-CAPITE Confronto con dato nazionale

	kg emessi procapite
Italia	7
Valle d'Aosta	11

▶ INCIDENZA DELLE SORGENTI EMISSIVE Confronto con dati nazionali

Le emissioni di NH₃ sono attribuibili essenzialmente all'attività di allevamento di bestiame. Sono state riportate le emissioni del 2002 e quelle del 2006 in quanto per le prime si è utilizzato il numero di



capi bestiame desunto dal Censimento ISTAT sull'agricoltura del 2001, mentre per il 2006 sono stati reperiti dati aggiornati dall'Assessorato Agricoltura e Risorse Naturali.

La distribuzione sul territorio della regione delle emissioni è strettamente correlata alle attività di pastorizia, le maggiori quantità di sostanze emesse sono pertanto localizzate in corrispondenza delle zone di territorio dedicate alle attività di pascolo. Si nota come le emissioni siano diminuite in ragione della riduzione del numero di capi bestiame rilevata negli ultimi anni.

Le emissioni procapite sono superiori alla media nazionale. L'incidenza percentuale delle sorgenti emmissive non mostra significative differenze a livello nazionale e regionale.

4.8

Emissioni di gas climalteranti





L'indicatore rappresenta la stima delle emissioni regionali di gas climalteranti, della loro distribuzione spaziale ed evoluzione temporale e dei contributi delle diverse tipologie di sorgente. L'attenzione generale verso la presenza in atmosfera dei gas responsabili dell'effetto serra è cresciuta enormemente nell'ultimo decennio, in relazione ai rapidi aumenti della temperatura media in molte zone della superficie terrestre, ai conseguenti effetti di variazione del clima e agli impatti conseguenti sull'ambiente e il territorio.


classificazione



- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Emissioni
- ▶ **DPSIR** **P**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

Qualità dell'informazione 

Giudizio stato 

Tendenza* 

* CO₂ 
 CH₄, N₂O e SF₆ 

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
L. 120/02: Protocollo di Kyoto (1999)
L. 65/94: Convenzione quadro sui cambiamenti climatici
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali.

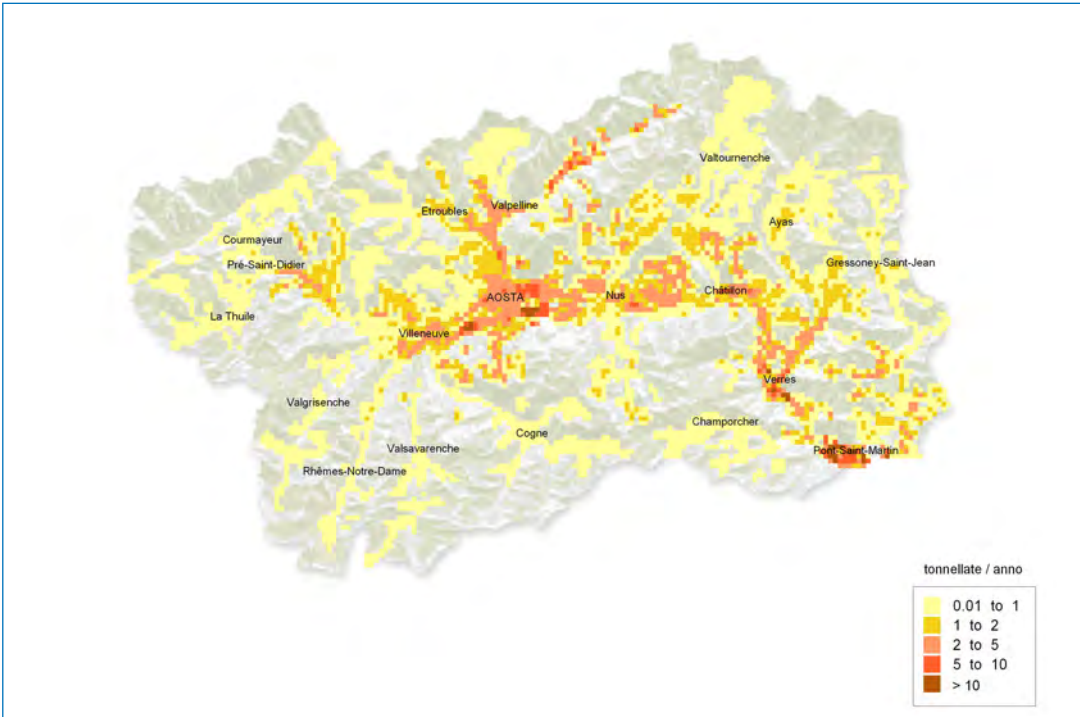
Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (LR 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni"
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
—

copertura temporale e spaziale

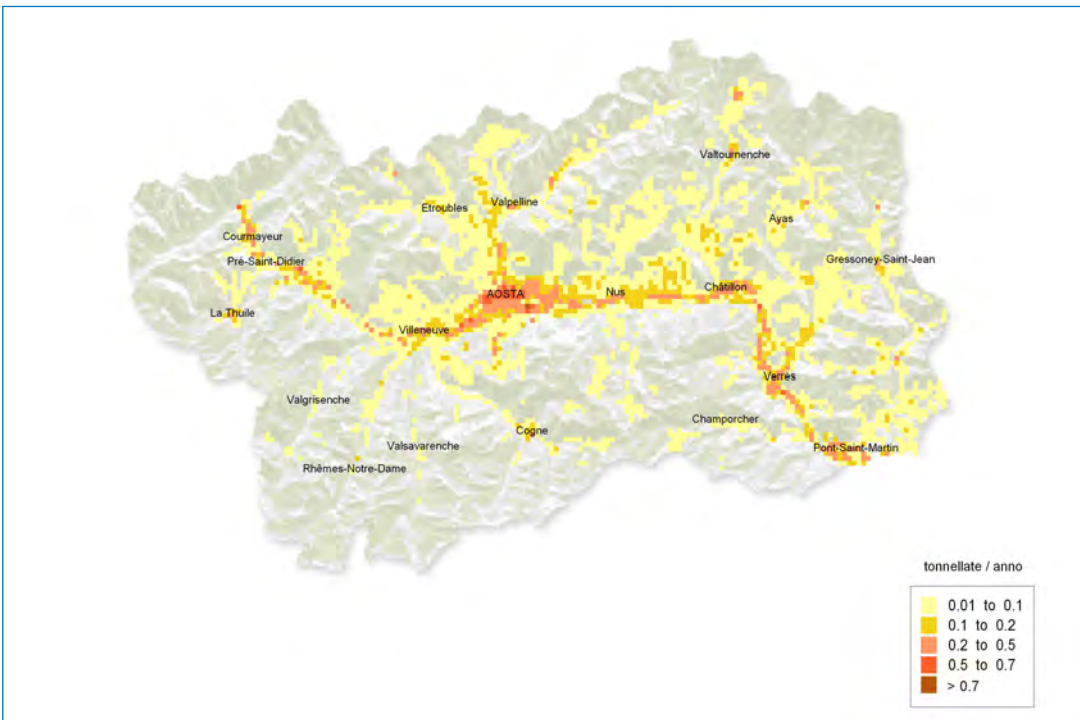
- ▶ **Aggiornamento**
Continuo, in funzione della disponibilità di aggiornamento dei dati
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
Tutto il territorio regionale

elaborazione e presentazione

▶ **QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI METANO (CH₄) EMESSE NEL 2006 RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO**



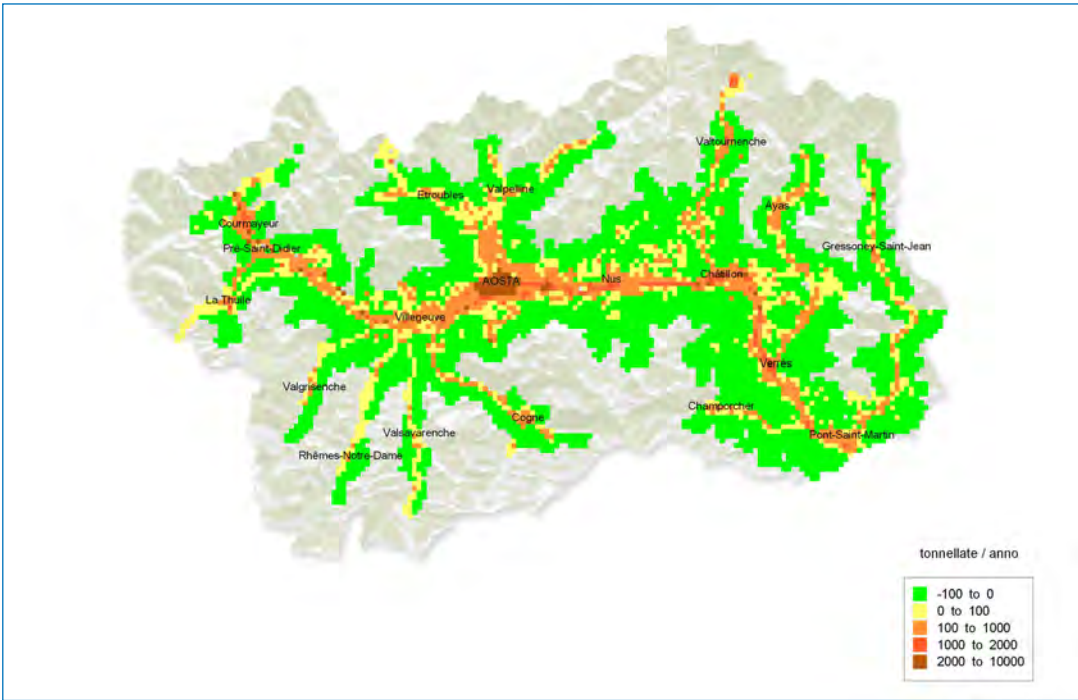
▶ **QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI PROTOSSIDO D'AZOTO (N₂O) EMESSE NEL 2006 RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO**



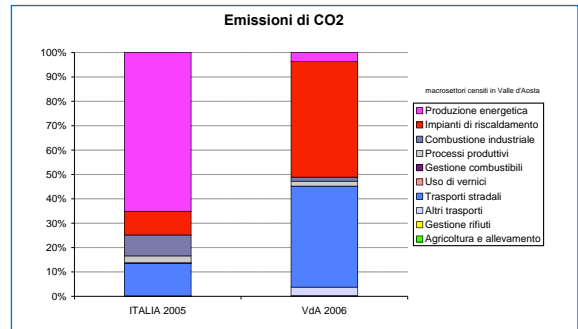
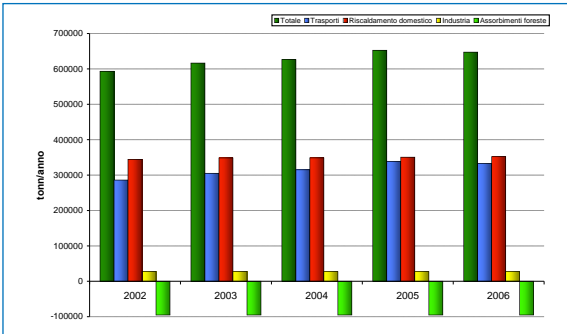
Le emissioni totali di CH₄ e N₂O sono attribuite essenzialmente ai settori dell'allevamento e non hanno subito grandi variazioni nel corso degli anni.

4.8

▶ QUANTITÀ TOTALI ANNUALI DI ANIDRIDE CARBONICA (CO₂) EMESSE NEL 2006 RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 m DI LATO



▶ STIMA DELLE QUANTITÀ DI CO₂ TOTALI DA TRAFFICO, RISCALDAMENTO ED INDUSTRIA EMESSE E ASSORBITE NEL PERIODO 2002-2006.



La distribuzione sul territorio regionale delle emissioni di gas climalteranti è generalmente correlata alle attività antropiche ed è quindi concentrata soprattutto nella valle centrale. Per l'anidride carbonica si evidenzia la vasta area di assorbimento, corrispondente con la presenza di boschi. L'assorbimento raggiunge il 13% delle emissioni complessive.

▶ EMISSIONI PRO-CAPITE DI CO₂ Confronto con dato nazionale

	tonn emesse procapite
Italia	14
Valle d'Aosta	5

Le emissioni procapite di CO₂ sono inferiori alla media nazionale, anche per effetto del contributo dell'assorbimento da parte dei boschi. Per quanto riguarda l'incidenza delle sorgenti emissive, si evidenzia, a livello nazionale, la preponderanza del settore di produzione energetica, irrilevante a livello regionale.

▶ INCIDENZA DELLE SORGENTI EMISSIVE DI CO₂ Confronto con dati nazionali

L'anidride carbonica (CO₂), che è anche un componente naturale dell'atmosfera, è principalmente emessa dai trasporti e dal riscaldamento residenziale. La variazione nel corso degli anni è legata all'aumento del flusso veicolare, soprattutto autostradale. Tale sostanza, rispetto alle altre esaminate nell'inventario, entra anche in natura in un fondamentale ruolo ambientale, essendo assorbita nel ciclo fotosintetico delle piante.

▶ ESAFLUORURO DI ZOLFO (SF₆)

Va segnalata la presenza in Valle d'Aosta, in comune di Verrès, di uno stabilimento per la produzione di componenti in lega di magnesio impiegante nel ciclo produttivo il gas - serra esafluoruro di zolfo (SF₆) come agente inertezzante per separare i bagni di magnesio fuso dall'ossigeno dell'aria. Lo stabilimento è assoggettato a procedura IPPC (vedi approfondimento pag. 44). I quantitativi di SF₆ emessi annualmente sono i seguenti: 2004 - 3944 kg, 2005 - 3544 kg, 2007 - 2270 kg. Le emissioni di SF₆ sono in diminuzione.

Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche nell'area urbana di Aosta giugno 2006 - luglio 2007

Devis Panont, Marco Pignet, Cristina Gibellino, Lorena Masieri, Stefania Vaccari

Le deposizioni atmosferiche sono costituite dal particolato presente nell'aria ambiente che si deposita sul suolo a seguito della sedimentazione gravitazionale (deposizioni secche) e delle precipitazioni atmosferiche piovose e nevose (deposizioni umide). Nel loro insieme, esse costituiscono le deposizioni totali (secche e umide) che contribuiscono ai livelli di inquinamento dei suoli e delle acque superficiali, e la cui composizione chimica riflette la presenza di sostanze inquinanti nell'aria.

L'attenzione verso le deposizioni atmosferiche, una matrice chiave di migrazione delle sostanze inquinanti nell'ambiente, è sempre crescente. Non sono, tuttavia, al momento consolidate le procedure di monitoraggio ambientale condivise a livello nazionale e comunitario. Metodi comuni per il monitoraggio delle deposizioni e per l'elaborazione delle informazioni sono contenuti nella Direttiva Europea 2004/107/CE. Il suo recepimento è recentissimo (D.Lgs. 152/07) e permetterà di pervenire ad una base dati omogenea sul territorio nazionale. Ad oggi, i dati di letteratura disponibili in merito a campagne di monitoraggio condotte sulle deposizioni atmosferiche sono assai scarsi (con eccezione delle deposizioni radioattive, vedi par 9.3, pag. 250).

L'ARPA Valle d'Aosta ha condotto, nel periodo giugno 2006 - luglio 2007, una prima campagna di misura delle deposizioni atmosferiche totali per valutare i livelli di deposizione al suolo di metalli, IPA, PCB, diossine e furani nell'area urbana di Aosta. Per quanto riguarda i valori di riferimento, essi non sono attualmente stabiliti dalla normativa nazionale e comunitaria.

1. La rete di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche

In Fig. 1 vengono indicate le collocazioni dei siti di mo-

onitoraggio in una foto aerea dell'area urbana di Aosta. La rete di monitoraggio è costituita dai seguenti quattro siti:

- sito denominato "Tetto CAS", sul tetto di copertura del reparto acciaieria dello stabilimento Cogne Acciai Speciali;
- sito denominato "Via 1 maggio", in un'area confinante con il reparto acciaieria ad ovest dello stabilimento Cogne Acciai Speciali;
- sito denominato "Via Roma", nel parcheggio del collegio San Giuseppe di Via Roma, a pochi metri dalla SS 26;
- sito denominato "Quartiere Dora", situato ad est dello stabilimento CAS, nel parcheggio della struttura che ospita la palestra.

La rete di monitoraggio è stata definita individuando come principali fonti di emissione di particolato il traffico veicolare, il riscaldamento domestico ed il reparto acciaieria della Cogne Acciai Speciali, con l'obiettivo di valutare l'incidenza delle fonti di emissione considerate su diverse zone dell'area urbana di Aosta. A tale scopo sono stati ipotizzati, sulla base delle conoscenze in possesso, i livelli di incidenza delle singole fonti secondo lo schema di Tabella 1.

	Tetto CAS	Via 1 maggio	Via Roma	Quartiere Dora
Traffico veicolare	Molto basso	Alto	Molto alto	Alto
Riscaldamento domestico	Molto basso	Basso	Alto	Alto
Acciaieria CAS	Molto alto	Alto	Basso	Medio

Tabella 1 Stima dei livelli di influenza delle principali fonti di emissione sui siti prescelti di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche



Figura 1 Siti di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche totali



approfondimento



2. I metodi di campionamento

In ogni sito di monitoraggio è stata installata una stazione di campionamento comprendente due deposimetri di tipo Bulk per la raccolta delle deposizioni sia secche che umide, costituiti rispettivamente da due recipienti di sezione rettangolare (Fig. 2), uno in plastica per la determinazione di metalli e uno in acciaio inox per la determinazione di microinquinanti organici (IPA, PCDD/F, PCB). I deposimetri sono stati esposti all'aria ambiente per periodi di durata mensile. Il campionamento è stato ripetuto per 13 mesi consecutivi da giugno 2006 a luglio 2007. Al termine di ogni periodo di esposizione si è proceduto alla raccolta del campione da analizzare, provvedendo ad un accurato lavaggio della superficie interna dei deposimetri, e raccogliendo la soluzione acquosa di lavaggio da sottoporre ad analisi di laboratorio. In mancanza di deposizione umida (acqua piovana) all'interno del deposimetro, per la raccolta del campione è stata utilizzata una quantità nota di acqua deionizzata ultrapura.



Figura 2 Stazione di monitoraggio di Via 1 maggio (a sinistra) e stazione posta sul tetto dell'acciaieria CAS (a destra)



3. I metodi di analisi

Metalli e anioni

Le determinazioni analitiche di metalli e anioni sono state condotte dal laboratorio dell'ARPA Valle d'Aosta.

Il campione è stato filtrato e si è provveduto ad analizzare sia il materiale presente sul filtro che il liquido filtrato. I metalli pesanti sono stati determinati mediante spettrofotometria di assorbimento atomico sommando le quantità contenute nel filtro e nel filtrato. Nel liquido filtrato sono stati determinati, mediante cromatografia ionica, gli anioni ed i cationi. Su un'aliquota del campione tal quale è stato determinato il Cr^{VI} mediante metodo colorimetrico alla difenilcarbazide (DFC) ed il mercurio mediante analizzatore diretto.

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Anche le determinazioni analitiche degli IPA sono state condotte dal laboratorio dell'ARPA Valle d'Aosta. Sono stati determinati i 16 IPA indicati come prioritari dall'EPA e, in aggiunta: il dibenzo(a,e)pirene, il dibenzo(a,h)pirene, il dibenzo(a,i)pirene e il dibenzo(a,l)pirene.

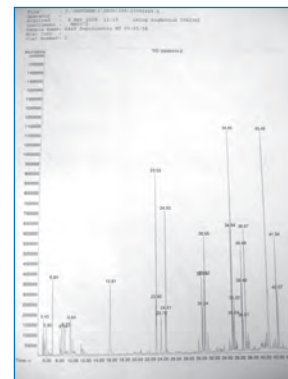
Il campione è stato filtrato mediante filtro in nitrato di cellulosa che successivamente è stato essiccato ed estratto con diclorometano in bagno ad ultrasuoni. L'estratto è stato sottoposto a concentrazione e purificazione ed infine iniettato al gascromatografo con rivelatore a spettrometria di massa.

Diossine e furani (PCDD/PCDF)

Il laboratorio dell'ARPA Valle d'Aosta non è attualmente in possesso della strumentazione necessaria per effettuare le analisi di diossine e furani, e pertanto tali analisi sono state affidate a due laboratori esterni. Nei campioni analizzati sono stati determinati i 17 congeneri di diossine e furani e altri 12 PCB diossina simili (PCB-DL - dioxin like) secondo lo standard dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (World Health Organization - WHO).



Figura 3 Le analisi di metalli pesanti e IPA sui campioni di deposizione totale sono state condotte presso il laboratorio dell'ARPA Valle d'Aosta



4. I risultati della campagna di monitoraggio

Diossine e furani (PCDD/PCDF)

Nella Tabella 2 vengono riportati i valori medi misurati di deposizione di diossine e furani espressi come tossicità equivalente (I-TEQ, tossicità equivalente secondo la Classificazione Internazionale), ottenuta dalla somma dei prodotti dei fattori di tossicità equivalente dei singoli congeneri (TEF_i) e delle rispettive concentrazioni (C_i) secondo la formula:

$$I-TEQ = \sum_i (C_i \cdot TEF_i)$$

I dati relativi alle deposizioni atmosferiche reperibili in letteratura sono pochi, soprattutto in Italia. Per una prima valutazione dei risultati ottenuti, sono stati presi a riferimento due studi:

Parametro	U. M.	Aosta Via 1 maggio	Aosta Via Roma	Aosta Quartiere Dora	Comune di Mantova*	Area Coriano (Forlì)*
		Giugno - Agosto 2006			Stagione calda	
PCDD/F come I-TEQ	pg /m ² d	2,0	1,69	0,92	1,2 ÷ 4,7	0,5 ÷ 2,7
		Ottobre 2006 - Gennaio 2007			Stagione fredda	
PCDD/F come I-TEQ	pg/m ² d	0,97	1,67	0,47	2,7 ÷ 5,1	0,6 ÷ 2,9

* L'intervallo di valori indicato comprende i valori rilevati nei diversi siti di misura e in diversi periodi

Tabella 2 Valori medi di deposizione totale di PCDD/F (espressi come tossicità equivalente totale I-TEQ) rilevati nei siti di monitoraggio dell'area urbana di Aosta confrontati con i valori riportati in altri studi

- il *“Rapporto Istisan 06/43 - Microinquinanti organici e inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali”* (condotto negli anni 2000-2001), condotto dall'Istituto Superiore di Sanità nell'area urbana di Mantova, città che per dimensioni risulta confrontabile con l'area urbana di Aosta e delle località limitrofe, pur presentando una realtà industriale diversa, caratterizzata dalla presenza di fonti di emissione costituite principalmente da attività industriali nel settore petrolchimico e da centrali termoelettriche;
- lo *“Studio ambientale territoriale dell'area industriale urbana Coriano del Comune di Forlì”* (pubblicata a marzo 2006) condotta dall'ARPA Emilia Romagna in collaborazione con l'Università di Bologna e l'Istituto Superiore di Sanità; l'area di Coriano è posta a ridosso della città di Forlì ed è caratterizzata da diverse tipologie di attività produttive e due impianti di incenerimento dei rifiuti.

I valori di deposizione totale, da considerarsi come valori medi del periodo considerato, sono espressi in termini di massa di inquinante per unità di superficie e di tempo.

I valori rilevati nell'area urbana di Aosta sono compresi tra 0,47 e 2 pg I-TEQ/m²d, e risultano confrontabili con i livelli misurati nella città di Mantova e nell'area di Coriano (Forlì).

Nel sito Tetto CAS sono stati misurati valori compresi tra 0,39 e 7,9 pg I-TEQ/m²d, che risultano leggermente superiori a quelli misurati nei siti dell'area urbana di Aosta.

Per quanto riguarda il confronto con altri studi internazionali, si riportano di seguito i valori di deposizione totale rilevati in alcuni paesi europei ed in Giappone (fonte: Rapporto ISTISAN 06/43):

- Belgio: 0,9 -12 pg I-TEQ/m²d (siti urbani), 0,7 -3,1 pg I-TEQ/m²d (siti rurali);
- Germania: 0,5 -464 pg I-TEQ/m²d (siti urbani);
- Regno Unito: 0,4 -312 pg I-TEQ/m²d (siti urbani);
- Osaka (Giappone): 50 -80 pg I-TEQ/m²d (siti urbani).

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Gli IPA, ed in particolare il benzo(a)pyrene, sono considerati indicatori dell'inquinamento prodotto dal traffico veicolare. I livelli di IPA totali nelle deposizioni rilevati nei siti di Via Roma e del Quartiere Dora risultano più elevati rispetto agli altri siti, e questo dato può essere ricondotto principalmente alla maggior influenza del traffico veicolare sui livelli locali di inquinamento dell'aria.

Metalli pesanti

I valori di deposizione di metalli pesanti sono at-

tualmente oggetto di una campagna di monitoraggio estesa all'intera Piana di Aosta.

I primi dati acquisiti nella campagna 2006-2007 permettono di trarre alcune indicazioni importanti:

- La fonte emissiva è individuabile nello stabilimento CAS, come ragionevolmente prevedibile a priori, quantomeno per i metalli come Ni, Cr, Fe, Mn costituenti caratteristici degli acciai prodotti, o, come Zn e Pb, presenti come impurezza nel rottame trattato. Infatti, le deposizioni di questi metalli al sito di campionamento sul tetto dello stabilimento CAS sono mediamente superiori di un ordine di grandezza a quelle negli altri punti di misura. Tra questi ultimi, il sito soggetto a maggiori deposizioni è quello di via 1° maggio, che è il più vicino alle principali sorgenti emmissive.
- Le deposizioni risentono in modo critico delle condizioni meteorologiche complessive, e in particolare della ventosità della zona considerata. I valori massimi si rilevano nei mesi da marzo a settembre, mentre nel periodo invernale le deposizioni sono molto inferiori. Le condizioni meteorologiche agiscono sui valori di deposizione del materiale particellare in un modo tendenzialmente opposto a quanto accade per i livelli di concentrazione degli inquinanti primari gassosi in atmosfera.
- Le deposizioni dei metalli, soprattutto sul tetto dell'acciaieria CAS ma anche nelle altre postazioni, dipendono non solo dalle emissioni, convogliate e diffuse, dello stabilimento, ma anche dall'effetto di risospensione eolica della polvere presente sulle coperture del fabbricato e depositatesi a seguito dell'attività dell'acciaieria nel corso degli anni. Questo fenomeno, evidentemente accentuato nei mesi maggiormente ventosi, è dimostrato dall'entità delle deposizioni metalliche nel mese di luglio 2006, in corrispondenza del periodo di fermata estiva del reparto acciaieria, con valori al tetto CAS dell'ordine del 30% di quelli rilevati negli altri mesi primaverili ed estivi con gli impianti in funzione.

A completamento di questo paragrafo sulle deposizioni atmosferiche, si riportano di seguito i diagrammi qualitativi della diversa entità delle deposizioni di particolato PM₁₀ emesso dall'acciaieria CAS nelle aree circostanti lo stabilimento, con riferimento ad un periodo con condizioni meteorologiche ben definite (mese di aprile 2007). Queste rappresentazioni sono ottenute da simulazioni modellistiche. Sono raffigurate separatamente le deposizioni da emissioni convogliate (Fig.4) e da emissioni diffuse (Fig.5). La differente configurazione territoriale delle deposizioni dipende dalla diversità delle sorgenti emmissive e delle dinamiche di emissione: le emissioni convogliate, a quote superiori, sono maggiormente soggette all'azione di tra-



approfondimento



sporto e dispersione dei venti, con direzione dominante, nel periodo considerato, da est verso ovest, come caratteristico dei periodi di brezza primave-

rile, con particolare intensità della componente incanalata di fondo valle della corrente diurna ascendente (brezza di valle).



approfondimento

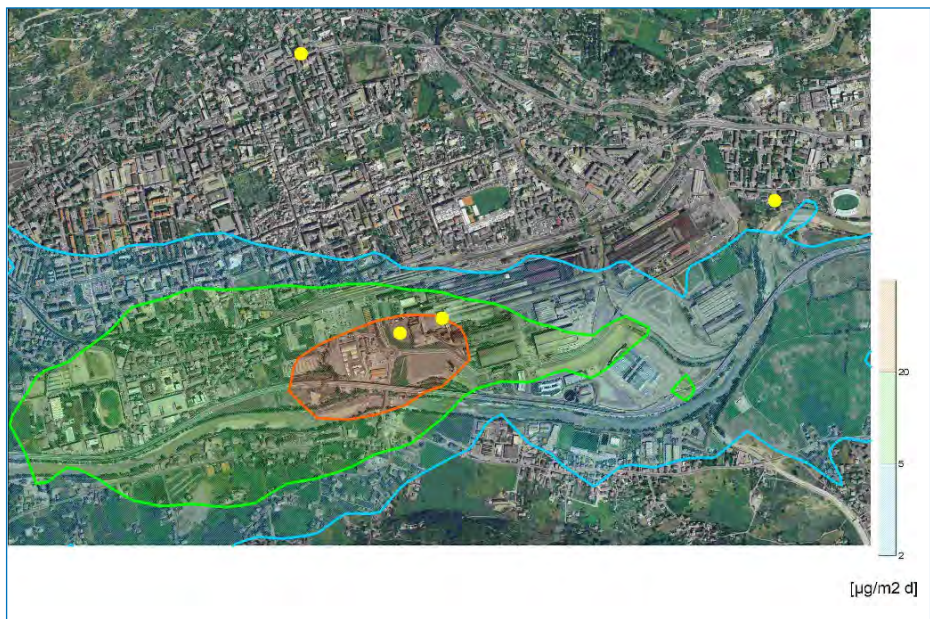


Figura 4
Rappresentazione grafica della simulazione modellistica delle zone di maggiore ricaduta delle emissioni convogliate dell'acciaiera nel mese di aprile 2007



Figura 5
Rappresentazione grafica dei risultati della simulazione modellistica dei livelli di deposizione totale di PM₁₀ proveniente dalle emissioni diffuse dall'acciaiera nel mese di aprile 2007



Impatti delle emissioni dell'acciaiera CAS sull'inquinamento atmosferico di Aosta

Tiziana Magri, Giordano Pession, Massimo Faure Ragani

Nel 2007 è stato installato, nell'area compresa tra il limite ovest dello stabilimento Cogne Acciai Speciali e via 1° maggio, un laboratorio mobile equipaggiato con sensori meteorologici e analizzatori chimici dei principali inquinanti atmosferici. In questo modo si è costituito, insieme alle centraline già esistenti di Piazza Plouves e di Quartiere Dora, un sistema di monitoraggio completo dell'area urbana circostante l'acciaiera, sia per distribuzione spaziale delle stazioni, che per rappresentatività di situazioni a diverso contributo di sorgenti inquinanti. I dati di sintesi relativi alle concentrazioni medie annue ed i relativi superamenti dei valori limite sono riportati per il particolato PM₁₀ in tabella 1 e in figura 1, e per gli ossidi di azoto in

PM ₁₀	Piazza Plouves	Q.re Dora	Via 1 Maggio
n. di superamenti del valore giornaliero di 50 µg/m ³	14	42	57
Media annuale (µg/m ³)	25	31	33

Tabella 1 Concentrazioni medie annue di PM₁₀ e numero di superamenti del valore limite rilevati in Aosta

tabella 2. Per il dettaglio dei limiti normativi si rimanda ai relativi indicatori di qualità dell'aria. Si osserva che il valore medio annuale di concentrazione di NO_x non è confrontabile con il valore limite normativo, definito per la protezione della vegetazione, essendo i siti di misura di tipo urbano. Per quanto riguarda il PM₁₀, le concentrazioni medie annue registrate in di Via 1 maggio e al Quartiere Dora risultano maggiori (rispettivamente del 32% e del 24%) rispetto a quella rilevata in Piazza Plouves. Più marcata è la differenza del numero di superamenti annuali del valore di riferimento per la media giornaliera di PM₁₀: essi, nelle stazioni di Quartiere Dora e Via 1 maggio, risultano 3-4 volte superiori rispetto a Piazza Plouves. I maggiori livelli di inquinamento da PM₁₀ in Via 1 maggio e nel Quartiere Dora possono essere ricondotti alla fonte emissiva costituita dallo stabilimento Cogne Acciai Speciali. Infatti, sulla base di analisi effettuate sui dati di qualità dell'aria in rapporto ai flussi di traffico, si può affermare che il traffico veicolare appare influenzare in modo paragonabile le concentrazioni di polveri in atmosfera nei tre siti di misura. Analizzando, inoltre, gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere



Figura 1 Concentrazioni medie annue di PM₁₀ (riquadro verde) e numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg/m³ (riquadro arancione) rilevati in Aosta nel 2007.

	Piazza Plouves	Teatro Romano	Q.re Dora	Via 1 Maggio
NO ₂	n. superamenti del valore orario di 200 µg/m ³	0	0	22
	n. superamenti del valore orario di 400 µg/m ³	0	0	4
	media annuale (µg/m ³)	29	27	31
NO _x	media annuale (µg/m ³)	61	48	68

Tabella 2 Concentrazioni medie annue degli Ossidi di azoto e numero di superamenti del valore limite.



approfondimento





approfondimento

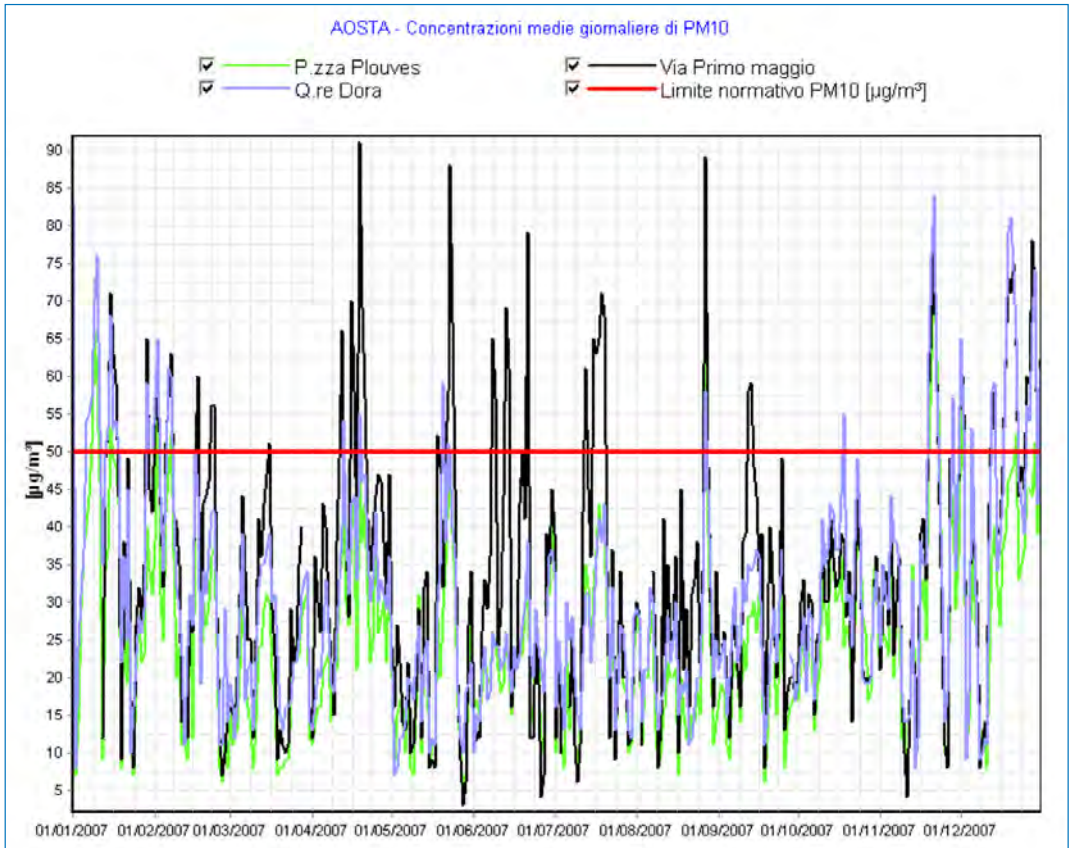


Figura 2 Andamento delle concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ rilevate nei siti di Aosta

dei 3 siti riportati in Fig. 2, si osserva che i valori più elevati in via 1° maggio rispetto agli altri siti si riscontrano durante i mesi primaverili - estivi. In tale periodo, si innescano i meccanismi delle brezze di valle e di monte che vanno ad interessare il solco vallivo in direzione est-ovest e che determinano la dispersione del particolato emesso dallo stabilimento CAS lungo l'asse in cui sono situate le stazioni di Via 1 Maggio e Quartiere Dora. Durante il periodo invernale la situazione risulta invece più omogenea.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, invece, le concentrazioni risultano abbastanza omogenee nei 4 siti di misura sia come media annuale, sia come andamento delle medie orarie. La fonte di emissione degli ossidi di azoto è costituita dal traffico veicolare; nell'area qui presa in esame è riportato il contributo del riscaldamento domestico e dei forni di trattamento termico dello stabilimento CAS.





Stabilimento Cogne Acciai Speciali e Becca di Viou

4.9

Concentrazioni di biossido di zolfo (SO₂) nell'aria ambiente



Il biossido di zolfo (SO₂) è un inquinante primario generato nel processo di combustione dallo zolfo presente nei combustibili (impianti di riscaldamento che utilizzano oli combustibili e gasolio, motori diesel). Contribuisce al fenomeno delle deposizioni acide.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Qualità dell'aria
- ▶ **DPSIR** **S**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione 

Giudizio stato 

Tendenza 

riferimenti normativi

▶ Normativa di riferimento

D.Lgs. 351/99
DM 60/2002

▶ Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore è richiesta esplicitamente dalla normativa

▶ Livelli normativi di riferimento

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
SO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana	Media giornaliera	Massimo 3 giorni all'anno di superamento della media giornaliera di 125 µg/m ³
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media oraria	Massimo 24 ore all'anno di superamento della media oraria di 350 µg/m ³
	Soglia di allarme	Media oraria (su tre ore consecutive)	500 µg/m ³
	Valore limite per la protezione della ecosistemi	Media annuale Media invernale	20 µg/m ³

copertura temporale e spaziale

▶ Aggiornamento

31/12/2007

▶ Periodicità di aggiornamento

Annuale

▶ Copertura territoriale

2 stazioni di monitoraggio in continuo sul territorio regionale (Aosta - Piazza Plouves e Morgex)

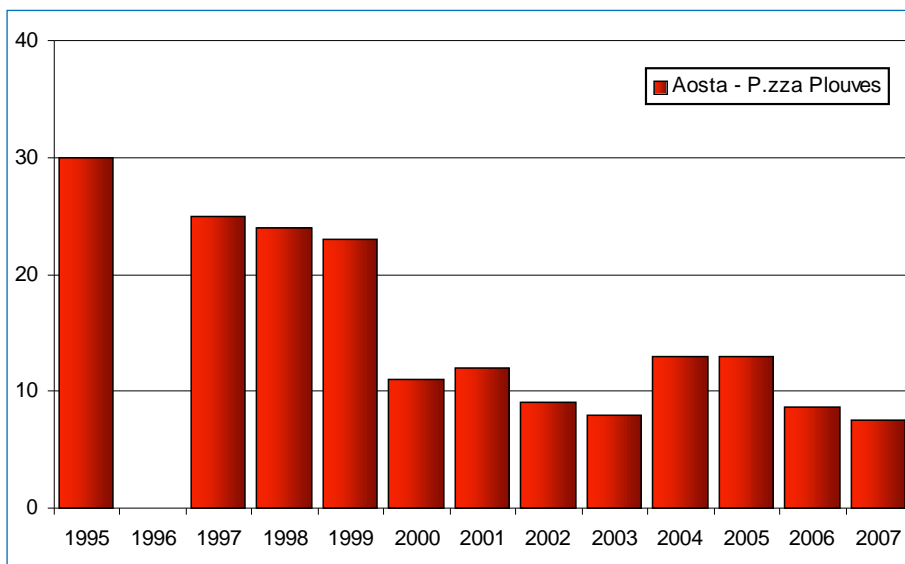
elaborazione e presentazione

SINTESI DEI DATI DI CONCENTRAZIONE DI SO₂ RILEVATI NEL 2007

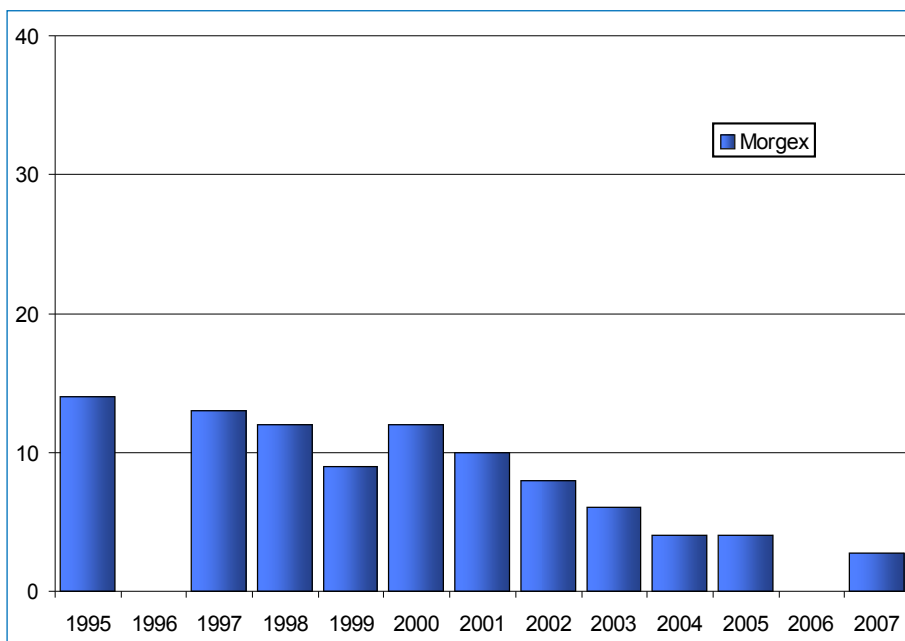
tipologia di sito	Aosta Piazza Plouves	Morgex
	Area urbana	Prossimità stradale
massima media oraria nell'anno (µg/m ³)	331	21
massima media giornaliera nell'anno (µg/m ³)	43	8
n. di superamenti del valore giornaliero di 125 µg/m ³	0	0
n. di superamenti del valore orario di 350 (µg/m ³)	0	0
Media annua (µg/m ³)	7	3

Volumi normalizzati ad una temperatura di 293° K e ad un pressione di 101,3 kPa.

ANDAMENTI MEDIE ANNUALI DI SO₂ (µg/m³) NELLE STAZIONI DI AOSTA - P.ZZA PLOUVES E DI MORGEX



I valori risultano ampiamente inferiori ai limiti normativi in tutte le stazioni. Le concentrazioni risultano in diminuzione nel corso degli anni a seguito del miglioramento delle caratteristiche merceologiche dei gasoli e degli oli combustibili e della diffusione del metano e GPL per il riscaldamento. Visti i valori costantemente bassi si è anche ridotto il numero di stazioni in cui eseguirne la misura.



4.10

Concentrazione di ossidi di azoto (NO₂ e NO_x) nell'aria ambiente



Gli ossidi di azoto sono prodotti in tutti i processi di combustione. Il traffico autoveicolare è il principale responsabile della sua emissione in ambiente urbano. Contribuiscono al fenomeno delle deposizioni acide. Con la sigla NO_x si intende la somma di NO₂ (biossido di azoto) e di NO (monossido di azoto).

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Qualità dell'aria
- ▶ **DPSIR** (S)

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

LEGENDA DEI COLORI IMPIEGATI NEI GRAFICI DEGLI INDICATORI DI CONCENTRAZIONE

- Stazioni rurali-remote
- Stazioni urbane
- Stazioni di prossimità stradale

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs. 351/99
DM 60/2002
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è richiesta esplicitamente dalla normativa
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
NO ₂	Valore limite per la protezione della salute umana	Media oraria	Massimo 18 ore all'anno di superamento della media oraria di 200 µg/m ³ dal 01/01/2010
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale delle medie orarie	40 µg/m ³ dal 01/01/2010
	Soglia di allarme	Media oraria (su tre ore consecutive)	400 µg/m ³
NO _x	Valore limite per la protezione della vegetazione per NO _x espressi come NO ₂	Media annuale delle medie orarie	30 µg/m ³

copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
6 stazioni di monitoraggio in continuo sul territorio regionale
Stima modellistica su tutto il territorio della regione

elaborazione e presentazione

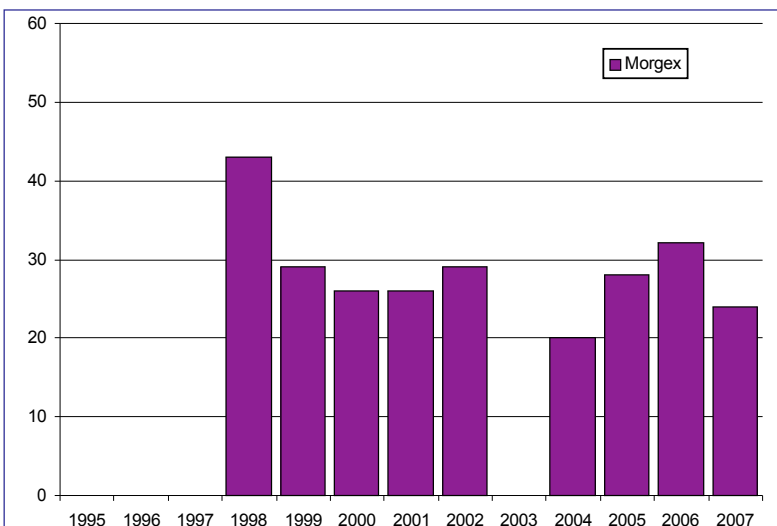
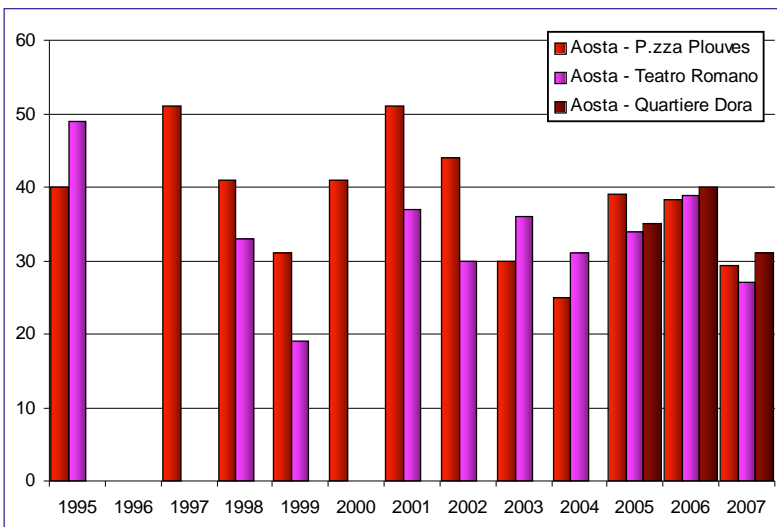
► SINTESI DEI DATI DI CONCENTRAZIONE DI NO₂ E DI NOX RILEVATI NEL 2007

		Aosta Piazza Plouves	Aosta Teatro Romano	Aosta Dora	Morgex	La Thuile	Etroubles	Courmayeur Loc. Entrèves (*)
tipologia di sito		Area urbana	Area urbana (isola pedonale)	Area urbana (prossimità stradale)	Prossimità stradale	Area rurale	Area rurale	Prossimità stradale
NO ₂	massima media oraria nell'anno (µg/m ³)	173	131	186	190	53	39	164
	n. superamenti del valore orario di 200 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0
	n. superamenti del valore orario di 400 µg/m ³	0	0	0	0	0	0	0
	media annuale (µg/m ³)	29	27	31	24	2	5	42
NOx	media annuale (µg/m ³)	(61)	(48)	(72)	(44)	3	8	(110)

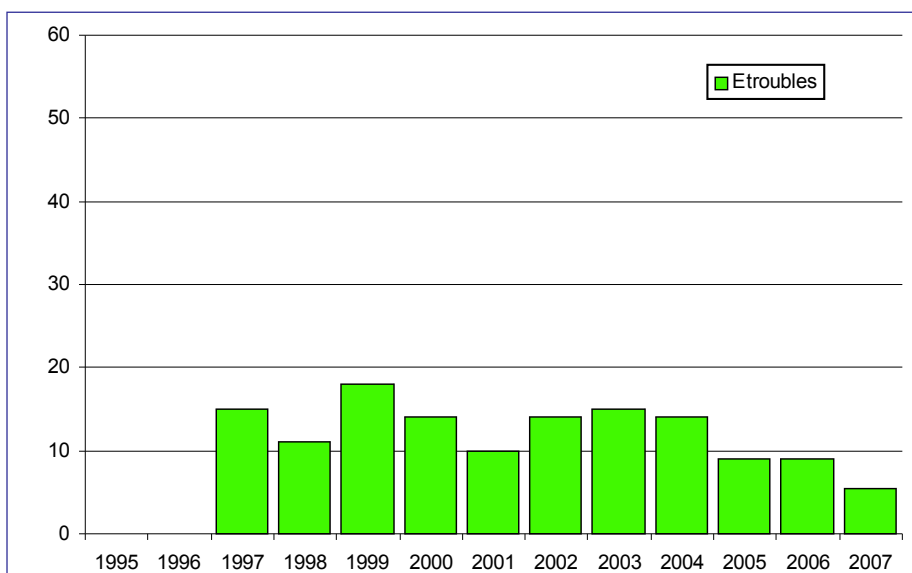
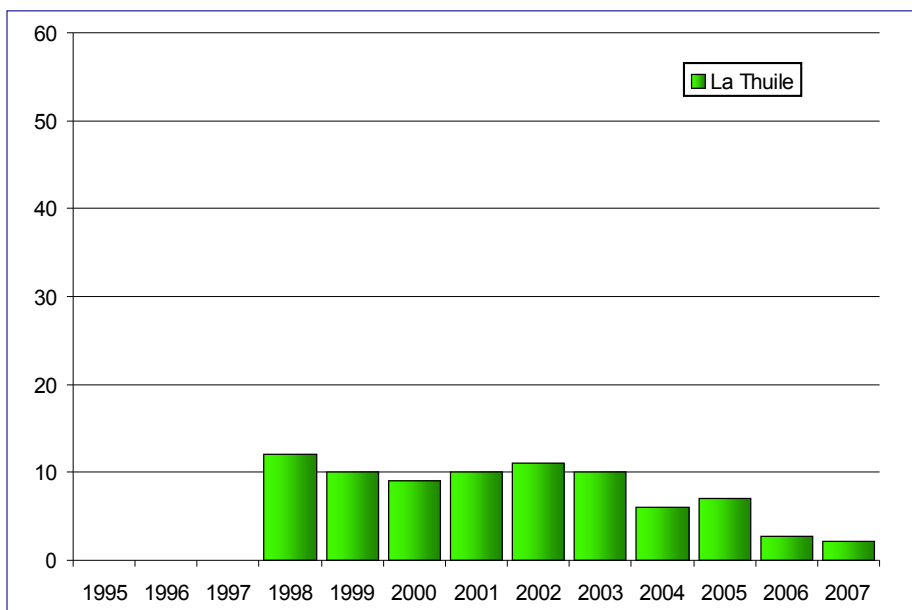
Volumi normalizzati ad una temperatura di 293° K e ad un pressione di 101,3 kPa.
La media annuale per NOx si confronta con il limite per la protezione della vegetazione. Tra parentesi

sono indicate le zone per le quali tale confronto non si applica.
(*) La stazione di Courmayeur-Entrèves è gestita da GEIE, ma con dati validati e gestiti da ARPA.

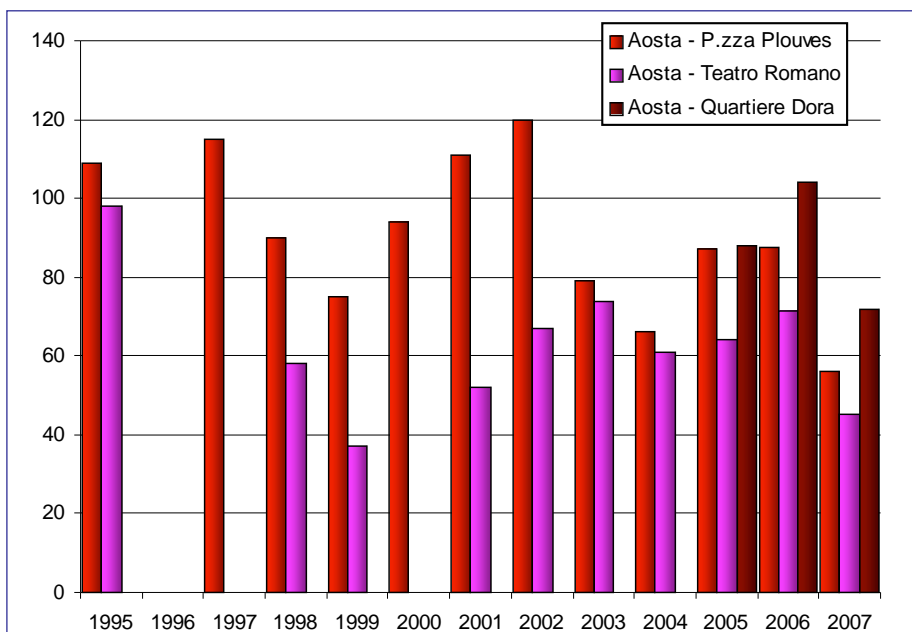
► ANDAMENTI MEDIE ANNUALI DI NO₂ (µg/m³)

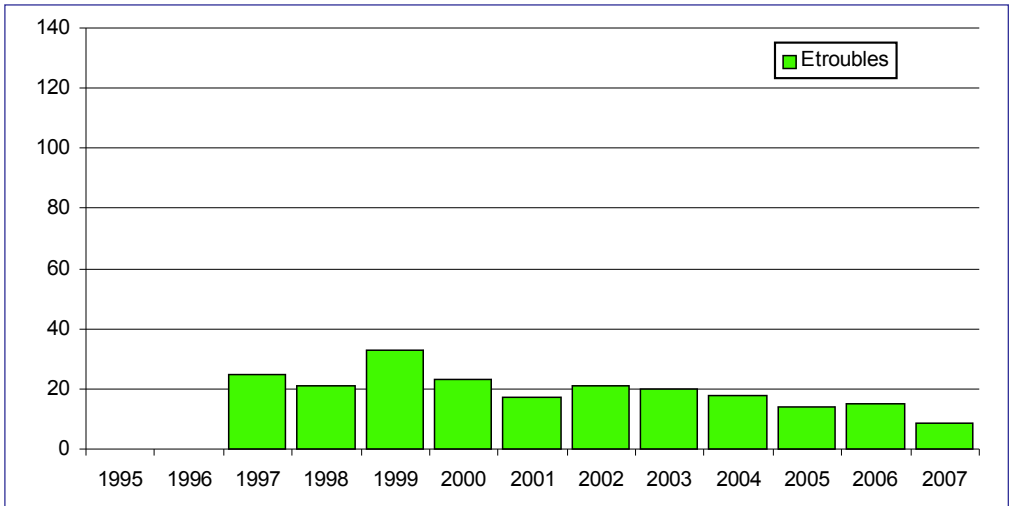
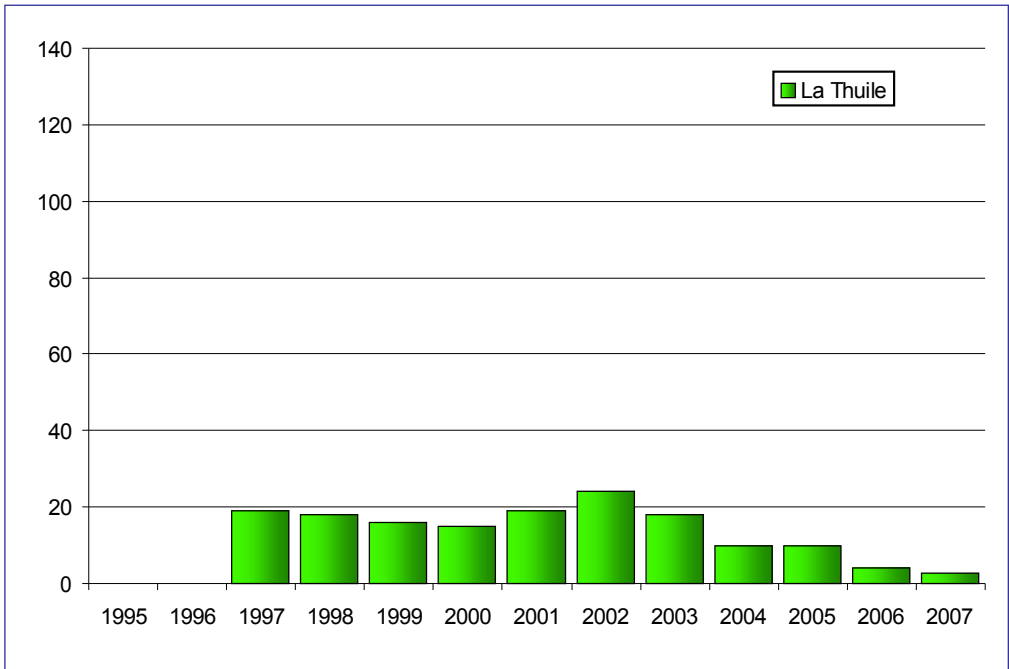
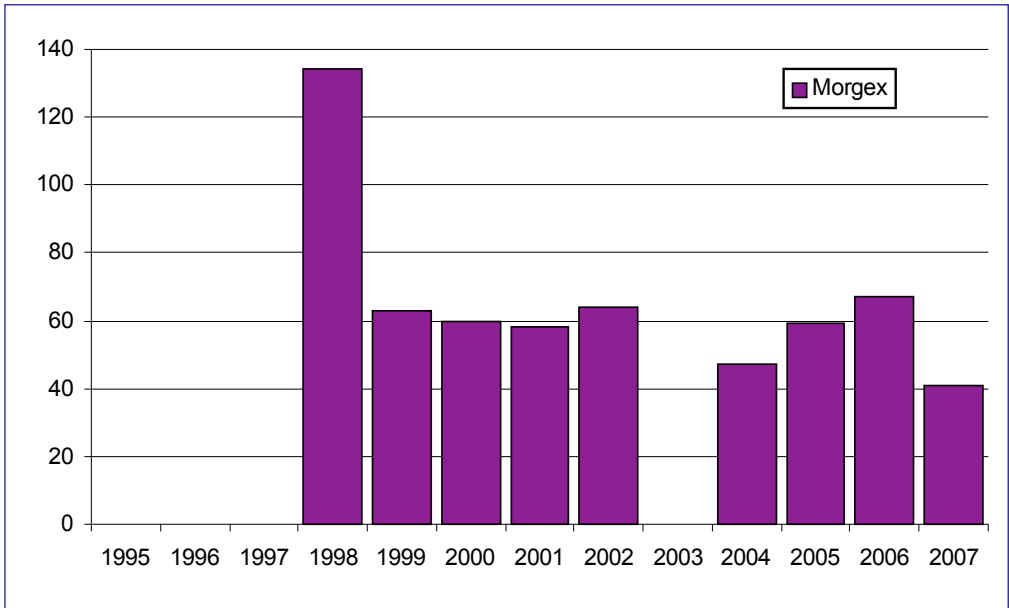


4.10



► **ANDAMENTI MEDIE ANNUALI NOX (IN µg/m³ DI NO2)**





Le concentrazioni rilevate nelle stazioni di monitoraggio cittadine (Aosta) non mostrano una chiara tendenza, e i valori della media annuale sono relativamente costanti nel tempo. Nelle stazioni remote (La Thuile ed Etroubles) si può notare una tendenza alla diminuzione dei valori medi annui. Per la stazione di Morgex, posta in prossimità della Strada Statale 26 diretta al Tunnel del Monte Bianco, è da notare la diminuzione marcata tra il 1998 e gli anni successivi. Questo è dovuto alla drastica diminuzione di traffico che si è registrata a seguito della chiusura del traforo nel marzo 1999 sino al 2003. Successivamente, al momento della riapertura del traforo, il tratto autostradale prolungato sino a Courmayeur ha allontanato il traffico internazionale dal centro abitato di Morgex. Negli ultimi anni anche nelle stazioni urbane le concentrazioni medie annuali rilevate sono al di sotto del limite normativo.

4.11

Concentrazioni di polveri fini (PM₁₀ e PM_{2.5}) nell'aria ambiente



Le polveri fini (particolato atmosferico con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron - PM₁₀), originate prevalentemente da processi di combustione incompleta, sono uno degli agenti inquinanti considerati più nocivi per la salute. L'attenzione sempre maggiore ai potenziali impatti sulla salute dovute alle particelle fini ha condotto alla definizione di livelli normativi di riferimento anche per il PM_{2.5} - particolato atmosferico con diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 micron.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Qualità dell'aria
- ▶ **DPSIR**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

riferimenti normativi

▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs. 351/99
DM 60/2002
Direttiva 2008/50/CE- *Directive of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe*

▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è richiesta esplicitamente dalla normativa. È collegata ad adempimenti di tipo normativo o amministrativo richiesti da normative più generali

Livelli normativi di riferimento

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
PM ₁₀	Valore limite per la protezione della salute umana	Media giornaliera	50 µg/m ³ Non più di 35giorni all'anno
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m ³
PM _{2.5}	Valore limite per la protezione della salute umana Direttiva 2008/50/CE	Media annua calcolata sulla base di tre anni	25 µg/m ³ da raggiungere entro il 2015

copertura temporale e spaziale

▶ **Aggiornamento**
31/12/2007

▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale

▶ **Copertura territoriale**
2 stazioni di monitoraggio in continuo in Aosta: Piazza Plouves (PM₁₀ dal 1997 e PM_{2.5} dal 2006) - Quartiere Dora (PM₁₀ dal 2005)
1 stazione di monitoraggio in continuo a Courmayeur: loc. Entrèves (PM₁₀, stazione gestita dal GEIE Mont Blanc, con validazione dei dati da parte ARPA, dal 2006)

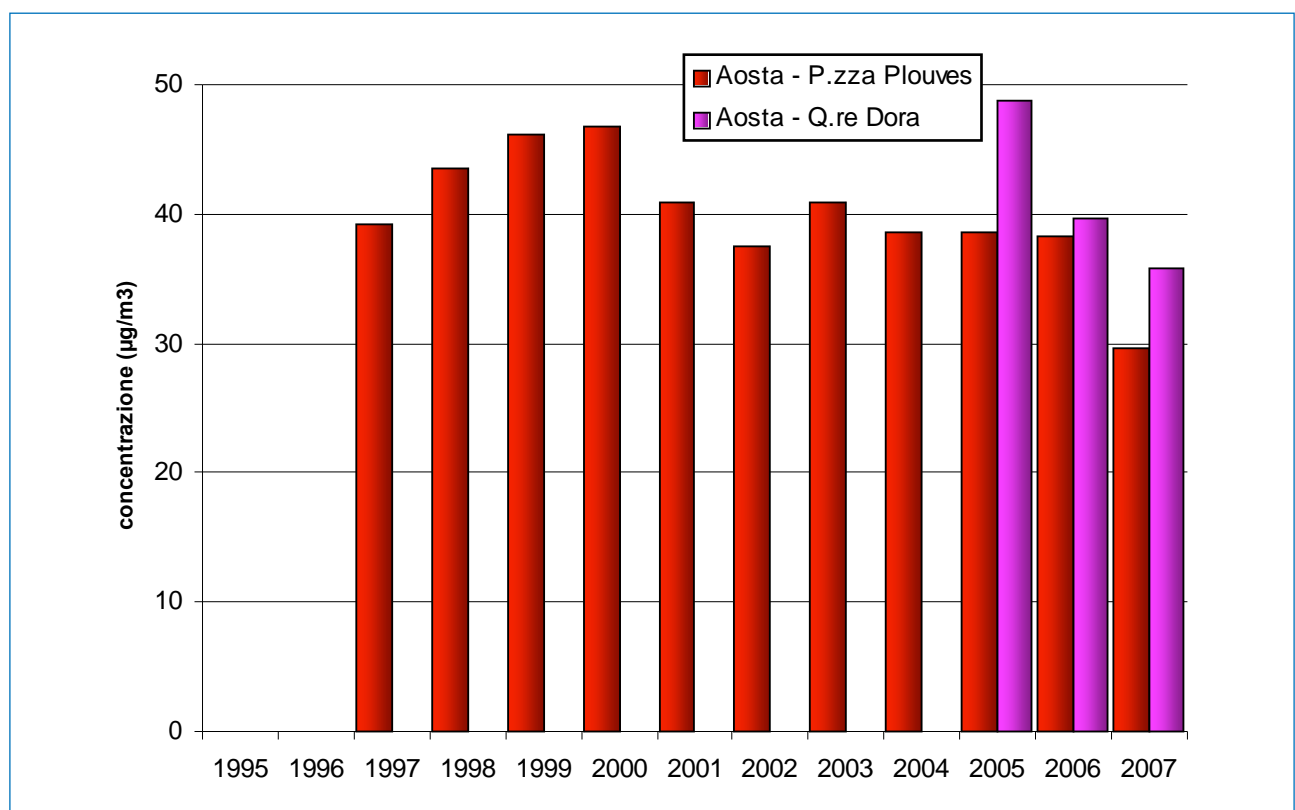
elaborazione e presentazione

► SINTESI DEI DATI DI CONCENTRAZIONE DI PM₁₀ RILEVATI NEL 2007

	Aosta Piazza Plouves	Aosta Q.re Dora	Courmayeur loc. Entrèves.
tipologia di sito	Area urbana	Area urbana (prossimità stradale)	Prossimità stradale
massima media giornaliera nell'anno (µg/m ³)	84	98	116
n. di superamenti del valore giornaliero di 50 µg/m ³	38	65	19
Media annuale (µg/m ³)	29	35	23

Volumi normalizzati ad una temperatura di 293° K e ad un pressione di 101,3 kPa.

► ANDAMENTO MEDIE ANNUALI DI CONCENTRAZIONE DI PM₁₀ µg/m³:



Valori di PM_{2,5} rilevati ad Aosta Piazza Plouves:
 ANNO 2006 22 µg/m³
 ANNO 2007 20 µg/m³
 I dati sono rilevati in continuo con metodo di misura TEOM (microbilancia ad oscillazione), corretti per il fattore di equivalenza rispetto al metodo gravimetrico di riferimento, pari a 1,17, sulla base

del confronto con 662 determinazioni giornaliere con pesata del filtro.
 Ad Aosta Piazza Plouves la media annuale di 40 µg/m³ per il PM₁₀ non è superata a partire dal 2004. I livelli misurati ad Aosta Quartiere Dora dal 2005 sono più elevati rispetto a Piazza Plouves, ma mostrano una tendenza alla diminuzione.

L'impatto locale sulla qualità dell'aria del traffico merci internazionale al traforo del Monte Bianco: analisi dei dati, proiezioni e valutazioni modellistiche

Manuela Zublena, Giordano Pession, Massimo Faure, Tiziana Magri



approfondimento

Tra gli argomenti al centro dell'impegno di ARPA vi è la valutazione degli impatti del traffico internazionale, e in particolare del transito dei mezzi pesanti per il trasporto merci, attraverso il Traforo del Monte Bianco.

Il monitoraggio della qualità dell'aria nell'ultimo tratto stradale della Valdigne, prima dell'ingresso al tunnel, avviene nelle seguenti particolari condizioni:

- preponderanza della sorgente costituita dal traffico transfrontaliero rispetto all'insieme di tutte le altre fonti emissive locali, in un contesto di elevata naturalità;
- controllo accurato sia sui flussi che sulla tipologia e le caratteristiche emissive dei veicoli in transito in entrambi i sensi di marcia, essendo il traffico nella località quasi esclusivamente di passaggio da e per il tunnel, dove la rilevazione delle caratteristiche dei veicoli è continua;
- presenza di una stazione di monitoraggio di diretta prossimità stradale (da ottobre 2006 stazione fissa installata e di proprietà del GEIE TMB, con validazione e gestione dei dati a cura di ARPA).

Si tratta dunque di una situazione particolarmente idonea ad un'applicazione efficace e verificabile degli strumenti di analisi statistica e valutazione modellistica delle concentrazioni di inquinanti, e di stima previsionale delle condizioni di qualità dell'aria in relazione a scenari futuri ragionevolmente ipotizzabili. Proprio l'uso di questi metodi, e le informazioni ottenute, hanno fornito la base per la Delibera di Consiglio Regionale concernente la definizione della media massima giornaliera di veicoli adibiti al trasporto merci di massa complessiva superiore a 7,5 tonnellate, autorizzata al transito in entrata e uscita attraverso il traforo del Monte Bianco e il traforo del Gran San Bernardo, ai sensi dell'art. 6 comma 1 della L.R. 20/94 e s.m.i. (Delibera di Consiglio Regionale N. 3342/XII del 21/02/2008). Essa risponde ad una esigenza molto sentita di regolamentazione e controllo dei flussi di traffico

pesante transfrontaliero attraverso aree di alto pregio paesaggistico e ambientale, esigenza divenuta di particolare attualità alla riapertura del traforo nel marzo 2002, tre anni dopo il catastrofico incidente del marzo 1999. Il presente paragrafo è dedicato alle considerazioni effettuate e al percorso di stima previsionale seguito per arrivare all'indicazione di livelli di traffico pesante di riferimento.

Analisi statistica della correlazione tra le concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) e particolato fine (PM₁₀) misurate nella stazione di Courmayeur - Entrèves e il numero di transiti di mezzi pesanti al traforo del Monte Bianco

Come base dati sono stati utilizzati i risultati delle misure di qualità dell'aria effettuate nel periodo febbraio 2005 - agosto 2007 nel sito di Courmayeur - Entrèves, e i corrispondenti dati di transito giornalieri al Tunnel del Monte Bianco. Ciò è giustificato dal carattere di stretta prossimità stradale di tale sito, che più direttamente risente dell'influenza della sorgente emmissiva costituita dal traffico internazionale, in particolare per quanto riguarda le emissioni di NO₂, le cui concentrazioni hanno nel 2006 superato il valore limite per la media annua, pur restando al di sotto del margine di tolleranza per l'anno previsto dalla normativa.

Per ogni giorno del periodo, sono stati considerati il numero di transiti e le concentrazioni misurate; poi sono state definite delle classi per numero di passaggi giornalieri: <400, 400-600, ecc.... e all'interno di ogni classe (considerando solo quelle con almeno 30 giornate, per una migliore rappresentatività delle condizioni medie annuali) sono state calcolate la media dei passaggi giornalieri e poste in correlazione con la corrispondente media delle concentrazioni giornaliere, considerata una stima della media annuale. Si è in questo modo ottenuto il grafico di Fig. 1.

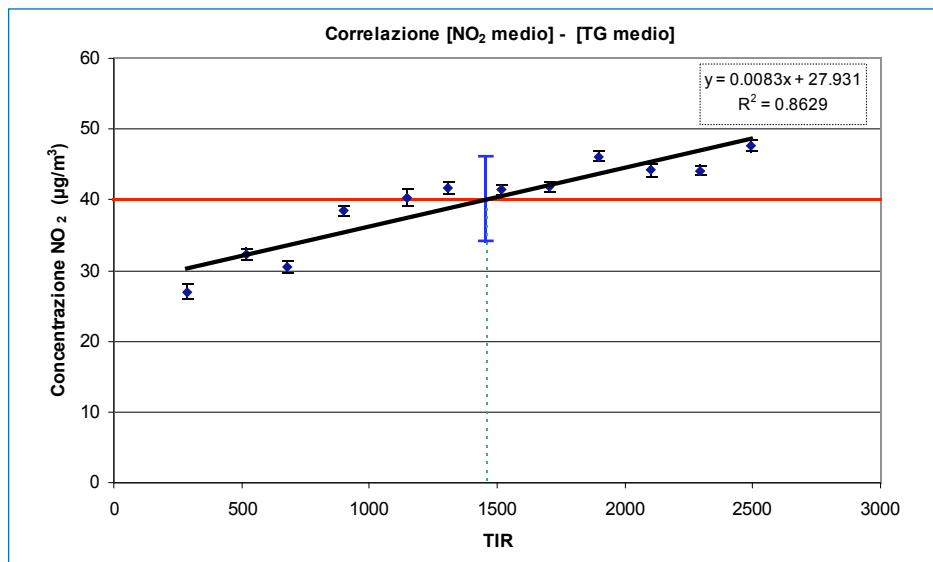


Figura 1 Stazione di Courmayeur - Entrèves. Concentrazioni medie annuali di NO₂ stimate dai dati strumentali in corrispondenza a diversi livelli di Traffico Giornaliero Medio (TGM) di mezzi pesanti



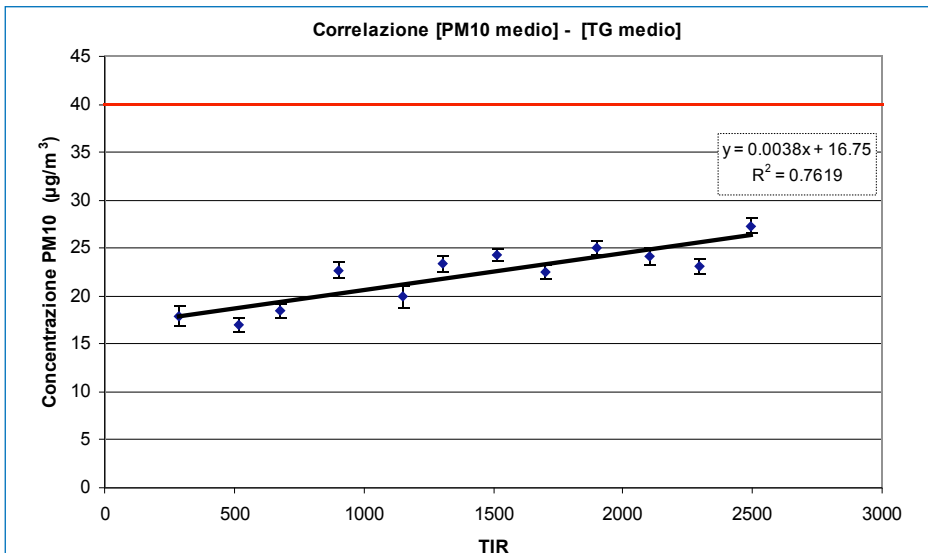


Figura 2 Stazione di Courmayeur – Entrèves. Concentrazioni medie annuali di polveri PM₁₀ stimate dai dati strumentali in corrispondenza a diversi livelli di Traffico Giornaliero Medio (TGM) di mezzi pesanti

I punti del grafico sono interpolati dalla retta di regressione lineare, ovvero dalla retta che rappresenta nel modo più probabile, considerata la distribuzione dei punti nel piano, l'andamento in crescita delle concentrazioni stimate medie annuali al crescere del numero di transiti annuali di veicoli pesanti.

L'ordinata della retta di regressione lineare per un numero di transiti di TIR pari a 1700 (TGM TIR nell'anno 2006) vale 42 µg/m³, valore coincidente con la concentrazione media di NO₂ rilevata in quel anno a Courmayeur - Entrèves di 42,1 µg/m³. Nell'anno 2007 tale valore risultava ancora compatibile con il valore limite previsto dal DM 60/02 di 40 µg/m³, aumentato del margine di tolleranza di 2 µg/m³ per ogni anno antecedente l'anno di riferimento 2010, a dare un livello di riferimento provvisorio per l'anno 2007 pari a 46 µg/m³.

Il limite per la protezione della salute umana, media annuale di concentrazione di NO₂ pari a 40 µg/m³ con margine di tolleranza zero a partire dal 2010, è indicato sul grafico con una linea rossa orizzontale. Nel grafico è evidenziato che la retta di regressione raggiunge tale valore limite di 40 µg/m³ per un numero di transiti giornalieri medi di mezzi pesanti nell'arco del periodo di osservazione di circa 1500 (1454). Per questo numero di transiti, il valore medio annuale stimato dalle medie giornaliere nel periodo di osservazione, è compreso al 95% di probabilità tra 34 e 46 µg/m³.

Si è anche valutata, con tecnica statistica di regressione multipla, l'incidenza del traffico leggero nella determinazione dei livelli complessivi medi annuali di concentrazione di NO₂. Essa risulta di un fattore 10 inferiore rispetto al traffico pesante. Questo giustifica la considerazione, in prima approssimazione, del solo transito di mezzi pesanti come variabile significativa per la determinazione delle concentrazioni complessive di NO₂ in atmosfera.

Per quanto riguarda le polveri PM₁₀, si è applicata la stessa metodologia di analisi statistica utilizzata per i dati di NO₂, ottenendo la Fig. 2.

Le stime dei livelli medi annuali di concentrazione di PM₁₀ al sito di Courmayeur - Entrèves per diverse classi di TGM di traffico pesante, sulla base dei rilievi nel periodo di osservazione (febbraio 2005 – agosto 2007), sono distanti dal riferimento normativo, che è anche in questo caso di 40 µg/m³.

Il tasso di incremento differenziale (pendenza della retta) tra la concentrazione di PM₁₀ e il numero

medio giornaliero di transiti di mezzi pesanti è più basso rispetto alle concentrazioni di ossidi di azoto. Questo può dipendere dal fatto che le polveri PM₁₀ hanno maggiormente caratteristiche di distribuzione in atmosfera di tipo areale. Pertanto, il contributo dovuto alla sorgente locale si somma ad un valore di fondo ambientale determinato su scala più estesa dall'insieme di tutte le sorgenti presenti.

Simulazioni modellistiche della distribuzione territoriale delle concentrazioni di biossido di azoto al variare del numero di transiti e della composizione del parco circolante dei mezzi pesanti al Traforo del Monte Bianco

La domanda che ora ci si deve porre è la seguente: i valori di concentrazione oggi misurati (2006 – 2007), come si modificheranno in relazione alla progressiva evoluzione del parco circolante di mezzi pesanti? Nella tabella sottostante tale evoluzione è illustrata ponendo a confronto la situazione rilevata al 2006 con quella prevista al 2020 (stime effettuate nell'ambito del progetto Interreg Spazio Alpino MONITRAF).

	transiti veicoli pesanti TMB anno 2006 (dati GEIE)	transiti veicoli pesanti TMB stima 2020 (studio Monitraf)
Euro 0	--	--
Euro 1	0,6 %	--
Euro 2	11,5 %	1 %
Euro 3	87,9 %	3 %
Euro 4	--	2 %
Euro 5	--	94 %

A partire da questi dati e stime, è ora la simulazione modellistica a permettere ulteriori considerazioni. In Fig. 3 sono riportati a confronto le distribuzioni territoriali dei valori di concentrazione di NO₂ (valori medi di una settimana tipo nel periodo invernale) per lo stesso TGM 2006-2007 di 1700 TIR, nei due scenari presentati. Si nota la riduzione delle concentrazioni, sia in termini di valori massimi che di estensione delle aree interessate dalla dispersione di inquinanti.



approfondimento





approfondimento

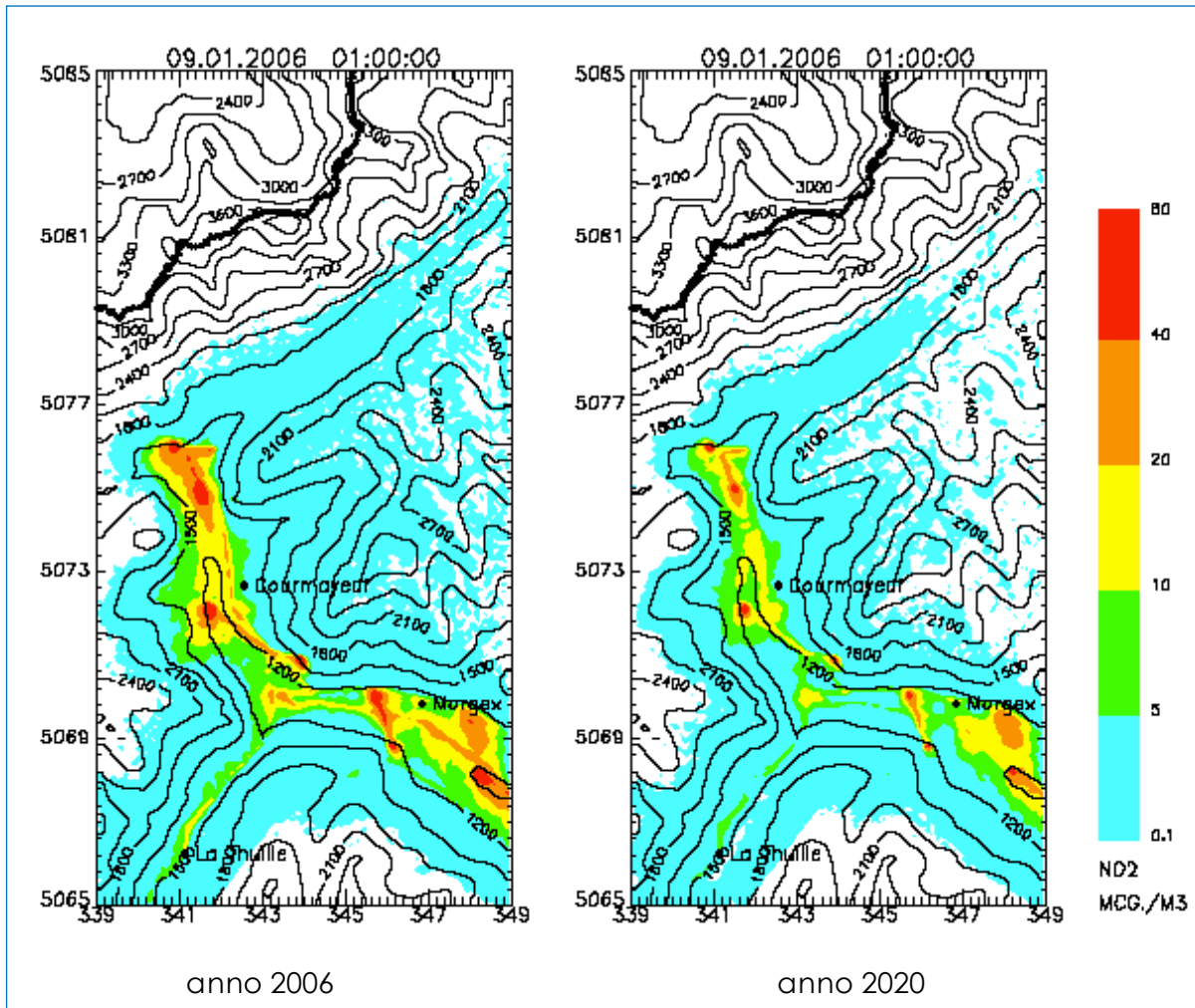


Figura 3 Simulazione modellistica della distribuzione territoriale di concentrazioni di NO₂ (settimana tipo invernale). TGM: 1700 TIR/giorno. Confronto parco circolante veicoli 2006 - 2020a

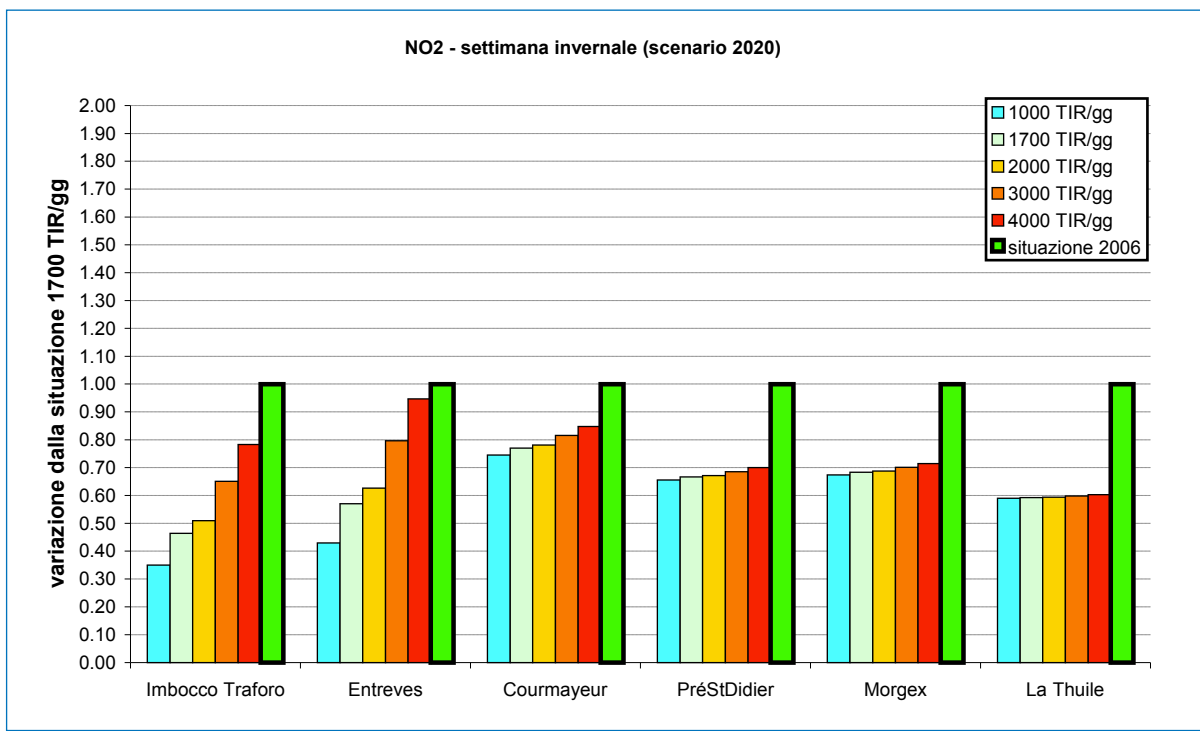


Figura 4 Stima modellistica della variazione della concentrazione di NO₂ per diversi TGM di mezzi pesanti al traforo del Monte Bianco (settimana invernale), in diverse località. Confronto con TGM 1700 TIR/giorno, anno 2006



In Fig. 4 sono riportate a confronto le variazioni percentuali di concentrazione in 5 siti del dominio di studio, ricavate dalle mappe di Fig.3, o analoghe. Considerando solo i siti più in prossimità della strada di accesso al tunnel (Imbocco traforo e Entrèves), e quindi in condizioni confrontabili con il sito di monitoraggio strumentale, si vede che per un TGM invariato di 1700 TIR/giorno la riduzione prevista è mediamente del 50%.

Ipotizzando che tale diminuzione delle concentrazioni conseguente al progressivo rinnovo del parco circolante segua dal 2006 al 2020 un decorso lineare, si può stimare per il 2010 una concentrazione media annuale, per 1700 transiti TIR, di $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e per il 2015 di $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tali valori sembrerebbero assicurare il rispetto dei limiti normativi nazionali.

Vanno però considerati gli obiettivi di qualità dell'aria previsti dal Piano Regionale Aria (L.R. 30 gennaio 2007 n. 2, vedi approfondimento a pag. 116). Per il biossido di azoto NO_2 , nella zona comprendente il comune di Courmayeur, vengono definiti i seguenti obiettivi di qualità:

Anno	Limite normativo UE e Italia $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Obiettivo di qualità Piano Aria VdA $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2010	40	35
2015	40	30

Gli obiettivi di qualità non si configurano come valori limite, ma come riferimenti per le azioni di mantenimento e miglioramento della qualità ambientale. Essi recepiscono la volontà di garantire una adeguata tutela ad un territorio che presenta specificità geografiche e caratteristiche di naturalità ambientale di cui la normativa europea, in un approccio che privilegia la standardizzazione e l'armonizza-

zione dei limiti su tutto il territorio dell'Unione, non tiene conto.

Assumendo un coefficiente di riduzione delle concentrazioni in relazione alla diminuzione del numero dei transiti invariato rispetto a quello riscontrato al 2006 a Courmayeur - Entrèves e indicato dalla pendenza della retta di Fig. 1, si può stimare nell'ordine di 100 la riduzione del numero di transiti di TIR necessaria per una riduzione delle concentrazioni medie annuali di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in modo da scendere dai $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stimati per il 2010 ai $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ previsti dal Piano Aria VdA. Si può stimare dunque in circa 1600 il numero di transiti compatibile, al 2010, con il raggiungimento dell'obiettivo di qualità di $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Al 2015 la concentrazione media annuale, stimata con tale metodo, risulta essere $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anch'essa compatibile con l'obiettivo di qualità di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto riguarda le polveri PM_{10} , il Piano Regionale Aria prevede per il 2010 un obiettivo di qualità pari a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, uguale al nuovo limite normativo ipotizzato al 2010, peraltro subordinato a ridefinizione da parte del legislatore (DM 60/02). A partire dai dati misurati a Courmayeur - Entrèves nel periodo 2005 - 2007, e sulla base della riduzione dei fattori emissivi connessi all'aggiornamento tecnologico del parco TIR, è ragionevole ipotizzare che lo scenario sopra considerato per il rispetto dell'obiettivo di qualità per NO_2 sia compatibile anche con tale obiettivo di qualità per le PM_{10} , per quanto esso sia assai più restrittivo rispetto all'attuale limite normativo.

Un continuo ed accurato monitoraggio del parco mezzi pesanti circolante e dei livelli di inquinamento atmosferico sono necessari per poter progressivamente verificare e aggiornare le previsioni in funzione della reale evoluzione del sistema del traffico e per assicurare il raggiungimento degli obiettivi di qualità, oltre che, naturalmente, il rispetto dei valori limite normativi.



4.12

Concentrazione di ozono (O₃) nell'aria ambiente



L'ozono è un'importante inquinante secondario per i suoi effetti sull'organismo e sulla vegetazione. Esso non è emesso direttamente da sorgenti inquinanti, ma è prodotto a seguito di reazioni fotochimiche dovute all'azione dei raggi solari sull'atmosfera contenente inquinanti primari, come gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili. L'inquinamento da ozono ha un carattere di area, anche su grande scala, piuttosto che locale.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Qualità dell'aria
- ▶ **DPSIR** **S**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
5 stazioni di monitoraggio in continuo sul territorio regionale

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs. 351/99
D.Lgs. 183/04
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è richiesta esplicitamente dalla normativa
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
O ₃	Valore bersaglio per la protezione della salute umana per il 2010	Massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive	120 µg/m ³
	Valore bersaglio per la protezione della vegetazione per il 2010	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h
	Soglia di informazione	Media oraria	180 µg/m ³
	Soglia di allarme	Media oraria (su tre ore consecutive)	240 µg/m ³

Per AOT40 (espresso in (µg/m³) h) si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo (maggio-luglio), utilizzando i valori orari rilevati ogni giorno tra le h 8:00 e le h 20:00, ora dell'Europa Centrale.

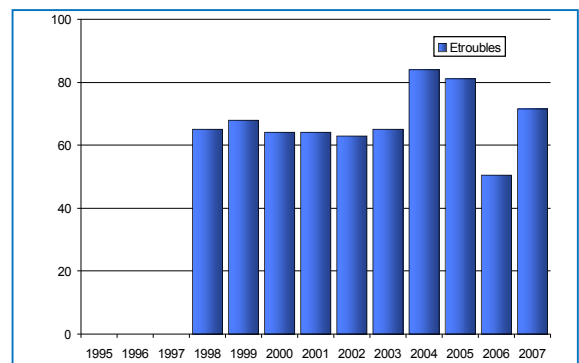
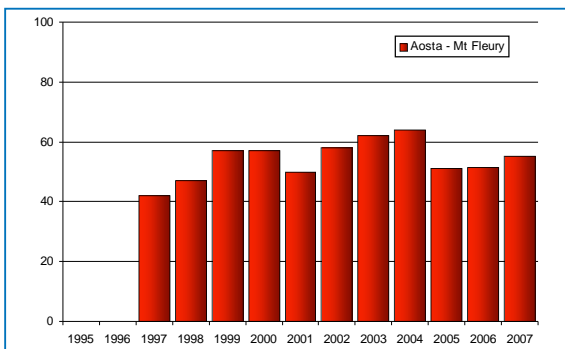
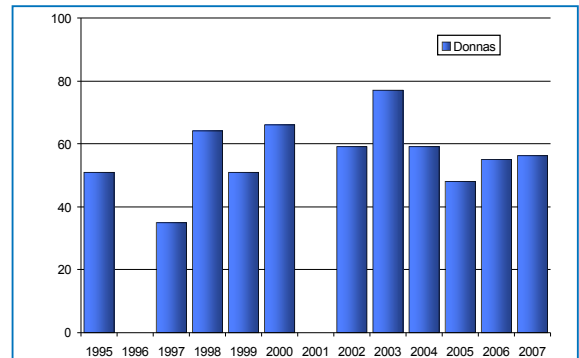
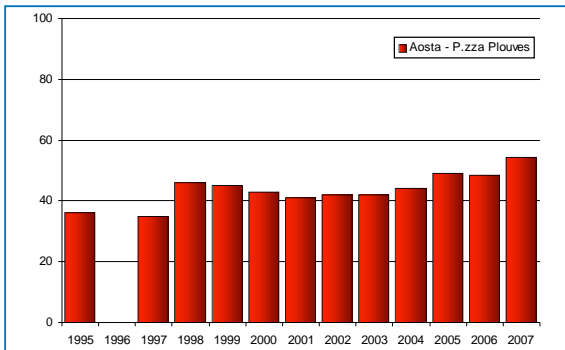
elaborazione e presentazione

SINTESI DEI DATI DI CONCENTRAZIONE DI O₃ RILEVATI NEL 2007 IN 5 STAZIONI REGIONALI:

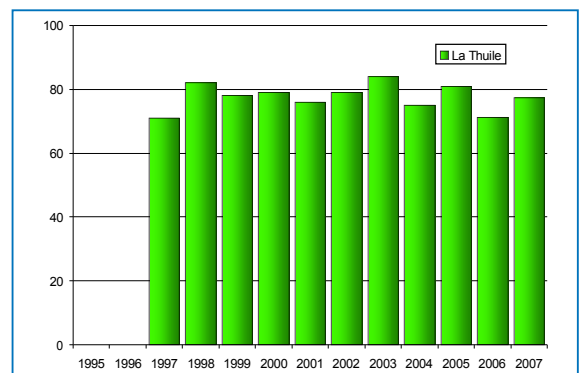
	Aosta Piazza Plouves	Aosta Mont Fleury	Donnas	Etroubles	La Thuile
Tipologia di sito	Area urbana	Area periurbana	Zona rurale/prossimità stradale	Zona rurale	Zona rurale
n. di superamenti del valore orario di 180 µg/m ³	0	0	18	0	0
n. di superamenti del valore orario di 240 µg/m ³	0	0	0	0	0
n. di superamenti del valore del massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive di 120 µg/m ³	283	571	553	178	40
AOT40 (µg/m ³) x h	13472	25175	23901	16262	10685
Media annuale (µg/m ³)	52	53	55	72	78

Volumi normalizzati ad una temperatura di 293° K e ad un pressione di 101,3 kPa.

ANDAMENTI MEDIE ANNUALI DI O₃ (µg/m³)



L'andamento delle concentrazioni di ozono nel corso degli anni non mostra una tendenza particolare all'aumento o alla diminuzione. I livelli di ozono risultano molto elevati, con frequenti superamenti del limite per la protezione della salute umana. I valori sono coerenti con quelli rilevati in altre zone dell'arco alpino. Nelle aree rurali e di montagna, le medie annuali risultano più elevate rispetto ai siti ubicati in area urbana, direttamente esposti alle sorgenti emissive.



Analisi modellistica delle concentrazioni medie annuali di inquinanti in atmosfera con il codice fotochimico FARM

Giordano Pession



approfondimento

ARPA Valle d'Aosta ha affiancato dal 2004 al modello lagrangiano SPRAY il modello matematico fotochimico FARM (Flexible Air quality Regional Model) per poter sviluppare le simulazioni modellistiche di dispersione degli inquinanti in atmosfera. Tale codice di calcolo permette, rispetto al precedente, di simulare fenomeni quali la formazione dell'ozono e delle polveri secondarie non direttamente emesse dalle sorgenti antropiche. Si è elaborata una simulazione annuale per il 2005 utilizzando i seguenti dati di ingresso al modello:

- emissioni degli inventari regionali valdostano e piemontese e da inventario europeo EMEP per le regioni francesi e svizzere confinanti
- meteorologia ricostruita con il codice MINERVE con i dati delle stazioni meteo di ARPA VdA e della Protezione Civile
- condizioni di concentrazioni di inquinanti al contorno (confine regionale S e E) ricavate dalla simulazione di FARM elaborata da ARPA Piemonte per lo stesso anno.

Questo codice di calcolo è in grado di simulare i principali processi fisici e chimici a cui sono sottoposti gli inquinanti durante la loro permanenza in atmosfera, in modo da poter valutare accuratamente le relazioni tra le varie sorgenti e i soggetti recettori. Viene utilizzato un set di 129 reazioni chimiche con 56 specie di inquinanti denominato "SAPRC90" (Carter, 2000).

Per quanto concerne il particolato, FARM utilizza il modulo aerosol detto "AERO0" che calcola la concentrazione degli aerosol secondari inorganici (come ad esempio SO_4 , NO_3 e NH_4) e gli aerosol antropogenici primari, suddivisi in frazione "fine" e "grosso-lana". Le fasi granulometriche del $PM_{2.5}$ e del PM_{10} sono calcolate secondo il seguente schema:

$$PM_{2.5} = PM_{fi} + SO_4 + NO_3 + NH_4$$

$$PM_{10} = PM_{2.5} + PM_{co}$$

dove PM_{fi} e PM_{co} sono rispettivamente le concentrazioni delle componenti di primario fine e grossolano, SO_4 , NO_3 e NH_4 sono i contributi dei solfati, solfati d'ammonio e nitrati d'ammonio considerato dal modulo.

Come tipologia non antropogenica di polveri secondarie si è considerata quella eolica che viene rappresentata come una sorgente emissiva diffusa su tutto il dominio di calcolo dipendente, oltre che dalle condizioni meteorologiche, dal tipo di copertura del terreno. Gli algoritmi su cui si basa il modello per il calcolo del contributo eolico al particolato in atmosfera derivano da uno studio effettuato da R. Vautard et al.¹ secondo il quale le polveri di

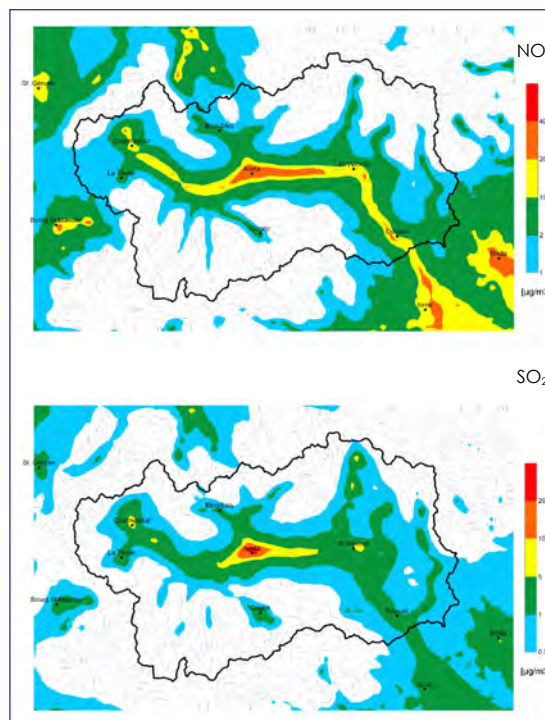


Figura 1 Stime delle concentrazioni medie annuali di inquinanti gassosi (NO_2 ed SO_2) ottenute con il codice di calcolo FARM.

origine eolica derivano principalmente dall'erosione, che è stata stimata come un flusso verticale di PM che va dal suolo verso l'atmosfera.

La simulazione ha prodotto 51 specie di inquinanti in uscita, di seguito sono riportate le mappe delle concentrazioni medie annuali dei principali inquinanti gassosi (NO_2 , O_3 e SO_2) e delle polveri $PM_{2.5}$ e PM_{10} .

Per gli inquinanti gassosi ci si attende che i valori di concentrazione più alti vengano raggiunti lungo il fondovalle, dove sono ubicate le arterie stradali principali e i centri maggiormente popolati (vedere Fig. 1). Si evidenzia anche nella mappa l'influenza delle regioni confinanti: dal Canavese si ha un ingresso dell'inquinamento prodotto nella Pianura Padana, mentre per i confini francesi e svizzeri le catene montuose non consentono un rilevante flusso di inquinanti.

Grazie all'utilizzo del codice FARM è stato possibile simulare per la prima volta la dispersione in aria dell'ozono. L'ozono ha un comportamento anomalo come inquinante atmosferico poiché raggiunge concentrazioni più elevate nelle zone più distanti dalle sorgenti inquinanti, dove permane maggiormente in quanto non viene riassorbito, in assenza di irraggiamento solare, dall'insieme di reazioni chimiche che lo hanno generato di giorno presso le sorgenti (il cosiddetto "ciclo dell'ozono").

1 Vautard, R., Bessagnet, B., Chin, M., Menut, L., 2005. "On the contribution of natural Aeolian sources to particulate matter concentrations in Europe: Testing hypotheses with a modelling approach". Atmospheric Environment 39 (2005), 3291-3303.



Dalla mappa delle concentrazioni annuali stimate e dalle misure delle stazioni di monitoraggio si evidenziano infatti valori più elevati nelle zone remote di alta montagna rispetto a quelli del fondovalle (Fig. 2).

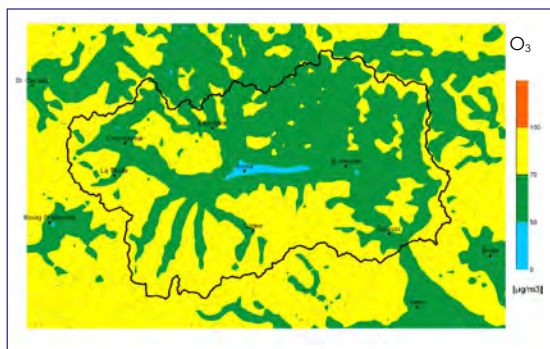


Figura 2 Stime delle concentrazioni medie annuali di ozono ottenute con il codice di calcolo FARM.

Anche l'andamento stagionale di tale inquinante è molto particolare: essendo la formazione dell'ozono determinata dalla radiazione solare, le concentrazioni sono molto più elevate in estate che in inverno, come si nota dal confronto delle due mappe di Fig. 3.

Per le polveri di granulometria $PM_{2.5}$ e PM_{10} , le cui mappe di concentrazioni medie annuali sono riportate in figura 4, i valori più elevati si osservano nel fondovalle centrale e nella zona del confine piemontese.

Per ottenere una valutazione sintetica e immediata delle prestazioni del modello si sono confrontati i valori di concentrazioni misurate e quelli calcolati in corrispondenza delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA VdA. È stato utilizzato a tal fine l'indice statistico detto "Fractional Bias" (FB): valori positivi di FB indicano una sovrastima, mentre quelli negativi una sottostima. Le simulazioni sono ritenute accettabili quando tale indice è compreso tra -0,5 e +0,5.

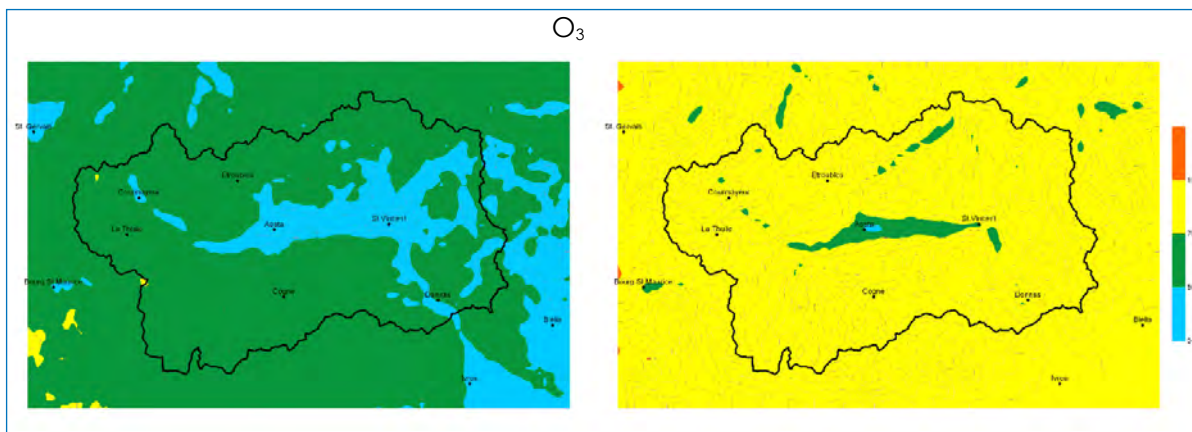


Figura 3 Stime delle concentrazioni medie di gennaio e luglio di ozono ottenute con il codice di calcolo FARM.

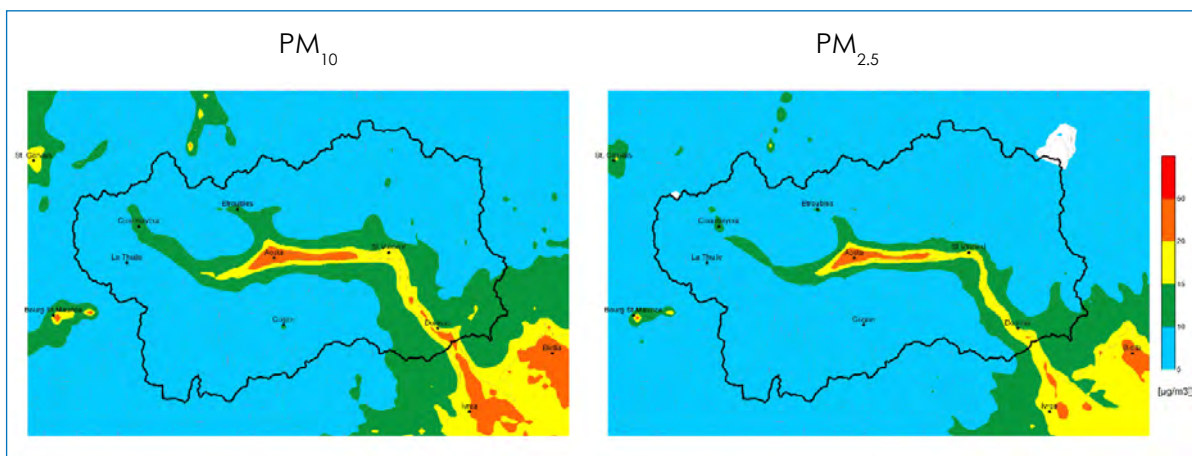


Figura 4 Stime delle concentrazioni medie annuali di polveri $PM_{2.5}$ e PM_{10} ottenute con il codice di calcolo FARM.



approfondimento





Si nota come FARM abbia riprodotto bene le concentrazioni di biossido d'azoto in Aosta e lungo il fondovalle centrale, sottostimando però nelle vallate laterali caratterizzate da una minor presenza di sorgenti emissive, e quindi più difficilmente simulabili. Per il biossido di zolfo, e soprattutto per l'ozono, il confronto tra i valori misurati e quelli calcolati

risulta assai soddisfacente. Anche per le polveri si ha una buona prestazione del modello, fatta eccezione per la sottostima in corrispondenza della stazione del GEIE Monte Bianco, nei pressi del traforo. Ciò è dovuto alla localizzazione a bordo strada di questa stazione di misura, assai difficile da riprodurre a scala modellistica.

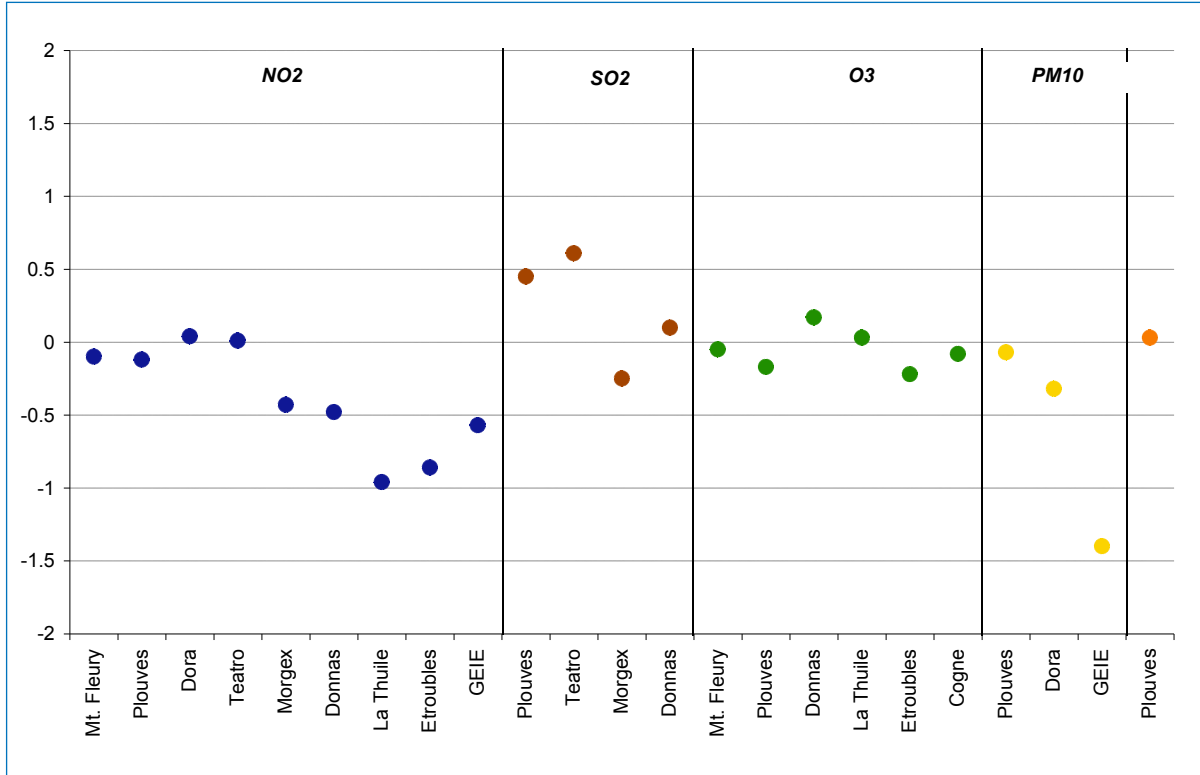


Figura 5 Valori dell'indice statistico FB per le diverse stazioni e per i diversi inquinanti : i valori ritenuti accettabili sono quelli che ricadono nell'intervallo compreso tra -0,5 e +0,5..



L'air est sans frontières. La pollution aussi

Massimo Faure Ragani

L'arc alpin est une région particulièrement sensible, en raison de la présence d'écosystèmes naturels protégés, d'une biodiversité rare. Les émissions polluantes de nombreuses activités liées au tourisme, à l'industrie ou à la vie quotidienne sont des dangers potentiels qui ne peuvent être ignorés. Les substances nocives à la qualité de notre air font l'objet d'une réglementation qui fixe des valeurs à ne pas dépasser (valeurs limites ou valeurs seuils). Les masses d'air, qui se déplacent, sont sous une surveillance constante. L'un des buts étant de pouvoir, le cas échéant, donner l'alerte pour permettre aux personnes les plus sensibles de se prémunir contre les pics de pollution et pour que les activités responsables de ces seuils critiques soient réduites.

Pour cela les réseaux de surveillance de Suisse romande (cantons de Genève, Vaud et Valais), de France (départements de l'Ain, de la Savoie et de la Haute-Savoie) et d'Italie (Val d'Aoste) ont

posé en 2001 les bases d'une collaboration durable qui permet de dépasser les différences d'approche et de culture. La mission est de fournir un panorama global de l'état de la qualité de l'air pour une meilleure gestion de l'environnement alpin. Les résultats sont des « bulletins de santé » de la qualité de l'air !

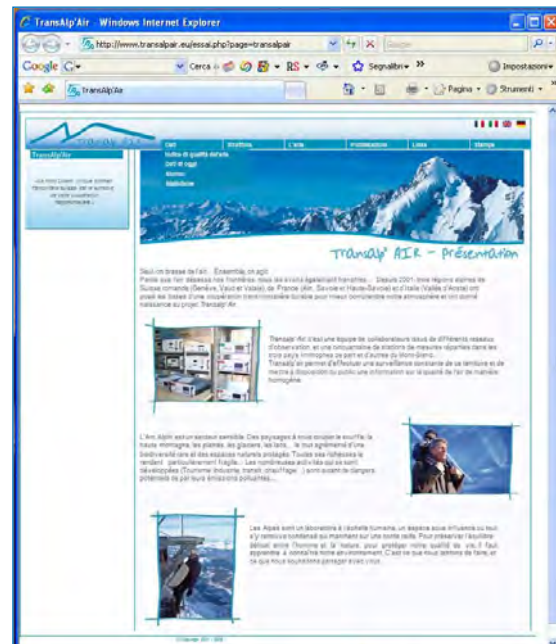
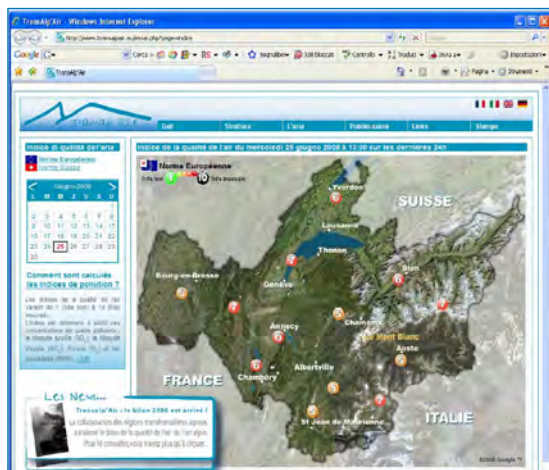
Voici les des deux dernières brochures réalisées par le groupe de collaboration relativement aux bilans des années 2005 et 2006.



De plus, pour permettre une comparaison continue ainsi qu'une consultation immédiate et directe des données de qualité de l'air dans l'espace transalpin, la collaboration a créé un site internet (www.transalpair.eu).

Il est ainsi possible

consulter heure par heure toutes les données des 50 stations de mesures avec des commentaires, des approfondissements, des comparaisons avec la normative, pour suivre de près ce qui se passe dans l'ensemble de l'espace transfrontalier.



approfondimento



4.13

Concentrazione di monossido di carbonio (CO) nell'aria ambiente



Il monossido di carbonio è un inquinante emesso da traffico autoveicolare a benzina, soprattutto a bassi regime di giri del motore, come avviene frequentemente nelle aree urbane a circolazione congestionata.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
(Qualità dell'aria)
- ▶ **DPSIR**

DETERMINANTI – PRESSIONI – STATO – IMPATTO – RISPOSTE

- Qualità dell'informazione
- Giudizio stato
- Tendenza

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs.351/99
DM 60/2002
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è richiesta esplicitamente dalla normativa
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive	10 mg/m ³

copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
2 stazioni di monitoraggio in continuo sul territorio regionale (dal 2007):
Aosta - Piazza Plouves, Morgex

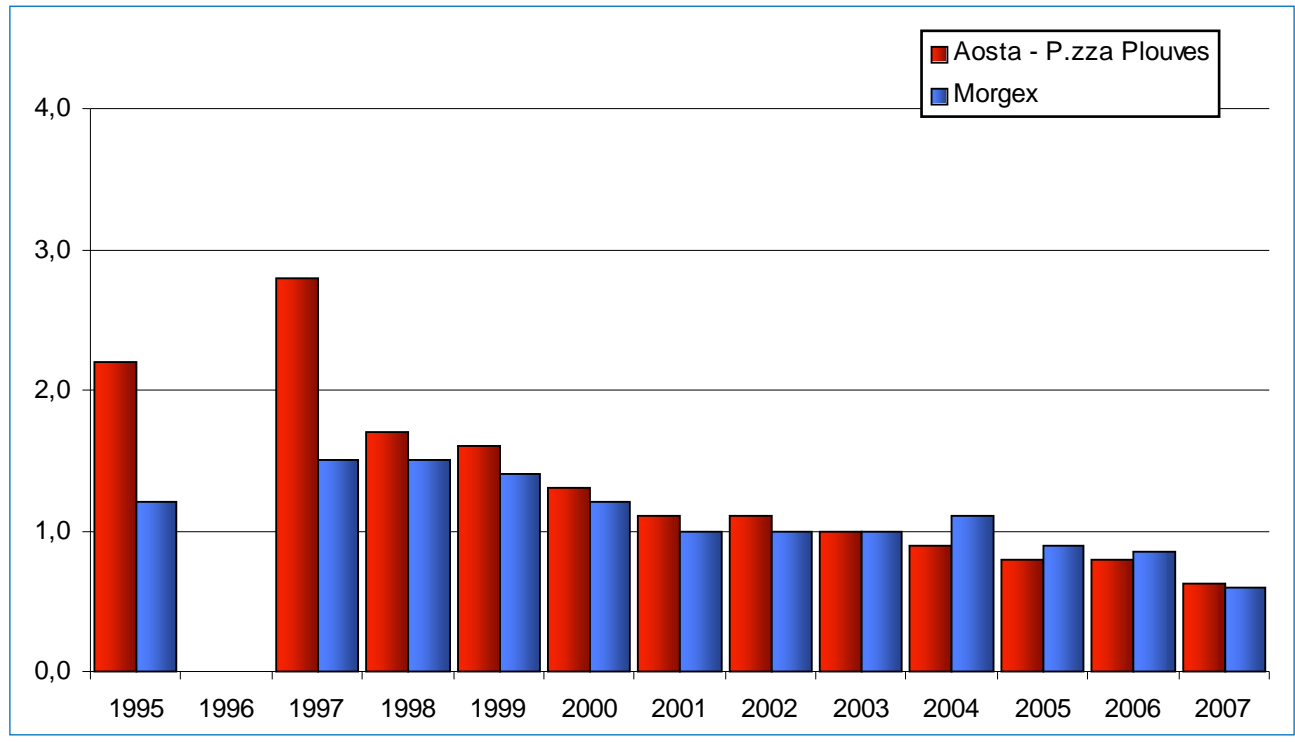
elaborazione e presentazione

► SINTESI DEI DATI DI CONCENTRAZIONE DI PM₁₀ RILEVATI NEL 2007

	Aosta Piazza Plouves	Morgex
tipologia di sito	Area urbana	Prossimità stradale
massima media su 8 h consecutive nell'anno (mg/m ³)	2,7	2,8
massima media oraria nell'anno (mg/m ³)	4,1	6,3
n. giorni con superamento della media di 8h di 10 mg/m ³	0	0
Media annuale (mg/m ³)	0,6	0,6

Volumi normalizzati ad una temperatura di 293° K e ad una pressione di 101,3 kPa.

► ANDAMENTI MEDIE ANNUALI DI CO (mg/m³) NELLE STAZIONI DI AOSTA - P.ZZA PLOUVES E DI MORGEX



I valori rilevati nel 2007 rispettano i limiti normativi. L'andamento delle concentrazioni di CO nel corso degli anni mostra una tendenza alla diminuzione dovuta principalmente al progressivo ammodernamento del parco veicolare circolante. Fino al 2006 era in funzione anche una stazione

di misura in Aosta - P.zza Repubblica dedicata al monitoraggio del CO. Nel corso degli anni le concentrazioni medie annuali in P.zza della Repubblica si sono sempre mantenute nell'ordine di una volta e mezza di quelle misurate in Aosta - P.zza Plouves.

4.14

Concentrazione di benzene (C₆H₆) nell'aria ambiente



La presenza di benzene in atmosfera è dovuta principalmente alla sua presenza nella benzina. Il benzene è una sostanza classificata dall'IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro), afferente all'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità), in classe I, ovvero di accertata cancerogenicità.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
Qualità dell'aria
- ▶ **DPSIR**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs.351/99
DM 60/2002
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è richiesta esplicitamente dalla normativa
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
C ₆ H ₆	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	5 µg/m ³ dal 01/01/2010

copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
1 stazione di monitoraggio in continuo (Aosta)

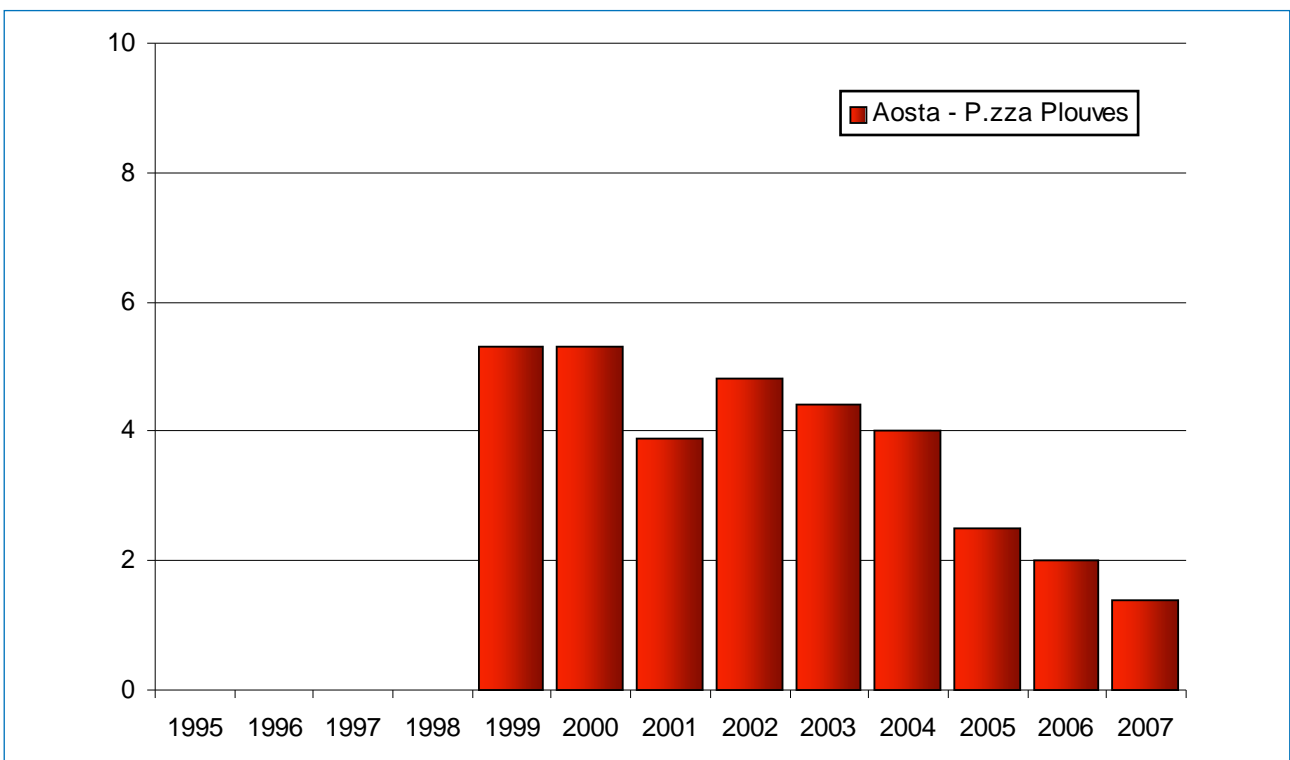
elaborazione e presentazione

SINTESI DEI DATI DI CONCENTRAZIONE DI BENZENE RILEVATE NEL 2007

Aosta Piazza Plouves	
tipologia di sito	Area urbana
massima media giornaliera nell'anno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	7,3
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1,4

Volumi normalizzati ad una temperatura di 293° K e ad un pressione di 101,3 kPa.

ANDAMENTI MEDIE ANNUALI DI BENZENE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) NELLA STAZIONE DI AOSTA - P.ZZA PLOUVES



Le medie annuali mostrano una tendenza alla diminuzione negli anni, dovuta a diversi fattori: diminuzione della presenza di benzene nelle benzine, maggiore efficacia dei dispositivi

catalitici di abbattimento delle emissioni, aumento percentuale dei veicoli diesel nel parco circolante. I livelli attuali di concentrazione rispettano i limiti normativi.

4.15

Concentrazione di metalli pesanti su polveri nell'aria ambiente



Nell'aria ambiente i metalli ed i loro composti sono presenti come parte del materiale particolare (particolato totale, PM₁₀, PM_{2.5}, ecc), sotto diverse forme: come costituenti della polvere oppure come sali (composti chimici ionici). In alcune condizioni ambientali anche eventuali composti gassosi contenenti metalli possono essere adsorbiti sulla superficie del materiale particolare. Le diverse forme chimico-fisiche in cui sono presenti i vari metalli influenzano direttamente la pericolosità per l'uomo, gli altri esseri viventi, la vegetazione: la solubilità in acqua (e per derivazione la solubilità nei fluidi biologici), le dimensioni, la morfologia e l'area superficiale specifica influiscono sulla capacità degli organismi di assorbire i vari composti. Dal punto di vista analitico risulta molto difficile riuscire a differenziare le diverse forme chimico-fisiche in cui si possono ritrovare i composti contenenti metalli e di fatto quello che viene determinato è il contenuto totale dei singoli metalli nel particolato PM₁₀ o nelle deposizioni totali.

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
(Qualità dell'aria)
- ▶ **DPSIR**

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato*

Tendenza

* Piombo, Cadmio e Arsenico
Nichel

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
DM 60/02
D.Lgs 152/07
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è richiesta esplicitamente dalla normativa
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
Pb	valore limite (DM 60/02)	Media annua	0,5 µg/m ³

Per altri inquinanti la normativa europea, in fase di recepimento in Italia, fissa i seguenti valori:

As	Valore obiettivo (D.Lgs 152/07)	Media annua	6 ng/m ³
Cd	Valore obiettivo (D.Lgs 152/07)	Media annua	5 ng/m ³
Ni	Valore obiettivo (D.Lgs 152/07)	Media annua	20 ng/m ³

copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2006
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
2 stazioni di campionamento (Aosta Piazza Plouves ed Aosta Quartiere Dora) e campagne con laboratorio mobile.

elaborazione e presentazione

4.15

► **INFORMAZIONI SU ALCUNI METALLI PER I QUALI LA NORMATIVA DEFINISCE LIMITI SPECIFICI****Cadmio (Cd)**

Fonti di emissione: produzione di metalli non ferrosi (rame, zinco, cadmio), produzione di ferro ed acciaio, incenerimento di rifiuti (il cadmio è presente come parte dei pigmenti e di stabilizzanti della plastica o anche come parte delle batterie al nichel-cadmio), combustione di carbone ed oli.

Effetti sulla salute: le intossicazioni acute da cadmio sono eventi rari e solo conseguenti ad esposizioni molto elevate. L'assunzione di cadmio nel corpo umano può avere effetti renali ed effetti cancerogeni.

Nichel (Ni)

Fonti di emissione: combustione di oli combustibili e per riscaldamento o produzione di energia, estrazione mineraria e produzione di nichel, incenerimento di rifiuti, produzione di acciaio, combustione di carbone.

Composti del nichel sono presenti in natura sia nel suolo, sia nella biosfera.

Effetti sulla salute: il nichel è uno degli elementi presenti nel corpo umano con funzione di regolazione del metabolismo. A livello generale i rischi di tossicità acuta sono considerati molto bassi. L'assunzione di nichel nel corpo umano può avere effetti sulle vie respiratorie, effetti sul sistema immunitario e indurre allergie epidermiche.

Piombo (Pb)

Fonti di emissione: estrazione del minerale e sua fusione, uso di materiali riciclati contenenti piombo, combustione di combustibili fossili e legna. Il piombo è anche presente in natura come uno dei costituenti del suolo e di alcune rocce. Esso è presente anche negli organismi vegetali, da cui può essere rilasciato.

Effetti sulla salute: gli effetti sulla salute dipendono molto dalla dimensione delle particelle inalate. Relativamente ad una bassa esposizione per lunghi periodi si hanno effetti su sistema renale, sistema nervoso, pressione sanguigna.

► **SINTESI DEI DATI DI CONCENTRAZIONE (ng/m³) DEI METALLI PESANTI RILEVATI NELLA STAZIONE DI AOSTA PIAZZA PLOUVES**

Media annuale (ng/m ³)	Aosta - Pzza Plouves		Aosta - Quartiere Dora	
	2005	2006	2005	2006
Pb	11	16	29	15
Cd	0,27	0,23	0,36	0,21
Fe	207	222	233	153
Zn	70	77	136	63
Cu	10,8	9,5	11,8	7,4
Ni	17	18	16	11
Cr	20	23	23	21
Mn	21	32	42	24

Per quanto riguarda l'arsenico, le quantità presenti sui campioni analizzati sono quasi sempre al di sotto del limite di rilevabilità strumentale.

I livelli rilevati sono inferiori ai riferimenti normativi, laddove previsti.

Metodi analitici per la determinazione dei metalli pesanti sulle polveri in aria ambiente

Lorena Masieri



approfondimento

Le analisi di metalli pesanti sui campioni di particolato atmosferico sono eseguite presso l'area Acque - Spettrofotometria del Laboratorio ARPA.

Le analisi per la determinazione di metalli pesanti sono possibili solo su campioni in forma liquida.

Il filtro in acetato di cellulosa contenente il particolato PM₁₀, proveniente dalla stazione di misura (Fig. 1), viene sottoposto a un pretrattamento di mineralizzazione.

Esso consiste nella solubilizzazione e dissoluzione del campione con acidi forti (cloridrico, fluoridrico, nitrico, solforico o perclorico in aggiunte singole e/o in combinazione tra di loro). Tale operazione consiste nel dissolvere il campione in un contenitore aperto riscaldato a temperatura mediamente elevata (120 - 140° C) a pressione atmosferica (Fig. 2).

La soluzione così ottenuta è pronta per essere analizzata.

Contestualmente alla mineralizzazione del filtro con il particolato atmosferico, si effettua la preparazione di un *bianco* reattivi e di un *bianco* filtro. L'analisi di questi bianchi permette di evidenziare l'eventuale presenza di impurezze dei reattivi o di componenti del filtro, che così potranno essere sottratte al valore di concentrazione dell'analisi nei campioni.

Le tecniche utilizzate per la determinazione quantitativa dei metalli pesanti sul campione mineralizzato sono le seguenti:

- spettrofotometria di assorbimento atomico in fiamma (F-AAS);
- spettrofotometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica (GF-AAS);

La spettrofotometria di assorbimento atomico con atomizzazione a fiamma aria-acetilene (F-AAS) prevede che la soluzione proveniente dalla mineralizzazione del campione sia aspirata e nebulizzata direttamente in un sistema con una fiamma ad elevata temperatura. Tutti gli elementi contenuti nella soluzione sono vaporizzati in forma di atomi (*atomizzati*). Gli atomi allo stato fondamentale assorbono energia radiante emessa da una sorgente (lampada) a precise lunghezze d'onda. La percentuale di energia radiante assorbita dall'elemento atomizzato (assorbanza) è proporzionale alla quantità di metallo presente nel campione.

La spettrofotometria in assorbimento atomico con atomizzazione a fornello di grafite (GF-AAS) presenta invece un diverso sistema di atomizzazione notevolmente più sensibile (da 100 a 1000 volte) del precedente, a parità delle altre componenti strumentali. Nel GF-AAS il campione è atomizzato termicamente per elettro-riscaldamento all'interno di un tubo di grafite disposto orizzontalmente e attraversato dal raggio emesso dalla sorgente luminosa. Il riscaldamento del tubo di grafite è

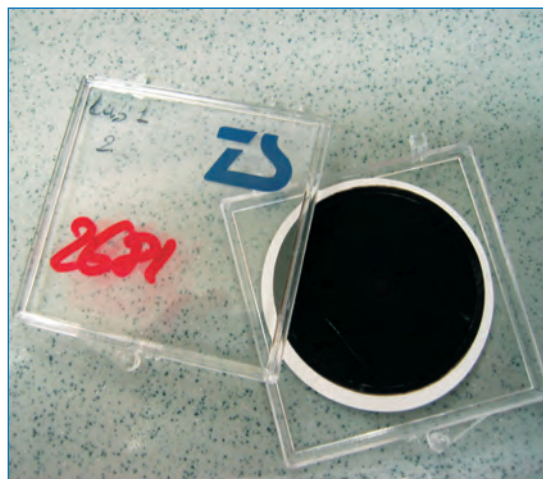


Figura 1 Esempio di campione di particolato PM₁₀.



Figura 2 Campione prelevato, trasferito in provetta e mineralizzato.

programmato con una sequenza di riscaldamento a fasi successive:

- una prima fase per disidratare il campione (100-120°C),
- una seconda fase di pirolisi per incenerire il campione ed allontanare la matrice organica (200-600°C)
- una terza fase di atomizzazione a temperature elevatissime diverse per ogni metallo (1200-2300°C)



Il programma di riscaldamento è specifico per metallo e l'atomizzazione è ottenuta in presenza di un flusso di argon per prevenire l'ossidazione della grafite e la formazione di composti refrattari.

Oltre ai metodi descritti, il laboratorio ARPA è dotato anche di un sistema per la determinazione dei metalli a spettrofotometria di emissione con sor-

gente al plasma (ICP OES). In questo sistema, la rilevazione dei metalli presenti nel campione è effettuata, non attraverso l'assorbimento di luce a frequenze specifiche, ma attraverso la misura dell'emissione luminosa del plasma atomico preventivamente eccitato. Questo metodo non è applicabile ai campioni di particolato solubilizzati in acidi forti.



Figura 3
Spettrofotometro di assorbimento atomico Fiamma F-AAS.



Figura 4
Spettrofotometro a assorbimento atomico Fornetto di Grafite GF-AAS.

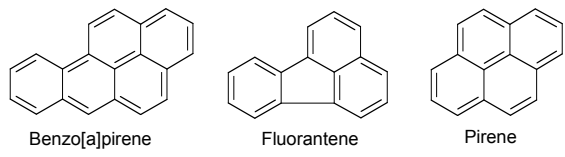


4.16

Concentrazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) su polveri nell'aria ambiente



Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono un ampio gruppo di composti chimici (oltre 500) caratterizzati dall'avere due o più anelli aromatici fusi assieme e formati da solo carbonio ed idrogeno. Le proprietà fisiche e chimiche sono molto variabili da composto a composto. In particolare la capacità di passare allo stato gassoso di alcuni IPA li rende molto mobili nell'ambiente distribuendoli sia in aria, sia nei suoli, sia nelle acque. Esempi di IPA sono:



Secondo gli studi dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) gli IPA comprendono sostanze che, quando inalate, potrebbero indurre il cancro al polmone. Altre sostanze a rischio cancerogeno possono derivare da composti derivati o prodotti da interazioni degli IPA con altri inquinanti (in particolar modo gli ossidi di azoto).

Gli IPA si formano in reazioni di combustione a basse temperature. Di conseguenza possono originarsi in: processi industriali (cokerie e produzione di alluminio); combustione domestica di combustibili solidi (legna e carbone); emissione da motori a combustione interna degli autoveicoli (in funzione del tipo di motore, dell'età del motore, del tipo di guida, della partenza a motore freddo); attività agricole (combustione di sterpaglie e boschi).


A livello internazionale si prende come riferimento per la valutazione della presenza di IPA la concentrazione di Benzo[a]pirene (B[a]P) determinata su particolato atmosferico PM₁₀.


classificazione




- ▶ **Area tematica SINAnet**
Atmosfera
- ▶ **Tema SINAnet**
(Qualità dell'aria)
- ▶ **DPSIR** S

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione


Giudizio stato


Tendenza


riferimenti normativi



- ▶ **Normativa di riferimento**
D.Lgs 152/07
- ▶ **Relazione con la normativa**
La quantificazione dell'indicatore è richiesta esplicitamente dalla normativa, quantomeno per il B[a]P.
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
La normativa definisce livelli di riferimento per il solo benzo[a]pirene.

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
B[a]P	Valore obiettivo (D.Lgs 152/07)	Media annua delle medie giornaliere su particolato PM ₁₀	1 ng/m ³

copertura temporale e spaziale



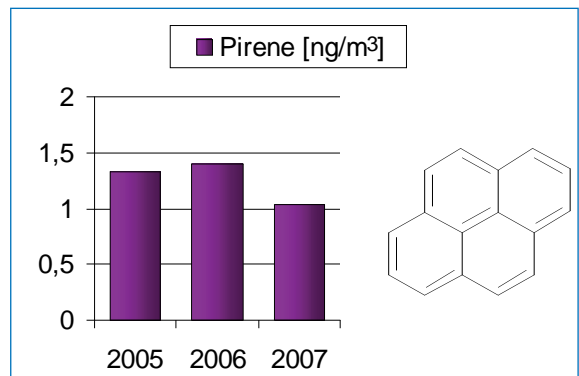
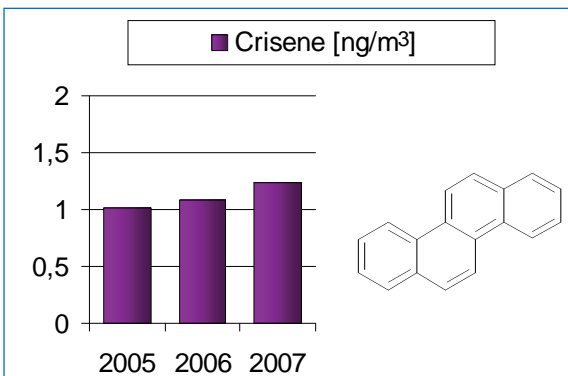
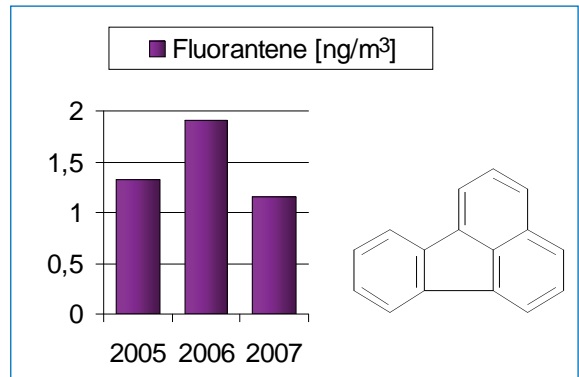
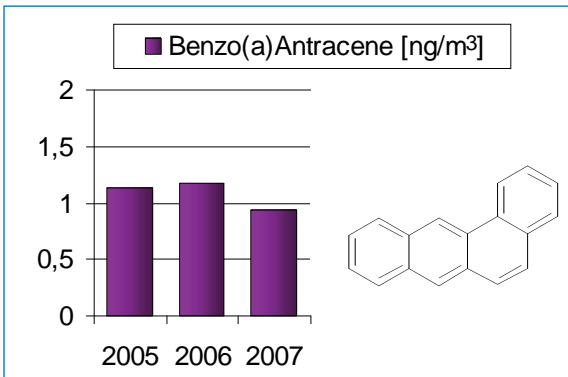
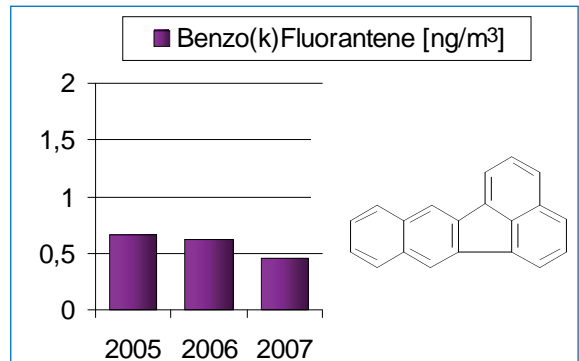
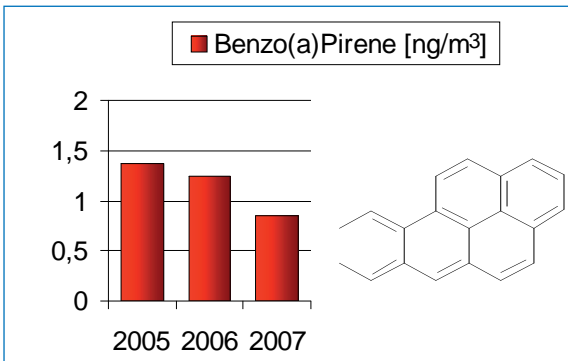
- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Annuale
- ▶ **Copertura territoriale**
1 stazione di campionamento (Aosta Piazza Plouves) in funzione dal 2005 e campagne di monitoraggio con Laboratorio Mobile

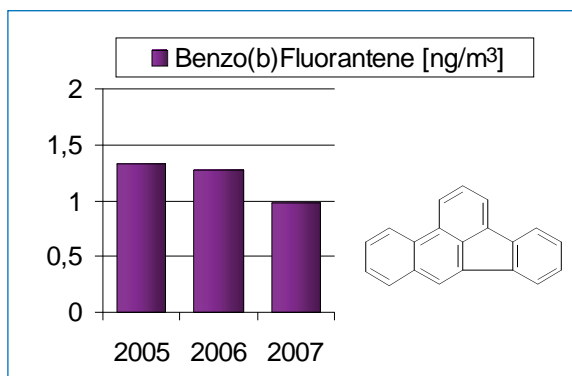
elaborazione e presentazione

► SINTESI DEI DATI DI CONCENTRAZIONE DI IPA RILEVATI NEL 2007

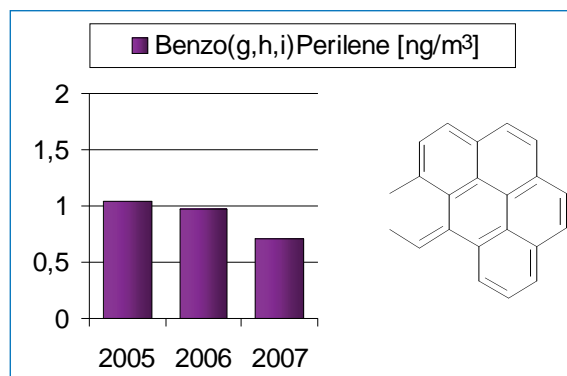
	Media annuale (ng/m ³)
Fluorantene	1,154
Pirene	1,029
Benzo(a)Antracene	0,931
Crisene	1,230
Benzo(b)Fluorantene	0,981
Benzo(k)Fluorantene	0,453
Benzo(a)Pirene	0,847
DiBenzo(a,h)Antracene	0,092
Benzo(g,h,i)Perilene	0,706

► ANDAMENTI MEDIE ANNUALI (ng/m³) NELLA STAZIONE DI AOSTA - P.ZZA PLOUVES



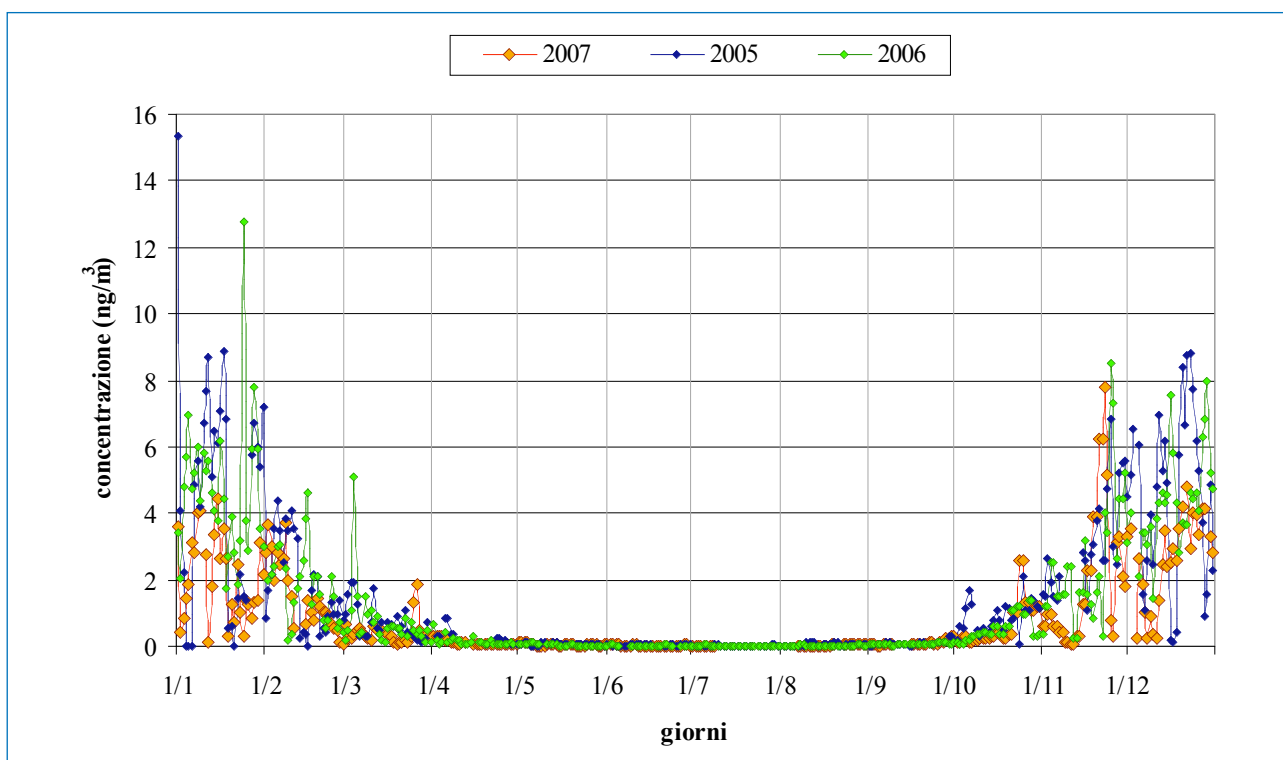


Per quasi tutti i tipi di IPA monitorati si osserva un andamento delle medie annue costate o in calo. In particolare il Benzo[a]Pirene, preso come riferimento dalla normativa, dopo due anni di superamento del valore obiettivo (anni 2005 e 2006) è, nel 2007, rientrato nei limiti fissati dalla normativa.



Le concentrazioni di IPA su particolato atmosferico sono molto variabili nell'arco dell'anno. Nel periodo estivo, esse sono praticamente nulle, mentre le concentrazioni aumentano grandemente nel periodo invernale. Questo andamento è ben illustrato dal grafico seguente.

► ANDAMENTI MEDIE GIORNALIERE DI B[A]P SU PARTICOLATO ATMOSFERICO NEL PERIODO 2005 - 2007 (ng/m³) IN AOSTA - P.ZZA PLOUVES



Nel periodo estivo, a causa delle temperature più elevate, gli IPA tendono a permanere allo stato gassoso piuttosto che condensarsi sulla fase solida del particolato; il contrario avviene in inverno con le basse temperature. Anche le condizioni meteorologiche influenzano l'andamento delle concentrazioni rilevate: in giornate di forte ventosità, si ha un rimescolamento dell'aria con trasporto a distanza rispetto alle sorgenti e dispersione in

atmosfera dei composti presenti. Al contrario, le condizioni di stabilità atmosferica, e in particolare le condizioni di inversione termica frequenti nel periodo invernale, favoriscono l'accumularsi degli inquinanti emessi nella bassa troposfera. Il profilo di tipo "seghettato" del periodo invernale deriva dall'alternarsi di condizioni di stabilità atmosferica con periodi di forte ventosità, spesso collegati agli episodi di foehn.

Il piano regionale per il risanamento, il miglioramento ed il mantenimento della qualità dell'aria

Tiziana Magri

Il Piano Regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (di seguito per brevità Piano), allegato alla legge regionale 30 gennaio 2007, n. 2, in relazione alle disposizioni del Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 351 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente", definisce gli obiettivi e le misure per la riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera al fine di garantire il rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa vigente e il miglioramento della qualità dell'aria. La redazione del Piano è stata curata dall'Assessorato Territorio, Ambiente e Opere Pubbliche, con la collaborazione della Sezione Aria dell'ARPA, avvalendosi anche del contributo di altri Assessorati ed Amministrazioni locali. Il Piano, che si configura come lo strumento di programmazione, coordinamento e controllo delle politiche di gestione del territorio, riguardanti le azioni di miglioramento dei livelli di inquinamento atmosferico, avrà una durata di nove anni e sarà sottoposto a monitoraggio annuale ed a verifica triennale.

Il documento completo è disponibile sul sito della Regione Valle d'Aosta all'indirizzo: http://www.regione.vda.it/territorio/piano_aria/.

In base alle indicazioni metodologiche fornite dal Decreto ministeriale 1° ottobre 2002, n. 261 "Regolamento recante le direttive tecniche per la valu-

tazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del Piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del Decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351" il Piano si articola in due parti: il quadro conoscitivo ed il quadro attuativo.

Nel **quadro conoscitivo**, oltre all'esame della normativa, sono stati raccolti ed analizzati tutti i dati che influiscono sullo stato dell'aria ambiente, ed in particolare:

- descrizione delle caratteristiche generali del territorio (orografia, clima, uso del suolo, insediamenti ed attività umane);
- definizione e quantificazione delle sorgenti di inquinanti presenti sul territorio, attraverso l'aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni;
- analisi dei dati di qualità dell'aria misurati dalla rete di monitoraggio di ARPA Valle d'Aosta;
- valutazione della qualità dell'aria integrando le misure della rete regionale di monitoraggio ed i risultati ottenuti con l'applicazione dei modelli matematici di dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Il **quadro attuativo** stabilisce il processo complessivo di controllo e di riduzione dell'inquinamento atmosferico, definendo gli obiettivi e le azioni per la gestione della qualità dell'aria.

In questa direzione, il primo passo è la suddivisione del territorio regionale in aree omogenee dal punto

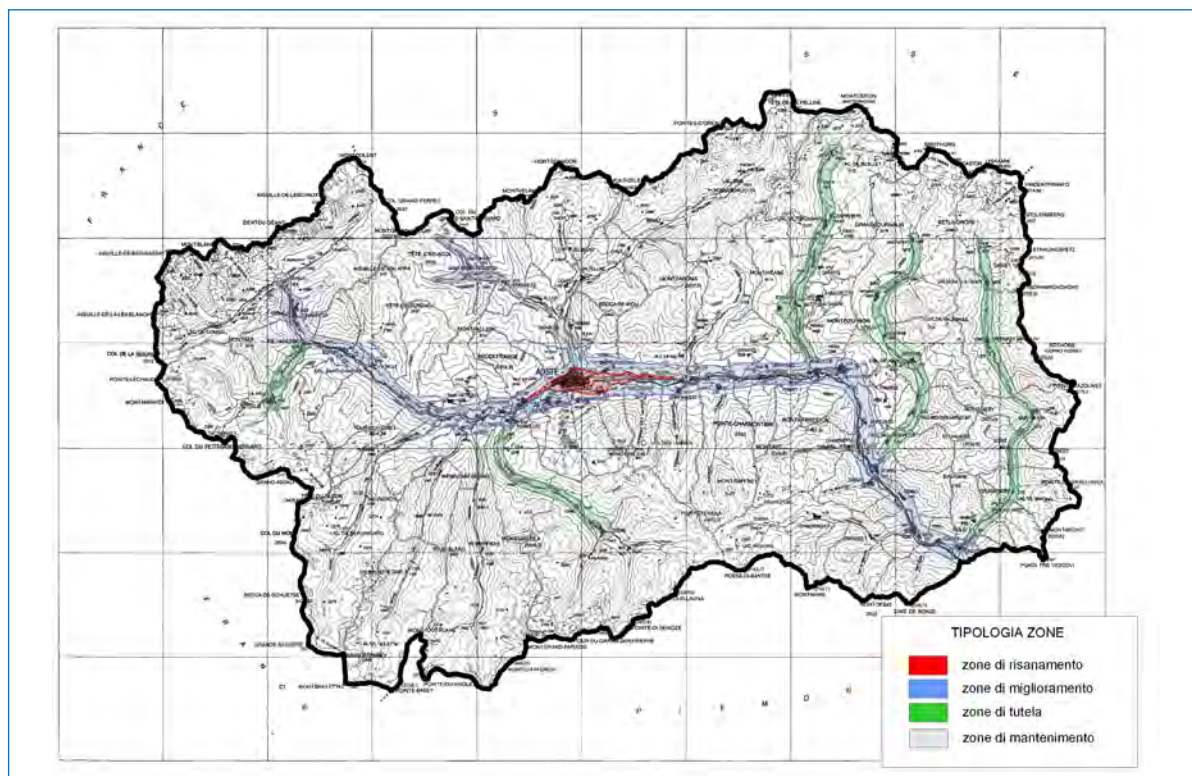


Figura 1 Zonizzazione del territorio regionale del Piano Aria

di vista della qualità dell'aria: si tratta della zonizzazione prevista dal D.Lgs. 351/99. Sono state individuate 3 zone, illustrate in Fig. 1:

- **zone di risanamento**, in cui i livelli di uno o più inquinanti superano il valore limite (colore rosso in figura 1);
- **zone di miglioramento e tutela**, in cui i livelli di uno o più inquinanti sono a rischio di superamento dei valori limite. In tale categoria rientrano due tipologie territoriali diverse:
 - parti del territorio che, durante tutto l'anno, per la presenza di sorgenti inquinanti, sono a rischio di superamento dei valori limite (zone di miglioramento - colore blu nella mappa);
 - parti del territorio caratterizzate da un elevato valore paesaggistico e naturalistico che in certi periodi dell'anno, per l'elevato afflusso turistico, possono trovarsi in situazioni di criticità per la qualità dell'aria e necessitano quindi di interventi di tutela (zone di tutela - colore verde nella mappa);
- **zone di mantenimento**, in cui i livelli degli inquinanti sono abbondantemente al di sotto dei limiti e ove occorre attuare azioni di mantenimento delle attuali condizioni (colore bianco nella mappa).

Vengono poi ipotizzati 6 scenari emissivi riferiti all'intera Regione o all'area del capoluogo regionale, sulla base della situazione attuale e delle tendenze in atto riferite alle diverse fonti emissive:

- scenario 1: evoluzione naturale del parco veicoli circolanti al 2010 su tutto il territorio regionale;
- scenario 2: evoluzione naturale del parco veicoli circolanti al 2020 su tutto il territorio regionale;
- scenario 3: riduzione del flusso di automobili e veicoli commerciali leggeri in Aosta;
- scenario 4: riduzione del flusso di automobili in Aosta;
- scenario 5: riduzione delle emissioni da attività produttive in Aosta;
- scenario 6: riduzione delle emissioni in base agli interventi previsti dal Piano Energetico Regionale su tutto il territorio regionale.

A partire dalle emissioni dei vari inquinanti (NO_x, NO₂, PM₁₀, SO₂,...), ipotizzate per ogni singolo scenario ed utilizzando il modello di dispersione SPRAY, sono state calcolate le concentrazioni di ossidi di azoto prodotte. A titolo di esempio, si riportano le riduzioni delle concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) nell'area urbana di Aosta, rispetto alla situazione attuale, previste per gli scenari 3 e 4 (Fig. 2 e 3).

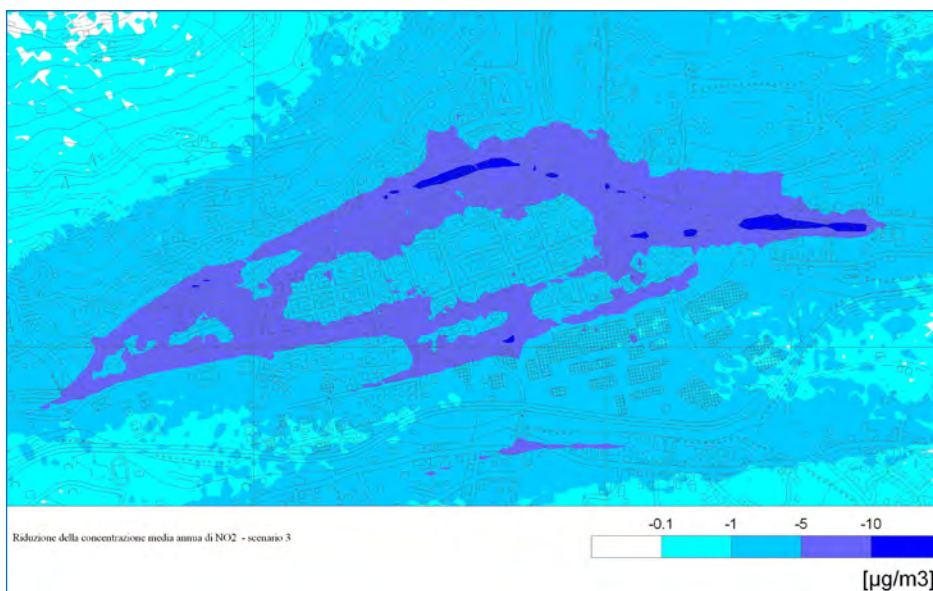


Figura 2 Riduzione della concentrazione media annua di NO₂ nelle ipotesi dello scenario 3

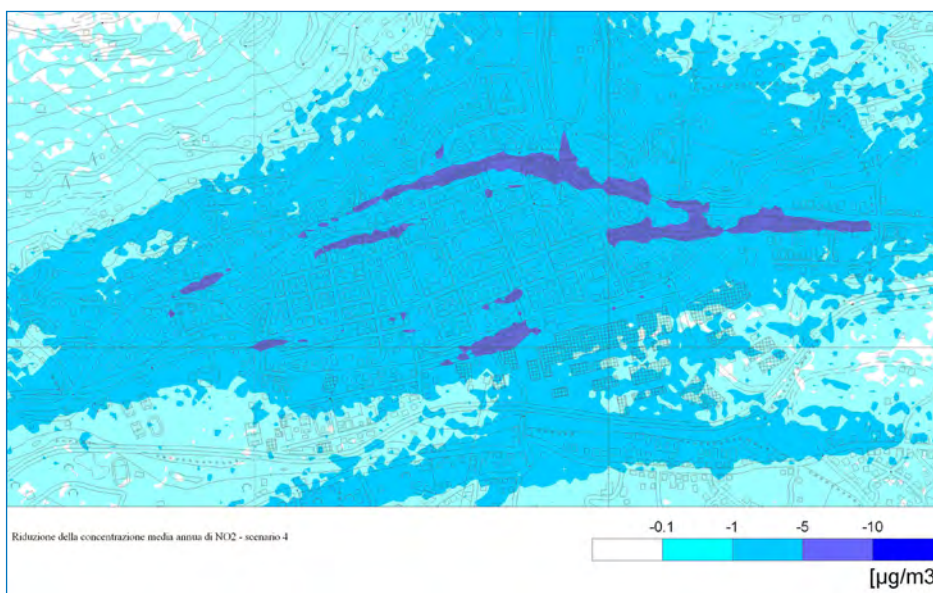


Figura 3 Riduzione della concentrazione media annua di NO₂ nelle ipotesi dello scenario 4



Tenendo conto del quadro conoscitivo, e delle indicazioni che emergono dall'elaborazione dello scenario di riferimento e degli scenari di riduzione, sono stati definiti specifici **obiettivi di qualità dell'aria e di riduzione delle concentrazioni**, ovvero valori di concentrazione da ottenere progressivamente nel tempo (anni 2010 e 2015) attuando le azioni di piano. Essi sono più restrittivi rispetto ai limiti normativi, e tengono conto del loro aggiornamento a livello nazionale, come previsto dal DM 60/02. La scelta del Piano di definire obiettivi di qualità tiene conto dell'elevato valore ambientale del territorio. Per ossidi di azoto e polveri sottili gli obiettivi di qualità dell'aria del Piano sono i seguenti:

- **Polveri fini (PM₁₀): concentrazione media annua** (Valore di riferimento al 2005: 33 µg/m³ misurata nella stazione di Aosta Piazza Plouves)

PM ₁₀ - ZONE A, B1			
Anno	Limite normativo (indicativo, da ridefinire)	Obiettivo di qualità	Riduzione rispetto al 2005
2010	20 µg/m ³	20 µg/m ³	40 %
2015	20 µg/m ³	18 µg/m ³	45 %

- **Polveri fini (PM₁₀): numero di superamenti del valore medio giornaliero di 50 µg/m³** (Valore di riferimento al 2005: 56 misurati nella stazione di Aosta Piazza Plouves)

PM ₁₀ - ZONE A, B1			
Anno	Limite normativo (indicativo, da ridefinire)	Obiettivo di qualità	Riduzione rispetto al 2005
2010	7	7	87,5%
2015	7	7	87,5%

- **Biossido di azoto (NO₂): concentrazione media annua** (Valore di riferimento al 2005: 36 µg/m³ come media dei valori misurati nelle stazioni di Aosta (Piazza Plouves, Teatro Romano, Quartiere Dora))

NO ₂ - ZONE A, B1			
Anno	Limite normativo (indicativo, da ridefinire)	Obiettivo di qualità	Riduzione rispetto al 2005
2010	40	35	3%
2015	40	30	17%

- **Biossido di azoto (NO₂): numero di superamenti del valore orario di 200 µg/m³** (Valore di riferimento al 2005: 1 misurato nelle stazioni di Aosta)

NO ₂ - ZONE A, B1			
Anno	Limite normativo (indicativo, da ridefinire)	Obiettivo di qualità	Riduzione rispetto al 2005
2010	18	1	-
2015	18	0	100%

Se vengono attuate misure di riduzione del traffico, di miglioramento tecnologico per le attività produttive e per il parco veicoli, gli scenari descritti permettono di prevedere una riduzione media di NO₂ nella zona di risanamento pari al 26% per il 2010 e al 30% per il 2020, con sostanziale miglioramento delle condizioni di qualità dell'aria per questo parametro. Gli interventi sul traffico, inoltre, dovrebbero permettere la riduzione delle concentrazioni di altri inquinanti specifici (benzene, benzo(a)pirene) al di sotto dei limiti normativi.

Per quanto riguarda l'altro inquinante per cui oggi sono segnalati superamenti, ossia le polveri sottili PM₁₀, le stime numeriche calcolate a partire dagli scenari di traffico indicano che la riduzione del traffico non è sufficiente per rispettare i limiti normativi. L'obiettivo di qualità al 2010 per la concentrazione media annua, ancora più restrittivo del limite normativo, dovrà essere perseguito anche attraverso azioni riferite alle attività produttive e al riscaldamento. Anche il raggiungimento del limite normativo per il numero di superamenti del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ richiederà particolare impegno.

Sulla base degli scenari ipotizzati e degli obiettivi di qualità dell'aria e di riduzione delle concentrazioni, sono state definite le **azioni da intraprendere per il risanamento, il miglioramento ed il mantenimento della qualità dell'aria**.

Nella tabella seguente è riportato l'elenco delle azioni prese in considerazione dal Piano, raggruppate in cinque diversi settori di intervento: i primi tre riguardano le principali fonti di inquinamento (trasporti, energia e attività produttive), altri due invece riguardano la comunicazione al pubblico e le attività conoscitive dello stato della qualità dell'aria.

Per quanto riguarda il settore trasporti, le azioni sono volte a ridurre l'inquinamento prodotto dal traffico (ossidi di azoto, polveri fini, benzene, gas ad effetto serra) agendo attraverso limitazioni alla circolazione per zona e per tipologia di veicoli, favorendo l'utilizzo di mezzi di trasporto alternativi all'automobile (trasporto pubblico, mobilità dolce) e promuovendo il rinnovo tecnologico dei veicoli circolanti.

Per il settore energia, l'obiettivo è la riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici derivanti dalla produzione e dall'utilizzo dell'energia (riscaldamento domestico, sistemi di illuminazione, elettrodomestici) attraverso misure specifiche che favoriscano il risparmio e l'uso efficiente dell'energia: applicando tecnologie appropriate nel campo dell'edilizia e dell'impiantistica, incentivando le fonti rinnovabili e la diversificazione dei combustibili. È inoltre prevista un'attività di formazione rivolta al pubblico, per l'uso efficiente delle risorse energetiche, ed una formazione tecnica per il personale specializzato.

Per le attività produttive, il Piano mira da un lato alla promozione ed al miglioramento tecnologico attraverso l'istituzione di tavoli di lavoro concertati (sia per le attività industriali che per le attività artigianali) e dall'altro definisce limiti alle emissioni, specifici per la realtà regionale.

Considerato che l'attuazione delle varie azioni ed il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria fissati dal Piano non possono prescindere dal coinvolgimento e dalla consapevolezza degli attori lo-



Azioni	
TRASPORTI	MO1 Mobility Manager MO2.a Progettazione e individuazione di parcheggi fuori città MO2.b Estensione delle zone di sosta a pagamento MO2.c Estensione dell'area pedonale e a circolazione limitata nella città di Aosta MO3.a Mobilità dolce MO3.b Pedibus TP1 Sistema tariffario "carte transports" TP2.a Ottimizzazione della rete di trasporto pubblico TP2.b Servizio a chiamata TP2.c Informazione su percorsi e orari TC1 Regolamentazione della circolazione di mezzi pesanti per trasporto merci TC2 Regolamentazione della distribuzione delle merci nel centro di Aosta TC3 Regolamentazione dell'accesso nella città di Aosta dei mezzi utilizzati per lo svolgimento delle attività artigianali e/o imprenditoriali RT1 Verifica periodica dei gas di scarico (bollino blu) RT2 Rinnovo tecnologico del parco circolante
ENERGIA	EN1 Prestazioni energetiche degli edifici EN2.a Sostituzione delle caldaie EN2.b Sostituzione di elettrodomestici/sistemi di illuminazione EN3.a Sviluppo di impianti ad energia solare e micro-eolica EN3.b Impianti a biomassa legnosa EN4.a Cogenerazione EN4.b Teleriscaldamento EN5.a Limitazione all'impiego di olio combustibile EN5.b Diffusione dell'utilizzo di combustibili gassosi EN6 Implementazione dell'Efficiency Manager regionale EN7.a Informazione al pubblico EN7.b Progetti pilota EN7.c ESCO
ATTIVITA' PRODUTTIVE	AP1 Definizione di limiti per le emissioni in atmosfera AP2 Miglioramento tecnico e tecnologico AP3 Tavoli di lavoro per la definizione di modalità operative per attività industriali e artigianali
COMUNICAZIONE	IF1 Informazione ai cittadini IF2 Corsi di formazione IF3 Informazione sullo stato di attuazione del Piano IF4 Istituzione di un tavolo tecnico di concertazione per gli interventi nell'area della "Plaine"
STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	QA1.a Revisione e aggiornamento della rete regionale di controllo della qualità dell'aria QA1.b Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche QA1.c Caratterizzazione del particolato QA2.a Rilevamento dei flussi di traffico QA2.b Controllo delle emissioni degli impianti industriali QA2.c Aggiornamento dell'inventario delle emissioni QA2.d Studio dei processi produttivi

cali e dell'opinione pubblica, sono state previste delle azioni di comunicazione. Quest'ultime sono finalizzate alla concertazione tra l'Amministrazione regionale e gli Enti locali interessati, per il coordinamento degli interventi sul territorio, e ad informare i cittadini sullo stato della qualità dell'aria e sui comportamenti corretti da tenere. A ciò si affianca un'attività formativa, rivolta a tecnici ed amministratori, affinché le principali innovazioni possano divenire patrimonio comune e si sviluppi un'imprenditorialità specificamente orientata.

Ultime in questo elenco, ma non certo in ordine di importanza, e di diretta competenza di ARPA, sono le azioni riguardanti il sistema di conoscenza sulla qualità dell'aria. Tali misure riguardano: la revisione e l'aggiornamento della rete regionale di controllo della qualità dell'aria, il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, la caratterizzazione del particolato in sospensione (composizione chimica e granulometrica -PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁ e polveri ultrafini), il controllo delle emissioni degli impianti industriali e l'aggiornamento dell'inventario delle emissioni.



Monitoraggio integrato di composti gassosi del fluoro in atmosfera: metodi di indagine e prime valutazioni

Andrea Mammoliti Mochet, Lorena Masieri



approfondimento

Dal 2005, ARPA Valle d'Aosta ha avviato una campagna di monitoraggio integrato per valutare la concentrazione in atmosfera di composti gassosi del **fluoro** nel capoluogo regionale e in diversi comuni circostanti.

L'area di studio è riportata nelle Figg. 6a, b, c.

Si tratta di un'indagine sperimentale necessaria per valutare la presenza di un inquinante aerodisperso molto particolare, le cui caratteristiche (concentrazione ridotta e modalità di dispersione) rendono non applicabile i normali metodi di campionamento strumentale mediante le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA.

L'analisi della concentrazione di fluoro nell'aria ambiente è stata realizzata accoppiando misure strumentali con campionatori passivi e rilievi mediante biomonitors vegetali come in seguito descritto.

Il fluoro in ambiente

Il fluoro è generalmente presente in aria in forma gassosa come acido fluoridrico (HF), tetrafluoruro di silicio (SiF₄) e acido fluosilicico (H₂SiF₆), o in forma particellare (specialmente come fluoruro di sodio NaF e criolite Na₃AlF₆).

L'acido fluoridrico (HF) è estremamente corrosivo, a contatto con la pelle o con le mucose distrugge i tessuti. Le comuni vie di esposizione avvengono attraverso il contatto con la pelle e l'apparato respiratorio a seguito dell'inalazione dei vapori (conseguente all'inquinamento dell'aria nell'ambiente di vita e/o in ambiente lavorativo). In particolare, l'HF irrita gravemente gli occhi e il sistema respiratorio ove può produrre ustioni gravi che possono evolversi, dopo qualche tempo, in edema polmonare.

All'interno dell'area di studio, fonti di emissione di composti di fluoro in forma gassosa sono collegate all'attività dell'acciaieria Cogne Acciai Speciali, in particolare il reparto acciaieria, in corrispondenza del convertitore AOD duran-

te l'operazione di desolforazione dell'acciaio, e l'impianto di decapaggio che utilizza l'acido fluoridrico presso l'impianto DECAFAST, nella zona sud orientale dell'area industriale. In questo settore, una parte delle vergelle di acciaio, prodotte dalla fusione di rottami ferrosi, sono immerse in vasche con soluzioni acquose di diversi acidi tra cui anche l'acido fluoridrico. Tale trattamento ha lo scopo di rimuovere lo strato di scaglia superficiale che si forma sulla superficie dell'acciaio a seguito dei vari trattamenti termici. Ogni vasca è dotata di un sistema d'aspirazione dei gas e dei vapori acidi che sono convogliati a un unico collettore d'aspirazione, collegato a un sistema d'abbattimento con torri di lavaggio ad acqua.

In generale, composti del fluoro possono anche svilupparsi anche in fase di incenerimento di plastiche e altri materiali organici fluorurati quali teflon, PTFE, PVDF, PCTFE, ecc. Per questo motivo, azioni di monitoraggio dell'HF sono intraprese anche nelle aree circostanti gli inceneritori.

Inoltre, il fluoro è considerato un *tracciante* ovvero può essere ritenuto rappresentativo della presenza di altri inquinanti gassosi emessi con medesima dinamica dalla stessa fonte (quali ad esempio nitrati, solfati, ossidi di azoto e zolfo).

La metodologia utilizzata

Il monitoraggio dell'HF è stato effettuato utilizzando campionatori passivi di tipo diffusivo a simmetria radiale (radiello®, brevettati dalla Fondazione Salvatore Maugeri-IRCCS), secondo metodiche di esposizioni e analisi sperimentate e validate.

Il campionatore passivo per il monitoraggio dell'acido fluoridrico è illustrato in Fig. 1 nei suoi diversi componenti (1. triangolo di supporto, 2. corpo diffusivo in materiale microporoso, 3. cartuccia adsorbente, 4. provetta di contenimento per il trasporto, 5. etichetta di identificazione) e nella Fig. 2 in una tipica installazione in ambiente con riparo per le intemperie (Fig. 2).



Figura 1 Componenti del campionatore passivo radiello ®



Figura 2 Riparo protettivo per campionatori passivi



In parallelo alle misure di concentrazione di HF condotte con radiello®, sono state effettuate campagne di biomonitoraggio della presenza di HF nei tessuti di alcune specie vegetali che rimangono esposte all'inquinante e lo bioaccumulano. Nei vegetali, l'azione del fluoro ha luogo nella membrana cellulare, prima ancora di attaccare gli organuli cellulari (Treshow, 1971). Il suo accumulo avviene per buona parte nei cloroplasti (Chang e Thompson, 1966) la cui alterazione si manifesta esternamente, sulle foglie, con un sintomo ben visibile denominato clorosi, non appena è superata una soglia specifica di concentrazione (Weinstein, 1977). Macroscopicamente appare sulla pagina superiore e inferiore della foglia una zona interessata da necrosi, anch'essa dipendente dalla concentrazione soglia di fluoro, localizzata alla sommità o ai margini, che progredisce verso la base (Manning e Fader, 1980). Una sottile linea rossastra sovente separa i tessuti necrotici da quelli sani mentre le aree necrotiche possono talvolta separarsi lungo questa linea e cadere. La foglia può anche assumere un margine irregolare, ma non tende a staccarsi dal fusto anche in situazioni di concentrazione di fluoruri assai elevate (Lorenzini, 1983).

Nelle Fig. 3 e 4 sono illustrati esempi di necrosi fogliare su foglie di Lauroceraso e di Gladiolo.

In dettaglio, il meccanismo di tossicità del fluoro è il seguente: i fluoruri inducono la distruzione della pa-



Figura 3 Necrosi fogliare su foglie di Lauroceraso (*Prunus laurocerasus*)



Figura 4 Necrosi fogliare su foglie di *Gladiolus*

rete cellulare impoverendo le foglie di calcio, formando fluoruro di calcio (CaF_2) relativamente poco solubile e impostando una reazione a catena che porta alla distruzione dei tessuti del margine e dell'apice fogliare. Lo ione fluoruro è trasportato dall'acqua in soluzione dalla camera stomatica verso l'apice e il margine fogliare dove l'evaporazione è maggiore e si accumula il fluoruro che interferisce con i meccanismi di distribuzione del calcio causando le necrosi macroscopiche (*transpiration driven concentration*). Il tutto avviene in un tempo pari a circa 10 - 15 minuti: di conseguenza, la foglia non risponde a brusche variazioni della concentrazione di HF o a brevi esposizioni (anche se intense). Nel complesso, anche dai riscontri bibliografici, risulta che, il sistema fogliare di diverse essenze bioaccumulatrici si presta adeguatamente a monitorare periodi di esposizione relativamente prolungati (dell'ordine di qualche settimana).

Le foglie, al contrario, non risentono direttamente della presenza del fluoro nel terreno. L'elevata mobilità dei fluoruri nel suolo comporta, infatti, un effetto molto limitato di trasferimento di inquinante da un terreno ricco di fluoruri alle foglie.

La scelta della specie vegetale bioindicatrice è stata effettuata considerando i seguenti fattori:

- le condizioni climatiche dell'area di studio;
- le dimensioni della superficie fogliare media esposta agli inquinanti aerodispersi;
- le potenzialità operative delle specie presenti nell'area di studio, privilegiando essenze rustiche e tendenzialmente xerofile, sempreverdi campionabili anche in periodo invernale;
- la presenza diffusa della specie all'interno delle aree verdi dell'area di studio.

L'essenza più adatta alla sperimentazione è risultata essere il **Lauroceraso** o **alloro da siepe** (*Prunus laurocerasus*) su cui esiste anche una buona documentazione bibliografica relativamente al bioaccumulo di fluoruri.

L'organizzazione spaziale della rete di monitoraggio è stata definita avvalendosi anche delle informazioni modellistiche sviluppate da ARPA per individuare le zone potenzialmente soggette a una maggior ricaduta di inquinante.

Complessivamente sono stati utilizzati 35 siti di monitoraggio in corrispondenza di siepi di lauroceraso preesistenti.

Attività di laboratorio

L'analisi dei campionatori passivi è stata effettuata dall'Area Acque e Spettrofotometria del Laboratorio dell'ARPA. L'acido fluoridrico gassoso, assorbito dalla cartuccia adsorbente del campionatore, è stato dosato come ione fluoruro con tecnica di **cromatografia ionica**. La metodica analitica utilizzata è basata sulla determinazione simultanea di specie cationiche o anioniche. Questa tecnica si basa sulla separazione degli analiti mediante colonne rispettivamente di scambio cationico o anionico in base alla loro affinità per la fase stazionaria. Il riconoscimento degli analiti è effettuato confrontando il tempo di ritenzione dei picchi cromatografici del campione con il tempo di ritenzione di soluzioni standard. La concentrazione è determinata confrontando l'area del picco cromatografico con la curva di calibrazione del fluoro costruita mediante una serie di soluzioni standard a diverse concentrazioni. Un cromatogramma è mostrato in Fig. 5.



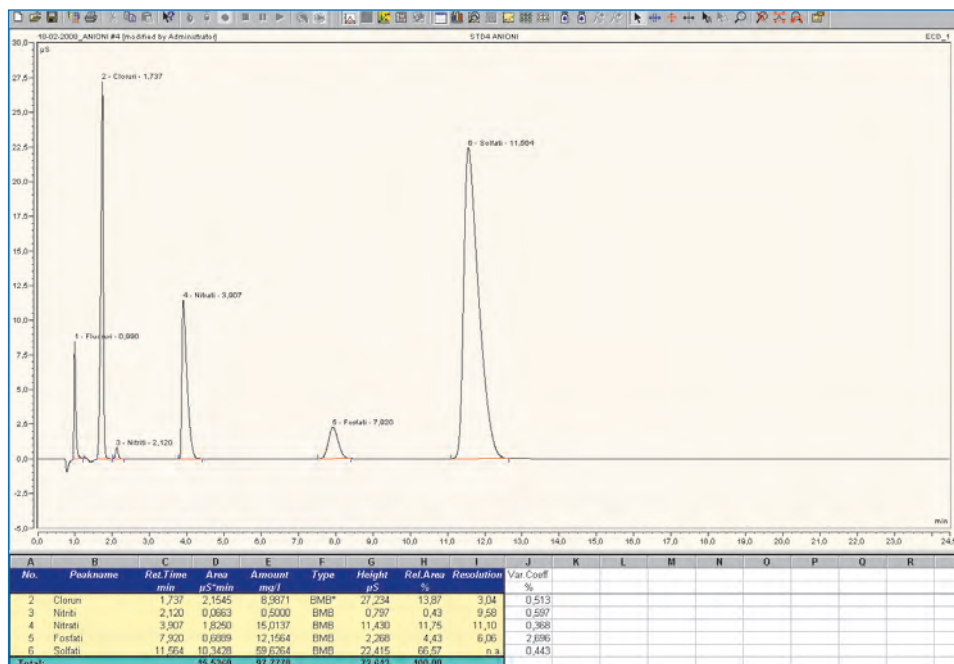


Figura 5
Cromatogramma anionico in cui è visibile il picco dei fluoruri (primo a sinistra), la cui area permette il calcolo della concentrazione di HF rilevata mediante campionatori passivi

La determinazione di fluoruri all'interno di foglie di *Prunus laurocerasus* è oggetto di una metodica sperimentale appositamente sviluppata. La sua messa a punto è stata alquanto lunga e onerosa, ma ha permesso di definire una metodologia analitica affidabile e con variabilità nota in ogni sua componente.

La metodica prevede diverse fasi di preparazione sia dello strumento sia del campione prima di effettuare una misura corretta:

- preparazione dello strumento;
- taratura, che comprende le fasi di preparazione degli standard, del bianco di taratura e della soluzione di riposo;
- estrazione dei fluoruri dalla matrice vegetale, utilizzo della centrifuga per separare la parte solida da quella liquida e preparazione della soluzione campione per la misura con aggiunta di Tisab (stabilizzatore di forza ionica);
- misura del valore di fluoruri nella soluzione derivati dal campione vegetale;
- seconda estrazione e recuperi nel caso i campioni analizzati abbiano elevate concentrazioni di fluoruri.

La determinazione della concentrazione di fluoruri nei campioni di lauroceraso nella soluzione è effettuata con un elettrodo ione selettivo in grado di rilevare sotto forma di segnale elettrico la concentrazione degli ioni F⁻ presenti.

Risultati dell'attività sperimentale

Attualmente sono disponibili le misure effettuate mediante campionatori passivi e biomonitors. I dati finora raccolti permettono di compiere una serie di valutazioni sulla dinamica di dispersione dell'inquinante e sulla sua concentrazione nell'aria ambiente. I valori rilevati mediante campionatori passivi mostrano una dispersione dell'inquinante tipica e regolare: l'acido fluoridrico, aerodisperso sotto forma di aerosol, con elevata mobilità, presenta valori più elevati entro poche centinaia di metri dalla sorgente, che diminuiscono allontanandosi da essa, tendendo a livelli ridotti e costanti anche a distanza di diversi chilometri. Pur se con concentrazioni ridotte, la dispersione di HF

interessa anche settori relativamente lontani dalla fonte di emissione.

L'impianto di decapaggio di CAS risulta essere la più significativa fonte di HF aerodisperso all'interno dell'area di studio. Ciò è confermato dal fatto che, nel periodo di chiusura programmata dell'impianto di decapaggio, nel mese di agosto, non è stata rilevata presenza di acido fluoridrico in nessun punto della rete.

La Fig. 6a rappresenta, mediante una vista prospettica (da nord verso sud) dell'area di studio, la distribuzione delle concentrazioni medie annuali di HF in atmosfera nella campagna maggio 2005 - maggio 2006 in ogni sito.

I rilievi di HF nella piana di Aosta sono proseguiti negli anni successivi. In particolare, nei mesi di gennaio, febbraio e marzo 2008 i rilievi con campionatori passivi sono stati abbinati ad analisi di concentrazioni di fluoro sulle matrici vegetali (Lauroceraso). I risultati dei rilievi invernali delle concentrazioni di HF sono mostrati nella Fig. 6b.

Nel periodo invernale le concentrazioni appaiono più omogenee rispetto alle medie annuali. Ciò può dipendere dai fenomeni di inversione termica particolarmente accentuati in questa stagione, soprattutto nell'area di studio, che favoriscono una complessiva omogeneizzazione della presenza di inquinanti in atmosfera. L'area di concentrazioni uniformi è relativamente estesa, comprendendo anche i siti più distanti dalla sorgente emissiva (rispettivamente 1,3 km a Nord, 1,3 km a Sud, 1,8 km a Ovest e 1,6 km a Est). Livelli tendenzialmente un po' più elevati nei siti a Ovest possono essere dovuti all'attivazione di regimi di brezza, a partire da fine febbraio, con prevalenza di brezze di valle.

Anche i venti di brezza incanalati nella valle del Gran San Bernardo, esattamente a Nord della sorgente emissiva, sembrano avere un ruolo nella distribuzione di HF con un'azione di richiamo delle masse d'aria verso Nord.

Si osserva, inoltre, che le concentrazioni medie rilevate nel periodo invernale sono inferiori alle medie in-

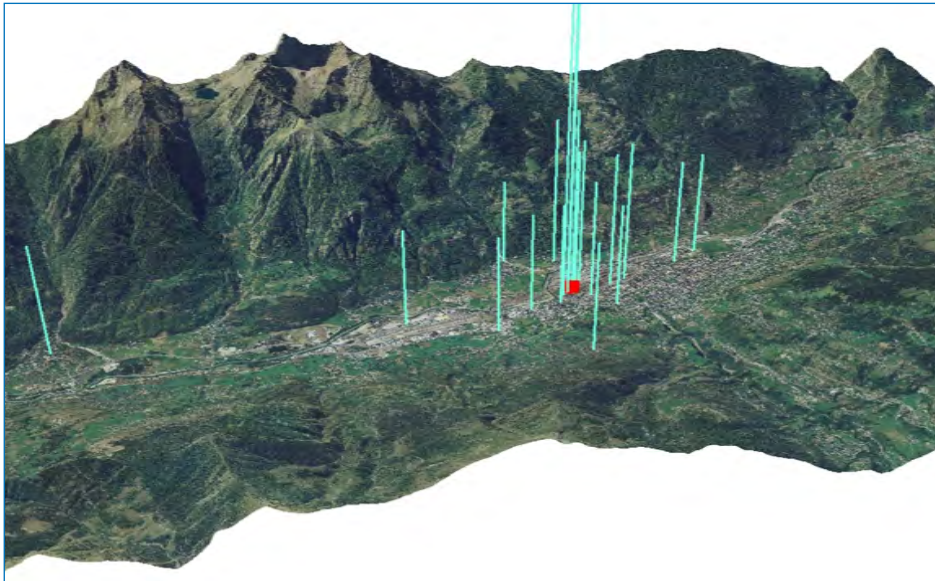


Figura 6a Vista prospettica dell'area di studio: le barre azzurre sono proporzionali alle concentrazioni medie annue di HF in aria ambiente rilevate con campionatori passivi nei diversi siti nell'intera campagna 2005 - 2006. I valori sono compresi tra 0,46 e 5,42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il quadrato rosso indica in tutte le figure, l'impianto DECAFAST

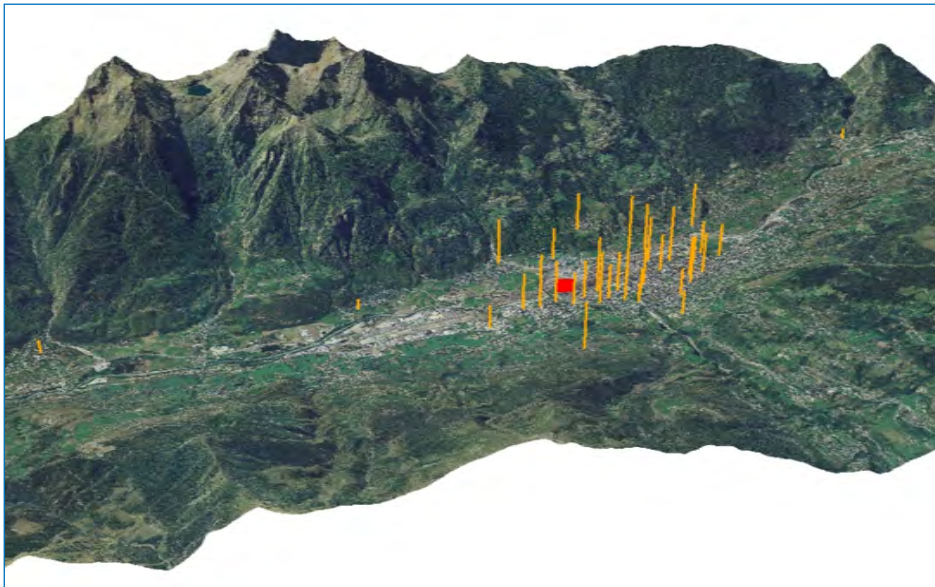


Figura 6b Vista prospettica dell'area di studio: le barre arancioni rappresentano le concentrazioni medie di HF in aria ambiente rilevate con campionatori passivi nei diversi siti nella campagna invernale 2008 (gennaio, febbraio e marzo). I valori sono compresi tra 0,01 e 0,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

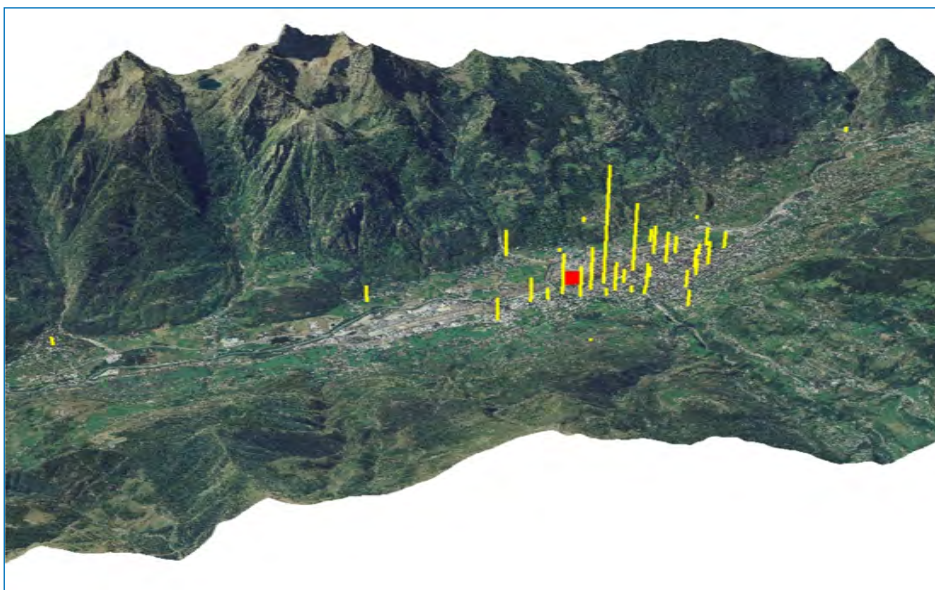


Figura 6c Vista prospettica dell'area di studio: le barre gialle rappresentano la concentrazione media di fluoruro bioaccumulato nei diversi siti nell'intera campagna 2008 (gennaio, febbraio e marzo). I valori sono compresi tra 3,0 e 111,0 mg/kg .



approfondimento



vernali precedentemente misurate. Questo fatto, può indicare una tendenza alla diminuzione delle emissioni nel periodo intercorso tra le due campagne.

Nella Fig. 6c sono riportate le concentrazioni rilevate nelle matrici vegetali utilizzate come bioaccumulatori di HF.

Le concentrazioni rilevate confermano la presenza di HF su tutto il dominio di studio, anche se con una distribuzione maggiormente variegata, presumibilmente in relazione alle condizioni locali microclimatiche ambientali e alle condizioni vegetative delle piante oggetto di studio.

Le analisi sulle matrici vegetali della rete di monitoraggio costituiscono una base informativa complementare e integrativa rispetto a quanto analizzato con i campionatori passivi, in quanto permettono di considerare gli effetti cronici dell'HF aerodisperso direttamente sulla matrice vegetale. A tal proposito, si sta concludendo una tesi di ricerca in collaborazione con i Dipartimenti di Biologia Animale e dell'Uomo e di Coltivazioni Arboree dell'Università degli Studi di Torino¹.

Sono in previsione ulteriori campagne di monitoraggio integrato abbinando l'esposizione di campionatori passivi a raccolte stagionali di Lauroceraso in corrispondenza delle diverse condizioni climatiche che caratterizzano la dispersione degli inquinanti aerei.

Bibliografia

- Chang C.W., Thompson C.R., (1968). Site of fluoride accumulation in navel orange leaves. *Plant Physiology*, 41: 211 - 213.
- Coplan M.J., Patch S. C., Masters R. D., Bachman M. S (2007). Confirmation of and explanations for elevated blood lead and other disorders in children exposed to water disinfection and fluoridation chemicals. *NeuroToxicology*, Volume 28, Issue 5, September 2007, 1032-1042
- Luke J. (1997). The Effect of Fluoride on the Physiology of the Pineal Gland. Ph.D. Thesis. University of Surrey, Guildford.
- Luke J. (2001). Fluoride deposition in the aged human pineal gland. *Caries Research* 35: 125-128.
- Lorenzini G., (1983). Le piante e l'inquinamento dell'aria. Ed agricole, Bologna.
- Manning W.J., Fader W.A., (1980). Pollution monitoring series. *Biomonitoring air pollution with plant*, 2: 22 - 24.
- Treshow M., (1956). The effects of fluorine on the anatomy of Chinese apricot leaves. *Phytopathology*, 46. 640.
- Varner J.A., Jensen K.F., Horvath W., Isaacson R. L. (1998). Chronic administration of aluminum-fluoride or sodium-fluoride to rats in drinking water: alterations in neuronal and cerebrovascular integrity. *Brain Research*, Volume 784, Issues 1-2, 16 February 1998, 284-298
- Weinstein L.H., (1977). Fluoride of plant life. *Journal of Occupational Medicine* 19, 49 - 78.

¹ Tale attività di ricerca è stata svolta nell'ambito dei Progetti di Specializzazione individuali nel settore della Ricerca e dello Sviluppo Tecnologico, finanziabili con Borse di Ricerca e Borse di Formazione, Misura D4 del POR Obiettivo 3 - 2000/2006 Fondo Sociale Europeo



Bosco di latifoglie miste di ri-colonizzazione (Arvier)

4.17

Concentrazione di pollini e spore in atmosfera



I pollini sono particelle con dimensioni dell'ordine dei millesimi di millimetro (μm) prodotte dalle piante e costituenti le cellule riproduttive maschili, aventi il compito di fecondare gli ovuli contenuti nel fiore. Essi sono dunque l'equivalente vegetale degli spermatozoi nel regno animale. Dal punto di vista ambientale, il tipo e la concentrazione dei pollini presenti in aria forniscono importanti informazioni in vari campi: essi sono indicatori di biodiversità vegetale; permettono inoltre di monitorare impatti sulla vegetazione di natura disparata, come quelli legati ai cambiamenti climatici, o all'uso di trattamenti con fitofarmaci.

Dal punto di vista degli impatti sulla salute umana, i pollini sono la causa di molti disturbi respiratori legati alle pollinosi, quali, asma, rinite e congiuntivite. Il monitoraggio pollinico a cura di ARPA è finalizzato ad una informazione alla popolazione, per azioni di prevenzione di competenza medica.

riferimenti normativi

- ▶ **Normativa di riferimento**
Nessuno
Norma tecnica di riferimento per le determinazioni polliniche: UNI 11208- "Metodo di campionamento e conteggio dei granuli pollinici e delle spore aerodisperse"
- ▶ **Relazione con la normativa**
Riferimento generale alla caratterizzazione delle particelle aerodisperse
- ▶ **Livelli normativi di riferimento**
Non applicabile

classificazione

- ▶ **Area tematica SINAnet**
Tutela e prevenzione
- ▶ **Tema SINAnet**
(Ambiente e benessere)
- ▶ **DPSIR** (S)

DETERMINANTI - PRESSIONI - STATO - IMPATTO - RISPOSTE

Qualità dell'informazione

Giudizio stato

Tendenza

copertura temporale e spaziale

- ▶ **Aggiornamento**
31/12/2007
- ▶ **Periodicità di aggiornamento**
Aggiornamento continuo
- ▶ **Copertura territoriale**
2 siti di monitoraggio: Saint Christophe, Cogne-fraz. Gimillian .



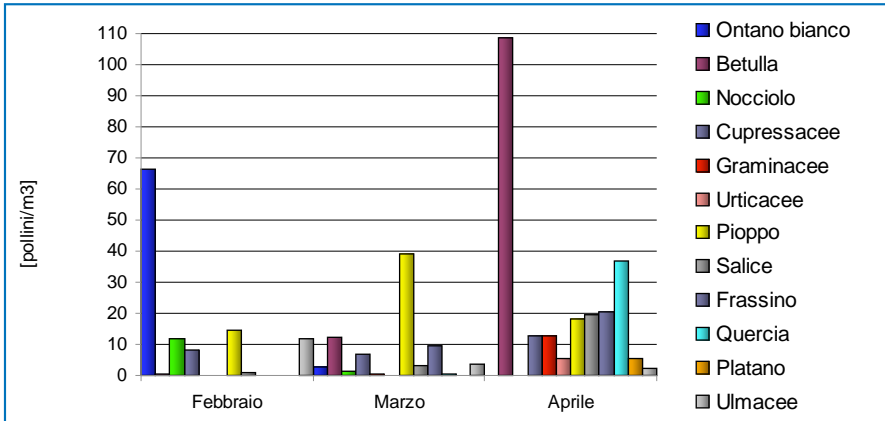
Pollini Fam. Pinacee

elaborazione e presentazione

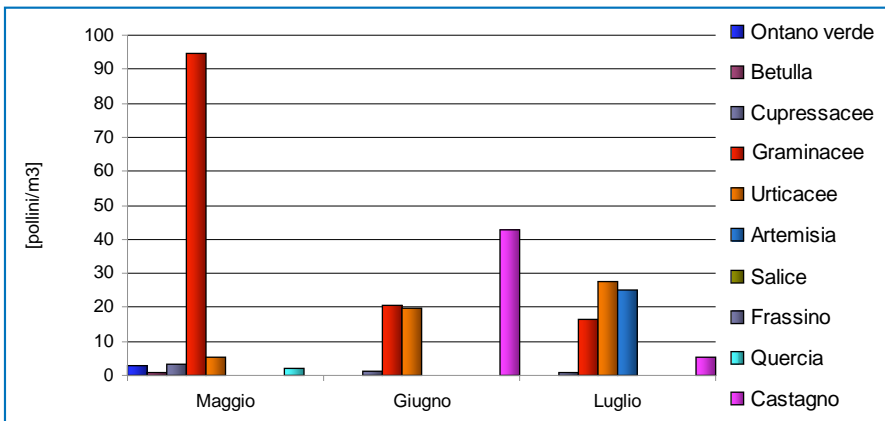
MONITORAGGIO AEROBIOLOGICO NELLA PIANA DI AOSTA

Il campionatore è situato sul tetto della sede ARPA, 550 m s.l.m., ed è in funzione dal mese di gennaio al mese di ottobre compreso.

CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI DEI POLLINI PRODOTTI DA DIVERSE SPECIE VEGETALI (POLLINI/m³ DI ARIA) - 2007

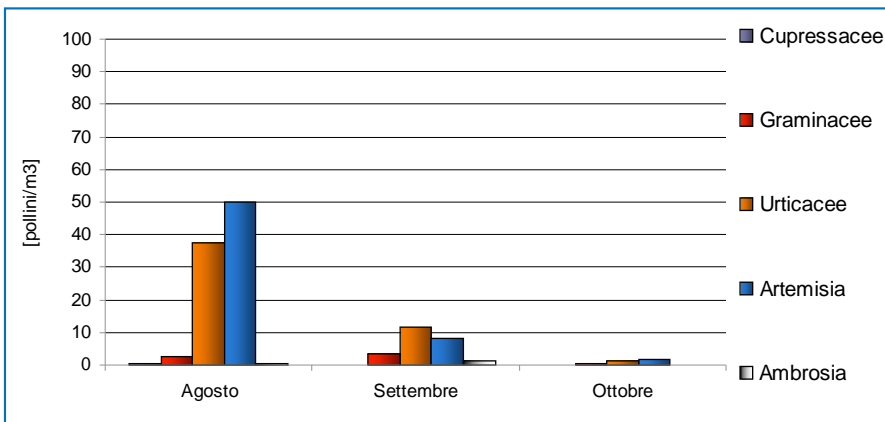


I grafici qui riportati rappresentano la presenza in atmosfera dei granuli pollinici (pollini/m³) emessi dalla vegetazione durante la fase della fioritura. La quantità di polline aerodisperso è un buon indicatore della fioritura, ma bisogna tener presente che essa è fortemente condizionata dalla situazione meteorologica. Le basse concentrazioni, o addirittura l'assenza, di pollini in atmosfera, infatti, non escludono necessariamente la presenza di vegetazione nella fase di fioritura: condizioni di cattivo tempo non favoriscono il trasporto dei granuli pollinici dall'antera del fiore all'atmosfera. Al contrario, condizioni di bel tempo favoriscono la dispersione dei granuli di polline.



Le informazioni contenute nei grafici sono così sintetizzabili:

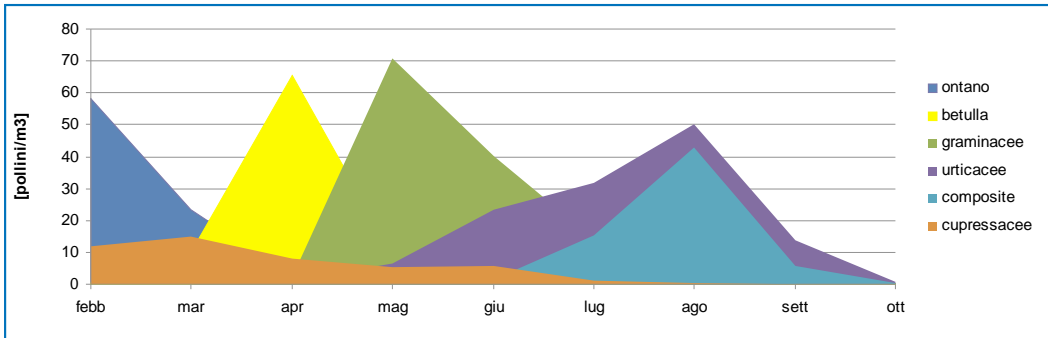
- febbraio: prevalenza di ontano bianco;
- marzo: prevalenza di pioppo;
- aprile: prevalenza di betulla;
- maggio: prevalenza di graminacee;
- giugno: prevalenza di castagno;
- luglio: presenza di graminacee, urticacee, castagno e artemisia;
- agosto: prevalenza di urticacee e artemisia;
- settembre e ottobre: basse concentrazioni di graminacee, urticacee e artemisia.



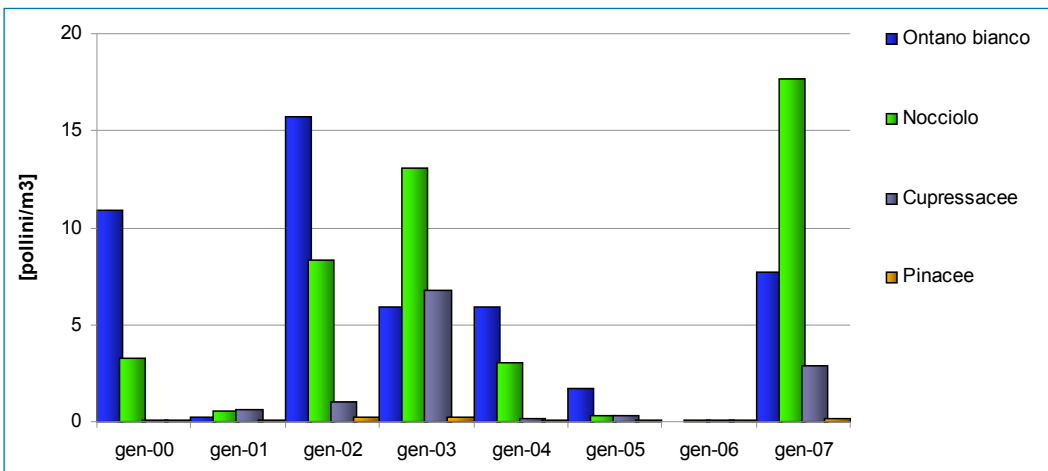
Questi dati per l'anno 2007 trovano riscontro nel profilo medio mensile di presenza delle principali specie polliniche in atmosfera, rilevato nell'ultimo decennio, riportato nel grafico seguente.

4.17

ANDAMENTO MEDIO MENSILE DELLE CONCENTRAZIONI DELLE PRINCIPALI SPECIE DI POLLINI (PERIODO DI OSSERVAZIONE 1999-2007)



CONFRONTO DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI POLLINI DEL MESE DI GENNAIO NEL PERIODO 2000-2007

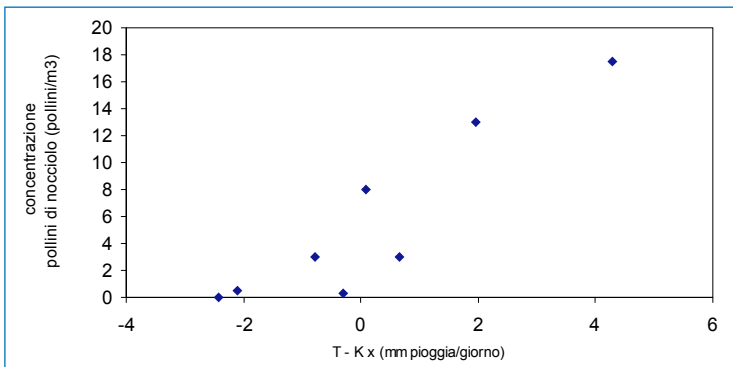


Le piante sono ottimi indicatori dei cambiamenti climatici. Le specie vegetali, infatti, sono capaci di adattarsi all'ambiente che le circonda, mediante la percezione delle condizioni ambientali per loro ottimali, e questo le porta a concentrare la loro attività (nelle zone temperate e boreali) in determinati periodi dell'anno.

Ecco, dunque, che i cambiamenti climatici attualmente in corso, caratterizzati principalmente da un aumento della temperatura, risultano capaci di modificare la biologia delle piante, alterando in particolar modo il momento della loro pollinazione. Numerosi studi hanno, infatti, dimostrato come, proprio a causa dell'aumento termico globale, alberi come il nocciolo tendono ad anticipare l'inizio della pollinazione di circa un giorno ogni anno. Questo fenomeno è ben evidente nel grafico sopra riportato con il confronto delle concentrazioni di pollini nel

mezzo di gennaio negli ultimi 7 anni: è molto evidente l'effetto, soprattutto sui pollini di nocciolo, delle elevate temperature medie del gennaio 2007.

In generale, la presenza di pollini in atmosfera è collegata alle condizioni meteo-climatiche. Questa correlazione avviene a diversi livelli: un aumento di temperatura anticipa la data di fioritura delle specie arboree, spostando il periodo di maggior presenza di pollini in atmosfera. La piovosità ha, invece, un effetto generale di dilavamento dell'atmosfera e, dunque, di riduzione della presenza di pollini. Questi aspetti sono illustrati qualitativamente nel grafico seguente, in cui è rappresentata la variazione della concentrazione di pollini di nocciolo nei mesi di gennaio 2000-2007 rispetto ad un parametro empirico che combina la temperatura media con le precipitazioni cumulate del mese ($K=1 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{mm}$ pioggia).

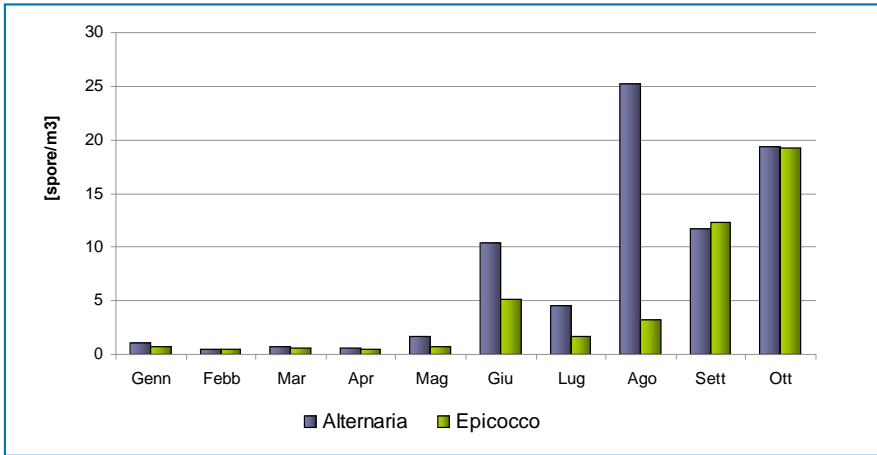


La concentrazione di pollini cresce vistosamente in condizioni di alta temperatura media e bassa piovosità.

► CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI DI SPORE (SPORE/m³ DI ARIA)

Oltre ai pollini, viene effettuato il monitoraggio delle spore aerodisperse, che sono spesso causa di gravi allergie respiratorie (es. Alternaria).

Le spore sono prodotte dalle muffe che crescono principalmente su materiale organico in decomposizione (frutta, piante...).



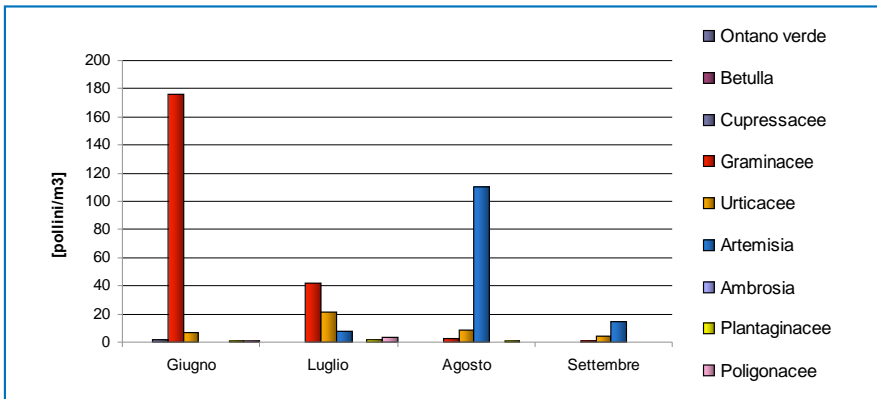
Come si nota dal grafico, le spore cominciano ad essere liberate in atmosfera nel mese di giugno, quando le temperature superano i 15° C. La massima concentrazione in atmosfera

si ha nel periodo di fine estate-autunno quando, alla temperatura, si aggiunge il fattore dell'umidità atmosferica, assai favorevole alla loro proliferazione.

► MONITORAGGIO AEROBIOLOGICO A COGNE

Il campionario è ubicato presso il Belvedere di Gimillan (Cogne), 1750 m s.l.m., ed è in funzione dal mese di giugno al mese di settembre.

► CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI DEI POLLINI PRODOTTI DA DIVERSE SPECIE VEGETALI (POLLINI/m³ DI ARIA)



► CONCENTRAZIONI MEDIE MENSILI DI SPORE (SPORE/m³ DI ARIA)

