



FLU\_EM

## Emissioni



Codifica	Indicatori (I) e Approfondimenti (A)	DPSIR	Valutazione dell'indicatore			Pag.
			Qualità dell'informazione	Giudizio di stato	Tendenza	
FLU_EM_A01	A <i>L'inventario regionale delle emissioni di inquinanti in atmosfera</i>					vedere sito web
FLU_EM_001	I Flussi di traffico autoveicolare	P	★★★	vedere tabella	vedere tabella	326
FLU_EM_002	I Composizione del parco veicolare circolante	D	★★★	n.a.	↑	330
FLU_EM_003	I Emissioni di biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	P	★★	n.a.	↓	vedere sito web
FLU_EM_004	I Emissioni di ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	P	★★	n.a.	↔	332
FLU_EM_005	I Emissioni di polveri totali sospese (PTS) e PM <sub>10</sub>	P	★★	n.a.	↑	334
FLU_EM_006	I Emissioni di monossido di carbonio (CO)	P	★★	n.a.	↓	vedere sito web
FLU_EM_007	I Emissioni di composti organici volatili non metanici (COVNM)	P	★★	n.a.	↔	vedere sito web
FLU_EM_008	I Emissioni di benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	P	★★	n.a.	↓	336
FLU_EM_009	I Emissioni di ammoniaca (NH <sub>3</sub> )	P	★★	n.a.	↔	vedere sito web
FLU_EM_A02	A <i>L'impatto delle emissioni della Cogne Acciai Speciali sull'aria ambiente di Aosta</i>					338
FLU_EM_A03	A <i>Progetto CONECOFOR</i>					346
TER_RUM_A03	A <i>Progetto Spazio Alpino "Implementation Monitraf - iMonitraf!"</i>					348

# Flussi di traffico autoveicolare

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore riporta il traffico medio sulle principali tratte della rete viaria regionale disaggregando traffico leggero e pesante. Per le autostrade e per i tunnel transfrontalieri viene riportata anche l'evoluzione temporale dei flussi di traffico del 1998.

### Messaggio chiave

I flussi di veicoli leggeri più elevati si registrano lungo il fondovalle dalla piana di Aosta all'accesso di Pont-St-Martin, i veicoli pesanti si concentrano invece sull'intero fondovalle principale da Courmayeur a Pont-St-Martin.

### Obiettivo

I flussi di traffico sulla rete stradale e autostradale determinano direttamente le emissioni e quindi la qualità dell'aria e la rumorosità ambientale. Conoscere l'entità dei livelli di traffico veicolare sulle strade valdostane permette di valutarne meglio gli impatti ambientali, in particolare sulla qualità dell'aria ed il rumore.

### Ruolo di ARPA

ARPA riceve dagli enti gestori i dati, li elabora per l'aggiornamento dell'Inventario regionale delle emissioni e li archivia.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

Non ci sono riferimenti diretti con normative specifiche.

### Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore è necessaria per la valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesta dalla normativa.

La quantificazione dell'indicatore è collegata alla misura "QA2.a - Rilevamento dei flussi di traffico" del piano Regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della Qualità dell'Aria (Legge regionale 30 gennaio 2007, n. 2 "Disposizioni in materia di tutela dall'inquinamento atmosferico ed approvazione del Piano regionale per il risanamento, il miglioramento ed il mantenimento della qualità dell'aria per gli anni 2007/2015").

### Livelli di riferimento

n.a.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

L'Agenzia Europea per l'ambiente cura un gran numero di indicatori legati alle infrastrutture di trasporto.

## Classificazione

Area tematica SINAnet	Trasporti
Tema SINAnet	Trasporti
DPSIR	P

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

## Valutazione

### Veicoli leggeri

Stato	n.a.	Tendenza	↔
-------	------	----------	---

### Veicoli pesanti

Stato	n.a.	Tendenza	↔
-------	------	----------	---

## Informazione sui dati

### Qualità dell'informazione ★ ★ ★

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	2

### Proprietà del dato

SAV, RAV, GEIE, SITRASB

### Periodicità di aggiornamento

Annuale per strade e trafori

### Data di aggiornamento

31/12/2011

### Copertura temporale

Dal 1998

### Copertura territoriale

Tutta la regione per quanto riguarda autostrade, strade statali e strade regionali.



## Presentazione e analisi

## TRAFFICO VEICOLI LEGGERI - ANNO 2011

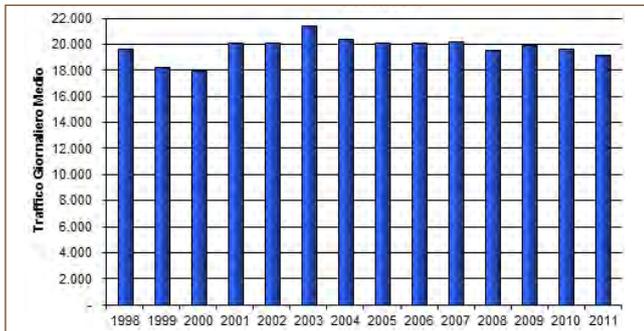


I dati di traffico sono espressi in termini di Traffico Giornaliero Medio (TGM). Questo parametro viene calcolato dividendo per 365 il dato di numero di veicoli transitanti per un anno lungo un determinato tratto stradale. I rilievi di traffico sono effettuati con continuità presso i caselli autostradali e i trafori, o per mezzo di campagne realizzate in giornate rappresentative nel corso dell'anno, lungo la rete stradale ordinaria. Per i tratti stradali non aggiornati con continuità si è utilizzato un modello di calcolo di flussi di traffico.

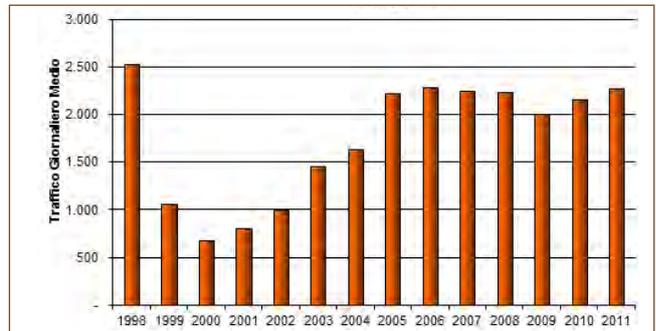
## TRAFFICO VEICOLI PESANTI - ANNO 2011



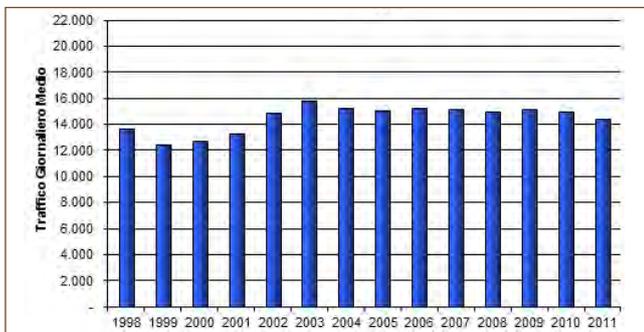
**VOLUMI DI TRAFFICO SULLA AUTOSTRADA A5 E AI TRAFORI**



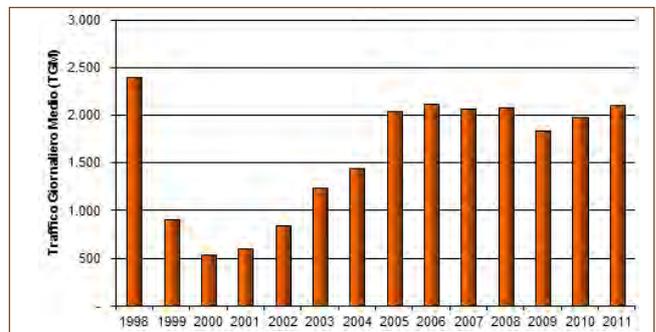
Autostrada A5 (Quincinetto - Pont St.Martin) Veicoli leggeri



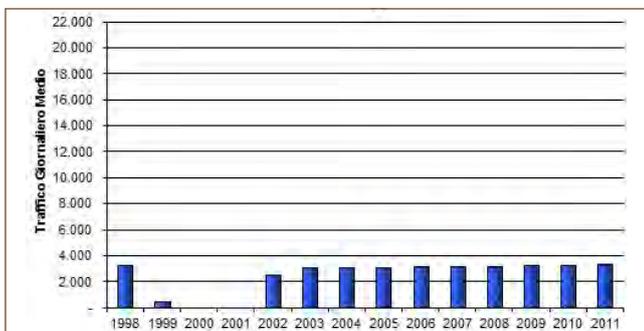
Autostrada A5 (Quincinetto - Pont St.Martin) Veicoli pesanti



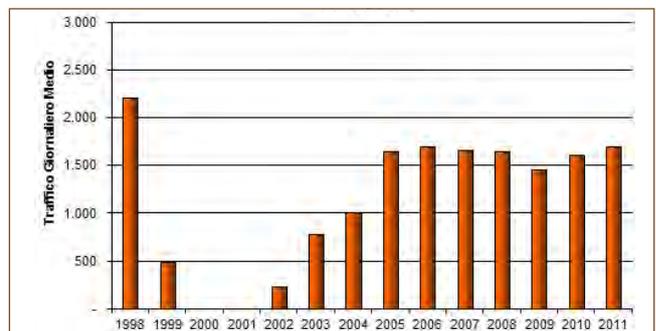
Autostrada A5 (Nus-Aosta Est) Veicoli leggeri



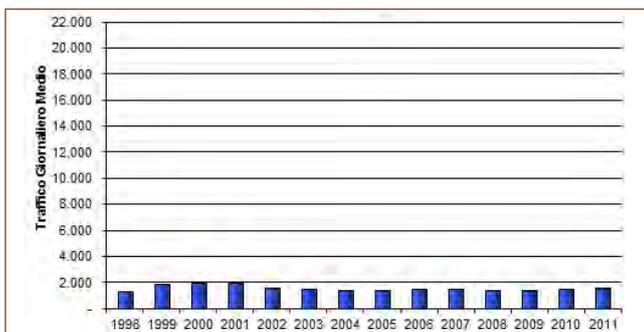
Autostrada A5 (Nus-Aosta Est) Veicoli pesanti



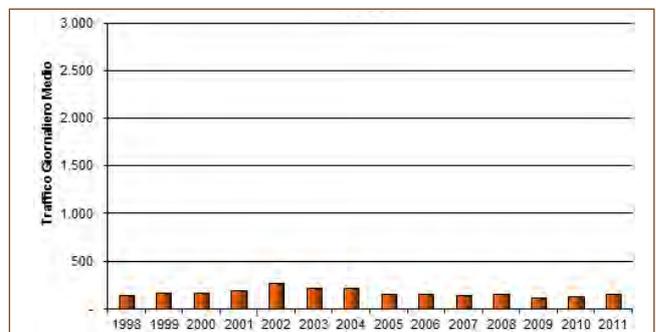
Traforo del Monte Bianco Veicoli leggeri



Traforo del Monte Bianco Veicoli pesanti



Traforo del Gran San Bernardo Veicoli leggeri



Traforo del Gran San Bernardo Veicoli pesanti

Dopo il transitorio incremento di flussi di veicoli pesanti, registrato nei primi anni a seguito della riapertura del Traforo del Monte Bianco (anni 2002-2004), si rileva, negli ultimi cinque anni, una sostanziale stabilizza-

zione sia dei flussi di traffico dei veicoli leggeri che dei veicoli pesanti. Per questi ultimi si segnala una riduzione al 2009, in corrispondenza dell'inizio della crisi economica, seguita da una lenta ripresa dal 2009 al 2011.



Tratto dell'autostrada A5 all'altezza della rotonda del Pont Suaz – Charvensod

# Composizione del parco veicolare circolante

## Presentazione

### Descrizione

Gli impatti ambientali del traffico autoveicolare sono determinati in modo rilevante, oltre che dai volumi complessivi considerati nell'indicatore precedente, anche dalla modernità del parco circolante. Questa viene valutata rispetto alla classificazione derivante da Direttive europee, in continuo aggiornamento.

### Messaggio chiave

I parchi veicolari circolanti in Valle d'Aosta risultano avere un buon livello di rinnovo per le classi motoristiche a minor inquinamento, in particolare per i veicoli leggeri del parco locale e per quelli pesanti transitanti in autostrada.

### Obiettivo

Conoscere il parco veicolare circolante nella Regione permette di meglio stimare le emissioni di inquinanti in atmosfera prodotte dai trasporti su strada sia locali che transfrontalieri.

### Ruolo di ARPA

ARPA riceve dagli enti gestori i dati, li elabora per l'aggiornamento dell'Inventario regionale delle emissioni e li archivia.

## Classificazione

Area tematica SINAnet	Trasporti
Tema SINAnet	Trasporti
DPSIR	D

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

## Valutazione

Stato	n.a.	Tendenza	↑
-------	------	----------	---

## Informazione sui dati

### Qualità dell'informazione ★★

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

### Proprietà del dato

ACI Valle d'Aosta e GEIE-TMB.

### Periodicità di aggiornamento

Annuale

### Data di aggiornamento

31/12/2011

### Copertura temporale

Dal 2000

### Copertura territoriale

Tutta la regione

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

Normativa europea reperibile in formato pdf all'indirizzo internet <http://eur-lex.europa.eu/>

EURO 1 (immatricolati dopo il 31.12.1992)

- 93/59/CEE (con catalizzatore)
  - 91/441/CE
  - 91/542/CE (punto 6.2.1.A)
- EURO 2 (immatricolati dopo il 1.1.1997)

- 91.542 punto 6.2.1.B
  - 94/12 CEE
  - 96/1 CE
  - 96/44 CEE
  - 96/69 CE
  - 98/77 CE
- EURO 3 (immatricolati dopo il 1.1.2001)

- 98/69 CE
  - 98/77 CE rif 98/69 CE
  - 99/96 CE
  - 99/102 CE rif. 98/69 CE
  - 2001/1 CE rif 98/69 CE
  - 2001/27 CE
  - 2001/100 CE A
  - 2002/80 CE A
  - 2003/76 CE A
- EURO 4 (immatricolati dopo il 1.1.2006)

- 98/69/CE B
  - 98/77/CE rif. 98/69/CE B
  - 1999/96 CE B
  - 1999/102 CE B rif. 98/69/CE B
  - 2001/1/CE Rif. 98/69 CE B
  - 2001/1 CE B rif. 98/69 CE B
  - 2001/27 CE B
  - 2001/100 CE B
  - 2002/80 CE B
  - 2003/76 CE B
  - 2005/55/CE B1
  - 2006/51 CE B rif. 2005/55/CE B1
- EURO 5 (immatricolati dopo il 1.9.2009)

- 2005/55/CE B2
- 2006/51/CE rif. 2005/55/CE B2
- 2006/51/CE rif. 2005/55/CE B2 (ecol. migliorato) oppure Riga C
- 99/96 fase III oppure Riga B2 o C
- 2001/27 CE Rif. 1999/96 Riga B2 oppure Riga C
- 2005/78 CE Rif 2005/55 CE Riga B2 oppure Riga C

### Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore é collegata alla misura "RT2 – Rinnovo tecnologico del parco circolante" del piano Regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della Qualità dell'Aria (Legge regionale 30 gennaio 2007, n. 2 "Disposizioni in materia di tutela dall'inquinamento atmosferico ed approvazione del Piano regionale per il risanamento, il miglioramento ed il mantenimento della qualità dell'aria per gli anni 2007/2015").

### Livelli di riferimento

Non ci sono riferimenti diretti con normative specifiche. Viene riportato un confronto per le automobili con il parco veicolare delle regioni dell'Italia Nord-Ovest.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

Non presenti

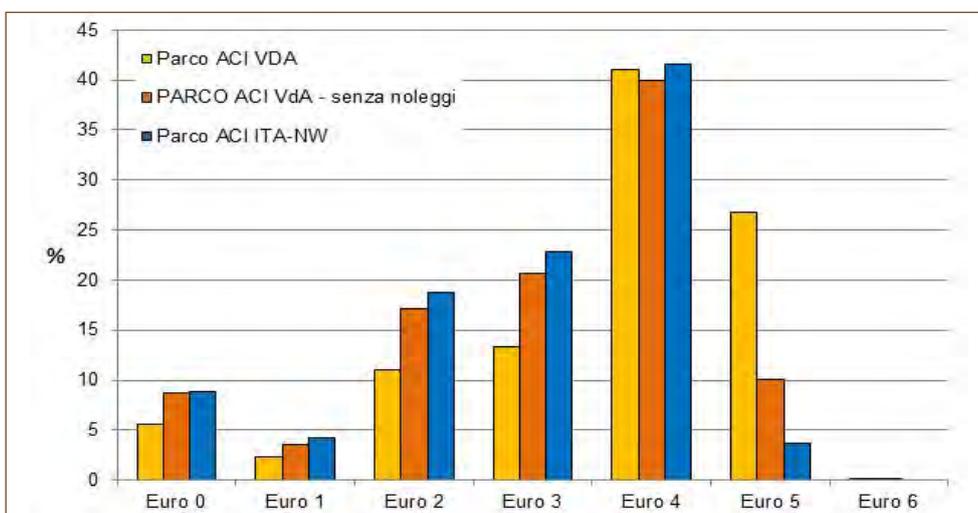


## Presentazione e analisi

## PARCO VEICOLI LEGGERI - ACI VDA (2011)

Automobili	Parco ACI VDA (pubblicato)	Parco ACI VDA (senza "auto da locare senza conducente")	Parco ACI Italia Nord Ovest
Euro 0	5,53%	8,65%	8,78%
Euro 1	2,28%	3,57%	4,29%
Euro 2	10,98%	17,12%	18,70%
Euro 3	13,35%	20,69%	22,91%
Euro 4	41,01%	39,95%	41,65%
Euro 5	26,85%	10,01%	3,66%
Euro 6	0,01%	0%	0%

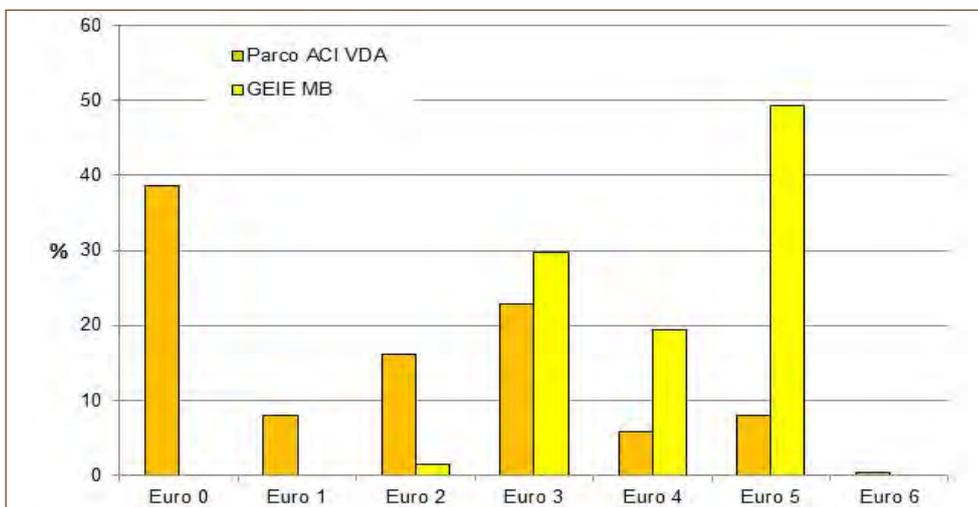
Confrontando la distribuzione nelle classi, definite dalla Direttiva europea, delle automobili circolanti in Valle d'Aosta, con quella delle altre regioni nord-occidentali italiane, si osserva un maggior rinnovamento del parco circolante rispetto all'area presa in considerazione. In particolare risultano elevate le percentuali riferite alle classi Euro 4 ed Euro 5.



## PARCO VEICOLI PESANTI - ACI VDA (2010)

Veicoli commerciali pesanti	Parco ACI VdA	GEIE MB
Euro 0	38,66%	0%
Euro 1	7,93%	0%
Euro 2	16,17%	1,51%
Euro 3	22,92%	29,75%
Euro 4	5,88%	19,46%
Euro 5	8,00%	49,28%
Euro 6	0,44%	0%

Distribuzione, nelle classi definite dalla Direttiva europea, del parco circolante di veicoli commerciali pesanti (superiori a 3,5 tonnellate) in Valle d'Aosta, a confronto con la sola componente in transito al Traforo del Monte Bianco. Confrontando la distribuzione nelle classi, definite dalla Direttiva europea, del parco circolante di veicoli commerciali pesanti (superiori a 3,5 tonnellate) in Valle d'Aosta a livello regionale, con la sola componente di mezzi pesanti transitanti al Traforo del Monte Bianco, si osserva che la componente transfrontaliera è molto più aggiornata tecnologicamente rispetto all'insieme dei veicoli pesanti circolanti in Valle d'Aosta. Il parco dei mezzi pesanti transitante in autostrada risulta più rinnovato rispetto a quello relativo al traffico locale sia per il divieto di transito dei mezzi Euro 0 e Euro 1 (anche Euro 2 a partire dal 1 novembre 2012) al Traforo del Monte Bianco, sia perché, facendo percorsi più distanti, vengono rinnovati con maggior frequenza.



# Emissioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore rappresenta la stima delle emissioni regionali di NO<sub>x</sub>, della loro distribuzione spaziale ed evoluzione temporale e dei contributi delle diverse tipologie di sorgente. Con la sigla NO<sub>x</sub> si intende la somma di NO<sub>2</sub> (biossido d'azoto) e di NO (monossido di azoto).

### Messaggio chiave

Le emissioni di NO<sub>x</sub> sono particolarmente legate ai trasporti ed al riscaldamento residenziale. Esse si concentrano in particolare nel fondovalle principale.

L'andamento di tali emissioni registra un trend sostanzialmente stabile negli ultimi anni.

### Obiettivo

L'obiettivo degli indicatori inerenti alle emissioni dei diversi inquinanti considerati è stimare, a partire dai dati relativi alle sorgenti locali (posizione geografica ed entità delle emissioni), le quantità di sostanza emessa annualmente (in tonnellate/anno) sia sull'intero territorio regionale sia su riquadri di 500 m di lato e confrontarne il quantitativo procapite in Valle d'Aosta con il dato nazionale.

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.

Altre fonti sono gli impianti di riscaldamento e l'industria.

Per un approfondimento sulle caratteristiche di questo inquinante e sulle concentrazioni effettivamente rilevate in aria si rimanda all'indicatore Concentrazione di ossidi di azoto (NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>) nell'aria ambiente - TER\_INQ\_002.

### Ruolo di ARPA

ARPA Valle d'Aosta è responsabile della gestione dell'Inventario regionale delle emissioni inquinanti in aria, i cui dati sono utilizzati per la compilazione del presente indicatore.

## Informazione sui dati

### Qualità dell'informazione ★ ★

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	2	2

### Proprietà del dato

ARPA Valle d'Aosta

### Periodicità di aggiornamento

Biennale

### Data di aggiornamento

31/12/2010

### Copertura temporale

Dal 2000

### Copertura territoriale

L'informazione derivante dal presente indicatore riguarda tutta la regione.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

- Protocollo di Göteborg (1999).
- Direttiva NEC (2001/81/CE) "National Emission Ceilings".
- d.lgs. 4 agosto 1999, n. 351 (Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente).
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 2 aprile 2002, n. 60 (Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio).
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 2 ottobre 2002, n. 261 (Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione 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).
- d.lgs. 13 agosto 2010, n. 155 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa).
- l.r. 30 gennaio 2007, n. 2 (Disposizioni in materia di tutela dall'inquinamento atmosferico ed approvazione del Piano regionale per il risanamento, il miglioramento ed il mantenimento della qualità dell'aria per gli anni 2007/2015).

### Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Essa discende, inoltre, da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali ed è esplicitamente prevista dal Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (legge regionale 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni".

### Livelli di riferimento

Non previsti dalla normativa, si confrontano le emissioni procapite regionali con quelle nazionali.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

Annuario ISPRA: "Emissioni di sostanze acidificanti (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>): trend e disaggregazione settoriale".  
Annuario ISPRA: "Emissioni di precursori di ozono troposferico (NO<sub>x</sub> e COVNM): trend e disaggregazione settoriale".

## Classificazione

Area tematica SINAnet	Atmosfera
Tema SINAnet	Emissioni
DPSIR	P

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

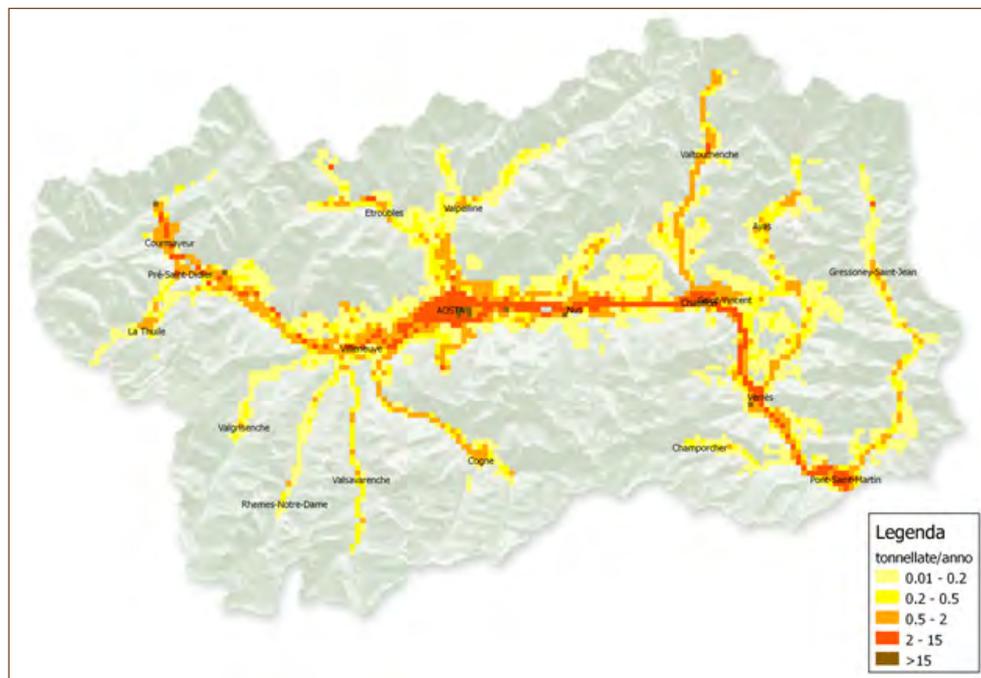
## Valutazione

Stato*	n.a.	Tendenza	↔
--------	------	----------	---

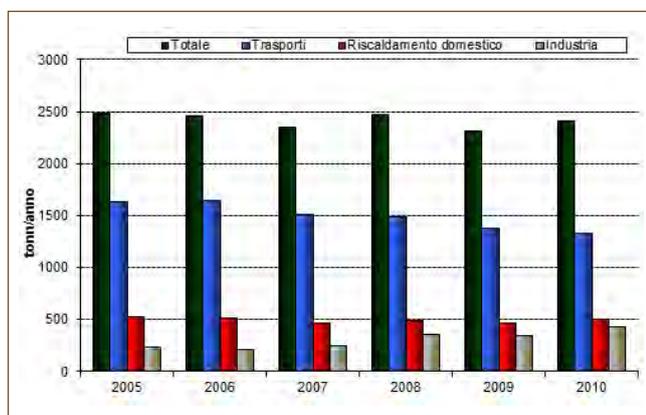
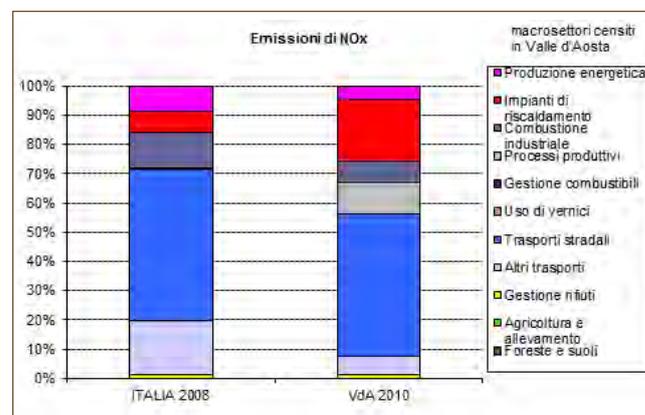
\* Si rimanda all'indicatore Concentrazione di ossidi di azoto (NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>) nell'aria ambiente - TER\_INQ\_002.



## Presentazione e analisi

**QUANTITÀ TOTALI ANNUE DI NO<sub>x</sub> EMESSE NEL 2010  
RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 METRI DI LATO**


L'informazione, qui rappresentata a scopo indicativo su scala regionale, può essere, ovviamente, letta su scala ridotta in modo da approfondire la conoscenza locale.

**STIMA DELLE QUANTITÀ DI NO<sub>x</sub> TOTALI E PER SETTORE EMESSE NEL PERIODO 2005-2010**

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

**EMISSIONI STIMATE PER IL 2010**

Settore	tonn/anno	percentuale
Trasporti	1330	55%
Riscaldamento domestico	505	21%
Industria	441	18%
Altre sorgenti	137	6%
<b>TOTALE</b>	<b>2423</b>	

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

	kg emessi procapite
Italia	18
Valle d'Aosta	19

Le emissioni di NO<sub>x</sub> hanno mostrato un andamento irregolare negli ultimi anni, dal 2005 al 2010 registrano un aumento legato al riscaldamento e all'industria ed una riduzione per i trasporti.

La distribuzione territoriale evidenzia come le aree a maggiore pressione 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 pro capite sono paragonabili alla media nazionale, per l'incidenza delle differenti sorgenti emissive si rileva una maggiore importanza delle emissioni da riscaldamento residenziale a livello regionale.

# Emissioni di polveri totali sospese (PTS) e PM<sub>10</sub>

## Presentazione

### Descrizione

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 (PM<sub>10</sub>), oggetto, insieme al PM<sub>2,5</sub>, dei riferimenti normativi in termini di concentrazioni ambientali. Per le PM<sub>10</sub> è riportata l'evoluzione temporale e i contributi delle diverse tipologie di sorgente.

### Messaggio chiave

Le emissioni di polveri totali (PTS) e della loro frazione PM<sub>10</sub> sono particolarmente legate ai trasporti ed al riscaldamento residenziale e si concentrano, in particolare, nel fondovalle principale. L'andamento di tali emissioni registra un trend in lieve aumento negli ultimi anni.

### Obiettivo

L'obiettivo degli indicatori inerenti alle emissioni dei diversi inquinanti considerati è stimare, a partire dai dati relativi alle sorgenti locali (posizione geografica ed entità delle emissioni), le quantità di sostanza emessa annualmente (in tonnellate/anno) sia sull'intero territorio regionale sia su riquadri di 500 m di lato e confrontarne il quantitativo procapite in Valle d'Aosta con il dato nazionale.

Le polveri PM<sub>10</sub> sono originate prevalentemente da processi di combustione incompleta. Il traffico autoveicolare e gli impianti di riscaldamento ne sono le principali fonti di emissione.

Per un approfondimento sulle caratteristiche di questo inquinante e sulle concentrazioni effettivamente rilevate in aria si rimanda all'indicatore Concentrazioni di polveri fini (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) nell'aria ambiente - TER\_INQ\_003.

### Ruolo di ARPA

ARPA Valle d'Aosta è responsabile della gestione dell'Inventario regionale delle emissioni inquinanti in aria, i cui dati sono utilizzati per la compilazione del presente indicatore.

## Classificazione

Area tematica SINAnet	Atmosfera
Tema SINAnet	Emissioni
DPSIR	P

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

## Valutazione

Stato*	n.a.	Tendenza	↑
--------	------	----------	---

\* Si rimanda all'indicatore Concentrazioni di polveri fini (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>) nell'aria ambiente - TER\_INQ\_003.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

- d.lgs. 4 agosto 1999, n. 351 (Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente).
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 2 aprile 2002, n. 60 (Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio).
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 2 ottobre 2002, n. 261 (Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione 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).
- d.lgs. 13 agosto 2010, n. 155 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa).
- l.r. 30 gennaio 2007, n. 2 (Disposizioni in materia di tutela dall'inquinamento atmosferico ed approvazione del Piano regionale per il risanamento, il miglioramento ed il mantenimento della qualità dell'aria per gli anni 2007/2015).

### Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Essa discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali ed è esplicitamente prevista dal Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (legge regionale 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni".

### Livelli di riferimento

Non previsti dalla normativa, si confrontano le emissioni procapite regionali con quelle nazionali.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

Annuario ISPRA - "Emissioni di particolato (PM<sub>10</sub>): trend e disaggregazione settoriale".

## Informazione sui dati

### Qualità dell'informazione ★ ★

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	2	2

### Proprietà del dato

ARPA Valle d'Aosta

### Periodicità di aggiornamento

Biennale

### Data di aggiornamento

31/12/2010

### Copertura temporale

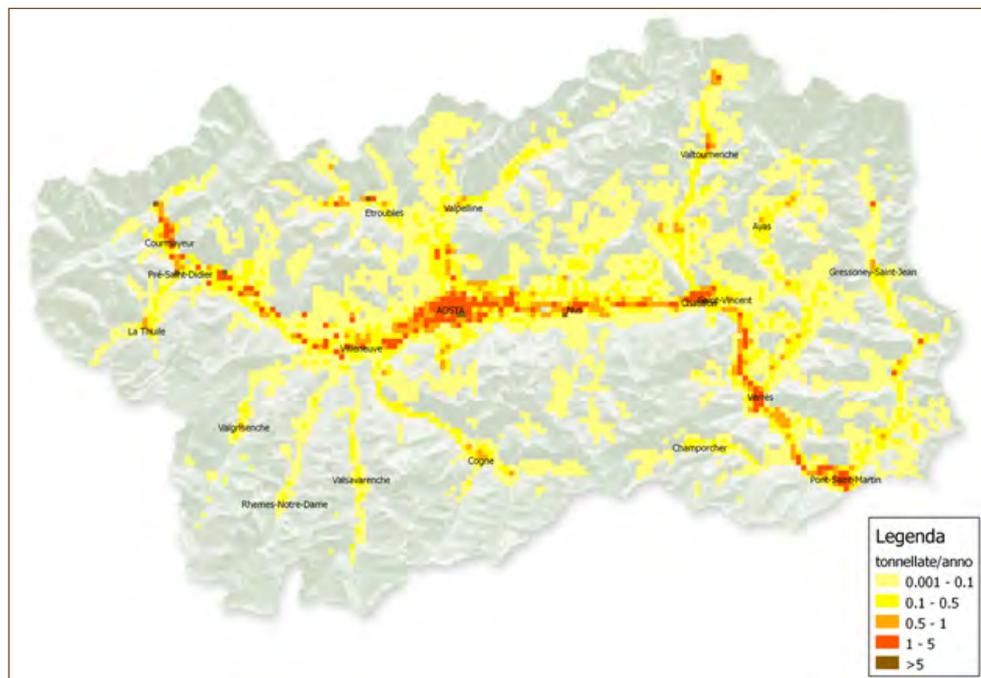
Dal 2000

### Copertura territoriale

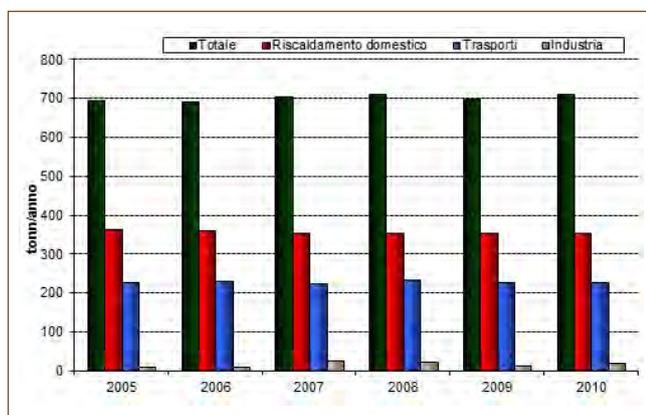
L'informazione derivante dal presente indicatore riguarda tutta la regione.



## Presentazione e analisi

**QUANTITÀ TOTALI ANNUE DI PTS EMESSE NEL 2010  
RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 METRI DI LATO**


L'informazione, qui rappresentata a scopo indicativo su scala regionale, può essere, ovviamente, letta su scala ridotta in modo da approfondire la conoscenza locale.

**STIMA DELLE QUANTITÀ DI PM<sub>10</sub> TOTALI  
E PER SETTORE EMESSE NEL PERIODO 2005-2010**


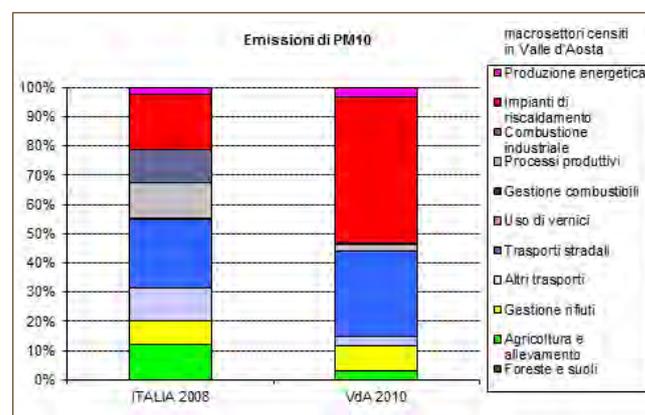
I valori di PM<sub>10</sub> sono calcolati a partire da quelli di polveri totali in base ai coefficienti del progetto RAINS Italia (ENEA ed ISPRA - ex APAT).

**EMISSIONI STIMATE PER IL 2010**

Settore	tonn/anno	percentuale
Trasporti	230	32%
Riscaldamento domestico	355	50%
Industria	19	3%
Altre sorgenti	111	15%
<b>TOTALE</b>	<b>715</b>	

**EMISSIONI DI PM<sub>10</sub> PRO CAPITE  
Confronto con dato nazionale**

	kg emessi procapite
Italia	3
Valle d'Aosta	6

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


Le emissioni di polveri hanno mostrato un andamento sostanzialmente stabile negli ultimi anni.

La distribuzione territoriale evidenzia come le aree a maggiore pressione 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 pro capite sono superiori alla media nazionale. A livello regionale, si osserva una maggiore incidenza delle emissioni da impianti di riscaldamento, in particolare per quelli a biomassa legnosa, che da sole coprono circa il 50% delle emissioni complessive, ed una minore incidenza di quelle industriali.

# Emissioni di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

## Presentazione

### Descrizione

L'indicatore rappresenta la stima delle emissioni regionali di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, della loro distribuzione spaziale ed evoluzione temporale e dei contributi delle diverse tipologie di sorgente.

### Messaggio chiave

Le emissioni di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> sono particolarmente legate ai trasporti e si concentrano in particolare nei maggiori abitati del fondovalle principale. L'andamento di tali emissioni registra un trend in decisa riduzione negli ultimi anni.

### Obiettivo

L'obiettivo degli indicatori inerenti alle emissioni dei diversi inquinanti considerati è stimare, a partire dai dati relativi alle sorgenti locali (posizione geografica ed entità delle emissioni), le quantità di sostanza emessa annualmente (in tonnellate/anno) sia sull'intero territorio regionale sia su riquadri di 500 m di lato e confrontarne il quantitativo procapite in Valle d'Aosta con il dato nazionale.

Per quanto riguarda il benzene, lo si ritrova in atmosfera principalmente a causa della sua presenza nella benzina; pertanto le fonti di emissione principali sono il traffico veicolare e il sistema di distribuzione dei carburanti.

Per un approfondimento sulle caratteristiche del benzene e sulle concentrazioni effettivamente rilevate in aria si rimanda all'indicatore Concentrazione di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) nell'aria ambiente - TER\_INQ\_006.

### Ruolo di ARPA

ARPA Valle d'Aosta è responsabile della gestione dell'Inventario regionale delle emissioni inquinanti in aria, i cui dati sono utilizzati per la compilazione del presente indicatore.

## Classificazione

Area tematica SINAnet	Atmosfera
Tema SINAnet	Emissioni
DPSIR	P

Determinanti • Pressioni • Stato • Impatto • Risposte

## Valutazione

Stato*	n.a.	Tendenza	↓
--------	------	----------	---

\* Si rimanda all'indicatore Concentrazione di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) nell'aria ambiente - TER\_INQ\_006.

## Riferimenti

### Inquadramento normativo

- d.lgs. 4 agosto 1999, n. 351 (Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente).
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 2 aprile 2002, n. 60 (Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio).
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 2 ottobre 2002, n. 261 (Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione 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).
- d.lgs. 13 agosto 2010, n. 155 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa).
- l.r. 30 gennaio 2007, n. 2 (Disposizioni in materia di tutela dall'inquinamento atmosferico ed approvazione del Piano regionale per il risanamento, il miglioramento ed il mantenimento della qualità dell'aria per gli anni 2007/2015).

### Relazione con la normativa

La quantificazione dell'indicatore è necessaria per il sistema di valutazione integrata della qualità dell'aria, richiesto dalla normativa. Essa discende inoltre da richieste di riduzione delle emissioni contenute in accordi internazionali ed è esplicitamente prevista dal Piano regionale per il risanamento, il miglioramento e il mantenimento della qualità dell'aria (legge regionale 2/2007): "QA2.c - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni".

### Livelli di riferimento

Non previsti dalla normativa, si confrontano le emissioni procapite regionali con quelle nazionali.

### Indicatori analoghi presenti in altre relazioni

Annuario ISPRA - "Emissioni di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>): trend e disaggregazione settoriale".

## Informazione sui dati

### Qualità dell'informazione ★★

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	2	2

### Proprietà del dato

ARPA Valle d'Aosta

### Periodicità di aggiornamento

Biennale

### Data di aggiornamento

31/12/2010

### Copertura temporale

Dal 2000

### Copertura territoriale

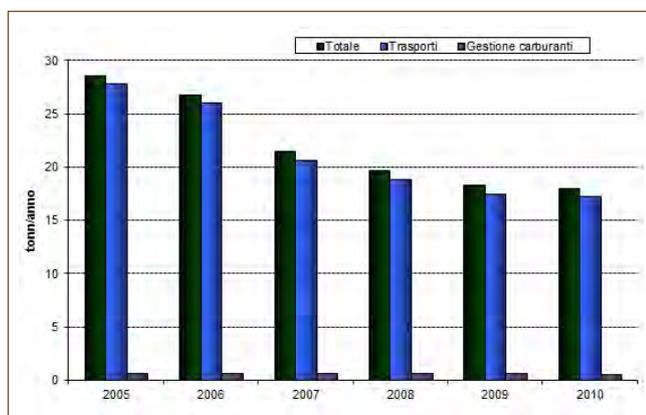
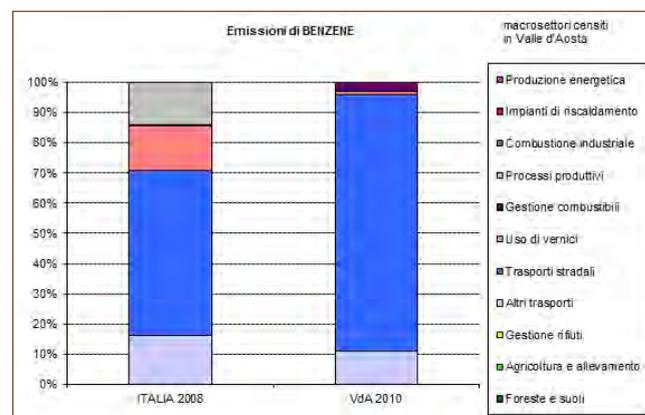
L'informazione derivante dal presente indicatore riguarda tutta la regione.



## Presentazione e analisi

**QUANTITÀ TOTALI ANNUE DI C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> EMESSE NEL 2010  
RIFERITE A MAGLIE DI TERRITORIO DI 500 METRI DI LATO**


L'informazione, qui rappresentata a scopo indicativo su scala regionale, può essere, ovviamente, letta su scala ridotta in modo da approfondire la conoscenza locale.

**STIMA DELLE QUANTITÀ DI C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> TOTALI  
E PER SETTORE EMESSE NEL PERIODO 2005-2010**

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

**EMISSIONI STIMATE PER IL 2010**

Settore	tonn/anno	percentuale
Trasporti	17	95%
Gestione carburanti	1	3%
Verniciatura	<1	2%
<b>TOTALE</b>	<b>18</b>	

**EMISSIONI PRO CAPITE  
Confronto con dato nazionale**

	kg emessi procapite
Italia	0,14
Valle d'Aosta	0,14

Le emissioni di benzene sono da attribuire soprattutto ai trasporti, sia su strada che di altro tipo (in particolare trasporto ferroviario e macchine agricole).

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, si nota come la conca del capoluogo e la rete autostradale abbiano i valori di emissione più elevati.

Le emissioni pro capite 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 è assolutamente preponderante (maggiore del 90%), laddove a livello nazionale, per quanto prioritario, è intorno al 70% a causa del maggior apporto di attività industriali e di verniciatura.

# L'impatto delle emissioni dell'acciaieria Cogne Acciai Speciali sull'aria ambiente di Aosta

## INTRODUZIONE

L'acciaieria Cogne Acciai Speciali (di seguito CAS) è soggetta ad Autorizzazione Integrata Ambientale (di seguito AIA), rilasciata per la prima volta ad ottobre 2007 e recentemente rinnovata a dicembre 2012.

Secondo i dati dell'Inventario Regionale delle Emissioni, l'acciaieria contribuisce per circa il 40% alle emissioni complessive di polveri nella città di Aosta, la restante parte è attribuibile al traffico ed al riscaldamento domestico.

Le polveri emesse dall'acciaieria provengono principalmente dai processi di fusione e di affinazione dell'acciaio e sono caratterizzate da un contenuto di alcuni metalli (in particolare ferro, cromo, nichel, manganese e zinco) molto più elevato rispetto alle polveri emesse da traffico e riscaldamento. L'acciaieria, infatti, produce acciai inossidabili, e principalmente acciai austenitici, caratterizzati da un contenuto in peso di cromo del 18-20% e di nichel del 8-10%.

Secondo i dati dell'Inventario Regionale delle Emissioni, l'acciaieria contribuisce per oltre il 90% alle emissioni di nichel e cromo nella città di Aosta. Pertanto cromo e nichel possono essere considerati dei markers ambientali delle emissioni dell'acciaieria.

ARPA Valle d'Aosta ha condotto, nel periodo 2007-2012, un monitoraggio sistematico dei metalli nel PM10 e nelle deposizioni atmosferiche nella città di Aosta, per valutare l'impatto delle emissioni in corrispondenza delle aree urbane prossime all'acciaieria.

I monitoraggi hanno evidenziato una situazione di criticità legata alla presenza di elevate concentrazioni di metalli, in particolare di nichel, sia nel PM10 che nelle deposizioni atmosferiche.

## EMISSIONI IN ATMOSFERA DELL'ACCIAIERIA

L'emissione di polveri nel ciclo di produzione dell'acciaio deriva principalmente dai processi di fusione del rottame, nel forno fusorio UHP (Ultra High Power), e di affinazione dell'acciaio liquido nel convertitore AOD (Argon Oxygen Decarburisator).

Tali processi vengono condotti ad alte temperature in reattori costituiti da grandi recipienti di materiale refrattario.

Il ciclo lavorativo comprende le operazioni di fusione del rottame e di affinazione dell'acciaio liquido, che avvengono a reattore chiuso ad alta temperatura ed altre fasi transitorie (caricamento del rottame, aggiunta di additivi, scorifica, trasferimento dell'acciaio liquido in siviere) che avvengono a reattore aperto.

In condizioni di reattore chiuso si producono le "emissioni primarie", che vengono captate dai due sistemi di aspirazione primaria.

In condizioni di reattore aperto si producono le "emissioni secondarie", che vengono captate dal sistema di aspirazione secondario, costituito da due cappe poste al di sopra dei reattori, a ridosso del tetto dell'edificio.

Le emissioni captate dagli impianti di aspirazione vengono convogliate ai filtri a maniche per l'abbattimento delle polveri e successivamente emesse in atmosfera attraverso i camini.

I sistemi di aspirazione non riescono sempre a garantire la captazione completa delle emissioni. Pertanto, in certe condizioni, parte delle emissioni sfugge alla captazione e fuoriesce dalle aperture dell'edificio dando origine ad emissioni diffuse (Figura 1).



Figura 1 Episodio di emissione diffusa osservato nel corso del 2012

Per valutare l'impatto ambientale delle emissioni diffuse dell'acciaieria, è stato condotto un piano di caratterizzazione di tali emissioni nell'ambito dell'AIA. La CAS, con la supervisione dell'ARPA, ha installato un deposimetro sul tetto dell'acciaieria stessa, appena sopra le due cappe dell'aspirazione secondaria, che ha permesso il campionamento e la caratterizzazione chimica delle emissioni diffuse che sfuggono alla captazione (Figura 2).

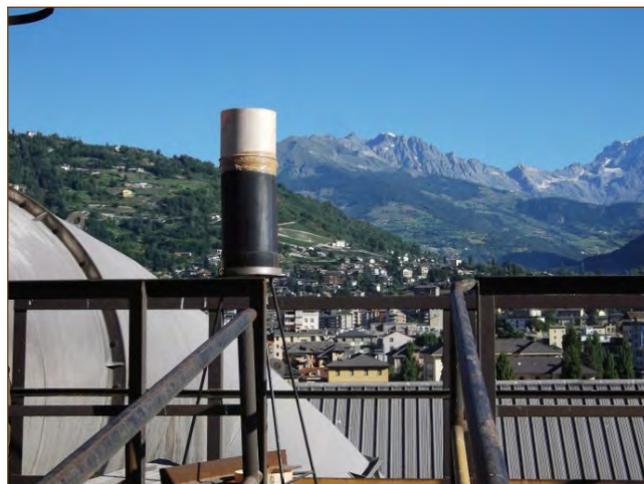


Figura 2 Deposimetro per la caratterizzazione delle emissioni diffuse posto sul tetto dell'acciaieria

Per quanto riguarda le emissioni convogliate, la caratterizzazione chimica delle polveri deriva dalle misure condotte sia dall'azienda in occasione degli autocontrolli periodici, sia dall'ARPA in occasione dei controlli ispettivi.

Nella Tabella 1 seguente vengono riportate le quantità di polveri emesse dai camini dei sistemi di aspirazione primaria e secondaria degli impianti UHP e AOD. I dati derivano dagli autocontrolli condotti dalla CAS nell'ambito del Piano di monitoraggio e controllo dell'AIA.

Emissioni		2008	2009	2010	2011	Media 2008/2011	
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a	% sul totale
Primarie	Asp. Primaria UHP	11,5	7,0	11,4	12,0	10,5	61%
	Asp. Primaria AOD	3,5	2,4	3,5	3,5	3,2	19%
Secondarie	Asp. Secondaria UHP-AOD	3,1	2,1	3,0	5,7	3,5	20%

Tabella 1 Quantità di polveri emesse annualmente dai camini dei sistemi di aspirazione primaria e secondaria degli impianti UHP e AOD

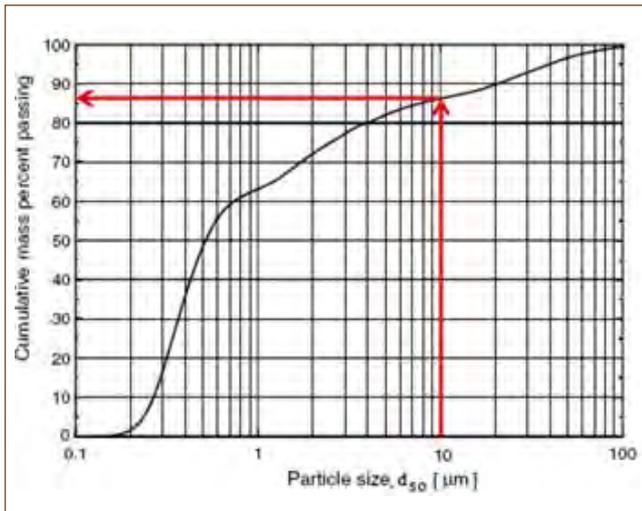
Pertanto l'80% delle emissioni convogliate sono costituite da emissioni primarie, che derivano dalle fasi di fusione/affinazione a caldo dell'acciaio.

Durante tali operazioni, che vengono condotte a temperature superiori a 1600°C, alcuni metalli quali zinco, piombo, manganese e ferro (che è presente in grandi quantità nel bagno metallico) evaporano e vengono ossidati nel passaggio alla fase vapore e nel successivo raffreddamento lungo la linea di depurazione fumi.

I metalli maggiormente presenti nei fumi sono il ferro e lo zinco: l'alta percentuale di ferro è dovuta al fatto che esso è il costituente principale dell'acciaio, quella dello zinco è legata alla sua tendenza ad evaporare completamente, in quanto le sue temperature di fusione (419 °C) e di evaporazione (907 °C) sono molto inferiori a quelle de-



gli agli altri metalli. Le particelle dei fumi risultano pertanto costituite prevalentemente da ossidi di ferro e zinco, quali ferrite di zinco ( $Zn-Fe_2O_4$ ), zincite ( $ZnO$ ) e ossidi di ferro ( $Fe_3O_4$ ,  $FeO$ ) [Rizescu, 2010]. Dal punto di vista dimensionale (Figura 3), si tratta di polveri molto fini, costituite per oltre il 60% da particelle con diametro  $< 1 \mu m$ , per circa il 25% di polveri con diametro compreso tra  $1 \mu m$  e  $10 \mu m$  e solo per il 15% da polveri con diametro superiore a  $10 \mu m$  [Chirila et al., 2011].



**Figura 3** Distribuzione granulometrica del particolato presente nei fumi derivanti dalla fusione dell'acciaio in un forno fusorio ad arco elettrico (Chirila et al., 2011)

Considerando che le emissioni convogliate vengono trattate con filtri a tessuto che trattengono le frazioni più grossolane, si può assumere che le emissioni convogliate sono costituite prevalentemente da polveri fini assimilabili a particolato con diametro  $< 10 \mu m$ , con un elevato contenuto di ferro e di zinco.

Questo trova conferma nella caratterizzazione delle emissioni convogliate derivante dalle misure condotte nell'ambito dell'AIA. Nella Tabella 2 seguente viene riportato il contenuto (massa di metallo/massa di polvere) dei metalli maggiormente presenti nelle polveri emesse dai camini (Cr, Ni, Mn, Fe, Zn), mediato rispetto al flusso di massa di polvere emessa (tonnellate/anno) dai processi di fusione ed affinazione dell'acciaio.

	Cr	Ni	Mn	Fe	Zn
Emissioni convogliate (% in peso di metallo nella polvere)	3,0 %	1,1 %	2,4 %	14,3 %	11,1 %

**Tabella 2** Percentuale in peso di metalli nelle polveri delle emissioni primarie derivanti dai processi di fusione e affinazione dell'acciaio

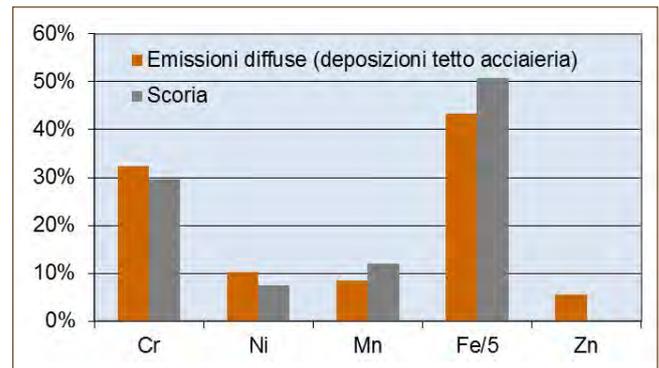
Per quanto riguarda le emissioni diffuse, le fasi più critiche del processo consistono nelle operazioni transitorie condotte a reattore aperto, in cui si producono le emissioni secondarie.

Durante tali operazioni, l'acciaio liquido è protetto da uno strato superficiale di scoria (principalmente calce) che evita il contatto con l'aria e previene fenomeni di ossidazione.

L'introduzione di materiali (rottame, ferroleghe, additivi) e le operazioni di trasferimento dell'acciaio liquido (spillaggio) e di scorifica, provocano l'emissione di fumi contenenti prevalentemente particelle di scoria. Le emissioni che si sviluppano durante tali operazioni contengono particelle più grossolane rispetto alle emissioni primarie, con diametro aerodinamico compreso tra  $20$  e  $500 \mu m$  (Guézennec et al., 2005).

Si può pertanto assumere che le emissioni diffuse siano costituite prevalentemente da polveri grossolane con composizione assimilabile a quella della scoria.

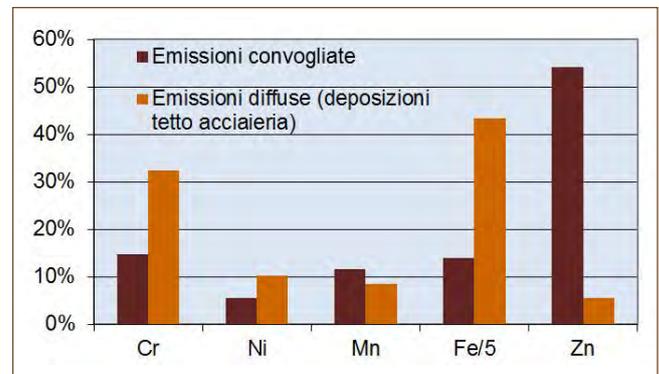
Questo è confermato dal piano di caratterizzazione delle emissioni diffuse, dal quale emerge che il profilo di distribuzione dei metalli



**Figura 4** Contenuto di metalli nelle polveri delle emissioni diffuse (deposizioni sul tetto dell'acciaieria) e nella scoria. I valori sono espressi in % in peso rispetto alla somma di Cr, Ni, Mn, Zn, Fe/5 (i valori di Fe sono rappresentati in figura divisi per 5 per consentire una migliore lettura del grafico)

presente nelle emissioni diffuse è del tutto simile a quello della scoria (Figura 4). I dati vengono presentati in forma di "impronta" ("fingerprint") della distribuzione percentuale dei 5 metalli caratteristici della produzione dell'acciaio (Cr, Ni, Mn, Fe, Zn).

Dai valori di emissione di metalli degli impianti forno UHP e convertitore AOD è possibile determinare un fingerprint caratteristico delle emissioni convogliate. Confrontando il fingerprint delle emissioni convogliate con quello delle emissioni diffuse, si osservano due sostanziali differenze: le emissioni diffuse, rispetto alle emissioni convogliate, hanno un contenuto di zinco molto inferiore ed un contenuto di cromo sensibilmente superiore (Figura 5).



**Figura 5** Contenuto di metalli nelle polveri delle emissioni diffuse (deposizioni sul tetto dell'acciaieria) e delle emissioni convogliate. I valori sono espressi in % in peso rispetto alla somma di Cr, Ni, Mn, Zn, Fe/5 (i valori di Fe sono rappresentati in figura divisi per 5 per consentire una migliore lettura del grafico)

Lo zinco è pressoché assente nella scoria, in quanto, essendo molto volatile, evapora durante la fase di fusione/affinazione a caldo e non viene trattenuto dallo strato superficiale di scoria (Rizescu et al., 2010). La presenza di zinco nelle deposizioni campionate sul tetto dell'acciaieria può essere ricondotto presumibilmente alla ricaduta del particolato fine proveniente principalmente dalle emissioni convogliate.

Il cromo, che ha una maggiore affinità con l'ossigeno rispetto agli altri metalli dell'acciaio, durante i processi di fusione/affinazione a caldo tende ad essere ossidato e a formare ossido di cromo ( $Cr_2O_3$ ) che viene trattenuto dalla scoria (Nicodemi et al., 2011). Questo spiega il fatto che il contenuto di cromo nella scoria è relativamente elevato rispetto agli altri metalli.

<sup>1</sup> Per "impronta" si intende il grafico della distribuzione percentuale dei singoli metalli rispetto alla somma dei metalli considerati caratteristici del processo produttivo (Cr, Ni, Mn, Fe, Zn)

**DINAMICHE DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI E RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DELLE DEPOSIZIONI**

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Aosta comprende tre stazioni site in Piazza Plouves, Quartiere Dora e via I Maggio.

Le stazioni di Piazza Plouves e Quartiere Dora sono ubicate in due siti rappresentativi del fondo urbano, mentre la stazione di via I Maggio, situata a ridosso dell'acciaiera sul lato ovest dello stabilimento, è una stazione di misura industriale.

La rete di monitoraggio regionale delle deposizioni atmosferiche comprende 7 siti, 5 dei quali localizzati nell'area urbana di Aosta e dei comuni limitrofi (Piazza Plouves, Quartiere Dora, via I Maggio, Supermercato CIDAC, Plan Felinaz), e 2 localizzati in zone rurali del territorio regionale (La Thuile e Donnas).

In Figura 6 sono indicati i siti di monitoraggio delle aree circostanti rispetto ai principali camini di emissione di polveri e di metalli dell'acciaiera CAS.

Le simulazioni modellistiche di dispersione delle polveri emesse dai camini dell'acciaiera indicano che le ricadute delle emissioni convogliate interessano non solo l'area industriale ma anche la zona di Aosta ad ovest dello stabilimento CAS e le zone residenziali poste a sud rispetto allo stabilimento stesso (Figure 7 e 8).

L'area ad ovest dello stabilimento, dove è posta la stazione di via I Maggio, è interessata dalle ricadute delle emissioni dell'acciaiera quando il vento soffia da est (E) verso ovest (W).

Questo avviene nelle ore pomeridiane della giornata, con variabilità

stagionali determinate dal fatto che nella stagione primaverile-estiva i venti sono decisamente più intensi rispetto alla stagione autunnale-invernale durante la quale ci sono molte giornate di calma di vento.

In primavera ed in estate, con venti di brezza più intensi, i fenomeni di trasporto degli inquinanti emessi dall'acciaiera interessano in maniera più consistente la zona ad ovest dell'acciaiera rispetto alla zona a sud. Questo emerge chiaramente dalla simulazione modellistica delle emissioni dell'acciaiera nel periodo primaverile (è stato preso a riferimento il mese di aprile), caratterizzato da condizioni di ventosità intermedie tra i valori massimi estivi e le calme di vento invernali (Figura 9).

Tenendo conto di tali considerazioni, si può affermare che la stazione di via I Maggio è rappresentativa dell'area di massima ricaduta delle emissioni dell'acciaiera CAS nella zona ovest di Aosta a ridosso dell'acciaiera.

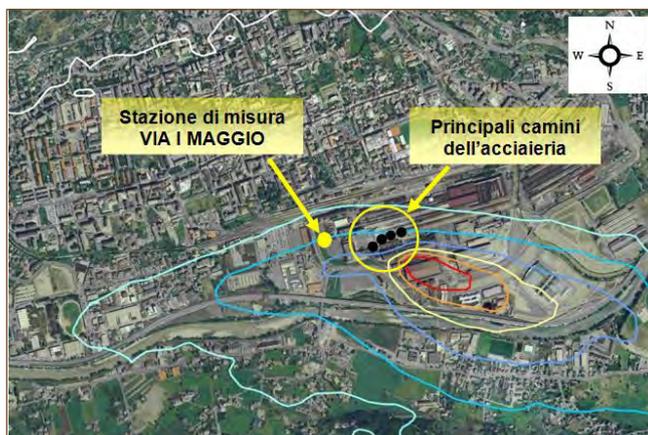
Oltre ai monitoraggi condotti sul territorio urbano della città di Aosta, nel presente studio vengono presi in considerazione i dati ottenuti dalle campagne di monitoraggio condotte in altre zone del territorio regionale.

In tal modo è possibile ricostruire un quadro complessivo dei livelli di polveri e metalli nelle diverse zone del territorio regionale, così individuate (Figura 10):

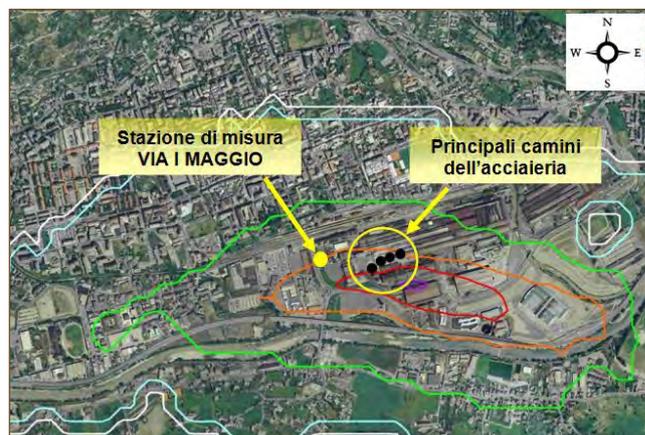
- CAS (sito industriale di Aosta - via I maggio);
- Aosta (siti di fondo urbano di Piazza Plouves e di Quartiere Dora);
- Piana di Aosta (siti di Nus capoluogo, Quart Villair, Brissogne Neyran, Petit Pollein, Chambave e Pontey);
- Bassa Valle (siti di Hône, Verres e Donnas);
- Zone rurali (siti di Issime e Entrèves).



**Figura 6** Siti di monitoraggio della qualità dell'aria e delle deposizioni atmosferiche per la valutazione dell'impatto ambientale dell'acciaiera. Con riempimento tratteggiato è indicata l'area in cui sono localizzati gli impianti di fusione e affinazione dell'acciaio liquido. In basso a sinistra è riportata la direzione prevalente dei venti nella piana di Aosta.



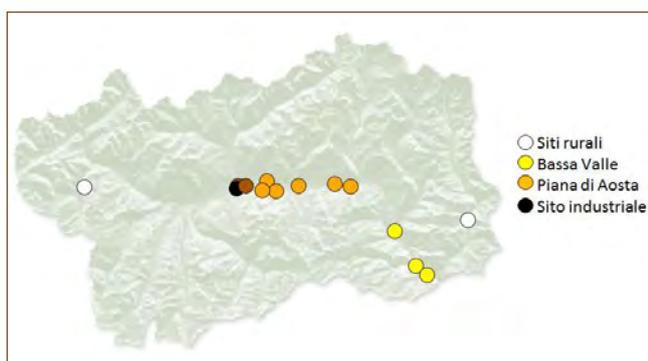
**Figura 7** Simulazione della dispersione delle polveri PM10 provenienti dalle principali emissioni convogliate dell'acciaiera (concentrazioni in aria - media annuale).



**Figura 8** Simulazione della dispersione delle polveri PM10 provenienti dalle principali emissioni convogliate dell'acciaiera (deposizioni atmosferiche - media annuale).



**Figura 9** Simulazione della dispersione delle polveri PM10 provenienti dalle principali emissioni convogliate dell'acciaiera (deposizioni atmosferiche - periodo primaverile caratterizzato da condizioni di ventosità intermedie tra il periodo estivo e quello invernale)



**Figura 10** Siti di monitoraggio di PM10 e metalli nel territorio regionale

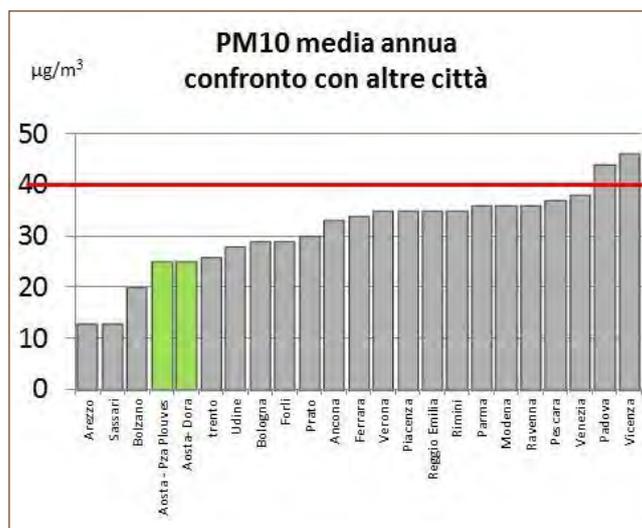
**METODI DI MISURA**

Le misure di PM10 e di metalli in qualità dell'aria sono state condotte dall'ARPA secondo i metodi UNI EN 12341:99 e UNI EN 14902:2005, previsti dal DLgs 155/2010 (recepimento della direttiva 2008/50/CE). La copertura temporale dei campionamenti sia del PM10 che dei metalli condotti nei siti urbani della città di Aosta è quasi pari al 100%. Il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche è stato condotto secondo il metodo contenuto nel Rapporto Istan 06/38 dell'Istituto Superiore di Sanità, in conformità a quanto previsto dal DLgs 155/2010. La durata di campionamento delle deposizioni è mensile e la copertura temporale dell'anno è compresa tra 75-100%. Le misure di polveri e metalli alle emissioni in atmosfera degli impianti dell'acciaiera sono state condotte secondo i metodi e le frequenze previste dall'AIA in accordo con le indicazioni della normativa europea in ambito IPPC (metodo UNI EN 13284-1 per le polveri, metodo Unichim 723:86 per i metalli).

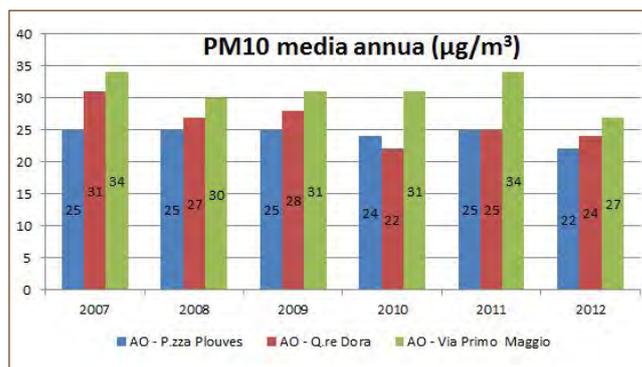
**RISULTATI E DISCUSSIONE**

**PM10**

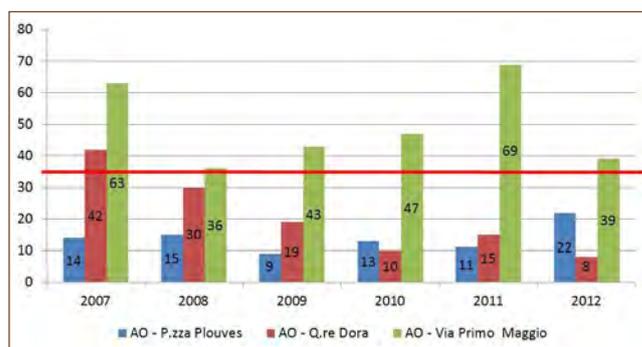
Le medie annuali di PM10 delle stazioni di fondo urbano della città di Aosta risultano in linea con i valori di fondo urbano di altre città con realtà simili, quali ad es. Trento e Bolzano (Figura 11). Confrontando le medie annue di PM10 nei tre siti di misura di Aosta, risulta evidente che la stazione di via I Maggio, pur attestandosi a valori inferiori al limite, registra valori più elevati dei due siti di fondo urbano. In particolare, negli anni 2010-2011 la concentrazione media annua misurata nella stazione industriale di via I Maggio è risultata superiore del 40% circa rispetto a quella delle stazioni di fondo urbano di P.zza Plouves e di Q.re Dora (Figura 12).



**Figura 11** Confronto delle medie annuali di PM10 di Aosta con altre città (fonte dei dati: "Qualità dell'ambiente urbano VIII Rapporto Edizione 2012" - stazioni di "fondo urbano")



**Figura 12** Media annua PM10 nelle stazioni di misura di Aosta



**Figura 13** PM10: numero di giorni di superamento della media giornaliera di 50 µg/m³ nelle stazioni di misura di Aosta

Inoltre, per quanto riguarda la media giornaliera di PM10, nel sito industriale di via I Maggio il limite di 35 giornate/anno viene costantemente superato (Figura 13). In particolare, nel periodo 2008-2011 il numero di superamenti è risultato in crescita raggiungendo nel 2011 quota 69 superamenti/anno, quasi il doppio dei superamenti accettati dalla normativa. Pertanto, pur in presenza di una situazione di rispetto dei limiti di qualità dell'aria nelle stazioni di fondo urbano di Aosta - Piazza Plouves e Aosta - Quartiere Dora, i livelli di PM10 nel sito industriale di Via I Maggio risultano piuttosto elevati rispetto al fondo urbano, presentando una situazione di superamento del limite di legge previsto per il numero di giorni di superamento della media giornaliera di PM10

di 50 µg/m<sup>3</sup> e mostrando un evidente trend di crescita nel periodo 2008-2011. Tali elementi, che dimostrano un effetto evidente dell'impatto ambientale riconducibile alle emissioni dell'acciaiera, sono stati portati all'attenzione nell'istruttoria tecnica di rinnovo dell'AIA, che si è svolta nel corso dell'autunno 2012. Nel 2012 si è osservata un'inversione di tendenza sia per la concentrazione media annua che per il numero di superamenti della media giornaliera, che rimane comunque superiore al limite normativo.

**Metalli nel PM10**

I contenuti del presente articolo sono stati pubblicati per la prima volta sul sito dell'ARPA Valle d'Aosta (www.arpa.vda.it) a gennaio 2013, nel documento "L'impatto ambientale dello stabilimento Cogne Acciai Speciali sul particolato aerodisperso e sulle deposizioni nell'aria di Aosta e della Plaine". In tale studio sono stati presi in considerazione i valori di metalli nel PM10 misurati nel periodo 2007-2011, non essendo ancora disponibili, al momento della pubblicazione, i dati dell'intero anno 2012.

Nel presente documento vengono presentati i dati aggiornati a dicembre 2012.

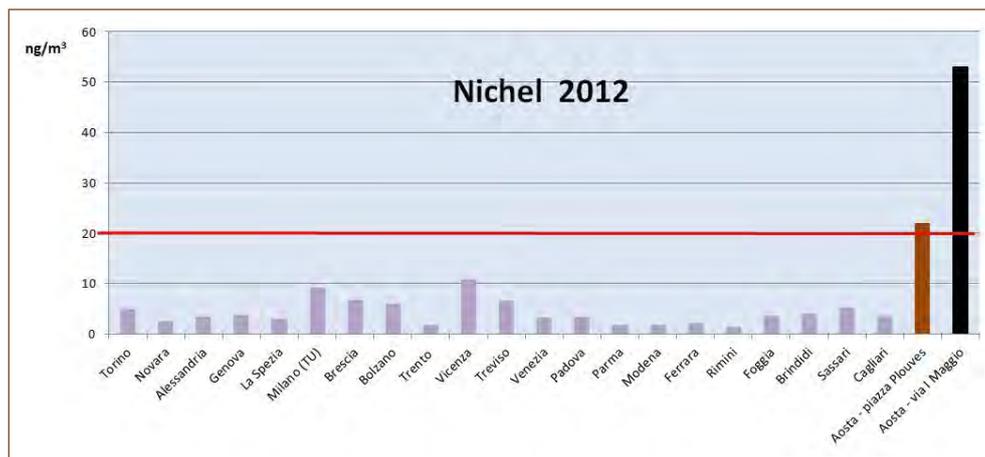
Nel 2012 è stata sostituita la strumentazione di campionamento dedicata alla determinazione dei metalli nel PM10. La strumentazione utilizzata nel periodo precedente era affetta da una bassa efficienza di captazione delle polveri che comportava una sottostima nella determinazione di alcuni metalli, mentre il sistema di campionamento di nuova tipologia garantisce misure di metalli più accurate. Questo è stato appurato a seguito di una serie di misure di interconfronto in parallelo tra i due sistemi di campionamento (quello vecchio adottato fino al 2011 e quello di nuova tipologia adottato a partire dal 2012), che ha permesso di determinare il rapporto tra le concentrazioni delle differenti specie metalliche misurate con i due sistemi di campionamento e di rideterminare i valori della concentrazione media annuale dei metalli, ed in particolare di nichel, misurati nella stazione urbana di Aosta - Piazza Plouves con la strumentazione usata precedentemente. In tal modo è stato possibile ricostruire la serie storica dei metalli del periodo 2007-2012.

Le considerazioni che seguono vengono formulate sulla base dei valori di metalli così rideterminati.

Il Dlgs 155/2010 prevede un valore limite per il piombo e valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (Tabella 3).

	RIFERIMENTO	PARAMETRO	VALORE
Pb	Valore limite	Media annuale	500 ng/m <sup>3</sup>
As	Valore obiettivo	Media annuale	6 ng/m <sup>3</sup>
Cd	Valore obiettivo	Media annuale	5 ng/m <sup>3</sup>
Ni	Valore obiettivo	Media annuale	20 ng/m <sup>3</sup>

**Tabella 3** Valori limite e valori obiettivo per i metalli in aria ambiente previsti dal Dlgs 155/2010



**Figura 14** Confronto tra i valori medi annui di nichel su PM10 misurati ad Aosta ed in altre città italiane nel 2012 (fonte: ISPRA VIII Rapporto Aree Urbane).

I livelli di piombo, arsenico e cadmio misurati in Aosta risultano molto inferiori rispetto ai rispettivi valori di riferimento previsti dalla normativa.

Per quanto riguarda il nichel, i livelli della stazione di fondo urbano di Piazza Plouves del periodo 2007-2012 risultano compresi tra 22 e 34 ng/m<sup>3</sup>, superiori al valore obiettivo di 20 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 e sensibilmente superiori rispetto ai valori rilevati in stazioni di fondo urbano di altre città italiane, in cui i valori risultano compresi tra 2 e 10 ng/m<sup>3</sup> [ISPRA, 2012], incluse metropoli quali Milano e Torino, dove il peso delle fonti urbane quali traffico e riscaldamento, è superiore a quello di Aosta (figura 14).

Per quanto riguarda la stazione industriale di Via I Maggio, il valore medio annuale di nichel misurato nel 2012 con la nuova strumentazione è risultato pari a 53 ng/m<sup>3</sup>, ovvero oltre due volte superiore rispetto alla media annuale 2012 di Piazza Plouves pari a 22 ng/m<sup>3</sup>. Tale differenza è riconducibile alla differente distanza delle due stazioni di misura dall'acciaiera.

**DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE DI METALLI**

Attualmente la normativa nazionale ed europea non prevede valori limite per le deposizioni.

Tuttavia, alcuni stati europei, quali Germania, Austria, Svizzera, Belgio e Croazia hanno introdotto per alcuni metalli dei valori soglia. Nel presente studio si prendono a riferimento tali valori per una valutazione dei livelli di metalli misurati nelle deposizioni del territorio valdostano.

In particolare, viene preso a riferimento il valore limite di 15 µg/m<sup>2</sup>/giorno per la media annuale di deposizione di nichel previsto dalla normativa vigente in Germania (TA Luft 2002).

A differenza del PM10, che viene monitorato in maniera molto diffusa in tutto il territorio nazionale ed europeo ormai da molti anni, l'attività di monitoraggio delle deposizioni atmosferiche è molto più recente ed è attualmente in divenire, tenuto conto che la normativa nazionale ha contemplato la misura delle deposizioni per la prima volta solo nel 2007.

Ne consegue che la disponibilità di dati di deposizione in letteratura è piuttosto limitata.

Per una valutazione dei valori di deposizione misurati, vengono presi a riferimento i dati riportati nel Position Paper della Commissione Europea ed i dati di alcuni studi condotti in varie zone del territorio nazionale da enti scientifici riconosciuti.

Le misure dei metalli nelle deposizioni evidenziano la presenza di livelli di nichel e cromo molto più elevati rispetto ad altre città italiane. Si osserva che il livello di deposizione di nichel nella città di Aosta (pari a circa 50 µg/m<sup>2</sup>/giorno) è nettamente superiore rispetto al valore soglia di 15 µg/m<sup>2</sup>/giorno previsto in Germania e Croazia ed è confrontabile con i livelli misurati in altre aree europee nei dintorni di industrie di lavorazione metalli (Figure 15 e 16).

I livelli di deposizione di metalli risultano molto più elevati nella città di Aosta rispetto al restante territorio regionale. In particolare tale differenza è molto evidente per cromo e nichel, che sono i metalli caratteristici delle emissioni dell'acciaiera (Figura 17).

Diverso è il caso del piombo che, a differenza di cromo e nichel, non è considerato un marker delle emissioni dell'acciaiera: i livelli

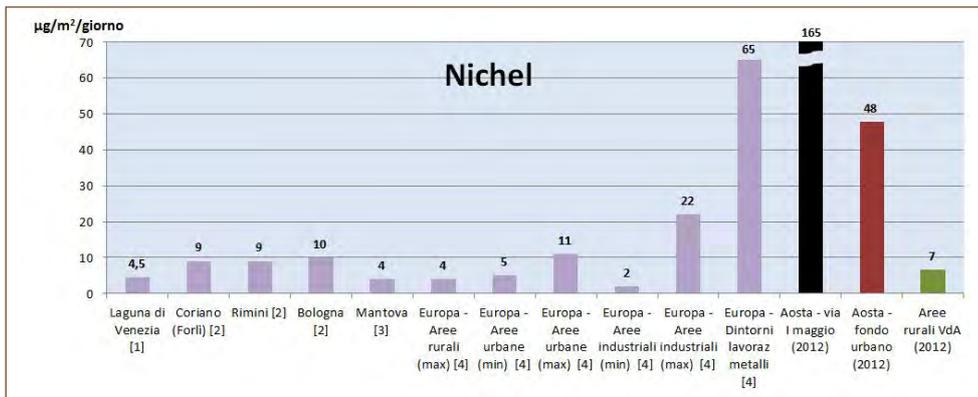


Figura 15 Livelli di deposizione di nichel nel territorio regionale confrontati con altre realtà italiane ed europee<sup>2</sup>

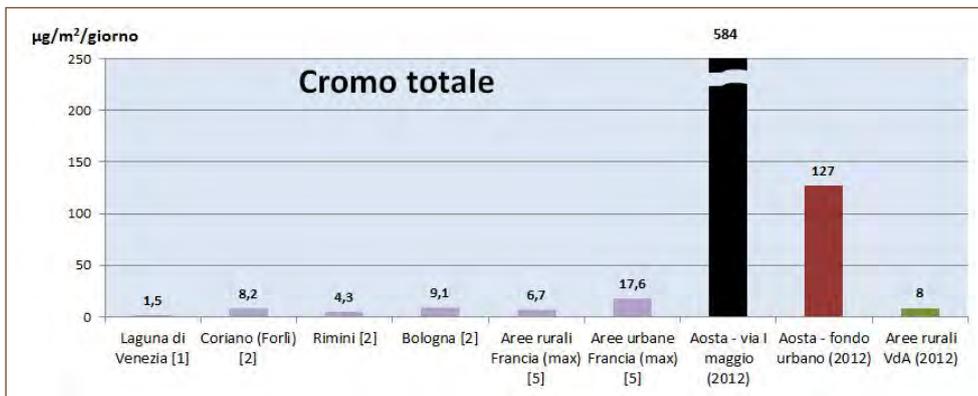


Figura 16 Livelli di deposizione di cromo nel territorio regionale confrontati con altre realtà italiane ed europee<sup>2</sup>

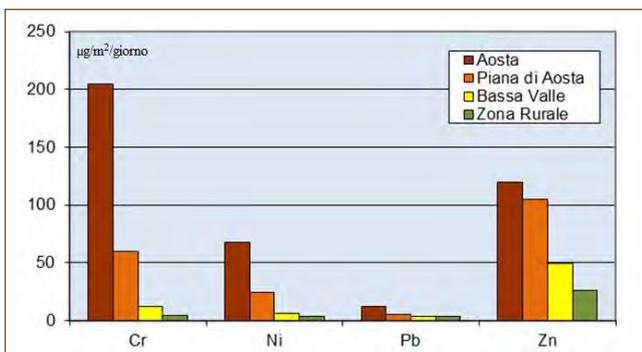


Figura 17 Livelli di deposizione di cromo nel territorio regionale confrontati con altre realtà italiane ed europee

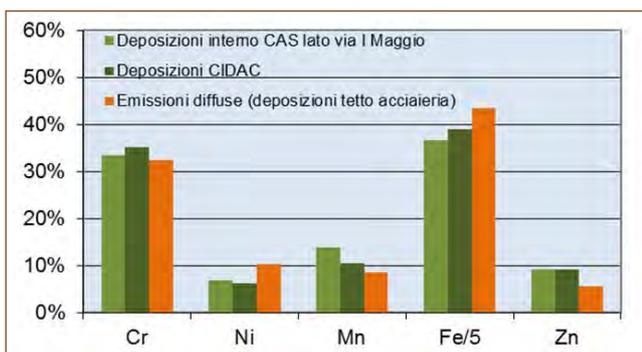


Figura 18 Confronto tra l'impronta ("fingerprint") delle emissioni diffuse (deposizioni sul tetto dell'acciaieria) e delle deposizioni campionate in area ambiente in prossimità dell'acciaieria. I valori sono espressi in % in peso rispetto alla somma di Cr, Ni, Mn, Zn, Fe/5 (i valori di Fe sono rappresentati in figura divisi per 5 per consentire una migliore lettura del grafico)

di piombo in Aosta e nella Plaine risultano confrontabili con quelli della Bassa Valle e delle zone rurali. I livelli di deposizione di cromo e nichel della Piana di Aosta sono più elevati rispetto alla Bassa Valle ed alle zone rurali, caratterizzati da livelli confrontabili tra loro. Questo è legato al trasporto delle polveri dalla città di Aosta verso il fondovalle da parte dei venti dominanti che hanno direzione parallela al fondovalle. Diversamente, il territorio della Bassa Valle, separato dalla Piana di Aosta da una marcata discontinuità del profilo della valle centrale all'altezza della gola di Montjovet, non è condizionato da fenomeni di trasporto del particolato dalla Piana. Pertanto la qualità dell'aria della Basse Valle è determinata da fonti locali (principalmente traffico e riscaldamento) e, in parte, dall'influsso dell'aria proveniente dal Piemonte, ma non risente dell'influenza delle emissioni dell'acciaieria.

#### IMPATTO DELLE EMISSIONI DIFFUSE DELL'ACCIAIERIA SULLE DEPOSIZIONI DI METALLI

In modo analogo a quanto effettuato per le emissioni convogliate, l'analisi chimica delle deposizioni campionate sul tetto dell'acciaieria CAS permette di ottenere una "impronta" ("fingerprint") caratteristica delle emissioni diffuse. Confrontando l'impronta delle emissioni diffuse, determinata mediante l'analisi dei metalli nelle deposizioni campionate sul tetto dell'acciaieria, con le impronte delle deposizioni dei siti di via I Maggio e CIDAC, si osserva una marcata corrispondenza (Figura 18).

<sup>2</sup> Fonti dei dati:

- [1] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato delle Acque, "Il monitoraggio SAMANET delle deposizioni atmosferiche nella Laguna di Venezia" (2008)
- [2] ARPA Emilia Romagna, "Studio ambientale dell'area Coriano Forlì - Il fase - sintesi" (2006)
- [3] Istituto Superiore di Sanità - Rapporto Istisan 06/43 "Microinquinanti organici e inorganici nel Comune di Mantova: studio dei livelli ambientali" (2006)
- [4] Position Paper for ambient air pollution by As, Cd and Ni
- [5] Air pays de la Loire, "Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'Unité de Valorisation Énergétique Arc en Ciel" (2011)

Pertanto si può affermare che le emissioni diffuse dell'acciaieria determinano il tenore di metalli delle deposizioni nell'area ambiente in prossimità dell'acciaieria stessa.

#### **AZIONI PREVISTE DAL DLGS 155/2010 IN CASO DI SUPERAMENTO DEI VALORI OBIETTIVO DI QUALITÀ DELL'ARIA**

L'art. 9 del Dlgs. 155/2010 stabilisce le modalità con cui le Regioni devono intervenire per il raggiungimento dei valori limite, per il perseguimento dei valori obiettivo e per il mantenimento del relativo rispetto.

Il comma 2 prevede che se in un'area i livelli di alcuni inquinanti (tra cui il nichel) superano i valori obiettivo previsti, le Regioni adottano un piano che comprenda l'adozione di misure, che non comportino costi sproporzionati, necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza su tali aree di superamento ed a perseguire il raggiungimento dei valori obiettivo entro il 31/12/2012. Il perseguimento del valore obiettivo non comporta, per gli impianti soggetti ad Autorizzazione Integrata Ambientale (Dlgs 18/02/2005 n.59, successivamente recepito dal Dlgs 152/06), condizioni più rigorose di quelle connesse all'applicazione delle migliori tecniche disponibili.

L'art 11 del Dlgs 155/2010 definisce le modalità e le procedure di attuazione dei piani. In particolare al comma 1 lett. d) è previsto che i piani possono anche individuare "valori limite di emissione, prescrizioni per l'esercizio e criteri di localizzazione per gli impianti soggetti ad Autorizzazione Integrata Ambientale che producono emissioni in atmosfera".

#### **AZIONI DI CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI POLVERI E METALLI NELL'AMBITO DELL'AIA**

Nel caso dei processi dell'acciaieria CAS, le emissioni di polveri e di metalli sono strettamente connesse tra loro, in quanto i metalli sono contenuti nelle polveri emesse e pertanto limitando le emissioni di polveri vengono di conseguenza limitate anche le emissioni di metalli.

Nell'ambito della procedura di rilascio dell'AIA ARPA ha valutato lo stato di applicazione delle migliori tecniche disponibili da parte dello stabilimento CAS.

Dalla valutazione è emerso che gli impianti di aspirazione ed abbattimento delle emissioni adottati dalla CAS risultano conformi, per tipologia di tecnica, a quanto previsto dalle migliori tecniche disponibili. Tuttavia, in alcuni casi, l'efficienza di aspirazione ed abbattimento degli inquinanti risulta inferiore agli standard raggiungibili con le migliori tecniche disponibili.

Pertanto, nell'ambito dell'AIA, è stato avviato con l'azienda un percorso di miglioramento dell'efficienza di aspirazione ed abbattimento delle emissioni inquinanti, per arrivare a standard ambientali conformi a quelli previsti dalle migliori tecniche disponibili.

Per quanto riguarda i sistemi di filtrazione delle emissioni di polveri, negli impianti CAS vengono adottati filtri a tessuto che, come tipologia di trattamento, corrispondono ad una delle migliori tecniche disponibili per l'abbattimento delle emissioni di polveri.

Secondo i documenti tecnici di riferimento delle migliori tecniche disponibili, un sistema di abbattimento dotato di filtro a tessuto, se adeguatamente progettato e dimensionato, può consentire di ottenere valori di emissione di polveri inferiori a 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

Alcuni degli impianti della CAS, ad eccezione di quelli di nuova rea-

lizzazione, sono di vecchia generazione (anni 80-90) e rispondono a standard emissivi previsti dalla normativa vigente all'epoca della loro costruzione, meno restrittivi rispetto ai valori ottenibili con filtri di nuova generazione adeguatamente dimensionati. Questo fa sì che attualmente i limiti di emissione di polveri previsti per gli impianti della CAS siano ancora compresi tra 35 e 150 mg/Nm<sup>3</sup>, a seconda degli impianti.

Con l'entrata in vigore dell'AIA (ottobre 2007), è stata valutata la necessità di provvedere ad un miglioramento di questi sistemi di filtrazione per ottenere livelli di efficienza compatibili con i sistemi di nuova generazione.

Il provvedimento di rinnovo dell'AIA (PD n. 6011 del 28/12/2012) prevede un programma di interventi, a carico della CAS, di miglioramento dei sistemi di abbattimento collegati ai principali impianti che emettono polveri, al fine di garantire valori di emissione di polveri inferiori a 10 mg/Nm<sup>3</sup>. Sono inoltre previsti interventi di contenimento delle emissioni diffuse, che consistono in opere di tamponamento delle aperture dell'edificio in cui sono presenti gli impianti dell'acciaieria e nel miglioramento della capacità di captazione delle emissioni da parte degli impianti di aspirazione presenti.

Inoltre, al fine di assicurare il mantenimento di elevati livelli di efficienza degli impianti di aspirazione ed abbattimento degli inquinanti a servizio degli impianti UHP e AOD, il provvedimento di rinnovo dell'AIA prevede che l'azienda debba adottare un sistema di monitoraggio in continuo del processo di fusione dell'acciaio. Tale sistema comprende la misura in continuo della portata di aspirazione e delle concentrazioni di polveri alle emissioni degli impianti di aspirazione primaria e secondaria del forno fusorio e l'acquisizione dei principali parametri di funzionamento degli impianti.

#### **CONCLUSIONI**

Le emissioni in atmosfera dell'acciaieria CAS di Aosta determinano la presenza nell'aria ambiente di Aosta di livelli di nichel nel PM10 superiori al valore obiettivo previsto dal Dlgs 155/2010 ed il superamento del limite di legge relativo al numero di giorni con valore medio giornaliero di PM10 superiore a 50 µg/m<sup>3</sup> nella stazione industriale di Via I Maggio.

Anche le deposizioni di metalli, in particolare nichel e cromo, riferibili alle emissioni diffuse dell'acciaieria, sono molto elevate nell'area urbana di Aosta, nettamente superiori ai dati reperiti in letteratura riferiti ad aree urbane italiane ed europee, e confrontabili con quelli di prossimità a siti industriali di lavorazione metalli. Pur trattandosi di un metodo di monitoraggio ambientale ancora poco diffuso, e pur non essendo ancora previsti dalla normativa italiana valori limite per le deposizioni, i livelli di nichel nei siti di fondo urbano di Aosta risultano nettamente superiori al valore soglia previsto dalla normativa tedesca (TA Luft 2002).

A fronte degli impatti sulla qualità dell'aria provocati dalle emissioni dell'acciaieria, considerata la necessità di intervenire per un contenimento delle emissioni convogliate e diffuse, nel provvedimento di rinnovo dell'AIA, approvato a dicembre 2012, è stato previsto un piano di miglioramento delle prestazioni dei sistemi di aspirazione ed abbattimento delle polveri degli impianti della CAS mediante l'adozione di interventi sia impiantistici che gestionali in linea con l'applicazione delle migliori tecniche disponibili.

Il proseguimento del monitoraggio ambientale consentirà di valutare l'efficacia delle misure di contenimento previste e di verificare nel tempo il mantenimento in efficienza dei sistemi di trattamento delle emissioni adottati da parte del gestore dell'acciaieria.



## BIBLIOGRAFIA

Air pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'Unité de Valorisation Énergétique Arc en Ciel*, 2011.

ARPA Emilia Romagna, *Studio Ambientale dell'area Coriano Forlì - II fase – sintesi*, marzo 2006.

Chirila E., Luca C., *Characterisation of the electric arc furnace dust*, Annals of the Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering, Vol. X, 2011.

European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), *Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel*, dicembre 2001

European Commission, *Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds, Position Paper*, 2001.

Guézennec A., Huber J.C., Patisson F., Birat J.P., Sessiecq P., Ablitzer D., *Dust formation in electric arc furnace: birth of the particles*, Powder Technology, 157, 1-3, 2-11, 2005.

ISPRA, *Qualità dell'ambiente urbano, VIII Rapporto*, Edizione 2012.

Istituto Superiore di Sanità - Rapporto Istisan 06/38, *Qualità dell'aria ambiente – Metodo di riferimento per la determinazione di Pb, Cd, As e Ni nelle deposizioni atmosferiche*, 2006.

Istituto Superiore di Sanità, Rapporto Istisan 06/43, *Microinquinanti organici e inorganici nel Comune di Mantova: studio dei livelli ambientali*, 2006.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Magistrato delle Acque - *Il monitoraggio SAMANET delle deposizioni atmosferiche nella laguna di Venezia*, 2008.

Nicodemi W., Mapelli C., *Siderurgia*, Società Italiana di Metallurgia, 2011.

Rizescu C., Bacinschi Z., Stoian E., Polinescu A., *Characterisation of steel mill electric-arc furnace dust*, Advances in waste management, 2010.



FUTMON  
Deposizioni umide di sostanze acidificanti  
(flusso di deposizione di acidità totale)

**PREMESSA**

Lo studio della chimica delle deposizioni atmosferiche costituisce una parte di un più vasto programma nazionale di monitoraggio avviato in Italia nel 1995 dal Corpo Forestale dello Stato (Programma Nazionale Integrato per il Controllo degli Ecosistemi Forestali, CONECOFOR), gestito e coordinato dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, nell'ambito del Regolamento CEE 1091/94 e in stretto contatto con i programmi svolti nell'ambito dell'ONU-ECE (ICP Forests e ICP Integrated Monitoring).



Figura 1 Localizzazione e tipologie delle 22 aree del progetto FutMon/ CONECOFOR in Italia

Lo scopo principale di tale programma è studiare le interazioni ecologiche tra le componenti strutturali e funzionali degli ecosistemi forestali e i fattori di pressione e di cambiamento su larga scala (inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici, variazione dei livelli di biodiversità). Le indagini sulla chimica delle deposizioni atmosferiche in particolare, mirano a valutare l'apporto di ioni depositati dall'atmosfera sulla vege-

tazione e le modifiche della composizione chimica delle deposizioni a contatto con la vegetazione e con le sostanze su di essa depositate. A tal fine sono considerate diverse tipologie di deposizioni: a cielo aperto (sia come deposizioni totali – definite bulk, sia come deposizioni umide, definite wet only), sottochioma e lungo il tronco. In alcune aree, sono inoltre campionate le acque di ruscellamento superficiale, al fine di valutare gli effetti dell'interazione fra deposizioni atmosferiche, chiome e suolo. Un ulteriore obiettivo è la valutazione dell'evoluzione delle caratteristiche chimiche delle deposizioni e dei flussi di ioni al suolo.

Il prelievo e le analisi delle deposizioni atmosferiche nell'area VAL1 (La Thuile) sono iniziati nel 2009, anno in cui l'attività si è svolta nell'ambito e con i finanziamenti del progetto europeo LIFE+ FutMon (Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System) coordinato, in Italia, dal Corpo Forestale dello Stato - Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali. In tale sito è assicurato unicamente il campionamento delle deposizioni a cielo aperto e sottochioma e, per il triennio 2009-2011, delle concentrazioni di ozono.

**MATERIALI E METODI**

Le deposizioni a cielo aperto vengono campionate con tre campionatori costantemente esposti, nei pressi della centralina di monitoraggio della qualità dell'aria di La Thuile (loc. Granges, quota 1.640 m); la scelta di tale sito è legata alla necessità di collocare i dispositivi di campionamento in una zona priva di interferenze con la copertura forestale, non troppo lontana dall'area boscata oggetto di indagine (area permanente) e facilmente raggiungibile durante tutto il corso dell'anno. Per la raccolta delle deposizioni sotto chioma, nel periodo estivo si impiegano 16 campionatori collocati all'interno dell'area permanente (Bois de Théraz, quota 1.800 m circa) in modo regolare, per ottenere una stima della deposizione media che interessa l'intera area, sia sotto le chiome degli alberi che negli spazi tra un albero e l'altro. Nel periodo invernale, per limitazioni di accesso all'area permanente, il campionamento è effettuato lungo la strada per il Colle San Carlo (Bois de Petosan, quota 1.945 m).

I 16 campionatori sottochioma delle deposizioni atmosferiche sono costituiti da un imbuto e una bottiglia di raccolta e sono collocati in estate nella parcella di analisi CONECOFOR e in inverno, per l'impossibilità di raggiungere l'area in sicurezza, in un bosco simile vicino alla strada. Altri 3 campionatori bulk sono installati a cielo aperto, in modo da raccogliere la deposizione atmosferica senza che questa abbia interagito con le chiome degli alberi. Nei mesi in cui gran parte della deposizione avviene sotto forma di neve, vengono esposti campionatori specifici di forma cilindrica.

I campioni di deposizione vengono prelevati settimanalmente ed inviati al laboratorio dell'Istituto per lo Studio degli Ecosistemi del CNR. Conduttività elettrica e pH sono misurati sul campione tal quale, che viene successivamente filtrato (0,45 µm), per le analisi dell'alcalinità (titolazione volumetrica secondo Gran), degli ioni principali (in cromatografia ionica), dell'ammonio (in spettrofotometria, metodo all'indofenolo), del carbonio organico disciolto (DOC, per combustione termica e rivelazione infrarossa) e dell'azoto totale (TN, chemiluminescenza).



**Figura 2** Campionatori (versione invernale) installati sotto chioma nell'area permanente (a sinistra) e presso il sito open field di Loc. Granges (a destra)

I Regolamenti dell'UE prevedono come parametri facoltativi diversi metalli, lo zolfo totale, il carbonio e l'azoto organico, ed il fosforo. Solo quest'ultimo viene misurato nell'ambito del programma CONECOFOR, per stimare l'eventuale contaminazione dei campioni da parte di residui organici.

### RISULTATI PRELIMINARI

La quantità di precipitazione raccolta dai campionatori a cielo aperto è tra le più basse misurate nella rete CONECOFOR ed è variabile da anno ad anno: 626 mm nel 2009, 1014 mm nel 2010 e 760 mm nel 2011.

Il pH delle deposizioni a cielo aperto varia nei vari campioni settimanali da 4,86 a 8,3 e il valore medio, calcolato a partire dalla media ponderata sui volumi delle concentrazioni di ioni idrogeno, è di 5,7, molto prossimo al valore naturale dovuto alla dissoluzione dell'anidride carbonica atmosferica nelle acque piovane. I valori di pH più elevati corrispondono ad alcuni eventi di deposizione di sabbia sahariana.

I principali inquinanti che si depositano con le precipitazioni sono i solfati, derivati del biossido di zolfo, i nitrati, derivati dagli ossidi di azoto, e l'ammonio, derivato dall'ammoniaca. Mentre gli ossidi derivano principalmente dalle emissioni industriali e civili di gas combustibili, l'ammoniaca deriva principalmente da emissioni agricole e zootecniche. Nella stazione de La Thuile, questi composti hanno presentato una concentrazione media sul triennio di 0,34 mgN L<sup>-1</sup> per l'ammonio, 0,26 mgN L<sup>-1</sup> per i nitrati e 0,24 mgS L<sup>-1</sup> per i solfati. Si tratta di valori relativamente bassi, tra i più bassi misurati nelle stazioni CONECOFOR, ma comunque più elevati rispetto alle stazioni più lontane dalle fonti di inquinamento, come in Puglia e in Calabria. Confrontando la deposi-

zione a cielo aperto e quella sotto chioma, la differenza più evidente è legata all'ammonio e al potassio che presentano concentrazioni rispettivamente più basse e più alte nella deposizione sottochioma rispetto a quella a cielo aperto, testimoniando un prelievo attivo a livello foliare di ammonio e il rilascio di potassio. La deposizione areale di azoto totale, che comprende nitrati, ammonio e azoto organico, è risultata in media 7,8 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, al di sotto della soglia di 10 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> considerata in letteratura come un'indicazione di possibili effetti ecologici avversi della deposizione di azoto, e del carico critico specifico per la questa stazione, calcolato in 9,8 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

### CONCLUSIONI

Nonostante la sua posizione geografica remota e protetta rispetto alle principali fonti di inquinamento, il sito di La Thuile riceve una deposizione di composti di origine antropica (solfati, nitrati e ammonio) maggiore rispetto ad altri siti remoti italiani. Vi sono evidenze sperimentali di un prelievo di azoto a livello foliare, comportando quindi una modesta fertilizzazione del bosco. I valori di deposizione di azoto sono comunque inferiori al carico critico calcolato per questa stazione. Questi risultati sono specifici per La Thuile e non possono essere estesi a tutto il territorio regionale.

**Le attività di campionamento sono realizzate dal personale di ARPA su incarico della Direzione Foreste e Infrastrutture e del Corpo Forestale della Valle d'Aosta. Le analisi chimiche sono condotte dal CNR-ISE (Istituto per lo Studio degli Ecosistemi) di Verbania. Si ringrazia Aldo Marchetto del CNR-ISE per la redazione del paragrafo 'Risultati preliminari'.**

# Progetto Spazio Alpino “Implementation Monitraf - iMonitraf!”

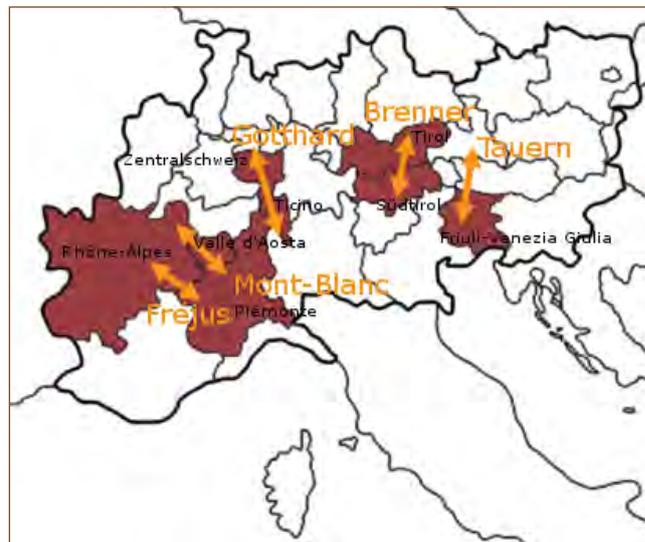


Figura 1 Corridoi transfrontalieri e partners coinvolti nel progetto iMonitraf!

## INTRODUZIONE

In un'epoca di globalizzazione di mercato e comunicazioni, i vincoli logistico-territoriali imposti dal rilievo alpino ai flussi delle merci e dei beni materiali risaltano, a livello europeo, in modo ancor più evidente che in passato. Oggi i problemi principali si pongono non più in termini di difficoltà di transito dovuta alle asperità del territorio, ma soprattutto con riferimento agli impatti del traffico sulle regioni attraversate. Negli ultimi anni l'incremento del traffico veicolare e ferroviario attraverso l'arco alpino ha avuto ripercussioni ed effetti negativi sull'ambiente e sulla qualità della vita delle popolazioni che abitano lungo i grandi corridoi di transito. La sfida dei Paesi alpini è la messa in atto di un approccio comune internazionale condiviso per lo sviluppo di una strategia sostenibile al fine di limitare tali impatti in uno spazio sensibile come quello alpino, caratterizzato da equilibri ambientali e territoriali specifici e pregevoli quanto vulnerabili.

Il progetto iMonitraf! (<http://www.imonitraf.org>), iniziato nel mese di settembre 2009 e conclusosi nel mese di giugno 2012, ha rappresentato l'implementazione del precedente Monitraf che è stato effettuato nel triennio 2005-2008. Come evidenziato nell'ambito del precedente progetto Interreg Monitraf, le regioni interessate dal traffico veicolare transfrontaliero attuano per lo più misure individuali che spesso si ripercuotono negativamente sui volumi di traffico degli altri trafori alpini. Si intende, pertanto, analizzare le ripercussioni del traffico stradale interalpino e transalpino al fine di elaborare, in una prospettiva globale, dei modelli innovativi, attraverso uno scambio di “best practices”, atti a ridurre gli impatti negativi sull'uomo, sull'ambiente e sull'economia.

I principali obiettivi del progetto sono quindi stati:

- monitorare gli effetti legati al traffico stradale nello Spazio Alpino;
- costituire una rete dei soggetti pubblici coinvolti, riconosciuta a livello nazionale e dall'Unione Europea;
- sviluppare strategie comuni per una gestione integrata e sostenibile del traffico nelle regioni alpine.

## CORRIDOI TRANSFRONTALIERI E PARTNERS COINVOLTI

L'ambito in cui si è sviluppato il progetto iMonitraf! ricomprende i 5 principali corridoi di transito transfrontaliero che interessano l'Italia: da ovest ad est, il Fréjus, il Monte Bianco, il Gottardo, il Brennero e il Tarvisio. In relazione a queste aree di valico transalpino, le Regioni e i Cantoni partecipanti sono stati il Piemonte, la Regione Rhône-Alpes, la Valle d'Aosta, i Cantoni della Svizzera Centrale, il Canton Ticino, il Tirolo, l'Alto Adige e il Friuli Venezia Giulia (Figura 1). Per la Regione Autonoma Valle d'Aosta hanno partecipato al progetto la Direzione Ambiente dell'Assessorato Territorio e Ambiente e l'ARPA.

Altre regioni e organizzazioni che hanno partecipato al progetto iMonitraf! in qualità di osservatori sono: il Segretariato Permanente della Convenzione delle Alpi, la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, la Regione Liguria, la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la Regione Piemonte, il Land Salzburg e la Slovenia.

## DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il Progetto Interreg iMonitraf! è stato strutturato in sei work packages (WP) in funzione dei vari obiettivi e dei temi del progetto: i primi tre WP hanno avuto funzioni di tipo organizzativo e di coordinamento. Gli obiettivi di queste unità del progetto sono stati di creare una rete di rapporti a livello politico, istituire ed istituzionalizzare un sistema comune di monitoraggio degli indicatori dell'Alpine Crossing Exchange (ACE) individuati, agevolare ed incentivare lo scambio di conoscenze ed informazioni al fine di un'armonizzazione ed un'interpretazione comune delle misure da attuare.

Gli altri tre WP sono stati invece di natura più tecnica e trasportistica e si sono occupati di valutare, da un lato, una maggior competitività dei sistemi ferroviari nella direzione dell'Alpine Crossing Exchange e di altre misure di trasferimento (modal shift) del trasporto su rotaia, dall'altro, di proporre e analizzare scenari futuri di transito sui vari corridoi valutandone gli effetti in termini d'impatto sull'ambiente e sulla popolazione. A tal fine è stato necessario sviluppare strategie e azioni comuni per far fronte al continuo incremento di traffico transfrontaliero e per uno sviluppo regionale sostenibile. Le attività del progetto sono state strutturate in tre ambiti differenti:

- **“Network politico”** dedicato all'implementazione politica dei risultati del progetto, con lo scopo di stabilire una rete trans-regionale di membri politici e tecnici con l'obiettivo di rafforzare la voce comune delle regioni alpine;
- **“Indicatori e Monitoraggio”** per la definizione di una banca dati del traffico transfrontaliero e dei suoi effetti economici ed ambientali utile per valutare i futuri provvedimenti comuni;
- **“Misure comuni”** per uno scambio tra le regioni partners di “buone pratiche”, dei loro effetti positivi e della loro applicabilità per le altre regioni. Tra le prime attività del progetto c'è stato il riesame del set d'indicatori precedentemente individuato, al fine di semplificare e di rendere più agevole il reperimento dei dati e di porre una maggior attenzione all'impatto sull'ambiente e sulla popolazione residente lungo i corridoi transfrontalieri, e la stesura di un manuale che illustra le “Best-practices” esistenti nei vari paesi coinvolti (il documento è consultabile alla voce “pubblicazioni” sul sito internet <http://www.imonitraf.org>). Tale manuale ha l'obiettivo di esporre le misure già in atto lungo l'arco alpino, volte a contrastare le ripercussioni negative del traffico transalpino e di valutarne la trasferibilità sugli altri assi di transito.



### INDICATORI INDIVIDUATI

La revisione del sistema indicatori Monitraf, ha portato alla definizione di un set condiviso di 12 indicatori, riportati nella tabella seguente. Tra gli indicatori mantenuti, caratteristici di diversi temi che coinvolgono il sistema trasporti in Europa, vi sono: indicatori economici, come i prezzi dei carburanti e dei trafori, indicatori di base, come i dati sui flussi di traffico, indicatori ambientali, come parametri che misurano la qualità dell'aria e l'inquinamento acustico, indicatori sulla salute.

Codice	Titolo dell'Indicatore
1	Flussi di traffico su strada
2	Parco veicolare nei corridoi di transito
3	Flussi di traffico su rotaia
4	Emissioni inquinanti del traffico stradale
5	Concentrazioni di inquinanti misurate (NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> )
6	Valutazione degli impatti acustici
7	Pedaggi autostradali
8	Prezzi del carburante
9	PIL delle regioni partners
10	Valutazione della popolazione più esposta
11	Impiego nel settore dei trasporti
12	Impatti sulla salute

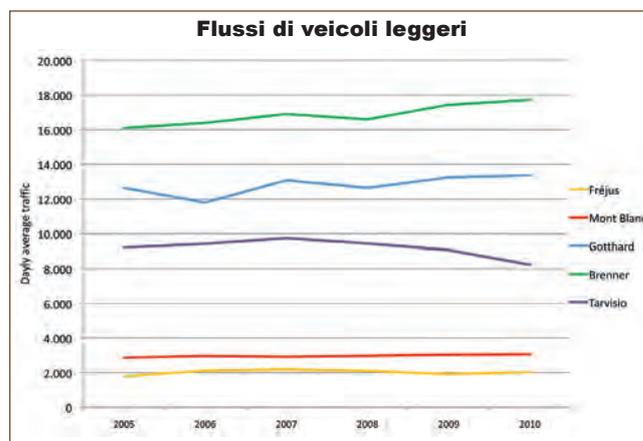
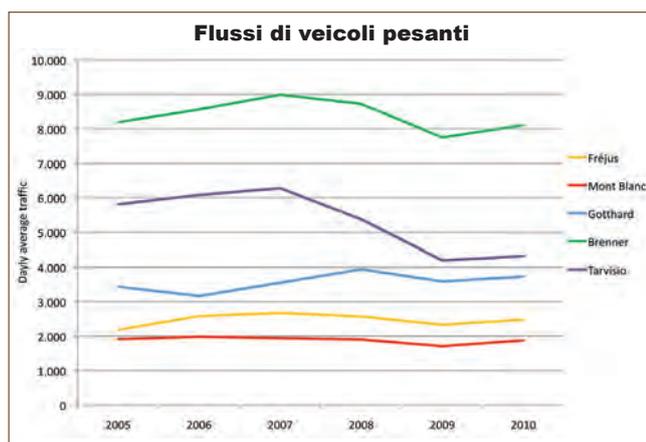
In particolare, il ruolo delle ARPA è stato l'aggiornamento e l'estensione ai nuovi corridoi degli indicatori Monitraf, la definizione di criteri di valutazione ed interpretazione delle informazioni risultanti dagli indicatori, l'interpretazione di scenari futuri di traffico per la verifica delle misure politiche, la conduzione di studi pilota su qualità dell'aria e rumore (insieme ad ARPA Friuli Venezia Giulia e ARPA Piemonte), l'analisi delle attuali procedure di misura e omogeneizzazione dei risultati dei monitoraggi e delle stime modellistiche inerenti la qualità dell'aria ed il rumore al fine di renderle confrontabili per i diversi corridoi. L'ARPA della Valle d'Aosta è stata coordinatrice di questo lavoro.

Nell'ambito di iMonitraf è stato progettato e realizzato un Web-Gis interrogabile (consultabile al sito <http://webgis.eurac.edu/monitraf/map.php>) che contiene i dati e le elaborazioni degli indicatori inerenti i vari corridoi transfrontalieri coinvolti.

I primi 6 indicatori, di matrice ambientale ed inerenti la qualità della vita, sono quelli su cui l'ARPA della Valle d'Aosta, assieme ad altri Partners, ha concentrato maggiormente la propria attenzione: l'analisi per ogni indicatore è stata eseguita comparando i vari corridoi l'uno con l'altro e studiando l'andamento negli anni (dal 2005 al 2010).

### FLUSSI DI TRAFFICO (INDICATORI 1, 2 E 3)

Per quanto riguarda l'indicatore riferito ai flussi di traffico, una sintesi dell'analisi può essere effettuata a partire dall'analisi dei seguenti grafici:

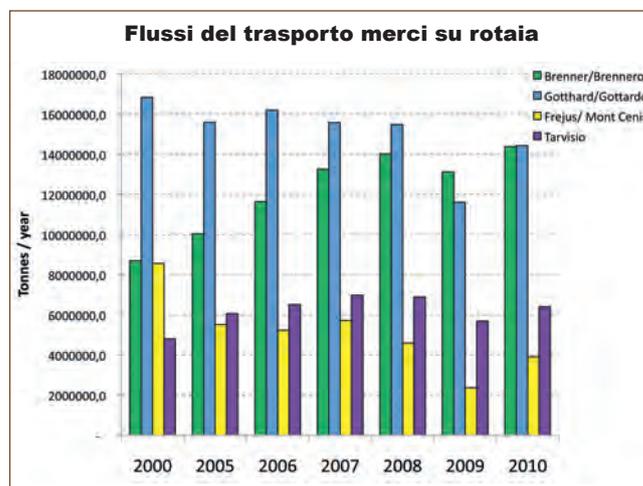


Si rilevano due situazioni distinte: i flussi del Brennero e del Tarvisio sono decisamente più elevati rispetto a Monte Bianco, Fréjus e Gotthard, che denotano una media giornaliera al di sotto dei 4000 veicoli/giorno.

Si evidenziano una diminuzione dell'andamento 2005-2009 e un lieve aumento al 2010 (effetto della crisi economica e conseguente ripresa).

Brennero, Gotthard e Tarvisio presentano elevati flussi di veicoli leggeri, decisamente inferiori quelli in transito al Monte Bianco ed al Fréjus.

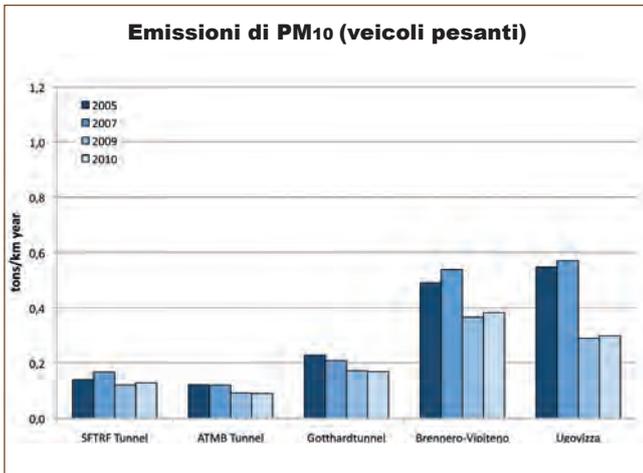
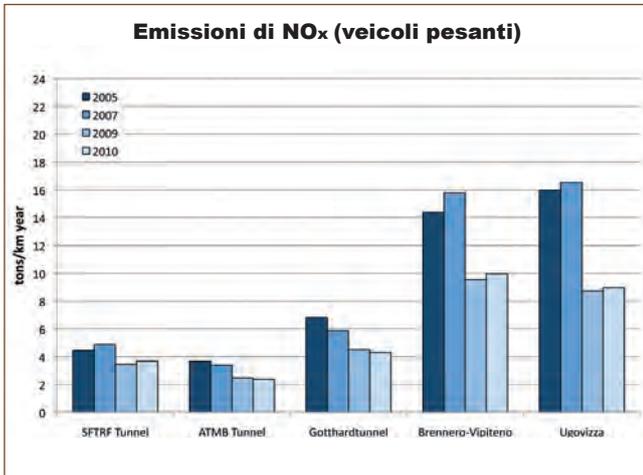
Si rileva un aumento generale dei flussi nell'ultimo quinquennio, fatta eccezione per il corridoio del Tarvisio che registra ancora una diminuzione dal 2007 al 2010, forse a causa della crisi economica.



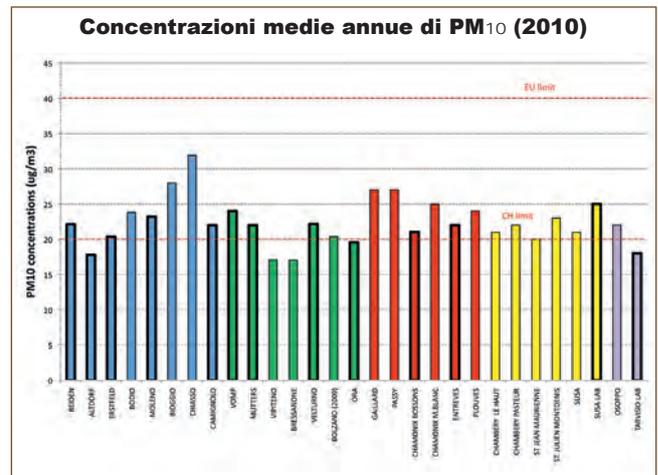
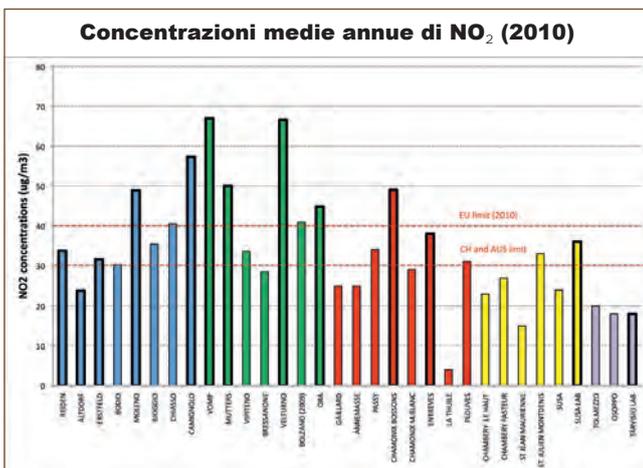
Per quanto riguarda il trasporto merci su rotaia, si osservano tre differenti livelli di volume: si superano i 14 milioni di tonnellate annue per Gotthard e Brennero, mentre si registrano 8 milioni di tonnellate per il Tarvisio e 4 milioni per il Fréjus.

Gli effetti della crisi economica 2009-2010 sono evidenti per tutti e quattro i corridoi ferroviari transalpini.

**QUALITÀ DELL'AREA (INDICATORI 4 E 5)**

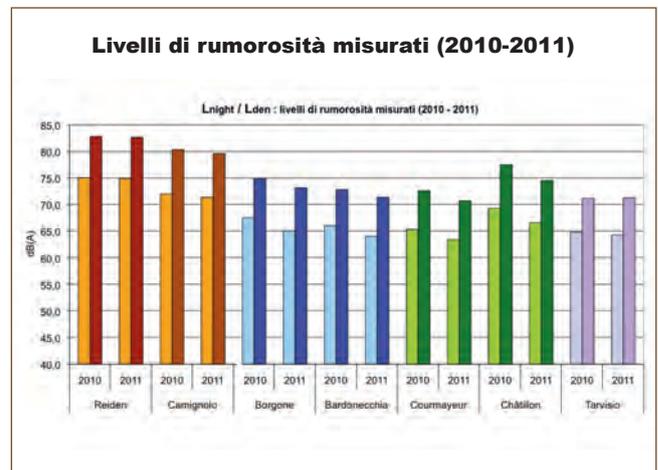


Per quanto riguarda la qualità dell'aria, si rilevano due situazioni molto diverse: da una parte il Brennero ed il Tarvisio con i valori più elevati, dall'altra i rimanenti corridoi. Risulta evidente il trend della crisi economica 2007-2009-2010, dovuto all'andamento dei flussi veicolari. Le emissioni delle polveri PM<sub>10</sub> sono meno pronunciate rispetto a quelle degli ossidi d'azoto (NO<sub>x</sub>), in quanto sono legate anche a diverse tipologie di sorgenti di emissione, non solo al traffico stradale.



Per l'indicatore che descrive le concentrazioni di NO<sub>2</sub>, si evidenzia come le stazioni di monitoraggio che registrano il superamento del limite europeo sono quelle situate a bordo strada, a testimonianza di quanto il biossido d'azoto sia correlato ai trasporti. Le stazioni urbane o rurali dei corridoi iMonitraff! registrano concentrazioni decisamente inferiori a tale limite. Per le polveri PM<sub>10</sub> i valori più elevati di concentrazioni non sono solo quelli misurati dalle stazioni di traffico, in quanto questo inquinante viene emesso anche da altre sorgenti (riscaldamento domestico, industria, altre attività...). I valori misurati risultano tutti inferiori al limite europeo.

**INQUINAMENTO ACUSTICO (INDICATORE 6)**



Lnight = livello di rumorosità notturno  
Lden = livello di rumorosità nelle 24 ore

Per gli indicatori individuati per la descrizione dell'impatto acustico, emerge che il corridoio del Gottardo riporta i più elevati livelli di rumorosità misurati (Lden superiore a 75 dB(A), Lnight oltre i 70 dB(A)) in ragione del maggiore volume di veicoli transitante nei tratti stradali monitorati.

Si evidenzia come i dati misurati siano stati armonizzati considerando una distanza dall'asse stradale di 10 m ad un'altezza da terra di 4 m.



**SINTESI DEI RISULTATI**

L'analisi degli indicatori attraverso la raccolta dei dati da parte di ogni partner e lo studio comparativo di tali dati ha permesso di valutare lo stato dell'arte per quanto riguarda gli impatti del traffico transfrontaliero. Al fine di sintetizzare e comparare i risultati per gli indicatori si sono utilizzati punteggi da 1 a 5 per ogni indicatore con la seguente scala di valutazione: 1 = molto buono; 2 = buono; 3 = intermedio; 4 = negativo; 5 = pessimo. Si riportano nella seguente tabella i risultati di sintesi per gli indicatori ambientali:

Risulta evidente come:

- i corridoi del Brennero e del Tarvisio siano i più critici dal punto di vista dei flussi di traffico e di conseguenza anche per quanto riguarda la qualità dell'aria (punteggio sopra i 3);
- i due corridoi delle Alpi Occidentali (Monte Bianco e Fréjus) mostrino i valori più bassi per ogni indicatore, evidenziando condizioni non così critiche;
- il corridoio del Gottardo si trovi invece in una situazione intermedia. Per quanto riguarda i trend negli anni 2005-2010, nella tabella seguente sono indicati con frecce verdi i trend positivi, che mostrano una riduzione degli impatti, e con frecce rosse i trend che evidenziano un aumento degli impatti.

Gli andamenti migliori si registrano per gli indicatori 2, 4, 5 e 7.

2010 situation	HV fluxes (ind. 1)	LV fluxes (ind. 1)	Vehicle fleet (ind. 2)	Rail traffic fluxes (ind. 3)	Road emissions (ind. 4)	Concentrations measured (ind. 5)	Noise level (ind. 6)	Toll prices (ind. 7)	Score (average value)
<b>FREJUS</b>	2	2	2	4	2	3	3	2	2,5
<b>MONT BLANC</b>	2	2	2		2	3	3	2	2,3
<b>GOTTHARD</b>	3	4	1	1	3	4	4	3	2,9
<b>BRENNER</b>	5	5	1	2	5	5	N.A.	3	3,7
<b>TARVISIO</b>	3	3	4	3	4	2	4	5	3,5

2005-2010 trends	HV fluxes (ind. 1)	LV fluxes (ind. 1)	Vehicle fleet (ind. 2)	Rail traffic fluxes (ind. 3)	Road emissions (ind. 4)	Concentrations measured (ind. 5)	Noise level (ind. 6)	Toll prices (ind. 7)
<b>FREJUS</b>	↑	↔	↑	↓	↓	not applied	↔	↑
<b>MONT BLANC</b>	↔	↔	↑	not applied	↓	↓	↔	↑
<b>GOTTHARD</b>	↑	↑	↑	↓	↓	↓	↔	↑
<b>BRENNER</b>	↔	↑	↑	↑	↓	↓	not applied	↑
<b>TARVISIO</b>	↓	↓	↔	↑	↓	not applied	↔	↔

### SINTESI DELLA RISOLUZIONE DELLE REGIONI ALPINE PER UNA STRATEGIA DEI TRASPORTI COMUNE

La risoluzione delle Regioni alpine per una strategia dei trasporti comune, efficiente e sostenibile ha preso forma partendo dai principi individuati dal progetto Monitraf:

- le Regioni alpine devono unire le forze allo scopo di salvaguardare tanto l'ambiente quanto la salute e la qualità di vita dei loro abitanti;
- un sistema di trasporti ambizioso e sostenibile per le Alpi deve favorire la dinamicità degli scambi economici, sociali e culturali;
- un sistema di trasporti sostenibile deve pertanto garantire il massimo livello di protezione e sicurezza.

A tale scopo l'impegno assunto nell'ambito del progetto iMonitraf! va nella direzione dello sviluppo di una strategia comune di trasferimento modale, comprendente sia il trasporto merci che passeggeri, facendo attenzione ad evitare il semplice trasferimento del traffico tra arterie stradali.

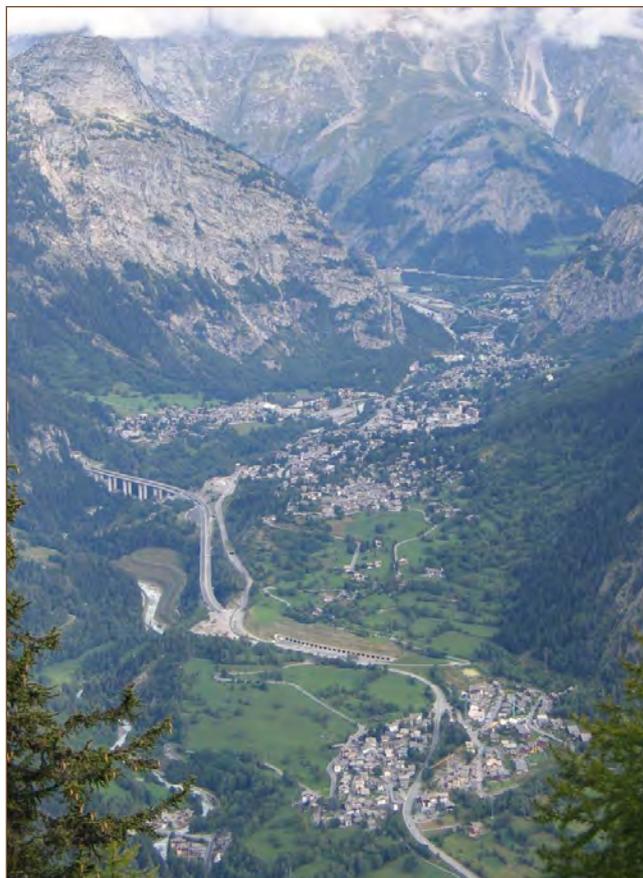
Alla base della strategia vi è una condivisione degli obiettivi di riduzione del 20% delle emissioni di CO<sub>2</sub> e di uno sfruttamento ottimale delle connessioni ferroviarie da raggiungere entro l'anno 2020.

Per raggiungere tali obiettivi sarà necessario, da un lato, garantire l'impiego di veicoli efficienti da un punto di vista energetico e a più basse emissioni, dall'altro, cercare alternative credibili ed efficaci al trasporto su gomma rendendo il trasporto ferroviario più attrattivo e più efficiente, in modo da ottenere un reale trasferimento modale.

Tra le altre misure previste dalla risoluzione ci sarà quella di regolamentare ulteriormente il traffico su gomma, in particolare per gli automezzi pesanti, lungo i corridoi alpini riducendo anche le emissioni derivanti dal traffico locale e di transito. L'armonizzazione e il miglioramento delle misure e degli strumenti esistenti rappresentano un primo passo importante in questo senso. Tra le proposte condivise, da implementare a medio termine, ci sono:

- l'adozione di limiti di velocità più bassi;
- l'estensione e l'armonizzazione di provvedimenti esistenti (come i divieti di transito per gli automezzi pesanti più inquinanti, i divieti notturni o settoriali) a tutto l'arco alpino;
- il miglioramento dell'attuale sistema di tariffazione del trasporto merci su gomma, sfruttando le possibilità offerte dalla nuova Direttiva Eurovignette;
- implementazione di uno strumento di monitoraggio e di gestione del trasporto merci su gomma a livello dell'arco alpino (come una borsa dei transiti alpini o un sistema di scambio delle quote di emissione).

All'ultimo punto della risoluzione le Regioni alpine concordano sulla necessità di perseguire il lavoro avviato a partire dal 2008 attraverso una partnership duratura, che rappresenta l'unico modo per garantire il successo dell'implementazione di questa ambi-



ziosa strategia. Questa partnership dovrà disporre dei mezzi per seguire l'implementazione delle misure, per proseguire gli scambi sulle buone pratiche e sulle attività di monitoraggio che sono indispensabili per la valutazione dell'avanzamento delle azioni via via intraprese. A lungo termine le Regioni alpine concordano che questo lavoro dovrebbe essere perseguito nell'ambito di una futura macroregione alpina che agirebbe come struttura di governo multilivello in grado di dirigere una politica dei trasporti interregionale basata su criteri di sostenibilità.