



Saint Christophe, 20 Marzo 2018

## **Qualità dell'aria in Valle d'Aosta** Aggiornamento a 31 dicembre 2017

### **Sommario**

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | Premessa.....   | 4  |
| 1.1     | Le emissioni in atmosfera: inventario regionale .....   | 4  |
| 1.2     | La modellistica di dispersione.....   | 4  |
| 1.3     | Reti di misura: .....   | 5  |
| 1.3.1   | La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria - RMQA.....   | 5  |
| 1.3.2   | La rete di misura dei metalli nelle deposizioni atmosferiche totali .....                                       | 6  |
| 2       | Gli inquinanti .....  | 7  |
| 2.1     | Polveri PM10 e PM2.5 .....  | 7  |
| 2.1.1   | Inventario delle emissioni .....  | 7  |
| 2.1.2   | Livelli di riferimento .....  | 8  |
| 2.1.3   | Metodo di misura .....  | 8  |
| 2.1.4   | Siti di misura .....  | 8  |
| 2.1.5   | Risultati delle misure .....  | 9  |
| 2.1.6   | Risultati da modellistica di dispersione .....  | 13 |
| 2.1.7   | BOX DI APPROFONDIMENTO – I FENOMENI DI TRASPORTO DEGLI INQUINANTI.....  | 13 |
| 2.1.7.1 | Emissioni e concentrazioni: una relazione non così semplice.....  | 13 |
| 2.1.7.2 | Avvezione di polveri dalla Pianura Padana: il caso di gennaio 2017.....   | 14 |
| 2.1.7.3 | Trasporto di ceneri dalla Pianura Padana: gli incendi in Val Chiusella e in Val di Susa dell'ottobre 2017 ..... | 16 |
| 2.1.7.4 | Arrivo di polveri minerali dal deserto del Sahara: il caso di agosto 2017.....                                  | 18 |
| 2.2     | Metalli pesanti nelle polveri PM10 .....  | 22 |
| 2.2.1   | Livelli di riferimento .....  | 22 |
| 2.2.2   | Metodi di misura .....  | 22 |
| 2.2.3   | Siti di misura .....  | 22 |
| 2.3     | Risultati delle misure dei metalli nel PM10 .....   | 23 |
| 2.3.1   | Nichel.....   | 23 |
| 2.3.2   | Cadmio .....  | 24 |
| 2.3.3   | Piombo .....  | 24 |

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.3.4   | Arsenico .....  | 24 |
| 2.3.5   | Cromo.....  | 25 |
| 2.3.6   | Zinco .....   | 25 |
| 2.3.7   | Manganese .....   | 26 |
| 2.3.8   | Ferro.....  | 26 |
| 2.4     | Metalli nelle deposizioni atmosferiche.....                   | 26 |
| 2.4.1   | Livelli di riferimento .....                                  | 27 |
| 2.4.2   | Metodo di misura .....  | 27 |
| 2.4.3   | Siti di misura .....  | 28 |
| 2.4.4   | Confronto con i livelli di riferimento .....                  | 29 |
| 2.4.4.1 | Nichel.....   | 29 |
| 2.4.4.2 | Cadmio.....   | 29 |
| 2.4.4.3 | Arsenico.....   | 30 |
| 2.4.4.4 | Piombo.....   | 30 |
| 2.4.5   | Valutazione degli andamenti temporali delle deposizioni ..... | 31 |
| 2.5     | IPA - Idrocarburi Policiclici Aromatici : Benzo(a)Pirene..... | 34 |
| 2.5.1   | Inventario .....  | 35 |
| 2.5.2   | Livelli di riferimento .....                                  | 35 |
| 2.5.3   | Metodi di misura .....  | 35 |
| 2.5.4   | Siti di misura .....  | 36 |
| 2.5.5   | Risultati delle misure .....                                  | 36 |
| 2.5.6   | Risultati da modellistica di dispersione .....                | 37 |
| 2.6     | Biossido d'Azoto.....   | 37 |
| 2.6.1   | Inventario .....  | 38 |
| 2.6.2   | Livelli di riferimento .....                                  | 38 |
| 2.6.3   | Metodi di misura .....  | 39 |
| 2.6.4   | Siti di misura .....  | 39 |
| 2.6.5   | Risultati delle misure .....                                  | 39 |
| 2.6.6   | Risultati da modellistica di dispersione .....                | 42 |
| 2.7     | Ozono .....   | 42 |
| 2.7.1   | Livelli di riferimento .....                                  | 43 |
| 2.7.2   | Metodi di misura .....  | 44 |
| 2.7.3   | Siti di misura .....  | 44 |
| 2.7.4   | Risultati delle misure .....                                  | 44 |

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.7.5  | Risultati da modellistica di dispersione ..... | 46 |
| 2.8    | Biossido di zolfo.....                         | 46 |
| 2.8.1  | Inventario delle emissioni .....               | 47 |
| 2.8.2  | Valori di riferimento .....                    | 47 |
| 2.8.3  | Metodi di misura .....                         | 48 |
| 2.8.4  | Siti di misura .....                           | 48 |
| 2.8.5  | Risultati delle misure .....                   | 48 |
| 2.8.6  | Risultati da modellistica di dispersione ..... | 49 |
| 2.9    | Monossido di Carbonio .....                    | 50 |
| 2.9.1  | Inventario delle emissioni .....               | 50 |
| 2.9.2  | Livelli di riferimento .....                   | 50 |
| 2.9.3  | Metodi di misura .....                         | 51 |
| 2.9.4  | Siti di misura .....                           | 51 |
| 2.9.5  | Risultati delle misure .....                   | 51 |
| 2.9.6  | Risultati da modellistica di dispersione ..... | 52 |
| 2.10   | Benzene.....                                   | 52 |
| 2.10.1 | Livelli di riferimento .....                   | 53 |
| 2.10.2 | Metodi di misura .....                         | 53 |
| 2.10.3 | Siti di misura .....                           | 53 |
| 2.10.4 | Inventario delle emissioni .....               | 53 |
| 2.10.5 | Risultati delle misure .....                   | 54 |
| 2.10.6 | Risultati da modellistica di dispersione ..... | 54 |

## 1 Premessa

La valutazione della qualità dell'aria, che consiste nel determinare le concentrazioni degli inquinanti atmosferici e nel confrontare i valori ottenuti con i riferimenti normativi al fine di evidenziare eventuali criticità, è fatta utilizzando un sistema integrato le cui componenti sono:

- le misure strumentali della rete di monitoraggio
- i dati dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera
- i risultati prodotti dai modelli di qualità dell'aria

Solo considerando questi tre insiemi di dati come parte di un sistema è possibile arrivare ad una valutazione della qualità dell'aria che fornisca informazioni non solo sullo stato della qualità dell'aria, ma anche su quali sono i principali responsabili dell'inquinamento ed è in questo modo che si possono definire gli ambiti di intervento per il miglioramento della qualità dell'aria.

La presente relazione fornisce una descrizione dello stato della qualità dell'aria aggiornata al 2017 e della sua evoluzione nel corso degli ultimi 10 anni, sulla base dei dati rilevati attraverso le attività di monitoraggio e di modellistica condotte da ARPA sul territorio regionale tenendo conto dei dati disponibili dell'inventario delle emissioni regionali.

I risultati sono presentati analizzando singolarmente ogni inquinante.

Per ognuno di essi viene fornita una breve descrizione relativa a:

- principali caratteristiche ed effetti sulla salute umana e sull'ambiente
- indicazione delle principali sorgenti emissive suddivise per categorie: inventario regionale
- metodi di misura utilizzati
- Indicatori statistici di sintesi ottenuti con misure strumentali
- Mappe di concentrazione annuali risultanti dalle simulazioni modellistiche.

I valori misurati di concentrazione degli inquinanti vengono riportati secondo indicatori di sintesi che permettono un confronto con i limiti previsti dalla vigente normativa e, quando non presenti (deposizioni), con riferimenti che, pur non avendo valenza giuridica in Italia perché vigenti in altri paesi ovvero indicati da enti internazionali per la tutela della salute umana, costituiscono un utile termine di confronto per apprezzare l'entità del valore fornito.

### 1.1 Le emissioni in atmosfera: inventario regionale

Le sostanze inquinanti emesse da una fonte antropica o naturale in atmosfera si indicano genericamente con il termine di emissioni in atmosfera. La conoscenza delle fonti di emissione è fondamentale per comprendere i fenomeni di inquinamento e per la definizione di azioni per il miglioramento della qualità dell'aria. In Valle d'Aosta, l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera è stato creato e viene periodicamente aggiornato da ARPA: si tratta di una serie organizzata di dati relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da sorgenti naturali e da attività antropiche e contiene informazioni non solo sulla quantità ma anche sulla distribuzione spaziale e temporale delle emissioni prodotte. L'ultimo aggiornamento disponibile è relativo al 2016.

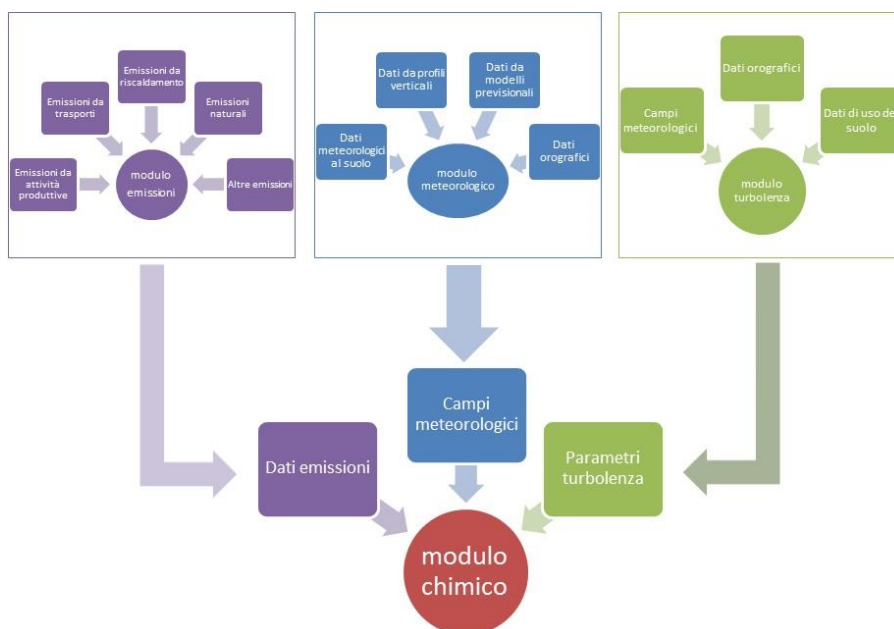
### 1.2 La modellistica di dispersione

I modelli matematici che simulano il comportamento degli inquinanti in atmosfera sono strumenti molto complessi in quanto devono riprodurre i principali processi subiti dagli inquinanti in aria: emissione, diffusione, trasporto, reazioni chimiche. Le elaborazioni prodotte dal sistema modellistico permettono:

*C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera*

- di estendere l'informazione sulle concentrazioni di inquinanti in aria a tutto il territorio regionale (anche dove non sono presenti siti di misura);
- di formulare ipotesi di scenari emissivi e di simularne gli effetti sulla qualità dell'aria, a scala regionale o locale;
- di valutare gli impatti di una particolare sorgente emissiva sulla qualità dell'aria a scala locale o a microscala;
- di prevedere lo stato della qualità dell'aria;
- di valutare i contributi delle diverse sorgenti emissive alle concentrazioni di inquinanti in aria (*source apportionment*).

Il sistema modellistico è costituito da diversi codici di calcolo integrati tra di loro: i dati in ingresso (gli inventari delle emissioni, i dati geografici necessari alla descrizione della orografia, topografia, dell'uso del suolo e del dettaglio urbano, i dati meteorologici e chimici) vengono elaborati in modo da produrre tutte le informazioni necessarie al modello chimico di qualità dell'aria, in grado di ricostruire i campi tridimensionali di concentrazione delle diverse specie chimiche.



### 1.3 Reti di misura:

#### 1.3.1 La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria - RMQA

La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria, operante dagli anni '90, è uno strumento conoscitivo pensato per fornire informazioni sullo stato generale della qualità dell'aria sull'intero territorio regionale e non finalizzato esclusivamente alla verifica del rispetto dei limiti normativi.

La configurazione della rete nel corso degli anni è stata modificata sulla base delle nuove richieste normative, migliori conoscenze ed evoluzione dei livelli degli inquinanti in aria ambiente.

Nella tabella sottostante sono riportate le stazioni di monitoraggio, la tipologia di sito come previsto dal Dlgs 155/2010 All. III, i relativi inquinanti misurati e il periodo di attività.

| Stazione   | tipo sito | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | CO | B(a)P su PM10 | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> Benzene | O <sub>3</sub> | PM10 | PM2.5 | metalli pesanti su PM10 |
|--|-----------|-----------------|-----------------|----|---------------|---------------------------------------|----------------|------|-------|-------------------------|
| AOSTA<br>Piazza Plouves  | FU        | X Sospeso 2014  | X               | X  | X             | X                                     | X              | X    | X     | X                       |
| AOSTA<br>Mont Fleury   | FS        |                 | X               |    |               |                                       | X              |      |       |                         |
| AOSTA<br>Via I° Maggio<br>2007- primi mesi 2014<br>riavviata dal 01/2018 | I         |                 | X               | X  |               |                                       |                | X    |       | X                       |
| AOSTA<br>Qre Dora<br>2005 - 2014   | FU        |                 | X               |    |               |                                       |                | X    |       | 2006 fino al 2010       |
| AOSTA<br>via Col du Mont<br>(Pépinrière)<br>da 02/2014                   | I         |                 | X               |    |               |                                       |                | X    |       | X                       |
| AOSTA<br>via. Liconi<br>dal 2015   | FU        |                 | X               |    | X             |                                       | X              | X    | X     | X                       |
| Donnas<br>Loc. Montey  | FR        |                 | X               |    |               |                                       | X              | X    |       |                         |
| La Thuile<br>Les Granges   | FRR       |                 | X               |    |               |                                       | X              |      |       |                         |
| Morgex centro<br>fino 2013   | TS        | X               | X               | X  |               |                                       |                | X    |       |                         |
| Courmayeur Entrèves  | TR        |                 | X               |    |               |                                       |                | X    |       |                         |

F= Fondo                      U= Urbana  
T= Traffico                    R= Rurale                    RR= Rurale Remota  
I = Industriale                S= Suburbana

Nota:

- La stazione industriale di Aosta - via I Maggio è stata spostata nel corso del 2014 nell'area della Pépinrière, in via Col du Mont, per permettere i lavori per la costruzione del parcheggio pluripiano. Il 1° gennaio 2018 la stazione è stata riattivata.
- Nel 2014 nell'ottica della razionalizzazione della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e a fronte di una serie storica di valori ampiamente sotto il valore limite, sono state disattivate le stazioni di Etroubles e Morgex.
- Nella stazione di Aosta – Quartiere Dora, dopo 10 anni di monitoraggio (2005-2014), avendo riscontrato livelli e andamenti confrontabili con quelli rilevati nella stazione di Piazza Plouves, a partire dal mese di gennaio 2015, è stata sospesa la misura delle polveri fini PM10; la strumentazione è stata rilocata in un nuovo sito di fondo urbano in via Liconi - quartiere Cogne - ad ovest della città di Aosta, dove non si erano ancora condotte misure di qualità dell'aria.

In aggiunta alla rete di monitoraggio di qualità dell'aria prevista dalla normativa europea e italiana in considerazione sia delle peculiarità del contesto emissivo, sia dell'evoluzione della domanda conoscitiva, è stata nel tempo avviata un'altra rete di misura relativa alle deposizioni atmosferiche.

### 1.3.2 La rete di misura dei metalli nelle deposizioni atmosferiche totali

La rete di misura delle deposizioni sul territorio regionale fornisce l'informazione relativa alle concentrazioni di metalli pesanti presenti nelle deposizioni rilevate nel corso di ogni mese ed è così composta:

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

- Aosta:
  - Piazza Plouves (fondo urbano),
  - Via Liconi (fondo urbano),
  - Pèpinière (industriale suburbano)
  - Cas Ovest (all'interno dello stabilimento CAS)
- Donnas – Loc. Montey (sito rurale)

## 2 Gli inquinanti

### 2.1 Polveri PM10 e PM2.5

Si definisce PM10 il particolato sospeso in atmosfera che ha un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (1 µm=0,001mm) e PM2.5 per le particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm.

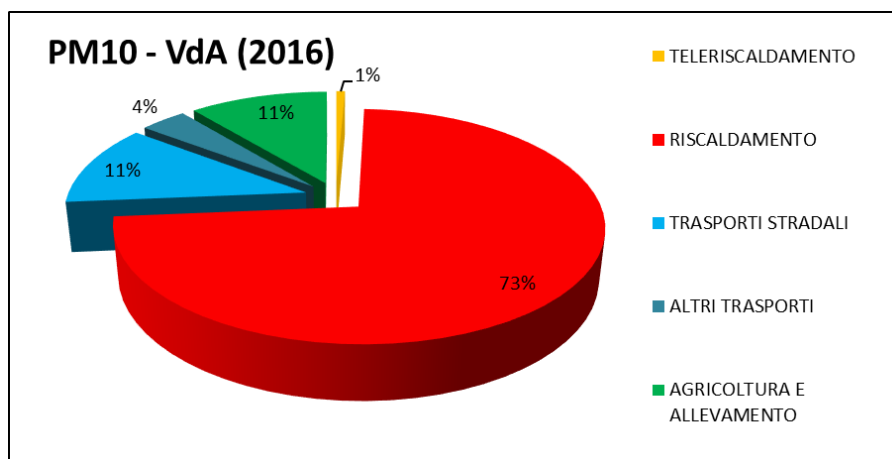
Il particolato ha effetti diversi sulla salute umana a seconda della composizione chimica e delle dimensioni delle particelle. Per questo motivo la legislazione ha preso in considerazione la misura selettiva del PM10 e del PM2.5, stabilendo per essi specifici valori di riferimento.

Più le particelle sono fini, più i tempi di permanenza in atmosfera diventano lunghi e possono, quindi, essere trasportate anche a grande distanza dal punto di emissione.

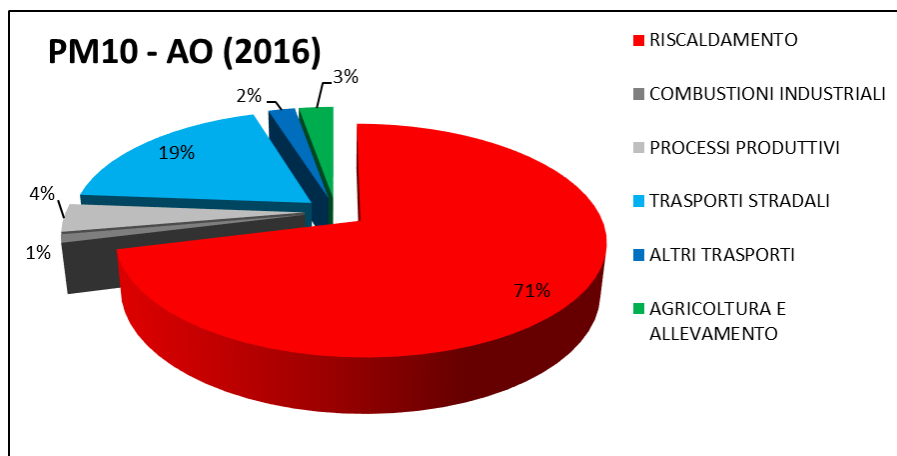
Il particolato in parte viene emesso in atmosfera tal quale (particolato primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti (particolato secondario).

#### 2.1.1 Inventario delle emissioni

Considerando l'insieme delle fonti che originano l'emissione di particolato a livello regionale, si osserva che il riscaldamento domestico, in particolare quello a combustibile legnoso, risulta essere il principale responsabile.







### 2.1.2 Livelli di riferimento

La normativa di riferimento italiana per la qualità dell'aria è il Decreto Legislativo 155/2010 che recepisce la direttiva dell'Unione Europea 2008/50/CE.

Per il PM10 essa prevede la valutazione di due parametri per i quali introduce un valore limite:

- numero di giorni in un anno solare in cui la concentrazione media giornaliera è superiore a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
- media annuale delle concentrazioni medie giornaliere.

Per il PM2.5 prevede la valutazione della sola media annuale imponendo un valore limite.

|       | RIFERIMENTO  | PARAMETRO         | VALORE   |
|-------|--|-------------------|--|
| PM10  | Valore limite per la protezione della salute umana | Media giornaliera | $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$<br>Non più di 35 giorni all'anno |
|       | Valore limite per la protezione della salute umana | Media annuale     | $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                  |
| PM2.5 | Valore limite per la protezione della salute umana | Media annuale     | $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                  |

### 2.1.3 Metodo di misura

Le misure di PM10 e PM2.5 sono state condotte secondo il metodo UNI EN 12341:2014, previsto dal DLgs 155/2010. La copertura temporale delle misure di PM10 condotte nei siti urbani della città di Aosta è quasi pari al 100%.

### 2.1.4 Siti di misura

Nel 2017 il particolato è stato misurato nei seguenti siti:

- Aosta - Piazza Plouves (fondo urbano) – PM10-PM2.5;
- Aosta – via Liconi (fondo urbano) - PM10-PM2.5;
- Aosta - Pèpinière, situata in via Col du Mont (industriale suburbano) – PM10;
- Donnas (fondo rurale) - PM10;
- La Thuile (fondo remoto rurale) – Misura effettuata con metodo automatico (TEOM) non rispondente ai criteri di equivalenza richiesti dalla normativa vigente - PM10.
- Courmayeur – Entrèves (traffico rurale) - Misura effettuata con metodo automatico (TEOM) non rispondente ai criteri di equivalenza richiesti dalla normativa vigente - PM10.

Nella stazione di Aosta – Quartiere Dora, dopo 10 anni di monitoraggio (2005-2014), avendo riscontrato livelli e andamenti confrontabili con quelli rilevati nella stazione di Piazza Plouves, a partire dal mese di C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



gennaio 2015, è stata sospesa la misura delle polveri fini PM10; la strumentazione è stata rilocata in un nuovo sito di fondo urbano in via Liconi - quartiere Cogne - ad ovest della città di Aosta, dove, sino ad ora, non erano state condotte misure di qualità dell'aria.

### 2.1.5 Risultati delle misure

Nei grafici seguenti vengono riportati i valori relativi alle medie annue di PM10 rilevati nelle diverse stazioni della rete regionale.

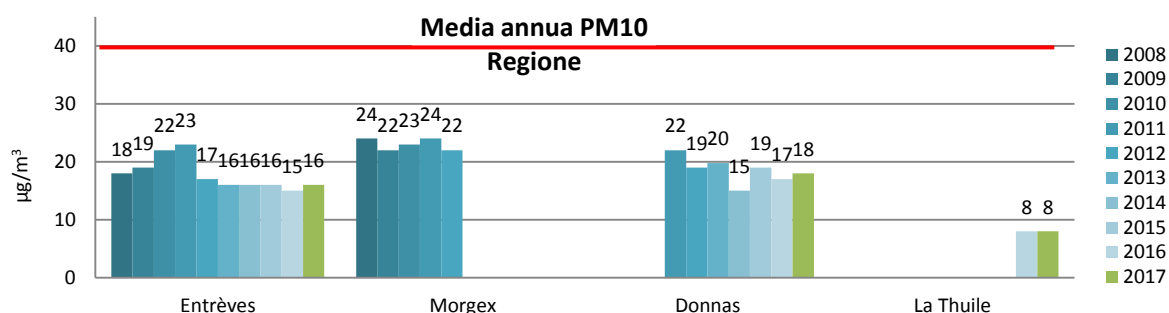
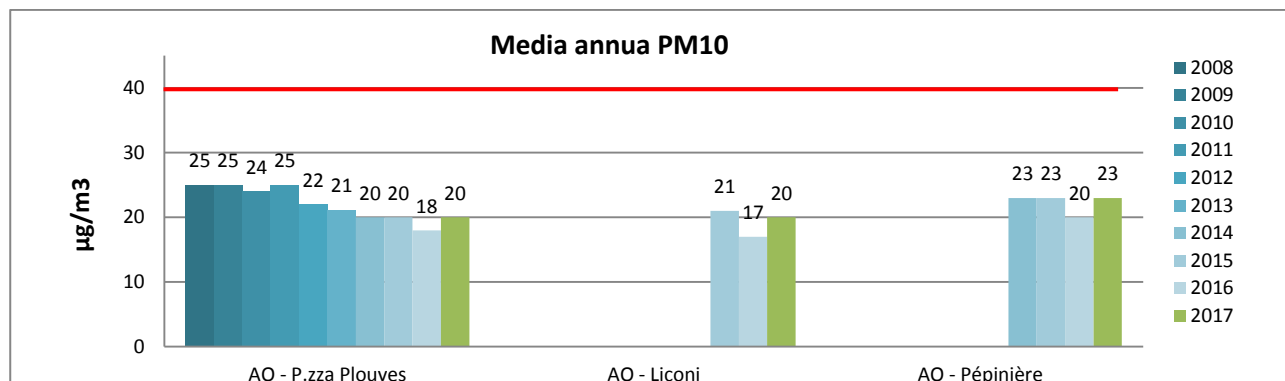


Figura 1 – Valori medi annuali di PM10 misurati sul territorio regionale negli ultimi 10 anni: nel primo grafico i valori relativi alle stazioni di Aosta, nel secondo i valori medi annuali misurati nelle stazioni nel resto del territorio regionale. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

In ogni sito urbano i valori medi annuali sono ampiamente inferiori al valore limite previsto dalla normativa pari a 40 µg/m<sup>3</sup> come media annua.

Nel 2017 in tutti i siti di Aosta le concentrazioni medie si sono attestate intorno ai 20 µg/m<sup>3</sup>, valore indicato dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità quale valore guida per minimizzare gli effetti sulla salute umana. Nel sito industriale di Aosta via Col du Mont/ Pépinière, il valore medio annuo è solo leggermente superiore al valore riscontrato in area urbana. Questa importante informazione garantisce che, anche in prossimità dello stabilimento industriale, in direzione sud, nell'area della Pépinière dove sono insediati molti uffici, le concentrazioni di polveri sono molto inferiori al limite normativo.

Per quanto riguarda il PM2.5 nelle stazioni di fondo urbano il valore limite è ampiamente rispettato.

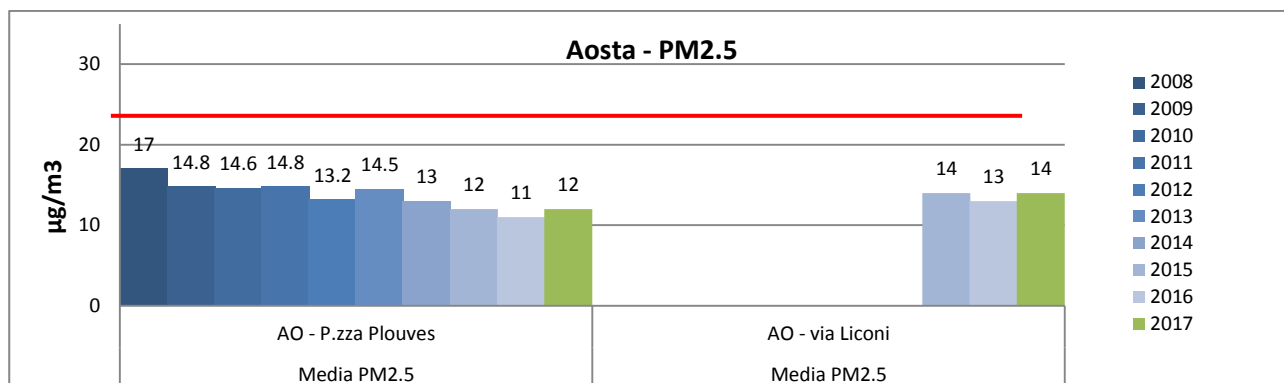


Figura 2 – Valori medi annuali di PM2.5 misurati nella stazione di Aosta- Piazza Plouves e nella stazione di Aosta-Liconi. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Nei grafici successivi vengono riportati i giorni di superamento del valore limite giornaliero di PM10 pari a 50 µg/m<sup>3</sup> rilevati in tutte le stazioni di misura del territorio valdostano.

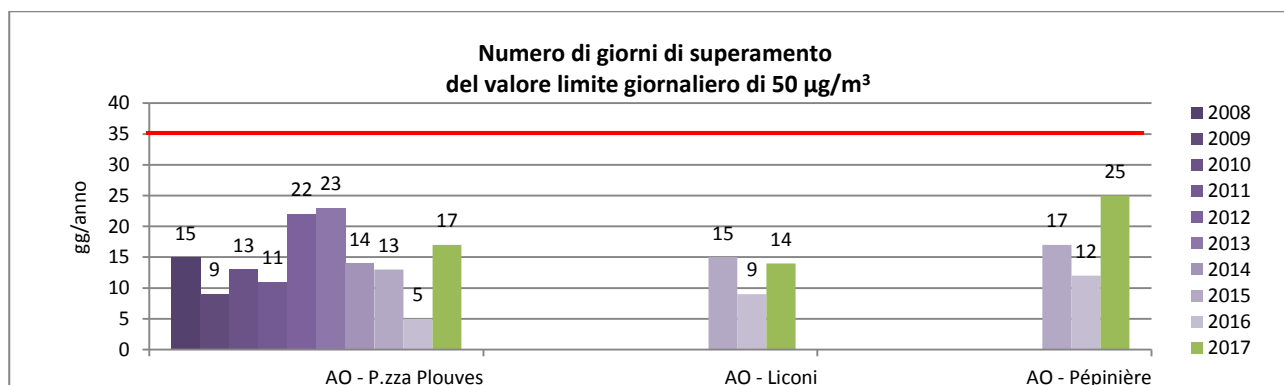


Figura 3 – Numero di giorni di superamento della media giornaliera di PM10 pari a 50 µg/m<sup>3</sup> negli ultimi 10 anni nelle stazioni di Aosta. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

I dati di polveri mostrano per il 2017 un incremento dei valori: lieve nella media annuale, più significativo, nel numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero.

Per comprendere e valutare tale aumento è utile analizzare in maggior dettaglio alcuni episodi occorsi nel corso del 2017, prendendo in considerazione tutte le singole medie giornaliere registrate in Aosta e riportate nel grafico di Fig. 4.

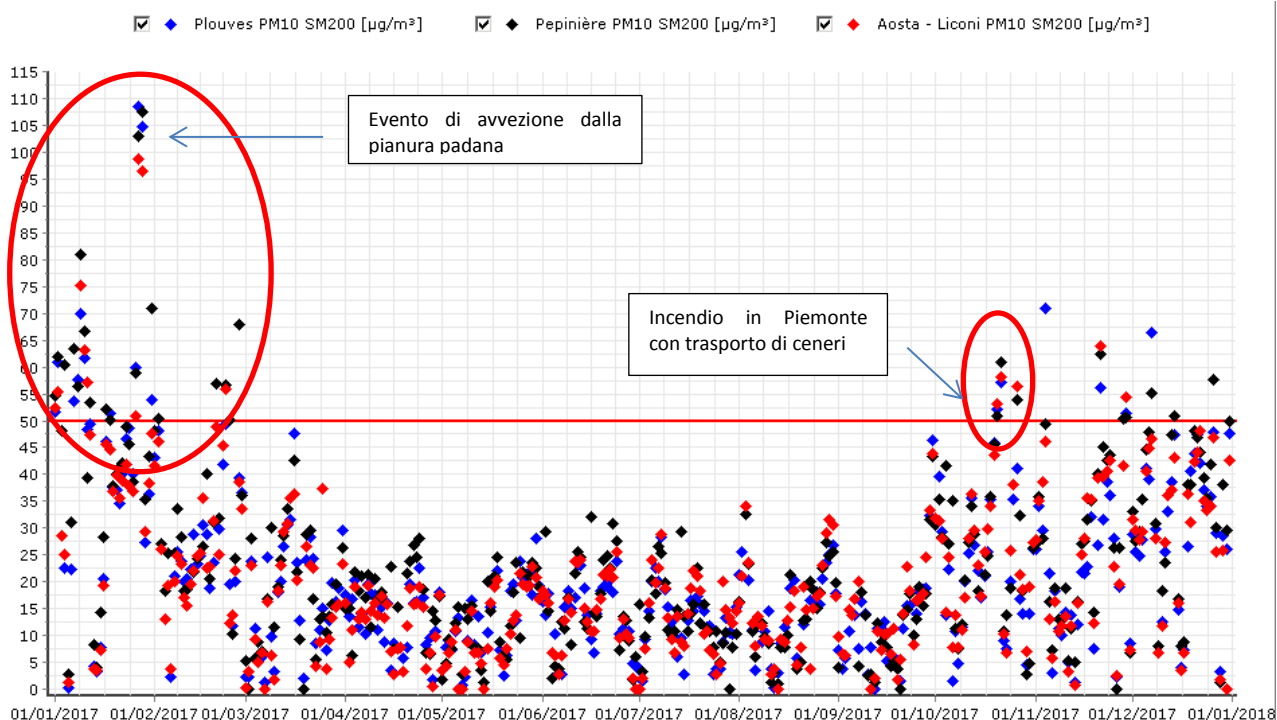


Figura 4 – Stazioni di Aosta: concentrazioni medie giornaliere di PM10 nel 2017. La linea orizzontale rossa rappresenta il valore limite giornaliero.

Il grafico evidenzia come le concentrazioni superiori al valore limite sono state registrate nella stagione fredda, durante la quale aumenta la pressione emissiva inquinante (si aggiunge il riscaldamento alle sorgenti di traffico e industria) e sono più frequenti le condizioni meteorologiche favorevoli all'accumulo degli stessi in aria.

Questi due fattori, tuttavia, non sono sufficienti per dare spiegazione ad alcuni episodi particolarmente rilevanti che richiedono di considerare particolari situazioni locali ma anche fenomeni di più ampia scala e dinamiche esterne al territorio regionale.

Il primo si osserva a fine gennaio con un “grappolo” di valori particolarmente elevati che si discostano sensibilmente dall'andamento del periodo. Tale evento è stato ricondotto ad un fenomeno avvezione, avvenuto intorno al 28 gennaio 2017, che ha portato masse d'aria cariche di particolato dalla pianura padana in Valle d'Aosta durante il quale le concentrazioni medie giornaliere sono quasi raddoppiate (circa 100 µg/m<sup>3</sup>) rispetto ai valori medi del periodo. Un altro episodio, durante il quale le concentrazioni di polveri giornaliere hanno superato i limiti normativi, si è verificato a fine ottobre, in concomitanza di importanti incendi verificatisi in Piemonte. La descrizione dettagliata di questi eventi è riportata nel box di approfondimento alla fine del paragrafo.

Per quanto riguarda il rispetto della normativa, il numero di superamenti della media giornaliera di PM10 di 50 µg/m<sup>3</sup> risulta nel 2017 ampiamente inferiore alla soglia di 35 superamenti/anno in tutti i siti di Aosta: Piazza Plouves, via Liconi, e Pépinière.

Nella figura seguente sono riportate il numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero misurate negli ultimi 10 anni nelle stazioni del restante territorio regionale.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

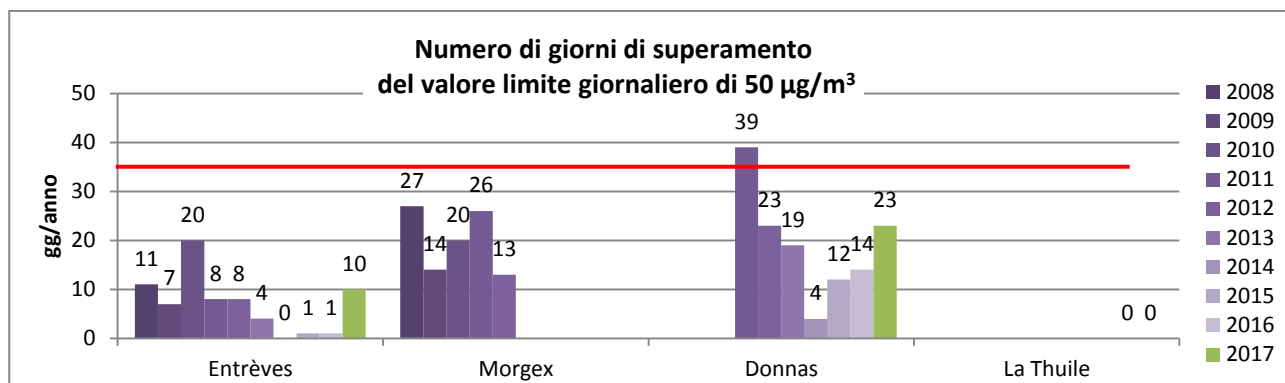


Figura 5 – Numero di giorni di superamento della media giornaliera di PM10 pari a 50 µg/m³ negli ultimi 10 anni nel restante territorio regionale. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Nel sito di **Donnas** il numero di giorni di superamento nel 2017 è pari a 23, quasi la metà registrati nel mese di gennaio causati anche dal contributo di masse d'aria cariche di polveri provenienti dalla pianura padana, fenomeno che interessa in modo più marcato la Bassa Valle d'Aosta, un'area a diretto contatto con il bacino padano.

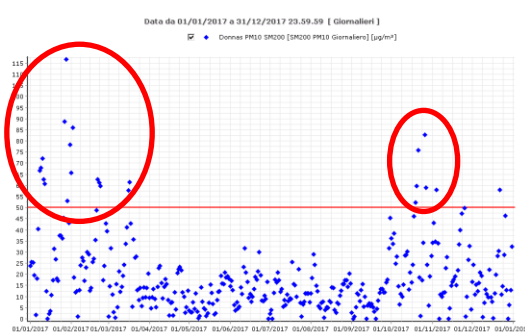


Figura 6 – Stazione di Donnas: concentrazioni medie giornaliere di PM10 nel 2017. La linea orizzontale rossa rappresenta il valore limite giornaliero.

Nella stazione da traffico di **Entrèves – Courmayeur** sono stati registrati 10 giornate di superamento del valore limite giornaliero, tutte comprese nella seconda metà di gennaio. In quel periodo le condizioni meteo hanno imposto un abbondante spargimento di sale sulla strada che porta al tunnel del Monte Bianco. Tale pratica comporta risollevarimento di polveri e giustifica concentrazioni elevate a bordo strada.

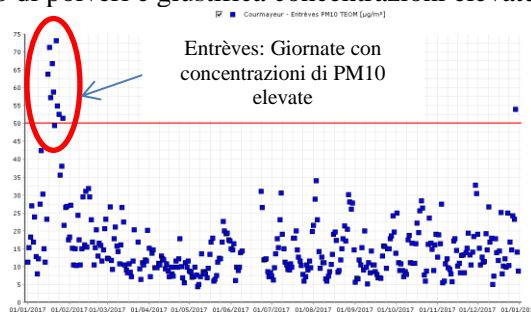


Figura 7 – Stazione di Entrèves – Courmayeur: concentrazioni medie giornaliere di PM10 nel 2017.

## 2.1.6 Risultati da modellistica di dispersione

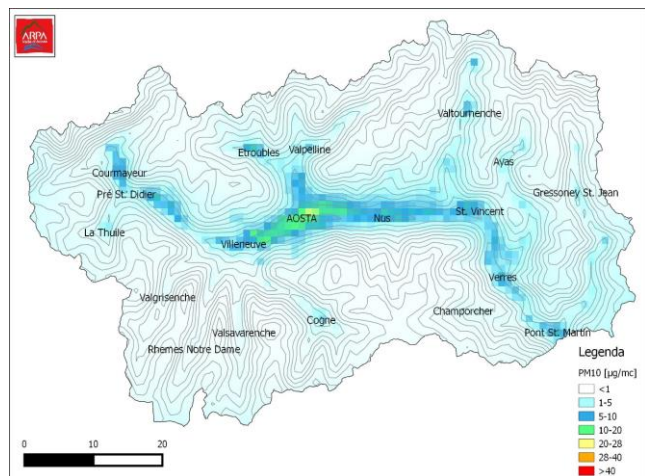


Figura 8 La simulazione modellistica annuale della qualità dell'aria rileva concentrazioni medie annuali di polveri PM10 inferiori al limite normativo. Le polveri PM10 risultano maggiormente presenti in corrispondenza dei centri abitati valdostani

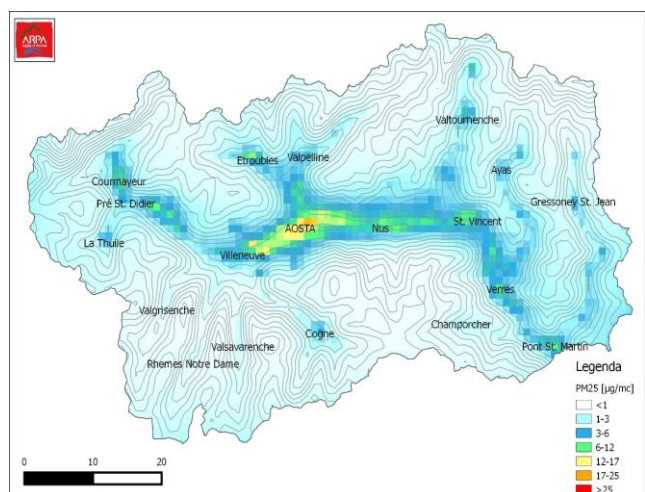


Figura 9 Le concentrazioni medie annuali simulate di polveri PM 2.5 risultano più prossime al limite normativo rispetto alle polveri PM10. Le zone a maggior ricaduta sono quelle dei centri abitati.

## 2.1.7 BOX DI APPROFONDIMENTO – I FENOMENI DI TRASPORTO DEGLI INQUINANTI

(a cura di Henri Diemoz)

### 2.1.7.1 Emissioni e concentrazioni: una relazione non così semplice

La relazione tra la concentrazione di inquinanti nell'aria che respiriamo e la quantità delle emissioni è spesso complessa e, di conseguenza, l'affermazione che "maggiori concentrazioni misurate sono dovute a maggiori emissioni" è una semplificazione non sempre valida. Ad esempio, i numerosi processi di trasformazione chimica in atmosfera possono rendere più articolata la relazione tra concentrazioni misurate e emissioni, basti pensare, per citare solo un esempio, alle complesse interazioni tra ossidi d'azoto e ozono. Inoltre, a parità di emissioni, alcune dinamiche meteorologiche giocano un ruolo fondamentale: i venti di Foehn rimpiazzano generalmente l'aria

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



maggiormente inquinata con aria complessivamente più pulita (ma ricca di ozono), la pioggia può parzialmente diluire alcuni inquinanti dall'atmosfera, il profilo verticale di temperatura e le inversioni regolano il volume d'aria nel quale possono essere diffuse le emissioni, e così via. In questo box di approfondimento, prenderemo in considerazione una precisa dinamica meteorologica: il trasporto di inquinanti da siti più inquinati alla stazione di misura. L'atmosfera, infatti, non ha confini: le correnti a larga scala (sinottiche) e i venti di brezza possono facilmente trasportare specie chimiche considerate inquinanti da regioni, stati o continenti anche remoti rispetto al sito di misura. Prenderemo in considerazione uno degli inquinanti normati, il particolato (PM), e ci appoggeremo a misurazioni effettuate lungo il profilo verticale (ad es., LiDAR-ceilometer, Fig. 1), oltre che al dato ricavato dalle tradizionali stazioni di monitoraggio di qualità dell'aria al livello del suolo, a stime da modelli e a immagini da satellite, per poter discriminare meglio le sorgenti locali da quelle lontane.



*Fig. 1: Tra gli strumenti di misura di ARPA Valle d'Aosta più utili a "sondare" la struttura verticale dell'atmosfera, vi è il LiDAR-ceilometer: un raggio laser a impulsi viene emesso al livello del suolo e il suo "eco", originato soprattutto dalla riflessione del raggio su goccioline d'acqua e particolato atmosferico, viene registrato a terra in funzione del tempo trascorso dall'emissione, e dunque della quota raggiunta.*

In questo box, saranno presentati tre esempi di diverse tipologie di trasporto osservati nel corso del 2017.

#### 2.1.7.2 Avvezione di polveri dalla Pianura Padana: il caso di gennaio 2017

Nei giorni 27 e 28 gennaio 2017, le concentrazioni di PM misurate ad Aosta sono repentinamente aumentate rispetto a valori di circa tre volte inferiori nei giorni precedenti e successivi all'episodio (es. PM<sub>2.5</sub> aumentato fino a circa 80 µg/m<sup>3</sup> e PM<sub>10</sub> a oltre 105 µg/m<sup>3</sup>). Poiché la velocità del vento misurata al suolo risultava molto bassa, l'episodio avrebbe potuto essere facilmente confuso con una tipica situazione di inquinamento invernale, dovuta a una maggiore emissione da parte delle sorgenti inquinanti locali e a una forte stabilità atmosferica. Tuttavia, alcuni particolari inducono a prendere in considerazione una dinamica differente, collegata al trasporto di masse d'aria inquinate dalla Pianura Padana:

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

1. le concentrazioni medie giornaliere di  $PM_{10}$  aumentano non solo ad Aosta (Fig. 2a e b), ma in generale in tutta la Valle d'Aosta (Fig. 3; a La Thuile, dove il valore di fondo è di  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la concentrazione ha raggiunto un valore orario di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; nel paese di Antey il laboratorio mobile ha misurato concentrazioni orarie di  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ );

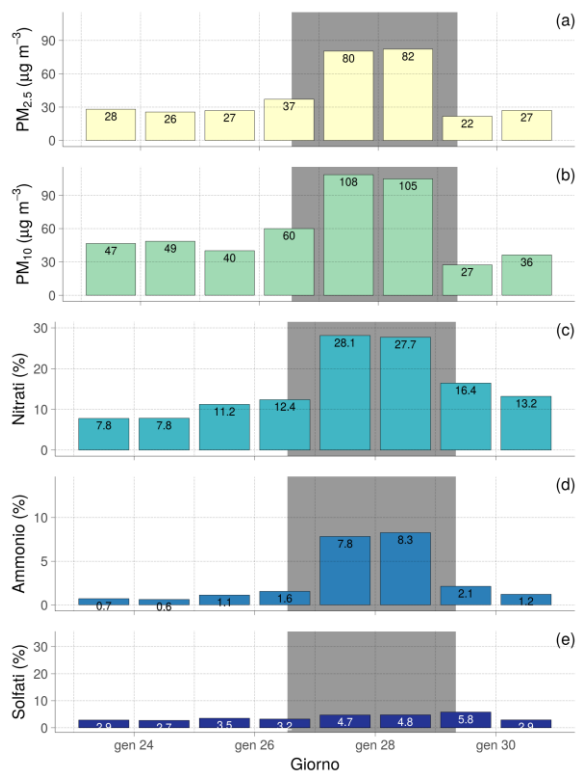


Fig. 2: Concentrazioni giornaliere misurate ad Aosta in Piazza Plouves durante l'episodio di avvezione di gennaio. (a) Concentrazione di  $PM_{2.5}$ ; (b) Concentrazione di  $PM_{10}$ ; (c) Percentuali di nitrati solubili in acqua nel  $PM_{10}$ ; (d) Percentuale di ione ammonio nel  $PM_{10}$ ; (e) Percentuale di solfati nel  $PM_{10}$ . L'area grigia rappresenta la durata dell'episodio. Una chiara variazione della quantità e della composizione del particolato è evidente in tali giorni.

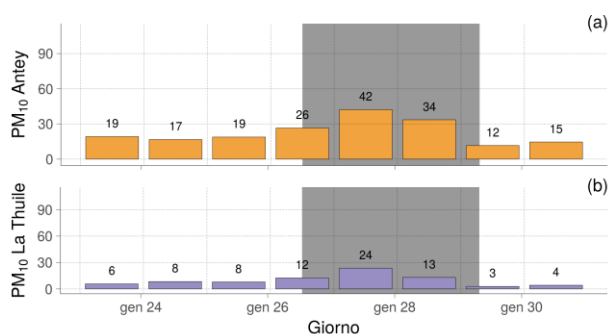


Fig. 3: Concentrazioni giornaliere di  $PM_{10}$  misurate dal laboratorio mobile a Antey (a) e a La Thuile (b) nei giorni 23-30 gennaio 2017. L'area grigia rappresenta la durata complessiva dell'evento.

2. nei giorni precedenti e successivi all'episodio rilevato da ARPA, si sono registrate nelle stazioni di misura della Pianura Padana concentrazioni elevatissime di PM ( $PM_{10}$  poco meno di  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in alcune di esse), attribuite soprattutto alla frazione fine del particolato ( $PM_{2.5}$ );

3. benché il vento nel fondovalle fosse molto debole, nelle stazioni a quote maggiori dell'inversione termica si poteva registrare un chiaro flusso da est (velocità di picco fino a  $8 \text{ m/s}$ ), che "scivolava" sopra l'inversione senza riuscire a eroderla. La ricostruzione del percorso delle masse d'aria C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera



attraverso strumenti modellistici (retrotraiettorie) conferma che l'aria in arrivo sulla Valle d'Aosta aveva trascorso almeno 30-35 ore in Pianura Padana, raccogliendo così il particolato ivi presente;

4. lo strumento LiDAR-ceilometer, installato presso la sede ARPA a Saint-Christophe e in grado di rilevare le polveri lungo la verticale fino a una quota di 15000 m da terra, ha identificato in quegli stessi giorni l'arrivo di uno strato spesso, che si estendeva da terra fino a circa 2000 m s.l.m., troppo in alto – soprattutto in inverno – per poter essere attribuito alle sole sorgenti locali;

5. in corrispondenza dell'arrivo dello strato elevato, alcuni contatori di polveri installati presso la sede ARPA, in grado di stimare il numero e le dimensioni delle particelle, mostrano un aumento delle particelle di dimensioni inferiori al mezzo  $\mu\text{m}$ , cioè di quelle molto piccole;

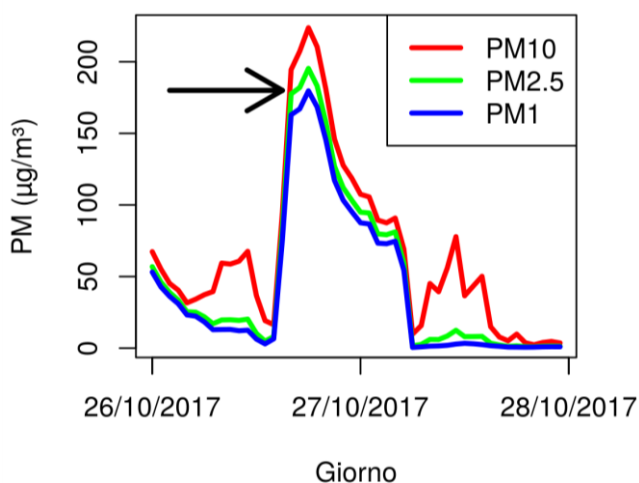
6. le analisi chimiche condotte dal laboratorio ARPA su campioni di  $\text{PM}_{10}$  raccolti ad Aosta (stazione di misura di Piazza Plouves) hanno messo in evidenza l'aumento di concentrazioni di specie chimiche generalmente presenti in valori molto bassi in Valle d'Aosta. Gli alti valori di nitrati e di ammonio (28% di nitrati e 8% di ammonio rispetto a valori percentuali usuali di circa il 10% e 1%, rispettivamente), sostanze che non vengono emesse direttamente in atmosfera, ma vi si formano a partire da inquinanti primari, sono un chiaro indizio dell'origine padana del particolato campionato.

Appare, dunque, chiaro che l'avvezione di masse d'aria dall'esterno dei confini regionali abbia contribuito all'aumento dei valori di PM misurati. Il caso di gennaio 2017, benché notevole in intensità, non è affatto l'unico esempio di avvezione di polveri dal bacino padano: sia la strumentazione sia i modelli di trasporto chimico di ARPA “vedono” un regolare, seppur meno intenso, afflusso di polveri con la brezza pianura-valle, tipica dei pomeriggi di bel tempo. La sfida e l'impegno da parte di ARPA è di proseguire l'attività di indagine per valutare il tipo di interazione tra sorgenti locali e afflussi esterni e, soprattutto, per quantificare l'apporto medio durante l'anno di polveri dal bacino padano.

#### *2.1.7.3 Trasporto di ceneri dalla Pianura Padana: gli incendi in Val Chiusella e in Val di Susa dell'ottobre 2017*

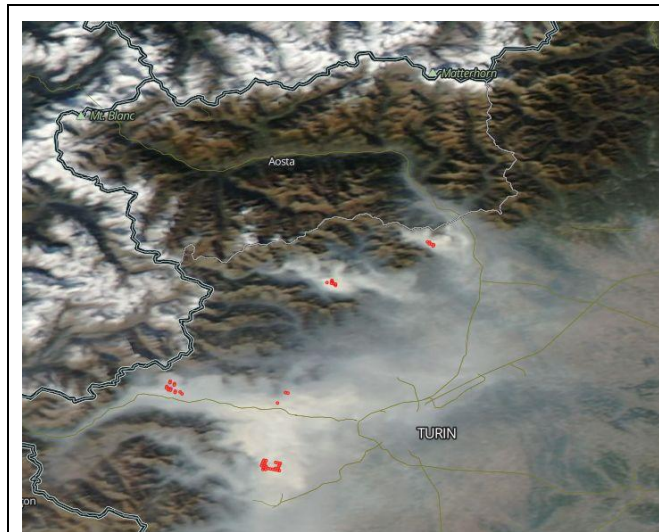
Nel pomeriggio del 26 ottobre 2017, una spessa nube di ceneri ha pervaso la valle centrale, giungendo da sud-est e superando Aosta. Un forte odore acre ha caratterizzato l'arrivo di tali masse d'aria e provocato numerose segnalazioni da parte degli abitanti. Il sistema di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA Valle d'Aosta ha seguito puntualmente il fenomeno, rilevando un aumento repentino delle concentrazioni istantanee di PM misurate ad Aosta e a Saint-Christophe ( $\text{PM}_{10}$  fino a circa  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Fig. 4).

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



*Fig. 4: Concentrazione oraria di PM misurata presso la sede ARPA a Saint-Christophe. La freccia indica il momento di arrivo della nube di ceneri. Il raffronto tra i grafici di PM<sub>10</sub> (rosso), PM<sub>2.5</sub> (verde) e PM<sub>1</sub> (blu) mettono in luce come le particelle fossero principalmente di dimensioni inferiori al µm.*

L'arrivo delle ceneri è stato, inoltre, documentato dal LiDAR-ceilometer installato presso la sede di ARPA (Saint-Christophe), che ha chiaramente identificato uno spesso strato di aerosol che si estendeva da terra fino a una quota di 1500 m s.l.m. Inoltre, i contatori di particelle hanno misurato concentrazioni molto alte per particolato di piccolo diametro (circa 0.3 µm), ottenibile solo attraverso processi di combustione ad alte temperature, come nel caso di incendi. In effetti, le immagini da satellite (MODIS/Aqua, Fig. 5) evidenziavano per il pomeriggio del 26 ottobre la presenza di importanti incendi in Val Chiusella e in Val di Susa al confine sud della nostra regione. Per effetto dei venti di brezza, la carica di particolato atmosferico ha raggiunto la Valle d'Aosta. Fortunatamente, l'episodio è durato per poche ore, mantenendo la media giornaliera ad Aosta attorno ai valori limite o di poco superiori (PM<sub>10</sub> a 40 µg/m<sup>3</sup> in Piazza Plouves e 56 µg/m<sup>3</sup> alla stazione in via Liconi), ma provocando un netto superamento (80 µg/m<sup>3</sup>) a Donnas. Anche la composizione chimica del particolato ha "seguito" il fenomeno. Le analisi chimiche eseguite dal laboratorio ARPA su filtri campionati a Saint-Christophe hanno mostrato un aumento dei nitrati (12 µg/m<sup>3</sup>) e, soprattutto, della frazione carboniosa organica (52 µg/m<sup>3</sup>), tipici prodotti da incendi di biomassa.



*Fig. 5: Immagine della Valle d'Aosta e Piemonte settentrionale dal satellite MODIS. I marker rossi indicano la presenza di punti più caldi (anomalie termiche), in corrispondenza degli incendi. Le nubi bianche visibili nell'immagine sono formate dalle ceneri degli incendi.*

#### 2.1.7.4 Arrivo di polveri minerali dal deserto del Sahara: il caso di agosto 2017

Il deserto del Sahara sembra lontano, tuttavia alcuni suoi effetti possono facilmente essere riscontrati persino in Valle d'Aosta. L'arrivo nella nostra regione di polveri minerali dal deserto è spesso accompagnato da alcuni "indizi", facilmente rilevabili dalla strumentazione di ARPA:

1. le centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria registrano un repentino aumento su tutto il territorio regionale, anche in siti remoti;
2. nei siti remoti, l'aumento di concentrazione di PM<sub>10</sub> non è accompagnato da un aumento della concentrazione degli ossidi d'azoto, come capita, invece, nel caso di masse d'aria trasportate da aree inquinate di tipo urbano.

Un sito ideale per identificare l'arrivo di polveri sahariane è la stazione di La Thuile – Les Granges, lontana dai centri abitati e, perciò, caratterizzata da un valore medio annuo molto basso di PM<sub>10</sub> (pari a 8 µg/m<sup>3</sup>). Essa è, inoltre, situata a una quota elevata (1640 m s.l.m.) e, dunque, talvolta "immersa" nelle nubi di polveri desertiche. In questo sito, l'assenza di sorgenti inquinanti locali permette di tracciare bene il trasporto di masse d'aria remote cariche di polveri, come nel caso di inizio agosto 2017, quando l'anticiclone africano, responsabile di un inizio agosto rovente sull'intero territorio italiano, ha portato con sé una gran quantità di pulviscolo sahariano. La concentrazione di PM<sub>10</sub> ha raggiunto a Les Granges un valore medio giornaliero di 31 µg/m<sup>3</sup> e valori di picco di 40 µg/m<sup>3</sup> e, a differenza di altri casi in cui il trasporto di masse d'aria avviene dal fondovalle o da aree urbane inquinate, la concentrazione di ossidi di azoto registrata durante l'evento è rimasta pressoché nulla (Fig. 6).

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

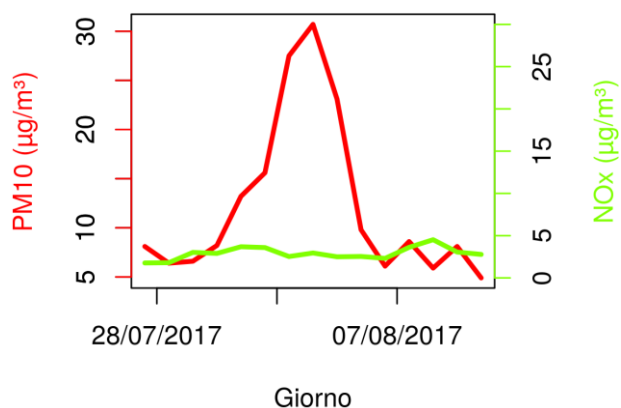


Fig. 6: Concentrazioni giornaliere di  $PM_{10}$  (rosso, asse verticale sinistro) e  $NO_x$  (verde, asse verticale destro).

L'origine sahariana delle polveri è stata, in questo caso, dimostrata utilizzando contemporaneamente diverse tecniche:

1. il LiDAR-ceilometer installato presso la sede ARPA ha telerivelato strati ad alta concentrazione di aerosol fino a una quota di 5000 m s.l.m. circa (Fig. 7);

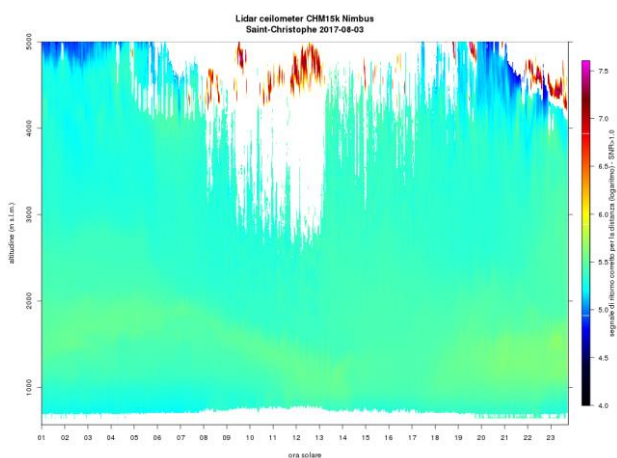


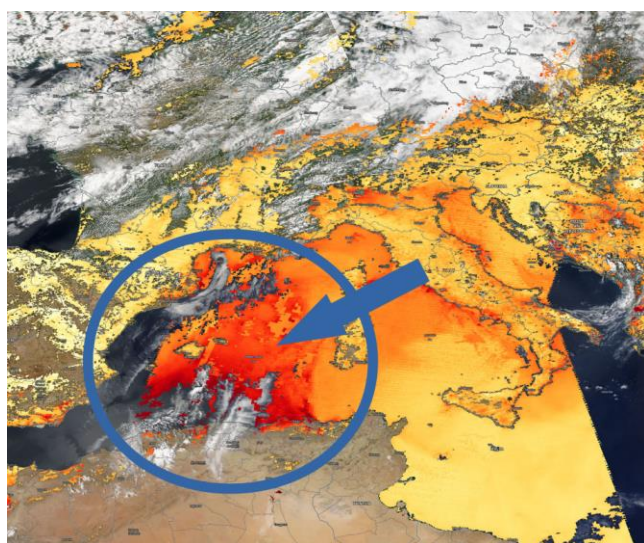
Fig. 7: Le informazioni fornite dal LiDAR-ceilometer sono esemplificate da grafici che mostrano l'intensità dell'eco (scala colorata) ad ogni quota (asse verticale) nel tempo (asse orizzontale). Nel grafico, le nubi hanno colori rosso-viola mentre il particolato atmosferico, generalmente vicino al suolo, è raffigurato, a seconda della sua concentrazione, con sfumature dal blu (basse concentrazioni o assenza di assorbitori) al giallo (alte concentrazioni). Le aree dove il segnale di ritorno è troppo basso per essere misurato accuratamente sono lasciate in bianco. L'immagine riportata a fianco rappresenta ciò che il ceilometer ha "visto" il giorno 3 agosto: strati densi di particelle rispetto ai valori medi normalmente rilevati.

2. il fotometro installato presso la sede ARPA ha derivato, a partire dalla distribuzione spettrale e spaziale della radiazione solare, la granulometria del particolato disperso complessivamente nell'atmosfera (non solo alla superficie), evidenziando numerose particelle di diametro compreso tra 1 e 10  $\mu m$  e quindi maggiore rispetto alle particelle create per combustione;

3. sia le immagini dal satellite MODIS sia le previsioni del modello spagnolo BSC-DREAM mostrano una "lingua" di polveri distaccarsi dall'Algeria settentrionale e estendersi verso l'Europa meridionale (Fig. 8);

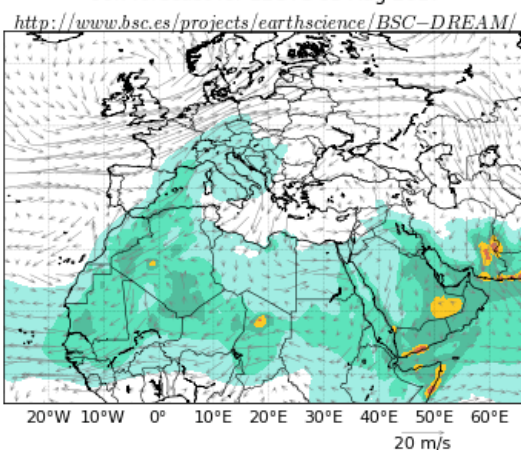
C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera





(a)

BSC-DREAM8b v2.0 Dust Load ( $g/m^2$ ) and 3000m Wind  
 00h forecast for 12UTC 03 Aug 2017

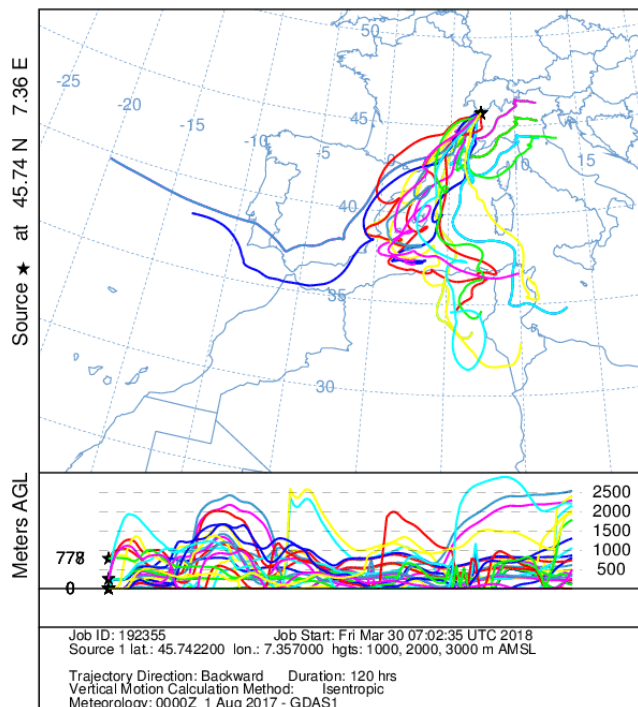


(b)

Fig. 8: (a) Immagine da satellite MODIS in falsi colori. L'area rossa evidenziata rappresenta la nuvola di polveri risolleata dal deserto e diretta verso l'Italia (le nuvole e la neve impediscono la stima da satellite sopra la Valle d'Aosta); (b) Output del modello previsionale BSC-DREAM. E' facilmente visibile come l'Italia sia al centro di una "nube" di polveri sahariane (in azzurro).

4. l'origine nordafricana delle masse d'aria è attestata anche dal calcolo delle retrotraiettorie (ovvero il percorso a ritroso seguito dalle correnti d'aria in arrivo in Valle d'Aosta) con il modello statunitense Hysplit (Fig. 9).

NOAA HYSPLIT MODEL  
 Backward trajectories ending at 1200 UTC 03 Aug 17  
 GDAS Meteorological Data



*Fig. 9: Retrotraiettorie calcolate dal modello statunitense Hysplit. La figura evidenzia la provenienza nordafricana della maggior parte delle masse d'aria giunte in Valle d'Aosta (stella, nella figura) il 3 agosto 2017 alle ore 12. Poche traiettorie provengono, invece, dal bacino padano o dall'Atlantico, ad ovest delle coste iberiche.*

Benché non vi sia stato a La Thuile un superamento del limite di legge, l'impatto percentuale di questi fenomeni sul carico medio annuale di PM<sub>10</sub> può essere elevato.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

## 2.2 Metalli pesanti nelle polveri PM10

Nell'aria ambiente, i metalli sono presenti come frazione del particolato. Sebbene i metalli rappresentino una frazione minima<sup>1</sup> della massa del PM10, è fondamentale analizzare la loro presenza e concentrazione in aria perché l'esposizione prolungata può avere effetti tossici sulla salute umana.

Una caratteristica che li rende pericolosi è la tendenza di accumularsi in alcuni tessuti degli esseri viventi (bioaccumulo) provocando effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente in generale.

I metalli maggiormente rilevanti sotto il profilo tossicologico sono il cadmio, il nichel e l'arsenico, classificati dalla IARC (Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro) come cancerogeni per l'uomo (gruppo 1). Il piombo ha effetti negativi neurologici.

La determinazione della concentrazione di metalli viene condotta mediante il campionamento di polveri PM10 su filtri dedicati e la successiva analisi di laboratorio del particolato raccolto sul filtro.

### 2.2.1 Livelli di riferimento

Per i metalli nel PM10, il Dlgs 155/2010 prevede un valore limite per il piombo e valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel.

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

### 2.2.2 Metodi di misura

Le misure di metalli nel PM10 sono state condotte secondo il metodo UNI EN 14902:2005 previsto dal DLgs 155/2010. La copertura temporale annuale delle misure di metalli nel PM10 condotte nei siti urbani della città di Aosta è intorno al 60% con i giorni distribuiti in maniera uniforme nell'arco dell'anno.

### 2.2.3 Siti di misura

Le misure di metalli nel PM10 nella città di Aosta sono state avviate nell'anno 2000 nella stazione di Aosta Piazza Plouves, che costituisce il sito regionale con la serie storica di dati più estesa.

Nella stazione di Aosta Quartiere Dora le misure di metalli nel PM10 sono state condotte dal 2006 al 2010, riscontrando livelli di metalli confrontabili con quelli della stazione di Aosta Piazza Plouves, entrambe rappresentative del fondo urbano della città. Per tale motivo, a partire dal 2011 si è deciso di sospendere le misure di metalli nel PM10 nella stazione di Quartiere Dora, ritenendo che le informazioni relative alla presenza di metalli nel PM10 in tale zona della città potessero essere rappresentate dai valori rilevati nella stazione di Piazza Plouves.

Nel 2015 a seguito della revisione della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria si è installata una stazione di back up di fondo urbano (ai sensi del Dlgs.155/2010) in Aosta via Liconi, nella quale vengono misurati polveri e metalli sul particolato PM10.

La misura dei metalli su PM10 per l'anno 2017 è stata condotta nei seguenti siti:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano);
- Aosta via Liconi (fondo urbano);

<sup>1</sup> La concentrazione dei metalli si misura in ng/m<sup>3</sup> (1 ng è pari a 1/1.000.000.000 grammi), mentre quella del PM10 in µg/m<sup>3</sup> (1 µg è pari a 1/1.000.000 grammi); quindi, in massa, i metalli rappresentano una frazione dell'ordine del millesimo della massa totale delle polveri PM10.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



- Aosta – via Col du Mont/Pépinière (industriale).

Nel 2017 sono terminati i lavori di costruzione del parcheggio multipiano di via I Maggio e la stazione che era presente nel 2013 è stata riposizionata indicativamente nella stessa posizione in cui si trovava. A partire dal 2018 sono attivi gli strumenti di misura per la determinazione di PM10, metalli e IPA su PM10 e NO<sub>2</sub>. Alla luce dei livelli di nichel misurati nel 2016 (durante il quale si è superato il valore obiettivo) nella stazione di Pépinière/via Col du Mont, si è deciso di mantenere attiva la stazione nel 2018 al fine di permettere un confronto significativo sullo stesso periodo di misura con i dati misurati nella stazione di via I Maggio.

Si sottolinea la presenza di alcuni fattori che richiederanno attenzione nel confronto con i la serie di dati misurata fino al 2013. In particolare:

- il contesto di prossimità nel quale verrà riposizionata la stazione “industriale” è differente rispetto al situazione precedente alla costruzione del parcheggio pluripiano;
- nei 3 anni di interruzione delle misure in via Primo Maggio per permettere la costruzione del parcheggio, CAS ha effettuato alcuni interventi, previsti in ambito AIA, per ridurre le emissioni in atmosfera.

### 2.3 Risultati delle misure dei metalli nel PM10

Nel presente paragrafo vengono riportati i livelli di metalli nel PM10 e nelle deposizioni atmosferiche misurati nel 2017 e, per confronto, vengono riportati anche i dati degli anni precedenti.

I dati sono riferiti ai metalli normati dal Dlgs 155/2010 (Ni, As, Cd, Pb) ed ai principali metalli caratteristici delle emissioni dell'acciaieria (Cr, Fe, Zn, Mn).

#### 2.3.1 Nichel

Nella figura seguente vengono presentati i valori medi annui di **nichel nel PM10** misurati nella stazione di Aosta negli ultimi anni.

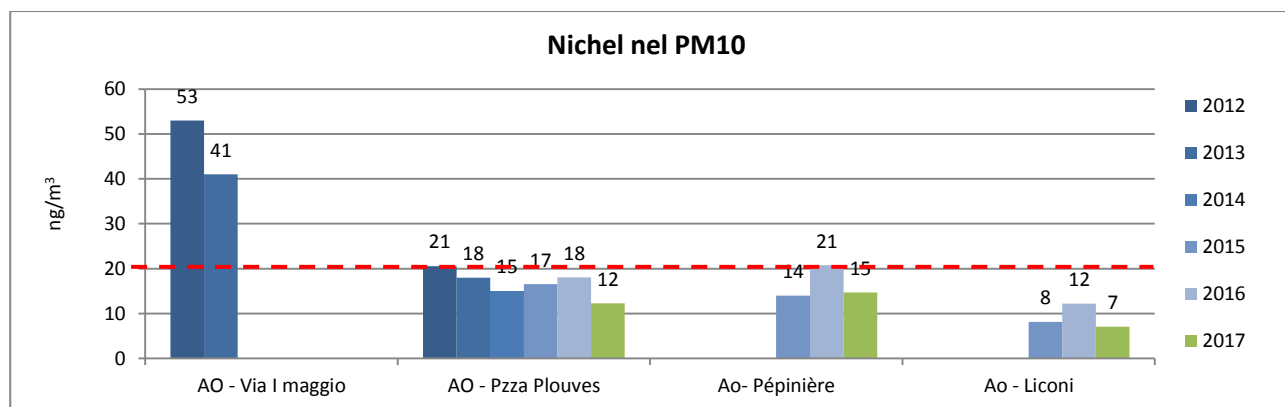


Figura 10 – Valori medi annuali di nichel nel PM10 degli ultimi anni. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a 20 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII. In verde i dati relativi all'ultimo anno

Le misure effettuate nel sito di via Col du Mont/Pépinière e di via Liconi hanno evidenziato un aumento significativo durante il 2016, mentre nell'ultimo anno si sono riportate a valori confrontabili con le misure effettuate nel 2015.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

### 2.3.2 Cadmio

Nella figura seguente vengono riportati i valori di **cadmio nel PM10**. I valori misurati nel 2017 in tutti i siti di Aosta sono pari a 0.1 ng/m<sup>3</sup>. I valori medi annui sono trascurabili, ad eccezione dei livelli misurati nel 2016, anno in cui si è verificato un aumento di cadmio nell'aria ricondotto all'utilizzo accidentale di una partita di rottame contaminato nel ciclo di fusione dello stabilimento CAS.

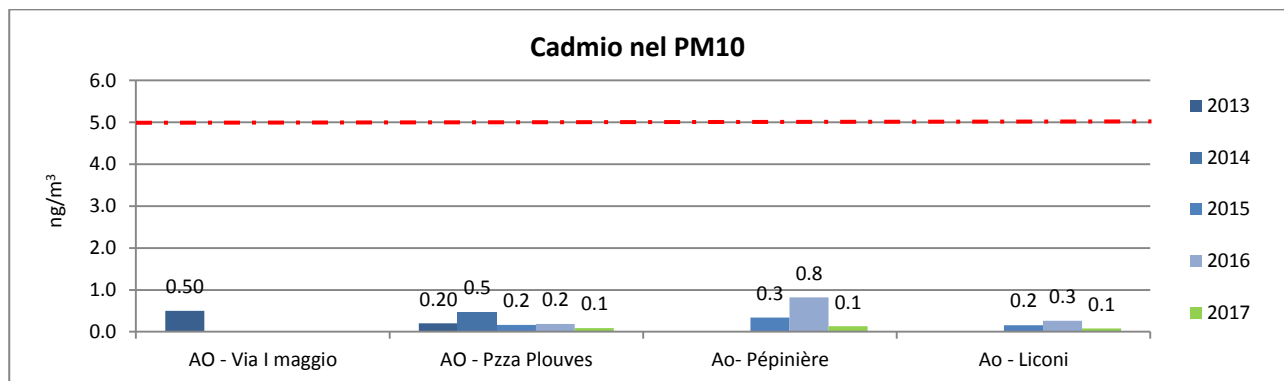


Figura 11 – Valori medi annuali di cadmio nel PM10 degli ultimi anni nelle stazioni di Aosta. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a 5 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII. In verde i dati relativi all'ultimo anno

### 2.3.3 Piombo

Nella figura seguente vengono riportati i valori di **piombo nel PM10**.

I valori misurati nel 2017 sono in linea con quelli degli anni precedenti e risultano ampiamente inferiori al valore obiettivo di 500 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010.

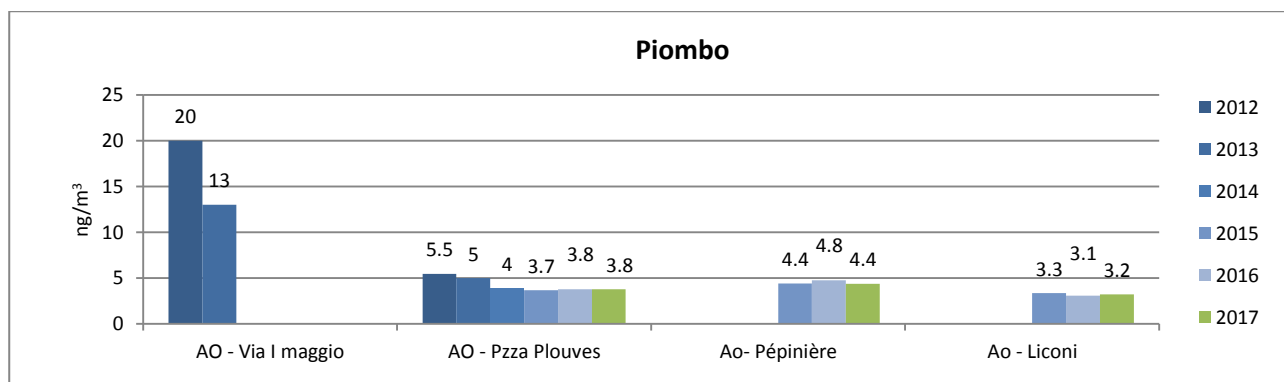


Figura 12 – Valori medi annuali di Piombo nel PM10 degli ultimi anni nelle stazioni di Aosta. Il valore limite non è indicato in figura ed è pari a 500 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII (in verde i dati relativi all'ultimo anno)

### 2.3.4 Arsenico

L'arsenico non è di un inquinante critico per la qualità dell'aria in Aosta in quanto non sono presenti fonti di emissione rilevanti di tale metallo. Il valore medio annuo di **arsenico nel PM10** per ogni sito è riportato nel grafico seguente e risulta molto inferiore al limite normativo pari a 6 ng/m<sup>3</sup>.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

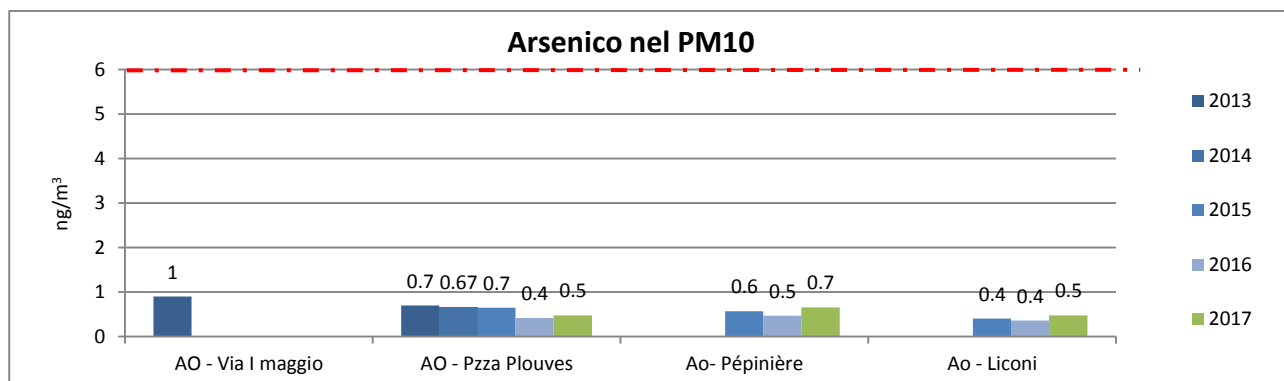


Figura 13 – Valori medi annuali di Arsenico nel PM10 misurati ad Aosta. La linea tratteggiata di colore rosso indica il valore obiettivo pari a 6 ng/m<sup>3</sup> previsto dal Dlgs 155/2010 All XIII (in verde i dati relativi all'ultimo anno)

### 2.3.5 Cromo

Nella Figura 14 seguente vengono presentati i valori medi annui di **cromo nel PM10** misurati stazioni di Aosta negli ultimi anni.

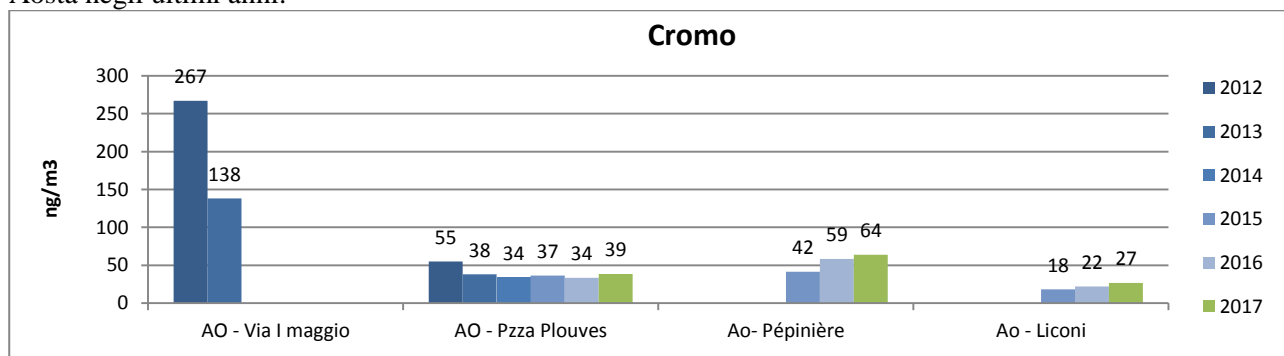


Figura 14 – Valori medi annuali di cromo nel PM10 misurati nelle stazioni di Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

### 2.3.6 Zinco

Nella figura seguente vengono presentati i valori medi annui di zinco nel PM10 misurati stazioni di Aosta negli ultimi.

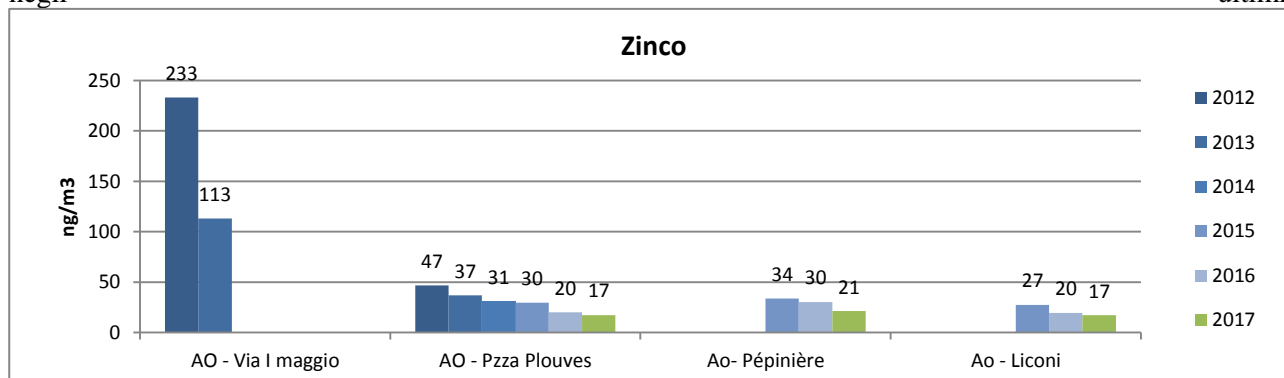


Figura 15 – Valori medi annuali di zinco nel PM10 misurati nelle stazioni di Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

### 2.3.7 Manganese

Nella figura seguente vengono presentati i valori medi annui di manganese nel PM10 misurati nelle stazioni di Aosta negli ultimi anni.

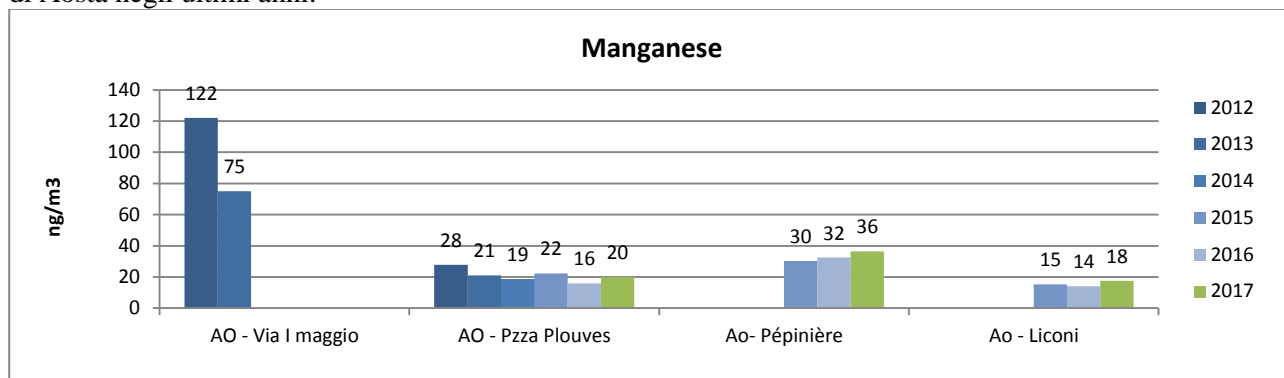


Figura 16 – Valori medi annuali di manganese nel PM10 misurati nelle stazioni di Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

### 2.3.8 Ferro

Nella figura seguente vengono presentati i valori medi annui di ferro nel PM10 misurati negli ultimi anni nelle stazioni della piana di Aosta.

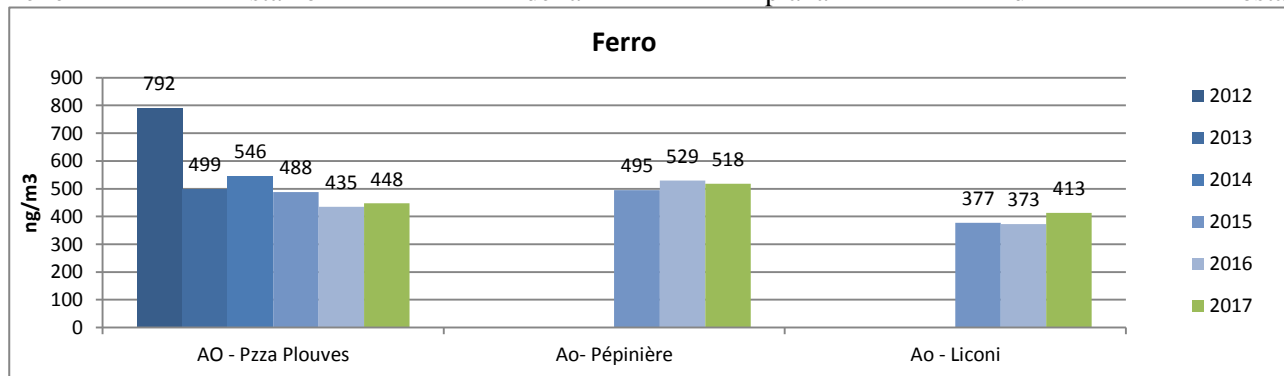


Figura 17 – Valori medi annuali di ferro nel PM10 misurati ad Aosta. In verde i dati relativi all'ultimo anno

## 2.4 Metalli nelle deposizioni atmosferiche

(a cura di Devis Panont)

La deposizione atmosferica è definita dal Dlgs 155/2010 come “la massa totale di sostanze inquinanti che, in una data area e in un dato periodo, è trasferita dall’atmosfera al suolo, alla vegetazione, all’acqua, agli edifici ed a qualsiasi altro tipo di superficie”.

Il decreto prevede che vengano misurati i tassi di metalli nelle deposizioni atmosferiche totali come strumento di valutazione della qualità dell’aria per stimare l’esposizione indiretta della popolazione a tali inquinanti.

Secondo il documento della Commissione Europea “Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds. Position Paper” (2001), che costituisce la base scientifica conoscitiva per le determinazioni legislative a livello europeo, l’accumulo nel suolo di metalli tossici può provocare, nel breve periodo, una contaminazione per deposito superficiale e, nel lungo periodo, un aumento della contaminazione delle piante che vi crescono. Questo può aumentare il rischio di trasferimento di tali sostanze all’uomo sia per contatto diretto con piante e

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

suolo sia mediante il consumo di vegetali provocando così l'ingresso di sostanze tossiche nella catena alimentare.

L'attività di monitoraggio delle deposizioni in Valle d'Aosta viene attualmente condotta con l'obiettivo principale della caratterizzazione e della valutazione delle ricadute delle emissioni diffuse di polveri dello stabilimento CAS. Lo scopo è quello di monitorare l'andamento dei livelli di deposizione nel tempo in relazione alle azioni di mitigazione e contenimento delle emissioni diffuse messe in atto dall'azienda nell'ambito dell'Autorizzazione Integrata Ambientale.

L'analisi dei metalli nelle deposizioni è mirata alla ricerca dei traccianti riconducibili al ciclo produttivo dello stabilimento:

- nichel, cromo, molibdeno, manganese, cobalto, vanadio, che sono costituenti degli acciai prodotti;
- calcio e magnesio, che sono costituenti della scoria utilizzata per la produzione dell'acciaio;
- arsenico, cadmio, piombo, che sono possibili contaminanti del rottame avviato alla fusione.

A partire dal 2016 è stata introdotta anche l'analisi della deposizione totale, che consiste nella determinazione gravimetrica dell'intero materiale solido presente nel campione di deposizione sia in forma sospesa che disciolta.

#### 2.4.1 Livelli di riferimento

Attualmente la normativa nazionale ed europea non prevede valori limite per le deposizioni atmosferiche. Tuttavia, alcuni stati europei, quali Germania, Svizzera, Belgio e Croazia hanno introdotto per alcuni metalli dei valori soglia (Figura 18). Tali valori, benché privi di valenza giuridica in Italia, possono servire come riferimento per una valutazione dei livelli di metalli nelle deposizioni.

| valore medio annuo<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ ) | As | Cd | Hg | Ni | Pb  | Tl | Zn  |
|--|----|----|----|----|-----|----|-----|
| Belgio (valori guida)                                      | -  | 20 | -  | -  | 250 | 10 | -   |
| Croazia  | 4  | 2  | 1  | 15 | 100 | 2  | -   |
| Germania   | 4  | 2  | 1  | 15 | 100 | 2  | -   |
| Svizzera   | -  | 2  | -  | -  | 100 | 2  | 400 |

Figura 18 – Valori limite di metalli nelle deposizioni atmosferiche in vigore in alcuni paesi europei

#### 2.4.2 Metodo di misura

Il campionamento delle deposizioni viene condotto utilizzando un deposimetro di tipo bulk, costituito da un imbuto e da un contenitore di capacità pari a 10 litri collegati tra loro, entrambi in polietilene HDPE ad alta densità (Figura 19).





Figura 19– Deposimetro

Per il campionamento e per l'analisi dei metalli viene adottato il metodo UNI EN 15841:2010, recepito dal Dlg 155/2010 e s.m.i., che disciplina le modalità di valutazione della qualità dell'aria. Per la determinazione della deposizione totale viene adottato un metodo analitico interno, messo a punto dal laboratorio della nostra Agenzia sulla base della tecnica analitica adottata per la determinazione dei solidi sospesi totali nelle acque.

La durata di campionamento delle deposizioni è mensile e la copertura temporale dell'anno è pari al 100%.

#### 2.4.3 Siti di misura

I punti di misura sono stati scelti in relazione alla posizione delle sorgenti di emissione diffusa dello stabilimento, costituite principalmente dal reparto acciaieria e dal reparto scorie, e individuando le zone di ricaduta mediante uno studio modellistico di dispersione nell'atmosfera e successiva deposizione delle polveri emesse da tali sorgenti (Figura 20).

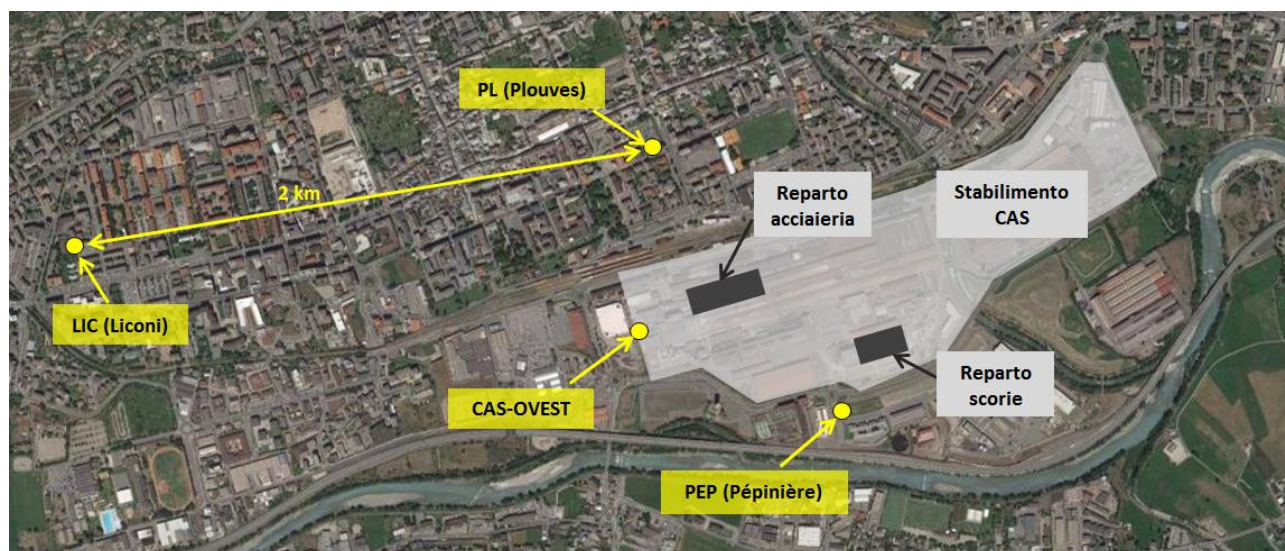


Figura 20– Siti di misura del monitoraggio delle deposizioni atmosferiche (anno 2017).

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

Il monitoraggio delle deposizioni di metalli nel 2017 è stato condotto nei seguenti siti di misura del territorio regionale:

- AO - Piazza Plouves (fondo urbano) è un sito di fondo urbano che risente in misura significativa delle emissioni dello stabilimento;
- CAS-OVEST è un sito interno allo stabilimento che risente principalmente delle emissioni diffuse del reparto acciaieria a poche decine di metri di Ao-Via I Maggio (industriale suburbano), dove il monitoraggio è stato sospeso a partire da luglio 2014 per via dei lavori di costruzione di un parcheggio;
- AO – via Col du Mont/Pépinière (industriale suburbano), è un sito posto a pochi metri dal confine dello stabilimento che risente sia delle emissioni del reparto acciaieria che del reparto scorie;
- AO - Liconi, a nord-ovest dell'acciaieria in un sito di fondo urbano, dove è presente la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria, meno influenzato dalle emissioni dell'acciaieria.

Vi è un altro punto di misura localizzato nel sito rurale di Donnas, in bassa Valle al confine con il Piemonte.

#### 2.4.4 Confronto con i livelli di riferimento

##### 2.4.4.1 *Nichel*

I valori di deposizione di nichel misurati nei siti di fondo urbano di Plouves (PL) e Liconi (LIC) risultano molto prossimi al valore soglia di 15  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$  previsto dalle normative in vigore in Germania e in Croazia. Nel caso del sito industriale di Pépinière (PEP) e del sito CAS-OVEST interno allo stabilimento il valore misurato risulta molto superiore rispetto al valore soglia di 15  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$ .

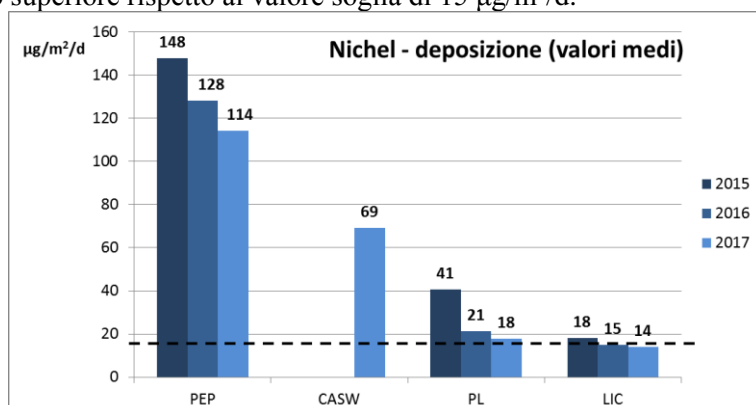


Figura 21 – Valori medi annuali di nichel nelle deposizioni misurati negli ultimi 3 anni. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore di riferimento pari a 15  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$  previsto dalle normative in vigore in Germania e Croazia

##### 2.4.4.2 *Cadmio*

I valori di deposizione di cadmio misurati nei siti di fondo urbano di Plouves (PL) e Liconi (LIC) risultano sensibilmente inferiori al valore soglia di 2  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$  previsto dalle normative in vigore in Germania, Croazia e Svizzera.

Nel 2017 il valore medio di cadmio misurato nel sito industriale di PEP è risultato leggermente superiore a quello dei siti di fondo urbano (PL e LIC), ma comunque sensibilmente inferiore al valore di riferimento.



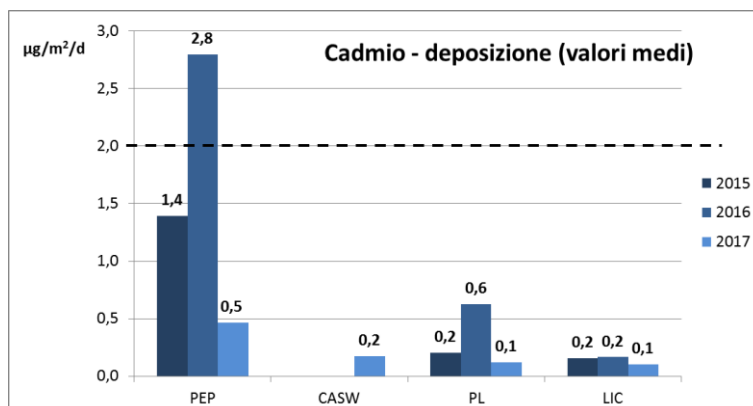


Figura 22 – Valori medi annuali di cadmio nelle deposizioni misurati negli ultimi 3 anni. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore soglia pari a 2 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania, Croazia e Svizzera

Nel corso del 2017 i valori di deposizione di cadmio si sono confermati in linea con quelli degli ultimi mesi del 2016, in cui era stata osservata una progressiva diminuzione dei valori rispetto al periodo febbraio-luglio 2016, durante il quale erano stati rilevati valori sensibilmente più elevati degli anni precedenti. Tale fenomeno è stato ricondotto all'utilizzo accidentale di una partita di rottame contaminato nel ciclo di fusione dello stabilimento CAS.

#### 2.4.4.3 Arsenico

I valori di deposizione di arsenico misurati nei siti di fondo urbano di Plouves (PL) e Liconi (LIC) sono molto inferiori al valore soglia di 4 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania e in Croazia. I valori misurati nel sito industriale di PEP, pur risultando superiori a quelli dei siti di fondo urbano, sono comunque inferiori al valore di riferimento.

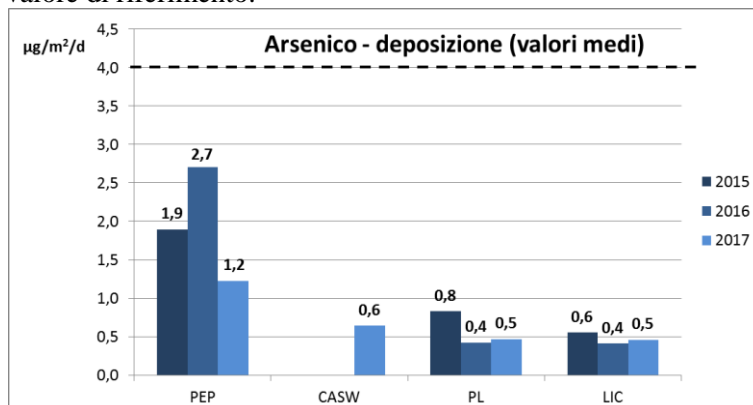


Figura 23 – Valori medi annuali di arsenico nelle deposizioni misurati negli ultimi 3 anni. La linea tratteggiata di colore nero indica il valore soglia pari a 4 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania e Croazia

#### 2.4.4.4 Piombo

I valori di deposizione di piombo misurati nei siti di Aosta nel 2017 sono risultati compresi tra 3 e 5 µg/m<sup>2</sup>/d nei siti di fondo urbano di LIC e PL e pari a circa 6 µg/m<sup>2</sup>/d nel sito industriale di PEP.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

Si tratta di valori molto inferiori al valore soglia di 100 µg/m<sup>2</sup>/d previsto dalle normative in vigore in Germania e in Croazia.

#### 2.4.5 Valutazione degli andamenti temporali delle deposizioni

Per la valutazione degli andamenti delle deposizioni atmosferiche nel tempo è opportuno tenere conto che i valori medi annuali degli inquinanti vengono calcolati sulla base dei 12 valori mensili. Si tratta di un numero di valori molto ridotto, per cui la presenza di qualche dato molto inferiore o molto superiore rispetto agli altri può influire in misura significativa sul valore medio, inducendo a interpretazioni non corrette degli andamenti. Questo aspetto interessa soprattutto i siti più vicini allo stabilimento CAS, che sono caratterizzati da una variabilità molto più marcata rispetto ai siti di fondo urbano, sia per gli episodi di emissione diffusa sia per l'azione di risospensione da parte dei venti delle polveri presenti sulle superfici interne dello stabilimento.

Per tale motivo, per la valutazione degli andamenti temporali è più opportuno prendere a riferimento la mediana<sup>2</sup> della serie, che rispetto alla media costituisce un parametro statistico più rappresentativo della distribuzione dei valori e rispetto ad essa risente in misura molto minore della presenza di valori "spot".

Nei grafici seguenti vengono riportate, per i metalli considerati traccianti delle emissioni della produzione dell'acciaio, le differenze delle mediane annuali del 2016 e del 2017 rispetto alla mediana del 2015.

Dal grafico relativo al sito industriale di Pèpinière (Figura 6) non emerge un trend univoco per i diversi metalli. Rispetto al 2015, nel 2017 risultano in diminuzione i livelli di deposizione di nichel (-41%) e manganese (-28%), mentre si osserva un aumento per il cromo (+33%) e, in misura minore, anche per la deposizione totale (+20%). Per il molibdeno, invece, le differenze non sono considerate significative. Per cromo e deposizione totale i valori mediani del 2016 sono molto più elevati rispetto sia al 2015 che al 2017.

Il sito di Pèpinière è molto prossimo al confine dello stabilimento ed è caratterizzato da una forte variabilità dei valori di deposizione rispetto ai siti di fondo urbano, a causa degli effetti diretti degli episodi di emissione diffusa e anche dei fenomeni di trasporto e risospensione delle polveri più grossolane ad opera dei venti.

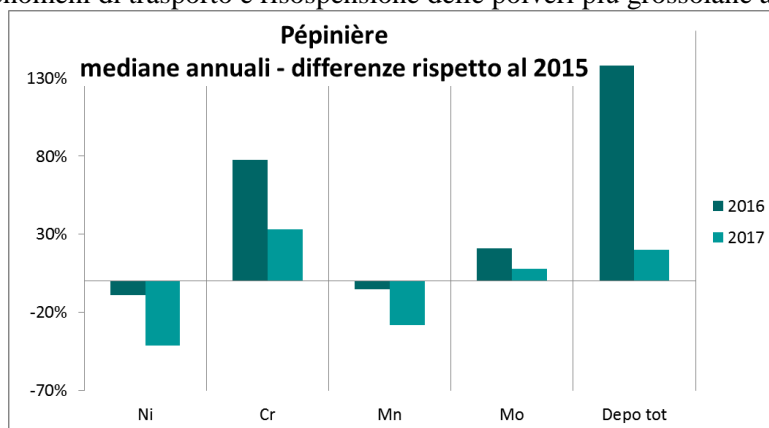


Figura 24 – Differenze percentuali delle mediane annuali del 2016 e del 2017 rispetto alla mediana annuale del 2015 per il sito di Pèpinière

Nel caso del sito di Plouves (Figura 7) si osserva un chiaro trend di diminuzione progressiva dal 2015 al 2017 per nichel (-46%), cromo (-58%) e manganese (-50%). Anche molibdeno e deposizione totale mostrano

<sup>2</sup> Data la serie dei 12 valori mensili di deposizione, messi in ordine crescente dal più piccolo al più grande, la mediana è quel valore che divide a metà la serie in modo che il 50% dei valori risulta inferiore alla mediana e il 50% dei valori risulta superiore alla mediana.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

una diminuzione anche se poco significativa (-20% circa). Il sito di Plouves è considerato un sito di fondo urbano che risente in maniera significativa delle ricadute delle emissioni dello stabilimento CAS.

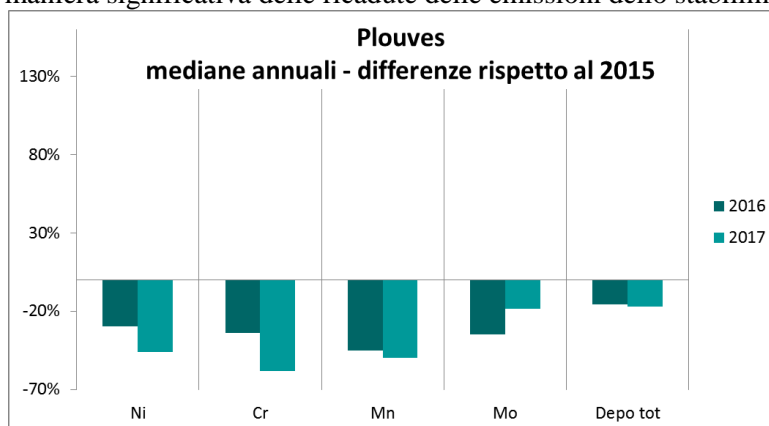


Figura 25 – Differenze percentuali delle medie annuali del 2016 e del 2017 rispetto alla mediana annuale del 2015 per il sito di Plouves

Anche nel caso di Liconi (Figura 8), considerato sito di fondo urbano nel quale la ricaduta delle emissioni dello stabilimento CAS è trascurabile, si osserva una diminuzione significativa dal 2015 al 2017 sia dei livelli di nichel (-26%) che di deposizione totale (-24%), mentre gli altri metalli non mostrano variazioni significative.

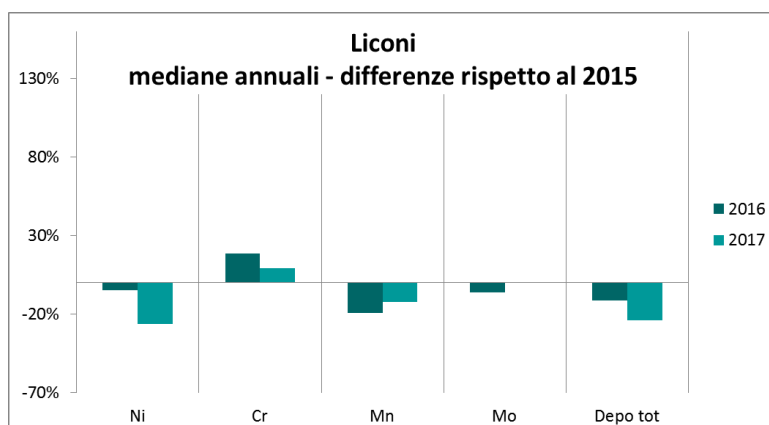


Figura 26 – Differenze percentuali delle medie annuali del 2016 e del 2017 rispetto alla mediana annuale del 2015 per il sito di Liconi

Se i valori di deposizione nei siti di fondo urbano mostrano un trend di diminuzione, l'attività produttiva dello stabilimento CAS è invece in leggero aumento, come è riscontrabile dai dati di produzione di acciaio degli ultimi 3 anni: la produzione del 2017 è risultata superiore di circa il 20% rispetto a quella del 2015 (Figura 9).

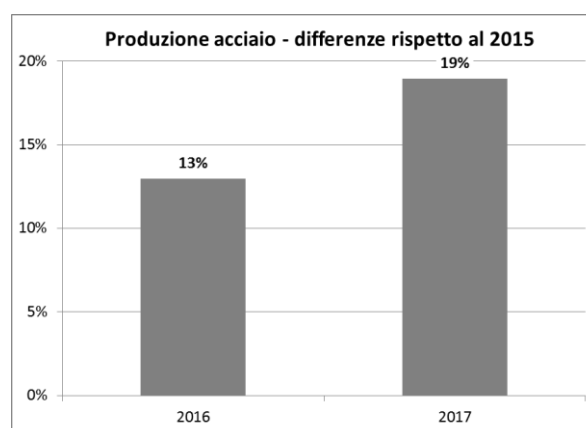
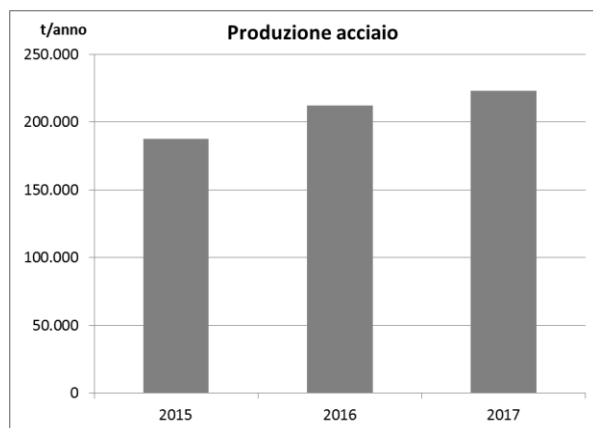


Figura 27– Andamento della produzione di acciaio dello stabilimento CAS negli ultimi 3 anni. Rispetto al 2015 la produzione di acciaio negli ultimi 2 anni è cresciuta rispettivamente del 13% nel 2016 e del 19% nel 2017 (dati dichiarati dalla CAS nel Piano di Monitoraggio e Controllo previsto dall’AIA)

I trends di diminuzione dei livelli di deposizione atmosferica osservati nei siti di fondo urbano (soprattutto nel sito di Plouves) possono essere ricondotti agli effetti positivi degli interventi di contenimento delle emissioni diffuse messi in atto dalla CAS nell’ambito del tavolo tecnico previsto dall’Autorizzazione Integrata Ambientale al quale partecipano Regione, ARPA, Comune di Aosta, Corpo Forestale Valdostano e l’azienda stessa. Negli ultimi tre anni gli interventi hanno riguardato: il miglioramento della funzionalità del sistema di aspirazione secondario mediante il collegamento dell’aspirazione primaria dell’AOD con l’aspirazione secondaria, l’attivazione di nuove modalità di gestione dei materiali polverulenti nel reparto scorie, l’asfaltatura delle vie di transito interne, l’aumento della frequenza delle operazioni di pulizia dei piazzali e delle vie di transito interne.

Oltre a tali azioni, l’acciaieria sta perseguendo anche un miglioramento nella gestione operativa dei processi di fusione e affinazione dell’acciaio in modo da prevenire gli eventi incidentali che possono comportare episodi di emissione diffusa di polveri.

Questo miglioramento è riscontrabile in una diminuzione del numero di eventi di emissione diffusa osservati nel corso del 2017 rispetto al 2016 (Figura 10). I dati si riferiscono al numero di fotogrammi catturati dalla telecamera fissa appositamente installata dall’amministrazione regionale: gli eventi vengono suddivisi in tre categorie in relazione all’entità dell’evento osservato (1-entità bassa, 2-entità media, 3-entità elevata).

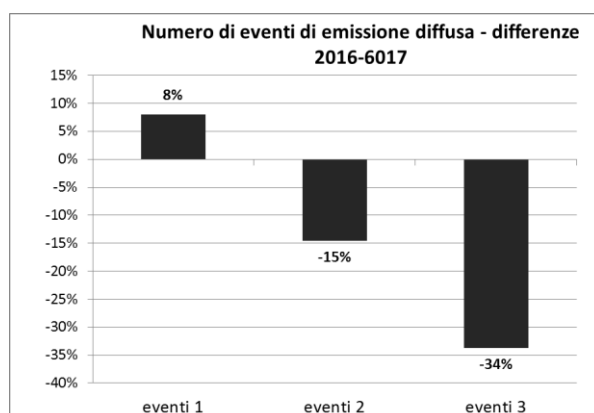


Figura 28– Numero di eventi di emissione diffusa rilevati dalla telecamera nel 2017. I valori sono espressi in termini di differenza percentuale rispetto al 2016. Gli eventi sono suddivisi in tre categorie in relazione C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

all'intensità dell'evento osservato. Emerge una sensibile diminuzione degli eventi di intensità media (eventi 2) e soprattutto di quelli di intensità elevata (eventi 3)

La frequenza degli eventi di emissione diffusa rimane tuttavia ancora elevata, così come sono elevati i valori di deposizione di metalli nel sito di Pèpinière situato in vicinanza allo stabilimento CAS. Si tratta di episodi riconducibili ad emissioni fuggitive degli impianti di fusione del rottame (forno UHP) e affinazione dell'acciaio liquido (convertitore AOD). A tale proposito, nell'ambito del tavolo tecnico dell'Autorizzazione Integrata Ambientale, sono stati illustrati nuovi interventi impiantistici per il miglioramento dell'efficienza dell'impianto di aspirazione secondario dell'acciaieria che verranno implementati entro i prossimi due anni.

## **2.5 IPA - Idrocarburi Policiclici Aromatici : Benzo(a)Pirene**

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti anche con l'acronimo IPA o PAH (dall'inglese), sono idrocarburi costituiti da due o più anelli benzenici uniti fra loro, in un'unica struttura generalmente piana. Si ritrovano naturalmente nel carbon fossile e nel petrolio.

Essi vengono emessi in atmosfera come residui di combustioni incomplete in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione di grafite, trattamento del carbon fossile) e nelle caldaie (soprattutto quelle alimentate con combustibili solidi e liquidi pesanti); inoltre sono presenti nelle emissioni degli autoveicoli (sia da motori diesel che a benzina) e nelle emissioni da combustione di biomasse (stufe o caldaie per riscaldamento, attività agricole che comportino combustione di sterpaglie o incendi boschivi).

In generale l'emissione di IPA nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

Gli IPA, sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Presenti nell'aerosol urbano sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di 2 micron e quindi in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e quindi i tessuti. Sebbene rappresentino una frazione minima<sup>3</sup> della massa del PM10, è fondamentale analizzare la loro presenza e concentrazione in aria perché l'esposizione prolungata può avere effetti tossici sulla salute umana.

Una caratteristica che li rende pericolosi è la tendenza, che hanno in comune ai metalli, di accumularsi in alcuni tessuti degli esseri viventi (bioaccumulo) provocando effetti negativi sulla salute umana.

In atmosfera l'esposizione agli IPA non è mai legata ad un singolo composto ma ad una miscela generalmente adsorbita sul particolato.

La IARC (Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro) ha stabilito che il Benzo(a)Pirene è cancerogeno per l'uomo (gruppo 1: sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra il Benzo(a)Pirene (BaP) e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

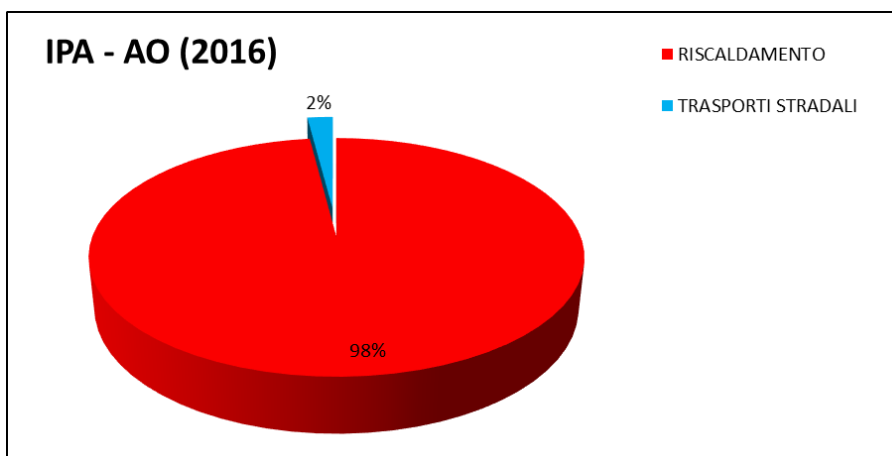
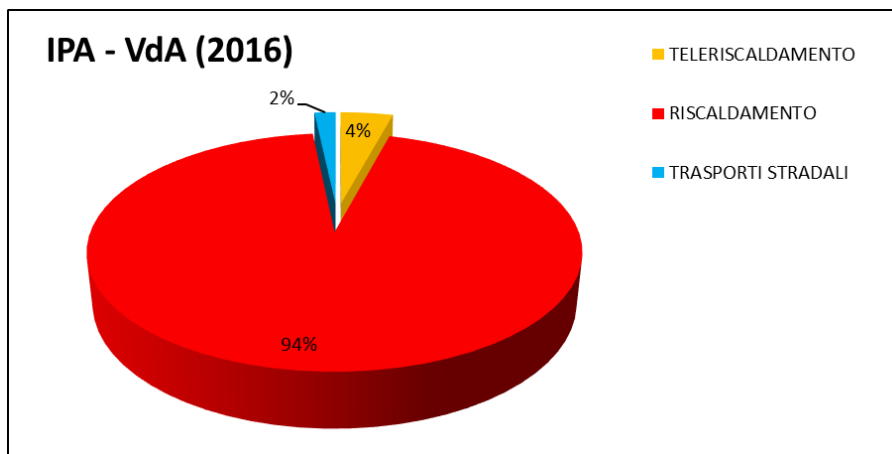
La maggiore pericolosità sembra essere prerogativa di quei composti la cui struttura molecolare si caratterizza per un numero di anelli aromatici compreso tra 3 e 7. Altri IPA sono classificati probabili o possibili cancerogeni per l'uomo (gruppo 2).

Il Benzo(a)Pirene, oltre che cancerogeno, è ritenuto causa di mutazioni genetiche, infertilità e disturbi dello sviluppo. Per questo motivo la legislazione vigente ha fissato un valore obiettivo per tale composto.

---

<sup>3</sup> La concentrazione dei metalli si misura in ng/m<sup>3</sup> (1 ng è pari a 1/1.000.000.000 grammi), mentre quella del PM10 in µg/m<sup>3</sup> (1 µg è pari a 1/1.000.000 grammi); quindi, in massa, i metalli rappresentano una frazione dell'ordine del millesimo della massa totale delle polveri PM10.  
C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

### 2.5.1 Inventario



Il riscaldamento domestico, in particolare quello a combustibile legnoso, risulta essere il principale emettitore di idrocarburi policiclici aromatici per la Valle d'Aosta.

### 2.5.2 Livelli di riferimento

La normativa definisce livelli di riferimento per il solo Benzo(a)Pirene come riportato nella tabella seguente:

|       | RIFERIMENTO      | PARAMETRO   | VALORE OBIETTIVO<br>Dlgs.155/2010 |
|-------|------------------|---|-----------------------------------|
| B(a)P | Valore obiettivo | Media annuale delle medie giornaliere su particolato PM10 | 1 ng/m <sup>3</sup>               |

### 2.5.3 Metodi di misura

La normativa di riferimento italiana per la qualità dell'aria è il Decreto Legislativo 155/2010 che recepisce la direttiva dell'Unione Europea 2008/50/CE che prevede quale metodo di riferimento per la misura del

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



Benzo(a)Pirene la norma tecnica di riferimento: UNI EN 15549:2008 “Qualità dell’aria. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di Benzo(a)Pirene in aria ambiente”.

Principio di misura: cromatografia HPLC.

Modalità di funzionamento: il Benzo(a)Pirene è determinato sul campione di PM10 per trattamento chimico e determinazione analitica (cromatografia HPLC per il B(a)P).

#### 2.5.4 Siti di misura

Il Benzo(a)Pirene viene misurato nel sito di:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta via Liconi (fondo urbano)
- Aosta via Col du Mont/Pépinrière (industriale)

#### 2.5.5 Risultati delle misure

Nella figura seguente vengono presentati i livelli medi annui di Benzo(a)Pirene relativi ai siti di Aosta rilevati negli ultimi dieci anni :

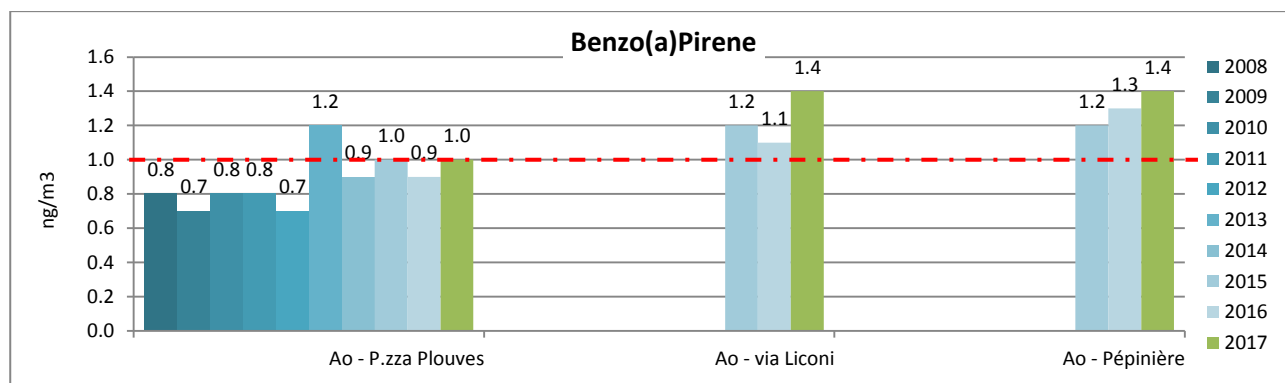


Figura 29 – Serie storica relativa alla media annua. In rosso il valore obiettivo in rosso pari a 1 ng/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all’ultimo anno.

Tra il 2007 e il 2012 il valore medio annuo di Benzo(a)Pirene è rimasto sostanzialmente stabile con valori intorno a 0.8 ng/m<sup>3</sup>, rispettando così il valore obiettivo previsto dal Dlgs.155/2010.

Nel 2013 il valore medio annuo di Benzo(a)Pirene misurato ad Aosta piazza Plouves è risultato più elevato rispetto agli anni precedenti e pari a 1.2 ng/m<sup>3</sup>, superiore al valore obiettivo di 1 ng/m<sup>3</sup>.

Nel 2014 il valore medio registrato è risultato pari a 0.9 ng/m<sup>3</sup>, nuovamente inferiore al valore obiettivo grazie anche a condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli alla dispersione degli inquinanti verificatesi nel mese di dicembre, quando le concentrazioni di polveri e Benzo(a)Pirene sono generalmente più elevate.

Nel 2015 il valore medio annuo della concentrazione di questo microinquinante in Piazza Plouves, approssimato alla prima cifra decimale (come richiesto dalla normativa), è pari al valore obiettivo.

Dal 2015 il BaP viene misurato anche nelle stazioni di Aosta via Liconi e Aosta Col du Mont, e nel 2017 il valore medio annuo è risultato compreso tra 1 e 1.4 ng/m<sup>3</sup> superiore al valore obiettivo.

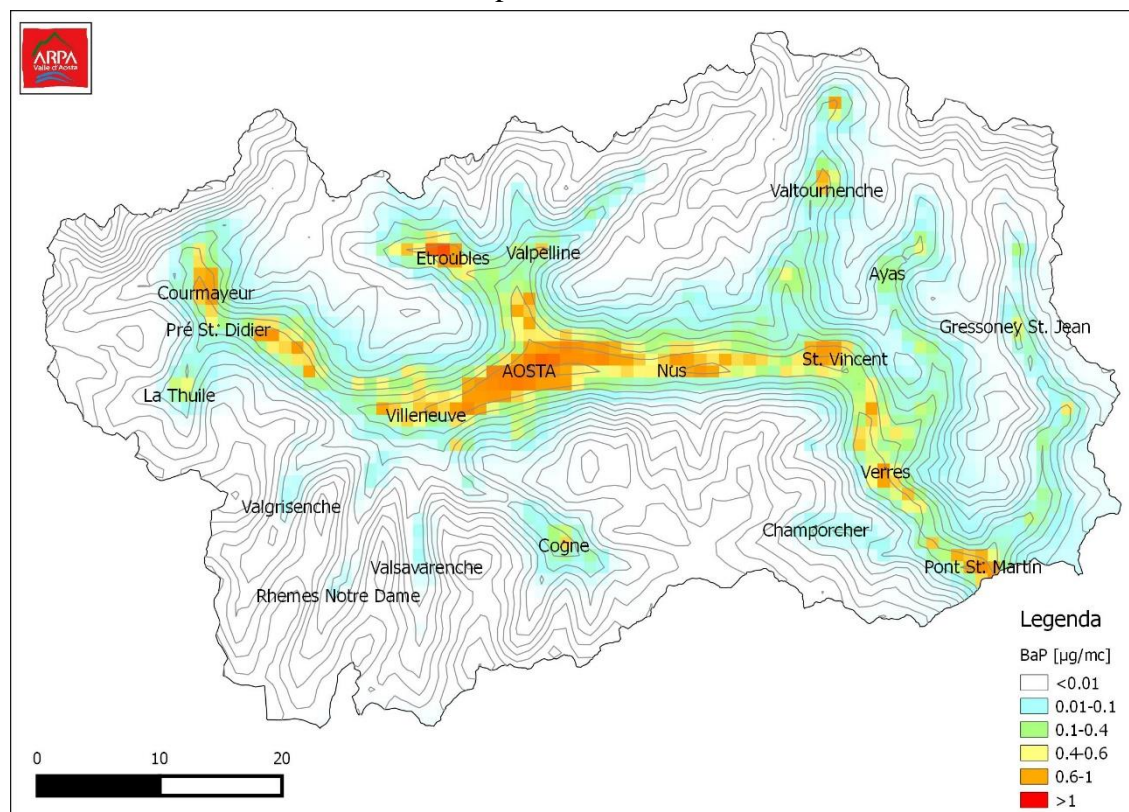
Il superamento del valore obiettivo degli ultimi due anni è presumibilmente riconducibile al maggior utilizzo di biomassa per il riscaldamento domestico che risulta economicamente più conveniente rispetto ai combustibili fossili. La combustione di legna, però, produce maggiori concentrazioni di Benzo(a)Pirene in aria. La presenza di Benzo(a)Pirene è tipica delle regioni dell'arco alpino, dove le basse temperature che si registrano per molti mesi dell'anno e la disponibilità ed economicità della legna come combustibile per il riscaldamento domestico portano ad avere rilevanti concentrazioni di B(a)P in atmosfera.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



A questo si aggiunge la pratica di abbruciamento di sterpaglie per la pulizia di giardini e dei terreni in area rurale. Tale pratica di combustione non controllata e sicuramente non efficiente, produce oltre all'emissione di polveri anche una notevole quantità di microinquinanti tra cui IPA.

### 2.5.6 Risultati da modellistica di dispersione



La simulazione modellistica per il 2107 ha stimato concentrazioni medie annuali di Benzo(a)Pirene vicine al limite normativo, con valori elevati in corrispondenza dei centri abitati, in totale coerenza con quanto misurato nei siti di monitoraggio.

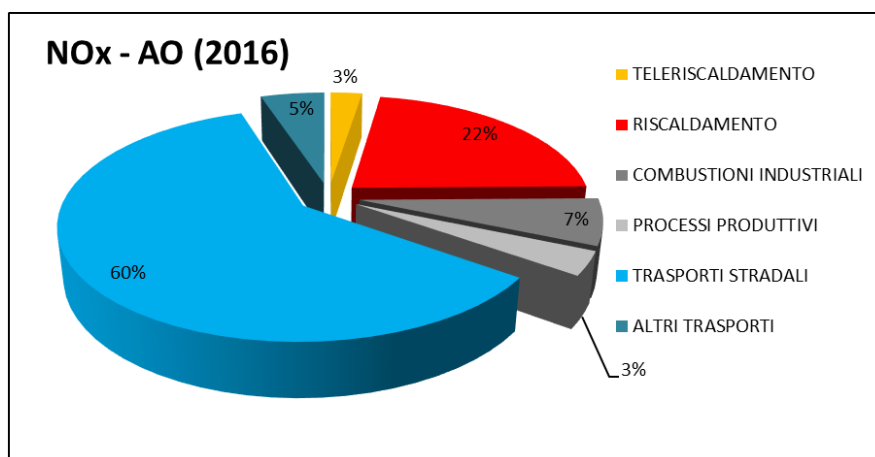
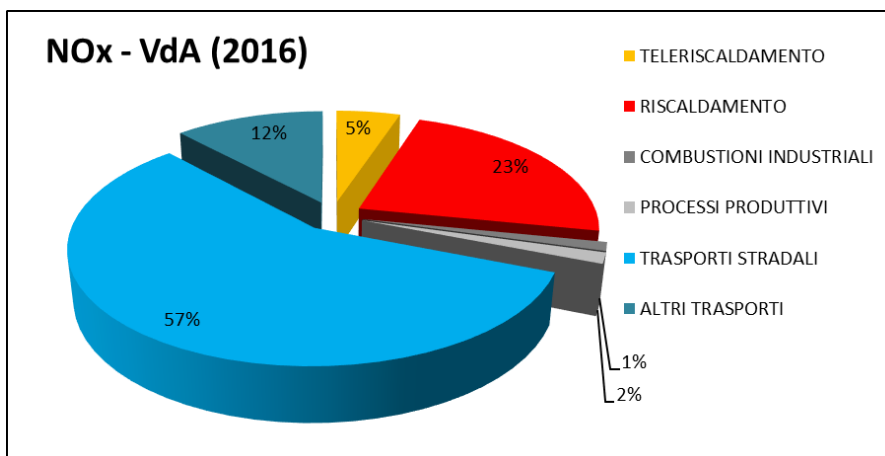
## 2.6 Biossido d'Azoto

Il biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) è un gas di colore bruno-rossastro, poco solubile in acqua, tossico, dall'odore forte e pungente e con forte potere irritante. È un inquinante a prevalente componente secondaria, in quanto è il prodotto dell'ossidazione del monossido di azoto ( $\text{NO}$ ); solo in proporzione minore viene emesso direttamente in atmosfera. La principale fonte di emissione degli ossidi di azoto è il traffico veicolare. Altre fonti sono gli impianti di riscaldamento civili e industriali, le centrali per la produzione di energia e un ampio spettro di processi industriali.

Il biossido di azoto è un inquinante ad ampia diffusione che ha effetti negativi sulla salute umana, causa eutrofizzazione e piogge acide. Esso, insieme al monossido di azoto, contribuisce ai fenomeni di smog fotochimico: è precursore per la formazione di inquinanti secondari quali l'ozono troposferico e il particolato fine secondario.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

## 2.6.1 Inventario



L'Inventario regionale delle emissioni in atmosfera stima che i trasporti stradali siano la maggior sorgente emettitrice di ossidi d'azoto in Valle d'Aosta e nel suo capoluogo.

## 2.6.2 Livelli di riferimento

La normativa Italiana ed europea indica valori limite sia per la protezione umana che livelli critici per la protezione degli ecosistemi come riportato nella tabella seguente

|                 | RIFERIMENTO  | PARAMETRO                        | VALORE LIMITE<br>Dlgs.155/2010   |
|-----------------|--|----------------------------------|--|
| NO <sub>2</sub> | Valore limite per la protezione della salute umana | Media oraria                     | Massimo 18 ore all'anno di superamento della media oraria di 200 µg/m <sup>3</sup> |
|                 | Valore limite per la protezione della salute umana | Media annuale delle medie orarie | 40 µg/m <sup>3</sup>   |
|                 | Soglia di allarme                                  | Media oraria                     | 400 µg/m <sup>3</sup>  |

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

|                 |   |                                  |                      |
|-----------------|---|----------------------------------|----------------------|
| NO <sub>x</sub> | Valore limite per la protezione della vegetazione per NO <sub>x</sub> espressi come NO <sub>2</sub> | Media annuale delle medie orarie | 30 µg/m <sup>3</sup> |
|-----------------|---|----------------------------------|----------------------|

### 2.6.3 Metodi di misura

La normativa di riferimento italiana per la qualità dell'aria è il Decreto Legislativo 155/2010 che recepisce la direttiva dell'Unione Europea 2008/50/CE che prevede quale metodo di riferimento la norma tecnica UNI EN 14211:2012 "Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".

### 2.6.4 Siti di misura

Il biossido di azoto viene misurato in tutti i siti di monitoraggio sul territorio regionale :

Nella città di Aosta:

- Aosta - piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta - Quartiere Dora (fondo urbano – disattivata a fine 2014)
- Aosta - via Liconi (fondo urbano – attivata a gennaio 2015)
- Aosta - Mt Fleury (fondo suburbano)
- Aosta - via I Maggio (industriale suburbana – disattivata nel periodo 2014-2017)
- Aosta Col du Mont- area Pépinière (industriale suburbana – attiva da metà 2014)

In bassa Valle:

- Donnas (fondo rurale)

In alta valle

- La Thuile (fondo rurale – stazione dedicata alla protezione della vegetazione e degli ecosistemi)
- Entrèves – Courmayeur (traffico)
- Etroubles (fondo rurale - disattivata nel 2014)
- Morgex (fondo suburbano – disattivata nel 2014 )

### 2.6.5 Risultati delle misure

Nella figura seguente vengono presentate le medie annue dei punti di misura di Aosta :

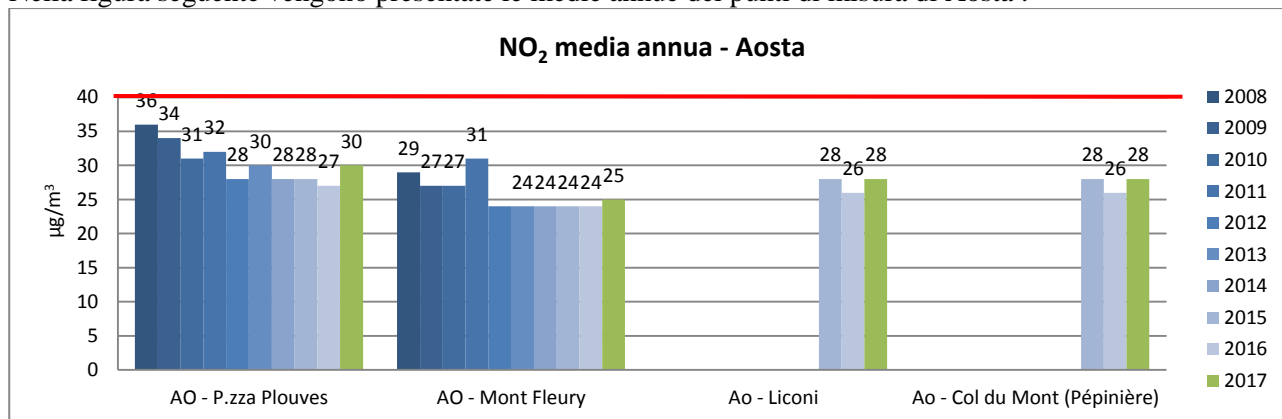


Figura 30 – Serie storica relativa alla media annua nelle stazioni di Aosta. In rosso il valore limite previsto pari a 40µg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Il valore limite nell'area di Aosta viene rispettato da molti anni, in particolare nel 2017 i livelli misurati ad Aosta sono compresi tra 25-30 µg/m<sup>3</sup> ampiamente inferiori al valore limite.

La stazione di Ao – Col du Mont (Pépinière) registra valori medi annui in linea con i livelli urbani.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

Nella figura seguente vengono presentate le medie annue degli altri punti di misura sul territorio regionale.

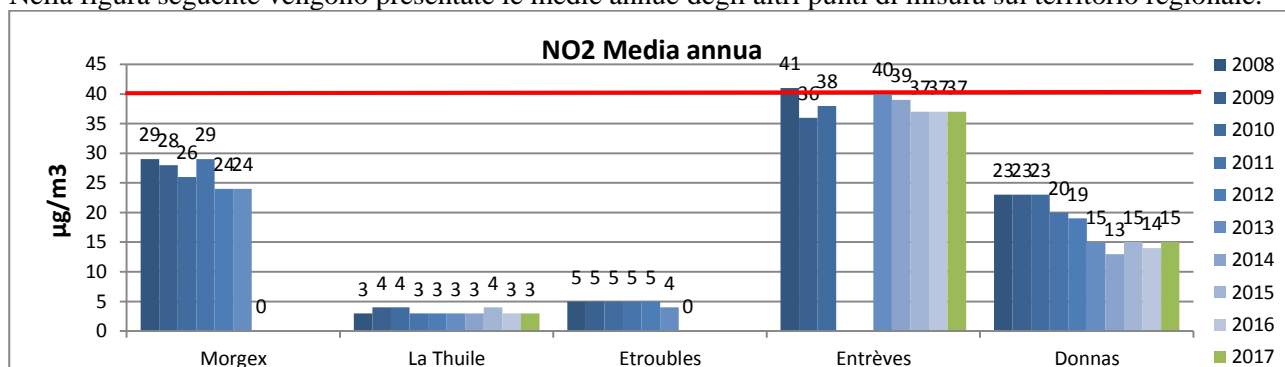


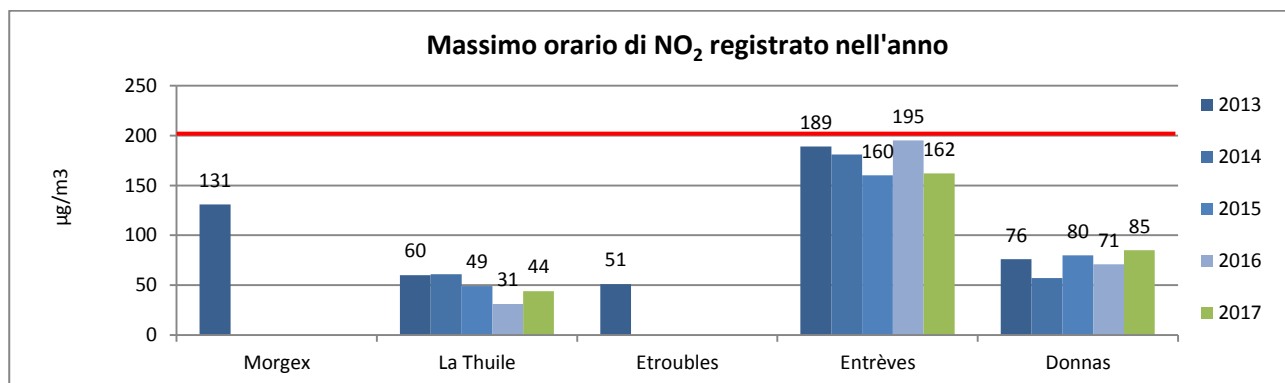
Figura 31 – Serie storica relativa alla media annua delle stazioni del restante territorio regionale. La linea rossa indica il valore limite previsto dalla normativa ( pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Come è possibile osservare, il valore limite sulla media annua non viene superato da 10 anni nelle stazioni di fondo e, anche nella stazione da traffico di Entrèves-Courmayeur, il valore limite negli ultimi anni è rispettato, pur evidenziando ancora valori prossimi a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nel 2014 nell'ottica della razionalizzazione della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e a fronte di una serie storica di valori ampiamente sotto il valore limite, sono state disattivate le stazioni di Etroubles e Morgex.

Il secondo indicatore statistico previsto dalla normativa è il numero di superamenti del valore limite orario (pari a  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Da molti anni, nelle stazioni di monitoraggio della nostra regione, il valore limite orario non viene raggiunto.

Nelle figure seguenti si riportano i massimi orari registrati negli ultimi anni ad Aosta e negli altri siti del territorio regionale.



C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

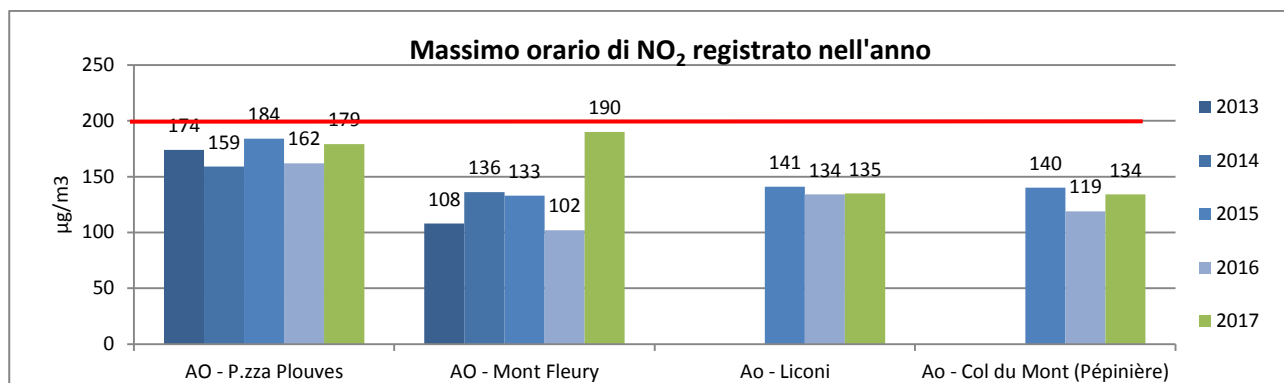


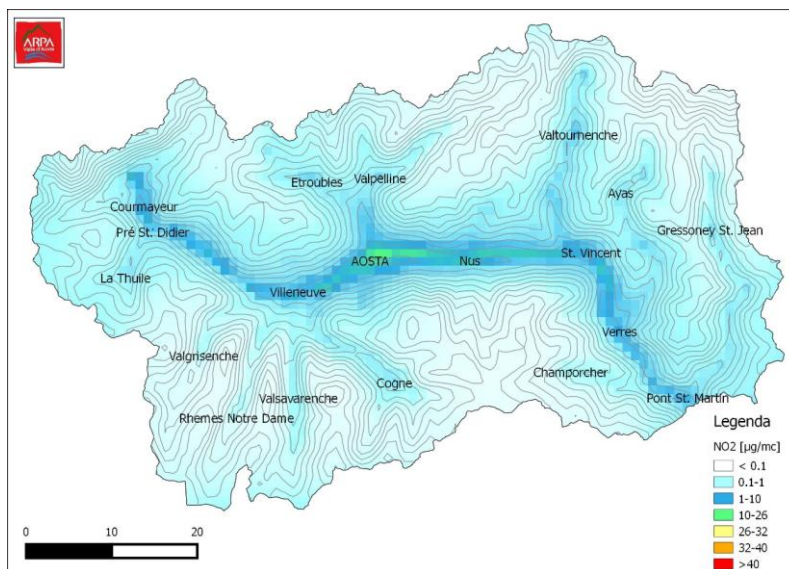
Figura 32 – Serie storica relativa al massimo orario registrato per ciascun anno civile nelle stazioni del territorio regionale. In rosso il valore limite previsto per la media oraria (pari a 200 µg/m<sup>3</sup>).

Negli ultimi anni il valore limite relativo alla media oraria non è stato mai superato, rispettando così quanto previsto dalla normativa (massimo 18 ore all'anno di superamento della media oraria di 200 µg/m<sup>3</sup>).

La normativa prevede un livello critico annuale per gli NO<sub>x</sub> per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m<sup>3</sup>. In Valle d'Aosta la stazione individuata per la protezione della vegetazione secondo quanto indicato dal Dlgs 155/2010 è La Thuile dove la media annua di NO<sub>x</sub> registrata nel 2017 è pari a 4,1 µg/m<sup>3</sup> molto inferiore al valore critico.



## 2.6.6 Risultati da modellistica di dispersione



La simulazione modellistica annuale della qualità dell'aria mostra concentrazioni medie annuali di biossido d'azoto inferiori al limite normativo. Le aree maggiormente interessate da questo inquinante sono il fondovalle principale ed in particolare il bacino di Aosta. Si tratta delle aree più antropizzate del territorio regionale e attraversate dalle principali arterie di traffico (strade statali, autostrada, ferrovia....)

## 2.7 Ozono

L'ozono ( $O_3$ ) è un gas presente naturalmente nella stratosfera (dai 15 a 60 Km di altezza) dove costituisce un'importante fascia protettiva, schermando la radiazione ultravioletta proveniente dal sole, nociva per gli esseri viventi. Al contrario, negli strati più bassi dell'atmosfera (troposfera), esso è da ritenersi una sostanza inquinante dannosa per l'uomo e per l'ambiente. L'ozono non è un inquinante primario, ossia non viene emesso direttamente in atmosfera da fonti antropiche, ma è un inquinante secondario, di origine fotochimica, che si forma quando la radiazione solare reagisce con inquinanti già presenti nell'aria, detti "precursori dell'ozono" (tipicamente ossidi di azoto e composti organici volatili), in presenza di forte irraggiamento solare, di elevate temperature e di alta pressione. Ecco perché in estate, quando la radiazione è maggiore e l'energia a disposizione per favorire l'ossidazione è superiore, l'inquinamento da ozono è molto più elevato rispetto ai restanti mesi dell'anno. Nelle ore notturne (cioè in assenza di sole) questo inquinante viene distrutto dagli stessi agenti inquinanti che ne hanno promosso la formazione nelle ore diurne.

L'attenzione prestata all'ozono nella troposfera è dovuta al fatto che esso può causare seri problemi alla salute dell'uomo e all'ecosistema, nonché all'agricoltura e ai beni materiali.

Gli impatti principali a carico della salute umana riguardano il bersaglio prevalente dell' $O_3$  è l'apparato respiratorio. Gli effetti possono essere acuti (a breve termine) con diminuzione della funzionalità respiratoria, e cronici (a lungo termine).

Per la protezione della salute umana si consiglia, in termini preventivi, di evitare l'esposizione all'aperto e l'attività fisica nelle ore più calde della giornata (dalle 12 alle 18) soprattutto per i soggetti sensibili (bambini, anziani, donne in gravidanza, persone affette da patologie cardiache e respiratorie).

Le elevate concentrazioni estive di ozono danneggiano visibilmente le piante e la vegetazione, soprattutto le latifoglie, i cespugli e le colture. Una prolungata esposizione all'ozono può provocare diminuzione della crescita della vegetazione e può incidere sulla vitalità delle piante sensibili.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

### 2.7.1 Livelli di riferimento

|                | RIFERIMENTO  | PARAMETRO   | VALORE LIMITE Dlgs.155/2010   |
|----------------|--|---|---|
| O <sub>3</sub> | Valore obiettivo per la protezione della salute umana          | Massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive          | 120 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni |
|                | Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana | Massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive          | 120 µg/m <sup>3</sup>   |
|                | Valore obiettivo per la protezione della vegetazione           | AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 18000 µg/m <sup>3</sup> *h come media su 5 anni   |
|                | Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione  | AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio | 6000 µg/m <sup>3</sup> *h   |
|                | Soglia di informazione   | Media oraria (per tre ore consecutive)                            | 180 µg/m <sup>3</sup>   |
|                | Soglia di allarme  | Media oraria (per tre ore consecutive)                            | 240 µg/m <sup>3</sup>   |

La tabella mostra diversi indicatori ambientali legati all'ozono, stabiliti dal Dlgs. 155/2010.

Per il breve periodo si definiscono 2 soglie di concentrazione:

- la "soglia di informazione", pari a 180 µg/m<sup>3</sup> di ozono misurato in aria come media oraria, riveste una particolare importanza in quanto definisce il "livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso e il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive" (articolo 2, comma 1, lettera o del Dlgs.155/2010).
- la "soglia di allarme" pari a 240 µg/m<sup>3</sup> di ozono misurato in aria come media oraria, "livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso e il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati" (articolo 2, comma 1, lettera n del D.Lgs. 155/2010).

Per valutare il livello di esposizione delle vegetazione e delle foreste l'indicatore di riferimento è l'AOT40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb - 40 parti per miliardo equivalenti a 80 in µg/m<sup>3</sup>\*h) definito come la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> e il valore di 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando i valori orari rilevati ogni giorno tra le h 8:00 e le h 20:00, ora dell'Europa Centrale. Tale indicatore, misurato in µg/m<sup>3</sup>\*h, è utilizzato per valutare il livello di esposizione della vegetazione, se calcolato nel periodo maggio-luglio, e delle foreste, se calcolato da aprile a settembre.

La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore deve essere determinata esaminando le medie consecutive di 8h, calcolate in base ai dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8h così calcolata è riferita al giorno nel quale essa si conclude. La prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

compresa tra le 17 del giorno precedente e le 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le 24:00 del giorno stesso.

### 2.7.2 Metodi di misura

**Norma tecnica di riferimento:** UNI EN 14625 “Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di ozono mediante fotometria ultravioletta”.

**Principio di misura:** assorbimento UV

**Modalità di funzionamento:** l'analizzatore di ozono sfrutta l'assorbimento di questo gas nell'UV a  $\lambda=254$  nm e poi ne calcola la concentrazione mediante la legge di Lambert-Beer. Nella camera di misura entra in modo alternato aria ambiente tal quale ed aria ambiente preventivamente passata attraverso un filtro selettivo per l'ozono. Una lampada UV, in grado di emettere alla lunghezza d'onda appropriata, fa sì che parte della radiazione venga assorbita dalle molecole di ozono, causando una diminuzione di intensità che viene registrata da un detector. Dall'alternanza delle misure con e senza ozono, lo strumento ne determina la concentrazione in aria ambiente.

### 2.7.3 Siti di misura

L'ozono viene misurato nei seguenti siti di monitoraggio sul territorio regionale :

Nella città di Aosta:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta via Liconi (fondo suburbano)
- Aosta Mt Fleury (fondo suburbano)

In bassa Valle:

- Donnas (fondo rurale)

In alta valle

- La Thuile (fondo rurale – stazione dedicata alla protezione della vegetazione e degli ecosistemi)
- Etroubles (fondo rurale - disattivata nel 2014)
- Morgex (fondo suburbano – disattivata nel 2014 )

### 2.7.4 Risultati delle misure

Il *valore obiettivo a lungo termine* pari a  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , calcolato come massimo della media mobile sulle 8 ore, viene superato in tutti i siti.

Nella figura seguente vengono presentati i giorni di superamento del *valore obiettivo*, pari a  $120\mu\text{g}/\text{m}^3$  calcolato come media sui tre anni del massimo della media mobile su 8h di ozono nei differenti punti di misura presenti sul territorio regionale.

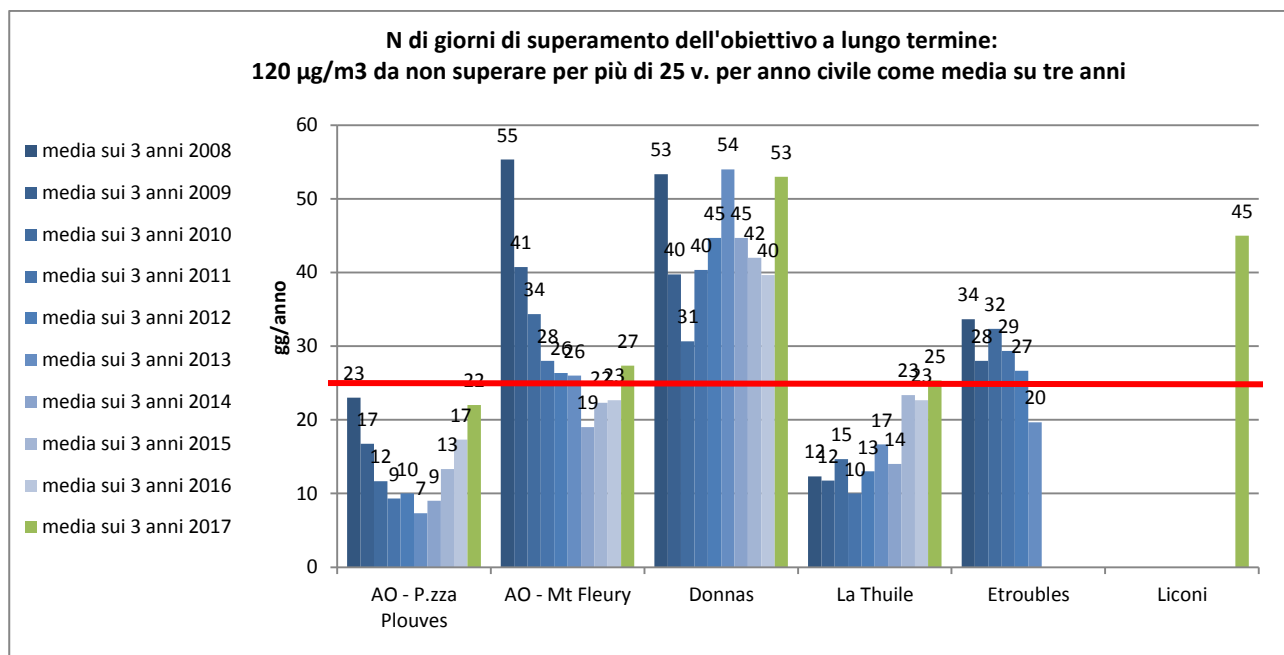


Figura 33 – Serie storica relativa al numero di giorni di superamento del valore obiettivo pari a 120µg/m<sup>3</sup> calcolato come massimo della media mobile su 8h e mediato sugli ultimi 3 anni. In rosso il numero massimo di giorni di superamento consentito pari a 25. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

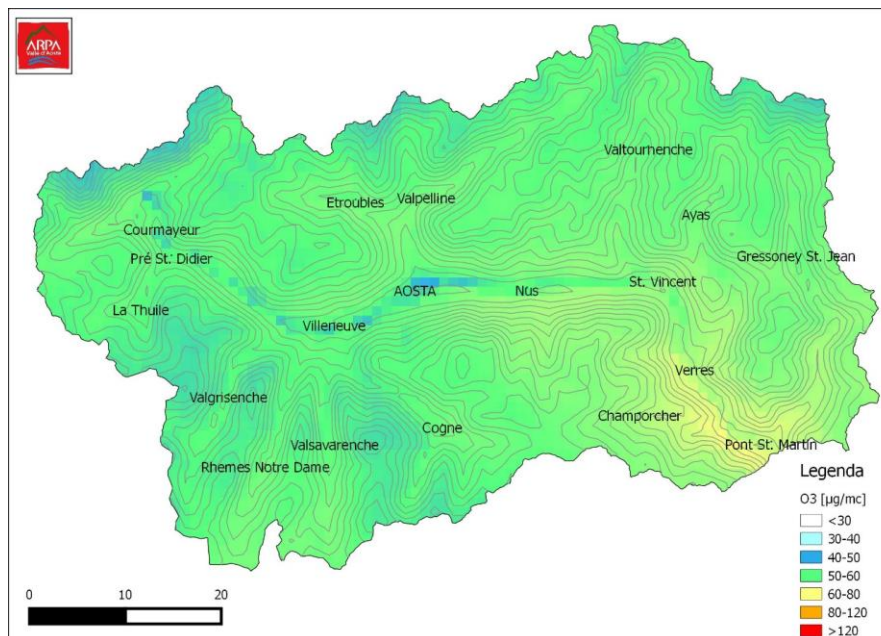
Si osserva nel 2017 (colonnina verde di Figura 33) i giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana sono inferiori al massimo consentito in piazza Plouves, a La Thuile risultano pari al valore obiettivo pari a 25, mentre a Donnas e a MontFleury le giornate in cui il valore obiettivo viene superato sono rispettivamente 53 e 27.

Nelle aree rurali e di montagna l'ozono tende ad accumularsi e le medie annuali risultano più elevate rispetto ai siti ubicati in area urbana dove tale inquinante viene distrutto nelle ore notturne (cioè in assenza di sole) dagli stessi agenti inquinanti che ne hanno promosso la formazione nelle ore diurne.

L'ozono è soggetto ad importanti fenomeni di trasporto su vasta scala. Nella nostra regione, in particolare in bassa Valle, vi è un forte contributo di trasporto dalla pianura padana.

I valori sono coerenti con quelli rilevati nelle aree alpine.

### 2.7.5 Risultati da modellistica di dispersione



Le concentrazioni medie annuali simulate di ozono presentano i valori più bassi nei fondovalle, dove sono presenti le sorgenti di quegli inquinanti primari che sono responsabili della formazione di ozono in presenza di sole, ma contemporaneamente ne sono i distruttori al venir meno dell'insolazione e tipicamente di notte. I valori di ozono sono in crescita salendo nelle aree remote di alta montagna dove l'insolazione è maggiore. Inoltre si evidenziano valori più alti nella bassa Valle, soggetta all'influenza del trasporto di ozono dal vicino Bacino Padano.

### 2.8 Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) è un gas incolore, dall'odore acre e pungente e molto solubile in acqua. E' un inquinante primario che, una volta immesso in atmosfera, permane inalterato per alcuni giorni e può essere trasportato a grandi distanze, contribuendo al fenomeno dell'inquinamento transfrontaliero. Esso è all'origine della formazione di deposizioni acide, secche e umide, e alla formazione del particolato fine secondario.

Le principali sorgenti sono costituite dagli impianti di produzione di energia, dagli impianti termici di riscaldamento, da alcuni processi industriali e, in minor misura, dal traffico veicolare. L' $\text{SO}_2$  è un inquinante nocivo per la salute umana e per l'ambiente.

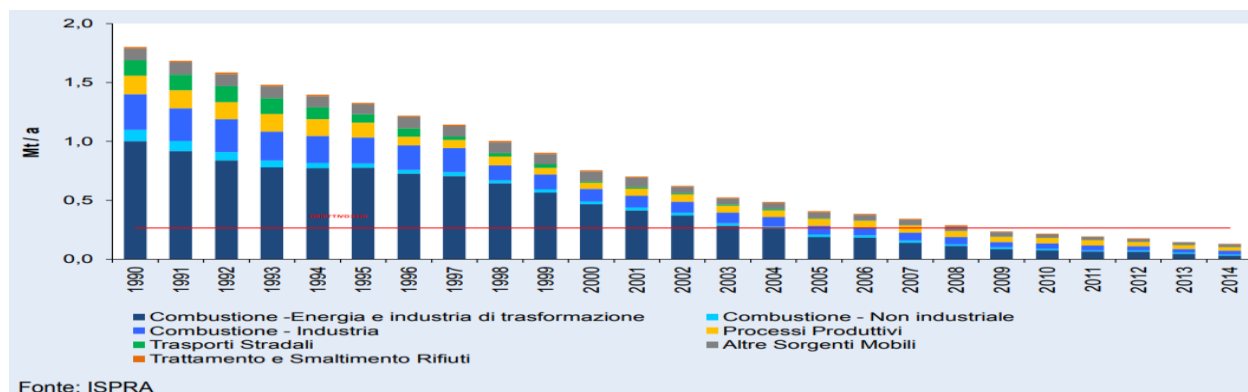
A causa dell'elevata solubilità in acqua, l' $\text{SO}_2$  viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e dal tratto superiore dell'apparato respiratorio. In atmosfera, l' $\text{SO}_2$ , attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole di acqua, contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni, con effetti negativi sulla salute dei vegetali. Per tale motivo la sua misura è espressamente richiesta dalla normativa europea e italiana. Fino a pochi anni fa, era considerato come uno dei principali inquinanti atmosferici a causa degli effetti evidenti sull'uomo e sull'ambiente.

Negli ultimi anni, la sua significatività in Italia e in Europa si è sensibilmente ridotta grazie alle notevole riduzione delle emissioni dovuta all'utilizzo di combustibili a basso e bassissimo tenore di zolfo.

Nella figura sotto riportata sono presentate le emissioni in Mega tonnellate di ossidi di zolfo in Italia per anno.

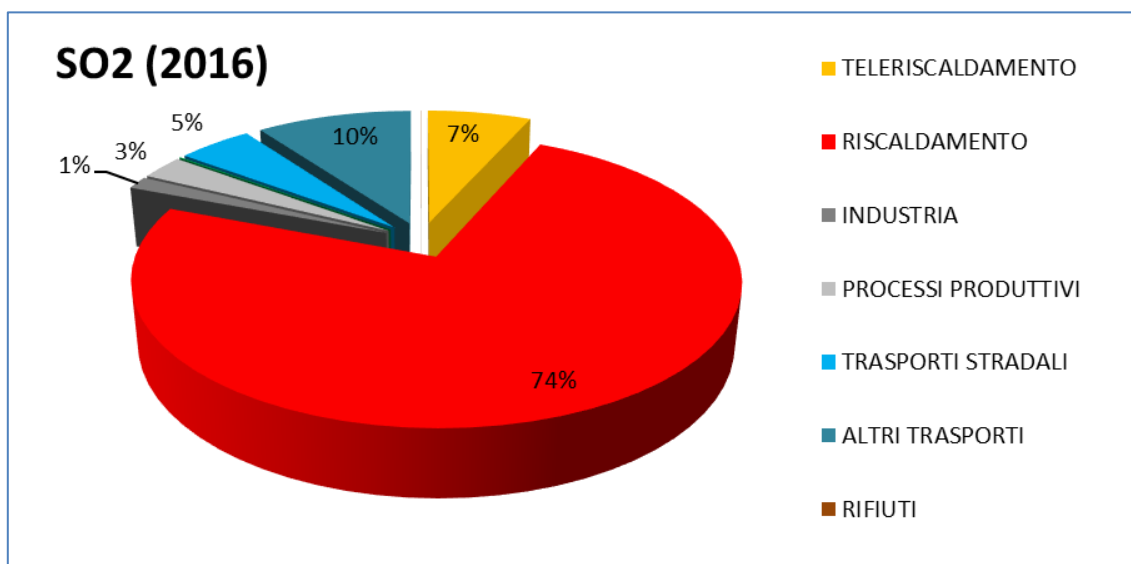
C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera





Fonte: ISPRA

### 2.8.1 Inventario delle emissioni



Il riscaldamento domestico, in particolare quello a combustibile fossile, risulta essere il principale emettitore di biossido di zolfo per la Valle d'Aosta.

### 2.8.2 Valori di riferimento

La normativa italiana ed europea indica valori limite sia per la protezione umana che livelli critici per la protezione degli ecosistemi come riportato nella tabella seguente

|                 | RIFERIMENTO  | PARAMETRO         | VALORE LIMITE<br>Dlgs.155/2010  |
|-----------------|--|-------------------|---|
| SO <sub>2</sub> | Valore limite per la protezione della salute umana | Media giornaliera | Massimo 3 giorni all'anno di superamento della media giornaliera di 125 µg/m <sup>3</sup> |
|                 | Valore limite per la protezione della salute       | Media oraria      | Massimo 24 ore all'anno di superamento della media oraria di 350                          |

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

|  |   |                              |
|--|---|------------------------------|
| umana  |   | $\mu\text{g}/\text{m}^3$     |
| Soglia di allarme                                  | Media oraria (su tre ore consecutive)                   | 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Livelli critici per la protezione degli ecosistemi | Media annuale e Media invernale (1° ottobre – 31 marzo) | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  |

### 2.8.3 Metodi di misura

La normativa di riferimento italiana per la qualità dell'aria è il Decreto Legislativo 155/2010 che recepisce la direttiva dell'Unione Europea 2008/50/CE che prevede quale metodo di riferimento la norma tecnica UNI EN 14212:2012 - Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta.

ARPA utilizza uno strumento che rispetta tale norma tecnica.

### 2.8.4 Siti di misura

Il biossido di zolfo è stato misurato per più di 10 anni in diversi siti sul territorio regionale :

- Aosta - piazza Plouves 1995-oggi
- Aosta - Teatro Romano 1995-2006
- Morgex (alta valle) 1995-2012
- Donnas (bassa valle) 1995-2006
- La Thuile (alta valle) 2016-7 (stazione per la valutazione della protezione della vegetazione e degli ecosistemi)

A fronte di concentrazioni rilevate molto basse, nel corso degli anni si è deciso di ridurre i punti di misura, mantenendo il solo sito di Aosta Piazza Plouves, perché in tale sito si sono rilevate concentrazioni maggiori rispetto agli altri siti, dovute alla prossimità industriale.

Nel 2014 il monitoraggio di SO<sub>2</sub> è stato sospeso per manutenzione allo strumento, pertanto nei grafici riportati nel seguente paragrafo manca il dato relativo a quel anno.

Nel 2015 la misura di SO<sub>2</sub> è stata riattivata nel sito di Aosta Piazza Plouves.

Nel 2016 è stata attivata la misura di SO<sub>2</sub> nel sito si La Thuile per la valutazione della qualità dell'aria ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi.

### 2.8.5 Risultati delle misure

Negli ultimi 10 anni non è stato mai superato né il valore limite per la protezione della salute umana orario, né quello giornaliero.

Per la protezione degli ecosistemi è fissato un valore critico rispetto alla media annua.

Nella figura seguente vengono presentate le serie storiche delle medie annue di SO<sub>2</sub> calcolate per il sito di La Thuile, il cui punto di misura è stato attivato nel 2016 e risponde ai requisiti previsti dalla normativa per la protezione degli ecosistemi, e per confronto, anche i punti di misura urbani di Aosta Piazza Plouves e Morgex. La normativa prevede che il punto di misura per la protezione degli ecosistemi sia posizionato lontano dalle sorgenti specifiche quali traffico, riscaldamento, industria.

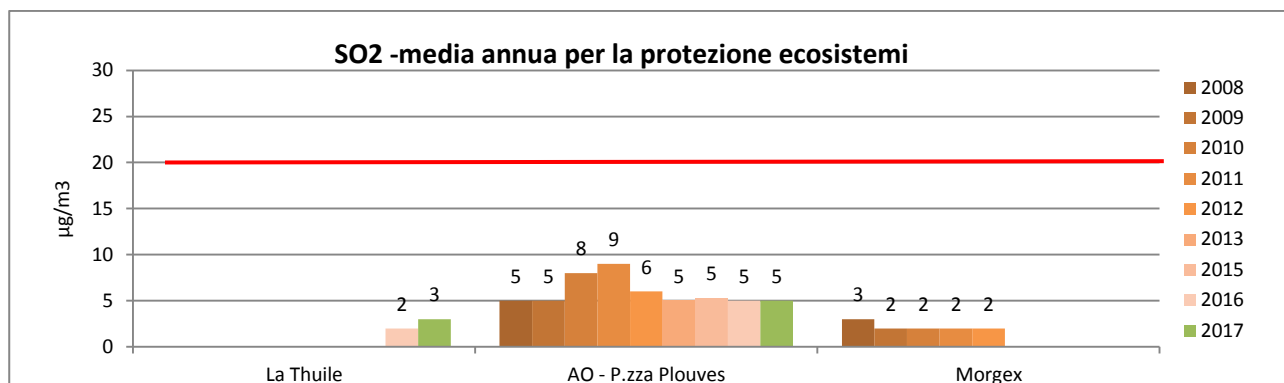
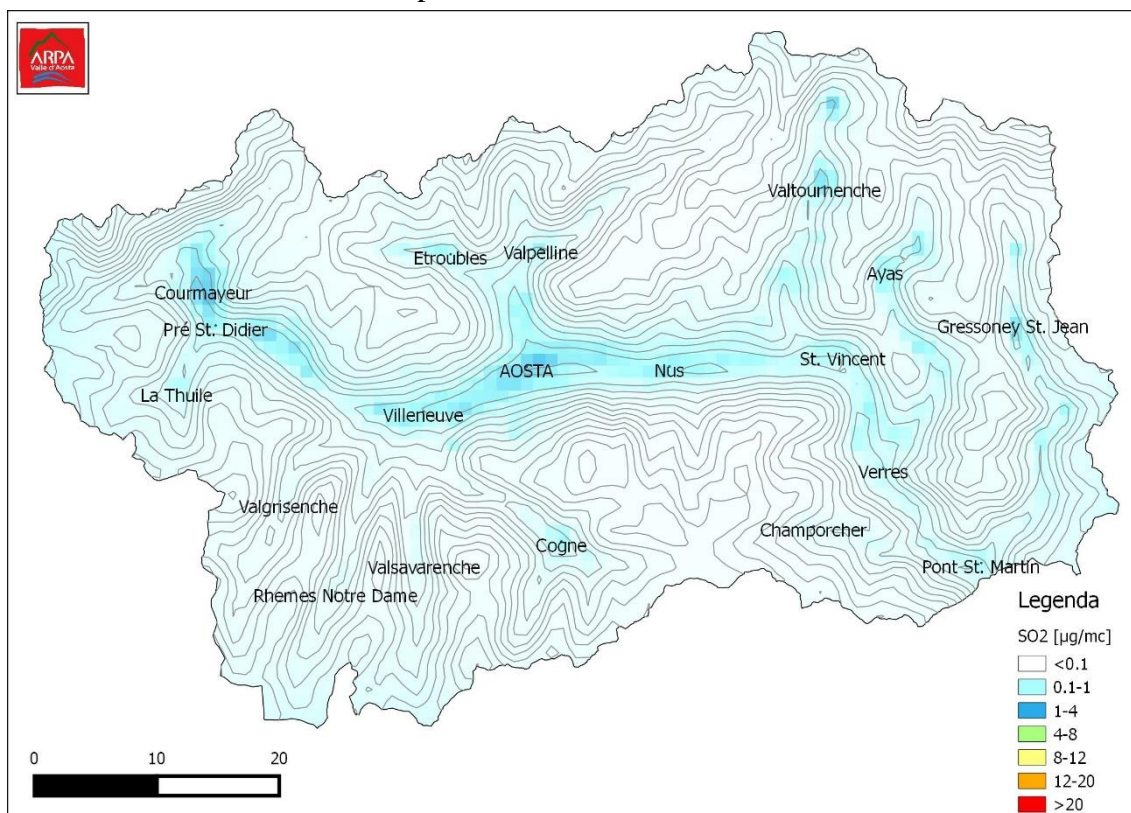


Figura 34 – Serie storica relativa alla media annua nelle stazioni di La Thuile (inizio misure 2016), Morgex (fino al 2012) e Aosta - Piazza Plouves. In rosso il livello critico pari a 20 µg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Nonostante l'ubicazione dei punti di misura di Aosta e di Morgex possa sovrastimare i livelli di SO<sub>2</sub> che insistono sugli ecosistemi, è possibile osservare che i livelli medi annui sono molto inferiori al livello critico per la protezione degli ecosistemi, anche in area urbana.

### 2.8.6 Risultati da modellistica di dispersione



La simulazione modellistica rileva concentrazioni medie annuali molto inferiori al limite normativo per il biossido di zolfo su tutto il territorio valdostano. I valori maggiori si riscontrano in corrispondenza dei centri abitati.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

## 2.9 Monossido di Carbonio

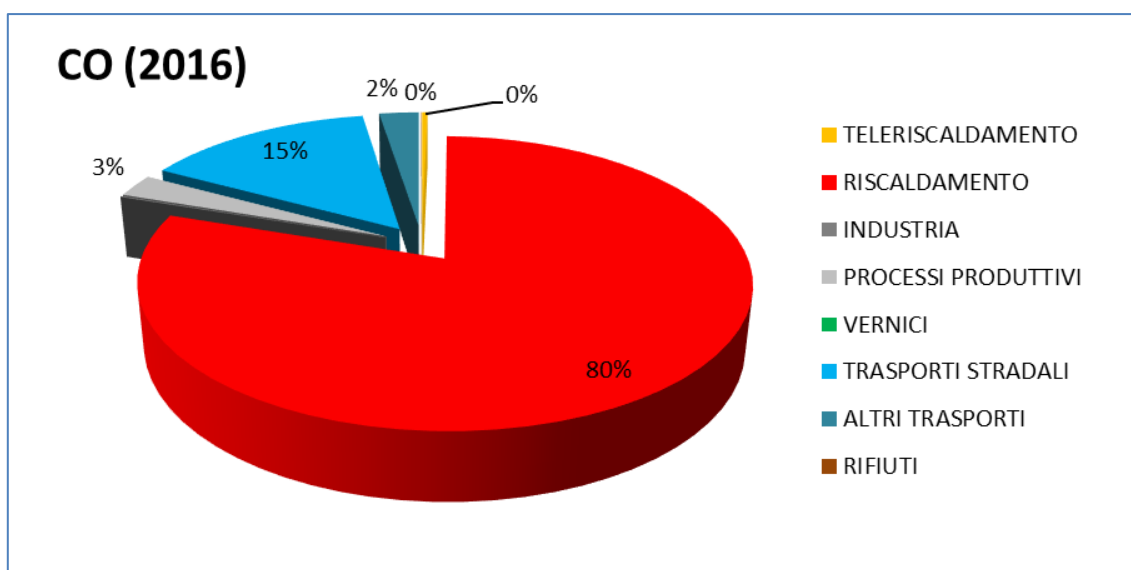
Il monossido di carbonio (CO) è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Proviene dalla combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. In ambito urbano la sorgente principale è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle ore di punta del traffico. Il principale apporto di questo gas (fino al 90% della produzione complessiva) è determinato dagli scarichi dei veicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato. E' considerato un tracciante di inquinamento veicolare.

Altre fonti minori sono costituite dal trattamento e smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e raffinerie di petrolio e dalle fonderie ed è, inoltre, prodotto nel corso di incendi.

Si tratta di un inquinante primario che ha una lunga permanenza in atmosfera (può raggiungere i quattro - sei mesi). Nocivo alla salute umana, esso raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e, quindi, il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina. La carbossiemoglobina così formata è circa 250 volte più stabile dell'ossiemoglobina riducendo notevolmente la capacità del sangue di portare ossigeno ai tessuti. Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare, causando sintomi quali diminuzione della capacità di concentrazione, turbe della memoria, alterazione del comportamento, confusione mentale, alterazione della pressione sanguigna, accelerazione del battito cardiaco, vasodilatazione e vasopermeabilità con conseguenti emorragie, effetti perinatali.

Gli effetti sull'ambiente sono da ritenersi sostanzialmente scarsi o trascurabili. La normativa ha stabilito un valore limite per il breve periodo per la salute umana.

### 2.9.1 Inventario delle emissioni



Il riscaldamento domestico, in particolare quello a combustibile legnoso, risulta essere il principale emettitore di monossido di carbonio per la Valle d'Aosta.

### 2.9.2 Livelli di riferimento

La normativa Italiana ed europea indica un valore limite per la protezione umana come riportato nella tabella seguente:

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera

|    | RIFERIMENTO  | PARAMETRO   | VALORE<br>Dlgs.155/2010 | LIMITE |
|----|--|---|-------------------------|--------|
| CO | Valore limite per la protezione della salute umana | Massimo giornaliero della media mobile su 8h consecutive <sup>4</sup> | 10 mg/m <sup>3</sup>    |        |

### 2.9.3 Metodi di misura

La normativa di riferimento italiana per la qualità dell'aria è il Decreto Legislativo 155/2010 che recepisce la direttiva dell'Unione Europea 2008/50/CE che prevede quale metodo di riferimento la norma tecnica UNI EN 14626 "Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".

### 2.9.4 Siti di misura

Il monossido di carbonio viene misurato nei siti di:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)
- Aosta I Maggio (industriale suburbana – spostata nel corso del 2014)
- Aosta Col du Mont/ Pépinière (industriale suburbana – dal 2015)
- Morgex (fondo suburbano – disattivata nel 2014 )

### 2.9.5 Risultati delle misure

Nella figura seguente vengono presentati i massimi della media mobile su 8 ore per ciascun anno nei punti di misura del territorio regionale:

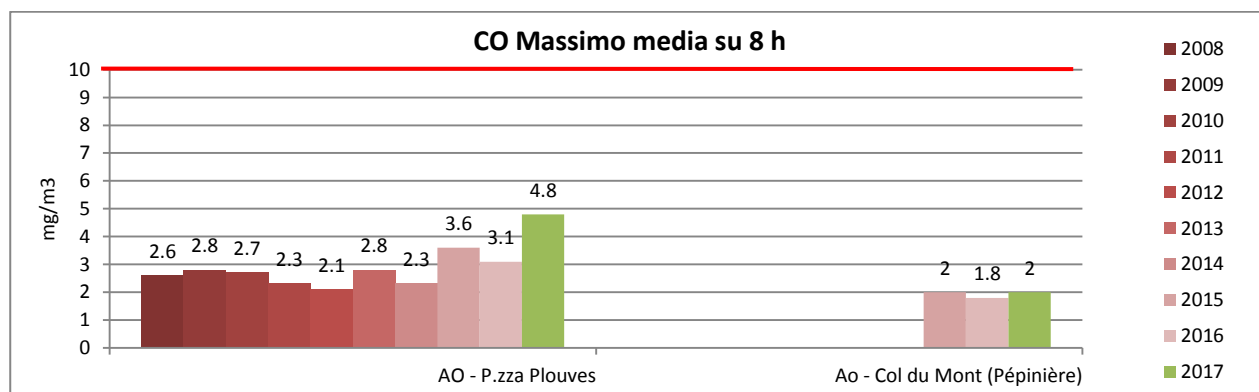


Figura 35 – Serie storica relativa al massimo della media mobile calcolata su 8h. In rosso il valore limite previsto pari a 10 mg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Come è possibile osservare, il valore limite relativo al massimo della media mobile calcolata su 8h non è stato superato negli ultimi 10 anni in nessun punto di misura della rete regionale. Da diversi anni questo inquinante non rappresenta una criticità per il territorio valdostano.

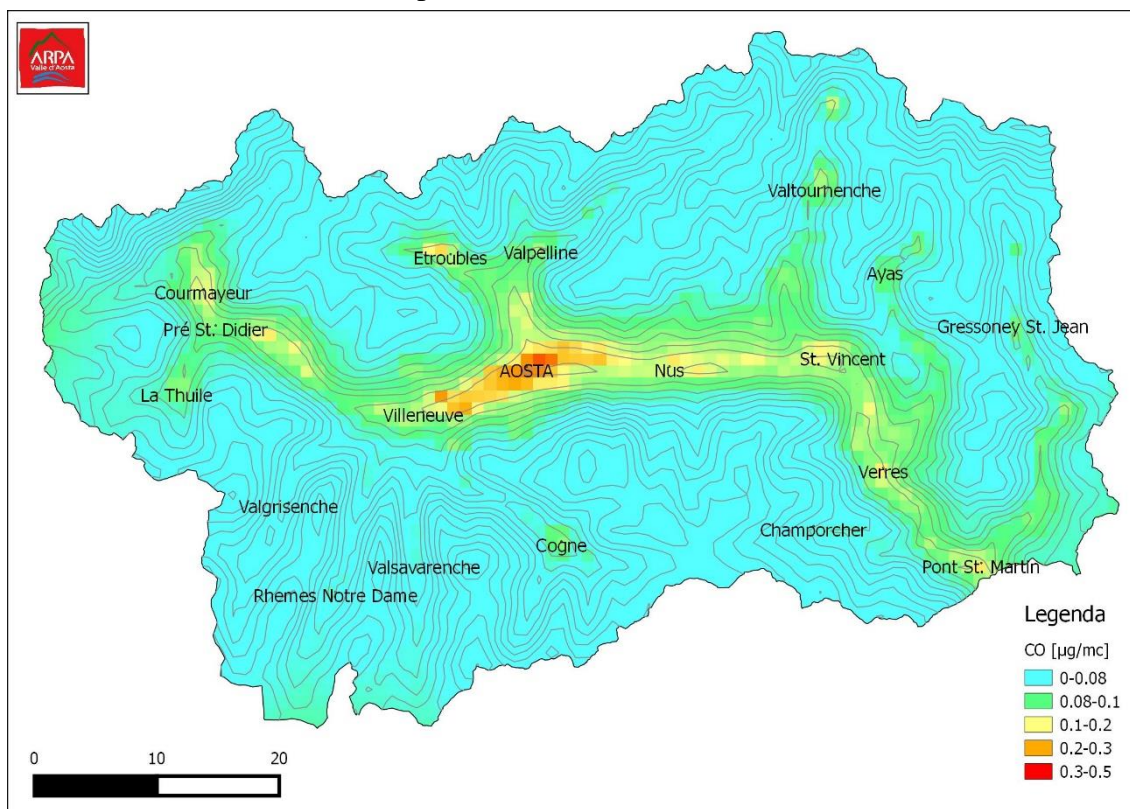
<sup>4</sup> **Media mobile 8 ore:** La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

C. Tarricone/ sez.Aria e Atmosfera



Nel 2014, nell'ottica della razionalizzazione della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria e a fronte di una serie storica di valori ampiamente sotto il valore limite, è stata disattivata la stazione di Morgex. La stazione industriale di Aosta - via I Maggio è stata spostata nell'area della Pépinière in via Col du Mont per consentire la costruzione di un parcheggio. La stazione di Ao -Col du Mont/Pépinière registra valori medi annui in linea con i livelli urbani.

### 2.9.6 Risultati da modellistica di dispersione



Le concentrazioni medie annuali simulate di monossido di carbonio risultano più elevate in corrispondenza dei centri abitati valdostani.

### 2.10 Benzene

Il benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) è un inquinante primario, le cui principali sorgenti di emissione sono i veicoli alimentati a benzina (gas di scarico e vapori di automobili e ciclomotori), gli impianti di stoccaggio e distribuzione dei combustibili, i processi di combustione che utilizzano derivati dal petrolio e l'uso di solventi contenenti benzene. Gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% viene immesso nell'aria con i gas di scarico e il 15% rimanente per evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento. La tossicità del benzene per la salute umana risiede essenzialmente nell'effetto oncogeno accertato.

Il benzene è una sostanza classificata dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo). Esposizioni a lungo termine a concentrazioni relativamente basse possono colpire il midollo osseo e causare leucemie, quelle a breve termine ad alti livelli possono provocare sonnolenza e perdita di coscienza. Per tale motivo la normativa prevede un valore limite per la protezione della salute umana.

C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera

### 2.10.1 Livelli di riferimento

La normativa definisce un valore limite sulla media annua come riportato nella tabella seguente:

|  | RIFERIMENTO  | PARAMETRO     | VALORE LIMITE<br>Dlgs.155/2010 |
|--|--|---------------|--------------------------------|
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub><br>benzene | Valore limite per la protezione della salute umana | Media annuale | 5 µg/m <sup>3</sup>            |

### 2.10.2 Metodi di misura

Norma tecnica di riferimento: UNI EN 14662, parti 1, 2 e 3, “Qualità dell’aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di benzene”.

Principio di misura: gascromatografia

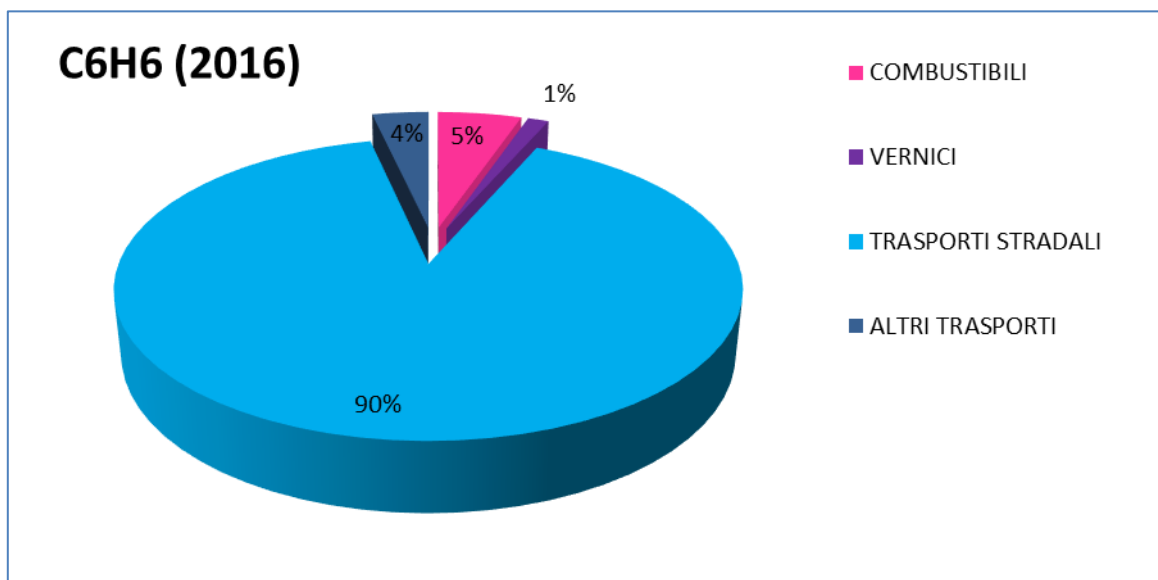
Modalità di funzionamento: il monitoraggio del benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) viene realizzato mediante strumentazione automatica (analizzatore BTEX) che effettua il campionamento dell’aria ambiente con frequenza di un quarto d’ora e successiva analisi gascromatografica.

### 2.10.3 Siti di misura

Il Benzene viene misurato nel sito di:

- Aosta piazza Plouves (fondo urbano)

### 2.10.4 Inventario delle emissioni



L’Inventario regionale delle emissioni in atmosfera stima che i trasporti stradali siano la maggior sorgente emettitrice di benzene.

### 2.10.5 Risultati delle misure

Nella figura seguente vengono presentati i livelli medi annui di Benzene del punto di misura di Aosta Piazza Plouves rilevati negli ultimi dieci anni:

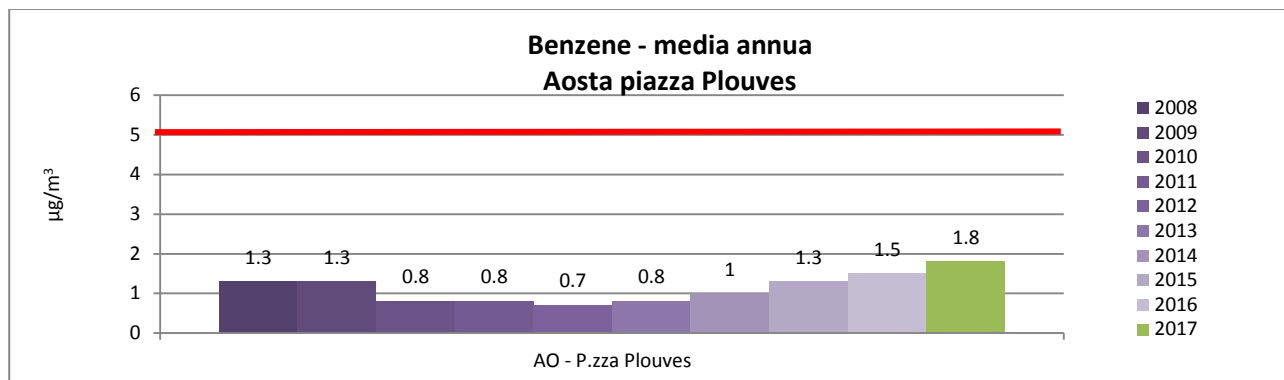
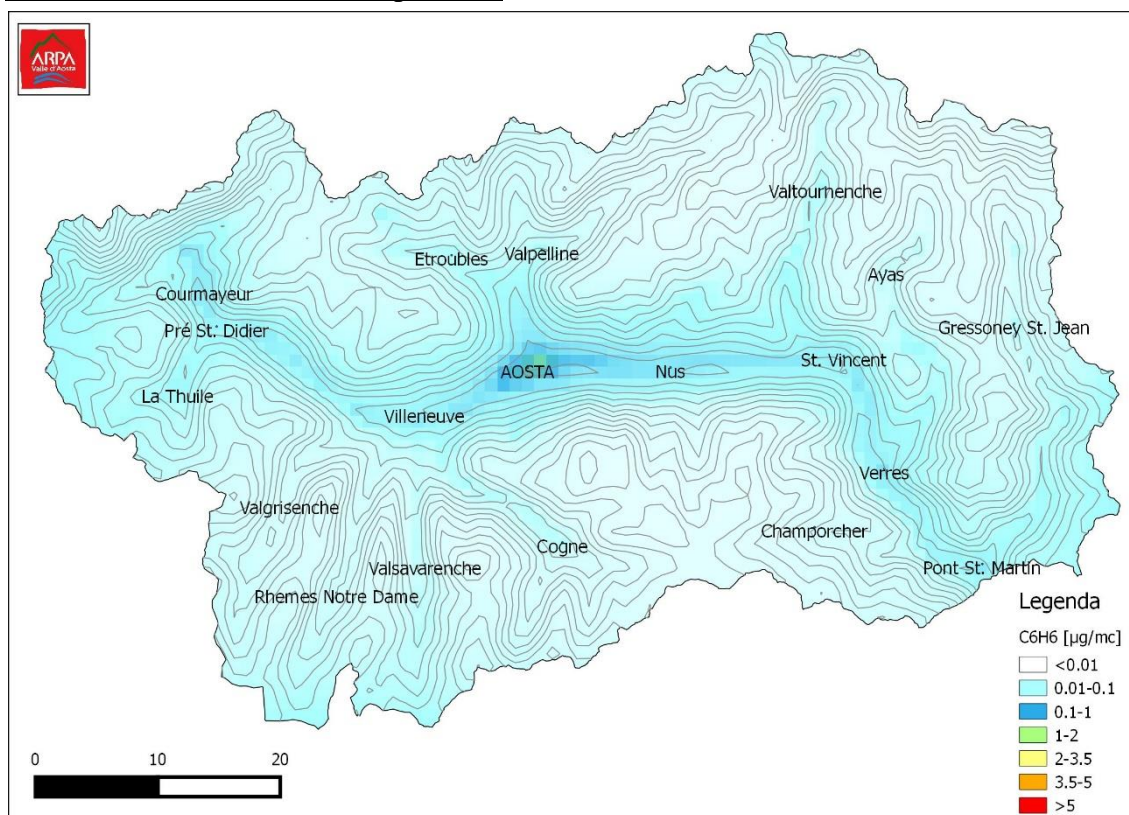


Figura 36 – Serie storica relativa alla media annua di Benzene. In rosso il valore limite previsto pari a 5 µg/m<sup>3</sup>. In verde i valori relativi all'ultimo anno.

Negli ultimi anni il valore di concentrazione di benzene è in continuo aumento, pur rimanendo sempre molto inferiore al limite previsto dalla normativa.

### 2.10.6 Risultati da modellistica di dispersione



C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera



---

La simulazione modellistica rileva delle concentrazioni medie annuali di benzene inferiori al limite normativo con area a maggior impatto corrispondente al bacino orografico di Aosta.

*C. Tarricone/ sez. Aria e Atmosfera*