



L'efficacia dei deposimetri nella stima delle emissioni diffuse di un impianto siderurgico

Rapporto Tecnico

Febbraio 2019



Pag / indice

| |
|--|
| 03 / Introduzione |
| 03 / Campagna di misura |
| 04 / Scelta dei punti di campionamento |
| 06 / Risultati – Deposizioni di metalli |
| 12 / Risultati – Deposizioni di microinquinanti organici |
| 14 / Risultati – Deposizioni di polveri |
| 15 / Conclusioni |
| 16 / Riferimenti normativi e bibliografici |

Gruppo di Lavoro

Campionamenti/Analisi

Mara Galletti
Andrea Pileri
Annarita Petrini
Fiorella Sebastiani
Ilaria Corbucci
Nicolò Corvi
Marco Pompei
Giancarlo Caiello

Redazione

Mara Galletti
Caterina Austeri
Ilaria Corbucci

Versione

Rev. 0

Visto

Dott.ssa Donatella Bartoli

Introduzione

La Conca Ternana, sito di storici insediamenti industriali, in prevalenza nei settori siderurgico e chimico, rappresenta una delle aree più antropizzate del Centro Italia. Una delle maggiori criticità è rappresentata dall'abbondanza di metalli pesanti, in particolare Cromo e Nichel, caratteristici dell'attività siderurgica della zona. La concentrazione di questi metalli risulta elevata in tutte le matrici ambientali della Conca e subisce un incremento man mano che ci si avvicina al Polo Siderurgico. Una via di ingresso di questi metalli nel territorio circostante al complesso siderurgico è rappresentata dalle emissioni in atmosfera, sia convogliate che diffuse; infatti la produzione dell'acciaio è caratterizzata da molte fasi del processo che provocano l'emissione di fumi e polveri, quali la fusione del rottame di acciaio, l'affinazione dell'acciaio liquido, la movimentazione e il trattamento di materiali polverulenti come le scorie di fusione e alcune di queste non sono di facile captazione con il risultato che si disperdono nell'ambiente circostante. Lo studio delle deposizioni atmosferiche può risultare un utile strumento di valutazione delle emissioni diffuse e fuggitive. Già dal 1998 sono in atto campagne di monitoraggio volte a definire l'entità del fenomeno e valutarne la variazione nel tempo. In questo studio vengono presentati i risultati di una campagna intensiva svolta tra il 2016 e il 2017 nell'ambito della quale sono stati portati da 4 a 7 i punti di monitoraggio delle deposizioni nella Conca Ternana.

Campagna di misura

La campagna di monitoraggio è stata effettuata mediante l'utilizzo di deposimetri di tipo "bulk", costituiti da una bottiglia di raccolta e da un sovrastante imbuto a parete cilindrica, sostenuto in posizione verticale, la cui superficie è libera da ingombri così da intercettare tutte le polveri e le precipitazioni. Si tratta di sistemi di campionamento di tipo "passivo", che non necessitano di alimentazione elettrica, in grado di raccogliere la polvere sedimentabile dall'atmosfera.

I deposimetri consentono di stimare sul lungo periodo la deposizione delle polveri totali che si posano su una specifica area per effetto della forza di gravità. Installando gli strumenti in diverse postazioni è possibile valutare l'impatto delle polveri prodotte e fare delle stime sulla ricaduta al suolo. Come detto nell'introduzione, nel corso di questa campagna di misura, svolta nel periodo agosto 2016 - marzo 2017, il numero dei punti di campionamenti sono stati portati da 4 a 7 e l'ubicazione dei nuovi punti è avvenuta sulla base di uno studio di simulazione della dispersione in aria delle emissioni dell'acciaieria svolto da ARPA Valle d'Aosta nell'ambito del *"Progetto per la valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria provocati dagli stabilimenti di produzione dell'acciaio"*, condotto dalle Agenzie Regionali di Protezione ambientale di Umbria, Valle d'Aosta e Veneto [1]. I campioni sono stati raccolti con frequenza mensile ed in essi sono stati determinati, con la stessa cadenza, i livelli dei metalli e degli idrocarburi policiclici aromatici, IPA, e con periodicità trimestrale i livelli di policlorodibenzodiossine e policlorodibenzofurani, PCDD/F, e policlorobifenili, PCB.

Scelta dei punti di campionamento

Lo studio di simulazione, condotto con il modello MicroSPRAY, ha consentito di calcolare la deposizione secca di PM10 dalle varie sorgenti considerate, per gli scenari meteo tipici. Nel caso di Terni sono stati considerati uno scenario meteo tipicamente invernale, con calma di vento, e uno scenario meteo tipicamente estivo, in regime di brezza, caratterizzato da ventilazione moderata che cambia direzione tra ore diurne e notturne. Le sorgenti considerate sono quelle convogliate emesse dai camini e quelle diffuse emesse dalla “rampa scorie”.

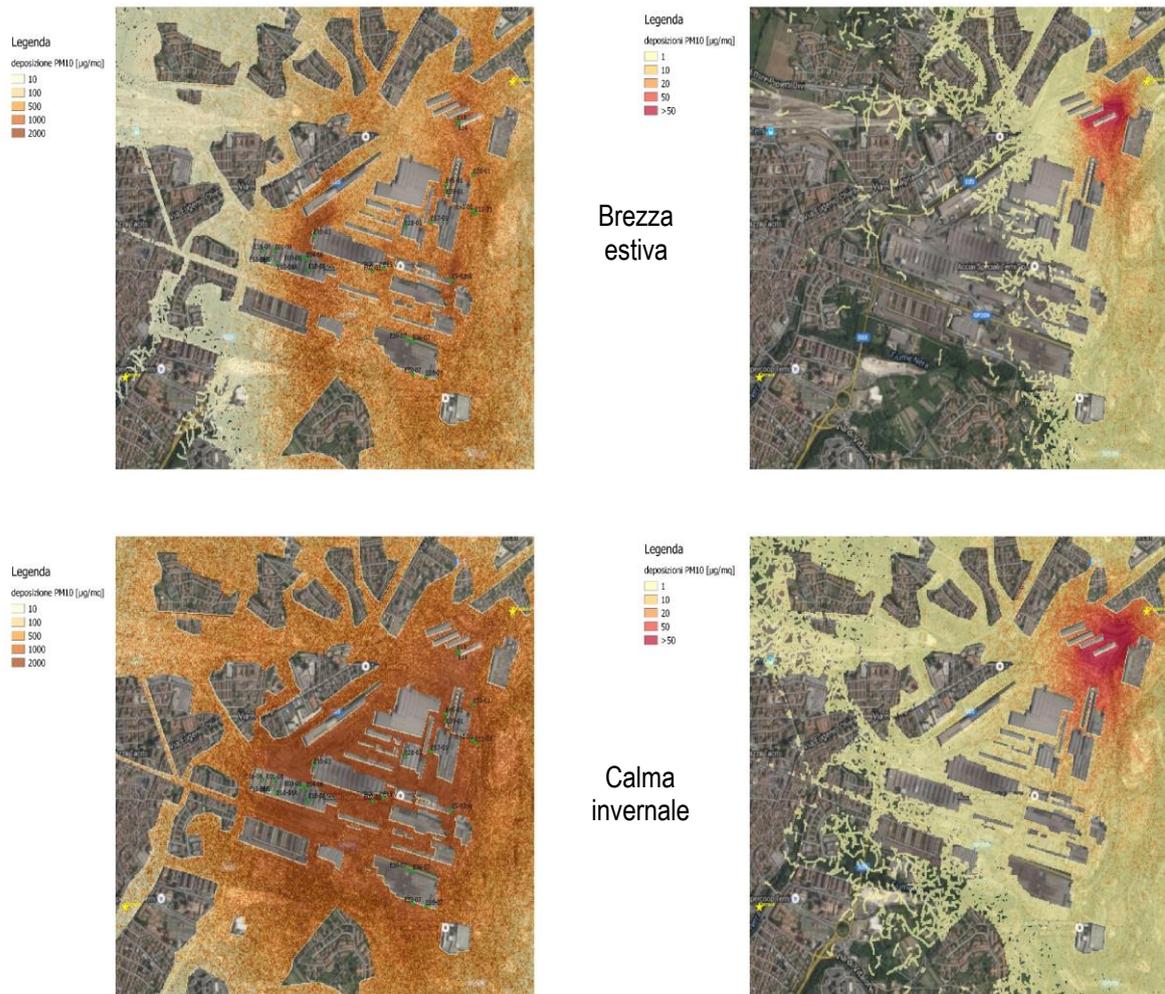


Figura 1. Deposizioni di PM10 – emissioni convogliate dai camini e diffuse dalla rampa scorie per gli scenari meteo analizzati.

Dalla simulazione della ricaduta delle emissioni (Figura 1) si vede come in uno scenario meteo tipicamente invernale, con calma di vento, le ricadute delle emissioni investono il territorio circostante in modo “radiale”, mentre in uno scenario meteo tipicamente estivo, in regime di brezza, le ricadute delle emissioni investono il territorio circostante nelle direzioni Nord e Sud.

Sulla base di queste considerazioni si è ritenuto opportuno implementare il monitoraggio delle deposizioni con l'aggiunta di tre nuovi punti individuati nella zona esterna a Nord-Est dello stabilimento siderurgico, dove avvengono appunto i processi di trattamento della scoria (rampa scorie) posti a distanze crescenti dalla rampa stessa, per valutare anche quantitativamente come il fenomeno delle deposizioni atmosferiche diminuisca allontanandosi dalla sorgente.

I sette punti di monitoraggio delle deposizioni, descritti in Tabella 1, sono rappresentati sulla mappa della Conca Ternana in Figura 2.

Tabella 1. Descrizione dei punti di campionamento dei deposimetri.

| Punto di campionamento deposizioni | Distanza dal centro stabilimento (mt) | Direzione rispetto al centro stabilimento | Distanza dalla rampa scorie (mt) | Direzione rispetto alla rampa scorie |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|----------------------------------|--------------------------------------|
| Prisciano – rete (A) | 800 | NE | 330 | NE |
| Borgo Bovio (B) | 450 | NNO | 430 | NO |
| Via Vulcano (C) | 970 | NNE | 550 | N |
| Rocca S. Zenone (D) | 1.350 | NNE | 950 | N |
| Le Grazie – rete (E) | 2.600 | SO | - | - |
| Borgo Rivo – rete (F) | 4.300 | NO | - | - |
| Maratta – rete (G) | 5.500 | O | - | - |

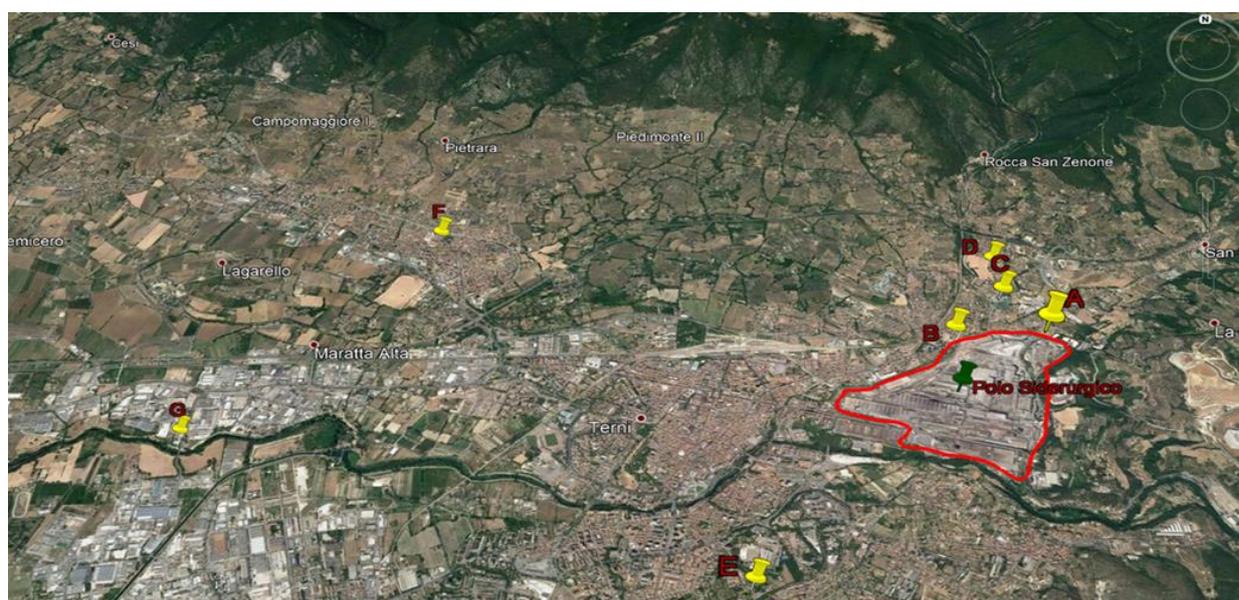


Figura 2. Mappa della Conca Ternana e punti di campionamento delle deposizioni.

Risultati – Deposizioni di metalli

Di seguito vengono riportati una serie di grafici relativi all'andamento delle concentrazioni dei metalli nei deposimetri posizionati nei punti della rete di monitoraggio. I dati riportati rappresentano i tassi di deposizione medi sul periodo di monitoraggio (agosto 2016-marzo 2017).

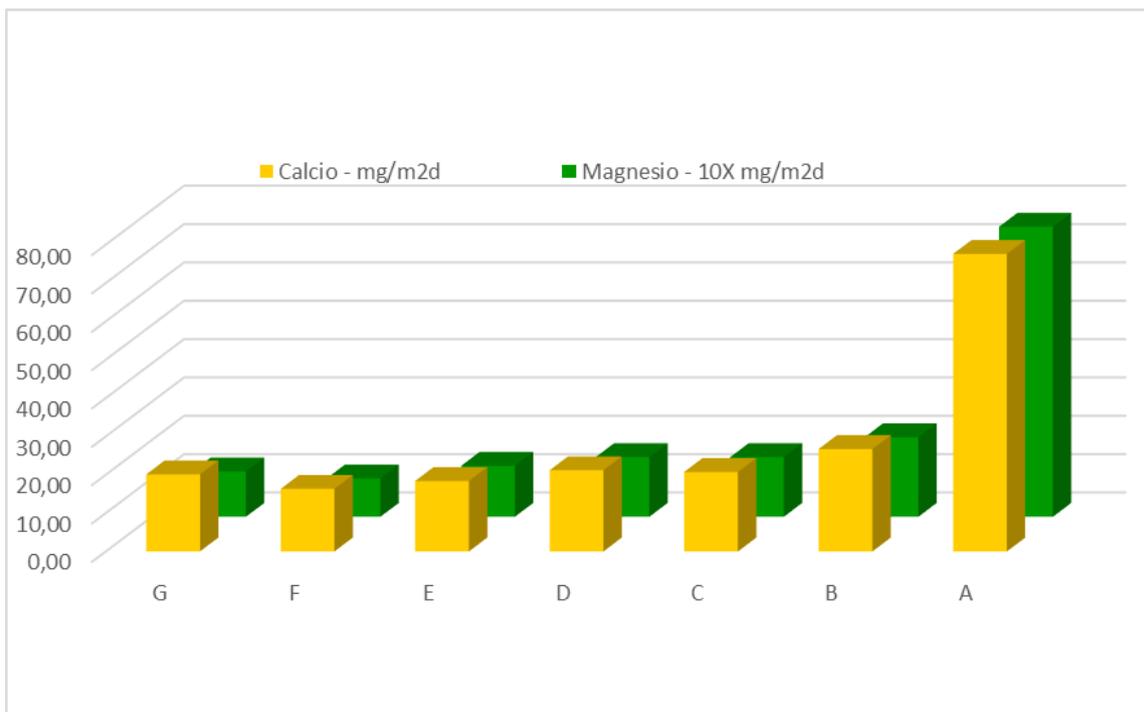


Figura 3. Andamento spaziale delle deposizioni medie di Calcio e Magnesio.

I dati mostrano che le deposizioni di Calcio e Magnesio, tipici metalli costituenti la scoria di fusione dell'acciaio, sono strettamente dipendenti dalla distanza rispetto al punto dello stabilimento siderurgico in cui si trova la "rampa scorie" e si riducono drasticamente allontanandosi da essa.

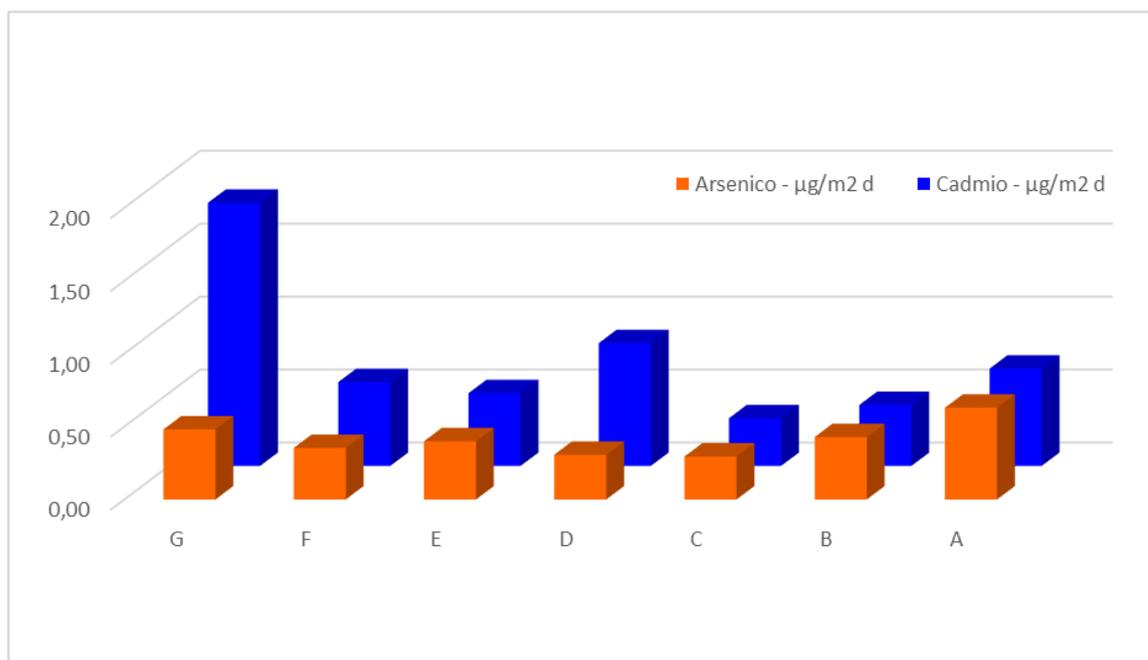
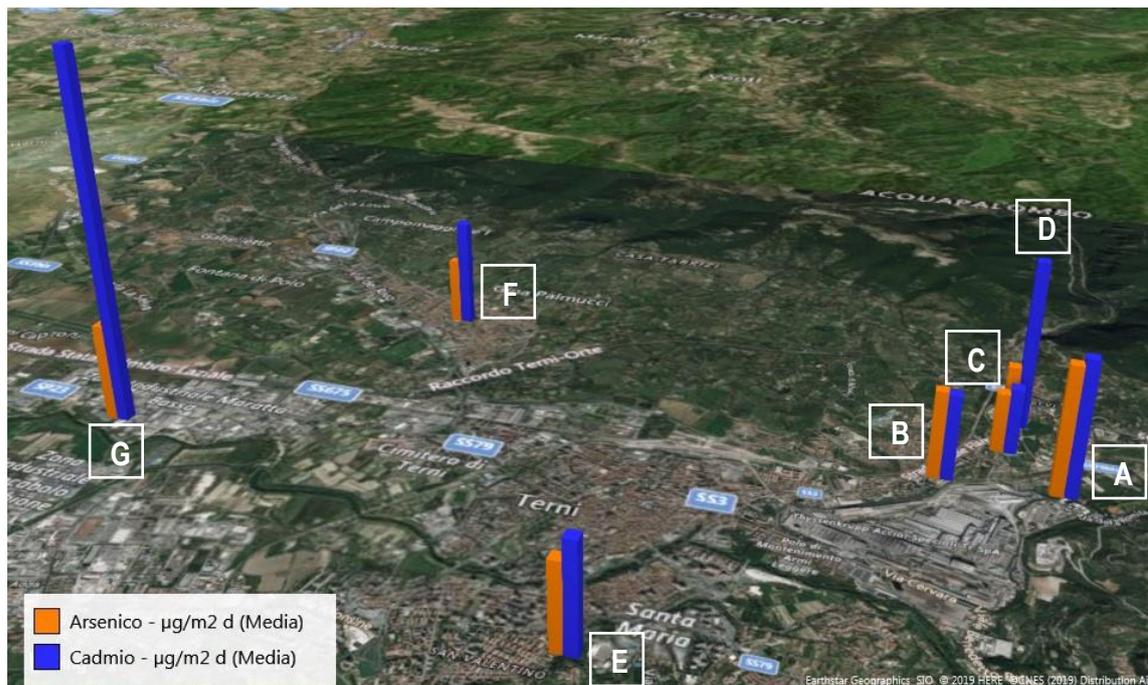


Figura 4. Andamento spaziale delle deposizioni medie di Arsenico e Cadmio.

L'andamento delle deposizioni di Arsenico e Cadmio è distribuito nei vari punti di monitoraggio della Conca Ternana, non evidenziando quindi un legame diretto con lo stabilimento siderurgico.

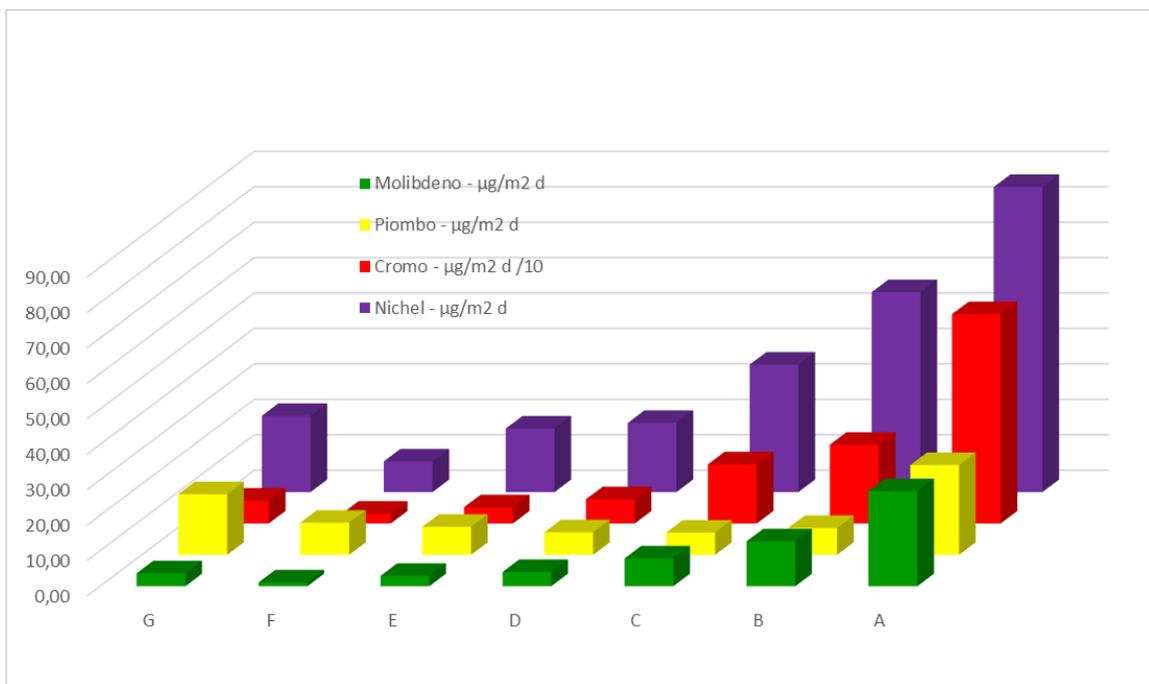
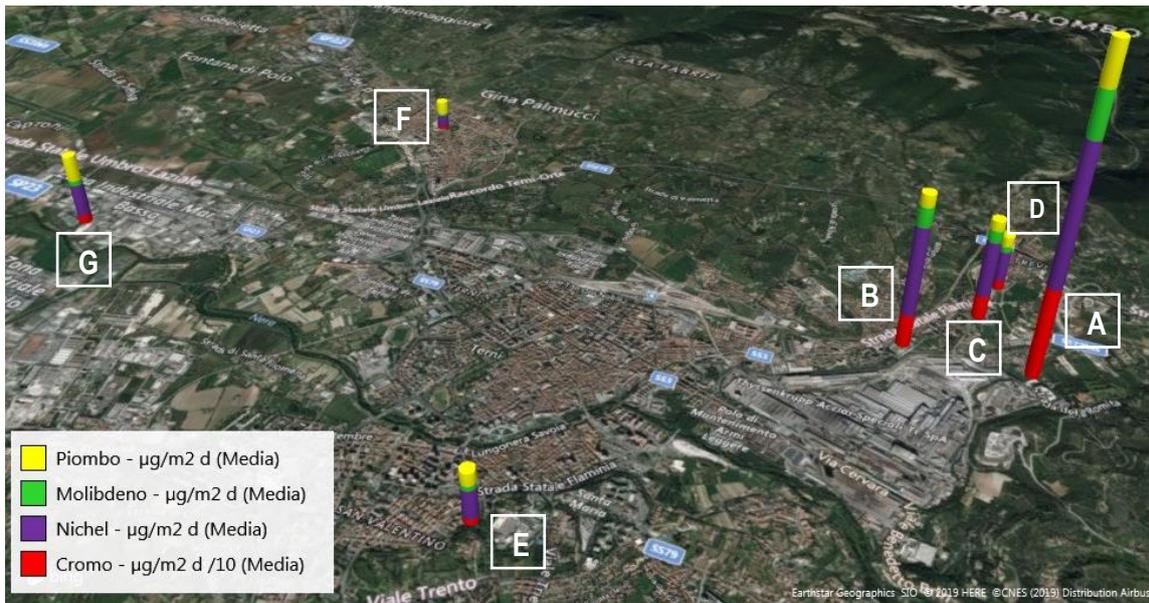


Figura 5. Andamento spaziale delle deposizioni medie di Molibdeno, Piombo, Cromo e Nichel.

Per Nichel, Cromo, Piombo e Molibdeno si osserva una diminuzione di deposizione allontanandosi dallo stabilimento siderurgico, molto evidente nel caso di Nichel e Cromo; per tutti i metalli si osserva un lieve aumento in corrispondenza del sito industriale di Maratta.

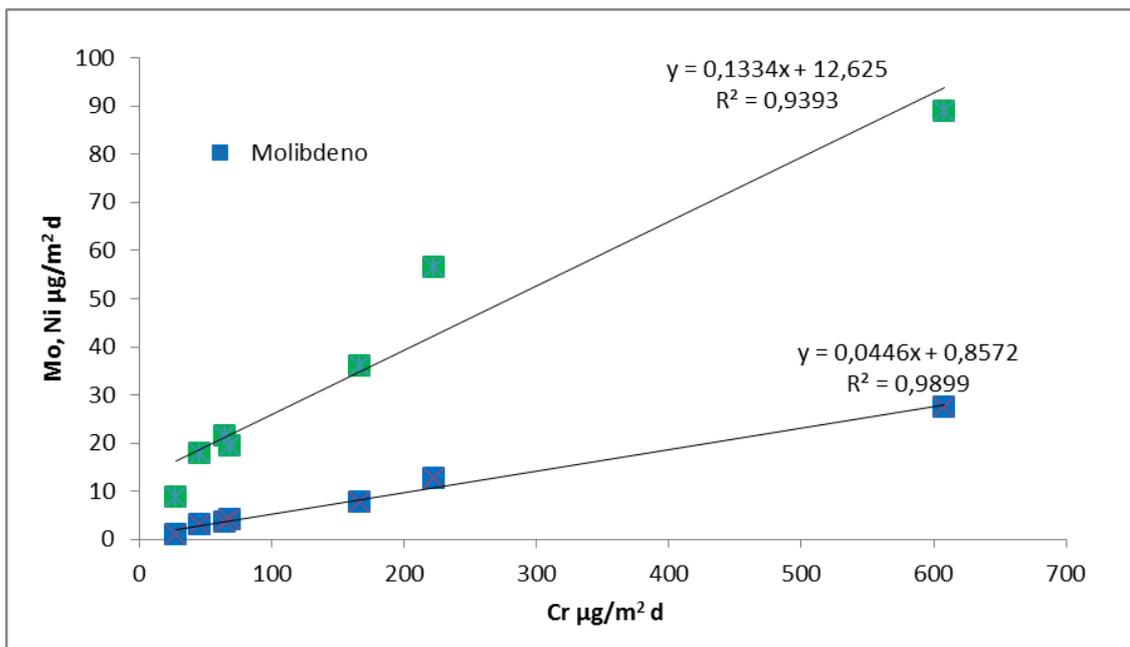


Figura 6. Correlazione delle deposizioni di Cromo-Molibdeno e Cromo-Nichel.

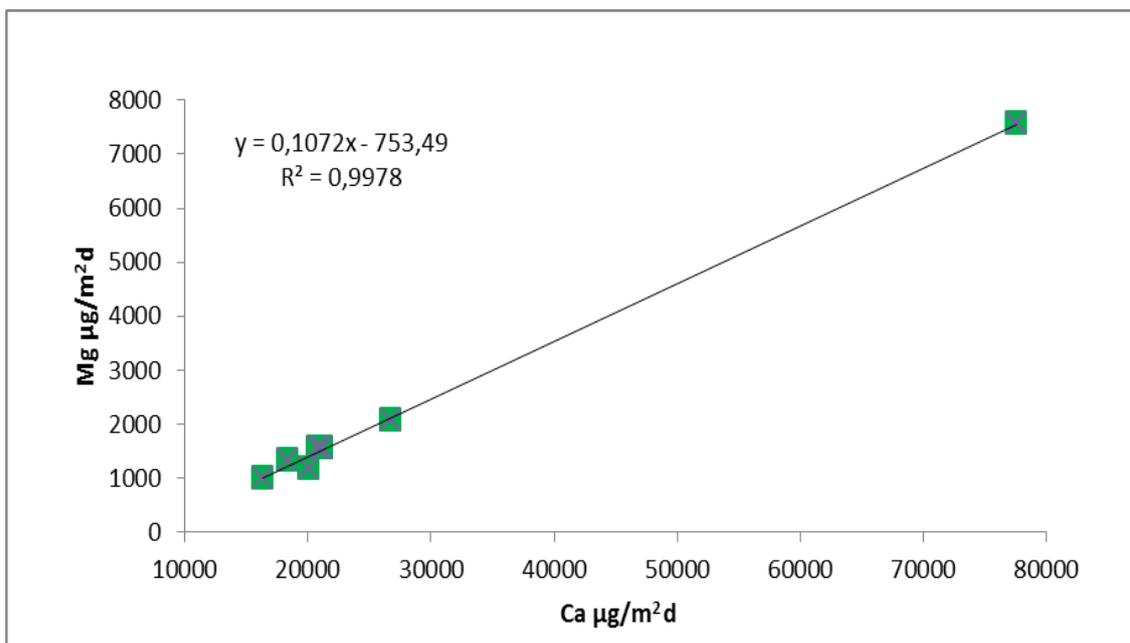


Figura 7. Correlazione delle deposizioni di Calcio-Magnesio.

Le correlazioni Cromo-Molibdeno e Cromo-Nichel sono molto elevate (rispettivamente R^2 pari a 0,9899 e 0,9393), così come quella tra Calcio e Magnesio (R^2 pari a 0,9978) evidenziano un forte legame tra questi metalli e dunque una comune origine.

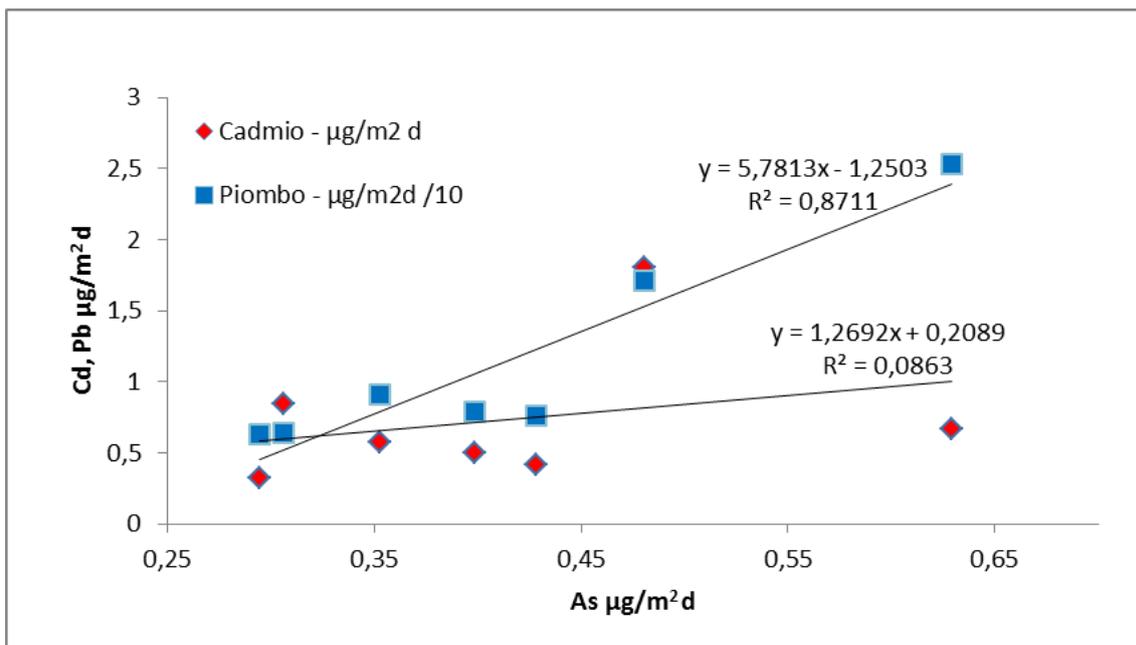


Figura 8. Correlazione delle deposizioni di Arsenico-Cadmio e Arsenico-Piombo.

Lo studio ha mostrato come le deposizioni di alcuni metalli (Ca, Mg, Cr, Ni e Mo) sono strettamente dipendenti dalla loro distanza dallo stabilimento siderurgico rampa scorie e sono anche ben correlate tra di loro a testimonianza dell'origine comune. Altri metalli quali Pb, Cd e As sono legati alla sorgente emissiva siderurgica, ma anche ad altre sorgenti emissive tipiche di un'area urbana, oltre a quella di incenerimento dei rifiuti, di conseguenza sono distribuite più omogeneamente sulla conca e aumentano in corrispondenza del sito di Prisciano (A) ma soprattutto di Maratta (G), dove sono collocati gli inceneritori.

Nei grafici seguenti vengono confrontati i tassi di deposizione dei metalli misurati nella Conca Ternana con quelli misurati nello stesso periodo e con la stessa metodologia in altri punti della Rete Regionale. Il confronto è stato effettuato per tipologie di sito: fondi urbano/rurale e industriale.

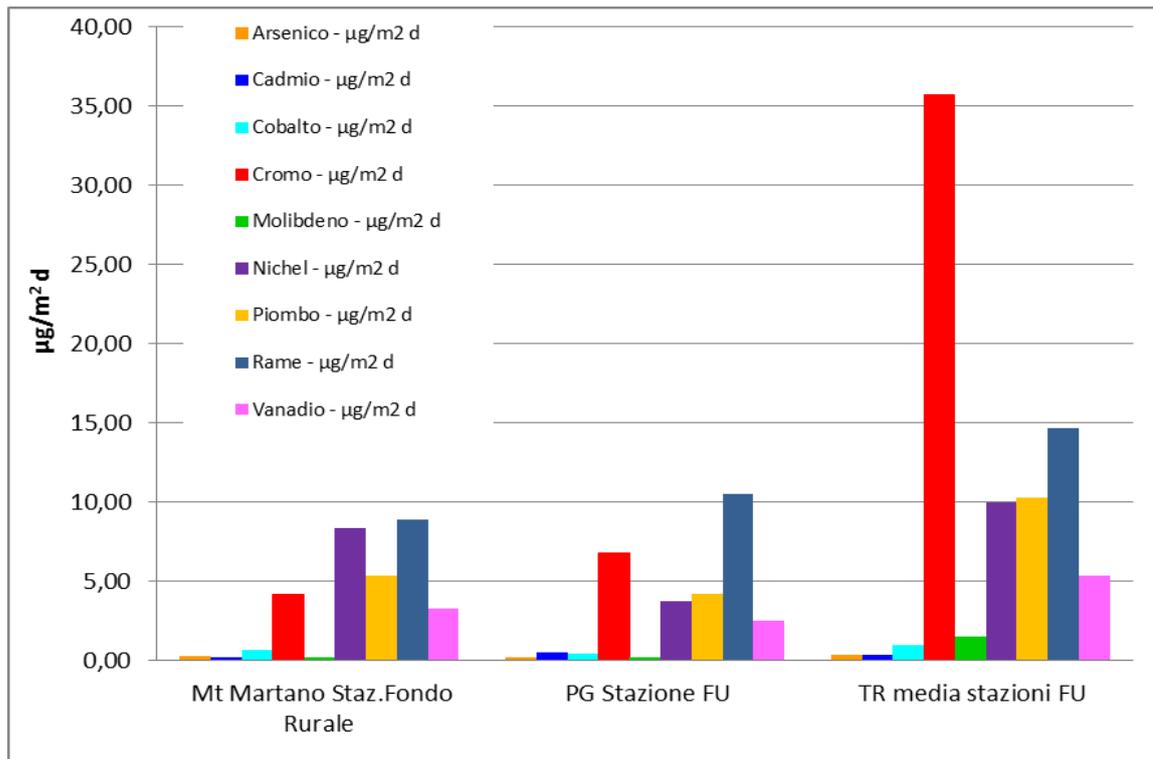


Figura 9. Deposizioni di metalli in siti di fondo urbano e rurale della regione Umbria.

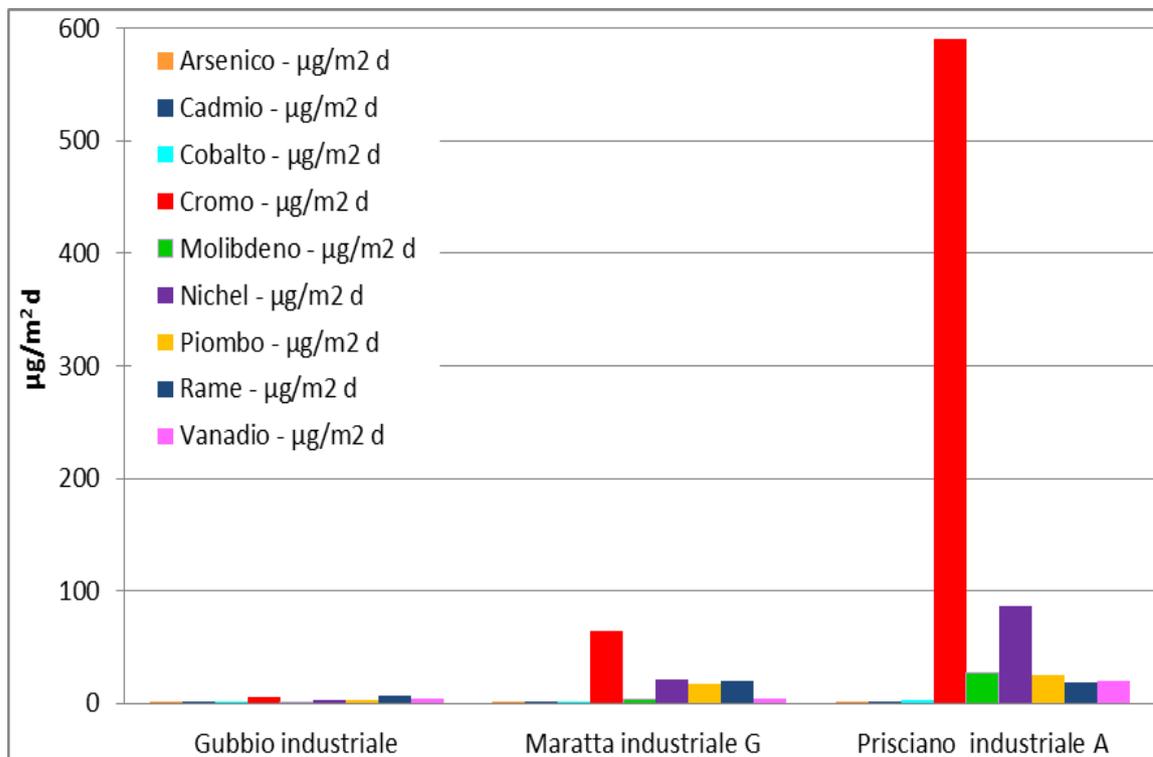


Figura 10. Deposizioni di metalli in siti industriali della regione Umbria.

I grafici sopra riportati mostrano come le deposizioni di metalli nella Conca Ternana siano ben più elevate sia per i siti industriali che di fondo urbano, soprattutto per Cromo e Nichel.

L'attuale normativa sulla qualità dell'aria, D.Lgs. 155/2010 [2] non prevede valori limite/obiettivo per le deposizioni atmosferiche, tuttavia possono essere presi a riferimento i valori soglia previsti in alcuni stati europei (Belgio, Croazia, Germania e Svizzera).

Tabella 2. Confronto dei valori medi annui delle concentrazioni di alcuni metalli nelle deposizioni atmosferiche della rete di monitoraggio Umbra con i valori guida indicati da alcuni paesi europei.

| | Valore guida ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ d}$) | | | | Valore medio 2016-2017 ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ d}$) | | |
|-----------|--|---------|----------|----------|--|----------------------|---------|
| | Belgio | Croazia | Germania | Svizzera | Terni Prisciano (A) | Terni Borgo Rivo (F) | Perugia |
| As | - | 4 | 4 | - | 0.7 | 0.4 | 0.2 |
| Cd | 20 | 2 | 2 | 2 | 0.6 | 0.5 | 0.6 |
| Ni | - | 15 | 15 | - | 88.4 | 27.8 | 3.8 |
| Pb | 250 | 100 | 100 | 100 | 26.4 | 7.5 | 4.3 |
| Zn | - | - | - | 400 | 251 | 132 | 152 |

Il confronto tra i valori soglia previsti in alcuni stati europei per i metalli nelle deposizioni e i dati rilevati nella regione Umbria confermano pienamente la peculiarità del sito ternano soprattutto per ciò che riguarda il Nichel.

Risultati – Deposizioni di microinquinanti organici

Il materiale particellare sedimentabile è in grado di trasferire il suo carico di PCDD/F alla vegetazione, all'acqua, agli edifici e a qualsiasi tipo di superficie per semplice deposizione secca, mentre le piogge sono in grado di depositare anche le particelle altrimenti sospese e in parte gli eventuali inquinanti presenti in fase gassosa. Questa modalità di immissione di PCDD/F nell'ambiente rappresenta uno dei principali meccanismi di contaminazione della catena alimentare. Per questo motivo, il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche di microinquinanti organici riveste particolare importanza nella valutazione dell'impatto sull'ambiente delle emissioni di PCDD/F da parte delle varie sorgenti. In figura 11 vengono rappresentate le concentrazioni medie di microinquinanti organici nelle deposizioni atmosferiche relative alla campagna 2016-2017 della regione.

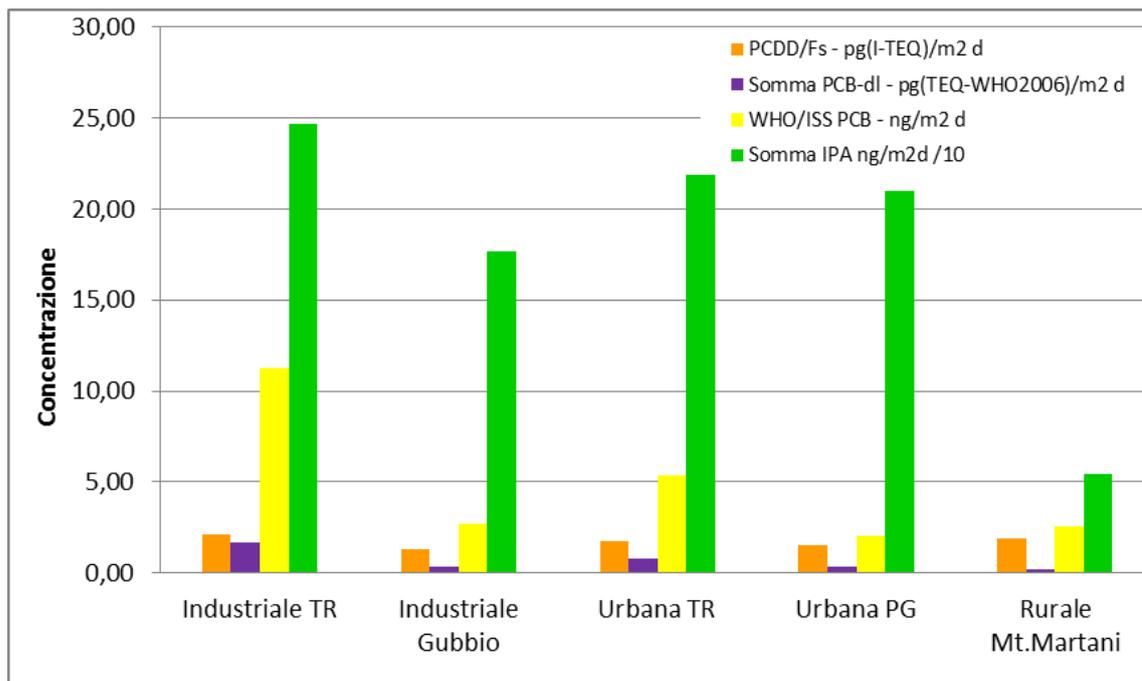


Figura 11. Deposizioni di microinquinanti organici in siti di fondo urbano, rurale e industriali della regione Umbria.

Tabella 3 Confronto tra le concentrazioni di PCDD/F nelle deposizioni atmosferiche della Conca Ternana e altre realtà Italiane [5].

| Concentrazioni di PCDD/F nelle deposizioni atmosferiche in Italia | pg I-TE/m ² d |
|---|--------------------------|
| Area Rurale (Mantova) | 1.28-2.71 |
| Area Urbana/industriale con inceneritore (Mantova) | 2.10-5.13 |
| Area industriale (Porto Marghera) | 15-2767 |
| Area Urbana con inceneritori (Regione Veneto) | 10-337 |
| Area Urbana con inceneritore (Rimini) | 0.75-3.7 |
| Area urbana con inceneritore (San Nicola di Melfi) | 2.33-4.47 |
| Area Industriale Taranto | 6.7-42 |
| Area Urbana-Industriale con Acciaieria e Inceneritore (Terni) | 0.5-4.0 |

A differenza dei metalli, le concentrazioni dei microinquinanti organici nelle deposizioni atmosferiche risultano più omogenee sul territorio regionale e anche tra area industriale e area urbana le differenze sono meno marcate in quanto tali inquinanti hanno origine, oltre che dai processi industriali, anche dal traffico veicolare e dal riscaldamento domestico.

Nonostante l'assenza di normative specifiche o di limiti di legge nazionali, esistono valori di riferimento sviluppati sulla base della valutazione del rischio per la popolazione esposta. In Belgio, per quanto riguarda PCDD/F e PCB-dl, è stato proposto un valore massimo di 8 pg I-TEQ/m²giorno e in Germania di 4 pg I-TEQ/m²giorno. La Francia [3], sulla base di uno studio particolareggiato che ha riguardato dati provenienti da piani di sorveglianza della qualità dell'aria in aree con presenza di impianti di incenerimento (1.113 punti di campionamento in prossimità di 49 impianti), ha stimato per tali aree livelli di PCDD/F nelle deposizioni atmosferiche compresi per la maggior parte dei casi tra 5 e 16 pg I-TEQ/m²d, concludendo che concentrazioni di PCDD/F inferiori a 5 pg I-TEQ/m²d possono essere considerati come valori di fondo urbano-industriale, mentre valori superiori a 16 pg I-TEQ/m²d sono indicativi di un contributo antropico di una fonte emissiva che va indagata con ulteriori campionamenti.

Quindi possiamo dire che, a differenza dei metalli, nel caso dei microinquinanti organici non vengono rilevate particolari criticità per ciò che riguarda le deposizioni atmosferiche.

Risultati – Deposizioni di polveri

La polverosità nella zona adiacente il polo siderurgico è nota ormai da anni, con il cosiddetto fenomeno delle “polveri di Prisciano”. ARPA già dai primi anni della sua attività ha avviato un monitoraggio delle deposizioni di polveri totali nel sito di Prisciano, prossimo allo stabilimento, ed in un secondo sito di confronto, non soggetto alle ricadute delle polveri; il monitoraggio, interrotto per alcuni anni, è stato poi riattivato permette di valutare la serie storica.

L'attuale normativa sulla qualità dell'aria (D.Lgs. 155/2010) non prevede valori limite/obiettivo per le deposizioni di polveri; tuttavia con la legge 615/66 (legge antismog, ormai abrogata) il Ministero della Sanità aveva istituito una Commissione di studio per raccomandare dei limiti per le polveri sedimentabili [4], che può essere preso a riferimento. Tale commissione propose cinque classi di polverosità, riepilogate in Tabella 4.

Tabella 4. Classificazione polverosità secondo Ministero dell'Ambiente.

| Classe di polverosità | deposizione mg/m ² /giorno | Descrizione Classe di polverosità |
|-----------------------|--|-----------------------------------|
| I | <100 | Praticamente assente |
| II | 100-250 | Bassa |
| III | 251-500 | Media |
| IV | 501-600 | Medio-alta |
| V | >600 | Elevata |

Nel grafico di figura 12 sono riportati i tassi di deposizione media annua della stazione industriale di Prisciano con quelle del sito di confronto (fondo urbano), dal 1998 al 2017.

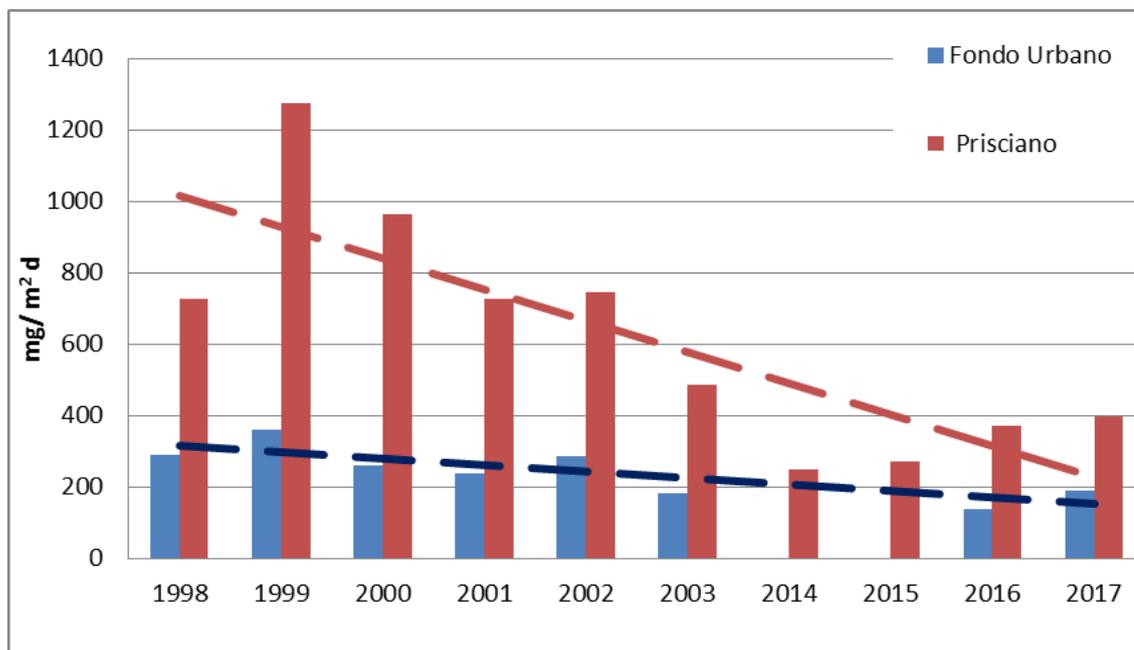


Figura 12. Andamento temporale del tasso gravimetrico medio annuo di polveri sedimentabili nelle stazioni di Prisciano (industriale) e di fondo urbano.

Il grafico mostra che, dopo l'aumento di polverosità verificatosi nel 1999 nella stazione prossima allo stabilimento, si assiste ad una graduale diminuzione della stessa, in misura ridotta si registra un andamento analogo anche nella stazione di fondo urbano. Il decremento può essere in parte correlato a fattori meteorologici, ma anche alla messa in esercizio di impianti di abbattimento delle emissioni, soprattutto diffuse della "rampa scorie" avvenuta tra il 2000 e il 2001. Ciò nonostante il sito industriale risulta ancora una zona con polverosità medio-alta, collocandosi in classe III contro classe II del fondo urbano nel 2017.

Conclusioni

La misura dei tassi di deposizione rappresenta uno strumento particolarmente utile per valutare la contaminazione da fall-out di inquinanti organici persistenti quali PCDD/F, PCB, IPA e di metalli; in tal modo è possibile stimare la contaminazione di suoli agricoli e il conseguente accumulo nella catena alimentare.

Nel caso specifico, l'impiego dei deposimetri si è rivelato anche un metodo efficace per definire l'impatto delle attività dell'acciaieria sulla Conca Ternana. L'impatto ambientale delle acciaierie nella Conca Ternana risulta particolarmente evidente per i metalli marker della produzione dell'acciaio inossidabile, in particolare per Nichel e Cromo, e in misura minore anche per altri metalli costituenti degli acciai (Molibdeno, Manganese e Ferro) e per i metalli contaminanti del rottame (Arsenico, Cadmio e Piombo). Per ciò che riguarda IPA e PCDD/F, l'impatto delle emissioni delle acciaierie è poco visibile anche nei siti di massima ricaduta, ed

è paragonabile a quello del fondo urbano, mentre i PCB sono ben correlati con l'attività industriale. I dati storici sulla polverosità nel sito di Prisciano dimostrano che negli anni si è avuto un miglioramento misurabile anche sperimentalmente, ma che permane una classe di polverosità medio-alta.

Riferimenti normativi e bibliografici

[1] *“Progetto per la valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria provocati dagli stabilimenti di produzione dell'acciaio”*, ARPA Umbria, Valle d'Aosta e Veneto
<http://www.arpa.umbria.it/pagine/limpatto-ambientale-delle-acciaierie-sulla-qualita>.

[2] Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 (So n. 217 alla Gu 15 settembre 2010, n. 216) *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*.

[3] Environmental surveillance of incinerators: 2006-2009 data on dioxin/furan atmospheric deposition and associated thresholds. Françoise Bodéan, Pascale Michel, Lise Cary, Aurélien Leynet, Patrice Piantone.

<https://hal-brgm.archives-ouvertes.fr/hal-00664430/document>

[4] Classificazione della polverosità secondo il documento elaborato dal Ministero dell'Ambiente.

www.va.minambiente.it/File/Documento/3945

[5] http://www.arpa.veneto.it/arpav/chi-e-arpav/file-e-allegati/dap-padova/termovalorizzatore-di-san-lazzaro/relazioni-deposimetri/RelazioneRicadutePOPS_SanLazzaro_2015_Rev1.