

"La caratterizzazione chimica del Particolato Atmosferico"

Giornate di studio e aggiornamento interagenziale

organizzato da Arpa Sicilia e Arpa Friuli Venezia Giulia
(evento inserito nel Catalogo unico formativo SNPA – AssoARPA)

II edizione

Palermo 16-17 aprile 2019

Raccolta abstract a cura di Anna Abita e Giuseppe Cuffari

Anna Abita
ARPA Sicilia

La caratterizzazione chimica del PM nelle ARPA: stato dell'arte nel SNPA

Il Source Apportionment (SA) è una metodologia che consente di ottenere informazioni quantitative sulle sorgenti inquinanti che influenzano la QA, in aggiunta e a supporto a quelle derivanti dall'inventario delle emissioni, esplicitamente previsto dal D.Lgs. 155/2010. La stima quantitativa delle sorgenti inquinanti e le conseguenti misure di riduzione alle sorgenti, costituiscono un aspetto fondamentale per il miglioramento della QA sia a scala locale che regionale. Per l'applicazione del SA, particolarmente utilizzato nello studio del particolato, è necessaria una più approfondita speciazione chimica del PM, ben oltre le sostanze previste dal D.Lgs. 155/2010 (Pb, Ni, Cd, As, benzo(a)pirene).

Pertanto, in sintonia con quanto previsto all'art.1 della legge 132/2017, che istituisce il SNPA al fine di assicurare omogeneità ed efficacia all'esercizio dell'azione conoscitiva su tutto il territorio nazionale, si è valutato lo stato dell'arte nel SNPA in tema di caratterizzazione chimica sul PM.

Dai dati rilevati, a cui ha contribuito tutto il SNPA ad eccezione di ARPAC, APPA Trento e ISPRA, si deduce che 17 Agenzie su 19 effettuano determinazioni aggiuntive sul particolato, rispetto a quelle previste dalla norma. Più del 60% delle ARPA determina regolarmente Cr, Mn, V e Cu e altri IPA oltre il benzo(a)pirene. Solo il 40% delle Agenzie invece effettua la determinazione della composizione ionica e del carbonio organico ed elementare con una frequenza regolare in poco più del 20% delle Agenzie. Le determinazioni aggiuntive vengono maggiormente effettuate nelle stazioni di FU e T; in minor misura FS e I. Inoltre il 50% delle Agenzie effettua una determinazione dimensionale del particolato soprattutto in stazioni di FU.

Elaborazioni statistiche sui dati di caratterizzazione chimica vengono effettuate dal 40% delle Agenzie, di cui più del 60% in house; il resto avvalendosi di collaborazioni con Enti di ricerca e/o Università. La statistica descrittiva classica (uni variata) e la PCA sono le tecniche utilizzate dal 60% delle ARPA.

E' evidente quindi una situazione non omogenea sul territorio nazionale, anche dettata da esigenze specifiche dei territori (superamenti PM10 nell'area padana). Ciononostante si registra che l'80% delle Agenzie ha in cantiere progetti per l'implementazione della caratterizzazione chimica del particolato e per studi di SA, in coerenza con le valutazioni sugli effetti sulla salute dell'OMS, che peraltro suggerisce un valore soglia per la protezione della salute di 20 µg/m3, espresso come media annua delle concentrazioni giornaliere.

Cristina Colombi
ARPA Lombardia

La caratterizzazione chimica del PM in ARPA Lombardia: esperienze di Chemical Mass Balance

La conoscenza delle diverse sorgenti di emissione di particolato atmosferico (PM) e del loro contributo ai livelli di PM nell'aria ambiente costituisce un elemento fondamentale per la pianificazione delle azioni volte al controllo ed al miglioramento della qualità dell'aria. La valutazione quantitativa del contributo delle sorgenti, primarie e secondarie, alle concentrazioni di PM rilevate con i campionamenti dell'aria è l'oggetto dell'analisi comunemente definita source apportionment. Questo tipo di analisi può essere condotta con approcci di diverso tipo ma sostanzialmente appartenenti a due distinte categorie: l'approccio orientato alla fonte e l'approccio orientato al recettore. In particolare, tra i modelli al recettore si possono distinguere i modelli single sample e i modelli multivariati. I modelli del primo tipo si propongono di individuare sia il numero di sorgenti, con i relativi profili di composizione del particolato emesso, sia i loro contributi sulla base dell'intero insieme di campioni di PM disponibili. I modelli a singolo campione, invece, richiedono in ingresso, oltre alla concentrazione ed alla composizione chimica del particolato, anche i dati relativi ai profili di emissione delle sorgenti conosciute ed eseguono l'analisi procedendo alla quantificazione del contributo delle sorgenti distintamente per ciascun singolo campione di PM. Il presente lavoro si pone l'obiettivo di illustrare il modello a recettore a bilancio di massa CMB8.2 (U.S. E.P.A., 2004a. EPA-CMB8.2 Users Manual. EPA-452/R-04-011, Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, www.epa.gov/scram001).

Andrea Mistaro
ARPA Friuli Venezia Giulia

**L'analisi multivariata nella caratterizzazione chimica del PM:
Exploratory Data Analysis (PCA etc.) e metodi di classificazione (SIMCA etc)**

Verranno trattate alcune tecniche di Exploratory Data Analysis (uni-, bi- e soprattutto multivariate) utili alla caratterizzazione chimica del PM, come i rapporti diagnostici tra metalli e tra congeneri IPA e i relativi time- e cross-plots. Verranno soprattutto illustrate le premesse teoriche dell'analisi multivariata, con particolare riguardo ai metodi "proiettivi" (come l'Analisi delle Componenti Principali, PCA) e alle tecniche di classificazione (come la SIMCA). Verranno poi illustrati, a mo' di esempi applicativi e con fini didattici, alcuni risultati ottenuti applicando queste tecniche alla caratterizzazione chimica del PM₁₀ della regione FVG per il quadriennio 2014-17. Tali tecniche consentono infatti di estrarre una notevole quantità di informazione latente negli ampi dataset ambientali prodotti dalle nostre Agenzie (purché questi siano realizzati monitorando un sufficiente numero di parametri analitici). Anche in assenza di marker specifici di ciascuna sorgente (nel nostro caso, il dataset è costituito da 11 elementi piuttosto comuni e 16 congeneri IPA), la numerosità campionaria e il carattere multivariato delle tecniche di data analysis impiegate permettono di identificare i pattern tipici delle principali sorgenti inquinanti sia di tipo urbano (traffico, riscaldamento domestico) che industriale (ad es.: un cantiere navale, una cokeria e due fonderie dal diverso processo produttivo). Noti questi pattern, diviene quindi possibile valutare la natura prevalentemente urbana o industriale di alcune stazioni di campionamento "questionabili". La successiva applicazione di tecniche di classificazione (SIMCA, nel nostro caso condotta in collaborazione con l'Università La Sapienza di Roma) permette di quantificare, in queste stazioni, la percentuale di campionamenti compatibili o meno con il pattern urbano o con quelli relativi alle vicine sorgenti industriali. I tools utilizzati permettono di estrarre dal dataset e visualizzare in maniera semplice (= facilmente comunicabile ai policy makers) l'informazione in essi latente, a fronte di una relativa facilità d'uso degli strumenti statistici, della semplicità delle informazioni in ingresso e della conseguente economia analitica in laboratorio (= nessuna linea analitica aggiuntiva rispetto a quelle necessarie per gli analiti cogenti). Nella sessione pomeridiana verranno condotte alcune dimostrazioni al PC "dal vivo" sull'utilizzo della PCA.

Laura Liguori
ARPA Friuli Venezia Giulia

Cluster Analysis

Hierarchical Clustering Analysis

Problema fondamentale dell'analisi di dati multivariati è la classificazione delle unità statistiche.

Il raggruppamento delle unità in classi omogenee, sulla base dei caratteri considerati, è un problema difficile da formalizzare in quanto si presenta in modo alquanto indefinito.

Le domande da porsi sono infatti: "cosa si intende per gruppo?", "in base a quali criteri un'unità statistica viene inserita in un gruppo e non in un altro?", "come e quanto distinguere un gruppo dall'altro?", "come oggettivare tutto?".

Si parlerà quindi *analisi dei gruppi* o clustering analysis, cercando di dare una panoramica sulla tecnica statistica e le sue applicazioni. Tra le varie tecniche/approcci si approfondiranno gli aspetti del clustering gerarchico con le sue possibili applicazioni nel trattamento statistico dei dati.

Fabiana Scotto
ARPA Emilia Romagna

Identificazione delle sorgenti del particolato tramite modelli a recettore (PMF)

La Positive Matrix Factorization (PMF) costituisce una delle tecniche di source apportionment più diffuse ed è stata utilizzata, a partire dagli anni 90, per indagare quali siano le principali sorgenti responsabili del particolato atmosferico rilevato in un determinato sito considerato “recettore”, valutarne l'importanza in termini di massa di particolato e di profilo chimico e conoscerne l'andamento temporale.

Durante l'intervento della mattina verrà illustrato brevemente il modello statistico sottostante questa tecnica e verrà descritto nei suoi aspetti principali il procedimento che permette di implementare una analisi PMF:

- predisposizione dei dati di input necessari (dati di concentrazione ed incertezze, specie chimiche da utilizzare, trattamento dei dati mancanti, ...)
- analisi preliminari dei dati (individuazione dati anomali, analisi esplorative delle serie storiche e dei rapporti tra le specie chimiche, categorizzazione delle variabili, ...)
- analisi della bontà del modello utilizzato (parametri statistici di fitting; interpretazione dei profili chimici e delle serie storiche dei fattori, chiusura del bilancio di massa dei fattori, ...);
- breve descrizione delle opzioni di rotazione e utilizzo vincoli;
- breve descrizione della stima dell'incertezza dei risultati.

Durante le esercitazioni del pomeriggio, verrà mostrato l'utilizzo del software EPA PMF 5.0 a partire da un esempio con dati reali, riprendendo gli argomenti descritti in mattinata.

Marco Pompei
ARPA UMBRIA

Identificazione di sorgenti di particolato atmosferico locali e a lungo raggio in Umbria

M. Angelucci¹, D. Cappelletti^{2,3}, S. Castellini², M. Galletti¹, B. Moroni², C. Petroselli², A. Petrini¹, A. Pileri¹, M. Pompei¹

¹ARPA Umbria

²Dip. di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università degli Studi di Perugia

³Dip. Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Perugia

Il lavoro analizza i dati di 37 parametri tra metalli, ipa, anioni e cationi, carbonio elementare e organico, analizzati nel particolato pm10 campionato in una postazione della rete regionale della qualità dell'aria di Terni – Carrara, stazione classificata da traffico ma in prossimità dell'insediamento produttivo Acciai Speciali Terni.

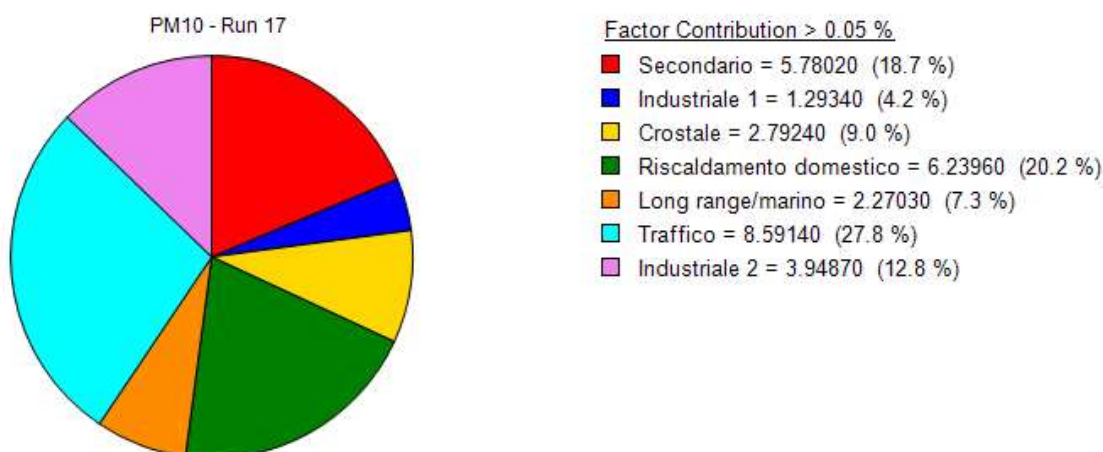
La campagna di campionamento condotta con campionatore ad alto volume (HVS) con prelievi di 24 h per 14 mesi (novembre 2015-dicembre 2016) per un totale di 75 campioni.

È riportato il confronto dei dati gravimetrici di PM10 e PM2.5 misurati con i campionatori a basso volume presenti nella stazione di monitoraggio Terni – Carrara e quelli misurati nella stazione di fondo regionale Monte Martano utilizzando analoga strumentazione.

È evidenziato l'aumento significativo delle concentrazioni sia di PM10 che PM2.5 in corrispondenza del periodo invernale nel sito di misura Terni – Carrara; oltre che da maggiori emissioni legate all'utilizzo dei riscaldamenti residenziali, questo aumento è favorito dalla collocazione del sito di misura, interno alla Conca Ternana, la cui conformazione orografica spinge gli inquinanti a stazionare nell'area della Conca e quindi ad accumularsi nei periodi di stabilità atmosferica

È stato effettuato uno screening statistico usando diagrammi di correlazione tra alcuni parametri caratterizzanti vari tipi di sorgenti al fine di avere informazioni utili alla successiva analisi statistica.

Quindi con il software PMF, versione 5.0, è stata eseguita analisi statistica su matrice di 75 campioni e 37 variabili (parametri analitici) che ha permesso l'identificazione di 7 tipi di sorgenti e il peso percentuale delle varie sorgenti identificate, come da diagramma sottostante:



Alessandra Nocioni
ARPA PUGLIA

Problematiche relative al monitoraggio di PM10, IPA, metalli e VOC in siti Indoor & Outdoor presso le scuole di un quartiere limitrofo ad uno Stabilimento siderurgico

Come previsto dal Piano di risanamento della qualità dell'aria di Taranto (adottato con D.G.R. n_1474 del 17_07_2012), Arpa Puglia comunica ai soggetti istituzionali interessati, inclusi il Comune di Taranto e la ASL TA, e alle aziende dell'area industriale tarantina, inclusa l'ex ILVA, quando sono previsti giorni definiti di "*wind-day*", definiti come giorni in cui la velocità del vento, misurata presso la postazione di QA sita presso Capo San Vito, supera il valore di 7 m/sec e proviene per almeno tre ore consecutive dal settore nord-occidentale (angolo compreso fra 270° e 360°). Nei cosiddetti *wind days*, l'agglomerato urbano si trova sottovento al polo industriale e tutti gli stabilimenti produttivi sono chiamati ad attuare specifiche misure volte alla riduzione delle emissioni inquinanti in atmosfera. Nel mese di ottobre 2017 si è verificato un importante evento di "*wind-day*", con effetti visibili ad occhio nudo, e sono stati Wind Days anche i successivi giorni 24 e 25 ottobre e nel mese di novembre. Durante gli eventi di Wind Days, il PM10 registrato dalle centraline della qualità limitrofe all'area industriale ha mostrato dei significativi incrementi, con picchi particolarmente alti in quelli più importanti (sino a 200 ug/m³) nella centraline ai *Tamburi* della rete di ILVA in via Orsini (esterna allo stabilimento siderurgico, alla quale sono applicabili i valori limite previsti dal D.Lgs. 155/2010), con conseguente superamento della media giornaliera normativa prevista per il PM10. Ovviamente, le centraline collocate all'interno dello stabilimento ILVA, dal quale il contributo di polveri proveniva, mostravano valori ancor maggiori (in particolare, per le centraline *Cokeria* e *Parchi*). A seguito di questo evento così significativo, è stato istituito un tavolo tecnico congiunto Arpa-Asl Taranto per la valutazione dell'esposizione a inquinanti aero-dispersi di origine industriale della popolazione tarantina e per l'implementazione della visualizzazione dei dati orari/biorari di PM10 sul sito di Arpa, oltre che dei sistemi previsionali. Sono state effettuate quindi, sia nel 2017 che nel 2018, numerose campagne di monitoraggio *Indoor & Outdoor* volte alla valutazione degli inquinanti aero-dispersi di origine industriale (IPA, PM10, PM2,5, Metalli, Composti Organici Volatili) nelle scuole Deledda, De Carolis e Gabelli del quartiere Tamburi, mediante l'uso di campionatori sequenziali portatili, i cui esiti sono stati poi confrontati con quelli ottenuti attraverso le rilevazioni nelle centraline fisse; in aggiunta, sono state effettuate alcune rilevazioni vento-selettive di provenienza per la valutazione sia dei metalli che dei microinquinanti organici (IPA, Diossine, PCB) nell'aria ambiente a Taranto, sempre nel quartiere Tamburi, finalizzate a valutare i contributi delle sorgenti industriali e di identificare la provenienza degli inquinanti ricercati da determinate sorgenti emissive.

L'Agenzia ha più volte puntualizzato come risulti, tuttora, rilevante il contributo delle emissioni di inquinanti da parte dell'impianto siderurgico nelle concentrazioni rilevate nei quartieri limitrofi all'area industriale, in particolare durante i cosiddetti "*wind-days*", e come il rispetto dei limiti normativi europei della qualità dell'aria, nelle stesse zone, non garantisca in alcun modo l'assenza di effetti lesivi sulla salute della popolazione.

**Di Biagio Katiuscia
Falgiani Annamaria**

ARPA Marche

Elaborazione statistica delle misure e delle analisi eseguite a San Benedetto del Tronto (stazione fissa di rilevamento della qualità dell'aria)

Il lavoro presentato analizza i dati degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) nelle polveri fini misurati in una stazione della rete regionale di monitoraggio ubicata in una zona individuata come critica nel Piano di risanamento e mantenimento della qualità dell'aria ambiente, San Benedetto del Tronto, nell'anno 2018. Una preliminare indicazione dell'evoluzione temporale delle concentrazioni di IPA è ottenuta con una rappresentazione grafica delle misurazioni al variare del tempo, nella quale i punti sono stati interpolati con una funzione polinomiale (spline). La valutazione delle principali caratteristiche distribuzionali delle concentrazioni di IPA (tendenza centrale, variabilità, simmetria, valori anomali) è effettuata tramite il boxplot, sia sulle misure originarie che sui dati normalizzati; una prima indagine delle relazioni esistenti tra coppie di IPA è effettuata con un'analisi bivariata degli indici di correlazione lineare e non parametrico. L'altezza dello strato di rimescolamento e l'attività fotochimica di degradazione degli inquinanti determinano variazioni stagionali della concentrazione, pertanto, con un modello di regressione lineare multipla è stata valutata la significatività statistica della periodicità legata alle stagioni e, a scopo esplorativo, anche dell'influenza dei giorni festivi. La presenza di un effetto stagionale significativo sulle concentrazioni medie, con incrementi nei mesi invernali rispetto a quelli estivi, e l'asimmetria della distribuzione causata da un numero consistente di valori inferiori al limite di determinazione della metodica analitica nei mesi più caldi, ha consentito di identificare un sottoinsieme di dati, quelli invernali, omogeneo dal punto di vista delle caratteristiche distribuzionali. L'Analisi in Componenti Principali (Principal Component Analysis, PCA) è applicata alla sub-popolazione omogenea dei dati invernali ed è finalizzata ad individuare dei profili di composizione chimica delle sorgenti emissive insistenti nel sito di San Benedetto del Tronto.

Gianni Formenton
ARPA VENETO

L'influenza delle sorgenti nelle variazioni spaziali e stagionali della composizione del particolato atmosferico in Veneto

Lo studio della composizione del particolato atmosferico nel Veneto, legato all'acquisizione dei dati di variabilità meteorologica ha offerto molte opportunità per comprendere gli andamenti stagionali e la provenienza spaziale del particolato sia nella frazione fine che ultrafine. Un risultato ormai consolidato offerto da queste analisi mostra che durante il periodo invernale, così come gran parte della pianura padana, vi è una forte associazione tra le concentrazioni di PM con le sostanze strettamente legate alla combustione della biomassa legnosa, come il carbonio organico e il potassio, inoltre risulta non trascurabile il contributo dell'aerosol secondario inorganico dovuto alle emissioni da traffico e alla combustione per il riscaldamento residenziale. Al contrario durante il periodo estivo risulta molto più importante il contributo dovuto alla risospensione crostale e del "road dust". Gli interventi per la riduzione dell'inquinamento atmosferico nel corso degli anni si sono dimostrati spesso inefficaci perchè non hanno inciso in modo drastico sulla riduzione delle sorgenti, le iniziative degli enti locali si sono rivelate per lo più di natura propagandistica piuttosto che strutturali, non avendo la capacità di modificare i comportamenti su ampia scala.

Isabella Ferrara
Dipartimento Regionale Ambiente

Anna Abita
ARPA Sicilia

Emissioni di particolato fine dal settore dei trasporti navali ed impatto dei porti sulla qualità dell'aria in zone costiere

Le emissioni derivanti dal traffico navale influenzano in modo significativo la qualità dell'aria delle aree marine e delle zone costiere. Le navi emettono infatti gli inquinanti tipici dei processi di combustione quali CO₂, SO₂, NO_x, CO, COV e particolato primario. Il contributo delle navi alle emissioni globali di NO_x e SO₂ è stato stimato rispettivamente in circa il 15% e 5-8%, (Eyring et al., 2005 e 2010). Le emissioni complessive di PM₁₀ dal settore del trasporto marittimo sono state stimate da Yan et al. (2014) pari a 1.4 Tg y⁻¹ per il 2010 comparabili alle emissioni su strada (1,5 Tg y⁻¹). Le emissioni causate dal trasporto marittimo internazionale sono stimate a circa 2- 3 punti percentuali delle emissioni globali di gas a effetto serra, una percentuale superiore a quella delle emissioni di qualunque Stato dell'UE: se fosse un paese, il trasporto marittimo occuperebbe il sesto posto nella classifica mondiale delle emissioni. L'impatto delle emissioni derivanti dalle navi sulla salute umana contribuisce a circa 60.000 decessi annuali su scala globale con impatti concentrati sulle regioni costiere (Corbett et al., 2007). Si stima nei prossimi 30 anni un aumento dei trasporti navali ed un conseguente aumento delle emissioni di gas serra, inquinanti gassosi e particolato e dell'impatto del settore sulla qualità dell'aria e sulla salute.

A partire dal 2005, secondo l'allegato VI del protocollo MARPOL 1997 (Regolamento dell'organizzazione marittima internazionale (IMO)), alcune regioni hanno fissato aree a controllo delle emissioni (ECAs). In queste aree è stata applicata una progressiva riduzione del contenuto di zolfo nei combustibili navali. Secondo il Regolamento IMO, nelle aree ECA, il tenore di zolfo deve essere pari a 0,1% (m/m), mentre nelle aree non-ECAs il contenuto deve essere 3,5% (m/m) prima del 2020 e del 0,5% (m/m) dopo il 2020. Inoltre, dal 1 gennaio 2010, la Direttiva 2005/33/CE impone a tutte le navi ormeggiate o ancorate nei porti europei di utilizzare combustibili con un tenore di zolfo inferiore a 0,1% in peso.

Il presente lavoro raccoglie i dati della letteratura più recente sulle variazioni quali-quantitative delle emissioni da traffico navale con particolare riferimento al particolato fine (PM₁₀ e PM_{2,5}) a seguito dell'introduzione di combustibili a basso tenore di zolfo al fine di valutarne l'impatto sulla qualità dell'aria e sulla salute in zone costiere.

Silvia Becagli
Università degli Studi di Firenze

Valutazione dell'impatto dell'aerosol proveniente da emissioni navali nel Mediterraneo Centrale

Le emissioni navali possono influire in modo significativo sulle concentrazioni atmosferiche di numerosi inquinanti, in particolare nelle aree marittime e costiere. Nonostante la grande quantità di gas e di particolato derivante dall'emissione delle navi, il trasporto marittimo è relativamente pulito se calcolato per chilogrammo di materiale trasportato, ed è attualmente in aumento rispetto al trasporto aereo e su strada.

In questa presentazione si propone una metodologia per l'identificazione e la quantificazione dell'impatto delle emissioni navali sul PM₁₀ nel Mediterraneo centrale. Lo studio è focalizzato sul PM₁₀ campionato in due siti situati a nord (Capo Granitola 36.6°N, 12.6°E) e a sud (Isola di Lampedusa, 35,52 ° N, 12,63 ° E) dello stretto di Sicilia che costituisce la principale rotta marittima del Mediterraneo.

I campioni PM₁₀ sono stati raccolti con una risoluzione temporale di 12 ore in entrambi i siti. Sui filtri raccolti sono stati determinati metalli, anioni, cationi e carbonio elementare e organico.

L'evoluzione delle concentrazioni solubili di V e Ni (tipici indicatori della combustione di oli pesanti) è stata correlata alla meteorologia e all'intensità del traffico navale nello stretto di Sicilia, utilizzando un modello regionale ad alta risoluzione per il calcolo delle retrotraiettorie.

Elevate concentrazioni di V e Ni a Capo Granitola e Lampedusa si trovano in corrispondenza dell'arrivo di masse d'aria provenienti dallo stretto di Sicilia in coincidenze del passaggio di grandi navi mercantili. Anche la struttura verticale dello strato limite planetario sembra svolgere un ruolo determinante, i valori più elevati di V sono infatti associati a forti inversioni e uno strato limite marino.

Le concentrazioni di La e Ce sono state utilizzate per identificare i possibili contributi delle raffinerie, le cui emissioni, analogamente alle emissioni navali, sono caratterizzate da elevate quantità di V e Ni. A differenza delle emissioni navali le emissioni delle raffinerie sono caratterizzate da elevati rapporti La/Ce e La/V a causa dell'uso di La nei sistemi di conversione catalitica a letto fluido. In generale, nei campioni di PM₁₀ campionati in entrambi i siti sono stati osservati rapporti La/Ce e La/V caratteristici di emissioni navali.

Quindi sulla base della combinazione delle misure di traccianti chimici, retrotraiettorie delle massa d'aria e rotte navali è stato possibile identificare senza ambiguità l'elevato impatto delle emissioni navali nel Canale di Sicilia.

Si è inoltre stimato il contributo dell'aerosol da emissioni navali utilizzando l'approccio del "minimo valore". Con questo approccio sono stati calcolati i rapporti caratteristici delle principali specie di aerosol derivanti dalle emissioni delle navi rispetto a V. Con questo metodo è stato possibile stimare i contributi delle emissioni navali al PM₁₀ che risultano essere 2.0 µg/m³ a Lampedusa e 3.0 µg/m³ a Capo Granitola, corrispondenti rispettivamente all'11 e all'8,6% del PM₁₀.

Mauro Masiol
Università Ca Foscari – Venezia

Source apportionment in Veneto

Lo studio indaga le principali componenti di natura chimica, l'acidità e le principali sorgenti di PM_{2.5} in 6 città del Veneto. La speciazione chimica (carbonio organico ed elementare, 9 ioni, 18 elementi e 8 IPA) è stata analizzata in campioni di PM_{2.5} raccolti contemporaneamente in 6 siti urbani (Aprile 2012-Febbraio 2013): Belluno (BL), Conegliano (TV), Vicenza (VI), Mestre (VE), Padova (PD) e Rovigo (RO). Le componenti principali del PM_{2.5} sono state ricostruite utilizzando una “hybrid-multiple site-mass closure” che tiene conto della miscela di sali termodinamicamente favorita (comprese specie di aerosol secondario inorganico) stimata dal modello ISORROPIA-II. In media, la materia organica rappresenta la maggior parte della massa del PM_{2.5} (34%), seguita da materiale crostale (16%), solfati (solfato di ammonio, bisolfato di ammonio e Na-, Mg-, K-, Ca-solfati, 14%), nitrati (nitrato di ammonio e Na-, Mg-, K-, Ca- nitrati, 13%), carbonio elementare (5%), metalli, NaCl e altri sali (1%). Il 10% della massa residua è attribuita al contenuto di acqua calcolata dal modello termodinamico e ad altro materiale non spiegato dal modello (7%). L'aerosol è acido con un pH compreso tra 1,5 e 4,5 e mostra valori inferiori in estate. Sono state identificate e quantificate 6 sorgenti di emissione principali utilizzando un modello a recettore “multiple-site PMF” sui 5 siti della Pianura Padana (escluso BL). In media, il solfato secondario rappresenta il 34% della concentrazione di PM_{2.5}, seguito da nitrato secondario (30%), combustione di biomassa (17%), traffico (11%), polvere risospesa (5%) e industrie (3%). Alla combustione di biomassa è possibile attribuire circa il 90% della produzione degli IPA totali. Una regressione lineare stepwise tra pH e sorgenti ha mostrato che l'acidità dell'aerosol è influenzata da solfato secondario, sorgente industriale (diminuzione del pH), nitrato secondario e combustione di biomassa (aumento del pH). Il modello “multiple-site concentration-weighted trajectory” è stato quindi utilizzato per rilevare le potenziali aree di origine delle due sorgenti secondarie, la combustione di biomassa, le emissioni industriali e l'acidità stimata. L'Europa centrale e orientale sono risultate le aree di origine principale per le sorgenti secondarie. Non sono state trovate aree di origine particolari per il pH. Questo studio fornisce informazioni chiave sulla qualità dell'aria in tutta l'Italia settentrionale, evidenziando le future esigenze di ricerca e i possibili sviluppi della rete di monitoraggio regionale.

Catia Balducci

Angelo Cecinato

Istituto sull'Inquinamento Atmosferico - CNR-IIA

Determinazione di sostanze d'abuso nel particolato atmosferico

La scoperta della presenza delle sostanze d'abuso nel particolato atmosferico risale al 2007 e fu accolta dal mondo scientifico con stupore e anche con una diffusa incredulità. Le prime misure di cocaina e cannabinoidi in atmosfera furono fatte su campioni spot di polveri sospese raccolti in Italia e all'estero. Esse permisero di confermare e dimostrare la larga diffusione di queste sostanze in atmosfera, tuttavia non fornivano informazioni utili a descrivere il loro comportamento nel comparto aria, né la loro modulazione spaziale e temporale. La prima indagine sistematica, finalizzata alla costruzione di un database da cui trarre informazioni utili a colmare questo gap di conoscenze, fu svolta nel 2009-2010, grazie alla collaborazione tra il CNR-IIA, 13 Agenzie per la Protezione dell'Ambiente ed altri Centri di Ricerca. Questo studio, oltre a fornire una chiara immagine dei livelli di cocaina e cannabinoidi atmosferici sul territorio nazionale, permise di definire gli andamenti stagionali delle concentrazioni e la loro distribuzione tra le frazioni dimensionali del particolato sospeso. Nondimeno, l'indagine gettò le basi per lo studio delle relazioni esistenti tra le concentrazioni di droghe in atmosfera e la prevalenza dei consumi nel territorio.

Ad oggi, molti più aspetti del fenomeno "droghe in aria" sono stati affrontati, per esempio l'effetto dei fattori meteorologici, le relazioni con le concentrazioni di inquinanti regolamentati e non, la presenza delle sostanze d'abuso in ambienti indoor di diverse tipologie. Tuttavia, sono mancate nuove indagini estese e/o sistematiche relativamente alle droghe atmosferiche.

Le statistiche nazionali hanno registrato negli ultimi anni un continuo incremento dei consumi di sostanze stupefacenti, con un abbassamento dell'età di consumatori; contestualmente, nuove droghe come gli psicofarmaci si sono diffuse nel mercato e "vecchie" sostanze come l'eroina sono tornate alla ribalta. In quest'ottica, è sembrato interessante, a distanza di circa 10 anni, rinnovare la collaborazione con le ARPA/APPA italiane per investigare nuovamente i livelli di droghe atmosferiche in Italia. A tal fine, due campagne di misura di sostanze di abuso in atmosfera (svolte settembre del 2018 e a gennaio 2019) hanno visto nuovamente l'ampia partecipazione delle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente, rinverdendo il primato italiano nel mondo relativamente a questo settore di ricerca. Il presente Workshop costituisce una formidabile occasione per offrire alle Agenzie una ampia sintesi dello stato della ricerca ad oggi e una panoramica dell'attività in essere, nella prospettiva di una sempre più ampia collaborazione per la tutela della salute e la sicurezza dei cittadini.

Arianna Trentini
ARPA Emilia Romagna

Distribuzione dimensionale e numero di particelle: casi studio in E-R

La massa del particolato è legata al volume totale delle particelle e quindi, principalmente, a quelle con diametro elevato, da alcune centinaia di nanometri fino ad oltre il micrometro. Al contrario il numero di particelle è fortemente dipendente da diametri molto piccoli passando da pochi nanometri a un decimo di micrometro. Le particelle, che vengono misurate su cm³, hanno quindi un ridotto volume che sembra possa permettere loro di penetrare a fondo nell'organismo umano diventando un problema per la salute a causa della loro tossicità. Lo studio del numero di particelle e della loro distribuzione dimensionale (come si distribuiscono le particelle a seconda del loro diametro) sia in ambiente outdoor che indoor è diventato quindi negli ultimi quindici anni di grande interesse, da un lato per capire gli effetti sulla salute, a livello epidemiologico e tossicologico, dall'altro per comprendere come avvengono le reazioni in atmosfera che portano a fenomeni di trasformazione e crescita del particolato. La dimensione delle particelle infatti può permettere di determinare il tempo di vita del particolato e quindi se è stato emesso da poco o è da tempo residente in aria fornendo informazioni utili per capire se una sorgente è locale regionale. Infine l'analisi della distribuzione dimensionale assieme all'elevata risoluzione temporale (da 1 sec a 30 minuti a seconda dello strumento) permette di individuare le principali sorgenti responsabili della concentrazione numerica e di identificare con una certa rapidità eventuali emissioni limitate nel tempo (rush hour del traffico, fuochi in aria ambiente, fumo di sigaretta, ecc.). Durante l'intervento verrà brevemente illustrata una introduzione teorica con una panoramica sullo stato dell'arte a cui seguirà una serie di casi studio utili, principalmente in Emilia-Romagna, per capire l'utilizzo di questo parametro.

Marco Bellini
Andrea Mistaro
ARPA Friuli Venezia Giulia

Gradienti spaziali, statistica circolare, e rapporti binari diagnostici: caso studio su dati di PM, IPA e BTEX da deposimetri e campionatori passivi presso uno stabilimento siderurgico

L'analisi dei dati prodotti da una dozzina di deposimetri e di Radielli® negli anni 2011-16 presso lo stabilimento siderurgico di Servola (Trieste) dimostra che i flussi di massa di polvere e del B(a)P in ricaduta, nonché i gradienti spaziali dei BTEX aerodispersi, possono essere agevolmente rendicontati non solo attraverso l'approccio meccanicistico tipico della modellistica ambientale, ma anche attraverso semplici funzioni che ne interpolano i valori nello spazio e nel tempo.

Dalle evidenze sperimentali che emergono pongono alcune questioni di carattere teorico: come è possibile che sistemi dinamici così complessi generino campi di concentrazione o di flusso di ricaduta tanto semplici quanto soddisfacenti? Perché tanta stabilità, nel tempo e nello spazio, nonostante il numero virtualmente infinito di gradi di libertà del sistema in esame? E' possibile sfruttare queste evidenze empiriche anche al fine di localizzare fonti sconosciute?

Giuseppe Madonia

Anna Abita

ARPA Sicilia

Sviluppo di un originale modello *Fuzzy* per la valutazione della estendibilità areale delle misure puntuali fornite dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. Applicazione alla rete regionale siciliana.

Il crescente interesse per lo studio delle relazioni tra le variabili spazio-temporali che condizionano i livelli di inquinamento atmosferico dovuto a fonti antropiche, naturali ed a condizioni meteorologiche sito-specifiche, induce ad affrontare il delicato compito di monitoraggio della qualità dell'aria, anche sviluppando metodologie scientifiche utili per progettare reti di monitoraggio dell'aria che risultino efficaci ed efficienti su larga scala. Nel quadro di una collaborazione tra ARPA Sicilia e il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Palermo, sono stati compiuti sforzi di ricerca per mettere in relazione le caratteristiche territoriali siciliane (orografiche e meteorologiche) con le attività antropiche, fino a sviluppare un modello basato sulla definizione di un nuovo indice di analogia ambientale di tipo *fuzzy* denominato IAATO (Indice di Affinità Ambientale del Territorio). Il Modello IAATO, basato sulla teoria *fuzzy*, è dedotto combinando due indici: un indicatore di pressione meteorologica (IPM), che permette, per il territorio esaminato, di indagare analogie rilevanti per le condizioni meteorologiche, e un indicatore di pressione antropica (IPA), che tiene conto degli impatti relativi a fonti antropogeniche o naturali su scala regionale. Infine, sono descritte le applicazioni IAATO per la regione Sicilia. Le analisi dei risultati ottenuti consentono di confermare la solidità dell'approccio *fuzzy* nello studio del livello di rappresentatività delle stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria a livello regionale.