

IL PROGETTO SUPERSITO PER CONOSCERE MEGLIO L'ARIA

UN PROGETTO REALIZZATO DA REGIONE EMILIA-ROMAGNA E ARPA HA L'OBIETTIVO DI MIGLIORARE LE CONOSCENZE SUGLI ASPETTI AMBIENTALI E SANITARI DEL PARTICOLATO FINE E ULTRAFINE. INTERESSANTI I RISULTATI GIÀ NELLA PRIMA ANNUALITÀ SUI COMPONENTI PRESENTI NELL'ARIA, LA LORO ORIGINE E I PROCESSI DI FORMAZIONE.

Il progetto Supersito, finanziato e realizzato da Regione Emilia-Romagna e Arpa con la collaborazione di diverse istituzioni nazionali e internazionali, ha l'obiettivo generale di migliorare le conoscenze relative agli aspetti ambientali e sanitari del particolato fine ($PM_{2.5}$ e PM_{10}) e ultrafine (inferiore al $PM_{0.1}$) presente in atmosfera, sia all'esterno (*outdoor*) che all'interno di abitazioni, residenze o uffici (ambienti *indoor*).

Il progetto è organizzato in 7 linee progettuali.

Il campionamento dell'aerosol atmosferico ha luogo in quattro stazioni di monitoraggio, dotate di nuova e specifica strumentazione, posizionate nel territorio della Regione Emilia-Romagna. I dati sono poi integrati con quelli rilevati dalla stazione del Cnr-Isac situata sul Monte Cimone.

Per tre anni si attueranno monitoraggi e campagne *ad hoc* nelle stazioni sopra citate, in particolare verranno realizzate le seguenti attività:

1. analisi della composizione chimica del PM presente in atmosfera
2. misure della concentrazione numerica delle particelle di aerosol, suddivise per diametro, aventi dimensioni da circa 3 nanometri a 1 micrometro
3. determinazioni di tipo tossicologico per valutare le tipologie di aerosol contenenti sostanze, elementi, composti

o miscele di composti che hanno effetti sulla salute

4. analisi di parametri di micro-meteorologia.

Successivamente alle misure di cui sopra, si effettueranno una serie di elaborazioni, i cui obiettivi saranno:

- a) il miglioramento dei modelli matematici utilizzati per le previsioni della qualità dell'aria
- b) la ripartizione delle sorgenti emissive (*source apportionment*) mediante l'utilizzo di "modelli al recettore"
- c) indagini epidemiologiche a breve e a lungo termine
- d) valutazione del rischio (*risk assessment*) attraverso le elaborazioni dei parametri chimici e tossicologici osservati e dalla loro comparazione con le analisi epidemiologiche
- e) supporto alla *governance* per le tematiche relative alla gestione della qualità dell'aria.

Le stazioni di monitoraggio

Il campionamento di particolato atmosferico avviene in quattro stazioni di monitoraggio posizionate sul territorio della regione Emilia-Romagna, in modo da essere rappresentative di cinque realtà (*figura 1*):

- stazione principale di monitoraggio

(*main site*): area urbana di Bologna, nell'Area della ricerca del Cnr

- sito satellite: area urbana di Parma, nella stazione di monitoraggio di "Cittadella"

- sito satellite: area urbana di Rimini, nella stazione di monitoraggio di "Marecchia"

- sito satellite: area rurale di San Pietro Capofiume (Molinella, Bo).

I dati verranno integrati con quelli provenienti dalla stazione Cnr del Monte Cimone, sull'Appennino modenese.

Gli enti coinvolti

Gli enti attualmente coinvolti sono i seguenti: Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima - Consiglio nazionale delle ricerche (Isac-Cnr), Università di Bologna (Dipartimento di Patologia sperimentale), Università di Ferrara (Dipartimento di Scienze chimiche e farmaceutiche), Università di Helsinki, Finlandia (Dipartimento di Fisica), Università della Finlandia Orientale (Dipartimento di Fisica applicata), Istituto meteorologico finlandese, Dipartimento di Epidemiologia del Servizio sanitario regionale del Lazio, Università di Bologna (Dipartimento di Scienze statistiche).

Risultati della prima annualità di progetto

I dati ottenuti in un anno di misure nell'ambito del progetto Supersito forniscono già alcune informazioni interessanti in merito allo stato della qualità dell'aria nel territorio regionale. Il progetto prende in considerazione parametri chimico-fisici previsti solo in parte dalla normativa, ma noti dalla letteratura e fondamentali per la conoscenza delle dinamiche e della chimica dell'inquinamento atmosferico. Dati giornalieri di $PM_{2.5}$ vengono misurati nei tre siti di fondo urbano (Bologna,

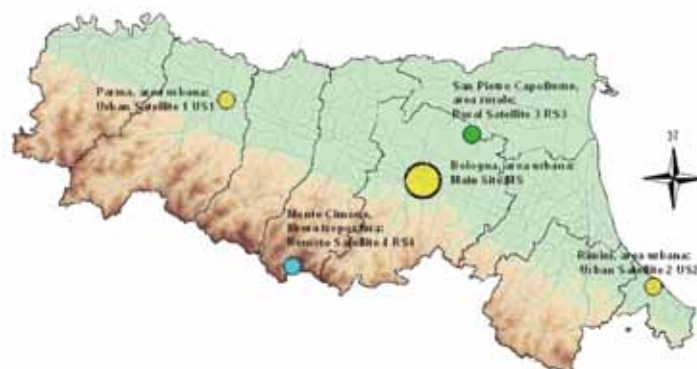


FIG. 1
SITI DI
MONITORAGGIO

Ubicazione dei siti di monitoraggio del progetto Supersito.

Parma e Rimini) e nel sito di fondo rurale (San Pietro Capofiume). A Bologna e a San Pietro Capofiume vengono registrati inoltre dati giornalieri di PM_{10} .

Sui campioni giornalieri di $PM_{2,5}$ vengono effettuate determinazioni chimiche di carbonio organico ed elementare, ioni e metalli.

L'andamento relativo delle concentrazioni mensili di PM_{10} e $PM_{2,5}$ (figure 2 e 3) nei siti di Bologna e San Pietro Capofiume, fornisce un'informazione in merito alla distribuzione dimensionale del particolato nei due diversi ambiti territoriali (urbano e rurale) e nelle varie stagioni. La diminuzione del $PM_{2,5}$ nei mesi estivi sembra essere maggiormente associata a un minor apporto della componente più grossolana ($PM_{(2,5-10)}$), mentre più lieve sembra la diminuzione del PM_{10} .

I parametri chimici analizzati nell'ambito del progetto rappresentano nell'insieme una porzione importante della massa del particolato $PM_{2,5}$ e i risultati delle determinazioni analitiche permettono di realizzare un bilancio di massa di tale frazione dimensionale (figura 4). Considerando i soli dati grezzi, i componenti analizzati spiegano infatti più del 60% della massa di $PM_{2,5}$, in tutti e 4 i siti. La somma dei soli tre ioni nitrato, solfato e ammonio rappresenta un contributo molto importante al $PM_{2,5}$, soprattutto nei mesi invernali, andando a spiegare a Parma e San Pietro Capofiume più del 50% della massa totale, mentre a Bologna e Rimini il 43% e il 36%, rispettivamente. In estate tale percentuale cala (principalmente per un minor

contributo della concentrazione assoluta del nitrato) ma comunque si mantiene superiore al 30% in tutti i siti.

La componente carboniosa (carbonio totale) è data dalla somma di carbonio elementare, essenzialmente di origine primaria, e di carbonio organico, di origine sia primaria che secondaria e rappresenta, nei siti, mediamente il 30% del materiale particolato, in entrambe le stagioni.

Il contributo del materiale organico (OM) alla massa di $PM_{2,5}$, in realtà, è determinato applicando al valore di concentrazione di carbonio organico (OC) un fattore di correzione. Tale fattore tiene conto di quella frazione di massa associata alla componente organica non rivelabile dal metodo di analisi chimica effettuato (ossigeno, azoto e idrogeno). Dati sperimentali ottenuti durante le campagne intensive del progetto mediante uno spettrometro di massa on-line (Ams) hanno dimostrato che tale fattore risulta di 1.8 per il sito di Bologna, in particolare nella stagione estiva.

Pertanto, applicando il fattore al dato estivo di OC del sito di Bologna, il valore stimato della componente organica passa dal 33% al 55%, diminuendo nell'insieme la frazione di materiale "non identificato". Altri studi confermano il fatto che tale fattore può variare a seconda del sito di misura, ma non si allontana eccessivamente dal valore calcolato dai dati del progetto.

La partizione in carbonio organico (OC) ed elementare (EC) è disponibile solo a partire dai mesi estivi, quindi per le due componenti non è possibile un confronto

stagionale. OC è il componente principale del carbonio totale. La somma di EC ed OC risulta maggiore nei mesi invernali rispetto agli estivi, come conseguenza del contributo dell'emissione primaria e delle condizioni favorevoli all'accumulo nel periodo invernale.

Fra gli ioni, i solfati sono una componente inorganica secondaria che si forma a partire dagli ossidi di zolfo attraverso processi fotochimici in atmosfera. Sono componenti piuttosto stabili, non influenzati da sorgenti locali e quindi distribuiti omogeneamente su vaste aree del territorio.

La non-stagionalità di tali ioni è dovuta al fatto che le più alte concentrazioni di ossidi di zolfo nei mesi invernali sono compensate, nei mesi estivi, da un incremento di concentrazione dei solfati derivanti da processi fotochimici di formazione secondaria.

I dati confermano le caratteristiche di tale analita, mostrando un andamento generalmente costante nel corso dell'anno e con concentrazioni medie pressoché uguali in tutti e 4 i siti.

I dati di nitrato confermano quanto osservato in letteratura. I valori di concentrazione del nitrato sono caratterizzati da livelli elevati nei mesi invernali e minimi nei mesi estivi. Nel confronto fra siti, i valori di concentrazione medi registrati a Parma risultano superiori agli altri siti, mentre Rimini mostra le concentrazioni minori. In area urbana, la formazione del nitrato è dovuta principalmente alla presenza di ossidi di azoto derivanti dalle emissioni

FIG. 2
MONITORAGGIO
 $PM_{2,5}$ E PM_{10}

Concentrazioni medie mensili di $PM_{2,5}$ e PM_{10} nel sito urbano di Bologna (main site).

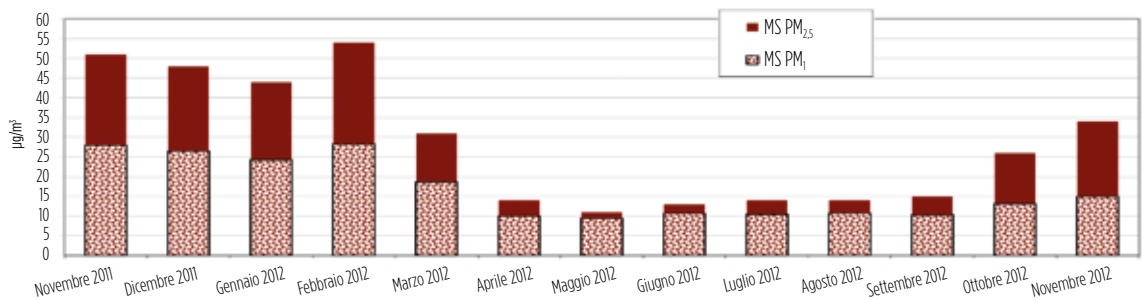
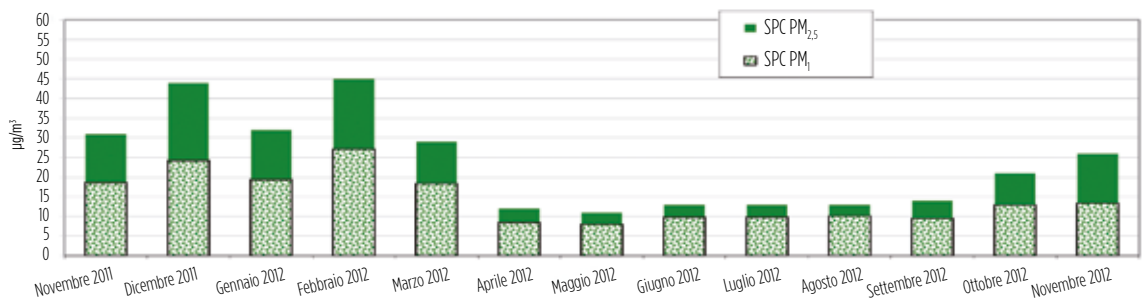


FIG. 3
MONITORAGGIO
 $PM_{2,5}$ E PM_{10}

Concentrazioni medie mensili di $PM_{2,5}$ e PM_{10} nel sito rurale di San Pietro Capofiume.



da traffico e dal riscaldamento. L'inverno è caratterizzato da maggiore disponibilità in atmosfera di ossidi di azoto prodotti anche dall'emissione del riscaldamento domestico e, inoltre, la reazione fra l'ammonio in fase gassosa e l'acido nitrico per formare nitrato d'ammonio in fase solida è generalmente favorita dalle condizioni invernali di bassa temperatura ed elevata umidità relativa. I bassi valori di concentrazione di nitrati registrati in estate sono, in parte, dovuti alla distruzione degli stessi a opera dei processi che portano alla formazione di smog fotochimico.

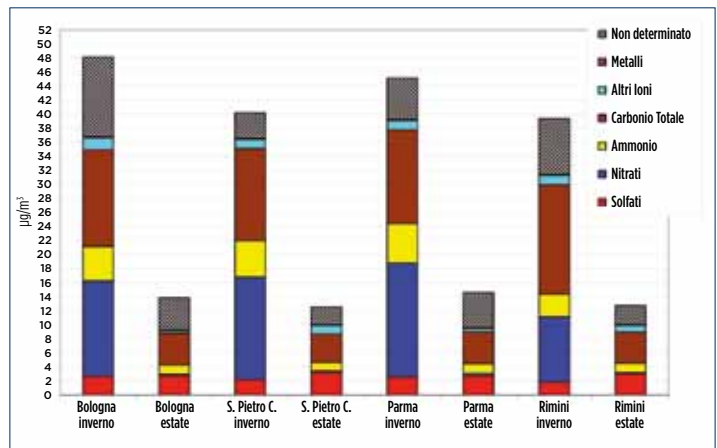
Un interessante episodio di elevati valori di particolato atmosferico registrato nel febbraio 2012 ha permesso approfondimenti sulla tematica relativa al nitrato d'ammonio.

Nel giorno 16 febbraio le concentrazioni di PM hanno raggiunto valori eccezionali fino ad arrivare a un massimo il 19 febbraio con una media regionale di PM_{10} superiore a $150 \mu g/m^3$ e un picco misurato a Parma di $249 \mu g/m^3$.

Il bilancio di massa per il $PM_{2.5}$ misurato durante l'evento citato mostra come nel giorno 16/2 gli ioni ammonio e nitrato raddoppino i loro valori relativi rispetto ai giorni precedenti, mentre gli altri parametri analizzati (solfati, carbonio elementare e metalli), non mostrano alcun aumento rilevante. L'incremento del giorno in questione, essendo dovuto principalmente a nitrato d'ammonio, può essere attribuito ad aerosol secondario. Le concentrazioni di ossidi di azoto osservate durante l'episodio risultavano tipiche del periodo invernale, dunque non sufficienti a spiegarne l'eccezionalità: l'ammoniaca sembra quindi essere stata l'agente limitante nella formazione dei sali d'ammonio nel periodo considerato. Informazioni derivanti dagli uffici delle Regioni a nord del Po hanno evidenziato come dal 15 febbraio 2012 potesse essere ripresa, a conclusione del divieto imposto durante il periodo invernale, l'attività di spandimento su terreno agricolo dei liquami derivanti da

FIG. 4
PARAMETRI CHIMICI

Chiusura di massa dei diversi parametri analizzati su $PM_{2.5}$, nei 4 siti per le due stagioni.



allevamenti zootecnici. Tali lavorazioni potrebbero aver comportato una notevole liberazione di ammoniaca in atmosfera favorendo quindi l'innesco dei processi di formazione di nitrato d'ammonio.

Il processo di formazione del nitrato d'ammonio risulta infatti dalla reazione fra l'ammoniaca in fase gassosa e l'acido nitrico. Dati di letteratura dimostrano che nell'area della pianura Padana vi è disponibilità di ammoniaca superiore alla media del territorio italiano ed europeo. Gli inventari delle emissioni, inoltre, dimostrano come l'agricoltura sia responsabile per il 97% delle emissioni di ammoniaca in Emilia-Romagna. L'ammoniaca presente in atmosfera allo stato gassoso può essere anche responsabile della formazione di aerosol mediante processi di trasformazione gas-particella (eventi di nucleazione). La formazione di particelle di aerosol atmosferico è strettamente legata alla chimica, in particolare l'acido solforico, l'ammoniaca e alcuni composti organici sembrano avere un ruolo chiave in tali processi. Dati di letteratura e risultati ottenuti all'interno del progetto stesso dimostrano come la pianura Padana sia interessata da frequenti episodi di nucleazione, in particolare nei mesi primaverili ed estivi.

Per quanto sia chiaro l'effetto che tali processi hanno sulla concentrazione

numerica delle particelle, non è ancora sufficientemente compreso il legame fra eventi di nucleazione e incrementi in massa del particolato.

Dalle campagne di monitoraggio intensive del primo anno di progetto sono emerse anche alcune preziose informazioni circa le origini di alcuni composti in atmosfera. Un segnale importante, osservato con diverse tecniche analitiche è quello relativo al "biomass burning" termine utilizzato per indicare la combustione delle biomasse. Tale segnale – osservato principalmente nelle campagne intensive effettuate durante il semestre freddo – sebbene visibile qualitativamente, non si può ancora discutere dal punto di vista quantitativo. Queste informazioni, così come anche gli approfondimenti necessari circa la chimica degli episodi di nucleazione, le origini di alcuni sali e delle specie organiche, si potranno discutere soltanto a conclusione di tutte le misure previste dal progetto.

Isabella Ricciardelli¹, Dimitri Bacco²,
Silvia Ferrari¹, Arianna Trentini¹,
Fabiana Scotto¹, Pamela Ugolini¹,
Claudio Maccone¹, Vanes Poluzzi¹

1. Arpa Emilia-Romagna

2. Università di Ferrara

