

DI COSA SONO FATTE LE POLVERI SOTTILI?

IL PROGETTO SUPERSITO SORVEGLIA GIORNO PER GIORNO CIÒ CHE COMPONE IL PARTICOLATO ATMOSFERICO. ARPA EMILIA-ROMAGNA PRENDE PARTE ALLA RICERCA INTERNAZIONALE IN MATERIA DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO PER COMPRENDERE GLI EFFETTI SULLA SALUTE E GARANTIRE ATTENZIONE AL PROPRIO TERRITORIO.

La prima linea progettuale del progetto Supersito si pone come obiettivo quello di caratterizzare i principali parametri chimici e fisici del particolato atmosferico, sia in relazione a quanto previsto dalla normativa (Dlgs 155/10 *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*), sia per migliorare le conoscenze in merito ai nuovi ambiti di ricerca sull'aerosol atmosferico.

Un incrocio fra esigenze territoriali, logistiche e demografiche ha portato alla scelta di 4 siti di misura distribuiti in diverse aree dell'Emilia-Romagna. Il sito "principale" e quindi ricco di misure – definito *main site* – si trova nell'area urbana di Bologna, all'interno dell'Area della ricerca del Cnr, la cui ubicazione lo rende rappresentativo dell'esposizione media di un'ampia porzione di popolazione.

Il sito rurale di San Pietro Capofiume (Bo) – uno dei luoghi più monitorati della regione, sia da gruppi di ricerca italiani che internazionali – è studiato per il suo interesse di tipo prettamente ambientale: la sua lontananza da fonti dirette di emissione permette di far emergere peculiari caratteristiche nonché importanti fenomeni chimici e fisici

dell'aerosol. Le aree orientali (zona costiera) e occidentali (zona interna) della regione sono anch'esse incluse nel progetto, rispettivamente nei siti di fondo urbano di Rimini e Parma.

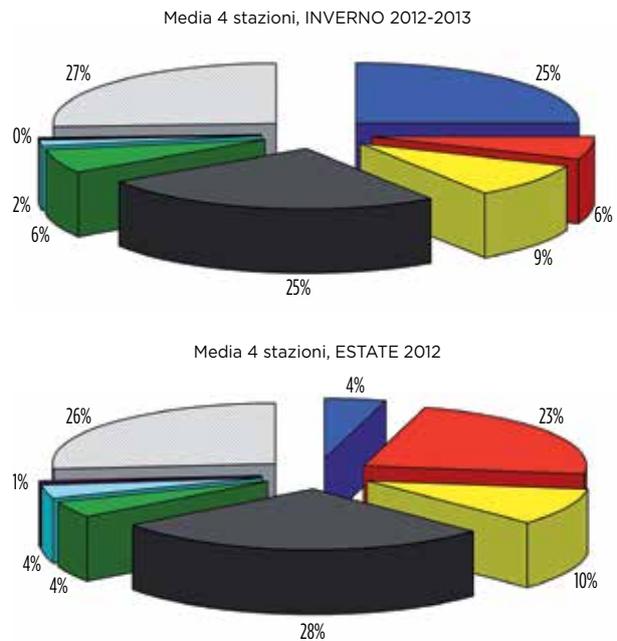
Nei siti di Bologna e San Pietro Capofiume vengono monitorati giornalmente i parametri PM_1 e $PM_{2,5}$, che quantificano e quindi permettono

il controllo della partizione della massa dell'aerosol nelle due frazioni granulometriche. Il confronto con Parma e Rimini avviene solo per la frazione $PM_{2,5}$. La frazione $PM_{2,5}$ rappresenta il nucleo del monitoraggio, in quanto, oltre alle valutazioni di tipo gravimetrico, su tale supporto sono state realizzate specifiche analisi di laboratorio, che hanno portato

FIG. 1
 $PM_{2,5}$

Composizione media del particolato $PM_{2,5}$ nel sito di Bologna.

- Nitrati
- Solfati
- Ammonio
- OC
- EC
- Altri Ioni
- Metalli
- Non determinato



a una accurata speciazione chimica di tale frazione dell'aerosol.

La normativa di riferimento, nonché la letteratura scientifica hanno indirizzato la scelta delle analisi da una parte verso quei parametri responsabili di una grossa fetta in massa del particolato PM_{2.5} (carbonio organico ed elementare e i principali componenti inorganici ionici) e, dall'altra, verso componenti presenti solo in traccia, ma attribuibili a specifiche sorgenti e caratterizzati da potenziale elevata tossicità (metalli in traccia).

I principali componenti inorganici ionici, i metalli in traccia e il carbonio organico ed elementare su PM_{2.5} vengono determinati quotidianamente nel sito urbano di Bologna (figura 1), mentre la frequenza di analisi si riduce negli altri 3 siti.

Tra gli ioni, i nitrati, i solfati e l'ammonio sono responsabili di una frazione consistente della massa del PM_{2.5}: risultati preliminari attribuiscono alla somma dei tre un peso pari a circa il 40% (medio su 4 stazioni) della massa totale del PM_{2.5} nella stagione invernale e circa un 30% nella stagione estiva.

I nitrati e i solfati sono prodotti principalmente da ossidazione fotochimica di NO_x (ossidi di azoto, da processi di combustione) e SO₂ (biossido di zolfo, processi di combustione di materiali che contengono lo zolfo come impurità: combustibili fossili, alcune industrie ecc). L'ammonio, che in atmosfera si trova legato principalmente a nitrati e solfati (neutralizzazione di acido nitrico e solforico), deriva dall'ammoniaca la cui presenza in atmosfera – come confermato dall'inventario regionale delle emissioni – è legata principalmente all'agricoltura. Il carbonio organico (OC) è un composto di origine sia naturale che antropogenica ed è prodotto principalmente da processi di combustione (traffico, riscaldamento,

industrie, combustione di biomasse). In atmosfera, può formarsi anche da reazioni fotochimiche secondarie nonché da processi di tipo biologico.

Il carbonio elementare (EC) deriva essenzialmente da emissione diretta, come prodotto di processi di combustione.

Dai dati ottenuti, la frazione carboniosa (OC+EC) raggiunge il 40% (mediamente sui 4 siti) della massa del PM_{2.5} in entrambe le stagioni.

I metalli possono essere sia di origine naturale (polveri sahariane, risospensione di materiale crostale) che antropogenica (combustione, industrie, traffico, usura dei freni, usura della strada). Il loro contributo in termini di massa non è superiore all'1%, ma è importante il loro contributo per la conoscenza delle diverse sorgenti emissive presenti sul territorio e del loro impatto sulla salute.

I parametri chimici giornalieri dei 3 anni di monitoraggio andranno inoltre a creare sia un database per modelli statistici volti ad attribuire il peso alle diverse sorgenti emissive che insistono sul territorio (di cui alla linea progettuale 7), sia un set di dati completo per studi di tipo epidemiologico (linea progettuale 6).

Ulteriore tema nodale del progetto (in particolare della linea progettuale 1) è lo studio della concentrazione numerica e distribuzione dimensionale delle particelle in atmosfera.

È noto che le particelle submicroniche (diametro <1 μm), espresse come numero su volume di aria campionato, possono essere numericamente abbondanti in aria ambiente, ma il loro contributo in termini di concentrazione in massa è trascurabile rispetto a quello derivante dal particolato di dimensioni prossime e/o superiori al micrometro.

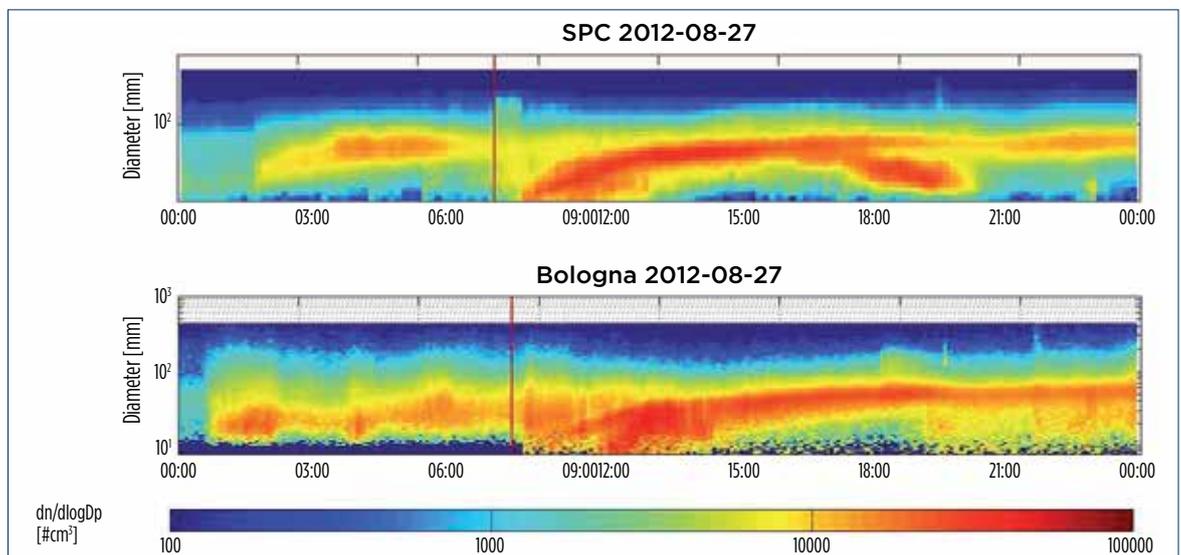


Nei siti di Bologna e di San Pietro Capofiume è garantita la misura della concentrazione numerica delle particelle di dimensioni >280 nm mediante un contatore ottico di particelle; da agosto 2012 è inoltre operativo a Bologna uno spettrometro per la misura della concentrazione numerica e distribuzione dimensionale delle particelle nel range 4-600 nm, misure che, a San Pietro Capofiume, sono garantite dalla presenza di uno strumento di proprietà dell'Università della Finlandia orientale. In letteratura scientifica, la classificazione delle particelle in termini di concentrazione numerica definisce:

- *particelle ultrafini* (Ufp) l'aerosol di dimensioni inferiori ai 100 nanometri di diametro
- *non ultrafini* (NoUfp) le particelle con diametro superiore ai 100 nm.

FIG. 2
FORMAZIONE DI
NUOVE PARTICELLE

Analisi di un evento di nucleazione (formazione di nuove particelle) in due siti nella giornata del 27 agosto 2012. Si evidenzia uno sfasamento temporale le cui motivazioni – sebbene non ancora completamente dimostrate – sono probabilmente legate al diverso sviluppo del Planet Boundary Layer nelle due aree di indagine.



Risultati preliminari del progetto confermano quanto già osservato in letteratura: il numero di particelle nella frazione U_{fp} rappresenta più dell'80% del numero totale (fino a 600 nm) di particelle, mentre diminuisce notevolmente passando alle dimensioni maggiori.

La meteorologia del periodo, la fascia oraria della giornata e la presenza di sorgenti locali di emissione prossime o meno al punto di monitoraggio sono parametri che influenzano notevolmente la distribuzione dimensionale dell'aerosol. Un'importante informazione fornita da tale tipo di misura riguarda il verificarsi o meno di processi di nucleazione nei periodi monitorati.

Con il termine nucleazione si intende quel processo fisico/chimico che porta alla formazione di nuove particelle a partire da precursori in fase vapore o gas e da processi di trasformazione.

Nel corso del periodo di misura si sono verificati possibili eventi di formazione che, si visualizzano graficamente mediante una sagoma caratteristica (*"banana shape"*): in ascissa è indicato il tempo e in ordinata gli intervalli dimensionali, mentre la concentrazione numerica è individuata dalla scala cromatica. Tale forma associata a repentine variazioni di colorazione identificano possibili eventi di crescita nel tempo, del numero e della dimensione delle particelle. Nella *figura 2* è mostrato

un esempio di tali episodi rilevati quasi contemporaneamente il giorno 27 agosto 2012 nei siti di Bologna e di San Pietro Capofiume.

Isabella Ricciardelli¹, Giulia Bertacci², Fabiana Scotto¹, Arianna Trentini¹, Dimitri Bacco³, Claudia Zigola³

1. Arpa Emilia-Romagna
2. Università di Bologna
3. Università di Ferrara

Hanno collaborato: Silvia Ferrari, Claudio Maccone, Pamela Ugolini, Silvia Castellazzi, Maria Grazia Malfatto, Monica Trombini, Francesco Venturini, Claudia Pironi, Teresa Concari, Flavio Rovere, Daniele Foscoli (Arpa Emilia-Romagna).

INQUINAMENTO DEL BACINO PADANO

L'ESPERIMENTO POAIR: PO VALLEY ATMOSPHERIC AEROSOL INTENSIVE RESEARCH

La conoscenza degli aspetti chimici e fisici dell'inquinamento atmosferico del bacino padano, con particolare riferimento alla composizione dell'aerosol fine e alla frequenza con cui si osservano eventi di formazione di nuove particelle, unita alla consapevolezza dell'importante impatto sulla salute dell'aerosol fine è il motore che ha spinto diversi enti a consorziarsi per effettuare questo primo esperimento di misure congiunte - in diversi siti, nel periodo tra gennaio e febbraio 2014 - che ha preso il nome di PoAir: *Po valley atmospheric Aerosol Intensive Research*.

Sebbene misure dettagliate di speciazione chimica dell'aerosol siano da tempo in corso in diverse regioni, era (ed è ancora) necessario effettuare un salto di scala spaziale. L'estensione di tali misure all'intera area del bacino omogeneo è il primo passo per raggiungere l'obiettivo di comprendere al meglio il peso delle sorgenti di PM, dei suoi precursori e le loro aree di provenienza, su tutta l'area climaticamente omogenea della pianura padana.

Con l'esperimento PoAir, diversi soggetti che lavorano sui temi dell'inquinamento atmosferico si sono proposti di realizzare una prima campagna intensiva di misure di aerosol e dei suoi componenti durante il periodo gennaio-febbraio 2014, su diversi punti del nord Italia, proprio per ottenere mappe di informazioni su tutta l'area di interesse.

Gli enti coinvolti nella campagna PoAir, oltre a quelli già coinvolti nel progetto Supersito Emilia-Romagna (per la lista dei quali si veda il box a pag. 35), sono i seguenti:

Arpa Lombardia, Arpa Piemonte, Arpa Veneto, Enea, Politecnico di Milano, Università di Milano, Università di Cassino e del Lazio meridionale, Proambiente.

In *figura 1* è riportata una mappa in cui sono evidenziati i siti oggetto delle misure di PoAir.

Gli obiettivi dell'esperimento PoAir sono quelli di indagare:

1. l'origine regionale e locale delle sorgenti di aerosol carbonioso in aree urbane e rurali caratterizzate da differenti densità abitative e attività antropiche ed economiche
2. la distribuzione dimensionale delle particelle di aerosol atmosferico nei diversi siti di misura
3. la caratterizzazione chimica della frazione organica e inorganica del PM_{2.5} per i calcoli relativi al *source apportionment*.

L'obiettivo 1, cioè lo studio approfondito dell'aerosol carbonioso, dovrebbe consentire di quantificare il contributo

delle principali sorgenti da combustione e di distinguere il contributo delle sorgenti locali dal fondo regionale e/o dall'aerosol persistente da tempo in atmosfera.

L'obiettivo 2, realizzato attraverso la misura della distribuzione dimensionale delle particelle, da pochi nanometri fino a centinaia di nanometri, porterà informazioni sulla spazializzazione dei fenomeni di nucleazione e, più in generale, dei processi di trasformazione e crescita della particelle nelle diverse aree.

Infine, l'obiettivo 3 dovrebbe portare a un aumento delle informazioni sulla composizione chimica dell'aerosol fine, per effettuare analisi di *source apportionment* e quindi di migliorare l'attribuzione delle diverse fonti di emissione.

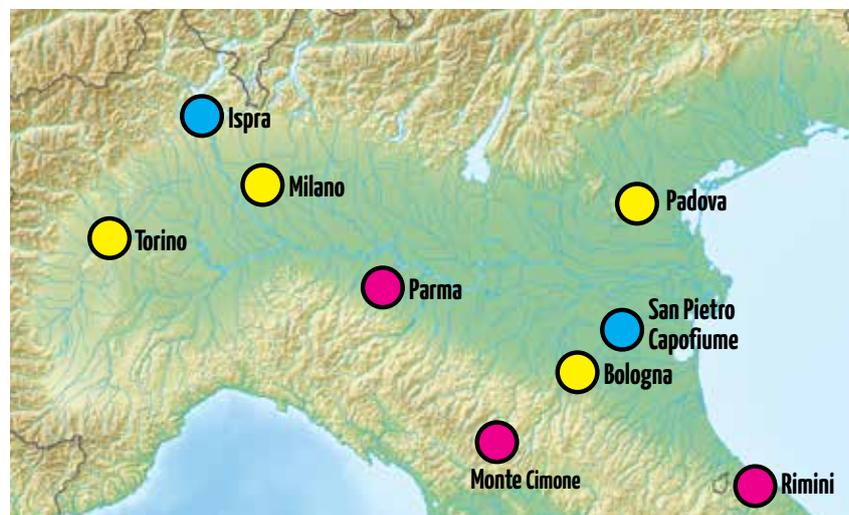


FIG. 1 - Siti oggetto delle misure dell'esperimento PoAir.