



TORINO  
**PM 2024**

<https://pm2024.iasaerosol.it>

<https://www.iasaerosol.it>

# Proceedings

Un evento a cura di



UNIVERSITÀ  
DI TORINO



*IAS - Società Italiana di Aerosol*  
*PM2024 – Torino, 28 – 31 maggio*

ISBN 978-88-942135-5-3



9 788894 213553



IAS - Società Italiana di Aerosol  
PM2024 – Torino, 28 – 31 maggio

Con il patrocinio di



Con il supporto di:





IAS - Società Italiana di Aerosol  
PM2024 – Torino, 28 – 31 maggio

La Società Italiana di Aerosol, in collaborazione con ARPA Piemonte, l'Università di Torino e la Regione Piemonte, ha il piacere di annunciare il PM2024 (XI Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico).

A Torino, dal 28 al 31 maggio 2024, presso NH Hotel Santo Stefano, si terrà il PM2024, l'XI Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico. Il convegno metterà a confronto per alcuni giorni le più autorevoli comunità scientifiche sui temi legati al particolato atmosferico, che spaziano dalla composizione chimica alle dinamiche di trasformazione e di trasporto in atmosfera, dal monitoraggio ai modelli di diffusione e di caratterizzazione delle sorgenti, dalla tossicità agli effetti sulla salute e, in generale, dalle strategie di intervento alla gestione delle problematiche in materia.

Per questo, oltre che al mondo della ricerca scientifica nel campo della conoscenza ambientale, il convegno intende rivolgersi a tutti quei soggetti che in diversa misura sono chiamati ad operare in questo contesto, dal legislatore alle amministrazioni locali alle aziende dedicate allo sviluppo di tecnologie di controllo e abbattimento, fino al mondo dei media e dell'informazione.

PM2024 è l'undicesimo convegno di una serie iniziata a Milano (2004) e proseguita con cadenza biennale a Firenze (2006), Bari (2008), Venezia (2010), Perugia (2012), Genova (2014), Roma (2016), Matera (2018), Lecce (2020) e Bologna (2022). Dall'edizione del 2008, a seguito della costituzione della Società Italiana di Aerosol (IAS), il Convegno PM è diventato ufficialmente il congresso dell'associazione.

Buon PM2024!

*Il comitato organizzatore*



## Comitato Scientifico

Daniele Contini (ISAC-CNR, presidente IAS)  
Manuela Bernardi (ARPA Piemonte)  
Stefano Bertinetti (Università di Torino)  
Maria-Chiara Bove (ARPA Liguria)  
Daniela Cesari (ISAC-CNR)  
Eleonora Cuccia (ARPA Lombardia)  
Mery Malandrino (Università di Torino)  
Francesco Matera (Regione Piemonte)  
Federica Pognant (Regione Piemonte)  
Milena Sacco (ARPA Piemonte)  
Silvia Canepari (Università La Sapienza, Roma)  
Cristina Colombi (ARPA Lombardia)  
Andrea Gambaro (Università Ca' Foscari, Venezia)  
Adriana Pietrodangelo (IIA-CNR)  
Dario Massabo' (Università di Genova, INFN)  
Luca Ferrero (UniMIB)  
Elena Barbaro (ISP-CNR)

## Comitato Organizzatore

Stefano Bertinetti (Università di Torino)  
Mery Malandrino (Università di Torino)  
Francesco Matera (Regione Piemonte)  
Federica Pognant (Regione Piemonte)  
Ornella Abollino (Università di Torino)  
Flora Garofalo (ARPA Piemonte)  
Agnese Giacomino (Università di Torino)  
Loredana Lattuca (ARPA Piemonte)  
Daniele Contini (ISAC-CNR, presidente IAS)  
Carole Lecerf (IAS)  
Stefano Decesari (CNR-ISAC, Bologna)

## Sede del Convegno

Palazzo Regione Piemonte - piazza Piemonte, 1 - 10127 - Torino – Italia  
NH Hotel Santo Stefano - via Porta Palatina, 19 - 10122 - Torino - Italia

## Keynotes

Veronica Manfredi (Direzione Generale dell'Ambiente, Commissione Europea) – La revisione della direttiva 2008/50/CE

Fabio Romeo (Divisione III - Inquinamento atmosferico e qualità dell'aria, Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica) – La strategia nazionale per il miglioramento della qualità dell'aria

Aldo Leonardi (Settore Emissioni e rischi ambientali, Regione Piemonte) – Il ruolo delle Regioni nella pianificazione in materia di qualità dell'aria

Secondo Barbero (Arpa Piemonte) – Il ruolo delle agenzie regionali nel monitoraggio dell'aria

Stefano Bertineti (Università di Torino) – L'analisi elementare del particolato atmosferico

## Plenaries

Elisabetta Trovatore (ARPA Liguria) - Modellistica di Qualità dell'aria: storia, applicazioni e prospettiva futura

Tiziana Schilirò; Sara Bonetta (Università di Torino) - Monitoraggio biologico del particolato atmosferico: uno strumento predittivo della qualità dell'aria

Fulvio Amato (Spanish National Research Council) - Emissioni veicolari non non-exhaust: conoscenze attuali e possibili misure di mitigazione

## Orali

### Sala Basilica 1

#### Modellistica

01\_O\_Mod\_B1\_SAPERI: una catena modellistica per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera in situazioni emergenziali

B. Tenti, G. Carlino, R. Prandi, M. Romana, E. Ferrero

Università del Piemonte Orientale

02\_O\_Mod\_B1\_Caratterizzazione chimica e OP del PM 10 a elevata risoluzione spaziale: approccio innovativo per valutare l'esposizione della popolazione a diverse sorgenti di PM e mappare il loro potenziale impatto sulla salute

L. Massimi, C. Perrino, S. Canepari

Università di Roma La Sapienza

03\_O\_Mod\_B1\_VERT 1.0, un modello originale per la stima delle emissioni da traffico veicolare implementato in ambiente di programmazione R

G. Veratti, A. Bigi, S. Teggi, G. Ghermandi Università di Modena e Reggio Emilia

04\_O\_Mod\_B1 Trasporto di particolato dalla Pianura Padana alla Liguria

A. Bisignano, P. Oliveri ARPA Liguria

05\_O\_Mod\_B1\_Enhancing modelled PM mass closure with CAMx model in the context of the REMYproject  
G. Pirovano, E. De Angelis, M.P. Costa, M. Bedogni, L. Beltrami, F. Ippolito, F. Amato, C. Emery, G. Yarwood, G. Maffei  
Ricerca sul Sistema Energetico (RSE) S.p.A.

### Qualità dell'aria indoor

06\_O\_QAI\_B1\_Sviluppo di un approccio sensor-based per il monitoraggio in continuo di inquinanti indoor  
all'interno di una chiesa e di una basilica italiana  
A. Di Gilio, J. Palmisani, A. Marzocca, M. Nisi, L. Pastore, G. de Gennaro  
Università di Bari

07\_O\_QAI\_B1\_Valutazione di procedure standard per la raccolta e misura di aerosol carbonioso in ambiente di  
lavoro - Il progetto CALIPSO  
S.G. Danelli, L. Caponi, M. De Camillis, M. Santostefano, S. Perasso, F. Tarchino, G. Luria, A. Sorrentino, P. Brotto  
1PM\_TEN Srl

08\_O\_QAI\_B1\_Caratterizzazione chimica del particolato depositato negli ultimi quaranta anni nella cappella  
Brancacci a Firenze  
S. Brizzi, B. Salvadori, M. Catrambone, C. Riminesi  
Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale (ISPC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

09\_O\_QAI\_B1\_Determinazione di 23 additivi plastici, emergenti e non, nelle frazioni ultrafini, fini e grossolane  
del materiale particolato aerodisperso durante il trattamento dei rifiuti derivanti da apparecchiature  
elettriche ed elettroniche  
G. Simonetti, D. Pomata, C. Riccardi, A. Fricano, F. Buiarelli, P. Di Filippo INAIL Ricerca, Roma

10\_O\_QAI\_B1\_Dispersione del particolato atmosferico in un ambiente indoor: osservazione sperimentale  
C. Perrino, A. Pini, G. Leuzzi, P. Monti, A. Pelliccioni, L. Tofful  
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

11\_O\_QAI\_B1\_Dispersione di inquinanti e circolazione dell'aria in un ambiente indoor: modellazione su scala di  
laboratorio  
A. Pini, C. Perrino, G. Querzoli, A. Pelliccioni, G. Leuzzi, P. Monti  
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

### Strumentazione, sensori e metodi di misura

12\_O\_SSM\_B1\_Interconfronto di smart sensor a Milano: una attività svolta tra soci IAS del WG2  
C. Colombi, D. Cesari, R. Cosenza, M.C. Bove, R. Cresta, C. Giglioni, E. Bompadre, S. Alberti, A. Scarcelli, D.  
Vignola, M. Giles, M.G. Perrone, S. Moroni, F. Unga, D. Contini  
ARPA Lombardia

13\_O\_SSM\_B1\_Monitoraggio di PM e NO<sub>2</sub> in centri urbani: metodologia di calibrazione di micro-sensori a basso  
costo e loro applicazioni  
G. D'Elia, S. Fellini, S. Ferlito, D. Gallione, G. Loffredo, N. Mastromatteo, V. Vaccaro, M. Clerico, G. Fattoruso,  
P. Salizzoni  
Politecnico di Torino

14\_O\_SSM\_B1\_Metodiche di campionamento ed analisi di PFAS in aria: sperimentazioni e primisultati in  
Regione Piemonte  
M. Scrivanti, E. Bonansea, C. Littera, C. Otta, R. Barisone, M. Fontana, E. Pipino, S. Possamai, N. Santamaria  
Arpa Piemonte



15\_O\_SSM\_B1\_L'errore nella determinazione della massa del particolato atmosferico al 50% di umidità relativa  
L. Giovanazzi, I. Gini, A. Doldi, S. Cerri, M. Cefali, N. Losi, P. Maroni, E. Bolzacchini, L. Ferrero  
Università di Milano-Bicocca

16\_O\_SSM\_B1\_Caratterizzazione ottica e microfisica di aerosol prodotti da eventi di combustione di biomassa osservati nell'area urbana di Napoli mediante tecniche di remote sensing  
R. Damiano, A. Boselli, A. Sannino, S. Amoruso  
Università di Napoli Federico II

## Source Apportionment

17\_O\_SAP\_B1\_Ultrafine particles physico-chemical characterization, size distribution and source apportionment at a major European airport  
S. Ridolfo, X. Querol, A. Karanasiou, N. Perez, A. Alastuey, B.L. van Drooge, M. Pandolfi, M. Pedrero, F. Amato  
Institute of Environmental Assessment and Water Research, IDAEA, Spanish Research Council (CSIC), Spain

18\_O\_SAP\_B1\_MWAA Model Toolkit – Un'implementazione Python e R del modello aggiornato per l'apporcionamiento ottico degli aerosol carboniosi  
T. Isolabella, V. Bernardoni, A. Bigi, M. Brunoldi, F. Mazzei, F. Parodi, P. Prati, V. Vernocchi, D. Massabò  
Università di Genova

19\_O\_SAP\_B1\_Aspetti chiave del Dataset IAS di speciazione del PM10 urbano: 1. la geografia e la topografia urbana come trait d'union tra siti intra/extra regionali lungo l'Italia; 2. dataset non-convenzionali per il source apportionment  
A. Pietrodangelo, M.C. Bove, A.C. Forello, F. Crova, A. Bigi, E. Brattich, A. Riccio, S. Becagli, S. Bertinetti, G. Calzolari, S. Canepari, D. Cappelletti, M. Catrambone, D. Cesari, C. Colombi, D. Contini, E. Cuccia, G. De Gennaro, A. Genga, P. Ielpo, F. Lucarelli, M. Malandrino, M. Masiol, D. Massabò, C. Perrino, P. Prati, T. Siciliano, L. Tositti, E. Venturini, R. Vecchi  
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

20\_O\_SAP\_B1\_Applicazione del modello a recettore dispersion-normalised multi-time resolution PMFa dati di PM1 della Pianura Padana  
F. Crova, A.C. Forello, V. Bernardoni, G. Calzolari, S. Canepari, S. Argentini, F. Costabile, M.A. Frezzini, F. Giardi, F. Lucarelli, D. Massabò, L. Massimi, S. Nava, M. Paglione, G. Pazzi, P. Prati, M. Rinaldi, M. Russo, S. Valentini, G. Valli, V. Vernocchi, R. Vecchi  
Università di Milano e INFN-Milano

## Qualità dell'aria nelle aree urbane

21\_O\_QAU\_B1\_Nucleazione atmosferica in ambiente urbano: il caso di Milano  
M. Agro', S. Melina, J. Sulo, C. Colombi, B. Biffi, A. Marinoni, I. Grigioni, K. Lehtipalo, T. Petäjä, F. Bianchi  
University of Helsinki, Finland

22\_O\_QAU\_B1\_Progetto regionale Urban Forestry: qualità dell'aria outdoor in una città di medie dimensioni e capacità di assorbimento di inquinanti atmosferici e gas climalteranti da parte del verde urbano  
E. Bonansea, C. Littera, C. Otta, S. Vazzola, R. Baraldi, C. De Benedictis, L. Neri, A. Przybysz, R. Popek  
Arpa Piemonte

23\_O\_QAU\_B1\_Glifosato e altri prodotti per la protezione delle piante nell'aerosol urbano: trend temporale e dimensionale, trasporto e possibili sorgenti

G. Mazzi, M. Feltracco, E. Barbaro, A. Alterio, E. Favaro, C. Barbante, A. Gambaro

Università di Venezia Ca' Foscari

24\_O\_QAU\_B1\_Sottoprodotti della disinfezione delle acque nell'aerosol urbano: varie sorgenti, varie cause

M. Feltracco, G. Formenton, E. Barbaro, G. Mazzi, C. Barbante, A. Gambaro

Università di Venezia Ca' Foscari

25\_O\_QAU\_B1\_Variabilità di Black Carbon equivalente a Barcellona da mappatura pedonale

A. Bigi, G. Veratti, A. Baruah, L. Renzi, M. Mazzini, L. Di Liberto, A. Marinoni, M. Pandolfi, G. Ghermandi

Università di Modena e Reggio Emilia

26\_O\_QAU\_B1\_L'aerosol secondario inorganico nel territorio italiano: analisi del dataset IAS dispecazione chimica del PM10 urbano

M.C. Bove, E. Cuccia, A. Pietrodangelo, A.C. Forello, F. Crova, A. Bigi, E. Brattich, A. Riccio, S. Becagli, S. Bertinetti, R. Caggiano, G. Calzolari, S. Canepari, D. Cappelletti, M. Catrambone, D. Cesari, C. Colombi, D. Contini, G. De Gennaro, L. Ferrero, A. Genga, P. Ielpo, F. Lucarelli, M. Malandrino, M. Masiol, D. Massabò, C. Perrino, M. Perrone, P. Prati, T. Siciliano, L. Tositti, E. Venturini, F. Scotto, A. Trentini, R. Vecchi

ARPA Liguria

## Proprietà ottiche, chimiche e fisiche

27\_O\_POC\_B1\_Evoluzione settimanale e stagionale delle proprietà di assorbimento dell'aerosol e la loro associazione con le concentrazioni di PM2.5 e NO2 in un sito del sud-est Italia

D. Peccarrisi, S. Romano, M. Fragola, A. Buccolieri, G. Quarta, L. Calcagnile

Università del Salento

28\_O\_POC\_B1\_On-line Characterization of Carbonaceous Aerosol at ChAMBRé

M. Irfan, E. Abd El, M. Bunoldi, E. Gatta, T. Isolabella, D. Massabò, F. Mazzei, F. Parodi, P. Prati, V. Vernocchi

Università di Genova

29\_O\_POC\_B1\_Impatto del cambiamento del regime HO2/RO2 sulla formazione dei prodotti dell'ossidazione di  $\alpha$ -pinene e il loro contributo alla formazione di aerosol organici secondari

V. Geretti, Y. Baker, S. Kang, T. Bannan, 3. Voliotis, S. Zorn, E. Tsiligiannis, M. Priestley, T. Mentel, G. McFiggans, C. Wu, M. Hallquist

Università di Gothenburg

30\_O\_POC\_B1\_Traccianti molecolari dell'aerosol organico al sito EMEP di Monte Martano

A. Roselli, F. Bruschi, S. Crocchianti, C. Frangipani, M. Galletti, E. Marchetti, C. Petroselli, B. Sebastiani, R. Selvaggi, P. Tuccella, D. Cappelletti

Università di Perugia

## Emissioni

31\_O\_EMI\_B1\_Armonizzazione degli inventari delle emissioni storiche e future: un aspetto cruciale per il supporto alla modellazione del clima e della qualità dell'aria

P. Radice, P. Boorman, S. Finardi, D. Grawe, A. Troccoli, U. Alyuz, S. Arghavani, R.S. Sokhi

ARIANET srl, Milano

32\_O\_EMI\_B1\_Particolate matter emissions from agricultural activities: emission factors and influence of the soil characteristics

E. Padoan, F. Ajmone Marsan, L. Rollé, J. Maffia, E. Dinuccio

Università di Torino

33\_O\_EMI\_B1\_New 9λ Aethalometer model AE36s – Performance and advanced characterization of aerosol sources

A. Gregorič, G. Lavrič, V. Pilko, M. Ivančič, I. Ježek Breclj, B. Alföldy, A. Muñoz, M. Ródenas, R. Soler,

E. Borrás, T. Vera, E. Yubero, R. Podlipec, L. Ferrero, N. K. Nowak, L. Ahonen, M. Rigler

Aerosol d.o.o., Ljubljana, Slovenia

34\_O\_EMI\_B1\_Ultrafine Particle Measurement Campaign in the City of Graz using an AVL CPC

D. Wimmer, R. Davok, M. Cresnoverh, S. Lunghammer, A. Pein, B. Tschofenig

AVL List GmbH, Graz, Austria

35\_O\_EMI\_B1\_Analisi integrata Raman e SEM-EDS per la caratterizzazione del particolato atmosferico in ambito urbano, sub-urbano e rurale

L. Drudi, M. Giardino, D. Janner, F. Pognant, F. Matera, L. Bardi, M. Sacco, R. Bellopede Politecnico di Torino

36\_O\_EMI\_B1\_MISSMARPLE (Milan Small-SaMple Automated Radiocarbon Preparation Line for atmospheric aerosol): validazione e primi dati ambientali

F. Crova, F. Salteri, S. Barone, G. Calzolari, A. Forello, M. Fedi, L. Liccioli, G. Valli, R. Vecchi, V. Bernardoni

Università di Milano e INFN-Milano

## Emissioni

37\_O\_EM2\_B1\_La stima delle emissioni di nanoparticelle generate dagli aeromobili presso l'Aeroporto di Treviso

C. Pozzi, E. Specchia, G. Tinarelli

ARIANET srl, Milano

38\_O\_EM2\_B1\_Determinazione di Fattori di Emissione e caratterizzazione chimica del particolato emesso da forni a legna delle pizzerie attraverso misure sperimentali: Parte 1

A. Bergomi, P. Fermo, S. Bertagna, C. Morreale, M. Stracquadanio, T. La Torretta, I. D'Elia, S. Chiavatini,

A. Malaguti, A. Piersanti, G. Migliavacca

Università di Milano

39\_O\_EM2\_B1\_Sviluppo di una procedura analitica per la caratterizzazione chimica e morfologica del particolato emesso dal sistema frenante

A. Diana, R. Cecire, S. Comis, L. Favilli P. Inaudi, S. Bertinetti, A. Giacomino, O. Abollino, A. Sin, M. Malandrino

Università di Torino

40\_O\_EM2\_B1\_Valutazione chimico-fisica del rilascio di PM10 e PM2.5 dalle pastiglie dei freni con test dinamometrico WLTP-Euro7

C. Gomiero, E. Casamassa, G. Gautier di Confienigo, C. Russo, M.G. Faga, B. Apicella, G. Magnacca

Università di Torino

## Qualità dell'aria di aree portuali e industriali

41\_O\_QAP\_B1\_Valutazione dell'impatto delle emissioni portuali sulla qualità dell'aria in Liguria

M.C. Bove, M. Beggiano, R. Cresta, A. Bisignano, F. Grasso

ARPA Liguria

42\_O\_QAP\_B1\_Airborn micro and nanoparticles in a port site in South Italy

A. Genga, A. Manco, T. Siciliano

Università del Salento

43\_O\_QAP\_B1\_Monitoraggio della distribuzione di nanoparticelle ad alta risoluzione temporale in un sito portuale (Progetto Aernostrum)

B.P. Andreini, E. Bini, L. Borin, C. Collaveri, F. Dini, S. Fortunato, C. Grossi, M. Rosato, B. Sivieri

ARPA Toscana

44\_O\_QAP\_B1\_Distribuzione dimensionale di metalli in tracce nella città di Ancona

S. Illuminati, S. D'Angelo, M. Fanelli, F. Girolametti, L. Massi, B. Ajdini, A. Falgiani, C. Truzzi, A. Annibaldi

Università Politecnica delle Marche

## Sala Basilica 2

### Qualità aria aree rurali e naturali

45\_O\_QAR\_B2\_Caratterizzazione chimica del sistema aerosol-nebbia durante FAIRARI

M. Rinaldi, M. Paglione, F. Mattsson, A. Neuberger, M. Busetto, P. Zieger, C. Mohr, S. Decesari

Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

46\_O\_QAR\_B2\_Il Progetto Life PrepAIR: Il monitoraggio del PM10 nella pianura padana

E. Cuccia, C. Colombi, U. Dal Santo, M. Franciosa, G. Lanzani, F. Petrosino, D. Vincenzi, D. Bacco, V. Poluzzi, F. Scotto, A. Trentini, L. Bardi, A. Bruno, R. De Maria, M. Sacco, M. Maringo, A. Scibelli, S. Pistollato, L. Zagolin, H. Diemoz,

T. Magri

Arpa Lombardia

47\_O\_QAR\_B2\_ChAMBRé e lo studio del bioaerosol: approccio metodologico per l'analisi qualitativa e quantitativa della vitalità batterica

E. Gatta, E. Abd El, M. Bunoldi, M. Irfan, T. Isolabella, D. Massabò, F. Mazzei, F. Parodi, P. Prati, V. Vernocchi

Università di Genova

48\_O\_QAR\_B2\_Studio comparativo del microbioma batterico e fungino aerodisperso in Italia sud-orientale e in Albania mediante analisi composizionale dei dataset di sequenziamento dei geni 16S e ITS rRNA

M. Fragola, S. Romano, L. Pepkolaj, D. Peccarrisi, J. Dhimitri, A. Buccolieri, A. Talà, P. Alifano, G. Quarta, L. Calcagnile

Università del Salento

49\_O\_QAR\_B2\_Bioaerosol e ChAMBRé: una camera di simulazione atmosferica per studiare la vitalità batterica in diverse condizioni ambientali

V. Vernocchi, E. Abd El, M. Bunoldi, E. Gatta, M. Irfan, T. Isolabella, D. Massabò, F. Mazzei, F. Parodi, P. Prati

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Genova

### Source Apportionment

50\_O\_SA2\_B2\_Source apportionment (SA) intercomparing exercise through Source oriented Models (SMs) and Receptor Models (RMs) in three European cities simultaneously

F. Ippolito, E. De Angelis, M.P. Costa, M. in't Veld, G. Jeleniewic, C. Reche, N. Perez, C. Colombi, E. Cuccia, G. Lanzani, X. Querol, A. Alastuey, K. Klejnowski, G. Maffei, J. Struewska, G. Pirovano, Fulvio Amato

Institute of Environmental Assessment and Water Research, IDAEA, Spanish Research Council (CSIC), Spain

51\_O\_SA2\_B2\_Indagini integrative, nell'area Bormida, svolte nell'ambito del Piano d'azione per il risanamento della qualità dell'aria relativamente all'inquinante B(a)P rilevato nel PM10  
M. Pescetto, R. Cresta, M.C. Bove, A. Giordano, B. Vallarino  
ARPA Liguria

52\_O\_SA2\_B2\_Confronto tra un'analisi PMF di bacino e di singolo sito nel Progetto Prepair  
C. Colombi, E. Cuccia, U. Dal Santo, M. Franciosa, G. Lanzani, F. Petrosino, D. Vincenzi, D. Bacco, V. Poluzzi, F. Scotti,  
A. Trentini, L. Bardi, A. Bruno, R. De Maria, M. Maringo, M. Sacco, S. Pistollato, L. Zagolin, T. Magri, H. Diémoz  
Arpa Emilia-Romagna

53\_O\_SA2\_B2\_Applicazione del metodo tagged species implementato in FARM (ORSA - On-Line Reactive Source Apportionment) per il source apportionment modellistico sul Piemonte  
S. Bande, N. Pepe, R. De Maria, S. Finardi, F. Bissardella, S. Ghigo  
Arpa Piemonte

54\_O\_SA2\_B2\_Source apportionment dell'aerosol in tempo reale da misure ottico-fisiche con strumentazione automatica in Valle d'Aosta  
H. Diémoz, A. Bellini, T. Magri, M. Zublena, L. Ferrero, F. Barnaba  
ARPA Valle d'Aosta

55\_O\_SA2\_B2\_An innovative monitoring approach for the chemical characterization of particulate matter (PM) in an industrial site in Southern Italy  
J. Palmisani, A. Di Gilio, G. de Gennaro  
Università di Bari Aldo Moro

## Aree polari e remote

56\_O\_APR\_B2\_Chasing pre-industrial aerosol around the globe  
F. Bianchi, W. Huan, Q. Zha, D. Aliaga, V. Sinclair, G. Ciarelli  
University of Helsinki, Finland

57\_O\_APR\_B2\_Caratterizzazione chimica ed isotopica delle deposizioni atmosferiche di azoto in un sito remoto ad alta quota (2900 m s.l.m.) nelle Alpi Occidentali  
R. Balestrini, H. Diémoz, M. Freppaz, C. Delconte, I. Matiatos  
Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

58\_O\_APR\_B2\_Misura e caratterizzazione chimica del PM10 in stazioni di alta montagna  
L. Corrente, S. Bergamelli, L. Carroccio, E. Cuccia, U. Dal Santo, A. De Martini G. De Stefani, M. Franciosa, G. Lanzani, L. Vergani  
ARPA Lombardia

59\_O\_APR\_B2\_Studio dei processi di nucleazione presso due siti montani ad alta quota: Monte Cimone (2165 m, Italia) e Jungfrauoch (3585 m, Svizzera)  
M. Mazzini, D. Aliaga, J. Lamphilati, F. Bianchi, M. Gysel-Beer, B. Brem, A. Marinoni  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

60\_O\_APR\_B2\_Studio della frazione solubile del particolato atmosferico: composizione e speciazione del PM10 artico  
M. Marafante, S. Bertinetti, L. Carena, D. Fabbri<sup>1</sup>, M. Malandrino, D. Vione, S. Berto  
Università di Torino

## Tossicità ed effetti sulla salute

61\_O\_TOS\_B2\_Source apportionment del PM10 e del suo potenziale ossidativo in ambienti residenziali urbani  
C. Tiraboschi, S. Canepari, M.A. Frezzini, M. Ristorini, F. Marcovecchio, S. Pareti, E. Rantica, M. Giusto,  
T. Sargolin, C. Perrino, L. Massimi  
Università di Roma La Sapienza

62\_O\_TOS\_B2\_Valutazione dell'efficienza di organismi modello/sperimentali per stimare lo stress ossidativo e gli  
effetti sulla salute indotti dall'esposizione a diverse componenti di PM  
E. Vaccarella, S. Canepari, V. Lucchesi, F. Cerasti, F. Peruch, V. Mastrantonio, D. Porretta, L. Massimi  
Università di Roma La Sapienza

63\_O\_TOS\_B2\_Valutazione del contributo di sorgenti emissive al PM10 e al suo potenziale ossidativo nella Valle del  
Sacco (Lazio) mediante dati spaziali di caratterizzazione chimica delle polveri  
M.A. Frezzini, S. Canepari, A. Amoroso, A. D. Di Giosa, L. Martino, C. Tiraboschi, M. Messi, M.L. Astolfi,  
C. Perrino, L. Massimi  
ARPA Lazio

64\_O\_TOS\_B2\_Test biologici di effetto e Source Apportionment: nuove metriche per il monitoraggio del PM10  
S. Barbero, L. Bardi, M. Bernardi, S. Bonetta, E. Brizio, G. D'Amore, M. Fontana, M. Gea, D. Marangon,  
F.A. Pitasi, M. Sacco, T. Schilirò  
ARPA Piemonte

## Aree polari e remote

65\_O\_AP2\_B2\_Inquinamento da particolato atmosferico e deposizioni sul manto nevoso durante l'inverno artico a  
Fairbanks (Alaska)  
S. Decesari, A. Donateo, F. Scoto, G. Pappaccogli, R. Zangrando, A. Spolaor, M. Busetto, F.L. Lovisco, M. Paglione, E.  
Barbaro, W.R.L. Cairns, A. Gambaro  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

66\_O\_AP2\_B2\_Proprietà microfisiche dell'aerosol artico durante lo scioglimento del ghiaccio marino – ruolo come  
CCN e IN  
D. Fellin, A. Gambaro, E. Barbaro, L. Ickes, F. Mattson, P. Zieger, S. Gilardoni  
Università di Venezia Ca' Foscari

67\_O\_AP2\_B2\_Piombo atmosferico in Artide: potenziali sorgenti e variazioni temporali  
M. Grotti, F. Ardini, M.A. Vecchio, M. Mataloni, S. Bertinetti, A. Bazzano, D. Cappelletti, F. Bruschi, F. Vanhaecke  
Università di Genova

68\_O\_AP2\_B2\_Studio della composizione elementare e della sorgente di mineral dust in Artide: risultati da un  
data-base esteso  
G. Calzolai, M. Chiari, C. Fratticioli, F. Giardi, S. Nava, F. Lucarelli, S. Becagli, M. Severi, R. Traversi, E. Barbaro  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Firenze

69\_O\_AP2\_B2\_Una fotografia dello stato attuale della composizione chimica, stagionalità e principali sorgenti  
naturali e antropiche di aerosol in tutto l'Artico  
S. Becagli, E. Barbaro, S. Gilardoni, M. Mazzola, M. Severi, R. Traversi  
Università di Firenze

70\_O\_AP2\_B2\_Stima modellistica degli scambi Stratosfera-Troposfera in Antartide

S. Crocchianti, D. Putero, G. Labbri, P. Cristofanelli, L. Tositti, D. Cappelletti, C. Petroselli, A. Zappi, L. Laghi,  
D. Mostacci  
Università di Perugia

### Qualità aria aree rurali e naturali

71\_O\_QA2\_B2\_Valutazione di parametri ambientali in scenario naturale costiero e analisi composizionale tramite spettroscopia Raman e SEM-EDS

N. Mastromatteo, L. Drudi, D. Gallione, V. Vaccaro, R. Bellopede, M. Clerico  
Politecnico di Torino;

72\_O\_QA2\_B2\_Casi speciali per la caratterizzazione del particolato atmosferico: quadro di riferimento ed indagini svolte (Parte I)

C. Balducci, F. Marcovecchio, M. Bencardino, F. D'Amore, G. Formenton, F. Schiavon, M. Rovea, C. Leonardi  
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

73\_O\_QA2\_B2\_Online molecular composition of organic aerosols at an agricultural site in the PoValley

L. D'Angelo, J. David, M. Simon, A.L. Vogel  
Goethe-University Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany

74\_O\_QA2\_B2\_Determinazione dell'acidità dell'aerosol in Pianura Padana: misure e stime modellistiche durante la campagna FAIRARI e confronto con trend decennali

M. Paglione, S. Decesari, M. Rinaldi, M. Russo, D. Bacco, A. Trentini, M. Comandini, C. Kaltsonoudis, A. Baccarin, S.N. Pandis, A. Nenes  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

### Strumentazione, sensori e metodi di misura

75\_O\_SS2\_B2\_BLA<sub>n</sub>CA: uno strumento innovativo per la misura del coefficiente di assorbimento degli aerosol ad alta risoluzione spettrale

T. Isolabella, V. Bernardoni, M. Brunoldi, M. Irfan, F. Mazzei, F. Parodi, P. Prati, V. Vernocchi, D. Massabò  
Università di Genova

76\_O\_SS2\_B2\_Carbonio organico solubile in acqua in particolato atmosferico: metodi di misura a confronto

A. Pennetta, E. Bloise, G. Deluca, E. Merico, D. Cesari, F. Unga, S. Potì, A. Dinoi, D. Contini  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

77\_O\_SS2\_B2\_Sviluppo di nuovi strumenti e servizi per la ricostruzione della massa del PM presso l'European Mass Calibration Centre (EMC2) di ACTRIS

C. Fratticioli, G. Calzolari, L. Carraresi, F. Giardi, F. Lucarelli, M. Manetti, A. Mazzinghi, S. Nava, C. Ruberto, L. Sodi, F. Taccetti, M. Chiari  
Università di Firenze

78\_O\_SS2\_B2\_Flussi di particelle ultrafini size-segregated rilevati mediante eddy-covariance utilizzando diversa strumentazione

M. Conte, D. Contini, F. Costabile, G. Di Iulio, S. Argentini, G. Casasanta, L. Di Liberto, A. Pelliccioni, A. Held  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

79\_O\_SS2\_B2\_From the loading parameter to the multiple scattering: how to invert aethalometer data to compute C

L. Ferrero, N. Losi, M. Rigler, A. Gregorič, C. Colombi, L. D'Angelo, E. Cuccia, A.M. Cefalì, I. Gini, A. Doldi, S. Cerri, P. Maroni, D. Cipriano, P. Markuszewski, E. Bolzacchini  
Università di Milano-Bicocca

80\_O\_SS2\_B2\_Sensori intelligenti per la valutazione dell'impatto di soluzioni basate sulla natura (NBS) in area urbana

M. Brunoldi, E. Abd El, E. Gatta, M. Irfan, T. Isolabella, F. Mazzei, D. Massabò, F. Parodi, P. Prati, V. Vernocchi  
Università di Genova

## Incendi e prevenzione

81\_O\_IEP\_B2\_A study of the chemical composition and hygroscopic properties of atmospheric aerosol for flashover prevention in Italian power grid

I. Gini, A. Balzarini, G. Pirovano, A.M. Toppetti, L. Fialdini, G. Pirovano, P. Omodeo, M. Marzinott, A.M. Cefalì, N. Losi, A. Doldi, E. Bolzacchini, L. Ferrero  
RSE S.p.A.

82\_O\_IEP\_B2\_Osservazioni sulle concentrazioni di diossine, furani e IPA misurati durante situazioni emergenziali quali gli incendi

U. Dal Santo, E. Cuccia, C. Colombi, G. Lanzani, A. De Martini, P. Carli, G. Siliprandi, L. Carroccio, M. Grillo, L. Clerici, M. Astori, J. Tarlassi, N. Leoni, A. Ballarin, A. De Gregorio, A. Sironi  
Arpa Lombardia

83\_O\_IEP\_B2\_Nature-based Solutions (NbS) per la mappatura spaziale delle componenti di PM emesse da incendi in contesti urbani

A. Zara, F. Barisano, C. Tiraboschi, S. Canepari, L. Massimi  
Università di Roma La Sapienza

## Tossicità ed effetti sulla salute

84\_O\_TO2\_B2\_Particle toxicity and air quality standards. A focus on the Po Valley, Italy

M. Ravina, R. De Maria, M. Maringo, M. Sacco, L. Bardi, A. Bruno, D. Panepinto, M. Zanetti, E. Brizio, S. Barbero  
Politecnico di Torino

85\_O\_TO2\_B2\_Variabilità spaziale e temporale del PM e della sua tossicità nell'area di Lecce

S. Potì, E. Merico, M. Conte, F. Unga, D. Cesari, A. Dinoi, M.R. Guascito, A.R. De Bartolomeo, A. Carlino, A. Pennetta, E. Bloise<sup>1</sup>, G.E. De Benedetto, R. Ferrera, E. Bompadre, D. Contini  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

86\_O\_TO2\_B2\_Valutazione delle componenti del particolato sulla mortalità: il caso studio di Torino

C. Ivaldi, L. Bardi, E. Brizio, A. Bruno, L. Crosetto, R. De Maria, M. Gandini, M. Maringo, M. Sacco, N. Zengarini  
Arpa Piemonte

87\_O\_TO2\_B2\_Qualità dell'aria e concentrazioni elementari in capelli e urine di studenti universitari italiani e cileni

R. Giorgione, M.A. Leiva Guzman, L. Massimi, S. Canepari, M.L. Astolfi  
Università di Roma La Sapienza



## Poster

### Poster Session #1

P1.01 - Casi speciali per la caratterizzazione del particolato atmosferico: variabilità stagionale e differenze geografiche (Parte II)

F. Marcovecchio, C. Balducci, M. Bencardino, F. D'Amore, G. Formenton, S. Ficotto, C. Leonardi  
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

P1.02 - Radon indoor e interventi di efficientamento energetico nel settore residenziale: strategie di misura ed analisi applicate ad un edificio residenziale multipiano

C. Peretti, L. Confessore, A. Di Menno di Bucchianico, A. Lepore, S. Brini, M. Arpaia, F. Massimi  
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)

P1.03 - Misurazione dei PFAS volatili nell'aria ambiente interna utilizzando il desorbimento termico abbinato alla spettrometria di massa

H. Calder, L. Miles, S. Samlert, D. Morosini  
SRA Instruments, Cernusco sul Naviglio

P1.04 - Valutazione della qualità dell'aria a scala regionale e urbana: metodi di acquisizione e applicazioni

D. Gallione, N. Mastromatteo, V. Vaccaro, M. Clerico  
Politecnico di Torino

P1.05 - Monitoraggio del Particolato Atmosferico e dei Fattori Microclimatici nei Dimostratori IBISECO: Risultati Preliminari

R. Caggiano, C. Cosmi, S. Di Leo, A. Pagliuca, P. P. Ragone, S. Sabia, E. Sicilia, A. Speranza  
Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (IMAA-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

P1.06 - Stima del contributo di emissioni da traffico e di combustione di biomassa nel particolato PM2.5 attraverso analizzatori multicanali di black carbon in alcuni siti urbani nel bacino padano

L. Torreggiani, S. Fabbì, S. Ferrari  
Arpa Emilia-Romagna

P1.07 - Source apportionment della città di Cremona

L. La Gaccia, A. Bessi, P. Carli, E. Cuccia, U. Dal Santo, E. Micheli  
ARPA Lombardia

P1.08 - Applicazione del metodo self-organizing maps (SOM) per l'identificazione di sorgenti di emissione nell'area di Savona

A. Zappi, L. Tositti, M. Biondi, E. Brattich  
Università di Bologna

P1.09 - Un approccio parametrico Bayesiano per la quantificazione dell'incertezza nella caratterizzazione dell'aerosol da dati lidar  $3\beta + 2\alpha$

G. Varini, A. Boselli, R. Damiano, A. Sannino, A. Sorrentino  
Università di Genova

P1.10 - Il Progetto Life PrepAIR: focus sui siti piemontesi e loro relazione con la Pianura Padana

C. Colombi, E. Cuccia, U. Dal Santo, M. Franciosa, G. Lanzani, F. Petrosino, D. Vincenzi, D. Bacco, V. Poluzzi, F. Scotto, A. Trentini, L. Bardi, A. Bruno, E. Calderaro, R. De Maria, M. Maringo, S. Martini, L. Pascucci, F. Romeo, M. Sacco, R. Sergi, S. Pistollato, L. Zagolin, H. Diémoz, T. Magri  
Arpa Piemonte

P1.11 - Scenari emissivi e di qualità dell'aria per la Regione Liguria al 2025 e 2030: l'impatto del settore trasporti sui livelli di particolato

C. Trozzi, E. Piscitello, P. Oliveri, A. Bisignano

ARPA Liguria

P1.12 - Caratterizzazione di stazioni di fondo urbano nella Piana di Lucca: il levoglucosano come tracciante dei fenomeni di combustione di biomassa

E. Mirenda, F. Bellandi, S. Ninci, R. Bocciolini, B. P. Andreini, D. Dalle Mura, R. Fruzzetti, M. Vitelli

ARPA Toscana

P1.13 - Source apportionment del Black Carbon in ambito urbano e sub-urbano mediante spettroscopia Raman e tecniche di machine learning

L. Drudi, M. Giardino, D. Janner, F. Pognant, F. Matera, M. Sacco, R. Bellopede

Politecnico di Torino

P1.14 - Determinazione di Fattori di Emissione e Caratterizzazione Chimica del particolato emesso da forni a legna delle pizzerie attraverso misure sperimentali: Parte 2

A. Bolignano, M. Stracquadanio, G. Migliavacca, P. Fermo, T. M. G. La Torretta, C. Morreale, A. Bergomi, I. D'Elia, S. Chiavarini, S. Bertagna, A. Malaguti, A. Piersanti.

ARPA Lazio

P1.15 - Valutazioni statistiche di dati di concentrazione di benzene misurati nel quadriennio 2020-2023 nell'area di Taranto

A. Nocioni, V. Margiotta, G. Saracino, M. Mantovan, D. Cornacchia, V. Campanaro

ARPA Puglia

P1.16 - Aggiornamento del sistema modellistico per la valutazione dello stato della qualità dell'aria della regione Puglia

I. Schipa, A. Morabito, F. Intini, A. Tanzarella, V. Campanaro, A. D'Allura, D. Barbero, U. Giuriato, N. Pepe

Arpa Puglia

P1.17 - Analisi di serie storiche decennali di metalli sul particolato PM10 e PM2.5 delle stazioni della rete di qualità dell'aria della Provincia di Ravenna

D. Valbonetti, S. Marinello, F. Liguori

Arpa Emilia-Romagna

P1.18 - Approccio integrato per lo studio di microplastiche aerodisperse

P. Boccia, P. Di Filippo, B. Ficociello, F. Incoronato, D. Pomata, C. Riccardi, A. Risuglia, M. Stefanelli, E. Sturchio, M. Zanellato, F. Buiarelli, A. Fricano, G. Simonetti.

INAIL

P1.19 - Assessing Indoor Air Quality: Volatile Organic Compound Emissions from Incense Usage

F. Carriera, C. Di Fiore, A. Iannone, G. Settimo, P. Avino

Università del Molise

P1.20 - Attività sperimentali condotte sul sito di Taranto con analizzatore in continuo di particolato fine: approccio metodologico a elevata risoluzione temporale per la caratterizzazione dimensionale del particolato atmosferico.

L. Angiuli, S. Ficocelli, V. Campanaro, A. Fornaro

Arpa Puglia

P1.21 - Campagne di monitoraggio di benzene con analizzatori GC trasportabili all'interno dello stabilimento siderurgico di Taranto

V. Margiotta, A. Nocioni, T. Pastore, F. Sollecito, A. Morabito, F. Intini, A. Tanzarella, V. Campanaro  
ARPA Puglia

P1.22 - Caratterizzazione del particolato indoor in relazione alla qualità dell'aria outdoor: i primi risultati dal progetto PNRR ECOSISTER.

M. Rinaldi, M. Paglione, M. Busetto, L. Neri, C. De Benedictis, M. Nardino, S. Zampolli, F. Suriano  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR) Consiglio Nazionale delle Ricerche

P1.23 - Caratterizzazione della Composizione Ionica ed Elementare di Particolato Atmosferico size-segregated dall'Area Metropolitana di Mosca

M. Biondi, A. Zappi, O. Popovicheva, M. Chichayeva, L. Tositti  
Università di Bologna

P1.24 - Composizione dimensionalmente risolta e variabilità delle deposizioni secche in un sito del bacino del Mediterraneo ed in un sito artico

P. Ielpo, K. Schneiders, M. Eknayan, F. Scoto, F. De Tomasi, K. Kandler  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR) Consiglio Nazionale delle Ricerche

P1.25 - Un approccio integrato sensori-modelli per sistemi di early-warning e supporto decisionale

L. Caponi, S. G. Danelli, M. De Camillis, M. Santostefano, S. Perasso, P. Brotto  
PM\_TEN Srl, Genova

P1.26 - Utilizzo di un Lidar con depolarizzazione nella valutazione di episodi di intrusioni di polveri

R. Cresta, A. Bisignano, F. Cassola, M. Tizzi  
ARPA Liguria

P1.27 - Il monitoraggio delle deposizioni di mercurio, IPA e metalli: risultati delle campagne stagionali svolte nell'ambito dell'Accordo Reti Speciali

M. Bencardino, C. Balducci, F. Marcovecchio, M. Cerasa, M. C. Tomasi Scianò, A. Tassone, M. Martino, D. Amico, G. Siliprandi, G. Lanzani, M. Salustri, G. Esposito, A. Imperiali, A. Nocioni, A. Pinto, P. Caprioli, C. Leonardi, F. Sprovieri, N. Pirrone  
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

P1.28 - Investigating Techniques for Formaldehyde Detection using 'LOOP' Test Bench

A.M. Cefalì, C. Franchina, M. Gianotti, N. Losi, I. Gini, A. Doldi, S. Cerri, L. Giovanazzi, L. Ferrero, E. Bolzacchini, D. Cipriano  
RSE – Ricerca sul Sistema Energetico, Milano; Università di Milano-Bicocca, Milano

P1.29 - LIFE SIRIUS: A System for Integrated Environmental Information in Urban areaS

M. A. Frezzini, D. Occhiuto, A. Marinelli, S. Lucci, A. Di Giosa  
ARPA Lazio

P1.30 - Le intrusioni desertiche sul Mediterraneo: analisi di un intenso episodio di trasporto di polvere desertica non sahariana

F. Calastrini, C. Busillo, F. Guarnieri, A. Orlandi, G. Messeri, F. Lucarelli, S. Nava, G. Calzolari, F. Giardi, R. Traversi, S. Becagli, T. Giordano, G. Gualtieri, A. Cavaliere, A. Zaldei  
Istituto di BioEconomia (CNR-IBE), Consiglio Nazionale delle Ricerche; Laboratorio di monitoraggio e modellistica ambientale (Consorzio LaMMA)

P1.31 - Misura diretta della dispersione di goccioline in un luogo chiuso attraverso un fotometro a fiamma ad alta sensibilità

J. Pongetti, K Hoffman, C. Nickolaus  
Cambustion Ltd

P1.32 - Monitoraggio del Black Carbon in Toscana

B. P. Andreini, T. Cecconi, C. Collaveri, D. Dalle Mura, F. Dini, R. Fruzzetti, M. Stefanelli, A. Lazzarelli  
ARPA Toscana

P1.33 - Nuove stazioni italiane afferenti al network europeo EMEP: il sito storico di Montelibretti e la nuova stazione di Lampedusa

G. Zazzu, M. Catrambone, S. dalla Torre, G. Esposito, M. Giusto, M. Montagnoli, S. Pareti, C. Perrino, E. Rantica, T. Sargolini, L. Tofful  
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

P1.34 - Progetto Prepair: percorsi didattici innovativi per le scuole sulla tematica di qualità dell'aria

A. Bruno, G. Borgarello, M. Carpenzano, F. Garofalo, M. Orso Giaccone  
ARPA Piemonte

P1.35 - Respirable crystalline silica and feldspar particles airborne and respired in riding arenas: could it be a non-conventional exposure for humans?

S. Capella, E. Belluso, M. Ardit, F. Di Benedetto, M. Bullone  
Università di Torino

P1.36 - Sostanze poli- e perfluoro alchiliche nell'aerosol atmosferico di un'area semirurale della Regione Veneto, Italia

R. Zangrando, S. Pizzini, E. Barbaro, M. Feltracco, A. Gambaro  
Istituto di Scienze Polari (CNR-ISP) Consiglio Nazionale delle Ricerche

P1.37 - Ultrafine Particle and Deposition Doses in Urban vs. Mountain Sites in Central Italy

C. Di Fiore, M. Manigrasso, M. Vitali, C. Protano, V. Mattei, F. Carriera, P. Avino  
Università del Molise

P1.38 - Valutazione in galleria del vento della deriva dei PPP

A. Alterio, L. Becce, G. Mazzi, A. Ali, M. Bortolini, E. Gregoris, M. Feltracco, E. Barbaro, D. Contini, F. Mazzetto, A. Gambaro  
Università di Venezia Ca' Foscari

## Poster Session #2

P2.01 - ChAMBRé: una facility flessibile per studiare gli aerosol atmosferici nel panorama ACTRIS

E. Abd El, M. Bunoldi, E. Gatta, M. Irfan, T. Isolabella, D. Massabò, F. Mazzei, F. Parodi, P. Prati, V. Vernocchi  
Università di Genova

P2.02 - Caratterizzazione del PM2.5 e del suo potenziale ossidativo in tre aree del Sud Italia

D. Cesari, C. Mapelli, A. Dinoi, D. Chirizzi, A. Pennetta, G. Deluca, G. De Benedetto, D. Contini  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

P2.03 - Confronto tra misure online e offline in un sito rurale della Pianura Padana

B. Biffi, L. D'Angelo, E. Cuccia, M. Franciosa, J. David, U. Dal Santo, G. Siliprandi, L. Mari, M. Simon, A. L. Vogel, C. Colombi

Arpa Lombardia

P2.04 - La qualità dell'aria urbana e i potenziali effetti sulla salute ormonale

T. Schilirò, E. Fea, M. Gea, D. Marangon, F. A. Pitasi, M. Fontana

ARPA Piemonte

P2.05 - Valutazione d'impatto sanitario mediante calcolo dei decessi attribuibili alle polveri sottili nel distretto di Cremona

S. Ferrari, L. Guarda, M. Villa, E. Antoniazzi, P. Ballotari, L. Martinelli, L. Bellini, D. Pollastri, S. Mannino

ATS Valpadana

P2.06 - Potenzialità della focused PCA nell'elaborazione dei dati in studi di biomonitoraggio e monitoraggio della qualità dell'aria

M. Messi, M. A. Frezzini, O. Giampaol, C. Tiraboschi, T. Merlet, L. Massimi, F. Sciubba, S. Canepari, M.

Spagnoli, M. L. Astolfi

Università di Roma Sapienza

P2.07 - Dati PM10 e PM2.5 ad alta risoluzione ottenuti dal sensore AIRQino: caso studio nel Mediterraneo centrale

S. Becagli, A. Zaldei, G. di Sarra, T. Giordano, S. Putzolu, M. Severi, D. Sferlazzo, R. Traversi, C. Vagnoli

Università di Firenze

P2.08 - Determinazione della concentrazione del materiale particolato PM10 in aria ambiente mediante analisi gravimetrica: analisi e stima delle incertezze della misura.

L. Raso, V. Marino, M. R. Della Rocca, V. Belgiorno, V. Naddeo, T. Zarra

Università di Salerno

P2.09 - Le potenzialità dell'uso di misure ad alta risoluzione temporale di PM10 e PM2.5 da rete di stazioni low-cost AirQino nello studio degli episodi di trasporto desertico

F. Calastrini, A. Orlandi, G. Messeri, R. Benedetti, A. Zaldei, B. Gioli, G. Gualtieri, A. Cavaliere, T. Giordano, C.

Vagnoli, S. Putzolu, F. Carotenuto, L. Brillì

Istituto di BioEconomia (CNR-IBE), Consiglio Nazionale delle Ricerche; Laboratorio di monitoraggio e modellistica ambientale (Consorzio LaMMA)

P2.10 - Interconfronto tra dati APS e OPS di aerosol monodisperso in una camera di simulazione atmosferica e generato da un flow focusing monodisperse aerosol generator (FMAG).

Federico Mazzei, Elena Abd El, Marco Bunoldi, Elena Gatta, Muhammad Irfan, Tommaso Isolabella, Dario

Massabò, Franco Parodi, Paolo Prati, Virginia Vernocchi

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN); Università degli studi di Genova

P2.11 - Analisi dei fattori meteo climatici nel territorio della ASL CN2

E. Elampe, C. Di Pietrantonj

Servizio Igiene e Sanità Pubblica ASL CN2

P2.12- Estrazione di microplastiche ad alta temperatura e pressione per analisi di aerosol atmosferico mediante pirolisi GC/MS

G. Vitale, E. Gregoris, F. Corami, A. Gambaro

Università di Venezia Ca' Foscari; Istituto di Scienze Polari (ISP-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

P2.13 - Indicatori di effetto da esposizioni a inquinanti aerodispersi in ambito lavorativo

M. De Rosa, F. Marini, M. L. Astolfi, A. M. Caccuri, S. Canepari, L. Massimi, I. Stefani, O. Giampaoli, F. Sciubba, G. Tranfo, M. Spagnoli  
Università di Roma Sapienza

P2.14 - L'importanza dell'analisi elementale per la caratterizzazione dell'aerosol: il centro di riferimento europeo ACTRIS.

F. Lucarelli, G. Calzolari, L. Carraresi, C. Cialdai, C. Fratticioli, F. Giardi, S. Nava, P. Ottanelli, F. Lucarelli, M. Chiari  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN); Università di Firenze

P2.15 - Sviluppo e validazione dell'efficacia germicida di sistema di irradiazione UVc per l'igienizzazione attivabile delle condotte aeree negli ambienti indoor

A. Di Gilio, J. Palmisani, L. Nigro, P. Cicala, P. Iacovone, G. Piccinino, N. Laurieri, G. de Gennaro  
Università di Bari

P2.16 - Studio della contaminazione da microplastiche aerodisperse a Modena - Il progetto MicroTRACES

G. Veratti, A. Bigi, S. Teggi, V. Ferrari, M. Scaramelli, S. Righi, R. Simonini, D. Prevedelli, E. Bergami, G. Ghermandi  
Università di Modena e Reggio Emilia

P2.17 - Valutazione della qualità del dato dei sensori low-cost "Smart Citizen Kits" per il monitoraggio del particolato atmosferico.

M. Sarfraz, E. Brattich, F. Barbano, L. Torreggiani, S. Di Sabatino  
ARPA Emilia-Romagna.

P2.18 - Caratterizzazione delle proprietà dell'aerosol atmosferico successiva ad un evento pirotecnico nell'area urbana di Napoli mediante tecniche di remote sensing e strumentazione near surface.

M. Manzo, Z. Ali, A. D'Anna, R. Damiano, F. Picca, A. Pignatelli, A. Sannino, F. Sasso, S. Spinosa, A. Boselli  
Università di Napoli Federico II

P2.19 - Un approccio innovativo allo studio dell'inquinamento salino degli isolatori del sistema elettrico: l'esperienza italiana

M. Borelli, G. Santucci de Magistris, C. Schianchi Betti, A. Pietrodangelo, C. Perrino, C. A. Lombardi, A. Bergomi, V. Comite, P. Fermo, A. M. Toppetti, L. Fialdini, P. Omodeo, A. Balzarini, G. Pirovano  
Università di Milano

P2.20 - Telerilevamento attivo e passivo diurno e notturno dell'aerosol in un sito alpino: risultati e applicazioni a supporto del monitoraggio ambientale

A. Bellini, H. Diémoz, M. Zublena, A. Barreto, M. Campanelli, F. Barnaba  
ARPA Valle d'Aosta

P2.21 - Caratterizzazione delle distribuzioni dimensionali presso la stazione di Izaña: connessioni con la formazione di nuove particelle in alta quota

M. Agro', W. Huang, J. Shen, D. Aliaga, M. Okuljar, A. Barreto, S. Rodríguez, Y. González, J. López-Darias, T. Petäjä, K. Lehtipalo, J. A. Casquero-Vera, J. Duplissy, G. Titos, A. Casans, F. Bianchi  
University of Helsinki, Finland

P2.22 - Studio delle principali sorgenti di aerosol atmosferico in un sito di alta quota

E. Barbaro, M. Feltracco, F. De Blasi, C. Turetta, M. Radaelli, W. Cairns, G. Cozzi, G. Mazzi, M. Casula, J. Gabrieli, C. Barbante, A. Gambaro

Istituto di Scienze Polari (CNR-ISP) Consiglio Nazionale delle Ricerche; DAIS- Università Ca' Foscari, Venezia

P2.23 - Trend temporali di EC e OC nella neve delle Isole Svalbard

E. Casagrande, F. Bruschi, S. Crocchianti, E. Marchetti, C. Petroselli, R. Selvaggi, J. C. Gallet, A. Spolaor, D. Cappelletti  
Università di Perugia

P2.24 - Caratterizzazione chimica dell'aerosol marino sub-micrometrico attorno al Mare di Ross durante CAIAC (estate antartica 2022-23)

M. Paglione, M. Rinaldi, D. Fellin, M. Rapuano, S. Decesari, N. Losi, L. Ferrero, A. Lupi  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche

P2.25 - Caratterizzazione inorganica del particolato PM2.5 in aree Alpine di medio-alta quota della Valle d'Aosta - caso studio dei siti La Thuile e Plateau Rosà.

I. Genna, H. Diemoz, S. Bertinetti, M. Malandrino, S. Gilardoni, E. Mariani  
Università di Torino

P2.26 - Nuovi strumenti sperimentali e modellistici per il source apportionment georeferenziato di parametri di forcing climatico dall'Europa all'Artico - GAIA

V. Bernardoni, A. Bracci, G. Calzolari, F. Crova, L. Di Liberto, L. Ferrero, F. Giardi, N. Losi, A. Lupi, F. Pasqualini  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)

P2.27 - Nuovo Osservatorio di chimica atmosferica sul Plateau Antartico: prospettive di ricerca

R. Traversi, S. Becagli, M. Severi, L. Caiazza, E. Barbaro, A. Gambaro, M. Roman, M. Grotti, M. Malandrino, P. Cristofanelli, D. Putero  
Università di Firenze

P2.28 - Size-distribution and seasonal evolution of airborne metals in the Antarctic atmospheric particulate matter

L. Massi, M. Fanelli, F. Girolametti, B. Ajidini, C. Truzzi, A. Annibaldi, S. Illuminati  
Università Politecnica delle Marche; Università di Venezia Ca' Foscari

P2.29 - Valutazione delle condizioni meteorologiche che influenzano il trasporto di aerosol dalla Pianura Padana alla stazione di alta quota Testa Grigia (3480 m s.l.m.), a Plateau Rosa, Valle d'Aosta, Italia

N. Ambrosi, L. Giovannini, D. Zardi, H. Diemoz, S. Gilardoni, P. Bonasoni, F. Apadula, E. Mariani, A. Provenzale  
Università di Trento

P2.30 - L'usura degli pneumatici è una fonte sottovalutata di inquinamento atmosferico? Valutazione del PM2,5 per prove delle emissioni degli pneumatici

D. Morosini, E. Sebastiani, H. Calder, R. Francis, L. McGregor  
SRA Instruments, Cernusco sul Naviglio

P2.31 - Wet electrostatic Scrubbing per la cattura di particolato da motori marini dual-fuel a metanolo

A. Parisi, L. Piero Di Bonito, D. Flagiello, A. Lancia, F. Di Natale  
Università di Napoli Federico II

P2.32 - Impatto della riduzione delle emissioni di NOx e NH3 sulle concentrazioni di particolato in pianura padana: uno studio del progetto LIFE-IP PREPAIR

G. Veratti, M. Stortini, R. Amorati, L. Bressan, G. Giovannini, S. Bande, F. Bissardella, S. Ghigo, E. Angelino, L. Colombo, G. Fossati, G. Malvestiti, A. Marongiu, A. Dalla Fontana, B. Intini, S. Pillon  
ARPA Piemonte



P2.33 - Ultrafine particles physico-chemical characterization, size distribution and source apportionment at a major European harbor.

S. Ridolfo, X. Querol, A. Karanasiou, N. Perez, A. Alastuey, B.L. van Drooge, M. Pandolfi, J. Cortes, F. Amato  
Spanish Research Council (CSIC), Spain

P2.34 - La catena modellistica CHIMBO: verifica e studio di processi

T. C. Landi, M. Paglione, F. M. Grasso, F. Roccatò, R. Cesari, M. Morichetti, S. Decesari  
Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC-CNR), Consiglio Nazionale delle Ricerche





IAS - Società Italiana di Aerosol  
PM2024 – Torino, 28 – 31 maggio

# *Orali*

01\_O\_Mod\_B1

## SAPERI: una catena modellistica per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera in situazioni emergenziali

Bianca Tenti<sup>1\*</sup>, Giuseppe Carlino<sup>2</sup>, Rossella Prandi<sup>2</sup>, Massimiliano Romana<sup>3</sup>, Enrico Ferrero<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>DISSTE, Università del Piemonte Orientale;

<sup>2</sup>Simularia Srl, Via Sant'Antonio da Padova 12, Torino;

<sup>3</sup>[massimiliano.romana@gmail.com](mailto:massimiliano.romana@gmail.com); <sup>4</sup>ISAAC-CNR, Torino

\* Corresponding author. E-mail: bianca.tenti@uniupo.it

**Keywords:** *Catena modellistica, Rilasci incidentali, Monitoraggio, Incendi*

**Introduzione:** La combustione incontrollata durante gli incendi provoca l'immissione in atmosfera di numerose sostanze pericolose per la salute umana e l'ambiente. In queste situazioni emergenziali è fondamentale fornire tempestivamente supporto per allertare la popolazione e per identificare il posizionamento ottimale degli strumenti di misura per il monitoraggio. SAPERI - Simulazione Accelerata su Piattaforme Eterogenee di Rilasci Incidentali in atmosfera - è stato sviluppato, con cofinanziamento POR-FESR 2014-2020 di Regione Piemonte, per rispondere a queste esigenze: è uno strumento di analisi efficace, rapido e intuitivo, in grado di sfruttare tecnologie innovative per l'accelerazione del calcolo numerico e garantire l'uso efficiente delle risorse energetiche.

**Metodi:** Il modello di dispersione utilizzato all'interno della catena modellistica di SAPERI è il modello Lagrangiano a particelle SPRAY-WEB (<https://sprayweb.isac.cnr.it>), in cui sono implementati diversi algoritmi di plume rise (1), appositamente parallelizzato mediante direttive del compilatore OpenACC per ridurre i tempi di calcolo. Gli input necessari a SPRAY-WEB sono ricavati attraverso i due preprocessori SAMP e SAPEMI: il primo ricostruisce il campo turbolento a partire dai servizi previsionali open forniti da MISTRAL (Meteo Italian Supercomputing Portal) (2); il secondo caratterizza la sorgente ed il profilo emissivo partendo dalle informazioni fornite dall'utente (dimensione sorgente, tipologia e quantità di materiale bruciato, inizio operazioni di spegnimento, etc.). Infine, SAPPOST effettua un post processing dell'output di SPRAY-WEB per fornire una mappa di ricaduta dell'evento e indicatori sintetici di impatto di breve e lungo periodo.

**Risultati:** In fase di test, il prototipo è stato applicato ad un caso reale, l'incendio industriale avvenuto a Beinasco (TO) il 12 dicembre 2021 (3). Tenuta in considerazione la discrepanza emersa dal confronto tra la direzione del vento prevista dal dataset COSMO-2I (a circa 2.2 km di risoluzione orizzontale) e le misure della centralina più vicina (Beinasco-TRM), l'output del modello mostra un accordo soddisfacente con le misure disponibili, specie per quanto riguarda il benzene. Anche il confronto tra i campionamenti a 12 o 24 ore delle diossine e le medie modellate mostra buoni risultati. **Conclusioni:** I risultati dell'applicazione della catena modellistica indicano l'utilità e il potenziale di SAPERI, che potrebbe beneficiare dell'incremento della risoluzione dell'input meteorologico mediante downscaling. È in corso l'implementazione di un nuovo algoritmo per il mixing di plume multipli che permetterà di utilizzare SAPERI per simulare anche i casi più realistici, come incendi boschivi con diversi punti di innesco o diverse fasi di sviluppo (ignizione, flashover, smouldering).

### **Bibliografia**

[1] Alessandrini e Ferrero. 2013. DOI :10.1016/j.atmosenv.2013.04.070

[2] Bottazzi et.al 2021. DOI:10.1002/met.2004

[3] ARPA Piemonte. 2022. Inquinamento atmosferico a seguito dell'incendio presso DEMAP Srl

02\_O\_Mod\_B1

## Caratterizzazione chimica e OP del PM<sub>10</sub> ad elevata risoluzione spaziale: approccio innovativo per valutare l'esposizione della popolazione a diverse sorgenti di PM e mappare il loro potenziale impatto sulla salute

L. Massimi<sup>1,2,\*</sup>, C. Perrino<sup>2</sup>, S. Canepari<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia Ambientale – DBA, Sapienza Università di Roma, Roma, 00185

<sup>2</sup> Istituto sull'Inquinamento Atmosferico C.N.R. – CNR-IIA, Monterotondo sc., Roma, 00015

\* Corresponding author. Tel: 3703022703, E-mail:l.massimi@uniroma1.it

**Keywords:** *traccianti di sorgente, potenziale ossidativo, source apportionment, mappatura spaziale.*

In contesti urbani e industriali caratterizzati dalla presenza di numerose sorgenti locali di particolato atmosferico (PM), lo studio della distribuzione spaziale delle componenti di PM è essenziale per localizzare l'impatto delle singole sorgenti emmissive, individuare le aree critiche di esposizione alle diverse fonti di PM e geo-referenziare i potenziali rischi per la salute.

In questo contributo, presentiamo diversi esempi di applicazione di un approccio sperimentale innovativo per la caratterizzazione chimica, l'analisi del potenziale ossidativo (OP) e il *source apportionment* del PM ad elevata risoluzione spaziale. Questo approccio è risultato particolarmente efficiente per la mappatura spaziale delle componenti di PM rilasciate da sorgenti emmissive urbane (e.g. traffico veicolare, risollevarimento di suolo, riscaldamento domestico) e industriali (e.g. fonderie, acciaierie e cementifici) in diverse aree di studio in Italia [1]. Tutte queste aree sono soggette a condizioni di intensa stabilità atmosferica e ad un elevato tasso di morbilità e mortalità a causa dell'insorgenza di malattie cardiorespiratorie [2]. In ogni area di studio sono state effettuate campagne di monitoraggio della durata di circa un anno durante le quali sono stati condotti, in parallelo, campionamenti di PM<sub>10</sub> (della durata di 30-60 giorni) in numerosi siti omogeneamente distribuiti sul territorio (alla distanza di circa 1 km l'uno dall'altro), utilizzando un campionatore a bassissima portata. Ogni campione è stato analizzato per l'OP (misurato mediante i saggi acellulari del DCFH, AA e DTT) e per più di 80 parametri chimici: macro-elementi, ioni inorganici, EC, OC, levoglucosano, frazioni idrosolubili e insolubili di micro-elementi ed elementi in traccia. Il *source apportionment*, effettuato su dati spaziali mediante fattorizzazione a matrice positiva (PMF) [1], ha identificato da 5 a 8 sorgenti emmissive per ogni area di studio. I contributi di sorgente e i valori di OP sono stati interpolati con il metodo dell'*ordinary kriging* (OK) e mappati in ambiente GIS per localizzare l'impatto di ciascuna fonte di PM [1]. L'analisi delle componenti principali (PCA) ha consentito di associare ai valori di OP la composizione chimica e le diverse sorgenti emmissive di PM<sub>10</sub> [3].

I dati ottenuti hanno confermato una forte associazione tra l'OP<sup>AA</sup> e il traffico veicolare non combustivo e tra OP<sup>DCFH</sup>, OP<sup>DTT</sup> e sorgenti di tipo combustivo. La combustione di biomasse per il riscaldamento domestico e il risollevarimento di suolo sono risultate le principali sorgenti di PM<sub>10</sub> in tutte le aree di studio, rispettivamente in inverno e in estate [3].

La mappatura spaziale dei contributi delle sorgenti di PM<sub>10</sub> è risultata molto efficiente per localizzare le principali fonti di emissione e identificare le aree critiche di esposizione alle diverse sorgenti [1]. Questo approccio innovativo può essere molto utile per localizzare i potenziali rischi per la salute delle diverse fonti di PM in contesti urbani e industriali e per studiare le relazioni tra le sorgenti emmissive, gli effetti sulla salute e i dati epidemiologici georeferenziati.

### **Bibliografia**

- [1] Massimi L et al. 2022. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2022.135871
- [2] SENTIERI-ReNaM et al., 2016. DOI: 10.19191/EP16.5S1.P001.097
- [3] Massimi L et al. 2020. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115271

## VERT 1.0, un modello originale per la stima delle emissioni da traffico veicolare implementato in ambiente di programmazione R

Giorgio Veratti\*, Alessandro Bigi, Sergio Teggi, Grazia Ghermandi

<sup>1</sup> Dip. di Ingegneria 'Enzo Ferrari', Università di Modena e Reggio Emilia

\* Corresponding author. Tel: +39 059 2056328, E-mail:giorgio.veratti@unimore.it

**Keywords:** emissioni da traffico veicolare, modelli di dispersione, R programming language

Le emissioni del settore dei trasporti sono una fonte significativa di inquinanti in molte aree urbane [1][2][3]. La combustione nei motori termici dei veicoli contribuisce al rilascio di vari inquinanti (es. PM, NO<sub>x</sub>, COV, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>) che a loro volta sono precursori di particolato secondario e di smog fotochimico. Analogamente, le emissioni non-exhaust da traffico sono in crescita in molte aree urbane, a seguito dell'aumento della massa dei veicoli circolanti. Il presente studio riguarda il modello *Vehicular Emission from Road Traffic* (VERT) per la stima delle emissioni da traffico. VERT è un pacchetto originale sviluppato in ambiente di programmazione R e in fase di pubblicazione, che permette di stimare le emissioni di inquinanti e di gas climalteranti a partire da stime di flussi veicolari e dalla composizione del parco veicolare, secondo la metodologia COPERT. Rispetto ad altri strumenti disponibili in letteratura, VERT si distingue per la facilità d'uso, la rapidità nell'utilizzo e nella configurazione, pur mantenendo una grande flessibilità nell'inserimento dei dati da parte dell'utente. Il modello può essere utilizzato sia a scala urbana che regionale e, in caso di contesto urbano, è integrato con il modello di dispersione lagrangiano GRAMM-GRAL.

Il contributo presenta in dettaglio la modalità di stima delle emissioni exhaust da motore caldo e da motore freddo, delle emissioni non-exhaust da abrasione e risospensione ed infine delle emissioni evaporative dal serbatoio, da sosta a caldo e durante la marcia.

Si presentano due validazioni di VERT sia a scala urbana, applicata a Modena, che a scala regionale, applicata sull'Emilia-Romagna. La prima riguarda la simulazione della dispersione di NO<sub>x</sub> da traffico per i mesi di gennaio e febbraio 2020 usando GRAMM-GRAL (risoluzione orizzontale 4 m, risoluzione temporale 1 ora). Il modello di dispersione, utilizzando le emissioni stimate con VERT, ha accuratamente riprodotto le concentrazioni osservate presso i siti urbani di traffico e di fondo (Normalised Mean Square Error 0.37 e 1.07 rispettivamente). La validazione a scala regionale è basata invece sul confronto con l'inventario INEMAR per lo stesso periodo di riferimento (2019). I risultati evidenziano incertezze in linea con studi analoghi riportati in letteratura [4][5]. Si osservano differenze contenute per i principali inquinanti tra - 24% e 19% a seconda del composto e della tipologia di tratto stradale, e differenze maggiori per CO, COV non metanici e NH<sub>3</sub> (49%, 76% e 38% rispettivamente).

### Bibliografia

- [1] Hoofman et al. 2018. DOI: 10.1016/j.rser.2018.01.012
- [2] Squires et al. 2020. DOI: 10.5194/acp-20-8737
- [3] Veratti et al. 2023. DOI: 10.3390/atmos14050762
- [4] Chan et al. 2023. DOI: 10.5194/gmd-16-1427
- [5] Pallavidino et al. 2014. DOI: 10.5094/APR.2014.074

04\_O\_Mod\_B1

## Trasporto di particolato dalla Pianura Padana alla Liguria

Andrea Bisignano<sup>1\*</sup>, Paolo Oliveri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UO Stato Qualità Aria, ARPA Liguria; <sup>2</sup>Centro Funzionale Meteo-Idrologico ARPA Liguria

\* Corresponding author. Tel +390106437218; E-mail:andrea.bisignano@arpal.liguria.it

**Keywords:** *Trasporto di particolato, Modellistica di qualità dell'aria*

**Introduzione:** In Liguria, i livelli medi annuali di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> rilevati dalla rete di monitoraggio ARPAL sono inferiori ai limiti di riferimento previsti dal D. Lgs.155/2010. Inoltre, la distribuzione risulta piuttosto omogenea, probabilmente a causa di una forte componente secondaria. Tuttavia, in particolari condizioni meteorologiche (campo di vento, altezza dello strato limite planetario, ecc.), si verificano eventi di trasporto di particolato atmosferico dalla Pianura Padana, attraverso i valichi Appenninici; tali incursioni provocano un aumento delle concentrazioni di polveri allo sbocco delle valli interessate. Il fenomeno viene registrato in diverse aree circostanti la Val Padana, e.g. (1).

**Metodi:** Le simulazioni di trasporto chimico di particolato sono basate sull'applicazione del modello Euleriano CHIMERE (2), sviluppato dall'Istituto Pierre-Simon Laplace (Ecole Polytechnique, CNRS, Parigi). Esso è il modello di riferimento per il JRC (3), uno dei riferimenti a livello nazionale SNPA (4) e distribuito con licenza gratuita GNU GPL. La versione utilizzata è predisposta per essere accoppiata al modello meteorologico WRF attraverso il modulo di interfaccia OASIS-MCT. Tale modulo è stato impiegato in modalità online: WRF viene eseguito contemporaneamente a CHIMERE e i campi vengono scambiati tra i modelli durante la simulazione, consentendo interazioni a due vie. Per le condizioni iniziali e al contorno, si è resa necessaria l'introduzione di un dominio genitore più esteso (risoluzione 5 km) su cui innestare il dominio regionale (risoluzione 1 km). Il dominio esterno è alimentato con inventario emissivo europeo CAMS, mentre l'input per il dominio interno è basato sull'inventario regionale E2GOV fornito da Techne SPA e aggiornato all'anno 2021.

**Risultati:** Le simulazioni modellistiche, supportate dalle misure della rete di monitoraggio di ARPAL, mostrano come le principali intrusioni di polveri sottili dalla Pianura Padana avvengano attraverso la Val Bormida, superando il colle di Cadibona (458 m); questa zona è infatti caratterizzata da una depressione altimetrica dove l'Appennino Ligure rimane sempre al sotto dei 900 m; seppur di minor entità, alcune intrusioni si verificano anche nella zona del Genovese; qui il particolato viene trasportato attraverso i Passi del Turchino (588 m) e dei Giovi (472), seguendo il percorso delle valli Stura e Scrivia, dove giacciono le principali arterie che collegano Piemonte e Liguria, i.e. le autostrade A26 e A7; in questo tratto di Appennino, le cime sono sempre ben superiori ai 1000 m. Non si registrano invece intrusioni nel Levante, grazie all'elevata altitudine dell'Appennino Spezzino che fornisce una barriera naturale al passaggio di polveri.

**Conclusioni:** Le simulazioni ad alta risoluzione effettuate con la catena modellistica WRF-CHIMERE dimostrano come il trasporto di polveri dalla Val Padana alla Liguria dipenda dalla combinazione di particolari condizioni meteorologiche dello strato limite e altimetria dell'Appennino.

### **Bibliografia**

- [1] Diémoz et al. 2019. DOI: 10.5194/acp-19-3065-2019
- [2] Menut et al. 2021. DOI: 10.5194/gmd-14-6781-2021
- [3] De Meij et al. 2009. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2008.12.036
- [4] Stortini et al. 2020. DOI: 10.3390/atmos1105044

05\_O\_Mod\_B1

## Enhancing modelled PM mass closure with CAMx model in the context of the REMY project

Guido Pirovano<sup>1\*</sup>, Elena De Angelis<sup>1</sup>, Matteo Paolo Costa<sup>1</sup>, Marco Bedogni<sup>2</sup>, Leonardo Beltrami<sup>2</sup>, Federica Ippolito<sup>3</sup>, Fulvio Amato<sup>3</sup>, Chris Emery<sup>4</sup>, Greg Yarwood<sup>4</sup>, Giuseppe Maffei<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Ricerca sul Sistema Energetico (RSE) S.p.A., <sup>2</sup>Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (AMAT), Milano, <sup>3</sup>Institute of Environmental Assessment and Water Research, IDAEA, Spanish Research Council (CSIC), <sup>4</sup>Ramboll Environment and Health, <sup>5</sup>TerrAria s.r.l.

\* Corresponding author. Tel: +39 328 5398922 E-mail: guido.pirovano@rse-web.it

**Keywords:** PM10, CAMx, Road resuspension, Organic matter modelling, Po Valley.

**Introduction:** The mitigation of uncertainties in regional air quality models plays an important role in improving their reliability for supporting air quality assessment and planning. One of the key issues is the frequent underestimation of the modelled PM mass. In most cases such underestimation is related to a few specific processes that are not yet correctly captured by chemistry and transport models (CTMs), such as road dust resuspension and organic matter emissions and chemistry. The first refers to the contribution to the primary fraction of PM due to moving vehicles that, usually, is not included in emission inventories, while the second concerns the emission and chemical processes that give rise to primary (POA) and secondary (SOA) organic matter, with particular reference to the role of Intermediate (IVOC) and Semi volatile (SVOC) organic compounds on SOA production.

**Methods:** in the framework of the REMY project (<https://liferemy.eu/>) two specific actions were taken to tackle these issues: 1) a dedicated field campaign was held to derive updated emission factors to account for road dust resuspension contribution to both PM2.5 and PM10 emissions in regional modelling; 2) an improved algorithm to simulate organic matter taking into account volatility effects from primary emissions (SOAP3) was implemented in CAMx[1] together with an updated methodology to estimate SOA precursors, particularly IVOC and SVOC. The CTM was then run on two nested domains, covering the Po valley and the metropolitan area of Milan.

### Results:

Starting from the field campaign analysis and some literature review, road dust resuspension was estimated to increase the road transport sector PM10 emissions by 44%. Results show an improvement in CAMx performance, where the domain average PM10 concentration normalized bias is reduced by 1.7% with an average spatial concentration that increases by 0.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Focusing on the metropolitan area of Milan, results show an increase in estimated PM10 concentrations that reach 7% in some hotspots of the city. The updated methodology to estimate SOA precursors allowed to integrate the official inventory data for organic compounds, usually limited to the VOC fraction. As an example, the introduction of IVOC increase total non-methanic organic gases by 29%, with the biggest share due to biomass burning. The introduction of the enhanced SOA algorithm and precursor emission estimates improved CAMx performance. As an example, the introduction of IVOC emissions improve PM2.5 modelled concentrations, with an increase in median value over the Po Valley by 3.5% and a bias improvement from -4.1 to -3.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . In conclusion, the introduction of updated algorithms reduced the gap with respect to observations, thus improving the reliability of modelling tools as support to air quality assessment and planning.

**Acknowledgements:** This work was carried out in the framework of the LIFE REMY project (PRE/IT000004).

### References

[1] Ramboll, "CAMx User's Guide Version 7.20", 2022. [www.camx.com](http://www.camx.com)

06\_O\_QAI\_B1

## **Sviluppo di un approccio sensor-based per il monitoraggio in continuo di inquinanti indoor all'interno di una chiesa e di una basilica italiana**

Alessia Di Gilio<sup>1\*</sup>, Jolanda Palmisani<sup>1</sup>, Annalisa Marzocca<sup>1</sup>, Marirosa Nisi<sup>1</sup>, Lucia Pastore<sup>1</sup>, Gianluigi de Gennaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente, Università degli Studi di Bari, Bari

\* Corresponding author: Tel: +39 0805443343, E-mail: alessia.digilio@uniba.it.

**Keywords:** *Incenso, PM2,5, PM10, TVOC*

**Introduzione:** Ad oggi, la qualità dell'aria negli ambienti confinati di vita e di lavoro è oggetto di grande attenzione da parte della comunità scientifica internazionale [1-2]. Tra le diverse sorgenti di inquinanti indoor, i processi di combustione ed, in particolar modo, il cooking e il riscaldamento domestico sono stati oggetto di studio da parte della comunità scientifica di settore mentre solo pochissimi studi sono stati, ad oggi, condotti sull'impatto della combustione degli incensi nei luoghi di culto. Sebbene per periodi di tempo limitati (al massimo qualche ora), durante le celebrazioni liturgiche le chiese accolgono un gran numero di persone spesso in condizioni di scarsa ventilazione poiché, considerata la grandezza degli spazi e la necessità di mantenere un confort termico sia d'estate sia d'inverno, è spesso difficile garantire ricambi d'aria efficaci. Pertanto, questo studio ha l'obiettivo di indagare i profili temporali delle concentrazioni di inquinanti all'interno di una chiesa e di una basilica italiana durante le celebrazioni liturgiche al fine di valutare le dinamiche delle emissioni determinate dalla combustione dell'incenso.

**Metodi:** Un sistema integrato di sensori e analizzatori ad alta risoluzione temporale sono stati installati alla base dell'altare di una chiesa (circa 500 m<sup>2</sup>) e di una basilica (circa 23.000 m<sup>2</sup>) italiane in linea con le prime file di panche adibite ad accogliere i fedeli. Sono state condotte due campagne di monitoraggio: una nella chiesa (2 Febbraio-30 Aprile 2023) e l'altra in una Basilica (1 Novembre-2 Febbraio 2024), durante le quali sono stati monitorati i principali parametri microclimatici (umidità relativa e temperatura) e le concentrazioni di inquinanti quali: composti organici volatili totali (TCOV) mediante il NetPid (Labservice srl), BTEX mediante un micro-GC-PID (Pyxis, Pollution srl) e polveri aerodisperse (PM10, PM2.5, PM1) mediante un OPC (OPTrace, FAI Instruments srl). PM10, PM2.5, TVOC e CO<sub>2</sub> sono stati monitorati anche mediante sensori low cost NOSE 4.0 (Beefrest srl).

**Risultati:** L'elaborazione dei dati raccolti nella chiesa indagata ha messo in luce incrementi significativi delle concentrazioni di PM10 (valore max: 203 mg/m<sup>3</sup>), PM2.5 (valore max: 171 mg/m<sup>3</sup>) e benzene (valore max: 1.66 ppb ovvero 5.4 mg/m<sup>3</sup>) durante le ore di maggiore affluenza dei fedeli e soprattutto contestualmente all'utilizzo dell'incenso.

**Conclusioni:** Durante le cerimonie liturgiche e in particolare, in corrispondenza dell'utilizzo dell'incenso, le concentrazioni degli inquinanti monitorati superavano significativamente le concentrazioni medie di background con picchi massimi ben oltre i limiti di legge stabiliti su base giornaliera e annuale per PM10, PM2.5 e benzene nell'outdoor (DLgs 155/10).

### **Bibliografia**

- [1] IARC, (2013). Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths.
- [2] M. Manigrasso et al., (2019). Science of the Total Environment, 653, 1192–1203.



07\_O\_QAI\_B1

## Valutazione di procedure standard per la raccolta e misura di aerosol carbonioso in ambiente di lavoro - Il progetto CALIPSO

Silvia G. Danelli<sup>1\*</sup>, Lorenzo Caponi<sup>1</sup>, Matilde De Camillis<sup>1</sup>, Matteo Santostefano<sup>1</sup>, Silvia Perasso<sup>1</sup>, Francesca Tarchino<sup>2</sup>, Gianvittorio Luria<sup>3</sup>, Alberto Sorrentino<sup>3-4</sup>, Paolo Brotto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PM\_TEN Srl, P.zza di Soziglia 1/18B, 16123 Genova, Italy

<sup>2</sup>SIGE Srl, Via Castel Morrone 15/H, 16161 Genova, Italy

<sup>3</sup>BEES Srl, Via XX Settembre 36/5, 16121 Genova, Italy

<sup>4</sup>Università degli Studi di Genova DIMA, Via Dodecaneso 35, 16146 Genova, Italy

\*Corresponding author. Tel: +39 375 5346918, [E-mail: silviagiulia.danelli@pm10-ambiente.it](mailto:silviagiulia.danelli@pm10-ambiente.it)

**Keywords:** *Aerosol carbonioso, ambienti di lavoro, ambienti indoor, standard di riferimento*

**Introduzione:** La Direttiva UE 2019/130 (recepita in Italia dal DM Lavoro 11/02/2021 a modifica della legge 81/2008) inserisce il Carbonio Elementale (EC) aerodisperso (1) nell'elenco dei composti cancerogeni da monitorare come marker dell'esposizione dei lavoratori alle emissioni dei fumi di combustione dei motori diesel. Al contempo però non è ancora disponibile una normativa nazionale di riferimento e i metodi attualmente in uso per la determinazione dell'aerosol carbonioso in aria sono diversi e non sempre sovrapponibili (2). Il progetto CALIPSO (Carbonio Aerodisperso: Limiti, Impatto, Protocolli e Standard Operativi), finanziato dal Programma Regionale PR FESR 2021 – 2027 di Regione Liguria, ha come obiettivo lo sviluppo di procedure e standard operativi per la valutazione delle concentrazioni di aerosol carbonioso in aria.

**Metodi:** Si studiano le modalità di campionamento (di cui si verificano le compatibilità, per selezionare quella più efficace e versatile, nonché agevole per l'operatore), le metodologie analitiche e le tecnologie avanzate per la valutazione delle concentrazioni di EC. A tale scopo si raccolgono campioni di particolato prodotti da diverse sorgenti in diversi contesti (indoor e outdoor) e si caratterizzano mediante un ampio ventaglio di metodologie analitiche (2; 3). L'approccio di inter- confronto adottato è basato sia sulla realizzazione di campagne di misura *in situ* sia sull'esecuzione di esperimenti in atmosfera controllata svolti presso l'infrastruttura di ricerca ChAMBRé, (4) nell'ambito dell'incarico di ricerca assegnato alla sezione INFN di Genova e al gruppo di fisica ambientale dell'Università di Genova (<https://labfisa.ge.infn.it>).

**Risultati:** I risultati raccoglieranno informazioni sui tipici valori di esposizione all'aerosol carbonioso, principalmente sul luogo di lavoro ma anche nel contesto ambientale urbano e suburbano, e informazioni di carattere sanitario. Il dataset così definito sarà analizzato con algoritmi di intelligenza artificiale, consentendo di identificare possibili correlazioni fra i parametri misurati e/o misurabili e potenziali elementi di attenzione e criticità determinanti un impatto sulla salute dell'uomo.

**Conclusioni:** I risultati ottenuti da questo progetto forniranno una base scientifica solida per l'elaborazione e il perfezionamento di normative e linee guida specifiche sulla misura del carbonio elementare in conformità con le direttive nazionali e internazionali.

### **Bibliografia**

- [1] Krzyzanowski et al., 2005. <https://iris.who.int/handle/10665/328088>
- [2] Massabò & Prati 2021, DOI: 10.1007/s40766-021-00017-8
- [3] Caponi et al., 2022. DOI: 10.3390/atmos13020299
- [4] Massabò et al., 2018. DOI: doi.org/10.5194/amt-11-5885-2018

08\_O\_QAI\_B1

## Caratterizzazione chimica del particolato depositato negli ultimi quarantaanni nella cappella Brancacci a Firenze

Sofia Brizzi<sup>1\*</sup>, Barbara Salvadori<sup>1</sup>, Maria Catrambone<sup>2</sup>, Cristiano Riminesi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale (CNR-ISPC), via  
Madonna del Piano 10, 50134 Sesto Fiorentino (FI), Italia.

<sup>2</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale (CNR-ISPC), ViaCozzi  
53, 20125 Milano, Italia.

\* Corresponding author: Sofia Brizzi, E-mail: sofia.brizzi@ispc.cnr.it

**Keywords:** ambiente indoor, approccio multi-analitico, dipinti murali, Patrimonio Culturale

Il monitoraggio e la caratterizzazione del particolato depositato (DPM) indoor è particolarmente importante nel campo dei Beni Culturali al fine di preservare e proteggere le opere d'arte da alterazioni e deterioramenti [1,2]. Nel 2021, dopo un lungo periodo di assenza di operazioni di manutenzione, è stato avviato uno studio sulla composizione chimica del DPM e del tasso di deposizione delle polveri sui dipinti murali della Cappella Brancacci nella Chiesa di Santa Maria del Carmine a Firenze, in seguito alla pulitura delle superfici pittoriche. La raccolta del particolato è stata effettuata durante tre diversi periodi di osservazione: nel primo è stato eseguito il campionamento manuale del DPM accumulatosi in circa quarant'anni sulle pareti affrescate e sulle cornici marcapiano della cappella mediante spolveratura; nel secondo, effettuato tra il 2022 ed il 2023, si è proceduto con un campionamento passivo del DPM in diversi punti della cappella, quando era in corso un cantiere di attività diagnostica e restauro con conseguente aumento dell'affluenza di visitatori [3]; il terzo monitoraggio ha invece previsto la raccolta del particolato sospeso (PM) attraverso un campionamento attivo effettuato nella cappella una volta terminati i lavori di restauro e pulitura (2024). I campioni raccolti sono stati caratterizzati, seguendo un approccio multi-analitico, con diverse tecniche, quali microscopia ottica (MO), analisi di fluorescenza a raggi X (pXRF), microanalisi in spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier ( $\mu$ -FTIR) con imaging chimico Focal-Plane Array (FPA), microanalisi tramite microscopio elettronico a scansione (SEM-EDS), cromatografia ionica (IC) e diffrazione a raggi X (XRD) [4]. Lo studio ha permesso di identificare la composizione chimica e la morfologia delle particelle, fornendo informazioni sul diverso impatto che l'inquinamento atmosferico ha prodotto, nel corso del tempo, su una delle opere più rilevanti del Rinascimento italiano.

### Bibliografia

[1] Grau-Bové, J., & Strlič, M. (2013). Fine particulate matter in indoor cultural heritage: a literature review. *Heritage Science*, 1, 1-17.

[2] Anaf, Willemien, et al. "Indoor particulate matter in four Belgian heritage sites: Case studies on the deposition of dark-colored and hygroscopic particles." *Science of the Total Environment* 506 (2015): 361-368

[3] SMOLÍK, Jiří, et al. Deposition of suspended fine particulate matter in a library. *Heritage Science*, 2013, 1.1:1-5.

[4] Duarte, Regina MBO, et al. "Advanced instrumental approaches for chemical characterization of indoor particulate matter." *Applied Spectroscopy Reviews* 57.8 (2022): 705-745.

09\_O\_QAI\_B1

## **Determinazione di 23 additivi plastici, emergenti e non, nelle frazioni ultrafini, fini e grossolane del materiale particolato aerodisperso durante il trattamento dei rifiuti derivanti da apparecchiature elettriche ed elettroniche.**

Giulia Simonetti<sup>2</sup>, Donatella Pomata<sup>1\*</sup>, Carmela Riccardi<sup>1</sup>, Andrea Fricano<sup>2</sup>, Francesca Buiarelli<sup>2</sup>,  
Patrizia Di Filippo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIT, INAIL Ricerca, Roma, 00143;

<sup>2</sup> Dipartimento di Chimica, Università “La Sapienza”, Roma, 00185.

\* Corresponding author. Tel: +39 3398740107, E-mail: d.pomata@inail.it

**Keywords:** Additivi plastici, PM, frazioni ultrafine, fine, grossolana

**Introduzione:** Gli additivi plastici (ritardanti di fiamma, stabilizzanti, plastificanti, antiossidanti, ecc.) sono sostanze che vengono miscelate ai polimeri plastici di base durante la produzione o le lavorazioni, per conferire loro particolari proprietà meccaniche e chimico-fisiche. Per la loro tossicità, rivestono particolare importanza negli studi di esposizione dei lavoratori in realtà lavorative complesse, dove coesistono rischi dovuti all'esposizione a microplastiche e a sostanze chimiche pericolose di altra natura.

**Metodi:** In questo studio, un metodo precedentemente messo a punto per l'analisi di ritardanti di fiamma bromurati (BFR) e di ritardanti di fiamma e plasticizzanti fosfati (OPE) è stato esteso e ottimizzato per l'analisi di altri plasticizzanti, emergenti e non emergenti. La procedura analitica, che include l'estrazione e la purificazione in un singolo passaggio e la successiva analisi in GC-MS (EI e NCI), ha permesso la simultanea determinazione di 23 composti appartenenti alle classi degli ftalati, tereftalati, adipati, sebacati, trimellitati e citrati, nelle frazioni ultrafine, fine e grossolana del materiale particolato (PM) raccolto in tre impianti di smaltimento di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) durante le diverse fasi di lavorazione.

**Risultati:** Gli ftalati (PAE), il dimetil- e dietil-adipato (DMA e DEA), il tributil-2-acetil citrato (ATBC) e il benzilbenzoato (BB) sono stati rivelati in tutte le frazioni collezionate nei tre siti. Gli ftalati sono stati i composti più abbondanti in tutte le frazioni e in particolare i quattro ftalati “legacy” (L-PAE) studiati, quali il dietil-, il dibutil-, il diisobutil-, il bis-2-etilesil- e il benzilbutil-ftalato (DBP, DiBP, DEHP e BBP) sono stati in media l'83% degli ftalati. La loro elevata concentrazione indica il conferimento negli impianti di apparecchiature prevalentemente di vecchia generazione. Inoltre, il significativo contributo di tali sostanze tossiche alla frazione ultrafine del PM suggerisce una più alta probabilità di rischio.

**Conclusioni:** La determinazione di additivi plastici emergenti nel PM può essere un valido supporto a tecniche quali  $\mu$ -FTIR,  $\mu$ -Raman e SEM per l'identificazione e la quantificazione di micro e nanoplastiche aerodisperse. Inoltre, ampliando la caratterizzazione chimica del PM aerodisperso, già avviata in precedenti studi riguardanti la determinazione di OPE, BFR, PFAS, IPA (idrocarburi policiclici aromatici), e i loro derivati ossigenati (Ossi-IPA) e nitrati (Nitro-IPA), questo lavoro rappresenta un punto di partenza per la valutazione del rischio professionale di alcune categorie di lavoratori legato all'esposizione sinergica a diverse classi di inquinanti.

### **Bibliografia**

- [1] P. Fjäder et al., 2022, Reports of the Finnish Environment Institute 33. ISBN 978-952-11-5507-9
- [2] C. Christia, 2019. DOI.10.1016/j.envres.2018.11.034

10\_O\_QAI\_B1

## Dispersione del particolato atmosferico in un ambiente indoor: osservazione sperimentale

Cinzia Perrino<sup>1\*</sup>, Agnese Pini<sup>2</sup>, Giovanni Leuzzi<sup>2</sup>, Paolo Monti<sup>2</sup>, Armando Pelliccioni<sup>3</sup>, Luca Tofful<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto sull'Inquinamento Atmosferico, C.N.R., Monterotondo sc., Roma;

<sup>2</sup>Dip. Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Sapienza Università, Roma;

<sup>3</sup>Dip. Medicina, Epidemiol., Igiene Lavoro e Ambientale, INAIL, Monte Porzio Catone, Roma.

\* Corresponding author. Tel: +39 06 90672263, E-mail: perrino@iia.cnr.it

**Keywords:** *Distribuzione spaziale, esposizione ambientale, contatori di particelle, campi di velocità, gradienti di concentrazione*

L'aria che respiriamo negli ambienti indoor contribuisce in maniera sostanziale alla nostra esposizione agli inquinanti atmosferici, sia per la grande quantità di tempo che trascorriamo negli ambienti confinati, sia per l'esistenza di specifiche sorgenti che si aggiungono a quelle tipiche dell'aria esterna. Sebbene negli ultimi anni la qualità degli ambienti indoor sia stata oggetto di crescente attenzione in ambito scientifico, ancora molto poco note sono le modalità di circolazione degli inquinanti in questi ambienti e come essi, ed in particolare il particolato atmosferico, si distribuiscono al loro interno.

In questo studio, svolto all'interno di un ambiente indoor, sono stati ricostruiti i campi di velocità dell'aria utilizzando una rete di anemometri sonici ed è stata indagata sperimentalmente la dispersione del PM mediante misure di concentrazione in numero effettuate contemporaneamente in diversi punti dello spazio.

Le misure sono state effettuate in un'aula del tipo ad anfiteatro della Sapienza Università di Roma, durante un periodo di assenza degli studenti. Per la determinazione della concentrazione del PM è stata utilizzata una rete, appositamente progettata, composta da 10 contatori operanti mediante il principio del laser scattering, posti in diversi punti dell'aula. Il flusso d'aria in ingresso è stato generato mediante otto ventilatori posizionati in modo da coprire lo specchio di una delle due porte presenti nell'ambiente. Come sorgente di particolato sono stati utilizzati bastoncini di incenso, posti immediatamente dietro i ventilatori. I 10 contatori della rete sono stati collocati sia subito al di sopra dei banchi, in configurazione regolare (3 file equidistanti di 3 nodi ciascuno, più un nodo nella seconda porta presente nell'ambiente), sia ponendo in punti diversi dell'aula tre "torri", ciascuna costituita da tre nodi posizionati ad altezze diverse sulla stessa verticale, a circa 80 cm di distanza l'uno dall'altro, in modo da valutare anche i gradienti verticali.

I risultati dell'indagine, condotta in tre diverse condizioni di ventilazione, hanno messo in evidenza il legame fra il campo tridimensionale di velocità instaurato nell'ambiente e le variazioni nel tempo e nello spazio delle concentrazioni del PM all'interno dell'aula. Inoltre, l'esperimento effettuato ponendo i contatori a diverse altezze sulla stessa verticale ha permesso di avere un'idea della struttura tridimensionale dei campi di concentrazione associati all'immissione del tracciante. La dispersione delle polveri ha mostrato gradienti non trascurabili sia orizzontalmente che sulla verticale, con una tendenza alla stratificazione nella zona più alta dell'aula.

11\_O\_QAI\_B1

## Dispersione di inquinanti e circolazione dell'aria in un ambiente indoor: modellazione su scala di laboratorio

Agnese Pini<sup>1\*</sup>, Cinzia Perrino<sup>2</sup>, Giorgio Querzoli<sup>3</sup>, Armando Pelliccioni<sup>4</sup>, Giovanni Leuzzi<sup>1</sup>, Paolo Monti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dip. Ingegneria Civile, Edile, Ambientale, Sapienza Università, Roma; <sup>2</sup> Istituto sull'Inquinamento Atmosferico C.N.R., Monterotondo sc., Roma; <sup>3</sup> Dip. Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura, Università di Cagliari, Cagliari; <sup>4</sup> INAIL - Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro – Dip. di medicina, epidemiologia, igiene dellavoro e ambientale - Monte Porzio Catone, Roma.

\* Corresponding author. Tel: +39 06 44585084, E-mail: agnese.pini@uniroma1.it

**Keywords:** *Circolazione dell'aria indoor, diffusione di inquinanti, analisi di immagine, campi di velocità, campi di concentrazione*

La qualità dell'aria indoor rappresenta, ad oggi, un problema di primaria importanza per la salute umana, certamente a causa del crescente tempo che trascorriamo negli ambienti confinati ma, in particolare, in ragione delle condizioni di circolazione dell'aria e conseguente diffusione di sostanze che possono verificarsi in questi ambienti. La modellazione di questi due aspetti rappresenta un campo attualmente aperto e di complessa indagine. La circolazione che si instaura negli ambienti indoor è infatti influenzata da molteplici fattori sia esterni, ventilazione e temperatura dell'ambiente outdoor, che interni, geometria e condizioni di utilizzo dell'ambiente (ad es. presenza di persone e ventilazione forzata). La diffusione di sostanze, oltre ad essere influenzata dalla molteplicità dei fattori determinanti la circolazione, dipende anche da natura e posizione delle sorgenti.

In questo studio circolazione dell'aria e dispersione di un generico inquinante all'interno di un ambiente indoor sono indagate tramite tecniche di analisi di immagine applicate ad un modello in scala ridotta di un ambiente reale. Lo studio è stato condotto utilizzando un apparato sperimentale costituito da un modello in scala 1:20 di un'aula ad anfiteatro della Sapienza Università di Roma già oggetto di campagne di misura nell'ambito del Progetto BRiC INAIL 2019. Sono state condotte simulazioni della circolazione ipotizzando condizioni neutre e di ventilazione naturale. L'indagine della circolazione tridimensionale che si instaura nell'aula è stata realizzata utilizzando la tecnica di *Feature Tracking* su diversi piani, verticali e orizzontali, di analisi delle immagini. La dispersione è stata indagata simulando la presenza di una sorgente esterna trasportata dal flusso d'aria in ingresso tramite l'immissione continua di un tracciante passivo, fluoresceina a concentrazione nota, all'interno del modello. I campi di concentrazione sono stati ricavati tramite la tecnica di analisi di immagine PLIF, *Planar Laser-Induced Fluorescence*, sia durante la fase di immissione e diffusione nell'ambiente del tracciante, che in una successiva volta a rappresentare il solo ingresso di aria pulita. L'analisi ha consentito di ricavare mappe dei campi di velocità e concentrazione lungo i piani di acquisizione. I risultati evidenziano la struttura fortemente tridimensionale del campo di velocità e mostrano l'influenza non trascurabile della conformazione geometrica dell'aula nel determinare il campo interno. Si sono infatti osservate diverse strutture vorticosi che si sviluppano e permangono in diverse zone dell'aula e che possono, potenzialmente, contribuire a determinare fenomeni di accumulo. Si è inoltre ricavato l'andamento temporale della concentrazione in diversi punti dell'aula.

12\_O\_SSM\_B1

## Interconfronto di smart sensor a Milano: una attività svolta tra soci IAS delWG2

Cristina Colombi<sup>1,\*</sup>, Daniela Cesari<sup>2</sup>, Rosario Cosenza<sup>1</sup>, Maria Chiara Bove<sup>3</sup>, Roberto Cresta<sup>3</sup>, Carlo Giglioni<sup>4</sup>, Enrico Bompadre<sup>5</sup>, Stefano Alberti<sup>6</sup>, Alberto Scarcelli<sup>7</sup>, Davide Vignola<sup>8</sup>, Marc Giles<sup>9</sup>, Maria Grazia Perrone<sup>10</sup>, Silvia Moroni<sup>11</sup>, Florian Unga<sup>2</sup>e Daniele Contini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>U.O. Qualità dell'Aria, ARPA Lombardia, Milano;

<sup>2</sup>ISAC, CNR Lecce; <sup>3</sup>U.O. Stato Qualità dell'Aria, ARPAL, Genova; <sup>4</sup>Con.Tec Engineering srl, Milano;

<sup>5</sup>FAI Instruments srl, Fonte Nuova (RM); <sup>6</sup>Dado Lab srl, Cinisello Balsamo (MI); <sup>7</sup>ORION srl, Veggiano (PD);

<sup>8</sup>Pollution srl, Budrio (BO); <sup>9</sup>Eurelettronica Icas, Roma; <sup>10</sup>XearPro srl, Cogliate (MB); <sup>11</sup>AMAT Milano

\* Corresponding author. Tel: +39 02 69666739, [E-mail: c.colombi@arpalombardia.it](mailto:c.colombi@arpalombardia.it)

### **Keywords:** *sensori smart, LCS, inter-confronto*

Per aumentare le informazioni sulla distribuzione spazio-temporale dell'inquinamento atmosferico, nell'ultimo decennio sono state proposte tecniche supplementari, rispetto ai criteri della Direttiva europea 2008/50/CE. In tale ambito, i sensori a basso costo (Low Cost Sensors, LCS) degli inquinanti atmosferici, sono tecnologie che promettono progressi nel monitoraggio della qualità dell'aria, sia in termini di risoluzione spaziale che temporale. Questo lavoro presenta i risultati raccolti da una prima campagna di inter-confronto tra LCS e strumentazione di riferimento per la qualità dell'aria (appartenente alla rete di ARPA Lombardia). Lo studio ricade nell'ambito delle attività di ricerca dei membri della Società Italiana di Aerosol (IAS).

I sensori sono stati esposti all'aria ambiente per due periodi consecutivi. Il primo periodo di misure si è svolto nel mese di aprile 2022, presso un sito di fondo urbano (Milano-Pascal); il secondo periodo comprende i mesi di maggio e giugno 2022 e si è svolto presso un sito di traffico intenso (Milano Marche). I dati raccolti sono stati validati seguendo procedure di base QA/QC. La successiva analisi statistica [1] ha avuto lo scopo di esaminare la completezza dei dati, la variabilità intra-modello, la statistica di regressione lineare tra i valori misurati con LCS e il relativo riferimento, l'errore di misura associato ai LCS e l'impatto delle condizioni ambientali sui dati acquisiti.

Sono state raccolte un totale di circa 1700 ore di misura, con un recupero dati medio superiore all'87%. Per quanto riguarda, ad esempio, il particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>), l'analisi statistica ha evidenziato che tutti i sensori sono in grado di riprodurre l'andamento dell'analizzatore di riferimento, con valori confrontabili entro la barra di incertezza, espressa come deviazione standard, ma con un'elevata variabilità intra-modello. Tuttavia, le performance osservate per la frazione fine sono inferiori, indicando che le prestazioni dei LCS possono variare in base alle regioni geografiche e a seconda dei diversi intervalli di concentrazione e delle proprietà ottiche dell'aerosol [2]. Infine, l'analisi degli errori ha consentito di identificare alcuni LCS affetti da un predominante errore sistematico, la cui eliminazione migliorerebbe significativamente la performance.

I LCS promettono progressi nel monitoraggio della qualità dell'aria, in termini di risoluzione spaziale e temporale, tuttavia gli studi di inter-confronto sono essenziali per valutare la performance e migliorare, ove possibile, tali tecnologie.

### **Bibliografia**

[1] Feenstra B. et al. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.006946>

[2] Feinberg et al., 2018. DOI: <https://doi.org/10.5194/amt-11-4605-2018>

13\_O\_SSM\_B1

## Monitoraggio di PM e NO<sub>2</sub> in centri urbani: metodologia di calibrazione di micro-sensori a basso costo e loro applicazioni

Gerardo D'Elia<sup>3</sup>, Sofia Fellini<sup>2\*</sup>, Sergio Ferlito<sup>3</sup>, Davide Gallione<sup>1\*</sup>, Giuseppe Loffredo<sup>3</sup>, NicoleMastromatteo<sup>1</sup>,  
Vincenzo Vaccaro<sup>1</sup>, Marina Clerico<sup>1</sup>, Grazia Fattoruso<sup>3</sup>, Pietro Salizzoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) Politecnico di Torino;

<sup>2</sup>Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique, UMR CNRS 5509, Université de Lyon, Ecole Centrale de Lyon, INSA Lyon, Université Claude Bernard Lyon I, 69134' Ecully, France;

<sup>3</sup>ENEA CR-Portici, Divisione TERIN-FSD, P. le E. Fermi 1, 80055 Portici, Italy

\*Corresponding author: [davide.gallione@polito.it](mailto:davide.gallione@polito.it)

**Keywords:** qualità dell'aria, area metropolitana, inquinamento, PM2.5, PM10, NO<sub>2</sub>

Introduzione: L'inquinamento atmosferico è uno dei principali fattori di rischio ambientale, causandocirca 7 milioni di morti ogni anno. A questo proposito, è importante monitorare le concentrazioni del particolato atmosferico (PM) nelle sue diverse frazioni e gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), in particolare l'NO<sub>2</sub>, parametri fondamentali per la qualità dell'aria. Una valutazione accurata dell'esposizione agli inquinanti richiede quindi una risoluzione su scale spaziali e temporali più fine possibile.

Metodi: Recenti studi hanno confermato che i sensori calibrati a basso costo possono essere uno strumento efficace nella valutazione dell'esposizione agli inquinanti atmosferici. (1) Attualmente non esiste un protocollo per calibrare i micro-sensori; questo rende difficile avviare e confrontare gli studi di calibrazione, risultando argomento complesso. (2) Per il monitoraggio del PM e dell'NO<sub>2</sub> nella città di Torino, sono state utilizzate due stazioni di micro-sensori a basso costo (MONI.C.A. - MONITORAGGIO Cooperativo della qualità dell'Aria) messe a punto e rese disponibili da ENEA – Centro Ricerche Portici, installate al Politecnico di Torino. La calibrazione delle stazioni di micro-sensori è stata realizzata correlando, per uno stesso intervallo di tempo, le misure eseguite dai MONI.C.A. con le misure eseguite da uno spettrometro ottico di aerosol certificato per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico (Palas Fidas 200S) per il PM; e con le misure dell'analizzatore certificato Serinus 40 Ecotech per l' NO<sub>2</sub>, nelle stazioni di monitoraggio del Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) Politecnico di Torino.

Risultati: I due MONI.C.A. sono stati utilizzati per confrontare le condizioni di inquinamento di due punti a quote diverse: uno a livello stradale e l'altro a 25 m di altezza. Da questo confronto risulta che per l' NO<sub>2</sub> non ci sono sostanziali differenze e gli andamenti sono quasi sovrapponibili. Per le due frazioni di PM misurate, invece, le concentrazioni a livello stradale risultano essere leggermente più alte ma comunque confrontabili con quelle a 25 m di altezza. Durante il periodo di misura i MONI.C.A. sono stati affiancati dalle strumentazioni certificate per la verifica della validità nel tempo degli stessi.

Conclusioni: Le differenze di concentrazione di PM e NO<sub>2</sub> riscontrate dai MONI.C.A. hanno trovato riscontro anche nelle misurazioni degli strumenti certificati ad essi affiancati e risultano rappresentative delle due postazioni esaminate, coerentemente con le caratteristiche meteo-climatiche (temperatura e umidità) e di traffico esistenti.

### Bibliografia

[1] M. L. Aix et al. 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.164063

[2] Giordano et al. 2021. DOI: 10.1016/j.jaerosci.2021.105833

14\_O\_SSM\_B1

## Metodiche di campionamento ed analisi di PFAS in aria: sperimentazioni e primi risultati in Regione Piemonte.

Marta Scrivanti<sup>1\*</sup>, Enrico Bonansea<sup>1</sup>, Cristina Littera<sup>1</sup>, Cristina Otta<sup>1</sup>, Rosita Barisone<sup>1</sup>, Marco Fontana<sup>2</sup>,  
Enrica Pipino<sup>2</sup>, Simona Possamai<sup>2</sup>, Nicola Santamaria<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento Territoriale Piemonte Sud-Est Arpa Piemonte;

<sup>2</sup> Laboratorio Specialistico Nord-Ovest Arpa Piemonte

\* Corresponding author. Tel: +39 011.19681653, [E-mail: m.scrivanti@arpa.piemonte.it](mailto:m.scrivanti@arpa.piemonte.it)

**Keywords:** PFAS, aria ambiente, deposizioni atmosferiche, polveri

**Introduzione:** A partire dal 2021 Arpa Piemonte ha avviato alcune attività a carattere sperimentale finalizzate allo studio delle metodiche di campionamento ed analisi dei PFAS nell'aria, in assenza, a livello nazionale ed internazionale, di metodi ufficiali validati. Le attività sono state condotte in Provincia di Alessandria.

**Metodi:** Le attività hanno riguardato la sperimentazione di differenti metodiche di prelievo, attive e passive, al fine di indagare il comportamento delle sostanze ricercate al variare delle condizioni di campionamento. Nello specifico sono stati sperimentati: Campionamento passivo di deposizioni atmosferiche, normalmente utilizzato anche per altre tipologie di sostanze (metalli, IPA); Campionamento attivo con campionatori ad alto volume tramite prelievo su filtro in fibra di quarzo e spugna poliuretana adsorbente (metodologia utilizzata per la determinazione dei microinquinanti organici), Campionamento attivo su fiale adsorbenti XAD2, Campionamento attivo su filtro in fibra di quarzo, per la caratterizzazione della frazione inalabile delle polveri, Avvio della sperimentazione per la ricerca dei PFAS nel PM10 [1,2].

**Risultati:** Tutte le tecniche di campionamento messe in atto hanno consentito la rilevazione di molecole appartenenti alla famiglia dei PFAS, in concentrazioni differenti correlabili alle condizioni anemologiche registrate mentre non sempre in modo diretto con le variabili meteo (in particolare precipitazioni ed umidità). Il campionamento ad alto volume, consentendo per sua natura la raccolta di un maggior quantitativo di aria, garantisce un abbassamento dei limiti di quantificazione, con conseguente minor numero di campioni a concentrazioni non rilevabili. La prima sperimentazione effettuata sul PM10 ha consentito per alcune molecole la misura di livelli di concentrazione superiori al limite di quantificazione.

**Conclusioni:** In assenza di metodi ufficiali, la sperimentazione messa in atto ha consentito di mettere a punto e confrontare tra loro diverse metodiche di campionamento ed analisi, sulla base delle quali definire le strategie più idonee alla conduzione di campagne di monitoraggio ambientale per la ricerca di PFAS in aria.

### **Bibliografia**

[1] J. Zhou et al.: Environ. Sci. Processes Impacts, 2021,23,580

[2] Huiju Lin et al.: Environ. Sci. Technol. 2020, 54, 14182–14191



15\_O\_SSM\_B1

## L'errore nella determinazione della massa del particolato atmosferico al 50% di umidità relativa

Ludovica Giovanazzi<sup>1\*</sup>, Irene Gini<sup>1</sup>, Andrea Doldi<sup>1</sup>, Sofia Cerri<sup>1</sup>, Manuel Cefali<sup>1</sup>, Niccolò Losi<sup>1</sup>, Pietro Maroni<sup>1</sup>, Ezio Bolzacchini<sup>1</sup>, Luca Ferrero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli studi di Milano-Bicocca, Dip. Scienze dell'Ambiente e della Terra

\* Corresponding author. E-mail: ludovica.giovanazzi@unimib.it

**Keywords:** PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, umidità relativa, norma europea

Introduzione: Il particolato atmosferico può creare gravi danni alla salute umana e alla sicurezza ambientale, per questo negli ultimi anni sia lo stato italiano che l'Unione Europea si sono attivati per fornire delle linee guida sui limiti da mantenere e sulle metodologie di raccolta e analisi dei campioni (aggiornate a settembre 2021). Queste prevedono di non superare concentrazioni medie annuali di 5 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>2,5</sub>, la metà del valore indicato del 2005 [1] e di conservare i filtri, prima della pesatura, a 20 ± 1 °C e a 50 ± 5 % di RH con lo scopo di raggiungere l'equilibrio [3]. La norma, tuttavia, non considera la "storia" del campione che può influenzare il contenuto d'acqua del particolato [2], esso infatti dipenderà dal fatto che l'umidità relativa durante il campionamento sia superiore all'RH di deliquescenza (DRH) o inferiore all'RH di cristallizzazione (CRH) dei costituenti igroscopici del PM [4]. La deliquescenza e la cristallizzazione sono dei passaggi di fase solido- liquido, che insieme formano il ciclo di isteresi, durante il quale si possono osservare significative variazioni in massa. I punti a cui si osservano queste transizioni dipendono dalla composizione chimica dei campioni. Nel caso di particolato ricco di nitrati la deliquescenza potrà essere osservata intorno al 50% e la fine della cristallizzazione poco sotto. Il lavoro sperimentale svolto dal CEN/TC 264/WG 15 ha mostrato che per i campioni che dovrebbero rappresentare gli scenari peggiori la differenza di massa misurata è dell'ordine di 100 pg [4], ma può essere considerevolmente più alta.

Metodi: Per testare queste differenze in massa sono stati selezionati dodici filtri di un campionamento all'aeroporto di Malpensa svolto nel 2013 a opera del laboratorio di chimica atmosferica dell'università di Milano-Bicocca. Di questi è stato determinato sperimentalmente il ciclo di isteresi tramite Aerosol Exposure Chamber (AEC) che funge anche da camera di pesatura con una bilancia elettronica analitica ultramicro (Sarorius S2-F) posta al suo interno. Grazie a delle valvole poste sulle pareti della camera è possibile controllare l'umidità interna e misurarla mediante un termoigrometro. Le misure di massa sono state prese ogni cinque punti percentuali a partire dal 20% di RH fino al 40% e, successivamente, ogni due punti percentuali, fino ad arrivare a un RH del 90% e nuovamente fino al 20%.

Risultati: Osservando i campioni si evidenzia come il delta assoluto di massa tra la pesata secca e quella umida tra 0.002 e 0.488 µg con una media di 0.178 µg. Trattandosi di campioni ricchi di nitrati i punti coinvolti in deliquescenza e cristallizzazione si trovano intorno al 50% di RH, proprio la zona ritenuta di equilibrio come zona critica.

Conclusioni: Il fatto che il campione si trovi al 50% di RH, dunque, non è in grado di indicare se ci si trovi in condizioni di massa secca o umida inducendo un errore nella misura che a valori normativi così bassi può essere molto significativo e non trascurabile.

### Bibliografia

[1] Hoffman B et al. 2021. DOI: 10.3389/ijph.2021.160446

[2] UNI EN 12341, classificazione ICS 13.040.20, norma italiana (aprile 2001)

[3] UNI EN 14907, classificazione ICS 13.040.20, norma europea (novembre 2005)

[4] UNI EN 1234, classificazione ICS 13.040.20, norma europea (luglio 2014)

16\_O\_SSM\_B1

## Caratterizzazione ottica e microfisica di aerosol prodotti da eventi di combustione di biomassa osservati nell'area urbana di Napoli mediante tecniche di remote sensing

Riccardo Damiano<sup>1\*</sup>, Antonella Boselli<sup>2</sup>, Alessia Sannino<sup>1</sup>, Salvatore Amoruso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisica "Ettore Pancini" Università di Napoli Federico II, Complesso Universitario di Monte S. Angelo, I-80126 Napoli, Italia; <sup>2</sup>Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (IMAA), Consiglio Nazionale delle Ricerche, I-85050, Tito Scalo-Potenza, Italy.

\*Corresponding author. E-mail: riccardo.damiano@unina.it

**Keywords:** Aerosol, Incendi, Lidar, AERONET.

**Introduzione:** Il "biomass burning" che si genera a partire da eventi di incendio è un importante componente atmosferico con effetti diretti ed indiretti sul bilancio radiativo terrestre [1]. La composizione chimico-fisica di questo particolato è molto variabile e dipende dalla sorgente dell'incendio, oltre che dal trasporto e dal tempo di sospensione in atmosfera. Nella stazione di misura ACTRIS di Napoli sono stati analizzati due diversi eventi di incendio dell'estate 2017: il primo, di origine locale, avvenuto nell'area del Parco Nazionale del Vesuvio [2], il secondo invece è relativo al passaggio sull'area napoletana di particolato proveniente dalla regione canadese del British Columbia originatosi a seguito di devastanti incendi di foreste [3]. I due eventi sono avvenuti in periodi diversi (luglio per gli incendi del Parco Nazionale del Vesuvio, fine agosto per il trasporto di cenere dal Canada) e, quindi, sono stati analizzati indipendentemente.

**Metodi:** Per la caratterizzazione di entrambi gli eventi è stato utilizzato il sistema lidar MALIA della rete europea EARLINET sito presso il dipartimento di Fisica dell'Università di Napoli Federico II. Il sistema lidar è allo stato dell'arte ed opera a tre lunghezze d'onda (355, 532 e 1064 nm) acquisendo sia segnali elastici che Raman, rispettando i requisiti minimi per ottenere le proprietà microfisiche del particolato dall'inversione dei parametri ottici misurati. MALIA, inoltre, può eseguire l'analisi della depolarizzazione causata dagli aerosol. Sono stati poi analizzati, per arricchire il confronto tra i due eventi, i dati del fotometro CIMEL CE318T, operativo presso l'Università di Napoli Federico II e parte della rete AERONET, per avere dati di telerilevamento passivo sia di giorno che di notte.

**Risultati:** Dall'analisi dei dati del fotometro e dalla distribuzione dimensionale si evince che il particolato è per entrambi i casi di piccola dimensione. La depolarizzazione è molto bassa sia per l'evento locale che per gli strati aerosolici in troposfera provenienti dal Canada, indicando un particolato prevalentemente di forma sferica, mentre è molto più alto (circa 30%) per lo strato in stratosfera proveniente dal Canada, indicando proprietà di invecchiamento diverse in base alla quota di tale trasporto.

**Conclusioni:** Le misure lidar si sono rivelate fondamentali per una completa caratterizzazione del particolato osservato sul sito di misura di Napoli e l'analisi ottica e microfisica dei singoli strati di aerosol originati da combustioni di biomassa. Le proprietà microfisiche sono state stimate dai dati lidar grazie ad algoritmi di inversione, e durante l'analisi sono state utilizzate le misure del fotometro, di natura colonnare, come complemento a quelle lidar.

### Bibliografia

[1] Ghan, S.J. et al., 2012. DOI : <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00650.1>.

[2] Boselli, A. et al., 2021. DOI : <https://doi.org/10.3390/rs13102001>.

[3] Damiano, R. et al., 2023. DOI : <https://doi.org/10.20944/preprints202312.1681.v1>

17\_O\_SAP\_B1

## Ultrafine particles physico-chemical characterization, size distribution and source apportionment at a major European airport

S. Ridolfo<sup>1\*</sup>, X. Querol<sup>1</sup>, A. Karanasiou<sup>1</sup>, N. Perez<sup>1</sup>, A. Alastuey<sup>1</sup>,  
B.L. van Drooge<sup>1</sup>, M.Pandolfi<sup>1</sup>, M. Pedrero<sup>2</sup>, F. Amato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Environmental Assessment and Water Research, IDAEA, Spanish Research Council (CSIC),  
Barcelona, 08034, Spain.

<sup>2</sup> AENA SME, S.A. - Josep Tarradellas Barcelona-El Prat Airport, 08820 El Prat de Llobregat, Barcelona, Spain.

\* Corresponding author. Tel: +34 93 4006100, [E-mail: sharon.ridolfo@idaea.csic.es](mailto:sharon.ridolfo@idaea.csic.es)

**Keywords:** *ultrafine particles, airport, size distribution, source apportionment*

**Introduction:** Ambient air ultrafine particles (UFP; particles with a diameter <100 nm) are of increasing concern according to WHO air quality guidelines and the European legislation (WHO, 2021). The nPETS (Nanoparticle Emissions from The Transport Sector: <https://www.npets-project.eu/>) is a H2020 project, that aims to monitor and sample UFP emitted from various transport modes, in four European cities (Barcelona, Stockholm, Milan and Thessaloniki). This study presents results obtained from measurements conducted in Barcelona's airport.

**Methods:** Measurements were carried out over 8 weeks, covering both warm and cold seasons, using a mobile laboratory van equipped with CPC/SMPS/EPS for particle number concentration (PNC) and particle number size distribution (PNSD), ELPI+ and DGIs impactors for particle sampling, coupled with aethalometers and gaseous pollutant analyzers. Sampled filters underwent inorganic and organic chemical speciation (by means of ICP-AES, ICP-MS and GC-MS), as well as microscopic analysis (SEM and TEM). Additionally, PMF multivariate analysis was performed for source apportionment (Rivas et al., 2020) using PNSD data > 10 nm. The mobile laboratory van was installed inside El Prat Airport of Barcelona, at 80 m from the main taxiway and 250 m from the main take-off runway.

**Results:** Average particle number concentrations (PNC) inside the airport were found to be 75000 particles/cm<sup>3</sup>. PNSD exhibited a prevalence of UFP, with a mode < 20 nm. Source apportionment identified six different sources of nanoparticles: photonucleation, take-off, taxiing, diesel vehicles, industrial, and suburban background. Significant emissions gradients of nickel, copper, antimony, and lead were observed at the airport in the ultrafine stages. However chemical concentrations must be taken with caution due to possible sampling artifacts.

**Conclusions:** Measurements showed a clear prevalence of UFP within PNC. The source apportionment method identified taxiing as the mayor source of UFP, contributing to 50% of the PNC, followed by take-off (20%) and photonucleation (15%).

### References

[1] WHO 2021. <https://doi.org/10.3389/ijph.2021.1604465>

[2] Rivas et al. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105345>

18\_O\_SAP\_B1

## MWAA Model Toolkit – Un’implementazione Python e R del modello aggiornato per l’apportamento ottico degli aerosol carboniosi

Tommaso Isolabella<sup>1,2\*</sup>, Vera Bernardoni<sup>3</sup>, Alessandro Bigi<sup>4</sup>, Marco Brunoldi<sup>1,2</sup>, Federico Mazzei<sup>1,2</sup>, Franco Parodi<sup>2</sup>, Paolo Prati<sup>1,2</sup>, Virginia Vernocchi<sup>2</sup>, Dario Massabò<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Università degli studi di Genova, Dipartimento di Fisica, Genova,

<sup>2</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, sezione di Genova, Genova,

<sup>3</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano e Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Milano,

<sup>4</sup> Dipartimento di Ingegneria ‘Enzo Ferrari’, Università di Modena e Reggio Emilia

\* Corresponding author. Tel: +39 0103536355, E-mail: tisolabella@ge.infn.it

**Keywords:** Apportamento delle sorgenti, proprietà ottiche, software

L’aerosol atmosferico (PM), e in particolare la sua componente carboniosa, svolge un ruolo importante nelle problematiche ambientali come la qualità dell’aria e il cambiamento climatico. Diverse specie chimiche e aggregati presenti in atmosfera alterano il bilancio energetico del sistema terrestre assorbendo e diffondendo radiazione elettromagnetica. L’identificazione e quantificazione delle sorgenti sono necessarie per mitigare gli effetti dannosi del PM, specialmente nel contesto del cambiamento climatico. Alle medie latitudini, la componente assorbente dell’aerosol carbonioso è costituita principalmente da Black Carbon (BC) e Brown Carbon (BrC), due specie con comportamenti ottici differenti la cui sorgente principale è la combustione di combustibili fossili (fossil fuel, FF) e di biomasse (wood burning, WB). La dipendenza spettrale dell’assorbimento della luce da parte dell’aerosol può essere parametrizzata con una legge di potenza: il coefficiente di assorbimento dell’aerosol  $babs$  può essere scritto come  $babs \propto \lambda^{-\alpha}$ , dove  $\alpha$  è l’Ångström Absorption Exponent e dipende dalla componente considerata, e  $\lambda$  è la lunghezza d’onda. Per il BC, la letteratura è coerente nell’indicare  $\alpha = 1$ , mentre per il BrC sono riportati valori fino a 9,5.

Il modello MWAA [1] estende l’Aethalometer model [2] per l’apportamento ottico delle sorgenti, includendo esplicitamente l’assegnazione dell’assorbimento ottico dovuto a BC e BrC. I valori di quasi tutti i parametri fisici ( $\alpha$  per BC, FF e WB) devono essere fissati prima dell’analisi per eseguire l’algoritmo. L’unico parametro libero è  $\alpha$  per la componente BrC. Questo approccio rende l’analisi poco adatta a situazioni in cui l’aerosol esaminato non sia compatibile con valori di AAE presenti in letteratura. È stato recentemente predisposto e validato un aggiornamento al modello MWAA che permette di ricavare, oltre ai contributi apportati delle sorgenti all’assorbimento ottico, anche le proprietà intrinseche dell’aerosol quali  $\alpha$  per BC, FF e WB [3]. Queste proprietà sono specifiche per l’aerosol considerato, in quanto variano con la posizione geografica, con la stagione e con le condizioni meteorologiche quali, per esempio, la direzione del vento. Un toolkit di accompagnamento al nuovo modello, MWAA\_MT, scritto in Python e R, è stato rilasciato ed è disponibile per l’utilizzo dalla comunità scientifica [4].

In questo contributo verrà presentato il modello MWAA aggiornato, oggetto di una recente pubblicazione, e la sua applicazione per l’apportamento delle sorgenti in una campagna di misura effettuata nel nord Italia.

### Bibliografia

[1] Massabò, D., et al., 2015, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2015.02.058;

[2] Sandradewi, J., et al., 2008, DOI: 10.1021/es702253m;

[3] Isolabella, T., et al., 2024, DOI: 10.5194/egusphere-2023-1936, accepted for publication;

[4] Isolabella, T. and Bigi, A., 2024, DOI: 10.5281/zenodo.10462245.

19\_O\_SAP\_B1

## Aspetti chiave del Dataset IAS di speciazione del PM<sub>10</sub> urbano: 1. la geografia e la topografia urbana come trait d'union tra siti intra/extra regionali lungo l'Italia; 2. dataset non-convenzionali per il *source apportionment*

Adriana Pietrodangelo<sup>1,\*</sup>, Maria Chiara Bove<sup>2</sup>, Alice Corina Forello<sup>3</sup>, Federica Crova<sup>3</sup>, Alessandro Bigi<sup>4</sup>, Erika Brattich<sup>5</sup>, Angelo Riccio<sup>6</sup>, Silvia Becagli<sup>7</sup>, Stefano Bertinetti<sup>8</sup>, Giulia Calzolari<sup>9</sup>, Silvia Canepari<sup>10</sup>, David Cappelletti<sup>11</sup>, Maria Catrambone<sup>12</sup>, Daniela Cesari<sup>13</sup>, Cristina Colombi<sup>14</sup>, Daniele Contini<sup>13</sup>, Eleonora Cuccia<sup>14</sup>, Gianluigi De Gennaro<sup>15</sup>, Alessandra Genga<sup>16</sup>, Pierina Ielpo<sup>13</sup>, Franco Lucarelli<sup>17</sup>, Mery Malandrino<sup>8</sup>, Mauro Masiol<sup>18</sup>, Dario Massabò<sup>19</sup>, Cinzia Perrino<sup>1</sup>, Paolo Prati<sup>19</sup>, Tiziana Siciliano<sup>20</sup>, Laura Tositti<sup>5</sup>, Elisa Venturini<sup>21</sup>, and Roberta Vecchi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CNR Istituto sull'Inquinamento Atmosferico; <sup>2</sup>ARPA Liguria; <sup>3</sup>Dip. Fisica Università di Milano, e INFN; Dip. Ingegneria Università di Modena e Reggio Emilia; <sup>5</sup>Dip. Fisica e Astronomia Università di Bologna; <sup>6</sup>Dip. Scienze e Tecnologia Università di Napoli Parthenope; <sup>7</sup>Dip. Chimica Università di Firenze; <sup>8</sup>Dip. Chimica Università di Torino; <sup>9</sup>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)-Firenze; <sup>10</sup>Dip. Biologia Ambientale Università Sapienza di Roma; <sup>11</sup>Dip. Chimica, Biologia e Biotecnologie Università di Perugia; <sup>12</sup>CNR Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale; <sup>13</sup>CNR Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima; <sup>14</sup>ARPA Lombardia; <sup>15</sup>Dip. Biologia Università di Bari; <sup>16</sup>Dip. Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali Università del Salento; <sup>17</sup>Dip. Fisica ed Astrofisica Università di Firenze, e INFN; <sup>18</sup>Dip. Scienze Ambientali Informatiche e Statistiche Università di Venezia Ca' Foscari; <sup>19</sup>Dip. Fisica Università di Genova, e INFN; <sup>20</sup>Dip. Matematica e Fisica Università del Salento; <sup>21</sup>Dip. Chimica Industriale Università di Bologna

\*Corresponding author. Tel: +39 06 90672391, E-mail: adriana.pietrodangelo@cnr.it

**Keywords:** PM10 urbano, speciazione chimica, source apportionment, PMF

Il Dataset (DS) IAS del PM<sub>10</sub> urbano [1] consiste in una raccolta di dati di speciazione (massa, specie maggiori ed elementi in tracce) riferiti a siti urbani distribuiti in Italia. I dati hanno risoluzione stagionale (media e deviazione standard), si riferiscono al decennio 2005-2016 ed hanno origine eterogenea (attività di misura non correlate tra loro). La buona copertura del territorio italiano (10 regioni, 21 città: grandi/medio-piccole, portuali/interne (es. Pianura Padana), etc.) e la disponibilità degli elementi in tracce, non presenti in altri DS di tipo analogo, sono peculiarità di rilievo del DS.

I dati sono stati analizzati per consistenza fisica e significatività ambientale mediante test statistici, *mass closure*, analisi di regressione lineare e dei rapporti diagnostici tra specie, e coerenza della variabilità stagionale. Sono stati applicati 'proxy' di indicatori geografici e di antropizzazione ed è stata valutata la significatività della risposta differenziata del DS. Infine, è stata condotta un'analisi di *source apportionment* utilizzando le medie stagionali del DS come dati di input, che rappresenta ad oggi un unicum tra le applicazioni di Positive Matrix Factorization (PMF).

L'influenza della geografia è evidente nell'accomunare, per composizione chimica e contributi di sorgente, siti urbani di diverse regioni (siti portuali, siti dell'entroterra, etc.). Città grandi e medio- piccole con grado di antropizzazione simile sono impattate da quest'ultimo a prescindere dalla loro dimensione (e densità di popolazione). La PMF su medie stagionali permette di stimare contributi di sorgente rappresentativi del territorio italiano.

### Bibliografia

[1] Pietrodangelo A, Bove MC, Forello AC, Crova F, et. al. 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.167891

20\_O\_SAP\_B1

## Applicazione del modello a recettore *dispersion-normalised multi-time resolution* PMF a dati di PM<sub>1</sub> della Pianura Padana

Crova F.<sup>1,\*</sup>, Forello A.C.<sup>1,2</sup>, Bernardoni V.<sup>1</sup>, Calzolari G.<sup>2,3</sup>, Canepari S.<sup>4</sup>, Argentini S.<sup>5</sup>, Costabile F.<sup>5</sup>, Frezzini M.A.<sup>4</sup>, Giardi F.<sup>2,3</sup>, Lucarelli F.<sup>2,3</sup>, Massabò D.<sup>6,7</sup>, Massimi L.<sup>4</sup>, NavaS.<sup>2,3</sup>, Paglione M.<sup>8</sup>, Pazzi G.<sup>2,3</sup>, Prati P.<sup>6,7</sup>, Rinaldi M.<sup>8</sup>, Russo M.<sup>8</sup>, Valentini S.<sup>1</sup>, Valli G.<sup>1</sup>, Vernocchi V.<sup>7</sup>, Vecchi R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dip. di Fisica, Università degli Studi di Milano e INFN-Milano, Milano, 20133. <sup>2</sup> Dip. di Fisica e Astrofisica, Università degli Studi di Firenze, Sesto Fiorentino, 50019. <sup>3</sup> INFN-Firenze, Sesto Fiorentino, 50019. <sup>4</sup> Dip. di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma, Roma, 00185. <sup>5</sup> Ist. di Scienze dell'Atmosfera e del Clima ISAC-CNR, Roma, 00133. <sup>6</sup> Dip. di Fisica, Università degli Studi di Genova, Genova, 16146.

<sup>7</sup> INFN-Genova, Genova, 16146. <sup>8</sup> Ist. di Scienze dell'Atmosfera e del Clima ISAC-CNR, Bologna, 40129

\* Corresponding author. Tel: +39 0250317499, [E-mail: federica.crova@unimi.it](mailto:federica.crova@unimi.it)

**Keywords:** *Diluizione atmosferica, sorgenti, emissioni, PM<sub>1</sub>, modellistica a recettore*

La Pianura Padana è tra le zone più critiche per l'inquinamento da particolato atmosferico (PM) in Europa a causa della combinazione di due fattori: il primo è che quest'area è molto densamente popolata ed influenzata da numerose fonti di emissioni di PM antropiche (industrie, trasporto veicolare, riscaldamento domestico, allevamento e agricoltura, ecc.). Il secondo è che la Pianura Padana è un bacino chiuso a nord dalle Alpi e a sud dagli Appennini, il che comporta scarsa diluizione atmosferica. Il disaccoppiamento di questi due fattori è essenziale in studi di *source apportionment* per comprendere il ruolo effettivo delle sorgenti di emissioni, che è costantemente mascherato dall'evoluzione della diluizione atmosferica.

A questo proposito, è stato recentemente proposto in letteratura un nuovo approccio modellistico a recettore chiamato *dispersion-normalised multi-time resolution PMF* [1] (nel seguito indicata con DN-MT), che prevede la normalizzazione dei dati forniti in input al modello a recettore (misurati a diversa risoluzione temporale) attraverso il coefficiente di ventilazione, utilizzato come proxy della diluizione.

In questo lavoro, l'approccio DN-MT è stato applicato su un ampio dataset di PM<sub>1</sub> raccolto in Pianura Padana a Bologna nel 2021 nell'ambito del progetto PRIN2017-RHAPS [2]. L'applicazione di questo modello è tra le pochissime presenti in letteratura ed è la prima ad essere effettuata su un sito Europeo in particolare in Pianura Padana, dove la diluizione atmosferica gioca un ruolo chiave sulle concentrazioni di PM. I risultati sono stati confrontati con l'applicazione dello stesso modello senza la normalizzazione dei dati. L'approccio DN-MT non altera significativamente il contributo predominante di aerosol secondario formato a scala regionale, mentre aumenta drasticamente il contributo di sorgenti che hanno un'origine prevalentemente locale, che risulta quindi sottostimato dai modelli a recettore tradizionali. In questa presentazione si illustreranno nel dettaglio i risultati ottenuti [3].

### **Bibliografia**

[1] Sofowote et al. 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143225.

[2] Costabile et al. 2022. DOI: 10.3390/atmos13050704.

[3] Crova et al., 2023. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2023.120168.

21\_O\_QAU\_B1

## Nucleazione atmosferica in ambiente urbano: il caso di Milano

Myriam Agro<sup>1\*</sup>, Silvia Melina<sup>2</sup>, Juha Sulo<sup>1</sup>, Cristina Colombi<sup>3</sup>, Beatrice Biffi<sup>3</sup>, Angela Marinoni<sup>4</sup>, Ivan Grigioni<sup>2</sup>,  
Katrianne Lehtipalo<sup>1</sup>, Tuukka Petäjä<sup>1</sup>, Federico Bianchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute for Atmospheric and Earth System Research / Physics, Faculty of Science, University of Helsinki;

<sup>2</sup>Dip. Chimica, Università degli Studi di Milano, <sup>3</sup>ARPA Lombardia, Dip. di Qualità dell'Aria,

<sup>4</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC), CNR

\* Corresponding author. [E-mail: myriam.agro@helsinki.fi](mailto:myriam.agro@helsinki.fi)

**Keywords:** *Formazione di nuove particelle, distribuzioni dimensionali*

La comprensione del processo di formazione di nuove particelle (NPF) è fondamentale sia per la salvaguardia della salute umana sia per affrontare il cambiamento climatico. Le particelle ultrafini possono, infatti, raggiungere i polmoni, la circolazione sanguigna e il cervello danneggiandone le strutture e le funzionalità; in secondo luogo, possono crescere per coagulazione/condensazione e interagire con la radiazione solare e, dunque, impattare sul clima direttamente o agendo come nuclei di condensazione per le nuvole. Nonostante la sua grande rilevanza, il processo di NPF non è stato ancora studiato a Milano su tempi lunghi con una strumentazione ad alta risoluzione. Il presente studio propone, quindi, di approfondire questo fenomeno nella città più densamente popolata e inquinata della Pianura Padana, nota per essere un hot spot per clima e qualità dell'aria in Europa.

Lo studio della NPF viene effettuato attraverso l'analisi delle distribuzioni dimensionali in numero delle particelle. Queste sono state misurate tramite gli strumenti Particle Size Magnifier (1.2-3nm), Neutral Cluster and Air Ion Spectrometer (2.5-40nm) e Scanning Mobility Particle Sizer (10-500nm), installati in un sito di fondo urbano, presso l'Università degli Studi di Milano, da marzo 2023 in collaborazione con il progetto europeo Ri-Urbans.

Dopo aver classificato i giorni di NPF utilizzando sia la metodologia classica (1) che il *ranking method* (2), le distribuzioni dimensionali sono state integrate con i dati meteorologici e di concentrazione di inquinanti misurati da ARPA Lombardia per comprendere la dinamica del fenomeno. Analisi preliminari suggeriscono una relazione tra la NPF e i fenomeni di vento di Foehn. Ulteriori studi sono, inoltre, in fase di elaborazione per valutare l'influenza del rimescolamento atmosferico e del *condensation sink* nel processo. Le misure ottenute verranno anche confrontate con una variabile proxy per la concentrazione di acido solforico e con le concentrazioni di composti organici volatili (rilevati dal CNR ISAC di Bologna) in quanto noti precursori del particolato secondario, al fine di capirne il ruolo di precursori nella città di Milano. Ulteriori indagini comprendono l'analisi dei tassi di formazione e di accrescimento e lo studio delle distribuzioni dimensionali di ioni positivi e negativi. Infine i contributi di traffico e NPF verranno quantificati e confrontati in quanto principali sorgenti di particolato ultrafine a Milano.

Complessivamente il nostro studio permetterà una prima descrizione ad alta risoluzione delle distribuzioni dimensionali in numero del particolato ultrafine e una prima analisi dettagliata del fenomeno di formazione di nuove particelle a Milano.

Questo progetto ha ricevuto finanziamenti dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea nell'ambito dell'accordo di sovvenzione numero 101036245 (RI-URBANS).

### **Bibliografia**

[1] Dal Maso et al., 2005. *Boreal Environment Research*, 10(5), 323-336

[2] Aliaga et al., 2023. DOI: 10.5194/ar-1-81-2023

22\_O\_QAU\_B1

## Progetto regionale *Urban Forestry*: qualità dell'aria outdoor in una città di medie dimensioni e capacità di assorbimento di inquinanti atmosferici e gas climalteranti da parte del verde urbano

Enrico Bonansea<sup>1\*</sup>, Cristina Littera<sup>1</sup>, Cristina Otta<sup>1</sup>, Sara Vazzola<sup>1</sup>, Rita Baraldi<sup>2</sup>, Cinzia DeBenedictis<sup>2</sup>, Luisa Neri<sup>2</sup>, Arkadiusz Przybysz<sup>3</sup>, Robert Popek<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Arpa Piemonte, Dipartimento Territoriale Piemonte Sud-Est; <sup>2</sup> Istituto per la BioEconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Bologna (IBE\_CNR); <sup>3</sup> Section of Basic Research in Horticulture, Department of Plant Protection, Institute of Horticultural Sciences, Warsaw University of Life Sciences-SGGW, 02-787, Warsaw, Poland.

\* Corresponding author. Tel: +39 011.19681865, [E-mail: e.bonansea@arpa.piemonte.it](mailto:e.bonansea@arpa.piemonte.it)

**Keywords:** *Natural base solution, PM1, PM10, metalli, IPA, laboratorio mobile, smart sensor*

Introduzione: Scopo del progetto “*Urban Forestry*”, sviluppato nel periodo 2021-2023, è stato quello di studiare ed approfondire attraverso lo sviluppo di metodologie, modelli e misure, le conoscenze sulla capacità di assorbimento di inquinanti atmosferici e gas climalteranti da parte delle piante. Le attività sono state sviluppate nel Comune di Asti attraverso l'utilizzo di differenti approcci, tecnologie e strumenti di monitoraggio, analisi e modellistica.

Metodi: Il monitoraggio 2021 è stato effettuato attraverso l'utilizzo di due laboratori mobili Arpa, posizionati in due postazioni caratterizzate da una diversa presenza di vegetazione (parchi urbani, viali alberati, aree prive di verde) e in stagioni differenti al fine di rilevare le differenze microclimatiche e di inquinamento. Sono stati determinati gli inquinanti più critici (PM10, ozono, NOx) e parallelamente prelevati da un parco urbano campioni di foglie delle specie più rappresentative da parte di IBE\_CNR, per valutare la quantità di polveri intercettate e studiare le modifiche morfologiche-strutturali delle foglie nel corso delle stagioni per evidenziare eventuali differenze di accumulo di PM e possibili correlazioni con la struttura fogliare in relazione alle fasi vegetative ed all'inquinamento dell'aria. L'applicazione del modello i-Tree Eco ha inoltre permesso di stimare la quantità di CO<sub>2</sub> e di inquinanti atmosferici (gassosi e polveri) potenzialmente sequestrati dall'intera vegetazione presente presso il comune e presso il sito pilota. Nel 2022 la sperimentazione è protratta estendendo il monitoraggio a due nuove aree della città di Asti. Arpa si è occupata del monitoraggio della qualità dell'aria (PM2.5, PM1, ozono, NOx) e dei parametri microclimatici in due stagioni differenti (inverno e estate) attraverso l'impiego congiunto ed in parallelo di differenti strumenti di misura: laboratori mobili, stazioni meteorologiche portatili e nuovi strumenti basati su sensoristica low-cost (centraline AirQuino), messi a disposizione dal CNR di Firenze. Nel 2023 è proseguita la sperimentazione della sensoristica low-cost attraverso la validazione dei dati misurati rispetto ai dati acquisiti dalla sensoristica ufficiale presente nella stazione della rete regionale di qualità dell'aria di Asti-D'Acquisto.

Risultati: Il confronto effettuato nel 2021 tra aree verdi e non alberate ha fornito per il sito “GREEN” esiti positivi misurabili in termini di riduzione del biossido di azoto con risultati variabili a seconda delle stagioni, riduzione del monossido di azoto osservabile nelle 4 stagioni, riduzione di Zinco e IPA su PM10 nella campagna autunnale. Per quanto riguarda il PM10 le differenze, seppur più contenute non apprezzabili dalla strumentazione utilizzata, sono risultate confrontabili con le stime ottenute nelle simulazioni modellistiche effettuate e attestano un effetto di riduzione delle polveri sottili dovuto alla presenza dei parchi urbani tra il 5 e il 10% (1). I monitoraggi stagionali degli alberi del parco urbano hanno evidenziato, sia con metodi diretti di quantificazione (2) che indiretti di micromorfologia fogliare (3), come le piante sempreverdi siano più efficaci nel corso dell'anno nel catturare in particolare le PM totali. I monitoraggi 2022 hanno permesso di costruire una baseline delle concentrazioni di alcuni inquinanti della qualità dell'aria e dei parametri microclimatici presso i nuovi siti pilota, di osservare come il rapporto tra PM2.5 e PM1 abbia un andamento stagionale (4) e di come la sperimentazione (approfondita nelle attività del 2023) dei sensori *low cost* abbia fornito una buona coerenza dei dati rispetto a quelli osservati dalla strumentazione



ufficiale.

Conclusioni: I risultati hanno confermato come le piante possano rappresentare una soluzione ecocompatibile e al tempo stesso ecosostenibile (nature-based solutions - NBS) e svolgano un ruolo importante nel filtrare l'aria adsorbendo il particolato sulle superfici fogliari. Le metodologie messe a punto e valutate nel corso del progetto costituiscono inoltre un utile strumento di progettazione del territorio e di valutazione degli effetti che la vegetazione urbana può determinare su qualità dell'aria e ondate di calore.

### **Bibliografia**

- [1] S. Fares et al., Environ. Sci. Technol. 2020, 54, 14910–14922
- [2] A. Przybysz et al., Sci. Tot. Envir. 2014, 481, 360–369
- [3] R. Baraldi et al., Urban For. Urban Green. 2019, 41, 127-138.
- [4] ECOSCIENZA Numero 2 • Anno 2018

23\_O\_QAU\_B1

## Glifosato e altri prodotti per la protezione delle piante nell'aerosol urbano: trend temporale e dimensionale, trasporto e possibili sorgenti

Giovanna Mazzi<sup>1</sup>, Matteo Feltracco<sup>1</sup>, Elena Barbaro<sup>2,1</sup>, Agata Alterio<sup>1</sup>, Eleonora Favaro<sup>1</sup>, Carlo Barbante<sup>2</sup>,  
Andrea Gambaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari di Venezia, Via Torino 155, 30172, Mestre (VE), Italia; <sup>2</sup>Istituto di Scienze Polari, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISP), Via Torino 155, 30172, Mestre (VE), Italia

\* Corresponding author. Tel: +39 3478616730, E-mail: giovanna.mazzi@unive.it

**Keywords:** *glifosato, pesticidi nell'aerosol urbano, distribuzione dimensionale, trend temporale*

**Introduzione:** L'inquinamento atmosferico da "polveri sottili" (PM), particolarmente concentrato in zona urbana, è una delle principali fonti di rischio per la salute degli esseri viventi (1). Oltre ad essere un forcing agent per il cambiamento climatico, il PM è introdotto nell'organismo tramite respirazione, a causa delle sue dimensioni, può passare nel flusso sanguigno (2). Inoltre, può adsorbire vari inquinanti e fungere da vettore per lunghe distanze (3). La comunità scientifica e i policy makers stanno orientando l'interesse sugli inquinanti emergenti, ovvero composti che non presentano limiti di legge e potrebbero essere, in futuro, pericolosi per la salute (4). Tra questi, particolare attenzione è rivolta ai prodotti di protezione per le piante (PPP), come l'erbicida glifosato, di cui al momento sono ancora pochi gli studi nell'aerosol urbano. Gli obiettivi di questo lavoro sono: verificare e quantificare la presenza di specifici pesticidi ed erbicidi nell'aerosol atmosferico in area urbana di Mestre (VE); studiare la loro distribuzione dimensionale e temporale; individuarne le fonti di emissione.

**Metodi:** per questo studio è stato utilizzato un impattore a 10 stadi (MOUDI) a basso volume (30 L/min) in grado di separare particelle di diametro aerodinamico da 18 a 0.056  $\mu\text{m}$ . I campionamenti, effettuati sul tetto di un edificio urbano, sono stati di 7-10 giorni e hanno coperto il periodo estivo- autunnale. La quantificazione è stata effettuata tramite cromatografia ionica accoppiata a spettrometria di massa tandem (IC-MS/MS).

**Risultati:** le analisi hanno evidenziato la presenza di sei pesticidi ed erbicidi nell'aerosol urbano: glifosato, acido fosfonico, acido cianurico, clorato, perclorato e fosetil alluminio, con concentrazioni variabili sia nel tempo che nella distribuzione dimensionale. In particolare, glifosato, acido fosfonico, clorato e perclorato erano prevalentemente presenti nella frazione coarse (18-2.5  $\mu\text{m}$ ) e in minore concentrazione nella fine (2.5-0.1  $\mu\text{m}$ ), mentre acido cianurico e fosfonico principalmente nella fase fine e ultrafine (< 0.1  $\mu\text{m}$ ).

**Conclusioni:** è confermata la presenza di pesticidi ed erbicidi nell'aerosol atmosferico in area urbana. In particolare, le concentrazioni di glifosato nella fase coarse suggeriscono una sua sorgente locale, probabilmente legata al mantenimento di giardini privati o aree verdi urbane, mentre la presenza di pesticidi in frazioni più fini suggerisce una fonte più lontana e un trasporto *long range*.

### Bibliografia

- [1] Air quality in Europe 2022 — European Environment Agency
- [2] Mukherjee et al. 2017. DOI: 10.1007/s10311-017-0611-9.
- [3] Coscollà et al. 2013. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2013.08.057
- [4] [https://environment.ec.europa.eu/topics/water/surface-water\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/water/surface-water_en) (accessed 2024-01-03).

24\_O\_QAU\_B1

## Sottoprodotti della disinfezione delle acque nell'aerosol urbano: variesorgenti, varie cause

Matteo Feltracco<sup>1\*</sup>, Gianni Formenton<sup>2</sup>, Elena Barbaro<sup>3</sup>, Giovanna Mazzi<sup>1</sup>, Carlo Barbante<sup>3</sup>,  
Andrea Gambaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari di Venezia;

<sup>2</sup> Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto;

<sup>3</sup> Istituti di Scienze Polari, CNR

\* Corresponding author. Tel: +39 041 2348545, E-mail: matteo.feltracco@unive.it

**Keywords:** DPBs, acidi aloacetici, PM2.5, Venezia

Le malattie infettive trasmesse attraverso l'acqua hanno rappresentato una problematica per la salute umana, essendo una delle principali cause di morte a livello mondiale. Filtrazione e clorazione vennero introdotte all'inizio del 1900 con conseguente drastica diminuzione delle morti, soprattutto da tifo. Tali trattamenti sono previsti sia per le forniture pubbliche di acqua potabile che per le acque ad uso ricreativo, come ad esempio le piscine. Tuttavia, tali processi di disinfezione possono comportare la formazione di sostanze indesiderate, conosciute come sottoprodotti della disinfezione (DBPs). Gli acidi aloacetici (HAAs) costituiscono la seconda classe di DBPs più diffusa nell'acqua potabile, subito dopo i trihalometani. La Direttiva (UE) 2020/2184<sup>1</sup> pone il limite a 60 µg L<sup>-1</sup> in particolare per cinque HAAs: monoclora, monobromo, dicloro, tricloro e dibromo acetici. La Direttiva impone inoltre un limite di 10 µg L<sup>-1</sup> per il bromato.

Nel contesto dello studio degli HAAs nell'aerosol, la letteratura presenta una limitata disponibilità di casi di studio, focalizzandosi principalmente sulla determinazione di acidi cloroacetici<sup>2,3,4</sup>. Il presente studio mira a determinare quattordici HAAs, bromato e dalapon nel PM2.5 urbano di due siti a Venezia. Il primo sito è situato nel centro storico di Venezia, mentre il secondo si trova in un parco pubblico nell'entroterra, situato a circa 50 m da una piscina pubblica esterna. Le attività di campionamento sono state condotte nel periodo compreso tra aprile e giugno 2023.

È stata validata la metodologia preanalitica e ottimizzati i parametri strumentali usando un cromatografico ionico accoppiato ad un detector a spettrometria di massa tandem (HPAEC-MS/MS). L'analisi dei campioni ha dimostrato la presenza di monoclora, monobromo, monoiodo, tricloro acetici e bromato. Tali composti presentano diverse fonti emissive, a seconda delle possibili influenze a breve-medio raggio, delle condizioni atmosferiche e meteorologiche. Una delle sorgenti principali, nonostante la vicinanza dell'acqua di laguna e di una piscina pubblica esterna, è probabilmente la via foto-ossidativa da precursori alogenati.

### Bibliografia

[1] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex%3A32020L2184>

[2] Martin et al. ES&T, 37(13):2889–2897, 2003 DOI: doi.org/10.1021/es026345u

[3] Heal et al. ES&T, 37(12):2627–2633, 2003 DOI: doi.org/10.1021/es026411s

[4] Frank et al. JHRC, 18(2):83–88 DOI: doi.org/10.1002/jhrc.1240180203

25\_O\_QAU\_B1

## Variabilità di Black Carbon equivalente a Barcellona da mappatura pedonale

Alessandro Bigi<sup>1\*</sup>, Giorgio Veratti<sup>1</sup>, Arunik Baruah<sup>1,2</sup>, Laura Renzi<sup>3</sup>, Martina Mazzini<sup>3</sup>,  
Luca DiLiberto<sup>3</sup>, Angela Marinoni<sup>3</sup>, Marco Pandolfi<sup>4</sup>, Grazia Ghermandi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dip. di Ingegneria 'Enzo Ferrari', Università di Modena e Reggio Emilia; <sup>2</sup>IUSS Pavia;

<sup>3</sup>Istituto di Scienze per l'Atmosfera ed il Clima, ISAC-CNR <sup>4</sup> IDAEA-CSIC

\* Corresponding author. Tel: +39 059 2056328, E-mail: abigi@unimore.it

**Keywords:** Black Carbon, aethalometer, qualità dell'aria, area urbana

Il Black Carbon equivalente (eBC) è una metrica efficace per la qualità dell'aria, inclusa nelle ultime linee guida dell'OMS [1] e nell'attuale proposta di direttiva sulla qualità dell'aria europea [2]. Il eBC mostra un'ampia variabilità in zona urbana, in parte dovuta ai flussi di traffico, alla distanza dagli assi stradali, alla composizione della flotta veicolare, alla densità edilizia e alla sua interazione con le forzanti meteorologiche. Queste componenti producono una differenza significativa nell'esposizione della popolazione all'interno della stessa area urbana [3].

Nell'estate del 2021 (19 – 31 luglio) si è svolta una campagna sperimentale intensiva per valutare la variabilità dell'eBC nell'area urbana di Barcellona, combinando sensori compatti (micro-etalometri MA200) e strumenti di riferimento (AE33 e MAAP). La campagna ha alternato la mappatura urbana e l'interconfronto presso la stazione ACTRIS di Barcellona. La prima attività è stata svolta con misurazioni pedonali lungo tre percorsi diversi di ~3–4 km: uno rappresentativo delle zone di traffico, uno nel centro storico soggetto a limitazioni alla circolazione, uno nei pressi del porto cittadino. I primi due percorsi sono stati mappati tre volte al giorno, alle 9:30-10:30 ora locale (LT), alle 13:30-14:30 LT e alle 19:30-20:30 LT per 13 giorni consecutivi. Il percorso al porto è stato mappato al mattino e alla sera, in concomitanza con gli altri. I tre MA200 sono stati assegnati individualmente a ciascuna tratta; ogni volta che non erano impegnati nella mappatura, campionavano dallo stesso inlet al sito ACTRIS, affiancando un AE33, un MAAP e altri monitor, in condizioni urbane di fondo.

Dall'interconfronto è emersa un'elevata ripetibilità tra i dispositivi MA200 (pendenza per la regressione Deming  $r$  tra 0.92 – 1.07). Il eBC fornito dal firmware del MA200 a 880 nm ( $C_{ref} = 1.3$ ) è in accordo molto buono sia con il eBC da AE33 ( $r$  tra 0.98 – 1.08) che quello da MAAP ( $r$  tra 1.12 – 1.02). L'Absorption Ångström Exponent derivato dagli MA200 risulta in buon accordo per 2 strumenti su 3 (bias relativo del AAE mediano tra -1 % e 3%).

Dall'analisi GIS dei dati raccolti lungo i percorsi si evidenzia una discreta variabilità spaziale e temporale, caratterizzata da alcuni hotspot legati alle sorgenti locali, con differenze significative all'interno del medesimo percorso e tra i percorsi, nonché tra su base diurna e settimanale.

### Bibliografia

[1] European Commission (2022) 2022/0347

[2] Moreno T et al. 2015. DOI: 10.1016/j.envres.2015.07.022

[3] WHO (2021) Global Air Quality Guidelines

26\_O\_QAU\_B1

## L' aerosol secondario inorganico nel territorio italiano: analisi del dataset IAS di speciazione chimica del PM10 urbano

Maria Chiara Bove<sup>1\*</sup>, Eleonora Cuccia<sup>2\*</sup>, Adriana Pietrodangelo<sup>3</sup>, Alice Corina Forello<sup>4</sup>, Federica Crova<sup>4</sup>, Alessandro Bigi<sup>5</sup>, Erika Brattich<sup>6</sup>, Angelo Riccio<sup>8</sup>, Silvia Becagli<sup>8</sup>, Stefano Bertinetti<sup>9</sup>, Rosa Caggiano<sup>10</sup>, Giulia Calzolari<sup>11</sup>, Silvia Canepari<sup>12</sup>, David Cappelletti<sup>13</sup>, Maria Catrambone<sup>14</sup>, Daniela Cesari<sup>15</sup>, Cristina Colombi<sup>2</sup>, Daniele Contini<sup>15</sup>, Gianluigi De Gennaro<sup>16</sup>, Luca Ferrero<sup>17</sup>, Alessandra Genga<sup>18</sup>, Pierina Ielpo<sup>15</sup>, Franco Lucarelli<sup>19</sup>, Mery Malandrino<sup>9</sup>, Mauro Masiol<sup>20</sup>, Dario Massabò<sup>21</sup>, Cinzia Perrino<sup>3</sup>, Maria Grazia Perrone<sup>22</sup>, Paolo Prati<sup>21</sup>, Tiziana Siciliano<sup>23</sup>, Laura Tositti<sup>6</sup>, Elisa Venturini<sup>24</sup>, Fabiana Scotto<sup>25</sup>, Arianna Trentini<sup>25</sup>, Roberta Vecchi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ARPA Liguria, <sup>2</sup>ARPA Lombardia, <sup>3</sup>CNR Istituto sull'Inquinamento Atmosferico; <sup>4</sup>Dip. Fisica Università di Milano, e INFN; <sup>5</sup>Dip. Ingegneria Università di Modena e Reggio Emilia; <sup>6</sup>Dip. Fisica e Astronomia Università di Bologna; <sup>7</sup>Dip. Scienze e Tecnologia Università di Napoli Parthenope; <sup>8</sup>Dip. Chimica Università di Firenze; <sup>9</sup>Dip. Chimica Università di Torino; <sup>10</sup>CNR Istituto di Metodologie per l'Analisi ambientale; <sup>11</sup>INFN Firenze; <sup>12</sup>Dip. Biologia Ambientale Università Sapienza di Roma; <sup>13</sup>Dip. Chimica, Biologia e Biotecnologie Università di Perugia; <sup>14</sup>CNR Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale; <sup>15</sup>CNR Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima; <sup>16</sup>Dip. Biologia Università di Bari; <sup>17</sup>Dip. Scienze dell'Ambiente e della Terra Università di Milano Bicocca; <sup>18</sup>Dip. Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali Università del Salento; <sup>19</sup>Dip. Fisica ed Astrofisica Università di Firenze e INFN; <sup>20</sup>Dip. Scienze Ambientali Informatiche e Statistiche Università di Venezia Ca' Foscari; <sup>21</sup>Dip. Fisica Università di Genova e INFN; <sup>22</sup>Xear Pro Milano, <sup>23</sup>Dip. Matematica e Fisica UniSalento; <sup>24</sup>Dip. Chimica Industriale Università di Bologna, <sup>25</sup>ARPAE  
\* Corresponding author: Tel: +39 0106437217, E-mail: mariachiara.bove@arpal.liguria.it, e.cuccia@arpalombardia.it

**Keywords:** *particolato atmosferico, speciazione chimica, scala nazionale, secondario*

Introduzione: il Gruppo di Lavoro WG1 sulle Sorgenti, processi di generazione e l'Impatto Ambientale dell'Aerosol della Società Italiana Aerosol (IAS, <https://www.iasaerosol.it/>) ha raccolto, negli anni, dati di massa e composizione chimica del PM10, grazie al contributo volontario di molti gruppi di ricerca e agenzie regionali per la protezione dell'ambiente. Set di dati del periodo 2005-2016 aggregati con risoluzione temporale stagionale (media stagionale) e origine eterogenea relativi a siti urbani di grandi e medie città della pianura padana, delle aree interne o costiere di tutto il territorio italiano, sono stati analizzati con la Positive Matrix Factorization (PMF). I risultati ottenuti per la prima volta sono stati validati, ottenendo una pubblicazione in grado di fornire nuove conoscenze significative nel campo del source apportionment.

Modalità di esecuzione: la valutazione quantitativa dell'influenza delle diverse relazioni città- geografia sulla variabilità in Italia della composizione urbana del PM10 e l'approccio seguito per la costruzione del dataset e i controlli di coerenza si sono dimostrati potenti e di ampia applicabilità. Questo dataset, insieme ad altri dataset di speciazione del PM2.5, la cui raccolta è in corso tra i partecipanti del WG1, hanno permesso anche un'analisi della componente secondaria.

Risultati: l'analisi eseguita sul dataset disponibile al WG1 ha permesso di evidenziare la presenza, durante il periodo invernale, di valori di concentrazione di nitrato d'ammonio in pianura padana maggiori rispetto al resto della penisola.

27\_O\_POC\_B1

## **Evoluzione settimanale e stagionale delle proprietà di assorbimento dell'aerosol e la loro associazione con le concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> e NO<sub>2</sub> in un sito del sud-est Italia**

Dalila Peccarrisi<sup>1\*</sup>, Salvatore Romano<sup>1,2</sup>, Mattia Fragola<sup>1,2</sup>, Alessandro Buccolieri<sup>1,2</sup>, GianlucaQuarta<sup>1,2</sup>, Lucio Calcagnile<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dip. di Matematica e Fisica, Università del Salento, Lecce;

<sup>2</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Lecce

\* Corresponding author. [E-mail: dalila.peccarrisi@unisalento.it](mailto:dalila.peccarrisi@unisalento.it)

**Keywords:** *coefficiente di assorbimento aerosolico, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, area Mediterranea*

**Introduzione:** In questo studio sono stati esaminati sia i parametri di assorbimento intensivi che estensivi dell'aerosol (il coefficiente di assorbimento aerosolico e l'esponente di assorbimento di Ångström) ricavati da una campagna di misure effettuata in un sito del sud-est Italia, caratterizzato da differenti tipologie di aerosol [1]. La caratterizzazione delle proprietà di assorbimento aerosolico di tale sito è stata eseguita in relazione a parametri estensivi, come la concentrazione di PM<sub>2.5</sub> e NO<sub>2</sub>, e parametri intensivi, come il rapporto PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>, ricavati da due vicine stazioni di monitoraggio. In dettaglio, entrambi i parametri intensivi ed estensivi sono stati analizzati considerando la loro evoluzione settimanale e stagionale per investigare gli effetti associati a fattori meteorologici ed antropici rispettivamente.

**Metodi:** La campagna di monitoraggio è stata effettuata in un periodo di otto mesi (da dicembre 2021 a luglio 2022) con lo scopo di indagare l'evoluzione stagionale dei parametri analizzati. Le proprietà di assorbimento aerosolico sono state misurate utilizzando un etalometro a 7 lunghezze d'onda [2] presso la stazione di monitoraggio del Dipartimento di Matematica e Fisica dell'Università del Salento, un sito suburbano interessato da traffico veicolare. Le concentrazioni di PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> sono state rilevate da due centraline di monitoraggio di ARPA Puglia, una urbana e una rurale.

**Risultati:** Per quanto riguarda i parametri estensivi presi in esame, il coefficiente di assorbimento dell'aerosol, le concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> e NO<sub>2</sub> presentano una maggiore variabilità in inverno a causa delle condizioni meteorologiche altamente variabili durante tale stagione. Riguardo i parametri intensivi, l'esponente di Ångström per l'assorbimento dell'aerosol e il rapporto PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> mostrano gli effetti della combustione del legno (per il riscaldamento domestico) e del traffico veicolare, sia nel sito urbano che in quello suburbano. Successivamente, è stata analizzata l'evoluzione settimanale sia dei parametri estensivi che intensivi dell'aerosol per identificare potenziali impatti legati al ciclo settimanale delle attività umane. La maggior parte dei parametri selezionati ha presentato un aumento significativo dal martedì al venerdì, per poi diminuire generalmente durante il fine settimana a causa della rilevante riduzione delle attività umane.

**Conclusioni:** La scelta di diversi tipi di siti di monitoraggio (urbani, suburbani e rurali) e scale temporali si è rivelata essenziale per una corretta caratterizzazione delle proprietà di assorbimento dell'aerosol nell'area monitorata, data la sua posizione geografica al centro dell'area mediterranea.

### **Bibliografia**

[1] Romano S et al. 2019. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2019.01.037

[2] Drinovec L et al. 2015. DOI: 10.5194/amt-8-1965-2015

28\_O\_POC\_B1

## On-line Characterization of Carbonaceous Aerosol at ChAMBRé

Muhammad Irfan <sup>1\*</sup>, Elena Abd El <sup>1,2</sup>, Marco Bunoldi <sup>1,2</sup>, Elena Gatta <sup>1</sup>, Tommaso Isolabella <sup>1,2</sup>,  
Dario Massabò <sup>1,2</sup>, Federico Mazzei <sup>1,2</sup>, Franco Parodi <sup>2</sup>, Paolo Prati <sup>1,2</sup>, Virginia Vernocchi <sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Genoa, Department of Physics, Genoa

<sup>2</sup>National Institute of Nuclear Physics, Genoa Section, Genoa.

\* Corresponding author. Tel: +39 3481964478, E-mail: [muhammad.irfan@edu.unige.it](mailto:muhammad.irfan@edu.unige.it)

**Keywords:** Atmospheric simulation chamber, Carbonaceous aerosols, Optical properties.

In polluted atmospheres containing fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>), carbonaceous aerosols commonly constitute a significant and often predominant proportion. The term "carbonaceous" encompasses black carbon (BC), elemental carbon (EC), organic carbon/matter (OC/OM). Black carbon is the most important anthropogenic aerosol influencing the climate change. The influence of carbonaceous aerosol on air quality, visibility, cloud formation and characteristics, planetary radiation balance, and public health are all directly impacted by their tremendous diversity [1, 2]. For this purpose, we are developing a multi-step experimental procedure to explore optical studies within controlled atmospheric conditions at ChAMBRé (Chamber for Aerosol Modeling and Bio-aerosol Research).

The developed experimental setup involves ChAMBRé for producing and sampling different aerosols, mainly black and brown carbon [3], a Dekati® eDiluter™ Pro for precise control and adjustment of aerosol concentrations to improve the accuracy of measurements [4], Total Carbon Analyzer (TCA08), Aethalometer (AE33), Nephelometer (Aurora 4000), Photoacoustic Extinction meter (PAXs), Organic Carbon/Elemental Carbon (OC/EC) thermo-optical Analyzers, Multi-Wavelength Absorbance Analyzer (MWAA) and BLAnCA (Broadband Light Analyzer of Complex Aerosol).

At PM2024 we'll discuss the status of the project addressing the effectiveness of combining online and offline techniques for a comprehensive optical analysis of carbonaceous aerosols and their implications for environmental and public health policies.

### Bibliography

[1] Rigler M. et al. 2020. doi: 10.5194/amt-13-4333-2020

[2] Drinovec L. et al. 2015. doi: 10.5194/amt-8-1965-2015

[3] Vernocchi V. et al. 2022. doi: 10.5194/amt-15-2159-2022

[4] Lampimäki M. et al. 2023. doi: 10.1016/j.jaerosci.2023

29\_O\_POC\_B1

## Impatto del cambiamento del regime HO<sub>2</sub>/RO<sub>2</sub> sulla formazione dei prodotti dell'ossidazione di α-pinene e il loro contributo alla formazione di aerosol organici secondari

<sup>1</sup>V. Geretti<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Y. Baker, <sup>2</sup>S. Kang, <sup>3</sup>T. Bannan, <sup>3</sup>A. Voliotis, <sup>2</sup>S. Zorn, <sup>1</sup>E. Tsiligiannis, <sup>1</sup>M. Priestley, <sup>2</sup>T. Mentel, <sup>3</sup>G. McFiggans, <sup>1</sup>C. Wu, and <sup>1</sup>M. Hallquist.

<sup>1</sup> Università di Gothenburg, Gothenburg, Svezia; <sup>2</sup> Istituto per l'Energia e Ricerca per il Clima, IEK-8 Troposphere, Forschungszentrum Juelich GmbH, Juelich, Germania;

<sup>3</sup> Università di Manchester, Manchester, UK

\* Corresponding author. Tel: +46 076 0497751, [e-mail: veronica.geretti@gu.se](mailto:veronica.geretti@gu.se)

**Keywords:** α-pinene, SOA, ossidazione

Introduzione: nel contesto degli studi svolti fino a questo momento si è mirato a quantificare la produzione di aerosol organici secondari (SOA) derivanti da specifici composti organici volatili (VOC) o da una loro combinazione, ma con l'utilizzo di concentrazioni notevolmente superiori rispetto a quelle generalmente riscontrabili nell'atmosfera. Questa amplificazione può portare a sovrastimare la presenza dei radicali RO<sub>2</sub> derivanti dall'ossidazione dei VOC, e dei prodotti delle loro reazioni, risultando in un'eccessiva produzione di composti ad alto peso molecolare, di molecole altamente ossigenate (HOMs), e quindi di SOA. In parallelo, la presenza dei radicali HO<sub>2</sub> è stata trascurata e di conseguenza il loro ruolo nel quadro ossidativo tipico dell'atmosfera reale [1][2]. La questione di ricerca in questo studio verte sull'effetto della variazione del regime chimico HO<sub>2</sub>/RO<sub>2</sub> sui prodotti dell'ossidazione di α-pinene da parte di OH e sulla potenziale formazione di SOA. Metodi: gli esperimenti sono stati condotti in condizioni di stato stazionario a Jülich Forschungszentrum nel reattore SAPHIR STAR. Per lo studio della composizione chimica del SOA è stato impiegato il Filter Inlet for Gases and AEROSOLS (FIGAERO) accoppiato a uno spettrometro di massa ad ionizzazione chimica ad alta risoluzione (HR-TOF-CIMS). I risultati ottenuti da FIGAERO-CIMS (ione reagente I<sup>-</sup>) sono stati confrontati coi risultati della fase gassosa ottenuti utilizzando un long TOF multi-scheme ionization inlet CIMS (ione reagente NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Risultati: in condizioni di HO<sub>2</sub>:RO<sub>2</sub>=1:1 (condizione di partenza: HO<sub>2</sub>:RO<sub>2</sub>=1:100), in entrambi gli spettri si osserva soppressione dei prodotti di accrescimento (C<sub>17</sub>-20), prodotti a bassa volatilità, e maggiore formazione di ROOH (C<sub>10</sub>). Infatti, nel regime HO<sub>2</sub>:RO<sub>2</sub>=1:1, la catena di auto-ossidazione degli RO<sub>2</sub> si interrompe e così la formazione di HOMs, a causa della maggiore presenza di HO<sub>2</sub>. Nonostante ciò, i due CIMS stimano una riduzione di potenziale SOA diversa, del 27% (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>CIMS) e del 3% (FIGAERO-CIMS). Infatti, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>CIMS ha rilevato la maggior parte dei prodotti che contribuiscono alla massa organica, e alla sua riduzione, e FIGAERO-CIMS la componente semi-volatile che non incide altrettanto sulla massa totale.

Conclusioni: l'ossidazione di α-pinene da parte di OH in rilevante presenza di HO<sub>2</sub> produce meno composti a bassa volatilità e HOMs, quindi precursori di SOA. L'impiego di due metodi analitici con diverso spettro di ionizzazione ha permesso un'analisi complessiva del sistema.

### Bibliografia

[1] Schervish & Donahue, 2021. DOI: 10.1039/d0ea00017E

[2] McFiggans et al., 2019. DOI: 10.1038/s41586-018-0871-y



30\_O\_POC\_B1

## Traccianti molecolari dell'aerosol organico al sito EMEP di Monte Martano

Arianna Roselli<sup>1</sup>, Federica Bruschi<sup>1</sup>, Stefano Crocchianti<sup>1</sup>, Claudia Frangipani<sup>1,2</sup>, Mara Galletti<sup>3</sup>, Eleonora Marchetti<sup>1</sup>, Chiara Petroselli<sup>1</sup>, Bartolomeo Sebastiani<sup>1</sup>, Roberta Selvaggi<sup>1</sup>, Paolo Tuccella<sup>4</sup> and David Cappelletti<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Dip. Chimica, Biologia e Biotecnologie, Univ. degli Studi di Perugia <sup>2</sup>Ist. di Scienze Polari, CNR-ISP, <sup>3</sup>ARPA Umbria, U.O.M. Terni, <sup>4</sup>Dip. Di Fisica & CETEMPS, Univ. Dell'Aquila.

\*Corresponding author: [david.cappelletti@unipg.it](mailto:david.cappelletti@unipg.it)

**Keywords:** Aerosol carbonioso, PM<sub>10</sub>, marker molecolari, EC, OC, BC

Carbonio elementare ed organico (EC & OC) sono in termini di massa due costituenti rilevanti dell'aerosol atmosferico, ne variano le proprietà ottiche ed hanno effetti non trascurabili per la salute umana. Pertanto vengono sistematicamente monitorati nei siti osservativi. La loro rilevanza, come quella del black carbon (BC), rendono necessaria una caratterizzazione quali-quantitativa dei traccianti molecolari associati per un'inequivoca interpretazione delle sorgenti, delle proprietà ottiche e tossicologiche dell'aerosol. Il presente lavoro descrive la determinazione dell'aerosol carbonioso (EC, OC e BC) e di alcuni traccianti molecolari organici (MAs, paraffine, IPA, PFAS, acidi organici solubili) rilevati presso il sito rurale di fondo EMEP di Monte Martano (Italia Centrale) [1] relativi alla frazione PM<sub>10</sub>. La natura dell'aerosol organico al sito è sia primaria che secondaria e risente sia di sorgenti naturali che antropogeniche [2,3,4] modulate differentemente dalle stagionalità. Questo contributo descrive 5 anni di rilevazioni (2017-2021) e la discussione dei risultati sarà condotta considerando parametri meteorologici, distribuzioni dimensionali dell'aerosol, concentrazioni di specie solubili inorganiche ed elementari e di dati ottenuti dalla modellistica delle traiettorie principali di masse d'aria impattanti il sito, modelli chimici di trasporto e modelli statistici.

### Bibliografia

- [1] Moroni et al. Atmos. Res., 155, 26 (2015).
- [2] Petroselli et al. Atmos. Res. 204, 67 (2018)
- [3] Moroni et al. Rend. Lincei, Scienze Fis. E Nat., 30, 337 (2019)
- [4] Petroselli et al. Sci. Tot. Environ. 763, 143010 (2021).

31\_O\_EMI\_B1

## Armonizzazione degli inventari delle emissioni storiche e future: un aspetto cruciale per il supporto alla modellazione del clima e della qualità dell'aria

Paola Radice<sup>1\*</sup>, Penny Boorman<sup>2</sup>, Sandro Finardi<sup>1</sup>, David Grawe<sup>3</sup>, Alberto Troccoli<sup>2</sup>, Ummugulsum Alyuz<sup>4</sup>, Somayyeh Arghavani<sup>4</sup>, Ranjeet S. Sokhi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ARIANET srl, Milano, Italy; <sup>2</sup> WEMC (World Energy Meteorology Council), Norwich, United Kingdom;

<sup>3</sup> University of Hamburg, Hamburg, Germany; <sup>4</sup> University of Hertfordshire, Hatfield, UK.

\*Corresponding author. Tel: +39 02 69331610, E-mail: p.radice@aria-net.it

**Keywords:** *Cambiamento climatico e qualità dell'aria, modelli climatologici regionali, inventario delle emissioni*

Introduzione: Il progetto Horizon Europe FOCI ([www.project-foci.eu](http://www.project-foci.eu)) ha come obiettivo l'analisi dell'impatto delle forzanti non-CO<sub>2</sub> su clima, meteo, qualità dell'aria, salute ed energia. Tra i compiti principali del progetto vi è l'utilizzo di modelli climatici regionali (RCM) guidati dai modelli globali del sistema terrestre (ESM) per valutare la qualità dell'aria a livello continentale sotto le attuali e future condizioni climatiche e per esaminare l'impatto delle principali forzanti radiative sul clima e sulle società. I risultati saranno impiegati per esplorare possibili politiche di mitigazione o adattamento, delineate attraverso specifici scenari di emissione, per l'Europa e altre regioni del mondo. Per questo, le emissioni antropiche attuali e future su scala regionale devono essere coerenti con le simulazioni climatiche globali. Al fine di produrre risultati adatti sia alla modellazione della qualità dell'aria che alle simulazioni climatiche, è stato effettuato un confronto preliminare dei dataset relativi alle emissioni di inquinanti atmosferici utilizzati, al fine di individuare le eventuali azioni di armonizzazione necessarie. Il confronto degli inventari, l'integrazione effettuata e l'inventario di riferimento finale prodotto per sostenere la modellazione regionale del progetto FOCI sono descritti e discussi.

Metodi: Per valutare la coerenza tra le simulazioni climatiche su scala globale e le analisi regionali, fondamentali per le politiche sulla qualità dell'aria, è cruciale garantire la coerenza delle varie fonti di emissioni e capire se la loro evoluzione futura può seguire le stesse ipotesi e traiettorie. I modelli di qualità dell'aria utilizzati per rappresentare le attuali condizioni di inquinamento atmosferico si basano generalmente su inventari a scala regionale e locale, mentre quelli a scala globale sono meno diffusi. Nel presente studio, esaminiamo i database globali EDGAR ([edgar.jrc.ec.europa.eu](http://edgar.jrc.ec.europa.eu)) ed europei EMEP ([emep.int](http://emep.int)), che hanno caratteristiche diverse per quanto riguarda la copertura spaziale e le fonti di dati utilizzate per stimare le emissioni per diverse attività, tuttavia, entrambi possono essere considerati punti di riferimento affidabili per valutazioni su scala globale ed europea.

L'inventario delle emissioni EMEP contiene i dati sulle emissioni forniti ufficialmente dai Paesi europei per NMVOC, CO, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, TPM, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e BC. EDGAR è un database globale che fornisce le emissioni di NMVOC, CO, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, BC, OC, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, per Paese, sulla base di una stima indipendente delle attività e delle tecnologie.

Le emissioni di GHG (Greenhouse Gases) e SLCP (Short Lived Climate Pollutants) nel CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project) sono definite dalle emissioni globali del CEDS (Community Emissions Data System)[1], che comprende le stime mensili delle emissioni antropiche (inclusa la combustione di biomassa aperta e gli aerei) di NMVOC, CO, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, BC, OC, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O. La nostra analisi confronta le emissioni di inquinanti atmosferici e gas serra in EDGAR, EMEP e CEDS, per ciascun inquinante, considerandone il trend storico degli ultimi cinque anni, e disaggregando i dati per Paese e settore. L'analisi complessiva ha mostrato differenze rilevanti tra gli inventari delle emissioni considerati, sia per i totali che per i contributi settoriali, evidenziando come tali dati non possano essere usati in modo interscambiabile senza un impatto rilevante sui risultati.

Risultati: Le emissioni di PM<sub>2.5</sub> che integrano l'inventario CEDS è stato costruito per l'Europa per il periodo 2004-2019, su un dominio compatibile con EURO-CORDEX (euro-cordex.net). Le emissioni di PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> ricostruite sono state confrontate con gli inventari continentali esistenti.

Conclusioni: La ricerca sul clima e quella sulla qualità dell'aria si sono sviluppate ed hanno seguito percorsi paralleli con obiettivi distinti. Si rende ora necessaria un'opportuna convergenza in grado di tenere conto degli aspetti climatici nello sviluppo di scenari di mitigazione prodotti dalla comunità della qualità dell'aria e, viceversa, per comprendere meglio l'impatto dei contaminanti a breve vita sul clima regionale. L'ultimo rapporto tecnico dell'IPCC riconosce che il clima e la qualità dell'aria sono aspetti strettamente interconnessi e dovrebbero essere considerati con un approccio congiunto. Anche se l'armonizzazione delle forzanti delle emissioni antropogeniche rimane un obiettivo auspicabile, al momento non è stato completamente raggiunto. L'attività presentata in questo contesto mostra le sfide affrontate, descrive il metodo adottato e i risultati ottenuti per costruire un set di dati preliminare in grado di supportare simulazioni regionali del clima e della qualità dell'aria.

### **Bibliografia**

[1] Hoesly, R. M., Smith, S. J., Feng, L., Klimont, Z., et al. (2018). Historical (1750–2014) anthropogenic emissions of reactive gases and aerosols from the Community Emissions Data System (CEDS), *Geosci. ModelDev.*, 11, 369–408

32\_O\_EMI\_B1

## Particulate matter emissions from agricultural activities: emission factors and influence of the soil characteristics

Elio Padoan\*, Franco Ajmone Marsan, Luca Rollé, Jacopo Maffia, Elio Dinuccio  
Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Italia

\* Corresponding author, [elio.padoan@unito.it](mailto:elio.padoan@unito.it)

**Keywords:** Emission factors, PM10, Potentially toxic elements, Soil preparation, Soil dust

Soil can be resuspended in the atmosphere due to wind or mechanical disturbances, such as agricultural activities (sowing, tilling, etc.), producing fine and coarse particulate matter (PM). Agriculture is estimated to emit more PM10 than the transportation sector, with a share of the 17% of the total primary emissions. However, very few emission figures are available for the different cropping operations, e.g., the actual emission factors (EF) used by the EEA for tilling operations are based on few studies, none of which in the Mediterranean area.

Moreover, the soils emissions are extremely variable, since they are influenced by wind, soil humidity, texture, and chemical composition.

Thus, the emission of some important agricultural operations were studied through field and laboratory experiments, to calculate EF of different agricultural soils used for maize cropping (the major crop planted yearly in the Padana plain, along with wheat) in North-Western Italy.

Tillage, harrowing and harvesting activities were studied as the main contributor to possible PM10 emissions during the cropping season, yielding emission figures and near field dispersion of PM10, in order to address exposure risks. Emission factors (EFs) were determined during trials with different crop management (as conventional or minimum tillage), implements, and machinery (e.g. conventional or axial harrowers), leading to new data for southern Europe. In laboratory studies, a Soil Resuspension Chamber (SRC) was developed to estimate the impacts of soil moisture and physico-chemical characteristics on soil susceptibility to emit PM10 during cropping operations (the Emission Potential).

A log-linear multiple regression model was developed to allow soil EP estimation from few physico-chemical parameters (moisture, sand/silt ratio and organic carbon content). The model allows to tailor field Emission Factors (EF) of specific cropping operations to different soil and moisture conditions and was applied to an EF for rotary harrowing. Moreover, in soil emitted PM10, Potentially Toxic Elements were observed to be up to 16 times more concentrated than in the original soil, evidencing a possible cause of concern for operator's safety during agricultural activities.

33\_O\_EMI\_B1

## ***New 9λ Aethalometer model AE36s – Performance and advanced characterization of aerosol sources***

A. Gregorič<sup>1,2</sup>, G. Lavrič<sup>1</sup>, V. Pilko<sup>3</sup>, M. Ivančič<sup>1</sup>, I. Ježek Breclj<sup>1</sup>, B. Alföldy<sup>1</sup>,  
A. Muñoz<sup>4</sup>, M. Ródenas<sup>4</sup>, R. Soler<sup>4</sup>, E. Borrás<sup>4</sup>, T. Vera<sup>4</sup>, E. Yubero<sup>5</sup>, R. Podlipec<sup>6</sup>, L. Ferrero<sup>7</sup>, N. K. Nowak<sup>8</sup>,  
L. Ahonen<sup>9</sup>, M. Rigler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aerosol d.o.o., Ljubljana, Slovenia; <sup>2</sup>Center for Atmospheric Research, University of Nova Gorica, Ajdovščina, Slovenia; <sup>3</sup>Robomed d.o.o., Kranj, Slovenia; <sup>4</sup>EUPHORE Labs. CEAM Foundation, Paterna, Valencia, Spain; <sup>5</sup>Atmospheric Pollution Laboratory (LCA-UMH), Miguel Hernández University, Elche, Spain; <sup>6</sup>Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V., Ion Beam Center, Dresden, Germany; <sup>7</sup>GEMMA and POLARIS Centre, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Italy; <sup>8</sup>Laboratory of Atmospheric Chemistry, Paul Scherrer Institut, Villigen, Switzerland; <sup>9</sup>Institute for Atmospheric and Earth System Research (INAR), University of Helsinki, Helsinki, Finland.

\* Corresponding author. Tel: +386 1 4391 707, [agregoric@aerosolmageesci.com](mailto:agregoric@aerosolmageesci.com)

**Keywords:** *Aethalometer AE36s, Black Carbon, Absorption Ångström exponent*

The Aethalometer is a widely used filter photometer capable of measuring black carbon concentration and light-absorbing properties of aerosol particles. In this study, we present the performance of the new Aethalometer model AE36s (Aerosol Magee Scientific), which addresses two crucial areas that have emerged in the scientific community in recent years: (1) the sensitivity of filter photometers to rapid changes of relative humidity[1], (2) the need for improved characterization of the absorbing part of organic aerosols in blue and UV region, the so-called brown carbon (BrC). Despite technical changes and improvements of the instrument, continuity of absorption measurements is essential; thus, in this study, we demonstrate the equivalence with AE33 through a series of laboratory and ambient measurement campaigns.

To improve the characterization of BrC share of absorption in blue and UV regions, two additional wavelengths were introduced in the new Aethalometer model AE36s with respect to the older models: the 400 nm increases the resolution of absorption in a large gap of AE33 channels between 370 nm and 470 nm, whereas 340 nm extends the measurement range in the UV spectrum.

The performance of AE36s above was evaluated and compared to its predecessor AE33 during long-term field campaigns conducted at an urban background site in Ljubljana (Slovenia), Milan (Italy), rural background site in Payerne (Switzerland) and at Hyytälä (Finland) regional background station. Slopes of the orthogonal regression for all common wavelengths are within 5% range relative to the unity with  $R^2 > 0.99$ . Signal to noise ratio in the AE36s is also significantly improved, which results in more stable determination of the absorption Ångström exponent (AAE).

Ambient measurements were compared with results obtained in the EUPHORE simulation chamber for different particle emission sources and ageing state. AAE was analyzed for the long (AAE<sub>590-950</sub>; 590- 660-880-950 nm) and short spectral range (AAE<sub>400-520</sub>; 400-470-520 nm) separately, which allowed us to distinguish different absorption fingerprints. Chamber experiments have revealed significant absorption of BrC at 340 nm for fresh BrC emitted during the smouldering phase of biomass burning. In the first part of the aging phase, when the aerosol is exposed to sunlight, significant increase of absorption was observed in the middle wavelength range (470 – 660 nm), thus decreasing short range AAE<sub>400-520</sub> and increasing long range AAE<sub>590-950</sub>. A slow decrease of absorption in the middle wavelength range follows with further photochemical ageing. Freshly emitted diesel exhaust and the flaming phase of biomass burning are characterized by lower BrC contribution and about 20% lower absorption at 340 nm than expected if AAE<sub>400-520</sub> would be extrapolated to 340 nm.

Validation of the new Aethalometer model AE36s has revealed significant improvement of signal to noise ratio and reduced sensitivity to rapid changes of relative humidity in comparison to its predecessor AE33. Additional

wavelengths, 340 nm and 400 nm can be efficiently used to enhance the resolution of absorption spectral dependence and improve the characterization of Brown Carbon.

**Acknowledgements:**

This work is part of a project that is supported by the EC under the Horizon 2020 – R&I FP, through the ATMO-ACCESS Integrating Activity under GA N. 101008004.

**References**

[1] Düsing, S., Wehner, B., Müller, T., Stöcker, A., Wiedensohler, A., 2019. The effect of rapid relative humidity changes on fast filter-based aerosol-particle light-absorption measurements: uncertainties and correction schemes. *Atmospheric Measurement Techniques*, 12, 5879–5895.

34\_O\_EMI\_B1

## Ultrafine Particle Measurement Campaign in the City of Graz using an AVL CPC

D. Wimmer<sup>1</sup>, R. Davok<sup>1</sup>, M. Cresnoverh<sup>1</sup>, S. Lunghammer<sup>1</sup>, A. Pein<sup>1</sup> and B. Tschofenig<sup>2</sup>

<sup>1</sup> AVL List GmbH, Hans-List-Platz 1, 8020 Graz Austria;

<sup>2</sup> Amt der Steiermärkischen Landesregierung Abteilung 15 Energie, Wohnbau, Technik

**Keywords:** ultrafine particles, standalone environmental CPC (Condensation Particle Counter)

Introduction: Aerosol particles are ubiquitous in Earth's atmosphere. The key metrics that determine their impact are their size and their number concentration. Many measures were taken in recent years to reduce the number concentration of aerosols from anthropogenic activities. The WHO (World Health Organisation) has stressed the danger of UFP (ultrafine particles <100nm) and recommended for air quality measurement stations to include the number concentration of those UFPs as a standard quantity to be determined <sup>(1)</sup>.

Aerosol particles can have severe effects on human health <sup>(2)</sup>. With every breath, aerosol particles are inhaled. The smaller the particles, the deeper they penetrate into the alveolar regions of the lungs. Particles smaller than 100 nm in diameter can even enter the bloodstream.

AVL is a key player in aerosol measurement solutions predominantly for the automotive sector, has now added a standalone environmental CPC (Condensation Particle Counter) for ambient air monitoring to the portfolio. The AVL UFPM™ Ultra Fine Particle Monitor is a butanol based laminar flow CPC. The inlet flow rate is 1.0 lpm. The maximum concentration is  $1 \times 10^5$  #/cm<sup>3</sup>. The d<sub>50</sub> can be set to 7 or 10 nm. The CPC was calibrated at WCCAP (World Center for Calibration of Aerosol Physics) at TROPOS.

Results: The performance of the AVL UFPM has been tested during ambient measurements at an urban site in Graz. The measurements were running for a total of 6 months starting from November 2022 going on until March 2023. The measurement station included several gas analysers and another ultrafine CPC. The AVL UFPM was connected to the gas inlet, with no temperature and humidity conditioning. Those were monitored continuously and the dew point was below 9°C throughout the measurement campaign. PN concentrations up to  $1.5 \times 10^5$  #/cm<sup>3</sup> were observed. The monthly diurnal cycle for the Graz measurements show a clear diurnal cycle, with maximum concentrations twice per day. These are most likely related to traffic peaks in the morning and late afternoon.

Conclusions: The 6-month ambient measurements prove that the AVL UFPM™ shows a very stable performance without an error over a measurement period of 6 months and a 24/7 operation. The diurnal cycles show two peaks in the morning and late afternoon, which are most likely due to increased traffic.

### Bibliografia

[1] WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization

[2] Nani Guarieiro LL and Nani Guarieiro AL (2013) Vehicle Emissions: What Will Change with Use of Biofuel? Biofuels - Economy, Environment and Sustainability. InTech. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/52513>.

35\_O\_EMI\_B1

## **Analisi integrata Raman e SEM-EDS per la caratterizzazione del particolato atmosferico in ambito urbano, sub-urbano e rurale**

Lia Drudi<sup>1\*</sup>, Matteo Giardino<sup>2,3</sup>, Davide Janner<sup>2,3</sup>, Federica Pognant<sup>4</sup>, Federico Matera<sup>4</sup>, Luisella Bardi<sup>5</sup>,  
Milena Sacco<sup>6</sup>, Rossana Bellopede<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente e il Territorio e delle Infrastrutture (DIATI), Politecnico di Torino;

<sup>2</sup> Dipartimento Scienza Applicata e Tecnologia (DISAT), Politecnico di Torino; <sup>3</sup> Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (INSTM); <sup>4</sup> Direzione Ambientale, Regione Piemonte;

<sup>5</sup> Arpa Piemonte, Dipartimento Piemonte Sud-Ovest, <sup>6</sup> Arpa Piemonte, Dipartimento Piemonte Nord-Ovest

\* Corresponding author, E-mail: lia.drudi@polito.it

**Keywords:** *Qualità dell'aria, PM<sub>10</sub>*

**Introduzione:** Il particolato atmosferico (PM) è composto da un'ampia gamma di componenti la cui quantità e composizione permette di ottenere informazioni accurate che permettono di identificare le possibili fonti di emissione; inoltre, le informazioni sull'eterogeneità chimica sono essenziali per comprendere e prevedere gli impatti del PM in termini di reattività, ambiente e salute umana. In questo studio è stata sviluppata una metodologia con la quale è possibile realizzare l'analisi composizionale di una stessa porzione di PM sia tramite spettroscopia Raman sia tramite l'utilizzo del Microscopio elettronico a scansione (SEM) collegato ad un sistema di microanalisi (EDS).

**Metodi:** Il campionamento del PM è stato effettuato da ARPA Piemonte in differenti località piemontesi (Torino-Rebaudengo, Torino-Lingotto, Oulx, Ceresole Reale and Cavallermaggiore) al fine di caratterizzare ambiti urbani, sub-urbani e rurali in stazioni sia di traffico sia di fondo in differenti periodi dell'anno (estate/inverno). Nel filtro in PTFE di PM raccolto vengono selezionate diverse aree (circa 100  $\mu\text{m}$  per 50  $\mu\text{m}$ ), in cui la stessa particella viene analizzata prima al Raman e poi tramite l'apparato SEM-EDS, al fine di ottenere una conferma sulla composizione effettiva.

**Risultati:** Principalmente per i componenti carboniosi, l'utilizzo del SEM ha permesso di ottenere informazioni sulla distribuzione dimensionale e sulla morfologia. Infatti, si è potuta osservare la forma tipica della classe dei componenti: irregolare per la componente cristallina, flocculante per il materiale carbonioso prodotto dalla combustione, regolare per sali di formazione secondaria e, infine, ha permesso l'individuazione del materiale organico come pollini e spore. L'analisi effettuata tramite spettroscopia Raman ha portato al riconoscimento di diversi composti, tra i quali i principali sono: carbonio amorfo, differenti sali di formazione secondaria (nitrati e solfati), ossidi di ferro, ossidi di titanio, pollini, silicati e alluminio-silicati, calcite e grafite; l'analisi elementare effettuata tramite SEM-EDS ha permesso di confermare i risultati ottenuti al Raman e di valutarne, quindi, l'affidabilità della misura. Infine, l'utilizzo dell'apparato SEM-EDS ha potuto portare all'identificazione di materiali non visibili al Raman come il cloruro di sodio, il quale è un importante componente del road dust e dell'aerosol marino.

**Conclusioni:** Le percentuali dei composti per ferro, ossidi di titanio, calcite e nitrati risultano coerenti tra le osservazioni al Raman e al SEM. Invece, la percentuale di carbonio risulta sovrastimata in quanto l'analisi al SEM riporta la presenza di altre componenti. Ciò può essere dovuto al carbonio, inteso come black carbon, che ha dimensioni molto fini e tende a depositarsi sulle particelle, rendendo l'analisi del materiale al di sotto molto complessa. Infine, la percentuale di materiale cristallino viene invece sottostimata dal Raman per la qualità degli spettri acquisiti.



36\_O\_EMI\_B1

## MISSMARPLE (Milan Small-SaMple Automated Radiocarbon Preparation Line for atmospheric aerosol): validazione e primi dati ambientali

F. Crova<sup>1</sup>, F. Salteri<sup>1</sup>, S. Barone<sup>2,3</sup>, G. Calzolari<sup>2</sup>, A. Forello<sup>1,3</sup>, M. Fedi<sup>2</sup>, L. Liccioli<sup>2</sup>, G. Valli<sup>1</sup>,  
R. Vecchi<sup>1</sup>, V. Bernardoni<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics – Università degli Studi di Milano and INFN-Milano; <sup>2</sup> INFN-Florence; <sup>3</sup>  
Department of Physics and Astronomy – Università degli Studi di Firenze \* Corresponding author.

Tel: +39 02 50317499, [E-mail: vera.bernardoni@unimi.it](mailto:vera.bernardoni@unimi.it)

**Keywords:** *Source apportionment, spettrometria di massa con acceleratore, radiocarbonio, carbonio elementare, carbonio organico*

Introduzione: Misure di radiocarbonio (<sup>14</sup>C) sulle frazioni di carbonio organico (OC) ed elementare (EC) dell'aerosol atmosferico si sono rivelate uno strumento potente per il source apportionment della frazione carboniosa [1]. Nell'ambito dell'esperimento INFN-ISPIRA (Integrazione di metodologie SPerialmentali per la Ricerca sull'Aerosol carbonioso) si è realizzata a Milano una nuova linea di preparazione campioni di aerosol atmosferico (MISSMARPLE). La linea consente di preparare, in modo parzialmente automatizzato, campioni piccoli (~50µg) che sono in seguito analizzati presso la facility di spettrometria di massa con acceleratore (AMS) dell'INFN-LABEC.

Metodi: MISSMARPLE è stata validata attraverso la preparazione e successiva analisi AMS di materiali standard. La riproducibilità del rapporto <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C misurato è stata determinata con campioni di standard di acido ossalico NIST 4990C; i valori di bianco sono stati determinati utilizzando grafite fossile (alfa aesar); infine, l'accuratezza delle misure è stata determinata mediante l'uso di standard secondari (IAEA-C7, NIST RM8785). Sono stati inoltre preparati e analizzati campioni ambientali, raccolti a Bologna in gennaio-marzo 2021.

Risultati: La riproducibilità della linea è risultata migliore dell'1.2%; i livelli di bianco si attestano su 2.2 ± 0.2 pMC (percent Modern Carbon) e le misure degli standard secondari sono risultate essere entro 1 deviazione standard dal valore certificato, sia per il carbonio totale (TC) sia per l'EC. Le analisi dei campioni reali mostrano che i valori di pMC(TC) sono in linea con quanto riportato a Milano nel 2010 [2], mentre i valori di pMC(EC) risultano significativamente maggiori, in linea con un trend osservato in altri siti europei negli ultimi anni [3], probabilmente legato ad un incremento dell'uso della legna per il riscaldamento domestico e all'introduzione di quote sempre crescenti di biocombustibili.

Conclusioni: MISSMARPLE risulta ora validata; preparazione e analisi di campioni ambientali forniscono utili informazioni sul trend delle sorgenti fossili/non-fossili dell'aerosol e consentiranno futuri studi di source apportionment più dettagliati.

### **Bibliografia**

[1] Szidat S et al. 2006. DOI: [doi.org/10.1029/2005JD006590](https://doi.org/10.1029/2005JD006590)

[2] Bernardoni V et al. 2013. DOI: [doi.org/10.1016/j.jaerosci.2012.06.001](https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2012.06.001)

[3] Mousavi A et al. 2019. DOI: [doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.02.009](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.02.009)

37\_O\_EM2\_B1

## La stima delle emissioni di nanoparticelle generate dagli aeromobili presso l'Aeroporto di Treviso

Cristina Pozzi<sup>1\*</sup>, Elisa Specchia<sup>2</sup>, Gianni Tinarelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ARIANET srl, Milano

\* Corresponding author. Tel: +39 02 69 33 16 06, E-mail:c.pozzi@aria-net.it

**Keywords:** *Integrazione misure e modelli, UFP, PM1, aerei*

**Introduzione:** Nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale per l'Aeroporto "Antonio Canova" di Treviso è stata avviata un'attività sperimentale per investigare la relazione tra l'attività degli aeromobili e le concentrazioni di particolato ultrafine (UFP) rilevate localmente mediante una campagna di monitoraggio dedicata, con l'obiettivo di stimare le emissioni di UFP degli aeromobili. La tematica trattata è di grande interesse generale viste le implicazioni di rischio sanitario legate alle particelle ultrafini e la conoscenza ancora parziale della fenomenologia da cui dipendono.

**Metodi:** Sono stati acquisiti i dati di concentrazione in aria ambiente di UFP (in un range da 4 nm a 1 micron) monitorati presso due centraline di monitoraggio in continuo collocate una a 150 m dalla pista di volo (centralina A) e l'altra nel comune di Quinto di Treviso (centralina B). I dati rilevati a 5 minuti di frequenza vicino alla pista mostrano picchi ben definiti in corrispondenza degli atterraggi e dei decolli aerei, che si esauriscono ciascuno in circa minuto. Ipotizzando che presso la centralina A gli aeromobili siano l'unico contributo alle concentrazioni rilevate si è pensato di stimare le emissioni di UFP degli aeromobili riproducendo i singoli passaggi di aerei sulla pista mediante un set di simulazioni di dispersione atmosferica con un modello tridimensionale Lagrangiano a particelle<sup>1</sup> alimentato da emissioni normalizzate di nanoparticelle dagli aeromobili e dati meteorologici misurati ogni minuto<sup>2</sup>. Il rapporto tra le concentrazioni di picco modellate e quelle misurate ha fornito, per ognuna delle oltre 40 simulazioni effettuate, il fattore di emissione di UFP specifico per l'aereo esaminato.

**Risultati:** Le simulazioni condotte hanno descritto sia i decolli che gli atterraggi a partire da informazioni esatte relative al volo provenienti dal registro dei voli che indica il minuto effettivo dei passaggi e le tracce radar 3D utilizzate per ricostruire la rotta effettiva seguita dall'aereo. Il fattore stimato ( $1,04 \cdot 10^{16}$  particelle/secondo) è coerente con gli intervalli riportati in letteratura<sup>4</sup>. È stato stimato un unico fattore di emissione comune agli atterraggi e ai decolli poiché non sono state osservate differenze significative<sup>5</sup>. Un'ulteriore convalida dei risultati è stata condotta mediante una simulazione della dispersione lagrangiana per valutare l'impatto delle emissioni UFP derivanti dal traffico aereo nei dintorni dell'aeroporto nell'arco di tre mesi. L'analisi ha confermato il buon accordo tra le concentrazioni di UFP calcolate e misurate presso la stazione A e un contributo minore delle attività LTO alle concentrazioni di UFP nell'ambiente presso la stazione B, dove si riscontrano contributi provenienti da altre attività (riscaldamento, traffico stradale...).

**Conclusioni:** La metodologia utilizzata può essere potenzialmente ripetibile in altri contesti caratterizzati da una sorgente prevalente di cui sono noti i cicli di attività. La conoscenza derivante dai modelli può integrare le informazioni delle misure per contribuire ad espandere la conoscenza delle dinamiche atmosferiche e pianificare strategie di riduzione dell'inquinamento sempre più mirate ed efficaci.

### **Bibliografia**

[1] Tinarelli G. (2013): SPRAY 3.1.10, General description and User's Guide, Rapporto ARIANET R2013.27.

[2] Aria Technologies (2010): Swift General Design Manual. ARIA Report, March 2010, Aria Technologies 2001.

[3] Shirmohammadi, F.; Sowlat, M. H.; Hasheminassab, S.; Saffari, A.; Ban-Weiss, G.; Sioutas, C. Emission rates of particle number, mass and black carbon by the Los Angeles International Airport (LAX) and its impact on air quality in Los Angeles. Atmos. Environ. 2017, 151, 82–93.

[4] Austin et al., Distinct Ultrafine Particle Profiles Associated with Aircraft and Roadway Traffic, Environ. Sci. Technol. 2021, 55, 2847–2858

38\_O\_EM2\_B1

## Determinazione di Fattori di Emissione e caratterizzazione chimica del particolato emesso da forni a legna delle pizzerie attraverso misure sperimentali: Parte 1

Andrea Bergomi<sup>1\*</sup>, Paola Fermo<sup>1</sup>, Silvia Bertagna<sup>2</sup>, Carmen Morreale<sup>2</sup>, Milena Stracquadanio<sup>3</sup>, Teresa La Torretta<sup>3</sup>, Ilaria D'Elia<sup>3</sup>, Salvatore Chiavatini<sup>3</sup>, Antonella Malaguti<sup>3</sup>, Antonio Piersanti<sup>3</sup>, Gabriele Migliavacca<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Milano; <sup>2</sup> Area Combustibili, Innovhub SSI;

<sup>3</sup> Laboratorio Inquinamento Atmosferico, ENEA

\* Corresponding author. Tel: +39 3347694567, [E-mail: andrea.bergomi@unimi.it](mailto:andrea.bergomi@unimi.it)

**Keywords:** *Fattori di emissione, forni a legna, pizzerie, PM totale, PM10, PM2.5*

**Introduzione:** Recenti studi stimano che una percentuale non trascurabile del particolato atmosferico (PM) in aree urbane possa essere attribuita alle emissioni derivanti dalla combustione di biomasse solide per usi diversi dal riscaldamento domestico [1]. Tra le sorgenti che potrebbero essere responsabili di queste emissioni vi sono i forni a legna utilizzati nelle pizzerie, che sono attivi tutto l'anno e molto concentrati nelle aree urbane. Tuttavia, ad oggi non sono stati eseguiti studi sperimentali per determinare i fattori di emissione di PM da questi dispositivi.

**Metodi:** Le prove sperimentali sono state effettuate su un forno a legna tradizionale ed un forno combinato (legna-gas naturale). Il sistema di campionamento dei fumi è stato realizzato facendo riferimento alla norma tecnica UNI EN 16510-1:2019 e ha permesso di misurare il particolato totale, le frazioni dimensionali PM10 e PM2.5, e altri inquinanti gassosi (NO<sub>x</sub>, CO, COT) sui fumi caldi e freddi. Inoltre, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono stati campionati seguendo la norma UNI EN 11338-1:2021 ed analizzati in tutti e tre le fasi, tra cui quella particellare.

**Risultati:** Sono stati calcolati fattori di emissione per le diverse frazioni dimensionali del particolato e per tutti gli altri inquinanti. Per il PM i valori ottenuti sono compresi tra 80 e 200 g GJ<sup>-1</sup> e variano a seconda della tipologia di combustibile e della fase studiata (accensione, cottura, non cottura). Riguardo gli IPA, i composti presenti in maggiori quantità all'interno della fase particellare sono il fluorantene e il pirene. Inoltre, si sono osservati fattori di emissione inferiori a 10 mg GJ<sup>-1</sup> per il benzo[a]pirene.

**Conclusioni:** I fattori di emissione ottenuti per le varie specie inquinanti sono stati poi confrontati con i valori attualmente presenti nell'inventario delle emissioni INEMAR della Regione Lombardia [2], l'unico al momento ad aver introdotto le emissioni da questa sorgente. Dal confronto emerge che i valori determinati sperimentalmente in questo studio risultano essere inferiori rispetto a quelli dell'inventario. Dunque, è necessaria una riflessione per valutare la possibilità di modificare l'inventario e rivalutare il contributo di questa sorgente alle emissioni dei principali inquinanti in atmosfera.

### **Bibliografia**

[1] Hugony F et al. 2020, Progetto Metropizza, Seminario, Città metropolitana di Milano – ENEA, Milano, IT.

[2] INEMAR - ARPA Lombardia, (2022.), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera in Regione Lombardia nell'anno 2019 - versione in revisione pubblica.

39\_O\_EM2\_B1

## Sviluppo di una procedura analitica per la caratterizzazione chimica emorfologica del particolato emesso dal sistema frenante

A. Diana<sup>1,2 \*</sup>, R. Cecire<sup>1,2</sup>, S. Comis<sup>1</sup>, L. Favilli<sup>3</sup>, P. Inaudi<sup>3</sup>, S. Bertinetti<sup>1</sup>,  
A. Giacomino<sup>3</sup>, O. Abollino<sup>3</sup>, A. Sin<sup>2</sup>, M. Malandrino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Chimica, Università di Torino, Torino, 10125

<sup>2</sup> ITT Friction Technologies, Barge (CN), 12032

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco, Università di Torino, Torino, 10125

\* Corresponding author. Tel: +39-011-6705249, E-mail: aleandro.diana@unito.it

**Keywords:** Emissioni non esauste, caratterizzazione inorganica, PM<sub>10</sub>, analisi morfologica, pastiglie freno

La protezione della qualità dell'aria è di fondamentale importanza in tutta l'Unione Europea. Bisogna ricordare che il traffico veicolare contribuisce in modo significativo alle emissioni antropiche di inquinanti atmosferici. Nonostante le emissioni esauste (derivanti dalla combustione del carburante) abbiano subito una drastica riduzione negli ultimi venti anni, le emissioni non esauste (principalmente derivanti dall'usura dell'impianto frenante, degli pneumatici e del manto stradale) sono invece in leggera costante aumento [1]. Nel 2014 la Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) ha iniziato a indagare sulle sorgenti di emissione di particolato non esausto per definire linee guida per la sua misurazione e per formulare una legislazione volta a ridurre queste emissioni a tutela della salute umana e dell'ambiente [2]. In questo lavoro si è sviluppata una procedura analitica per la caratterizzazione chimica e morfologica del particolato atmosferico emesso dal sistema frenante. I campioni sono stati raccolti durante i test di omologazione di pastiglie freno svolti su banco dinamometrico presso l'impianto produttivo di ITT Motion Technologies di Barge (CN). Tutti i test hanno seguito la procedura dettata dalla UNECE, la Worldwide-harmonized Light-Vehicles Test Procedure (WLTP). I campioni di PM<sub>10</sub> sono stati raccolti su filtri Pallflex® Emfab™ per il monitoraggio dell'aria. La procedura ha previsto il taglio del filtro in cinque parti. Due coppie di aliquote sono state trattate con due diverse miscele acide di estrazione, mentre la restante parte è stata conservata per l'analisi morfologica tramite SEM. Per la dissoluzione chimica è stata utilizzata la tecnica dell'estrazione assistita da microonde, svolta in recipienti chiusi in PTFE. Per ottenere dei recuperi di estrazione ottimali, sono state testate due miscele di estrazione. La prima miscela consiste in 4 mL di HNO<sub>3</sub> e 1 mL di H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. La seconda miscela consiste in 4 mL di HNO<sub>3</sub> e 2 mL di HF, con successiva aggiunta di 0.7 g di H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. I recuperi degli analiti di interesse sono stati valutati tramite la loro quantificazione nelle soluzioni ottenute dal trattamento del campione di riferimento certificato NIST SRM 1648a, *Urban particulate matter*. Le tecniche utilizzate sono state la spettrometria ad emissione ottica con sorgente al plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-OES) e la spettrometria di massa con sorgente al plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-MS), tramite le quali sono state determinati gli elementi investigati. La prima miscela è risultata idonea per poter estrarre i seguenti elementi: As, Ba, Ca, Cd, Ce, Co, Cu, Fe, La, Mg, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sn, Zn, W; mentre la seconda miscela è stata utilizzata per Al, Cr, K, Na, Sr, Ti, V, Zr. L'analisi morfologica ha evidenziato come il particolato si presenti sotto forma di agglomerati di particelle delle dimensioni di 1-2 µm provenienti dal materiale d'attrito e particelle delle dimensioni 200-500 nm provenienti dal disco. Questo lavoro ha permesso di sviluppare una procedura per la quantificazione di elementi che caratterizzano la composizione chimica del PM<sub>10</sub> emesso dal processo di usura di un sistema frenante. Questo risultato è importante per identificare una correlazione tra la composizione del PM<sub>10</sub> emesso e la formulazione del materiale d'attrito in modo da comprendere e limitare le emissioni, soprattutto per quanto riguarda gli elementi rilevanti dal punto di vista dei rischi per la salute.

### **Bibliografia**

[1] Grigoratis T et al. 2014. DOI: 110.2790/22000

[2] (WLTP) | UNECE. <https://unece.org/press/unece-adopts-more-accurate-fuel-efficiency-and-co2-test-new-cars-wltp>

40\_O\_EM2\_B1

## Valutazione chimico-fisica del rilascio di PM10 e PM2.5 dalle pastiglie dei freni con test dinamometrico WLTP-Euro7

Cecilia Gomiero<sup>1,3</sup>, Enrico Casamassa\*<sup>2</sup>, Giovanna Gautier di Confiengo<sup>3</sup>, Carmela Russo<sup>3</sup>, Maria Giulia Faga<sup>3</sup>, Barbara Apicella<sup>3</sup>, Giuliana Magnacca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Chimica e Centro interdipartimentale NIS, Università di Torino; <sup>2</sup> RaicamIndustrie S.r.l., Bruzolo (TO), <sup>3</sup> Istituto di Scienze e Tecnologie per l'Energia e la Mobilità Sostenibili, CNR

\* Corresponding author. Tel: +39 366 626 2077, E-mail: [ecasamassa@raicam.com](mailto:ecasamassa@raicam.com)

**Keywords:** PM10, PM2.5, caratterizzazione chimico-fisica, pastiglie dei freni

Oltre il 50% del particolato (PM) correlato alle emissioni non di scarico delle automobili (NEE) è generato dai sistemi frenanti dei veicoli, in particolare dall'usura dei dischi e dei materiali di attrito utilizzati per produrre le pastiglie dei freni. Negli ultimi anni la Commissione europea ha imposto dei limiti di legge alle emissioni dei sistemi frenanti delle auto tramite gli standard Euro-7 descritti nell'adirettiva UN GTR-24<sup>[1]</sup>. La normativa descrive un livello di emissioni dai freni inferiore a 7mg/km/veicolo, limite che è più basso rispetto alla media attuale di emissioni. Le sfide legate all'impatto ambientale causato dalle NEE stanno quindi portando l'industria automobilistica a scegliere materiali compositi con bassa usura da attrito ed elevata stabilità. RAICAM Industrie S.R.L.<sup>[2]</sup>, azienda specializzata nella progettazione e produzione delle pastiglie dei freni, sta studiando il rilascio di particolato (PM10 e PM2.5) dai sistemi frenanti delle automobili.

Lo studio proposto svolge una caratterizzazione chimico-fisica del PM emesso da due famiglie di pastiglie commerciali, le *Low Steel* (LS) a basso contenuto di acciaio e le *Non-Asbestos Organic* (NAO) prive di metalli, e da un prototipo di LS caratterizzato dal basso contenuto di componenti organici (LOC). Il PM10 e il PM2.5 sono collezionati su filtri in fibra di vetro in seguito al test su banco dinamometrico 'WLTP-Euro7' e vengono valutati rispetto al comportamento di usura delle tre categorie di pastiglie e alla tipologia di legante utilizzato. La caratterizzazione del PM è stata eseguita mediante l'utilizzo della microscopia elettronica a scansione (SEM-EDS). Inoltre, si è considerato il numero di particelle emesse e la loro distribuzione di taglia. I risultati sono stati successivamente confrontati con l'analisi chimica del materiale distaccatosi dalla superficie usurata delle pastiglie<sup>[3]</sup> utilizzando il SEM-EDS e la diffrazione a raggi X (XRD). Lo studio mostra una emissione di PM maggiore nelle pastiglie LS rispetto alle LOC e NAO<sup>[4]</sup>; le analisi con SEM-EDS e XRD mostrano la presenza di ossido di ferro e ferro metallico in tutte le famiglie, derivante sia dall'usura delle fibre di acciaio (LS e LOC) sia dal disco in ghisa (LS, LOC e NAO). Questa osservazione porta ad avanzare ipotesi sul contributo non trascurabile del PM derivante dal disco<sup>[5]</sup>. Nuove indagini sono in corso nel reparto Dyno Testing di Raicam Industrie S.r.l., svolgendo le prove WLTP utilizzando i medesimi materiali di attrito ma impiegando tipologie di dischi rivestiti, in modo da limitarne l'usura.

### Bibliografia

[1] ECE/TRANS/180/Add.24

[2] <https://www.raicam.com/it>

[3] Russo C. et al., 2023. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20672

[4] Park J. Et al., 2021. DOI: 10.1016/j.wear.2020.203539

[5] Menapace C. et al., 202. DOI : 10.1007/s40544-019-0284-4

41\_O\_QAP\_B1

## Valutazione dell'impatto delle emissioni portuali sulla qualità dell'aria in Liguria

Maria Chiara Bove<sup>1\*</sup>, Monica Beggiato<sup>1</sup>, Roberto Cresta<sup>1</sup>, Andrea Bisignano<sup>1</sup>, Federico Grasso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARPA Liguria, U.O. Stato di Qualità dell'aria, Genova, 16149

\* Corresponding author. Tel: +39 0106437217, E-mail: mariachiara.bove@arpal.liguria.it

**Keywords:** *emissioni navali, composizione del PM10, source apportionment*

Introduzione: i porti svolgono un ruolo cruciale per il commercio nel Mediterraneo. Allo stesso tempo, sono fonti di inquinamento atmosferico sia per il traffico marittimo che per le attività connesse. ARPA Liguria da molto tempo è particolarmente sensibile a questa tematica focalizzando l'attenzione sul monitoraggio di situazioni critiche di qualità dell'aria nelle aree limitrofe ai porti liguri, spesso molto popolate. In particolare, il progetto AER NOSTRUM del programma Marittimo Italia-Francia, si è posto come obiettivo quello di realizzare una piattaforma condivisa per il monitoraggio e la simulazione dei dati sull'inquinamento atmosferico. L'area di studio comprende alcuni fra i più strategici porti economici di Francia e Italia, ha interessato in Liguria il porto di Genova, uno dei porti europei con i più elevati volumi di traffici merci e passeggeri.

Modalità di esecuzione: la valutazione è stata effettuata mediante un approccio combinato di modellistica e monitoraggio, quest'ultimo effettuato mediante impiego di strumentazioni tradizionali e non convenzionali. La strumentazione tradizionale è stata utilizzata per la raccolta dei campioni di PM10 per studi di source apportionment e per valutare l'impatto delle emissioni navali sul territorio mediante PMF (1). In parallelo, è stato implementato un sistema di modellistica ad alta risoluzione sull'area portuale per quantificare gli impatti navali sulla qualità dell'aria, validato mediante le misure e utilizzato per lo studio degli scenari di abbattimento degli inquinanti.

Risultati: il monitoraggio eseguito nell'ambito del Progetto sfruttando metodologie convenzionali ed integrandole con quelle derivanti dall'utilizzo di strumentazione non convenzionale, ha permesso di aumentare la risoluzione spaziale e temporale della conoscenza e verificare quali fossero le migliori modalità di utilizzo per ottimizzare l'attendibilità della stessa. Le misure ricavate hanno permesso di poter avere indicazioni riguardo la collocazione di nuovi siti più efficaci per la valutazione dell'impatto derivante dalle navi passeggeri attraccate nel Porto. Inoltre, il contributo primario delle emissioni prodotte dal traffico marittimo sui valori misurati di PM10 è risultato compreso in media tra 5-10% del totale, con un maggior valore evidenziato nel sito di San Teodoro, soprattutto in presenza di venti prevalenti provenienti dall'area portuale.

### **Bibliografia**

[1] Paatero P. and U. Tapper, 1994: *Environmetrics* 5, 111–126.

42\_O\_QAP\_B1

## Airborn micro and nanoparticles in a port site in South Italy

Alessandra Genga<sup>1\*</sup>, Antonio Manco<sup>1</sup>, Tiziana Siciliano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dip. Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali - Università del Salento; <sup>2</sup> Dip. Matematica e Fisica “Ennio De Giorgi” - Università del Salento

\* Corresponding author. Tel: +39 0832 2977074, [E-mail: alessandra.genga@unisalento.it](mailto:alessandra.genga@unisalento.it)

**Keywords:** PM1, PM2.5, PM10, particle number concentration, emission sources

**Introduction:** Exposure to particulate matter (PM) is known to adversely affect human health. Ambient concentrations of PM are currently regulated through mass-based standards of PM10 and PM2.5. Because of their negligible mass compared to the regulated PM, these standards do not control airborne nanoparticles even if they represent the majority of total particle number concentrations, PNCs. Nanoparticles are characterised by their vast numbers and high surface area<sup>1</sup>. As a result, they can adsorb large concentrations of toxic hazardous chemicals on their surfaces, translocate and deposit in different parts of the human body, thereby causing adverse health effects. The aims of this study are: (i) to identify the possible sources of micro- and nanoparticles in a port site, and (ii) to determine the individual PND spectrum of various sources.

**Method:** This study was conducted at a port site in Brindisi - South Italy. Measurements were made from August 2023 to February 2024. PM10, PM2.5 and PM1 and particle number concentration were measured by AQ Guard Smart 2000 UFP and AQ Guard Smart 1000 (Palas). 1 minute observations, each in 64 size classes, covering a 184 nm - 13,833 µm, were continuously obtained.

**Results:** PM1, PM2.5 and PM10 concentrations and PCNs, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> have identified different main sources: wood combustion, ship, traffic, crustal emissions, dust transport and regional background. Individual PND spectrum of various sources have been determined.

**Conclusions:** The findings of this work make contributions to the understanding of potential sources of nanoparticles in the area and their probable contribution to the PNCs. Furthermore, PND profiles associated with individual sources present important reference data for future studies.

**Acknowledgements:** The authors are grateful to Palas GmbH for instrumentation, Labservice for technical supports, dott.sa Alessandra Nocioni, dott. Andrea Pinto and Mr. Pietro Caprioli (ARPA Puglia) for logistic and technical supports.

### **Bibliografia**

[1] Abdullah N. Al-Dabbous et al. 2015. DOI:10.1039/c5em00027k



43\_O\_QAP\_B1

## Monitoraggio della distribuzione di nanoparticelle ad alta risoluzione temporale in un sito portuale (Progetto Aernostrum)

Andreini Bianca Patrizia<sup>1</sup>, Bini Elisa<sup>1</sup>, Borin Luca<sup>2</sup>, Collaveri Chiara<sup>1</sup>, Dini Fiammetta<sup>1</sup>, Fortunato Stefano<sup>1</sup>, Grossi Camilla<sup>2</sup>, Rosato Marina<sup>1</sup>, Sivieri Bianca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CRTQA- Centro Regionale Tutela Qualità dell'aria ARPA Toscana;

<sup>2</sup> Università degli studi di Pisa, Dipartimento Scienze della Terra;

\* Corresponding author: Tel:0553206896, E-mail: c.collaveri@arpat.toscana.it

**Keywords:** *Nanoparticelle, Traffico navale, PM10*

**Introduzione:** Il monitoraggio delle nanoparticelle è un tema emergente per le Agenzie Regionali, alla luce della bozza di Nuova Direttiva che ne prevede la misura in siti interessati da traffico navale, aereo o stradale [1].

**Metodi:** Nell'ambito del progetto Interreg Aernostrum "Aria bene comune" [2] è stato acquistato un Nanoscan TSI SMPS modello 3910 che misura particelle di distribuzione da 10 a 420 nm con risoluzione temporale al minuto; lo strumento è stato affiancato alle campagne condotte con mezzo mobile in un sito all'interno dell'area portuale, collocato vicino agli attracchi della zona industriale del porto, in prossimità di un canale di passaggio. Il sito è interessato in maniera diretta quasi esclusivamente da pressioni derivanti da attività portuali essendo distante dal centro città e dalle principali arterie. Sono state effettuate tre campagne in affiancamento al mezzo mobile con acquisizione di dati al minuto per NO, NOx, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>1</sub> (OPC) e nanoparticelle. L'Autorità Portuale ha fornito i dati degli ingressi e degli attracchi delle navi ai singoli moli. All'interno del porto è inoltre presente una stazione meteorologica della rete mareografica ISPRA [3] che misura direzione e velocità del vento con anemometro ultrasonico [4].

**Risultati:** I dati raccolti hanno permesso di quantificare per la prima volta i livelli di fondo nel comune di Livorno in termini di numero di particelle e di individuare, attraverso l'analisi visiva dei grafici dN/DLogdP, alcuni picchi di concentrazione chiaramente corrispondenti al passaggio o alla sosta delle navi sopravvento al punto di monitoraggio. Insieme all'innalzamento delle concentrazioni di nanoparticelle si sono verificati anche picchi nei livelli di PM, ossidi di azoto e ossidi di zolfo. In questo lavoro vengono analizzati alcuni esempi, mettendo in evidenza le differenze nelle distribuzioni di nanoparticelle e nell'apporto degli inquinanti gassosi e del PM in relazione a sosta o passaggio, distanza del molo, dal sito di monitoraggio, tipologia di nave e regime dei venti.

**Conclusioni:** il passaggio o la sosta delle navi, quando è in condizione di produrre una ricaduta vicino al sito di monitoraggio, ha un effetto visibile sui dati (particelle e/o inquinanti gassosi), ed il suo contributo è identificabile nelle medie al minuto. Alti livelli di fondo o la presenza di più sorgenti contemporanee e a diverse distanze confondono gli andamenti e non sempre è possibile identificare chiaramente il contributo specifico da parte delle navi. Lo sviluppo della ricaduta in termini di rapporto tra i diversi inquinanti, distribuzione nelle classi di particelle e durata temporale del picco si diversifica a seconda del tipo di emissione delle condizioni del vento e della distanza del passaggio o del molo di sosta delle navi. Con l'eccezione di alcune soste prolungate, la durata di un singolo evento non è in genere tale da influenzare significativamente le medie orarie o giornaliere, e per studiarne gli effetti è essenziale disporre di dati ad alta risoluzione temporale.

### **Bibliografia**

- [1] COM 542 final, 2022 , Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ambient air quality and cleaner air for Europe (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:542:FIN>)
- [2] AER NOSTRUM – Interreg Marittimo-It Fr-Maritime (<https://interreg-maritime.eu/web/aer-nostrum>)
- [3] Collaveri C., Andreini B.P., Bini E., Borin L., Dini F., Fortunato S., Licitra G., Rosato M., Sivieri B. (2022) Air quality monitoring in the port area of the city of Livorno using unconventional high-time resolution instrumentation Ital.J.Occup.Environ.Hyg., 13(3) – e2022004
- [4] ISPRA – Rete mareografica nazionale <https://www.mareografico.it/>

44\_O\_QAP\_B1

## Distribuzione dimensionale di metalli in tracce nella città di Ancona

Silvia Illuminati<sup>1\*</sup>, Sebastiano D'Angelo<sup>1</sup>, Matteo Fanelli<sup>1</sup>, Federico Girolametti<sup>1</sup>, Lorenzo Massi<sup>1,2</sup>, Behixhe Ajdini<sup>1</sup>, Annamaria Falgiani<sup>1,3</sup>, Cristina Truzzi<sup>1</sup>, Anna Annibaldi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Università Politecnica delle Marche; <sup>2</sup>Università 'Ca Foscari di Venezia; <sup>3</sup>Regional Agency for Environmental Protection (ARPA), Ascoli Piceno

\* Corresponding author. Tel: +39 071 2204981, E-mail: s.illuminati@staff.univpm.it

**Keywords:** metals, distribuzione dimensionale, PM<sub>10</sub>, Ancona

**Introduzione:** Negli ultimi anni l'inquinamento atmosferico da metalli in tracce (TM) ha suscitato grande attenzione, soprattutto nelle aree urbane, a causa della loro tossicità, persistenza e bioaccumulo [1,2]. Lo scopo del presente lavoro è quello di valutare la distribuzione dimensionale di alcuni metalli e semimetalli (Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V) nella città di Ancona sempre più soggetta a diverse pressioni antropiche (Raffineria dell'API, traffico veicolare sostenuto, diverse attività industriali e commerciali, attività legate all'area portuale).

**Metodi:** Nel periodo da giugno a settembre 2022 sono stati raccolti 14 campioni di particolato atmosferico mediante campionatore ad alto volume provvisto di impattore a cascata per la raccolta di 6 frazioni di PM<sub>10</sub>. È stata utilizzata una strategia di campionamento di 3 giorni e un flusso d'aria di 1.12 m<sup>3</sup>/min. I campioni sono stati sottoposti a mineralizzazione acida mediante microonde e analizzati mediante spettroscopia ad assorbimento atomico con fornetto di grafite (GF-AAS). Sono stati prelevati anche bianchi di campo (all'inizio e al termine della campagna di misure) che sono stati sottoposti alla stessa procedura analitica dei campioni.

**Risultati:** Le concentrazioni di TM nel PM<sub>10</sub> totale seguono il seguente ordine decrescente: Al > Fe > Mn > Cu > Ni > Pb > Cr > V > As > Co > Cd. Si osserva una generale diminuzione delle concentrazioni durante il periodo di campionamento, con valori alti a giugno/luglio e valori bassi a agosto/settembre. Fanno eccezione il Mn le cui concentrazioni seguono un trend crescente con valori alti a fine agosto/settembre e il Cr che presenta due massimi, uno a metà luglio e un altro a fine agosto. I TM presentano una distribuzione prevalentemente bimodale. Gli elementi Al, Fe, Mn, Cu e As sono concentrati nella frazione grossolana, con due mode grossolane (CM1, con Dp < 3 µm e CM2 con 3 µm < Dp < 10.0 µm). Anche Cd, Ni e Pb mostrano una distribuzione bimodale con una moda fine (ACM, 0.1 < Dp < 1 µm) e una grossolana (CM2). Infine, gli elementi Co, Cr e V presentano una distribuzione trimodale, con percentuali delle tre mode (ACM, CM1 e CM2) variabili durante il periodo di campionamento. I fattori di arricchimento indicano un'origine geogenica per Co e Fe, mentre As, Cr, Mn, Pb e V mostrano un arricchimento legato alla risospensione del suolo. Cd, Cu e Ni hanno origini prevalentemente antropiche.

**Conclusioni:** Le concentrazioni di TM misurate risultano ben al di sotto dei limiti di legge attualmente in vigore. La presenza di alcuni metalli potenzialmente tossici (Cd, Ni) in alte concentrazioni nella frazione più fine del particolato atmosferico sottolinea l'importanza di un monitoraggio continuo della qualità dell'aria nella città di Ancona.

### Bibliografia

[1] Zhai L et al. 2019 DOI: 10.1016/j.atmosenv.2019.06.029.

[2] Liu B et al. 2013. DOI: 10.1007/s11356-012-1379-x.

45\_O\_QAR\_B2

## Caratterizzazione chimica del sistema aerosol-nebbia durante FAIRARI

Matteo Rinaldi<sup>1\*</sup>, Marco Paglione<sup>1</sup>, Fredrik Mattsson<sup>2,3</sup>, Almuth Neuberger<sup>2,3</sup>, Maurizio Busetto<sup>1</sup>, Paul Zieger<sup>2,3</sup>,  
Claudia Mohr<sup>2,3,4</sup>, Stefano Decesari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche;

<sup>2</sup> Department of Environmental Science, Stockholm University; <sup>3</sup> Bolin Centre for Climate Research;

<sup>4</sup> Laboratory of Atmospheric Chemistry, Paul Scherrer Institute

\* Corresponding author. Tel: +39 051 6399558, E-mail: m.rinaldi@isac.cnr.it

**Keywords:** *Chimica dell'aerosol, nebbia, interazione aerosol-nube, Pianura Padana*

La Pianura Padana è una delle regioni più inquinate d'Europa. La combinazione di stabilità meteorologica persistente, cielo sereno ed elevata umidità, unita all'abbondanza di nuclei di condensazione, porta spesso alla formazione di nebbie dense e durature [1]. Per approfondire l'attuale conoscenza sui processi coinvolti nella formazione, nell'evoluzione e nella dissipazione della nebbia è stata organizzata, nell'inverno 2021/22, la campagna FAIRARI (Fog and Aerosol InterAction Research Italy). La campagna ha visto la partecipazione del nuovo laboratorio atmosferico mobile dell'Università di Stoccolma, installato presso il sito di San Pietro Capofiume a complemento della strumentazione messa in campo da CNR-ISAC.

Questo lavoro presenta un punto di vista unico sulla composizione chimica di aerosol e nebbia in Pianura Padana. Infatti, durante la campagna, oltre all'aerosol in condizioni di assenza di nebbia, tutte le componenti del sistema aerosol-nebbia sono state caratterizzate durante gli eventi di nebbia: (1) aerosol interstiziale (campionato con taglio dimensionale PM<sub>2.5</sub>, che esclude le particelle attivate),

(2) residui di nebbia (campionati tramite un counterflow virtual impactor) e (3) acqua di nebbia (raccolta da uno specifico campionatore ed analizzata offline).

La massa dei principali componenti chimici dell'aerosol mostra una chiara riduzione durante gli eventi di nebbia. I componenti rimossi maggiormente sono gli ioni inorganici solubili (nitrato ed ammonio, 54%; solfato 50%), seguiti dalla frazione organica (46%) e dal black carbon (BC, 36%). Analogamente, nei residui di nebbia e nell'acqua di nube il contributo in massa del BC risulta minore rispetto all'aerosol interstiziale che a quello misurato pre-nebbia. Questi risultati, mostrano la diversa affinità dei componenti dell'aerosol per l'acqua atmosferica e suggeriscono che le componenti dell'aerosol in Pianura Padana siano presenti, almeno parzialmente, sotto forma di "external mixture". Per quanto riguarda la chimica in fase acquosa, è stato osservato un aumento di frammenti organici contenenti azoto nei residui di goccioline rispetto all'aerosol interstiziale. La formazione di organo-nitrati ed organo-solfati da reazioni in fase acquosa sarà discussa, evidenziandone l'importanza in relazione alla massa di particolato pre-nebbia.

Ricerca finanziata dal progetto EU H2020 FORCES (Constrained aerosol forcing for improved climate projections; grant agreement ID: 821205) e da ATMO-ACCESS.

### **Bibliografia**

[1] Giulianelli L et al. 2014. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2014.08.080

46\_O\_QAR\_B2

## Il Progetto Life PrepAIR: Il monitoraggio del PM10 nella pianura padana

E. Cuccia<sup>1</sup>, C. Colombi<sup>1</sup>, U. Dal Santo<sup>1</sup>, M. Franciosa<sup>1</sup>, G. Lanzani<sup>1</sup>, F. Petrosino<sup>1</sup>, D. Vincenzi<sup>1</sup>,  
D. Bacco<sup>2</sup>, V. Poluzzi<sup>2</sup>, F. Scotto<sup>2</sup>, A. Trentini<sup>2</sup>, L. Bardi<sup>3</sup>, A. Bruno<sup>3</sup>, R. De Maria<sup>3</sup>, M. Sacco<sup>3</sup>,  
M. Maringo<sup>3</sup>, A. Scibelli<sup>3</sup>, S. Pistollato<sup>4</sup>, L. Zagolin<sup>4</sup>, H. Diemoz<sup>5</sup>, T. Magri<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Arpa Lombardia, Milano, 20124, Italy, <sup>2</sup>Arpa Emilia-Romagna, Bologna, 40138, Italy, <sup>3</sup>Arpa Piemonte, Torino, 10135, Italy, <sup>4</sup>Arpa Veneto, Venezia, 30174, Italy, <sup>5</sup>Arpa Valle d'Aosta, Aosta, 11020, Italy

**Keywords:** PM10, Composizione chimica del PM10, composti secondari inorganici, sourceapportionment, Pianura Padana

Il Bacino del Po rappresenta un'area critica per la qualità dell'aria, in quanto spesso vengono superati i valori limite di polveri fini e ozono e, localmente, di biossido di azoto, fissati dall'Unione Europea. Il progetto LIFE PrepAIR [1], nasce dunque con l'obiettivo di implementare strumenti e azioni per migliorare la qualità dell'aria in pianura padana. Il Progetto, che coinvolge 17 partners, ha avuto inizio a febbraio 2017 e si avvia alla conclusione (31 ottobre 2024). Nell'ambito del progetto PrepAIR è stata creata, sulla base di stazioni di monitoraggio già esistenti, una rete di misura per la caratterizzazione chimica del PM10. Tale rete è composta da quattro siti di fondo urbano – Torino, Milano, Vicenza e Bologna - e uno di fondo rurale - Schivenoglia - ai quali si è aggiunto in seguito il sito di Cavallermaggiore (CN). I campioni giornalieri raccolti sono stati sottoposti alla caratterizzazione chimica da un unico laboratorio (elementi con  $Z > 11$ , carbonio organico ed elementare, sali inorganici solubili e zuccheri, in particolare levoglucosano). I campionamenti e le analisi hanno avuto inizio ad Aprile 2018 e sono tuttora in corso.

La composizione chimica percentuale del bacino Padano presenta una buona uniformità spaziale e, mediamente, le frazioni principali che compongono il PM10 sono il secondario inorganico (30% del PM10 di cui il 20% come nitrato d'ammonio e circa il 10% come solfato d'ammonio) e la frazione carboniosa (25% del PM10, di cui oltre il 20% come carbonio organico e il restante come carbonio elementare). La pianura padana è caratterizzata da elevate concentrazioni di nitrato di ammonio, che durante la stagione fredda arrivano a rappresentare oltre il 50% della massa di PM10. Le concentrazioni di nitrato di ammonio sono abbastanza uniformi in tutto il bacino del Po, anche in siti caratterizzati da concentrazioni molto diverse dei precursori gassosi.

Lo studio del contributo delle principali fonti e della loro variazione nel tempo è stato eseguito mediante l'applicazione dell'algoritmo multivariato PMF5 (U.S. EPA). La componente secondaria, che appare uniforme sul bacino, rappresenta circa il 50% della massa totale di PM10 ed è ripartita in egual misura nei due fattori che la caratterizzano: secondario invernale e fondo secondario. Le sorgenti antropogeniche di origine primaria mostrano invece una maggiore variabilità spaziale. Valutazioni sui trend delle sorgenti che concorrono alla formazione del PM10 sono state effettuate, oltre che sui sei anni del Progetto, anche mediante il confronto con i dati raccolti a Milano a partire dal 2013. La variazione dei rapporti delle componenti del PM10 sembra suggerire un possibile cambiamento nel contributo delle sorgenti nel tempo, in particolare il traffico veicolare mostra da qualche anno un trend in diminuzione, anche al netto della particolarità dell'anno 2020 (Covid19).

È stato anche effettuato un approfondimento sugli episodi acuti, allo scopo di valutare come cambia la composizione chimica del particolato ed il contributo delle diverse sorgenti nelle giornate caratterizzate da valori elevati di PM10. In particolare, è stato studiato il contributo del nitrato d'ammonio alle concentrazioni di PM10 superiori a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Bibliografia

[1] <https://www.lifeprepare.eu/>

47\_O\_QAR\_B2

## ChAMBRé e lo studio del bioaerosol: approccio metodologico per l'analisi qualitativa e quantitativa della vitalità batterica

Elena Gatta<sup>1\*</sup>, Elena Abd El<sup>1,2</sup>, Marco Bunoldi<sup>1,2</sup>, Muhammad Irfan<sup>1</sup>, Tommaso Isolabella<sup>1,2</sup>, Dario Massabò<sup>1,2</sup>, Federico Mazzei<sup>1,2</sup>, Franco Parodi<sup>2</sup>, Paolo Prati<sup>1,2</sup>, Virginia Vernocchi<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Università degli studi di Genova, Dipartimento di Fisica, Genova,

<sup>2</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Genova, Genova

\* Corresponding author. Tel: +39 0103536439, E-mail: elena.Gatta@unige.it

**Keywords:** Camere di simulazione atmosferica, Bioaerosol, Vitalità cellulare

Cambiamento climatico, qualità dell'aria e studio del bioaerosol sono tematiche sempre più dibattute e oggetto di studio nel panorama internazionale.

ChAMBRé (Chamber for Aerosol Modelling and Bio-aerosol Research), prima camera di simulazione atmosferica italiana, è una struttura specializzata per lo studio del bioaerosol, in particolare della componente batterica [1]. Grazie ad essa è possibile simulare alcuni dei complessi fenomeni che avvengono in atmosfera e ampliare la ricerca non solo in merito allo studio del particolato atmosferico e dei suoi effetti sulla salute umana, ma anche in particolare allo studio della componente microbica. Essa è particolarmente importante per varietà di composizione ed effetti, che spaziano dalla patogenicità su animali, piante e all'impatto sul clima (formazione di nubi). Uno dei nostri focus è studiare la vitalità batterica prima e dopo l'esposizione ad inquinanti mediante ChAMBRé [2], tenendo conto che, per definizione, una cellula è viva solo quando è in grado di svolgere le attività metaboliche necessarie per la sopravvivenza.[4]

I nostri risultati consistono nella valutazione della concentrazione batterica in termini di cellule/ml, nella stima delle CFU/ml in coltura solida, nella conta totale di VBNC [3,5] (vitali ma non coltivabili), tramite test di microscopia in fluorescenza (live/dead) e di valutazione dell'attività enzimatica (ad es. respiratoria ed esterasica). Le prospettive di sviluppo in questo ambito sono molteplici, per esempio l'applicazione di varie tecniche biologiche quali la citometria a flusso, per una quantificazione batterica totale e vitale più rapida, e la microscopia a super risoluzione per un'analisi d'immagine qualitativamente più dettagliata. Per questo motivo, l'utilizzo di diversi approcci metodologici che qui riportiamo, unito a conoscenze multidisciplinari, può fornire un valido supporto in un ambito di ricerca così complesso come è lo studio del bioaerosol.

### Bibliografia

[1] Massabò D. et al. 2018. doi: 10.5194/amt-11-5885-2018, 2018.

[2] Vernocchi V. et al. 2023. doi: 10.5194/amt-16-5479-2023, 2023.

[3] Robertson J. et al 2019. doi: 10.3389/fmicb.2019.00801

[4] Kieu T. L.T. et al 2022. doi: 10.3390/pathogens11091057

[5] Yoshinori H. et al. 2002 doi: 10.1128/AEM.68.4.2031-2035.2002

48\_O\_QAR\_B2

## Studio comparativo del microbioma batterico e fungino aerodisperso in Italia sud-orientale e in Albania mediante analisi composizionale dei dataset di sequenziamento dei geni 16S e ITS rRNA

Mattia Fragola<sup>1\*</sup>, Salvatore Romano<sup>1</sup>, Lekë Pepkolaj<sup>2</sup>, Dalila Peccarrisi<sup>1</sup>, Jostina Dhimitri<sup>3</sup>, Alessandro Buccolieri<sup>1</sup>, Adelfia Talà<sup>4</sup>, Pietro Alifano<sup>4</sup>, Gianluca Quarta<sup>1</sup>, Lucio Calcagnile<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dip. di Matematica e Fisica, Università del Salento, Lecce; <sup>2</sup> Dip. di Informatica, Università di Tirana, Tirana, <sup>3</sup> Dip. di Geografia, Università di Tirana, Tirana, <sup>4</sup> Dip. di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento, Lecce

\* Corresponding author. [E-mail: mattia.fragola@unisalento.it](mailto:mattia.fragola@unisalento.it)

**Keywords:** *Bioaerosol, Metagenomica, Analisi composizionale, microrganismi aerodispersi*

**Introduzione:** Numerose ricerche sottolineano la predominanza di batteri e funghi tra i microrganismi aerodispersi rilevati nei campioni di bioaerosol. La loro presenza ha un significato sostanziale, che si estende al di là del loro ruolo ecologico, con potenziali impatti sulla salute umana, sulle pratiche agricole, sul benessere degli ecosistemi, sui cicli biogeochimici e sui più ampi processi atmosferici [1]. In questo studio è stata svolta un'analisi comparativa delle comunità batteriche e fungine aerodisperse in diversi siti di monitoraggio dell'Italia sudorientale e dell'Albania.

**Metodi:** La campagna di monitoraggio è stata condotta in sette siti distinti all'interno della penisola salentina, in Italia, e in sette siti situati in Albania. In particolare, tutti i campioni di aerosol sono stati raccolti mediante deposizione gravimetrica su filtri in elettrete nell'arco di 14 giorni (dal 29 ottobre al 12 novembre 2022), e quindi analizzati con approccio metagenomico. Per esaminare i dati di sequenziamento è stata, infine, applicata un'analisi composizionale secondo quanto stabilito da Gloer et al. [2].

**Risultati:** Tra le specie batteriche identificate, *Rubellimicrobium roseum* e *Sphingomonas cynarae* sono risultati i più abbondanti, in particolare nei campioni di aerosol raccolti da località albanesi. Al contrario, le specie resistenti alle radiazioni, ovvero *Truepera radiovictrix* e *Rubrobacter radiotolerans*, hanno mostrato un'associazione spiccata con il cluster dei campioni provenienti da siti italiani. Allo stesso modo, le comunità fungine caratterizzate da livelli di abbondanza maggiori, come *Mycosphaerella tassiana*, *Aureobasidium pullulans* e *Ascochyta herbicola*, hanno rivelato una specificità geografica, in particolare nel contesto dei siti di campionamento albanesi.

**Conclusioni:** In sintesi, l'analisi completa delle comunità batteriche e fungine in questo studio comparativo ha fornito delle preziose indicazioni sulle dinamiche delle comunità microbiche aerotrasportate in regioni diverse del Mediterraneo. Questa ricerca rappresenta un passo fondamentale per indagare ulteriormente sui fattori che influenzano le comunità microbiche aerodisperse, migliorando la comprensione dell'ecologia microbica e facendo luce sulle sue implicazioni per la salute umana e ambientale.

### **Bibliografia**

[1] Maki T et al. 2023. DOI: 10.5194/egusphere-egu23-9950

[2] Gloor G.B. et al. 2017. DOI: 10.3389/fmicb.2017.02224

49\_O\_QAR\_B2

## Bioaerosol e ChAMBRé: una camera di simulazione atmosferica per studiare la vitalità batterica in diverse condizioni ambientali

Virginia Vernocchi<sup>1\*</sup>, Elena Abd El<sup>1,2</sup>, Marco Bunoldi<sup>1,2</sup>, Elena Gatta<sup>2</sup>, Muhammad Irfan<sup>2</sup>, Tommaso Isolabella<sup>1,2</sup>, Dario Massabò<sup>1,2</sup>, Federico Mazzei<sup>1,2</sup>, Franco Parodi<sup>1</sup>, Paolo Prati<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Genova, Genova;

<sup>2</sup> Università degli studi di Genova, Dipartimento di Fisica, Genova

\* Corresponding author. Tel: +39 0103536325, E-mail: vvernocchi@ge.infn.it

**Keywords:** Camera di simulazione atmosferica, bioaerosol

Il bioaerosol, la frazione biologica dell'aerosol atmosferico, è costituito da pollini, funghi, batteri, virus presenti ovunque nell'atmosfera. Gli effetti del bioaerosol su ambiente e salute sono numerosi ma ancora poco conosciuti, così come i meccanismi che li governano: per questo gli studi sul bioaerosol sono in continua crescita. Esperimenti condotti all'interno di ambienti confinati e controllati, come le Camere di simulazione atmosferica (ASC), possono fornire preziose informazioni su vitalità, dispersione ed interazioni di questi aerosol.

A ChAMBRé (Chamber for Aerosol Modelling and Bio-aerosol Research [1; 2; 3]), la ASC gestita dall'INFN-Ge presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova, la ricerca sul bioaerosol si concentra sull'interazione tra batteri ed inquinanti atmosferici, con focus sugli effetti che questi hanno sulla vitalità batterica e sulla capacità di proliferazione/dispersione di ceppi batterici diversi. A questo scopo, è stata sviluppata una procedura sperimentale multi-step che consente di svolgere studi sistematici a ChAMBRé per esporre batteri a differenti condizioni atmosferiche [4].

Il protocollo sperimentale sviluppato prevede la coltivazione della specie batterica e la sua caratterizzazione come concentrazione totale e vitale, l'iniezione controllata in ChAMBRé della sospensione batterica, la determinazione della concentrazione e del suo andamento temporale di batteri totali e vitali all'interno dell'ASC. Sfruttando le potenzialità di ChAMBRé, i batteri al suo interno sono esposti a diverse condizioni ambientali: di "aria pulita" (o baseline), differenti concentrazioni di inquinanti gassosi (es. NO e NO<sub>2</sub>), radiazione solare. Il confronto con gli esperimenti di baseline consente di determinare gli effetti che l'esposizione agli inquinanti/alle radiazioni ha avuto sulla vitalità batterica.

Alla conferenza sarà presentato il protocollo sperimentale ed i risultati ottenuti dall'esposizione di diverse specie batteriche (*E. coli* [4], *B. Subtilis*, *P. fluorescens*) alle differenti condizioni atmosferiche.

### Bibliografia

- [1] Massabò D. et al. 2018. doi: 10.5194/amt-11-5885-2018
- [2] Danelli S. G. et al. 2021. doi: 10.5194/amt-14-4461-2021
- [3] Vernocchi V et al. 2022. doi: 10.5194/amt-15-2159-2022
- [4] Vernocchi V. et al. 2023. doi: 10.5194/amt-16-5479-2023



50\_O\_SA2\_B2

## Source apportionment (SA) intercomparing exercise through Source oriented Models (SMs) and Receptor Models (RMs) in three European cities simultaneously

Federica Ippolito<sup>1\*</sup>, Elena De Angelis<sup>2</sup>, Matteo Paolo Costa<sup>2</sup>, Marten in't Veld<sup>1</sup>, Grzegorz Jeleniewicz<sup>3</sup>, Cristina Reche<sup>1</sup>, Noemi Perez<sup>1</sup>, Cristina Colombi<sup>4</sup>, Eleonora Cuccia<sup>4</sup>, Guido Lanzani<sup>4</sup>, Xavier Querol<sup>1</sup>, Andres Alastuey<sup>1</sup>, Krzysztof Klejnowski<sup>5</sup>, Giuseppe Maffei<sup>6</sup>, Joanna Struewska<sup>3</sup>, Guido Pirovano<sup>2</sup>, Fulvio Amato<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Environmental Assessment and Water Research, IDAEA, Spanish Research Council (CSIC),

<sup>2</sup>Ricerca sul Sistema Energetico (RSE) S.p.A., <sup>3</sup>Institute of Environmental Protection – National Research Institute (IEP-NRI), <sup>4</sup>Arpa Lombardia, <sup>5</sup>Institute of Environmental Engineering, Polish Academy of Sciences in Zabrze (IPIS-PAN), <sup>6</sup>TerrArias.r.l..

\* Corresponding author. Tel: +34 93 4006100 - Ext. 437744 E-mail: federica.ippolito@idaea.csic.es

**Keywords:** PM10, PMF, CAMx/PSAT, GEM-AQ, MILAN, BARCELONA, KRAKOW.

**Introduction:** PM source apportionment (SA) can be performed either by receptor models (RMs), or source-oriented models (SMs) [1]. RMs and SMs provide complementary information that can be used to reduce uncertainty in source contribution estimates (SCE). Concerning SM, despite the continuous methodological improvement, uncertainty in modelling outputs persists, hampering the effectiveness of air quality improvement plans. This intercomparison exercise aims to identify and reduce the causes of such uncertainty by combining the outputs of RM and SM in Po Valley, Catalonia and Southern Poland regions, at urban and rural sites.

**Methods:** in the RM approach, the Positive Matrix Factorization (PMF- (EPA-PMF 5.0 software)) technique [2] on PM10 chemical speciation data were collected over several years including elements, ions, and OC/EC. In the SM approach, The CAMx/PSAT model [3,4] was used for the Po Valley and Catalonia regions in 2017 and the GEM-AQ model [5] for the Southern Poland region in 2019.

**Results:** Results highlight some key uncertainties in the CAMx/PSAT and GEM-AQ approaches: lack of road dust resuspension emissions for Southern Poland and Catalonia; uncertainty in SOA formation with severe underestimations of anthropogenic SOA, CAMx/PSAT partially overestimates SIA while GEM-AQ underestimates it. In addition, for residential heating CAMx/PSAT showed an overestimation of biomass burning due to the emission temporal modulation and the meteorological input reconstruction, while, GEM-AQ SCE showed a better agreement with PMF SCE for residential heating, due to meteorological specific temporal modulation. The Traffic contribution source is underestimated by both SMs models and the industrial sector seems to be very uncertain in terms of reported emissions, while PMF does not always separate single industrial processes.

**Acknowledgements:** This work was carried out in the framework of the LIFE REMY project (PRE/IT000004). The authors are thankful to the IEE PAS laboratory in Zabrze and the ŚCOP laboratory in Czeladź for the chemical analyses for the Southern Poland Region.

## References

- [1] C. A. Belis *et al.*, 2020, doi: 10.1016/j.aeaoa.2019.100053.
- [2] P. Paatero, 1999, doi: 10.1080/10618600.1999.10474853.
- [3] Ramboll Environment and Health, "CAMx User's Guide Version 7.10", 2020.
- [4] G. Yarwood, 2007, doi: 10.1016/j.atmosenv.2007.10.073.
- [5] J. W. Kaminski *et al.*, 2008, doi: 10.5194/acp-8-3255-2008.
- [6] L. Gawuc *et al.*, 2021, doi: 10.3390/atmos12111460.

51\_O\_SA2\_B2

## **Indagini integrative, nell'area Bormida, svolte nell'ambito del Piano d'azione per il risanamento della qualità dell'aria relativamente all'inquinante B(a)P rilevato nel PM10**

Massimiliano Pescetto<sup>1</sup>, Roberto Cresta<sup>1</sup>, Maria Chiara Bove<sup>1</sup>, Andrea Giordano<sup>1</sup>, Bianca Vallarino<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ARPA Liguria, U.O. Stato di Qualità dell'aria, Genova, 16149

\* Corresponding author: Tel: +39 0106437610, E-mail: bianca.vallarino@arpal.liguria.it

**Keywords:** *source apportionment, B(a)P, levoglucosano*

**Introduzione:** il monitoraggio qui descritto trae la propria origine dalle determinazioni analitiche ed alle successive elaborazioni svolte da ARPAL, nell'ambito del PdV regionale della qualità 2019/2020, che hanno evidenziato, nell'area Bormida della zona IT0712, il superamento del valore obiettivo previsto dalla normativa per il B(a)P. Per gestire tale problematica, infatti, è stata rilevata la necessità di procedere alla stesura e all'esecuzione di un piano di indagini integrative finalizzate principalmente al source apportionment degli IPA.

**Modalità di esecuzione:** le attività, svolte nel periodo 2021/2022 si possono riassumere principalmente in: individuazione e determinazione di sostanze traccianti il "biomass burning" nel PM10, in particolare levoglucosano; individuazione e determinazione di ulteriori IPA, rispetto a quelli storicamente monitorati, in modo da avere maggiori informazioni per caratterizzarne l'origine; ulteriori determinazioni di metalli nel PM10.

Il piano di monitoraggio ha previsto inoltre l'ampliamento dei punti di campionamento e della strumentazione utilizzata: in aggiunta ai siti appartenenti alla Rete Regionale e alla dotazione strumentale a essi associati, sono stati individuati nuovi siti di misura equipaggiati con strumentazione ad hoc (es. campionatori gravimetrici e campionatore ventoselettivo), al fine di migliorare la conoscenza della dispersione degli inquinanti sul territorio.

**Risultati:** lo studio ha permesso di superare alcune difficoltà nella determinazione dell'origine del B(a)P sinora registrate, legate principalmente alla permanenza del PM10 in aria, fortemente influenzata dalle condizioni meteorologiche, dai fenomeni di risospensione e dalla durata del campionamento che avviene, come definito dalla norma, su base giornaliera. I risultati hanno dimostrato una buona correlazione con la situazione rappresentata nell'inventario regionale delle emissioni, rilevando un apporto in termini di B(a)P nel PM10 più spostato verso le emissioni di tipo industriale piuttosto che da combustione di biomasse. Ciò è stato ulteriormente confermato dall'analisi dei dati ottenuti mediante campionatori vento selettivi, che hanno evidenziato, nel settore sottovento alla sorgente, un comportamento diverso tra il contenuto di levoglucosano, che risulta maggiore durante la stagione invernale e quello del B(a)P, che invece non evidenzia marcate differenze stagionali.

52\_O\_SA2\_B2

## Confronto tra un'analisi PMF di bacino e di singolo sito nel Progetto Prepair

Cristina Colombi<sup>1</sup>, Eleonora Cuccia<sup>1</sup>, Umberto Dal Santo<sup>1</sup>, Mariolina Franciosa<sup>1</sup>, Guido Lanzani<sup>1</sup>, Federico Petrosino<sup>1</sup>, Daniela Vincenzi<sup>1</sup>, Dimitri Bacco<sup>2</sup>, Vanes Poluzzi<sup>2</sup>, Fabiana Scotto<sup>2\*</sup>, Arianna Trentini<sup>2</sup>, Luisella Bardi<sup>4</sup>, Annalisa Bruno<sup>4</sup>, Roberta De Maria<sup>4</sup>, Marilena Maringo<sup>4</sup>, Milena Sacco<sup>4</sup>, Silvia Pistollato<sup>5</sup>, Luca Zagolin<sup>5</sup>, Tiziana Magri<sup>6</sup>, Henri Diémoz<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Arpa Lombardia, Milano, 20124,

<sup>2</sup> Arpae Emilia-Romagna, Bologna, 40139

<sup>4</sup> Arpa Piemonte, Torino, 10135

<sup>5</sup> Arpa Veneto, Venezia, 30174,

<sup>6</sup> Arpa Valle D'Aosta, Saint Christophe (AO), 11020

\* Corresponding author. Tel: +390515281242, E-mail: fscotto@arpae.it

**Keywords:** *Prepair, Positive Matrix Factorization, analisi multisito, correlazioni, profilo chimico.*

Nell'ambito del progetto LIFE-IP PREPAIR (<https://www.lifeprepare.eu/>) è stata effettuata una Positive Matrix Factorization su 4 anni di dati per 5 siti del bacino padano: un sito rurale - Schivenoglia (MN) - e 4 siti di background urbano: Bologna, Milano, Torino e Vicenza. I 5 siti sono differenti tra loro ma risentono delle caratteristiche meteorologiche, orografiche e antropiche tipiche del bacino padano. Per tale motivo si è ritenuto di poter effettuare un'analisi PMF unica comprendente i 5 siti, sotto l'ipotesi che i fattori (sorgenti antropiche o naturali e componenti secondarie) siano comuni a tutti i siti del bacino, pur avendo un contributo in termini di massa di particolato differente nei singoli siti e nei diversi giorni. Tale ipotesi, che sembra suffragata da diversi studi di letteratura [1, 2, 3, 4], è stata anche valutata confrontando la soluzione di bacino con le soluzioni calcolate nei singoli siti. In questo lavoro vengono discussi vantaggi e svantaggi di una soluzione unica per i 5 siti e viene presentato il confronto tra le soluzioni ottenute, evidenziando i risultati più stabili o più variabili ed il carattere più locale o più uniforme a livello di bacino dei fattori ottenuti.

### **Bibliografia**

- [1] Amato et al., (2016). *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 3289–3309
- [2] Larsen et al., (2012). *Atmospheric Environment*, 50, 203–213
- [3] Masiol et al., (2020). *Science of The Total Environment*, 704, 135287
- [4] Scotto et al., (2021). *Atmospheric Pollution Research* 12, 101192

53\_O\_SA2\_B2

## Applicazione del metodo tagged species implementato in FARM (ORSA - On-Line Reactive Source Apportionment) per il source apportionment modellistico sul Piemonte.

Stefano Bande<sup>1\*</sup>, Nicola Pepe<sup>2</sup>, Roberta De Maria<sup>1</sup>, Sandro Finardi<sup>2</sup>,  
Francesca Bissardella<sup>1</sup>, Stefania Ghigo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Arpa PIEMONTE, Dipartimento Rischi Naturali ed Ambientali - Torino; <sup>2</sup> ARIANET srl -Milano

\* Corresponding author. Tel: +39 01119680263, E-mail: stefano.bande@arpa.piemonte.it

**Keywords:** Source apportionment, PM2,5, PM10, tagged species, modelling

Introduzione: La conoscenza dei contributi delle fonti di emissione alle concentrazioni di inquinanti è una condizione imprescindibile per l'elaborazione di piani e programmi di qualità dell'aria coerenti ed efficaci. A tal proposito l'art. 23 della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, recepita a livello nazionale nel Decreto Legislativo 155 del 2010, stabilisce che i Piani per la Qualità dell'Aria devono contenere "informazioni sull'origine dell'inquinamento", ovvero l'elenco delle principali fonti emmissive responsabili dell'inquinamento, la quantità totale di emissioni da loro prodotte, nonché informazioni sull'inquinamento proveniente da altre regioni.

Metodi: Allo stato dell'arte esistono differenti tecniche source apportionment (nel seguito SA), raggruppabili in due grandi famiglie: i modelli a recettore ed i modelli orientati alla fonte, indicando con quest'ultimo termine i metodi basati sull'utilizzo dei modelli di dispersione per la qualità dell'aria [1]. Nell'ambito delle attività di aggiornamento del Piano Regionale della Qualità dell'Aria (PRQA) [2] del Piemonte, iniziate nella seconda metà dell'anno 2023 Arpa Piemonte ha condotto, in stretta collaborazione con Arianet s.r.l., un nuovo studio di SA basato sull'utilizzo dell'algoritmo tagged-species ORSA (On-line Reactive Source Apportionment) [3] implementato nel modello FARM [4,5,6]. I gruppi di sorgenti apportionabili possono corrispondere a uno o più settori/categorie di emissione, gruppi di sorgenti individuati dalla loro posizione geografica o una combinazione di entrambi. Tra le specie tracciate sono presenti sia il PM2.5 e le sue componenti, sia il PM10. Nello studio sono state prese in considerazione le seguenti dodici associazioni di sorgenti emmissive, afferenti a quattro diversi comparti: 1) Industria (industria); 2) Riscaldamento: biomassa e 3) Riscaldamento: altri combustibili (Riscaldamento); 4) Traffico: auto diesel, 5) Traffico: auto altri carburanti, 6) Traffico: veicoli leggeri, 7) Traffico: veicoli pesanti, 8) Traffico: motocicli, 9) Traffico: altro, 10) Ferrovie e off-road (Traffico); 11) Colture agricole, 12) Zootecnia (Agricoltura). L'algoritmo ORSA fornisce anche i contributi alle concentrazioni di tre ulteriori sorgenti: a) resto: che rappresenta l'insieme delle sorgenti non identificate dall'utente; b) BC: ovvero il contributo alle concentrazioni che deriva da tutte le sorgenti poste al di fuori del dominio di calcolo senza nessuna distinzione; c) IC: ovvero il contributo dello stato iniziale e che tende ad azzerarsi nell'arco delle prime ventiquattro ore della simulazione. Su base geografica le sorgenti presenti nel dominio di calcolo sono state raggruppate in cinque differenti zone, derivate dalle zone per la qualità dell'aria individuate e definite nel vigente progetto di zonizzazione [5]: 1) il comune di Torino 2) la zona IT0118 – Agglomerato senza Torino, 3) la zona IT0119 – Pianura 4) la zona IT0120 – Collina, 5) la zona IT0121 – Montagna.

Risultati: A partire dai risultati delle simulazioni è possibile generare diverse elaborazioni in grado di osservare l'impronta spaziale dei diversi contributi e di definire una classifica delle sorgenti principali una volta estratti i dati in recettori particolari, che solitamente coincidono con le stazioni di qualità dell'aria o recettori sensibili sul territorio. Le mappe sono un output grafico standard e forniscono una visione globale dei contributi spaziali delle diverse sorgenti su periodi temporali particolari. Nel complesso, le informazioni che si possono ricavare dalle elaborazioni grafiche sono utili alla redazione di piani di qualità dell'aria, in particolare nella individuazione dei principali settori di intervento che possano dare risultati significativi in termini di riduzione delle concentrazioni. Analizzando in dettaglio i risultati sul particolato si osserva che le fonti principali sono nel complesso la combustione a biomassa e il

trasporto su strada, anche se, soprattutto in contesti specifici quali le aree piemontesi con importante vocazione agricola e zootecnica delle zone IT0119 e IT0120, il comparto agricoltura presenta un contributo significativo. Nel resto della regione invece, tranne che in casi specifici, il contributo della biomassa sembra essere prevalente. Nelle stazioni localizzate nella città di Torino il contributo dovuto al trasporto su strada ed alla biomassa è sostanzialmente equivalente. In particolare, sulla stazione Torino-Lingotto si osserva che la componente traffico deriva essenzialmente dalle sorgenti poste nel comune di Torino mentre il contributo della combustione di biomassa è più diffuso e proviene dai comuni posti nelle diverse zone. Una parte consistente del contributo totale proviene delle aree esterne alla regione, che include anche la parte delle condizioni al contorno.

Conclusioni: Lo studio di SA condotto con l'algoritmo tagged-species ORSA sulla regione Piemonte ha fornito un complesso di informazioni che possono essere di grande supporto alla redazione dei piani di qualità dell'aria, in particolare nella individuazione dei principali settori di intervento. Lo studio ha permesso di individuare quali sono le associazioni di sorgenti predominanti nelle diverse realtà del territorio piemontese, evidenziando similarità e differenze.

### **Bibliografia**

- [1] Mircea M., Calori G., Pirovano G., Belis C.A., European guide on air pollution source apportionment for particulate matter with source-oriented models and their combined use with receptor models, EUR 30082 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-10698-2, doi:10.2760/470628, JRC119067
- [2] DCR 25 marzo 2019, n. 364-6854. Approvazione del Piano regionale di qualità dell'aria ai sensi della legge regionale 7 aprile 2000, n. 43 (Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria). Supp n. 1 al B.U n.16 del 18 aprile 2019.
- [3] Calori G., Briganti G., Ubaldi F., Pepe N., D'Elia I., Mircea M., Marras G.F. e Piersanti A. Implementation of an On-Line Reactive Source Apportionment (ORSA) Algorithm in the FARM Chemical-Transport Model and Application over Multiple Domains in Italy. *Atmosphere* 2024, 15(2), 191; <https://doi.org/10.3390/atmos15020191>.
- [4] Finardi S., Agrillo G., Baraldi R., Calori G., Carlucci P., Ciccioli P., D'Allura A., Gasbarra D., Gioli B., Magliulo V., Radice P, Toscano P., Zaldei A. (2018) Atmospheric dynamics and ozone cycle during sea breeze in a Mediterranean complex urbanized coastal site. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 57, 5, 1083-1099. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-17-0117.1>
- [5] DGR 30 dicembre 2019, n. 24-903. Verifica ed aggiornamento della zonizzazione e della classificazione del territorio regionale piemontese ed aggiornamento del relativo programma di valutazione della qualità dell'aria ambiente, ai sensi degli articoli 4 e 5 del d.lgs. 155/2010 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa). B.U n.3 del 16 gennaio 2020
- [6] <https://atmosphere.copernicus.eu/cams-european-air-quality-ensemble-forecasts-welcomes-two-new-state-art-models>

54\_O\_SA2\_B2

## **Source apportionment dell'aerosol in tempo reale da misure ottico-fisiche con strumentazione automatica in Valle d'Aosta**

Henri Diémoz<sup>1\*</sup>, Annachiara Bellini<sup>1</sup>, Tiziana Magri<sup>1</sup>, Manuela Zublena<sup>1</sup>, Luca Ferrero<sup>2</sup>, Francesca Barnaba<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ARPA Valle d'Aosta; <sup>2</sup> POLARIS, Università Milano-Bicocca; <sup>3</sup> ISAC-CNR, Roma

\* Corresponding author. Tel: +39 (0)165278576, E-mail:h.diemoz@arpa.vda.it

**Keywords:** *Source apportionment, qualità dell'aria, aerosol, etalometro, distribuzione dimensionale, remote sensing, emissioni, valle alpina*

Per poter definire piani di risanamento della qualità dell'aria è necessario identificare le tipologie di sorgenti che contribuiscono a determinare le concentrazioni misurate dei diversi inquinanti e il loro peso relativo. Questa informazione, ottenuta per esempio elaborando le misure/analisi al recettore con tecniche statistiche di *source apportionment*, acquisisce una attualità ancora maggiore in considerazione dei limiti più restrittivi introdotti nella direttiva in fase di approvazione. Per quanto riguarda il particolato atmosferico, tradizionalmente vengono impiegati nel *source apportionment* dati di caratterizzazione chimica, spesso ottenuti da filtri campionati giornalmente. Solo in casi eccezionali i dati chimici sono accessibili a intervalli temporali sub-giornalieri, in quanto ciò richiede investimenti economici significativi (es. strumentazione per la chimica *online*, come nel caso di sistemi AMS/ACSM) e/o notevoli sforzi operativi di campionamento e analisi dati (es. campagne di misura intensive dedicate). In aggiunta, per limiti quantitativi della massa di particolato atmosferico campionato, le analisi chimiche su tempi sub-giornalieri potrebbero non essere possibili per analiti con concentrazioni minori del limite di rilevabilità. Parallelamente alla caratterizzazione chimica, si è recentemente diffuso anche nelle agenzie ambientali l'uso di strumenti in grado di fornire parametri fisici avanzati dell'aerosol in modo continuativo, automatico e ad alta risoluzione temporale, più accessibili dal punto di vista economico e di utilizzo. Contatori ottici di particelle ed etalometri, ad esempio, offrono indicazioni sulla distribuzione dimensionale, sulla massa dell'*equivalent black carbon* e sul coefficiente di assorbimento del particolato stesso, apporzionabile in termini di specie (*black* e *brown carbon*) o sorgenti (*fossil fuel*, *biomass burning*). Anche le misure ottiche e microfisiche possono essere introdotte nel *source apportionment* come parametri di *input*, in modo sinergico o indipendente alla chimica.

Questo studio presenta una metodologia di *source apportionment* (tramite *non-negative matrix factorization*) basata su misure ottiche "veloci" e automatiche, in grado di restituire un'informazione ad alta risoluzione temporale (potenzialmente dell'ordine del minuto), della distribuzione dimensionale nei modi di accumulazione e *coarse* (0.18–18  $\mu\text{m}$ ) e del coefficiente di assorbimento dell'aerosol. La tecnica è testata su dati acquisiti presso le stazioni di qualità dell'aria di ARPA Valle d'Aosta. I risultati indicano che tali parametri fisici consentono di ottenere informazioni sulle sorgenti emissive dell'aerosol parzialmente comparabili a quelle derivate con tecniche tradizionali, come il *source apportionment* chimico. In particolare, saranno discusse le affinità e le differenze tra la nuova metodologia e l'approccio più comunemente usato.

I maggiori vantaggi della tecnica proposta sono: l'estensione spaziale del *source apportionment* in siti dotati di strumenti automatici per la caratterizzazione dimensionale/ottica dell'aerosol nei quali non sono previsti il campionamento di filtri e l'analisi chimica; l'aumento della risoluzione temporale per una migliore comprensione delle variazioni diurne legate a fattori meteorologici o emissivi; l'implementazione in tempo reale per la gestione di emergenze in assenza di strumentazione chimica *online*; la possibilità di utilizzare nel *source apportionment* direttamente i dati strumentali evitando assunzioni *a priori* (es. esponenti di Angstrom dei coefficienti di assorbimento per le componenti *fossil fuel* e *biomass burning*).

Tra le applicazioni più interessanti è qui discussa l'identificazione in Valle d'Aosta dello *smoke plume* originato dagli incendi in Canada nell'estate 2023 e delle avvezioni, ben più regolari, di aerosol secondario dalla Pianura Padana.

Inoltre, particolare attenzione è dedicata alla capacità del metodo di differenziare i contributi di sorgenti con proprietà chimiche simili ma caratteristiche fisiche diverse, come la separazione del particolato di origine minerale in componente locale da risollevarimento o non-locale, per es. dovuta al trasporto di polveri desertiche. Quest'ultimo aspetto riveste particolare importanza nell'ambito della modellistica di dispersione, dove le due fonti, ambedue "cristalli", vengono parametrizzate in modo diverso.

Infine, si presenta un confronto tra i risultati del *source apportionment* alla superficie e misure multi-piattaforma indipendenti, ottenute con tecniche di telerilevamento attivo e passivo (profilo verticale di aerosol da strumentazione *lidar-ceilometer* e proprietà ottico-microfisiche nell'intera colonna atmosferica da fotometria solare).

55\_O\_SA2\_B2

## An innovative monitoring approach for the chemical characterization of particulate matter (PM) in an industrial site in Southern Italy

J. Palmisani<sup>a,b</sup>, A. Di Gilio<sup>a</sup>, G. de Gennaro

Department of Biosciences, Biotechnologies and Environment,

University of Bari Aldo Moro, via Orabona, 4, 70126, Bari - ITALY

<sup>a</sup> Corresponding authors; <sup>b</sup> Presenting author; Tel: +39 0805443749 E-mail: jolanda.palmisani@uniba.it;  
alessia.digilio@uniba.it

**Keywords:** Particulate matter; heavy metals; Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; real-time monitoring; fugitive emissions; industrial area

**Introduction:** The temporal variability of emissive processes as well as the reactivity and transport of pollutants in the atmosphere drastically affect the chemical composition of PM on a daily scale. The conventional methodological approaches for airborne pollutants monitoring and control do not often allow the identification and characterization of occasional emissions and short-term events. As a result, the impact of pollutant sources on outdoor air quality and health of the exposed population is poorly assessable, especially in heavily polluted industrial areas as Taranto. Taranto city is included in the list of high priority polluted sites of National interest due to the presence of an extended and complex industrial area nearby the urban settlement <sup>[1,2]</sup>.

**Materials and methods:** In order to overcome the limits of the conventional methodological approaches and to assess performances of innovative approaches for the characterization of fugitive emissions and detection of short-term pollution events, an high temporal resolution monitoring campaign of PM, Total Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (TPAHs) and heavy metals was carried out from 18<sup>th</sup> October to 19<sup>th</sup> December 2018 at a residential site placed few km away from Taranto industrial area (Tamburi). The number concentration of particles with diameter between 0.28 and 10  $\mu\text{m}$  was continuously monitored by means of an optical particle counter (*OPC, Fai Instruments*) while the hourly concentration of heavy metals and TPAHs were measured using a reel to reel X-ray analyzer (*XACT 625, Orion srl*) and a photoionization analyzer (*EcoChemPas 2000*), respectively.

**Conclusions:** Taking into account the complexity of the investigated area and the great diversification of pollutant sources, the hourly chemical characterization of particles has proved to be a useful tool to study the temporal evolution of industrial emissions and the meteorological factors affecting the PM composition. The integration of whole collected data with meteorological information allowed to localize and characterize industrial fugitive emissions, to identify the number and features of sources and/or industrial processes significantly impacting on residential area of Tamburi district. Indeed, the highest hourly concentrations of metals and TPAHs were registered in the hours when gusts of wind blew from the North-West allowing pollutants transport from industrial area on the receptor site. An exception is made only for the element Iron showing meanly high concentrations in correspondence of weak winds probably due to the 'dusting' and/or movement of materials inside mineral parks of the steel plant. Therefore, this study highlighted that the high temporal resolution monitoring and chemical characterization of particles provide prompt feedbacks on the pollutant concentrations and a more deeply understanding of the population exposure.



## **References**

[1] Chiari, M. et al., (2006). Hourly elemental composition and source identification of fine and coarse PM10 in an Italian urban area stressed by many industrial activities. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B*, 249, 584– 587.

<https://doi.org/10.1016/j.nimb.2006.03.060>

[2] Palmisani J. et al., (2020). Particle-Bound PAHs and Elements in a Highly Industrialized City in Southern Italy: PM2.5 Chemical Characterization and Source Apportionment after the Implementation of Governmental Measures for Air Pollution Mitigation and Control. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 4843.

<https://doi.org/10.3390/ijerph17134843>

56\_O\_APR\_B2

## Chasing pre-industrial aerosol around the globe

Federico Bianchi<sup>1</sup>, Wei Huang<sup>1</sup>, Qiaozhi Zha<sup>1</sup>, Diego Aliaga<sup>1</sup>, Victoria Sinclair<sup>1</sup>, Gincarlo Ciarelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Atmospheric and Earth System Research INAR, University of Helsinki, Finland

\* Corresponding author: federico.bianchi@helsinki.fi

**Keywords:** Pre-industrial, New Particle Formation, Free troposphere, Natural Emissions

Atmospheric aerosols affect the climate directly by absorbing or scattering incoming radiation and indirectly by acting as cloud condensation nuclei (CCN) changing therefore the cloud albedo. A major fraction of these CCN comes from gas to particle conversion (nucleation). During the last decade, several nucleation studies have been published based on field observations, however most of them in the planetary boundary layer. Therefore, only little information is available about the free troposphere. The aim of this presentation is to elucidate the latest findings about what species contribute to new particle formation (NPF) in remote places, especially at high altitude.

In the last years, we have used state-of-the-art instruments, first at the Swiss high alpine research station Jungfraujoch (3580 m asl, Bianchi et al., 2016), at the Himalayan Nepal Climate Observatory Pyramid (NCO-P) site on the southern slope of the Himalayas, not far from Everest base camp (5079m asl) (Bianchi et al., 2021) and finally at the Chacaltaya station in Bolivia (520 m asl) (Bianchi et al., 2022). Previous studies have already showed that at all these locations NPF takes place frequently. However, the chemical information of the condensable vapours driving NPF is still missing.

Our latest measurements conducted at the Chacaltaya station reveal that oxidized organic molecules (OOMs), derived from biogenic volatile organic compounds (VOCs) emitted by the Amazon rainforest, may play an important role in NPF in the tropical free troposphere on a continental scale (Zha et al., 2023). Another study performed in a Finnish peatland found pure biogenic NPF initiated by highly oxygenated organic molecules (HOM) in a special environment with minimal sulfur or nitrogen oxide pollution, essentially a shallow and stable surface layer of air above peatland that likely resembles the pre-industrial atmosphere (Huang et al., in review).

In this presentation, I will show a detailed analysis of the particle evolution during nucleation and the chemical composition of the small clusters measured with advanced mass spectrometers. I will also show that these processes are potentially very interesting to understand the aerosol conditions in the pre-industrial era where information are really scarce. Finally, I will give some insights regarding the latest results obtained by the measurements done over the Amazon and in a Finnish Peatland where we have found the presence of biogenic vapors forming new particles as the possible nucleation mechanism in the pre-industrial time.

### Bibliografia

Bianchi, F., et al., (2016) Science 6289, 1109-1112.

Bianchi, F., et al., (2021) Nature Geoscience, <https://doi.org/10.1038/s41561-020-00661-5>. Bianchi, F., et al.,

(2022) BAMS, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-20-0187.1>.

Huang, W., et al., Science Advances, in review.

Zha, Q., et al., (2023) National Science Review, <https://doi.org/10.1093/nsr/nwad138>

57\_O\_APR\_B2

## Caratterizzazione chimica ed isotopica delle deposizioni atmosferiche di azoto in un sito remoto ad alta quota (2900 m s.l.m.) nelle Alpi Occidentali.

Raffaella Balestrini<sup>1\*</sup>, Henri Diémoz<sup>2</sup>, Michele Freppaz<sup>3</sup>, Carlo Delconte<sup>1</sup>, Ioannis Matiatos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Ricerca sulle Acque, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IRSA), Via del Mulino 19, Brugherio (MB), Italy; <sup>2</sup>ARPA Valle d'Aosta, Saint-Christophe, Italy, <sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari - DISAFA, Università di Torino, Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO), Italy,

<sup>4</sup>Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biological Resources and Inland Waters, 46.7 km of Athens-Sounio Ave., 19013, Anavissos Attikis, Greece

\* Corresponding author. Tel: +39 039 216941, [E-mail: raffaella.balestrini@irsa.cnr.it](mailto:raffaella.balestrini@irsa.cnr.it)

**Keywords:** *Isotopi del nitrato; Deposizioni atmosferiche; Pianura Padana; LTER.*

Gli ambienti remoti ad alta quota sono delle componenti chiave nel ciclo dell'acqua e ospitano ecosistemi unici con un alto livello di biodiversità. Sono al contempo ambienti fragili ed estremamente sensibili ai cambiamenti ambientali come l'aumento globale delle emissioni di azoto (N). Le deposizioni atmosferiche hanno un ruolo importante nel ciclo dell'N nel trasferire le specie chimiche dall'atmosfera (per es. in forma di particolato) ai comparti acquatici e terrestri, a scala locale e globale con impatti significativi anche sulle zone remote. Ciò nonostante, le misure della qualità delle deposizioni atmosferiche nelle Alpi e in particolare negli ambienti al di sopra della *treeline* sono scarse e disomogenee dal punto di vista geografico.

Con l'obiettivo di contribuire alla conoscenza di questa tematica, presentiamo i risultati di un'indagine volta alla caratterizzazione chimica e isotopica ( $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$  nel nitrato) delle deposizioni atmosferiche umide (pioggia e neve) raccolte in un periodo di tre anni (2018-2020) in un sito LTER (Istituto Scientifico A. Mosso) nelle Alpi italiane occidentali, a un'altitudine di 2901 m s.l.m. Durante la stagione estiva (luglio-ottobre) abbiamo registrato le concentrazioni più alte della maggior parte delle specie chimiche analizzate e in particolare di azotoammidico e nitrico. Al contrario in inverno, nei campioni di neve, i livelli erano molto bassi e suggerivano una qualità dell'aria tipica di ambienti incontaminati. Il carico annuale di deposizione atmosferica di N ( $3.9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) ha mostrato un marcato superamento della soglia critica di N ( $1.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) rivelando che l'area è esposta a un eccessivo apporto di N da deposizione atmosferica, con potenziali conseguenze dannose per gli ecosistemi acquatici in ambienti di tundra alpina. Il contributo della pioggia alla formazione del carico di N inorganico è risultato rilevante e costituiva mediamente più del 50% del totale. Ciò evidenzia l'utilità di monitorare la pioggia oltre al manto nevoso nei siti di alta quota.

La composizione isotopica dei nitrati ha mostrato una variazione stagionale con valori di  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  più bassi (da  $-10,6 \text{ ‰}$  a  $-2,2 \text{ ‰}$ ) nei mesi estivi, riflettendo l'influenza delle emissioni dei veicoli probabilmente combinata con un aumento delle emissioni da fonti agricole quando le masse d'aria provengono dalla Pianura Padana. I dati meteorologici di superficie, abbinati all'analisi degli isotopi stabili e delle *backward-trajectories* indicano che la circolazione locale delle masse d'aria nel periodo più caldo, in particolare l'occorrenza di brezze monte-valle e il rialzo dello strato continuo di aerosol espongono il sito di studio agli inquinanti atmosferici azotati provenienti dalle valli sottostanti e dalle aree antropizzate più lontane come la Pianura Padana. I dati raccolti suggeriscono inoltre che il particolato atmosferico (nitrato e solfato di ammonio), depositato attraverso meccanismi di *washout*, sia la forma predominante rispetto alle specie gassose ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ) nelle precipitazioni campionate al "Mosso".

Il presente studio fornisce un set di dati unico nel suo genere, utile per migliorare la comprensione dei processi di deposizione atmosferica e l'origine dei carichi di N in un bioma estremamente remoto come la tundra alpina. A nostra conoscenza, i dati sugli isotopi stabili dei nitrati nelle precipitazioni qui presentati sono i primi a essere pubblicati per ambienti di alta quota in Europa.

58\_O\_APR\_B2

## Misura e caratterizzazione chimica del PM10 in stazioni di alta montagna

Lucio Corrente<sup>1\*</sup>, Saverio Bergamelli<sup>1</sup>, Laura Carroccio<sup>1</sup>, Eleonora Cuccia<sup>1</sup>, Umberto Dal Santo<sup>1</sup>, Anna De Martini<sup>1</sup>, Giuseppe De Stefani<sup>1</sup>, Mariolina Franciosa<sup>1</sup>, Guido Lanzani<sup>1</sup>, Luca Vergani<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> ARPA Lombardia.

\* Corresponding author. Tel: +39 02 69666494, E-mail: u.dalsanto@arpalombardia.it

**Keywords:** PM10, composizione chimica, sito remoto, sorgenti, source apportionment, PMF.

**Introduzione:** Arpa Lombardia ha recentemente effettuato misure della qualità dell'aria lungo l'arco alpino in provincia di Sondrio, in due siti distanti tra loro poco più di 40 km in linea d'aria: Oga SanColombano (2100 m s.l.m.) e Lago Palù (2000 m s.l.m.), il primo sopra l'abitato di Bormio, l'altro sopra Chiesa in Valmalenco (SO). Tali postazioni si aggiungono a quella di Moggio (LC) in Valsassina, a 1200 m s.l.m., che si affaccia sulla Pianura Padana. Mentre il sito di Moggio è rappresentativo della catena prealpina più esposta alle masse d'aria provenienti dal bacino padano, i nuovi siti permettono di cogliere le variazioni legate ai movimenti sia delle masse d'aria da e verso i confini nazionali, sia di quelle in risalita dal fondo valle.

**Metodi:** La misura del PM10 è stata effettuata mediante campionatori sequenziali e successive pesate gravimetriche del particolato atmosferico raccolto su filtri. Per determinare la composizione del PM10 sono state effettuate le seguenti analisi chimiche: spettrometria a fluorescenza X per la determinazione degli elementi con  $Z > 11$ , cromatografia per la determinazione dei principali ioni solubili inorganici e degli zuccheri, tecnica Thermal Optical Transmittance per la determinazione di carbonio organico ed elementare, cromatografia liquida ad alta prestazione per la determinazione degli IPA. I dati raccolti sono stati elaborati con varie tecniche statistiche, tra le quali la PMF nella versione 5.

**Risultati:** Le misure effettuate mostrano una forte correlazione tra i due siti di alta montagna, sia per quanto riguarda la concentrazione di massa sia la composizione chimica del PM10. Le concentrazioni mostrano una forte stagionalità, con valori più bassi nella stagione fredda contrariamente a quanto viene misurato nelle stazioni di pianura e fondovalle. Durante la stagione fredda, quando le stazioni rimangono al di sopra della quota di inversione termica, i valori risultano poco influenzati dalle emissioni di fondovalle. In tale contesto, la concentrazione media di PM10 è risultata prossima a  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e la massa risulta costituita essenzialmente dalla componente terrigena e dalla componente organica, quest'ultima dovuta prevalentemente al contributo biogenico, non risultando correlata ad alcun tracciante delle combustioni. Il contributo del secondario inorganico non ha raggiunto il 10%, con il nitrato d'ammonio inferiore al 5%. Al contrario, in estate l'altezza di rimescolamento cresce e i valori che la composizione di PM10 tendono ad allinearsi con quelli del fondovalle.

**Conclusioni:** Tutti i dati rilevati hanno permesso di ottenere una fotografia dei livelli di inquinamento atmosferico nelle aree alpine di quota, utile a integrare la rete di rilevamento con postazioni finalizzate alla protezione della vegetazione nella zona di montagna. Infine, è interessante notare come le postazioni di alta quota siano in grado di cogliere in modo chiaro i fenomeni di trasporto, sia di sabbie dai deserti sia di polveri e inquinanti da pianura e fondovalle.

59\_O\_APR\_B2

## Studio dei processi di nucleazione presso due siti montani ad alta quota: Monte Cimone (2165 m, Italia) e Jungfrauoch (3585 m, Svizzera)

M. Mazzini<sup>1\*</sup>, D. Aliaga<sup>2</sup>, J. Lamphilati<sup>2</sup>, F. Bianchi<sup>2</sup>, M. Gysel-Beer<sup>3</sup>, B. Brem<sup>3</sup>, A. Marinoni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Atmospheric Sciences and Climate, National Research Council of Italy, Bologna; <sup>2</sup>Institute for Atmospheric and Earth System Research, Helsinki; <sup>3</sup>Laboratory of Atmospheric Chemistry, Paul Scherrer Institute, Villigen PSI, CH-5232 Switzerland

\* Corresponding author. Tel: +39 051 639 9587, E-mail: [m.mazzini@isac.cnr.it](mailto:m.mazzini@isac.cnr.it)

**Keywords:** distribuzioni dimensionali, formazione di nuove particelle, siti remoti

La formazione di aerosol secondario attraverso il processo di nucleazione da gas a particella (NPF) rappresenta una fonte significativa di particelle che possono crescere e agire come nuclei di condensazione delle nubi, influenzando direttamente e indirettamente il clima. I siti montani, lontani dalle emissioni antropogeniche, sono ideali per quantificare la frequenza e l'intensità di eventi NPF in condizioni di background atmosferico e di troposfera libera. Il nostro studio mira a confrontare le proprietà fisiche degli aerosol e ad analizzare la variabilità della concentrazione numerica e delle distribuzioni dimensionali (PNSD) su diverse scale temporali in stazioni di alta quota, Mt Cimone (2165 m, CMN) e Jungfrauoch (3585m, JFJ). Questi sono tra i pochissimi globali GAW/WMO ad alta quota che forniscono serie temporali continue e a lungo termine delle PNSD delle particelle (2-800 nm) e degli ioni (0.8-40 nm) tramite un Neutral Cluster and Air Ion Spectrometer e uno Scanning Mobility Particle Sizer, dal 2021 (CMN) e dal 2017 (JFJ).

Sono state classificate le giornate di NPF confrontando i metodi di classificazione tradizionali [1][2] e il più recente metodo automatico "Nano Ranking Analysis" [3]. La percentuale di giornate con eventi di formazione di nuove particelle è comparabile tra i due siti, con una frequenza del 6% dei giorni presso CMN e del 4% per JFJ, mentre i giorni senza eventi sono rispettivamente il 51% e il 50%. Nessun evento intenso si è verificato simultaneamente nelle due stazioni di montagna durante il periodo di acquisizione comune, suggerendo che gli eventi di nucleazione siano innescati a livello locale o regionale. L'analisi dei dati meteorologici e la statistica del *ranking* suggeriscono che la Pianura Padana rappresenta una delle principali sorgenti di precursori e vapori condensabili anche ad alta quota. Infatti, si osserva che gli eventi più intensi presso CMN si verificano con venti dominanti da nord, con possibile export dalla Pianura Padana. Non si riscontrano differenze significative con le variabili meteorologiche presso la stazione di JFJ. Questo lavoro presenta il confronto tra tassi di formazione e di accrescimento delle particelle presso le due stazioni durante gli eventi intensi. È stata rilevata inoltre una minore concentrazione di cluster-ioni (0.8-2 nm) negativi rispetto a quelli positivi, in linea con altri siti di alta quota [4]. In conclusione, questo studio ci mostra che la frequenza degli eventi presso le due stazioni è paragonabile nonostante gli eventi non avvengano su ampie scale spaziali. Ne risulta una miglior comprensione riguardo le variazioni locali e regionali dei processi di nucleazione e crescita delle particelle. Questo lavoro è finanziato dall'Unione Europea attraverso EUSAAR (FP6/2001-2006, accordo di sovvenzione n. RII3-GT-2006-026140), ACTRIS (FP7/2007-2013, accordo di sovvenzione n. 262254), ACTRIS2 (H2020-INFRAIA-2014-2015, accordo di sovvenzione n. 654109) e dal Ministero Italiano per l'Università e la Ricerca attraverso IR0000032 – ITINERIS.

### Bibliografia

- [1] Dal Maso, et al (2005). Boreal environment research, 10(5), 323.
- [2] Dada et al. (2018) Atmospheric Chemistry and Physics 18.24 (2018): 17883-17893.
- [3] Aliaga et al. Aerosol Research Discussions 2023 (2023): 1-19.
- [4] Venzac, et al. (2007) Boreal environment research, 12, 351.

60\_O\_APR\_B2

## Studio della frazione solubile del particolato atmosferico: composizione e speciazione del PM<sub>10</sub> artico

M. Marafante<sup>1</sup>, S. Bertinetti<sup>1\*</sup>, L. Carena<sup>1</sup>, D. Fabbri<sup>1\*</sup>, M. Malandrino<sup>1</sup>, D. Vione<sup>1</sup>, S. Berto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Chimica, Università di Torino, Via Pietro Giuria 7, 10125, Torino, Italia

\* Corresponding author. E-mail: stefano.bertinetti@unito.it, debora.fabbri@unito.it

**Keywords:** Particolato polare, Frazione solubile, Speciazione Ferro, Speciazione Ossalato, Chemiometria

La frazione solubile del particolato atmosferico può influenzare la natura chimica delle fasi acquose atmosferiche, come la pioggia, le nubi, la nebbia e le particelle di ghiaccio. Gli ioni dei principali metalli di transizione, ad esempio, sono largamente noti per le loro caratteristiche fotocatalitiche e la loro tendenza a formare complessi in soluzione<sup>1</sup>. L'obiettivo del lavoro svolto è l'analisi e lo studio della frazione solubile di alcuni campioni di PM<sub>10</sub> raccolti a Ny-Ålesund (Svalbard) durante la primavera-estate 2012. Sono state misurate le concentrazioni dei principali cationi ed anioni, sia inorganici che organici sull'estratto acquoso del particolato. In particolare, sono stati quantificati Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, formiato, acetato, malonato, ed ossalato grazie all'impiego delle tecniche d'analisi ICP-OES, SF-ICP-MS e cromatografia ionica. L'analisi delle componenti principali è stata sfruttata per evidenziare e descrivere similitudini e differenze stagionali tra i campioni analizzati. È stata definita la speciazione in soluzione acquosa lungo la scala di pH (2-10) al fine di comprendere quali specie si formino in maniera preponderante nel sistema in seguito all'interazione delle componenti quantificate. Il programma PyES<sup>2</sup> è stato sfruttato per il computo degli equilibri in soluzione a partire dalle costanti di formazione termodinamiche presenti in letteratura<sup>3</sup>. Il modello ha evidenziato (i) la presenza dei cationi principali come Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, e Ca<sup>2+</sup> nella forma di ioni lungo l'intero intervallo di pH studiato; (ii) Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, ed in particolare Fe<sup>3+</sup> e Al<sup>3+</sup> sono principalmente presenti in forma idrolitica; (iii) Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, e Cu<sup>2+</sup> formano specie idrolitiche insolubili a pH appena oltre la neutralità. Inoltre, alcuni di questi metalli mostrano interazione con gli anioni fosfato e ossalato. I modelli di speciazione sono stati quindi costruiti considerando la variabilità stagionale delle concentrazioni dei componenti e a concentrazioni superiori a queste ultime al fine di simulare al meglio le condizioni ambientali reali. La quantità d'acqua associata al particolato, infatti, risulta essere molto limitata: le concentrazioni dei componenti disciolti saranno perciò relativamente elevate. I risultati ottenuti evidenziano il ruolo dell'ossalato come legante in soluzione. La stima delle costanti di formazione delle specie a bassa temperatura sarà necessaria per simulare al meglio la distribuzione delle specie nelle condizioni ambientali reali.

### Bibliografia

[1] Deguillame et al. 2005. DOI: 10.1021/cr040649c

[2] Castellino et al. 2023. DOI: 10.1016/j.chemolab.2023.104860

[3] Academic Software. Sourby Old Farm, Timble, Otley, Yorks, S21 2PW. In SC-Database. The IUPAC Stability Constant Database, Version 5.84

61\_O\_TOS\_B2

## Source apportionment del PM10 e del suo potenziale ossidativo in ambienti residenziali urbani

C. Tiraboschi<sup>1</sup> \*, S. Canepari<sup>2,3</sup>, M.A. Frezzini<sup>4</sup>, M. Ristorini<sup>4</sup>, F. Marcovecchio<sup>3</sup>,  
S. Paretì<sup>3</sup>, E. Rantica<sup>3</sup>, M. Giusto<sup>3</sup>, T. Sargolini<sup>3</sup>, C. Perrino<sup>3</sup> L. Massimi<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Sanità Pubblica e Malattie Infettive- DSPMI, Sapienza Università di Roma, Roma, 00185

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia Ambientale – DBA, Sapienza Università di Roma, Roma, 00185 <sup>3</sup>Istituto  
sull’Inquinamento Atmosferico C.N.R. – CNR-IIA, Monterotondo sc., Roma, 00015

<sup>4</sup>Agenzia Regionale Protezione Ambientale del Lazio – ARPA Lazio, Roma, 00187

\* Corresponding author. Tel: 3407415696, E-mail:caterina.tiraboschi@uniroma1.it

**Keywords:** *ambienti indoor, traccianti di sorgente, frazionamento chimico, PMF, potenziale ossidativo*

La valutazione del contributo delle sorgenti emissive di particolato atmosferico (PM) e dei loro possibili effetti sulla salute negli ambienti indoor è fondamentale poiché è all’interno delle abitazioni che trascorriamo la maggior parte del nostro tempo [1]. Tuttavia, la valutazione della qualità dell’aria negli ambienti residenziali è complessa perché dipende non solo dalle diverse sorgenti interne ma anche dal PM emesso dalle fonti esterne che penetra all’interno degli edifici.

In questo studio sono stati presi in esame 15 appartamenti situati nell’area urbana di Roma, selezionati in base alla diversa localizzazione rispetto alle sorgenti di PM urbane (e.g. traffico, riscaldamento domestico) e alla presenza di diverse sorgenti emissive indoor (e.g. fumo di sigaretta, utilizzo di incenso e di piccoli elettrodomestici con motore a spazzola). In ogni sito è stato campionato il PM<sub>10</sub> sia indoor che outdoor per due anni consecutivi mediante campionamenti bimestrali utilizzando strumentazione a bassissima portata (0.5 L min<sup>-1</sup>). I campioni sono stati analizzati per più di 100 variabili chimiche: PM<sub>10</sub>, ioni, macro-elementi, frazione idrosolubile e residua di elementi in traccia, levoglucosano, carbonio elementare e carbonio organico. L’applicazione della fattorizzazione a matrice positiva (PMF) sui dati di caratterizzazione chimica ha consentito di identificare 8 sorgenti emissive prevalenti e di valutarne il contributo al PM<sub>10</sub> [2] e al suo potenziale ossidativo (misurato mediante i saggi acellulari del DCFH, AA e DTT) negli ambienti indoor e outdoor di ciascun sito.

Le concentrazioni di PM<sub>10</sub> outdoor sono risultate piuttosto simili tra i siti, mostrando un chiaro andamento stagionale [3], con concentrazioni massime nei mesi invernali, e una variabilità spaziale prevalentemente legata alla diversa micro-localizzazione dei siti: distanza dalle strade trafficate, presenza di binari tramviari o ferroviari, esposizione su strada o verso il cortile interno. La polvere di suolo e il riscaldamento domestico a biomasse sono risultate le sorgenti emissive con il maggiore contributo al PM<sub>10</sub> negli ambienti outdoor, rispettivamente in estate e in inverno. Al contrario, le concentrazioni di PM<sub>10</sub> negli ambienti indoor hanno mostrato una maggiore variabilità sito-specifica. Il fumo di sigaretta, quando presente, è la sorgente che ha mostrato il contributo più elevato al PM<sub>10</sub> negli ambienti indoor. Rispetto all’aria esterna, i risultati ottenuti negli ambienti indoor hanno mostrato un generale decremento dei contributi al PM<sub>10</sub> dalla polvere di suolo, spray marino e traffico veicolare. L’analisi delle componenti principali (PCA) ha consentito di associare ai saggi di potenziale ossidativo la diversa composizione chimica e quindi le diverse sorgenti emissive di PM<sub>10</sub>. Il DCFH è risultato sensibile a tutte le sorgenti di tipo combustivo, in particolare al fumo di sigaretta e all’utilizzo di incenso negli ambienti indoor, mentre il DTT e l’AA sono risultati sensibili rispettivamente alla combustione di biomasse per il riscaldamento domestico e al traffico veicolare non combustivo. Questi risultati ampliano la comprensione delle dinamiche complesse che influenzano la qualità dell’aria indoor, sottolineando l’importanza di includere la sua valutazione negli studi di esposizione inalatoria.

### **Bibliografia**

- [1] Perrino et al. 2017. DOI 10.1111/ina.12235
- [2] Massimi et al. 2020. DOI 10.1016/j.atmosres.2020.105060
- [3] Tofful et al. 2021. DOI 10.3390/su13042263



62\_O\_TOS\_B2

## Valutazione dell'efficienza di organismi modello/sperimentali per stimare lo stress ossidativo e gli effetti sulla salute indotti dall'esposizione a diverse componenti di PM

Emanuele Vaccarella<sup>1\*</sup>, Silvia Canepari<sup>1</sup>, Valentina Lucchesi<sup>1</sup>, Flavia Cerasti<sup>1</sup>, Federica Peruch<sup>1</sup>, Valentina Mastrantonio<sup>1</sup>, Daniele Porretta<sup>1</sup>, Lorenzo Massimi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma;

\* Corresponding author. Tel:3331928250, E-mail: emanuele.vaccarella@uniroma1.it

**Keywords:** stress ossidativo, organismi modello/sperimentali, biomarcatori, bioaccumulo, metalli

Negli ultimi anni sono stati sviluppati numerosi test acellulari e cellulari per stimare lo stress ossidativo e gli effetti sulla salute indotti dall'esposizione al PM con diverse proprietà chimico-fisiche. I test acellulari valutano il potenziale ossidativo del PM, sono rapidi e hanno costi ridotti ma non è ancora stata pienamente dimostrata la loro capacità predittiva degli effetti sulla salute del PM. I test cellulari valutano diverse risposte biologiche ma hanno tempi e costi elevati e non considerano la complessità della risposta biologica di un organismo vivente. Per superare queste criticità, studi recenti suggeriscono la valutazione di risposte biologiche *in vivo* di organismi modello/sperimentali direttamente esposti all'aerosol atmosferico (1, 2) poiché tengono in considerazione la complessità di un organismo completo. L'obiettivo di questo studio è quello di valutare l'efficienza di insetti (e.g. *Aedes albopictus* e *Drosophila melanogaster*) come indicatori della capacità del PM di indurre stress ossidativo e altri effetti sulla salute.

A questo scopo, individui di *Ae. albopictus* sono stati esposti in laboratorio (*ex situ*) a concentrazioni crescenti (5-500 mg L<sup>-1</sup>) di polvere prodotta dall'abrasione meccanica degli impianti frenanti dei veicoli. Per ogni pool di individui sono state effettuate analisi di bioaccumulo di 40 elementi e analisi di stress ossidativo mediante determinazione spettrofotometrica del contenuto di anione superossido ( $\bullet\text{O}_2^-$ ), un biomarcatore della generazione di stress ossidativo.

I risultati ottenuti mostrano un effetto delle polveri sul tempo di sviluppo degli individui. A partire da una concentrazione di 100 mg L<sup>-1</sup> nessun individuo riesce a raggiungere lo stadio di pupa e in tutti i casi l'esposizione alle polveri determina un allungamento sia del tempo di sviluppo larvale che di sfarfallamento. I risultati ottenuti hanno mostrato un incremento dose-dipendente della mortalità e del bioaccumulo di Cu, Zn e di altri metalli di transizione presenti nelle polveri dei freni, noti in letteratura per innescare e catalizzare reazioni di stress ossidativo.

*Ae. albopictus* è risultato un organismo efficiente per valutare gli effetti indotti dall'esposizione *in vivo* al PM. *Ae. albopictus* e *D. melanogaster* possono essere esposti *in situ* direttamente all'aerosol atmosferico in condizioni ambientali reali. A tal proposito, sono stati progettati dei box di esposizione che permettono di controllare la temperatura e l'umidità relativa interna al box consentendo il passaggio degli inquinanti aerodispersi dall'esterno all'interno del box. Questo metodo innovativo ha consentito l'esposizione di pool di individui di *D. melanogaster* a diverse sorgenti emissive di PM (i.e. riscaldamento domestico, traffico veicolare) in condizioni ambientali reali. È attualmente in corso una valutazione delle correlazioni tra la composizione chimica del PM, il suo potenziale ossidativo e lo stress ossidativo misurato sugli organismi esposti *in vivo*.

### Bibliografia

Vaccarella et al., 2023  
De Santana et al., 2018

63\_O\_TOS\_B2

## Valutazione del contributo di sorgenti emmissive al PM<sub>10</sub> e al suo potenziale ossidativo nella Valle del Sacco (Lazio) mediante dati spaziali di caratterizzazione chimica delle polveri

Maria Agostina Frezzini<sup>1\*</sup>, Silvia Canepari<sup>2,3</sup>, Antonio Amoroso<sup>4</sup>, Alessandro Domenico DiGiosa<sup>1</sup>, Luigi Martino<sup>1</sup>, Caterina Tiraboschi<sup>3</sup>, Marcello Messi<sup>5</sup>, Maria Luisa Astolfi<sup>5</sup>, Cinzia Perrino<sup>3</sup>, Lorenzo Massimi<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>ARPA Lazio; <sup>2</sup>Dipartimento di Biologia Ambientale, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”; <sup>3</sup>CNR-IIA, Istituto sull’Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche; <sup>4</sup>ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale; <sup>5</sup>Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”

\* Corresponding author. Tel: +39 0648054403, E-mail: mariaagostina.frezzini@arpalazio.it

**Keywords:** PM<sub>10</sub>, potenziale ossidativo, source apportionment; analisi PMF

A causa della complessa composizione chimico-fisica del particolato atmosferico (PM), la sola concentrazione di massa non fornisce informazioni affidabili, e del tutto rappresentative, sul suo potenziale tossicologico. In particolare, in contesti inquinati da più fonti, la valutazione della composizione del PM e dei contributi delle sorgenti emmissive in diverse aree del territorio è essenziale per ottenere una stima affidabile dell'esposizione della popolazione a specifiche componenti di PM.

Questo studio propone l'uso di dati spaziali per identificare i contributi delle sorgenti emmissive locali alla concentrazione di massa del PM<sub>10</sub> e al suo potenziale ossidativo (OP) in contesti urbano-industriali. A tal fine, è stato impiegato un dispositivo a bassissimo volume per il campionamento del PM<sub>10</sub> con risoluzione temporale a lungo termine (cioè settimanale, mensile) [1], durante una campagna di monitoraggio di 18 mesi condotta da ottobre 2020 a maggio 2022 in 12 siti di campionamento distribuiti nella Valle del Sacco, uno dei contesti urbano-industriali più inquinati d'Italia. In totale, sono stati analizzati 94 campioni di PM<sub>10</sub> per l'OP, applicando i saggi del DTT, AA e DCFH, e per 77 parametri chimici: i principali componenti chimici (macro-elementi, ioni inorganici, EC, OC, levoglucosano) e 28 elementi considerati per le loro frazioni idrosolubili e insolubili, che si sono dimostrate più selettive nel tracciare diverse sorgenti emmissive rispetto alla concentrazione totale [2]. Il *source apportionment* è stato effettuato mediante analisi PMF di dati spaziali, che hanno ridotto eventuali distorsioni dei profili di sorgente dovute alle diverse condizioni atmosferiche che si verificano quando si considerano i dati temporali [2].

Sono stati identificati sette contributi di sette sorgenti emmissive di PM<sub>10</sub>, due dei quali relativi a diversi profili di riscaldamento domestico a biomasse: "Combustione di biomassa 1", "Combustione di biomassa 2", "Traffico", "Polvere di suolo", "Polvere di carbone", "Spray marino" e "Specie inorganiche secondarie". La combustione di biomasse e la polvere di suolo sono risultate le principali sorgenti di PM<sub>10</sub> rispettivamente in inverno e in estate. I contributi della combustione di biomasse, della polvere di suolo e del traffico hanno mostrato un'elevata variabilità spaziale dovuta all'uso di diversi tipi di biomassa o di sistemi di riscaldamento domestico nell'area di studio e alla vicinanza del cementificio, della rete ferroviaria e di strade trafficate ad alcuni dei 12 siti. L'OP<sup>DTT</sup>, OP<sup>AA</sup>, OP<sup>DCFH</sup> e i contributi delle sette sorgenti di PM<sub>10</sub> sono stati rappresentati mediante *bubble maps*; le relazioni spaziali tra l'OP, la composizione chimica e le sorgenti di PM<sub>10</sub> sono state valutate mediante Focused PCA. Il PM<sub>10</sub> proveniente dalla combustione di biomasse è emerso come il principale responsabile dell'OP<sup>DTT</sup> e del OP<sup>DCFH</sup>, mentre quello proveniente dal traffico è risultato il principale responsabile dell'OP<sup>AA</sup>. I risultati di questo studio forniscono indicazioni preziose per la pianificazione di politiche di mitigazione dell'inquinamento atmosferico efficaci e mirate a migliorare la qualità dell'aria in contesti urbano-industriali.

### **Bibliografia**

[1] Catrambone M et al. 2019. DOI: 10.4209/aaqr.2019.04.0195

[2] Massimi L et al. 2020. DOI: 10.1016/j.atmosres.2020.105060

64\_O\_TOS\_B2

## Test biologici di effetto e *Source Apportionment*: nuove metriche per il monitoraggio del PM<sub>10</sub>

Secondo Barbero<sup>1</sup>, Luisella Bardi<sup>1</sup>, Manuela Bernardi<sup>1</sup>, Sara Bonetta<sup>2</sup>, Enrico Brizio<sup>1</sup>, Giovanni D'Amore<sup>1</sup>, Marco Fontana<sup>1</sup>, Marta Gea<sup>1\*</sup>, Daniele Marangon<sup>1</sup>, Francesco Antonio Pitasi<sup>1</sup>, Milena Sacco<sup>1</sup>, Tiziana Schilirò<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte, via Pio VII, 9 - 10135 Torino;

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Sanità Pubblica e Pediatriche, via Santena 5 bis, 10126 Torino

\* Corresponding author. Tel: +39 011 196 80351, E-mail: martagea@arpa.piemonte.it

**Keywords:** citotossicità, genotossicità, mutagenesi, PM<sub>10</sub>, *Source Apportionment*, stress ossidativo.

**Introduzione:** Studi epidemiologici e tossicologici hanno suggerito un forte legame tra l'esposizione al particolato atmosferico (PM) ed effetti avversi sulla salute. L'OMS ha stabilito linee guida per il PM basate sulla concentrazione, tuttavia, i rischi per la salute derivanti dal PM non sono associati unicamente alla sua massa poiché la composizione chimica può determinare una differente tossicità [1]. Approcci di biomonitoraggio, attraverso analisi basate sugli effetti, possono essere un utile strumento complementare al monitoraggio tradizionale [2, 3]. Test biologici che utilizzano batteri, cellule animali e/o vegetali o organismi pluricellulari per valutare la tossicità e la genotossicità di matrici ambientali, sono ormai consolidati nei laboratori di ricerca [4, 5]. Il presente studio è finalizzato a valutare gli effetti biologici del PM<sub>10</sub> caratterizzato per individuare i contributi delle diverse sorgenti emissive.

**Metodi:** In estate (giugno 2023) e in inverno (gennaio 2024), sono stati eseguiti prelievi di PM<sub>10</sub> (24h) con campionatori ad alto volume in due siti della Regione Piemonte coinvolti nel progetto *Prepair*: Torino (sito urbano di *background*) e Cavallermaggiore (sito suburbano di *background*). Sono stati quindi selezionati 6 campioni dal primo periodo di campionamento per effettuare la speciazione chimica per l'individuazione dei contributi delle sorgenti emissive (*Source Apportionment* analitico) e per eseguire (estratto organico) alcuni test biologici di effetto: citotossicità (WST-1), mutagenesi (test di Ames), genotossicità (test Comet) e stress ossidativo (test DCFDA).

**Risultati:** Tutti gli estratti organici di PM<sub>10</sub> relativi al campionamento estivo hanno indotto un effetto mutageno, citotossico ed ossidativo con un andamento dose-risposta significativo alle massime dosi testate, mentre non è stato osservato alcun effetto genotossico. Gli effetti citotossico ed ossidativo sono risultati maggiori nel PM<sub>10</sub> di Torino rispetto a quello di Cavallermaggiore ( $p < 0,05$ ). Una prima elaborazione dei dati ha evidenziato una correlazione tra la mutagenicità (fattore di genotossicità) e le componenti carboniose (EC ed OC). La conferma e l'approfondimento dei risultati sarà possibile dopo le risultanze analitiche della campagna invernale; si può ipotizzare una significativa differenza della composizione e degli effetti biologici del PM<sub>10</sub> del periodo invernale rispetto a quello estivo.

**Conclusioni:** Disporre di fattori di tossicità differenziali in base alla composizione del PM<sub>10</sub> è importante per supportare politiche di contenimento e di mitigazione degli impatti sulla salute del PM. Il presente studio rappresenta un punto di partenza per costruire un indice di tossicità del PM che possa essere impiegato come metrica evoluta rispetto all'attuale standard gravimetrico.

### Bibliografia

- [1] World Health Organization 2021. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- [2] Park M et al. 2018. DOI : 10.1038/s41598-018-35398-0
- [3] Chen S et al 2020. DOI : 10.1016/j.envint.2020.105703
- [4] Marangon D et al. 2021. DOI: 10.1016/j.envres.2020.110699
- [5] Gea M et al 2023. DOI: 10.1007/s11869-023-01381-6

65\_O\_AP2\_B2

## Inquinamento da particolato atmosferico e deposizioni sul manto nevoso durante l'inverno artico a Fairbanks (Alaska)

Stefano Decesari<sup>1\*</sup>, Antonio Donateo<sup>2</sup>, Federico Scoto<sup>2,5</sup>, Gianluca Pappaccogli<sup>2,5,1</sup>, Roberta Zangrando<sup>3,4</sup>, Andrea Spolaor<sup>3,4</sup>, Maurizio Busetto<sup>1</sup>, Francesca Lucia Lovisco<sup>2,5</sup>, Marco Paglione<sup>1</sup>, Elena Barbaro<sup>3,4</sup>, Warren Raymond Lee Cairns<sup>3,4</sup>, Andrea Gambaro<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Ist. di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR, Bologna, Italia. <sup>2</sup> Ist. di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR, Lecce, Italia. <sup>3</sup> Istituto di Scienze Polari, CNR, Venezia, Italia, <sup>4</sup> Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università di Venezia Ca' Foscari, Italia. <sup>5</sup> Joint Research Center – ENI-CNR "Aldo Pontremoli", Lecce, Italia, <sup>1</sup> ora al Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Università del Salento, Lecce, Italia.

\* Corresponding author. Tel: +39 0516399563, email: s.decesari@isac.cnr.it

**Keywords:** *Aerosol nella regione Artica, qualità dell'aria nei climi freddi, deposizioni secche, chimica della neve.*

La qualità dell'aria in Artico costituisce un problema a lungo sottovalutato. Le condizioni di forte stabilità atmosferica associate ad elevate emissioni dovute al riscaldamento domestico e alla produzione di energia portano all'accumulo di inquinanti in atmosfera. In particolare, gli aerosol rappresentano inquinanti prioritari in tali ambienti e il loro comportamento nello strato limite planetario non solo influisce sulla qualità dell'aria, ma determina anche la deposizione sulle superfici nevose o di ghiaccio, portando all'accumulo di contaminanti nel manto nevoso. Durante l'inverno artico, l'intenso raffreddamento superficiale è responsabile dell'instaurarsi di persistenti condizioni di stabilità atmosferica che, se da un lato favoriscono l'accumulo degli inquinanti nei bassi strati, dall'altro ostacolano il flusso turbolento di particolato verso la superficie. Tuttavia, durante l'esperimento ALPACA (Alaskan Layered Pollution And Chemical Analysis) [1] nel gennaio- febbraio 2022 a Fairbanks, nelle regioni interne dell'Alaska, si è osservato che non solo i flussi turbolenti di calore e di aerosol hanno luogo con regolarità anche durante i giorni freddi di condizioni anticicloniche e di cielo sereno, ma anche che le deposizioni secche che ne derivano influiscono notevolmente sulla variabilità della composizione chimica del manto nevoso. Le attività sperimentali focalizzate sulle interazioni tra dinamica dello strato limite, distribuzione verticale dell'aerosol e deposizioni sulla neve si sono svolte presso un sito suburbano, poco disturbato da emissioni locali. Lo studio ha beneficiato di un set completo di misure meteorologiche, di profilazione atmosferica, di flussi di particolato con un sistema di *eddy covariance*, di determinazioni di un ampio set di specie chimiche organiche e inorganiche nel particolato e nel manto nevoso (sia nei campioni di neve superficiale che in "snow pit"). La diversa composizione della neve rispetto al particolato mostra che i contributi delle deposizioni atmosferiche sono specie-specifiche, oltre che, nel caso dei composti organici, essere influenzati dalla reattività dei composti labili in atmosfera e all'interfaccia aria-neve.

### **Bibliografia**

[1] Simpson et al., "Overview of the Alaskan Layered Pollution And Chemical analysis (ALPACA) field experiment, accepted for publication on ES&T-Air, 2024.

66\_O\_AP2\_B2

## Proprietà microfisiche dell'aerosol artico durante lo scioglimento del ghiacciamento – ruolo come CCN e IN

Diego Fellin<sup>1,2\*</sup>, Andrea Gambaro<sup>1,3</sup>, Elena Barbaro<sup>3,1</sup>, Luisa Ickes<sup>4</sup>, Fredrick Mattson<sup>5</sup>, Paul Zieger<sup>5</sup>, Stefania Gilardoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Ca' Foscari University of Venice, Venice; <sup>2</sup>Institute of Polar Sciences, National Research Council, Milan; <sup>3</sup>Institute of Polar Sciences, National Research Council, Venice; <sup>4</sup>Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden; <sup>5</sup>Stockholm University, Stockholm, Sweden.

\*Corresponding author. E-mail: diego.fellin@unive.it

**Keywords:** *Interazioni aerosol-nube, Cloud Condensation Nuclei, Ice Nuclei, aerosol artico*

**Introduzione:** Gli aerosol atmosferici hanno la capacità di alterare l'equilibrio radiativo dell'atmosfera terrestre, agendo mediante diversi meccanismi (1). Particolarmente rilevanti sono le interazioni tra aerosol e nubi, essendo associate ad un elevato grado di incertezza nelle ricostruzioni paleoclimatiche e nei modelli climatici previsionali. Una migliore comprensione delle interazioni aerosol-nube è fondamentale per comprendere e modellare l'Amplificazione Artica, cioè il fenomeno per cui la regione artica sta sperimentando un riscaldamento accelerato rispetto alla media globale (2). Questo studio intende indagare il ruolo degli aerosol atmosferici come *cloud condensation nuclei* (CCN) e *ice nuclei* (IN) nella regione artica, svolgendo campionamenti in siti distribuiti sul territorio e che coprono intervalli temporali estesi, data l'estrema variabilità stagionale che si verifica in Artico (3).

**Metodi:** Sono stati analizzati campioni di aerosol raccolti durante la campagna "Art of Melt" della nave rompighiaccio Oden, della Swedish Polar Research Secretariat, nel Mar Glaciale Artico tra maggio e giugno 2023. Campioni di aerosol submicrometrico segregati dimensionalmente sono stati collezionati mediante un Low Pressure Impactor (LPI). Allo scopo di indagare il *mixing state* dell'aerosol artico, abbiamo analizzato la composizione delle singole particelle mediante STXM-NEXAFS (Scanning Transmission X-Ray Microscopy – Near-Edge X-Ray Absorption Fine Structure) e NanoIR (nano infrarosso) presso l'Advanced Light Source Laboratory di Berkeley. La tecnica STXM-NEXAFS possiede una risoluzione spaziale di 50 nm e consente di mappare le particelle in base alla composizione chimica, di classificarle in funzione del *mixing state* di materiale organico, inorganico e *soot*, e di indagare i gruppi funzionali del carbonio organico associato a diverse sorgenti (4). L'analisi tramite NanoIR permette di sfruttare la risoluzione spaziale inferiore a 10 nm della microscopia a forza atomica (AFM), grazie alla quale è possibile ricostruire la mappatura della composizione delle particelle e valutarne la fase (5). I dati composizionali ottenuti tramite STXM-NEXAFS e NanoIR sono stati confrontati e integrati con le misure di composizione chimica effettuate tramite un Aerodyne Aerosol Mass Spectrometer (AMS) e con l'analisi delle retro-traiettorie delle masse d'aria campionate.

**Risultati:** L'aerosol submicrometrico è costituito principalmente da solfati (54%) e aerosol organico (30%). La popolazione di particelle appartenente all'*accumulation mode* risulta essere principalmente *internally mixed*. Non è trascurabile la frazione di particelle deliquescenti.

**Conclusioni:** La combinazione di tecniche analitiche per lo studio delle singole particelle consente di indagare le proprietà microfisiche delle particelle rilevanti per la loro capacità di agire come CCN e IN e quindi ridurre le incertezze dei modelli climatici nel descrivere il contributo degli aerosol nella formazione delle nubi nella regione artica.

### **Bibliografia**

- [1] Pöschl, U. 2005. DOI: 10.1002/anie.200501122.
- [2] Previdi et al. 2021. DOI:10.1088/1748-9326/ac1c29.
- [3] Schmale et al. 2021. DOI: 10.1038/s41558-020-00969-5.
- [4] Lewis et al. 2022. DOI: 10.1021/acsearthspacechem.2c00119
- [5] Kirpes et al. 2022. DOI: 10.1073/pnas.210449611.

67\_O\_AP2\_B2

## Piombo atmosferico in Artide: potenziali sorgenti e variazioni temporali

M. Grotti<sup>1\*</sup>, F. Ardini<sup>1</sup>, M.A. Vecchio<sup>1</sup>, M. Mataloni<sup>1</sup>, S. Bertinetti<sup>2</sup>, A. Bazzano<sup>3</sup>,  
D. Cappelletti<sup>4</sup>, F. Bruschi<sup>4</sup>, F. Vanhaecke<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Dip. di Chimica e Chimica Industriale, Università di Genova, <sup>2</sup> Dip. di Chimica, Università di Torino, <sup>3</sup> ARPA Liguria, <sup>4</sup> Dip. di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università di Perugia,

<sup>5</sup> Dep. of Chemistry, Ghent University

\* Corresponding author. Tel: +39 010 3538708; E-mail: grotti@unige.it

**Keywords:** *piombo, rapporti isotopici, PM10, Artide, source assesment*

Nell'ambito degli studi sui cambiamenti climatici globali, la valutazione delle sorgenti e delle vie di trasporto dei contaminanti che raggiungono l'Artico e lo studio della loro variazione stagionale e inter-annuale costituiscono senza dubbio obiettivi di grande interesse scientifico. Tra i diversitraccianti di processi ambientali e della contaminazione chimica, una particolare menzione meritano i rapporti isotopici del piombo, in grado di fornire informazioni affidabili sulle possibili aree geografiche di provenienza e di distinguere tra fonti naturali e antropogeniche. Infatti, il piombo ha quattro isotopi stabili, <sup>204</sup>Pb, <sup>206</sup>Pb, <sup>207</sup>Pb e <sup>208</sup>Pb, e gli ultimi tre sono i prodotti finali stabili delle catene di decadimento di <sup>238</sup>U, <sup>235</sup>U e <sup>232</sup>Th, rispettivamente. Pertanto, l'abbondanza relativa degli isotopi del piombo nei minerali dipende dall'abbondanza dei rispettivi nuclidi genitori durante la loro formazione, nonché dall'età della roccia da cui si è formato il minerale, portando a differenze relativamente grandi nella composizione isotopica di piombo nei diversi depositi geologici. Inoltre, il piombo non è significativamente soggetto a frazionamento isotopico fisico o chimico e la misura precisa della sua composizione isotopica è quindi uno strumento efficiente per tracciare le fonti di inquinamento e il movimento delle masse d'aria su scala globale.

Nell'ambito di diversi progetti di ricerca in Artico (PRIN-20092C7KRC, PRA2021-0020 BETHA- NyÅ), la concentrazione di piombo e la sua composizione isotopica sono state misurate in campioni di PM10 raccolti, dal 2010 a oggi, a Ny-Ålesund (Isole Svalbard) con risoluzione 4-7 giorni. L'analisi del dataset ha fornito un quadro piuttosto completo circa i livelli di piombo associato al particolato atmosferico e le relative variazioni stagionali e inter-annuali, il contributo delle sorgenti naturali e antropogeniche nelle diverse stagioni, e le possibili aree geografiche di provenienza. In particolare, è stato riscontrato un ricorrente andamento temporale, con un massimo di concentrazione a gennaio, una progressiva diminuzione fino ad agosto, e un successivo aumento a partire da novembre. Anche la composizione isotopica del piombo ha mostrato una chiara variazione temporale, indicando una variazione delle sorgenti con il mutare delle stagioni. Il piombo nei campioni di PM10 raccolti da novembre a maggio è interamente (>99%) antropogenico e deriva probabilmente dalle attività minerarie nel Kazakistan orientale e nella regione dell'Altai, in particolare a Leninogorsk (attuale Ridder). Al contrario, la composizione isotopica del piombo nei campioni raccolti da giugno a ottobre riflette contributi misti provenienti dal nord-est degli Stati Uniti e dal Canada, con un contributo significativo delle fonti naturali.



68\_O\_AP2\_B2

## Studio della composizione elementale e della sorgente di mineral dust in Artide: risultati da un data-base esteso

Giulia Calzolari<sup>1\*</sup>, Massimo Chiari<sup>1</sup>, Cosimo Fratticioli<sup>1,2</sup>, Fabio Giardi<sup>1</sup>, Silvia Nava<sup>1,2</sup>, Franco Lucarelli<sup>1,2</sup>,  
Silvia Becagli<sup>3</sup>, Mirko Severi<sup>3</sup>, Rita Traversi<sup>3</sup>, Elena Barbaro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) – Sezione di Firenze, <sup>2</sup> Dipartimento di Fisica e Astronomia –  
Università di Firenze, <sup>3</sup> Dipartimento di Chimica – Università di Firenze <sup>4</sup> Istituti di Scienze Polari – CNR

\* Corresponding author. Tel: +39 055 4572727, E-mail: calzolari@fi.infn.it

**Keywords:** Mineral dust, PM10, Artide, PIXE

Ny Ålesund è situata su un fiordo occidentale delle Isole Svalbard, nel punto più settentrionale influenzato dalla calda West Spitsbergen Current, ed è perciò un sito ideale per lo studio dell'interazione tra cambiamento climatico e atmosfera, oceano e variazioni dei terreni. Dal 2010, al laboratorio di Gruvebadet, sono effettuati campionamenti di aerosol; dal 2015 sono raccolti campionamenti giornalieri (per un breve periodo bi-giornalieri) di PM10 dedicati all'analisi della composizione elementale tramite Particle Induced X-ray Emission (PIXE). La PIXE è una tecnica particolarmente efficace nella caratterizzazione delle polveri minerali, dato che è sensibile a tutti gli elementi cristallini (eccetto l'ossigeno), incluso il silicio, che è generalmente quantificato in modo poco accurato da altre tecniche. È inoltre una tecnica che non richiede alcun tipo di pre-trattamento del campione, minimizzando quindi il rischio di contaminazioni.

Dal 2016, le tecniche di campionamento sono state ottimizzate per questo tipo di analisi modificando i campionatori basso-volume commerciali, in modo tale da aumentare la densità superficiale dei campioni, quantità cui è sensibile la tecnica PIXE. Saranno mostrati i vantaggi di questo tipo di ottimizzazione delle tecniche di campionamento in sinergia con le tecniche analitiche usate.

I campionamenti hanno coperto con continuità il periodo dal 2015 ad oggi, inizialmente da Marzo a Settembre/Ottobre, periodo di apertura della base Dirigibile Italia, e dal 2018 durante tutto l'anno, con pochi mesi di interruzione dovuti a malfunzionamenti e alla chiusura di Gruvebadet nel 2016.

Saranno presentati i risultati relativi alla composizione elementale dal 2015 ad oggi, e in particolare lo studio della componente minerale dell'aerosol (ottenuta come somma degli ossidi, con correzioni per le componenti con anche origine marina), evidenziando andamenti stagionali/inter-annuali.



Dati preliminari sull'andamento della componente cristallina negli anni 2016-2019.

Parte dell'attività è stata svolta nell'ambito del progetto Boundary layer Evolution Through Harmonization of Aerosol measurements at Ny-Ålesund research stations - BETHA-NyÅ, finanziato sul bando Programma di Ricerche in Artico (PRA) 2021.

69\_O\_AP2\_B2

## Una fotografia dello stato attuale della composizione chimica, stagionalità e principali sorgenti naturali e antropiche di aerosol in tutto l'Artico

Silvia Becagli\*<sup>1,2</sup> Elena Barbaro<sup>2</sup>, Stefania Gilardoni<sup>2</sup>, Mauro Mazzola<sup>2</sup>, Mirko Severi<sup>1,2</sup>, Rita Traversi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Dip. di Chimica "Ugo Schiff", Università di Firenze; <sup>2</sup> CNR-ISP, Venezia.

\* Corresponding author. Tel: +39 055 4573350, E-mail: [silvia.becagli@unifi.it](mailto:silvia.becagli@unifi.it)

**Keywords:** Artico, aerosol, composizione chimica, sorgenti.

E' ormai noto e dimostrato che il cambiamento climatico è amplificato nella regione artica con un segnale più forte nell'aumento della temperatura negli strati più bassi dell'atmosfera. Tale riscaldamento ha un notevole impatto anche sulle sorgenti naturali e antropiche del particolato atmosferico e sui processi di feedback ad esse correlati. Ad esempio la diminuzione dell'estensione del ghiaccio marino influisce sulla quantità e sui tempi della formazione di aerosol biogenico, che è noto per avere un effetto rilevante sulla formazione e sulle proprietà delle nubi [1]. Inoltre, la perdita di ghiaccio marino artico aumenterà l'accessibilità dell'Artico; stagionalmente si apriranno nuove rotte marittime all'interno dell'Oceano Artico, riducendo sostanzialmente le distanze di trasporto tra Asia, Nord America ed Europa. Deve essere considerato inoltre che gran parte del petrolio e del gas ancora da scoprire sulla Terra si trovano sotto il fondale dell'Oceano Artico e saranno sempre più sfruttati in futuro [2]. Si prevede quindi che anche la popolazione, l'urbanizzazione e lo sviluppo delle infrastrutture aumenteranno nell'Artico [3]. A meno che non siano compensate da controlli più severi sulle emissioni inquinanti, queste attività crescenti aggiungeranno le emissioni locali di inquinanti atmosferici a quelli trasportati dalle medie e alte latitudini, soprattutto in primavera (Arctic haze). In questo lavoro si riporta un set di dati sulla composizione chimica complessiva e variabilità stagionale del particolato campionato a Ny-Ålesund (Isole Svalbard) nell'ambito del progetto BETHANYA in confronto con dati precedentemente ottenuti e con i dati derivanti da misure ottenute negli osservatori rappresentativi di tutti i settori dell'Artico [4]. I componenti principali dell'aerosol Artico sono risultati essere: l'aerosol marino primario, i solfati secondari di origine sia naturale che antropica e l'aerosol organico. Particolare attenzione è dedicata allo studio dell'impatto delle sorgenti antropiche trasportate dalle medie latitudini e di quelle di origine locale evidenziate attraverso i fattori di arricchimento rispetto alla composizione della crosta terrestre di selezionati metalli, la loro stagionalità e loro rapporti caratteristici. Il set di dati presentato può aiutare a ridurre le incertezze sia nella modellizzazione delle interazioni aerosol-clima pan-artico, che la quantificazione delle sorgenti. Questi modelli possono quindi essere utilizzati per prevedere l'evoluzione futura delle componenti del particolato atmosferico nell'Artico in vista della possibilità di attuazione di misure di mitigazione dell'inquinamento in Artico e il miglioramento degli inventari delle emissioni specifiche per regione.

### Bibliografia

- [1] Park et al., 2021. <https://doi.org/10.1029/2021GB006969>
- [2] Peters et al., 2011 [doi:10.5194/acp-11-5305-2011](https://doi.org/10.5194/acp-11-5305-2011)
- [3] Andrew et al. 2014. Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP)
- [4] Moschos et al., 2022. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac444b>

70\_O\_AP2\_B2

## Stima modellistica degli scambi Stratosfera-Troposfera in Antartide

Stefano Crocchianti<sup>1\*</sup>, Davide Putero<sup>2</sup>, Giacomo Labbri<sup>2</sup>, Paolo Cristofanelli<sup>3</sup>, Laura Tositti<sup>4</sup>, David Cappelletti<sup>1</sup>, Chiara Petroselli<sup>1</sup>, Alessandro Zappi<sup>4</sup>, Laura Laghi<sup>5</sup>, Domiziano Mostacci<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università di Perugia; <sup>2</sup> CNR - ISACTorino, CNR-ISAC Bologna, <sup>3</sup> Dipartimento di Chimica "G. Giamician", Università di Bologna, <sup>4</sup> Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Bologna

\* Corresponding author. Tel: +39 075 585.5515, E-mail: stefano.crocchianti@unipg.it

**Keywords:** Hysplit, NOAA, ERA5, tropopausa, stratosfera, ozono, <sup>7</sup>Be

Introduzione: gli apporti alla troposfera di aria proveniente dalla stratosfera si verificano preferenzialmente alle latitudini intermedie. Tuttavia si ritiene che vi possa essere un contributo significativo di aria stratosferica che scende verticalmente al di sopra del continente antartico. Tali quantità, tuttavia, sono difficili da determinare esclusivamente a partire da misure di concentrazione di ozono superficiale dal momento che diversi processi troposferici potrebbero contribuire alla sua formazione locale.

Metodi: l'origine delle masse d'aria che hanno raggiunto i siti recettori è stata calcolata per mezzo del modello Hysplit[1], implementato in un cluster di computer ospitato presso il gruppo Environmental Chemistry and Technologies del Dipartimento, impiegando dati di input ad alta risoluzione NOAA (USA). Le altezze della tropopausa sono state determinate a partire dalla rianalisi ERA5 del centro ECMWF impiegando due diversi algoritmi di implementazione del metodo WMO basato sugli andamenti della velocità di variazione della temperatura con l'altezza e, in aggiunta, sul valore soglia di 3.5 unità della Vorticità Potenziale [2]. L'altezza della tropopausa corrispondente a ciascun endpoint delle retrotraiettorie è stata determinata da un programma scritto appositamente per interpolare bilineamente nel quadrilatero di altezze della tropopausa che lo contenevano. Un ulteriore programma *wrapper* parallelo è stato scritto per il download automatico dei file NetCDF contenenti le altezze della tropopausa ERA5 ed il conseguente calcolo della porzione di retrotraiettoria residente in stratosfera.

Risultati: 24 traiettorie al giorno sono state calcolate nel periodo dal 15/9/2007 al 31/12/2022: fino al 31/5/2016 con risoluzione di 0.5x0.5° mentre per la restante parte con risoluzione di 0.25x0.25°. Le traiettorie sono state propagate per 240 ore a partire da un punto 10 m a.g.l. sulle stazioni South Pole, Concordia e Mario Zucchelli. Gli apporti stratosferici sono stati stimati come numero assoluto di punti della retrotraiettoria al di sopra della troposfera e come rapporto sulla lunghezza totale. L'esame di questi rapporti, con risoluzione oraria, mostra un'alternanza di periodi pluriennali di notevole apporto stratosferico con altri di scarsi contributi.

Conclusioni: la modulazione pluriennale degli scambi appare essere legata alla natura della circolazione atmosferica al di sopra del continente antartico. Sono in corso confronti con le modulazioni della concentrazione di ozono troposferico rilevato nei siti recettori e, limitatamente alla fine del periodo considerato, con la concentrazione di <sup>7</sup>Be al fine di evidenziare eventuali correlazioni.

### Bibliografia

[1] Stein A.F. et al. DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00110.1>

[2] Hoffmann L. et al. DOI: <https://doi.org/10.5194/acp-22-4019-2022>

71\_O\_QA2\_B2

## Valutazione di parametri ambientali in scenario naturale costiero e analisi composizionale tramite spettroscopia Raman e SEM-EDS

Nicole Mastromatteo<sup>1\*</sup>, Lia Drudi<sup>1</sup>, Davide Gallione<sup>1</sup>, Vincenzo Vaccaro<sup>1</sup>, Rossana Bellopede<sup>1</sup>, Marina Clerico<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria dell' Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI), Politecnico di Torino

\*Corresponding author: nicole.mastromatteo@polito.it

**Keywords:** sea spray, sali secondari, PM2.5, PM10, umidità relativa, vento

**Introduzione:** Il particolato atmosferico proveniente da scenari naturali costieri può essere costituito da sea spray, polveri minerali e particolato proveniente da sorgenti antropiche (1). Prendendo come riferimento lo scenario naturale costiero, sono state svolte tre campagne di misura nell'isola di Culuccia (SS), situata all'estremità settentrionale della Sardegna nei mesi di marzo, giugno e settembre 2023, al fine di monitorare e caratterizzare le componenti del particolato nelle diverse stagioni. Al termine di esse, il filtro in PTFE raccolto è stato analizzato tramite Raman e SEM-EDS (2,3).

**Metodi:** L'andamento delle concentrazioni di PM nelle varie frazioni granulometriche è stato misurato tramite un analizzatore di polveri (Palas Fidas 200S) al fine di ottenere l'andamento delle concentrazioni in massa delle diverse frazioni granulometriche di particolato, tra le quali PM2.5 e PM10. I parametri meteorologici (tra cui temperatura, pressione, umidità relativa, direzione e velocità del vento) sono stati misurati tramite una stazione meteo per tutta la durata della campagna di misura.

Al fine di individuare i composti principali presenti, il filtro su cui è stato raccolto il PM è stato osservato tramite spettroscopia Raman e SEM-EDS. Per ogni campagna di misura sono state analizzate circa 70 particelle.

**Risultati:** Gli andamenti delle concentrazioni delle varie frazioni di PM hanno confermato la correlazione con i principali parametri meteo-climatici. Le analisi hanno permesso di individuare le principali classi di composti trovate: frazione carboniosa, sali di formazione secondaria (nitrati e solfati), cloruro di sodio, silicati e alluminosilicati. Nelle campagne di marzo e giugno sono state trovate considerevoli quantità di nitrati e cloruro di sodio; al contrario nella campagna di ottobre sono state trovate notevoli quantità di diverse tipologie di solfati, con l'assenza di nitrati e cloruro di sodio.

**Conclusioni:** L'utilizzo combinato della spettroscopia Raman e SEM-EDS sulla stessa particella è un approccio innovativo che permette di ottenere l'identificazione delle singole particelle in maniera univoca. Gli elementi riscontrati nell'analisi composizionale confermano l'importante ruolo dei parametri meteo-climatici nella formazione e nella trasformazione delle particelle di aerosol in atmosfera. In particolare, l'aumento dell'umidità relativa porta ad un aumento della concentrazione in massa del particolato fine, che, insieme alla valutazione della temperatura, determinano la composizione chimica dei sali secondari inorganici.

### Bibliografia

- [1] Jacobson M. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511802287>
- [2] Cochran et al. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chempr.2017.03.007>
- [3] Morillas et al. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chempr.2017.03.007>

72\_O\_QA2\_B2

## Casi speciali per la caratterizzazione del particolato atmosferico: quadro di riferimento ed indagini svolte (Parte I)

Catia Balducci<sup>1\*</sup>, Francesca Marcovecchio<sup>1</sup>, Mariantonia Bencardino<sup>2</sup>, Francesco D'Amore<sup>3</sup>, Gianni Formenton<sup>4</sup>, Franco Schiavon<sup>4</sup>, Manuela Rovea<sup>4</sup>, Cristina Leonardi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> CNR IIA Montelibretti, Roma; <sup>2</sup> CNR IIA, UOS Rende; <sup>3</sup> CNR ICAR, Rende;

<sup>4</sup> ARPA Veneto, <sup>5</sup> CNR UOS, Roma

\* Corresponding author. Tel: +39 06 90672473, E-mail:catia.balducci@cnr.it

**Keywords:** *Accordo Reti Speciali, speciazione chimica, metalli, benzo(a)pirene, IPA*

**Introduzione:** Il decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, che recepisce nell'ordinamento italiano le Direttive Europee 2008/50/CE e 2004/107/CE, rappresenta il quadro normativo di riferimento per le attività di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente svolte sul territorio nazionale [1]. L'articolo 6 del decreto stabilisce che, oltre alle reti di monitoraggio ordinario dei principali inquinanti atmosferici, debbano essere istituite reti "speciali" da impiegare per rilevazioni aggiuntive, utili al fine di acquisire ulteriori informazioni su alcuni inquinanti di interesse e ad individuarne le variazioni geografiche e l'andamento a lungo termine delle concentrazioni. A tal riguardo, nel 2010 è stato stipulato un accordo tra l'allora Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), l'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IAA), l'Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA) e l'Istituto Superiore di Sanità (ISS).

**Metodi:** In collaborazione con le ARPA, sono stati preliminarmente individuati siti distribuiti su tutto il territorio nazionale, per lo svolgimento delle seguenti indagini: a) misura della concentrazione di massa e speciazione chimica di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> (EC ed OC, anioni e cationi) in sette stazioni di tipo urbano, di cui cinque classificate come di fondo, una di traffico ed una industriale; b) determinazione della concentrazione di massa di PM<sub>2.5</sub> e misura delle concentrazioni di EC/OC, piombo, arsenico, cadmio e nichel ad esso associate, in tre stazioni di fondo regionale; c) misura delle concentrazioni di benzo(a)pirene e altri IPA di rilevanza tossicologica su PM<sub>10</sub>, per la verifica della costanza dei rapporti, in dieci stazioni di tipo urbano (sei di fondo, tre di traffico e una industriale).

**Risultati:** In attuazione dell'accordo sono state messe a punto le istruttorie e le procedure utili a garantire l'acquisizione dell'ideale strumentazione, il campionamento, il trasporto dei campioni di PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> e le relative analisi necessarie per rilevare gli analiti sopra indicati. Il laboratorio analitico di ARPA Veneto, individuato come riferimento tramite apposito accordo, ha svolto tutte le determinazioni analitiche richieste per la caratterizzazione chimica del particolato su un periodo osservativo che ha avuto durata di circa tre anni, dal 2016 al 2019. I dati analitici ottenuti da ARPA Veneto sono stati poi armonizzati e caricati nel database appositamente creato per le Reti Speciali, e che costituisce il collettore dei risultati delle misurazioni previste per tutti i casi speciali di valutazione della qualità dell'aria richiesti dalla normativa di riferimento.

**Conclusioni:** L'esperienza acquisita nell'ambito di Reti speciali costituirà una preziosa base in vista delle integrazioni delle attività di monitoraggio che saranno richieste nella Nuova Direttiva sulla Qualità dell'Aria per tenere conto dell'aggiornamento delle Linee guida pubblicate, a settembre 2021, dall'Organizzazione Mondiale della Sanità [2].

### **Bibliografia**

[1] Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155. Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

[2] WHO global air quality guidelines, 2021. ISBN 978-92-4-003422-8.

73\_O\_QA2\_B2

## Online molecular composition of organic aerosols at an agricultural site in the Po Valley

Luca D'Angelo<sup>1\*</sup>, Julia David<sup>1</sup>, Mario Simon<sup>1</sup>, Alexander L. Vogel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Atmospheric and Environmental Sciences, Goethe-University Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany

\* Corresponding author. Tel: +39-3467322129, E-mail: dangelo@iau.uni-frankfurt.de

**Keywords:** organic aerosols, online mass-spectrometry, biomass burning, rural/agricultural site

Although the organic fraction of the fine atmospheric aerosol often accounts for more than half of the mass concentration, its chemical composition is still poorly understood. A number of different chemical compounds – with very low concentrations – contribute to this fraction but their chemical characterization is affected by the used targeted method, which requires an *a priori* knowledge of the compounds likely present in the analyzed samples. However, the development of mass spectrometers with high mass resolving power, such as the Orbitrap [1], together with soft-ionization techniques, has enabled a novel approach. This approach allows for the reliable assignment of molecular formulas to thousands of atmospheric organic tracers.

From late-September to early November 2023, we installed a temporary monitoring site in Schivenoglia (rural/agricultural background site in Mantua province), for the ALFA (*Aerosol Loadings in the Future Atmosphere*)-SKI measurement campaign, to investigate the chemical composition of organic aerosol (OA) and the influence of high concentrations of ammonia on the formation of secondary organic aerosol (SOA). In order to observe the aerosol size distribution, we used a Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS, size range 10-537 nm). Concentrations of the main inorganic water-soluble compounds ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ ) and the organic fraction were measured using an Aerosol Chemical Speciation Monitor (ACMS, near-PM<sub>1</sub>). Furthermore, to determine the online molecular composition of the PM<sub>2.5</sub> organic fraction, we deployed an Atmospheric Pressure Chemical Ionization (APCI) ion source-Orbitrap Mass Spectrometer, which was operated in both negative and positive polarity full-MS modes. The resulting data were analyzed by means of the Orbitool software, as described in Cai et al. (2021) [2]. This software, specifically developed for the online Orbitrap data, separates and integrates the signal peaks and leverages the high accuracy of the Orbitrap mass spectrometer to automatically assign molecular formulas to unknown species. Subsequently, we conducted a non-target screening and investigated the contribution of CHO, CHNO, CHOS, CHNOS, and CHN compounds in ambient aerosols.

Due to the meteorological variability and the transition from late-summer to fall, we were able to observe the evolution of the composition of organic aerosols based on changing atmospheric conditions. Additionally, the molecular tracers of biomass burning events will be shown, constituting one of the first recorded fingerprints of such an event. This work presents the initial results of the ALFA-SKI campaign and offers insights into the chemical composition of the organic fraction at an agricultural site in the Po Valley.

This project (grant nos. 410009325) has been supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG; German Research Foundation).

### Bibliografia

- [1] Q. Hu, R. J. Noll, H. Li, A. Makarov, M. Hardman, e R. Graham Cooks, «The Orbitrap: a new mass spectrometer», *J. Mass Spectrom.*, vol. 40, fasc. 4, Art. fasc. 4, apr. 2005, doi: 10.1002/jms.856.
- [2] R. Cai et al., «Orbitool: a software tool for analyzing online Orbitrap mass spectrometry data», *Atmos. Meas. Tech.*, vol. 14, fasc. 3, pp. 2377–2387, mar. 2021, doi: 10.5194/amt-14-2377-2021.

74\_O\_QA2\_B2

## Determinazione dell'acidità dell'aerosol in Pianura Padana: misure e stime modellistiche durante la campagna FAIRARI e confronto con trend decennali

Marco Paglione<sup>1\*</sup>, Stefano Decesari<sup>1</sup>, Matteo Rinaldi<sup>1</sup>, Mara Russo<sup>1</sup>, Dimitri Bacco<sup>2</sup>, Arianna Trentini<sup>2</sup>, Michela Comandini<sup>2</sup>, Christos Kaltsonoudis<sup>3,4</sup>, Andrea Baccarin<sup>5</sup>, Spyros N. Pandis<sup>3,4</sup>, Athanasios Nenes<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup>Ist. di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR, Bologna, Italia. <sup>2</sup> Ag. Reg. per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia (ARPAE) dell'Emilia-Romagna, Bologna, Italia. <sup>3</sup>Istituto di Ing. Chimica (ICE-HT), FORTH, Patrasso, Grecia.

<sup>4</sup>Dipartimento di Ing. Chimica, Univ. di Patrasso, Grecia.

<sup>5</sup>Scuola di Architettura, Ing. Civile e Ambientale, Politec. di Losanna (EPFL), Svizzera.

\* Corresponding author. Tel: +39 0516399560, email: m.paglione@isac.cnr.it

**Keywords:** *pH dell'aerosol, annular denuder, AMS, Modelli termodinamici, Pianura Padana.*

Il pH è una proprietà fondamentale dell'aerosol atmosferico che influenza la sua composizione, la sua concentrazione e la sua tossicità. La misura diretta del pH dell'aerosol è molto problematica, ma esistono modelli termodinamici specifici, come ISORROPIA-II [1], in grado di calcolare il pH delle particelle con un approccio rigoroso in base alla composizione chimica del particolato, alla temperatura (T) e all'umidità relativa (RH) ambientali. Fondamentale nella corretta determinazione del pH tramite questi modelli però è la misura (o la stima) della ripartizione in fase gas delle specie semivolatili (nitrato e ammonio in particolare), che tuttavia rimane raramente disponibile in set di dati ambientali a causa della difficoltà di misurazione delle specie gassose come l'ammoniaca (NH<sub>3</sub>) e soprattutto l'acido nitrico (HNO<sub>3</sub>) in atmosfera.

Nell'ambito della campagna intensiva FAIRARI (Fog and Aerosol InteRAction Research Italy) svoltasi presso la stazione rurale padana di San Pietro Capofiume (SPC), Bologna, nel periodo febbraio – giugno 2022, le concentrazioni atmosferiche di HNO<sub>3</sub> e NH<sub>3</sub> gassosi e del particolato a loro associato (in particolare nitrato, ammonio e solfato) sono state determinate tramite un campionatore denuder anulare dotato di inlet con taglio PM<sub>2.5</sub> (URG 2000). I dati raccolti su un totale di 28 campioni hanno permesso di quantificare la ripartizione gas-particolato di ammoniaca/ammonio e acido-nitrico/nitrato e studiare la loro dipendenza da parametri ambientali (come T e RH). Queste valutazioni hanno consentito di estendere le stime anche al periodo non coperto da misure dirette del denuder e di applicare ISORROPIA-II ai dati di spettroscopia di massa per aerosol (AMS) ad alta risoluzione temporale per calcolare il pH dell'aerosol a risoluzione oraria e valutarne così, per la prima volta nel sito, oltre all'andamento stagionale anche il ciclo diurno. Un confronto con campioni indipendenti di aerosol raccolti su filtro e misure on-line parallele di ammoniaca gassosa (con analizzatore a chemiluminescenza) ci ha consentito di validare l'approccio. I risultati mostrano un sostanziale accordo con gli studi precedenti [2] nella stagionalità del pH, con minimi estivi e massimi invernali, e un ciclo giornaliero del pH con minimi diurni sempre più accentuati col progredire verso la stagione calda. Confrontati con i trend decennali di acidità dell'aerosol disponibili per il sito [2], inoltre confermano la tendenza decrescente del pH dell'aerosol nella Pianura Padana con potenziali implicazioni importanti sulla qualità dell'aria nella regione che verranno approfonditi.

### Bibliografia

[1] Fountoukis and Nenes, 2007, <https://doi.org/10.5194/acp-7-4639-2007>

[2] Paglione et al., 2021, <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c00651>

75\_O\_SS2\_B2

## BLAnCA: uno strumento innovativo per la misura del coefficiente di assorbimento degli aerosol ad alta risoluzione spettrale

Tommaso Isolabella<sup>1,2</sup>, Vera Bernardoni<sup>3,4</sup>, Marco Brunoldi<sup>1,2</sup>, Muhammad Irfan<sup>1</sup>, Federico Mazzei<sup>1,2</sup>, Franco Parodi<sup>2</sup>, Paolo Prati<sup>1,2</sup>, Virginia Vernocchi<sup>2</sup>, Dario Massabò<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Genova, Genova

<sup>2</sup>I.N.F.N. Sezione di Genova, Genova

<sup>3</sup>Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano, Milano

<sup>4</sup>I.N.F.N. Sezione di Milano, Milano

\* Corresponding author. Tel: +39 010 3536408; [dario.massabo@unige.it](mailto:dario.massabo@unige.it)

**Keywords:** Aerosol absorption coefficient, Angstrom Absorption exponent

A causa delle proprietà di assorbimento e diffusione della radiazione elettromagnetica, il particolato atmosferico (PM) svolge un ruolo di primo piano nel bilancio energetico terrestre. Per poter comprendere appieno questo ruolo e prevenirne gli effetti, è più che mai importante caratterizzare nel dettaglio le sue proprietà ottiche, strettamente legate a quelle chimico-fisiche. Presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova, nell'ambito dell'esperimento **ISPIRA** (finanziato dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, *Integrazione di metodologie SPerimentali per la Ricerca sull'Aerosol carbonioso*) e del progetto **PRIN2017-RHAPS** (finanziato dal MUR, *Redox-activity and Health-effects of Atmospheric Primary and Secondary aerosol*), è stato sviluppato un nuovo strumento da banco per la determinazione delle proprietà ottiche del PM raccolto su filtro: **BLAnCA (Broadband Light Analyser of Complex Aerosol)** [1].

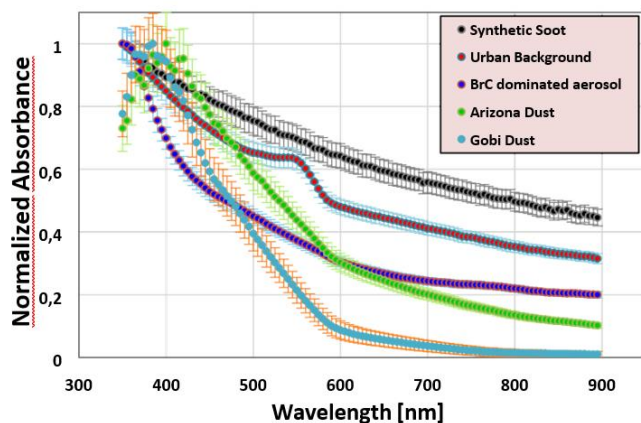


Figura 1: Assorbanza spettrale in funzione della lunghezza d'onda per diverse tipologie di aerosol raccolto su filtri in fibra di quarzo

spettrale 350 - 900 nm, con una risoluzione spinta (< 5 nm). Il grafico in figura mostra lo spettro di assorbanza di differenti tipologie di aerosol raccolto su filtro in fibra di quarzo: sono evidenti le differenze tra gli spettri presentati, con assorbimenti più o meno specifici totalmente insondabili nel caso di misure a bassa risoluzione spettrale. **BLAnCA** permette quindi di ricostruire la struttura fine del coefficiente di assorbimento della luce, evidenziando la presenza di assorbimenti in bande specifiche. Queste caratteristiche consentono di ottenere informazioni cruciali sul tipo di aerosol, sulla composizione, sulla variazione delle proprietà ottiche indotte dall'invecchiamento, e possono essere impiegati per studi di *source apportionment* avanzati. Verrà presentato lo strumento e alcuni esempi di spettri di assorbimento ad alta risoluzione di varie tipologie di aerosol, sia ambientali che prodotti nella camera di simulazione atmosferica **ChAMBRé**.

I componenti principali di **BLAnCA** sono 1) una sorgente luminosa ad alta intensità e ampio spettro (300 – 1200 nm) e 2) uno spettrometro ad alta risoluzione. Quest'ultimo è accoppiato ad una fibra ottica, montata su un braccio mobile automatizzato, in grado di ricostruire il profilo della luce diffusa dal campione sull'intero semipiano di diffusione con una **risoluzione di 1°**. Una volta misurati i profili di *scattering*, il calcolo del coefficiente di assorbimento avviene tramite l'utilizzo di un **modello di trasferimento radiativo**, in grado di correggere nativamente i principali artefatti legati a misure ottiche su filtro (*shadowing effect* e *multiple scatterings*) [2]. **BLAnCA** è in grado di misurare il coefficiente di assorbimento dell'aerosol nell'intervallo



### **Bibliografia**

[1] Isolabella et al., A new instrument prototype for aerosol light absorption measurements, *Nuovo Cimento C*, 2023. DOI:10.1393/ncc/i2023-23145-3.

[2] Hänel, G., Optical properties of atmospheric particles: complete parameter sets obtained through polar photometry and an improved inversion technique, 1994. *Appl. Optics*, 33, 7187-7199. DOI: 10.1364/AO.33.007187.

76\_O\_SS2\_B2

## Carbonio organico solubile in acqua in particolato atmosferico: metodi di misura a confronto

Antonio Pennetta<sup>1\*</sup>, Ermelinda Bloise<sup>1</sup>, Giuseppe Deluca<sup>1</sup>, Eva Merico<sup>1</sup>, Daniela Cesari<sup>1</sup>, Florin Unga<sup>1</sup>,  
Serena Potì<sup>1,2</sup>, Adelaide Dinoi<sup>1</sup>, Daniele Contini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima - ISAC-CNR, Lecce, 73100; <sup>2</sup>Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione, Università del Salento, Lecce;

\*Corresponding author. Tel: +39 832 422430, [E-mail: antonio.pennetta@cnr.it](mailto:antonio.pennetta@cnr.it)

**Keywords:** PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, WSOC, NPOC

**Introduzione:** Il 20~80% del carbonio organico (OC) è costituito da materia organica contenente un gran numero di specie solubili in acqua (1). Questa frazione rappresenta il carbonio organico solubile in acqua (WSOC) ed è costituita da specie in cui sono presenti gruppi funzionali come: COOH, COH, C=O, CONO<sub>2</sub>, CNO<sub>2</sub> e CNH<sub>2</sub> che possono influenzare direttamente l'igroscopicità e l'attività dei nuclei di condensazione dell'aerosol. L'origine del WSOC atmosferico è da imputare sia alle emissioni primarie di fonti antropiche e naturali, sia alla formazione secondaria attraverso reazioni chimiche di composti organici volatili (VOCs) in atmosfera (2). La determinazione del WSOC riveste quindi un ruolo importante della caratterizzazione del particolato atmosferico (PM). Questo studio mette a confronto due metodologie di misura del WSOC: il metodo che misura il carbonio organico totale (TOC) (3) ottenuto per differenza tra il carbonio totale (TC) e il carbonio inorganico (IC), ed il metodo che misura carbonio organico non volatile (NPOC) (4).

**Metodi:** Sono stati selezionati filtri di PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub> rappresentativi di un periodo annuale (2022), campionati in 4 differenti tipologie di sito nell'area di Lecce: Fondo urbano/suburbano FU/S; Traffico urbano TU; industriale/commerciale suburbano I/CS; Provincia PR. La determinazione del WSOC è stata effettuata sugli estratti acquosi mediante l'utilizzo dell'analizzatore TOC-L CPH (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan), eseguendo l'analisi con il metodo TOC ed il metodo NPOC. In parallelo è stato analizzato il contenuto di OC ed EC tramite il protocollo EUSAAR2 con analizzatore Sunset (Sunset Laboratory Inc., Tigard OR, USA).

**Risultati:** I valori di WSOC ottenuti con il metodo NPOC sono mediamente più bassi rispetto a quelli ottenuti con il metodo TOC; indipendentemente dalla stagionalità e dalla tipologia di frazione campionata (PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>) le differenze non sono statisticamente significative per valori inferiori a 5 µg/m<sup>3</sup>; la solubilità dell'OC è comparabile nelle due frazioni (circa 68%) e presenta una variabilità stagionale con valori maggiori di solubilità nel periodo freddo rispetto al periodo caldo.

**Conclusioni:** I risultati evidenziano che c'è un'ottima correlazione dei valori ottenuti con i due metodi utilizzati e, considerando che il metodo NPOC richiede una minor quantità di campione per l'esecuzione della misura, questo è da favorire nel caso in cui si è in presenza di valori bassi di WSOC al fine di migliorare la sensibilità.

### Bibliografia

- [1] Luo, Yuanyuan, et al. 2020. DOI: 10.1016/j.atmosres.2019.104668
- [2] Zhang, Xiaohui, et al. 2023. DOI: 10.1029/2009JD011736
- [3] Contini, Daniele, et al. 2014. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.10.127
- [4] Basis, Athanasios, et al. 2023 DOI: 10.3390/toxics11010059

77\_O\_SS2\_B2

## Sviluppo di nuovi strumenti e servizi per la ricostruzione della massa del PM presso l'European Mass Calibration Centre (EMC2) di ACTRIS

Cosimo Fratticioli<sup>1,2\*</sup>, Giulia Calzolai<sup>2</sup>, Luca Carraresi<sup>1,2</sup>, Fabio Giardi<sup>2</sup>, Franco Lucarelli<sup>1,2</sup>, Marco Manetti<sup>2</sup>, Anna Mazzinghi<sup>1,2</sup>, Silvia Nava<sup>1,2</sup>, Chiara Ruberto<sup>1,2</sup>, Lorenzo Sodi<sup>2</sup>, Francesco Taccetti<sup>2</sup>, Massimo Chiari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Firenze, via G. Sansone 1, 50019, Sesto Fiorentino;

<sup>2</sup>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), via G. Sansone 1, 50019, Sesto Fiorentino

\* *Corresponding author. Tel: +39 0554572625, E-mail: cosimo.fratticioli@unifi.it*

**Keywords:** *Composizione elementale, EC/OC, XRF, Xact 625i*

La ricostruzione della massa totale del particolato atmosferico risulta fondamentale per poterne studiare le sorgenti emissive e quindi quantificarne correttamente l'impatto su ambiente e salute. Misure della composizione elementale tramite tecniche di Ion Beam Analysis (IBA), in particolare tramite PIXE (Particle Induced X-ray Emission), sono eseguite da oltre 30 anni con l'acceleratore Tandem da 3 MV del LABEC, il Laboratorio di tecniche nucleari per l'Ambiente e i Beni Culturali dell'INFN a Firenze, in aggiunta alla misura della concentrazione di EC/OC tramite metodi termo ottici [1]. Inoltre, dal 2020 il laboratorio è designato come European Mass Calibration Centre (EMC2) all'interno dell'European Centre for Aerosol Calibration and Characterization (CAIS-ECAC) di ACTRIS. In questo contesto, i recenti investimenti all'interno del progetto PNRR ITINERIS (Italian Integrated Environmental Research Infrastructures System) hanno dato luogo a nuove attività volte ad ottimizzare i metodi attualmente disponibili per la misura della composizione elementale e della concentrazione di EC/OC nel PM. Fra queste, è in corso un lavoro volto alla caratterizzazione dello strumento Xact 625i, che è utilizzato per la misura in Near Real Time (NRT) della composizione elementale del PM per elementi con  $Z > 12$  e che può presentare differenze significative rispetto a metodi di riferimento per la misura della composizione elementale [2,3]. In parallelo, è in corso di sviluppo un sistema XRF compatto per l'analisi della composizione elementale del PM in NRT che abbia una buona sensibilità anche per elementi a basso Z (Na, Mg, Al). Questi elementi, infatti, risultano traccianti fondamentali di numerose sorgenti naturali e non sono al momento misurabili (o lo sono, ma con scarsa sensibilità) con lo Xact 625i. Primi confronti fra le misure ottenute col sistema XRF e lo Xact 625i hanno mostrato come buoni limiti di rivelabilità siano ottenibili utilizzando un sistema XRF compatto che possa essere installato in un campionatore orario per fornire misure in NRT. Infine, l'acquisto di un nuovo analizzatore di EC/OC tramite metodi termo-ottici (Sunset Laboratory Inc.), equipaggiato di autocampionatore, che affiancherà quello già presente, permetterà di aumentare notevolmente le capacità di analisi del laboratorio. L'accesso da parte di utenti esterni, italiani e stranieri, per eseguire misure PIXE verrà fornita dal progetto ITINERIS. I principali risultati ottenuti sulla caratterizzazione dello Xact 625i e lo sviluppo di un prototipo di setup XRF per misure in NRT della composizione elementale del PM verranno presentati, insieme alle modalità di accesso al laboratorio.

### **Bibliografia**

[1] Chiari M. et al. 2021. DOI: 10.1140/epjp/s13360-021-01411-1

[2] Furger M. et al. 2017. DOI: 10.5194/amt-10-2061-2017

[3] Tremper A. et al. 2018. DOI: 10.5194/amt-11-3541-2018

78\_O\_SS2\_B2

## Flussi di particelle ultrafini size-segregated rilevati mediante eddy-covariance utilizzando diversa strumentazione

Marianna Conte<sup>1\*</sup>, Daniele Contini<sup>2</sup>, Francesca Costabile<sup>1</sup>, Gianluca Di Iulio<sup>1</sup>, Stefania Argentini<sup>1</sup>, Giampietro Casasanta<sup>1</sup>, Luca Di Liberto<sup>1</sup>, Armando Pelliccioni<sup>3</sup>, Andreas Held<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC), Consiglio Nazionale delle Ricerche(CNR), Roma; <sup>2</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC), CNR, Lecce; <sup>3</sup>Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, Inail, Roma; <sup>4</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali, Università di Berlino

\* Corresponding author: m.conte@isac.cnr.it

**Keywords:** *particelle ultrafini, flussi turbolenti, eddy-covariance*

Lo studio proposto riguarda misure di flussi turbolenti di particelle ultrafini (<100 nm), nel sito di misurasuburbano CIRAS (Cnr Isac Rome Atmospheric obSservatory) di Tor Vergata, al fine di testare un set- up sperimentale innovativo. Le misure di flussi turbolenti e concentrazione di particelle sono state collezionate in contemporanea, nel periodo compreso tra il 25 settembre e il 6 ottobre 2023, utilizzando un Fast Mobility Particle Sizer (TSI FMPS), un Mixing-type Condensation Particle Counter (Brechtel MCPC1720) come strumento di riferimento ed un anemometro ultrasonico (Metek usonic-3). Inoltre, è stato impiegato un contatore di ioni (Airel CIC) per misure rapide di concentrazione di ioni atmosferici sub-2nm e un micro-etalometro (Aethlabs MA-200) per misurazioni della concentrazione di BC. Il sistema di misura è uno sviluppo del sistema utilizzato nella caratterizzazione dei flussi di particelle urbani da traffico veicolare nella città di Lecce [1]. Le misure collezionate da FMPS hanno consentito la stima di flussi di particelle in modalità size-segregated (5.6-560 nm) attraverso il metodo dell'eddy-covariance ad una risoluzione temporale di 1 Hz. Gli andamenti delle concentrazioni (medie a 30 minuti) ed i flussi in numero di particelle calcolati da FMPS sono stati confrontati con analoghe misure provenienti dal MCPC ad una risoluzione temporale di 10 Hz. Un primo confronto tra le stime delle concentrazioni di particelle (Fig.1) indica un buon accordo tra i due set-up di misura.

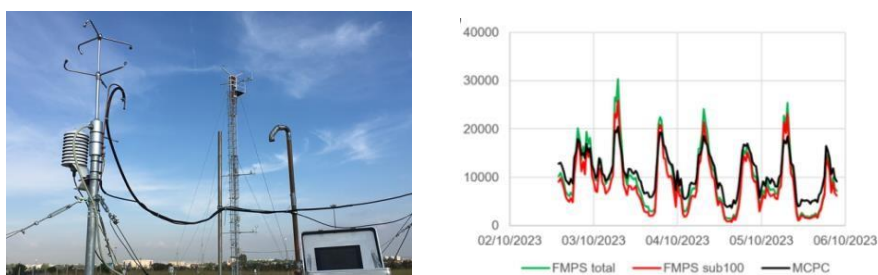


Fig.1 A sinistra, vista del set-up sperimentale, a destra le concentrazioni di particelle con FMPS (totale in verde, sub-100nm in rosso) e MCPC (in nero).

Si analizzeranno i flussi verticali di particelle, valutati in modalità size-segregated, correlandoli con la micrometeorologia locale. I risultati permetteranno di ottimizzare la strategia di misura di concentrazioni, distribuzioni dimensionali e flussi verticali di particelle ultrafini in una prossima campagna sperimentale nell'area urbana di Roma all'interno del progetto PNRR (Centro Nazionale per la Biodiversità, NBFC). Il lavoro è stato realizzato nell'ambito del programma Short Term Mobility 2023 per la promozione della collaborazione internazionale tra CNR ed Istituzioni di ricerca straniere.

### Bibliografia

[1] Conte et al. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.040>

79\_O\_SS2\_B2

## From the loading parameter to the multiple scattering: how to invert aethalometer data to compute C

L. Ferrero<sup>1</sup>, N. Losi<sup>1</sup>, M. Rigler<sup>2</sup>, A. Gregorič<sup>2,3</sup>, C. Colombi<sup>4</sup>, L. D'Angelo<sup>4,5</sup>, E. Cuccia<sup>4</sup>, A.M. Cefali<sup>1,6</sup>, I.Gini<sup>1</sup>, A. Doldi<sup>1</sup>, S. Cerri<sup>1</sup>, P. Maroni<sup>1</sup>, D. Cipriano<sup>6</sup>, P. Markuszewski<sup>7,8</sup>, E. Bolzacchini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GEMMA and POLARIS Centre, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Italy; <sup>2</sup>Aerosol d.o.o., Ljubljana, Slovenia;

<sup>3</sup>Center for Atmospheric Research, University of Nova Gorica, Slovenia; <sup>4</sup>ARPA Lombardia, Air Quality Department, Milan, Italy; <sup>5</sup>Institute for Atmospheric and Environmental Sciences, Goethe-University Frankfurt, Germany; <sup>6</sup>RSE – Ricerca sul Sistema Energetico S.p.A., Milano, Italy; <sup>7</sup>Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Sopot, Poland; <sup>8</sup>Bolin Centre for Climate Research and Department of Environmental Science, Stockholm University, Sweden.

\* Corresponding author. Tel: +39 0264482814, [luca.ferrero@unimib.it](mailto:luca.ferrero@unimib.it)

**Keywords:** multiple scattering, aethalometer, optical properties, Po Valley, Arctic

Light-absorbing aerosols heat the atmosphere; an accurate quantification of their absorption coefficient is mandatory[1]. However, standard reference instruments (CAPS, MAAP, PAX, PTAAM) are not always available at each measuring site around the world[2].

By integrating all the scientific findings in literature[3-9], it emerges a possible relationship between the loading compensation factor and the multiple scattering enhancement factor C. Therefore the AE33 filter loading parameter, provided by the dual-spot algorithm, were used to determine the multiple scattering enhancement factor from the Aethalometer itself (hereinafter CAE) on a yearly and a monthly basis. It can be demonstrated that:

$$C_{AF} = C_{ref} + \alpha_{AF} \frac{m \cdot (1 - 50 \cdot k) - 50 \cdot k}{50 \cdot k} \quad (1)$$

where k represents the Aethalometer loading parameter, C<sub>ref</sub> represents the reference multiple-scattering filter parameter (that depends only on the filter properties) and α<sub>AE</sub> represents the backscattered fraction of the aerosol collected on a filter tape (estimated during the present work).

The method was developed in Milan, where Aethalometer measurements were compared with MAAP data. The comparison showed a good agreement in terms of equivalent black carbon (R<sup>2</sup> = 0.93; slope=1.02 and a negligible intercept=0.12 μg m<sup>-3</sup>) leading to a yearly experimental multiple scattering enhancement factor of 2.51±0.04 (hereinafter CMAAP). On a yearly time base the CAE values obtained using the new approach was 2.52±0.01, corresponding to the experimental one (CMAAP). Considering the seasonal behavior, higher experimental CMAAP and computed CAE values were found in summer (2.83±0.12) whereas, the lower ones in winter/early-spring (2.37±0.03), in agreement with the single scattering albedo behaviour in the Po Valley (0.740±0.009 and 0.917±0.001 in winter and summer).

Overall, the agreement between the experimental CMAAP and CAE showed a root mean squared error of just 0.038 on the CMAAP prediction, characterized by a slope close to 1 (1.001±0.178), a negligible intercept (-0.002±0.455) and a high degree of correlation (R<sup>2</sup>=0.955). From an environmental point of view, the application of a dynamic (space/time) determination of CAE increases the accuracy of the aerosol heating rate (compared to applying a fixed C value) up to 16% solely in Milan, and to 114% when applied in the Arctic at 80°N [10]. This work opened the way to automatically determine the multiple scattering enhancement parameter C from the Aethalometer loading compensation data.

## References:

- [1] Bond, T.C., et al. 2013. *Journal of Geophysical Research*, 118, 1–173, doi:10.1002/jgrd.50171.
- [2] Backman, J., et al. 2017. *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 5039–5062, <https://doi.org/10.5194/amt-10-5039-2017>.
- [3] Weingartner, E., et al. 2003. *Journal of Aerosol Science*, 34(10), 1445–1463, doi:10.1016/S0021-8502(03)00359-8.
- [4] Arnott, W. P., et al. 2005. *Aerosol Science and Technology*, 39(1), 17–29, doi:10.1080/027868290901972.
- [5] Schmid, O., et al. 2006. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6(11), 3443–3462, doi:10.5194/acp-6-3443-2006.
- [6] Collaud Coen M., et al. 2010. *Atmos. Meas. Tech.*, 3, 457–474.
- [7] Drinovec, L., et al. 2015. *Atmospheric Measurement Techniques*, 8(5), 1965–1979, doi:10.5194/amt-8-1965-2015.
- [8] Drinovec, L., et al. 2017. *Atmospheric Measurement Techniques* 10, 1043–1059. doi:10.5194/amt-10-1043-2017.
- [9] Virkkula, A., et al. 2015. *Atmospheric Measurement Techniques* 8, 4415–4427. doi:10.5194/amt-8-4415-2015.
- [10] Ferrero, L., et al. 2024. *Science of the Total Environment*, 917. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.170221.

80\_O\_SS2\_B2

## Sensori intelligenti per la valutazione dell'impatto di soluzioni basate sulla natura (NBS) in area urbana

Marco Brunoldi<sup>1,2\*</sup>, Elena Abd El<sup>1,2</sup>, Elena Gatta<sup>1</sup>, Muhammad Irfan<sup>1,2</sup>, Tommaso Isolabella<sup>1,2</sup>, Federico Mazzei<sup>1,2</sup>, Dario Massabò<sup>1,2</sup>, Franco Parodi<sup>2</sup>, Paolo Prati<sup>1,2</sup>, Virginia Vernocchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Università di Genova, Dipartimento di Fisica, Genova;

<sup>2</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Genova, Genova

\* Corresponding author. Tel: +39 010 335 6270, E-mail: marco.brunoldi@unige.it

**Keywords:** Aerosol, Air quality, PM2.5, PM10

Introduzione: UNaLab<sup>[1]</sup> è un progetto finanziato nell'ambito del programma di ricerca e innovazione dell'Unione europea Horizon 2020 con la partecipazione di partner provenienti da diverse città europee ed extra europee.

Le tre città capofila del progetto - Eindhoven, Tampere e Genova - attraverso la creazione di aree dimostrative *Urban Living Lab (ULL)* stanno sperimentando, dimostrando e valutando una serie di soluzioni indirizzate agli stakeholder ed ai cittadini locali basate sulla natura e finalizzate alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici e alla gestione sostenibile delle risorse idriche, condividendo le loro esperienze con le città follower europee ed extra europee.

I risultati del progetto contribuiranno allo sviluppo di un quadro di riferimento europeo NBS sui benefici, l'efficacia dei costi, la fattibilità economica e la replicabilità delle soluzioni basate sulla natura fornendo linee guida per l'attuazione delle NBS in aree urbane.

Metodi: Nella città di Genova due centraline (Sensit™ Ramp) per il monitoraggio meteorologico (P,T, RH) e della qualità dell'aria (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>), precedentemente testate e calibrate presso la camera di simulazione atmosferica ChAMBRé, sono state installate nella zona del parco urbano Gavoglio, di recente costruzione. Il parco intende creare un'area pubblica accogliente e sostenibile attraverso l'implementazione di spazi verdi per aumentare la biodiversità e diminuire lo stress termico urbano e la qualità dell'aria, garantendo un ecosistema ben funzionante. Le centraline sono state posizionate rispettivamente all'interno e all'esterno del perimetro del parco stesso per monitorare eventuali differenze statisticamente significative nei valori dei parametri misurati e trarre conclusioni sugli effetti delle NBS adottate.

Risultati: le centraline stanno raccogliendo dati da Giugno 2021 e tutti i dati sono disponibili per analisi offline. Dal confronto con dati registrati da centraline ARPA Liguria in siti limitrofi all'area di studio ([https://opas.isprambiente.it/str\\_dataview](https://opas.isprambiente.it/str_dataview)) è emersa una buona compatibilità con i parametri registrati presso il parco urbano. Purtroppo, il ritardo accumulato nell'allestimento del parco urbano non ha consentito finora di effettuare un confronto affidabile tra i parametri registrati all'esterno e all'interno dell'area del progetto.

Conclusioni: È stato necessario il prolungamento della campagna di misure per raccogliere dati sufficienti per la valutazione dell'efficacia delle azioni del progetto sulla qualità dell'aria nell'area di studio. Gli ultimi dati disponibili saranno illustrati a PM2024.

### Bibliografia

[1] Sito ufficiale del progetto UNaLab – url: <https://unalab.eu/en>

81\_O\_IEP\_B2

## A study of the chemical composition and hygroscopic properties of atmospheric aerosol for flashover prevention in Italian power grid

Irene Gini<sup>\*1</sup>, Alessandra Balzarini<sup>1</sup>, Guido Pirovano<sup>1</sup>, Anna Maria Toppetti<sup>1</sup>, Lucio Fialdini<sup>1</sup>, Giovanni Pirovano<sup>1</sup>, Paolo Omodeo<sup>1</sup>, Massimo Marzinotto<sup>3</sup>, Amedeo Manuel Cefalì<sup>1,2</sup>, Niccolò Losi<sup>2</sup>, Andrea Doldi<sup>2</sup>, Ezio Bolzacchini<sup>2</sup>, Luca Ferrero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> RSE S.p.A., Via Rubattino 54, 20134, Milano; <sup>2</sup> University of Milano-Bicocca, Piazza della Scienza, 1, 20126, Milano; <sup>3</sup> Terna S.p.A., Via Benigni, 00156, Roma

\* Corresponding author. E-mail: irene.gini@unimib.it

**Keywords:** Atmospheric pollution, Hygroscopicity, Insulators, Flashover

Atmospheric pollution poses a relevant concern for the stability and reliability of national power lines. Elevated surface contamination of overhead transmission lines tempered-glass insulators, due to pollutant deposition, has the potential to induce surface discharges on the insulators, leading to possible service disruptions and financial implications. Insulators, even if polluted, remain quiescent when dry. However, under high ambient humidity conditions (e.g. dew, fog, rain), hygroscopic aerosol particles collected on insulators can dissociate into ions, forming a conductive layer which may lead to flashover events<sup>1</sup>.

Understanding the chemical composition of aerosol deposit and its phase transitions is essential to uncover the mechanisms governing this phenomenon and preventing it. The chemical composition of aerosol samples collected along Italy during a three-years campaign (2016-2018) was determined by means of ion chromatography analysis and thermo-optical and X-Ray techniques. Moreover, based on the ambient chemical composition, synthetic aerosol was generated and deposited on glass specimens allowing to determine the deliquescence and crystallization relative humidity (DRH and CRH) and the conductance in an Aerosol Exposure Chamber (AEC) in relation to changes in relative humidity (RH). The Italian territory was divided in three macroregions: MR1 (the islands), MR2 (the south-western regions), MR3 (the north-eastern regions). The ion chromatography analysis revealed a soluble inorganic composition dominated by  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$ , followed by crustal ions ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) and a negligible amount of  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ; the thermo-optical and X-Rays techniques indicated a small quantity of Black Carbon, substantial water-insoluble organic matter, and various crustal and metallic elements (Al, Fe, Ti, Zn ...). The humidograms obtained in AEC for the three MRs showed a mass variation linked to water vapor absorption, with hysteresis cycle shapes and DRH and CRH values dependent on chemical composition. DRH values were greater in MR1 (71±1% RH) and decreasing in MR3, (62±1% RH), consistent with the sulfate/nitrate ratio of the MRs. Conductivity increased during the humidification phase, peaking at 90% RH, with the highest values in MR1 (6.314  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), and remained high during the humidification phase due to the increase in ions concentration<sup>2</sup>, until the crystallization occurs.

This study examined the chemical composition of aerosol deposits on Italian power line insulators for the first time. The findings revealed the presence of a hazardous inorganic ions layer on insulators surface which generate sharp phase transitions of the deposited material based on RH. The subsequent increase in conductance poses a risk of flashover events. Therefore, it's essential to take measures to prevent these phenomena (e.g. developing a hydrophobic coating to reduce wetting effect caused by ambient humidity).

### Bibliografia

[1] Karady G., G. and Amarh, F. (1999) Proceedings of the IEEE Power Engineering Society Transmission and Distribution Conference, 2, 806–811.

[2] Gini, I.; Balzarini, A.; Pirovano, G.; Toppetti, A.M.; Fialdini, L.; Omodeo, P.; Pirovano, G.; Marzinotto, M.; Mancini, A.; Losi, N.; et al. On the Chemical Composition and Hygroscopicity of Aerosols Deposited on the Insulators of Italian Power Lines. *Appl.*



82\_O\_IEP\_B2

## Osservazioni sulle concentrazioni di diossine, furani e IPA misurati durante situazioni emergenziali quali gli incendi

U. Dal Santo<sup>1</sup>, E. Cuccia<sup>1</sup>, C. Colombi<sup>1</sup>, G. Lanzani<sup>1</sup>, A. De Martini<sup>1</sup>, P. Carli<sup>1</sup>, G. Siliprandi<sup>1</sup>, L. Carroccio<sup>1</sup>, M. Grillo<sup>1</sup>, L. Clerici<sup>1</sup>, M. Astori<sup>1</sup>, J. Tarlassi<sup>1</sup>, N. Leoni<sup>1</sup>, A. Ballarin<sup>1</sup>, A. De Gregorio<sup>1</sup>, A. Sironi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Arpa Lombardia, Milano, 20124, Italy

**Keywords:** diossine, IPA, incendi, attività emergenziali

Nell'ambito delle attività condotte in emergenza, Arpa Lombardia effettua il monitoraggio della qualità dell'aria durante e successivamente ad incendi della durata di più di sei ore, con la finalità di valutare l'impatto in aree abitate interessate dalla ricaduta dei fumi dell'incendio. Nelle varie situazioni sono stati monitorati diversi inquinanti, tra cui gli IPA, le diossine (PCDD) ed i furani (PCDF), attraverso il campionamento con sistemi ad alto volume [1]. Tali microinquinanti possono tra l'altro essere considerati come traccianti dei fumi dell'incendio in quanto la loro formazione è favorita nelle combustioni incontrollate di materiale solido di natura eterogenea. La complessità della valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria nasce dal fatto che la concentrazione di questi microinquinanti è molto variabile, dipendendo da numerosi fattori quali, ad esempio, le condizioni meteorologiche e l'orografia della zona, oltre alla tipologia e la quantità dei materiali bruciati. Altri elementi che possono influire sulla dispersione dei fumi e sulle loro caratteristiche chimico sono sia le modalità operative attuate dai Vigili del Fuoco per lo spegnimento dell'incendio, sia se l'incendio avviene in campo libero o all'interno di un ambiente chiuso.

Per effettuare una prima valutazione delle emissioni relative ad un incendio, sono state considerate le concentrazioni di PCDD/DF e IPA misurate in più di 80 incendi avvenuti tra il 2013 ed il 2023.

Gli incendi considerati presentano concentrazioni totali equivalenti di PCDD/DF molto diverse tra loro, ovvero nell'intervallo tra 1 e 100000 fgTEQ/m<sup>3</sup>. Anche le concentrazioni dei singoli PCDD/DF sono risultate molto diverse tra un incendio e l'altro, sia in termini assoluti sia in termini relativi. Sono stati quindi costruiti i profili emissivi degli incendi considerati, ovvero le concentrazioni di PCDD e PCDF relative rispetto alla somma totale di essi, ed è stata effettuata un'analisi dell'impronta delle diossine. L'analisi è stata anche effettuata sulle concentrazioni di IPA, anche mediante il confronto con i valori rilevati nelle stazioni fisse non durante le emergenze.

La classificazione dei profili di PCDD/DF e di IPA è stata effettuata utilizzando diversi approcci, tra cui l'analisi a cluster e la PCA, nel tentativo di associare tali classi alle caratteristiche principali di un incendio.

In ultimo, allo scopo di tenere in considerazione tutte le fasi di un incendio, sono state valutate le concentrazioni rilevate durante tutti i giorni interessati dall'evento, fino al completo spegnimento.

### Bibliografia

[1] Basi tecniche per la definizione delle azioni di Arpa Lombardia durante eventi emergenziali relativi a incendi, <https://www.snambiente.it/snpa/arpa-lombardia/emergenza-incendi-dallesperienza-di-arpalombardia-nasce-una-linea-guida-operativa/>

83\_O\_IEP\_B2

## Nature-based Solutions (NbS) per la mappatura spaziale delle componenti diPM emesse da incendi in contesti urbani

Alice Zara<sup>1\*</sup>, Francesco Barisano<sup>1</sup>, Caterina Tiraboschi<sup>2</sup>, Silvia Canepari<sup>1</sup>, Lorenzo Massimi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Biologia Ambientale, DBA, Sapienza Università di Roma, Roma 00185;

<sup>2</sup> Dipartimento di Sanità pubblica e malattie infettive -DPSMI, Sapienza Università di Roma, Roma00185

\* Corresponding author. Tel: 3293271716, E-mail: alice.zara@uniroma1.it

**Keywords:** incendio, biomonitoraggio, deposizione fogliare, particolato totale sospeso, metalli, mappatura spaziale

Nel corso degli ultimi anni, a causa dell'incremento delle temperature, si è assistito a un progressivo aumento degli incendi sia in aree naturali che in contesti urbani. Questi eventi portano ad un notevole aumento delle concentrazioni di particolato atmosferico (PM) e possono avere un elevato impatto sulla salute della popolazione esposta. La valutazione dell'esposizione della popolazione alle polveri rilasciate da questi eventi occasionali richiede l'installazione di campionatori in più siti nell'area di interesse e lo studio della distribuzione spaziale delle diverse componenti di PM emesse. Tuttavia, a seguito di un incendio, spesso non è possibile intervenire tempestivamente con l'installazione di un elevato numero di dispositivi per il campionamento delle polveri e ciò comporta l'acquisizione di campioni utilizzando strumentazioni costose, a diversi giorni dall'evento e su pochi punti di misura. Il 9 luglio 2022, si è verificato un incendio che ha interessato diversi autodemolitori nel quadrante Est dell'area urbana di Roma, portando all'esposizione di più di 60.000 residenti a concentrazioni elevatissime di numerosi composti tossici. Per valutare l'esposizione della popolazione residente a diverse componenti delle polveri rilasciate dall'incendio è stato applicato un approccio basato sulle Nature-based Solutions (NbS) che ha consentito, grazie alla partecipazione attiva dei cittadini residenti, di ottenere rapidamente e con costi ridotti un elevato numero di campioni su numerosi punti di misura attraverso l'utilizzo di specie arboree invasive presenti sul territorio. Questo approccio ha previsto il campionamento e l'analisi chimica del particolato totale sospeso (PTS) depositato sulle lamine fogliari della specie *Ailanthus altissima* in 24 siti distribuiti omogeneamente nell'area interessata dall'incendio (circa 15 Km<sup>2</sup>). Per ciascun sito, sono stati effettuati campionamenti delle foglie di *A. altissima* sia nei giorni successivi all'incendio che a un anno di distanza. Le polveri depositate sulle foglie sono state estratte in acqua deionizzata e analizzate per 40 elementi mediante ICP-MS. Le foglie sono state poi essiccate e mineralizzate per valutare la concentrazione degli elementi adsorbiti dalle lamine fogliari. Le concentrazioni elementari ottenute nei 24 siti di misura sono state interpolate mediante distanza inversa ponderata (IDW) e mappate in GIS per geo-referenziare la loro distribuzione nell'area di studio [1]. Sono stati individuati traccianti elementari sia di sorgenti emissive presenti sul territorio come il traffico veicolare (Fe, Mn) e la risospensione di suolo (Be, Co e Zr) che di diverse componenti di PM emesse dall'incendio attraverso combustione di biomasse (Cs, Li e Rb), freni, copertoni (Sn, Zn) e carrozzerie (Al, Nb, Sn) delle automobili. L'emissione di queste componenti è risultata di 10 volte superiore rispetto a quelle determinate un anno dopo l'incendio. Le lamine fogliari sono risultate efficienti per l'adsorbimento di specie prevalentemente solubili nel PM. Infine, le mappe di concentrazione dei traccianti hanno consentito di localizzare le aree a maggior impatto delle diverse componenti di PM. In conclusione, questo approccio è risultato molto efficiente per una valutazione a basso costo della variabilità spaziale dei traccianti sia di diverse sorgenti emissive tipicamente urbane, come il traffico e la combustione di biomasse, che di sorgenti occasionali come gli incendi.

### Bibliografia

[1] Massimi L. et al. 2020. DOI : 10.1016/j.atmosres.2020.105060

84\_O\_TO2\_B2

## Particle toxicity and air quality standards. A focus on the Po Valley, Italy.

Marco Ravina<sup>1\*</sup>, Roberta De Maria<sup>2</sup>, Marilena Maringo<sup>2</sup>, Milena Sacco<sup>2</sup>, Luisella Bardi<sup>2</sup>, Annalisa Bruno<sup>2</sup>, Deborah Panepinto<sup>1</sup>, Mariachiara Zanetti<sup>1</sup>, Enrico Brizio<sup>2</sup>, Secondo Barbero<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Department of Environment, Land and Infrastructure Engineering, Politecnico di Torino;

<sup>2</sup> Environmental Protection and Research Agency of Piedmont (ARPA Piemonte)

\* Corresponding author. Tel: +39 0110907699, E-mail: marco.ravina@polito.it

**Keywords:** atmospheric aerosols, particle toxicity, air quality planning, Po Valley

**Introduction:** Northern Italy still has difficulties complying with EU air quality standards, despite strong emission reductions. In the colder seasons, wind speed, PBL height, and atmospheric pressure occurring in the Po basin are three to five times less efficient in dispersing pollutants if compared to other European regions [1]. Different regions also show different aerosols composition, resulting in a changing toxic impact on human health. The characterization of aerosols toxicity is gaining importance, as it could act as a key point for the development of air quality planning policies. To this end, toxicity ranking methods have been recently proposed by researchers.

**Methodology:** In this study, the toxicity of PM<sub>10</sub> in different sites worldwide was calculated and compared. The PM<sub>10</sub> source apportionment and concentration trend were analysed based on data reported in the literature. The results of the LIFE PREPAIR project (<https://www.lifeprepare.eu/>) were also considered in this study. To evaluate particle toxicity, the methodology proposed by Park et al.

[2] was applied. This method is based on the analysis of multiple biological and chemical endpoints, that were integrated for various source-specific aerosols to derive toxicity scores for particles originating from different sources. Average PM<sub>10</sub> toxicity of rural and urban sites was thus calculated based on the average chemical composition.

**Results:** the results showed that, on average, toxicity ranking of rural sites was lower than that of urban areas. In addition, the average contribution of secondary inorganic aerosols to the overall PM toxicity was analysed. A significant variability was observed among different sites. In the second phase of the study, the temporal variability of PM composition and toxicity of a rural and a urban area in the Po Valley was analysed and compared. Time series of toxicity-weighted concentration were defined.

**Conclusion:** The results reported show that, despite toxicity ranking methods are still not consolidated, if coupled with advanced PM source apportionment, reliable toxicity and epidemiological analyses, they could represent important tools to build a new consistent health metric for ambient PM.

**Acknowledgement:** Part of the data used in this study were elaborated in the PREPAIR - LIFE 15 IPEIT013 project – Action D6.

### References

[1] Robotto et al. (2022), <https://doi.org/10.3390/atmos13050642>

[2] Park, M. et al. (2018), <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35398-0>

## Variabilità spaziale e temporale del PM e della sua tossicità nell'area di Lecce

\*Serena Poti<sup>1,4</sup>, Eva Merico<sup>1</sup>, Marianna Conte<sup>2</sup>, Florin Unga<sup>1</sup>, Daniela Cesari<sup>1</sup>, Adelaide Dinoi<sup>1</sup>, MariaRachele Guascito<sup>1,3</sup>, Anna Rita De Bartolomeo<sup>3</sup>, Alessandro Carlino<sup>3</sup>, Antonio Pennetta<sup>1</sup>, Ermelinda Bloise<sup>1</sup>, Giuseppe Egidio De Benedetto<sup>5</sup>, Roberto Ferrera<sup>6</sup>, Enrico Bompadre<sup>6</sup>, Daniele Contini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Lecce; <sup>2</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Rome; <sup>3</sup>Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali DiSTeBA, Università del Salento, Lecce; <sup>4</sup>Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione, Università del Salento, Lecce; <sup>5</sup>Dipartimento di Beni Culturali, Università del Salento, Lecce; <sup>6</sup>FAI Instruments s.r.l., Roma

\* Corresponding author. Tel: + 39 0832 422438, E-mail:serena.poti@unisalento.it

**Keywords:** *campionatori smart, potenziale ossidativo, source apportionment, particolato*

L'obiettivo dello studio è valutare la variabilità spaziale e temporale della concentrazione di particolato(PM), della sua composizione chimica e della sua tossicità attraverso la stima del potenziale ossidativo, come indicatore della capacità di catalizzare la formazione dei ROS (Reactive Oxygen Species).

Nel corso dell'anno 2022, sono stati raccolti 370 campioni mensili di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, su filtri in fibra di quarzo, utilizzando 30 campionatori smart HSRS (High Spatial Resolution Sampler; Fai Instruments s.r.l.), a basso flusso (2 L/min) distribuiti su 24 siti: Fondo urbano/suburbano (FU/S), Traffico urbano (TU), industriale/commerciale suburbano (I/CS), Provincia (PR). La caratterizzazione chimica dei campioni di PM ha permesso la determinazione della frazione carboniosa OC e EC tramite analisi TOT (Thermal-Optical Transmittance) con protocollo EUSAAR2, degli elementi maggioritari mediante ED-XRF, del potenziale ossidativo (OP) della frazione solubile del PM, tramite saggio acellulare con DTT (Dithiothreitol) (1) e degli ioni solubili tramite cromatografia ionica ad alte prestazioni.

Le concentrazioni medie di entrambe le frazioni dimensionali mostrano un trend stagionale, con valori massimi a dicembre e minimi a settembre. Il rapporto OC/EC risulta maggiore nella stagione fredda (soprattutto nei siti PR) per entrambe le frazioni. Inoltre, si osserva un calo significativo, da marzo ad aprile, di tutte le concentrazioni di carbonio (soprattutto OC), con una diminuzione meno marcata a settembre, presumibilmente a causa del contributo della combustione di biomassa, come riportato in studi precedenti (1). La stima dell'OP normalizzato in volume (OP<sup>DDT</sup><sub>v</sub>) mostra una variabilità spaziale limitata, con valori più alti durante la stagione fredda in tutti i siti, ma con i valori massimi, considerando l'intero periodo, nei siti extraurbani e a traffico veicolare intenso (Fig. 1). Inoltre, vengono presentati i risultati del source apportionment con modello a recettore (EPA PMF5.0) per la ripartizione delle sorgenti e la valutazione del loro contributo al PM ed all'OP.

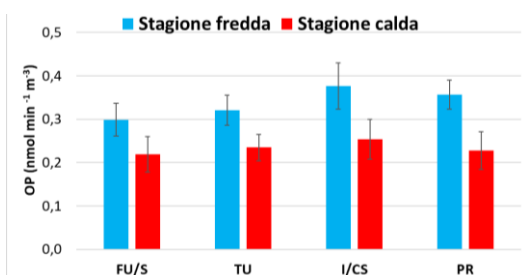


Fig.1 Valori medi, per stagione, di OPDTT

Il lavoro è stato realizzato con il cofinanziamento dell'Unione europea – Next Generation EU - Missione 4, Istruzione e Ricerca” - Componente 2, “Dalla ricerca all'impresa” - Linea di investimento 3.1, “Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione” – Progetto IR0000032- ITINERIS.

### Bibliografia:

[1] Guascito et al. O20. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2023.130872

86\_O\_TO2\_B2

## Valutazione delle componenti del particolato sulla mortalità: il caso studio di Torino

C. Ivaldi<sup>1</sup>, L. Bardi<sup>1</sup>, E. Brizio<sup>1</sup>, A. Bruno<sup>1</sup>, L. Crosetto<sup>1</sup>, R. De Maria<sup>1</sup>, M. Gandini<sup>1\*</sup>,  
M. Maringo<sup>1</sup>, M. Sacco<sup>1</sup>, N. Zengarini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arpa Piemonte, Torino, 10135, Italy

<sup>2</sup>Servizio Sovrazonale di Epidemiologia – ASLTO3, Grugliasco (TO), Italy

\* Corresponding author. Tel: +39 011 19680545, E-mail: martina.gandini@arpa.piemonte.it

**Keywords:** Contaparticelle, Speciazione, PM10, mortalità

**Introduzione:** Gli effetti a breve termine del particolato atmosferico sulla mortalità sono stati studiati in diverse parti del mondo e le Nuove Linee Guida per la qualità dell'aria, aggiornate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità hanno accolto le evidenze degli studi fatti a varie concentrazioni del particolato e di altri inquinanti sulla salute umana (1). Scopo di questo studio è di proporre l'utilizzo di una metrica più fine, investigando se il conteggio del numero di particelle suddivise per dimensioni possa essere un indicatore valido per lo studio degli effetti sulla salute e quali componenti del particolato possano incidere maggiormente sulla mortalità per cause naturali. **Metodi:** Si considerano i dati giornalieri di mortalità nella città di Torino, per il periodo 01/01/2013 -31/12/2019. Si considera la serie di dati del contaparticelle (2), ubicato presso la stazione di monitoraggio di fondo urbano di Torino Lingotto nello stesso periodo, mentre per i dati di speciazione, ottenuti all'interno del progetto LIFE Prepair (3) si considera il periodo 15/09/2018 -31/12/2019. Nelle analisi del contaparticelle sono state aggregate le diverse componenti secondo tre gruppi: particelle con diametro aerodinamico compreso tra 20 nm e 70 nm, particelle con diametro maggiore di 70 nm e numero totale. Nelle analisi sulla speciazione sono stati considerati i seguenti componenti: Al, Si, S, Cl, K, K<sup>+</sup>, Fe, Cu, Ni, Pb, Zn, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Carbonio elementare (EC), Carbonio organico (OC), Levoglucosano, Ca<sup>2+</sup>. È stato applicato un modello di regressione di Poisson (4), inserendo come fattori confondenti il decremento estivo della popolazione, giorni di festività, epidemie influenzali e temperatura apparente. Sono stati considerati gli effetti immediati (lag 0-1), ritardati (lag 2-5) e prolungati (lag 0-5).

**Risultati:** Si osservano effetti ritardati associati alle frazioni 70nm-1000nm (0.12% (0.04; 0.21)) e alla somma totale (0.07% (0.02; 0.13)) per incrementi di 10<sup>8</sup> particelle. Si osservano effetti immediati solo per K<sup>+</sup>, mentre a lag 2-5 si osservano associazioni significative (esprese per incrementi di range interquartile) per Ca (4.72% (0.56; 9.05)), Zn (6.57% (1.00; 12.45)), Pb (4.56% (0.71; 8.55)), OC (8.63% (3.10; 14.46)), EC (6.72% (1.14; 12.62)), NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (6.58% (1.38; 12.05)), NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (6.05% (1.02; 11.34)), K<sup>+</sup> (5.47% (0.22; 10.99)), Ca<sup>2+</sup> (5.31% (0.44; 10.41)) e Levoglucosano (7.83% (2.23; 13.74)).

A lag 0-5 si osservano associazioni per Ca, OC, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e K<sup>+</sup>.

**Conclusioni:** L'incremento numerico associato a certe frazioni del particolato sembra essere un indicatore utile per la valutazione dell'associazione con effetti dannosi per la salute umana. Inoltre, i prodotti della combustione mostrano una chiara associazione con la mortalità per cause naturali.

### Bibliografia

[1] Chen J et al. 2020. DOI: 10.1016/j.envint.2020.105974

[2] Sacco M et al 2016. ISBN 978-88-7479-130-9, pag 211-215

[3] <https://www.lifeprepare.eu/>

[4] Stafoggia M et al 2009. Epidemiol Prev. 2009 Nov-Dec;33(6 Suppl 1):53-63.

87\_O\_TO2\_B2

## Qualità dell'aria e concentrazioni elementari in capelli e urine di studenti universitari italiani e cileni

Roberta Giorgione<sup>1\*</sup>, Manuel Andres Leiva Guzman<sup>2</sup>, Lorenzo Massimi<sup>1</sup>, Silvia Canepari<sup>1</sup>, Maria Luisa Astolfi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma;

<sup>2</sup>Dipartimento di Chimica, Università del Cile;

<sup>3</sup>Dipartimento di Chimica, Sapienza Università di Roma.

\* Corresponding author. Tel: +39 3495336601, E-mail: roberta.giorgione@uniroma1.it

**Keywords:** *biomonitoraggio, metalli, PM10, potenziale ossidativo, matrici biologiche umane, salute pubblica*

Il monitoraggio di matrici biologiche umane (capelli, urine) può consentire di ottenere informazioni sull'esposizione inalatoria tramite una misura diretta delle concentrazioni di sostanze chimiche nelle diverse matrici (indicatori di esposizione e di effetto). Le concentrazioni elementari costituiscono un tragli indicatori di esposizione più diffusi ed affidabili.

Nel presente studio sono state valutate le concentrazioni di 41 elementi nei capelli e nelle urine di studenti di due università: una situata a Roma e una a Santiago del Cile. Nei due campus universitari, parallelamente ai campionamenti biologici, sono stati raccolti campioni di PM<sub>10</sub> mediante l'uso di campionatori a basso flusso (0.5 L min<sup>-1</sup>), sui quali sono state effettuate analisi del contenuto elementare e di potenziale ossidativo (OP; misurato mediante i saggi acellulari del DCFH, AA e DTT). Tutte le analisi elementari sono state condotte mediante spettroscopia atomica a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) e spettroscopia di fluorescenza atomica (HG-AFS; 1,2). Sui dati ottenuti è stata valutata l'influenza di alcune variabili relative agli studenti partecipanti quali l'età, il genere, l'indice di massa corporea, il fumo e la dieta.

La concentrazione media di PM<sub>10</sub> è risultata pari a 26 µg m<sup>-3</sup> a Roma e a 71 µg m<sup>-3</sup> a Santiago del Cile, indicando livelli di esposizione inalatoria molto differenti nelle due aree. In particolare, i livelli di Cu, Mo, Sn e Sb, traccianti del traffico veicolare non combustivo (abrasione meccanica dei freni; 3,4), mostrano concentrazioni nettamente più elevate nei campioni di PM<sub>10</sub> cileni rispetto a quelli italiani. Anche i valori di OP misurati mediante i saggi del DCFH e del AA sono risultati nettamente più elevati al sito cileno, confermando un contributo rilevante del traffico veicolare non combustivo al potenziale ossidativo delle polveri. Le diverse concentrazioni elementari nel PM<sub>10</sub> si sono tradotte in diversi livelli di accumulo di metalli e metalloidi nelle due matrici biologiche studiate. Gli elementi che hanno presentato differenze maggiormente significative tra gli studenti italiani e cileni in entrambe le matrici biologiche sono stati Cs, Li, Mo, Sb e Sr. Al contrario, Cu, Al e Sn variano significativamente sia nelle urine che nei capelli non in riferimento all'area geografica ma in dipendenza del genere dei partecipanti. Il possibile incremento dei livelli di stress ossidativo nelle urine dei soggetti esposti all'aria di Santiago del Cile verrà verificato mediante l'analisi di marcatori di effetto, come l'oxo-guanina e altri prodotti di ossidazione del DNA ed RNA.

### **Bibliografia**

[1] Astolfi ML et al. 2020. DOI: 10.3390/ijerph17061911

[2] Astolfi ML et al. 2020. DOI: 10.1039/C9AY01871A

[3] Thorpe A and Harrison RM 2008. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2008.06.007

[4] Stafoggia M et al 2009. Epidemiol Prev. 2009 Nov-Dec;33(6 Suppl 1):53-63.



*IAS - Società Italiana di Aerosol*  
*PM2024 – Torino, 28 – 31 maggio*

# ***Poster***

P1.01

## Casi speciali per la caratterizzazione del particolato atmosferico: variabilità stagionale e differenze geografiche (Parte II)

Francesca Marcovecchio<sup>1\*</sup>, Catia Balducci<sup>1</sup>, Mariantonia Bencardino<sup>2</sup>, Francesco D'Amore<sup>3</sup>, Gianni Formenton<sup>4</sup>,  
Silvia Ficotto<sup>4</sup>, Cristina Leonardi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> CNR IIA Montelibretti, Roma; <sup>2</sup> CNR IIA, UOS Rende; <sup>3</sup> CNR ICAR, Rende;

<sup>4</sup> ARPA Veneto, <sup>5</sup> CNR UOS, Roma

\* Corresponding author. Tel: +39 06 90672407, E-mail: francesca.marcovecchio@cnr.it

**Keywords:** *Accordo Reti Speciali, trend stagionale, reattività fotochimica, processi di combustione*

**Introduzione:** La Direttiva 2008/50/CE richiede che, nei paesi dell'Unione Europea, oltre alle misurazioni effettuate dalle reti regionali di monitoraggio sulla qualità dell'aria, siano istituite reti "speciali" da impiegare per rilevazioni aggiuntive, al fine di acquisire ulteriori informazioni su alcuni inquinanti di interesse [1]. Per questo in Italia è stato implementato il Progetto Reti Speciali che ha previsto lo svolgimento di tre anni di misure riguardanti la concentrazione in massa di PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub> e la speciazione chimica di queste due frazioni del particolato.

**Metodi:** I campioni sono stati raccolti in diverse tipologie di stazioni uniformemente distribuite su tutto il territorio nazionale. Le analisi chimiche di anioni e cationi, EC/OC, metalli, e IPA sono state condotte da ARPA Veneto secondo le procedure e le metodiche indicate dalle norme UNI di riferimento. L'utilizzo di modelli a recettore ha permesso di individuare, in via preliminare, le principali sorgenti di inquinanti che insistono sui siti in esame.

**Risultati:** L'andamento stagionale degli IPA ha mostrato una marcata diminuzione dei livelli di concentrazione nei periodi estivi. Le più alte concentrazioni di IPA totali sono state misurate a Sondrio e Padova. I profili di distribuzione dei congeneri non variavano in maniera sostanziale da sito a sito, ciò ha fatto sì che il rapporto tra il benzo(a)pirene e gli altri IPA misurati non subisse sostanziali variazioni nel tempo e nello spazio per la gran parte dei congeneri.

Gli andamenti delle concentrazioni in massa del PM<sub>10</sub> hanno mostrato il tipico trend stagionale nelle città del nord con massimi nei periodi freddi e minimi nei periodi caldi. Tale tendenza era meno evidente nelle città del centro e del sud Italia. Il contributo annuale medio percentuale del PM<sub>2.5</sub> al PM<sub>10</sub> è maggiore nei siti del nord e tende a diminuire con la latitudine. Questa tendenza è dovuta sia alla presenza di sorgenti di particolato fine (prevalentemente processi combustivi), sia ai ben noti meccanismi di produzione di PM secondario, tipicamente fine, legati in inverno al nord, allo scarso rimescolamento della bassa atmosfera.

I dati di speciazione chimica del materiale particolato (EC/OC, ioni, metalli) ha fornito ulteriori importanti informazioni circa la qualità dell'aria e l'attribuzione di sorgenti specifiche nei siti oggetto di studio.

**Conclusioni:** La variabilità dei risultati, legata, in primo luogo, alla distribuzione geografica dei siti "speciali", evidenzia ancora una volta la presenza di concentrazioni generalmente più elevate nelle aree del Bacino padano, in cui minore è la dispersione degli inquinanti per via delle caratteristiche orografiche e meteorologiche di quelle zone [2].

### Bibliografia

[1] UE, 2008: Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008

[2] Masiol M, et al, 2013 doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.07.025



P1.02

## Radon indoor e interventi di efficientamento energetico nel settore residenziale: strategie di misura e di analisi applicate ad un edificio residenziale multipiano

Clara Peretti<sup>1\*</sup>, Lucio Confessore<sup>1</sup>, Alessandro Di Menno di Bucchianico<sup>1a</sup>, Arianna Lepore<sup>1a</sup>, Silvia Brini<sup>1a</sup>, Margherita Arpaia<sup>2</sup>, Federico Massimi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale; <sup>2</sup> Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica, Dipartimento Sviluppo Sostenibile

\* Corresponding author. Tel: +39 3476205136, E-mail: clara@ingperetti.it

**Keywords:** Radon, IAQ, efficienza energetica, edifici storici, monitoraggio

**Introduzione:** Alcuni interventi di efficientamento energetico negli edifici possono incrementare le concentrazioni di radon. La letteratura scientifica si concentra sui locali a contatto con il terreno, mentre poche indagini sono state condotte ai piani più alti di edifici multipiano. Il presente studio è condotto nell'ambito dell'Accordo di collaborazione MASE-ISPRA per il supporto all'attività di prevenzione e riduzione del rischio di esposizione al radon indoor.

**Metodi:** Il presente studio si pone tre obiettivi: 1. Definire la strategia di misura per verificare i livelli di radon negli edifici prima e dopo l'intervento di riqualificazione energetica; 2. Validare la strategia di misura mediante un'analisi integrata di parametri indoor (temperatura e umidità relativa), qualità dell'aria (indicatore CO<sub>2</sub>) e concentrazioni di radon; 3. Determinare le correlazioni tra i diversi parametri.

**Risultati:** Oggetto del monitoraggio è un edificio residenziale costruito nel 1929, composto da 44 appartamenti sito a Bolzano. L'indagine si è focalizzata su quattro ambienti: un appartamento riqualificato energeticamente situato al quinto e ultimo piano, un appartamento situato al quarto piano, un appartamento situato al secondo piano e una cantina seminterrata. Questi ultimi tre ambienti non sono stati oggetto di interventi di profilo energetico. Il monitoraggio in continuo dell'appartamento al quarto piano ha evidenziato concentrazioni di radon non attese (valori di picco di circa 240 Bq/m<sup>3</sup>). Valori simili sono stati misurati nell'appartamento al quinto piano recentemente riqualificato nel quale le concentrazioni presentavano valori di picco di circa 250 Bq/m<sup>3</sup>. Il monitoraggio è stato quindi esteso ad altri locali dello stesso complesso residenziale.

**Conclusioni:** Il tema del radon necessita di approfondimento anche ai piani non a contatto diretto con il suolo quando questi sono oggetto di riqualificazioni energetiche. È necessario elaborare una strategia per la gestione della qualità dell'aria indoor, finalizzata alla minimizzazione dell'esposizione agli inquinanti indoor con particolare attenzione al gas radon. Questa tematica risulta centrale nel "Piano nazionale d'azione per il radon" di prossima adozione poiché, anche in Italia, in coerenza con le politiche ambientali definite a livello europeo, stanno aumentando gli investimenti e le iniziative affinché gli edifici consumino meno energia.

### Bibliografia

- [1] Pampuri L., Caputo P., Valsangiacomo C. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.07.007>.
- [2] Yarmoshenko et al. (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75274-4>
- [3] Decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101
- [4] Piano nazionale d'azione per il radon (PNAR)
- [5] Peretti C. et al. 2023. Strategie per ridurre l'esposizione al gas radon a seguito di interventi di efficientamento energetico nel settore residenziale (Ecomondo 2023)

---

<sup>a</sup>Per il GdL per Accordo di collaborazione MASE-ISPRA "supporto all'attività di prevenzione e riduzione del rischio di esposizione al radon indoor" composto da: Barbara Bellomo, Silvia Brini, Alessandro Di Menno di Bucchianico, Pietro Bussu, Elisabetta De Maio, Francesca De Maio, Raffaella Gaddi, Giuliana Giardi, Ilaria Leoni, Arianna Lepore, Silvia Mariotti, Sandra Moscone, Sabrina Panico, Annarita Pescetelli, Elisa Raso, Daniela Santonico, Stefanina Viti

P1.03

## MISURAZIONE DEI PFAS VOLATILI NELL'ARIA AMBIENTE INTERNA UTILIZZANDO IL DESORBIMENTO TERMICO ABBINATO ALLA SPETTROMETRIA DI MASSA

Hannah Calder<sup>1</sup>, Laura Miles<sup>1</sup>, Steffen Samlert<sup>2</sup>, Daniele Morosini<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MARKES INTERNATIONAL LTD, Bridgend, UK., <sup>2</sup>MARKES INTERNATIONAL GMBH, Offenbach am Main, DE, <sup>3</sup>SRA INSTRUMENTS, Cernusco s/N, IT

**Keywords:** Nuovi inquinanti, PFAS, indoor, TD-GCMSMS

I PFAS (sostanze per- e polifluoroalchiliche) possono essere presenti nell'aria a causa di diverse fonti di emissione, come processi industriali e l'uso di prodotti contenenti PFAS. Queste sostanze possono diffondersi nell'atmosfera attraverso emissioni e trasporto atmosferico. La loro presenza nell'aria solleva preoccupazioni per l'esposizione umana e i potenziali rischi per la salute. L'inalazione è considerata la principale via di esposizione ai PFAS presenti nell'aria. Tuttavia, i livelli effettivi di PFAS nell'aria possono variare a seconda della posizione, della vicinanza alle fonti di emissione e delle condizioni meteorologiche.

Nel monitoraggio indoor dei PFAS, vengono prelevati campioni di aria all'interno degli ambienti, come uffici, scuole o abitazioni. I campioni di aria vengono successivamente analizzati per rilevare la presenza e la quantità di PFAS. Tecniche analitiche come la gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa (GCMS) possono essere utilizzate per identificare e quantificare i vari composti di PFAS presenti nei campioni di aria interna.

Il monitoraggio indoor dei PFAS contribuisce a valutare l'esposizione delle persone a queste sostanze chimiche all'interno degli ambienti chiusi, aiutando a identificare potenziali fonti di emissione e supportare lo sviluppo di strategie di mitigazione per ridurre l'esposizione umana a queste sostanze nocive.

Il monitoraggio dell'aria, sia esterna che indoor, attraverso il prelievo di campioni e l'analisi, fornisce informazioni sulla presenza e le concentrazioni di PFAS. Questo monitoraggio è fondamentale per comprendere l'estensione della contaminazione, valutare i rischi per la salute umana e adottare misure adeguate per proteggere l'ambiente e la salute delle persone.

In questo studio mostreremo come TD-GC-MS/MS può offrire un approccio robusto allo screening mirato con limiti di rilevazione del metodo medi di 32 pg/m<sup>3</sup> per i 19 composti target. Saranno condivisi dati preliminari dell'aria interna raccolti da un ambiente d'ufficio per dimostrare come questa tecnica di campionamento e analisi possa essere applicata sul campo.

### Bibliografia

- [1] M.E. Morales-McDevitt *et al.*, The air that we breathe: Neutral and volatile PFAS in indoor air, *Environmental Science & Technology Letters*
- [2] M.E. Raizenne, It's about time: A comparison of Canadian and American time-activity patterns, *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*,
- [3] C.M.A. Eichler and J.C. Little, A framework to model exposure to per- and polyfluoroalkyl substances in indoor environments, *Environmental Science: Processes and Impacts*
- [4] Perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA related compounds – Factsheet, Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions, 2020,

P1.04

## Valutazione della qualità dell'aria a scala regionale e urbana: metodi di acquisizione e applicazioni

Davide Gallione<sup>1\*</sup>, Nicole Mastromatteo<sup>1</sup>, Vincenzo Vaccaro<sup>1</sup>, Marina Clerico<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) Politecnico di Torino;

\*Corresponding author: [marina.clerico@polito.it](mailto:marina.clerico@polito.it)

**Keywords:** inquinamento atmosferico, PM1, PM2.5, PM10, NO2, stazioni di monitoraggio, laboratorio mobile

**Introduzione:** La qualità dell'aria e l'inquinamento atmosferico rappresentano sfide serie in tutto il mondo. Negli studi di qualità dell'aria, le campagne di misurazione possono essere condotte attraverso stazioni fisse o mobili. Lo scopo principale della prima è aggiungere un punto di campionamento strategico alla rete fissa di monitoraggio urbano, mentre la seconda modalità rende possibile caratterizzare a scala regionale i diversi scenari possibili.

**Metodi:** Le strumentazioni utilizzate possono essere molto varie tra loro: stazioni fisse e mobili complesse, strumentazione certificata e non, campionatori passivi, micro-sensori. A seconda degli strumenti utilizzati la campagna di misura sarà caratterizzata da obiettivi e risoluzioni differenti. Ad esempio, attraverso la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria fissa (CC-Green Roof Lab, DIATI - Politecnico di Torino) è stato possibile effettuare studi di elevata precisione, con un'alta risoluzione temporale, misurando i seguenti parametri: PM1, PM2.5, PM4, PM10, PTS, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, temperatura, umidità relativa, intensità di pioggia, velocità e direzione del vento. Per poter estendere la ricerca e studiare diversi scenari è stata utilizzata la stazione mobile (CC-TrAIRer, DIATI Politecnico di Torino) che permette di mantenere la stessa accuratezza di monitoraggio di una stazione fissa utilizzando strumentazione certificata per tale attività (1). Per caratterizzare un'area più estesa sono stati utilizzati dei campionatori passivi che permettono di ottenere, in seguito ad un'analisi di laboratorio dedicata, la caratterizzazione di un parametro mediato in un tempo limitato, in una determinata area. In particolare, è stata condotta una campagna di misura per l'NO<sub>2</sub> in un'area valliva alpina. È inoltre possibile utilizzare micro-sensori a basso costo per avere una risoluzione a larga scala ed utili ad infittire la rete di monitoraggio di qualità dell'aria.

**Risultati:** Attraverso dedicate strategie di elaborazione è stato possibile caratterizzare i vari parametri secondo un'alta risoluzione temporale che va dalla giornata all'anno solare. Sono stati compiuti diversi studi che hanno confrontato la stazione fissa al Politecnico di Torino (ambiente metropolitano) con scenari diversi tra loro: urbani, costieri e montani.

**Conclusioni:** La struttura e le metodologie applicate di misurazione hanno dimostrato una valida efficacia sia per monitoraggi a lungo termine, che per misurazioni puntuali e definite su singoli aspetti di ricerca. L'inserimento già in essere di un celiometro (2) e un profilatore di temperatura nelle catenestrumentali descritte permetterà un'ulteriore evoluzione della ricerca nello studio delle concentrazioni di inquinanti in aria.

### Bibliografia

[1] Boanini et al. 2021. DOI: 10.3390/atmos12081004

[2] Fasano G. et al. 2021. DOI: 10.1007/s42865-021-00041-w

P1.05

## Monitoraggio del Particolato Atmosferico e dei Fattori Microclimatici nei Dimostratori IBISECO: Risultati Preliminari

Rosa Caggiano<sup>1\*</sup>, Carmelina Cosmi<sup>1</sup>, Senatro Di Leo<sup>1</sup>, Antonello Pagliuca<sup>2</sup>, Pietro PasqualeRagone<sup>1</sup>, Serena Sabia<sup>1</sup>, Emiliano Sicilia<sup>3</sup>, Antonio Speranza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IMAA, Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, CNR, C.da S. Loja, Z.I., 85050, Tito Scalo (PZ), Italy ,

<sup>2</sup> Università degli Studi della Basilicata, Via Lanera 20 -75100, Matera,Italy

<sup>3</sup>SCAI Lab S.r.l. Via Venezia 4, 87036 Rende (CS), Italy

\*Corresponding author. Tel: +39 0971 427267, E-mail:rosa.caggiano@cnr.it

**Keywords:** indoor PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, IoT, sensori plug&play, indoor comfort

La qualità dell'ambiente indoor e outdoor influenza notevolmente la salute ed il benessere degli individui, come sottolineato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) [1]. L'espressione "indoor" è riferita agli ambienti di vita e di lavoro confinati non industriali, in particolare, a quelli adibiti a dimora, svago, lavoro e trasporto, nei quali attualmente si trascorre fino al 95% del proprio tempo, di cui il 30 -40% nei luoghi di lavoro e/o studio [2]. Qualità dell'ambiente e fattori microclimatici indoor quali temperatura e umidità contribuiscono a creare le condizioni ideali per un ambiente salubre, funzionale al benessere degli occupanti ed energeticamente efficiente. Nella valutazione della qualità dell'aria indoor dal punto di vista di comfort e salubrità, l'attenzione deve essere focalizzata sugli inquinanti tipici degli ambienti confinati che possono avere effetti nocivi anche a basse concentrazioni tra cui, come segnalato dall'OMS, il particolato atmosferico sospeso.

In tale contesto, nell'ambito del progetto IBIS-ECO "IoT-based Building Information System for Energy Efficiency & Comfort", è stato implementato un sistema multi-parametrico integrato per il monitoraggio della qualità dell'aria indoor e la gestione degli edifici basato su una rete di dispositivi IoT plug&play, non invasiva e di facile gestione e sono stati individuati due Dimostratori per la sua validazione in aree diverse della regione Basilicata: l'Edificio Scolastico di Montemurro in Val d'Agri(Potenza) e il Campus Universitario di Matera. Nelle aule prescelte in ciascuno dei Dimostratori è stata installata la sensoristica Scentroid AQSAFE per la rilevazione di PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, T e RH in ambiente indoor. Le misure sono state condotte tra luglio 2023 a dicembre 2023. La raccolta dei dati provenienti dalla rete di sensori IoT è stata effettuata in modo automatico, seguendo un intervallo temporale predefinito di cinque minuti con un approccio automatizzato in grado di garantire una costante e regolare acquisizione di dati e contribuire all'efficienza del sistema, consentendo una tempestiva identificazione di eventuali variazioni o anomalie di misurazioni.

In questo studio vengono riportati i risultati preliminari del monitoraggio delle frazioni indoor del particolato atmosferico (PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>) e dei principali fattori microclimatici considerati nel periodo esaminato. I dati rilevati costituiranno l'input per modelli, algoritmi e strumenti di Smart Energy Analytics utilizzati per la valutazione della IEQ (Indoor Environmental Quality) e l'identificazione degli standard prestazionali ottimali per il miglioramento del comfort indoor e delle prestazioni energetiche degli edifici. Inoltre, il sistema nel suo complesso contribuirà ad aumentare la "smart readiness" degli edifici e a favorire la consapevolezza degli utenti attraverso informazioni in tempo reale e una gestione intelligente dei dati.

### Bibliografia

[1] WHO <https://www.who.int/>

[2] Kepleis et al., 2001 NHAPS.

P1.06

## Stima del contributo di emissioni da traffico e di combustione di biomassa nel particolato PM2.5 attraverso analizzatori multicanali di black carbon in alcuni siti urbani nel bacino padano

Luca Torreggiani<sup>1\*</sup>, Sara Fabbi<sup>1</sup>, Silvia Ferrari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Rete Regionale Qualità dell’Aria, Arpae Emilia-Romagna;

\* Corresponding author. Tel: +39 0522 336055, E-mail:ltorreggiani@arpae.it

**Keywords:** black carbon, PM2.5, PM1, biomass burning.

Introduzione: nel 2023 Arpae Emilia-Romagna ha proceduto all’acquisto di analizzatori multispettro di Black Carbon (BC) utilizzando i fondi PNRR, che permettono di determinare la concentrazione di BC a 10 diverse lunghezze d’onda (370÷950 nm). Le principali fonti di BC nelle aree urbane è individuabile nel traffico veicolare da motori a combustione interna (diesel) e durante il periodo invernale anche nella combustione di biomasse. Questo studio si pone l’obiettivo di osservare e valutare il contributo di BC sul PM2.5 in diversi siti urbani della Rete Regionale della Qualità dell’Aria (RRQA) di Arpae e di creare un algoritmo sperimentale volto a definire il contributo delle due sorgenti emissive sopracitate.

Metodi: nella RRQA di Arpae sono presenti 4 analizzatori multispettro di black carbon che calcolano le concentrazioni di BC su PM2.5 a 10 diverse lunghezze d’onda. I dati real time vengono corretti in modo retrospettivo, dopo ogni avanzamento del nastro, attraverso un SW per la correzione dell’effetto “filter-loading”. Per ogni sito è stato ricavato l’esponente di assorbimento di Ångström ( $\alpha$ ), coefficiente adimensionale che indica il comportamento spettrale degli aerosol mediante la loro capacità di assorbire la luce, descrivendo le sue variazioni orarie e stagionali. Per stimare i contributi di BC dati dalle sorgenti traffico e combustione di biomassa sono state utilizzate le lunghezze d’onda di 470 nm e 950 nm [1][2]. Per le emissioni da traffico  $\alpha$  è convenzionalmente considerato essere prossimo all’unità ( $\alpha = 0.9-1.1$ ), mentre per quanto riguarda la combustione di combustibili fossili i valori dell’esponente raddoppiano ( $\alpha = 1.8-2.2$ ) [3]. Poiché  $\alpha$  non segue un andamento stagionale, ma tende a mantenere valori simili, a seconda della tipologia di emissione presente in atmosfera, è stato ipotizzato un valore di  $\alpha_t$  e  $\alpha_b$ , caratteristico dei siti analizzati, in modo da poter calcolare i contributi singoli delle due sorgenti emissive principali.

Risultati: i risultati indicano che gli esponenti dell’assorbimento sono in linea su quanto raccolto in bibliografia: con valori di 1,0 nei periodi estivi (prevalenza di contributo da traffico) e valori di 1,7 nei periodi invernali (dove si aggiunge la componente della combustione di biomasse), con differenze fra i vari siti di misura. Combinando PM2.5/PM1 e BC si distinguono nel periodo invernale gli incrementi di PM dati da meccanismi di formazione primari da quelli secondari. Nel periodo invernale si osserva l’importante contributo del biomass burning alla formazione di BC. Conclusioni: tale modalità di elaborazione, seppur sperimentale, può essere implementata sui pannelli di visualizer di OPAS [4], il SW in utilizzo nel SNPA per la gestione dei dati delle RMQA.

### Bibliografia

- [1] Sandradewi J et al. 2008a. DOI:10.1021/es702253m
- [2] Sandradewi J et al. 2008b. DOI:10.5194/acpd-8-8091-2008
- [3] Zotter P et al. 2016. DOI: 10.5194/acp-17-4229-2017
- [4] Delibera SNPA n. 180/2022

P1.07

## Source apportionment della città di Cremona

Laura La Gaccia<sup>1\*</sup>, Arnaldo Bessi<sup>1</sup>, Paola Carli<sup>1</sup>, Eleonora Cuccia<sup>1</sup>, Umberto Dal Santo<sup>1</sup> Emma Micheli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ARPA Lombardia, U.O. Qualità dell'aria

\* Corresponding author. Tel: +39 3926516045, E-mail: l.lagaccia@arpalombardia.it

**Keywords:** PM10, chiusura di massa, source apportionment, PMF

**Introduzione:** Il programma pluriennale di valutazione delle principali sorgenti di inquinamento da polveri di ARPA Lombardia prevede che ogni anno si effettui il “source apportionment” della frazione PM10 del particolato aerodisperso in almeno un capoluogo di provincia. La città di Cremona è stata interessata da tale progetto nel periodo maggio 2021 - aprile 2022. Nella stazione fissa di monitoraggio di ARPA Lombardia sita in via Fatebenefratelli sono stati installati due campionatori gravimetrici per la raccolta della frazione PM10 su filtri in PTFE e in fibra di quarzo.

**Metodi:** I filtri sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio al fine di determinare le principali componenti del PM10: elementi, ioni, IPA, levoglucosano, carbonio elementare ed organico. Il bilancio di massa ha permesso di ottenere la composizione chimica del PM10 media sul periodo e giornaliera. Infine, sul database completo di tutte le analisi è stata applicata la tecnica PMF per effettuare il source apportionment, individuando così le principali sorgenti di PM10 nella città di Cremona.

**Risultati:** L'analisi preliminare dell'inventario delle emissioni (INEMAR) ha permesso di individuare come principali fonti per la maggior parte degli inquinanti considerati il trasporto su strada, sorgente prevalente per PM10, OC e Cu, i processi produttivi, fonte principale di IPA, As, Cd, Ni, Pb, Zn e Cr e la combustione non industriale (riscaldamento domestico), che ha un contributo significativo nella produzione di OC, PM10 e IPA.

Le analisi statistiche sui dati ottenuti dalla campagna hanno mostrato che le concentrazioni di PM10 a Cremona attestano nel range medio-alto delle concentrazioni regionali; le correlazioni tra K, Si, Levoglucosano e B(a)P segnalano che la combustione di biomassa è una sorgente presente ma non predominante nelle emissioni di B(a)P, così come confrontando EC e Cu, traccianti del traffico, risulta che per il Cu sono presenti altre fonti. Inoltre, sono stati individuati alcuni fenomeni di trasporto transfrontaliero, che hanno provocato un superamento del limite giornaliero del PM10, un aumento della componente crostale senza alcun riscontro né nella componente antropica del PM né nella componente legata al secondario. I dati di Cremona sono stati confrontati con quelli delle stazioni di Milano-Pascal e Schivenoglia, evidenziando che nella città oggetto di studio le concentrazioni dei traccianti del traffico EC, Cu, Zn, Cr e Mn sono più simili a quelle di Milano rispetto che a Schivenoglia, sito rurale; allo stesso tempo, però, la correlazione tra l'EC e i metalli è più elevata a Milano, ad indicare per Cremona sorgenti ulteriori rispetto al traffico. La PMF ha confermato quanto sopra e ha permesso di individuare sette fattori: **polvere minerale** (ovvero la componente della risospensione di polvere dal suolo – 17%), **traffico** (sia per la sua componente “exhaust” ovvero per le emissioni allo scarico, sia per la componente “non exhaust”, ovvero la componente legata all'usura dei freni, delle parti meccaniche dei veicoli sia per la risospensione di polvere dal suolo dovuta al passaggio dei veicoli – 12%), **mix antropogenico** (sorgente di metalli non direttamente dovuti al traffico “non exhaust” – 6%), **nitrate d'ammonio** (26%), **solfato secondario + organico (SSO)** (21%), **combustione di biomassa** (15%), **sale** (3%). La doppia origine riscontrata per alcuni elementi, specialmente Zn, Cu e Pb, crea difficoltà nella buona separazione della sorgente mix antropogenico dalla sorgente denominata traffico.

**Conclusioni:** La caratterizzazione chimica del PM10 nella città di Cremona ha permesso di individuare una composizione del particolato abbastanza tipica, senza particolari criticità, spiegate da sette sorgenti, i cui profili sono stati individuati tramite le tecniche di source apportionment; il confronto con le stazioni di Milano e Schivenoglia ha confermato una situazione abbastanza omogenea tra i siti, evidenziando un contributo rilevante del particolato secondario.

P1.08

## Applicazione del metodo self-organizing maps (SOM) per l'identificazione disorgenti di emissione nell'area di Savona

Alessandro Zappi<sup>1\*</sup>, Laura Tositti<sup>1</sup>, Mariassunta Biondi<sup>1</sup>, Erika Brattich<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Università di Bologna, Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"

<sup>2</sup> Università di Bologna, Dipartimento di Fisica "A. Righi"

\* Corresponding author. Tel: +39 051 2099488, E-mail: alessandro.zappi4@unibo.it

**Keywords:** SOM, source apportionment, inquinanti gassosi, <sup>222</sup>Rn

**Introduzione:** Nello studio degli inquinanti atmosferici e delle loro sorgenti, grande rilevanza rivestono i metodi di *source apportionment* (SA). Essi permettono di valutare, per un sito recettore, le sorgenti di co-emissione di diversi inquinanti a partire dalle concentrazioni rilevate nel tempo. Trai metodi di SA, il più noto e utilizzato è senza dubbio la *positive matrix factorization* (PMF), la quale tuttavia richiede dataset molto ampi e la conoscenza delle incertezze di misura per ottenere modelli quantitativi dei profili sorgente affidabili. Il presente lavoro propone un metodo alternativo alla PMF per valutare le sorgenti di emissione degli inquinanti basato sull'algoritmo *self-organizing map* (SOM) (1).

**Metodi:** Una campagna di campionamento è stata condotta presso la città di Savona, sulla riviera Ligure, tra l'11 gennaio e il 23 luglio 2012. I dati raccolti sono medie orarie di concentrazione di black-carbon e di otto inquinanti gassosi (SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, benzene, toluene, (m-p)-xilene, o-xilene), concentration activity di radon-222, parametri meteorologici (temperatura, pressione, umidità relativa, quantità di pioggia, velocità e direzione del vento), e, a partire dal 5 aprile, conteggi di particelle ottenute mediante *optical particle sizer*, OPS (MetOne). I dati di concentrazione degli inquinanti e di OPS sono stati elaborati mediante il metodo SOM.

**Risultati:** Dall'analisi SOM (2) è stato possibile raggruppare le osservazioni raccolte in 6 cluster (calcolati mediante utilizzo di reti neurali, su cui è basato il metodo SOM), i quali, confrontati con le variabili meteorologiche e i dati di <sup>222</sup>Rn, hanno permesso di identificare le principali sorgenti di inquinamento della zona di Savona. Tra queste, oltre all'inquinamento urbano e quello derivante dall'vicina autostrada, spiccano il porto e, anche se non confermata, una vicina cava di materiale da costruzione.

**Conclusioni:** I risultati hanno dimostrato che il metodo SOM è una valida alternativa al più complesso metodo PMF per l'identificazione delle sorgenti di emissione di inquinanti atmosferici. L'algoritmo iterativo su cui è basato il metodo SOM "apprende" dai dati, permettendo di calcolare modelli affidabili anche quando l'incertezza sulle misure non è nota. Esso può quindi essere utilizzato anche nei casi in cui il dataset non sia sufficientemente ampio per un'applicazione affidabile della PMF.

### Bibliografia

[1] Kohonen 1998. DOI: 10.1016/S0925-2312(98)00030-7

[2] Licen et al. 2020. DOI: 10.1016/J.MICROC.2021.106181

P1.09

## Un approccio parametrico Bayesiano per la quantificazione dell'incertezza nella caratterizzazione dell'aerosol da dati lidar $3\beta + 2\alpha$

Giacomo Varini<sup>1\*</sup>, Antonella Boselli<sup>2</sup>, Riccardo Damiano<sup>3</sup>, Alessia Sannino<sup>3</sup>, Alberto Sorrentino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Matematica, Università degli Studi di Genova, Genova, Italia;

<sup>2</sup>CNR-IMAA, Potenza, Italia;

<sup>3</sup>Dipartimento di Fisica, Università degli studi di Napoli Federico II, Napoli, Italia;

\* Corresponding author. Tel: +39 331 4569295, E-mail: varini@dima.unige.it

**Keywords:** Lidar, Distribuzione dimensionale, Metodi di Monte Carlo sequenziali, Stima  $PM_x$

**Introduzione:** In applicazioni atmosferiche i sistemi lidar possono essere utilizzati per ottenere informazioni sulle proprietà ottiche degli aerosol a una distanza di diversi chilometri. Per recuperare le proprietà microfisiche dell'aerosol a partire dalle misure lidar, è necessario risolvere in sequenza due problemi inversi: nel primo si utilizza la potenza misurata per ottenere una stima dei parametri ottici di estinzione e di backscattering; nel secondo si utilizzano i parametri ottici stimati (a diverse lunghezze d'onda) per ottenere una stima della distribuzione delle dimensioni delle particelle. Quest'ultimo problema è particolarmente impegnativo a causa del numero limitato di variabili in input e dal fatto che i parametri microfisici sono derivati da quelli ottici attraverso equazioni integrali che non possono essere risolte analiticamente, la cui soluzione numerica porta a un problema mal condizionato (1).

**Metodi:** Seguendo lo stato dell'arte, stimiamo la distribuzione dimensionale delle particelle a una certa altitudine a partire dalla configurazione di parametri " $3\beta + 2\alpha$ ". Per mitigare il mal condizionamento, invece, adottiamo un modello parametrico (2,3). In particolare, ricostruiamo la distribuzione dimensionale delle particelle come una sovrapposizione di un numero ridotto di distribuzioni log-normali. La novità di questo lavoro sta nell'utilizzo di metodi di Monte Carlo sequenziali, che per loro natura sono particolarmente adatti ad approssimare distribuzioni molto complesse con picchi stretti e mode locali (4). Un altro grande vantaggio di questo approccio Bayesiano è che non fornisce una sola soluzione ma uno spettro di scenari possibili, associando a ciascuno di questi scenari un livello di probabilità.

**Risultati:** Il modello è stato testato sia su dati sintetici che su dati reali forniti dal Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, National Facility di ACTRIS. In particolare, abbiamo valutato la bontà del modello nella sua capacità di ricostruire tre misure di particolare interesse:  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$  e  $PM_{1}$ . Abbiamo stressato il modello applicandolo dai casi più semplici (distribuzione unimodale, dato esatto) a quelli più complessi (distribuzione multimodale, dato rumoroso), sempre osservando una buona capacità di ricostruire le concentrazioni di  $PM_x$ . L'aspetto più interessante che abbiamo osservato è che anche quando individuamo come soluzione più probabile uno scenario fisicamente non accettabile, tra gli scenari proposti, seppur considerato meno probabile, c'è sempre quello attuale.

**Conclusioni:** Questi risultati preliminari evidenziano le elevate potenzialità che questo strumento può avere nel campo della caratterizzazione del particolato atmosferico, specialmente se accompagnato dal giudizio di utilizzatore esperto, che con le sue conoscenze può guidare l'algoritmo fornendo informazioni a priori e di fronte a scenari contraddittori è in grado di discriminare ciò che è statisticamente probabile da ciò che è realmente possibile.

### Bibliografia

- [1] Bohren CF et al. 1998. DOI: 10.1017/S0263574798270858
- [2] Osterloh L et al. 2013. DOI: 10.1016/j.jcp.2012.11.040
- [3] Sorrentino A et al. 2021. DOI: 10.5194/amt-14-1-2021
- [4] Del Moral P et al. 2006. DOI: 10.1111/j.1467-9868.2006.00553.x



P1.10

## Il Progetto Life PrepAIR: focus sui siti piemontesi e loro relazione con la Pianura Padana

Cristina Colombi<sup>1</sup>, Eleonora Cuccia<sup>1</sup>, Umberto Dal Santo<sup>1</sup>, Mariolina Franciosa<sup>1</sup>, Guido Lanzani<sup>1</sup>, Federico Petrosino<sup>1</sup>, Daniela Vincenzi<sup>1</sup>, Dimitri Bacco<sup>2</sup>, Vanes Poluzzi<sup>2</sup>, Fabiana Scotto<sup>2</sup>, Arianna Trentini<sup>2</sup>, Luisella Bardi<sup>3\*</sup>, Annalisa Bruno<sup>3</sup>, Elisa Calderaro<sup>3</sup>, Roberta De Maria<sup>3</sup>, Marilena Maringo<sup>3</sup>, Sara Martini<sup>3</sup>, Luca Pascucci<sup>3</sup>, Francesco Romeo<sup>3</sup>, Milena Sacco<sup>3</sup>, Roberto Sergi<sup>3</sup>, Silvia Pistollato<sup>4</sup>, Luca Zagolin<sup>4</sup>, Henri Diémoz<sup>5</sup>, Tiziana Magri<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Arpa Lombardia, Milano, 20124

<sup>2</sup> Arpa Emilia-Romagna, Bologna, 40139

<sup>3</sup> Arpa Piemonte, Torino, 10135

<sup>4</sup> Arpa Veneto, Venezia, 30174

<sup>5</sup> Arpa Valle D'Aosta, Aosta, 11020

\* Corresponding author. Tel: +39 011 19681726, E-mail: l.bardi@arpa.piemonte.it

**Keywords:** *Prepair, PM10, composizione chimica del PM10, ammoniaca, Pianura Padana, strato dirimescolamento*

Nell'ambito del Progetto LIFE PREPAIR [1], l'Azione A4 ha previsto la messa in opera di una rete di misura per la caratterizzazione chimica del PM10, composta da cinque siti di fondo urbano - Torino, Milano, Vicenza e Bologna, un sito di fondo rurale - Schivenoglia, a cui nel 2021 è stata aggiunta un'ulteriore stazione nel cuneese, Cavallermaggiore.

Tale stazione è stata scelta in quanto posizionata in una zona ad elevata vocazione zootecnica, in cui si concentrano le maggiori emissioni di ammoniaca del Piemonte; i livelli di fondo delle polveri sottili sono elevati e ancora non garantiscono un rispetto stabile del limite normativo.

Il sito di Cavallermaggiore mostra concentrazioni orarie di ammoniaca mediamente più elevate degli altri siti piemontesi in cui l'inquinante è stato monitorato e più che doppi rispetto al sito di Torino, mentre i livelli di ossidi di azoto sono decisamente più contenuti rispetto alla Città metropolitana; tutto ciò attribuisce particolare interesse al confronto dei dati di speciazione del PM10 e source apportionment analitico ottenuti presso i due siti piemontesi nonché al confronto con il resto del bacino padano, di cui il punto di misura di Cavallermaggiore costituisce l'estremo sud ovest.

Valutazioni ulteriori sono state effettuate confrontando le concentrazioni di ammoniaca e la composizione chimica del PM10 con un parametro che permette di stimare l'evoluzione temporale dell'altezza dello strato di rimescolamento e di valutare l'influenza delle condizioni di accumulo.

### **Bibliografia**

[1] <https://www.lifeprepare.eu/>

P1.11

## Scenari emissivi e di qualità dell'aria per la Regione Liguria al 2025 e 2030: l'impatto del settore trasporti sui livelli di particolato

Carlo Trozzi<sup>1</sup>, Enzo Piscitello<sup>1</sup>, Paolo Oliveri<sup>2</sup>, Andrea Bisignano<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Techne Consulting srl, Roma; <sup>2</sup>UO Stato Qualità Aria, ARPA Liguria, Genova;

\*Corresponding author. Tel +390106437218. E-mail: andrea.bisignano@arpal.liguria.it

**Keywords:** *Inventario, Emissioni, Scenari, Modellistica di qualità dell'aria, PM25, PM10*

**Introduzione:** Secondo quanto previsto dal D.lgs. n. 155 2010, le Regioni (con il supporto delle agenzie ambientali) sono tenute alla gestione della qualità dell'aria attraverso la valutazione degli inventari delle emissioni, in combinazione con i dati e le stime prodotte dai modelli di dispersione. Regione Liguria si avvale della società esterna Techne Consulting, specializzata nella realizzazione di inventarie nelle proiezioni delle emissioni. Qui vengono presentati i risultati relativi all'aggiornamento dell'inventario al 2021, alla valutazione degli scenari emissivi 2025 e 2030 e alle conseguenti simulazioni modellistiche, funzionali all'elaborazione del piano regionale di qualità dell'aria.

**Metodi:** La redazione dell'inventario è stata effettuata in conformità alle metodologie riconosciute in ambito europeo e nazionale, utilizzando l'applicativo gestionale E<sup>2</sup>Gov (1). Esso consente non solo la visualizzazione e la proiezione delle emissioni, ma anche il calcolo del bilancio energetico; nei casi emissivi più complessi, sono stati utilizzati specifici modelli di stima come E<sup>2</sup>Road per il traffico stradale, E<sup>2</sup>Port per la movimentazione e lo stazionamento delle navi ed E<sup>2</sup>Projection per gli scenari futuri (2). Di fondamentale importanza per la pianificazione della qualità dell'aria è la definizione dello scenario con le misure esistenti o scenario tendenziale (WEM), nel quale vengono elaborati gli scenari energetici e i livelli delle attività produttive responsabili di emissioni di contaminanti, secondo quanto già pianificato a livello nazionale e locale. Lo Scenario con misure aggiuntive (WAM) è stato invece costruito definendo degli ulteriori fattori di proiezione che integrano eventuali misure supplementari. A tale previsione emissiva è associata la stima delle corrispondenti concentrazioni in aria ambiente, modellata attraverso la catena allo stato dell'arte WRF-CHIMERE (3) versione 2023r1.

**Risultati:** Vengono presentati i livelli emissivi di PM<sub>10</sub> stimati per il 2021 e previsti per gli scenari WEM e WAM al 2025 e al 2030, con particolare riferimento al macrosettore trasporti. Le simulazioni modellistiche associate includono diversi casi studio, selezionati in base a condizioni di stratificazione particolarmente favorevoli (o sfavorevoli) alla dispersione, valutate tramite alcuni campi meteorologici prodotti da WRF (campo di vento, altezza dello strato limite planetario, indice di stagnazione ecc.). Inoltre, viene presentata una stima della media annuale, calcolata su trenta giorni rappresentativi delle condizioni meteorologiche ed emissive dell'intero anno 2021. A titolo di esempio, le riduzioni percentuali in termini di emissioni regionali di PM<sub>10</sub>, considerando il solo macrosettore trasporti, sono stimate essere pari circa al 10% e al 30% rispettivamente per gli scenari WEM 2025 e 2030.

**Conclusioni:** una corretta stima degli scenari emissivi tendenziali o di mitigazione è di basilare importanza per l'elaborazione dei piani regionali di qualità dell'aria e per la valutazione dell'eventuale persistere di situazioni esistenti di superamento dei limiti legislativi.

### **Bibliografia**

[1] Trozzi et al. 2020; 2019. DOI: 10.13140/RG.2.2.31918.54087

[2] Trozzi 2017,. DOI: 10.13140/RG.2.2.31364.94088

[3] Menut et al. 2021. DOI: 10.5194/gmd-14-6781-2021

P1.12

## Caratterizzazione di stazioni di fondo urbano nella Piana di Lucca: il levoglucosano come tracciante dei fenomeni di combustione di biomassa

Eliana Mirenda<sup>1\*</sup>, Federica Bellandi<sup>1</sup>, Simone Ninci<sup>1</sup>, Raffaella Bocciolini<sup>1</sup>, Bianca Patrizia Andreini<sup>2</sup>, Dennis Dalle Mura<sup>2</sup>, Roberto Fruzzetti<sup>2</sup>, Matteo Vitelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ARPAT, Settore Laboratorio - Area Vasta Centro

<sup>2</sup> ARPAT, Centro Regionale Tutela della Qualità dell'aria

\* Corresponding author m.vitelli@arpat.toscana.it

**Keywords:** levoglucosano, benzo(a)pirene, PM10

**Introduzione:** Il fenomeno del biomass burning contribuisce, unitamente ad altri processi, al deterioramento dello stato di qualità dell'aria. Tra le principali fonti di inquinamento, la combustione, per lo più residenziale, di biomassa legnosa è uno dei contributi maggioritari all'immissione in atmosfera di polveri sottili nella stagione invernale spesso correlata al superamento dei limiti imposti dalla normativa vigente [1].

È noto inoltre che i fumi prodotti dalla combustione incompleta di materiale legnoso possono contenere composti ad elevata tossicità che incidono negativamente sull'apparato respiratorio e sulla funzionalità polmonare. Tra questi, sotto il profilo tossicologico, particolare importanza riveste il benzo(a)pirene riconosciuto dall'IARC come cancerogeno per l'uomo [2].

Nel contesto territoriale della Regione Toscana, la piana di Lucca presenta non poche criticità sul fronte del rispetto dei limiti di qualità dell'aria specie in relazione al parametro PM10.

Le stazioni di monitoraggio ARPAT di fondo collocate nei comuni di Capannori e Lucca registrano infatti, quasi esclusivamente nella stagione invernale, il frequente superamento del limite giornaliero fissato per tale parametro [3, 4]. Al fine di predisporre delle misure di intervento efficaci, è quindi di fondamentale importanza effettuare un'indagine approfondita delle fonti emissive del particolato anche attraverso l'analisi di marcatori specifici quali, ad esempio, il levoglucosano [5].

**Metodi:** L'analisi del levoglucosano nel particolato raccolto nei siti oggetto di studio, è stata effettuata mediante due differenti tecniche analitiche ovvero la gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa (GC-MS) e la cromatografia ionica con rivelatore ad amperometria pulsata (IC-PAD). In entrambi i casi è stato ottimizzato il protocollo di estrazione dell'analita dalla fase particolata e, per entrambi i metodi, sono stati valutati i principali parametri di validazione, in conformità a quanto previsto dalla UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018. Il campionamento delle polveri è stato effettuato, su base giornaliera, in conformità alla norma UNI EN 12341:2001 nei periodi compresi tra dicembre 2021

marzo 2022 e dicembre 2022 - febbraio 2023. La raccolta di campioni durante il periodo estivo (agosto 2021), ha permesso di confrontare il contenuto di levoglucosano nelle polveri prelevate nelle due stagioni.

**Risultati:** I risultati ottenuti dimostrano come il particolato raccolto nella stagione estiva presenti una quantità di levoglucosano prossima al limite di quantificazione (LOQ) del metodo. Al contrario, tale quantità aumenta considerevolmente nella stagione invernale unitamente all'aumento dei livelli di concentrazione di particolato in aria. La rappresentazione grafica e l'analisi statistica dei risultati evidenzia inoltre, per entrambi i siti oggetto di studio, una forte correlazione tra il parametro PM10 ed il contenuto di levoglucosano in esso presente.

**Conclusioni:** Dalle indagini effettuate si rileva in entrambe le postazioni (LU-Capannori e LU-San Concordio) il contributo del biomass burning ai livelli di PM10 invernale; è pertanto legittimo anche ipotizzare in particolare che i numerosi superamenti registrati per le polveri nella stagione invernale nella stazione di LU-Capannori anche nel 2022 e 2023 siano da attribuire in maggior misura a sorgenti combustive e, in particolare, quelle correlate al fenomeno del

biomass burning, a ulteriore conferma di quanto già rilevato nei precedenti anni (6). Queste informazioni consentono pertanto di adeguare le azioni correttive e adottare opportune misure preventive finalizzate a garantire nel tempo il rispetto dei limiti normativi a tutela dell'ambiente e della salute pubblica.

### **Bibliografia:**

- [1] BORREGO, C., et al. Contribution of residential wood combustion to PM10 levels in Portugal. *Atmospheric Environment*, 2010, 44.5: 642-651.
- [2] VICENTE, Estela D., et al. In vitro toxicity of indoor and outdoor PM10 from residential woodcombustion. *Science of The Total Environment*, 2021, 782: 146820.
- [3] [https://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete\\_monitoraggio/scheda\\_stazione/LU-CAPANNORI/indicatori\\_giornalieri](https://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete_monitoraggio/scheda_stazione/LU-CAPANNORI/indicatori_giornalieri)
- [4] [https://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete\\_monitoraggio/scheda\\_stazione/LU-SANCONCORDIO/indicatori\\_giornalieri](https://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/rete_monitoraggio/scheda_stazione/LU-SANCONCORDIO/indicatori_giornalieri)
- [5] BHATTARAI, Hemraj, et al. Levoglucosan as a tracer of biomass burning: Recent progress and perspectives. *Atmospheric Research*, 2019, 220: 20-33.
- [6] <https://www.regione.toscana.it/-/progetto-patos-particolato-atmosferico-in-toscana>

P1.13

## Source apportionment del Black Carbon in ambito urbano e sub-urbano mediante spettroscopia Raman e tecniche di machine learning

Lia Drudi<sup>1\*</sup>, Matteo Giardino<sup>2,3</sup>, Davide Janner<sup>2,3</sup>, Federica Pognant<sup>4</sup>, Federico Matera<sup>4</sup>, MilenaSacco<sup>5</sup>,  
Rossana Bellopede<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria dell' Ambiente e il Territorio e delle Infrastrutture (DIATI), Politecnico di Torino; <sup>2</sup> Dipartimento Scienza Applicata e Tecnologia (DISAT), Politecnico di Torino; <sup>3</sup> Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (INSTM); <sup>4</sup> Direzione Ambientale, Regione Piemonte; <sup>5</sup> Arpa Piemonte, Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

\* Corresponding author, E-mail:lia.drudi@polito.it

**Keywords:** *Combustibile fossile, Combustione di biomassa, PM<sub>10</sub>*

**Introduzione:** Il Black Carbon (BC) si configura come un componente fondamentale del particolato atmosferico a causa della sua correlazione con effetti avversi sulla salute umana e il suo contributo al cambiamento climatico (1). Al fine di caratterizzare le sorgenti di BC sono stati analizzati campioni di ceneri da combustione di biomassa e residui di combustione provenienti da veicoli a diesel, benzina, metano e GPL. Successivamente, sono stati raccolti campioni di PM nel mese di febbraio 2022 presso le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria di Arpa Piemonte presso un sito di traffico nell' ambiente urbano di Torino e nelle Alpi (Oulx).

**Metodi:** Ad ogni spettro Raman ottenuto, che presenta le caratteristiche bande G e D, è stata applicata una deconvoluzione in cinque curve per raccogliere informazioni che possano portare all'identificazione delle diverse sorgenti di BC. Sono state applicate tecniche di machine learning per calcolare la risoluzione dei cluster bidimensionali ottenuti dei parametri attraverso un valore di accuratezza. Infine, lo stesso algoritmo, addestrato sui dati delle fonti di emissione di BC, è stato utilizzato per associare ogni BC riscontrato all'interno del PM alla sua fonte emissiva.

**Risultati:** per la provincia di Torino, dove 90% dei veicoli usano come carburante diesel e benzina, è stato scelto di considerare solo tre fonti emissive di BC (combustione di biomassa ed emissioni di veicoli a diesel e benzina) dalle quali si ottiene un'accuratezza superiore del 90%. Dai risultati (Tabella 1) emerge una considerevole quantità di BC prodotto da veicoli a combustione Diesel in entrambe le località analizzate; tuttavia risulta nullo il contributo dei veicoli a benzina i quali, infatti, producono molto meno BC rispetto a veicoli a Diesel (2). La percentuale relativa alla biomassa risulta maggiore per la località di Oulx in cui l'utilizzo di camini a legna è più frequente.

Tabella 1. Risultati della classificazione.

	Benzina	Diesel	Biomassa	Non identificato
<b>Torino - Rebaudengo</b>	0%	71%	25%	4%
<b>Oulx (TO)</b>	0%	57%	35%	7%

**Conclusioni:** La spettroscopia Raman si configura come una tecnica innovativa per l'analisi del black carbon contenuto all'interno del particolato atmosferico e può fornire uno strumento di source apportionment quando associata a tecniche machine learning.

### Bibliografia

[1] Bond TC et al. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/jgrd.50171>

[2] <https://opv.aci.it/WEBDMCircolante/>

P1.14

## Determinazione di Fattori di Emissione e Caratterizzazione Chimica del particolato emesso da forni a legna delle pizzerie attraverso misure sperimentali: Parte 2

Milena Stracquadanio<sup>1\*</sup>, Gabriele Migliavacca<sup>2</sup>, Paola Fermo<sup>3</sup>, Teresa M.G. La Torretta<sup>1</sup>, Carmen Morreale<sup>2</sup>, Andrea Bergomi<sup>3</sup>, Ilaria D'Elia<sup>1</sup>, Salvatore Chiavarini<sup>1</sup>, Silvia Bertagna<sup>2</sup>, Antonella Malaguti<sup>1</sup>, Antonio Piersanti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio di Inquinamento Atmosferico, ENEA; <sup>2</sup> Area Combustibili, Innovhub Stazioni Sperimentali per l'Industria; <sup>3</sup> Dip. Chimica, Università degli Studi di Milano

\* Corresponding author. Tel: +39 051 6098406, E-mail: milena.stracquadanio@enea.it

**Keywords:** *Fattori di Emissione, Forni a legna pizzerie, PM2.5, PM10*

**Introduzione:** Le emissioni di particolato atmosferico da forni a legna delle pizzerie rappresentano un tema di particolare interesse, vista la loro diffusione sul territorio italiano. Il D.Lgs. 152/06 definisce le emissioni di tali sorgenti come "poco significative", pertanto i relativi Fattori di Emissione (EF) non sono stati, fino ad ora, stimati attraverso misure sperimentali.

Da indagini di letteratura, INEMAR (INventario EMISSIONI ARia) risulta al momento l'unico inventario a stimare le emissioni di tale sorgente. La metodologia utilizzata in INEMAR per definire i valori dei EF, si basa sulla stima del consumo di legna e su dati derivanti da studi di settore (1).

**Metodi:** Per i forni a legna per la cottura di pizze non esistono specifiche norme tecniche di riferimento per il campionamento delle emissioni. Per la stima dei EF di questi forni sono state utilizzate le norme UNI EN 16510-1:2019 (2), CEN/TS 15883:2009 (3). Le emissioni a caldo e le emissioni a freddo (in tunnel di diluizione) sono state raccolte contemporaneamente e misurate. Sul particolato raccolto è stata effettuata la caratterizzazione chimica delle componenti principali del PM (ECOC, Ioni Inorganici Solubili in Acqua, Metalli ed Elementi in traccia). I EF per PM<sub>T</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, Benzo(a)Pirene (BAP), NO<sub>x</sub>, CO, COT, Levoglucosano e frazione carboniosa (ECOC) sono stati stimati per tipologia di combustibile di biomassa solida (legna di faggio, bricchette di legna di faggio) e gas metano. Le prove sono state effettuate su un forno a legna tradizionale statico e un forno combinato legna-gas, quest'ultimo sia nell'utilizzo come tradizionale statico che alimentato a gas.

**Risultati:** Per ciascuna tipologia di forno e per le specie considerate, sono stati stimati i EF, espressi in g GJ<sup>-1</sup>, e confrontati con i valori adottati nell'inventario INEMAR, risultando inferiori a questi ultimi ad eccezione di NO<sub>x</sub>. Di particolare interesse i EF per la frazione carboniosa e Levoglucosano non inclusi in INEMAR. Non risultano differenze significative nelle emissioni e nella caratterizzazione chimica del PM emesso dai due forni in relazione alla tipologia di combustibile.

**Conclusioni:** Le prove sperimentali condotte hanno consentito di costruire un database unico, ricco di informazioni che consentirà di incrementare la conoscenza delle emissioni da forni a legna e la relativa stima delle emissioni.

### **Bibliografia**

[1] [https://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/FontiEmissioni/2\\_1\\_7\\_Pizzerie\\_con\\_forno\\_a\\_legna\\_legna\\_e\\_similari](https://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/FontiEmissioni/2_1_7_Pizzerie_con_forno_a_legna_legna_e_similari)

[2] UNI EN 16510-1:2019; Apparecchi di riscaldamento domestici a combustibile solido - Parte 1: Requisiti generali e metodi di prova.

[3] CEN/TS 15883:2009; Apparecchi di riscaldamento domestici a combustibile solido - Metodi di prova delle emissioni.

P1.15

## Valutazioni statistiche di dati di concentrazione di benzene misurati nelquadriennio 2020-2023 nell'area di Taranto

A. Nocioni<sup>1\*</sup>, V. Margiotta<sup>1</sup>, G. Saracino<sup>1</sup>, M. Mantovan<sup>1</sup>, D. Cornacchia<sup>1</sup>, V. Campanaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARPA Puglia

\* Corresponding author. Tel: +39 0831/099519, [E-mail: a.nocioni@arpa.puglia.it](mailto:a.nocioni@arpa.puglia.it)

**Keywords:** Benzene, reti di monitoraggio pubbliche e private, polar plot, soglie effetti acuti

Nell'area di Taranto, per gli inquinanti gassosi, nonostante ormai da vari anni siano rispettati i valori limite sulla media annua previsti dalla normativa di riferimento (D. Lgs. n.155/2010), sono emerse criticità sugli andamenti del benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Si è considerato che mentre la media sul periodo annualiserisente poco dei valori di picco orari e di oscillazioni rapide - che con una certa frequenza si registranonel quartiere Tamburi a Taranto - la serie storica dei dati di monitoraggio dalle stazioni della rete pubblica ubicate in prossimità dell'area industriale, oltre a quelle della rete di Acciaierie d'Italia (AdI), ha evidenziato un aumento dei livelli di concentrazione del benzene a partire dalla fine dell'anno 2019. L'incremento è confermato anche attraverso l'elaborazione degli andamenti delle medie mobili mensili, che hanno mostrato il progressivo aumento delle concentrazioni nei diversi siti, marcatamentepresso le stazioni *Meteo Parchi, Direzione, Cokeria, Via Orsini-Tamburi e Via Machiavelli-Tamburi*.

Il quadro delle elaborazioni statistiche, su breve e lungo periodo, per tutte le postazioni fisse di monitoraggio del benzene, combinando anche i dati anemologici, ha consentito di individuare i settori di provenienza dell'inquinante ed ha indicato che la sorgente emissiva responsabile di tale suddetto incremento è all'interno dello stabilimento siderurgico, in particolare, negli impianti produttivi del coke, principale sorgente emissiva di benzene. Sono stati elaborati diagrammi polari, matrici di correlazione delle serie di dati di tutte le stazioni e, per il periodo 2019÷2023, sono stati esaminati i trend delle medie mensili di concentrazione delle cabine interne degli stabilimenti AdI ed ENI, valutandoli anche in base alle elaborazioni delle rette di regressione lineare.

In occasione di eventi di inquinamento acuto, le reti hanno fornito i dati necessari a descriverne effettie ricadute in aria ambiente, oltre a consentire le verifiche di conformità alle normative. I dati misuratisono stati confrontati con i limiti previsti anche da altre normative vigenti a livello internazionale<sup>[a]</sup>, al fine di offrire agli organi sanitari competenti elementi utili a valutare eventuali effetti sulla salute dellapopolazione, collegati alle concentrazioni di benzene in aria ambiente in occasione di eventi che, seppure di durata limitata e tali da non determinare superamenti del limite medio annuo, possano risultare comunque significativi in riferimento ad eventuali effetti sanitari. In assenza di riferimenti daparte di OMS (es. recente revisione delle "Air quality guidelines" 2021), si sono considerati i valori soglia sul breve periodo (media oraria), REL stabiliti dall'Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA, California Environmental Protection Agency)<sup>[b]</sup>, con i quali sono state effettuatevalutazioni e raffronti rispetto ai dati misurati negli anni, gestiti da ARPA Puglia.

### Bibliografia

[a] Sekar A., Varghese G.K., Ravi Varma M.K. *Analysis of benzene air quality standards, monitoring methods and concentrations in indoor and outdoor environment*. Heliyon 2019 Nov 29; 5(11).

[b] Benzene Reference Exposure Levels: Technical support document for the derivation of noncancer reference exposure levels Appendix D1. Final Report June 2014. Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency.

P1.16

## **Aggiornamento del sistema modellistico per la valutazione dello stato della qualità dell'aria della regione Puglia**

Ilenia Schipa<sup>1\*</sup>, Angela Morabito<sup>1</sup>, Francesca Intini<sup>1</sup>, Annalisa Tanzarella<sup>1</sup>, Vincenzo Campanaro<sup>1</sup>, Alessio D'Allura<sup>2</sup>, Daniela Barbero<sup>2</sup>, Umberto Giuriato<sup>2</sup>, Nicola Pepe<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Regionale Aria, Arpa Puglia; <sup>2</sup>Arianet Srl

\* Corresponding author. Tel: +390831 099549, E-mail: i.schipa@arpa.puglia.it

**Keywords:** *Sistema modellistico, configurazione ambiente informatico, input emissivo, PM10*

ARPA Puglia conduce ogni anno, ai sensi del D. Lgs. 155/2010, la simulazione retrospettiva per la valutazione dello stato della qualità dell'aria relativa all'anno precedente sulla regione Puglia (a 4 km di risoluzione spaziale), con un focus a 1 km sulle province di Brindisi, Lecce e Taranto. Il sistema modellistico utilizzato a tale scopo, incentrato sul codice euleriano di tipo fotochimico FARM, si avvale delle risorse computazionali e di archivio del data center di calcolo ReCaS gestito da UNIBA ed INFN. Nel corso del 2022 il cluster HPC di ReCaS ha messo a disposizione aumentate risorse di calcolo ed un rinnovato ambiente informatico che prevede l'esecuzione delle applicazioni preferibilmente tramite Docker container, una tecnologia che conferisce semplicità di configurazione ed esecuzione, affidabilità, flessibilità e sicurezza. Ciò ha permesso di effettuare un importante aggiornamento dell'applicativo F-Air che gestisce le catene operative e valutative del sistema modellistico. Le aumentate potenzialità di calcolo, infatti, hanno consentito di ampliare il dominio di simulazione della catena valutativa retrospettiva regionale, così da includere anche le Isole Tremiti. La risoluzione spaziale è notevolmente migliorata passando da 4 km a 1 km (il numero di celle di calcolo del dominio orizzontale è passato così da 79x62 a 316x274). È stato inoltre implementato l'aggiornamento del database emissivo, utilizzando, per le emissioni regionali ed extraregionali, i dati più recenti a disposizione consistenti rispettivamente nei dataset INEMAR 2015 ed ISPRA2019.

Il presente lavoro mostra, relativamente all'anno 2023 e al PM10, i primi risultati ottenuti dalla catena modellistica retrospettiva nella nuova configurazione.



P1.17

## **Analisi di serie storiche decennali di metalli sul particolato PM10 e PM2.5 delle stazioni della rete di qualità dell'aria della Provincia di Ravenna**

Deborah Valbonetti<sup>1</sup>, Samuele Marinello<sup>1</sup>, Francesca Liguori<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Arpae - Servizio Sistemi Ambientali Area Prevenzione Ambientale Est, Via Marconi, 14 -Ravenna, 48124

\* Corresponding author. Tel: +39 0544 210651, E-mail: dvalbonetti@arpae.it

**Keywords:** *Particolato atmosferico, PM10, PM2.5, Analisi chimiche, Metalli, Ravenna*

**Introduzione:** La tossicità del particolato atmosferico (PM) è associata sia alla sua natura granulometrica, sia alla quantità di microinquinanti che lo compongono. Questo determina la necessità di investigare non solo la concentrazione delle PM in atmosfera, ma anche la composizione chimica. Nel particolato atmosferico sono presenti metalli di varia natura, quelli di maggior rilevanza sotto il profilo tossicologico sono: Nichel, Cadmio, Arsenico, classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo, e Piombo per il quale è stato evidenziato un ampio spettro di effetti tossici. L'obiettivo del presente lavoro è descrivere i risultati dell'analisi di metalli, effettuate su filtri di particolato PM10 e PM2.5 della rete di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Ravenna a partire dal 2014. Oltre a Nichel, Cadmio, Arsenico e Piombo, metalli per i quali esiste un valore di riferimento normativo, si riportano anche Cromo e Vanadio, interessanti traccianti per l'area di indagine. Le analisi sono state condotte in 7 stazioni di monitoraggio di diversa tipologia, di cui 5 appartenenti alla Rete Regionale e 2 stazioni locali-industriali dell'area industriale/portuale della città di Ravenna.

**Metodi:** I Campioni sono costituiti da filtri giornalieri di PM10 e PM2.5 aggregati mensilmente. Per il campionamento e la misurazione dei metalli sul particolato si è utilizzato il metodo di riferimento descritto nella norma UNI EN 14902:2005. Una porzione delle membrane campionate viene mineralizzata con microonde, ponendo il campione in contenitori ermetici in PTFE nei quali sono aggiunti acidi ultrapuri. La determinazione analitica della soluzione di campione è effettuata con un sistema ICP/MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry).

**Risultati:** Le analisi chimiche evidenziano l'ampio rispetto sia dei valori obiettivo valevoli per Arsenico, Cadmio e Nichel, sia del valore limite definito per il Piombo. In generale, valori più alti, sono stati identificati nelle stazioni della città di Ravenna, rispetto alle altre stazioni di fondo (urbano, sub-urbano e rurali). In particolare valori maggiori di Vanadio, Piombo e Cromo, si riscontrano nelle stazioni locali-industriali, riconducibili alle attività in area industriale/portuale (petrolchimico, porto). Nei siti in cui c'è la misura contestuale del PM10 e PM2.5, si rileva nella gran parte dei casi un maggior adsorbimento sulla frazione PM10.

**Conclusioni:** I risultati confermano una generale diminuzione nelle concentrazioni medie annuali di tutti i metalli nell'arco temporale analizzato. Il Piombo ha una diminuzione media di circa il 30% (passa da circa 4 a 3 ng/m<sup>3</sup> come valor medio annuale di tutte le stazioni), mentre Cromo e Nichel hanno una riduzione di oltre la metà (Cromo da circa 14 a 3 ng/m<sup>3</sup> e Nichel da 3 a 1 ng/m<sup>3</sup>). Il Cadmio si riduce di circa un ordine di grandezza (passando da circa 1 a 0,1 ng/m<sup>3</sup>) mentre il Vanadio è stabile sui valori medi di circa 1-2 ng/m<sup>3</sup>.

P1.18

## Approccio integrato per lo studio di microplastiche aerodisperse.

Priscilla Boccia<sup>1</sup>, Patrizia Di Filippo<sup>1</sup>, Barbara Ficociello, Federica Incoronato<sup>1</sup>, Donatella Pomata<sup>1\*</sup>, Carmela Riccardi<sup>1</sup>, Anna Risuglia<sup>3</sup>, Mara Stefanelli<sup>1</sup>, Elena Sturchio, Miriam Zanellato<sup>1</sup>, Francesca Buiarelli<sup>2</sup>, Andrea Fricano<sup>2</sup>, Giulia Simonetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DIT, INAIL Ricerca, Roma, 00143;

<sup>2</sup> Dipartimento di Chimica, Università “La Sapienza”, Roma, 00185.

<sup>3</sup> Dipartimento di Chimica e Tecnologie del Farmaco, Università “La Sapienza”, Roma, 00185.

\* Corresponding author. Tel: +39 3398740107, E-mail: d.pomata@inail.it

**Keywords:** *Microplastiche, additivi plastici, test in vitro, FTIR, FESEM-EDX*

**Introduzione:** L'inalazione di microparticelle di plastica (MP) è stata correlata all'insorgenza di malattie polmonari professionali, in caso di elevati livelli di esposizione [1]. Gli additivi plastici, aggiunti per conferire peculiari proprietà meccaniche e chimico-fisiche ai polimeri, rivestono particolare importanza negli studi di esposizione, per la loro tossicità. Dal momento che, la relazione tra la tossicità e la composizione chimica, le dimensioni e la natura delle microplastiche, non è ancora chiara, sono necessari studi integrati che valutino la presenza delle MP e degli additivi negli ambienti di vita e di lavoro nel loro complesso.

**Metodi:** Al fine di isolare le microparticelle di plastica presenti in campioni di polvere depositata collezionati in un impianto di smaltimento di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche è stato ottimizzato un metodo di clean-up dei campioni, mediante tecnica di flottazione, testando 4 soluzioni saline a diversa densità (ZnCl<sub>2</sub>, NaI, ZnCl<sub>2</sub>: NaI e K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Dopo il clean-up, i campioni sono stati analizzati con uno spettrofotometro FTIR a singolo raggio Nicolet iS50 accoppiato al microscopio IR Continuum ed osservati anche tramite microscopia elettronica a scansione a emissione di campo munita di spettrometria a raggi X a dispersione di energia (FESEM/EDX). Per valutare la possibile tossicità in specifici organi target delle polveri depositate e di alcuni composti in esse presenti, sono state effettuate indagini *in vitro* su due linee cellulari, test di citotossicità su cellule polmonari (A549) e cellule di neuroblastoma (SHSY5Y).

**Risultati:** L'analisi chimica di additivi plastici appartenenti alle classi degli ftalati, tereftalati, adipati, sebacati, citrati e trimellitati, tramite GC/MS e HPLC/MS-MS, l'analisi tramite FTIR/ATR e la valutazione della morfologia e mappatura degli elementi mediante FESEM/EDX, effettuate sui campioni dopo la procedura di clean-up, non hanno evidenziato differenze rilevanti tra le 4 soluzioni testate. Questo ha permesso di scegliere come flottante per i campioni in studio la soluzione di K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sicuramente più green, sicura ed economica rispetto a ZnCl<sub>2</sub> e NaI. L'analisi in FTIR/ATR ha evidenziato inoltre la possibile presenza, nei campioni di polvere, del polistirene, polietilene o polipropilene entrambi a bassa densità. Le prove di citotossicità hanno evidenziato effetti citotossici che dovranno essere approfonditi con ulteriori studi.

### Conclusioni:

La procedura di clean up e le prove di citotossicità messe a punto sui campioni di polvere depositata saranno trasferite a campioni di PM aerodisperso collezionati negli stessi siti.

### Bibliografia

[1] Levermore J.M., et al., 2020740. DOI/10.1021/acs.analchem.9b05445

P1.19

## Assessing Indoor Air Quality: Volatile Organic Compound Emissions from Incense Usage

Fabiana Carriera<sup>1\*</sup>, Cristina Di Fiore<sup>1</sup>, Alessia Iannone<sup>1</sup>, Gaetano Settimo<sup>2</sup>, Pasquale Avino<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences (DiAAA), University of Molise, ViaDe Sanctis, Campobasso, 86100, Italy, <sup>2</sup>Environment and Health Department, Italian National Institute of Health, Viale Regina Elena 299, 00161 Rome, Italy, <sup>3</sup>Institute of Atmospheric Pollution Research (IIA), National Research Council (CNR), Rome Research Area-Montelibretti, 00015 Monterotondo, Italy

\*Corresponding author: f.carriera@studenti.unimol.it

**Keywords:** *Indoor air, VOCs, benzene, health effects*

Concern over indoor air quality has significantly increased in recent years, with a particular focus within the scientific community on indoor environments where incense burning is prevalent. Incense burning has been identified as a major source of indoor volatile organic compounds (VOCs), especially benzene [1]. Incense burning is a common practice in many countries for religious, home fragrance, and commercial purposes (e.g., spas and yoga studios). Scientific experiments have demonstrated that various VOCs, such as benzene, limonene, and  $\alpha$ -pinene, are indeed emitted by fragranced consumer products, including incense. Benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene, collectively known as the BTEX group, are particularly concerning VOCs found significantly in indoor air. Among them, benzene warrants special attention due to its adverse health effects, including reproductive problems, respiratory complications, immune suppression, and cancer risk for individuals exposed to VOCs. Hence, there is a pressing need to identify indoor VOC sources and evaluate their concentrations to safeguard public health [2].

This study aims to assess the emission of VOCs from incense sticks burned indoors, utilizing a chamber test room.

The experiments were conducted in an experimental clean room with a total volume of 85.8 m<sup>3</sup>. A chemical desorption VOC sampler with a RAD130 adsorbent cartridge was employed for air sampling. VOCs captured in the adsorbent phase were desorbed using an organic solvent for subsequent instrumental analysis. For chemical analysis, VOCs were desorbed from the activated carbon adsorbent phase using 2 mL of CS<sub>2</sub>. Analysis was performed using a gas chromatograph model 6850 coupled with a flame ionization detector (GC-FID).

Experimental results revealed that 10 types of incense sticks emitted benzene at concentrations ranging from 11.1 to 66.5  $\mu\text{g m}^{-3}$ , which were 2.5 times lower than the limit recommended for non-occupational indoor exposure (160  $\mu\text{g m}^{-3}$ ) set by the American Association of Industrial Hygienists (ACGIH). Additionally, an investigation into the correlation between the dimensions (diameter and length) of the combustible parts in an incense stick indicated a slight influence on benzene release.

Given the significant impact of benzene on human health and the lack of precise legislation on air quality in residential environments, this research represents an initial exploration into the notable effects of burning incense in both private and public indoor settings.

### References

- [1] Manoukian, A et al. 2016. DOI: [10.1007/s11356-015-5819-2](https://doi.org/10.1007/s11356-015-5819-2)  
[2] Silva GV et al. 2021. DOI: 10.3390/ijerph18158086

P1.20

## **Attività sperimentali condotte sul sito di Taranto con analizzatore in continuodi particolato fine: approccio metodologico a elevata risoluzione temporale per la caratterizzazione dimensionale del particolato atmosferico**

Lorenzo Angiuli<sup>1\*</sup>, Salvatore Ficocelli<sup>1</sup>, Vincenzo Campanaro<sup>1</sup> Antonio Fornaro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Arpa Puglia; <sup>2</sup> Lab Service Analytica

\* Corresponding author. Tel: +390805460602, E-mail:l.angiuli@arpa.puglia.it

**Keywords:** *source apportionment, particolato fine, distribuzione dimensionale, optical lightscattering*

L'analisi in tempo del particolato atmosferico attraverso l'ausilio dei sistemi AMS (automatic monitoring system) basati sul principio di misurazione optical light scattering può fornire informazioni aggiuntive sulla distribuzione dimensionale del particolato fine ed essere utili in casodi studi di source apportionment.

Infatti questi sistemi sono in grado di determinare con elevata risoluzione temporale sia il numero diparticelle che la loro distribuzione sui canali dimensionali di rivelazione e garantire delle informazioni strutturali del particolato che possono essere funzionali per l'identificazione della sorgente.

Sono state condotte delle attività sperimentali della durata di 4 mesi, in un sito di monitoraggio industriale della città Taranto con un analizzatore AMS, dotato di spettrometro per applicazioni outdoor con a bordo 64 canali dimensionali nel range 0,18  $\mu\text{m}$ -20  $\mu\text{m}$ .

Alcuni eventi registrati durante il periodo di studio, identificati da incrementi di concentrazione di particolato fine, sono stati singolarmente e ulteriormente classificati sulla base della loro distribuzione dimensionale.

Gli eventi sono stati quindi raggruppati nelle seguenti classi: A-sahariana dust, B-wind day, C- fuochi d'artificio, D-eventi short di origine non identificata.

Lo studio ha mostrato significative variazioni in termini di distribuzione dimensionale e del numero di particelle totali delle classi identificate e ciò ha permesso uno studio statistico più approfondito attraverso un'analisi delle componenti principali.

L'analisi multivariata risultante ha mostrato delle potenzialità nell'attribuzione degli eventi in relazione alla loro diversa distribuzione dimensionale.

### **Bibliografia**

[1] Bousiotis, D. et al, 2021 <https://doi.org/10.5194/amt-14-4139-2021>

[2] Crilley et al, 2018 <https://doi.org/10.5194/amt-11-709-2018>

[3] Crilley et al, 2020 <https://doi.org/10.5194/amt-13-1181-2020>, 2020.

[4] De Vito et al, 2020 <https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.127869>, 2020.

[5] Feinberg et al, 2019 <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.06.026>,

[6] Pope et al, 2022 <https://doi.org/10.25500/edata.bham.00000856>,

[7] Dimitrios Bousiotis, <https://doi.org/10.5194/amt-15-4047-2022>

P1.21

## Campagne di monitoraggio di benzene con analizzatori GC trasportabili all'interno dello stabilimento siderurgico di Taranto

V. Margiotta<sup>1\*</sup>, A. Nocioni<sup>1</sup>, T. Pastore<sup>1</sup>, F. Sollecito<sup>1</sup>, A. Morabito<sup>1</sup>, F. Intini<sup>1</sup>, A. Tanzarella<sup>1</sup>, V. Campanaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ARPA Puglia

\* Corresponding author. Tel: +39 099/9946320, [E-mail: v.margiotta@arpa.puglia.it](mailto:v.margiotta@arpa.puglia.it)

**Keywords:** Benzene, GC portatili, cokerie, campagne di misura

Introduzione: la serie storica dei dati di monitoraggio della qualità dell'aria forniti sia dalle stazioni della rete pubblica, ubicate in prossimità dell'area industriale di Taranto, oltre che da quelle della rete privata, a servizio dello Stabilimento Siderurgico a ciclo integrale, ha evidenziato un aumento dei livelli di benzene a partire dalla fine dell'anno 2019. Il quadro delle elaborazioni statistiche, combinato con i dati anemologici, nonché con simulazioni modellistiche di tipo *short term* (con modello lagrangiano a particelle SPRAY), hanno fatto ritenere che la sorgente emissiva responsabile dell'incremento, con buona approssimazione e sulla base delle evidenze, è posta all'interno dello stabilimento siderurgico. In particolare, negli impianti produttivi del coke, principale sorgente emissiva di benzene, di natura diffusa/fuggitiva. Tale aumento delle concentrazioni di benzene, più accentuato nelle ore notturne (come emerge dalle elaborazioni statistiche del "giorno tipo"), è verosimilmente associabile ad eventi emissivi industriali, ed è in netta controtendenza con il sensibile calo dei livelli produttivi di coke registrato negli ultimi 4 anni.

Obiettivo: si è, dunque, attuata una campagna di misurazioni sperimentali con l'obiettivo di acquisire, con maggiore risoluzione spaziale, informazioni sugli andamenti delle concentrazioni di benzene all'interno dell'area Cokeria, e consentire approfondimenti per individuare le potenziali fonti di benzene nel processo produttivo, in particolare per quanto attiene alle emissioni diffuse e fuggitive.

Metodi: Considerata la notevole estensione dell'area a caldo dello stabilimento, si è individuato un primo quadrilatero di indagine che contenesse l'intero reparto produttivo del coke, utilizzando quattro postazioni di monitoraggio in quota (tra 20-25 m di altezza). Sono stati impiegati n.4 gas cromatografi trasportabili che misurano la concentrazione in aria ambiente di BTEX usando la tecnica della gascromatografia automatizzata in situ (con quantificazione dei picchi data dal rivelatore a fotoionizzazione), in accordo alla norma tecnica UNI EN 14662-3:2015; il ciclo di analisi ha durata di 10 minuti, mettendo a disposizione 6 dati per ciascuna ora di funzionamento.

Risultati: è stato possibile ricostruire un primo quadro dettagliato delle concentrazioni di benzene legate alla produzione di coke ed al trattamento dei relativi sottoprodotti ed anche focalizzare l'attenzione su criticità emissive e impiantistiche, oltre a valutare con maggiore dettaglio le direzioni di provenienza del suddetto inquinante all'interno di un'area industriale complessa come quella del siderurgico. Si riportano solo i risultati delle prime fasi dell'intera campagna, trattandosi di un lavoro ancora in corso. Conclusioni: Si preannuncia, da una prima analisi dei dati acquisiti, un quadro dettagliato delle concentrazioni di benzene rilevate dagli strumenti e legate alla produzione di coke ed al trattamento dei relativi sottoprodotti.

Si ringrazia la Pollution s.r.l. per il supporto tecnico, in particolar modo il dott. Davide Vignola.

P1.22

## Caratterizzazione del particolato indoor in relazione alla qualità dell'aria outdoor: i primi risultati dal progetto PNRR ECOSISTER

Matteo Rinaldi<sup>1\*</sup>, Marco Paglione<sup>1</sup>, Maurizio Busetto<sup>1</sup>, Luisa Neri<sup>2</sup>, Cinzia De Benedictis<sup>2</sup>, Marianna Nardino<sup>2</sup>,  
Stefano Zampolli<sup>3</sup>, Francesco Suriano<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche; <sup>2</sup> Istituto per la Bioeconomia, Consiglio Nazionale delle Ricerche; <sup>3</sup> Istituto di Microelettronica e Microsistemi, Consiglio Nazionale delle Ricerche; <sup>4</sup> Proambiente Scrl

\* Corresponding author. Tel: +39 0516399558, E-mail: m.rinaldi@isac.cnr.it

**Keywords:** *Aerosol indoor, composizione chimica, nature based solutions*

L'esposizione al particolato in ambienti indoor è stata associata ad effetti avversi sulla salute [1], tuttavia, le proprietà chimico-fisiche dell'aerosol indoor e la dinamica delle sue concentrazioni, in relazione a sorgenti interne ed esterne, non sono ancora ben caratterizzate [2].

Le principali proprietà chimico-fisiche del particolato sub-micrometrico sono state misurate, alternando osservazioni indoor ed outdoor con una risoluzione temporale di 10 minuti, presso due uffici non abitati all'interno dell'area della Ricerca CNR di Bologna. Per circa metà della durata dello studio, in uno dei due uffici sono state introdotte 18 piante in vaso appartenenti a 6 specie da appartamento (*Yucca* spp., *Sanseveria laurentii*, *Epipremnum aureum*, *Chamaedorea* spp., *Ficus benjamin*, *Schefflera arboricola* Gold) con lo scopo di quantificarne l'eventuale effetto sulla qualità dell'aria indoor, nell'ottica di valutare l'efficacia delle cosiddette "nature-based solutions".

L'analisi delle concentrazioni di PM1 e del numero totale di particelle evidenzia che la variabilità dei livelli di aerosol indoor segue da vicino l'evoluzione delle concentrazioni outdoor. I dati sulla composizione chimica indoor evidenziano una significativa perdita di nitrato di ammonio (rapporto Indoor/Outdoor = 0.10) dovuta alla maggior temperatura dell'ambiente indoor ed alla volatilità del composto. Alcuni frammenti organici mostrano un comportamento analogo, suggerendo la potenziale perdita di specie semi-volatili, in corso di investigazione.

Tali risultati mostrano che, negli ambienti indoor oggetto di questo studio, la concentrazione di aerosol è fortemente influenzata dalla qualità dell'aria esterna. Tuttavia, le significative modifiche subite dal particolato una volta trasportato all'interno potrebbero influenzarne le proprietà tossicologiche.

L'analisi dei dati raccolti in presenza di piante, in confronto al periodo di controllo, è ancora in corso. I risultati preliminari suggeriscono che la presenza delle piante nell'ambiente indoor potrebbero risultare in una diminuzione del numero di particelle indoor non del tutto trascurabile (~14%).

Progetto finanziato nell'ambito del Programma Nazionale di Ripresa e Resilienza, Missione 04 Istruzione e ricerca – Componente 2 Dalla ricerca all'impresa Investimento 1.5 – NextGenerationEU, Avviso n. 3277 del 30/12/2021. Decreto di concessione n. 0001052 del 23/06/2022 (ECS\_00000033\_ECOSISTER).

### **Bibliografia**

[1] Morawska L et al. 2013. DOI: 10.1111/ina.12044

[2] Goldstein A et al. 2021. DOI: 10.1021/acs.est.0c05727

P1.23

## Caratterizzazione della Composizione Ionica ed Elementare di Particolato Atmosferico *size-segregated* dall'Area Metropolitana di Mosca

Mariassunta Biondi<sup>1</sup>, Alessandro Zappi<sup>1</sup>, Olga Popovicheva<sup>2</sup>, Marina Chichaeva<sup>2</sup>, and Laura Tositti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Bologna, Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"

<sup>2</sup>SINP, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

**Keywords:** Aerosol, Optical Particle Spectrometry, Cromatografia ionica, PIXE

Introduzione: Il particolato atmosferico (PM) è considerato, ad oggi, il più critico inquinante atmosferico, a causa delle complesse e mutevoli caratteristiche chimico-fisiche, variabili soprattutto in funzione della dimensione delle particelle (1). È stata, pertanto, caratterizzata la composizione ionica ed elementare di dieci campioni di PM *size-segregated* dall'area metropolitana di Mosca (Russia), principale *megacity* dell'Europa settentrionale e peculiare punto di campionamento per latitudine e caratteristiche meteorologiche (2).

Metodi: Dieci campioni di PM sono stati raccolti tra il 24/09/2021 ed il 05/08/2022 nella città di Mosca, utilizzando un *Micro-Orifice Uniform Deposition Impactor* (MOUDI) 110NR, campionatore ad otto stadi di segregazione dimensionale. I campioni sono stati analizzati tramite *Proton-Induced X-Ray Emission* (PIXE) per la composizione elementare (Na, K, Ca, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Br, Sr) e tramite cromatografia ionica, per la quantificazione dei principali cationi ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ), anioni inorganici ( $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) ed organici (ossalato, acetato, formiato, metansolfonato, succinato, malonato, lattato). La *particle number concentration* è stata determinata in parallelo mediante Optical Particle Sizer (OPS). Risultati: Le evidenze emerse mostrano significative differenze composizionali tra i campioni, declinate sia sul piano della dimensionalità, che della stagionalità. Nella *fine fraction* (particelle < 1

$\mu\text{m}$ ) la concentrazione di aerosol inorganico secondario segue i profili previsti dalla modulazione fotochimica dell'atmosfera, mentre gli andamenti dello ione  $\text{K}^+$  permettono di individuare l'impatto sull'ambiente urbano del *biomass burning*, da riscaldamento domestico in inverno e da incendi forestali in estate. Durante la stagione fredda la composizione della *fine fraction* appare influenzata dal traffico urbano, ed in particolare da combustibile diesel, identificabile tramite le concentrazioni rilevate di V e Ni. Nella *coarse fraction* (particelle > 1  $\mu\text{m}$ ) gli andamenti di Na e Cl nel periodo freddo dell'anno appaiono correlati all'ingente impiego di sali tecnici per la manutenzione del fondo stradale, mentre nella stagione calda si osserva la presenza di elementi terrigeni quali Ca, Al, Si, P, Fe, Ti, Ni, Co e Cu, attribuibili a fenomeni di *soil and road resuspension* (3).

Conclusioni: La composizione del PM di Mosca è soggetta a significative differenze stagionali, in relazione ai tipici cicli atmosferici, ma anche ai ritmi delle attività antropiche, dettati soprattutto dalle rigide temperature invernali. Ciò si manifesta anche sul piano dimensionale, con importanti variazioni composizionali tra particelle a diametro inferiore e superiore a 1  $\mu\text{m}$ .

### Bibliografia

1. Raes, F. et al. 2000. DOI: 10.1016/S1352-2310(00)00239-9
2. Zappi, A. 2023. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2022.119458
3. Popovicheva, O. 2023. DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.170315

P1.24

## Composizione dimensionalmente risolta e variabilità delle deposizioni secche in un sito del bacino del Mediterraneo ed in un sito artico.

Pierina Ielpo<sup>1\*</sup>, Kilian Schneiders<sup>2</sup>, Melanie Eknayan<sup>3</sup>, Federico Scoto<sup>1</sup>, Ferdinando De Tomasi<sup>4</sup>, Konrad Kandler<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Atmospheric Sciences and Climate - Italian National Research Council (CNR ISAC), 73100 Lecce, Italy

<sup>2</sup>German Weather Service (DWD), Offenbach, Germany

<sup>3</sup>Institute for Applied Geosciences, Technische Universität Darmstadt, 64287 Darmstadt, Germany;

<sup>4</sup>Department of Mathematics and Physics, University of Salento, 73100 Lecce, Italy

\* Corresponding author. Tel: +39 0832422408, E-mail: pierina.ielpo@cnr.it

**Keywords:** deposizione secca di aerosol, SEM-EDX, analisi di singole particelle, composizione dell'aerosol

**Introduzione:** La deposizione secca è una delle due principali vie di rimozione delle particelle di aerosol dall'atmosfera. I processi di deposizione secca degli aerosol non sono ancora pienamente compresi, così come l'impatto degli aerosol sui processi nuvolosi e sul bilancio radiativo terrestre. Per questi motivi, le misure della distribuzione dimensionale, della composizione e dello stato di miscelazione delle singole particelle di aerosol sono necessarie.

**Metodi:** Da aprile 2017 una serie di sette campionatori di nuova concezione per la deposizione secca sono stati installati in diverse località del Mediterraneo al fine di catturare la variabilità spaziale e temporale (prima fase di XMed-Dry fino a marzo 2018). La seconda fase di XMed-Dry, ancora in corso, mira a un monitoraggio a lungo termine in tre siti: Lecce (Italia), Nicosia (Cipro) ed Alicante (Spagna). Presso l'osservatorio di Gruebadet a Ny-Ålesund (Svalbard Islands - Norway) un monitoraggio di deposizioni secche è stato condotto, mediante il campionatore passivo Sigma-2 (Passam AG -Switzerland), nei periodi autunnali e primaverili, dal 2020 al 2023.

Le particelle depositate sul supporto sono state analizzate mediante SEM-EDX per ottenere dimensioni, forma e composizione elementare delle singole particelle [1].

**Risultati:** I risultati mostrano che la deposizione secca consiste in una miscela altamente variabile di sale marino, solfato, polvere minerale, ossidi metallici e materiale biologico, a seconda del luogo, della stagione e della situazione meteorologica.

**Conclusioni:** I campioni analizzati per dimensioni, forma e composizione per singola particella forniscono informazioni rilevanti non solo per la variabilità spaziale e temporanea, ma anche per i processi di deposizione e per la provenienza delle fonti, nonché per il training e lo sviluppo del set up di modelli di forecasting (WRF-chem) [2]. Sarà illustrata una specifica attività di monitoraggio delle deposizioni secche condotta nell'ambito del progetto: PRR.PN026.026 PRIN 2022 PNRR: Instability processes of coastal rocky cliffs and associated retreat trends in relation to the evolution of extreme meteo-marine events: an advanced methodological approach, al fine di ottenere speciazione dell'aerosol segregata dimensionalmente, principalmente per la frazione di sale marino, per lo studio di eventi di cicloni mediterranei sulle coste del Salento e della Sicilia.

### Bibliografia

[1] K. Kandler et al. (2018), Atmospheric Chemistry and Physics, 18, 13429–13455.

[2] Rizza U. et al. (2021), Applied Sciences, 11, 1566.



P1.25

## Un approccio integrato sensori-modelli per sistemi di *early-warning* e supporto decisionale

Lorenzo Caponi<sup>1</sup>, Silvia G. Danelli<sup>1</sup>, Matilde De Camillis<sup>1</sup>, Matteo Santostefano<sup>1</sup>, Silvia Perasso<sup>1</sup>, Paolo Brotto<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>PM\_TEN Srl, P.zza di Soziglia 1/18B, 16123 Genova, Italy

\*Corresponding author. Tel: +39 375 8026294, [E-mail: paolo.brotto@pm10-ambiente.it](mailto:paolo.brotto@pm10-ambiente.it)

**Keywords:** *Approcci integrati sensori-modelli, sensoristica diffusa, modelli di dispersione lagrangiani, ambienti industriali, aree urbane, aree portuali*

**Introduzione:** Le tecniche di modellistica ed elaborazione dei dati mediante algoritmi di intelligenza artificiale si sono affacciate da diversi anni al mondo del monitoraggio dei parametri ambientali, in particolare in relazione alla possibilità di elaborare ingenti quantità di dati eterogenei [1]. In tale contesto rivestono un ruolo primario gli sviluppi tecnologici che hanno riguardato tanto il campo dell'intelligenza artificiale, quanto quello della strumentazione low-cost per il monitoraggio atmosferico, che consente di raccogliere dati in *quasi-real-time* e in maniera capillare sul territorio [2].

**Metodi:** La piattaforma sviluppata contiene e implementa due ambienti complementari: da un lato il rilevamento del dato ambientale in tempo quasi-reale, con singoli dispositivi e/o reti di sensori (diffuse/o all'emissione), dall'altro i modelli di dispersione di tipo lagrangiano opportunamente alimentati e calibrati [3]. I dati rilevati dalle reti di sensori vengono elaborati mediante algoritmi di intelligenza artificiale per valutare in tempo quasi-reale andamenti generali e puntuali. Combinazioni di parametri opportunamente definite indicano l'emergere di potenziali criticità e determinano l'esecuzione di simulazioni modellistiche a breve medio termine finalizzate a favorire e orientare gli interventi di prevenzione e/o mitigazione. I risultati ottenuti dal sistema integrato sensori-modelli vengono restituiti dalla piattaforma in modalità user-friendly consentendo un'immediata consultazione e la rapida identificazione dello scenario in corso e delle sue possibili evoluzioni.

**Risultati:** La soluzione proposta è stata sviluppata e testata in diversi contesti applicativi: a partire dall'utilizzo in ambito industriale per la valutazione di impatto e/o rischio legata alle emissioni in area di un impianto anche in situazione di pericolo, per arrivare al contesto urbano e/o in area portuale. Sono quindi evidenziate le potenzialità e caratteristiche di replicabilità.

**Conclusioni.** È stato sviluppato uno strumento innovativo di supporto decisionale, in grado di integrare gli aspetti del monitoraggio ambientale con l'utilizzo di strumenti di modellistica previsionale. L'approccio adottato utilizza tecnologia *state-of-the-art* e algoritmi avanzati di elaborazione dei dati ambientali, rendendone accessibili i risultati mediante una piattaforma digitale interamente navigabile e user-friendly.

### **Bibliografia**

[1] Hino et al, 2018, DOI : 10.1038/s41893-018-0142-9

[2] Raysoni et al., 2023. DOI : 10.3390/earth4010009.

[3] Casciaro et al., 2022. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2022.119259

P1.26

## Utilizzo di un Lidar con depolarizzazione nella valutazione di episodi di intrusioni di polveri

Roberto Cresta<sup>1\*</sup>, Andrea Bisignano<sup>1</sup>, Federico Cassola<sup>2</sup>, Marco Tizzi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ARPA Liguria, U.O. Stato di Qualità dell'aria, Genova, 16149

<sup>2</sup>ARPA Liguria, U.O. Clima Meteo Idro, Genova, 16149

\* Corresponding author. Tel: +39 01064371, E-mail: roberto.cresta@arpal.liguria.it

**Keywords:** PM, Lidar, trasporto di particolato

**Introduzione:** Arpal a fine 2022 si è dotata di un Lidar che è stato installato presso la propria sede di Genova, a circa 500 m dalla linea di costa, allo sbocco della val Polcevera. Lo strumento, un Vaisala CL61, è di nuova generazione, in grado di fornire oltre alle tipiche misure dei Lidar (quali altezza e caratteristiche delle nubi) anche informazioni relative alle particelle che le costituiscono; ha pertanto la capacità, attraverso la misura della depolarizzazione, di distinguere il particolato minerale (particelle più irregolari e allungate) da quello tipicamente urbano (particelle più piccole e sferiche), nubi di ghiaccio e nubi di acqua, ceneri vulcaniche nelle componenti grossolane e fini.

**Modalità di esecuzione:** nel primo anno di impiego lo strumento ha fornito un interessante supporto ai meteorologi di Arpal in particolare per gli aspetti legati allo stato del cielo (altezza della base delle nubi, spessore delle nubi, stima della copertura, presenza di acqua precipitabile, altezza del melting layer) oltre a essere impiegato per alcune valutazioni legate alla qualità dell'aria.

Anche se in Liguria il particolato PM<sub>10</sub> non presenta alcun tipo di criticità in riferimento ai limiti del D. Lgs.155/2010, i valori più elevati registrati nel corso del 2022 sono spesso associabili ad episodi di trasporto di particolato atmosferico, in alcuni casi da lunga distanza, in altri, quelli più interessanti, dalla Pianura Padana, attraverso i valichi appenninici. In occasione di questi episodi si assiste a un aumento delle concentrazioni di polveri allo sbocco delle valli interessate, con valori orari in alcuni casi anche molto elevati per lo scenario ligure.

**Risultati:** la valutazione è stata effettuata mediante la valutazione dei dati di particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> della Rete di Qualità dell'Aria gestita da Arpal combinando l'analisi delle immagini elaborate dal LIDAR e le informazioni meteo rilevate dalla rete a terra e dalla modellistica. Tale analisi ha permesso di individuare alcuni interessanti casi dove il particolato è di evidente origine padana.

**Conclusioni:** l'analisi dei dati ha consentito di evidenziare come nel Genovesato e nel Savonese, in corrispondenza cioè dello sbocco delle valli la cui testata è caratterizzata dai valichi appenninici in assoluto più bassi (con l'altimetria inferiore ai 600 m, quali il colle di Cadibona ed i passi di Turchino e Giovi) si sono registrati alcuni episodi di trasporto di polveri dalla Val Padana alla Liguria, evidenti anche attraverso l'analisi delle elaborazioni dei dati rilevati dal Lidar posizionato allo sbocco a mare di una di queste valli. Non si registrano invece intrusioni nel Levante, grazie alla maggiore altitudine e ampiezza dell'Appennino che in quell'area fornisce una barriera naturale al passaggio di polveri.

P1.27

## Il monitoraggio delle deposizioni di mercurio, IPA e metalli: risultati delle campagne stagionali svolte nell'ambito dell'Accordo Reti Speciali

Mariantonia Bencardino\*<sup>1</sup>, Catia Balducci<sup>2</sup>, Francesca Marcovecchio<sup>2</sup>, Marina Cerasa<sup>2</sup>, Maria Concetta Tomasi Scianò<sup>2</sup>, Antonella Tassone<sup>1</sup>, Maria Martino<sup>1</sup>, Domenico Amico<sup>1</sup>, Giorgio Siliprandi<sup>3</sup>, Guido Lanzani<sup>3</sup>, Marco Salustri<sup>4</sup>, Giulio Esposito<sup>2</sup>, Andrea Imperiali<sup>2</sup>, Alessandra Nocioni<sup>5</sup>, Aldo Pinto<sup>5</sup>, Pietro Caprioli<sup>5</sup>, Cristina Leonardi<sup>6</sup>, Francesca Sprovieri<sup>1</sup>, Nicola Pirrone<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNR IIA, UOS Rende; <sup>2</sup> CNR IIA Montelibretti, Roma; <sup>3</sup> ARPA Lombardia; <sup>4</sup> ARPA Marche; <sup>5</sup> ARPA Puglia;

<sup>6</sup> CNR UOS, Roma

\* Corresponding author. Tel: +39 0984 493150, E-mail: mariantonia.bencardino@cnr.it

**Keywords:** *Accordo Reti Speciali, monitoraggio delle deposizioni, mercurio, IPA, metalli*

**Introduzione:** L'Accordo Reti Speciali, coordinato dall'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR (CNR-IIA) in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), ha consentito di dare attuazione ai "casi speciali di valutazione di qualità dell'aria", così come previsto dall'art.6 del D.Lgs. 155/2010. Oltre alla valutazione di alcuni inquinanti atmosferici viene introdotto l'obbligo di avviare il monitoraggio delle deposizioni, con specifico riferimento al mercurio, agli IPA e ai metalli pesanti (As, Cd, Pb e Ni). In linea con la norma di riferimento, al fine di individuare le variazioni geografiche sul territorio nazionale, sono state selezionate tre stazioni rurali di fondo, dislocate una al nord - Schivenoglia (MN), una al centro - Ripatransone (AP), e una più a sud, Cisternino (BR), gestite dalle rispettive ARPA Lombardia, Marche e Puglia. Presso tali stazioni è stato effettuato il monitoraggio delle deposizioni di IPA e metalli. Per quanto riguarda le deposizioni di mercurio sono state considerate le stesse stazioni ad eccezione di Ripatransone, sostituita da Montelibretti (RM), un sito di fondo suburbano gestito dal CNR-IIA.

**Metodi:** I monitoraggi sono stati svolti in parallelo, sulla base di un calendario di campionamento condiviso, presso tutte le stazioni individuate ai fini dei casi speciali per la determinazione delle deposizioni di mercurio, IPA e metalli. I campioni sono stati prelevati su un arco temporale complessivo di trenta giorni, effettuando un monitoraggio per ogni stagione su tre anni complessivi, dal 2021 al 2023. Una volta raccolti in campo, i campioni di deposizione relativi a ciascun monitoraggio stagionale sono stati, di volta in volta, trasmessi ai laboratori del CNR-IIA - Monterotondo, per IPA e metalli, e Rende, per il mercurio - per le successive determinazioni analitiche. Per ciascun analita, in ottemperanza alle rispettive norme di riferimento, sono state seguite specifiche procedure operative riguardanti, sia la preparazione delle bottiglie di raccolta e del materiale utile al campionamento, sia le successive analisi di laboratorio. In particolare, la determinazione del mercurio totale (HgT) nelle deposizioni è stata effettuata seguendo le linee guida del Metodo EPA 1631E, utilizzando l'analizzatore di mercurio Tekran 2600, basato sulla rilevazione mediante spettroscopia di fluorescenza atomica a vapori freddi (CV-AFS) [1 -3]. Per IPA e metalli le procedure analitiche sono state eseguite seguendo rispettivamente le indicazioni delle norme UNI EN 15980:2011 e UNI EN 15841:2010 [4 -5].

**Risultati:** I risultati relativi ai campionamenti delle deposizioni hanno evidenziato valori per gli IPA determinati (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, benzo(k)fluorantene, dibenzo(a,h)antracene, indeno(1,2,3-cd)pirene, crisene) nel range di 0,1 - 68,5 ng/m<sup>2</sup>d, con massimi rilevati prevalentemente presso la stazione di Cisternino. Analogo esito per il mercurio, la cui deposizione totale è risultata compresa tra 1,8 e 49,1 ng/m<sup>2</sup>d. Diverse le evidenze riscontrate per i metalli, per i quali sono stati registrati valori stagionali più elevati presso la stazione di Ripatransone per il Cd (0,3 µg/m<sup>2</sup>d), il Ni (5,7 µg/m<sup>2</sup>d) e il Pb (21,3 µg/m<sup>2</sup>d), e presso Schivenoglia per quanto riguarda invece l'As (4,1 µg/m<sup>2</sup>d).

**Conclusioni:** Le campagne svolte nell'ambito dell'accordo Reti Speciali, effettuate contestualmente su diversi punti rappresentativi del territorio nazionale offrono, per la prima volta a conoscenza degli autori, un dataset interessante sulle concentrazioni di mercurio, IPA e metalli nelle deposizioni, consentendo di apprezzarne le differenze negli

andamenti stagionali e di valutarne l'influenza delle potenziali sorgenti di contaminazione.

### **Bibliografia**

- [1] Tassone, S. Moretti, M. Martino, N. Pirrone, F. Sprovieri, A. Naccarato, Modification of the EPA method 1631E for the quantification of total mercury in natural waters, *MethodsX*. 7 (2020) 100987. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.100987>.
- [2] US-EPA, Method 1631: Mercury in water by oxidation, purge and trap, and cold vapor atomic fluorescence spectrometry, EPA 821-R-96-012. US EPA, Off. Water, Washington, DC. (2002).
- [3] UNI EN 15853:2010, Metodo normalizzato per la determinazione di deposizione di mercurio, (2010).
- [4] UNI EN 15980:2011 Qualità dell'aria – Determinazione della deposizione di benzo [a] antracene, benzo [b] fluorantene, benzo [j] fluorantene, benzo [k] fluorantene, benzo [a] pirene, dibenz [a, h] antracene e indeno pirene [1,2,3-cd'].
- [5] UNI EN 15841:2010 Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la determinazione di arsenico, cadmio, piombo e nichel in deposizioni atmosferiche.

P1.28

## Investigating Techniques for Formaldehyde Detection using 'LOOP' Test Bench

A.M. Cefali<sup>1,2</sup>, C. Franchina<sup>1,2</sup>, M. Gianotti<sup>1,2</sup>, N. Losi<sup>2</sup>, I. Gini<sup>2</sup>, A. Doldi<sup>2</sup>, S. Cerri,  
L. Giovanazzi<sup>2</sup>, L. Ferrero<sup>2</sup>, E. Bolzacchini<sup>2</sup> and D. Cipriano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> RSE – Ricerca sul Sistema Energetico, 20134, Milano, Italy;

<sup>2</sup> GEMMA and POLARIS Centre, University of Milano-Bicocca, 20126 Milano, Italy

\* Corresponding author. Tel: +39 340 7608508, E-mail: amedeomanuel.cefali@rse-web.it

**Keywords:** formaldehyde, emission, proficiency test, analytical protocol, test bench

Formaldehyde presents challenges in measurement due to its photosensitive properties and rapid reactivity with various compounds (e.g., radicals, OH, O<sub>3</sub>). Additionally, its high solubility in water leads to measurement values often being affected by artifacts with uncertain origins [1].

The reclassification of formaldehyde by the International Agency for Research on Cancer (IARC) as a Group 1/B carcinogen underscored the need for precise measurement methods and prompted a reduction in emission limits. To address this, the CEN/TC 264 WG 40 published CEN/TS 17638:21, detailing a standardized manual method for determining formaldehyde in stationary source emissions. This study aims to evaluate formaldehyde measurement methods through Proficiency Tests (PT) to assess sampling procedures and determine associated uncertainties. The tests were conducted at the LOOP facility (RSE S.p.A., Milan), which replicates pollutant emissions from industrial combustion chimneys, enabling reproducible and controlled sample analysis by generating synthetic emissions [2][3]. The sampling campaign comprised multiple sessions during which mixtures with varying concentrations of formaldehyde and interferents (e.g., water vapor, sulfur dioxide, hydrochloric acid) were generated for different formaldehyde measuring methods. Thirteen Regional Agencies for the Protection of the Environment (ARPA) laboratories participated in the experimental campaign.

The Proficiency Tests evaluated the VDI 3862 – 2 and EPA 323. The results obtained from the various laboratories were analyzed using statistical values such as the En-score, indicating deviations from a reference value (known formaldehyde concentration injected into the LOOP). Laboratories employing the VDI 3862 – 2 method obtained disparate results, possibly due to:

- Incorrect or delayed derivatization operations after sampling.
- Higher concentrations of formaldehyde and interferents.

EPA 323 method was used by two laboratories and correlated with the VDI 3862 – 2 method. Despite analysis performed two weeks post-sampling, the formaldehyde concentration remained stable.

The next steps will involve quantifying the influence of interferents and addressing sample loss resulting from improper treatment, including reagent quantity, stabilization solution, and acidification of the bubbling solution.

### Bibliografia

[1] Wen S. et al., "Development of a compound-specific isotope analysis method for atmospheric formaldehyde and acetaldehyde," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 39, no. 16, pp. 6202–6207, 2005, doi:10.1021/es049553q

[2] Cipriano D. et al., "Definition of reference values in synthetic emission monitoring bench loops," *Accredit. Qual. Assur.*, vol. 23, no. 3, pp. 125–132, 2018, doi: 10.1007/s00769-018-1312-1.

[3] Cefali A.M. et al., "Field Experience for Determination of Formaldehyde in Stack Emissions," *APPLIED SCIENCES*, 12(19), 2022, doi: 10.3390/app121910150

P1.29

## LIFE SIRIUS: A System for Integrated EnviRonmental Information inUrban areaS

Maria Agostina Frezzini\*, Donatella Occhiuto, Arianna Marinelli, Simona Lucci, Alessandro DiGiosa

<sup>1</sup>ARPA Lazio, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Lazio

\* Corresponding author. Tel: +39 0648054403, E-mail: mariaagostina.frezzini@arpalazio.it

**Keywords:** *inquinamento atmosferico, gestione della qualità dell'aria, aree urbane, isole di caloreurbane*

Il progetto LIFE SIRIUS ha come obiettivo il potenziamento della *governance* nella pianificazione e gestione della qualità dell'aria in contesti urbani, adottando un approccio ambientale olistico. Attraverso l'avanzamento delle conoscenze e delle competenze delle autorità coinvolte nella gestione e controllo della qualità dell'aria, il progetto offre un percorso concreto per promuovere soluzioni mirate alla risoluzione dei problemi legati alla qualità dell'aria, con particolare attenzione agli impatti sulla salute umana.

Coinvolgendo 7 partner di eccellenza provenienti da 3 Stati membri dell'UE (Grecia, Cipro, Italia), con competenze trasversali complementari e pluriennali esperienze in progetti europei, LIFE SIRIUS mira a valorizzare la pianificazione della qualità dell'aria in 3 aree metropolitane dell'UE (Salonico in Grecia, Roma in Italia e Nicosia a Cipro), migliorando i Piani di Qualità dell'Aria (AQP) e considerando le condizioni climatiche e ambientali attuali (2019) e future (2030).

Le attività del progetto riguardano principalmente la verifica e l'aggiornamento degli AQP, lo sviluppo di modelli di valutazione e previsione della qualità dell'aria, e lo sviluppo di un sistema di monitoraggio dell'efficacia degli AQP. L'ARPA Lazio è coinvolta nell'implementazione dei modelli di valutazione e previsione della qualità dell'aria e nel monitoraggio dell'efficacia delle azioni di risanamento per la città di Roma.

LIFE SIRIUS si propone di migliorare la qualità delle azioni delle autorità pubbliche delle tre aree interessate, focalizzandosi sulle azioni di mitigazione e di adattamento previste nei rispettivi AQP. Tra i risultati attesi ci sono il potenziamento della capacità, dell'efficacia e dell'efficienza dell'amministrazione pubblica delle tre regioni coinvolte nel progetto, la valutazione della qualità dell'aria attuale e futura, la creazione di un sistema modellistico ambientale integrato per ogni area urbana oggetto di studio e la realizzazione di un sistema operativo di allarme sanitario per ogni area coinvolta, oltre allo sviluppo di un Sistema di Gestione Ambientale a supporto dei processi decisionali per migliorare l'elaborazione degli AQP.

Attraverso azioni preparatorie, di mitigazione e adattamento, il progetto LIFE SIRIUS mira ad accrescere le capacità amministrative, a valutare la qualità dell'aria presente e futura, e a implementare sistemi di allarme sanitario e gestione ambientale efficaci per affrontare le sfide legate all'inquinamento atmosferico, costituendo un quadro di riferimento per aumentare la consapevolezza dei problemi ambientali associati alla scarsa qualità dell'aria.

P1.30

## Le intrusioni desertiche sul Mediterraneo: analisi di un intenso episodio di trasporto di polvere desertica non sahariana

F. Calastrini<sup>1,2\*</sup>, C. Busillo<sup>2</sup>, F. Guarnieri<sup>2</sup>, A. Orlandi<sup>2</sup>, G. Messeri<sup>1,2</sup>, F. Lucarelli<sup>3</sup>, S. Nava<sup>4</sup>, G. Calzolari<sup>4</sup>, F. Giardi<sup>4</sup>, R. Traversi<sup>5</sup>, S. Becagli<sup>5</sup>, T. Giordano<sup>1</sup>, G. Gualtieri<sup>1</sup>, A. Cavaliere<sup>6</sup>, A. Zaldei<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNR-IBE, Istituto di BioEconomia; <sup>2</sup> Consorzio LaMMA, <sup>3</sup> UNIFI, Dip. Fisica e Astronomia, <sup>4</sup> INFN, Sezione di Firenze, <sup>5</sup> UNIFI, Dip. Chimica, <sup>6</sup> CNR-ISP, Istituto di Scienze Polari  
\* Corresponding author. Tel: +39 055 5226053, E-mail: calastrini@lamma.toscana.it

**Keywords:** *polvere desertica, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, composizione chimica, modellistica numerica, retrotraiettorie.*

Il trasporto long-range delle polveri desertiche può causare episodi caratterizzati da elevati valori di concentrazione di PM<sub>10</sub> in regioni molto distanti dalle aree di origine delle polveri. Questi episodi sono il risultato di una sequenza di eventi dinamici, che iniziano nelle aree desertiche con il sollevamento in troposfera di rilevanti quantità di polvere, che poi vengono trasportate su lunghe distanze dai forti venti in quota, e terminano con processi di deposizione al suolo in regioni remote rispetto alle aree di origine. Nel bacino del Mediterraneo, e in particolare in Italia, si registra ogni anno un numero significativo di eventi legati alle intrusioni desertiche, perlopiù di provenienza sahariana [1]. Tuttavia, nel marzo 2020 si è verificato un anomalo trasporto di polvere desertica nonsahariana, attribuibile alle aride regioni ad est del mar Caspio (Aralkum) [2]. Questo episodio ha provocato il superamento del valore limite previsto dalla normativa EU per il PM<sub>10</sub> in molte centraline di monitoraggio della qualità dell'aria in tutta Italia [3].

Il presente lavoro ha l'obiettivo di analizzare questo singolare episodio mediante l'utilizzo integrato di modellistica numerica e di un esteso ed eterogeneo insieme di dati osservati, sia da stazioni a terra che da piattaforma satellitare. Alla caratterizzazione meteorologica a scala sinottica tramite mappe del modello a scala globale, mappe del modello atmosferico per la valutazione degli aerosol (<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>) ed immagini satellitari, si affianca la generazione e lo studio delle corrispondenti back-trajectories (<https://www.arl.noaa.gov/hysplit/>).

Inoltre, l'analisi di dati osservati in situ in alcune stazioni di campionamento presenti sul territorio italiano, in particolare in Toscana (Progetto PATOS2) e nella stazione ENEA di Lampedusa, consente di approfondirne aspetti rilevanti ricorrendo all'analisi composizionale. I campioni di PM<sub>10</sub> rilevati durante l'episodio desertico sono stati analizzati con diverse tecniche (cromatografia ionica, analisi termo-ottica, PIXE, ICP-AES), permettendo così di ottenere informazioni sulla composizione chimica del PM<sub>10</sub>, in particolare sulla componente desertica. Infine, lo studio viene completato dall'analisi dei dati registrati da numerose stazioni low-cost della rete AirQino (<https://www.airqino.it>) presenti lungo il percorso ipotizzato in questo caso per il plume di polveri desertiche. Quest'ulteriore analisi, basata sull'evoluzione temporale dei dati di concentrazione di PM<sub>10</sub> rilevati su base oraria da tali stazioni, consente infatti una ricostruzione stimata del tracking spazio-temporale.

### Bibliografia

- [1] Gavrouzou M et al. 2021. DOI: 10.3390/rs13152895
- [2] Mifka B et al. 2023. DOI: 10.1029/2023EA002879
- [3] Tositti L et al. 2022. DOI: 10.5194/acp-22-4047-2022

P1.31

## Misura diretta della dispersione di goccioline in un luogo chiuso attraverso un fotometro a fiamma ad alta sensibilità

Julie Pongetti<sup>1\*</sup>, Kristian Hoffman<sup>1</sup>, Chris Nickolaus<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cambustion Ltd

\* Corresponding author. Tel: +44 1223 275035, E-mail: [jpongetti@cambustion.com](mailto:jpongetti@cambustion.com)

**Keywords:** qualità dell'aria indoor, dispersione degli aerosol, trasmissione virale

Introduzione: L'inquinamento legato alle emissioni di processi industriali e di combustione è da tempo al centro di ricerche e innumerevoli studi ne hanno riscontrato gli effetti negativi sulla salute umana. Tuttavia, particolarmente in seguito alla pandemia di Covid-19, la qualità dell'aria indoor attira interesse crescente. Una buona ventilazione degli spazi interni è necessaria per migliorare la qualità dell'aria (1) e i sensori di CO<sub>2</sub> sono comunemente adottati come soluzione di monitoraggio a basso costo. Questi ultimi non permettono però di rilevare le numerose attività indoor che non sono associate ad un rilascio di CO<sub>2</sub>, ma che possono generare aerosol ad alte concentrazioni. È dunque essenziale sviluppare strumenti che permettano di misurare la dispersione di particelle, in modo da corroborare sperimentalmente i modelli numerici di dispersione e studiare le differenze tra la dispersione di gas e particelle. La fotometria a fiamma, già utilizzata nello standard ISO EN149:2001+A1:2009 per la valutazione dei dispositivi di protezione delle vie respiratorie, è promettente a questo scopo.

Metodi: Un aerosol di NaCl in acqua distillata è stato generato con un nebulizzatore di tipo Collisional alimentato da una miscela di gas (20% CO<sub>2</sub> in N<sub>2</sub>). L'aerosol è stato rilasciato in una stanza chiusa senza ventilazione e la dispersione temporale e spaziale delle particelle è stata misurata direttamente con un nuovo fotometro a fiamma per aerosol ad alta sensibilità e alta frequenza (AFP; Cambustion Ltd, UK). I risultati ottenuti con l'AFP sono paragonati a quelli di un sensore di CO<sub>2</sub> (Cambustion, UK) e di un contatore di particelle a nuclei di condensa (CPC).

Risultati: La concentrazione di CO<sub>2</sub>, particelle, e sodio registrata dai tre strumenti aumenta rapidamente seguito all'attivazione del nebulizzatore. Il flusso turbolento nella stanza causa inoltre importanti variazioni ad alta frequenza nelle misurazioni. La differenza più significativa tra la dispersione delle particelle e della CO<sub>2</sub> si osserva in seguito allo spegnimento del nebulizzatore: dopo una prima fase di omogeneizzazione attraverso la stanza, la concentrazione di CO<sub>2</sub> rimane costante, mentre il fotometro a fiamma e il contatore di particelle registrano un calo nel segnale a causa della deposizione graduale delle particelle.

Conclusioni: Il fotometro a fiamma presentato in questo lavoro permette di studiare la dispersione di particelle in ambienti reali con alta sensibilità e specificità. Siccome la massa di sodio in ciascuna gocciolina rimane costante durante il processo di evaporazione nell'ambiente, la risposta dell'AFP dipende solamente dal diametro iniziale della particella e non dal suo stato al momento della misurazione, il che rende questa tecnica particolarmente rilevante per gli studi sulla trasmissione di malattie respiratorie.

### Bibliografia

[1] Persily A et al. 2015. DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.02.026



P1.32

## Monitoraggio del Black Carbon in Toscana

Andreini Bianca Patrizia<sup>1</sup>, Cecconi Tiziana<sup>1</sup>, Collaveri Chiara<sup>1</sup>, Dalle Mura Dennis<sup>1</sup>, Dini Fiammetta<sup>1</sup>, Fruzzetti Roberto<sup>1</sup>, Stefanelli Marco<sup>1</sup>, Alessandra Lazzarelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CRTQA- Centro Regionale Tutela Qualità dell'aria ARPA Toscana

\* Corresponding author: Fiammetta Dini, Tel: 0553206910, E-mail: f.dini@arpat.toscana.it

**Keywords:** Black Carbon, PM

**Introduzione:** Il monitoraggio Black Carbon (BC), definito come l'insieme delle particelle carboniose in grado di assorbire luce con lunghezza d'onda caratteristica nello spettro del visibile (380÷760 nm), è un tema emergente per le Agenzie Regionali, in seguito alle indicazioni della nuova bozza di Direttiva che prevede di approfondirne la conoscenza [1]. Il Black Carbon è un inquinante primario emesso durante la combustione incompleta di combustibili fossili e della biomassa, emesso sia da sorgenti naturali che antropiche sotto forma di fuliggine. Le principali fonti antropiche di BC sono il traffico veicolare da motori a combustione interna, il riscaldamento domestico a carbone o legna e la combustione di biomasse in agricoltura.

**Metodi:** Nel 2023 è stato attivato presso due stazioni appartenenti alla Rete Regionale della Qualità dell'Aria della Toscana il monitoraggio del Black Carbon. Gli analizzatori **Aethalometer Model AE33** restituiscono le concentrazioni orarie di Black Carbon stimando la frazione attribuibile alla combustione di biomasse (BB%) e fornendo dunque importanti informazioni sulle fonti. I due analizzatori automatici sono stati installati nei siti di LU-Capannori e di FI-Mosse. La stazione di LU-Capannori costituisce un sito di fondo urbano della Zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese, in un'area caratterizzata da elevate quantità di combustioni di biomassa, come emerso dai risultati degli studi di PATOS [2]. Il sito è caratterizzato nel periodo invernale da elevati valori di PM10 e rappresenta la criticità regionale nei confronti del rispetto del limite di normativa, per questo è attualmente oggetto della procedura di infrazione per la Regione Toscana [3]. La stazione di FI-Mosse costituisce un sito del centro urbano di Firenze, nell'Agglomerato, ed è caratterizzato da elevati volumi di traffico veicolare. Nel sito di Capannori, parallelamente al monitoraggio del BC, è cominciato il monitoraggio con risoluzione oraria delle frazioni di PM10, PM4, PM2,5 e PM1, tramite analizzatore ottico di particolato aerodisperso **PalasFidas 200**.

**Risultati:** In questo lavoro sono stati analizzati i dati del 2023 che costituiscono la prima serie annuale disponibile per la Toscana, seppure incompleta. In particolare, è stato effettuato un focus sulle differenze tra il sito di traffico e il sito di fondo negli andamenti giornalieri settimanali e stagionali. Le concentrazioni di Black Carbon registrate nella stazione di fondo e nella stazione di traffico sono state mediamente simili ma le percentuali di BB dei due diversi tipi di sito sono risultate sostanzialmente molto diverse. Di particolare importanza la conferma, con le misure di black carbon, della incidenza della sorgente biomass burning nel sito di fondo di LU-Capannori, dove la % di BB è stata consistente e nettamente superiore al sito di traffico ed ha presentato una maggiore variabilità stagionale. Nel sito di Capannori inoltre il monitoraggio delle frazioni di PM10, PM4, PM2,5 e PM1 ha fornito utili indicazioni relative ai giorni di superamento nei quali il PM10 è composto in percentuali altissime dalle frazioni più fini ed ha un'ottima correlazione a livello con i valori del Black a conferma che la fonte prevalente è la medesima. **Conclusioni:** il monitoraggio del BC in Toscana è cominciato in maniera sistematica e continuativa nei primi mesi del 2023, per questo i risultati attualmente a disposizione non possono fornire un quadro completo ed esaustivo per i due siti oggetto di indagine. Ciò nonostante, le prime elaborazioni effettuate, supportate dalle misure orarie delle frazioni di PM nel sito di fondo, hanno confermato quanto emerso dai precedenti studi sulla composizione e sull'origine del particolato, e possono fornire nuove utili indicazioni per la gestione della procedura di infrazione.

## **Bibliografia**

- [1] COM 542 final, 2022 , Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ambient air quality and cleaner air for Europe (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:542:FIN>)
- [2] PATOS (Particolato Atmosferico in TOscana) ( <https://www.regione.toscana.it/-/progetto-regionale-patos>)
- [3] Causa 644/18 [EUR-Lex - 62018CJ0644 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:62018CJ0644)

P1.33

## Nuove stazioni italiane afferenti al network europeo EMEP: il sito storico di Montelibretti e la nuova stazione di Lampedusa

Giulia Zazzu<sup>\*1</sup>, Maria Catrambone<sup>2</sup>, Stefano dalla Torre<sup>3</sup>, Giulio Esposito<sup>1</sup>, Marco Giusto<sup>1</sup>, Mauro Montagnoli<sup>1</sup>, Salvatore Pareti<sup>1</sup>, Cinzia Perrino<sup>1</sup>, Elena Rantica<sup>1</sup>, Tiziana Sargolini<sup>1</sup>, Luca Tofful<sup>1</sup>

<sup>1</sup> C.N.R. - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico; <sup>2</sup> C.N.R. - Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, <sup>3</sup> C.N.R. - Istituto di Ingegneria del Mare

\* Corresponding author. Tel: +39 06 90672403, [E-mail: giuliazazzu@cnr.it](mailto:giuliazazzu@cnr.it)

**Keywords:** *trasporto transfrontaliero, sali di ammonio, artefatti di campionamento, filter-pack*

La Convenzione UNECE-CLRTAP (*Convention on Long Range Transboundary Air Pollution*) stabilisce i principi generali della cooperazione internazionale in materia di inquinamento atmosferico. Nel testo della Convenzione, il Protocollo EMEP (*European Monitoring and Evaluation Program*) contiene disposizioni specifiche per il monitoraggio e la valutazione del trasporto a lunga distanza degli inquinanti atmosferici. Il network EMEP consta di circa 140 siti di monitoraggio dislocati nel continente europeo ed ha lo scopo di raccogliere dati utili a valutare le concentrazioni, le emissioni, le deposizioni ed i flussi transfrontalieri di numerosi inquinanti. Il CNR-IIA ha partecipato al network EMEP negli anni '80 e poi, continuativamente, dal 1994 al 2015, con la stazione di Montelibretti (RM), dove veniva utilizzata, fra l'altro, la tecnica del denuder di diffusione

filter pack per la determinazione, senza mutue interferenze, di acido nitrico e nitrati, anidride solforosa e solfati, ammoniaca ed ammonio. Poiché la distribuzione geografica dei siti EMEP risultava tuttora carente nel sud del bacino del Mediterraneo, nel 2023 si è ravvisata la necessità di riprendere le misure EMEP nel sito di Montelibretti e di inaugurare un nuovo sito presso l'isola di Lampedusa, utilizzando, per la misura delle specie soprariportate, la tradizionale tecnica dei filter-pack, che non fornisce informazioni sulla distribuzione fra le fasi gassosa e particellare. In aggiunta, a partire dal 2005, presso il sito di Montelibretti vengono effettuate misure continuative di PM<sub>10</sub> e della sua composizione chimica su singolo filtro in Teflon/quarzo.

Il confronto dei dati ottenuti utilizzando in parallelo il sistema dei denuder di diffusione - filter pack ed il singolo filtro mostra come quest'ultimo metodo possa considerarsi affidabile per la sola valutazione del solfato d'ammonio, specie stabile anche al variare della stagionalità. L'ammonio mostra concentrazioni molto simili durante l'estate, quando è associato prevalentemente al solfato; durante il periodo invernale, come per il nitrato, mostra invece concentrazioni inferiori a causa dall'instaurarsi di equilibri di ripartizione gas/particella con conseguenti perdite per evaporazione. Verrà qui discussa la serie di dati più che trentennale relativa alla concentrazione di biossido di zolfo solfati presso il sito storico di Montelibretti e verranno presentati i primi dati ottenuti nel corso del 2024 presso il nuovo sito EMEP di Lampedusa, che costituisce un punto di osservazione privilegiato nel sud Europa e nel bacino del Mediterraneo.

Lo studio è stato in parte realizzato e finanziato nell'ambito dell'Accordo di collaborazione per il potenziamento della rete EMEP in Italia, stipulato tra CNR-IIA e il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica.

P1.34

## Progetto Prepair: percorsi didattici innovativi per le scuole sulla tematica di qualità dell'aria

Annalisa Bruno<sup>1\*</sup>, Giovanni Borgarello<sup>2</sup>, Mariangela Carpenzano<sup>1</sup>, Flora Garofalo<sup>3</sup>, Milena OrsoGiacone<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento Sviluppo e coordinamento servizi, ICT e promozione ambientale, Arpa Piemonte; <sup>2</sup>Direzione Istruzione, formazione e lavoro - settore Politiche dell'istruzione, Regione Piemonte; <sup>3</sup>Dipartimento Rischi naturali e ambientali – Meteorologia, clima e qualità dell'aria, Arpa Piemonte; <sup>4</sup>Direzione Ambiente, energia e territorio - settore Emissioni e rischi ambientali, Regione Piemonte

\* Corresponding author. Tel: +39 011 19680395, [E-mail: a.bruno@arpa.piemonte.it](mailto:a.bruno@arpa.piemonte.it)

**Keywords:** qualità dell'aria, percorsi formativi, scuole, progetto Prepair

Introduzione: il Progetto "PREPAIR -Po Regions Engaged to Policies of AIR" di durata settennale dal 2017 al 2023 (prorogato a fine 2024), è finanziato dal Programma europeo Life e coinvolge 18 partner nazionali e internazionali con l'obiettivo di promuovere stili di vita, di produzione e di consumo più sostenibili ai fini del miglioramento della qualità dell'aria nell'area del bacino padano. Il progetto prevede diverse linee di intervento, tra le quali anche azioni educative volte ad aumentare nel sistema scolastico la consapevolezza e l'interesse personale dei giovani sulla tematica degli impatti, del monitoraggio e del controllo della qualità dell'aria.

Metodi: implementazione del percorso didattico Noi e L'Aria - già in uso in Arpa Piemonte, con la creazione di moduli formativi relativi alle linee d'intervento di Prepair (qualità dell'aria, energia, mobilità, biomasse, agricoltura); Arpa e Regione Piemonte hanno collaborato alla formazione di insegnanti, studenti e studentesse con lezioni frontali, interattive e di approfondimento con il contributo di tecnici esperti nel monitoraggio; sono stati seguiti laboratori tematici sul territorio e ci si è confrontati con le classi per l'individuazione di buone pratiche per il miglioramento della qualità dell'aria.

Risultati: nei sette anni di progetto Arpa Piemonte e Regione Piemonte hanno avviato decine di percorsi educativi che hanno coinvolto migliaia di studenti e studentesse delle scuole primarie e secondarie piemontesi e hanno contribuito all'attivazione di molti progetti scolastici sperimentali sulla tematica della qualità dell'aria. Arpa Piemonte ha collaborato con le classi alla creazione di contenuti multimediali sulle tematiche della mobilità sostenibile, del risparmio energetico e del monitoraggio dell'inquinamento atmosferico; è stato dato supporto tecnico e organizzativo alle scuole che hanno intrapreso i percorsi amministrativi necessari per la creazione di una strada scolastica o l'installazione di una rastrelliera per le biciclette. Sono stati seguiti progetti di forestazione urbana e di Citizen Science, come la partecipazione al progetto europeo CleanAir@school per la misurazione del biossido di azoto nei cortili di alcuni istituti scolastici torinesi.

Conclusioni: il supporto tecnico-formativo di Arpa e Regione Piemonte è stato indirizzato non solo a far crescere la consapevolezza nel sistema scolastico dell'importanza di salvaguardare la qualità dell'aria nel nostro territorio ma si è concretizzato in un supporto attivo nella creazione di progetti scolastici innovativi in merito alle linee d'azione principali individuate dal progetto Prepair.

### Bibliografia

[1] L'air et Moi, <https://www.lairetmoi.org>

[2] Progetto Prepair, <https://www.lifeprepare.eu>

[3] Kaneklin C., Piccardo C., Scaratti G., La ricerca-azione, Cortina Editore, Milano, 2010.

P1.35

## Respirable crystalline silica and feldspar particles airborne and respired in riding arenas: could it be a non-conventional exposure for humans?

Silvana Capella <sup>1,2\*</sup>, Elena Belluso <sup>1,2</sup>, Matteo Ardit <sup>3</sup>, Francesco Di Benedetto <sup>4</sup>, Ruggero Vigliatuto <sup>1,2</sup>, Michela Bullone <sup>5,2</sup>

<sup>1</sup> University of Torino, Department of Earth Sciences, Torino; <sup>2</sup> Interdepartmental Centre for Studies on Asbestos and other Toxic Particulates “Giovanni Scansetti”, Torino; <sup>3</sup> University of Padova, Department of Geosciences, Padova; <sup>4</sup> University of Ferrara, Department of Physics and Earth Sciences, Ferrara; <sup>5</sup> University of Torino, Department of Veterinary Sciences, Grugliasco

\* Corresponding author. Tel: +39 0116705121, [E-mail: silvana.capella@unito.it](mailto:silvana.capella@unito.it)

**Keywords:** PM, mineral particles, respirable crystalline silica, quartz, feldspars

Respirable mineral particles represent a potential health hazard in occupational settings and ambient air. The majority of the earth's crust minerals are silicates, mainly represented by feldspars, quartz, pyroxenes, amphiboles, micas and clay minerals. In particular, respirable crystalline silica (i.e. < 4 µm quartz grains and/or other silica polymorphs) are classified as carcinogens. A few studies have been carried out on the potential toxicity of feldspars, but some authors have recently stated that respirable grains of these minerals “may induce cytotoxicity and acute pro-inflammatory responses to a similar or greater extent than quartz” and also that other mineral particles like muscovite may be associated with toxicity and pro-inflammatory effects (1). Soils used in equine riding arenas, commonly described as riding surfaces, are a mixture composed by several natural rock frequently enriched of organic additives. The most common and abundant minerals composing these soils are quartz and feldspars, but some types of phyllosilicates are also present. During equine activities in the field mineral particles resulting from the continuous crushing of the soil are air dispersed. Therefore, the presence of quartz and feldspars in equine riding surfaces could be a risk factor for the health problems in humans working closely with these animals. Since horses themselves can suffer from pneumoconiosis, they can play the role of sentinel animals. Moreover, the hypothesis that horse riding represents an unconventional occupational exposure to respirable crystalline silica (RCS) and feldspars is likely.

The present study deals with an investigation of inorganic particles present in air and in soils of equine riding arenas, and in equine bronchoalveolar lavage fluid (BALF) samples, distinguishing among RCS species and others. The used techniques, depending on the kind of samples, are: SEM-EDXS, TEM-EDXS, XRPD, and cytopathological analysis.

The result highlights the abundant presence of RCS and feldspars in air, soils and biological samples, as well as muscovite and other phyllosilicates are widely present.

The present study highlights the problem relating to airborne dispersion of RCS (and feldspars too) in a specific context and a potential increased exposure risk for humans, both equestrian workers and people frequenting riding arenas (respectively professional and recreative contest).

In this dynamic context, the horses can be used as a sentinel for human health by a periodic control of the BALF inorganic particles burden.

### Bibliografia

[1] Grytting et al. 2022. DOI 10.1186/s12989-022-00486-7

P1.36

## Sostanze poli- e perfluoro alchiliche nell'aerosol atmosferico di un'area semi-rurale della Regione Veneto, Italia

R. Zangrando<sup>1\*</sup>, S. Pizzini<sup>2,3</sup>, E. Barbaro<sup>1</sup>, M. Feltracco<sup>3</sup> and A. Gambaro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze Polari del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISP), <sup>2</sup>Istituto per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IRBIM), <sup>3</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari Venezia

\* Corresponding author. Tel: +39 041 2348945, E-mail: [roberta.zangrando@cnr.it](mailto:roberta.zangrando@cnr.it)

**Keywords:** PFAS, aerosols, PM10, Regione Veneto

**Introduzione:** Ad oggi, sono oltre 8000 le molecole organiche di sintesi che sono state classificate come sostanze poli- e perfluoro alchiliche (PFAS), di cui solo un numero limitato è conosciuto ed analizzato. I PFAS hanno una vasta gamma di applicazioni e sono presenti in moltissimi materiali. Mostrano un'elevata solubilità in acqua, che rappresenta il loro principale mezzo di trasporto ambientale, benché la loro grande stabilità chimico-fisica ne favorisca anche il trasporto atmosferico a lunga distanza. Dal punto di vista tossicologico, la loro persistenza ambientale e le proprietà bioaccumulative li rendono una minaccia per gli ecosistemi e la salute umana. Nel 2013 è stata scoperta una diffusa contaminazione da PFAS nelle acque superficiali, sotterranee e potabili della Regione Veneto, causata dagli scarichi industriali della RiMAr-Miteni S.p.A. Questa fabbricachimica, attiva sin dagli Anni '60, ha contaminato una delle più grandi falde acquifere d'Europa esponendo per decenni gli abitanti della "Zona rossa" a contaminazione da PFAS attraverso l'acqua potabile. Data la grande risonanza e l'impatto di questa emergenza ambientale e sanitaria, i livelli di PFAS nella Regione Veneto sono costantemente monitorati nelle acque dolci interne dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto. Tuttavia, poche informazioni sono disponibili sui livelli di PFAS nell'aerosol atmosferico, anche in quest'area ad alto impatto. Il presente lavoro è stato condotto al fine di colmare tale mancanza.

**Metodi:** Il campionamento è stato condotto in un'area semi-rurale nei pressi del comune di Roncade (TV), utilizzando un campionatore di aerosol a basso volume Skypost PM (TRC-Tecora S.r.l.), che opera a una portata di 38,3 L min<sup>-1</sup>. 76 campioni di aerosol PM10 sono stati raccolti tra il 03/07/2021 e il 12/01/2022. L'analisi dei PFAS (composti target, loro precursori e sostituti) è stata effettuata mediante cromatografia liquida ad alte prestazioni accoppiata a spettrometria di massa *tandem* (HPLC-MS/MS).

**Risultati:** I composti rilevati più frequentemente sono stati il fluorotelomero 6:2 FTS e il PFOS, mentre quelli con la concentrazione più alta sono stati: 6:2 diPAP ( $802 \pm 591$  pg/m<sup>-3</sup>), Me-FOSAA ( $15 \pm 10$  pg/m<sup>-3</sup>), Et-FOSAA ( $11 \pm 8$  pgm<sup>-3</sup>) e il composto di nuova generazione GenX ( $13 \pm 12$  pg/m<sup>-3</sup>).

**Conclusioni:** I livelli di concentrazione rilevati in questo studio per i PFAS sono paragonabili a quelli riportati in letteratura, eccetto per il 6:2 diPAP che presenta concentrazioni ragguardevoli. Questo composto è utilizzato in pitture e vernici. Si ipotizza che la sua alta concentrazione derivi dalle emissioni prodotte dai prodotti impiegati in un cantiere edile prossimo al sito di campionamento.

P1.37

## Ultrafine Particle and Deposition Doses in Urban vs. Mountain Sites in Central Italy

Cristina Di Fiore<sup>1,\*</sup>, Maurizio Manigrasso<sup>2</sup>, Matteo Vitali<sup>3</sup>, Carmela Protano<sup>3</sup>, Vincenzo Mattei<sup>4</sup>, Fabiana Carriera<sup>1</sup>, Pasquale Avino<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> Department of Agricultural, Environmental and Food Sciences, University of Molise, via De Sanctis, IT- 86100 Campobasso, Italy, <sup>2</sup> Department of Technological Innovations, National Institute for Insurance against Accidents at Work, via R. Ferruzzi 38/40, IT-00143 Rome, Italy, <sup>3</sup> Department of Public Health and Infectious Diseases, University of Rome “La Sapienza”, piazzale Aldo Moro 5, IT-00185 Rome, Italy, <sup>4</sup> Laboratory of Experimental Medicine and Environmental Pathology, Rieti University Hub “Sabina Universitas”, via Angelo Maria Ricci, I-02100 Rieti, Italy, <sup>5</sup> Institute of Atmospheric Pollution Research (IIA), National Research Council (CNR), Rome Research Area-Montelibretti, IT-00015 Monterotondo, Italy.

\*Corresponding author: c.difiore@studenti.unimol.it

**Keywords:** *particles matter, ultrafine particles, outdoor pollution, human health*

The adverse effects of outdoor particulate pollution on the human health are considered an important task in life sciences. Recently, the International Agency for Research on Cancer has recognized the outdoor pollution as a cause of cancer pathologies as well as particulate matter, a major component of air pollution, has been classified as carcinogenic to humans. This last pollutant has received many attentions from scientists that are focusing their studies, over PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>1</sub>, on ultrafine particles (< 100 nm). Particularly, the researchers are pointed out on the granulometric sizes and their (high) penetration efficiency into the respiratory system. The purpose of this study is to investigate the population exposure to ultrafine particles (submicrons in general) in two environments, different for anthropogenic contributions: one in downtown a big urban area (Rome) and one located in a mountain area (Terminillo Mountain). In literature there are very few papers regarding the particle determination in “remote” areas: however, these studies are important for establishing the background level of a contaminant in an area. Both locations are located in Central Italy: this has allowed performing simultaneous measurements and important considerations on the different influences. Two Fast Mobility Particle Sizer (Model 3091, FMPS, Shoreview, MN, USA) monitors were positioned in the two locations. The campaign was 2-weeks long: particles were classified and counted in the range 5-560 nm, with 1-s time resolution. The results reflect very well the differences in the two sites: one is considered a polluted area where ultrafine particles reach very high levels (up to 100,000 with modes around 60 and 120 nm) whereas the second one could be accounted as remote place due the very low particle level (averagely below 2,000 with peaks just in relation with a combustion emission). Further, following the size distribution, a deposition in the respiratory human tract is extensively reported, evidencing once again the differences between the two locations.

### References

- [1] <https://unhabitat.org/books/state-of-the-worlds-cities-20082009-harmonious-cities-2/>
- [2] Kampa M et al. 2008. DOI: [10.1016/j.envpol.2007.06.012](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012)
- [3] Avino P et al. 2016. DOI: [10.1016/j.envpol.2016.06.005](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.005)

P1.38

## Valutazione in galleria del vento della deriva dei PPP

Agata Alterio<sup>1</sup>, Lorenzo Becce<sup>2</sup>, Giovanna Mazzi<sup>1,\*</sup>, Ayesha Ali<sup>3</sup>, Mara Bortolini<sup>1</sup>, Elena Gregoris<sup>1,4</sup>, Matteo Feltracco<sup>1</sup>, Elena Barbaro<sup>1,4</sup>, Daniele Contini<sup>5</sup>, Fabrizio Mazzetto<sup>2,3,6</sup>, Andrea Gambaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari di Venezia, ViaTorino 155, 30170, Mestre (VE), Italia, <sup>2</sup>Centro di Competenze per la Salute delle Piante, Libera Università di Bolzano, piazza Università 1, Bolzano, 39100, Italia, <sup>3</sup>Facoltà di Scienze agrarie, ambientali e alimentari, Libera Università di Bolzano, piazza Università 1, Bolzano (Bz), 39100, Italia, <sup>4</sup>Istituto di Scienze Polari, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ISP), Via Torino 155, Mestre(VE), 30170, Italia, <sup>5</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISAC-CNR), Str.Priv. Lecce-Monteroni km 1.2, Lecce (LE), 73100,Italia, <sup>6</sup>Centro di Competenza per gli Ecosistemi di Innovazione Montana, Libera Università di Bolzano, Piazza Università 1, Bolzano(Bz), 39100, Italia.

\*Corresponding author. E-mail(s): giovanna.mazzi@unive.it;

**Keywords:** aerosol, deriva, prodotti fitosanitari, galleria del vento

Introduzione: L'utilizzo dei prodotti per la protezione delle piante (PPP) è di fondamentale importanza, soprattutto nel campo dell'agricoltura, per ottimizzare l'efficienza del suolo, migliorare la produzione alimentare e proteggere il terreno da organismi nocivi (1). La deriva dei PPPs presenta possibili rischi per l'ambiente circostante, inclusi potenziali effetti sulla salute umana (2). Dunque, per garantire un uso più sostenibile e corretto dei PPP, la Comunità Europea ha deciso di regolamentare il loro utilizzo (*European Directive for Sustainable Use of Pesticides* 2009/128/EC) (3). Con il presente studio si monitora il fenomeno della deriva dei PPP utilizzando un marker chimico (la fluoresceina) per simulare reti composti. Attraverso prove in galleria del vento, che riproduce le condizioni di campo aperto (4), si valuta la distribuzione dimensionale dello spray erogato (0.056-50  $\mu\text{m}$ ), a 5, 10 e 20 m dall'erogatore, confrontando ugelli di tipo convenzionale (HC) e anti-deriva (AI).

Metodi: L'esperimento si svolge in una galleria del vento (30x10x6 m) utilizzando un atomizzatore commerciale da frutteto. La distribuzione dimensionale delle gocce, in uscita dagli ugelli, si ottiene tramite l'utilizzo di tecniche ottiche (*imaging* di aerosol). L'aerosol viene campionato utilizzando un impattore a basso volume (30 L/min) a dieci stadi (MOUDI), posizionato a tre diverse distanze dal punto di emissione (5, 10 e 20 m). Lo studio prevede lo sviluppo e la validazione di una nuova procedura preanalitica e di un metodo HPLC-MS/MS per l'analisi quantitativa della fluoresceina, unito ad analisi ottiche per lo studio delle particelle superiori ai 50  $\mu\text{m}$ .

Risultati: Le analisi dimostrano che gli ugelli del tipo HC, a differenza di quelli del tipo AI, producono particelle fini (<1 $\mu\text{m}$ ) con una distribuzione di gocce molto stretta ( $RS < 1$ ). Le particelle di dimensioni grossolane tendono a diminuire per entrambi gli ugelli all'aumentare della distanza. Le frazioni fini, invece, rimangono costanti per HC, mentre per gli ugelli AI si osserva il loro abbattimento.

Conclusioni: Questo lavoro innovativo ha permesso di studiare il problema della deriva dei PPP, valutando il funzionamento di un intero erogatore da campo all'interno di una galleria del vento, integrando diversi metodi strumentali. Gli ugelli confrontati (HC e AI) presentano differenze nelle dimensioni e nelle distribuzioni delle goccioline di aerosol prodotte. Il continuo monitoraggio di questo fenomeno permetterà di valutare l'impatto complessivo dei prodotti fitosanitari, favorendo processi agricoli più sostenibili.

### Bibliografia

[1] Pogacean et al. 2009. doi: 10.30638/eemj.2009.084.

[2] Mostafalou et al. 2013. doi: 10.1016/j.taap.2013.01.025.

[3] (2009) Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009

[4] Becce et al. 2022. doi: 10.1109/MetroAgriFor55389.2022.9965106.



**Acknowledgements:**

This research has been carried out within the PNRR research activities of the consortium iNEST (Interconnected North- East Innovation Ecosystem) funded by the European Union Next-GenerationEU (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4 Componente 2, Investimento 1.5 D.D. 1058 23/06/2022, ECS\_00000043). This manuscript reflects only the Authors views and opinions, neither the European Union nor the European Commission can be considered responsible for them.

P2.01

## ChAMBRé: una facility flessibile per studiare gli aerosol atmosferici nel panorama ACTRIS

Elena Abd El<sup>1,2</sup>, Marco Bunoldi<sup>1,2</sup>, Elena Gatta<sup>1</sup>, Muhammad Irfan<sup>1</sup>, Tommaso Isolabella<sup>1,2</sup>, Dario Massabò<sup>1,2</sup>, Federico Mazzei<sup>1,2</sup>, Franco Parodi<sup>2</sup>, Paolo Prati<sup>1,2,\*</sup>, Virginia Vernocchi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Università degli studi di Genova, Dipartimento di Fisica, Genova, <sup>2</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Genova, Genova

\* Corresponding author. Tel: +39 0103536439, E-mail:prati@ge.infn.it

**Keywords:** Camere di simulazione atmosferica, proprietà degli aerosol atmosferici, bioaerosol

ChAMBRé (Chamber for Aerosol Modelling and Bio-aerosol Research) è da alcuni anni una struttura di ricerca legata alla iniziativa europea ACTRIS (Aerosols, Clouds and Trace gases Research Infrastructure), che oggi è configurata come un ERIC (European Research Infrastructures Consortium). Grazie ad un significativo flusso di finanziamenti, ChAMBRé si è sviluppata negli ultimi quattro anni dispiegando un ampio parco strumenti di ultima generazione e permettendo l'esecuzione di esperimenti in diversi campi. A fianco di alcune collaborazioni nazionali ed internazionali per lo studio del bioaerosol (e.g. vitalità batterica e qualità dell'aria [1], batteri antibiotico resistenti aereodispersi [2], algoritmi di AI per classificazione on-line del bioaerosol [3], aerosolizzazione di batteri marini [4] ed altre in corso) e delle proprietà ottiche e tossicologiche degli aerosol atmosferici [5,6,7], sono stati eseguiti esperimenti sugli effetti sulla salute del particolato atmosferico [8], sulla affidabilità di sensori a basso costo, sull'efficacia di dispositivi di sanificazione di ambienti indoor. ChAMBRé è quindi una "laboratorio" flessibile, gestito da un gruppo multidisciplinare che sviluppa soluzioni ad-hoc per specifici problemi nello studio degli aerosol atmosferici e della qualità dell'aria, soprattutto per il particolato atmosferico.

A PM2024 verranno illustrate le specifiche di ChAMBRé e del laboratorio ad essa collegato/asservito (preparazione di bio-campioni e analisi composizionali del PM), sintetizzati i risultati scientifici raccolti negli ultimi anni, le prospettive future di sviluppo e le opportunità di collaborazione.

### Bibliografia

[1] Vernocchi V et al. 2023. doi: 10.5194/amt-16-5479-2023

[2] Agarwal V et al. 2024. Tesi di dottorato a ETH-Zurigo

[3] Crawford I et al. 2023. doi.org/10.3390/atmos14081214

[4] Malfatti F et al. 2023, PRIN2022: Focused eSistome- Mobilome genes in aTmosphere-Ocean continuum, (FEMTO)

[5] Vernocchi V et al. 2022. doi: 10.5194/amt-15-2159-2022

[6] Isolabella T et al. 2023. doi: 10.1393/ncc/i2023-23145-3

[7] Massabò D et al. 2023. PRIN2022: Investigating atmospheric fate and toxicological properties of Biofuels Emitted ultrafine particles with a Simulation chamber (IT-BEST)

[8] Facchini M.C. et al. 2018. PRIN2017 RHAPS (Redox-activity and Health-effects of Atmospheric Primary and Secondary aerosol)

P2.02

## Caratterizzazione del PM2.5 e del suo potenziale ossidativo in tre aree del Sud Italia

Daniela Cesari<sup>1\*</sup>, Caterina Mapelli<sup>1</sup>, Adelaide Dinoi<sup>1</sup>, Daniela Chirizzi<sup>2</sup>, Antonio Pennetta<sup>1</sup>, Giuseppe Deluca<sup>1</sup>,  
Giuseppe De Benedetto<sup>3</sup>, Daniele Contini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima – ISAC-CNR, Lecce, 73100, Italy; <sup>2</sup>Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Puglia e Basilicata - IZSPB, Foggia 71121, Italy; <sup>3</sup>Dipartimento di Beni Culturali, Università del Salento, Lecce, 73100, Italy.

\* Corresponding author. Tel: +39 0832422439, [E-mail: daniela.cesari@cnr.it](mailto:daniela.cesari@cnr.it)

**Keywords:** PM2.5, aree rurali e di background, PMF, MLR, potenziale ossidativo.

**Introduzione:** Lo studio del potenziale ossidativo (OP) del particolato atmosferico (PM), indicatore generale dei rischi per la salute umana associati all'esposizione da PM, è diventato un punto focale nella ricerca [1]. La maggior parte degli studi sulla qualità dell'aria si basano su dati raccolti nelle città o nelle aree metropolitane, mentre si osserva una mancanza di dati in contesti non urbani, dove le abitudini della popolazione e l'origine dei principali inquinanti atmosferici sono spesso diverse da quelle delle aree urbane. Si osserva, inoltre, che il numero di studi riguardanti l'OP nel bacino del Mediterraneo è limitata, specie per la frazione fine del particolato (PM2.5); tale numero si riduce ulteriormente se si considera il solo territorio italiano. Questo studio si pone l'obiettivo di studiare l'impatto delle diverse sorgenti naturali ed antropiche al PM2.5 ed al suo potenziale ossidativo su tre aree del Sud Italia.

**Metodi:** è stato condotto uno studio di sorgenti di PM2.5 campionato presso un sito rurale (Metaponto). Le sorgenti di PM sono state identificate e caratterizzate con il modello a recettore PMF 5.0, mentre il contributo di ciascuna sorgente all'OP (misurato con saggio al DTT) viene stimato con approccio MLR. I risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti da due studi simili, condotti in altri due siti dell'area centrale del Mediterraneo [2, 3].

**Risultati:** Il modello a recettore ha identificato sorgenti di aerosol simili per i tre siti (combustione di biomassa, traffico veicolare, contributi costali e marino, aerosol secondari inorganici, emissioni industriali), ma con contributi diversi al PM2.5 ed all'OP. L'analisi MLR evidenzia che le sorgenti di combustione (i.e. combustione di biomassa ed emissioni del traffico) sono i principali contributori all'attività OP del PM2.5. Inoltre, si osserva anche che i contributi all'OP e al PM2.5 non sono comparabili per tutte le sorgenti.

**Conclusioni:** pochi studi hanno valutato il potenziale ossidativo del PM2.5 in Italia. I risultati di questo studio rappresentano un contributo per una migliore comprensione del potenziale impatto sulla salute causato dal PM2.5; della sua variabilità spaziale; e del ruolo delle diverse sorgenti.

Il lavoro è stato svolto nell'ambito del Progetto CIR01\_00015 - Potenziamento della componente italiana della Infrastruttura di Ricerca Aerosol, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure - Rafforzamento del capitale umano, piano "Ricerca e Innovazione 2015-2017" - "PNIR - Programma Nazionale Infrastrutture di Ricerca".

### Bibliografia

- [1] Bates et al., 2015. DOI: [org/10.1021/acs.est.8b03430](https://doi.org/10.1021/acs.est.8b03430)
- [2] Cesari et al., 2019. DOI: [10.3390/atmos10120758](https://doi.org/10.3390/atmos10120758)
- [3] Giannossa et al., 2022. DOI: [org/10.1016/j.jenvman.2022.115752](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115752)

P2.03

## Confronto tra misure online e offline in un sito rurale della Pianura Padana

A. Biffi<sup>1\*</sup>, L. D'Angelo<sup>1,2</sup>, E. Cuccia<sup>1</sup>, M. Franciosa<sup>1</sup>, J. David<sup>2</sup>, U. Dal Santo<sup>1</sup>, G. Siliprandi<sup>1</sup>,  
L. Mari<sup>1</sup>, M. Simon<sup>2</sup>, A. L. Vogel<sup>2</sup> e C. Colombi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Arpa Lombardia – U.O. Qualità dell'Aria, Monitoraggi Ambientali, Milano, 20129 <sup>2</sup>Institute for Atmospheric and Environmental Sciences, Goethe-University Frankfurt, 60438Francoforte sul Meno, Germania

\* Corresponding author. E-mail: b.biffi@arpalombardia.it

**Keywords:** composti inorganici, Aerosol Chemical Speciation Monitor (ACSM), cromatografia ionica, misure offline

Negli ultimi decenni, sono state implementate nuove tecnologie e strumenti per la caratterizzazione della composizione chimica dell'aerosol a una elevata risoluzione temporale; questo sviluppo è cruciale per individuare fenomeni brevi ma potenzialmente impattanti sulla salute pubblica (1). L'impiego delle moderne tecniche di spettrometria di massa online consente un'identificazione più accurata degli effetti delle fonti antropiche sull'aerosol, consentendo così una migliore formulazione delle politiche volte alla riduzione delle emissioni di inquinanti (2, 3). Questo studio presenta un confronto tra la cromatografia ionica, la tecnica tradizionale offline utilizzata per la quantificazione e la caratterizzazione chimica dell'aerosol, e una tecnica online.

Durante il mese di ottobre 2023, nella stazione di Schivenoglia (MN) della Rete Regionale di Qualità dell'Aria di ARPA Lombardia, sono state condotte due campagne di misura in parallelo. La prima campagna rientra nell'ambito del "Progetto Ammoniaca", che ha come obiettivo quello di valutare l'impatto del settore agro-zootecnico nelle emissioni di ammoniaca e il ruolo di questo composto nella formazione di particolato secondario e ha previsto il monitoraggio delle concentrazioni e della composizione chimica del PM<sub>10</sub> con una risoluzione temporale di 6 ore. Per la quantificazione delle specie ioniche, sono stati impiegati filtri in fibra di quarzo analizzati in cromatografia ionica (Metrohm 930 and 881). Le medesime analisi sono state eseguite anche sui campioni giornalieri di PM<sub>10</sub>. Parallelamente, nello stesso sito, l'Institute for Atmospheric and Environmental Sciences dell'Università Goethe di Francoforte sul Meno ha condotto una campagna, nell'ambito del Progetto ALFA (Aerosol Loadings in the Future Atmosphere), volta a caratterizzare la composizione chimica della frazione organica dell'aerosol. Tra gli strumenti utilizzati per la campagna vi era anche un Time of Flight – Aerosol Chemical Speciation Monitor (ToF-ACSM) per la quantificazione di solfato, nitrato, ammonio e composti organici non refrattari del PM<sub>1</sub> in fase aerosol, con risoluzione temporale di 40 s.

Il confronto dei dati offline alle due diverse risoluzioni temporali (6 e 24 ore) mostra un buon accordo ( $R^2 = 0.99$ ). Viceversa, i dati acquisiti relativamente ai composti inorganici evidenziano rilevanti differenze tra le misure online e offline durante l'intero periodo di campionamento. Le misure fornite dall'ACSM sono superiori ai dati giornalieri offline mediamente del 31%, 41% e 56% rispettivamente per solfato, nitrato e ammonio. Questo lavoro si prefigge l'obiettivo di approfondire le ragioni delle discrepanze rilevate.

### Bibliografia

- [1] Malaguti et al. 2015. DOI: 10.4209/aaqr.2015.04.0240
- [2] Kuokka et al. - Atmos. Chem. Phys. Discuss., 2007
- [3] Poulain et al. <https://doi.org/10.5194/amt-13-4973-2020>, 2020.

P2.04

## La qualità dell'aria urbana e i potenziali effetti sulla salute ormonale

Tiziana Schilirò<sup>2</sup>, Elisabetta Fea<sup>2</sup>, Marta Gea<sup>1</sup>,  
Daniele Marangon<sup>1</sup>, Francesco Antonio Pitasi<sup>1</sup> Marco Fontana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Piemonte, via Pio VII, 9 - 10135 Torino;

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze della Sanità Pubblica e Pediatriche, via Santena 5 bis, 10126 Torino

**Keywords:** *Interferenti endocrini, PM2,5, PM10, test in vitro*

**Introduzione** Gli Interferenti Endocrini (IE) sono sostanze esogene che alterano la funzione del sistema endocrino e possono causare effetti negativi sulla salute di un organismo o della sua progenie [1]. Negli ultimi anni la comunità scientifica ha iniziato a valutare il contributo che l'esposizione per inalazione può dare al *body-burden* complessivo degli IE [2,3]. A questo proposito le polveri sottili veicolano differenti composti chimici, compresi gli IE, con tossicità eterogenea per l'uomo, sia considerati singolarmente, sia in relazione al loro potenziale effetto sinergico. Sebbene la valutazione della concentrazione di specie chimiche estratte dal PM rappresenti un monitoraggio significativo, è possibile sottoporre una matrice così complessa ad analisi di laboratorio che riescano a valutare anche specifici effetti del PM nel suo insieme. Il progetto di studio è quindi finalizzato alla valutazione dell'attività estrogenica e della citotossicità degli estratti organici di PM10 e PM2,5 in differenti siti appartenenti alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria di ARPA Piemonte, caratterizzati da fonti di inquinamento differenti [4].

**Metodi** In ogni sito sono stati eseguiti prelievi di PM (24h) con campionatori a basso volume e i filtri sono stati raggruppati per ottenere campioni stagionali. Ciascun *pool* è stato estratto con solventi organici per valutare l'attività estrogenica (test sulla linea cellulare MELN per valutare l'attivazione del *gene reporter* della luciferasi a seguito del legame del recettore estrogenico con IE presenti nei campioni), la citotossicità (WST-1 e LDH) e le concentrazioni di idrocarburi policiclici aromatici. In particolare l'attività estrogenica è stata valutata mediante la stima della quantità equivalente di estradiolo (EEQ) che rappresenta la concentrazione totale di composti ad attività estrogenica presenti nella matrice ambientale normalizzata sul composto di riferimento ovvero sul 17 $\beta$ -estradiolo.

**Risultati** Nel complesso, sia l'attività estrogenica che la citotossicità hanno un andamento stagionale significativo per tutti i siti monitorati e risultano maggiori nei siti urbani rispetto a quelli rurali. L'analisi dell'interazione dei differenti estratti di PM sul recettore degli estrogeni è complessa e può portare a risultati discordanti in termini di attività agonista o antagonista. È stata inoltre riscontrata una correlazione significativa tra EEQ indotta dagli estratti stagionali dei siti e la concentrazione mediastagionale di Benzo(a)Pirene.

**Conclusioni** Un significativo effetto estrogenico è stato indotto dagli estratti organici di PM campionato in diversi siti, dimostrando che l'aria può esercitare attività di interferenza endocrina. L'inalazione di PM è una potenziale via di esposizione agli IE e può contribuire al rischio generale per la salute dovuto all'esposizione agli IE. Pertanto, approcci di biomonitoraggio, attraverso strumenti di analisi basate sugli effetti come l'interferenza ormonale meritano un approfondimento e sono tutt'ora in corso e possono essere un utile strumento complementare al monitoraggio tradizionale per supportare politiche di prevenzione degli impatti sulla salute del PM.

### Bibliografia

[1] WHO/IPCS 2002. [http://www.who.int/ipcs/publications/new\\_issues/endocrine\\_disruptors/en/](http://www.who.int/ipcs/publications/new_issues/endocrine_disruptors/en/)

[2] Dabre PD. 2018. DOI: 10.2147/IJGM.S102230

[3] Gea M et al. 2024. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2023.140887

[4] Gea M et al. 2023. DOI: 10.1016/j.etap.2023.104232

P2.05

## Valutazione d'impatto sanitario mediante calcolo dei decessi attribuibili alle polveri sottili nel distretto di Cremona

Stefano Ferrari<sup>1\*</sup>, Linda Guarda<sup>2</sup>, Marco Villa<sup>2</sup>, Enea Antoniazzi<sup>1</sup>, Paola Ballotari<sup>2</sup>, Luigi Martinelli<sup>2</sup>, Lorenzo Bellini<sup>2</sup>, Doranna Pollastri<sup>1</sup>, Salvatore Mannino<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ATS Valpadana SC Igiene e Sanità Pubblica Salute-Ambiente; <sup>2</sup> ATS Valpadana SC Osservatorio Epidemiologico

\* Corresponding author. Tel: 0372/497401, [E-mail: stefano.ferrari@ats-valpadana.it](mailto:stefano.ferrari@ats-valpadana.it)

**Keywords:** Valutazione di impatto sanitario, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, decessi attribuibili

**Introduzione:** Il territorio del distretto di Cremona è inserito nella pianura padana e di conseguenza subisce le tipiche condizioni meteo-climatiche e orografiche del bacino del Po, che favoriscono l'aumento delle concentrazioni degli inquinanti e la difficile dispersione degli stessi. La zona industriale del Comune di Cremona rappresenta una fonte emissiva di particolato significativo, sia per le emissioni dirette (polo siderurgico e produttivo) che per il traffico pesante indotto. Completano in quadro del distretto cremonese una rete stradale intensamente trafficata e numerose aziende agricole del comparto allevamento/ agricoltura. ATS Val Padana SC ISP-Salute Ambiente in sinergia con l'Osservatorio Epidemiologico è impegnata, soprattutto attraverso la partecipazione alle CDS per le opere sottoposte a VIA e VIAS, per la valutazione che i nuovi insediamenti o modifiche degli stessi siano quanto più sostenibili, anche sotto il profilo delle emissioni in atmosfera. La riduzione delle concentrazioni di particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, sia primario che secondario, rappresenta una priorità per la prevenzione e il controllo delle malattie croniche.

**Obiettivi:** Stimare il numero di decessi attribuibili al PM<sub>2.5</sub> nella popolazione residente nei comuni del distretto di Cremona per gli anni 2010-2019.

**Metodi:** È stata applicata la metodologia del progetto VIAS per calcolare i decessi attribuibili al PM<sub>2.5</sub> per ogni anno considerato e per ogni comune del distretto di Cremona. Come tassi di base sono stati utilizzati quelli quinquennali di ciascun comune; le funzioni di concentrazione risposta sono quelle riportate nelle nuove linee guida dell'OMS del 2021; la stima dell'esposizione media annuale è stata ottenuta con il modello di dispersione degli inquinanti atmosferici UTAQ con risoluzione spaziale di 50m x 50m. L'esposizione media comunale è stata calcolata come media pesata della concentrazione di ogni cella, utilizzando come peso il numero di abitanti della cella ottenuto georeferenziando l'anagrafe degli assistiti. Il calcolo è avvenuto riferendosi a due scenari diversi: uno rispetto al limite normativo italiano ed europeo, pari a 25 µg/m<sup>3</sup> (D.lgs 155/2010), l'altro riferito al valore obiettivo espresso dall'OMS nelle sue raccomandazioni del 2021, pari a 5 µg/m<sup>3</sup>. Sono state svolte due analisi di sensibilità: una utilizzando il modello espositivo EPISAT per gli anni 2013-2019, l'altra utilizzando come tasso di base quello annuale di distretto.

**Risultati:** La concentrazione di PM<sub>2.5</sub>, nei comuni del distretto di Cremona è diminuita nel periodo 2010-19, anche se si è ancora lontani dal raggiungere il valore obiettivo OMS. Per lo scenario che utilizza come controfattuale il valore obiettivo indicato da OMS sono stati stimati 2942 decessi per cause naturali attribuibili al PM<sub>2.5</sub>, con un trend decrescente che ha riguardato sia il numero totale di decessi (da 322 nel 2010 a 249 nel 2019. -22.7%) che la sua percentuale sul totale delle morti osservate (dal 17.3% al 13.4%). Al contempo sono stati stimati 724 decessi attribuibili ad una esposizione al PM<sub>2.5</sub> superiore a quella stabilita dalla normativa italiana con un trend decrescente pari al 91.3%. I risultati delle analisi di sensibilità confermano la consistenza della metodologia.

**Conclusioni:** Il numero ottenuto di decessi per cause naturali nel decennio 2010-2019 riconducibile all'inquinamento atmosferico da PM<sub>2.5</sub> nello Scenario OMS rappresenta, sulla base delle attuali evidenze, il numero massimo di morti premature che si potrebbero evitare se si riuscisse a raggiungere il valore obiettivo di 5 µg/m<sup>3</sup>. Nel contesto della Pianura Padana risulta assai difficile raggiungere tale livello in tempi brevi poiché ad oggi i valori sono molto più elevati e la particolare orografia risulta d'ostacolo. Rimane necessario però convogliare gli sforzi, sia delle istituzioni che

degli individui, affinché venga ridotto l'inquinamento atmosferico.

### **Bibliografia**

[1] ARPA Lombardia. «Rapporto sulla qualità dell'aria Provincia di Cremona - Anno 2021.» 2022.  
<https://www.arpalombardia.it/Pages/Aria/Relazioni-e-valutazioni/Relazioni-AnnualiProvinciali.aspx?firstlevel=Relazioni%20e%20valutazioni>.

P2.06

## Potenzialità della focused PCA nell'elaborazione dei dati in studi di biomonitoraggio e monitoraggio della qualità dell'aria

Marcello Messi<sup>1\*</sup>, Maria Agostina Frezzini<sup>2</sup>, Ottavia Giampaoli<sup>3,4</sup>, Caterina Tiraboschi<sup>5</sup>, Thomas Merlet<sup>6</sup>, Lorenzo Massimi<sup>3</sup>, Fabio Sciubba<sup>3,4</sup>, Silvia Canepari<sup>3</sup>, Mariangela Spagnoli<sup>7</sup>, Maria Luisa Astolfi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dip. di Chimica, Sapienza Università di Roma, Roma; <sup>2</sup> ARPA Lazio, Roma, <sup>3</sup> Dip. di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma, Roma, <sup>4</sup> NMLab, Sapienza Università di Roma, Roma, <sup>5</sup> Dip. di Sanità Pubblica e Malattie Infettive, Sapienza Università di Roma, Roma, <sup>6</sup> Dip. di Chimica, INP – ENSIACET, Tolosa, Francia, <sup>7</sup> Dip. di Medicina, Epidemiologia, Igiene Ambientale e Igiene del Lavoro, INAIL, Monte Porzio Catone, Roma

\* Corresponding author. Tel: +39 0649913748, [E-mail: marcello.messi@uniroma1.it](mailto:marcello.messi@uniroma1.it)

**Keywords:** *ape mellifera*, biomonitoraggio, elaborazione statistica, metalli, PM<sub>10</sub>, potenziale ossidativo, stress ossidativo

Le relazioni tra gli effetti sulla salute indotti dall'esposizione al particolato atmosferico (PM), il suo potenziale ossidativo (OP) e la sua composizione chimica non sono ancora del tutto chiare. Per comprendere la dipendenza tra una variabile di risposta, presa come riferimento, e le altre variabili di un dataset, può essere applicata una tecnica di analisi esplorativa chiamata *focused principal component analysis* (FPCA) (1). Questo approccio è stato utilizzato per approfondire informazioni relative a inquinanti presenti in matrici complesse di natura ambientale, come il PM, e biologica, come le api, in relazione a misure di OP (2) o di stress ossidativo (3), rispettivamente.

La FPCA è stata applicata nella versione originale (1) per confrontare i risultati ottenuti da diversi saggi di OP (DCFH, AA e DTT) e il contenuto di alcuni traccianti di diverse sorgenti emissive di PM<sub>10</sub>. Inoltre, la FPCA è stata applicata, utilizzando come indice di covarianza il  $\rho$  di Spearman (in sostituzione al  $r$  di Pearson), nel confronto tra il danno fisiologico (PD) o il danno post-trascrizionale (PTD) e il contenuto elementare di campioni di api esposte a inquinanti atmosferici emessi dalla combustione di rifiuti. Per ogni confronto, è stato ottenuto un diagramma di facile interpretazione con l'informazione sulla correlazione tra le risposte dei saggi di OP e le componenti chimiche analizzate.

I valori di OP ottenuti con i saggi del DTT e del DCFH risultano fortemente correlati ( $r > 0.8$ ) con il contenuto di levoglucosano e  $K^+$ , noti traccianti della combustione di biomasse (2); mentre, l'OP ottenuto con il saggio del AA è maggiormente correlato a traccianti del traffico veicolare non combustivo (Sb, Sn, Mo e Cu). Analogamente, anche lo stress ossidativo nelle api ha risposto diversamente agli elementi, ad esempio il PTD, diversamente dal PD, è fortemente correlato al contenuto di Pb ( $\rho > 0.8$ ) e di As, Co, Mn e Fe ( $\rho > 0.6$ ) e anticorrelato al contenuto di elementi essenziali come K, P e S ( $\rho < -0.6$ ).

Un particolare ringraziamento va ad ARPA Lazio, CNR di Montelibretti e ISPRA per il prezioso supporto allo studio. L'attività di ricerca è stata condotta nell'ambito del progetto di dottorato di Marcello Messi, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020, finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR).

### Bibliografia

- [1] Falissard B 1999. DOI: 10.1080/10618600.1999.10474855
- [2] Massimi L et al. 2020. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115271
- [3] Giampaoli O 2023. DOI: 10.1007/s11356-023-31561-x



P2.07

## Dati PM10 e PM2.5 ad alta risoluzione ottenuti dal sensore AIRQino:il caso studio del Mediterraneo centrale.

Silvia Becagli<sup>1\*</sup>, Alessandro Zaldei<sup>2</sup>, Giorgio di Sarra<sup>3</sup>, Tommaso Giordano<sup>2</sup>, Simone Putzolu<sup>2</sup>, Mirko Severi<sup>1</sup>, Damiano Sferlazzo<sup>4</sup>, Rita Traversi<sup>4</sup>, Carolina Vagnoli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Chimica “Ugo Schiff”, Università di Firenze, <sup>2</sup>CNR-IBE, sezione Firenze, <sup>3</sup>ENEA-Frascati, <sup>4</sup>ENEA Lampedusa.

\* Corresponding author. Tel: +39 055 4573350, E-mail:silvia.becagli@unifi.it

**Keywords:** PM2,5, PM10, sensori low cost, airqino, Mediterraneo centrale

Le nuove frontiere per lo studio delle sorgenti di aerosol e qualità dell'aria puntano all'ottenimento di dati ad altissima risoluzione in numerosi siti di misura per catturare le dinamiche spaziali e temporali della distribuzione del particolato atmosferico. Tuttavia, il costo elevato per la costruzione e il mantenimento degli osservatori pongono gravi limitazioni all'aumento del numero dei punti di osservazione. In questo contesto, la possibilità di implementare sensori a basso costo, consumo energetico e manutenzione come integrazione agli osservatori di riferimento può risultare molto utile [1-3]. Il Mediterraneo centrale è un'area particolarmente interessante per lo studio dell'impatto delle sorgenti di particolato atmosferico e della loro evoluzione in funzione dei cambiamenti climatici in atto. L'ottenimento di misure in parallelo da sensori a basso costo ad alta risoluzione e di composizione chimica a risoluzione più bassa ma in grado di quantificare le sorgenti di particolato atmosferico, offre la possibilità di valutare l'accuratezza della misura dei sensori a basso costo in funzione delle variazioni percentuali delle varie sorgenti di aerosol. A tale scopo presso la stazione ENEA per gli studi sul clima di Lampedusa (35.5°N, 12.6°E) in ottobre 2023 è stato installato un sensore AIRQino per la misura di PM10 e PM2.5. Parallelamente, PTS e PM10 sono campionati a risoluzione di 48 ore mediante campionatore a impatto inerziale Gemini (Dado lab.) su filtri di teflon di 47 mm di diametro. Sia la raccolta del PM10 sui filtri che la determinazione della massa del particolato sono stati realizzati secondo la procedura standard europea EN12341:2014. La composizione chimica dei campioni PM10 è stata determinata mediante cromatografia ionica per i principali ioni e ICP-AES per metalli in tracce e Terre Rare ed ha permesso di quantificare le principali sorgenti del PM10 [4].

In questo lavoro si presentano i primi risultati ottenuti in quest'area relativi alle prestazioni dell'array di sensori a basso costo AIRQino rispetto alle misurazioni di riferimento e di evidenziare quali tipi di aerosol determinano i maggiori discostamenti fra le due misure.

Inoltre, l'elevata risoluzione temporale dei sensori AIRQino ha permesso di studiare in dettaglio gli eventi rapidi di trasporto di polveri sahariane o di aerosol di origine antropica che sono evidenziati dall'analisi chimica dei campioni raccolti, ma dai quali, data la più bassa risoluzione, non è possibile valutarne l'evoluzione temporale. La semplicità di utilizzo dei sensori low-cost tipo AIRQino e la possibilità di usufruire dei dati raccolti da una rete di oltre 400 stazioni disposte su un transetto che parte dalla Costa d'Avorio fino alla base Artica delle Svalbard, apre a possibilità finora di analisi delle dinamiche di trasporto su scala intercontinentale.

### Bibliografia

- [1] Kumar, P et al. 2015. Environ. Int., 75, 199–205.
- [2] Schneider, P et al. 2017. Environ. Int, 106, 234–247.
- [3] Motlagh, N.H et al. 2020 IEEE Commun. Mag. 2020, 58, 54-59.
- [4] Becagli et al. 2017. ACP, doi:10.5194/acp-17-2067-2017.

P2.08

## **Determinazione della concentrazione del materiale particolato PM10 in aria ambiente mediante analisi gravimetrica: analisi e stima delle incertezze della misura**

Lorenzo Raso<sup>1</sup>, Vincenzo Marino<sup>1</sup>, Maria Rosaria Della Rocca<sup>2</sup>, Vincenzo Belgiorno<sup>1</sup>, Vincenzo Naddeo<sup>1</sup>, Zarra Tiziano<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>SEED – Gruppo di ricerca di Ingegneria Sanitaria Ambientale, Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Salerno, via Giovanni Paolo II, 132 - 84084 Fisciano, SA, Italia

<sup>2</sup>Regione Campania, D.G. Difesa del Suolo e Ecosistema, UOD Sviluppo Sostenibile, Acustica, qualità dell'aria e radiazioni- criticità ambientali in rapporto alla salute umana, Via Roberto Bracco, 15/A - 80113 Napoli, NA, Italia

\*corresponding author: tzarra@unisa.it

**Keywords:** qualità dell'aria, analisi gravimetrica, inquinamento atmosferico, campionamento, EN1234

L'inquinamento atmosferico costituisce una delle principali sfide per il nostro pianeta che la società moderna è chiamata ad affrontare. Le attività industriali e il traffico veicolare sono solo alcune delle molteplici fonti che con le loro emissioni alterano la qualità dell'aria, costituendo un fattore di rischio ambientale per la salute umana (1). Tra gli inquinanti prioritari, il materiale particolato, e tra questi il PM10, è quello che da sempre ha rivestito una attenzione particolare del mondo tecnico-scientifico. L'Agenzia Europea per l'Ambiente stima che il particolato atmosferico risulta essere la tredicesima causa di mortalità a livello mondiale (2) (3). Ne consegue, dunque, la necessità di identificare strategie ed azioni concrete per ridurre le emissioni di materiale particolato. Riduzione e controllo che per poter essere correttamente attuate ed identificate devono necessariamente essere supportate dalle azioni di caratterizzazione e monitoraggio che devono consentire di fornire misure affidabili e ripetibili, riducendo al minimo le fonti e variabili di incertezza. Allo stato attuale, il metodo di riferimento per la determinazione della concentrazione in aria ambiente del materiale particolato PM10 è quello gravimetrico riportato nella norma EN12341:2023 (4).

L'attività di ricerca si inserisce nelle tematiche suddette e si propone di valutare le incertezze di misura della concentrazione del particolato sospeso PM10 nell'aria attraverso l'applicazione della norma ufficiale EN1234:2023. Lo scopo della ricerca è di identificare e valutare le fonti di incertezza nel processo di misurazione del PM10, al fine di migliorare l'affidabilità dei dati ottenuti. Le analisi sperimentali condotte hanno investigato l'intera catena di misura che contempla la preparazione dei materiali, il campionamento, il trasporto e conservazione del campione e la determinazione analitica in laboratorio. I materiali e i metodi adottati comprendono la raccolta ed analisi di campioni di aria in diversi contesti ambientali a scala reale, in campo. Le incertezze di misura identificate sono state valutate utilizzando approcci statistici e tecniche specifiche previste dalla normativa di riferimento.

L'impatto della ricerca si traduce nella promozione di pratiche di misurazione più accurate e affidabili del PM10, fornendo agli enti di controllo e alla comunità scientifica strumenti per una valutazione più precisa della qualità dell'aria e dei rischi correlati alla presenza di particolato sospeso. La conoscenza e la riduzione delle incertezze di misura sono fondamentali per orientare le politiche pubbliche e le azioni di mitigazione verso una migliore tutela dell'ambiente e della salute pubblica

### **Bibliografia**

[1] Kelly Bui et al., 2019 DOI: <https://doi.org/10.1145/3322134.3323931>

[2] EEA, 2023 DOI: 10.2800/721439

[3] Xiaodong Yang et al., 2023 DOI: 10.1007/s13181-011-0203-1

[4] EN1234:2023

P2.09

## Le potenzialità dell'uso di misure ad alta risoluzione temporale di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> da rete di stazioni low-cost AirQino nello studio degli episodi di trasporto desertico

F. Calastrini<sup>1,2\*</sup>, A. Orlandi<sup>2</sup>, G. Messeri<sup>1,2</sup>, R. Benedetti<sup>2</sup>, A. Zaldei<sup>1</sup>, B. Gioli<sup>1</sup>, G. Gualtieri<sup>1</sup>, A. Cavaliere<sup>3</sup>, T. Giordano<sup>1</sup>, C. Vagnoli<sup>1</sup>, S. Putzolu<sup>1</sup>, F. Carotenuto<sup>1</sup>, L. Brilli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CNR-IBE, Istituto di BioEconomia; <sup>2</sup> Consorzio LaMMA, <sup>3</sup> CNR-ISP, Istituto di Scienze Polari

\* Corresponding author. Tel: +39 055 5226053, E-mail: calastrini@lamma.toscana.it

**Keywords:** Rete di stazioni low-cost, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, polvere desertica

Negli ultimi anni lo sviluppo e le applicazioni di sensori low-cost in campo ambientale sono aumentate notevolmente, in risposta ad una sempre crescente richiesta di valutazioni inerenti all'inquinamento atmosferico in specifici contesti (es. traffico in aree densamente abitate, impatto di porti, aeroporti, siti industriali), al microclima in ambito urbano (es. ondate di calore, benessere urbano), all'impatto del verde urbano sul bilancio netto di CO<sub>2</sub>.

In questo contesto, presso l'Istituto per la BioEconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche sono state sviluppate le stazioni low-cost per la qualità dell'aria AirQino [1]. Le stazioni integrano sensori per la rilevazione dei principali inquinanti atmosferici (CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>), di gas serra (CO<sub>2</sub>) e di parametri meteorologici (temperatura, umidità dell'aria, velocità e direzione del vento). Le stazioni AirQino, grazie ad una accurata progettazione e dopo numerosi studi eseguiti per testarne la validità, sono state impiegate per la creazione di reti di monitoraggio su larga scala. Attualmente, le stazioni garantiscono una notevole copertura del territorio italiano (oltre 300 unità), inoltre sono operativi diversi punti di misura in città europee come Cannes e Marsiglia (Francia), Budapest e Debrecen (Ungheria), Bucarest (Romania) e Barcellona (Spagna), oltre che nell'Africa sub-sahariana (Niger). I dati prodotti dalle stazioni della rete AirQino sono consultabili gratuitamente in tempo reale tramite una piattaforma web dedicata [2]. Questo studio si propone di sfruttare la disponibilità di dati rilevati su base oraria e l'elevato numero di punti di misura della rete AirQino, che garantisce un'ampia copertura spaziale in area mediterranea. In particolare, le misure di concentrazione di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> consentono di valutare l'evoluzione temporale e spaziale di alcuni episodi di trasporto di polvere desertica. Allo scopo, sono stati selezionati ed analizzati alcuni casi-studio rappresentativi di tipiche dinamiche meteorologiche connesse con intrusioni nel bacino del Mediterraneo di aerosol proveniente da remote aree desertiche.

### Bibliografia

[1] Sensors 2018, 18, 2843; DOI:10.3390/s18092843

[2] <https://www.airqino.it>

P2.10

## Interconfronto tra dati APS e OPS di aerosol monodisperso in una camera disimulazione atmosferica e generato da un flow focusing monodisperse aerosolgenerator (FMAG)

Federico Mazzei<sup>1,2 \*</sup>, Elena Abd El<sup>1,2</sup>, Marco Bunoldi<sup>1,2</sup>, Elena Gatta<sup>2</sup>, Muhammad Irfan<sup>1,2</sup>, Tommaso Isolabella<sup>1,2</sup>, Dario Massabò<sup>1,2</sup>, Franco Parodi<sup>1</sup>, Paolo Prati<sup>1,2</sup>, Virginia Vernocchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Genova, Genova;

<sup>2</sup> Università degli studi di Genova, Dipartimento di Fisica, Genova

\* Corresponding author. Tel: +39 0103536325, [E-mail: fmazzei@ge.infn.it](mailto:fmazzei@ge.infn.it)

**Keywords:** *Analisi dimensionale aerosol, camera di simulazione atmosferica, APS, OPS, FMAG*

Il particolato atmosferico è una miscela estremamente complessa di sostanze solide e/o liquide, aventi dimensione, origine, forma, densità e composizione chimica molto variabili. In particolare, tra queste proprietà, la dimensione è una delle più importanti in quanto determina il suo comportamento in atmosfera, quali il trasporto e i processi di deposizione, e la sua capacità di penetrazione dell'apparato respiratorio. Poiché la forma del particolato atmosferico è molto eterogenea, sono stati introdotti alcuni parametri che ne descrivono la dimensione, come il diametro aerodinamico (legato alle proprietà aerodinamiche) e il diametro ottico (legato alla diffusione luminosa e all'indice di rifrazione). In questo lavoro presenteremo i risultati di alcuni esperimenti di interconfronto di aerosol monodisperso, nebulizzato in una camera di simulazione atmosferica, ChAMBRé (Chamber for Aerosol Modelling and Bio-aerosol Research) [1] e misurato contemporaneamente con un APS (Aerodynamic Particle Sizer) e un OPS (Optical Particle Counter). Gli esperimenti sono stati ripetuti sia con sferette calibrate che con aerosol prodotto con un FMAG (Flow Focusing Monodisperse Aerosol Generator) [2], nebulizzando una soluzione acquosa di NaCl, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dust e alcuni ceppi a diverse concentrazioni, confrontando poi i risultati ottenuti da APS ed OPS.

### **Bibliografia**

[1] Massabò D. et al. 2018. doi: 10.5194/amt-11-5885-2018

[2] Hongxu D. et al. 2016. doi: 10.1080/02786826.2015.1123213

P2.11

## Analisi dei fattori meteo climatici nel territorio della ASL CN2

Elisa Elampe<sup>1</sup>, Carlo Di Pietrantonj<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> S.C. Servizio Igiene e Sanità Pubblica, Dip. Prevenzione, ASL CN2 –Tel: 0173 316637, mail: [eelampe@aslcn2.it](mailto:eelampe@aslcn2.it);

<sup>2</sup> S.S.D. Epidemiologia, promozione salute e coordinamento attività di prevenzione, Dip. Prevenzione, ASL CN2 – Tel: 0173 594504, mail: [cdipietrantonj@aslcn2.it](mailto:cdipietrantonj@aslcn2.it)

**Keywords:** PM10, ondate di calore, accessi al pronto soccorso

**Introduzione:** In questo lavoro è stato analizzato l'andamento della temperatura giornaliera misurata nell'anno 2022 nel territorio della Azienda Sanitaria Locale CN2 con gli accessi al pronto soccorso dell'ospedale Michele e Pietro Ferrero di Verduno per patologie respiratorie croniche. Il territorio dell'ASL CN2 si compone di 75 comuni che si estendono tra la pianura e la collina del sud del Piemonte, con una popolazione residente di 169.072 abitanti, circa il 4% della popolazione regionale. In quest'area gli effetti del cambiamento climatico mostrano come il clima di oggi sia notevolmente diverso da quello di circa 20-30 anni fa.

**Metodi:** Sono stati utilizzati i valori di temperatura giornaliera rilevati tra il 1991-2022 dalle 11 stazioni meteorologiche della rete di telerilevamento regionale, gestita da Arpa Piemonte, che ricadono nel territorio della ASL CN2. Le temperature giornaliere del 2022 sono state confrontate con *la norma climatica di zona*, calcolata sulla base del trentennio di riferimento 1991-2020. Inoltre, sono stati calcolati i seguenti indicatori climatologici nell'anno 2022: *notti tropicali* (numero di giorni con  $T_{min} > 20^{\circ}C$ ), *giorni estivi* (numero di giorni con  $T_{max} > 30^{\circ}C$ ), infine i *giorni di gelo* (numero di giorni con  $T_{min} \leq 0^{\circ}C$ ), e messi a confronto con i medesimi indicatori calcolati nel periodo di riferimento. La valutazione del disagio termico, avvertito durante le ondate di calore, è stata effettuata attraverso *l'indice biometeorologico Humidex*, che esprime le condizioni di benessere o di disagio fisiologico percepito in funzione della temperatura dell'aria e della tensione di vapore. Infine l'andamento degli accessi al pronto soccorso per patologie respiratorie croniche (codici ICD9-CM 490-496), insufficienza cardiaca (ICD9-CM 428) e insufficienza respiratoria (ICD9-CM 518), è stato comparato con i dati di temperatura, Humidex e con i dati di PM10.

**Risultati:** I dati confermano un'anomalia termica positiva che caratterizza gran parte dell'anno, con uno scostamento termico positivo particolarmente marcato durante l'estate e il mese di ottobre, con sostanziale assenza di giorni più freddi rispetto alla norma climatica. Le ondate di calore si concentrano in due episodi di picco particolarmente gravi: uno intorno al 22-25 luglio e l'altro intorno al 4-5 agosto, entrambi all'interno di un periodo prolungato di caldo afoso, pressoché ininterrotto da metà giugno alla prima decade di agosto. L'analisi ha anche messo in luce una maggiore occorrenza di inversioni termiche a bassa quota, durante la stagione invernale e nei periodi di alta pressione. Dal momento che tali condizioni meteorologiche favoriscono i fenomeni di accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera, si può osservare come i cambiamenti climatici abbiano un riflesso anche sulla qualità dell'aria. Infatti, il confronto con i dati del pronto soccorso sembra confermare una maggior concentrazione di accessi per patologie respiratorie croniche nei periodi di elevata concentrazione di PM10.

**Conclusioni:** Dal momento che particolari e prolungate condizioni meteorologiche e/o di inquinamento atmosferico influiscono sulla richiesta di assistenza sanitaria da parte della popolazione, in particolar modo per anziani e soggetti fragili, si ritiene importante implementare, attraverso un approccio multidisciplinare, nuove strategie che permettano di prevedere i possibili accessi ai pronto soccorso, in modo da rendere più efficiente la risposta sanitaria.

## **Bibliografia**

- [1] Relazione sullo stato dell'ambiente in Piemonte – Area tematica CLIMA, 2023, Arpa Piemonte
- [2] Il Clima in Piemonte, 2022, Arpa Piemonte, Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali
- [3] Portale sul clima in Piemonte, link: [https://webgis.arpa.piemonte.it/secure\\_apps/portale-sul-clima-in-piemonte/](https://webgis.arpa.piemonte.it/secure_apps/portale-sul-clima-in-piemonte/)
- [4] Rapporto siccità in Piemonte, 2022, Arpa Piemonte, Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali
- [5] Gli indicatori del CLIMA in Italia, 2019, ISPRA
- [6] Variazioni e tendenze degli estremi di temperatura e precipitazione in Italia, 2013, ISPRA
- [7] Elaborazione delle serie temporali per la stima delle tendenze climatiche, 2012, ISPRA

P2.12

## Estrazione di microplastiche ad alta temperatura e pressione per analisi di aerosol atmosferico mediante pirolisi GC/MS

Giulia Vitale<sup>1,2</sup>, Elena Gregoris<sup>1,2</sup>, Fabiana Corami<sup>1,2</sup>, Andrea Gambaro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari Venezia

<sup>2</sup>Istituto di Scienze Polari, Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISP-CNR), Venezia,

\* Corresponding author. Tel: +39 041 2348937, [E-mail: elena.gregoris@cnr.it](mailto:elena.gregoris@cnr.it)

**Keywords:** *Microplastiche, Py-GC/MS, estrazione automatica con solventi*

**Introduzione:** Le microplastiche (MP) sono inquinanti emergenti che destano grande preoccupazione poiché sono ampiamente distribuite nell'ambiente. Tuttavia, la loro presenza, concentrazione e distribuzione nell'aerosol atmosferico è poco studiata. Uno dei principali problemi legati all'identificazione e quantificazione delle MP in ambiente è l'assenza di metodi standard, sia per l'analisi strumentale, che per le procedure di pretrattamento (1). L'analisi delle MP mediante pirolisi gascromatografia-spettrometria di massa (Py-GC/MS) ha il vantaggio di non richiedere il mantenimento delle caratteristiche morfologiche delle particelle per l'identificazione dei polimeri; perciò, si aprono nuove possibilità di pretrattamento. Lo scopo di questo lavoro è valutare la fattibilità dell'estrazione con solvente come procedura di pretrattamento veloce per l'analisi di MP nell'aerosol atmosferico, utilizzando Py-GC/MS. Tale metodica è stata proposta in alcuni studi, ma non è ancora stata approfondita (2,3).

**Metodi:** In questo lavoro è stato utilizzato l'estrattore automatico Thermo ASE 350. L'estrazione è stata condotta in diclorometano, variando i parametri di estrazione, come la temperatura di estrazione, il tempo di statica ed il numero di cicli di estrazione, per ottenere informazioni sul loro effetto – da soli o in interazione tra loro – sulla resa di estrazione.

**Risultati:** I risultati preliminari ottenuti con polietilene standard hanno mostrato un effetto della temperatura sulla resa estrattiva maggiore rispetto agli altri parametri; il tempo di statica sembra non produrre un miglioramento della resa, mentre l'effetto del numero di cicli è strettamente correlato agli altri parametri (ovvero, l'effetto del numero di cicli è maggiore alle basse temperature, quasi assente alle alte temperature).

**Conclusioni:** Questi risultati suggeriscono che non è necessario condurre l'estrazione per un lungo periodo o con un numero elevato di cicli – con conseguente consumo di solvente e produzione di rifiuti – per ottenere una resa soddisfacente, ma può essere preferibile un'estrazione rapida ad alte temperature. Lo studio proseguirà con test su particolato atmosferico per verificare l'applicabilità del metodo sulla matrice aerosol.

### **Bibliografia**

[1] dos Santos Galvao L et al. 2022. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.127668

[2] Dierkes G et al. 2019. DOI: 10.1007/s00216-019-02066-9

[3] Ribeiro F et al. 2020. DOI: 10.1021/acs.est.0c02337

P2.13

## Indicatori di effetto da esposizioni a inquinanti aerodispersi in ambito lavorativo

Michele De Rosa<sup>1\*</sup>, Federico Marini<sup>1</sup>, Maria Luisa Astolfi<sup>1</sup>, Anna Maria Caccuri<sup>2</sup>, Silvia Canepari<sup>3</sup>, Lorenzo Massimi<sup>3</sup>, Ivan Stefani<sup>4</sup>, Ottavia Giampaoli<sup>3,5</sup>, Fabio Sciubba<sup>3,5</sup>, Giovanna Tranfo<sup>6</sup>, Mariangela Spagnoli<sup>6</sup>,  
per il gruppo BRIC ID52 (2022-2024)

<sup>1</sup> Dipartimento di Chimica, Sapienza Università di Roma, <sup>2</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche - Università di Roma Tor Vergata, <sup>3</sup> Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza Università di Roma, <sup>4</sup> Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Perugia, <sup>5</sup> NMLab, Sapienza Università di Roma, <sup>6</sup> Dipartimento di Medicina, Epidemiologia e Igiene del Lavoro ed Ambientale, INAIL, Monteporzio Catone (RM)

\* Corresponding author. Tel: +39 3455965817 E-mail: [michele.derosa@uniroma1.it](mailto:michele.derosa@uniroma1.it)  
Si ringrazia per l'attiva partecipazione il gruppo CNR-IIA di Montelibretti (RM).

**Keywords:** *Biomonitoraggio, metabolomica, metalli, PM10, impatto sulla salute, VOCs*

La normativa italiana che tutela i lavoratori dalle sostanze pericolose è il D. Lgs. 81/2008 con i suoi elenchi di valori limite di esposizione professionale allegati XXXVIII, XXXIX, e XLIII e le successive direttive che dovranno essere recepite (es. 431/2022). Malgrado ciò è importante sottolineare che la maggior parte dei valori limite sono stati sviluppati per singole sostanze e la valutazione del rischio derivante dall'esposizione contemporanea a più agenti pericolosi rappresenta un problema complesso. Lo studio proposto ha come oggetto la valutazione dell'esposizione occupazionale ad agenti chimici e particolato atmosferico (PM10) e sua applicazione nel comparto della produzione di ceramiche artistiche e altre attività di lavorazione dei metalli al fine di identificare nuovi indicatori di esposizione e/o di effetto.

Il progetto prevede l'arruolamento di soggetti lavoratori delle attività oggetto di studio e di un uguale numero di volontari residenti nelle zone limitrofe. Verrà effettuato il monitoraggio biologico di biomarkers di esposizione e d'effetto (stress ossidativo) nelle urine con diverse tecniche analitiche e l'analisi multielementare nei campioni biologici (urine e capelli) e ambientali (PM10) (1-3). Verrà effettuata inoltre l'analisi metabolomica untargeted, mediante risonanza magnetica nucleare (NMR), dei medesimi campioni di urina, per la caratterizzazione di fenotipi metabolici in relazione ad una perturbazione esterna, attraverso l'identificazione e la quantificazione simultanea di numerosi metaboliti (1).

I dati estrapolati dalle analisi potranno essere integrati attraverso un approccio multi-block (data fusion), e sottoposti ad analisi chemiometrica con tecniche avanzate, allo scopo di individuare correlazioni tra i dati di esposizione e i biomarcatori di effetto misurati. L'approccio descritto fornirà indicazioni riguardo a specifici pathways metabolici che permetteranno auspicabilmente di individuare precocemente l'insorgenza di malattie professionali. Inoltre il confronto dei dati dei lavoratori esposti con quelli dei residenti consentirà una valutazione più completa sull'impatto di ciascuna attività lavorativa sulla popolazione circostante.

### Bibliografia

- [1] Buonauro F et al. 2022. DOI:10.3390/toxics10050267
- [2] Buonauro et al. 2021. DOI: 10.3390/cancers13133167
- [3] Massimi L et al. 2020. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.115271



P2.14

## L'importanza dell'analisi elementale per la caratterizzazione dell'aerosol: il centro di riferimento europeo ACTRIS

F. Lucarelli<sup>1,2\*</sup>, G. Calzolari<sup>1</sup>, L. Carraresi<sup>1</sup>, C. Cialdai<sup>1</sup>, C. Fratticioli<sup>1,2</sup>, F. Giardi<sup>1</sup>, S. Nava<sup>1,2</sup>, P. Ottanelli<sup>1</sup>, F. Lucarelli<sup>1,2</sup>, M. Chiari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) – Sezione di Firenze,

<sup>2</sup> Dipartimento di Fisica e Astronomia – Università di Firenze

\* Corresponding author. E-mail: lucarelli@fi.infn.it

**Keywords:** IBA, PIXE, composizione elementale, ACTRIS

Le tecniche di *Ion Beam Analysis* (IBA) si sono rivelate particolarmente adatte per lo studio di problemi ambientali. In particolare, la tecnica *Particle Induced X-ray Emission* (PIXE) è un potente strumento utile per l'analisi elementale di campioni di particolato atmosferico. Oltre a consentire analisi molto veloci e a non richiedere alcun pretrattamento dei campioni, riducendo al minimo le contaminazioni, consente l'analisi quantitativa simultanea di elementi con  $Z > 10$  con un'elevata sensibilità (fino a  $\mu\text{g/g}$ ). Inoltre, essendo una tecnica non distruttiva, gli stessi campioni possono essere successivamente analizzati con altre tecniche, ampliando il numero di specie chimiche disponibili per una più completa caratterizzazione chimica dei campioni di particolato.

Dal 2003 a Firenze, presso l'acceleratore Tandatron da 3 MV del laboratorio LABEC dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) [1], è operativo un canale specificamente dedicato alle misure PIXE di campioni di aerosol. L'apparato sperimentale di questo canale ha subito nel corso degli anni diversi aggiornamenti che hanno permesso di sfruttare appieno i vantaggi della tecnica PIXE: l'utilizzo di due diverse tipologie di rivelatori Silicon Drift detectors (SDD) per la spettroscopia a raggi X consente di misurare sia elementi leggeri che pesanti, mentre l'utilizzo di più rivelatori dello stesso tipo permette di migliorare il rendimento e la sensibilità con conseguente riduzione sia dei tempi di misura che dei minimi limiti di rivelabilità. L'ultimo aggiornamento consiste in un set-up di misura dotato di sei SDD (due per elementi leggeri e quattro per quelli pesanti) e un'acquisizione dati completamente digitale.

Per tutti questi motivi il LABEC è stato selezionato per ospitare l'Elemental Mass Calibration Centre (EMC2) dell'infrastruttura di ricerca europea ACTRIS (<https://www.actris.eu/>) che produce dati e informazioni di alta qualità sui costituenti atmosferici di breve durata e sui processi che portano alla variabilità di questi costituenti in atmosfere naturali e controllate. EMC2 è un'unità del Center for Aerosol In-Situ measurement - European Center for Aerosol Calibration & Characterization (CAIS-ECAC, <https://www.actris-ecac.eu/>). EMC2 sta promuovendo e conducendo esercizi di inter-confronto e round-robin per prove valutative di singoli laboratori in analisi elementale utilizzando metodi IBA, XRF e ICP, oltre a fornire supporto operativo per il controllo della qualità per la misurazione della concentrazione di massa di metalli pesanti ed elementi inorganici nel particolato. Inoltre, questa struttura è disponibile per le misure agli utenti esterni e alla comunità ACTRIS come servizio offerto da EMC2.

### Bibliografia

[1] Chiari M et al. 2021. DOI: 10.1140/epjp/s13360-021-01411-1

P2.15

## Sviluppo e validazione dell'efficacia germicida di sistema di irradiazione UVc per l'igienizzazione attiva delle condotte aerauliche negli ambienti indoor

Alessia Di Gilio<sup>1</sup>, Jolanda Palmisani<sup>1</sup>, Luigi Nigro<sup>2</sup>, Paolo Cicala<sup>2</sup>, Pasquale Iacovone<sup>2</sup>, Giovanni Piccininno<sup>3</sup>, Nicola Laurieri<sup>3</sup>, Gianluigi de Gennaro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Bioscienze, Biotecnologie e Ambiente, Università degli Studi di Bari, Bari

<sup>2</sup>Nigro Diagnostic Systems Srl, Via Pacciarella c.da Bencivenga n. 31, 70022, Altamura, Bari

<sup>3</sup>Item Oxygen Srl, Via le Fogge, 11, 70022 - Altamura (BA)

\* Gianluigi de Gennaro. Tel: +39 0805443343, [E-mail: gianluigi.degennaro@uniba.it](mailto:gianluigi.degennaro@uniba.it)

**Keywords:** UVc, bioaerosol, efficacia germicida, qualità dell'aria indoor

**Introduzione:** Il bioaerosol si configura come una miscela complessa di particelle biologiche aerodisperse (batteri e virus) la cui inalazione può determinare rischi per la salute umana in termini di infezioni respiratorie, allergie e altre patologie infettive [1]. L'irradiazione del bioaerosol mediante luce ultravioletta può rivelarsi una strategia efficace per mitigare la trasmissione aerea di agenti patogeni negli ambienti indoor [2]. In questo contesto, si inserisce il presente studio che ha avuto l'obiettivo di sviluppare e validare una lampada UV per l'igienizzazione delle condotte aerauliche. **Metodi:** La lampada battericida UVC sviluppata nell'ambito del progetto in calce, è stata dapprima validata secondo norma ISO 15714:2019 [3] utilizzando una specie batterica di prova (*Staphylococcus Aureus*) in differenti condizioni di portata (1000, 2000 e 3000 m<sup>3</sup>/h). Successivamente, sono state condotte tre diverse sperimentazioni in replicato volte a valutare l'efficacia germicida del sistema alle diverse condizioni di portata rispetto a specie come *Cladosporium sphaerospermum*, *Serratia marcescens* e *Bacillus subtilis*, frequentemente riscontrate negli ambienti indoor. In particolare, i microrganismi di prova sono stati introdotti mediante un nebulizzatore per aerosol all'interno di una condotta di lunghezza pari a 5 m e convogliati a valle su piastre selettive, successivamente incubate e sottoposte alla enumerazione delle colonie. Ogni test è stato inizialmente eseguito in modalità lampada OFF e, dopo un riscaldamento di 15 minuti, è stato ripetuto in modalità lampada ON. **Risultati:** I risultati delle sperimentazioni condotte in triplicato dimostrano che il sistema sviluppato in questo studio è in grado di inattivare il 90 % dei Gram-positivi (*Bacillus Subtilis*) e circa il 99 % dei Gram-negativi (*Serratia marcescens*). Per quanto riguarda i ceppi fungini (*Cladosporium sphaerospermum*) è stata determinata una capacità di inattivazione pari a circa il 50%, pertanto è plausibile concludere che per questi microrganismi sono necessarie dosi più alte di raggi UV. Sulla base dei risultati del sistema studiato (da cui si evince una dose D90 di circa 120 J/m<sup>2</sup>) e valutati i dati di letteratura, si può dedurre che tale sistema ha efficacia germicida per diversi microrganismi inclusi i Coronavirus.

Progetto Cod. progetto: 5NODBE2 finanziato nell'ambito del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale Puglia P.O.R Puglia FESR 2014 – 2020 – Asse I - Obiettivo specifico 1a Azione 1.1

### Bibliografia

[1] Xu Z, et al., *Aerosol Sci. Technol.* 45 1337–49

[2] Zhang et al., *Indoor Air* 30 500–11

[3] ISO 15714:2019: Method of evaluating the UV dose to airborne microorganisms transiting in-duct ultraviolet germicidal irradiation devices

P2.16

## Studio della contaminazione da microplastiche aerodisperse a Modena -Il progetto MicroTRACES

Giorgio Veratti<sup>1\*</sup>, Alessandro Bigi<sup>1</sup>, Sergio Teggi<sup>1</sup>, Valentina Ferrari<sup>2</sup>, Marco Scaramelli<sup>2</sup>, Sara Righi<sup>2</sup>,  
Roberto Simonini<sup>2</sup>, Daniela Prevedelli<sup>2</sup>, Elisa Bergami<sup>2</sup>, Grazia Ghermandi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dip. di Ingegneria 'Enzo Ferrari', Università di Modena e Reggio Emilia; <sup>2</sup>Dip Scienze della Vita, Università di  
Modena e Reggio Emilia

\* Corresponding author. Tel: +39 059 2056328, E-mail:giorgio.veratti@unimore.it

**Keywords:** *Microplastiche, qualità dell'aria, usura pneumatici, modelli di dispersione*

Le microplastiche (MP, < 5 mm) sono contaminanti ubiquitari facilmente internalizzati dagli organismi, che possono influenzare i sistemi naturali e avere un impatto negativo sulla salute. Studi recenti hanno mostrato come le MP possano accumularsi nei tessuti ed organi umani, causando stress ossidativo e infiammazione [1,2] oltre a potenziali effetti a lungo termine sulla salute [3]. Nelle aree urbane vi sono fonti significative di MP, in buona parte dovute all'abrasione dei pneumatici. Per migliorare la comprensione delle MP aerodisperse in area urbana, il progetto MicroTRACES mira ad indagare la concentrazione, la distribuzione delle MP a Modena, il loro trasporto e deposizione, e la loro ecotossicità in vivo. Per questo, nelle stazioni di qualità dell'aria di traffico urbano e di fondo urbano a Modena sono stati raccolti campioni giornalieri di PM<sub>10</sub> per una settimana in gennaio ed una in agosto 2023 con campionatore attivo. Contestualmente, e anche successivamente, sono stati raccolti campioni passivi. I campioni sono stati esaminati allo stereomicroscopio per valutare la morfologia delle possibili MP. Successivamente i passivi sono stati trattati con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> per rimuovere la materia organica, raccolti mediante separazione di densità e concentrati su filtri mediante filtrazione sottovuoto. Sottocampioni rappresentativi del numero e del tipo di candidati MP sono stati analizzati con spettroscopia  $\mu$ Raman per identificarne la composizione polimerica.

I risultati preliminari mostrano che le MP sono presenti in tutti i campioni trattati e che i polimeri sono in maggioranza a base petrolchimica, insieme alle fibre tessili naturali e sintetiche. Nello stesso periodo delle campagne di misura sono state fatte simulazioni della dispersione, utilizzando la suite modellistica GRAMM-GRAL, con una risoluzione di 4 x 4 m, tenendo conto della presenza di edifici nella ricostruzione del campo di vento e considerando le emissioni da pneumatici, freni e usura stradale. Il dominio ha incluso l'intera area urbana e ha valutato sia la concentrazione che la deposizione di MP. Le emissioni sono state stimate utilizzando il modello VERT a partire dalle specifiche della flotta veicolare e dei flussi di traffico di veicoli leggeri e pesanti.

Questo studio è supportato dal progetto FAR 2022 Mission-Oriented "MicroTRACES" (Microplastics: Tracing sources of Airborne Contamination and Ecotoxicity on Soil), finanziato dall'Università di Modena e Reggio Emilia e dalla Fondazione di Modena

### **Bibliografia**

- [1] Hu, M. et al. 2020 DOI: 10.1016/j.redox.2020.101620
- [2] Rahman, A. et al. 2021 DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143872
- [3] Nor, N.H.M. et al. 2021 DOI: 10.1021/acs.est.0c07384

P2.17

## Valutazione della qualità del dato dei sensori low-cost “Smart Citizen Kits” per il monitoraggio del particolato atmosferico

Maryam Sarfraz<sup>1</sup>, Erika Brattich<sup>1</sup>, Francesco Barbano<sup>1</sup>, Luca Torreggiani<sup>2,\*</sup>, Silvana Di Sabatino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Bologna, Bologna, 40126

<sup>2</sup> Rete Regionale Qualità dell’Aria, Arpa Emilia-Romagna, Reggio Emilia, 42122

\* Corresponding author. Tel: +39 3470303934, E-mail:ltorreggiani@arpae.it

**Keywords:** *Qualità dell’aria, Sensori low-cost, Monitoraggio atmosferico, Particolato atmosferico*

I sensori di qualità dell’aria a basso costo (*low-cost*) stanno guadagnando una crescente popolarità grazie alla loro accessibilità, convenienza e potenziale per accrescere la copertura spaziale offerta dalle reti di monitoraggio normale. Nonostante tali possibilità, la qualità del dato campionato da questa categoria di sensori continua ad essere scientificamente dibattuta [1]. Il presente studio si inquadra all’interno del progetto Horizon-2020 “I-CHANGE” e presenta una valutazione della qualità del dato campionato dagli Smart Citizen Kit (SCK), strumenti low-cost per il monitoraggio del particolato atmosferico. Essi sono dotati di diversi sensori per la misura del numero di particelle dal diametro compreso tra 0,3 e 10  $\mu\text{m}$  e suddiviso in 6 bin dimensionali, a cui si aggiungono la temperatura dell’aria e l’umidità relativa. Analogamente ad altri sensori di particolato basati sullo scattering ottico (i cosiddetti contatori ottici di particelle), i conteggi del numero di particelle vengono quindi utilizzati per stimare le concentrazioni di particolato (PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>) attraverso algoritmi tipicamente proprietari (e pertanto non disponibili all’utente del dato) basati su assunzioni a priori riguardanti densità e forma sferica delle particelle e fattori di correzione empirici, rendendo ancor più necessario un confronto con strumentazione di riferimento nel settore. Per ottenere informazioni dettagliate sulla qualità dei dati, gli SCK sono stati inizialmente testati in ambiente di laboratorio per valutarne la sensibilità, la precisione e la variabilità intra-sensoristica; in seguito, si è effettuato un monitoraggio bimensile (primavera-estate 2023) in ambiente reale ponendo gli SCK in co-locazione con un sensore di riferimento certificato e basato sulla stessa tecnologia ottica di proprietà di Arpae e localizzato presso la stazione di fondo urbano di Reggio Emilia (Campus San Lazzaro

44°41 N, 10°39’E). Dalle analisi si evince una buona consistenza nella qualità del dato misurato dai diversi SCK, nonostante un aumento della variabilità tra sensori riscontrata in ambiente reale rispetto al test di laboratorio, a causa di diversi fattori meteorologici (ad es. umidità relativa). Il confronto con il sensore di riferimento ha poi evidenziato la presenza di ampi errori sistematici. In aggiunta alla sovrastima nella concentrazione di PM dovuta alla crescita igroscopica delle particelle in condizioni di elevata umidità relativa che tipicamente si riscontra in questa gamma di sensori, anche altri fattori ambientali e strumentali giocano un ruolo importante nella definizione degli errori rilevati, portando ad eventi di sottostima delle concentrazioni. La ricerca di soluzioni correttive per la riduzione dell’errore risulta quindi cruciale per il miglioramento della qualità del dato misurato dallo SCK.

### Bibliografia

[1] Vogt, M., Schneider, P., Castell, N., & Hamer, P. (2021). Assessment of low-cost particulate matter sensor systems against optical and gravimetric methods in a field co-location in Norway. *Atmosphere*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/atmos12080961>

P2.18

## Caratterizzazione delle proprietà dell'aerosol atmosferico successiva ad un evento pirotecnico nell'area urbana di Napoli mediante tecniche di remote sensing e strumentazione near surface

Matteo Manzo<sup>1\*</sup>, Zeeshan Ali<sup>1</sup>, Andrea D'Anna<sup>2</sup>, Riccardo Damiano<sup>1</sup>, Francesca Picca<sup>2</sup>, Alessia Pignatelli<sup>2</sup>, Alessia Sannino<sup>1</sup>, Fabio Sasso<sup>2</sup>, Salvatore Spinosa<sup>1</sup>, Antonella Boselli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di fisica "Ettore Pancini", Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, 80126, Italia;

<sup>2</sup> Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale (DICMaPI), Università degli Studi di Napoli Federico II Napoli, 80125, Italia;

<sup>3</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale, Tito Scalo, 85050, Italia

\* Corresponding author. Tel: +39 334 9467744, matteo.manzo@unina.it

**Keywords:** *Remote sensing, inquinamento, aerosol.*

**Introduzione:** Il monitoraggio dell'aerosol atmosferico è di particolare importanza per gli effetti che quest'ultimo può avere sul cambiamento climatico e sulla qualità dell'aria. In particolare, gli eventi che prevedono emissione di fuochi d'artificio sono sempre più studiati all'interno della comunità scientifica poiché questi ultimi rilasciano, in breve tempo, un'importante quantità di aerosol e gas in bassa atmosfera, con un forte e conseguente impatto anche sulla salute umana (1,2). Durante la notte tra il 4 e il 5 maggio 2023, in seguito alla vittoria del campionato italiano da parte della SSC Napoli, è stato osservato un incremento del particolato atmosferico a causa di numerosi fuochi d'artificio accesi dal suolo in varie aree della città. L'incremento del carico aerosolico conseguente all'evento pirotecnico è stato studiato mediante tecniche di remote sensing e strumentazione *near surface*.

**Metodi:** L'analisi è stata eseguita mediante strumenti operativi presso la National Facility di Napoli dell'infrastruttura di ricerca ACTRIS (Aerosol Clouds and Trace gases Research InfraStructure). Lo studio è stato condotto utilizzando due Lidar elastico-Raman, un fotometro sun-sky-lunar CIMEL CE-318T e uno spettrometro di massa (HR-ToF-AMS). Sono stati analizzati inoltre i dati forniti dalle stazioni di monitoraggio ambientale ARPAC localizzate in zone strategiche della città (3).

**Risultati:** In concomitanza con il termine della partita decisiva giocata la sera del 4 maggio 2023, i dati forniti dalle stazioni di monitoraggio mostrano un picco nelle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>. Tale andamento insolito è presente anche nei dati dell'Aerosol Optical Depth (AOD) ricavato dal fotometro oltre che nella concentrazione di vari componenti chimici associati all'emissione di fuochi d'artificio misurata dall'HR-ToF-AMS. Anche i dati lidar presentano un incremento del carico aerosolico relativo nella bassa troposfera successivamente alle celebrazioni. L'insieme delle tecniche utilizzate ha permesso quindi una caratterizzazione dettagliata dell'aerosol prodotto nell'evento pirotecnico.

**Conclusioni:** I risultati confermano che l'evento straordinario osservato sulla città di Napoli in occasione della vittoria del campionato ha portato ad un incremento del carico aerosolico, visibile sia lungo il profilo atmosferico che al suolo.

### **Bibliografia**

[1] van der Kamp et al., 2008. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2008.06.047.

[2] Crespo et al., 2014 DOI: 10.1016/j.atmosenv.2014.06.063.

P2.19

## Un approccio innovativo allo studio dell'inquinamento salino degli isolatori del sistema elettrico: l'esperienza italiana

M. Borelli<sup>1\*</sup>, G. Santucci de Magistris<sup>2</sup>, C. Schianchi Betti<sup>2</sup>, A. Pietrodangelo<sup>3</sup>, C. Perrino<sup>3</sup>, C. A. Lombardi<sup>1</sup>, A. Bergomi<sup>1</sup>, V. Comite<sup>1</sup>, P. Fermo<sup>1</sup>, A. M. Toppetti<sup>4</sup>, L. Fialdini<sup>4</sup>, P. Omodeo<sup>4</sup>, A. Balzarini<sup>4</sup> and G. Pirovano<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di chimica, Università degli Studi di Milano, Via Golgi 19, 20133 Milano, Italia

<sup>2</sup>Tecnologie di Generazione e Materiali, RSE S.p.A., via Vittore Callegari, 29122 Piacenza, Italia

<sup>3</sup>CNR-IIA, Area della Ricerca Roma 1, 00010 Montelibretti (RM), Italia

<sup>4</sup>Sviluppo Sostenibile e Fonti Energetiche, RSE S.p.A, via Raffaele Rubattino, 20134 Milano, Italia

\* Corresponding author. E-mail: mattia.borelli@unimi.it

**Keywords:** Resilienza sistema elettrico, isolatori, inquinamento salino, infrastruttura e PM

**Introduzione:** In tempi di transizione energetica, la resilienza del sistema elettrico deve essere assicurata. L'inquinamento salino degli isolatori, dato dalla deposizione del particolato atmosferico, in sinergia con le condizioni ambientali, mina la stabilità del sistema e causa fenomeni di scarica [1] che danneggiano gravemente l'infrastruttura. La normativa tecnica [2] prevede dei controlli di carattere conduttimetrico e gravimetrico (indici equivalenti ESDD, Equivalent Salt Deposit Density, e NSDD, Non Soluble Deposit Density), ma ciò non permette la piena comprensione del fenomeno. La fase sperimentale del lavoro qui descritto consiste in monitoraggi ambientali e nella caratterizzazione chimica del deposito salino. L'obiettivo ultimo di questo progetto, portato avanti da RSE S.p.A., è la modellizzazione del fenomeno ai fini preventivi. **Metodi:** Il progetto vede attualmente due siti sperimentali attivi, uno in zona a basso rischio scarica (RSE, Milano) e uno in zona costiera, ad alto rischio scarica (collaborazione con Terna, centrale HVDC, Latina). Il sito di Milano consiste in 5 catene di isolatori non in tensione in configurazione tale da poter studiare l'effetto delle condizioni climatiche e della deposizione secca, l'influenza della faccia dell'isolatore, il profilo verticale associato alla deposizione, l'efficacia di un coating protettivo. Il deposito viene analizzato secondo normativa e chimicamente nelle frazioni solubili e insolubili, ionica e carboniosa (distinguendo tra carbonio organico, OC, ed elementare, EC). Il sito di Latina, monitorato in collaborazione con CNR-IIA Roma, vede installate due catene di isolatori non in tensione, una al suolo e una in quota, e permette quindi di studiare in ambiente a rischio i fattori prima citati, grazie ad un approccio multianalitico che comprende cromatografia ionica, analisi termo-ottica, analisi SEM-EDX. Data la rilevanza del sito, è stata effettuata una campagna di monitoraggio ambientale intensiva con campionamenti real time (contatori ottici di particelle), giornalieri (Particolato Totale Sospeso) e cumulativa 10 giorni (impattore multistadio), e una campagna a lungo termine con campionamento PTS. Le successive analisi chimiche comprendono sia le componenti maggioritarie che le tracce, con fine di source apportionment. Il monitoraggio ambientale è fondamentale al fine di evidenziare, per confronto con quanto riscontrato in aria, le dinamiche della deposizione e l'evoluzione del deposito nel tempo.

**Risultati:** Il sito di Milano, con ESDD tra 0.0033 e 0.0145 mg cm<sup>-2</sup> e NSDD tra 0.0059 e 0.0413 mg cm<sup>-2</sup>, ha evidenziato come la contaminazione sia governata dalla meteorologia, e generalmente più abbondante in quota e sulla faccia superiore dell'isolatore ( $p < 0.05$ ). Le analisi per il sito di Latina, caratterizzato da ESDD tra 0.0046 e 0.0302 mg cm<sup>-2</sup> e NSDD tra 0.0069 e 0.0190 mg cm<sup>-2</sup>, alla data del presente testo sono in corso. I primi dati sembrano mettere in luce delle differenze significative nella composizione del deposito rispetto a quella riscontrata in aria: per esempio, per la frazione carboniosa, si osserva un rapporto OC/EC molto più elevato e una non significatività del profilo verticale.

**Conclusioni:** L'approccio sperimentale adottato sta evidenziando caratteristiche della contaminazione degli isolatori legate alla loro natura di depositi; tali aspetti contribuiranno in maniera decisiva alla modellizzazione del fenomeno. I risultati ottenuti e l'intero progetto sono di grande importanza in quanto non esistono studi precedenti a livello italiano, e anche a livello internazionale la disponibilità di dati è limitata [3].

### **Bibliografia**

- [1] Mohammadnabi, S. et al. (2021) doi: 10.1016/j.epsr.2021.107083.
- [2] IEC 60815-1

P2.20

## Telerilevamento attivo e passivo diurno e notturno dell'aerosol in un sito alpino: risultati e applicazioni a supporto del monitoraggio ambientale

Annachiara Bellini<sup>1\*</sup>, Henri Diémoz<sup>1</sup>, Manuela Zublena<sup>1</sup>, Africa Barreto<sup>2</sup>, Monica Campanelli<sup>3</sup>, Francesca Barnaba<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ARPA Valle d'Aosta; <sup>2</sup> Izaña Atmospheric Research Center (IARC), Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Spain; <sup>3</sup> ISAC-CNR, Roma

\* Corresponding author, E-mail: a.bellini@arpa.vda.it

**Keywords:** fotometria, lidar-ceilometer, aerosol, telerilevamento, qualità dell'aria

Le tecniche di telerilevamento passivo (fotometria) e attivo (lidar-ceilometer) dell'aerosol, specialmente se impiegate sinergicamente, consentono di monitorare la quantità e le proprietà ottiche e microfisiche dell'aerosol lungo la colonna atmosferica in modo automatico, con un'alta risoluzione verticale e temporale, e con elevata accuratezza. Tali metodi offrono un importante supporto all'interpretazione delle osservazioni a terra del particolato (PM), le cui dinamiche temporali si sviluppano nelle tre dimensioni spaziali. Possibili applicazioni di queste tecniche di osservazione per valutazioni di qualità dell'aria riguardano, tra le altre, lo studio delle tendenze a medio-lungo termine delle proprietà dell'aerosol e la separazione delle sorgenti, in particolare del contributo delle emissioni locali o remote alle concentrazioni di PM a terra [1, 2, 3].

Presso la sede di ARPA Valle d'Aosta (Saint-Christophe, 570 m s.l.m.) sono operativi da diversi anni un fotometro solare POM-02 (rete SKYNET, [4]) e due lidar-ceilometers (rete ALICENET, [5]). La stazione è situata in una valle alpina che sbocca sulla Pianura Padana.

Nel 2023, in occasione di una campagna di misura durata 10 mesi, è stato temporaneamente aggiunto al parco strumentale un fotometro lunare Cimel (rete AERONET/NASA, [6]) dell'agenzia meteorologica spagnola AEMET. Questo *setup* ha permesso di:

Confrontare i dati di spessore ottico e proprietà dell'aerosol ottenuti dai due fotometri con i metodi di elaborazione delle rispettive reti, al fine di valutarne l'accordo. Nel presente contributo sono presentati i risultati più rappresentativi dell'interconfronto.

Monitorare la variabilità diurna e notturna del contenuto colonnare di aerosol e vapor d'acqua, e delle proprietà dell'aerosol in questo sito alpino. In questo contesto, nel presente contributo vengono presentati nel dettaglio due episodi di particolare interesse. Il primo (aprile 2023) è rappresentativo dei processi – tipici del sito considerato – di trasporto a mesoscala e a scala locale (avvezioni pianura-valle, ricircolo vallivo, stagnazione), di emissione (risollevamento locale), e di interazione con altri composti atmosferici (e.g., crescita igroscopica) riguardanti l'aerosol. Il secondo (settembre 2023) è caratterizzato dall'avvezione di *smoke plumes* provenienti dagli estesi incendi in Canada nell'estate 2023. L'uso sinergico di fotometri e lidar-ceilometers ha permesso di caratterizzare le diverse fasi dell'avvezione e di valutarne l'impatto sulla qualità dell'aria a terra.

Le metodologie di monitoraggio con strumenti in sinergia e le tecniche di analisi qui utilizzate possono essere facilmente replicate in siti e situazioni diversi da quelli sopra presentati.

### Bibliografia

- [1] Diémoz et al., 2019, <https://doi.org/10.5194/acp-19-3065-2019>
- [2] Campanelli et al., 2021, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100954>
- [3] Barreto et al., 2022, <https://doi.org/10.5194/acp-22-11105-2022>
- [4] Nakajima et al., 2020, <https://doi.org/10.5194/amt-13-4195-2020>
- [5] Bellini et al., 2023, <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26857.06246>
- [6] Giles et al., 2019, <https://doi.org/10.5194/amt-12-169-2019>



P2.21

## Caratterizzazione delle distribuzioni dimensionali presso la stazione di Izaña: connessioni con la formazione di nuove particelle in alta quota

M. Agro<sup>1\*</sup>, W. Huang<sup>1</sup>, J. Shen<sup>1</sup>, D. Aliaga<sup>1</sup>, M. Okuljar<sup>1</sup>, A. Barreto<sup>2</sup>, S. Rodríguez<sup>2,3</sup>, Y. González<sup>2,7</sup>, J. López-Darias<sup>2,3</sup>, T. Petäjä<sup>1</sup>, K. Lehtipalo<sup>1</sup>, J. A. Casquero-Vera<sup>1,4,5</sup>, J. Duplissy<sup>1</sup>, G. Titos<sup>4,6</sup>, A. Casans<sup>4,6</sup>, F. Bianchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Inst. for Atmospheric and Earth System Research / Physics, Faculty of Science, University of Helsinki; <sup>2</sup>Izaña Atmospheric Research Center, Agencia Estatal de Meteorología; <sup>3</sup>Group of Atmosphere, Aerosols and Climate-AAC, IPNA CSIC; <sup>4</sup>Andalusian Inst. for Earth System Research (IISTA-CEAMA), University of Granada; <sup>5</sup>Inst. of Environmental Assessment and Water Research (IDAEA), CSIC; <sup>6</sup>Dept. of Applied Physics, University of Granada; <sup>7</sup>Dept. of R&D, CIMEL Electronique,

\* Corresponding author. [E-mail: myriam.agro@helsinki.fi](mailto:myriam.agro@helsinki.fi)

**Keywords:** *Formazione di nuove particelle, distribuzioni dimensionali, alta quota*

La formazione di nuove particelle (NPF) è rilevante sia per il clima che per la qualità dell'aria. Le particelle atmosferiche, infatti, influenzano l'interazione tra nuvole e radiazione solare, agendo come nuclei di condensazione, e costituiscono una minaccia per la salute umana se respirate.

Nonostante i progressi nella strumentazione, la NPF non è ancora del tutto compresa, soprattutto in ambienti montani e in alta quota dove la manutenzione degli strumenti è resa più complicata dalla bassa pressione atmosferica e l'identificazione degli eventi di NPF è più difficoltosa a causa della complessa topografia che influenza l'estensione del fenomeno (1). Cambi di massa d'aria possono, ad esempio, verificarsi in seguito al trasporto di particolato e gas dalle basse quote (2).

Per indagare la NPF in questi ambienti, abbiamo condotto una campagna di misura di tre mesi, dal 28 marzo al 27 giugno 2022, presso la stazione di Izaña (2367m s.l.m.) sull'isola di Tenerife, misurando distribuzioni dimensionali in numero delle particelle (1.2-533nm) e degli ioni (0.8-38nm) con strumenti ad alta risoluzione temporale, ovvero con un Neutral cluster and Air Ion Spectrometer, un nano-Condensation Nucleus Counter e uno Scanning Mobility Particle Sizer.

Dopo aver classificato i giorni in eventi di NPF di diversa intensità e non eventi, è stata esplorata l'influenza della dinamica dello strato rimescolato. Nella pratica abbiamo confrontato l'evoluzione temporale delle distribuzioni dimensionali con i trend delle variabili meteorologiche e dei traccianti dello strato rimescolato e i risultati hanno evidenziato l'importanza del trasporto verticale delle masse d'aria nel processo. Inoltre, esaminando le condizioni tipiche in cui si osserva NPF, risulta chiara la relazione tra il tempo di permanenza della massa d'aria sull'isola e il fenomeno in analisi. I nostri dati permettono anche la prima stima dei tassi di crescita e di formazione delle particelle di dimensioni inferiori a 10 nm a Izaña, fondamentali per comprendere i potenziali meccanismi che favoriscono la conversione gas-particella in questo sito. Infine verranno discussi la funzione dei precursori acido solforico e composti organici volatili nella NPF e il ruolo degli ioni.

In conclusione lo studio condotto ha, dunque, permesso di individuare nei fattori sopra citati (trasporto verticale delle masse d'aria e tempo di permanenza sull'isola) degli elementi chiave per la NPF. Questo progetto ha ricevuto finanziamenti dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea nell'ambito dell'accordo di sovvenzione 101008004 e dal progetto CHAPAs del H2020 European Research Council. Ringraziamo lo staff di Izaña per l'aiuto durante le misure.

### Bibliografia

[1] Sellegri et al. 2019. DOI: 10.3390/atmos10090493

[2] Garcia et al. 2014. DOI: 10.5194/acp-14-3865-2014

P2.22

## Studio delle principali sorgenti di aerosol atmosferico in un sito di alta quota

Elena Barbaro<sup>1,2\*</sup>, Matteo Feltracco<sup>2</sup>, Fabrizio De Blasi<sup>1,2</sup>, Clara Turetta<sup>1,2</sup>, Marta Radaelli<sup>2</sup>, Warren Cairns<sup>1,2</sup>,  
Giulio Cozzi<sup>1,2</sup>, Giovanna Mazzi<sup>2</sup>, Marco Casula<sup>1</sup>, Jacopo Gabrieli<sup>1,2</sup>, Carlo Barbante<sup>1,2</sup>, Andrea Gambaro<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Polar Sciences- CNR, Venezia; <sup>2</sup> DAIS- Università Ca' Foscari, Venezia

\* Corresponding author. Tel: +39 0412348504, [e-mail: elena.barbaro@cnr.it](mailto:elena.barbaro@cnr.it)

**Keywords:** *composizione chimica, source apportionment, alta montagna*

**Introduzione:** L'obiettivo principale di questo studio [1] è caratterizzare le diverse fonti di aerosol atmosferico campionato presso l'Osservatorio Atmosferico di Col Margherita (MRG 46° 22' 0.059" N, 11° 47' 30.911" E, 2543 m s.l.m.), un sito di background di alta quota nelle Alpi Orientali Italiane. **Metodi:** Mediante la caratterizzazione chimica sono state caratterizzate specifiche fonti e processi, combinando rapporti diagnostici singolari e mediante metodi chemiometrici. Sono stati identificati oltre cento marker chimici, compresi ioni inorganici, acidi organici, zuccheri, alcol-zuccheri, anidrosaccaridi, composti fenolici, aminoacidi liberi, prodotti di foto-ossidazione di  $\alpha$ -pinene, elementi traccia e terre rare. La novità di questo studio risiede nella combinazione di un consistente numero di specie chimiche per caratterizzare le fonti di aerosol, considerando diversi tipi di traccianti per sorgenti biologiche, antropogeniche, crostali e altre tipologie di fonti in un sito di alta montagna. **Risultati:** Per la prima volta vengono caratterizzate chimicamente le intrusioni di masse d'aria affette da eventi di polvere sahariana. Viene discussa ciascuna classe di analiti, considerando queste specie chimiche come marcatori specifici di fonti o processi. Il solfato e il nitrato sono le specie più abbondanti durante l'intero periodo di campionamento, ma gli elementi crostali (Ca, Mg e Fe) sono comunque una componente importante dell'aerosol alpino. I processi fotochimici sono riconosciuti utilizzando acidi carbossilici e prodotti di fotoossidazione dell' $\alpha$ -pinene, che mostrava concentrazioni elevate quando l'irradiazione è maggiore. Il levoglucosano e i composti fenolici hanno permesso di definire i diversi tipi di combustione della biomassa avvenuti, distinguendo il contributo proveniente dal riscaldamento domestico nelle città europee e quello proveniente dalle masse d'aria trasportate attraverso gli eventi di polvere sahariana. L'input biogenico è stato caratterizzato utilizzando alcuni composti organici idrosolubili, come aminoacidi liberi e zuccheri. Ad esempio, la presenza di traccianti specifici di spore fungine come mannitolo e arabitolo vengono rilevati principalmente durante la primavera e l'estate, come chiaramente previsto. I fattori di arricchimento (EF) per gli elementi in traccia si sono rivelati preziosi per enfatizzare l'impatto di fonti oltre le origini naturali sulle concentrazioni degli elementi. **Conclusioni:** Utilizzando la Positive Matrix Factorization, sono stati distinti quattro diversi tipi di sorgenti: 1) Eventi di polvere sahariana; 2) input marino/antropogenico a lungo raggio; 3) fonti biogeniche; 4) combustione di biomassa ed emissioni di origine antropica. Nonostante la lontananza del sito di alta montagna dell'osservatorio di Col Margherita, l'inquinamento di origine antropica, sia derivante dai trasporti regionali che a lungo raggio, ha un impatto su quest'area.

### **Bibliografia**

[1] Barbaro et al., 2024. DOI: 10.5194/egusphere-2023-2346.

P2.23

## Trend temporali di EC e OC nella neve delle Isole Svalbard

Elena Casagrande<sup>1\*</sup>, Federica Bruschi<sup>1</sup>, Stefano Crocchianti<sup>1</sup>, Eleonora Marchetti<sup>1</sup>, Chiara Petroselli<sup>1</sup>, Roberta Selvaggi<sup>1</sup>, J.C. Gallet<sup>2</sup>, A. Spolaor<sup>3</sup>, and David Cappelletti<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Dip. Chimica, Biologia e Biotecnologie, Univ. degli Studi di Perugia, <sup>2</sup>Norwegian Polar Institute, Tromsø,  
<sup>3</sup>Ist. di Scienze Polari, CNR-ISP

**Keywords:** *elemental carbon, organic carbon, light-absorbing carbonaceous aerosols, OT21, Arctic*

Il materiale carbonioso elementare (EC) ed alcune specie di carbonio organico (OC), che costituiscono una parte dell'aerosol atmosferico che si deposita sulla neve, hanno la capacità di influenzare l'estinzione della luce, con efficienza che dipende dalla lunghezza d'onda [1]. Questa capacità è particolarmente rilevante nell'ambiente artico in quanto contribuisce a modificare l'albedo della neve, con effetti sia diretti che indiretti sul bilancio radiativo dell'atmosfera e quindi sul clima [2]. Interessante è il caso delle isole Svalbard, che per la loro vicinanza alle sorgenti di inquinamento in Europa e in Russia sono un'area chiave per osservare l'impatto degli aerosol e degli inquinanti trasportati a lunga distanza sull'ambiente artico [3]. Nel periodo 2018-2023 campioni di neve stagionale superficiale e bulk sono stati prelevati regolarmente (massima frequenza: settimanale, tipica: mensile) presso il sito di Gruebadet (Ny-Ålesund) e, sulla base di campagne intensive generalmente in Aprile-Maggio, nei maggiori ghiacciai dello Spitzbergen. I campioni di filtrato di neve sono stati analizzati per il contenuto di EC/OC con uno strumento termo-ottico (Sunset Laboratory Inc., Tigard, OR, USA), selezionando il protocollo di riscaldamento EUSAAR-2 [4] e per l'estinzione della luce a 2 lunghezze d'onda (370 e 880 nm) con un transmissometro (OT21, Aerosol.Inc., Lubjana) [5]. In questo contributo verranno illustrati e discussi l'andamento stagionale e l'evoluzione pluriennale del contenuto di EC/OC nei siti di studio. I risultati di questo lavoro una volta integrati con le misure di BC in atmosfera condotto al sito di Gruebadet potranno fornire informazioni utili sulle dinamiche di trasporto e deposizione delle specie carboniose sul manto nevoso.

### Bibliografia

- [1] Dawei Hu et al. 2021 <https://doi.org/10.5194/acp-21-16161-2021>
- [2] Schmale J. et al. 2021. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00969-5>
- [3] Zdanowicz C. et al 2021 DOI: 10.5194/acp-21-3035-2021
- [4] Cavalli et al., 2010 <https://doi.org/10.5194/amt-3-79-2010>
- [5] Dutkiewicz, V. A. et al. 2014 DOI:10.1002/2014JD021790

P2.24

## Caratterizzazione chimica dell'aerosol marino sub-micrometrico attorno al Mare di Ross durante CAIAC (estate antartica 2022-23)

Marco Paglione<sup>1\*</sup>, Matteo Rinaldi<sup>1</sup>, Diego Fellin<sup>1</sup>, Marco Rapuano<sup>1</sup>, Stefano Decesari<sup>1</sup>, Niccolò Losi<sup>2</sup>, Luca Ferrero<sup>2</sup>, Angelo Lupi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, CNR, Bologna, Italia.

<sup>2</sup>Univ. di Milano Bicocca, Dip. di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Milano, Italia.

<sup>3</sup>Istituto di Scienze Polari, CNR, Bologna, Italia.

\* Corresponding author. Tel: +39 0516399560, email: m.paglione@isac.cnr.it

**Keywords:** *Aerosol marino, Organic aerosol, H-NMR, Sorgenti e bio-regioni antartiche.*

Lontano dalla maggior parte delle influenze umane, l'Oceano Antartico è una delle regioni più incontaminate della Terra e una finestra sulle condizioni atmosferiche preindustriali [1]. Molte sono le incognite che tuttora permangono nella comprensione dei processi atmosferici e oceanici che caratterizzano questa regione e sui loro impatti sul clima globale. Ciò è in gran parte dovuto alla scarsità di dati disponibili sulla composizione chimica dell'aerosol atmosferico, sulle sue sorgenti e sui meccanismi di trasformazione che esso subisce all'interfaccia con gli oceani, specialmente in acque biologicamente attive [2]. Nell'ambito del progetto CAIAC (ocean Atmosphere Interactions in the Antarctic Regions and Convergence Latitude, PNRA), campioni di aerosol sub-micrometrico (PM<sub>1</sub>) sono stati raccolti a bordo della nave di ricerca italiana "Laura Bassi" in crociera nell'Oceano Antartico e nel Mare di Ross con lo scopo di caratterizzare la composizione chimica dell'aerosol marino in diverse eco-regioni, con un particolare interesse per gli aerosol organici e i loro processi di formazione/trasformazione in relazione ai modelli di attività biologica oceanica. Un totale di 9 campioni è stato raccolto da un campionatore alto volume (TECORA, ECHO-HIVOL) tra metà gennaio e metà febbraio 2023, implementando un sistema di selezione della direzione del vento per evitare contaminazioni da parte della nave stessa. I campioni sono stati analizzati per il loro contenuto di carbonio e azoto idrosolubili mediante un analizzatore elementare C-N (Shimadzu) e per la composizione ionica (inclusi acidi organici a basso peso molecolare e ammine) mediante cromatografia ionica (IC, Dionex). La caratterizzazione della frazione organica solubile in acqua (WSOM) in termini di traccianti e abbondanza di gruppi funzionali è stata eseguita mediante spettroscopia <sup>1</sup>H NMR (risonanza magnetica nucleare al protone) [2]. I campioni mostrano contributi variabili in termini di componenti primarie e secondarie, per lo più dipendenti dall'origine delle masse d'aria e dalla velocità del vento, con una generale predominanza delle specie secondarie. Il solfato risulta generalmente il componente più abbondante, ma anche il WSOM mostra un contributo non trascurabile tra il 5 al 14% della massa analizzata. Gli spettri NMR mostrano la complessità della composizione del WSOM, anche se tutti gli spettri sono dominati dal segnale dell'MSA, il cui contributo in termini di carbonio al WSOM varia dall'8 al 64%. L'analisi delle sorgenti dell'aerosol organico mediante analisi statistica degli spettri NMR e delle retro-traiettorie è in fase di elaborazione, così come il confronto con dati simili provenienti da campioni paralleli raccolti nella zona della Penisola Antartica e del Mare di Weddell durante un progetto parallelo (POLAR-CHANGE).

### **Bibliografia**

[1] Hamilton D.S., 2015: <https://doi.org/10.1002/wea.2540>

[2] Decesari et al., 2020, <https://doi.org/10.5194/acp-20-4193-2020>

P2.25

## Caratterizzazione inorganica del particolato PM<sub>2.5</sub> in aree Alpine di medio-alta quota della Valle d'Aosta - caso studio dei siti La Thuile e Plateau Rosà

Irene Genna<sup>1\*</sup>, Henri Diemoz<sup>2</sup>, Stefano Bertinetti<sup>1</sup>, Mery Malandrino<sup>1</sup>, Stefania Gilardoni<sup>3</sup>, ErosMariani<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dip. Chimica Università degli Studi di Torino; <sup>2</sup> Agenzia Regionale Per la Protezione dell'Ambiente, Arpa Valle d'Aosta; <sup>3</sup> Centro Nazionale delle Ricerche

\* Corresponding author. E-mail: irene.genna332@edu.unito.it.

**Keywords:** Valutazione della frazione inorganica, PM<sub>2.5</sub>, ICP-OES, ICP-HRMS, aree alpine

La regione alpina è un sistema ecologico straordinariamente sensibile agli effetti delle attività umane. Oltre a fonti di inquinamento locali derivanti dalle attività antropiche, possono contribuire all'inquinamento anche le masse d'aria trasportate a livello regionale e a lungo raggio.<sup>[1]</sup> Diversi studi riconoscono la Pianura Padana come una delle principali potenziali aree di provenienza degli inquinanti verso le alpi italiane.<sup>[2]</sup> Viene di seguito presentato uno studio di caratterizzazione elementare del particolato PM<sub>2.5</sub> collezionato presso due differenti siti della regione alpina Valle d'Aosta.

Sono state eseguite un totale di 3 campagne di collezione di PM<sub>2.5</sub>, tra maggio e luglio 2022, presso la stazione ARPA di media-montagna La Thuile, Loc. Les Granges, a 1637m s.l.m. e presso la stazione di ricerca di alta montagna del CNR "Testa Grigia" sul Plateau Rosà a 3480m s.l.m. durante l'agosto 2022. I campioni di PM<sub>2.5</sub> sono stati collezionati su filtri in microfibra di quarzo mediante l'utilizzo di un campionatore a basso volume dotato di un modulo sequenziale di campionamento per la sostituzione automatica del filtro dopo 24 ore di campionamento. Il particolato raccolto è stato solubilizzato mediante dissoluzione acida coadiuvata da microonde. Le soluzioni ottenute sono state analizzate tramite le tecniche strumentali di Spettroscopia di Emissione Atomica con Plasma ad Accoppiamento Induttivo (CP-OES) e Spettrometria di Massa ad Alta Risoluzione con Plasma ad Accoppiamento Induttivo (HR-ICP-MS) per la determinazione rispettivamente di Ca, K, Mg, Al e Sc, Ti, V, Mn, Fe, Co, As, Sr, Ba, Cr, Ni, Zn, Mo, Cd, Pb, terre rare (REEs). I dati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi statistiche quali valutazione dei rapporti tra terre rare leggere e terre rare pesanti (LREEs/HREEs) per la valutazione della provenienza degli elementi geogenici<sup>[3], [4]</sup> e fattori di arricchimento crostale (CEF) e marino (MEF)<sup>[5]</sup> per valutare una possibile differenza nell'origine degli elementi tra i diversi siti, oltre che tecniche chemiometriche quali PCA, Cluster Analysis e analisi dei fattori.

La valutazione dei CEF ha permesso di discriminare con buona approssimazione la provenienza degli elementi ricercati. Per il sito di La Thuile, elementi con valori di CEF compresi tra 10 e 100 per i quali si osserva quindi un netto arricchimento rispetto alla sola sorgente geogenica sono stati: Cr, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd e Pb, mentre, per il sito di Plateau Rosà: Sc, Cr, Ni, Zn, Mo, Cd, Pb.

Diversamente i restati elementi determinati quali Sc, Ti, V, Mn, Fe, Co, As, Sr, Ba, REEs, K, Na, Ca, Mg, Al hanno dimostrato valori di CEF inferiori a 10 (origine prettamente crostale).

Il rapporto LREEs/HREEs fornisce informazioni sui processi di trasporto del materiale di origine geogenica. Per i campioni raccolti, i rapporti hanno mostrato valori inferiori a 1 durante tutto il campionamento, eccezion fatta per il mese di luglio a La Thuile. Nello specifico, durante le settimane di campionamento si è verificata una preponderanza di terre rare leggere probabilmente derivanti da un trasporto a lungo raggio.

I risultati confermano come per entrambi i siti, gli elementi determinati hanno un'origine prevalente geogenica con qualche eccezione antropica. Il metodo utilizzato è stato un utile strumento per valutare la composizione inorganica del PM<sub>2.5</sub> in aree alpine della Valle d'Aosta.

### **Bibliografia**

- [1] Permanent Secretariat of the Alpine Convention, Air Quality in the Alps, 2021.
- [2] P. Seibert *et al.*, «Transport of polluted boundary layer air from the Po Valley to high-alpine sites», *Atmos. Environ.*, vol. 32, fasc. 23, pp. 3953–3965, dic. 1998, doi: 10.1016/S1352-2310(97)00174-X.
- [3] A. Pourmand, J. M. Prospero, e A. Sharifi, «Geochemical fingerprinting of trans-Atlantic African dust based on radiogenic Sr-Nd-Hf isotopes and rare earth element anomalies», *Geology*, vol. 42, fasc. 8, pp.675–678, ago. 2014, doi: 10.1130/G35624.1.
- [4] M. G. Lawrence, A. Greig, K. D. Collerson, e B. S. Kamber, «Rare Earth Element and Yttrium Variability in South East Queensland Waterways», *Aquat. Geochem.*, vol. 12, fasc. 1, pp. 39–72, mar.2006, doi: 10.1007/s10498-005-4471-8.
- [5] A. A. Gharaibeh, A.-W. O. El-Rjoob, e M. K. Harb, «Determination of selected heavy metals in air samples from the northern part of Jordan», *Environ. Monit. Assess.*, vol. 160, fasc. 1–4, pp. 425–429, gen.2010, doi: 10.1007/s10661-008-0706-7.

P2.26

## Nuovi strumenti sperimentali e modellistici per il source apportionment georeferenziato di parametri di forcing climatico dall'Europa all'Artico -GAIA

Vera Bernardoni<sup>1</sup>, Alessandro Bracci<sup>2</sup>, Giulia Calzolai<sup>3</sup>, Federica Crova<sup>1</sup>, Luca Di Liberto<sup>2</sup>, Luca Ferrero<sup>4</sup>, Fabio Giardi<sup>3\*</sup>, Niccolò Losi<sup>4</sup>, Angelo Lupi<sup>5</sup>, Ferdinando Pasqualini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano, <sup>2</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera edel Clima (ISAC) - CNR, <sup>3</sup>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) – Sezione di Firenze, <sup>4</sup>Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Terra – Università di Milano Bicocca, <sup>5</sup>Istituto di Scienze Polari (ISP) - CNR

\* Corresponding author. Tel: +39 055 4572625, [E-mail: giardi@fi.infn.it](mailto:giardi@fi.infn.it)

**Keywords:** *Forcing climatico, source apportionment, remote sensing, radiometria, composizione chimica, Artico*  
L'Artico si sta riscaldando più velocemente di altre aree, con un aumento della temperatura fino a quattro volte rispetto alla media globale (Arctic Amplification, AA). Questo influisce sul clima su larga scala, perturbando i parametri meteorologici e i cicli idrologici anche alle medie latitudini, Italia compresa, in particolare influenzando gli eventi estremi. Gli attuali modelli per il cambiamento climatico (CC) sono fortemente limitati da grandi incertezze sul ruolo dell'aerosol atmosferico, comprese le interazioni aerosol-radiazione in tutte le condizioni di cielo (a seconda del tipo di nubi e della nuvolosità dell'atmosfera) e sull'impatto climatico indotto dalle diverse sorgenti di aerosol, comprese quelle emergenti in Artico a seguito del CC. Le stazioni di monitoraggio presenti in Artide sono poche e tutte sulla terraferma, per cui manca una descrizione completa della variabilità spaziale dei parametri necessari sul mare, che copre la maggior parte dell'area. Infine, una descrizione dettagliata della variabilità spaziale dell'aerosol nell'Artico non è sufficiente per studiare l'effetto dell'aerosol sull'AA: diversi studi modellistici indicano il possibile ruolo del trasporto di calore dovuto all'assorbimento della radiazione solare da parte dell'aerosol, dalle medie latitudini all'Artico.

Il progetto GAIA ha sviluppato una nuova infrastruttura di ricerca (GAInfrA) per alloggiare la strumentazione per la caratterizzazione dell'aerosol e altre misure atmosferiche. GAInfrA è utilizzabile su diverse navi da ricerca. Nell'estate 2024 GAIA eseguirà due campagne di misura in crociera dalle medie latitudini all'Artico a bordo delle navi Polarstern e Oceania equipaggiando GAInfrA per la misura delle proprietà chimiche, fisiche e ottiche dell'aerosol, dei bilanci di radiazione a banda larga e spettralmente risolti e dei profili verticali. Le strategie di campionamento sono modulate per adattarsi ai limiti di rilevamento analitico e per catturare le variazioni spazio-temporali.

GAIA sfrutta le misure attraverso l'implementazione e l'integrazione di approcci modellistici avanzati. La multi-time PMF è stata implementata di recente per valutare il contributo delle sorgenti e stimare le variazioni dei profili delle sorgenti nel tempo e nello spazio. Inoltre, sono state determinate le metodologie per determinare il tasso di riscaldamento (HR) sperimentale in tutte le condizioni di cielo e la forzante di aerosol colonnare. Saranno sviluppati diversi approcci per integrare i risultati del PMF e la determinazione dell'HR/forcing per la ripartizione delle sorgenti di questi parametri rilevanti per il clima. Saranno studiate le dinamiche meteorologiche che influenzano le sorgenti e i loro effetti, considerando anche la distribuzione verticale dell'aerosol.

Progetto finanziato dall'Unione Europea – Next Generation EU, bando PRIN2022

P2.27

## Nuovo Osservatorio di chimica atmosferica sul Plateau Antartico: prospettive di ricerca

Rita Traversi<sup>1\*</sup>, Silvia Becagli<sup>1</sup>, Mirko Severi<sup>1</sup>, Laura Caiazzo<sup>2</sup>, Elena Barbaro<sup>3</sup>, Andrea Gambaro<sup>4</sup>, Marco Roman<sup>4</sup>, Marco Grotti<sup>5</sup>, Mery Malandrino<sup>6</sup>, Paolo Cristofanelli<sup>7</sup>, Davide Putero<sup>8</sup>, Silvia Nava<sup>9</sup>, Franco Lucrelli<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Dip. di Chimica, Università di Firenze; <sup>2</sup> Lab. Osservazioni e Misure per l'Ambiente e il Clima, ENEARoma;

<sup>3</sup> CNR-ISP Venezia; <sup>4</sup>Dip. di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università di Venezia; <sup>5</sup> Dip. di Chimica e Chimica Industriale, Università di Genova; <sup>6</sup> Dip. di Chimica, Università di Torino; <sup>7</sup> CNR-ISAC Bologna; <sup>8</sup> CNR-ISAC Torino; <sup>9</sup> Dip. Fisica e Astronomia, Università di Firenze

\* Corresponding author. Tel: +39 055 4573381, [E-mail: rita.traversi@unifi.it](mailto:rita.traversi@unifi.it)

**Keywords:** *Antartide, Dome C, composizione chimica, cambiamenti climatici*

La chimica atmosferica nelle aree polari rappresenta un determinante fondamentale per l'evoluzione del clima ed esistono ad oggi numerose serie di dati e di osservazioni sperimentali da entrambi gli emisferi. Tuttavia, sono ancora molto scarsi i dati relativi a studi e monitoraggi continui e a lungo termine in aree polari continentali, come il Plateau Antartico. Pur presentando notevoli difficoltà di realizzazione, tali osservazioni sono necessarie per la comprensione dell'attuale sistema climatico dell'Oceano Meridionale e delle variabili ambientali che sono coinvolte nella sua evoluzione su scala multi-annuale. Inoltre, lo studio della composizione chimica atmosferica nell'Antartide continentale può fornire importanti informazioni per l'interpretazione delle stratigrafie chimiche da carote di ghiaccio, che risultano complicate in queste aree da processi post-deposizionali dovuti agli scambi atmosfera-neve. Ad oggi non esiste sul Plateau Antartico nessun Osservatorio permanente dedicato allo studio delle proprietà chimiche dell'aerosol atmosferico a parte l'Osservatorio di South Pole che è tuttavia focalizzato sullo studio di gas clima-alteranti e di proprietà fisiche dell'aerosol, con l'eccezione di alcune campagne di breve durata.

Per tali motivi, è stata proposta ed è attualmente nella sua prima fase di esecuzione, la realizzazione di un Nuovo Osservatorio dedicato allo studio della composizione chimica dell'aerosol atmosferico e dell'ozono presso la stazione Concordia (Dome C), sul Plateau Antartico (Progetto CATCH-O, PNRA22\_00015) a partire dall'attuale Campagna Antartica 2024/25. Il progetto CATCH-O rappresenta la naturale evoluzione del Progetto a Lungo Termine LTCPAA (PNRA14\_00091), che ha visto l'installazione di un'infrastruttura di osservazioni di chimica atmosferica ad ampio spettro a partire dalla Campagna Antartica 2016/17. Con il progetto CATCH-O tale infrastruttura sarà convertita in una facility permanente in grado di unire dati Near-Real Time (relativi alla concentrazione dell'ozono e di selezionati marker ionici di sorgenti e processi atmosferici) a dati di composizione chimica off-line ottenuti dal campionamento e successiva analisi chimica di numerosi marker di sorgenti e processi atmosferici. Grazie alla sua posizione centrale all'interno del continente antartico, alla sua quota elevata (circa 3230 m), alla distanza dalla costa (circa 1100 km) e dalle sorgenti oceaniche e dai relativi processi biogeochimici, Dome C può essere considerata rappresentativa di un'atmosfera di background. In questo modo, l'Osservatorio di Chimica Atmosferica di Dome C potrà rappresentare una rilevante opportunità di ricerca per l'ottenimento di una baseline a lungo termine della composizione chimica atmosferica relativa all'intero continente.



P2.28

## Size-distribution and seasonal evolution of airborne metals in the Antarctic atmospheric particulate matter

Lorenzo Massi<sup>1,2\*</sup>, Matteo Fanelli<sup>1</sup>, Federico Girolametti<sup>1</sup>, Behixhe Ajidini<sup>1</sup>, Cristina Truzzi<sup>1</sup>, Anna Annibaldi<sup>1</sup>, Silvia Illuminati<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Università Politecnica delle Marche, <sup>2</sup>Università Ca' Foscari di Venezia  
\*Corresponding author. Tel: +39 0712204302, E-mail: l.massi@pm.univpm.it

**Keywords:** trace metals, size-resolved PM<sub>10</sub>, summer evolution, Antarctica

**Introduction:** Aerosols are important climate drivers which influence the radiation balance of the Earth and the characteristics of clouds [1]. However, their sources and interactions are complex to identify and remain unclear. Because of its distance from continents, Antarctica is an ideal site to study the aerosol background concentrations and natural processes to assess the impact of anthropogenic sources on the atmosphere and to achieve a better understanding of the local and long-range transport processes of aerosol particles.

**Methods:** Within the framework of the Italian National Programme for Antarctic Research (PNRA) seven size-segregated aerosol were collected at Faraglione Camp, -km far from the Italian station "M. Zucchelli", during the austral summer 2019-2020. A PM<sub>10</sub> high-volume sampler and precleaned cellulose filters were used, with a sampling strategy of 10-day exposure time, in order to collect six PM<sub>10</sub> fractions (10 -7.2 µm; 7.2-3.0 µm; 3.0-1.5 µm; 1.5-0.95 µm; 0.95-0.49 µm; <0.49 µm). Size- segregated PM<sub>10</sub> samples were acid microwave digested and then analyzed by GF-AAS and ICP-OES to determine major, minor and trace elements concentrations.

**Results:** Preliminary results showed that elemental concentrations in the total PM<sub>10</sub> followed the decreasing order Fe ≅ K > Zn ≅ Ca ≅ Na > Al ≅ Mg > Mn > Ni > Cr > V > Cd > Pb. The seasonal evolution of the studied elements is characterized by an increase in the end of November, attributed to pack-ice melting and the release of sea-spray constituents into the atmosphere. Subsequently, the concentrations decreased to values less than 50% of those measured at the beginning of the sampling campaign. This sharp decrease may be related to an intense snowfall event occurring in the end of December. In mid-January, maxima were again recorded. Major constituents (Al, Na, Ca, Mg, Fe, K) and some trace metals (Ni, Pb) showed a bimodal size-distribution with the presence of two coarse modes (CM1, with D<sub>p</sub> < 2.5 µm and CM2 with 2.5 µm < D<sub>p</sub> < 10.0 µm). All the other trace metals showed a trimodal size distributions with the presence of three trends (ACM, 0.1 < D<sub>p</sub> < 1.0 µm; CM1, 1.0 < D<sub>p</sub> < 3.0 µm; CM2, 3.0 < D<sub>p</sub> < 10.0 µm). Enrichment factors highlighted a natural origin (crustal or marine) for Fe, Ca, Na, Mg, K, Mn, Pb, V (EFs < 1), a slight enrichment for Ni and Cr (1 < EF < 10) and a high enrichment for Cd and Zn (10 < EFs < 100).

**Conclusions:** Our results highlight the importance of continuously monitoring atmospheric particulate matter in polar regions. Further studies are necessary to gain a deeper understanding of the sources of metals in Antarctic aerosols, the role of meteorological parameters, and the contribution of long- range transport.

### Bibliografia

[1] Nielsen, I.E. et al. 2019 DOI: 10.5194/acp-19-10239-2019.

P2.29

## **Valutazione delle condizioni meteorologiche che influenzano il trasporto di aerosol dalla Pianura Padana alla stazione di alta quota Testa Grigia (3480 m s.l.m.), a Plateau Rosa, Valle d'Aosta, Italia**

Noemi Ambrosi<sup>1\*</sup>, Lorenzo Giovannini<sup>1</sup>, Dino Zardi<sup>1</sup>, Henri Diémoz<sup>2</sup>, Stefania Gilardoni<sup>3</sup>, Paolo Bonasoni<sup>4</sup>,  
Francesco Apadula<sup>5</sup>, Eros Mariani<sup>6</sup>, Antonello Provenzale<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Dip. di Ingegneria Civile Ambientale e Meccanica, Università di Trento, <sup>2</sup> ARPA Valle d'Aosta, Saint-Christophe, <sup>3</sup> CNR, Istituto di Scienze Polari, Milano, CNR, <sup>4</sup> Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Bologna, <sup>5</sup> RSE, Milano, <sup>6</sup> ARM1-CNR, Milano, <sup>7</sup> IGG-CNR, Istituti di Geoscienze e Georisorse, Pisa

\* Corresponding author. E-mail: noemi.ambrosi@studenti.unitn.it

**Keywords:** *Stazione di alta quota, trasporto di aerosol, venti di valle, polveri sahariane*

Le stazioni di misura di alta quota sono generalmente considerate rappresentative delle condizioni atmosferiche di fondo della troposfera libera. Tuttavia, anche queste aree incontaminate possono essere influenzate dal trasporto di inquinanti a diverse scale spaziali. Alla mesoscala, lo sviluppo dello strato limite convettivo e la formazione di circolazioni forzate termicamente, come i venti di valle e di pendio, possono contribuire al trasporto di masse d'aria con concentrazioni di particolato più elevate dalla pianura o dal fondovalle. Alla scala sinottica, le polveri fini minerali provenienti dalle regioni desertiche e il fumo causato da incendi di vasta scala possono viaggiare e raggiungere queste quote elevate. Le particelle trasportate possono esercitare un impatto significativo sul clima attraverso effetti radiativi diretti e indiretti. Inoltre, le particelle possono depositarsi sulla superficie terrestre, favorendo la fusione della neve ed entrando nel ciclo dell'acqua.

Da settembre 2021, presso la stazione di alta quota di Plateau Rosa (3480 m s.l.m.), nelle Alpi occidentali (Valle d'Aosta, Italia), sono condotte misure continue di aerosol mediante un contatore ottico di particelle (OPC) e un etalometro. Questo studio analizza le distribuzioni dimensionali delle particelle di aerosol misurate presso questa stazione con l'obiettivo di comprendere le condizioni meteorologiche favorevoli al loro trasporto verso il sito di osservazione.

La concentrazione numerica e volumetrica è stata usata per identificare il tipo prevalente di particelle di aerosol osservate. Le particelle rilevate dallo strumento nel modo di accumulazione ( $0.253 \mu\text{m} < D < 1 \mu\text{m}$ ) sono presenti frequentemente presso il sito e si ritiene provengano dalla vicina Pianura Padana. La presenza di particelle grossolane con  $D \sim 2 \mu\text{m}$  e l'aumento del rapporto tra particelle grossolane e fini sono risultati ottimi indicatori del trasporto di polveri dal deserto del Sahara. L'impatto delle emissioni locali è stato minimizzato attraverso l'applicazione di una tecnica di rilevamento dei picchi.

È stato inoltre sviluppato e implementato un nuovo schema di classificazione giornaliera basato sul vento misurato presso la stazione e nelle valli sottostanti per suddividere i dati di aerosol in base alle condizioni atmosferiche favorevoli al loro trasporto. Le circolazioni termiche che si instaurano all'interno delle valli nelle giornate con forzante sinottica debole sono emerse come il meccanismo dominante per lo scambio verticale di masse d'aria e il trasporto di particelle fini. Esse agiscono principalmente in primavera e in estate. Gli eventi con trasporto di polveri fini sahariane sono stati osservati principalmente in primavera, mentre in autunno e in inverno il sito mostra prevalentemente condizioni di fondo, con un'influenza trascurabile dei flussi sinottici.

P2.30

## **L'usura degli pneumatici è una fonte sottovalutata di inquinamento atmosferico? Valutazione del PM<sub>2,5</sub> per prove delle emissioni degli pneumatici**

Daniele Morosini<sup>1</sup>, Eligio Sebastiani<sup>1</sup>, Hannah Calder<sup>2</sup>, Ryan Francis<sup>3</sup>, Laura McGregor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SRA Instruments, Cernusco sul Naviglio Italy

<sup>2</sup>Markes International UK

<sup>3</sup>SepSolve Analytical Germany

**Keywords:** *Pneumatici, PM<sub>2,5</sub>, GCxGC, TOF*

Con l'avanzamento tecnologico nella gestione delle emissioni dei veicoli da combustione, le emissioni non associate alla perdita di efficienza del tubo di scarico stanno diventando una preoccupazione crescente per la salute e l'ambiente. Questo studio si concentra sulle emissioni provocate dall'usura degli pneumatici, sostenendo che queste emissioni possono superare quelle provenienti dal tubo di scarico.

Grazie alla tecnologia GCxGC-TOF-MS, sono stati identificati 22 composti specifici associati agli pneumatici. Il metodo è stato adeguatamente validato per l'analisi di campioni di particolato, fornendo una metodologia affidabile per valutare le emissioni legate agli pneumatici in modo efficiente ed efficace.

### **Bibliografia**

- [1] [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12313-European-vehicle-emissions-standards-Euro-7-for-carsvans-lorries-and-buses\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12313-European-vehicle-emissions-standards-Euro-7-for-carsvans-lorries-and-buses_en).
- [2] <https://www.autoexpress.co.uk/news/354437/euro-7-standards-euconsiders-lifetime-surveillance-every-new-car>.
- [3] <https://www.emissionsanalytics.com/news/whats-in-a-tyre>.
- [4] <https://www.emissionsanalytics.com/news/the-even-more-hidden-life-of-tyres>.

P2.31

## **Wet electrostatic Scrubbing per la cattura di particolato da motori marini dual-fuel a metanolo**

Arianna Parisi<sup>1</sup>, Luigi Piero Di Bonito<sup>1,2</sup>, Domenico Flagiello<sup>1</sup>, Amedeo Lancia<sup>1</sup>, Francesco Di Natale<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali e della Produzione Industriale, Università di Napoli “Federico II”, Napoli, 80125 Italia; <sup>2</sup> Dipartimento di Matematica e Fisica, Università della Campania “Luigi Vanvitelli”, Caserta, 81100 Italia

\* Corresponding author. Tel: +39 081 7682246, E-mail: francesco.dinatale@unina.it

**Keywords:** *Wet electrostatic scrubbing, Electrospray, Particolato submicronico, Trasporto marittimo, Motori a doppia alimentazione, Metanolo*

Il Wet Electrostatic Scrubbing è un processo basato sui principi dell'atomizzazione elettrodrodinamica, per cui la generazione di gocce cariche e la loro interazione con il gas circostante determina un incremento dell'efficienza di cattura di aerosol e di gas solubili. A partire da tale tecnologia, si sono sviluppate differenti soluzioni impiantistiche volte all'ottimizzazione del contatto tra le gocce cariche ed il gas da trattare. Tali unità – note come Wet Electrostatic Scrubbers (WES) – si sono dimostrate estremamente efficaci per il controllo delle emissioni di particolato submicronico, in particolare quello appartenente al cosiddetto Greenfield Gap, contenuto nei gas di scarico risultanti dall'incenerimento di rifiuti industriali e municipali, da motori Diesel marini, ma anche per la cattura di aerosol biologico e nanoparticelle di interesse tecnologico. Nello specifico, le unità WES hanno raggiunto la maturità industriale grazie alla maggiore efficienza di cattura dimostrata rispetto alle convenzionali tecniche di filtrazione e lavaggio ad umido. In aggiunta, si ottiene un incremento apprezzabile delle velocità di abbattimento di inquinanti gassosi presenti in tracce nei gas esausti.

Questo lavoro si incentra su una valutazione preliminare relativa all'impiego delle unità WES per la rimozione di particolato emesso dai motori a doppia alimentazione metanolo/diesel, considerata attualmente come l'opzione più promettente per ottenere una decarbonizzazione del settore marittimo e un miglioramento della qualità dell'aria nelle aree portuali.

Il particolato emesso dai motori dual fuel a metanolo presenta caratteristiche differenti rispetto ai diesel marini convenzionali, con un minore contenuto di ceneri e solfati ed inferiori dimensioni medie delle particelle. Rispetto alle convenzionali tecnologie utilizzate per la rimozione del particolato, come filtri antiparticolato e scrubbers ad umido, i WES si dimostrano estremamente vantaggiosi soprattutto nel retrofitting di navi esistenti alimentate con combustibile IFO ed equipaggiate con scrubber marini. In riferimento ad uno specifico caso studio, il lavoro analizza in primo luogo l'efficienza di rimozione di un'unità WES, seguita da una valutazione preliminare dei costi di esercizio, associati al consumo d'acqua e di energia. In questo modo, è possibile analizzare potenziali vantaggi e svantaggi in termini di prestazioni, costi e sostenibilità rispetto alle suddette tecnologie convenzionalmente impiegate nell'industria.

### **Bibliografia**

- [1] Di Natale et al. 2023. DOI: 10.1016/j.ces.2023.118964
- [2] Di Natale et al. 2018. DOI: 10.1016/j.elstat.2018.04.003
- [3] Di Natale et al. 2022. DOI: 10.1016/j.fuel.2022.124888

P2.32

## Impatto della riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub> sulle concentrazioni di particolato in pianura padana: uno studio del progetto LIFE-IP PREPAIR

Giorgio Veratti<sup>1,2</sup>; Michele Stortini<sup>2</sup>; Roberta Amorati<sup>2</sup>; Lidia Bressan<sup>2</sup>; Giulia Giovannini<sup>2</sup>; Stefano Bande<sup>3\*</sup>; Francesca Bissardella<sup>3</sup>; Stefania Ghigo<sup>3</sup>; Elisabetta Angelino<sup>4</sup>; Loris Colombo<sup>4</sup>; Giuseppe Fossati<sup>4</sup>; Giulia Malvestiti<sup>4</sup>; Alessandro Marongiu<sup>4</sup>; Alberto Dalla Fontana<sup>5</sup>; Barbara Intini<sup>5</sup>; Silvia Pillon<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari", Università di Modena e Reggio Emilia, 41125 Modena, Italia; <sup>2</sup> ARPAE Emilia-Romagna, 40122 Bologna, Italia; <sup>3</sup> ARPA Piemonte, 10135 Torino, Italia; <sup>4</sup> ARPA Lombardia, 20162 Milano, Italia; <sup>5</sup> ARPA Veneto, 35121 Padova, Italia

\* Corresponding author, Tel: +39 01119680263 E-mail: [stefano.bande@arpa.piemonte.it](mailto:stefano.bande@arpa.piemonte.it)

**Keywords:** scenari emissivi; NH<sub>3</sub>; NO<sub>x</sub>; PM<sub>2.5</sub>; CTM; Impatto Potenziale (PI); pianura padana

**Introduzione:** Il progetto europeo LIFE-IP PREPAIR [1], che coinvolge le amministrazioni e le agenzie per la protezione ambientale di otto regioni e tre comuni del Nord Italia e della Slovenia, è stato concepito per supportare l'attuazione dei piani regionali per la qualità dell'aria a scala di bacino. La Pianura Padana è una delle aree più critiche d'Europa in termini di inquinamento atmosferico: le sue condizioni meteorologiche favoriscono l'accumulo di inquinanti. Inoltre, i processi caratteristici per la formazione del particolato fanno sì che la frazione secondaria rappresenti la grande maggioranza delle concentrazioni totali di PM<sub>2.5</sub>; in particolare è chiaro il ruolo degli ossidi di azoto e dell'ammoniaca come precursori del particolato atmosferico. Recentemente, due lavori in letteratura [2,3] hanno simulato scenari di riduzione delle emissioni dei precursori inorganici del PM<sub>2.5</sub> nella pianura Padana, utilizzando un modello di trasporto chimico.

**Metodi:** I modelli di trasporto chimico (CTM) sono strumenti numerici che si occupano di calcolare la diffusione, il trasporto e i processi fotochimici dell'atmosfera e possono essere quindi utilizzati per dedurre le concentrazioni di inquinanti in risposta alle variazioni dei relativi precursori. In questo studio, quattro sistemi di modellazione della qualità dell'aria basati rispettivamente su tre CTM (CHIMERE [4] per NINFA-ER, FARM [5] per PieAMS e SMAL-LO e CAMx [6] per SPIAIR) sono stati applicati in pianura Padana per valutare la sensibilità delle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> alla riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub>. Le variazioni di questi due precursori vengono impostate come riduzioni del 25%, 50% e 75% rispetto allo scenario base, sia in modo singolo che simultaneo. L'anno meteorologico di riferimento per le simulazioni è il 2019. Tutti i sistemi di modellazione della qualità dell'aria utilizzano il medesimo inventario delle emissioni messo a punto nell'ambito delle attività del progetto LIFE-IP PREPAIR [7], ma differiscono in termini di spazializzazione e speciazione delle emissioni, dominio di applicazione, risoluzione, parametrizzazioni meteorologiche e meccanismi chimici. Seguendo la formulazione già presentata da [2,3], gli effetti delle riduzioni delle emissioni sulle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> sono analizzati utilizzando il concetto di impatto potenziale (PI), definito come una normalizzazione della variazione di concentrazione tra lo scenario base e lo scenario di riduzione rispetto alla intensità di riduzione emissiva. Nel caso di simultanea riduzione di entrambi i precursori, l'impatto potenziale totale è dato dalla somma dei PI di ogni singolo precursore più un termine di interazione che quantifica gli effetti di non linearità.

**Risultati:** I risultati sono presentati e discussi dapprima considerando lo scenario base, sia come descrizione delle variazioni spaziali e temporali delle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub>, sia in termini di validazione delle concentrazioni simulate con le misure e, successivamente, analizzando i regimi chimici e le relative non linearità. I quattro sistemi modellistici producono distribuzioni spaziali simili sulla pianura Padana e numericamente confrontabili. I risultati del confronto tra i dati osservati e quelli simulati mostrano prestazioni dei modelli allineate con quanto riportato in letteratura per studi simili condotti nella stessa area geografica. La prima conclusione diretta della nostra analisi è che, sia in estate che in inverno, una riduzione contemporanea delle emissioni di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub> è più efficace della

riduzione di un singolo precursore, per ogni intensità emissiva analizzata. Tuttavia, valutare in vari contesti quale dei due precursori debba essere prioritario per ottenere maggiori riduzioni di PM<sub>2.5</sub>, risulta essere di grande utilità per gli Enti preposti alla gestione della qualità dell'aria. In quest'ottica, il confronto tra i PI calcolati per le riduzioni distinte di NO<sub>x</sub> e NH<sub>3</sub> ci permette di identificare il regime chimico che caratterizza una determinata area. Durante la stagione fredda identifichiamo due regimi chimici contrastanti. Da un lato, individuamo aree maggiormente sensibili alle riduzioni degli NO<sub>x</sub> nella zona attorno a Mantova (tra Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna) e nella provincia di Cuneo, dove si registrano consistenti emissioni di NH<sub>3</sub>. Dall'altro lato, troviamo una zona maggiormente sensibile alle riduzioni di NH<sub>3</sub> tra Lombardia e Piemonte e nel milanese, dove le emissioni di NO<sub>x</sub> sono generalmente elevate. Infine, incrementando le riduzioni emissive, si nota durante la stagione fredda un rafforzamento dei regimi chimici, che si traduce in una diminuzione delle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> più che proporzionale rispetto alle riduzioni stesse delle emissioni. Durante l'estate invece i regimi chimici tendono a mantenere pressoché costante la loro intensità. Conclusioni: L'analisi multi-modello condotta in questo studio evidenzia che per ottenere risultati ottimali è necessario intervenire su entrambi i precursori, il che implica interventi in più settori di emissione. L'analisi dei regimi chimici rivela che durante la stagione fredda l'efficienza nell'abbattimento delle concentrazioni di PM<sub>2.5</sub> tende ad aumentare all'aumentare delle riduzioni delle emissioni dei precursori, mentre rimane sostanzialmente costante nella stagione calda.

### **Bibliografia**

- [1] Raffaelli, K.; Deserti, M.; Stortini, M.; Amorati, R.; Vasconi, M.; Giovannini, G. Improving Air Quality in the Po Valley, Italy: Some Results by the LIFE-IP-PREPAIR Project. *Atmosphere* 2020, 11, 429, doi:10.3390/atmos11040429
- [2] Thunis, P.; Clappier, A.; Beekmann, M.; Putaud, J.P.; Cuvelier, C.; Madrazo, J.; de Meij, A. Non-Linear Response of PM<sub>2.5</sub> to Changes in NO<sub>x</sub> and NH<sub>3</sub> Emissions in the Po Basin (Italy): Consequences for Air Quality Plans. *Atmospheric Chem. Phys.* 2021, 21, 9309–9327, doi:10.5194/acp-21-9309-2021.;
- [3] Clappier, A.; Thunis, P.; Beekmann, M.; Putaud, J.P.; de Meij, A. Impact of SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> and NH<sub>3</sub> Emission Reductions on PM<sub>2.5</sub> Concentrations across Europe: Hints for Future Measure Development. *Environ. Int.* 2021, 156, 106699, doi: 10.1016/j.envint.2021.106699.
- [4] Mailler, S.; Menut, L.; Khvorostyanov, D.; Valari, M.; Couvidat, F.; Siour, G.; Turquety, S.; Briant, R.; Tuccella, P.; Bessagnet, B.; et al. CHIMERE-2017: From Urban to Hemispheric Chemistry-Transport Modeling. *Geosci. Model Dev.* 2017, 10, 2397–2423.
- [5] Gariazzo, C.; Silibello, C.; Finardi, S.; Radice, P.; Piersanti, A.; Calori, G.; Cecinato, A.; Perrino, C.; Nussio, F.; Cagnoli, M.; et al. A Gas/Aerosol Air Pollutants Study over the Urban Area of Rome Using a Comprehensive Chemical Transport Model. *Atmos. Environ.* 2007, 41, 7286–7303, doi: 10.1016/j.atmosenv.2007.05.018.
- [6] Ciarelli, G.; Aksoyoglu, S.; Crippa, M.; Jimenez, J.-L.; Nemitz, E.; Sellegri, K.; Äijälä, M.; Carbone, S.; Mohr, C.; O'Dowd, C.; et al. Evaluation of European Air Quality Modelled by CAMx Including the Volatility Basis Set Scheme. *Atmospheric Chem. Phys.* 2016, 16, 10313–10332, doi:10.5194/acp-16-10313-2016.
- [7] Marongiu, A.; Angelino, E.; Moretti, M.; Malvestiti, G.; Fossati, G. Atmospheric Emission Sources in the PoBasin from the LIFE-IP PREPAIR Project. *Open J. Air Pollut.* 2022, 11, 70–83, doi:10.4236/ojap.2022.113006.

P2.33

## Ultrafine particles physico-chemical characterization, size distribution and source apportionment at a major European harbor

S. Ridolfo<sup>1</sup>, X. Querol<sup>1</sup>, A. Karanasiou<sup>1</sup>, N. Perez<sup>1</sup>, A. Alastuey<sup>1</sup>, B.L. van Drooge<sup>1</sup>, M. Pandolfi<sup>1</sup>, J. Cortes<sup>2</sup>, F. Amato<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Environmental Assessment and Water Research, IDAEA, Spanish Research Council (CSIC), Barcelona, 08034, Spain.

<sup>2</sup>Port of Barcelona, Barcelona, 08039, Spain.

\* Corresponding author. Tel: +34 93 4006100, [E-mail: sharon.ridolfo@idaea.csic.es](mailto:sharon.ridolfo@idaea.csic.es)

**Keywords:** *ultrafine particles, harbor, size distribution, source apportionment*

**Introduction:** Ambient air ultrafine particles (UFP; particles with a diameter <100 nm) are of increasing concern according to WHO air quality guidelines and the European legislation (WHO, 2021). The nPETS (Nanoparticle Emissions from The Transport Sector: <https://www.npets-project.eu/>) is a H2020 project, that aims to monitor and sample UFP emitted from various transport modes, in four European cities (Barcelona, Stockholm, Milan and Thessaloniki). This study presents results obtained from measurements conducted in Barcelona's harbor.

**Methods:** Measurements were carried out over 8 weeks, covering both warm and cold seasons, using a mobile laboratory van equipped with CPC/SMPS/EEPS for particle number concentration (PNC) and particle number size distribution (PNSD), ELPI+ and DGIs impactors for particle sampling, coupled with aethalometers and gaseous pollutant analyzers. Sampled filters underwent inorganic and organic chemical speciation (by means of ICP-AES, ICP-MS and GC-MS), as well as microscopic analysis (SEM and TEM). Additionally, PMF multivariate analysis was performed for source apportionment (Rivas et al., 2020) using PNSD data > 10 nm. The mobile laboratory van was installed inside the Port of Barcelona, downwind at 1 km from the cruise port, 2.5 km from the commercial port, 4.5 km from the energy port and 7.5 km from the logistic port.

**Results:** Average particle number concentrations (PNC) inside the harbor of Barcelona were found to be 22600 particles/cm<sup>3</sup>. PNSD exhibited a prevalence of UFP, with a mode < 20 nm. Source apportionment identified four sources of nanoparticles: photonucleation, shipping emissions, traffic, and regional background. Significant emissions gradients of vanadium and nickel were observed at the harbor in the ultrafine stages. However chemical concentrations must be taken with caution due to possible sampling artifacts.

**Conclusions:** Measurements showed a clear prevalence of UFP within PNC. The source apportionment method identified shipping emissions as the mayor source of UFP, contributing to 36% of the PNC, followed by photonucleation (29%) and traffic (28%).

### References

[1] WHO 2021. <https://doi.org/10.3389/ijph.2021.1604465>

[2] Rivas et al. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105345>

P2.34

## La catena modellistica CHIMBO: verifica e studio di processi

Tony C. Landi<sup>1\*</sup>, M. Paglione<sup>1</sup>, Fabio M. Grasso<sup>1</sup>, Fabrizio Roccatò<sup>1</sup>, Rita Cesari<sup>1</sup>, Mauro Morichetti<sup>2</sup>, Stefano Decesari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-ISAC, Consiglio Nazionale delle Ricerche;

<sup>2</sup>CNR-ISAFOM - Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo

\* Corresponding author. E-mail: t.land@isac.cnr.it

**Keywords:** Modellistica di qualità dell'aria. Polveri sottili, Po Valley.

**Introduzione:** In Italia la modellistica di qualità dell'aria è svolta da diverse istituzioni, come le Agenzie di protezione ambientale (ARPA/APPA), l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), le Università e i Centri di ricerca. Le problematiche legate alla qualità dell'aria, sia a livello regionale che nazionale, sono quindi affrontate utilizzando modelli diversi, a diverse scale spaziali e temporali.

Dal 2017, CNR-ISAC ha implementato la catena modellistica CHIMBO [1], basata sui modelli meteorologici BOLAM e MOLOCH [2] e sul modello di composizione atmosferica CHIMERE. Le simulazioni vengono eseguite ogni giorno a partire dalle 00:00 UTC, per 72 ore in modalità previsionale. La catena modellistica è inoltre utilizzata per analisi di processi relativi a casi studio specifici.

**Metodi:** In questo lavoro è riportata una verifica della catena modellistica CHIMBO usando sia le misure (giornaliere ed orarie) collezionate sul territorio nazionale [3] sia i campi di concentrazione dei principali inquinanti (gas e aerosol) calcolati dal modello CAMS [4]. In particolare la valutazione sul dominio nazionale italiano è stata condotta confrontando le concentrazioni di biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e massa totale di particolato (PM<sub>10</sub>) simulate con le osservazioni della rete di monitoraggio dell'European Environmental Agency [3]. Inoltre, un studio specifico sulla composizione chimica del particolato è stato condotto sull'Italia settentrionale, sfruttando la disponibilità di dati sperimentali sulla speciazione chimica dell'aerosol (nitrati, solfati, ammonio, organici e BC) in diversi siti del bacino padano (urbani, rurali e montani, da Aosta a Rimini).

**Conclusioni:** Sono riportati i risultati della verifica della catena modellistica CHIMBO realizzata sul territorio nazionale e sul sottodomino padano per il periodo di un anno (2019). Gli indici statistici calcolati risultano confrontabili con quelli riportati in letteratura [5]. Come il modello CAMS, anche CHIMBO risulta essere maggiormente adatto a simulare processi che interessano la formazione, il trasporto e la rimozione di inquinanti in aree di fondo. Pertanto risulta essere uno strumento numerico efficace per applicazioni e studi orientati a valutare in maniera quantitativa il contributo delle diverse fonti di inquinamento atmosferico più a scala regionale e nazionale che a scala urbana.

### Bibliografia

[1] <https://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecasts/chimbo/index.html>

[2] <https://www.isac.cnr.it/dinamica/projects/forecasts/>

[3] <https://www.eea.europa.eu/>

[4] <https://atmosphere.copernicus.eu/cams-european-air-quality-ensemble-forecasts-welcomes-two-new-state-art-models>

[5] <https://atmosphere.copernicus.eu/regional-services>



ISBN 978-88-942135-5-3



9 788894 213553