

Cinzia Perrino - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico



Stefano Decesari – Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima



## QUALITA' DELL'ARIA E SALUTE UMANA

IL RUOLO DEL CNR NELLE SFIDE AMBIENTALI  
DEL NEW GREEN DEAL

23/03/2021



Dipartimento Scienze  
del Sistema Terra  
e Tecnologie per l'Ambiente

# CARATTERISTICHE DELLA MATRICE «ARIA»

Maggiore rapidità  
di trasformazione  
rispetto alle altre  
matrici ambientali



Legame stretto  
con la meteorologia  
(stabilità atmosferica)

Necessità di misure ad alta risoluzione temporale

Complessità del processo di individuazione delle sorgenti

Variabilità nella distribuzione spaziale delle concentrazioni

# NORMATIVA

Direttive EC  
a partire dagli anni '80  
(SO<sub>2</sub>, Pb, NO<sub>2</sub>)



Gli standard  
per i singoli inquinanti  
sono contenuti  
nelle Daughter Directives

La 96/62/EC (Framework Directive)  
ha identificato azioni atte a prevenire o limitare  
gli effetti avversi sulla salute umana e sull'ambiente  
e ha stabilito, per la prima volta,  
metodi e criteri di valutazione della qualità dell'aria  
comuni a tutti gli Stati Membri

# LEGAME FRA INQUINANTI E SALUTE

Per il particolato atmosferico questo legame è molto meno diretto e più difficile da valutare che nel caso degli inquinanti in fase gas/vapore



Non esistono ancora conclusioni chiare su quali siano le specie responsabili degli indubbi effetti avversi sulla salute umana attribuibili al PM

Il particolato è composto da particelle diverse per composizione chimica (migliaia di specie chimiche differenti), forma, dimensione, caratteristiche fisiche...

La comunità scientifica converge verso un ruolo importante delle specie provenienti dai processi di combustione (traffico, riscaldamento, attività industriali – particelle piccole), mentre le specie di provenienza naturale (erosione del suolo, spray marino – particelle grandi) sembrano avere effetti più modesti

# LIMITI DELLA NORMATIVA

Poiché le particelle più piccole influenzano la concentrazione in numero molto più che la concentrazione in massa, uno standard di legge basato sulla concentrazione in massa potrebbe non essere il più adeguato



I limiti dovrebbero riferirsi alle singole componenti del PM e non alla sua concentrazione complessiva (in massa o in numero)

I limiti sono pensati per la popolazione generale (urbana) mentre le zone a rischio, ad esempio quelle industriali, dovrebbero avere limiti specifici per specifiche sostanze emesse dagli impianti

Esistono diversi valori-soglia per la media annuale del PM<sub>2.5</sub>:

- Comunità Europea: 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Giappone: 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Stati Uniti: 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- India: 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Cina: 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- **raccomandazione WHO: 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

... a fronte di una sostanziale impossibilità di definire una concentrazione al di sotto della quale non venga registrato alcun effetto nocivo sulla salute...

... e di rilevanti differenze geografiche

# LEGAME FRA INQUINANTI E SALUTE

Monitoraggio della qualità dell'aria



Effetti sulla salute



## MECCANISMI PATOGENETICI DEI DANNI DERIVANTI DALL'ESPOSIZIONE A FATTORI DI STRESS AMBIENTALE

Stress ossidativo e infiammazione

Alterazioni del genoma

Alterazioni epigenetiche

Disfunzioni mitocondriali

Disturbi endocrini

Alterazione delle comunicazioni intercellulari

Alterazione del microbioma

Compromissione del sistema nervoso

Peters et al., Hallmarks of environmental insults, Cell (2021)

# LEGAME FRA INQUINANTI E SALUTE

Monitoraggio della qualità dell'aria



Effetti sulla salute



Biomonitoraggio  
di inquinanti e loro metaboliti  
in matrici biologiche  
(urine, capelli, unghie ecc.)

Studi tossicologici (neurotossicità,  
immunotossicità, embriotossicità ecc.)  
in vitro (linee cellulari)  
ed in vivo (modelli animali)

Misura chimica  
del potenziale ossidativo  
(proxy adeguato?)

# GLI AMBIENTI INDOOR

Soggetti fragili  
(bambini, anziani, malati)



Non ci sono normative,  
se non per gli ambienti di lavoro

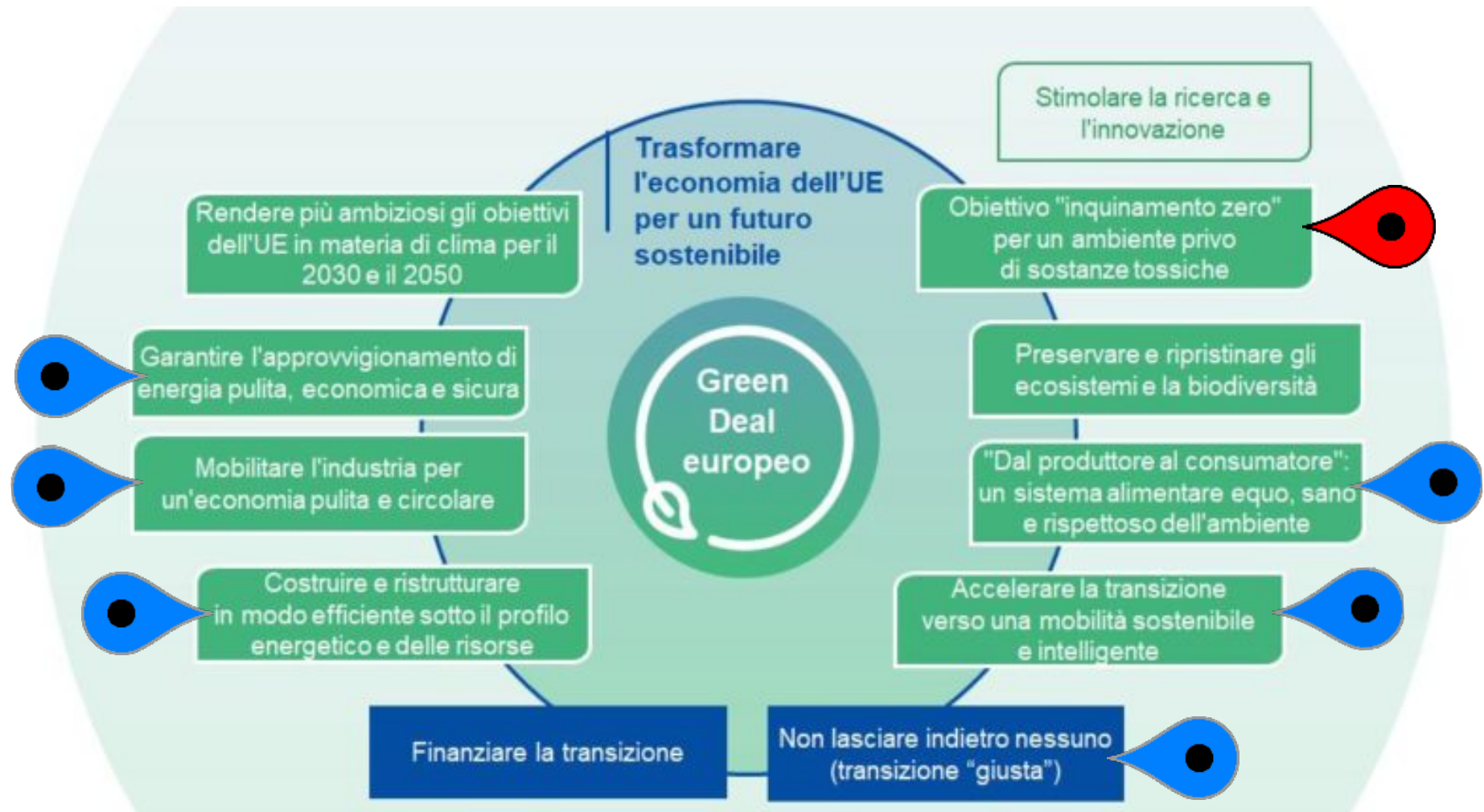
Evidenti difficoltà di controllo  
del rispetto di eventuali limiti

Screening mediante sistemi a basso costo

Scienza partecipata – coinvolgimento dei cittadini



# LE SFIDE IN AMBITO EUROPEO



# LE SFIDE IN AMBITO EUROPEO e NAZIONALE: PNR e Horizon-EU



| Health                                    | Culture, Creativity and Inclusive Society  | Civil Security for Society                       | Digital, Industry and Space                                      | Climate, Energy and Mobility   | Food, Bioeconomy, Natural resources, Agriculture and Environment                   |
|---|--|--|--|--|--|
| <b>SALUTE</b>                             | <b>CULTURA UMANISTICA, CREATIVITÀ, TRASFORMAZIONI SOCIALI, SOCIETÀ DELL'INCLUSIONE</b> | <b>SICUREZZA PER I SISTEMI SOCIALI</b>           | <b>DIGITALE, INDUSTRIA, AEROSPAZIO</b>                           | <b>CLIMA, ENERGIA, MOBILITÀ SOSTENIBILE</b>                                    | <b>PRODOTTI ALIMENTARI, BIOECONOMIA, RISORSE NATURALI, AGRICOLTURA, AMBIENTE</b>   |
| Temi Generali                             | Patrimonio culturale   | Sicurezza delle strutture, infrastrutture e reti | Transizione digitale - 14.0                                      | Mobilità sostenibile   | Green technologies   |
| Tecnologie farmaceutiche e farmacologiche | Discipline storico, letterarie e artistiche  | Sicurezza sistemi naturali                       | High performance computing e big data                            | Cambiamento climatico, mitigazione e adattamento                               | Tecnologie alimentari  |
| Biotecnologie                             | Antichistica   | Cybersecurity                                    | Intelligenza Artificiale   | Energetica industriale   | Bioindustria per la Bioeconomia  |
| Tecnologie per la salute                  | Creatività, design e made in Italy<br>Trasformazioni sociali e società dell'inclusione |  | Robotica   | Energetica ambientale  | Conoscenza e gestione sostenibile dei sistemi agricoli e forestali                 |
|   |  |  | Tecnologie quantistiche  |  | Conoscenza, innovazione tecnologica e gestione sostenibile degli ecosistemi marini |
|   |  |  | Innovazione per l'industria manifatturiera                       |  |  |
|   |  |  | Aerospazio   |  |  |
| Effetti della QA sulla salute umana       | Equità sociale delle politiche per la QA   | Emissioni industriali accidentali e incendi      | Big data nell'epidemiologia<br>Tecniche di OT avanzate per la QA | Inquinamento industriale e da traffico (urbano, marittimo, aereo)<br>QA indoor | Inquinamento chimico e dal settore dell'agricoltura                                |

I limiti sono pensati per la popolazione generale (urbana) mentre le zone a rischio industriali, dovrebbero avere limiti specifici per specifiche sostanze emesse dagli impianti

Nelle zone limitrofe agli impianti si verifica spesso il problema degli odori, ovvero del rilascio in aria di specie chimiche a bassa nocività ma che causano comunque fastidio agli abitati della zona



Centrale Termoelettrica a carbone A2A Monfalcone - Gorizia



Ferreria LUCCHINI Seryola - Trieste



Centrale Termoelettrica a gas naturale ENI - SAIPEM Ferrara



Termovalorizzatore HERA Ferrara



Centrale Termoelettrica a carbone "Eugenio Montale" ENEL La Spezia



Centrale a biomasse SMB Argenta - Ferrara



Centrale di Compressione SNAM Gallese - Viterbo



Centrale di Compressione SNAM Montesano - Salerno



Centrale Termoelettrica a carbone "Federico II" - ENEL Cerano - Brindisi



Cementificio BUZZI UNICEM Guidonia - Roma



Raffineria ENI Gela - Caltanissetta



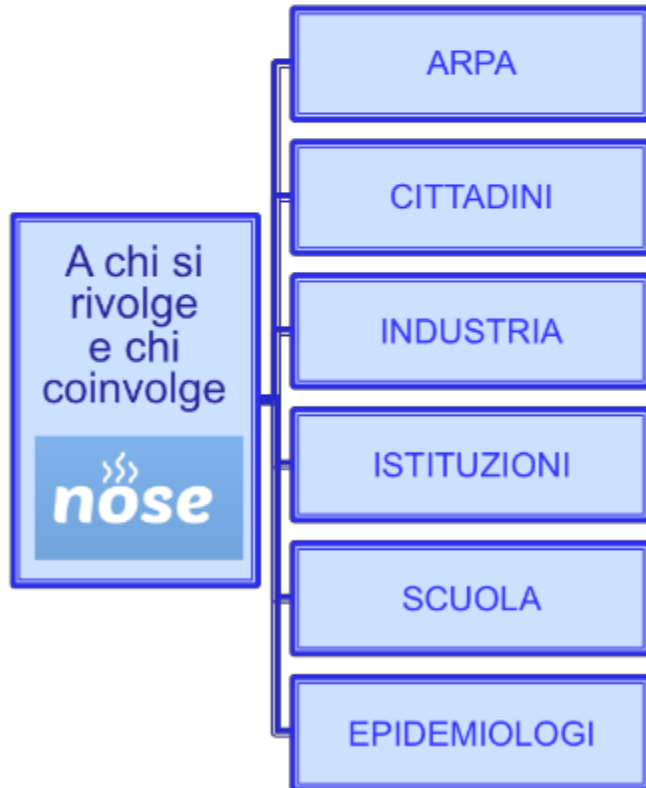
Centrale Termoelettrica a biomasse BIOMASSE ITALIA Crotona





Un **sistema integrato** sviluppato da ISAC-CNR in collaborazione con ARPA Sicilia per la identificazione delle **molestie olfattive** segnalate dai CITTADINI

**NOSE è una WEBAPP gratuita ed anonima** scaricabile al sito **[nosecnr.arpa.sicilia.it](http://nosecnr.arpa.sicilia.it)** utilizzabile da Cell, PC, Tablet





CROTONE

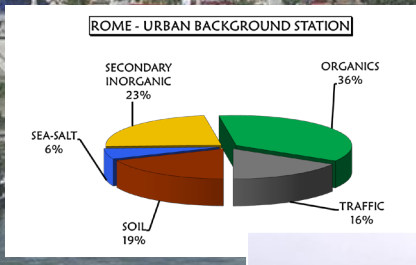
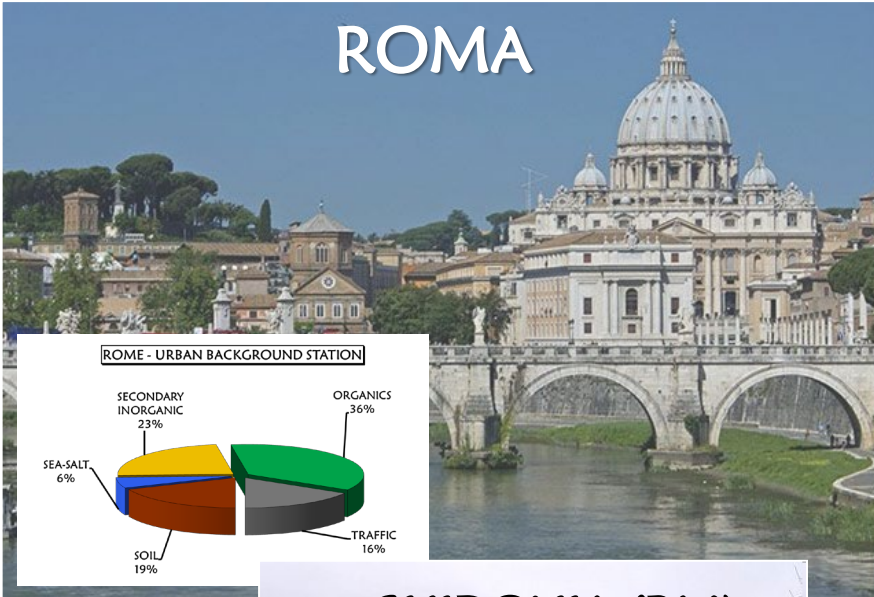
MILAZZO

PRIOLO

Studio dei meccanismi di interazione tra contaminanti presenti nelle diverse matrici ambientali (atmosfera, suolo, acqua, mare, organismi e cibo) e popolazioni che vivono in aree a potenziale rischio per la salute umana (Siti di Interesse Nazionale) con particolare riguardo alle principali vie di esposizione: inalazione e ingestione

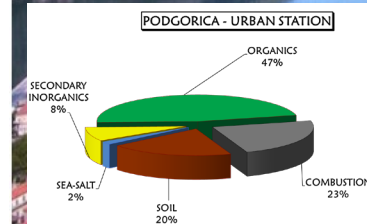
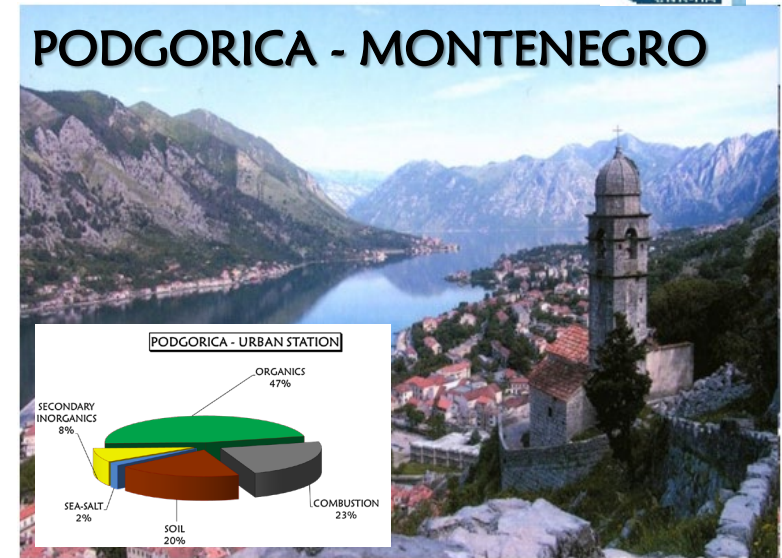


# ROMA

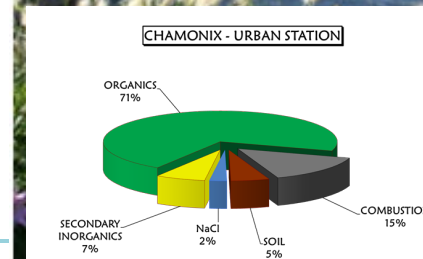
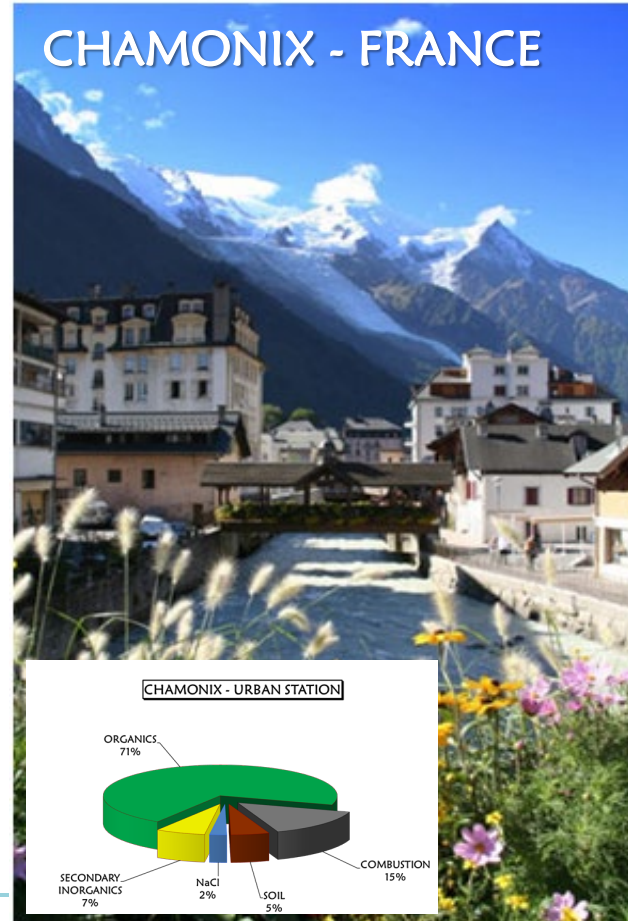


SUOLO  
AEROSOL MARINO  
COMBUSTIONE  
SECONDARI  
ORGANICI

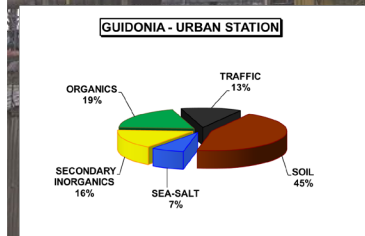
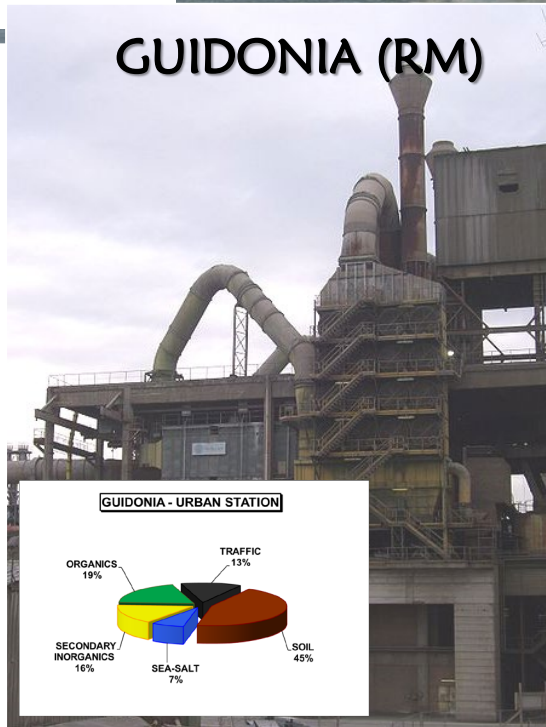
# PODGORICA - MONTENEGRO



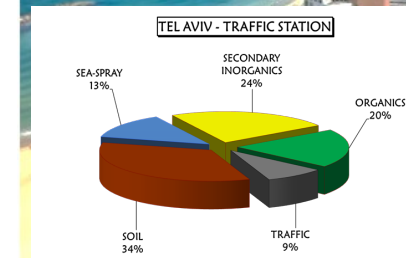
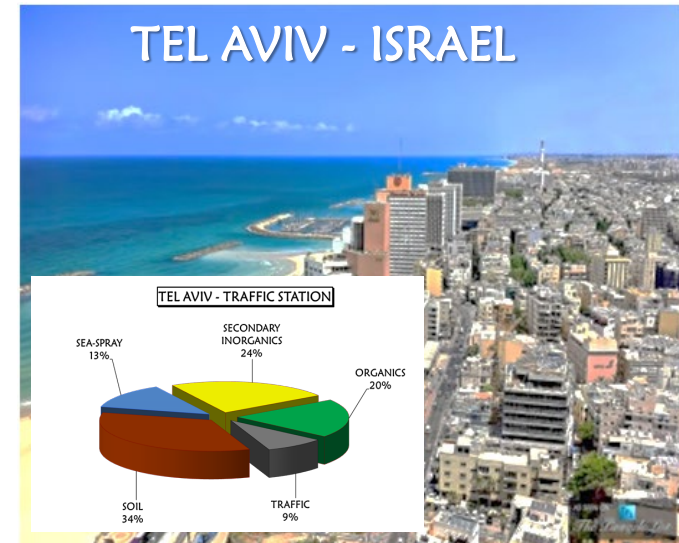
# CHAMONIX - FRANCE



# GUIDONIA (RM)



# TEL AVIV - ISRAEL





## Methodology for high-quality mobile measurement with focus on black carbon and narticle mass concentrations

Honey Dawn C. Alas<sup>1</sup>, Kay Weinhold<sup>1</sup>, Francesca Costabile<sup>2</sup>, Antonio Di Ianni<sup>2</sup>, Thomas Müller<sup>1</sup>, Sascha Luca Di Liberto<sup>2</sup>, Jay R. Turner<sup>3</sup>, and Alfred Wiedensohler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Leibniz Institute for Tropospheric Research, Permoserstrasse 15, 04318 Leipzig, Germany

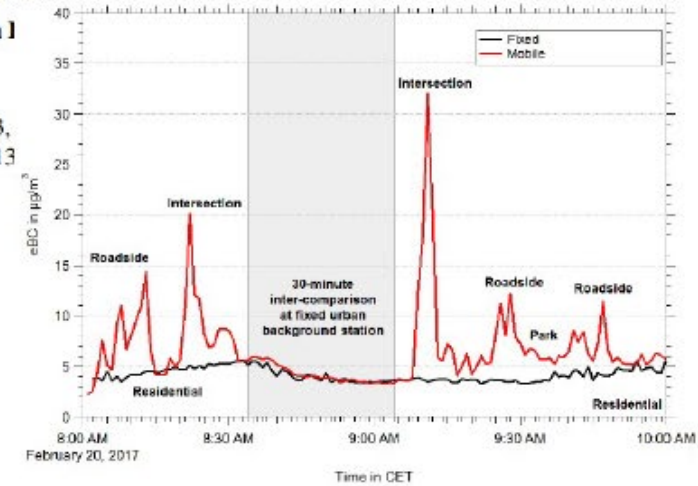
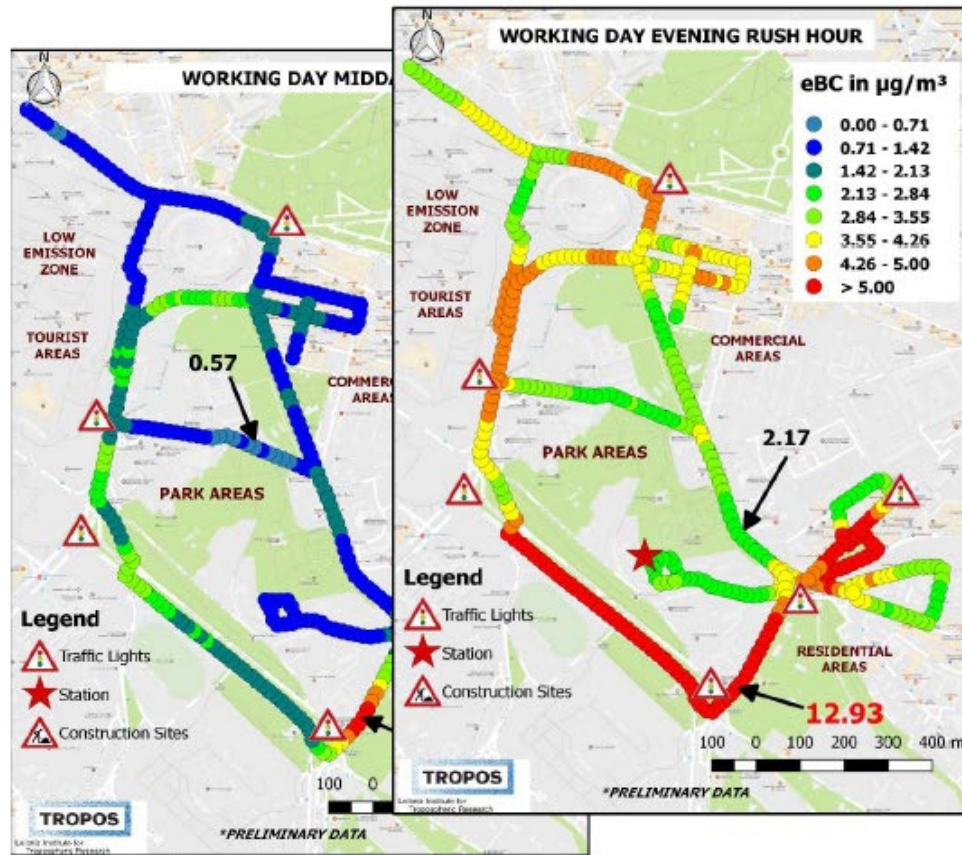
<sup>2</sup>Institute of Atmospheric Science and Climate, National Research Council, Via Fosso del Cavaliere, 100 – 00133,

<sup>3</sup>James McKelvey School of Engineering, Washington University, One Brookings Drive, St. Louis, Missouri 63113

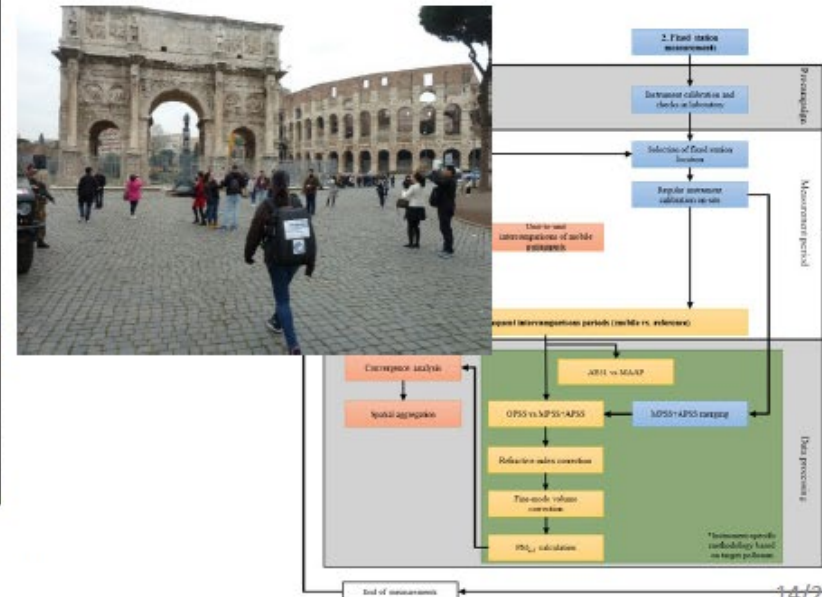
Received: 28 February 2019 – Discussion started: 5 April 2019

Revised: 10 July 2019 – Accepted: 30 July 2019 – Published: 3 September 2019

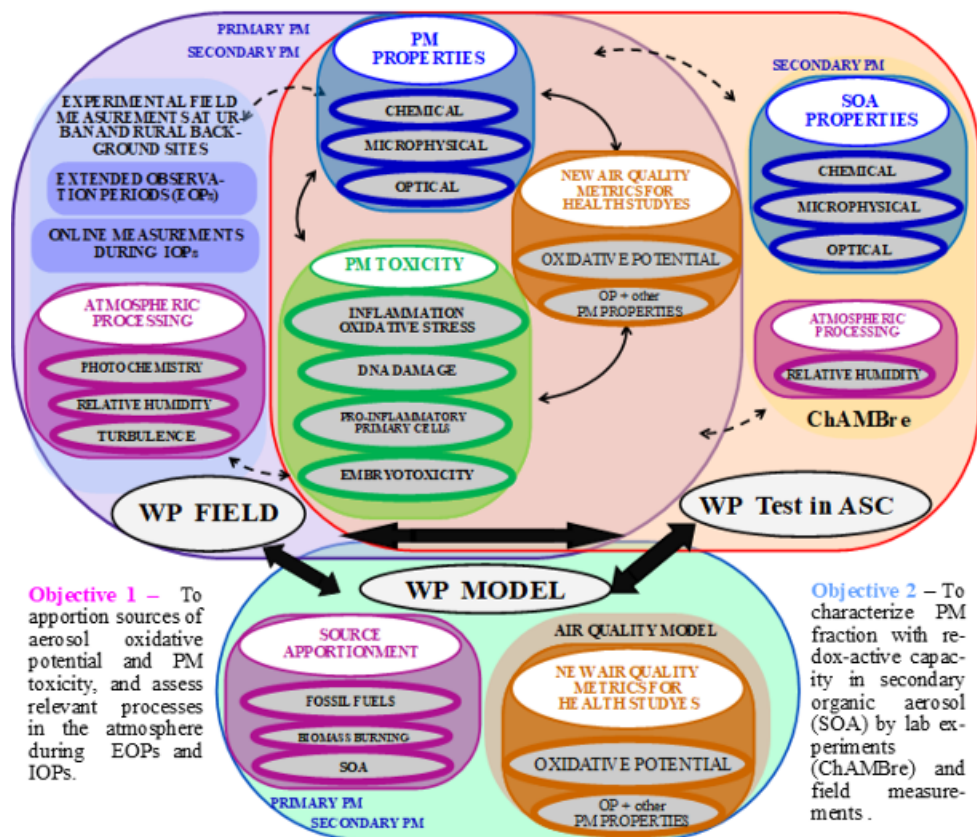
Atmos. Meas. Tech., 12, 4697–4712, 2019



## SENSORS (Mobile measurements)



# Progetto RHAPS - Redox-activity and Health-effects of Atmospheric Primary and Secondary aerosol



**Objective 1** – To apportion sources of aerosol oxidative potential and PM toxicity, and assess relevant processes in the atmosphere during EOPs and IOPs.

**Objective 3** – To assess dose-response relationship of toxicological effects in cellular assays, as a function of PM doses, aerosol oxidative potential, and by a critical assessment of the predictive capacity of PM physicochemical properties

**Objective 4** – To implement air quality models to forecast aerosol toxicity, by explicitly simulating the aerosol oxidative potential. Combination of OP with other physicochemical PM properties will be investigated as alternative metrics.

**Objective 2** – To characterize PM fraction with redox-active capacity in secondary organic aerosol (SOA) by lab experiments (ChAMBr e) and field measurements.

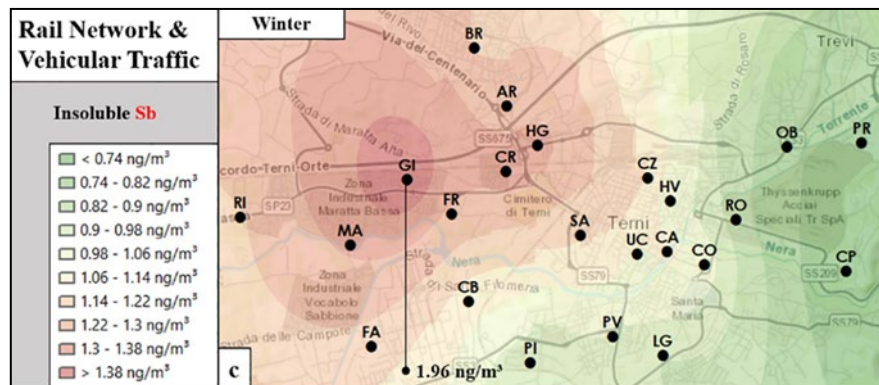
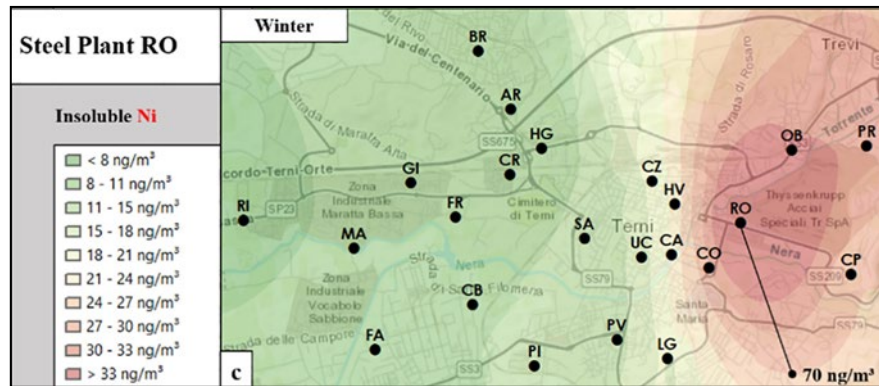
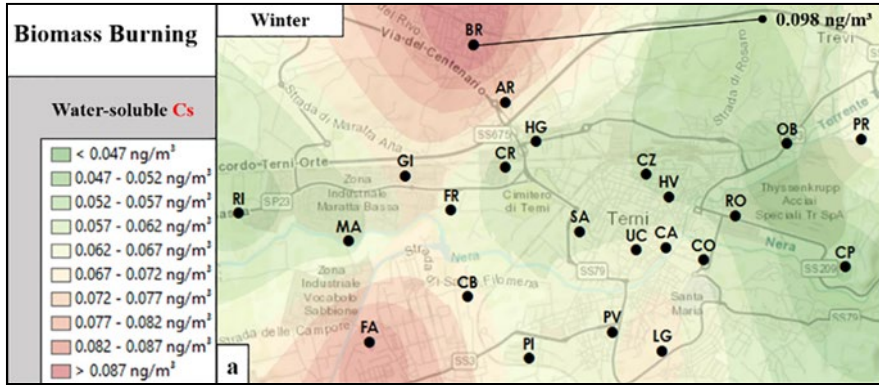
Identificare le caratteristiche fisico-chimiche del PM responsabili delle proprietà tossicologiche degli aerosol

- fattori determinanti dello stress ossidativo a livello cellulare
- composti redox-attivi in atmosfera
- metodi a-cellulari di valutazione del potenziale ossidativo
- saggi in-vitro su cellule di epitelio polmonare
- misure in-vivo su organismi modello
- modelli previsionali della tossicità del PM

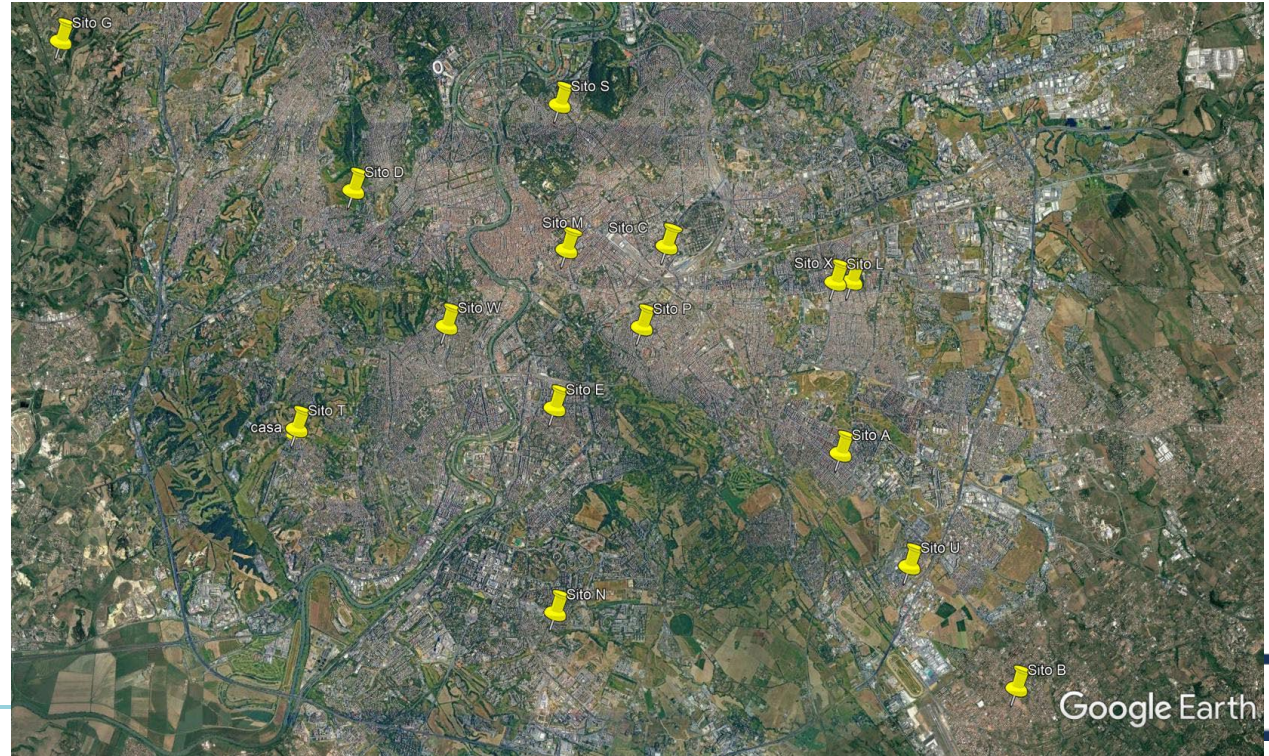
Individuare nuove metriche in grado di descrivere il potenziale tossicologico del particolato atmosferico



# Progetto INDOMAP: spazializzazione delle sorgenti del PM



- Realizzazione di mappe della distribuzione spaziale delle componenti del PM
- Mappatura dell'influenza delle sorgenti nei vari punti del territorio
- Valutazione dell'infiltrazione all'interno degli edifici
- VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE

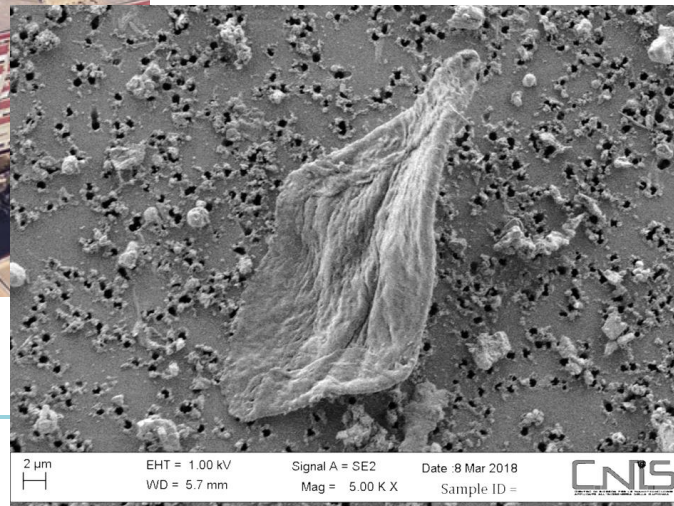




Article

## Seasonal Variations in the Chemical Composition of Indoor and Outdoor PM<sub>10</sub> in University Classrooms

Luca Tofful<sup>1</sup>, Maria Catrambone<sup>1</sup>, Marco Giusto<sup>1</sup>, Salvatore Pareti<sup>1</sup>, Elena Rantica<sup>1</sup>, Tiziana Sargolini<sup>1</sup>, Silvia Canepari<sup>1,2</sup>, Maria Agostina Frezzini<sup>2</sup>, Lorenzo Massimi<sup>2</sup>, Martina Ristorini<sup>2</sup>, Armando Pelliccioni<sup>3</sup> and Cinzia Perrino<sup>1,†</sup>

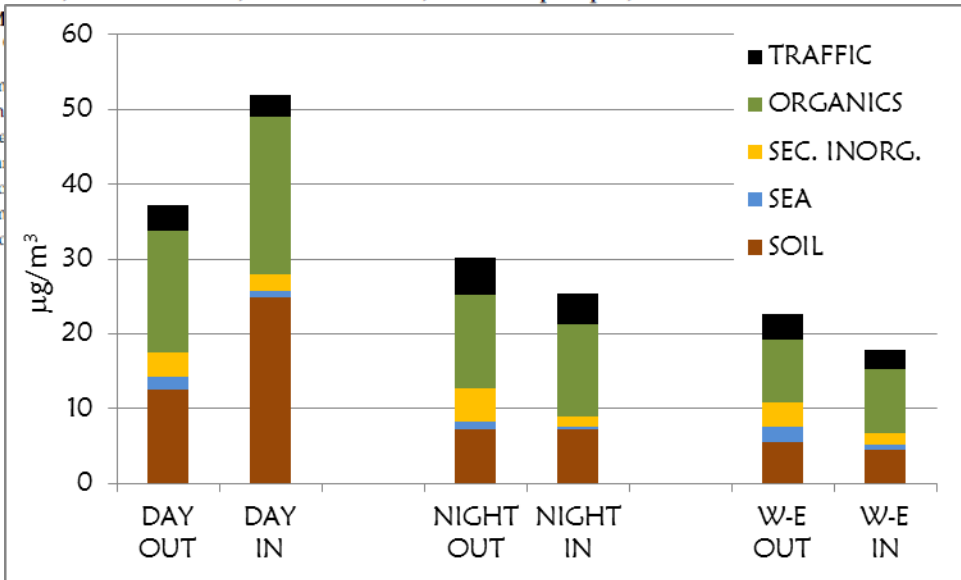


Article

## Integrated Evaluation of Indoor Particulate Exposure: The VIEPI Project

Armando Pelliccioni<sup>1,\*</sup>, Paolo Monti<sup>2</sup>, Giorgio Cattani<sup>3</sup>, Fabio Bocconi<sup>1</sup>, Marco Cacciani<sup>4</sup>, Silvia Canepari<sup>5</sup>, Pasquale Capone<sup>1</sup>, Maria Catrambone<sup>6</sup>, Mariacarmela Cusano<sup>3</sup>, Maria Concetta D'Ovidio<sup>1</sup>, Antonella De Santis<sup>3</sup>, Annalisa Di Bernardino<sup>4</sup>, Alessandro Di Menno di Bucchianico<sup>3</sup>, Simona Di Renzi<sup>1</sup>, Riccardo Ferrante<sup>1</sup>, Alessandra Gaeta<sup>3</sup>, Rafaela Gaddi<sup>3</sup>, Monica Gherardi<sup>1</sup>, Marco Giusto<sup>6</sup>, Andrea Gordiani<sup>1</sup>, Livia Grandoni<sup>1,2</sup>, Gianluca Leone<sup>3</sup>, Giovanni Leuzzi<sup>2</sup>, Nunzia L'Episcopo<sup>1</sup>, Francesca M...  
Luca Tofful

<sup>1</sup> Department of Environmental Sciences, University of Campania "Luigi Vanvitelli", Via P. Capone 1, 81100 Caserta, Italy; m.gherardi@univcampania2.it (M.G.); n.lepiscopo@univcampania2.it (N.L.); luca.tofful@univcampania2.it (L.T.)  
<sup>2</sup> Department of Environmental Sciences, University of Campania "Luigi Vanvitelli", Via P. Capone 1, 81100 Caserta, Italy



# Sviluppo di metodi: Misura della concentrazione in massa del bioaerosol totale



Chemosphere 264 (2021) 128510

Contents lists available at ScienceDirect

Chemosphere

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/chemosphere](http://www.elsevier.com/locate/chemosphere)



Environment International 87 (2016) 108–115

Contents lists available at ScienceDirect

Environment International

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envint](http://www.elsevier.com/locate/envint)



## Contribution of Primary Biological Aerosol Particles to airborne particulate matter in indoor and outdoor environments

Francesca Marcovecchio, Cinzia Perrino\*

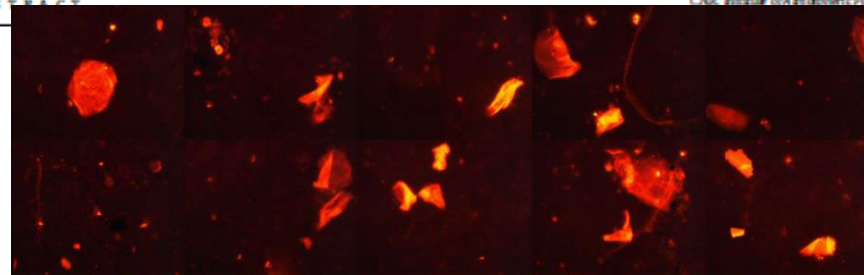
C.N.R. Institute of Atmospheric Pollution Research, Via Salaria km. 29,300, 00015, Monterotondo St., Rome, Italy



### HIGHLIGHTS

- PBAP was proved to be a substantial component of atmospheric PM<sub>10</sub> indoors and outdoors.
- Outdoor PBAP ranged from 0.22 to 1.0 µg/m<sup>3</sup> and contributed to PM<sub>10</sub> up to 13%.
- Seasonal differences were found in PBAP concentration, shape and mass distribution.
- Indoor samples were characterized by the presence of wide skin flakes.
- Inside homes, PBAP concentration was much higher than outdoors, outside in bedrooms.

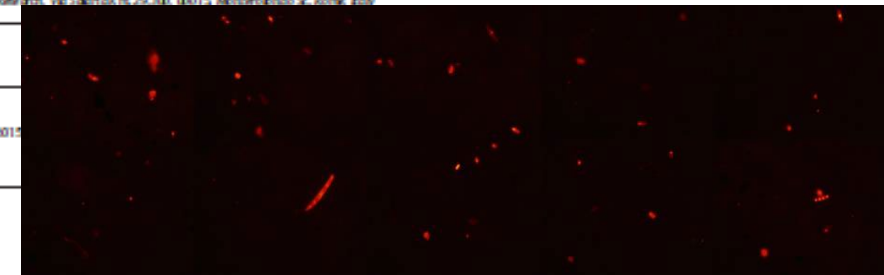
### GRAPHICAL ABSTRACT



## A new method for assessing the contribution of Primary Biological Atmospheric Particles to the mass concentration of the atmospheric aerosol

Cinzia Perrino\*, Francesca Marcovecchio

C.N.R. Institute of Atmospheric Pollution Research, Via Salaria km. 29,300, 00015, Monterotondo St., Rome, Italy



Article

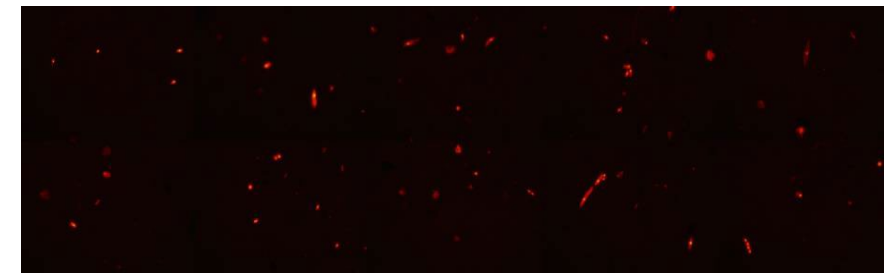
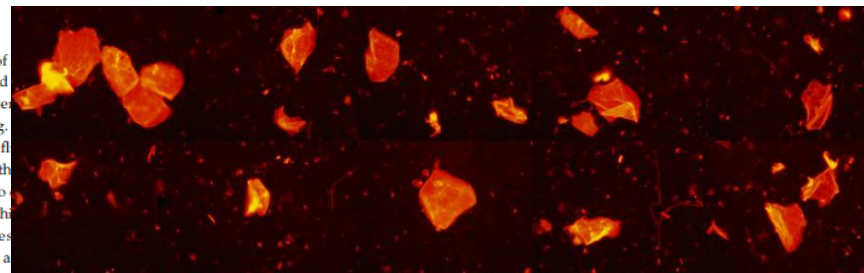
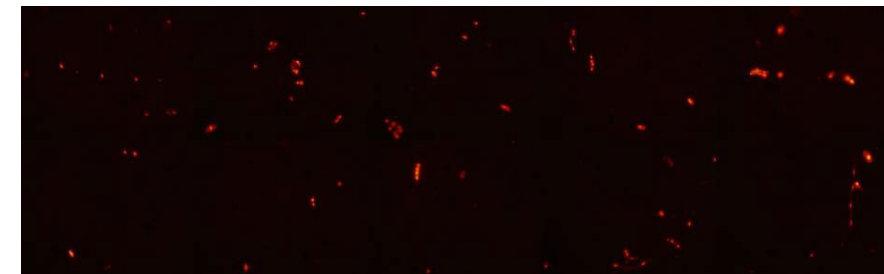
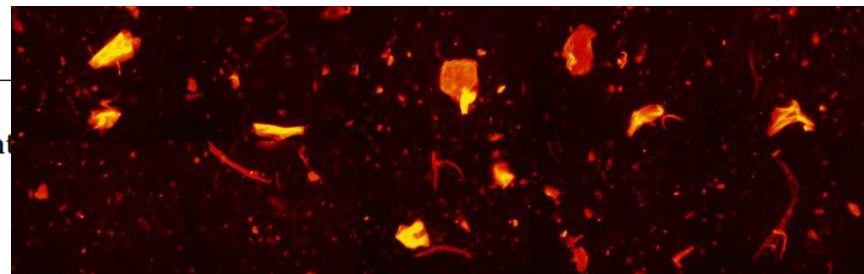
## Bioaerosol Contribution to Atmospheric Particulate Matter in Indoor University Environments

Francesca Marcovecchio and Cinzia Perrino \*

C.N.R. Institute of Atmospheric Pollution Research, National Research Council of Italy, Monterotondo St., 00015 Rome, Italy; [marcovecchio@ia.cnr.it](mailto:marcovecchio@ia.cnr.it)

\* Correspondence: [perrino@ia.cnr.it](mailto:perrino@ia.cnr.it)

**Abstract:** Within the framework of the project "Integrated Evaluation of the Contribution of Biological Aerosols to the Mass Concentration of Atmospheric Particulate Matter (PM)<sub>10</sub> and organic matter. The study was carried out in university classrooms where the common indoor sources of atmospheric particles are missing, by a method based on propidium iodide staining, observation by fluorescence microscopy and image analysis. Indoor bioaerosol concentrations were compared with outdoor concentrations determined simultaneously. The samplings periods were scheduled to compare indoor and outdoor concentrations: during the day, when the students were inside, from night-time hours and weekends. Very high concentrations were detected inside the classrooms with respect to outdoor values: 49 µg/m<sup>3</sup> when the students were inside, 5.4 µg/m<sup>3</sup> during the night, and 0.7 µg/m<sup>3</sup> the weekends. Indoor-to-outdoor ratios were 6.0, 4.2, and 0.7, respectively. Bioaerosol contributed 26% to organics and 10% to PM<sub>10</sub>. In indoor samples collected during the day, the microscope images





## Il prossimo futuro

Il potenziamento delle tecniche di Osservazione della Terra (copertura spazio-temporale, risoluzione, dettaglio sulla composizione degli inquinanti) aumenterà enormemente la fruibilità dei dati da *remote sensing* per applicazioni di monitoraggio della Qualità dell'Aria, che si affiancheranno a quelli delle reti di monitoraggio istituzionali.

Anche se in Horizon-EU l'accento è sulla decarbonizzazione, la Qualità dell'Aria continuerà ad essere un tema molto percepito dalla popolazione e molto importante per la pianificazione della mobilità, l'accesso agli spazi pubblici, lo sviluppo industriale. Sarà necessario sviluppare sistemi previsionali customizzati per il cittadino e per i policy-makers, capaci di aggredire la complessità della microscala urbana e degli ambienti indoor e sempre ben ancorati su osservazioni di alta qualità scientifica.

Sarà sempre più importante la scienza dedicata ai "big data", a supporto delle reti osservative da remote sensing, della scienza partecipata e di una nuova generazione di studi epidemiologici.



## Il prossimo futuro

Si affermerà il concetto di *“one health”*

- la salute umana, la salute animale e la salute dell'ecosistema sono legate indissolubilmente -  
e quello di *“exposome”*
- la globalità delle esposizioni ambientali che gli individui sperimentano nel corso della loro vita  
e la loro influenza sulla salute -

Gli effetti di tutte le sorgenti di esposizione saranno determinati nel loro complesso,  
tenendo conto di processi sinergici o di antagonismo

Sarà necessaria una maggiore integrazione degli studi effettuati in ambienti outdoor e indoor

Sarà necessaria una sempre maggiore interazione (e linguaggi comuni!) fra figure professionali diverse:  
fisici, modellisti, matematici, chimici, biologi, tossicologi, epidemiologi, medici, ...



# QUALITA' DELL'ARIA E SALUTE UMANA



Grazie per l'attenzione ...



Dipartimento Scienze  
del Sistema Terra  
e Tecnologie per l'Ambiente