



Progetti Europa '27 per la Liguria

Ricerca e Sviluppo

Polo EASS

Energia, Ambiente, Sviluppo Sostenibile

Operazione di importanza strategica – Azione 1.1.1

CALIPSO - Carbonio Aerodisperso: Limiti, Impatto, Protocolli e Standard Operativi

Capofila

PM_TEN Srl



Partner

SIGE Srl, BEES Srl

31/03/2025

CONTENUTI

Introduzione generale alla tematica

- L'aerosol carbonioso (sorgenti e impatti)
- Politiche di mitigazione
- Riferimenti Legislativi e Normativi

Il progetto CALIPSO

- Obiettivi e roadmap
- Campagne di misura in situ
- Esperimenti in camera atmosferica

Sviluppi futuri



1. INTRODUZIONE



AEROSOL CARBONIOSO:

Total carbon (TC)

Elemental Carbon (EC)

Organic Carbon (OC)

Carbonio Piroolitico (PyrC)

Black Carbon (BC)

Brown Carbon (BrC)

Equivalent Black Carbon (EBC)



Diverse definizioni



Diverse proprietà

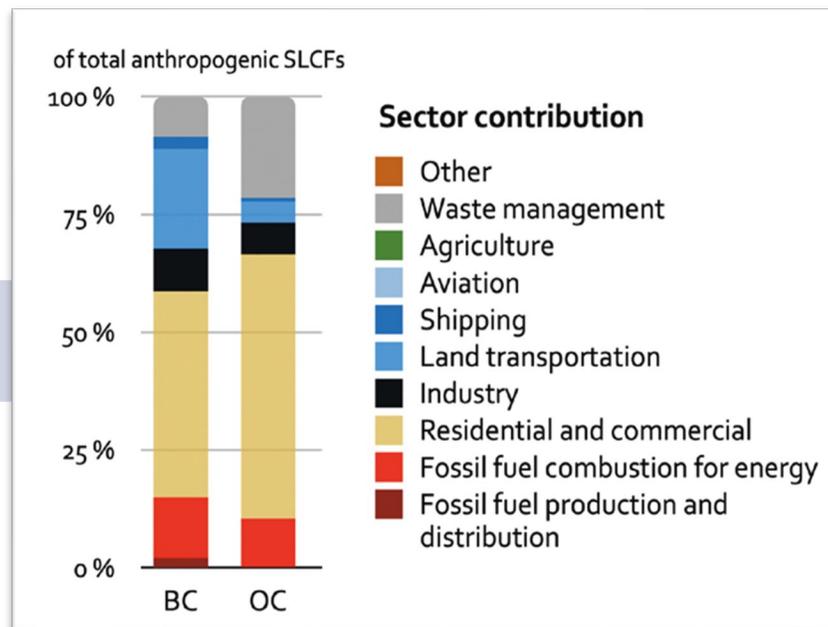


Sorgenti

Thermochemical Classification	Molecular Structures	Optical Classification
Elemental Carbon (EC)	Graphene Layers (graphitic or turbostratic)	Black Carbon (BC)
Refractory Organic Carbon	Polycyclic Aromatics, Humic-Like Substances, Biopolymers, etc.	Colored Organic Carbon
(Nonrefractory) Organic Carbon (OC)	Low-Molecular-Mass Hydrocarbons and Derivatives	(Colorless) Organic Carbon (OC)

↑ Chem. Refractiveness

↑ Optical Absorption



U. Poschl *Atm. Chem.* (2008)

POLITICHE DI MITIGAZIONE

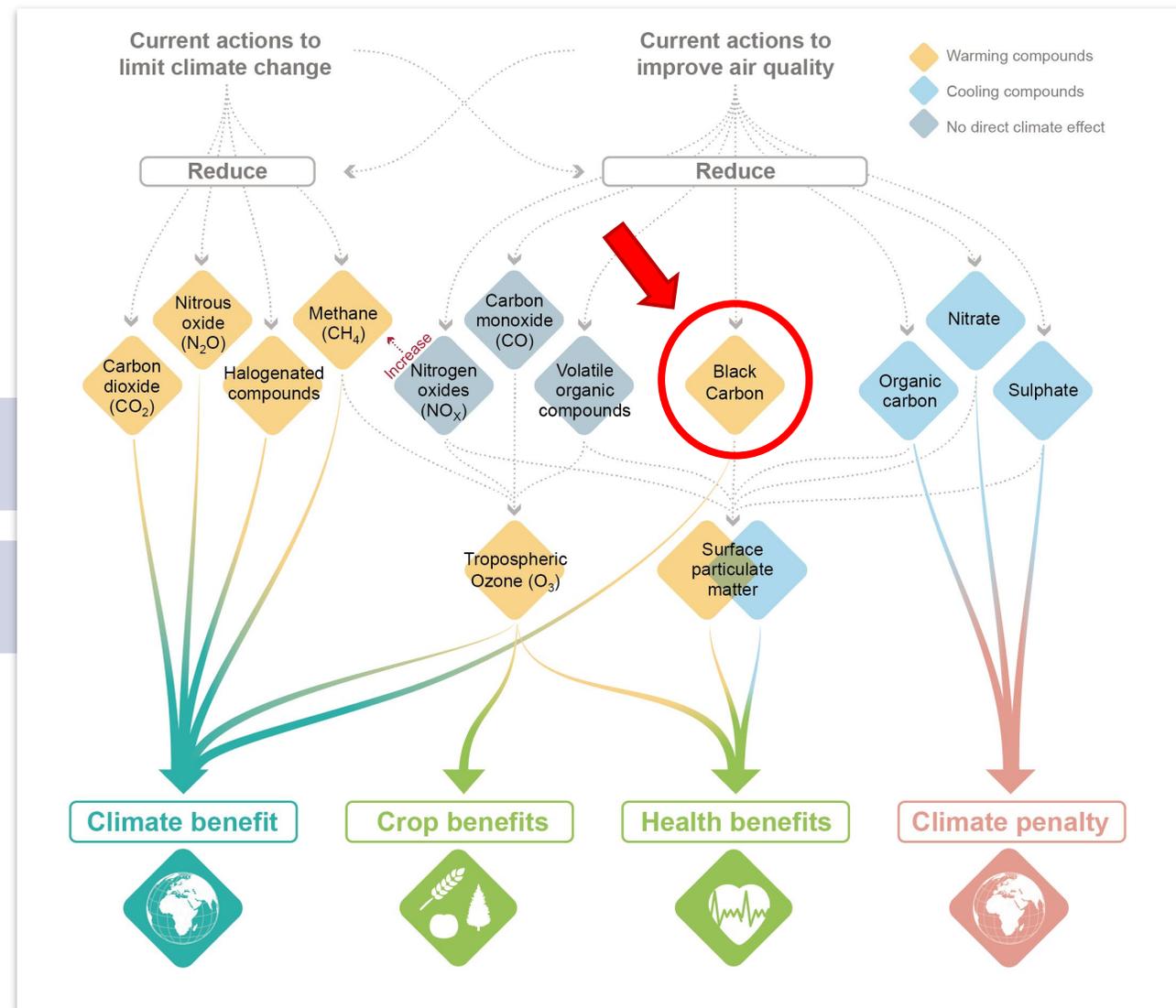


Impatti sul clima



Impatti sulla salute umana

"Make systematic measurements of black carbon and/or elemental carbon." – WHO Guidelines 2021



Graphic from IPCC Report, 2021: Chapter 6.
In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis.*

RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI:

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA



- Direttiva Europea 2008/50/CE del 21 maggio 2008 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

PER SITI DI BACKGROUND RURALE

- NUOVA DIRETTIVA EUROPEA - Risoluzione legislativa del Parlamento europeo del 24 aprile 2024. Procedimento in corso.

Monitoraggio di particolato carbonioso (*) e carbonio elementare sia nei siti di fondo rurale sia nei siti di fondo urbano, al fine di favorire la comprensione scientifica dei loro effetti sulla salute umana e sull'ambiente, come raccomandato dall'OMS.

(*) - (14) "particolato carbonioso" (black carbon) o "BC": aerosol carboniosi misurati mediante assorbimento della luce;

CAMPIONAMENTO

- Norma UNI EN 12341:2023.

ANALISI

- Norma UNI EN 16909:2017- Aria Ambiente - Determinazione di carbonio elementare (EC) e di carbonio organico (OC) depositato su filtri.
- Norma UNI CEN/TR 17554:2021 - Aria ambiente - Applicazione della EN 16909 per la determinazione del carbonio elementare (EC) ed organico (OC) contenuto nel PM10 e PM Coarse (PM10-2.5).

RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI:

ESPOSIZIONE DEL LAVORATORE



- Direttiva Europea (EU) 2019/130 del 16 gennaio 2019 modifica l'elenco delle sostanze cancerogene includendo EC come proxy dell'esposizione a fumi di scarico dei motori diesel.
- Il D.lgs. Dell'11 febbraio 2021 recepisce la Direttiva Europea e modifica gli allegati XLII e XLIII D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

ESPOSIZIONE A FUMI DI SCARICO DA MOTORI DIESEL NELLA FORMA DI EC: VLEP limite 0.05 mg/m^3 espresso come media ponderata su un tempo di 8 ore

CAMPIONAMENTO E ANALISI

- Norma UNI EN 14530/2005 (Atmosfere nell'ambiente di lavoro. Determinazione del particolato diesel. Requisiti generali). Prevede il campionamento della frazione respirabile (secondo la norma UNI 481:1994).
- METODO NIOSH 5040 2016 – DIESEL PARTICULATE MATTER (as Elemental Carbon)



2. IL PROGETTO CALIPSO



IL PROGETTO CALIPSO:

CALIPSO - Carbonio Aerodisperso: Limiti, Impatto, Protocolli e Standard Operativi

- **Tipologia:** Programma P.R. FESR LIGURIA 2021-2027
- **Partners:** PM_TEN Srl (capofila), SIGE Srl, Bees S.r.l
- **Settore:** Sicurezza e monitoraggio del territorio
- **Durata:** Febbraio 2024 - Gennaio 2026 (18 mesi + 6)
- **Budget:** 410 k€ (65%RI – 35 % SS)



CAMPAGNE IN SITU

SITI PILOTA

- Estrazione Gesso Srl
- Ente Bacini Srl
- Altri siti previsti entro la fine del progetto

... ongoing

STRUMENTAZIONE

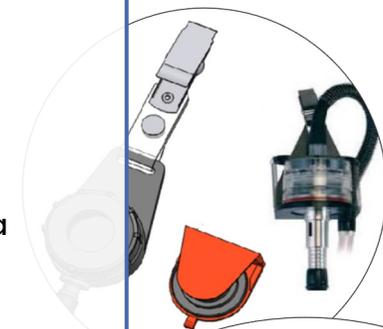
- Campionamento con Campionatori Personali
- Confronto pre-selettori (taglio/omogeneità del deposito/flussi) (polveri totali, inalabili, respirabili, PM10/2.5)
- Valutazione andamento nell'arco della giornata lavorativa e valutazione concentrazioni di fondo con Campionatori Sequenziali e Giano BC1

CARATTERIZZAZIONE POLVERI

- EC/OC + BC (online)
- Altri elementi/possibili interferenti (IPA, metalli,...)



29/05/2024



ESPERIMENTI IN ASC

ChAMBRé (Chamber for Aerosol Modelling and Bio-aerosol Research)

- Installata presso l'INFN di Genova e gestita in collaborazione con il Laboratorio di Fisica Ambientale (UNIGE).
- La camera è utilizzata per studi su bioaerosol e aerosol carboniosi



STRUMENTAZIONE

- Sorgenti di Aerosol Carbonioso: Soot generator, Motore diesel (alimentato con diverse tipologie di carburante)
- Campionamento per analisi off- line
- Strumentazione on-line per l'analisi di Aerosol Carbonioso (Photoacoustic extinctions, Aethalometer AE33 + Total Carbon Analyzer, Giano BC1,...)



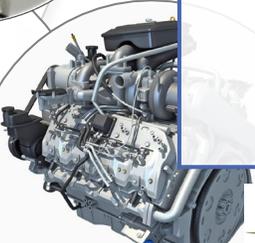
OBIETTIVI

- Valutazione in atmosfera controllata della procedura di campionamento nei luoghi di lavoro (campionatori personali)
- Valutazione di diversi combustibili e caratterizzazione delle proprietà ottiche

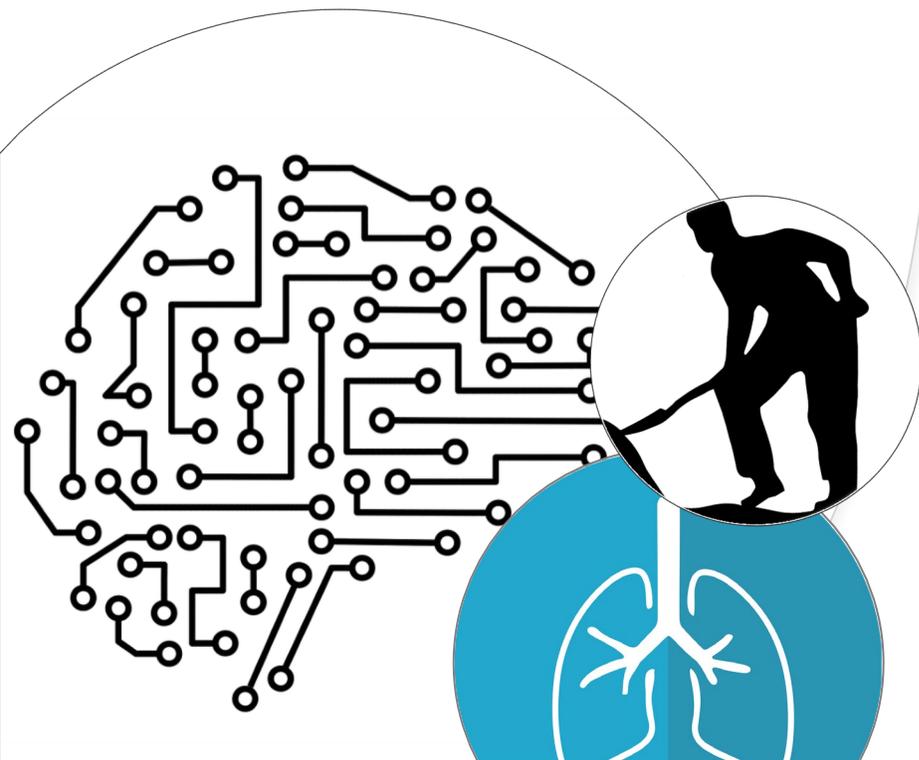


Articolo sottomesso su rivista scientifica internazionale (under review)

29/05/2024



ANALISI ED ELABORAZIONE DATI



RACCOLTA DATI

- Dati epidemiologici (area nazionale ed EU) focus su patologie respiratorie, cardiocircolatorie e tumorali.
- Dati relativi a forza lavoro (area nazionale ed EU) focus settore economico d'impiego, mansione, ecc..

REALIZZAZIONE DATABASE

- Ricerca, selezione ed estrazione dei dati grezzi, verifica della completezza e della correttezza dei dati estratti..
- Standardizzazione (fasce d'età, intervalli temporali zone geografiche).
- Generazione di dataset derivati per confronto tra fonti eterogenee(per questo è stato necessario raccogliere ed utilizzare anche alcuni dati demografici).

SVILUPPO ALGORITMI ELABORAZIONE DATI

- Approcci statistici (puri) + machine learning



3. NEXT STEPS E SVILUPPI FUTURI





NEXT STEP

- Conclusione attività di monitoraggio in situ e caratterizzazione del particolato raccolto
- Sviluppo e validazione algoritmi di elaborazione dati epidemiologici/esposizione del lavoratore per fornire stime probabilistiche del potenziale di rischio per la salute associato all'esposizione all'aerosol carbonioso
- Realizzazione di un *worskhsop* tematico per la diffusione dei risultati ottenuti

SVILUPPI FUTURI

Nel contesto scientifico e normativo nazionale e internazionale la componente carboniosa dell'aerosol è chiaramente identificata come uno degli elementi cui dedicare maggiore attenzione, ma siamo attualmente distanti da un quadro chiaro:

- ...cosa stiamo cercando? Necessaria una **normativa aggiornata per il mondo del lavoro**
- Gli studi e i confronti eseguiti confermano che diversi metodi analitici producono **risultati (per definizione) distinti ma ben confrontabili**. Ogni metodica ha «pregi e difetti» da considerare: la direzione di sviluppo più promettente sembra essere l'**integrazione di diverse metodologie**



Grazie per l'attenzione

E-mail

paolo.brotto@pmten.it

