

Risultati Progetti PR FESR

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 Servizi Industriali Genova – SIGE Srl, Bayesian Estimation for
Engineering Solutions (BEES) Srl

CONTENUTI

Introduzione generale alla tematica

- L'aerosol carbonioso
- Posizione nel contesto regolatorio EU e IT
- Normativa di riferimento

Il progetto CALIPSO

- Contesto e finalità
- Il progetto e le sue fasi operative
- Milestones e next steps

AEROSOL CARBONIOSO

“...CHI ERA COSTUI?”

-  Total carbon (TC)
-  Elemental Carbon (EC)
-  Organic Carbon (OC)
-  Carbonio Pirolitico (PyrC)
-  Black Carbon (BC)
-  Brown Carbon (BrC)
-  Equivalent Black Carbon (EBC)



Diverse definizioni



Diverse proprietà



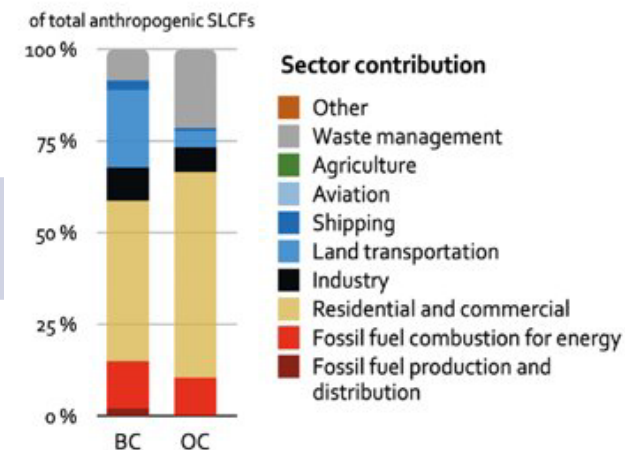
Sorgenti

Graphics from IPCC, 2021: Chapter 6.
 In: Climate Change 2021: The Physical Science
 Basis.

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

↑ Chem. Refractivity ↑ Optical Absorption

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



UN RUOLO DI PRIMO PIANO...



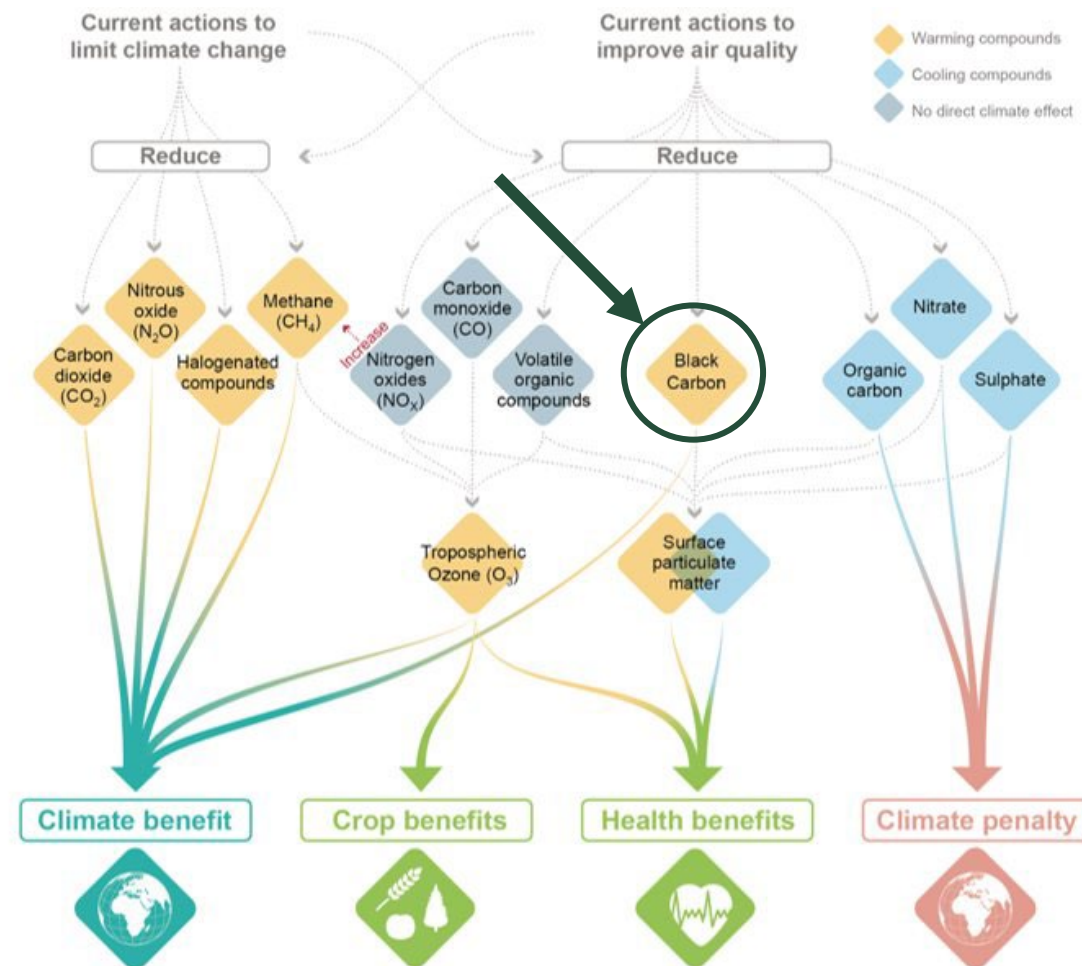
Impatti sul clima



Impatti sulla salute umana

CALIPSO

Carbonio Aerodisperso: Limiti, Impatto, Protocolli e Standard Operativi



Graphics from IPCC, 2021: Chapter 6. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis.

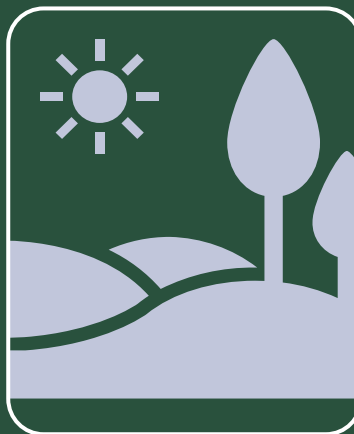
...FRA GLI INQUINANTI EMERGENTI

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

- *"Elemental carbon is required to be measured by EU Directive 2008/50/EC, and the European Committee for Standardization (CEN) has developed a measurement method (CEN, 2017; Brown et al., 2017).*
- *As yet, no similar standard exists for black carbon but descriptions of methods of reporting have been given in the EU-funded ACTRIS Infrastructure (ACTRIS, 2020 and described by the World Meteorological Organization (WMO), Petzold et al., 2013).*
- *Although recommending a standard method for BC/EC monitoring is outside of the scope of WHO air quality guidelines, **defining a standard and easy-to-apply method** by relevant organizations would facilitate the recommended monitoring. "*

LA NORMATIVA IN ARIA-AMBIENTE

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 - 2024/2881 del 24 aprile 2024.
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

LA NORMATIVA IN IGIENE INDUSTRIALE



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

- » febbraio 2023: limite applicabile in ambienti lavorativi ordinari per le attività con esposizione diesel
- » febbraio 2026 : limite applicabile anche per miniere sotterranee e attività in galleria

QUALE METODO USARE?



NORMA UNI EN 14530:2005

- Atmosfere nell'ambiente di lavoro. Determinazione del particolato diesel.
- Respirable fraction of particulate diesel engine exhaust emissions, sampled according to UNI EN 481:1994.
- Determination of conversion into CO₂ and subsequent determination by a suitable method (combustion, IR, GC-FID).
- Determination of OC by the gravimetric method.
- Determination of EC by the gravimetric method.
- Determination of EC by the gravimetric method.

Metodologia
analitica
obsoleta,
ormai
superata

METODO NIOSH 5040

- DIESEL PARTICULATE MATTER (as Elemental Carbon)
- Personal sampling pump. A size classifier (e.g., impactor and/or cyclone) may be required to prevent filter overloading, particularly if high levels of other dusts are present (exp. Carbonaceous).
- Typical rates 2-4 L/min. Lower flows (down to 1 L/min) have been used to prevent overloading.
- NIOSH 5040 is based on a gravimetric method.
- Elemental carbon is determined by oxidation and gravimetry.

Lo standard
maggiormente
diffuso e utilizzato
Non chiaro sulla
scelta dei selettori
per taglio
dimensionale e
interferenze

NORMA UNI EN 16909:2017

- Aria Ambiente - Determinazione di carbonio elementare (EC) e di carbonio organico (OC) depositato su filtri.
- Sampling onto filters is to be done in accordance with EN 12341:2014 for PM_{2.5}.
- The method for measuring EC and OC in ambient PM samples collected on filters is based on the gravimetric-optical method. In particular, the general procedure described is a gravimetric method (TOC) for the determination of OC and a gravimetric method (EC) for the determination of EC.

Norma sviluppata e
applicabile per
aria-ambiente.
Valida solo per
frazione PM_{2.5}
campionata
secondo EN
12341:2014

LE NECESSITA' CHE EMERGONO

Il quadro in sintesi:

- Determinazione non semplice, con artefatti noti e difficilmente eliminabili: è ancora in corso il dibattito nella comunità scientifica internazionale e **manca un vero e proprio riferimento universalmente condiviso**
- L'obiettivo del monitoraggio è **preservare la salute della popolazione / del lavoratore**, per il quale è importante individuare un protocollo chiaro e perseguibile
- Ogni metodica ha «pregi e difetti» da considerare. **Se diversi metodi analitici** producono risultati (per definizione) distinti ma **ben confrontabili**, la direzione di sviluppo più promettente potrebbe essere **l'integrazione di diverse metodologie...**

IL PROGETTO

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

- Programma P.R. FESR LIGURIA 2021-2027 – Azione 1.1.1
- Febbraio 2024 - Gennaio 2026

Partners



Collaboratori



Istituto per le Applicazioni del Calcolo



Stakeholders



TERMINAL SAN GIORGIO



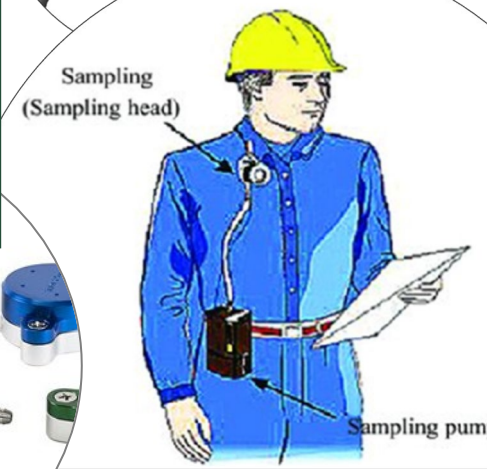
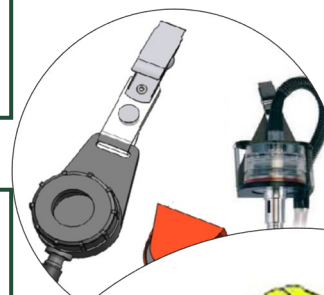
CAMPAGNE IN SITU

Metodologia adottata

- Campagne di monitoraggio presso siti pilota: galleria sotterranea e siti outdoor in contesto urbano/portuale (Ente Bacini Srl, Terminal S.Giorgio)
- Campionamento con campionatori personali e sequenziali
- Caratterizzazione completa dei campioni raccolti: EC/OC, BC (online) + possibili interferenti (IPA, metalli)

Obiettivi e risultati ottenuti

- Indagine sistematica per la valutazione dell'efficacia/affidabilità delle metodologie di raccolta e analisi dei dati
- Studio del contesto ambientale e valutazione di interferenze/background



ESPERIMENTI IN ASC

Metodologia adottata

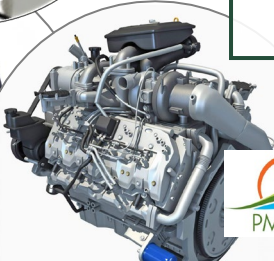
- Esperimenti realizzati presso l'infrastruttura di ricerca ChAMBRé – camera di simulazione atmosferica (INFN-Genova) utilizzabile per riprodurre diverse tipologie di atmosfera in maniera controllata
- Diverse sorgenti per ricostruire le tipiche emissioni dei gas di scarico dei motori diesel
- Campionamento con campionatori personali e sequenziali, strumentazione per monitoraggio on-line e analisi off line dei campioni prodotti

Obiettivi e risultati ottenuti

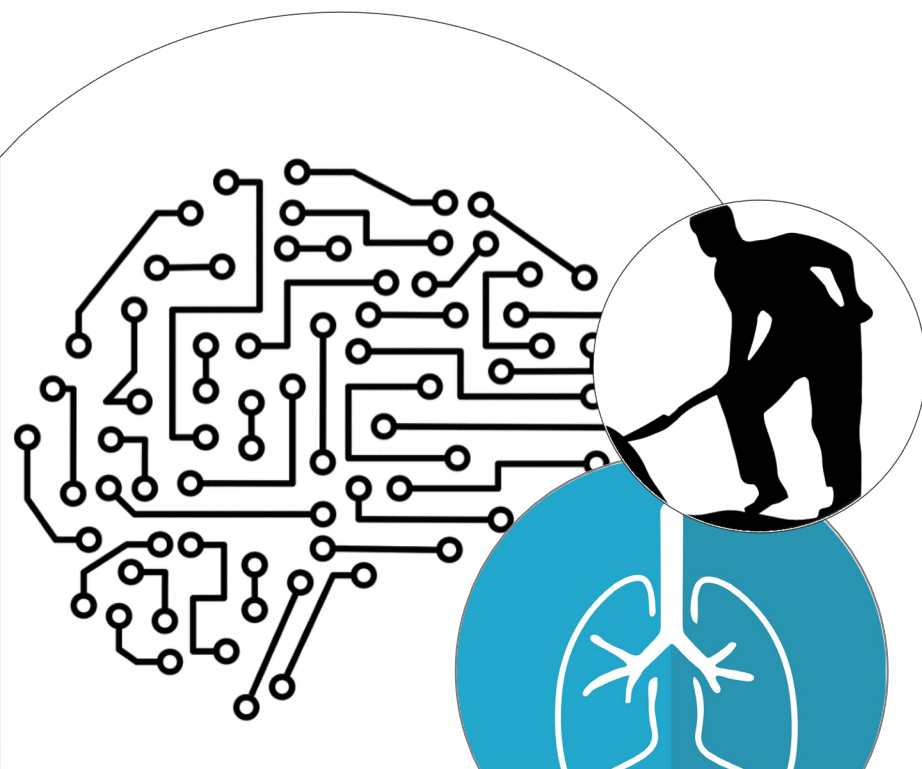
- Valutazione in atmosfera controllata della procedura di campionamento nei luoghi di lavoro (campionatori personali)
- Valutazione di eventuali differenze nelle sorgenti (diversi combustibili) e potenziali interferenze con altri elementi

Articolo scientifico pubblicato su rivista internazionale peer review (Danelli et al ACP 2025)

29/05/2024



ANALISI ED ELABORAZIONE DATI

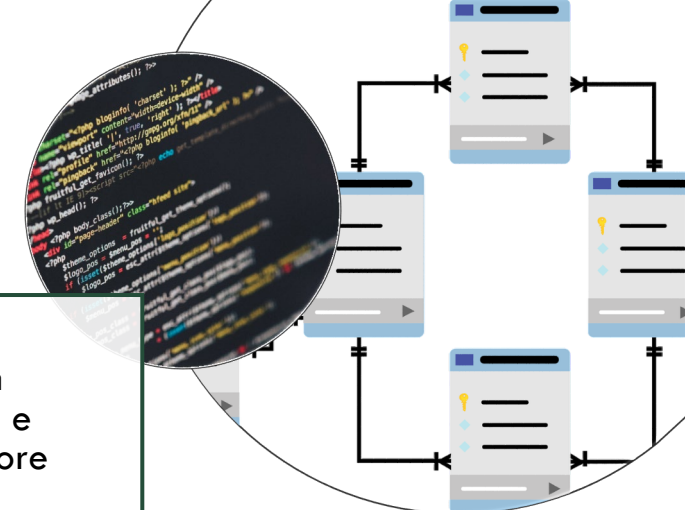


Metodologia adottata

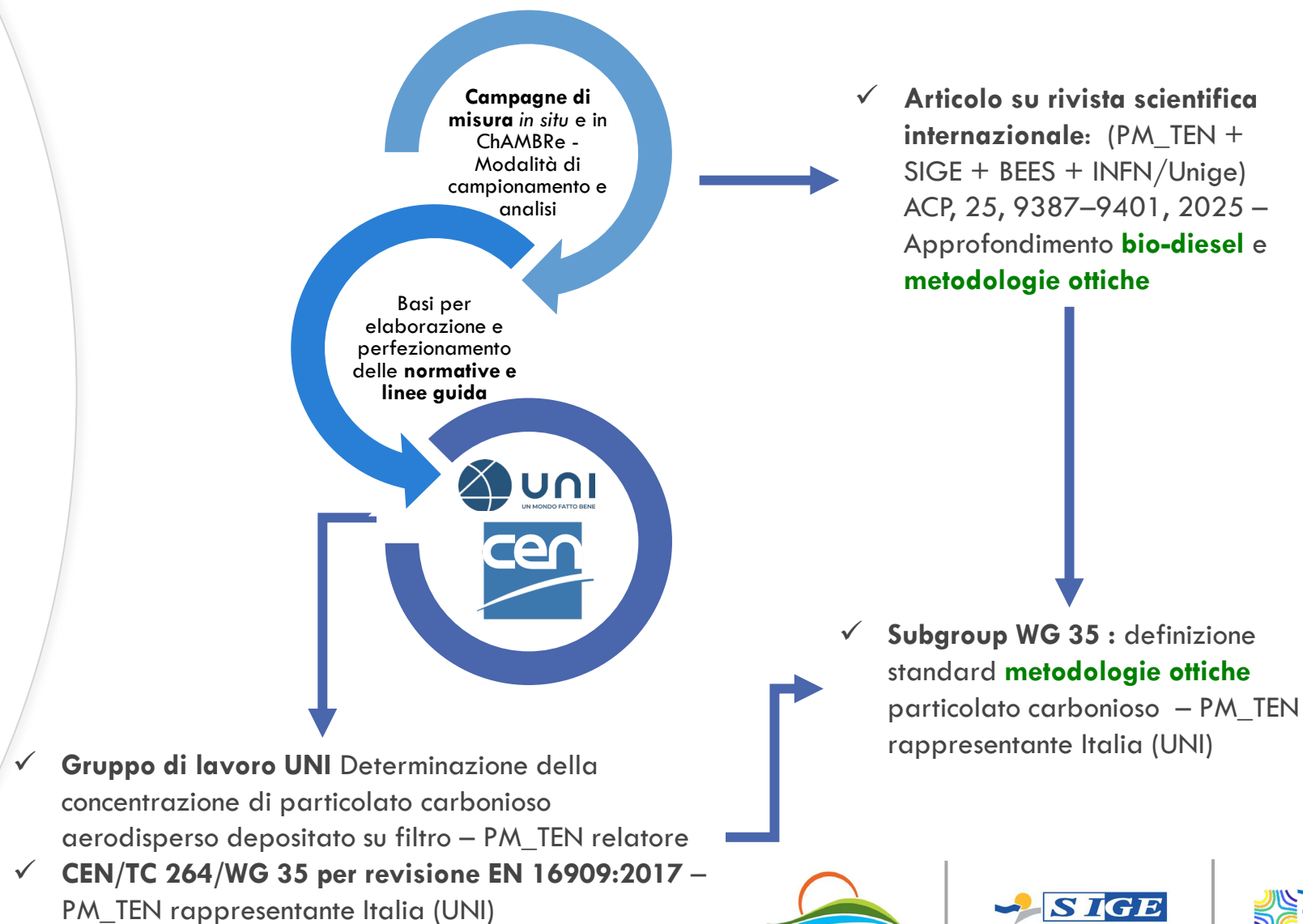
- Raccolta dati disponibili: dati epidemiologici (con focus su patologie respiratorie, cardiocircolatorie e tumorali) e dati relativi a forza lavoro (focus settore economico d'impiego, mansione, ecc..)
- Realizzazione database completo: ricerca, selezione ed estrazione dei dati grezzi, verifica della completezza e della correttezza dei dati estratti, standardizzazione (fasce d'età, intervalli temporali zone geografiche) e generazione di dataset derivati per confronto tra fonti eterogenee (per questo è stato necessario raccogliere ed utilizzare anche alcuni dati demografici).
- Analisi dati con modelli di elaborazione avanzata: primo step statistica interferenziale

Obiettivi e risultati ottenuti

- Verificare le potenziali correlazioni fra i parametri legati all'impiego e l'insorgere delle tipiche patologie legate (anche) all'esposizione all'aerosol carbonioso



MILESTONES e NEXT STEPS



Grazie per la vostra attenzione!
