

Università degli Studi di Napoli Federico II
SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE



Corso di Laurea in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale
Tesi di Laurea

**Composition and size of the atmospheric particulate matter in urban areas:
The case of Napoli Est (San Giovanni a Teduccio)**

Anno Accademico 2018/2019

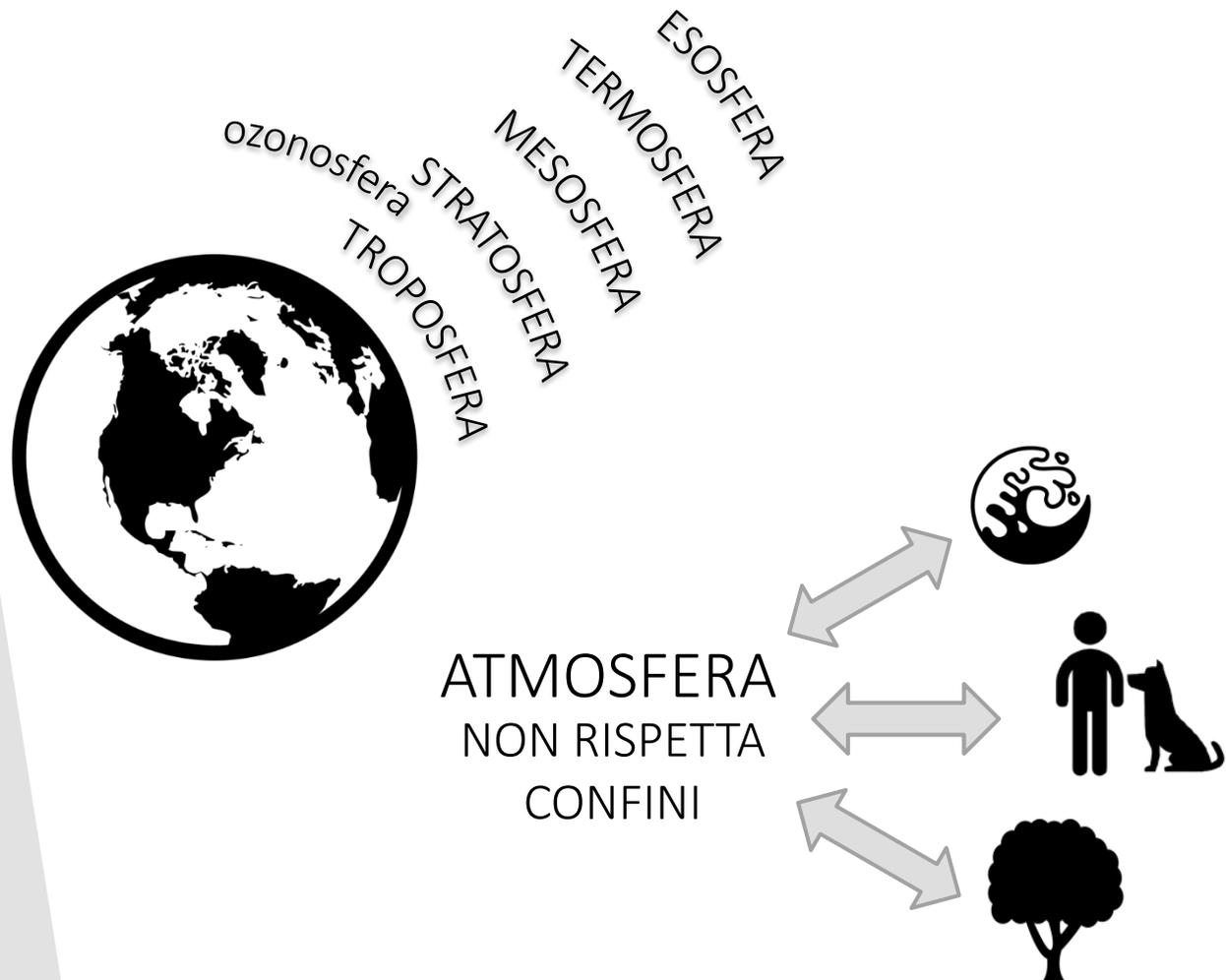
Relatore:
Ch.mo Prof. Andrea D'Anna

Candidato:
Caterina Ruggiero

Co-relatori:
Dott. Anna Ciajolo
Dott. Carmela Russo

Matricola:
049001007

Che cos'è l'atmosfera?



Gas	Concentration (ppm)
Nitrogen (N ₂)	780900
Oxygen (O ₂)	209400
Argon (Ar)	9300
Carbon Dioxide (CO ₂)	315
Neon (Ne)	18
helium (He)	5.2
Methane (CH ₄)	1.0-1.2
Krypton (Kr)	1
Nitrogen oxide (NO)	0.5
Hydrogen (H ₂)	0.5
Xeno (Xe)	0.08
Nitrogen dioxide (NO ₂)	0.02
Ozone (O ₃)	0.01-0.04

INQUINAMENTO ATMOSFERICO

...ogni modifica nell'aria atmosferica causata dall'introduzione di una o più sostanze che possono influire negativamente sulla qualità ambientale e sulla salute umana.

FONTI

NATURALI



ANTROPOGENICHE



INQUINANTI

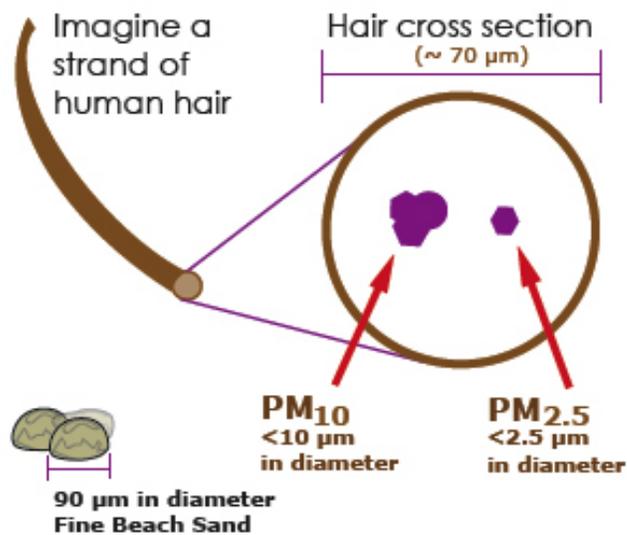
- PRIMARI: emessi tali e quali
- SECONDARI: si formano in atmosfera

PARTICOLATO ATMOSFERICO (PM)

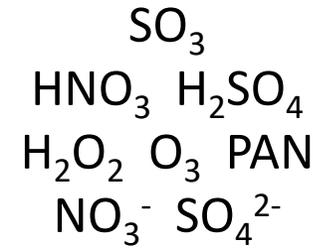
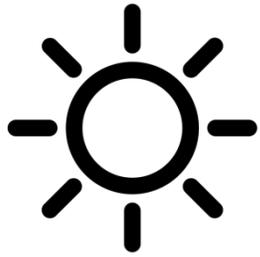
Un sistema di particelle solide e liquide di diverse dimensioni e origine, comunemente definito PM, finemente disperse nell'atmosfera con la quale formano un aerosol.

aerosol

- NATURALE
- ANTROPOGENICO
- PRIMARIO
- SECONDARIO
- PM10
- PM2.5
- PM1



AEROSOL PRIMARIO E SECONDARIO



*AEROSOL
SECONDARIO*

CO CO₂ SO₂ NO NO₂ IDROCARBURI PARTICELLE SOSPese ORGANICHE E INORGANICHE



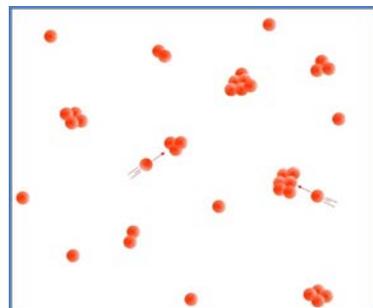
*PARTICOLATO PRIMARIO E
PRECURSORI*

FONTI NATURALI E ANTROPOGENICHE

PARTICOLATO SECONDARIO

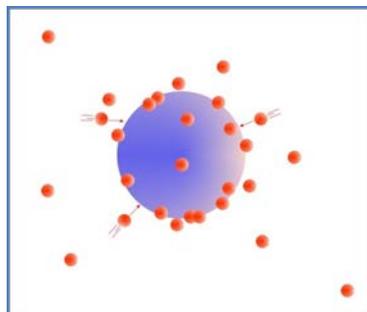
Si forma nell'atmosfera attraverso reazioni chimiche tra le sostanze presenti, inquinanti primari e non. Le reazioni chimiche generalmente coinvolgono l'ossigeno atmosferico e la radiazione solare.

NUCLEAZIONE



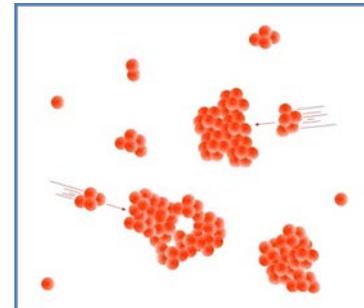
DI PARTICELLE DA GAS
A BASSA TENSIONE
DI VAPORE

CONDENSAZIONE



DI GAS A BASSA PRESSIONE
DI VAPORE SU
PARTICELLE ESISTENTI

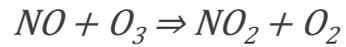
COAGULAZIONE



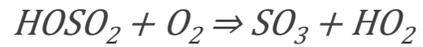
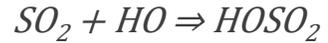
DI PARTICELLE

AEROSOL SECONDARIO

O₃

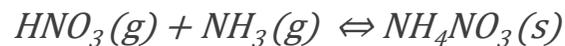
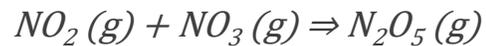
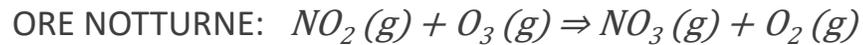
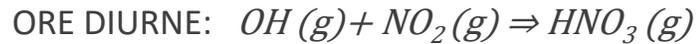


(NH₄)₂SO₄ e NH₄HSO₄

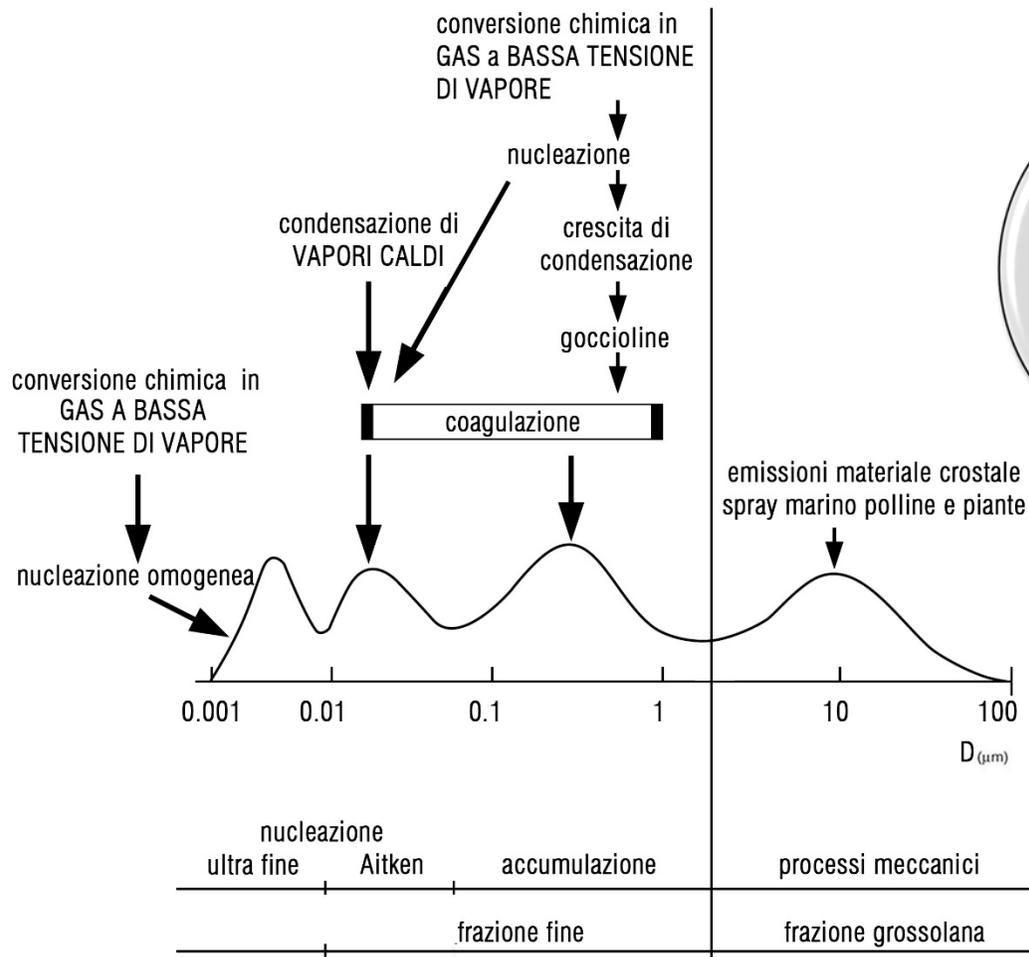


H_2SO_4 reagisce HN_3 per formare i solfati: «la reazione chimica preferita nell'atmosfera» (Baek 2004)

NH₄NO₃



DISTRIBUZIONE DIMENSIONALE PARTICOLATO



CLASSIFICAZIONI DIMENSIONALI

MODALE
basata sulle dimensioni e i meccanismi di formazione

- frazione grossolana
- frazione di accumulo
- frazione Aitken
- frazione di nucleazione

DOSIMETRICA
si riferisce al posizione nell'apparato respiratorio raggiungibile dalle particelle

- inalabile
- toracica
- respirabile

CUT POINT
in Italia indica il risultato di un campionamento selettivo mediante campionatori ad impatto inerziale

- PM10
- PM2,5
- PM1

EFFETTI DEL PM SULL'AMBIENTE



DANNI alla VEGETAZIONE

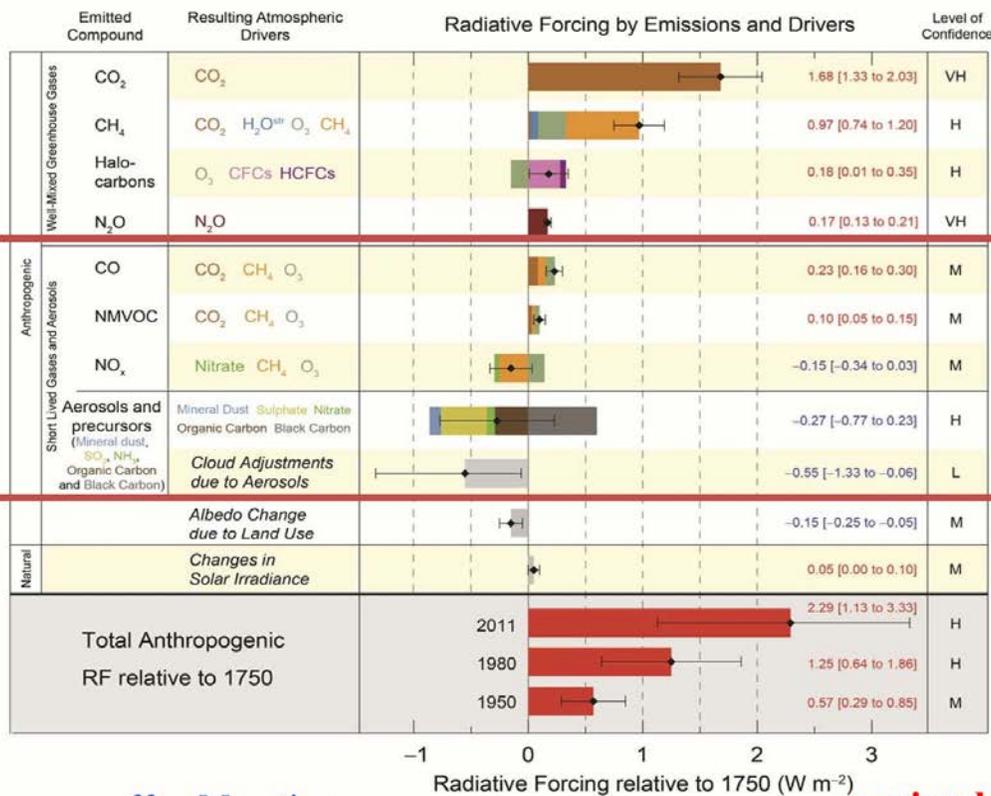
RIDUZIONE VISIBILITA'

RISCALDAMENTO GLOBALE

Gas con lunghi tempi di vita nell'atmosfera

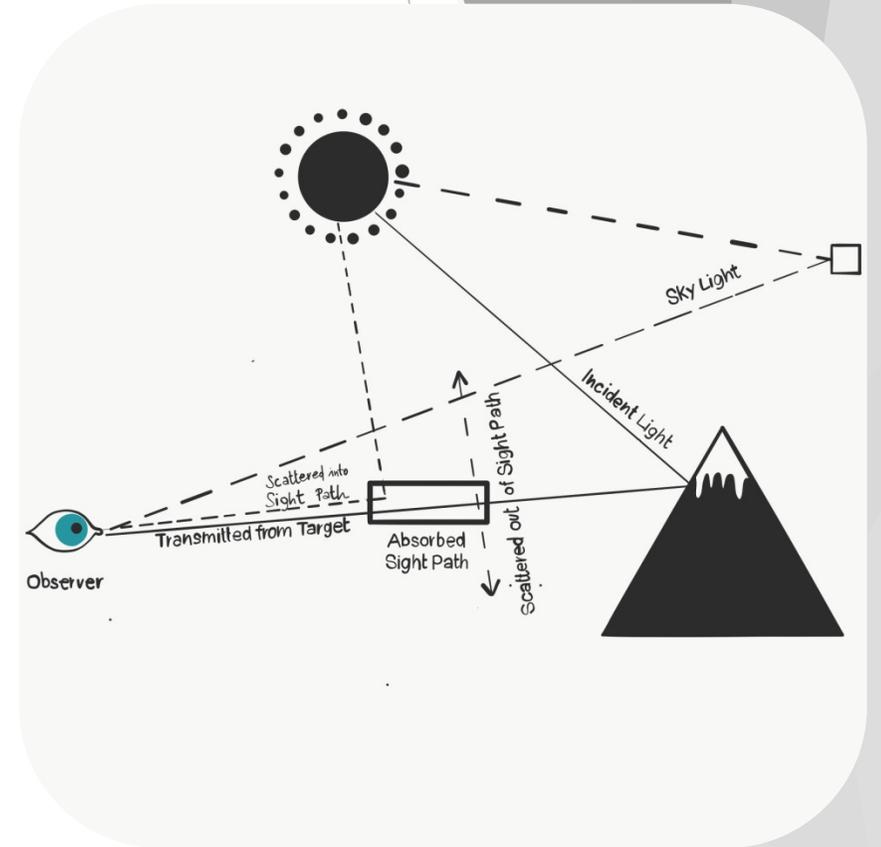
Gas e aerosol con brevi tempi di vita nell'atmosfera

Altri cambiamenti

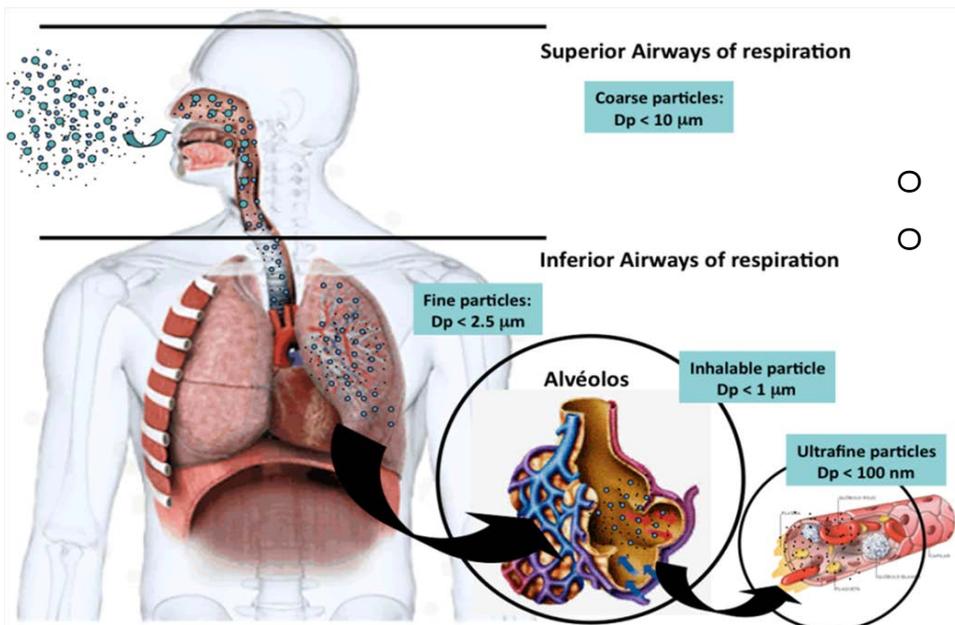


raffreddanti ←

→ riscaldanti



EFFETTI DEL PM SULLA SALUTE UMANA



RESPIRATORI

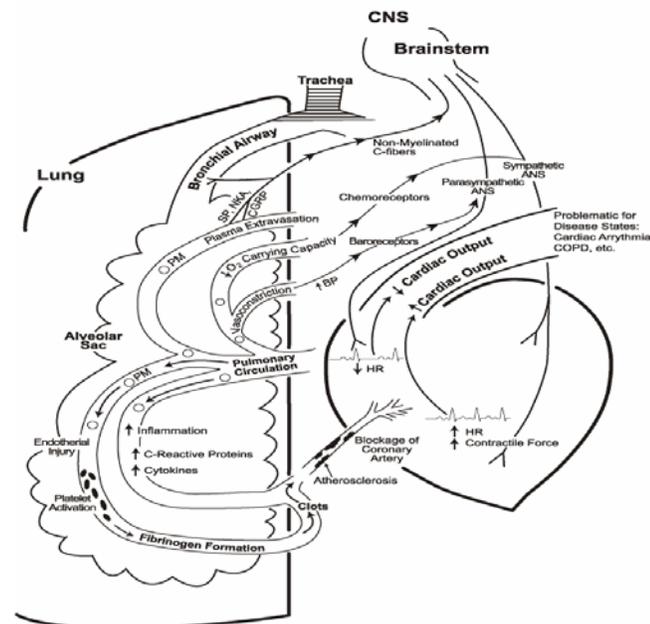
- Maggiore incidenza infezioni alle vie respiratorie
- Patologie respiratorie ostruttive e restrittive
asma e bronchiti croniche

MUTAGENI E GENOTOSSICI

- Aumento del rischio di mortalità per cancro al polmone

CARDIOVASCOLARI

- Aumento di mortalità e morbilità correlate al cuore
pressione alta aritmie difetti nella coagulazione



DECRETO LEGISLATIVO n°155 del 13 AGOSTO 2010

INQUINANTE	LIMITE PER LA SALVAGUARDIA DELLA SALUTE UMANA	INDICE STATISTICO MEDIA	MASSIMO NUMERO DI SUPERAMENTI IN 1 ANNO
PM₁₀	50 µg / m ³	24 ORE	35 VOLTE
	40 µg / m ³	ANNUALE	
PM_{2.5}	25 µg / m ³	ANNUALE	
	VALORE OBIETTIVO DA RAGGIUNGERE ENTRO IL 1° GENNAIO 2020 20 µg / m ³		

OBIETTIVO DELLO STUDIO

Studiare le caratteristiche dell'emissione di particolato PM10 e PM1, considerata l'importanza di tali caratteristiche nella valutazione degli effetti sull'ambiente e sulla salute umana.



SITO DI CAMPIONAMENTO:

CESMA

San Giovanni a Teduccio

FASI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO



filtro
pre-campionamento



stazione automatica di
monitoraggio in esterna
SKYPOST PM FG



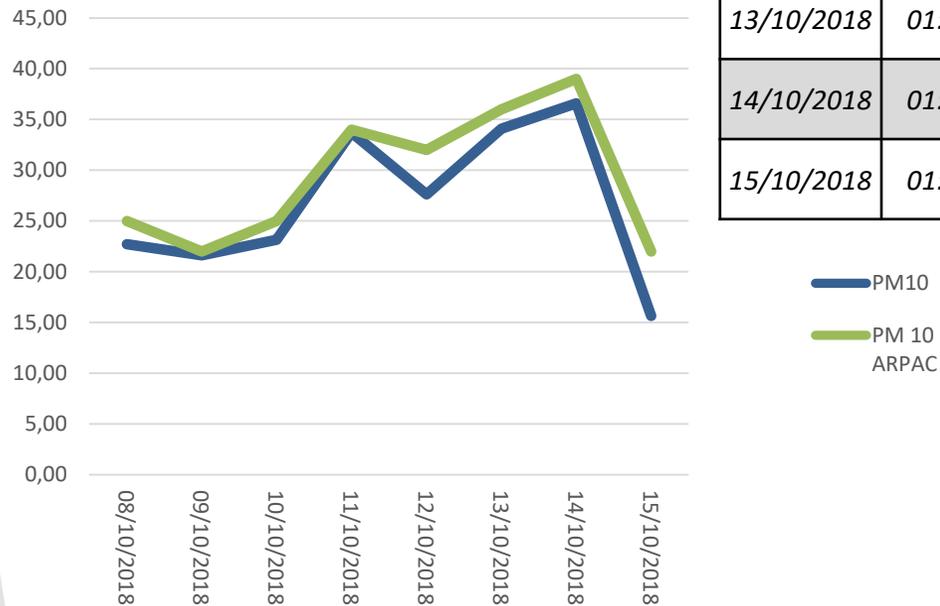
filtro
post-campionamento



$$C = \frac{\Delta m}{V} = \frac{m_f - m_i}{V}$$

CONCENTRAZIONE DEL PARTICOLATO <math><10\mu\text{m}</math> (PM10) MISURATO E CONFRONTO CON I DATI ARPAC

DATE	TIME start	TIME stop	Tmax (C°)	Tmin (C°)	Tmed (C°)	P (KPa)	V (m3)	WEIGHT (μg)	PM10 Concentration (μg/m3)	PM10 ARPAC Concentration (μg/m3)
08/10/2018	14:41	23:55	26.39	19.25	22.47	101.57	21.1163	480	22.73	25
09/10/2018	01:00	23:55	27.96	17.47	21.66	101.69	51.7712	1120	21.63	22
10/10/2018	01:00	23:55	25.81	18.69	22.39	101.77	50.0889	1160	23.16	25
11/10/2018	01:00	23.55	28.27	17.09	20.73	101.77	52.4957	1770	33.72	34
12/10/2018	01:00	23:55	30.38	18.41	22.43	101.92	52.4821	1450	27.63	32
13/10/2018	01:00	02:55	31.71	15.65	22.03	101.87	52.4904	1790	34.10	36
14/10/2018	01:00	23:55	30.37	15.28	21.27	101.53	52.4853	1920	36.58	39
15/10/2018	01:00	14:56	31.52	17.14	22.21	101.28	31.927	500	15.66	22



PARTICOLATO <math><1\mu\text{m}</math> (PM1)

DATE	TIME start	TIME stop	Tmax (C°)	Tmin (C°)	Tmed (C°)	P (KPa)	V (m3)	WEIGHT (μg)	PM1 Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ARPAC Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
15/10/2018	15:54	23:55	28.08	20.26	23.03	101.36	18,2128	150	8,23	25

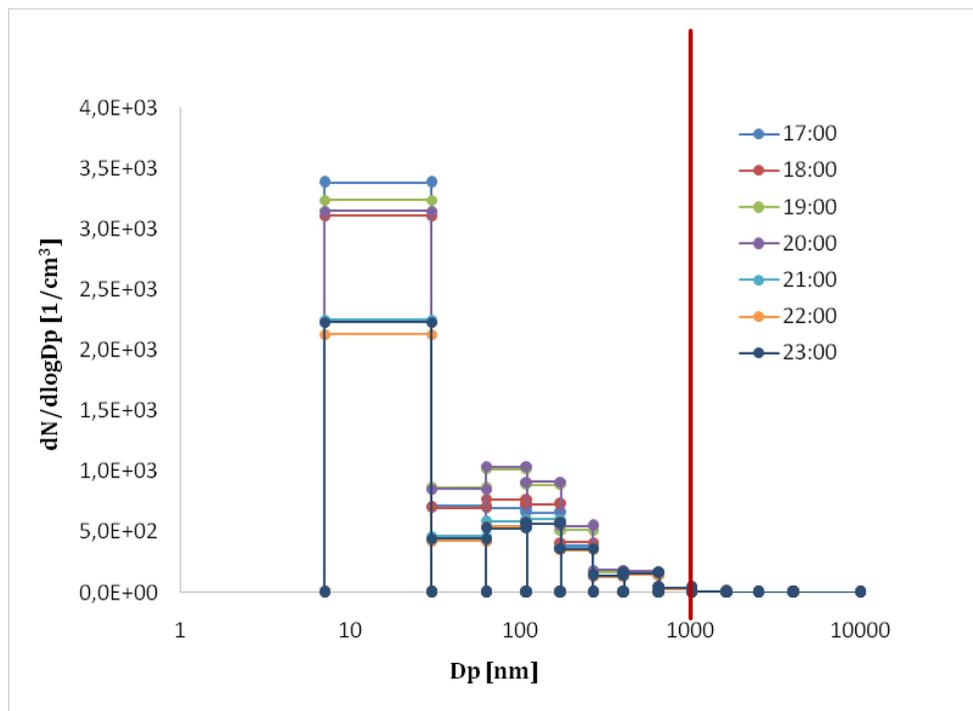
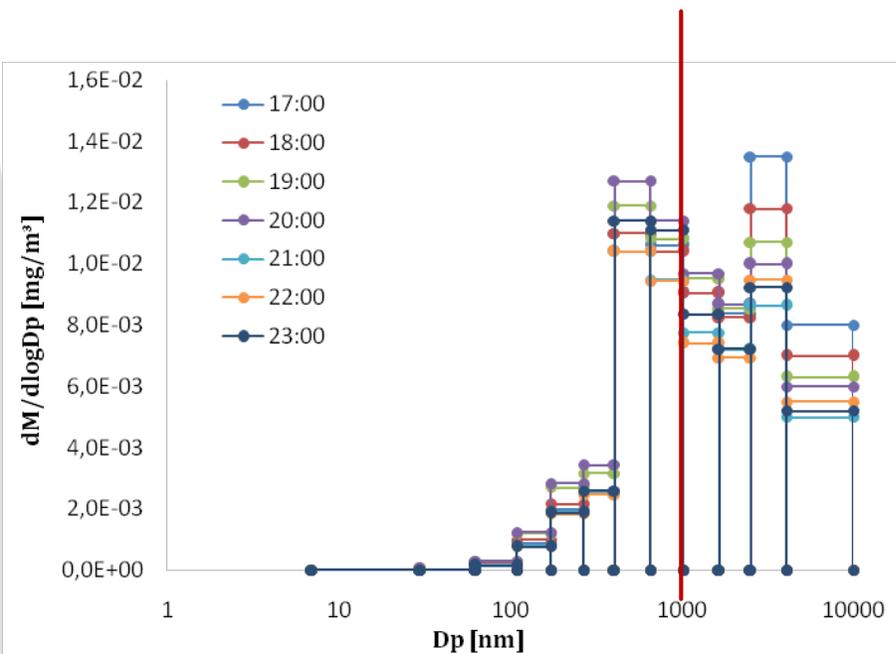
15 Ottobre 2018

Peso PM10 = 500 μg

Peso PM1 = 150 μg

Concentrazione PM10 = 15,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Concentrazione PM1 = 8,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



SPETTROSCOPIA

L'interazione della radiazione/luce di una certa energia (lunghezza d'onda) con determinate specie/sostanze in fase gas, liquida o solidi può dar luogo a fenomeni di :

○ ASSORBIMENTO → TRASFERIMENTO DI ENERGIA DALLA RADIAZIONE AL CAMPIONE CHE TRANSITA AD UN LIVELLO DI ENERGIA SUPERIORE

○ EMISSIONE → TRASFERIMENTO DI ENERGIA DAL CAMPIONE ALLA RADIAZIONE CHE TRANSITA AD UN LIVELLO DI ENERGIA SUPERIORE

○ SCATTERING (DIFFUSIONE) → I FOTONI CHE COSTITUISCONO LA RADIAZIONE NELL'INTERAZIONE COL CAMPIONE CAMBIANO LA LORO TRAIETTORIA

➤ *Rayleigh-Mie scattering*
la radiazione viene diffusa
alla stessa lunghezza d'onda

➤ *Raman scattering*
la radiazione viene diffusa
ad una lunghezza d'onda diversa

L'interazione della radiazione dipende dalle caratteristiche fisiche e chimiche della sostanza/specie.

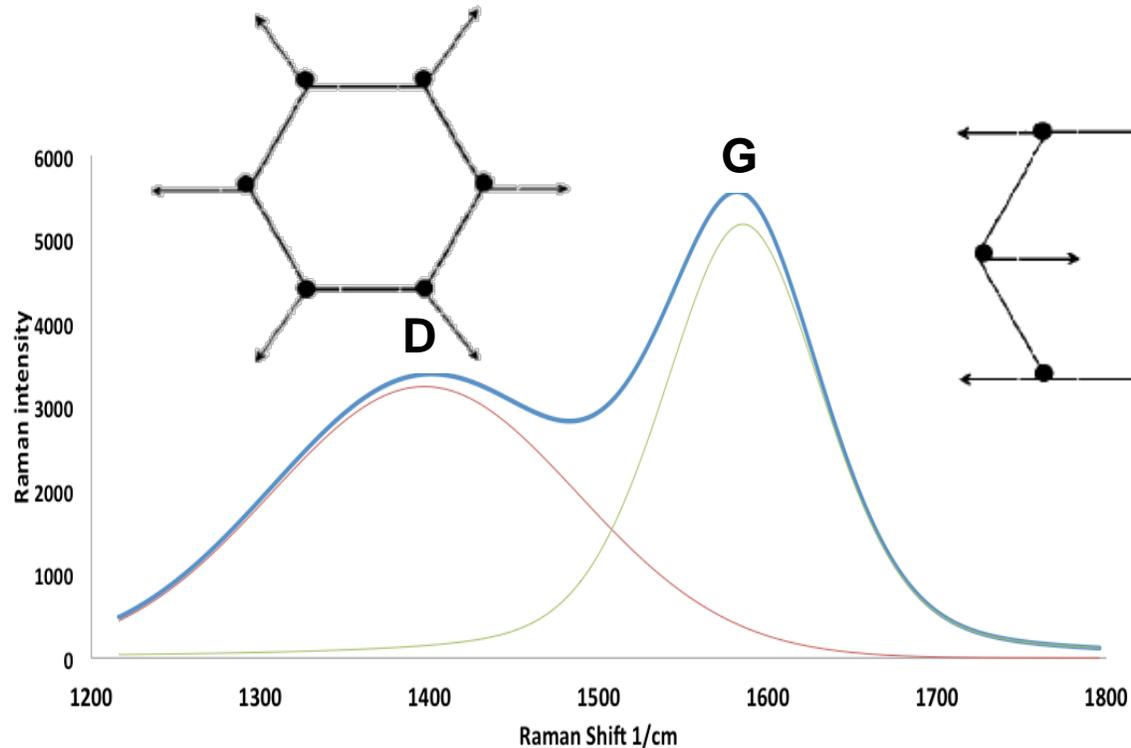
SPETTROSCOPIA RAMAN MATERIALI CARBONIOSI

Picco D

- Modo vibrazionale legato alla presenza dell'anello aromatico
- Assente nei cristalli di grafite, viene attivato dalla presenza di difetti strutturali.

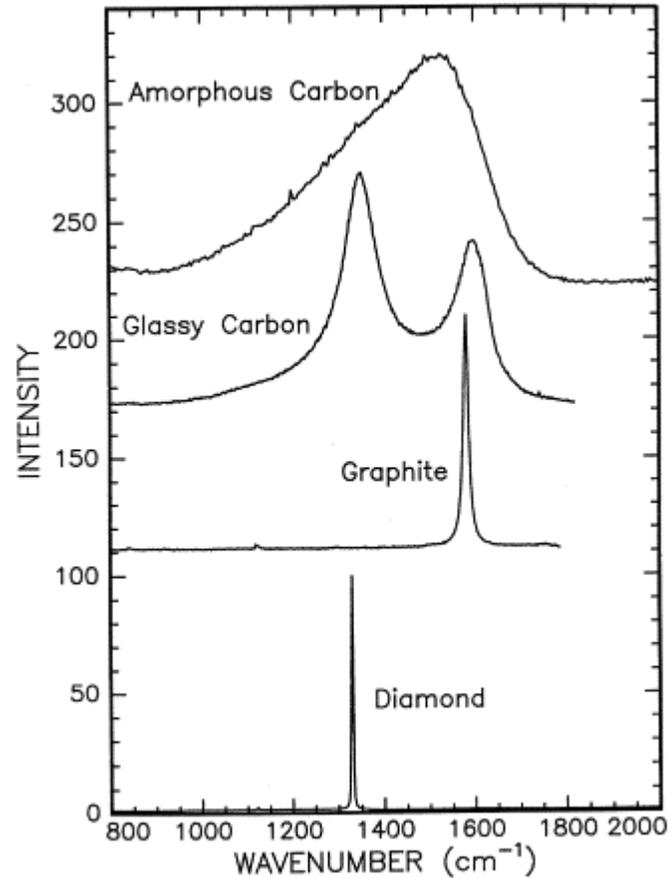
Picco G

- Stretching carbonio sp^2
- Non richiede presenza di anelli aromatici



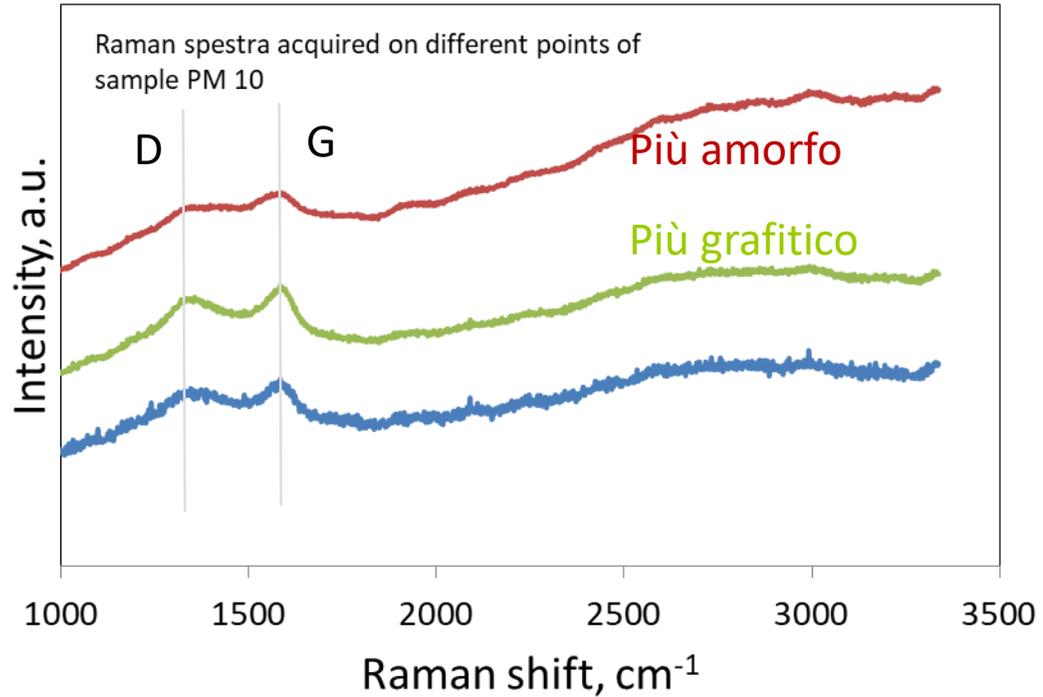
SPETTROSCOPIA RAMAN DI MATERIALI CARBONIOSI

**Disordine
strutturale**



**La spettroscopia
Raman è una tecnica
utilizzata per la
caratterizzazione dei
materiali carboniosi.**

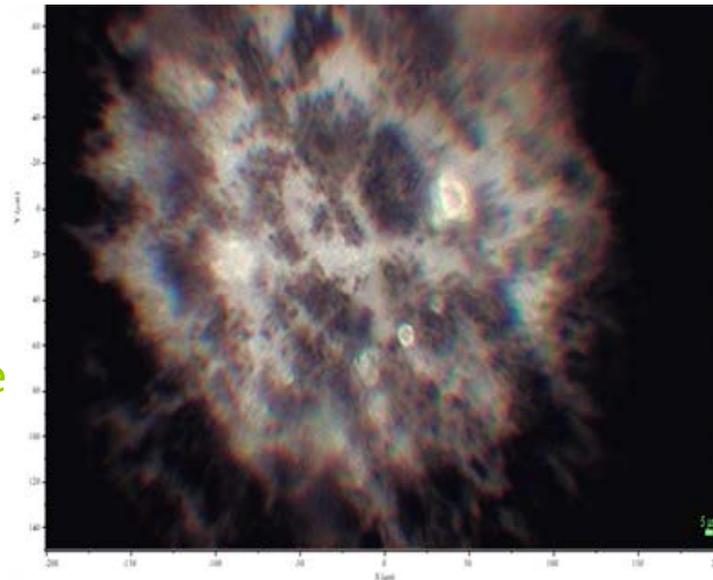
SPETTROSCOPIA RAMAN PM10



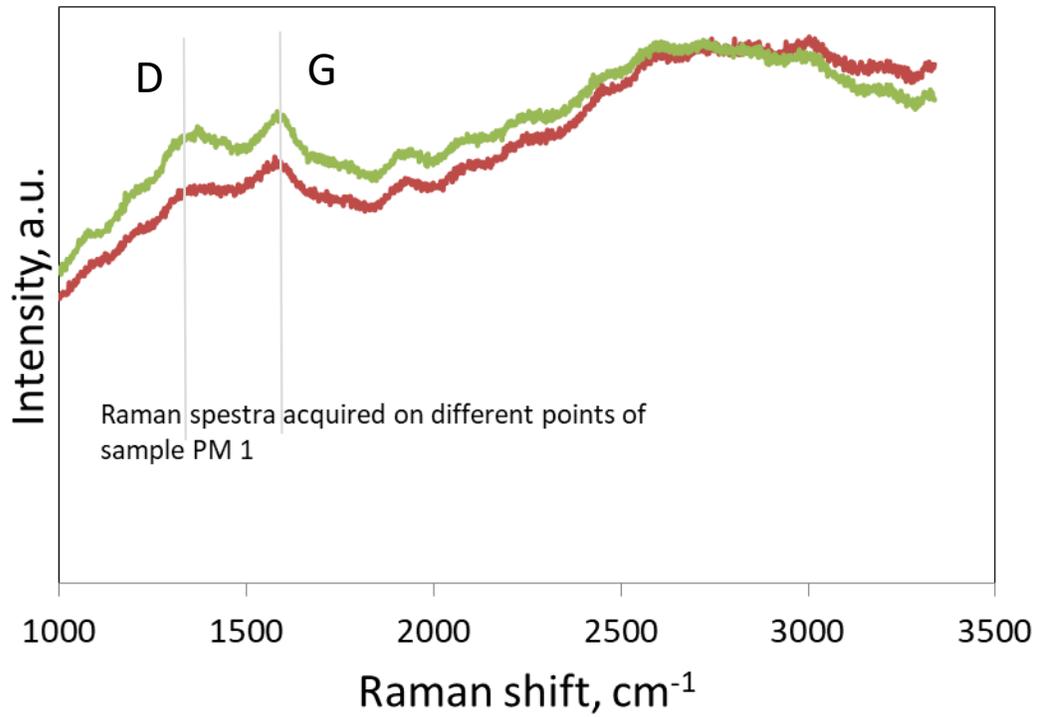
I campioni PM10 si presentano disomogenei sia al microscopio ottico sia in termini di spettri Raman.

Carbonio Amorfo: bande Raman D e G larghe

Carbonio Grafitico: bande Raman D e G più strette

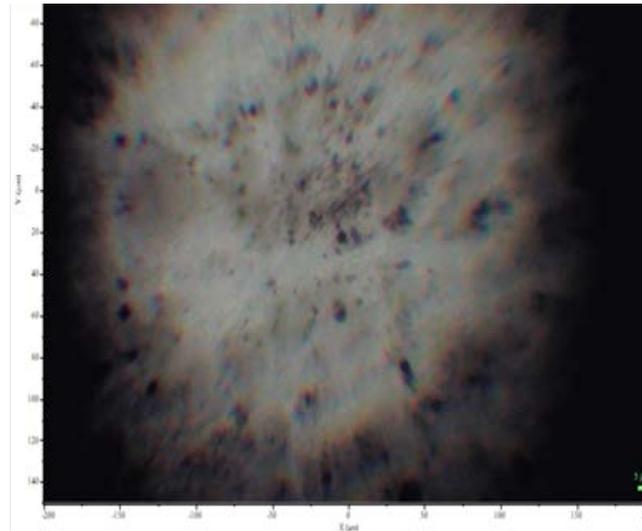


SPETTROSCOPIA RAMAN PM 1

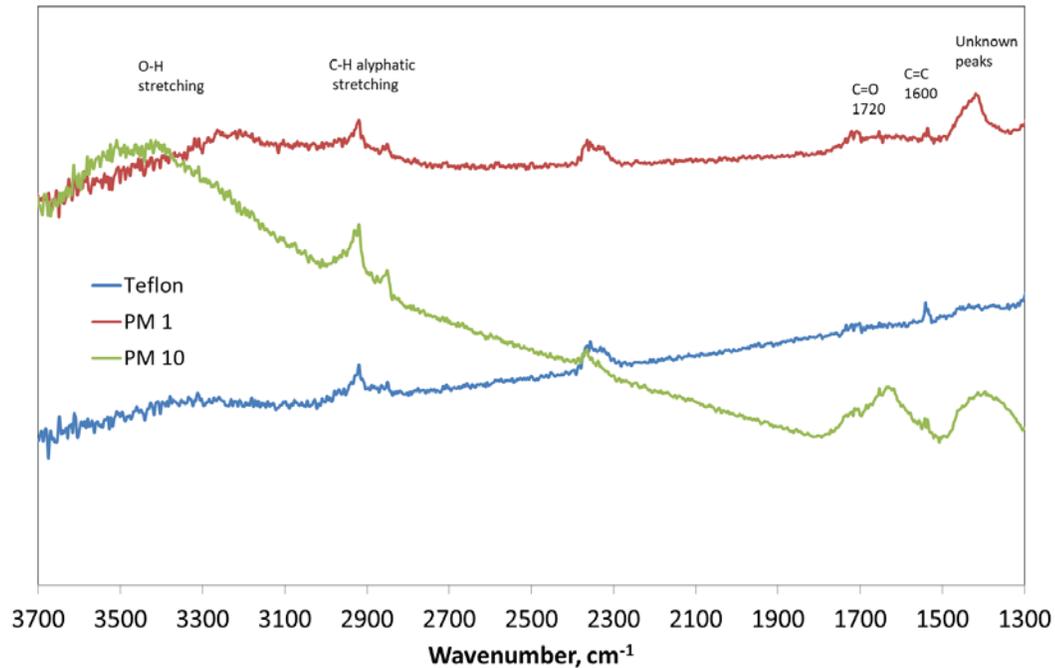


I campioni PM1 si presentano omogenei sia al microscopio ottico sia in termini di spettri Raman.

Carbonio Amorfo: bande larghe



SPETTROSCOPIA INFRAROSSA



La spettroscopia infrarossa è utilizzata per identificare i differenti tipi di legami chimici.

L'assorbimento nell'infrarosso del PM10 conferma la presenza di un particolato carbonioso solido assente nel PM1.

PM10: costituito da carbonio alifatico, carbonio aromatico, presenza di funzionalità ossigenate (es. C=O, C-OH).

CONCLUSIONI

- ❖ Concentrazione di PM10 coerente con i dati ARPAC
- ❖ PM10 di natura mista, organico e inorganico, disordinato ed ordinato, a conferma delle diversità delle fonti responsabili dell'emissione di PM nell'area
- ❖ Concentrazione di PM1 pari alla metà della concentrazione di PM10
- ❖ PM1 con morfologia omogenea a composizione diversa dal PM10: scarsa presenza di particelle carboniose e probabile presenza di specie miste organiche/inorganiche. Questo risultato sarà oggetto nel prossimo futuro di uno studio approfondito.

*IL RECUPERO DI UN'AREA PASSA ATTRAVERSO
IL MIGLIORAMENTO DELLA SUA QUALITA' AMBIENTALE*

