

Studio e caratterizzazione del particolato atmosferico in Val d'Agri

Serena Trippetta



REGIONE BASILICATA



Osservatorio Ambientale
"Val d'Agri"

Marsico Nuovo (PZ), 4 luglio 2013

Outline

Analisi di misure giornaliere di particolato atmosferico (PM) effettuate in prossimità del Centro Olio Val d'Agri (COVA)

Misure sperimentali di concentrazione e composizione chimica di PM_{10} presso il centro abitato di Viggiano

Presentazione della rete di biomonitoraggio realizzata nell'intorno del Centro Olio Val d'Agri

Analisi di misure di PM disponibili in prossimità del COVA

Fonte dati: sito web ARPA Basilicata (www.arpab.it)



luglio - novembre 2011



Immagine satellitare tratta da Google Earth



Misure simultanee a scala giornaliera di:
➔ concentrazione in massa di PM_{10} , $PM_{2.5}$ e PM_1 .

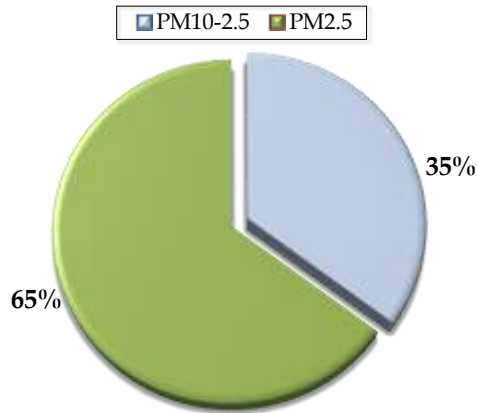


automatic optical monitor
(GRIMM, model EDM 180)

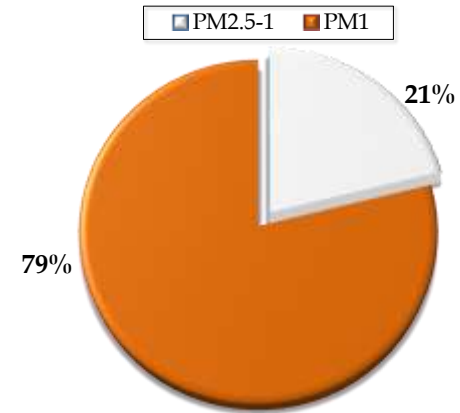
Misure di PM

Parametri statistici	PM ₁₀ [μgm^{-3}]	PM _{2.5} [μgm^{-3}]	PM ₁ [μgm^{-3}]
m	21.2	13.6	11.0
sd	8.3	5.3	5.1
md	19.4	12.9	10.4
min	2.5	1.8	1.1
max	51.5	28.9	27.0

Parametri statistici della distribuzione delle misure medie giornaliere di PM effettuate in prossimità del COVA tra luglio e novembre 2011. Il numero di osservazioni è pari a 136. Legenda: m = valore medio, sd = deviazione standard, md = mediana, min = valore minimo, max = valore massimo.

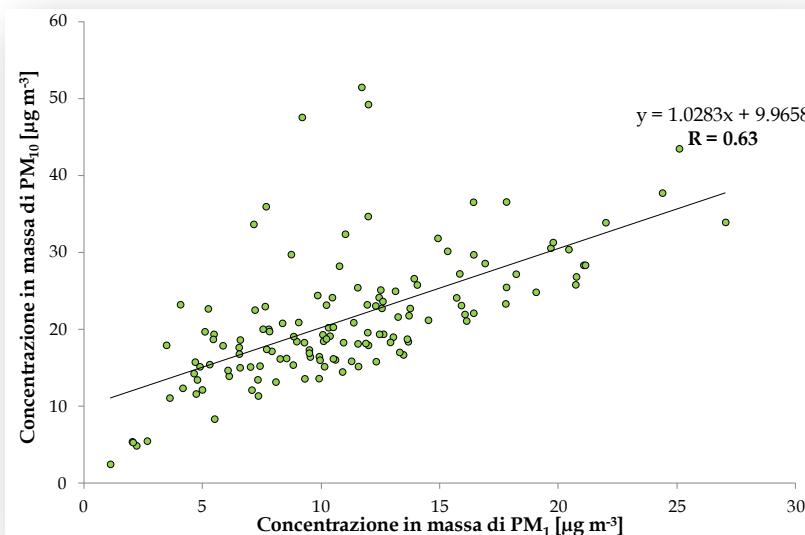
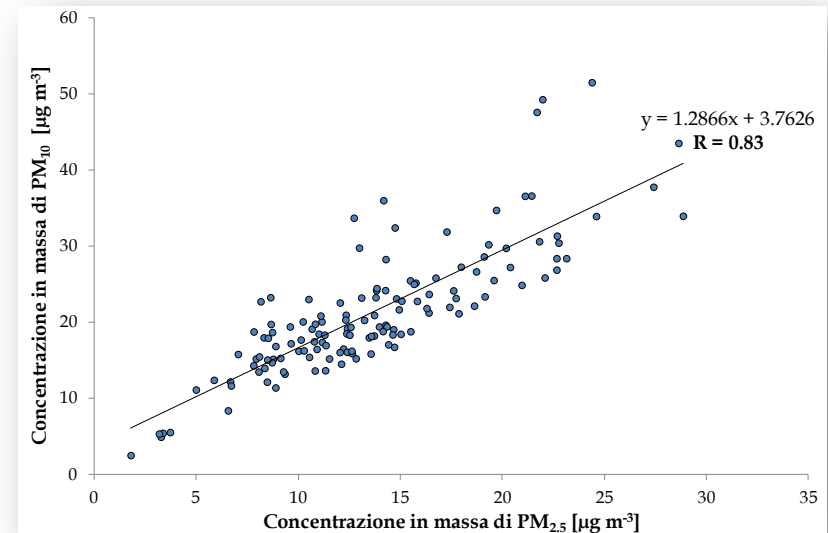
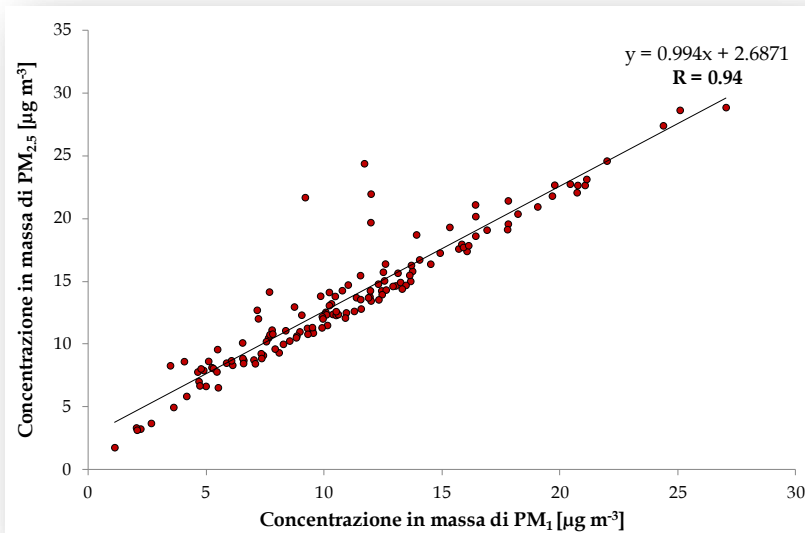


Il **PM₁₀** è costituito in media dal **65%** di **PM_{2.5}**



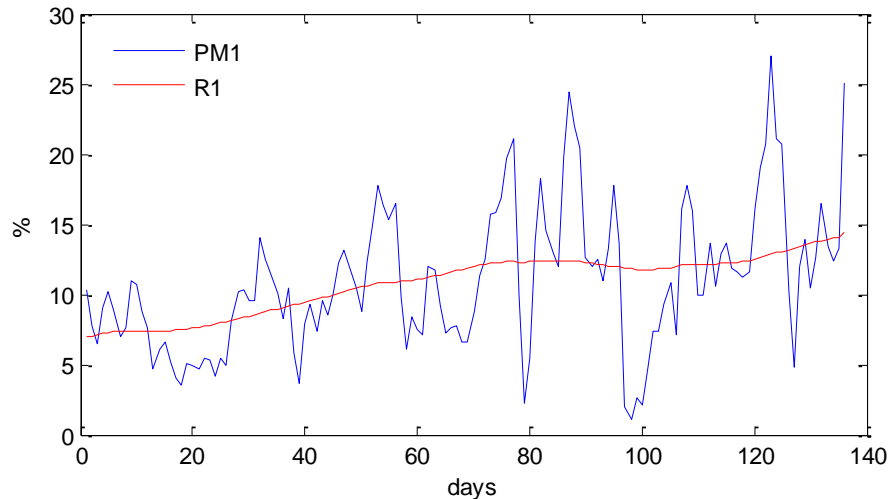
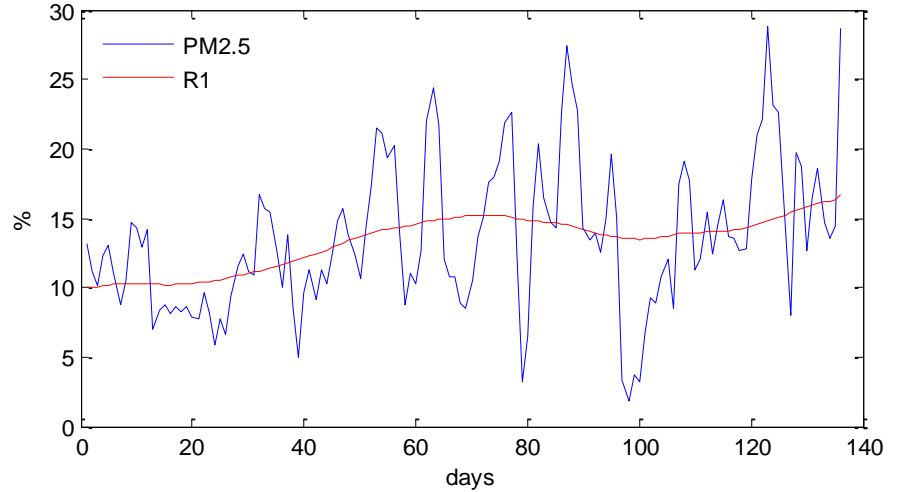
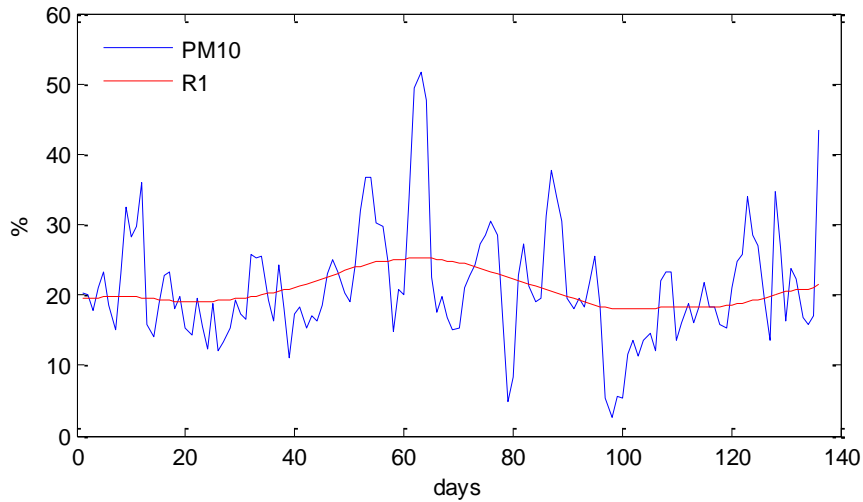
Il **PM_{2.5}** è costituito in media per il **79%** da **PM₁**

Studio di correlazione



Il valore di correlazione più alto è stato osservato tra le concentrazioni in massa di $PM_{2.5}$ e di PM_1 , seguito da quello tra le concentrazioni in massa di $PM_{2.5}$ e di PM_{10} .

Risultati della Singular Spectrum Analysis

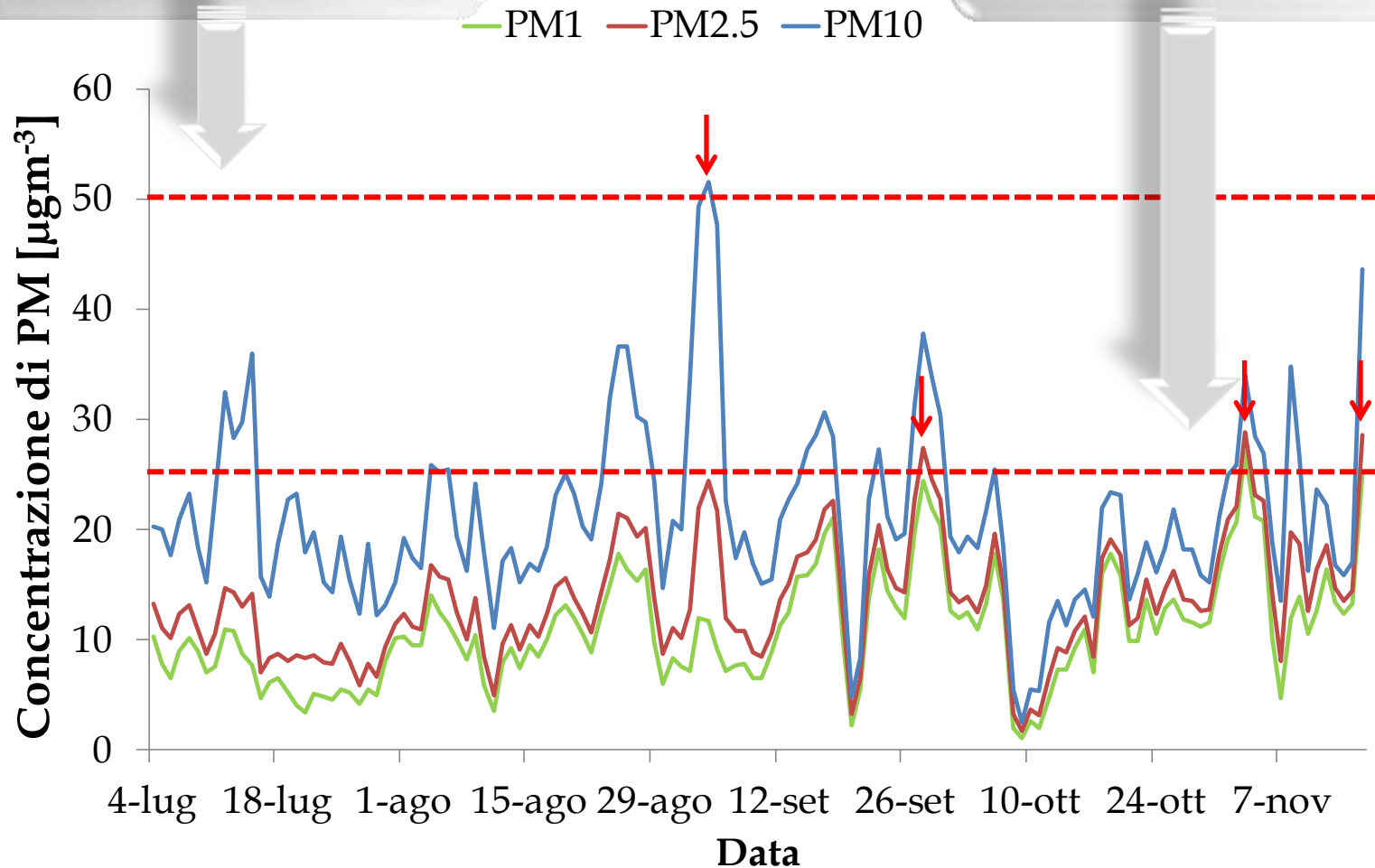


- ➔ il PM_{10} non è caratterizzato da un trend significativo;
- ➔ il $PM_{2.5}$ ed il PM_1 sembrano presentare un trend lievemente crescente durante il periodo considerato.

Identificazione superamenti

Valore limite giornaliero di concentrazione di PM₁₀ (2008/50/EC)

Valore giornaliero di concentrazione di PM_{2.5} (WHO)



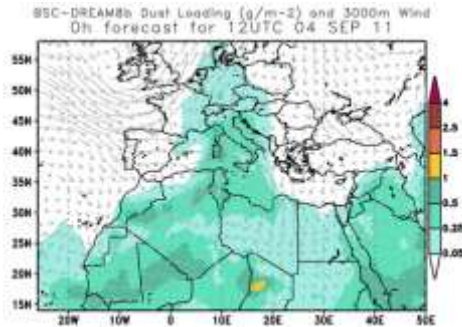
Contributo del trasporto a lungo raggio

Approccio metodologico

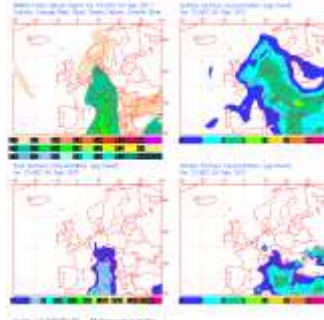
Al fine di valutare possibili contributi derivanti dal trasporto di polvere Sahariana alle eccedenze misurate, è stato utilizzato un approccio metodologico consistente nell'**integrazione** di **misure in-situ**, **output modellistici** ed **osservazioni satellitari**

Output modellistici

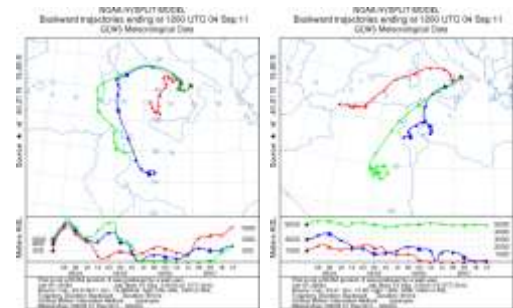
Dust Regional Atmospheric Model (DREAM)



Navy Aerosol Analysis and Prediction System (NAAPS)



Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT) model

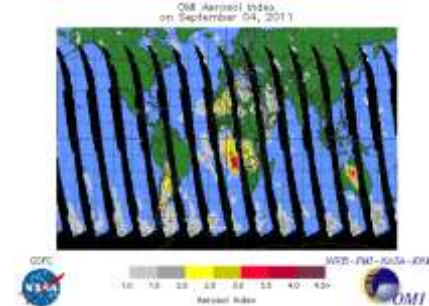


Osservazioni satellitari

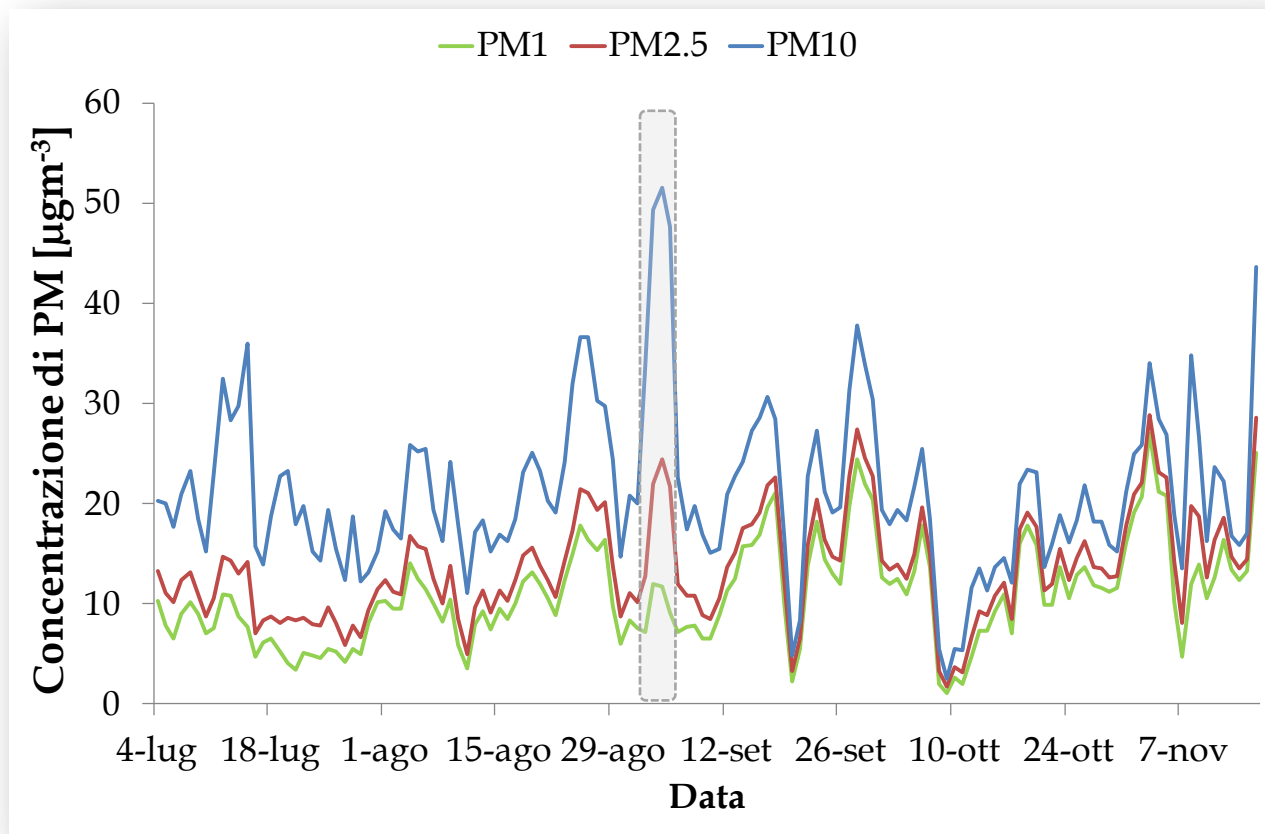
Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)



Ozone Monitoring Instrument (OMI) Aerosol Index (AI)



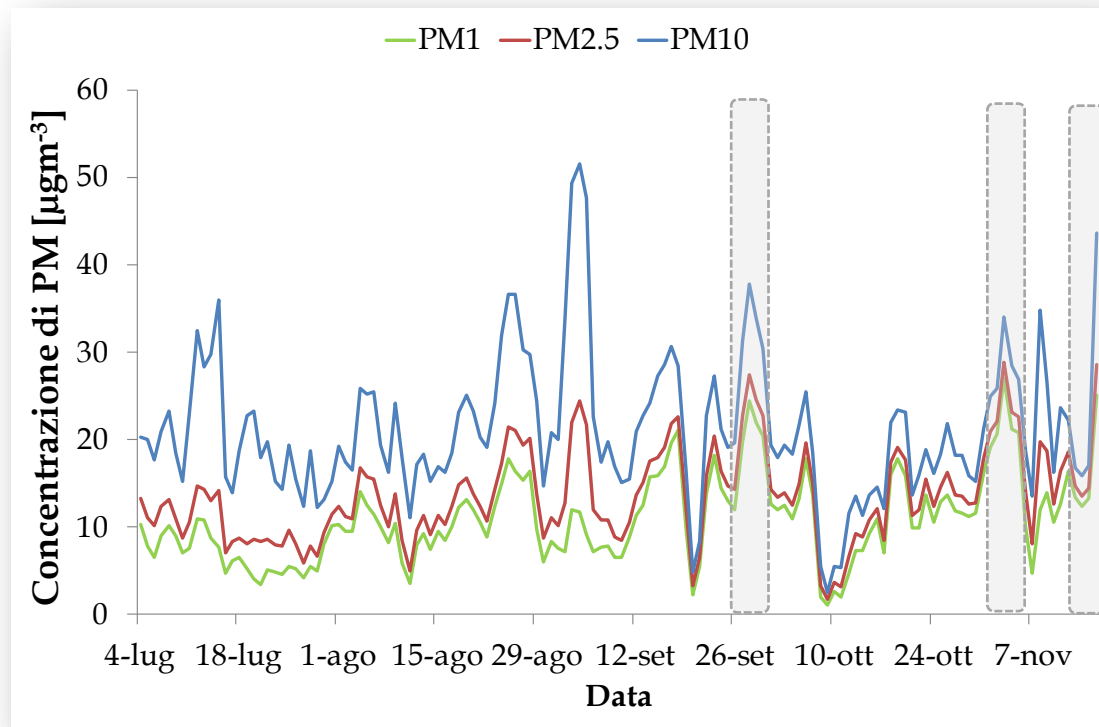
Superamento PM₁₀



Più della metà del PM₁₀ campionato è costituito da particelle nel range dimensionale 2.5-10 μm che è il tipico range dimensionale delle particelle di dust.

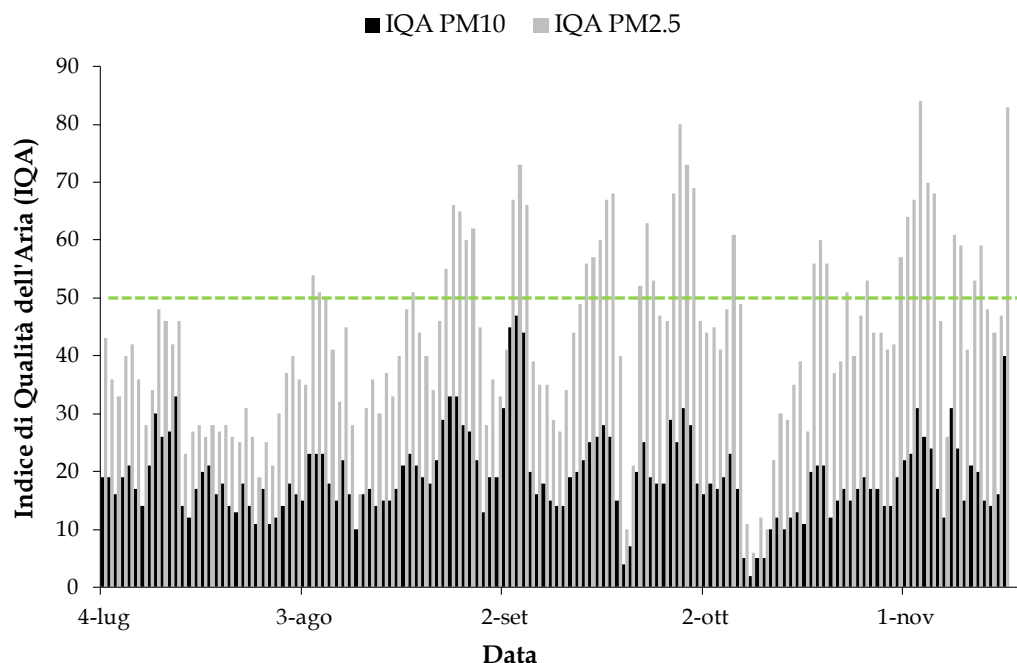
Superamenti PM_{2.5}

L'uso combinato di output modellistici ed osservazioni satellitari ha evidenziato che **l'area di studio non è interessata dal trasporto di polveri Sahariane** nei giorni in cui sono state registrate le eccedenze di PM_{2.5} (28 settembre, 3 e 16 novembre 2011).



Durante tutti e tre i giorni **il PM_{2.5} è costituito prevalentemente da particelle sub-micrometriche** (più dell'87%).

Indice di Qualità dell'Aria (IQA)



Air Quality Index (AQI) Values	Levels of Health Concern
<i>When the AQI is in this range:</i>	<i>..air quality conditions are:</i>
0-50	Good
51-100	Moderate
101-150	Unhealthy for Sensitive Groups
151 to 200	Unhealthy
201 to 300	Very Unhealthy
301 to 500	Hazardous

Categorie IQA US-EPA (United States Environmental Protection Agency)

I valori dell'indice di qualità dell'aria associato al PM_{10} sono sempre inferiori a 50. La **qualità dell'aria** nel periodo di osservazione può essere, pertanto, considerata sempre **“buona”** rispetto al **PM_{10}** .

I valori dell'indice di qualità dell'aria associato al $PM_{2.5}$ sono **maggiori di 50 in 40 dei 136 giorni esaminati**. Ciò implica che, **considerando il $PM_{2.5}$** , la **qualità dell'aria è “moderata” nel 29% dei casi**.

Diffusione dei risultati ottenuti

I risultati dello studio sono stati recentemente pubblicati su una **rivista scientifica a diffusione internazionale** che si occupa di temi di inerenti alla qualità dell'aria



Campagna di misura del PM_{10} presso il centro abitato di Viggiano



Immagine satellitare tratta da [Google Earth](#)



Specifiche della campagna di misura

- Sito di misura: sede della Protezione Civile Gruppo Lucano del Comune di Viggiano;
- Copertura temporale della campagna di misura: dicembre 2011- settembre 2012;
- Strumentazione impiegata: campionatore gravimetrico a basso volume.

Misura della concentrazione e della composizione in elementi in traccia del PM_{10}



Bilancia analitica



Massa di PM_{10} raccolta sul filtro

ICP-OES

Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer



AAS

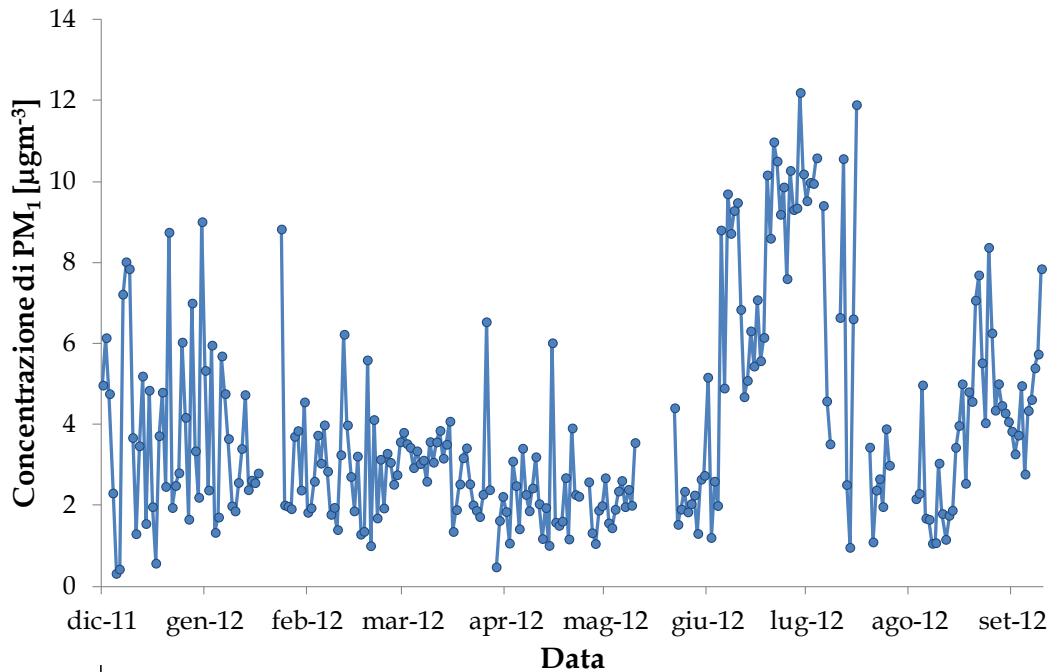
Atomic Absorption Spectrophotometer



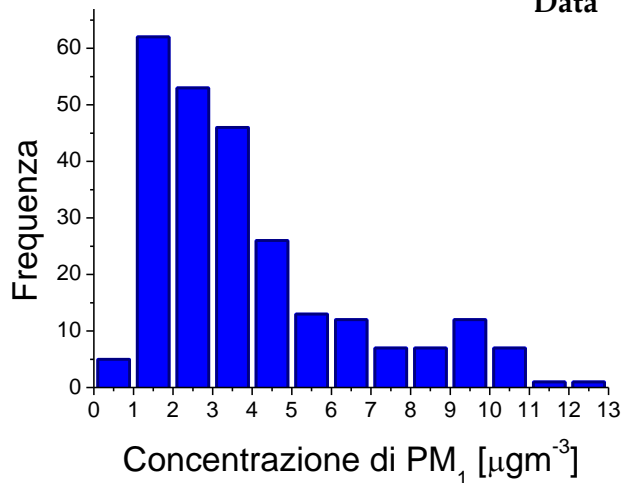
Concentrazione **17 elementi chimici nel PM_{10}**
(Al, Be, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, P, Pb, Ti, S e Zn)

Misure di concentrazione di PM₁

dicembre 2011 – settembre 2012



Parametri statistici	Concentrazione PM ₁ [$\mu\text{g}\text{m}^{-3}$]
N	252
m	3.9
sd	2.6
md	3.1
min	0.3
max	12.2

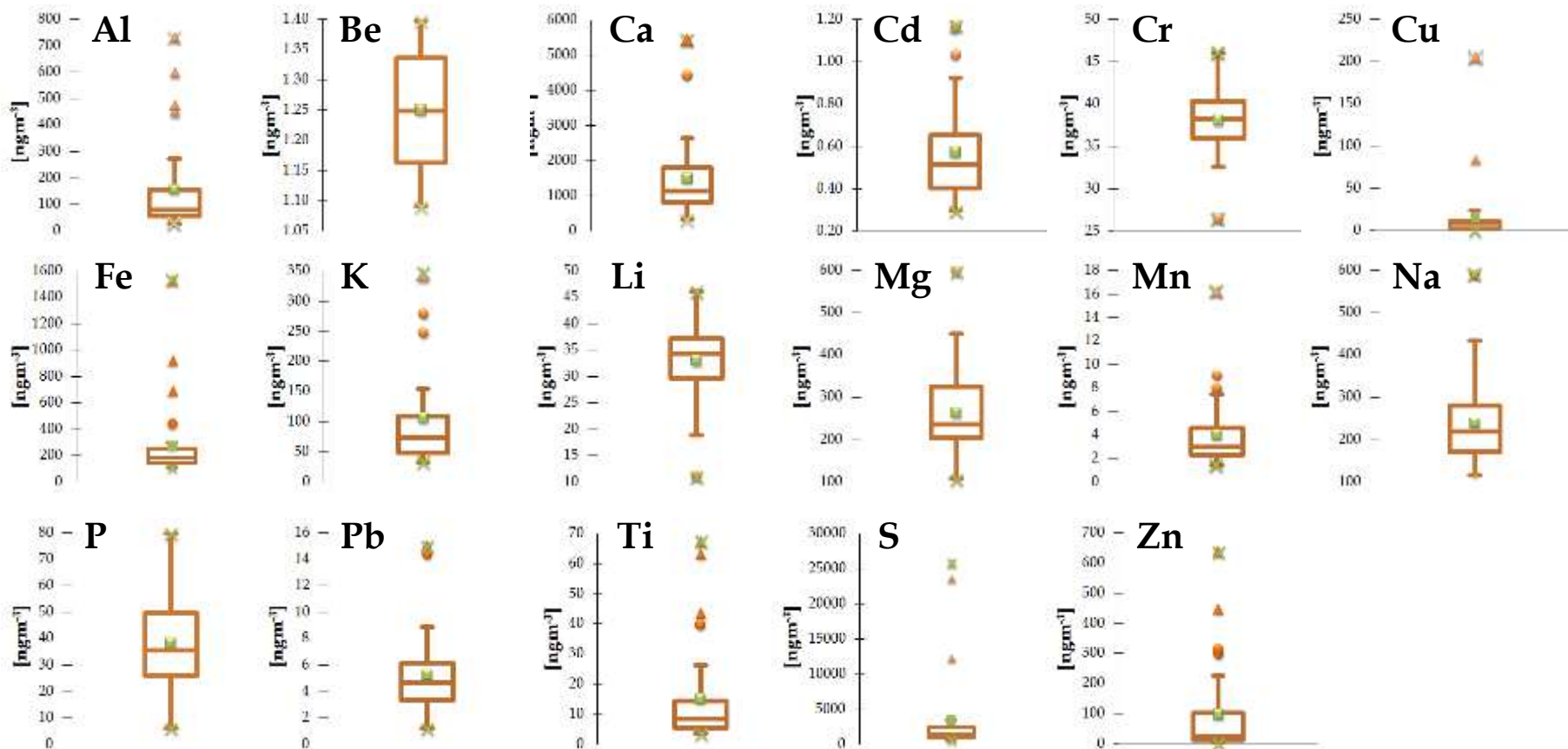


La maggior parte dei valori di concentrazione di PM₁ (74%) è compresa tra 1 e 5 $\mu\text{g}\text{m}^{-3}$

Concentrazione degli elementi in traccia

settembre 2012

■ media ✕ minimo/massimo ● valore anomalo ▲ valore estremo

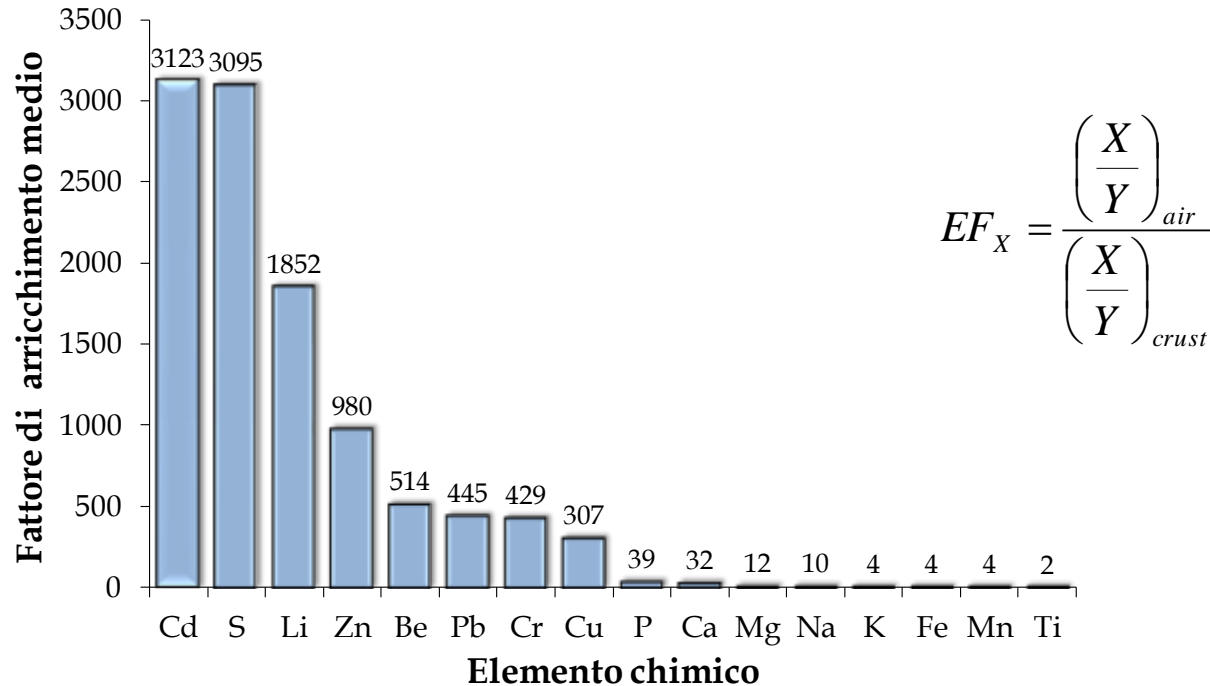


Gli elementi in traccia che presentano il **maggior numero di outlier** sono: Al, Fe, K, Mn, Ti, S e Zn.

Fattore di arricchimento

Elemento chimico di riferimento crostale: alluminio

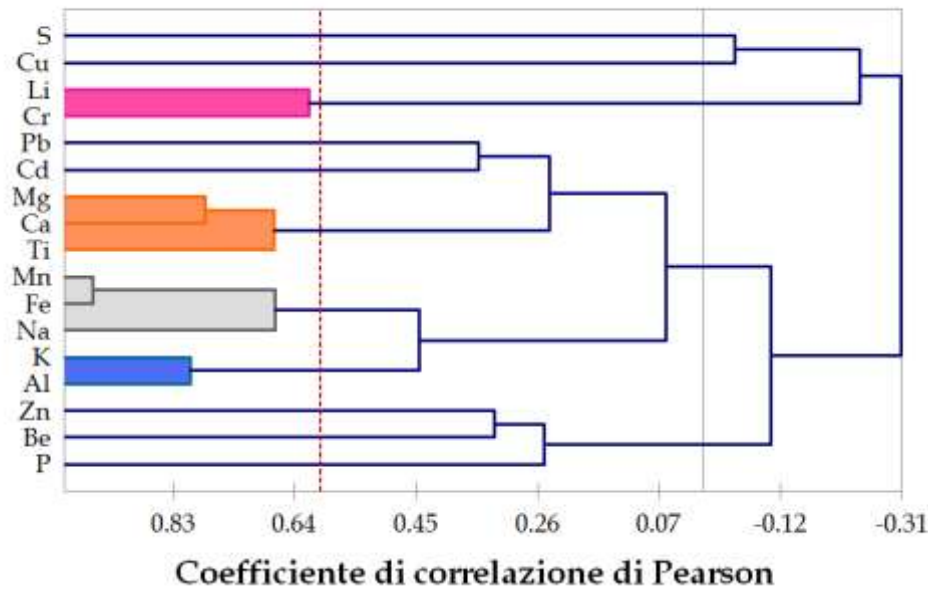
Composizione chimica della crosta terrestre: Taylor and McLennan, 1985



- ➡ Fe, K, Mn, Mg, Na e Ti sono di origine prevalentemente naturale;
- ➡ Be, Cd, Cr, Cu, Li, Pb, S e Zn hanno origine in prevalenza antropica.

Individuazione delle sorgenti di PM_1 (1/2)

Cluster Analysis



Coefficiente di correlazione di
Pearson (ρ) > 0.6

Risultati

Si individuano **4 cluster**:

- ➔ Fe, Mn, Na
- ➔ Al, K
- ➔ Ca, Mg, Ti
- ➔ Cr, Li

Individuazione delle sorgenti di PM₁ (2/2)

Principal Component Analysis

	PC ₁	PC ₂	PC ₃	PC ₄	PC ₅	PC ₆
Al	0.75	0.23	0.26	0.33	-0.20	0.15
Be	-0.12	0.18	0.59	0.01	-0.29	-0.46
Ca	0.22	0.81	0.37	0.17	0.02	0.01
Cd	0.10	0.21	-0.23	0.82	0.07	-0.20
Cr	0.43	-0.09	-0.01	0.41	0.55	-0.22
Cu	0.01	-0.04	0.02	-0.04	-0.10	0.87
Fe	0.92	0.07	0.01	0.11	0.11	-0.05
K	0.57	0.30	0.46	0.11	-0.34	0.31
Li	0.11	-0.10	0.10	0.19	0.85	-0.17
Mg	0.32	0.65	0.17	0.56	-0.09	0.05
Mn	0.96	0.03	0.11	-0.01	0.09	-0.04
Na	0.69	-0.01	0.57	0.29	0.15	0.10
P	0.15	-0.21	0.27	0.10	-0.66	-0.20
Pb	0.15	-0.01	0.41	0.64	0.19	0.20
Ti	0.17	0.77	0.07	0.41	0.15	0.00
S	-0.18	0.80	-0.17	-0.29	-0.09	-0.13
Zn	0.31	0.09	0.85	-0.06	-0.02	0.04
P%	22	15	13	12	11	8
CP%	22	37	50	62	73	81

► La prima tipologia di sorgente (PC₁) contiene elementi di origine prevalentemente naturale (Al, Fe, K, Mg e Ti) e potrebbe essere classificata come **sorgente naturale/crostante**.

► La seconda tipologia di sorgente (PC₂, PC₃ e PC₄) contiene elementi di origine sia naturale (Mg, Na e Ti) che antropica (Be, Cd, Pb, S e Zn) ma anche mista (Ca) e potrebbe, quindi, essere classificata come **sorgente mista** naturale/antropica.

► La terza tipologia di sorgente (PC₅ e PC₆) contiene elementi di origine prevalentemente antropica (Cr, Cu e Li) e potrebbe essere classificata come **sorgente antropica**.

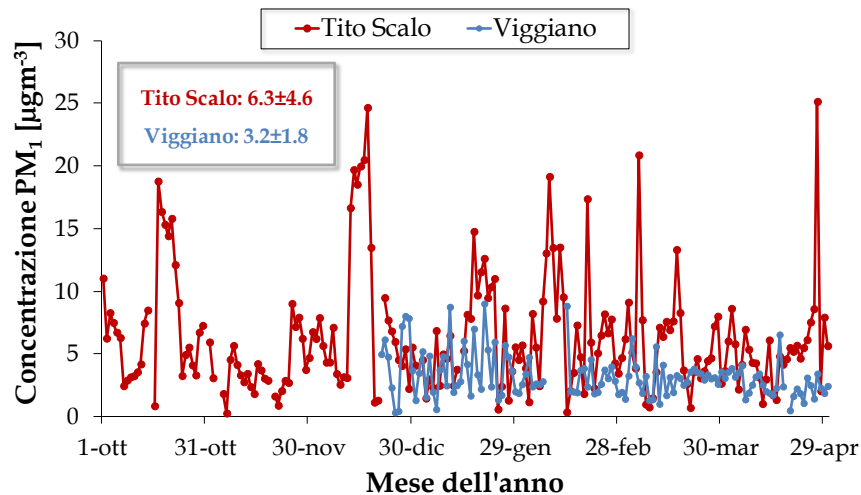
Confronto delle misure di PM₁ in due siti della Basilicata



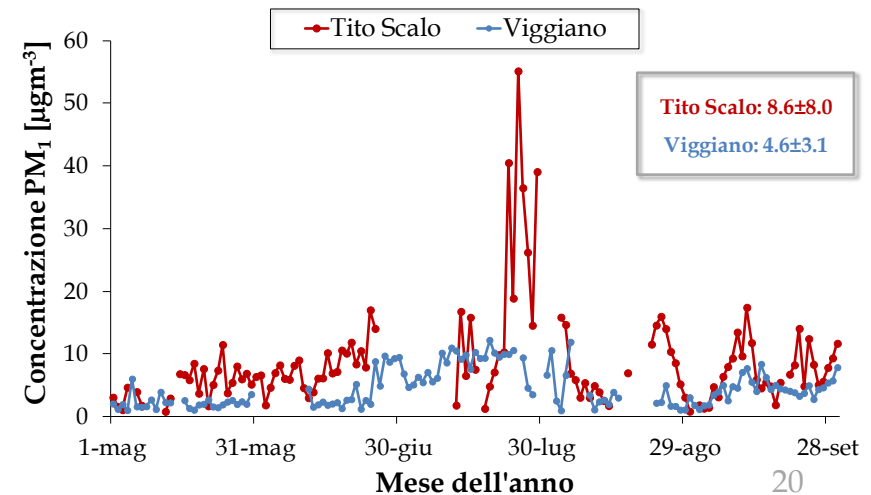
Sito	Periodo di riferimento	m±sd [μgm ⁻³]
Tito Scalo^(a)	apr 2006 - apr 2007	7.6±6.6
Viggiano	dic 2011 - set 2012	3.9±2.6

^(a) Caggiano et al. 2010. Science of the Total Environment, 408, 884–895

Stagione fredda



Stagione calda



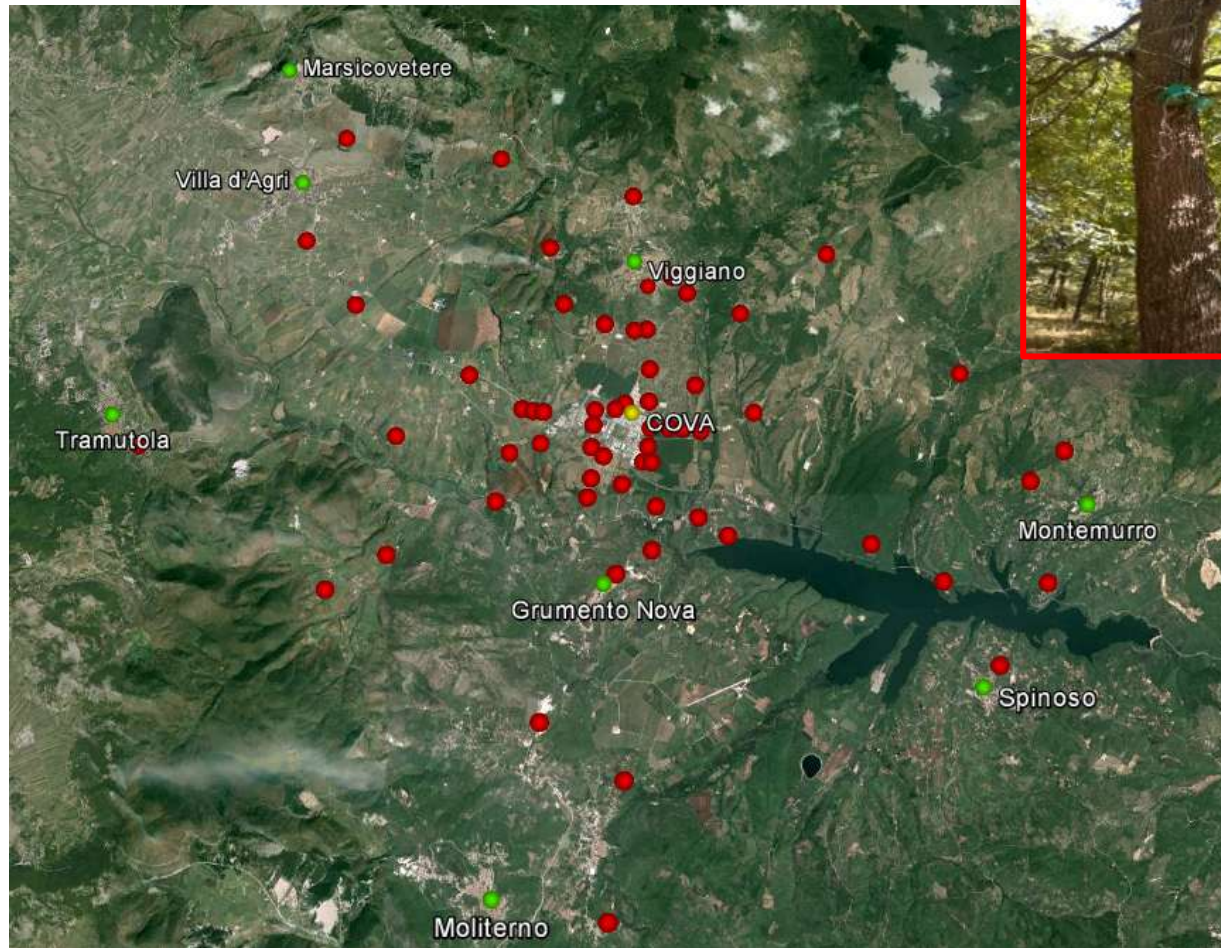
Confronto delle concentrazioni di elementi in traccia nel PM₁ in due siti della Basilicata

Elemento	Tito Scalo settembre 2006	Viggiano settembre 2012
Al	87.5±26.4	156.1±177.2
Ca	1066.4±836.0	1500.5±1097.8
Cd	3.9±0.6	0.6±0.2
Cr	40.3±3.1	38.1±3.6
Cu	3.0±1.6	16.9±38.6
Fe	107.4±27.4	277.8±294.92
K	49.6±23.4	105.8±87.5
Mg	23.1±7.2	264.2±101.4
Mn	2.3±0.7	4.0±3.0
Na	235.0±47.0	239.8±99.1
Pb	9.7±10.1	5.3±3.2
Ti	5.5±1.2	15.1±16.7
Zn	5.8±4.1	97.7±150.8

media ± deviazione standard. I valori sono riportati in ngm⁻³

Ad eccezione di Cd, Cr, Na e Pb, tutti gli altri elementi in traccia mostrano valori medi di concentrazione più elevati a Viggiano.

Rete di biomonitoraggio (1/3)



Obiettivo

Caratterizzazione dei livelli di elementi in traccia associati al particolato atmosferico in un'area ampia e con un'elevata densità di campionamento

Rete di biomonitoraggio (2/3)

Caratteristiche della rete

- ➔ **licheni** raccolti in un'area interna al Bosco di Rifreddo (PZ);
- ➔ installata nel mese di **ottobre 2011**;
- ➔ copertura di un'**area molto estesa**, avente come punto centrale il sito del COVA e **includente tutti i centri abitati più prossimi** a quest'ultimo;
- ➔ campioni raccolti dopo **6 mesi** (aprile 2012) e **12 mesi** (ottobre 2012) di esposizione;
- ➔ concentrazione di **17 elementi chimici associati al PM** (Al, Be, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, P, Pb, Ti, S e Zn).



Database finale contenente circa 2300 misure

Rete di biomonitoraggio (3/3)

Fase 1: prelievo dei licheni da esporre



Fase 2: pulizia dei campioni in laboratorio



Fase 3: esposizione dei campioni



Fase 4: raccolta dei campioni



Fase 5: preparazione del campione e analisi chimiche



Futuri sviluppi della ricerca

► Studio delle **concentrazioni, della composizione chimica** e individuazione **dei contributi delle diverse sorgenti** (naturali e/o antropiche, locali e/o remote) del **PM₁** misurato a **Viggiano**.

► **Valutazione** dell'**influenza** di **eventi "anomali"** (ad esempio combustione in torcia di quantità di gas superiori alla norma a seguito dell'attivazione di procedure di sicurezza derivanti da anomalie nel funzionamento del COVA) sulla **concentrazione e composizione chimica** del **PM₁**.

► Individuazione di **trend spazio-temporali** delle **concentrazioni di elementi in traccia** associati al particolato atmosferico registrate attraverso l'uso di **biomonitori**.

Grazie per l'attenzione



REGIONE BASILICATA



Osservatorio Ambientale
"Val d'Agri"