

Ottimizzazione della procedura analitica e caratterizzazione chimica del particolato emesso da un sistema frenante di autoveicoli

M. Malandrino¹, A. Giacomino², E. Conca¹, A. Ruo Redda², A. Giaretta¹,
F. Amato³, F. C. Vivier⁴, A. Sin⁴, G. Bordiglia¹, O. Abollino¹

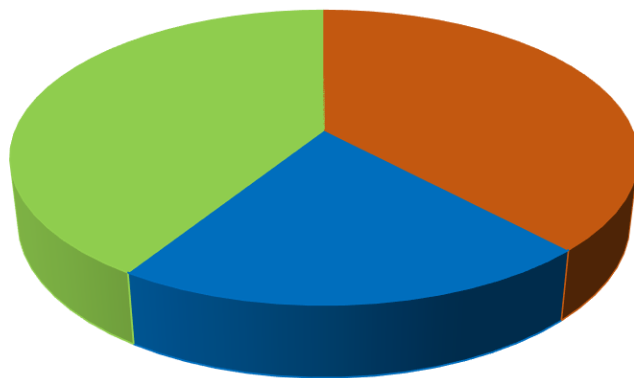
¹ *Dipartimento di Chimica, Università di Torino, 10125 Torino*

² *Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco, Università di Torino, 10125 Torino*

³ *Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDÆA-CSIC), 08034 Barcellona*

⁴ *ITT Friction Technologies, 12032 Barge*

Il particolato urbano



Emissioni esauste

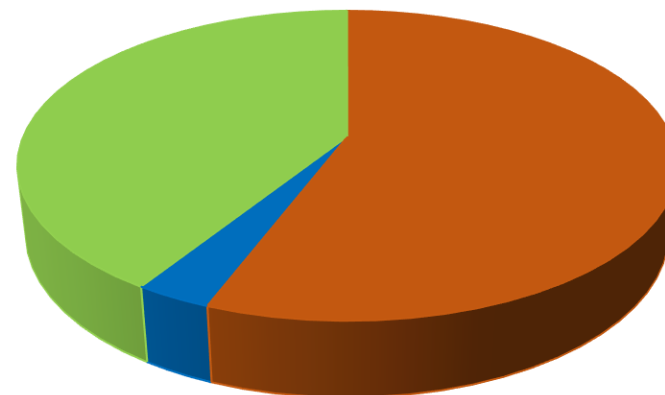
Emissioni non esauste

- Fenomeni di usura
- Risospensione

■ RISOSPENSIONE ■ USURA DEI FRENI ■ EMISSIONI ESAUSTE

↑
Zurigo

Aree rurali →

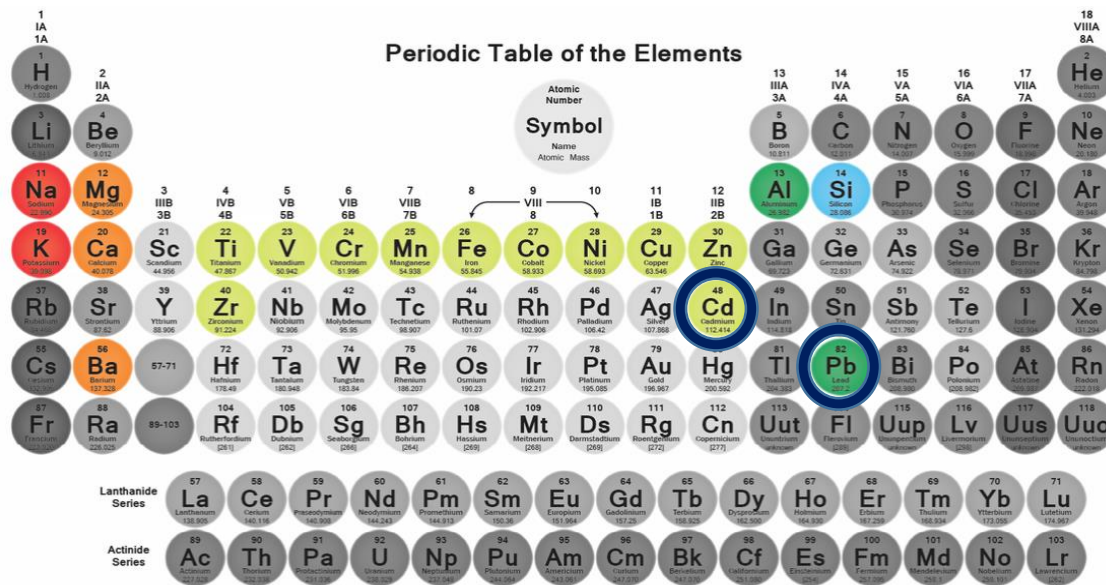


■ RISOSPENSIONE ■ USURA DEI FRENI ■ EMISSIONI ESAUSTE

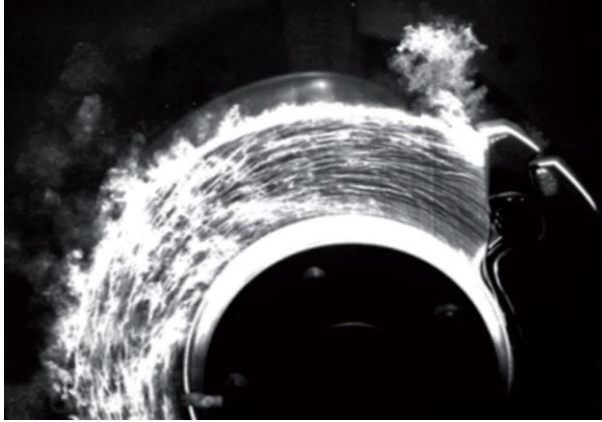
N. Bukowiecki et al., *PM₁₀ emission factors of abrasion particles from road traffic (APART)*. Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS). 2009.

Scopo del lavoro

- Componente inorganica
- Composizione in metalli in 13 frazioni dimensionali
- Frazione dimensionale più abbondante in metalli
- Pattern caratteristici di diverse tipologie di pastiglie



Il sistema frenante

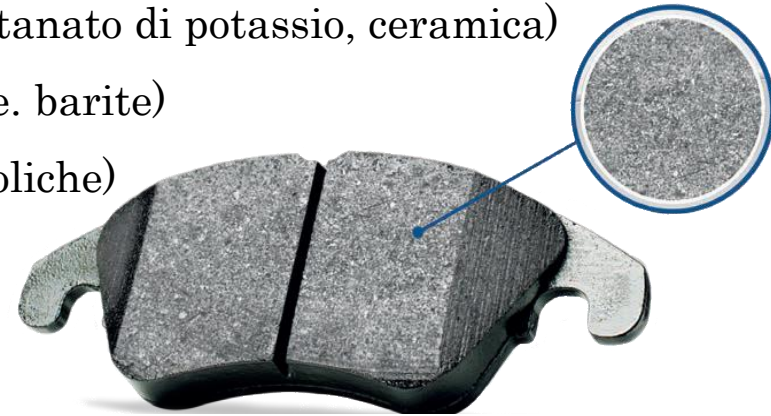


Disco → Ghisa grigia

Pastiglie → Materiale d'attrito:

↓
Supporto
in acciaio

- Additivi → Abrasivi e Lubrificanti
- Fibre di rinforzo (p.e. titanato di potassio, ceramica)
- Materiali riempitivi (p.e. barite)
- Leganti (p.e. resine fenoliche)



2018

VIII Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico

S.p.a, Metelli., *Parti Freno: attrito*. Manuale tecnico

D. Chan et al., *Review of automotive brake friction materials*. Automobile Engineering, 2004.

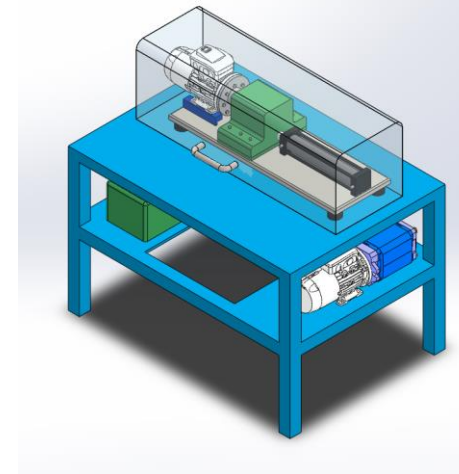


Matera 23 - 25 maggio 2018

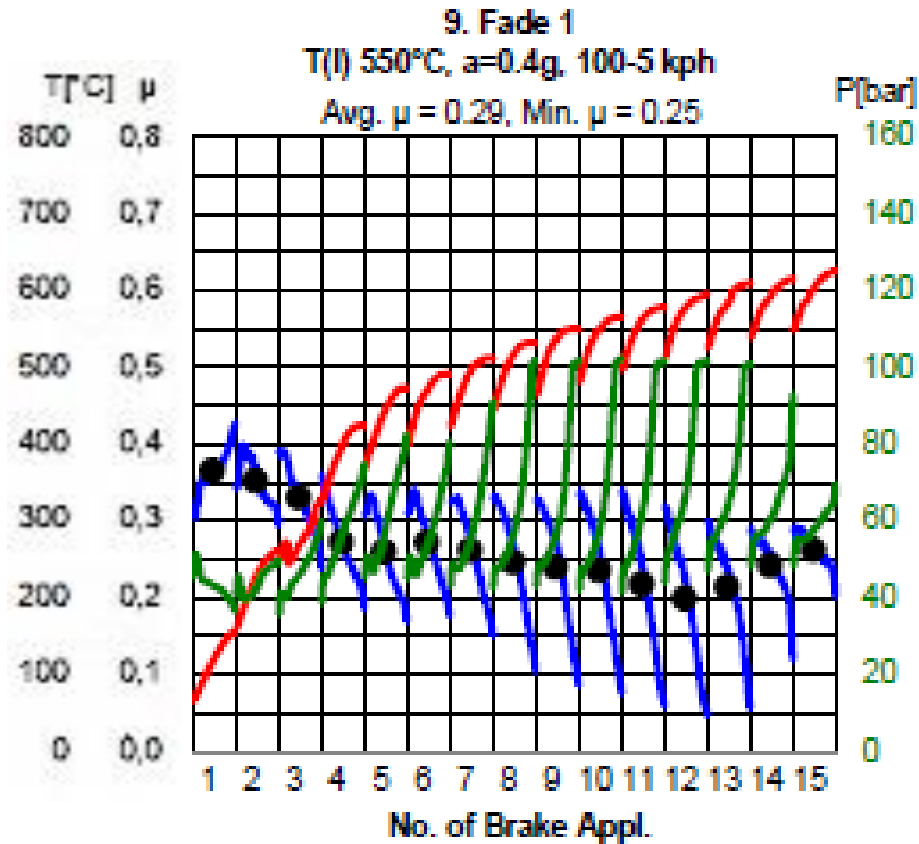
Campionamento

Banco dinamometrico

AK MASTER



- Temperatura
- Pressione
- Coefficiente d'attrito



Campionamento

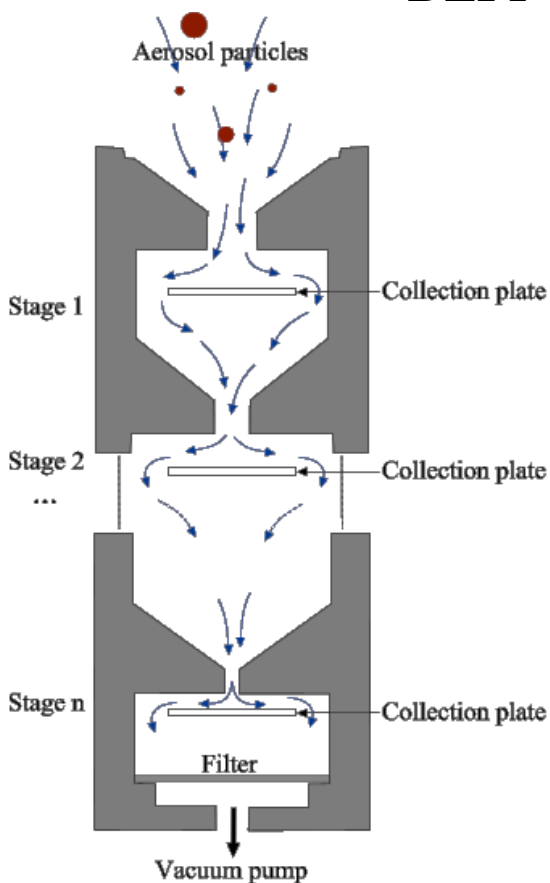
DLPI (*Dekati® Low Pressure Impactor*)



DLPI Assembled



DLPI Disassembled



Banco dinamometrico
+ DLPI



2018

VIII Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico

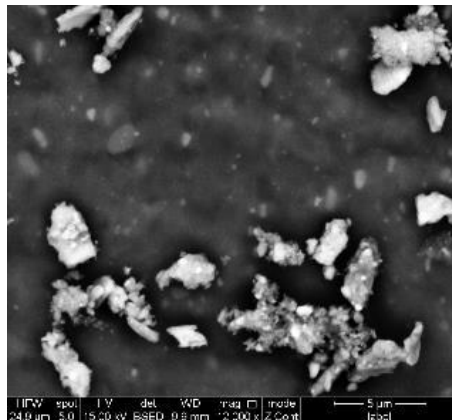
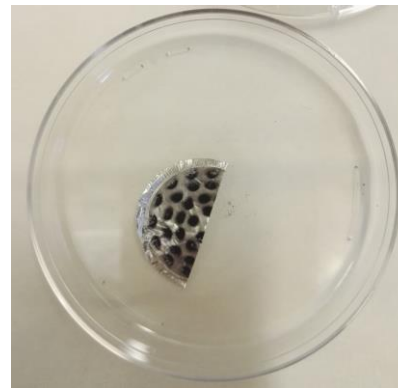
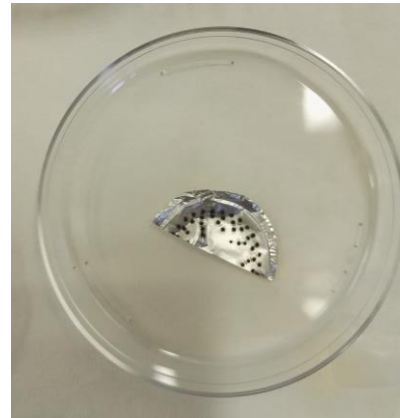


Matera 23 - 25 maggio 2018

Campionamento

I supporti

In Alluminio
→ con Apiezon



Frazione	D50% (µm)
1	0,0282
2	0,0549
3	0,0934
4	0,157
5	0,262
6	0,382
7	0,614
8	0,949
9	1,60
10	2,39
11	4,00
12	6,60
13	9,96

I campioni

Tutte 13 le frazioni:

- **NAO** (Non-Asbestos Organic)
- **Semimetallica**

Frazione 10 (1,6 - 2,4 μm):

- **LS** (Low-Steel)
- **NAO** (Non-Asbestos Organic)



2018

VIII Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico



Matera 23 - 25 maggio 2018

Ottimizzazione della procedura NIST 1648a

Miscele d'attacco

- A. $\text{HNO}_3 + \text{HF}$
- B. $\text{HNO}_3 + \text{HF} + \text{HCl}$

Con H_3BO_3

- C. $\text{HNO}_3 + \text{HF}$
- D. $\text{HNO}_3 + \text{HF} + \text{HCl}$

Senza H_3BO_3



Analiti	errore relativo %			
	con acido borico A	con acido borico B	senza acido borico C	senza acido borico D
Cd	-19	-21	-22	-18
Co	-7	-10	-10	-14
Cu	3	-4	5	3
Fe	4	1	-29	-1
Ni	-9	-12	-5	-6
Pb	2	-3	-5	2
Zn	2	-5	4	14
Cr	-53	-70	-62	-72
As	-9	-16	-16	-14
Ba	-1	0	-46	-28
Ca	29	9	-70	-62
K	-1	-4	-6	-3
Mg	-14	-6	-88	-80
Mn	-12	-11	-23	-13
Na	-10	-5	-16	-13
Ti	-4	-5	-5	-5
V	20	29	13	17

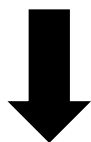
→ICP-AES: Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, Cr, Al, Ba, Ca,
K, Mg, Mn, Na, Ti, V

→GF-AAS: Cd, Co, As

Ottimizzazione della procedura NIST 1648 a

Trattamento dei supporti

Digestione foglio di alluminio



Elevata
contaminazione

Errori relativi %:

- Al > 80%
- Mg e Ca < -80%
- Cr < -60%
- Fe, K, Na, Co, Zn < -20%

Digestione cotone idrofilo



Minore
contaminazione

Errori relativi % < 20%



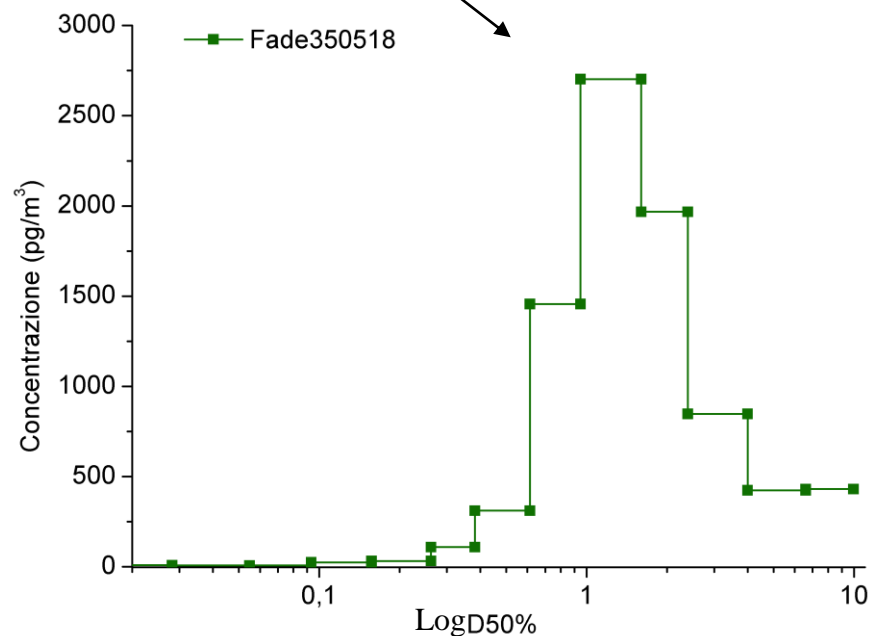
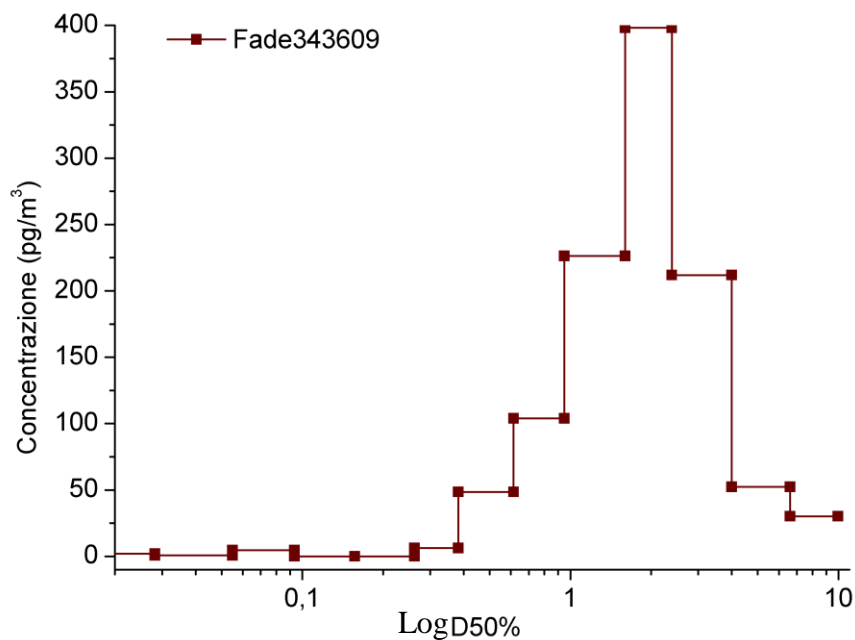
Elaborazione dei risultati

Distribuzione dimensionale Ferro

NAO

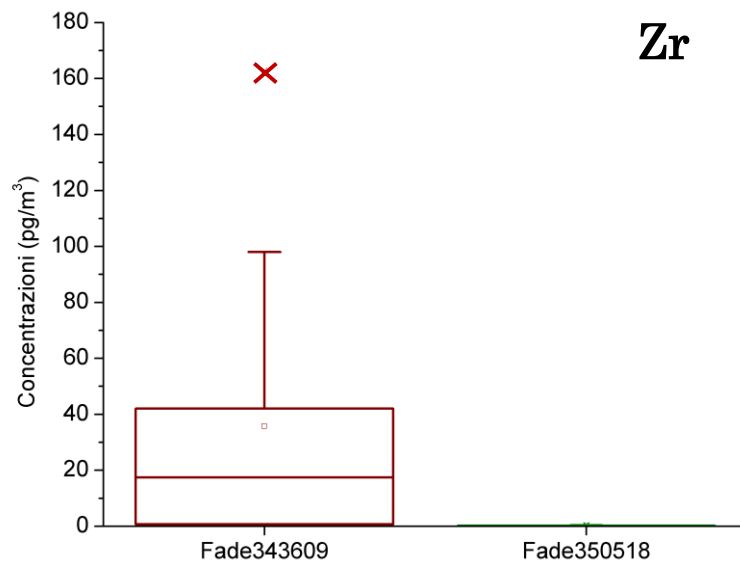
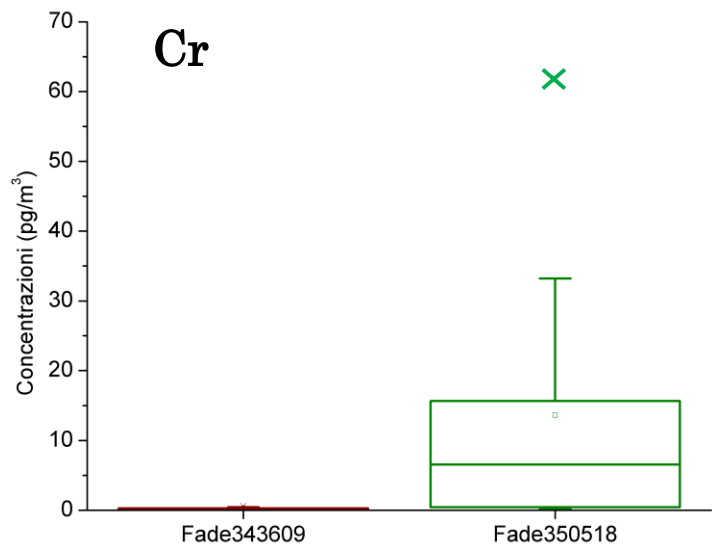
Frazione 10 (1,6-2,4 μm)

Semimetallica



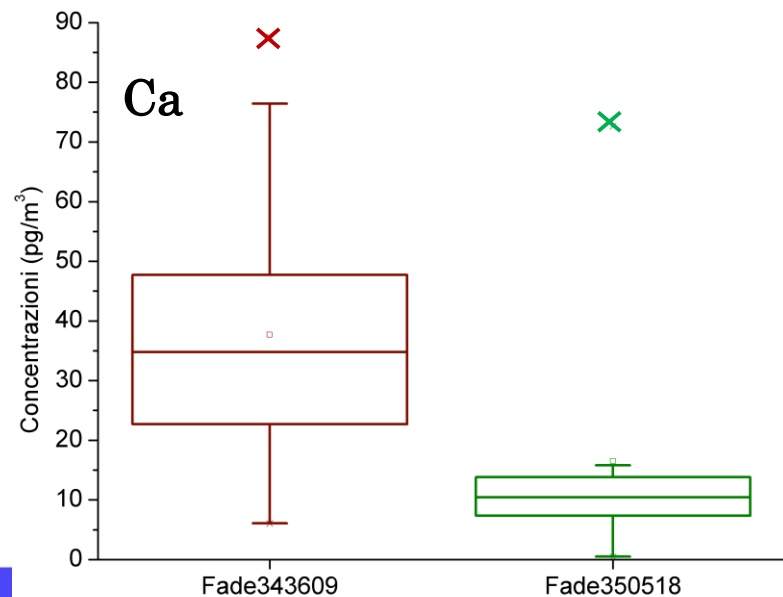
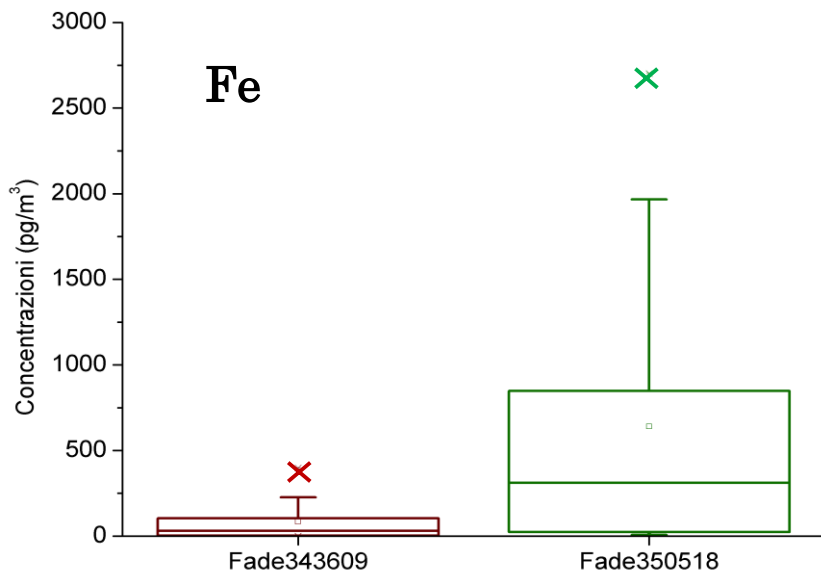
Elaborazione dei risultati

Box plot



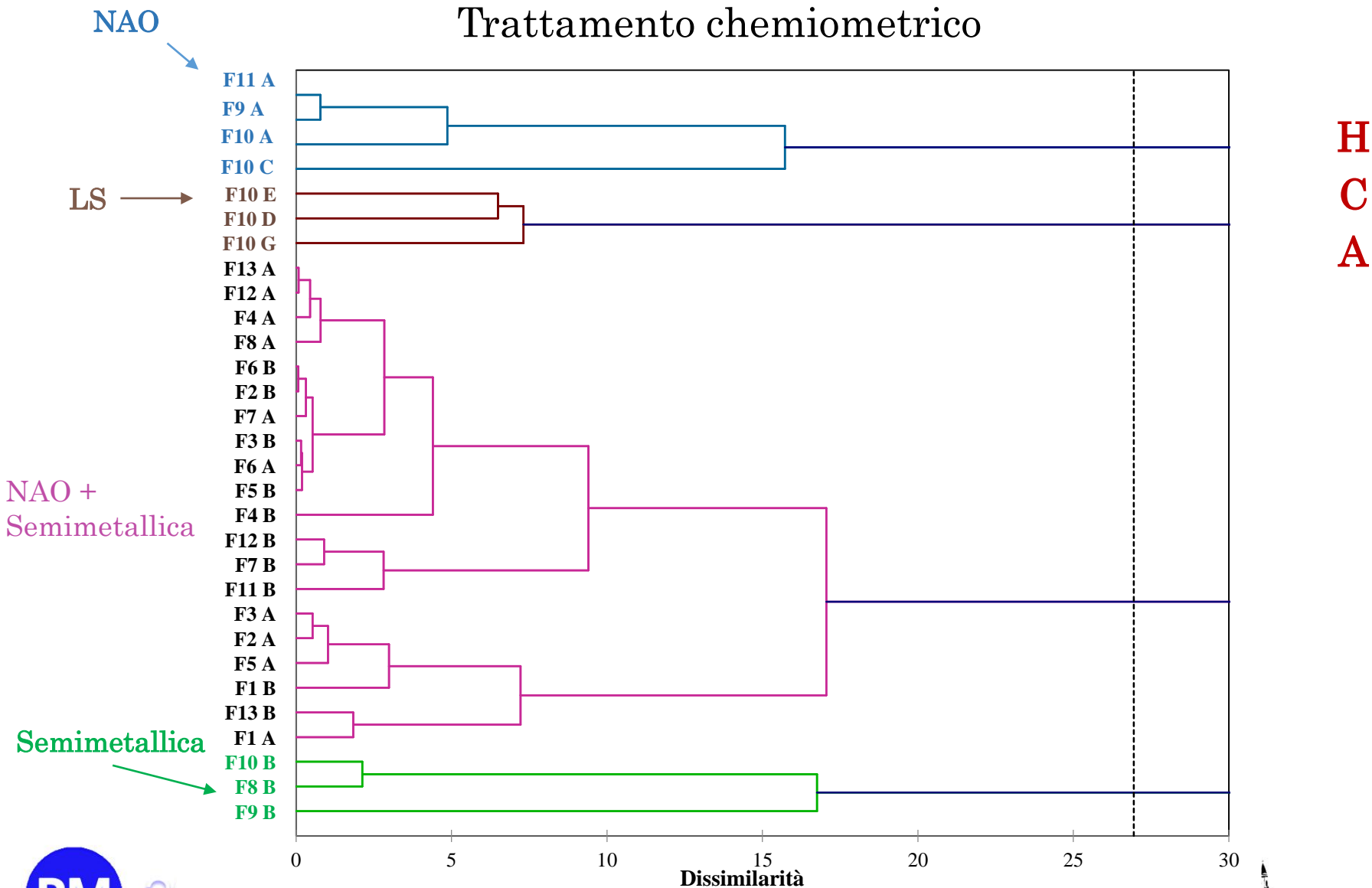
NAO

Semimetallica



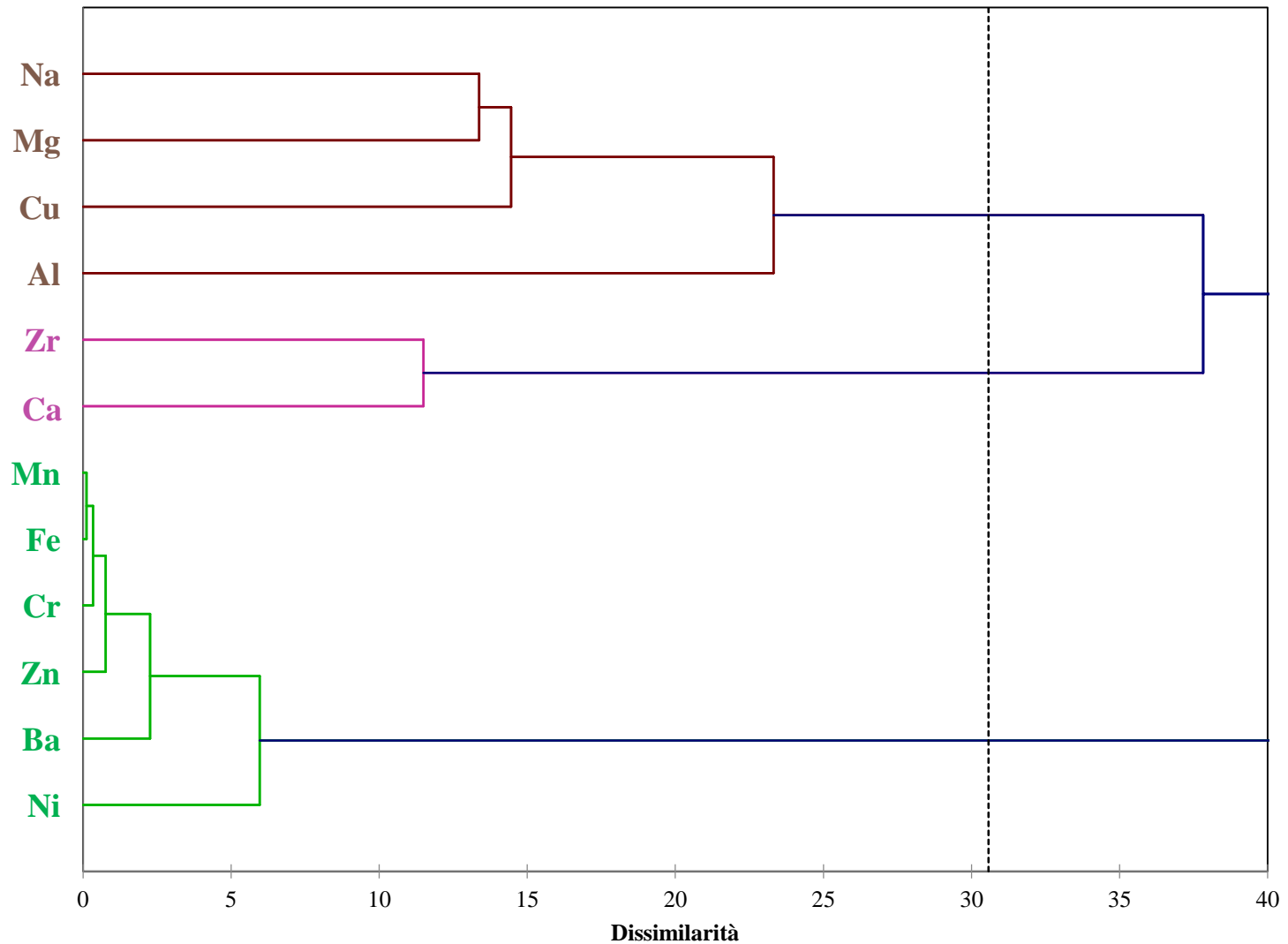
Elaborazione dei risultati

Trattamento chemiometrico



Elaborazione dei risultati

Trattamento chemiometrico



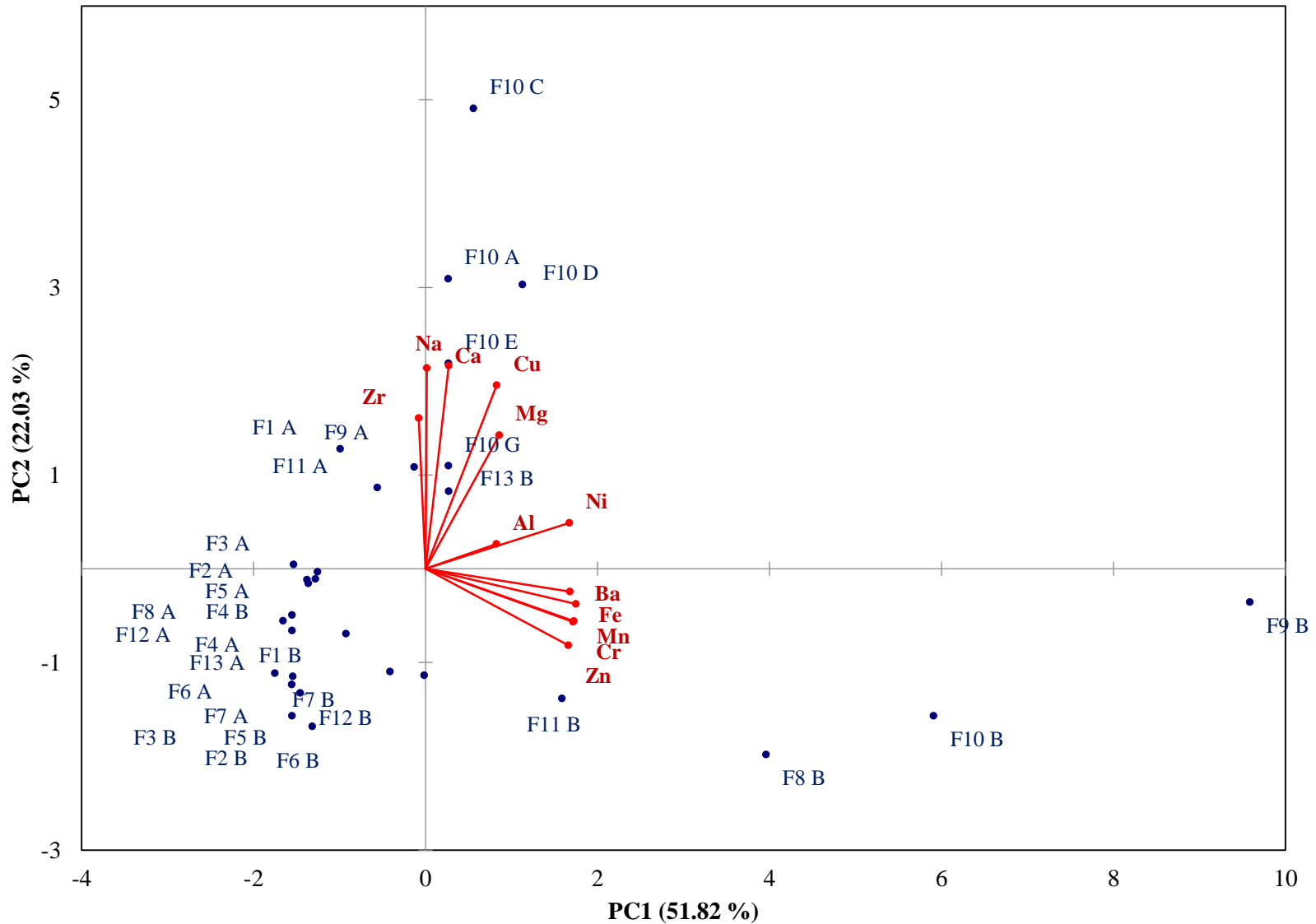
H
C
A
Q
M
O
D
E



Elaborazione dei risultati

Trattamento chemiometrico

P
C
A



Conclusioni

- Concentrazioni dell'ordine dei ng/m³ dei metalli
- Determinazione della frazione più abbondante in metalli
→ Frazione 10 (1,6 – 2,4 µm)
- Corrispondenza della composizione tra la pastiglia e il particolato prodotto dal sistema frenante
- Identificazione di due pattern
- Possibilità di creare un modello

Project carried out with the BBVA Foundation Help for Cultural Researchers and Creators 2016



2018

VIII Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico



Matera 23 - 25 maggio 2018

Grazie per l'attenzione!



ITT



EGAR
ENVIRONMENTAL
GEOCHEMISTRY
AND ATMOSPHERIC
RESEARCH



2018

VIII Convegno Nazionale sul Particolato Atmosferico



Matera 23 - 25 maggio 2018