

# Alcuni casi studio di ARPA Lombardia: attività di cava, monitoraggi aeroportuali e situazioni emergenziali quali gli incendi

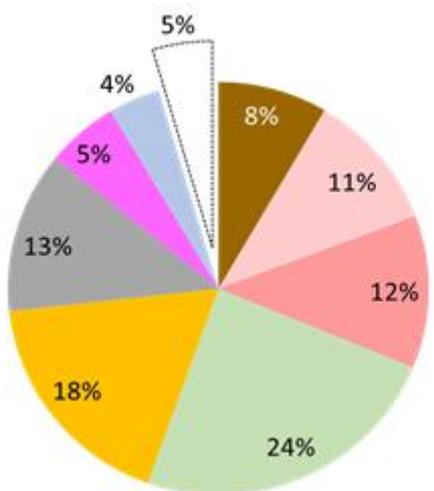


Cuccia E, Algieri A, Carroccio L, Colombi C, Corbella L, Dal Santo U,  
D'Angelo L, De Martini A, Ferrari A, Gianelle V, Grillo M, Lanzani G





Source Apportionment medio del PM10 Regione Lombardia



## Caratterizzazione chimica del PM10

### Serie storiche:

- Milano via Pascal (Urbana di Fondo) – dal 2013
- Milano via Senato (Urbana di Traffico) – dal 2013
- Schivenoglia (Rurale di Fondo) – dal 2018 (dal 2013 al 2018 su PM2.5)

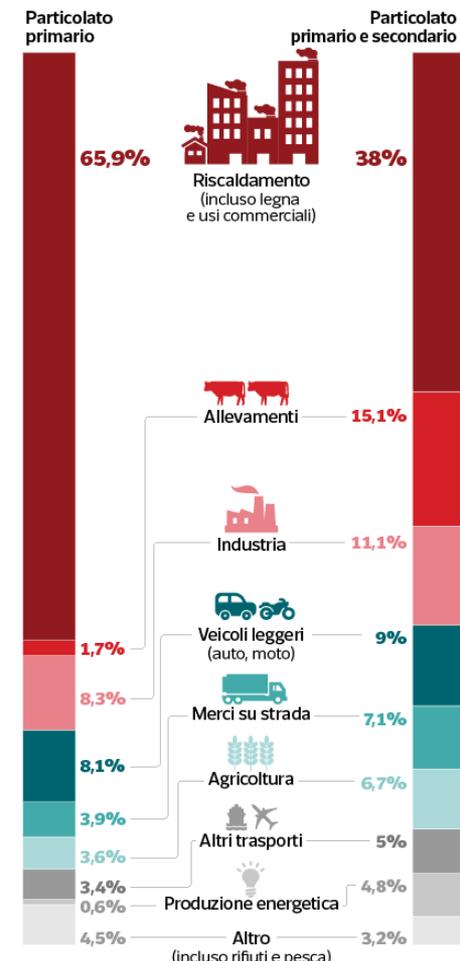
### Serie temporanee:

- Bergamo via Meucci (UF) – luglio 2016 ÷ marzo 2017
- Brescia Villaggio Sereno (UF) – ottobre 2018 ÷ luglio 2019
- Mantova via Sant'Agnese (UF) – novembre 2017 ÷ luglio 2018
- Pavia (UF) – ottobre 2016 ÷ agosto 2017
- Moggio (RF) – novembre 2019 ÷ luglio 2020 (in stesura)
- Lodi via Sant'Alberto (UF) – ottobre 2019 ÷ agosto 2020 (in stesura)

■ Polvere Crostale      ■ Traffico Non Exhaust      ■ Traffico Exhaust  
■ Combustione di Biomassa      ■ Industriale\*      ■ Cloro

### I settori più inquinanti

Particolato (PM 2,5) in Italia in % sul totale, anno 2016



Fonte: Ispra - Elaborazione da National sector emissions

■ Nitrato d'Ammonio      ■ Solfato  
 Non determinato





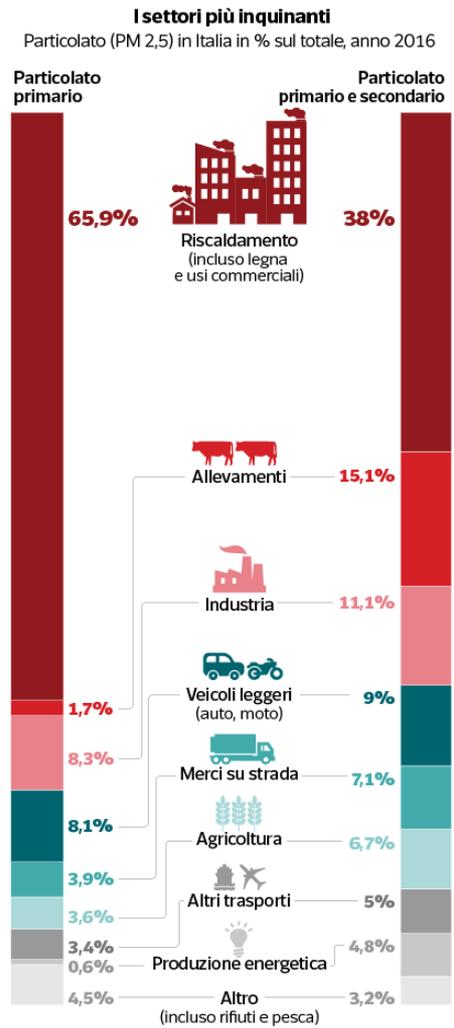
## Studio dell'impatto delle attività di cava sulla qualità dell'aria



Osservazioni sulle concentrazioni di diossine e furani misurate durante situazioni emergenziali quali gli incendi



Monitoraggi aeroportuali: venticinque anni di esperienze affrontate da ARPA Lombardia



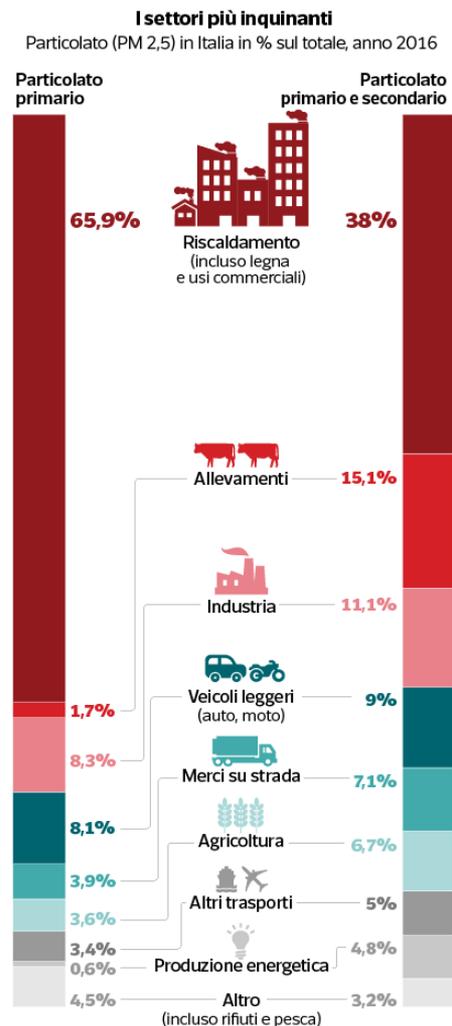
Fonte: Ispra - Elaborazione da National sector emissions

# LA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA - I Edizione 2020

1 dicembre 2020



## Studio dell'impatto delle attività di cava sulla qualità dell'aria

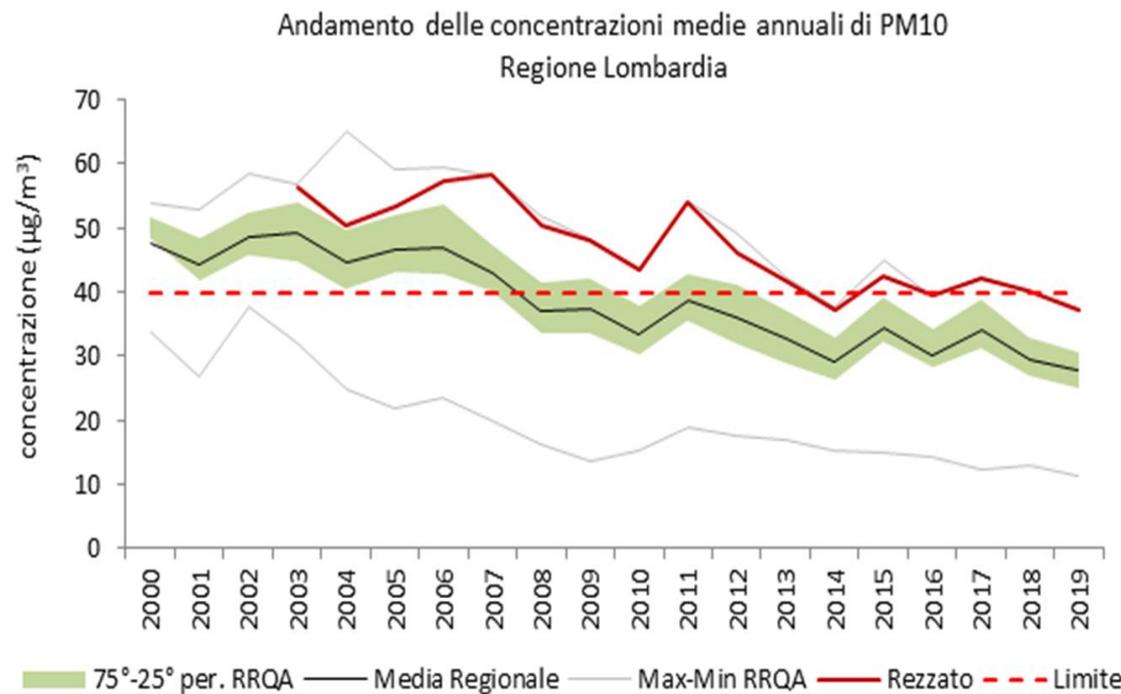


Fonte: Ispra - Elaborazione da National sector emissions

## Studio dell'impatto delle attività di cava sulla qualità dell'aria



**DOMANDA:**  
**Perchè a Rezzato ci sono concentrazioni di PM10 significativamente più alte della media della regione?**



- Sito di misura: cabina RRQA di Rezzato
- Campagna «estiva»: 5 settembre ÷ 6 ottobre 2017
- Campagna «invernale»: 21 novembre 2017 ÷ 26 dicembre 2017
- Composizione giornaliera del PM10:

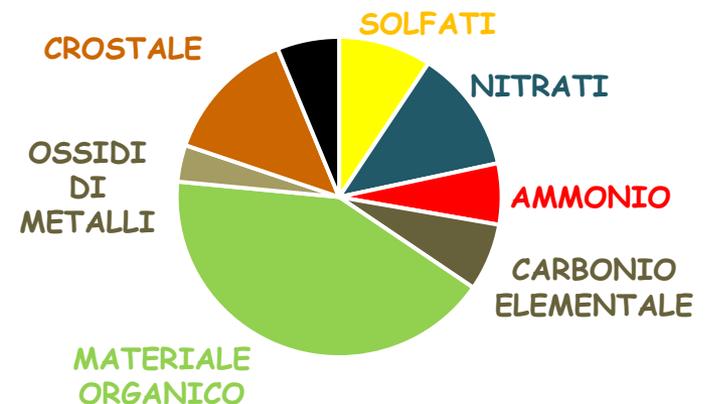
- ❖ Composizione elementale (Z>11)

- Spettrometria a Raggi X (ED-XRF)

- ❖ Componente ionica (cloruri, fosfati, fluoruri, nitrati, solfati, ammonio, sodio, calcio potassio magnesio) e Levoglucosano

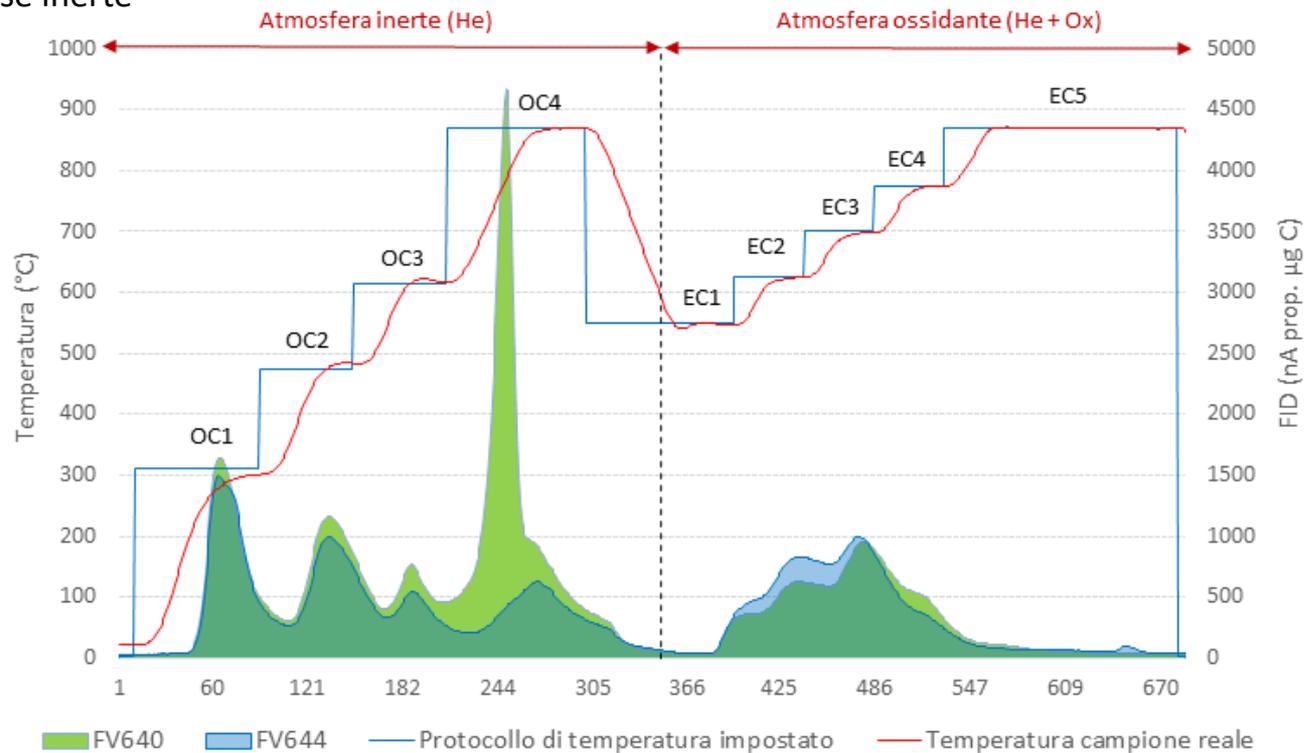
- Cromatografia Ionica (IC)

- ❖ Carbonio Organico ed Elementare (OC-EC), con particolare attenzione al **carbonio carbonatico (CC)** ➤ TOT/TOR Thermal-Optical Transmittance/Reflectance (TOR/TOT) - protocollo NIOSH-Like (CEN/TR 16243:2011)



## ➤ Carbonio Carbonatico

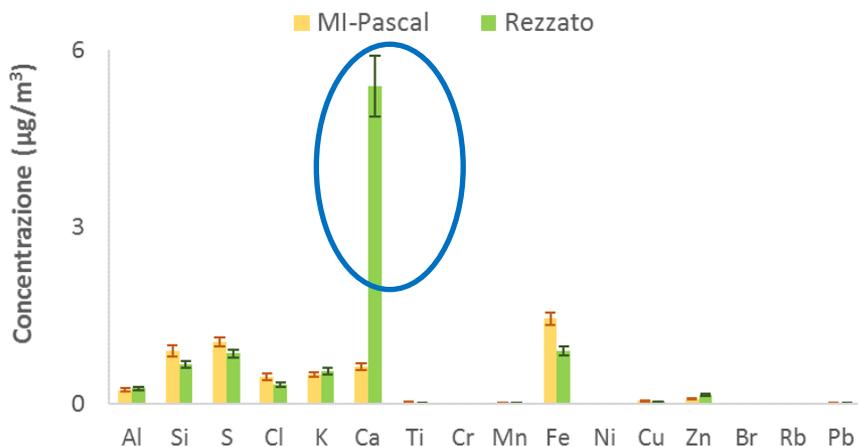
Il carbonio carbonatico (CC) evolve tra 650°C e 850°C (Bich and Cary, 1996; Miyazaki et al, 2007). La temperatura di fusione dipende da diversi fattori tra cui la composizione chimica dei composti carbonatici, il mix con altri elementi, e la dimensione delle particelle (Chow et al., 2001 e Cavalli et al., 2010). Protocollo utilizzato: Niosh-like -> CC evolve durante il 4° step di temperatura della fase inerte



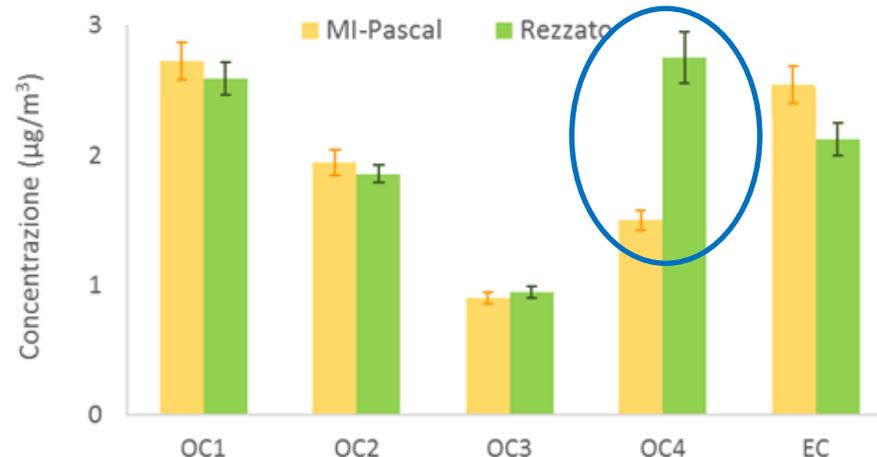
# LA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA - I Edizione 2020

1 dicembre 2020

Confronto con MI-Pascal

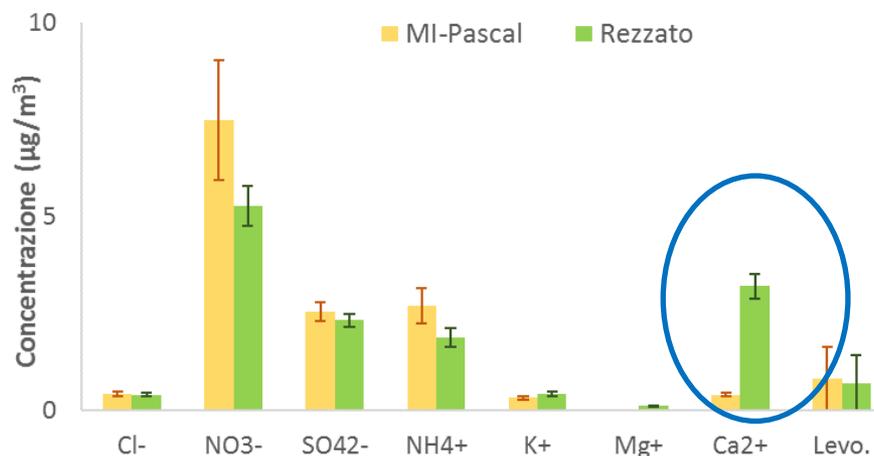


Confronto con MI-Pascal

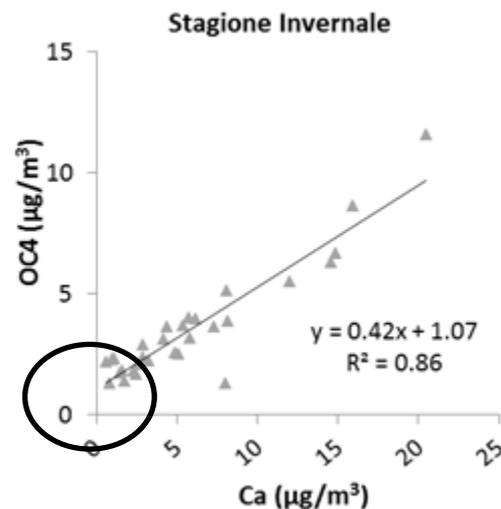
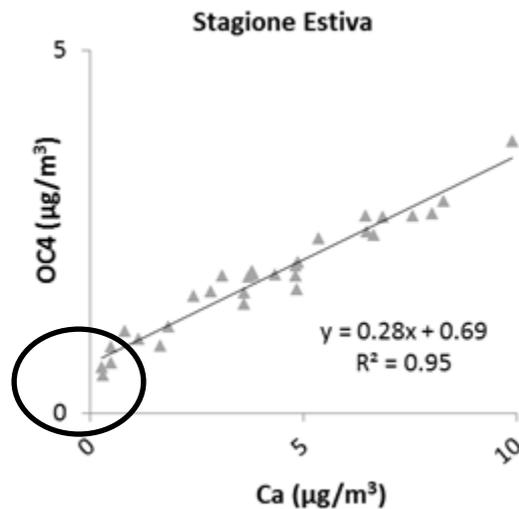


OC4 ed il Ca a Rezzato risultano maggiori rispetto a MI-Pascal

Confronto con MI-Pascal



# LA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA - I Edizione 2020 | 1 dicembre 2020

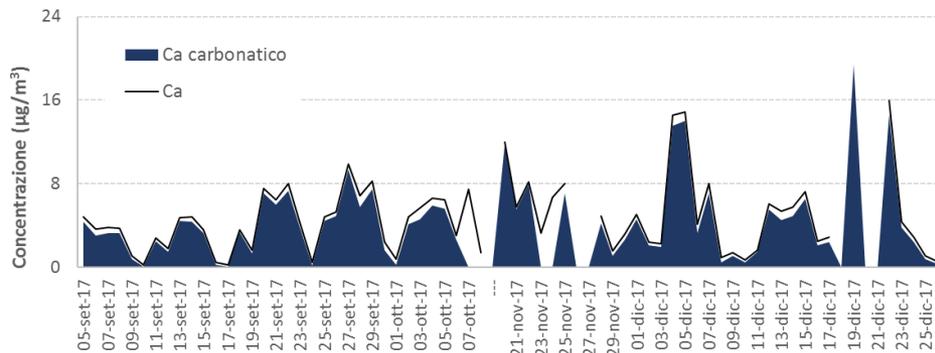
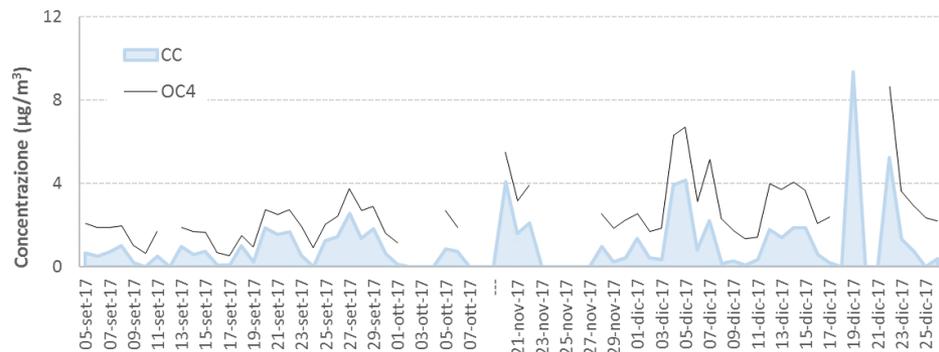


## Non tutto l'OC4 è CC.

Determinazione del **CC**: studio delle correlazioni tra le diverse frazioni di OC nei due siti Rezzato e MI-Pascal (HP: CC trascurabile)

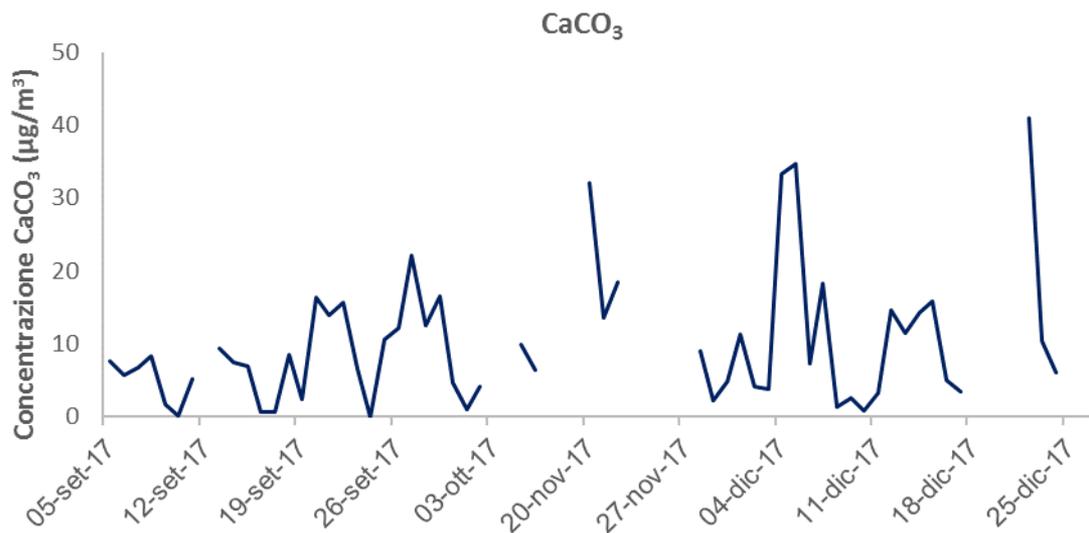
## Non tutto Ca è Ca<sub>carb</sub>.

Determinazione del **Ca** carbonatico: studio della correlazione tra Ca, Ti e Si nei due siti Rezzato e MI-Pascal.

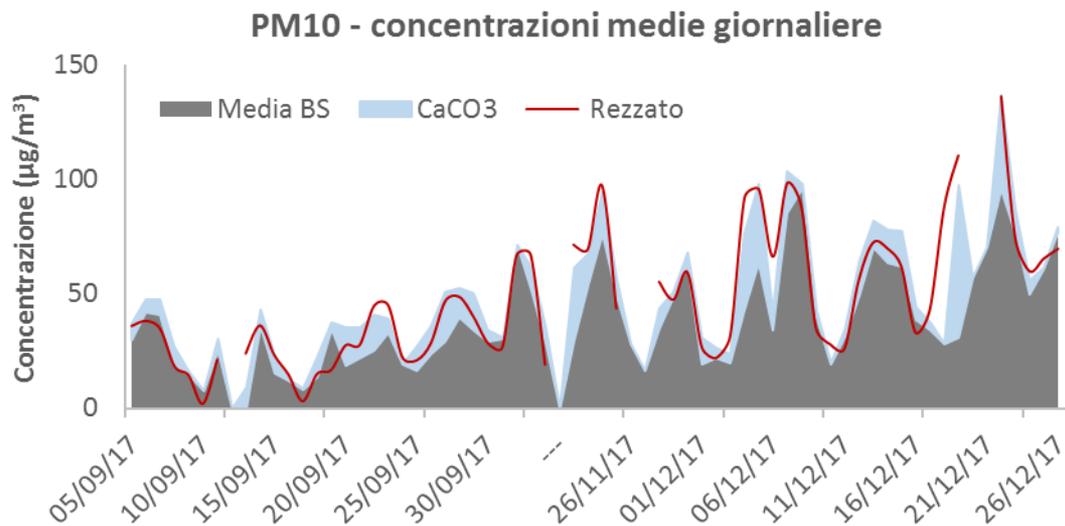


# LA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA - I Edizione 2020

1 dicembre 2020

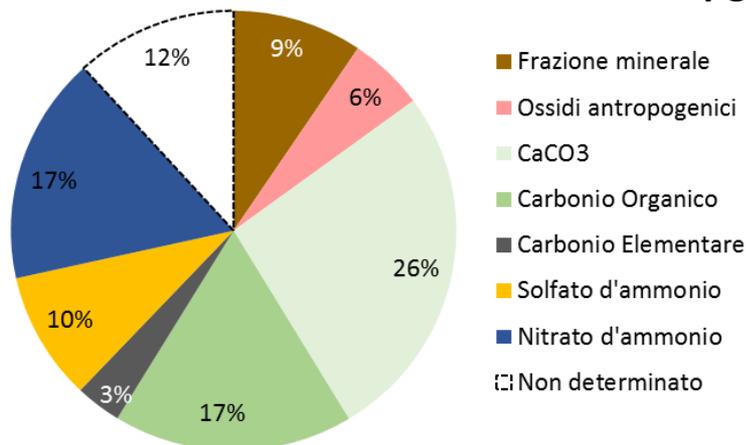


Le concentrazioni di carbonato di calcio spiegano le differenze tra il PM10 misurato a Rezzato ed il PM10 misurato nelle altre centraline della provincia



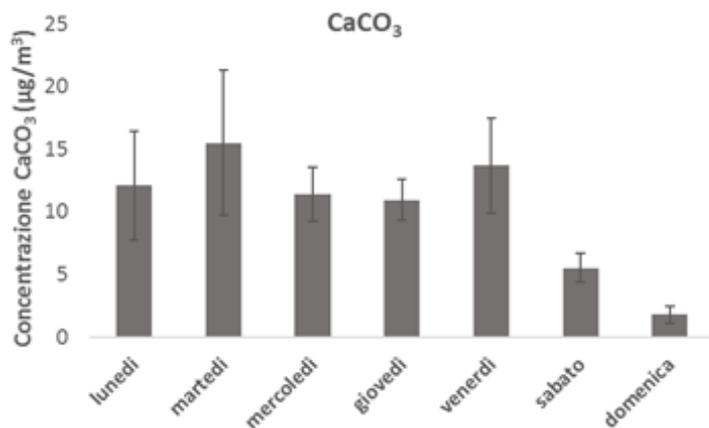
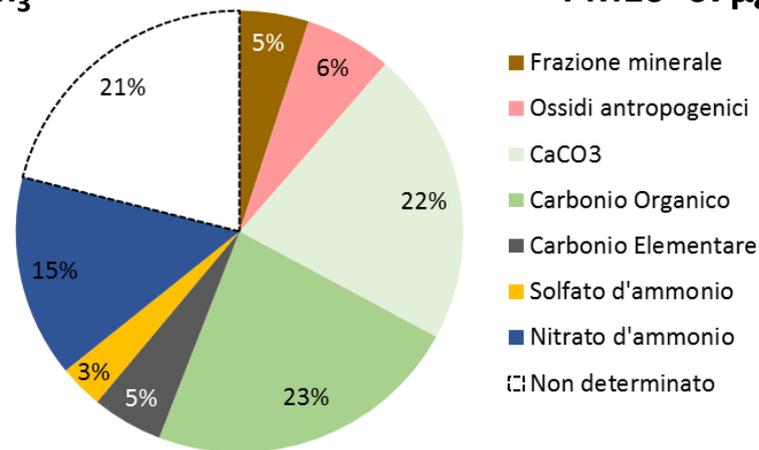
Composizione chimica del PM10 - Rezzato  
 Summer: 05.09÷08.10.17

**PM10=31 $\mu$ g/m<sub>3</sub>**



Composizione chimica del PM10 - Rezzato  
 Winter: 20.11÷26.12.2017

**PM10=67 $\mu$ g/m<sub>3</sub>**



La presenza di carbonato di calcio è da collegarsi alle attività di estrazione e di movimentazione dei materiali di cava nei giorni lavorativi.

# Analisi di Source Apportionment

Quanto contribuisce ciascuna delle possibili sorgenti emissive presenti nella zona alle concentrazioni che si misurano in atmosfera?

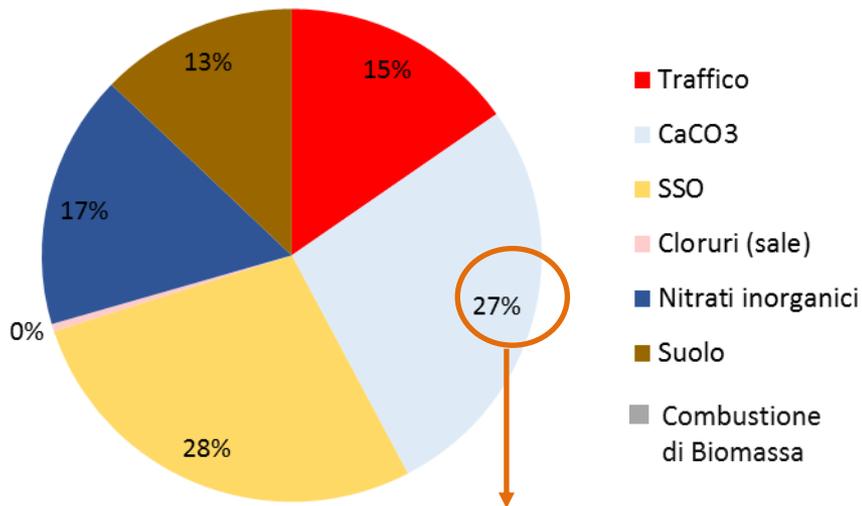
## SOURCE APPORTIONMENT

**Lo scopo di un modello a recettore è quello di assegnare il particolato misurato in ambiente alle diverse sorgenti da cui proviene, applicando opportune tecniche statistiche ai dati raccolti in un certo sito di misura.**

**In particolare determinare il contributo della sorgente  $\text{CaCO}_3$ .**

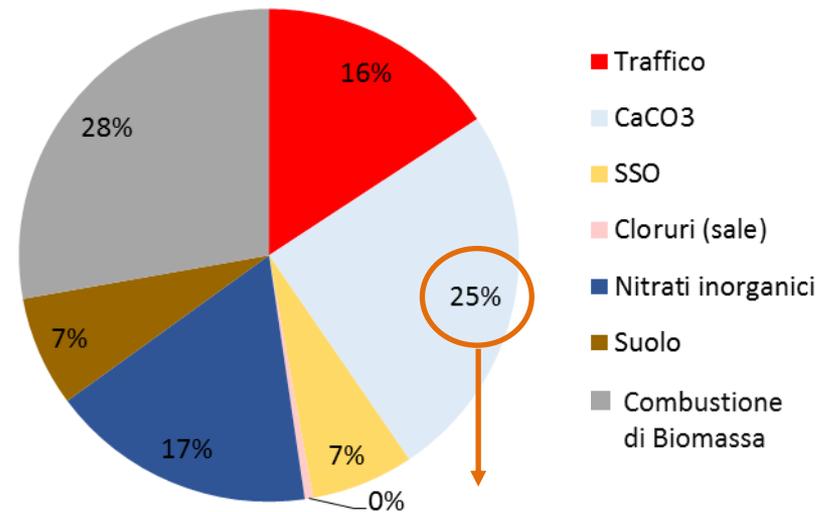
**N.B.: 66 giorni**

Apporzionamento del PM10 - Rezzato  
Estate: 05.09÷8.10.17



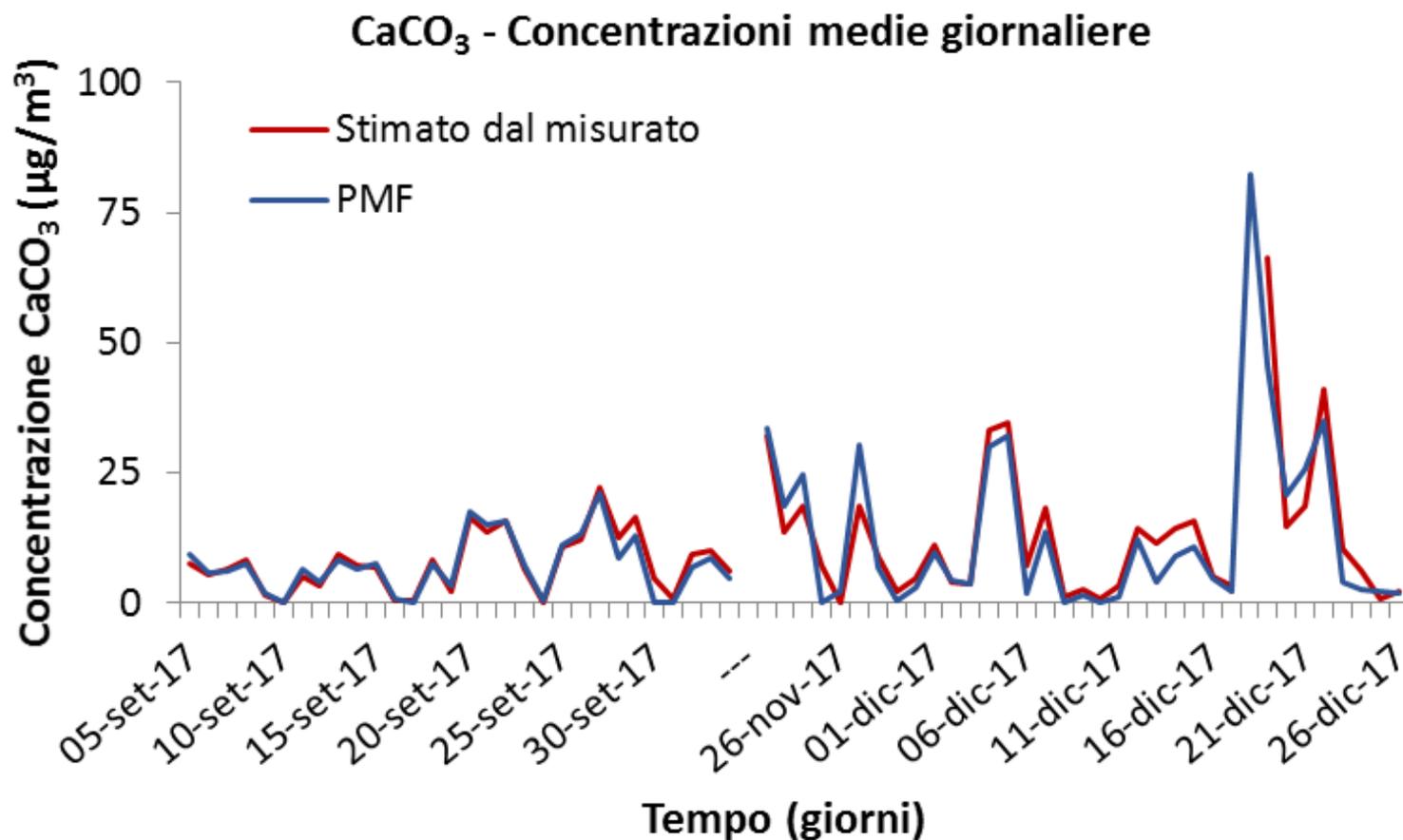
$\text{CaCO}_3 = 8.5 \mu\text{g}/\text{m}_3$

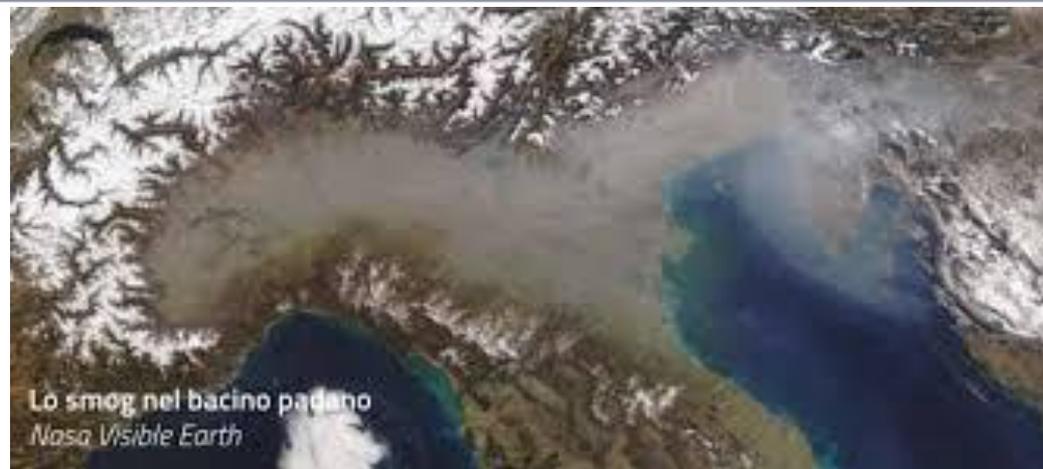
Apporzionamento del PM10 - Rezzato  
Inverno: 20.11.17÷26.12.2017



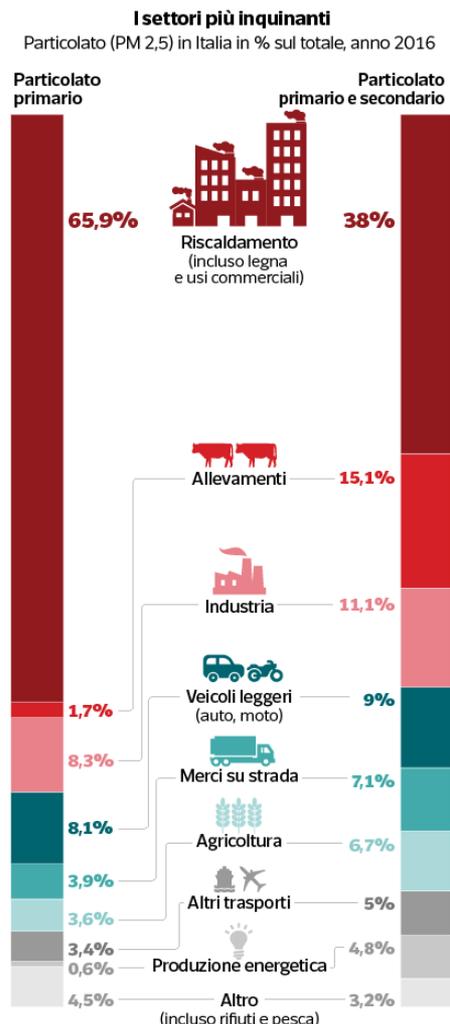
$\text{CaCO}_3 = 16.7 \mu\text{g}/\text{m}_3$

Contributo delle diverse sorgenti in proporzioni simili a quanto si trova comunemente in altri centri urbani, con l'aggiunta di una sorgente legata alle attività di estrazione e di movimentazione dei materiali di cava.





**Monitoraggi aeroportuali: venticinque anni di esperienze affrontate da ARPA Lombardia**



Fonte: Ispra - Elaborazione da National sector emissions



In Lombardia, le valutazioni degli impatti degli aeroporti sulla QA hanno avuto inizio con **il monitoraggio dell'aeroporto di Milano-Linate nel 1993.**

Laboratorio Mobile nel piazzale di parcheggio degli aeromobili (NOX, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO, NMHC, CH<sub>4</sub>) e DOAS

La situazione riscontrata a Linate è caratteristica di tutte le località urbane allora monitorate

Molteplici sono state le occasioni nelle quali ARPA Lombardia si è occupata di effettuare approfondimenti in merito alla qualità dell'aria (QA) nei dintorni di aeroporti, in particolare:

**Milano-Malpensa (VA): una decina dal 1999**

**Bergamo-Orio al Serio (BG): oltre venti dal 2003**

Effettuati per soddisfare richieste pervenute dal territorio circostante che nascevano sostanzialmente dalla volontà di comprendere l'impatto delle emissioni aeroportuali e delle attività ad esse connesse sulla QA e, in particolare, comprendere sia l'eventuale esistenza di composti emessi potenzialmente tossici (ad esempio Idrocarburi Policiclici Aromatici, IPA e Composti Organici Volatili, COV) che un aumento sostanziale delle polveri emesse come PM<sub>10</sub>.

## Svariati approcci nel corso degli anni:

1) misure di concentrazione degli inquinanti tradizionali (parametri normati dal D. Lgs 155/2010)

Laboratorio mobile

2) misura di IPA, COV e composti atmosferici cosiddetti pericolosi (Hazardous Air Pollutants, HAPs):  
ad esempio il naftalene

3) composizione chimico-fisica del PM10

4) misura al minuto della concentrazione numerica delle nanoparticelle (diametro aerodinamico > 6 nm) ed alla loro correlazione con il passaggio degli aerei.

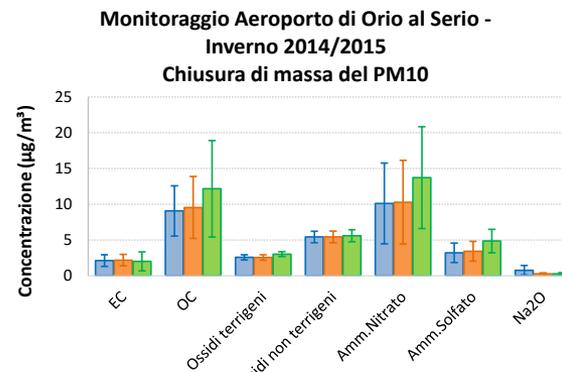


## Svariati approcci nel corso degli anni:

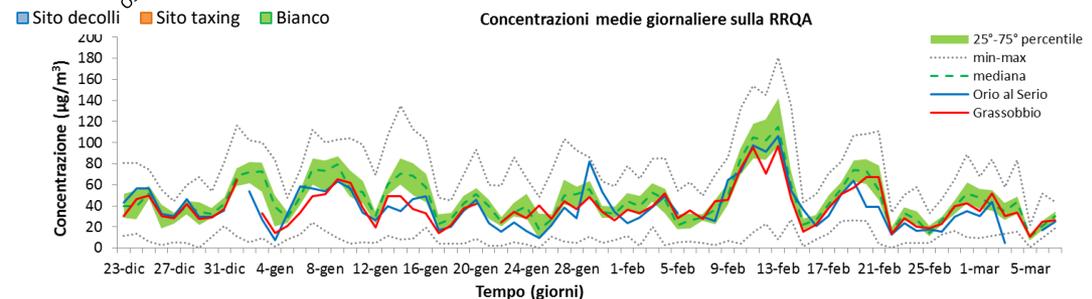
- 1) misure di concentrazione degli inquinanti tradizionali (parametri normati dal D. Lgs 155/2010)  
Laboratorio mobile
- 2) misura di IPA, COV e composti atmosferici cosiddetti pericolosi (Hazardous Air Pollutants, HAPs):  
ad esempio il naftalene
- 3) composizione chimico-fisica del PM10
- 4) misura al minuto della concentrazione numerica delle nanoparticelle (diametro aerodinamico > 6 nm) ed alla loro correlazione con il passaggio degli aerei.

1) Dal 2003 al 2011: laboratorio mobile

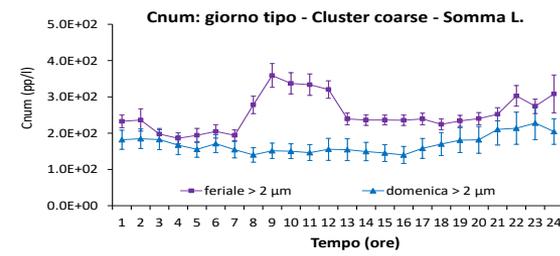
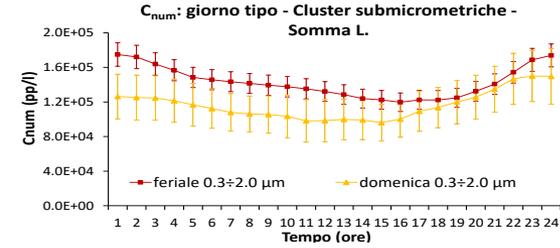
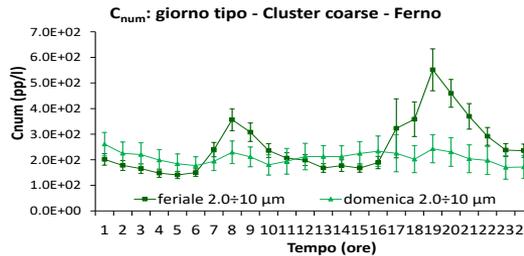
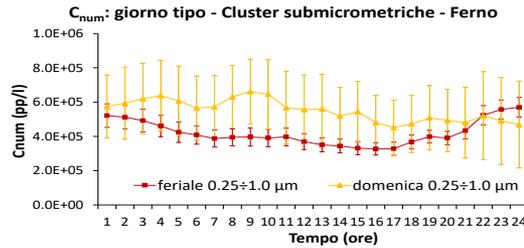
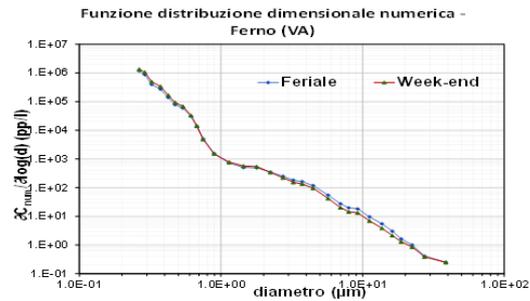
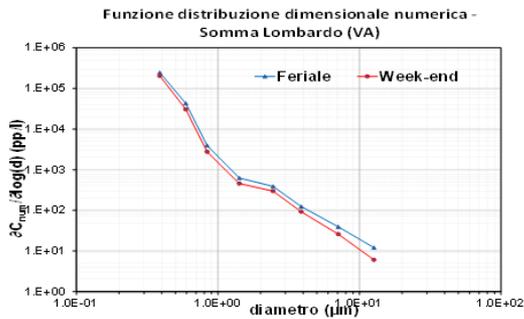
2/3) Dal 2011 al 2015: laboratorio mobile + fiale adsorbenti + speciazione chimica completa del PM10



Nessuna evidenza di impatto significativo all'esterno del sedime aeroportuale.



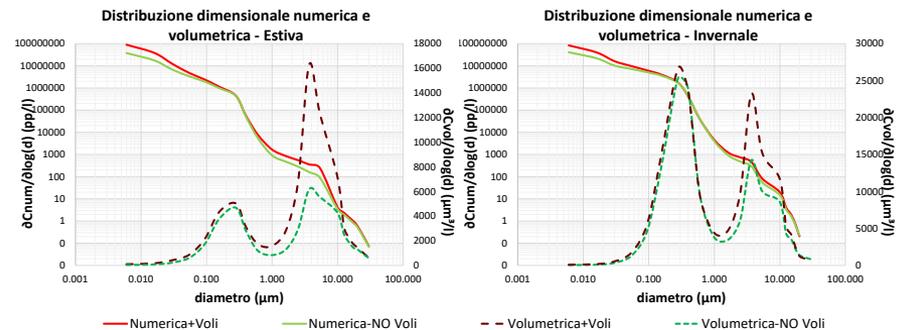
## Svariati approcci nel corso degli anni:

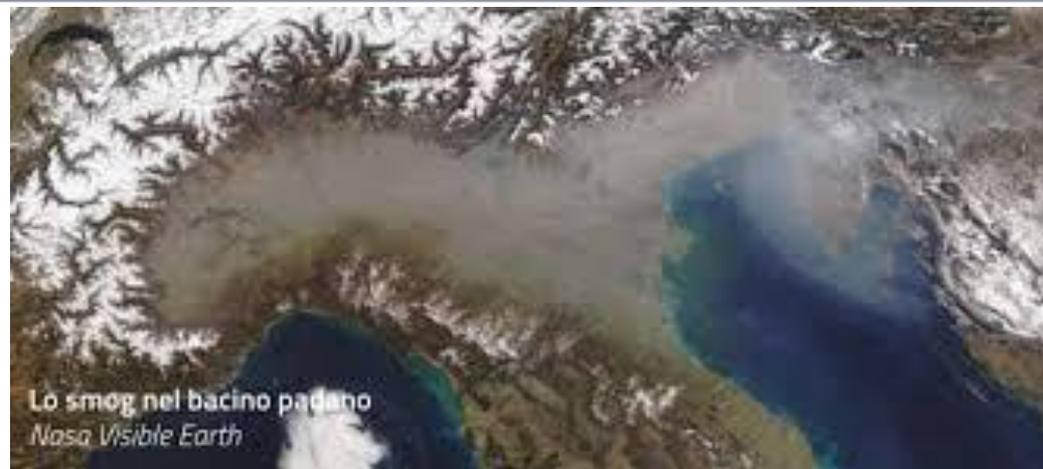


4) 2017-2018: PM10 + contatori di particelle per la valutazione della distribuzione dimensionale dell'aerosol a partire da 6 nm, intorno al sedime aeroportuale

4) misura al minuto della concentrazione numerica delle nanoparticelle (diametro aerodinamico > 6 nm) ed alla loro correlazione con il passaggio degli aerei.

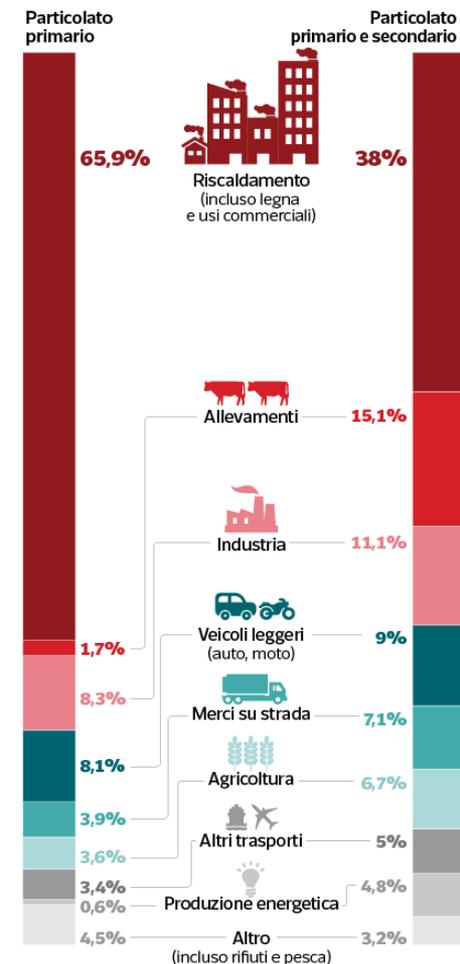
scelto anche in base alle evidenze sperimentali pubblicate in letteratura, per osservare la sorgente "aeromobile"





## I settori più inquinanti

Particolato (PM 2,5) in Italia in % sul totale, anno 2016



Fonte: Ispra - Elaborazione da National sector emissions

**Osservazioni sulle concentrazioni di diossine e furani misurate durante situazioni emergenziali quali gli incendi**



Nell'ambito delle attività condotte in caso di incendio, Arpa Lombardia effettua il monitoraggio della qualità dell'aria per valutare l'impatto in aree abitate delle ricadute dei fumi. Nelle varie situazioni sono stati monitorati diversi inquinanti tra cui le diossine (PCDD) ed i furani (PCDF) che possono essere considerati come traccianti dei fumi; infatti la loro formazione è favorita nelle combustioni incontrollate di materiale di natura eterogenea

## SCelta DEL SITO:

area abitata, prevalentemente sottovento recettore sensibile, in proprietà pubblica in un sito sicuro (per operatori/strumentazione)  
In emergenza: non avrà a priori di siti di campionamento confrontabili

## CAMPIONAMENTO:

campionatori alto volume (10 m<sup>3</sup>/h) senza selezione del particolato  
filtri a membrana (fibra di quarzo) con in serie una spugna di poliuretano (PUF) che assorbe i PCDD-DF in fase gas

## ANALISI:

HRGC MS

PCDD-DF aerodispersi totali (filtro + PUF)

17 congeneri (7 PCDD e 10 PCDF)

## INCENDI ANALIZZATI:

45 incendi tra il 2013 ed il 2019

1° campionamento circa 12 ore  
campionamenti, successivi circa 24 ore

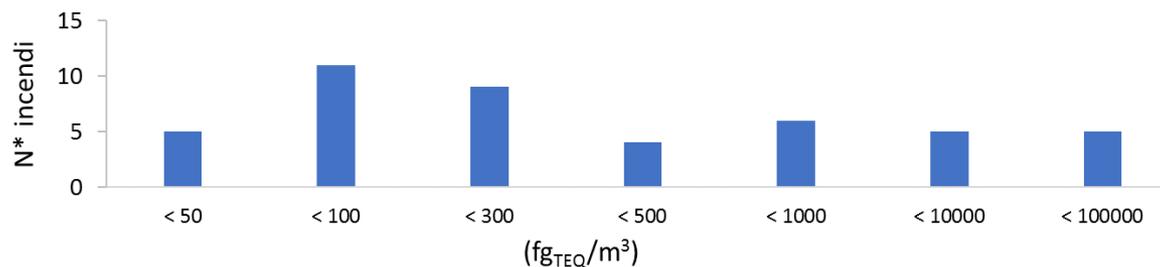
C<sub>TEQ</sub> concentrazione totale dell'insieme dei congeneri, espressa in termini di tossicità equivalente alla 2,3,7,8 TCDD (detta "diossina di Seveso")

$C_i$ : concentrazione rilevata dell' $i$ -esimo congenero

$$C_{TEQ} = \sum_i C_i \cdot TEF_i$$

$TEF_i$  il relativo fattore di tossicità equivalente (TEF OMS 2005)

## Distribuzione in numero degli incendi in 7 diverse classi di $C_{TEQ}$



**valore di riferimento dell'OMS di  $300 fg_{TEQ}/m^3$   
indicativo di una situazione di inquinamento di  
diossine in atto**

Cteq concentrazione totale dell'insieme dei congeneri, espressa in termini di tossicità equivalente alla 2,3,7,8 TCDD (detta "diossina di Seveso")

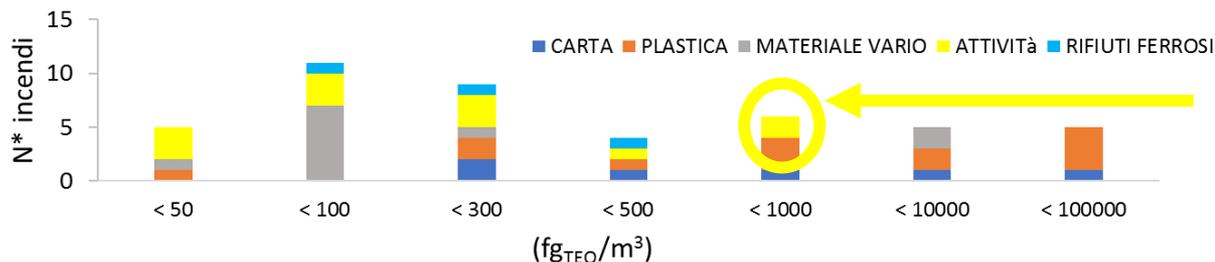
$C_i$ : concentrazione rilevata dell' $i$  –  
*esimo* congenere

$$C_{TEQ} = \sum_i C_i \cdot TEF_i$$

$TEF_i$  il relativo fattore di  
tossicità equivalente (TEF OMS  
2005)

## Distribuzione in numero degli incendi in 7 diverse classi di $C_{TEQ}$

"Attività": CTEQ inferiori  
a 300 fgTEQ/m<sup>3</sup> e  
Materiali in plastica ed  
in carta: CTEQ superiori  
a 300 fgTEQ/m<sup>3</sup>



Marudo (filati) e  
Montichiari  
( falegnameria):  
sono andate a  
fuoco diverse  
decine di m<sup>3</sup> di  
materiale.

# LA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA - I Edizione 2020

1 dicembre 2020

Cteq concentrazione totale dell'insieme dei congeneri, espressa in termini di tossicità equivalente alla 2,3,7,8 TCDD (detta "diossina di Seveso")

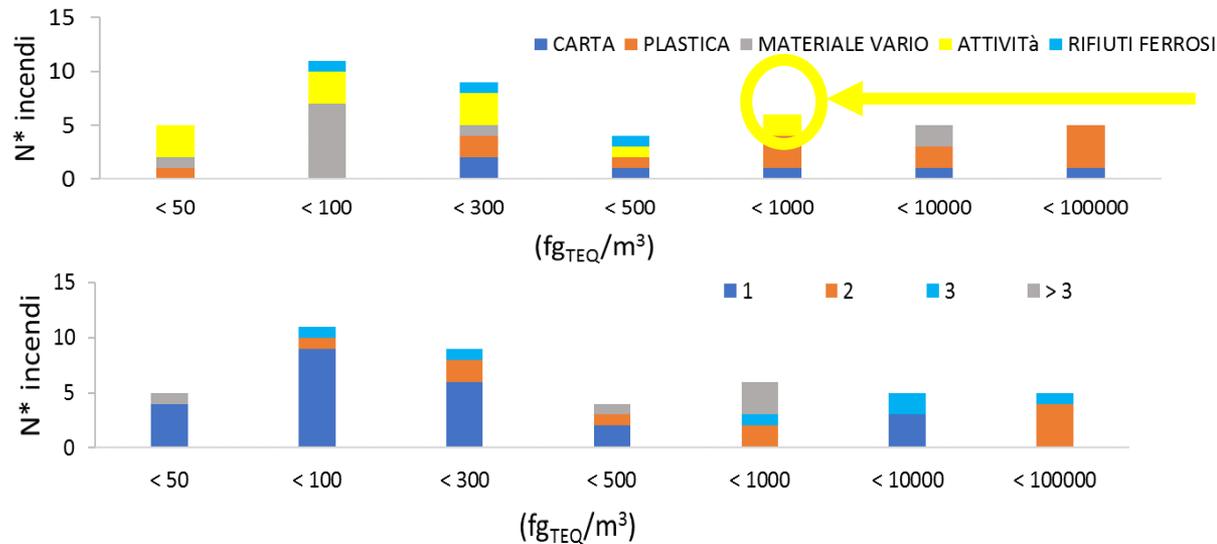
$C_i$ : concentrazione rilevata dell' $i$  –  
esimo congenere

$$C_{TEQ} = \sum_i C_i \cdot TEF_i$$

$TEF_i$  il relativo fattore di  
tossicità equivalente (TEF OMS  
2005)

## Distribuzione in numero degli incendi in 7 diverse classi di $C_{TEQ}$

"Attività": CTEQ inferiori  
a 300 fgTEQ/m<sup>3</sup> e  
Materiali in plastica ed  
in carta: CTEQ superiori  
a 300 fgTEQ/m<sup>3</sup>



Marudo (filati) e  
Montichiari  
( falegnameria):  
sono andate a  
fuoco diverse  
decine di m<sup>3</sup> di  
materiale.

Si osserva che le concentrazioni maggiori corrispondono tendenzialmente a incendi di maggior durata (ovvero quando si sono raccolti più campioni). **Possibile proporzionalità tra la massa di materiale bruciato e la concentrazione totale equivalente risultante. La correlazione tuttavia viene alterata dalle condizioni meteorologiche (in particolare regime anemologico durante l'incendio).**

In questo lavoro è stata identificata una matrice che, per ogni macrocategoria di incendio, riporta il range storico dei quantitativi di PCDD/DF trovati; può essere utilizzata come riferimento per eventi futuri. Emerge anche l'esigenza di raccogliere ulteriori informazioni in sede di incendio (in particolare quantità e tipologia del materiale combusto).

**È possibile concludere che sono attese concentrazioni di PCDD/DF superiori al valore di riferimento dell'OMS di 300 fg<sub>TEQ</sub>/m<sup>3</sup>, indicativo di una situazione di inquinamento di diossine in atto, quando si ha combustione di materiale plastico o cartaceo in presenza di metalli; concentrazioni significative sono attese anche nel caso in cui la quantità di materiale coinvolto è tale da prolungare l'evento per più giorni, indipendentemente dal combusto prevalente.**

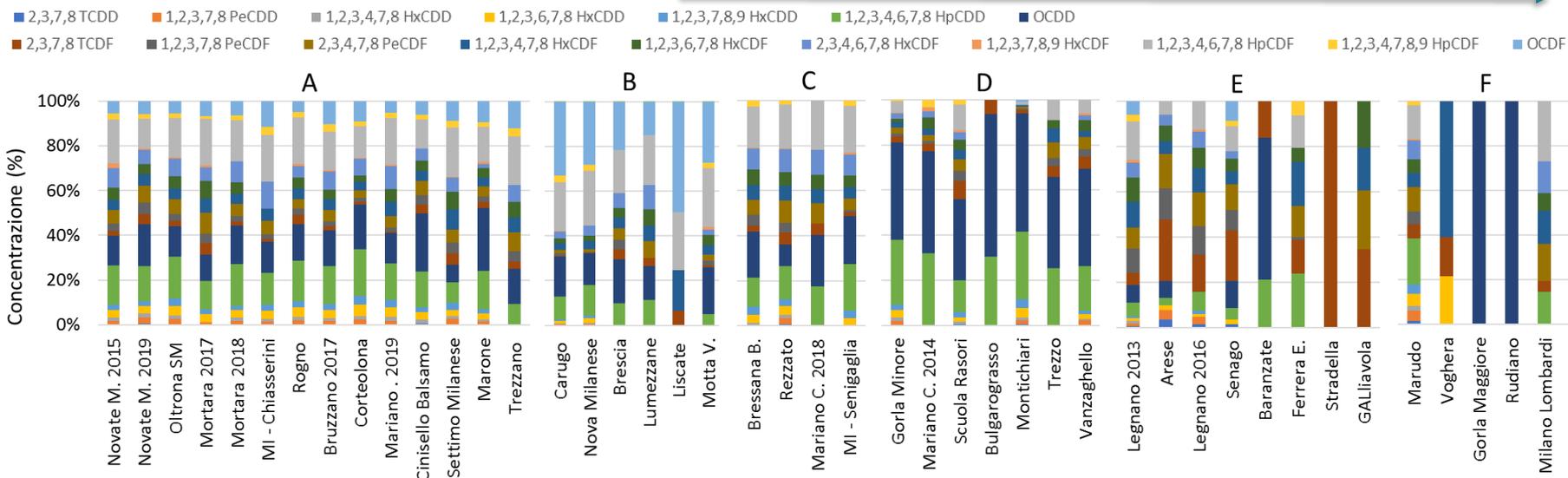
Materiale combusto	Giorni di campionamento	Concentrazione TEQ misurata durante il 1° campionamento	Concentrazione TEQ misurata durante il 2° campionamento	Concentrazione TEQ misurata durante il 3° campionamento	Concentrazione TEQ misurata durante il 4° campionamento
		fg <sub>TEQ</sub> /m <sup>3</sup>			
Carta	1 gg	268 – 1710 (3)	---	---	---
	> 1 gg	169 – 23901 (3)	72 – 3663 (3)	21 (1)	---
Plastica	1 gg	20 – 1166 (5)	---	---	---
	> 1 gg	506 – 23562 (5)	10 – 307 (5)	9 - 176 (4)	33 - 146 (2)
Rifiuti	1 gg	9 – 7281 (7)	---	---	---
	> 1 gg	38 – 74344 (7)	17 -89669 (7)	37 – 1480 (4)	169 - 1596 (2)
Attività	1 gg	24 – 133 (7)	---	---	---
	> 1 gg	11 – 981 (5)	17 – 445 (5)	53 - 57 (2)	7 (1)
Ferro	1 gg	5 – 117 (2)	---	---	---
	> 1 gg	321 (1)	169 (1)	46 (1)	17 (1)

( ) Numero di incendi disponibili

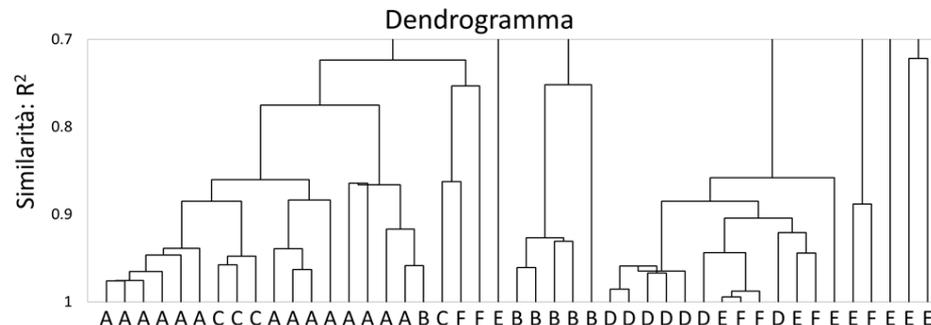
Per valutare la presenza di caratteristiche comuni, sono stati costruiti i profili degli incendi considerati, ovvero le concentrazioni relative di PCDD e PCDF rispetto alla somma totale di essi. I profili sono stati divisi in 6 classi di profili simili.

**A: sono presenti tutti i congeneri**

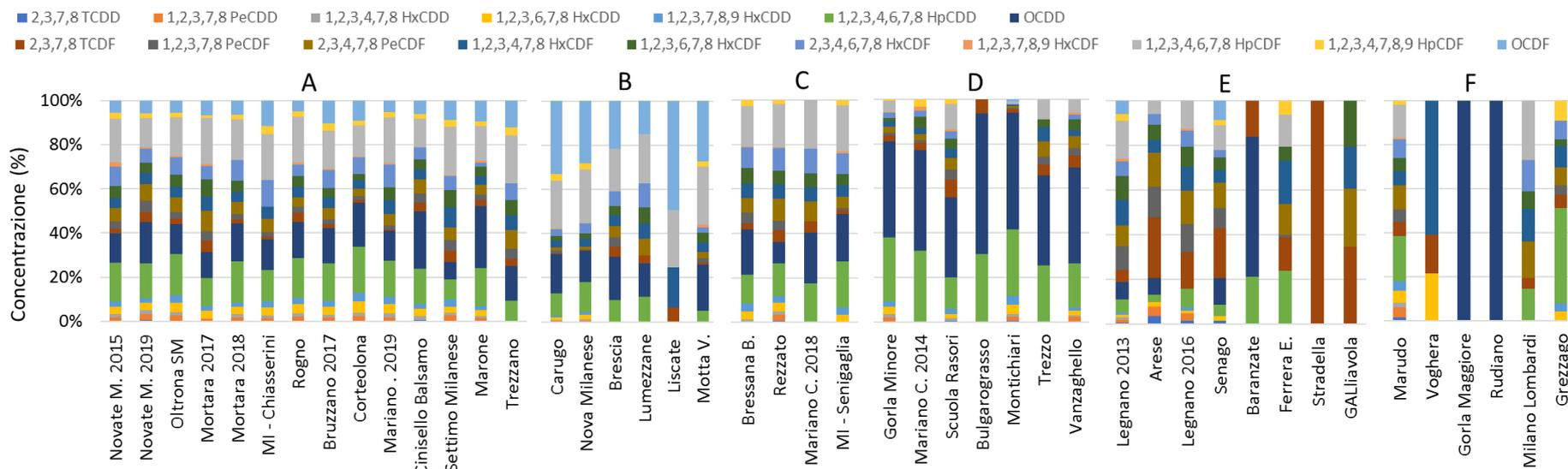
**i congeneri spariscono ad uno ad uno nel passaggio tra le classi**



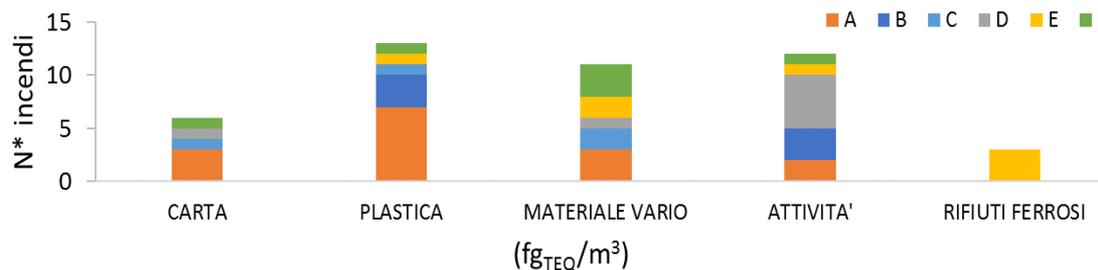
La suddivisione degli incendi in gruppi caratterizzati da profili simili è confermata dall'analisi a cluster.



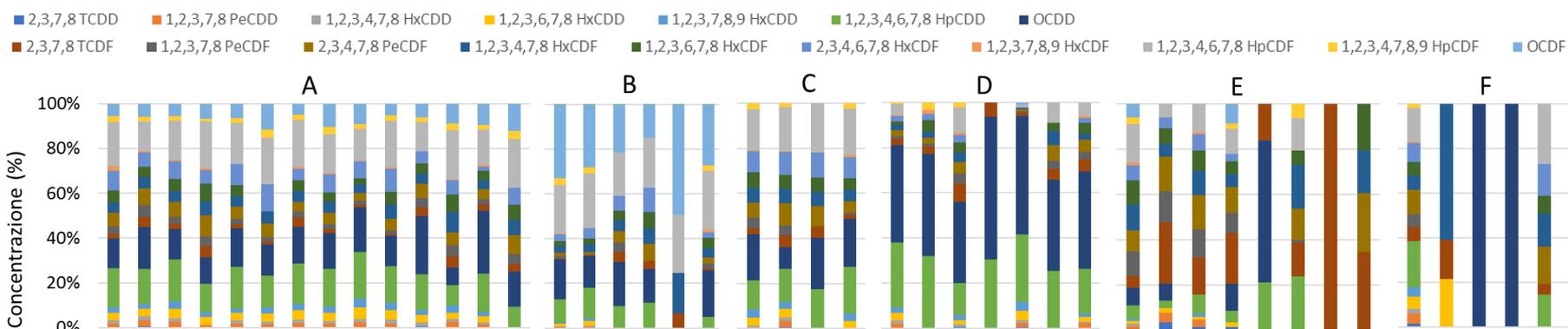
Per valutare la presenza di caratteristiche comuni, sono stati costruiti i profili degli incendi considerati, ovvero le concentrazioni relative di PCDD e PCDF rispetto alla somma totale di essi. I profili sono stati divisi in 6 classi di profili simili.



**Possibile associazione tra categorie di profili simili e gruppi di incendi accomunati dal materiale combusto?**

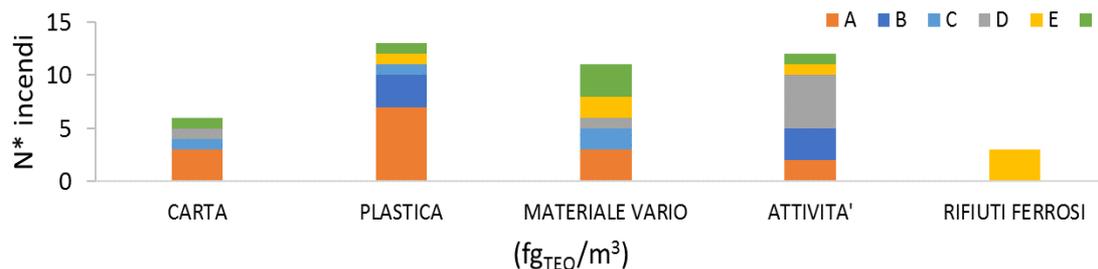


Per valutare la presenza di caratteristiche comuni, sono stati costruiti i profili degli incendi considerati, ovvero le concentrazioni relative di PCDD e PCDF rispetto alla somma totale di essi. I profili sono stati divisi in 6 classi di profili simili.



Non sembra esserci evidenza di un'associazione diretta tra le due categorie; la tipologia di materiale combusto non è quindi l'unico parametro da cui dipende l'impronta dell'incendio dal punto di vista delle diossine e dei furani emessi.

**Possibile associazione tra categorie di profili simili e gruppi di incendi accomunati dal materiale combusto?**



# Grazie per l'attenzione



Per valutare la presenza di caratteristiche comuni, sono stati costruiti i profili degli incendi considerati, ovvero le concentrazioni relative di PCDD e PCDF rispetto alla somma totale di essi. I profili sono stati divisi in 6 classi di profili simili.

