

# **Valutazione del rischio chimico**

CdL Magistrale Interateneo in  
Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio  
Università di Udine e Università di Trieste

CdL Magistrale in Chimica  
Università di Trieste

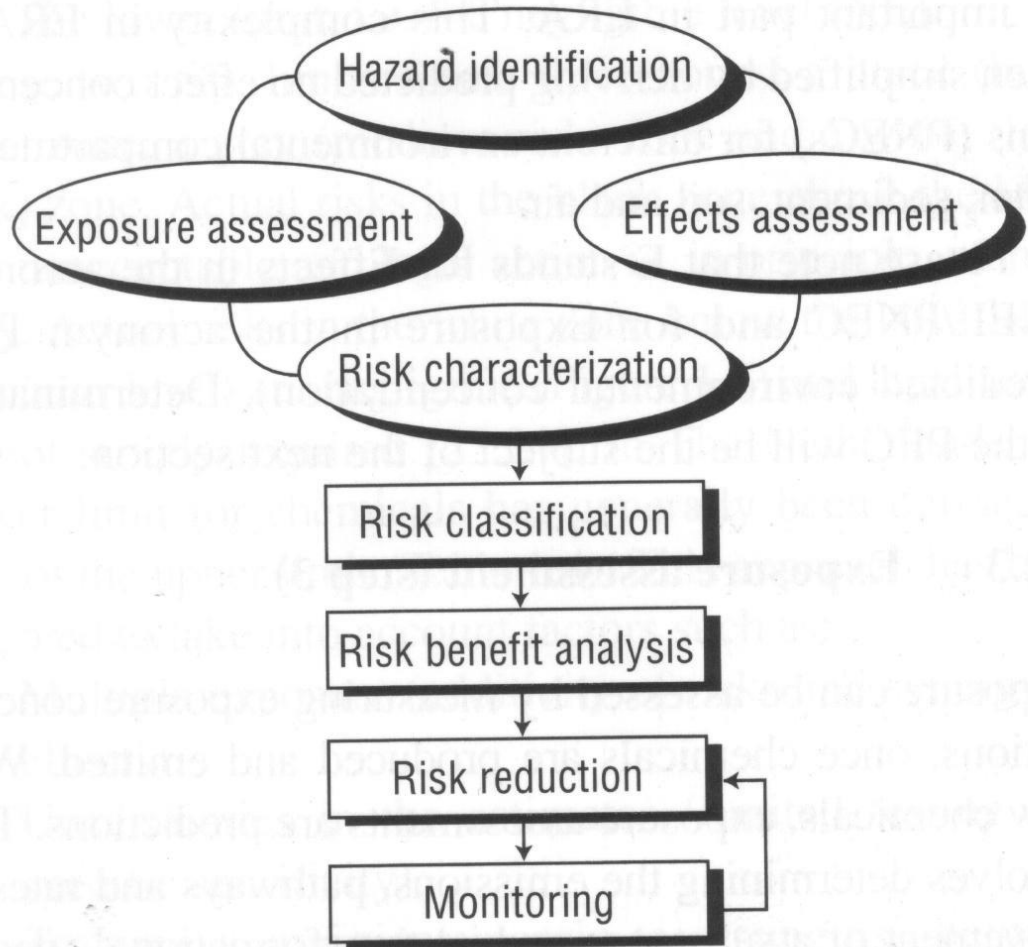
Docente  
Pierluigi Barbieri

**SSD Chimica dell'ambiente e dei beni culturali, CHIM/12**

# *ANALISI DI RISCHIO*

## *Valutazione del rischio e gestione del rischio*

Valutazione del r.  
(tecnica e scienza)



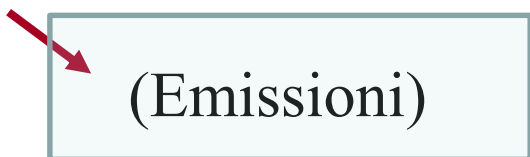
---

Gestione del r.  
(economia e politica)

Figure 1.3. Steps in the risk management process.

# *Valutazione del rischio chimico*

Processo chimico



(Dispersione  
Trasferimenti di fase  
trasformazioni ambientali)

**Esposizione** / PEC

**Valutazione  
del rischio**

Valutazione degli **effetti** dell'esposizione  
a sostanze singole e a miscele /  
NOAEC /tossicologia

## Per la stima delle concentrazioni d'esposizione

Dati sperimentali di concentrazione di esposizione misurati sono disponibili in tutti i comparti ambientali rilevanti nello scenario espositivo? Raramente e \$ £ €

*Si ricorre a valutazioni basate su modelli che richiedono*

- 1. Dati su **emissioni reali** (non sempre disponibili) + dispersione e reattività nell'ambiente, oppure*
- 2. Dati su **emissioni stimate** + dispersione e reattività nell'ambiente -> modelli/scenari di emissione*

**Emissione** = risultato di attività umana che genera il rilascio di sostanze dalla tecnosfera all'ambiente; correlata a processi chimici e a come vengono gestite le risorse

## QUANTITA'

Il primo fattore è la **quantità prodotta, utilizzata, formata o trasportata**, compresa la frazione di sostanza chimica che può essere scaricata nell'ambiente durante l'uso.

**Alcuni prodotti chimici**, come il benzene, sono **usati in quantità molto grandi** di combustibili, **ma solo una piccola frazione** (possibilmente meno di una frazione di un percento) **viene emessa nell'ambiente** attraverso combustione incompleta o perdite durante la conservazione. **Altre sostanze chimiche**, come pesticidi, sono **usate in quantità molto minori ma sono scaricate completamente e direttamente nell'ambiente**, cioè 100% viene emesso.

All'altro estremo, ci sono **intermedi chimici** che possono essere **prodotti in grandi quantità, ma sono emessi solo in quantità minuscole** (a meno che non si verifichi un incidente industriale).

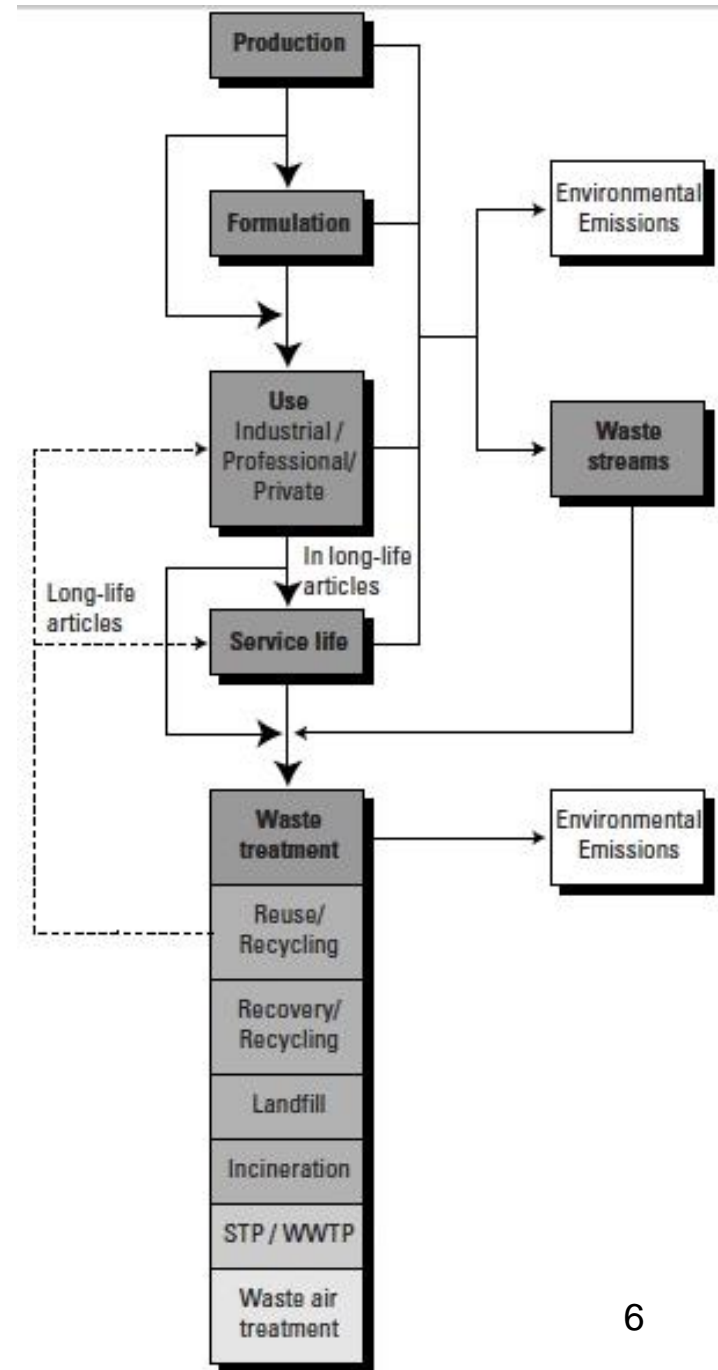
E 'difficile confrontare i quantitativi emessi da queste diverse categorie, perché sono molto variabili e episodici. E 'essenziale, però, di prendere in considerazione questo fattore, **molte sostanze chimiche tossiche non hanno impatti negativi rilevabili, entrando nell'ambiente in quantità molto basse.**

Centrale per l'importanza della quantità è l'adagio ha dichiarato anzitutto da Paracelso, quasi cinque secoli fa, che è la **dose a fare il veleno**. Questo può essere rideterminato nella forma che **tutte le sostanze chimiche sono tossiche se somministrato alla "vittima" in quantità sufficienti.**

Un corollario è che, **in dosi sufficientemente piccole, tutte sostanze chimiche sono sicure.**

# Ingresso nell'ambiente

- Il focus è sugli xenobiotici e sostanze naturali prodotte o rilasciate a causa di attività umane. Con sostanze prodotte intenzionalmente - e loro sottoprodotti - le emissioni possono avvenire in qualsiasi fase del **ciclo di vita** della sostanza. La vita di ogni sostanza inizia con la fase di produzione o di formazione.
- Una distinzione può essere fatta tra sostanze prodotte come materia prima per la sintesi di altre sostanze (**intermedi**) e tutte le altre sostanze.
- Il ciclo di vita inizia dall'industria chimica o petrolchimica o dall'estrazione e dalla raffinazione di minerali.





## JOINT RESEARCH CENTRE

European Platform on Life Cycle Assessment

[Home](#) [About us](#) [Methods](#) [Data](#) [LC Projects](#) [Library](#) [Contact](#)

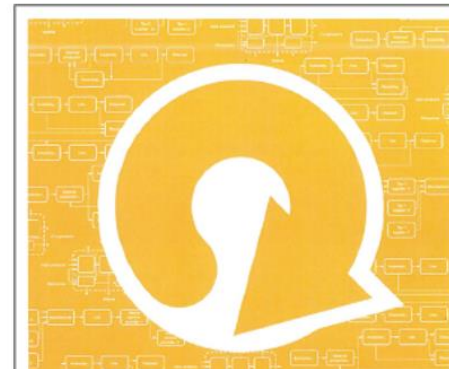
### WELCOME TO THE EUROPEAN PLATFORM ON LIFE CYCLE ASSESSMENT

The EU's knowledge base that responds to business and policy needs for social and environmental assessments of supply chains and end-of-life waste management, otherwise known as life cycle assessments.

#### Enviromental Footprint



#### ILCD

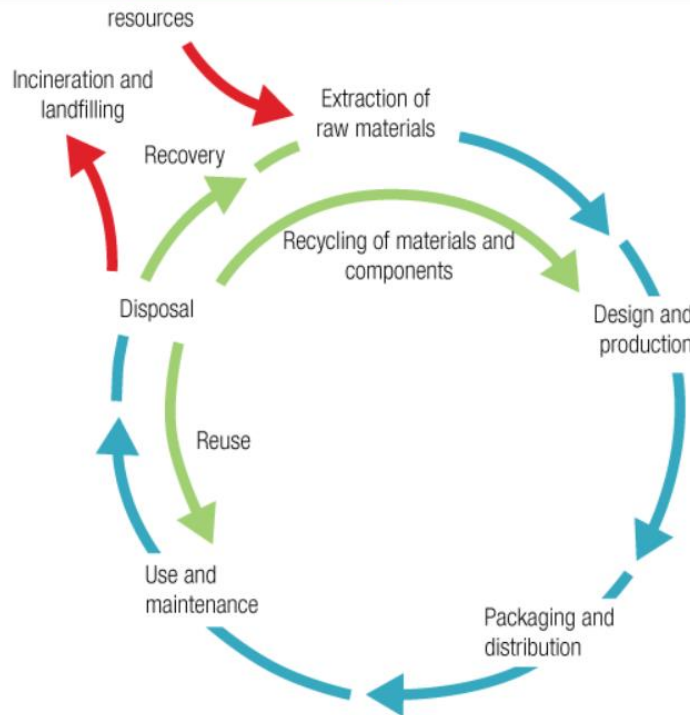


ISO 14040 and 14044 standards

socio-economic performance through its life cycle. This may facilitate links between the economic, social and environmental dimensions within an organization and through its entire value chain.

Looking at the industrial sector, taking LCT as an approach means going beyond the more narrow traditional focus on an enterprise's production facility. A product life cycle can begin with the extraction of raw materials from natural resources in the ground and the energy generation. Materials and energy are then part of production, packaging, distribution, use, maintenance, and eventually recycling, reuse, recovery or final disposal.

*In each life cycle stage there is the potential to reduce resource consumption and improve the performance of products.*



- Contact us
- News

LATEST STORIES

- > New 'hotspots' tool pinpoints unsustainable consumption and production  
March 13, 2019
- > Invitation to participate in the online consultation "Linking SDGs to LCA"  
March 12, 2019
- > Business Case for Life Cycle Thinking: publication launched  
March 12, 2019
- > LCA Award: news from Africa, Latin America and Asia  
March 2, 2019
- > The Young Champions of the Earth 2019 Awards  
March 2, 2019



# Produzione di intermedi e potenziali emissioni

- a. Intermedio trasformato nel reattore, senza esser preventivamente isolato
- b. Intermedio preventivamente isolato e trasformato nello stesso sito (*on site treatment*)
- c. Intermedio isolato e trasportato in un altro sito per il *processing* (*off site treatment*)

Differenze nei livelli di emissione ( $c > b > a$ )

***Emissione*** = risultato di attività umana che genera il *rilascio di sostanze* dalla tecnosfera all'ambiente; correlata a come risorse vengono gestite

- Scenari di esposizione

(Es. Ftalati, Formaldeide, Solventi e metalli)



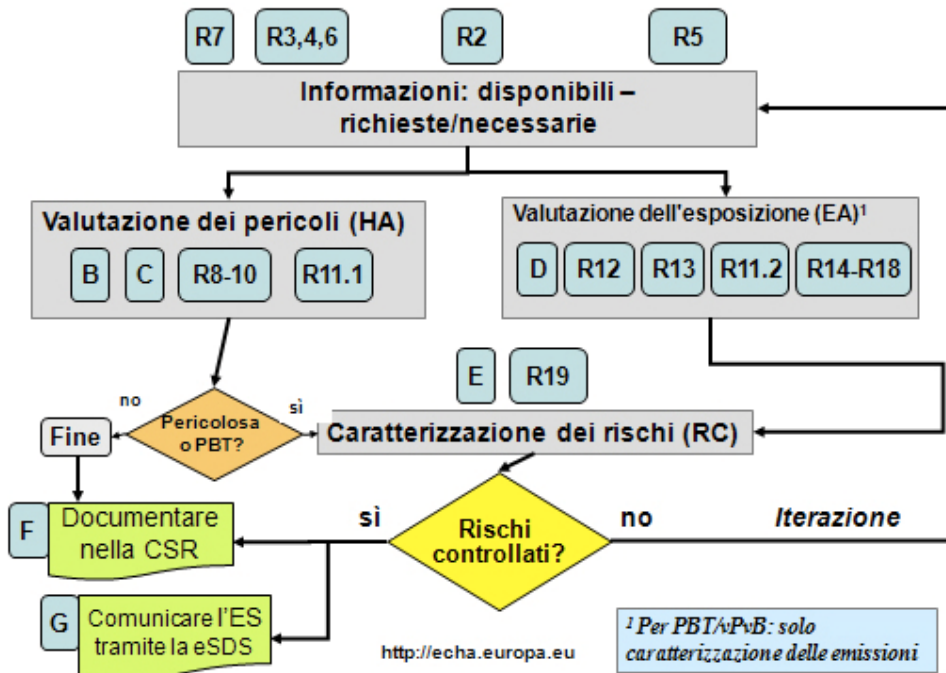
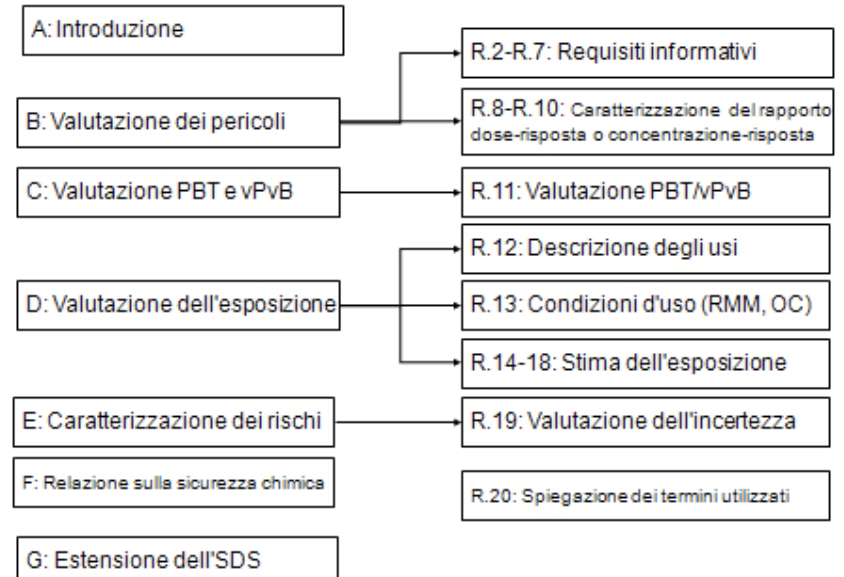
**Older Homes and Buildings**  
If your home was built before 1978, there is a good chance it has lead-based paint. In 1978, the federal government banned consumer uses of lead-containing paint, but some states banned it even earlier. Lead from paint, including lead-contaminated dust, is one of the most common causes of lead poisoning.

<https://www.epa.gov/lead/protect-your-family-exposures-lead>

# Guida alle disposizioni in materia d'informazione e valutazione della sicurezza chimica

— Guida in sintesi —

— La guida in dettaglio —



- <http://echa.europa.eu/it/web/guest/guidance-documents/guidance-on-information-requirements-and-chemical-safety-assessment>

# Tipi e sorgenti di emissioni

In dipendenza dalle finalità della VR  
 Attenzione a concentrazioni di picco  
 per valutare effetti acuti, o  
 a emissioni totali che  
 danno concentrazioni medie  
 (conc. di background)

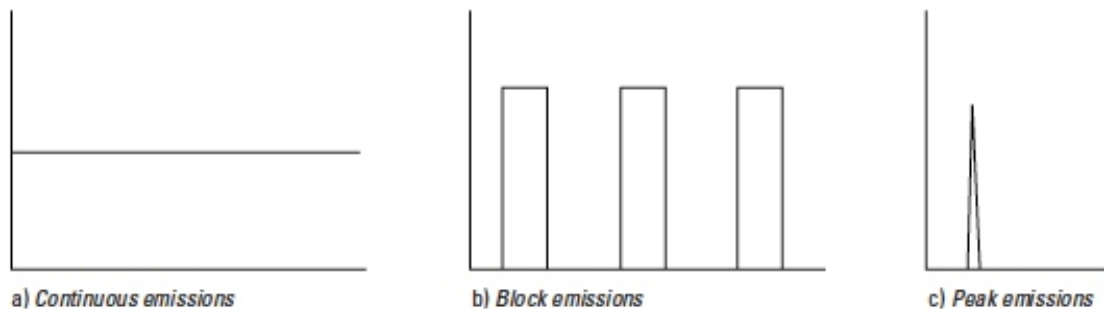


Figure 2.5. Types of emission.

| Type                | Definition and example   |
|---------------------|--|
| Continuous emission | emissions with an almost constant emission flow rate over a prolonged period.<br><i>Example:</i> the emission of a substance from a continuous production process such as an oil refinery.   |
| Block emissions     | emissions with a flow rate which is reasonably constant over certain time periods with regular intervals with a low or even zero background emission. <i>Example:</i> the emissions from traffic; emissions are high during rush hours and low at night.   |
| Peak emissions      | emissions where a relatively large amount is discharged in a short time; the time intervals between peaks and the peak height can vary greatly.<br><i>Example:</i> the discharge of spent liquid (reaction mixture) after isolation of a synthesized substance in a batch process, or a discharge after a process failure. |
| Point sources       | sources, either single or multiple, which can be quantified by means of location and the amount of substance emitted per source and emission unit (e.g. amount per time unit).<br><i>Example:</i> a chemical plant or a power plant (usually a factory with several plants is considered a single point source).           |
| Diffuse sources     | large numbers of small point sources of the same type.<br><i>Example:</i> emission of solvents from painted objects (maintenance of buildings, boats, vehicle, fence, etc.).   |

s. Puntuali  
 s. Mobili

# Emissioni in relazione alla valutazione del rischio

## Emissioni

Son cosa diversa dal **Carico** (*load*) in un comparto ambientale in cui si manifesta il rischio

Il carico nell'aria, acqua o suolo è dovuto non solo alle emissioni, ma anche a processi di trasporto e distribuzione nell'ambiente

Emissioni **in aria** posson avvenir per vie diverse:

evaporazioni (anche da STP),  
spolvero durante trasferimenti di materiale, rilascio dai camini (emissioni convogliate),  
da sorgenti areali (emissioni diffuse),  
da sorgenti incontrollate (emissioni fuggitive/perdite)

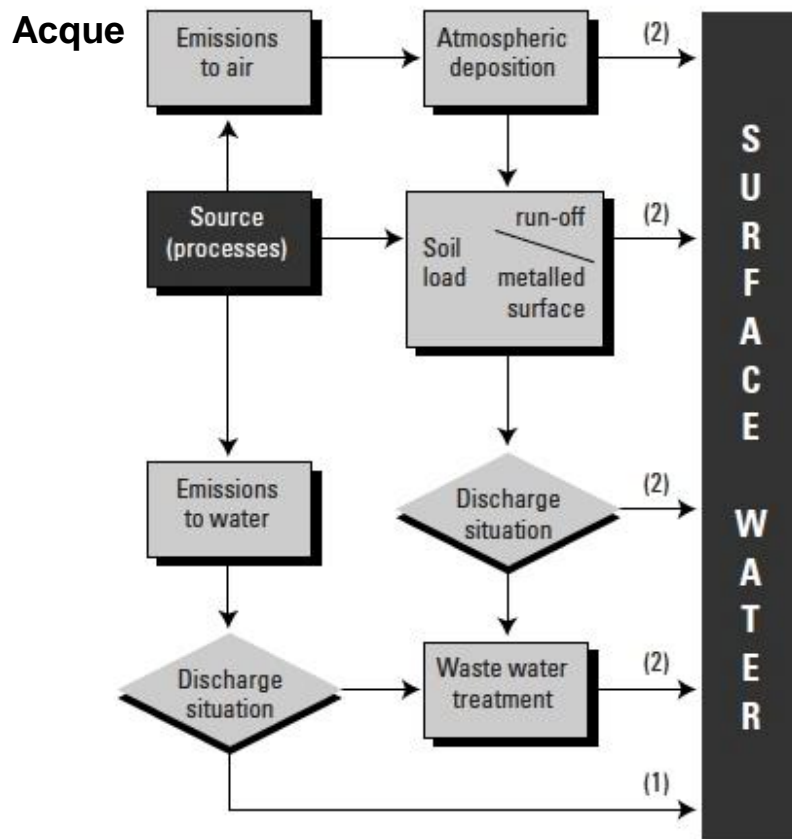


Figure 2.6. Direct (1) and indirect (2) emissions to surface water from processes.

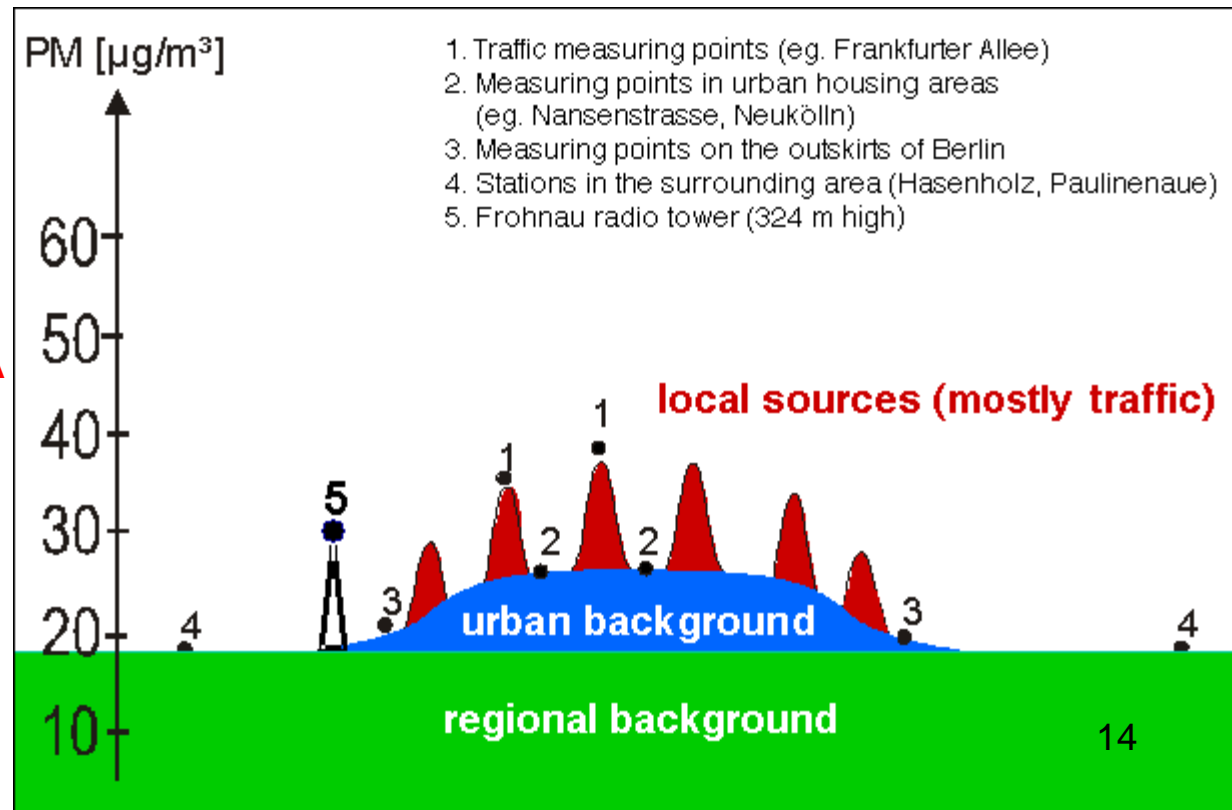
Sostanze raggiungono il **suolo** con deposizioni  
Secche o umide dall'aria (risultato indiretto da  
emissioni in aria). Rilasci diretti associati a perdite da  
siti industriali o serbatoi interrati, o ad applicazioni di  
pesticidi/biocidi, fertilizzanti su suoli agricoli. Modo  
indiretto attraverso acque reflue impiegate come  
fertilizzanti

Nel paragone tra concentrazioni di esposizione e di effetti, in molti casi bisogna Definire “luogo”(dove?) e “periodo” (quando?)

Es.  
acque superficiali vs acque profonde (*groundwaters*)  
Suoli agricoli, industriali, altri (urbani / rurali)  
Aria outdoor usualmente facilmente rinnovata ma possono verificarsi anomalie locali (es. street canyons) anche in dipendenza di momenti della giornata o stagioni (rischi maggiori)

Il problema della corretta **DEFINIZIONE DELLA SCALA SPAZIALE E TEMPORALE** nella valutazione del rischio

Es. studio benzene Servola

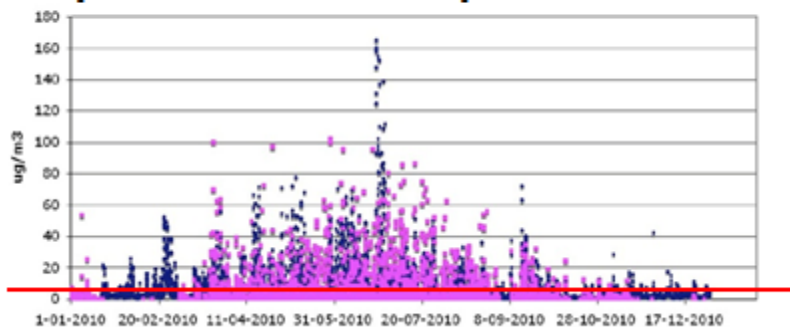


## Es. di variabilità temporale e spaziale di concentrazioni ambientali (misurate)

Sono stati rilevati **episodi di significativa contaminazione dell'aria** (2010 benzene, 2012 ammoniacca) a seguito di segnalazioni della **popolazione**

BENZENE  
VALORE DI RIFERIMENTO:  
MEDIA ANNUA 5 ug/m<sup>3</sup>

### Concentrazioni orarie di benzene in prossimità di un impianto industriale



**MEDIA MASSIMA PER BENZENE**  
(campionatori passivi esposti per  
5 giorni/settimana, in 4 settimane di  
campionamento successive, 2012)



## Small scale spatial gradients of outdoor and indoor benzene in proximity of an integrated steel plant



Sabina Licen<sup>a</sup>, Arianna Tolloi<sup>a</sup>, Sara Briguglio<sup>a</sup>, Andrea Piazzalunga<sup>b</sup>, Gianpiero Adami<sup>a</sup>, Pierluigi Barbieri<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Chemical and Farmaceutical Sciences, University of Trieste, Via Giorgieri, 1, Trieste 34127, Italy

<sup>b</sup> Water & Life Lab, srl – v.le E. Mattei, 37, 24060 Entratico (BG), Italy

### HIGHLIGHTS

- Outdoor and indoor benzene data were collected in five dwellings close to a steel plant.
- The three closest sites exceeded the WHO reference level for benzene ( $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- Indoor benzene concentration was above  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in the dwellings closest to the works.
- The coke ovens were the main benzene source identified by wind regime and B/T ratio.
- A regression model of indoor vs. outdoor benzene concentration has been calculated.

### GRAPHICAL ABSTRACT

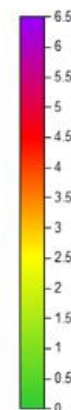
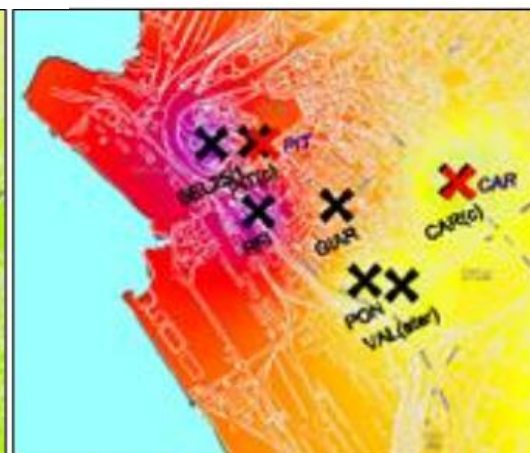
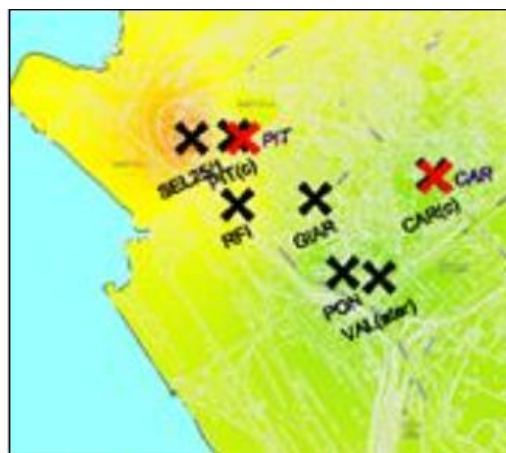
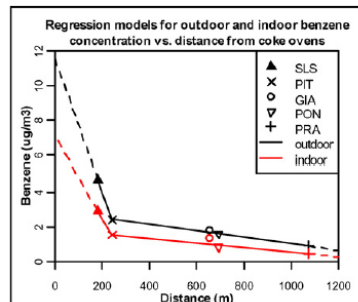
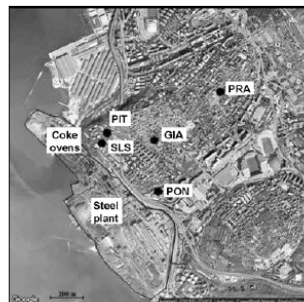


Figura 18: mappe indicative della concentrazione di benzene ottenute dall'interpolazione dei dati di Radiello®. Si ricorda che il metodo è indicativo, non è adatto cioè al confronto con il valore limite previsto dalla normativa vigente (D. Lgs 155/2010 e s.m.i.); inoltre la copertura temporale annuale delle campagne si attesta ad un valore prossimo al 50%.



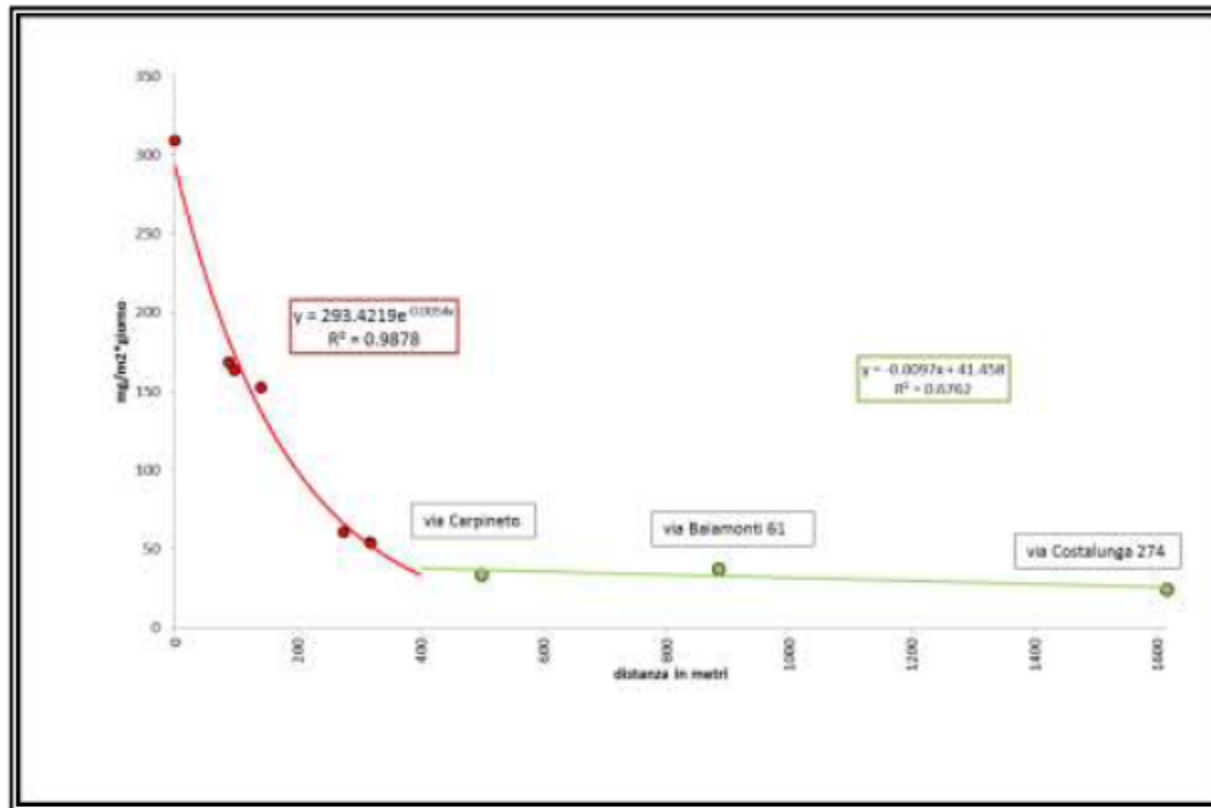
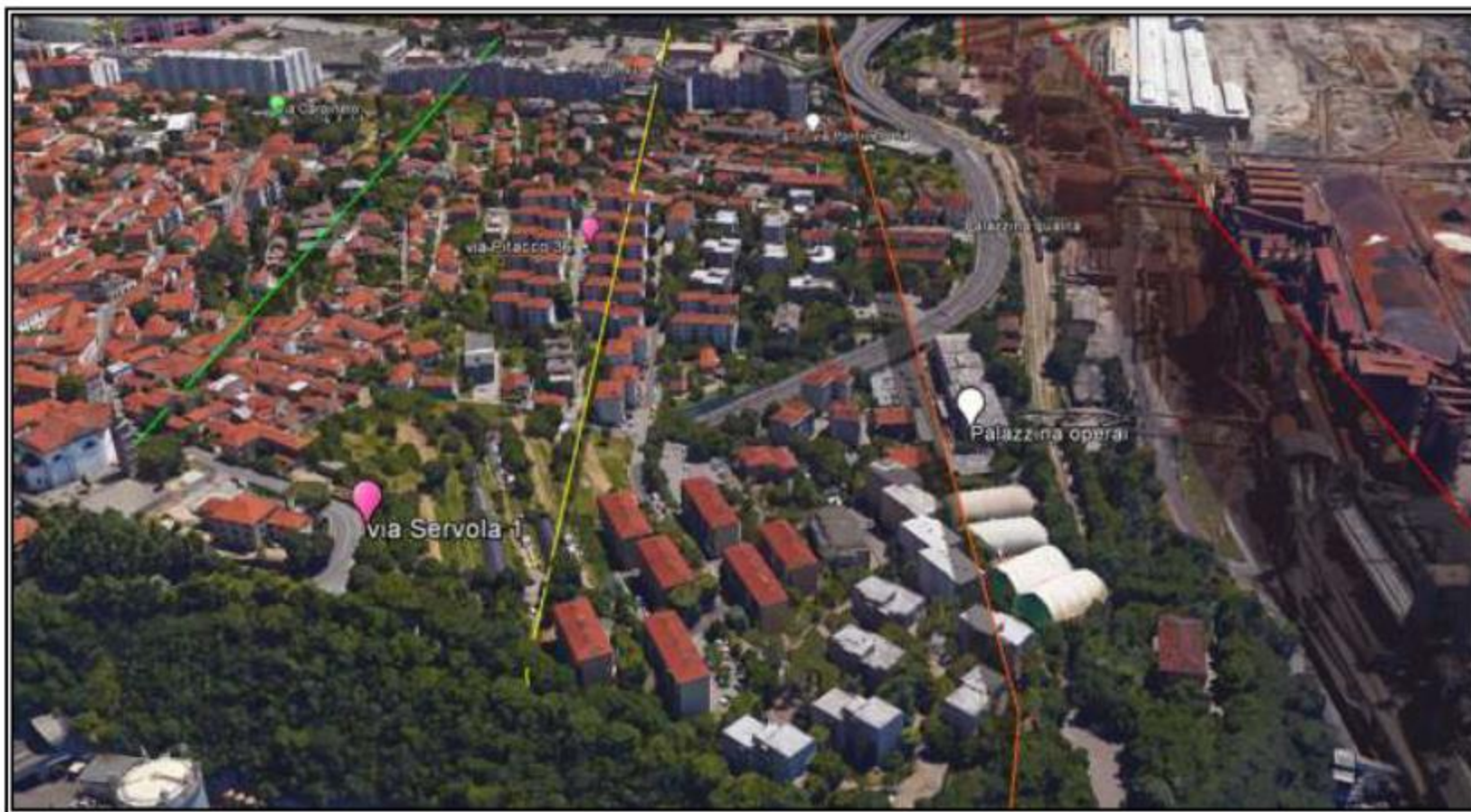
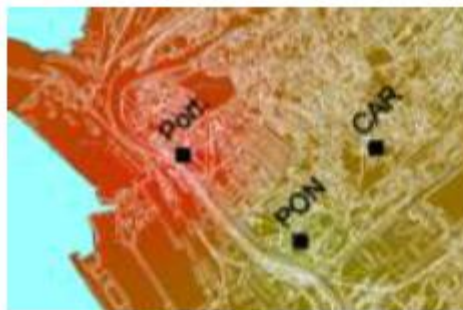


Figura 6 Andamento completo dei valori medi di ricadute in funzione della distanza dal confine. La curva esponenziale rossa si sarebbe potuta estendere anche ai punti più lontani, ma si sarebbe persa l'aderenza tra la curva e punti sperimentali specialmente nella parte iniziale della funzione, dove si riscontrano i valori più alti ovvero più problematici; per ovviare a tale scollamento si sarebbe potuto operare una regressione pesata, ma tale soluzione avrebbe comportato l'introduzione di un certo grado di soggettività che si è preferito evitare al fine di non introdurre nel modello scelte discutibili. Si è optato perciò per l'adozione di un doppio modello: esponenziale nelle vicinanze dell'impianto siderurgico e lineare (costante) per distanze superiori.

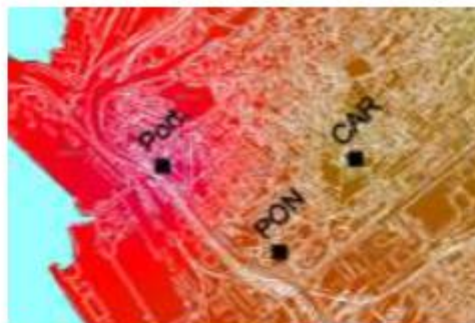


**Figura 8** Al centro la linea arancione con valori di ricadute pari al 50% di quelle registrate sulla linea (rossa) di confine; e la linea gialla a cui compete un valore di 25%. L'altezza delle frontiere in figura è proporzionale alle quantità di polveri.

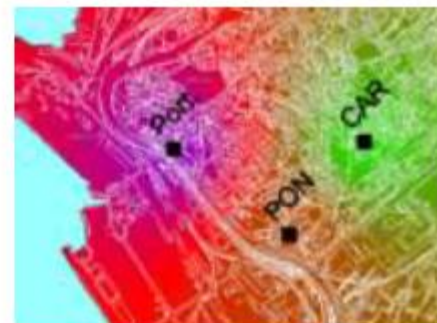
2011



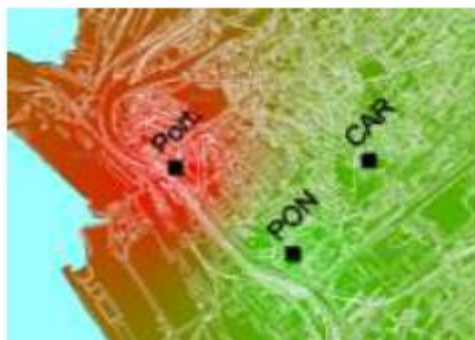
2012



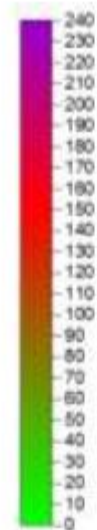
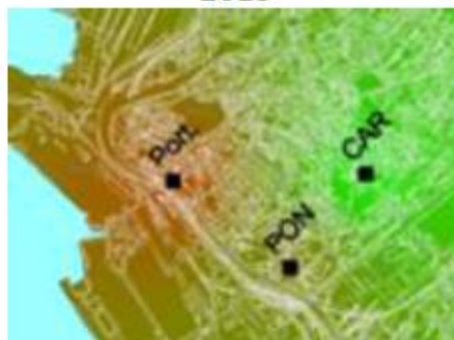
2013



2014



2015



TREND ANNUALE  
DEPOSIZIONI BaP:

(ng [BaP] m<sup>-2</sup> al giorno)

Algoritmo di interpolazione:  
*Inverse distance to a Power*  
(Power = 2).

Software: Surfer 8.04, Golden  
Surfer Inc.

# Prevenzione e misure di riduzione delle emissioni per la riduzione del rischio

*Interventi sui flussi di materia*

*Ottimizzazione di processo*

*Trattamento «di fine processo»  
(end of pipe)*

## **Box 2.1. Examples of risk reduction measures (RRMs)**

### *Substance flow measures:*

- recycling of waste
- substitution of substances in products
- quality of raw materials and products

### *Process optimization:*

- good housekeeping
- process-internal recycling
- substitution of processing aids
- process optimization

### *End-of-pipe treatment*

- waste-water treatment
- gas-flow treatment
- waste destruction and disposal

AREA TECNOLOGICO-SCIENTIFICA

# LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TIPO DI LAUREA

Corso di Laurea Magistrale

DURATA

2 anni

CREDITI

120 crediti

ACCESSO

Libero

LINGUA

Italiano

SEDE

Trieste

IL CORSO E L'ISCRIZIONE

GLI STUDI E LA LAUREA

LE NORME E LE PRATICHE

CONTATTI E INFORMAZIONI

GLI STUDI E LA LAUREA

Calendario didattico

Orario delle lezioni

Insegnamenti e programmi

Scelta del piano di studi

Appelli d'esame

Tirocini

## IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI INQUINANTI (052MI)

A.A. 2018 / 2019

CONDIVIDI



AGGIORNATO IL  
15 MAR 2019



Docenti

Vitanza Rosa

Periodo

Secondo semestre

Table 2.5. Some options for reducing or preventing emissions for a number of example substances.

| Substance    | Process (chain leakage) | Substance flow measures                            | Process optimization  | End-of-pipe measures           |
|--------------|-------------------------|--|---|--------------------------------|
| Cadmium      | waste incineration      | substitution of Cd in products                     |   | electrostatic filtration       |
|              | agriculture             | reduction of Cd-content in phosphate products      |   |                                |
|              | metal plating           |  | electrolysis  | precipitation                  |
| 2,3,7,8-TCDD | waste incineration      | avoidance of strong variation in waste composition | temperature control in process                                | scrubbing and adsorption       |
| Dieldrin     | agriculture             | substitution by less harmful pesticides            |   |                                |
| Chloroform   | pharmaceutical industry | solvent substitution                               | improvement process control (closed equipment, vapour return) | adsorption, incineration       |
| 2-Propanol   | chemical industry       |  |   | scrubbing and treatment in STP |
| PCB 153      | (all processes)         | substitution by other substances                   |   |                                |

# Disponibilità e produzione di dati

## Misure

Per ottenere informazioni sulle emissioni il modo più diretto è effettuare **misure negli effluenti liquidi e nei flussi di gas emessi**.

Una **misura però si riferisce soltanto ad un campione** preso in un particolare momento da un flusso che può variare nel tempo anche per quel che riguarda le concentrazioni dei composti d'interesse.

Il risultato deve quindi essere trasformato in **dati di emissione più generalmente applicabili**, sulla base delle conoscenze del processo o attività durante il campionamento ed in generale nel tempo (specie per emissioni a blocchi o di picco).

**Informazioni sulle condizioni di processo**, spesso più difficili da ottenere da uno o più campioni. Posson esser utili informazioni su qualità e quantità di materie prime e prodotti e sulle emissioni in impianti pilota o su piccola scala.

Per molte sostanze non ci sono dati di emissione misurati.

- **Calcoli specifici**

### 1) Calcoli di bilancio di massa

Se in un sistema sono misurati tutti i flussi eccetto uno, questo può essere calcolato. Per un certo processo o attività e per un certo periodo vale:

$$I = E_w + E_a + E_s + W + P + dS + D \quad (2.1)$$

where

$I$  = input (amount produced, purchased, etc.)

$E_w$  = amount discharged with wastewater

$E_a$  = amount emitted into the air

$E_s$  = amount released to the soil

$W$  = amount in outgoing waste

$P$  = amount in outgoing product

$dS$  = difference in amount in storage at start and end of period

$D$  = amount degraded (thermally, biologically and chemically).



# Esempio

Determinazione delle emissioni di  $\text{CHCl}_3$  in aria in un impianto farmaceutico che usa il cloroformio come solvente

L'input (il quantitativo comperato dalla compagnia) dovrebbe essere uguale all'output (il quantitativo - misurabile -rilasciato negli effluenti liquidi e nei rifiuti più quello emesso in aria e al suolo - difficile da misurare)

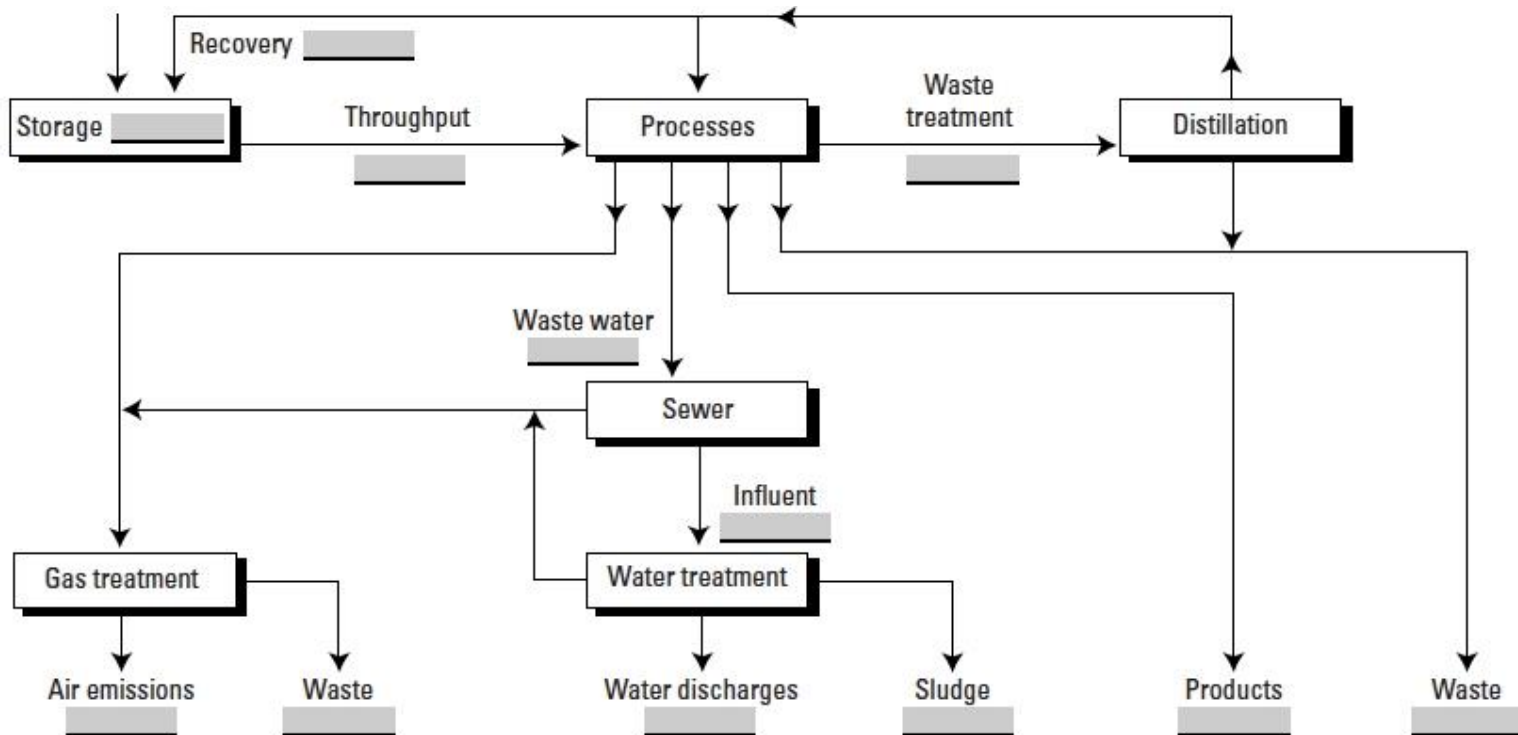


Figure 2.8. Simplified diagram of the processing and composition of mass balances of solvents. Each grey block contributes to the mass balance of the solvents [7].

## 2. Calcoli basati su caratteristiche del processo e **proprietà della sostanza**

Per stimare il rilascio di una sostanza in un solo comparto (es. evaporazione di solvente da un serbatoio aperto o di IPA da un legno trattato con creosoto (derivante dalla distillazione o di legna, o di catrami minerali).

### 1.+ 2.

Si impiegano modelli che accoppiano bilanci di massa con calcoli basati su caratteristiche di processi e sostanze in particolare per composti organici; si deve tener conto di solubilità in acqua, tensione di vapore, coefficiente di partizione tra ottanolo e acqua, assieme a caratteristiche definite dei processi (T, P, flussi). Risulta *non banale incorporare cinetiche di biodegradazione* in considerazione delle incertezze sugli adattamenti delle popolazioni microbiche e sulle bio-cinetiche (popolazioni di microorganismi es. negli impianti di trattamento dei reflui non sono stabili nei fanghi e variano tra impianto e impianto).

Es.: <http://www.epa.gov/opptintr/exposure/pubs/episuite.htm>

- WVOLWIN™: Estimates the rate of **volatilization of a chemical from rivers and lakes; and calculates the half-life for these two processes from their rates**. The model makes certain default assumptions with respect to water body depth, wind velocity, etc.
- STPWIN™: Using several outputs from EPI Suite™, this program predicts the removal of a chemical in a typical activated sludge-based sewage treatment plant. Values are given for total removal and three processes that may contribute to removal: **biodegradation, sorption to sludge, and air stripping**. The program assumes a standard system design and set of default operating conditions.
- LEV3EPI™: This program contains a level III multimedia fugacity model and predicts **partitioning of chemicals among air, soil, sediment, and water under steady state conditions** for a default model "environment". Some (but not all) system default values can be changed by the user.

Table 2.6. Fate and behaviour of some solvents in active-sludge plants with a low load, based on model calculations<sup>a</sup> [8].

| Substance          | Water   | Air     | Sludge | Degradation |
|--------------------|---------|---------|--------|-------------|
| Toluene            | 1- 2    | 31 - 69 | 0-1    | 32-67       |
| Methanol           | <<1     | <<1     | <<1    | > 99        |
| Acetone            | 1 - 2   | <<1     | <<1    | 98 - 99     |
| Dichloromethane    | 2- 3    | 20 - 56 | <<1    | 40 - 77     |
| Tetrachloromethane | 1- 2    | 94 - 99 | 0-2    | 0 - 2       |
| 1,2-Dichloroethane | 19 - 30 | 30 - 50 | 0 - 1  | 20 - 50     |
| Trichloroethylene  | 1- 2    | 84 - 95 | 0-1    | 3-12        |
| Monochlorobenzene  | 2- 4    | 63 - 85 | 1-8    | 6-25        |

<sup>a</sup> Numbers represent percentages.

# Applicazione di fattori di emissione

Misure e calcoli specifici vengono effettuati solo per un numero limitato di sorgenti e sostanze.

I risultati di queste misure possono essere impiegati per derivare fattori di emissione, che devono essere correlati alle dimensioni dell'attività (il volume di produzione del processo).

Questi fattori di emissione possono essere usati per calcolare le emissioni di altre sostanze trattate in modo simile per cui misure on site non siano pratiche o possibili.

I fattori di emissione possono essere usati a livello di:

- 1) Apparato o impianto
- 2) Settore industriale
- 3) Nazione

Possono essere significativamente diversi.

Vengono determinati per ben definite situazioni tecniche (tipo di pompe, bruciatori, tecnologie di abbattimento) o mediando e considerando tecnologie antiquate

# Tiers

A tier represents a level of methodological complexity. Usually three tiers are provided;

- Tier 1 is the simple (most basic) method;
- Tier 2, the intermediate;
- Tier 3, the most demanding in terms of complexity and data requirements.

Tiers 2 and 3 are sometimes referred to as higher tier methods and are generally considered to be more accurate.

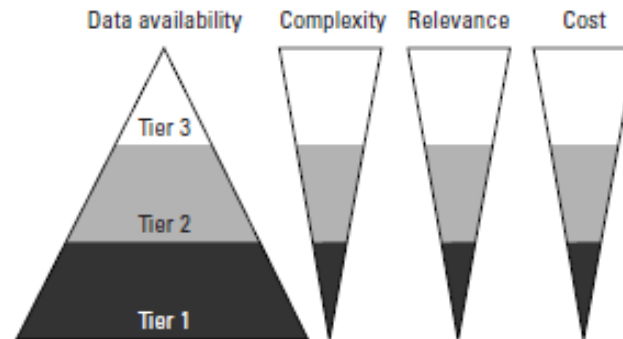


Figure 1.17. The simplicity-complexity dilemma.

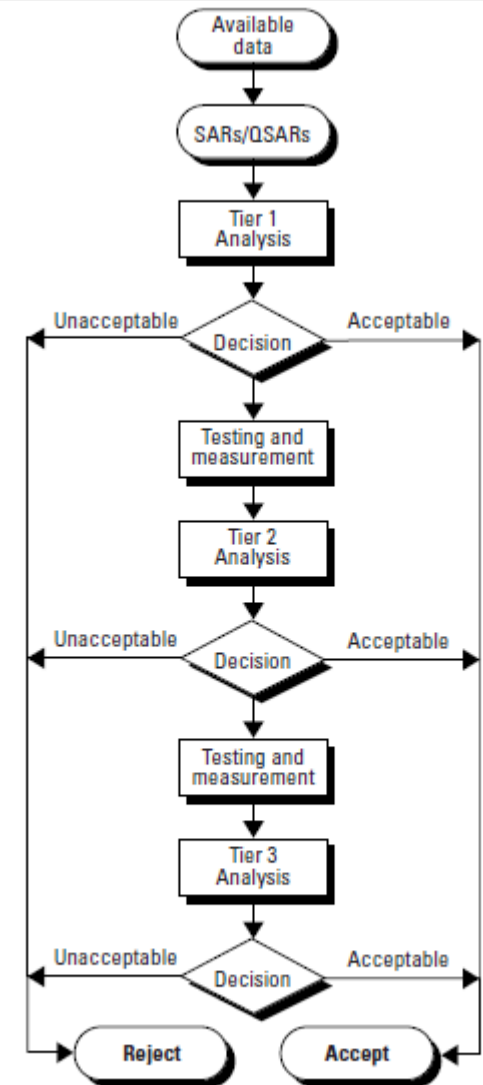


Figure 1.16. Diagram of the risk assessment process. Modified from Cairns Jr., Dickson and Maki [92].

- <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>
- <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-b-fugitives/1-b-1-b-fugitive>
- [www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch12/bgdocs/b12s02\\_may08.pdf](http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch12/bgdocs/b12s02_may08.pdf)



# INventario EMissioni ARia - Regione Lombardia

Ricerca  
Cerca... GO

- Quick Links
- Home
  - Inemar.eu
  - Scarica dati
  - Cos'è INEMAR
  - Metodologia
  - L'inventario 2014
  - La revisione pubblica
  - Lettura dei dati
  - L'inventario 2012

InemarDatiWeb: WebHome > Inventario delle emissioni in atmosfera nell'anno 2014

## Inventario delle emissioni in atmosfera nell'anno 2014

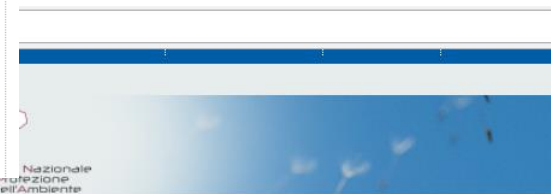
In questo sito è presentato l'inventario delle emissioni in atmosfera INEMAR (INventario EMissioni ARia) realizzato da ARPA Lombardia per conto di Regione Lombardia, con riferimento all'anno 2014.

È possibile accedere al database INEMAR e scaricare i dati con diversi livelli di aggregazione:

- i dati di emissione 2014 per i comuni della Regione Lombardia, per attività CORINAIR (macrosettore, settore, attività) e per tipo di combustibile (crea un'elaborazione personalizzata).
- i dati riassuntivi di emissione 2014 a livello regionale e provinciale.

Sono fornite sintetiche informazioni riguardo a:

- le emissioni in atmosfera
- gli inventari emissioni
- le sostanze inquinanti ed i loro effetti sulla salute e sull'ambiente
- i principali link legati a questa tematica
- la struttura del database INEMAR (descrizione dei moduli e aspetti informatici).



PROTEZIONE DELL'ambiente DEL FRIULI venezia giulia

Nazionale per la protezione dell'Ambiente

|      |       |       |         |        |            |                    |
|------|-------|-------|---------|--------|------------|--------------------|
| aria | acqua | suolo | rifiuti | rumore | radiazioni | rischi industriali |
|------|-------|-------|---------|--------|------------|--------------------|

sei in: home page » aria » pressioni »

## Catasto emissioni



L'inventario emissivo regionale relativo all'anno 2013, come previsto dal [processo di qualità ISO 9001](#), ha iniziato la fase di Revisione Pubblica che durerà fino al **10 agosto 2017**.

[Documento contenente maggiori dettagli su percorso di Revisione Pubblica dell'Inventario delle Emissioni in Atmosfera.](#)

### Download dei dati dell'Inventario INEMAR FVG in forma tabellare

- > [Emissioni totali per Provincia e per Macrosettore SNAP \(\\*.xlsx\)](#)
- > [Emissioni totali per Provincia e per Macrosettore SNAP \(\\*.csv\)](#)
- > [Emissioni totali per Comune e per Macrosettore SNAP \(\\*.xlsx\)](#)
- > [Emissioni totali per Comune e per Macrosettore SNAP \(\\*.csv\)](#)
- > [Emissioni totali regionali per Macrosettore - Settore - Attività SNAP \(\\*.xlsx\)](#)
- > [Emissioni totali regionali per Macrosettore - Settore - Attività SNAP \(\\*.csv\)](#)

***Un caso di studio  
sulla determinazione di fattori emissivi  
da una specifica tipologia di sorgenti:  
i dispositivi di combustione domestica  
di biomasse***



# *Esperienze di monitoraggio delle emissioni su impianti domestici*



*PIERLUIGI BARBIERI*  
*Università degli Studi di Trieste*  
*Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche*  
*ARCo SolutionS S.r.l. – Spin Off DSCF*



## **Università degli Studi di Trieste**

**Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche – DSCF**

*«La casa delle scienze chimiche in FVG»*

**Gruppo di ricerca in chimica ambientale**

Particolato aerodisperso – composti organici volatili

## **Ambiente Ricerca Consulenze e Soluzioni Sostenibili srl**

Spin off del DSCF: ARCo SolutionS srl

Unità Operativa Sviluppo e Ricerca Techno AREA, Gorizia

Iscritta alla Sezione speciale del Registro delle Imprese per le **START-UP INNOVATIVE**

Gruppo LEGNO Agripolis (Legnaro – PD)

## **Ordine Professionale dei Chimici di Trieste**

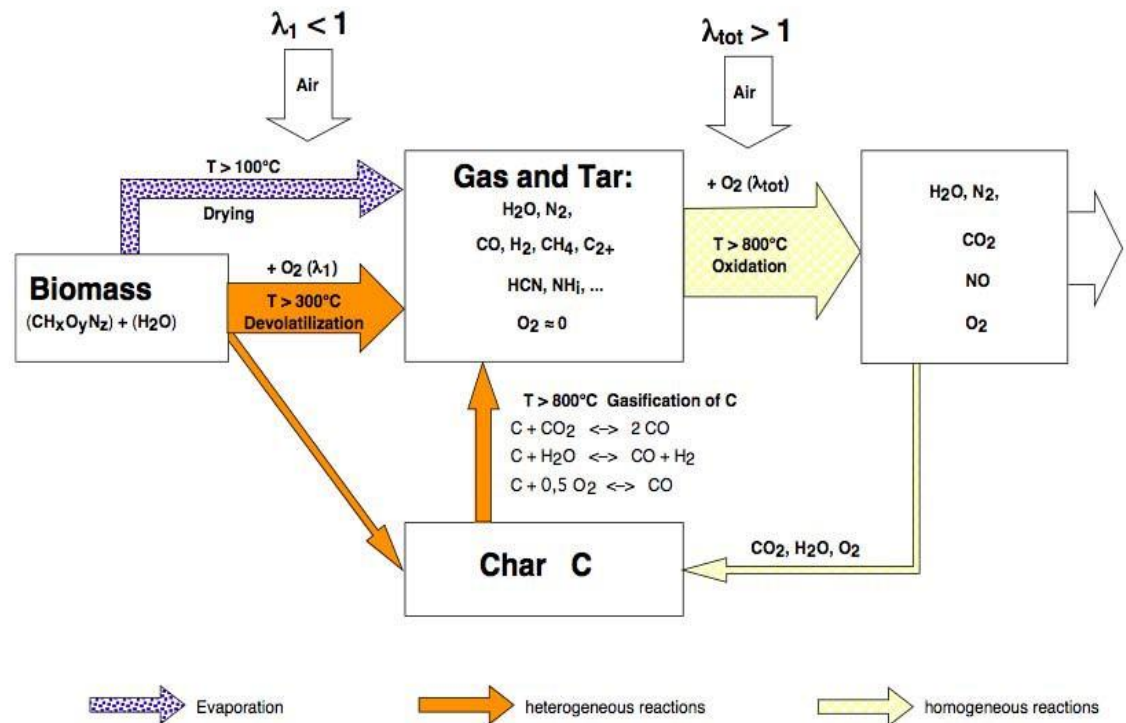
| Progetto  | Immissioni (recettori) | Emissioni (sorgenti) | Modellistica dispersionale |
|---|------------------------|----------------------|----------------------------|
| PRIN SITECOS 2004 (2005)  | X                      |                      |                            |
| Comune di Trieste 2005/6  | X                      |                      |                            |
| Monitoraggi a Trieste 2007/08   | X                      |                      |                            |
| <b>Palazzetti Lelio spa</b> “Valutazione di emissioni di inquinanti da stufe a legna: studi analitici su idrocarburi policiclici aromatici e valutazioni tossicologiche su polveri sottili”, 2007–2008  |                        | X                    |                            |
| Monitoraggi a Manzano (2010/11)   | X                      |                      | X                          |
| MADBAG Regione FVG  |                        |                      | X                          |
| <b>PRIN LENS</b> “Valutazione delle emissioni dalla combustione domestica di biomasse legnose: sviluppo di sistemi di campionamento e studi sperimentali su sistemi tradizionali e tecnologie di mitigazione delle emissioni” nell’ambito del PRIN 2008 “ <i>La combustione della legna come fonte di energia primaria: sviluppo di metodologie integrate per la valutazione di rischi e benefici. (LENS: Legna, ENergia, Salute; coordinatore Prof. Demetrio Pitea);</i> (2011/12) |                        | X                    |                            |
| <b>POR FESR FVG</b> –Palazzetti Lelio Spa “Confronto tra apparecchi a legna o a pellet, con diversa camera di combustione, delle emissioni di inquinanti: studi analitici su particolato e idrocarburi policiclici aromatici” 2010/2011   |                        | X                    |                            |
| <b>POR FESR FVG</b> –Palazzetti Lelio Spa “Confronto delle prestazioni tra apparecchi a legna e a pellet, con diversa camera di combustione” 2011/2012  |                        | X                    |                            |
| Sito rurale vs Hot spot 2012–----   | X                      |                      |                            |
| <b>FESR–SHARM</b> (Supporting Human Assets in Research and Mobility) –ARCo SolutionS” –“Combustione domestica sostenibile di biomasse di provenienza regionale (Friuli Venezia Giulia)” 2013  |                        | X                    | 35                         |

# La combustione di biomasse

Processo complesso reazioni consecutive eterogenee ed omogenee:

Essiccazione, devolatilizzazione, gassificazione, combustione del char ed ossidazioni in fase gassosa

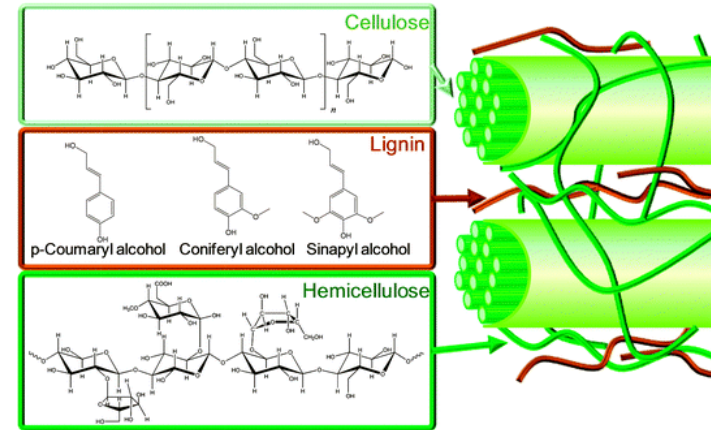
Tempo di ciascuna reazione dipende da dimensioni e proprietà del combustibile, temperatura e condizioni di combustione



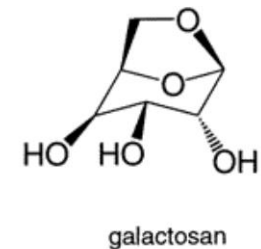
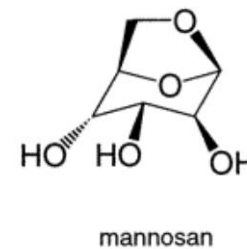
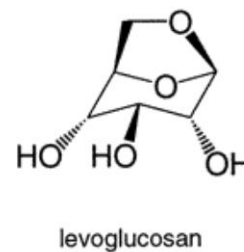
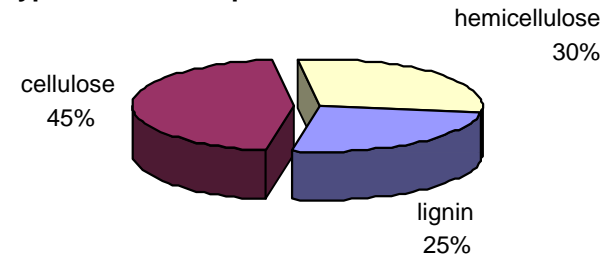
Tra gli incombusti emessi:

# Candidate markers

- $K^+$
- Common inorganic biomass burning tracer
- Levoglucosan
  - Cellulose thermal decomposition product
  - Major component of wood smoke
- Mannosan and Galactosan
  - Stereoisomers of levoglucosan
  - Formed from hemicellulose decomposition
  - Much less abundant than levoglucosan

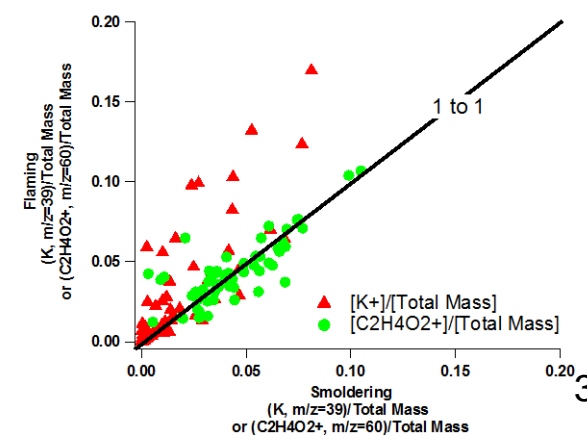
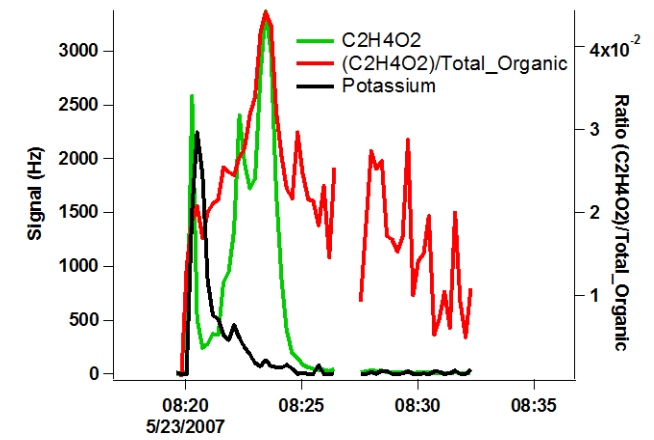
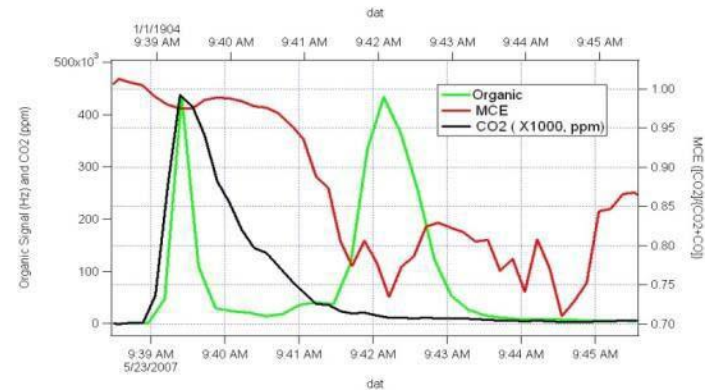


Typical wood composition



# Smoke marker evolution

- Emissions change between flaming and smoldering phases of burn
- $K^+$  emitted mostly in flaming phase
- Levoglucosan and related compounds emitted in both flaming and smoldering phases
- Levoglucosan should be a more universal smoke marker

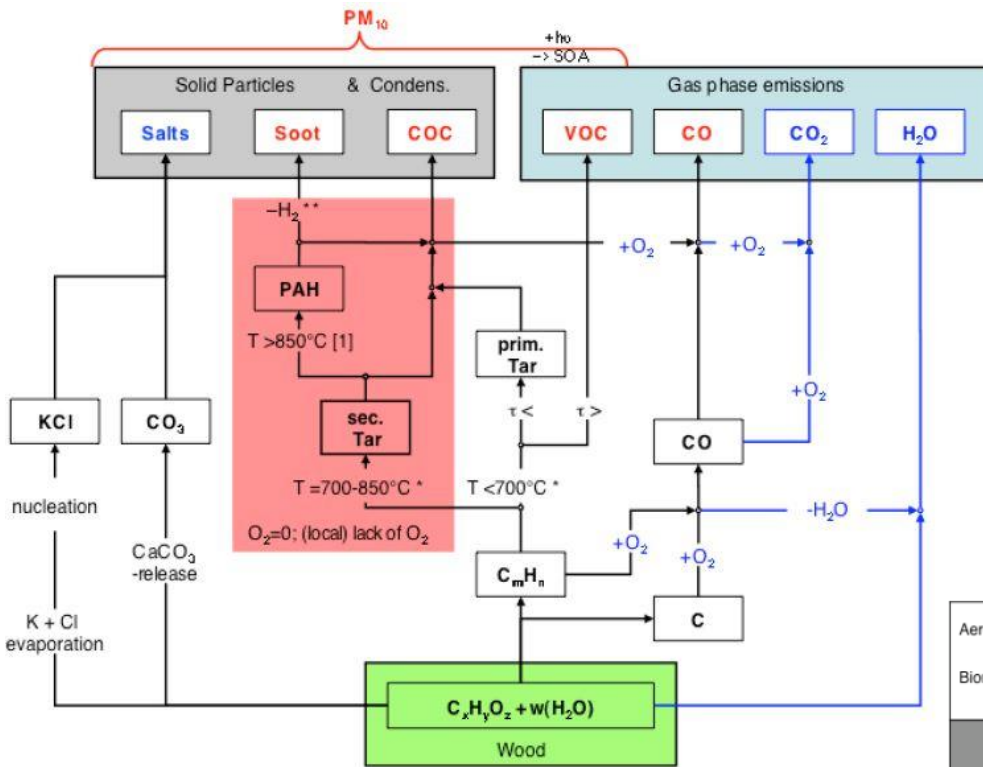






# Formazione di inquinanti dalla combustione di biomasse

Formazione di inquinanti:

1. *Combustione incompleta*: -> inquinanti contenenti C (incombusti CO, fuliggine, condensabili organici (“tar”), IPA...)
2. NO<sub>x</sub> e particolato formati come prodotto naturale di reazione dei *costituenti del combustibile* (N, K, Cl, Ca, Na, Mg, P, S)
3. I biocombustibili possono esser portatori di *altri contaminanti* come metalli pesanti, che vengono emessi e catalizzano la formazione di composti anche clorurati

# Inquinanti e Formazione del PM



| Aerosols from   | Flaming Combustion  |   |   | Pyrolysis   |
|---|---|---|---|---|
|   | high temperature and lack of O <sub>2</sub> in the flame                            | - Mix -   | T and O <sub>2</sub> good   | low temperature due to pyrolysis conditions or very high excess air                 |
| View  |  |  |  |  |
| PM  | <b>Soot</b>   | Salts + Soot  | <b>Salts</b>  | <b>COC</b>  |
| Composition   | EC / BC<br>chemical / optical<br>C/H > 6...8  | ↔   | CC + Minerals<br>carbonate C + inorg. M   | OC<br>= TC-EC-CC<br>C/H < 2   |
| Colour  | black   | grey  | white   | brown   none  |
| Health effect   | <b>toxicity</b><br><b>carcinogeny</b><br><b>inflammatory</b>                        | ↔   | <b>low toxicity</b><br><b>low carcinogeny</b><br><b>inflammatory</b>                | <b>high toxicity</b><br><b>high carcinogeny</b><br><b>inflammatory</b>              |
| Climate: Direct   | ↑ absorbs light and heats atmosphere  | ↔   | ↓ scatters light and cools earth surface  | ↔ weakly absorbs and scatters   |
| Climate: Indirect   | ↑ snow albedo ↓   | ↓   | ↓   | ↓   |
| All particles act as CCN and lead to indirect cooling due to cloud albedo and cloud lifetime effect |   |   |   |   |

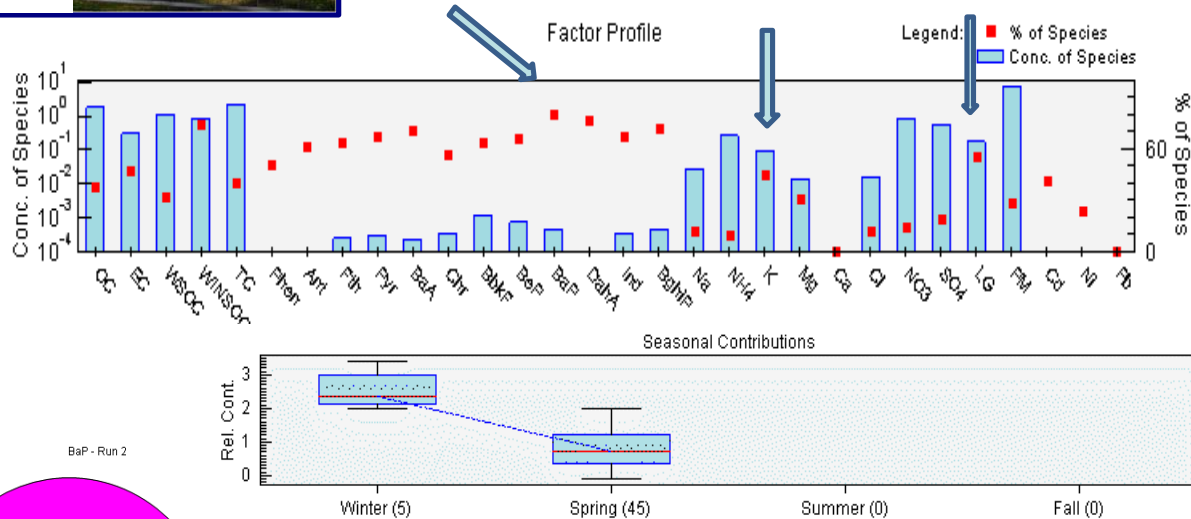




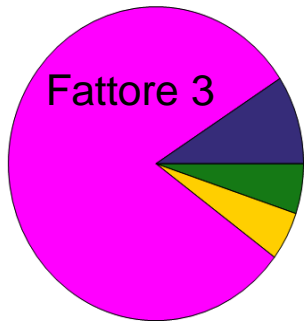
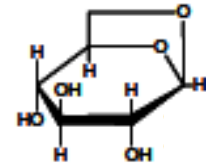
Piazza Chiodi

# PMF Manzano (UD) FATTORE 3

Combustione di biomasse



Levoglucosano  
derivante dalla  
pirolisi della  
cellulosa



Contributi dagli  
altri fattori

Valori media a  
confronto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ):

| LG PC | LG BG |
|-------|-------|
| 0.35  | 0.25  |

«Ancora nel novembre 2012 non esiste uno standard europeo comune per la misura delle polveri da impianti di combustione alimentati a combustibili solidi. La norma tecnica specifica europea, ratificata anche in Italia (UNI CEN/TS 15833) riporta diverse metodologie di misura desunte da norme nazionali.

In sostanza, ci sono due principali approcci al campionamento delle polveri: campionamento a caldo e campionamento a diluizione a freddo.

**Il metodo di campionamento a caldo** mediante filtri preriscaldati non misura le particelle organiche condensabili, che non hanno natura solida alla temperatura di combustione ma condensano in fase di raffreddamento dei fumi in atmosfera. Il metodo di campionamento utilizzato in alternativa è il **campionamento a freddo su filtro dal flusso diluito mediante tunnel di diluizione**, e comprende nella misura le particelle derivanti dal materiale organico condensabile.

I dati sperimentali disponibili in letteratura (Nussbaumer et al., 2008) mostrano come la **differenza tra i diversi metodi risulti assai rilevante per i piccoli impianti di combustione**, che spesso funzionano in condizioni non ottimali, con elevate emissioni della frazione condensabile. **Solo in condizioni di funzionamento ottimale i valori rilevati mediante il campionamento a caldo risultano comparabili con quelli ottenuti tramite la diluizione a freddo** (inferiori a questi del 10 %), mentre **nelle condizioni reali**, con un'elevata quantità di prodotti semivolatili incombusti, **le emissioni misurate a freddo possono salire da 2,5 fino a quasi 10 volte**. In altre parole, i fattori di emissioni dei piccoli apparecchi a legna sono influenzati, più di altre tipologie di fonti stazionarie, dalle modalità di campionamento e misura del particolato. La frazione condensata dipende anche dal valore del rapporto di diluizione, raggiungendo un massimo intorno a 10 e poi riducendosi a causa dell'evaporazione e

# Fattori emissivi per caratterizzare sorgenti

Tier 1:

$$E = F \cdot A \cdot 10^{-6}$$

(11.5)

E= emissioni di B(a)P (kg a<sup>-1</sup>)

F= fattore di emissione medio di B(a)P per la combustione residenziale della biomassa (mg GJ<sup>-1</sup>)

A= biomassa consumata nel settore domestico (GJ a<sup>-1</sup>)

|   |                   | PM10<br>g GJ <sup>-1</sup> | NO <sub>x</sub><br>g GJ <sup>-1</sup> | NMVOC<br>g GJ <sup>-1</sup>                   | SO <sub>2</sub><br>g GJ <sup>-1</sup>           | CO<br>g GJ <sup>-1</sup> | PAH<br>mg GJ <sup>-1</sup> |
|---|-------------------|----------------------------|---------------------------------------|---|---|--------------------------|----------------------------|
| Open fireplace                                  |                   | 500                        | 70                                    | 5,650   | 13  | 5,650                    | 280                        |
| Traditional oven, closed fireplace<br>or insert |                   | 250                        | 70                                    | 1,130   | 13  | 5,650                    | 280                        |
| Innovative<br>and boiler                        |                   |                            | Consumo di<br>legna<br>(kt/anno)      | <b>F.E. PM10<br/>(Guidebook<br/>EEA) g/GJ</b> | <b>F.E. PM10<br/>(inventario<br/>2008) g/GJ</b> |                          |                            |
| Pellets plant<br>burning wood                   |                   |                            |                                       |   |   |                          |                            |
| Natural gas                                     | Tier 1            | Media                      | 1570                                  | <b>695</b>                                    | <b>284</b>                                      |                          |                            |
| Gas oil   | Tier 2 –<br>Media | Camino aperto              | 309                                   | <b>860</b>                                    | <b>500</b>                                      |                          |                            |
| Fuel oil  |                   | Stufa<br>tradizionale      | 382                                   | <b>810</b>                                    | <b>250</b>                                      |                          |                            |
|   |                   | Camino chiuso              | 687                                   | <b>450</b>                                    | <b>250</b>                                      |                          |                            |
|   |                   | Stufa innovativa           | 47                                    | <b>240</b>                                    | <b>150</b>                                      |                          |                            |
|   |                   | Stufa a pellet             | 122                                   | <b>76</b>                                     | <b>70</b>                                       |                          |                            |



POLITECNICO DI MILANO  
 DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE ED AMBIENTALE  
 DOTTORATO IN INGEGNERIA AMBIENTALE E DELLE  
 INFRASTRUTTURE

**LA COMBUSTIONE DI BIOMASSA IN  
 PICCOLI IMPIANTI RESIDENZIALI:  
 EMISSIONI, INCERTEZZE, SCENARI DI  
 RIDUZIONE**

Tesi di dottorato di:  
**Silvia Galante**

Relatore:  
**Ing. Stefano Caserini**

Tutor:  
**Prof. Stefano Cernuschi**

|                           | AEIG         |                          |       | Proposta del presente studio |                          |       |
|---------------------------|--------------|--------------------------|-------|------------------------------|--------------------------|-------|
|                           | Valore medio | Intervallo di confidenza |       | Valore medio                 | Intervallo di variazione |       |
|                           |              | min                      | max   |                              | min                      | max   |
| Caminetto aperto          | 900          | 540                      | 1,256 | 900                          | 540                      | 1,256 |
| Caminetto chiuso          |              |                          |       | 400                          | 200                      | 700   |
| Caminetto                 | 900          | 540                      | 1,256 |                              |                          |       |
| Caminetto chiuso avanzato | 250          | 70                       | 260   |                              |                          |       |
| Stufa tradizionale        | 848          | 509                      | 1,183 | 500                          | 300                      | 900   |
| Stufa innovativa          | 251          | 69                       | 262   | 400                          | 200                      | 700   |
| Stufa a pellet            | 80           | 69                       | 251   | 80                           | 70                       | 150   |

|                              |                           | AEIG         |                          |     | Proposta del presente studio |                          |     |
|------------------------------|---------------------------|--------------|--------------------------|-----|------------------------------|--------------------------|-----|
|                              |                           | Valore medio | Intervallo di confidenza |     | Valore medio                 | Intervallo di variazione |     |
|                              |                           |              | min                      | max |                              | min                      | max |
| B(a)P (mg GJ <sup>-1</sup> ) | Caminetto aperto          | 180          | 130                      | 300 | 130                          | 20                       | 300 |
|                              | Caminetto chiuso          |              |                          |     | 100                          | 12                       | 150 |
|                              | Caminetto                 | 180          | 130                      | 300 |                              |                          |     |
|                              | Caminetto chiuso avanzato | 100          | 12                       | 150 |                              |                          |     |
|                              | Stufa tradizionale        | 250          | 150                      | 300 | 150                          | 12                       | 300 |
|                              | Stufa innovativa          | 100          | 12                       | 150 | 150                          | 12                       | 150 |
|                              | Stufa a pellet            | 50           | 12                       | 100 | 25                           | 2                        | 50  |

Marzo, 2013

Dall'analisi svolta nel corso della tesi è emerso come lo stato delle conoscenze sia, per alcuni aspetti del problema della combustione domestica delle biomasse, ancora incompleto. ***La principale esigenza è quella di maggiori approfondimenti sulle emissioni specifiche dei diversi apparecchi, che risultano dipendenti da numerosissimi fattori***

# Come campionare il particolato su piccoli impianti/sorgenti per determinare gli EF

A caldo

A freddo (Dil. o impinger)

A caldo + xOGC

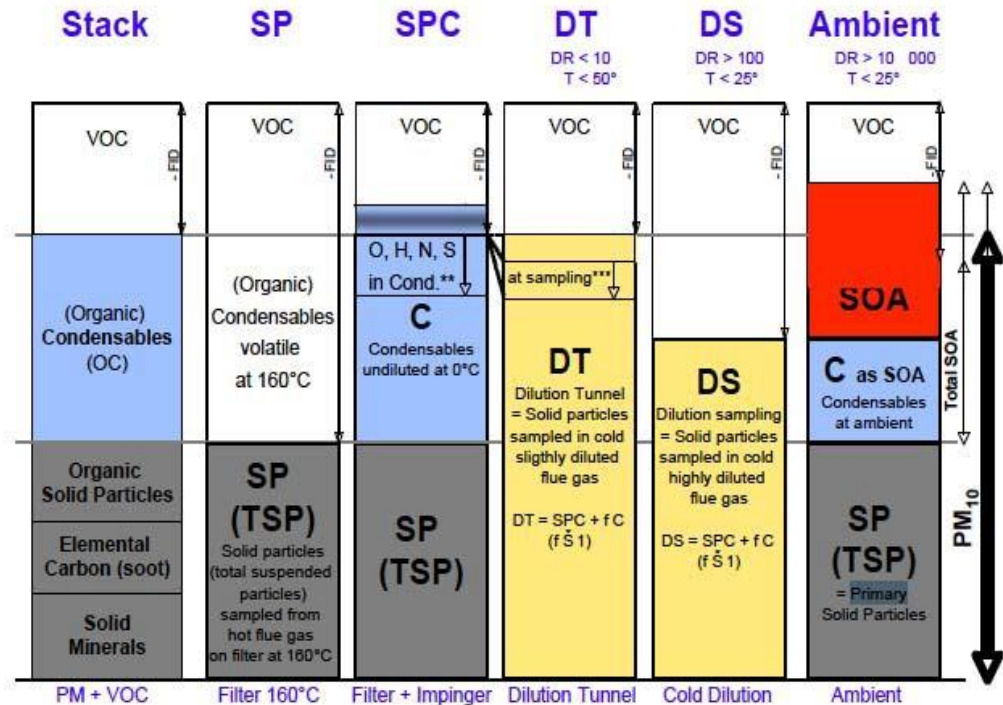


Figure 4.6 Comparison of PM sampling with PM in the ambient.  
**SP:** Filter (Method a) resulting in solid particles SP (total suspended particles TSP).  
**SPC:** Filter + Impinger (Method b) resulting in solid particles and condensables SPC.  
**DT:** Dilution Tunnel (Method c) with typical dilution ratio (DR) in the order of 10 resulting in a PM measurement including SPC and most or all C. DT is identical or slightly smaller than SPC + C due to potentially incomplete condensation, depending on dilution ratio and sampling temperature (since dilution reduces not only the temperature but also the partial pressure of contaminants).  
**DS:** Dilution Sampling with high dilution ratio (DR > 100).  
**PM<sub>10</sub>:** Total Particulate Matter < 10 microns in the ambient including SP and SOA  
**SOA:** Secondary organic aerosols, consisting of condensables C at ambient and SOA formed by secondary reactions such as photochemical oxidation.

(Nussbaumer, 2010)

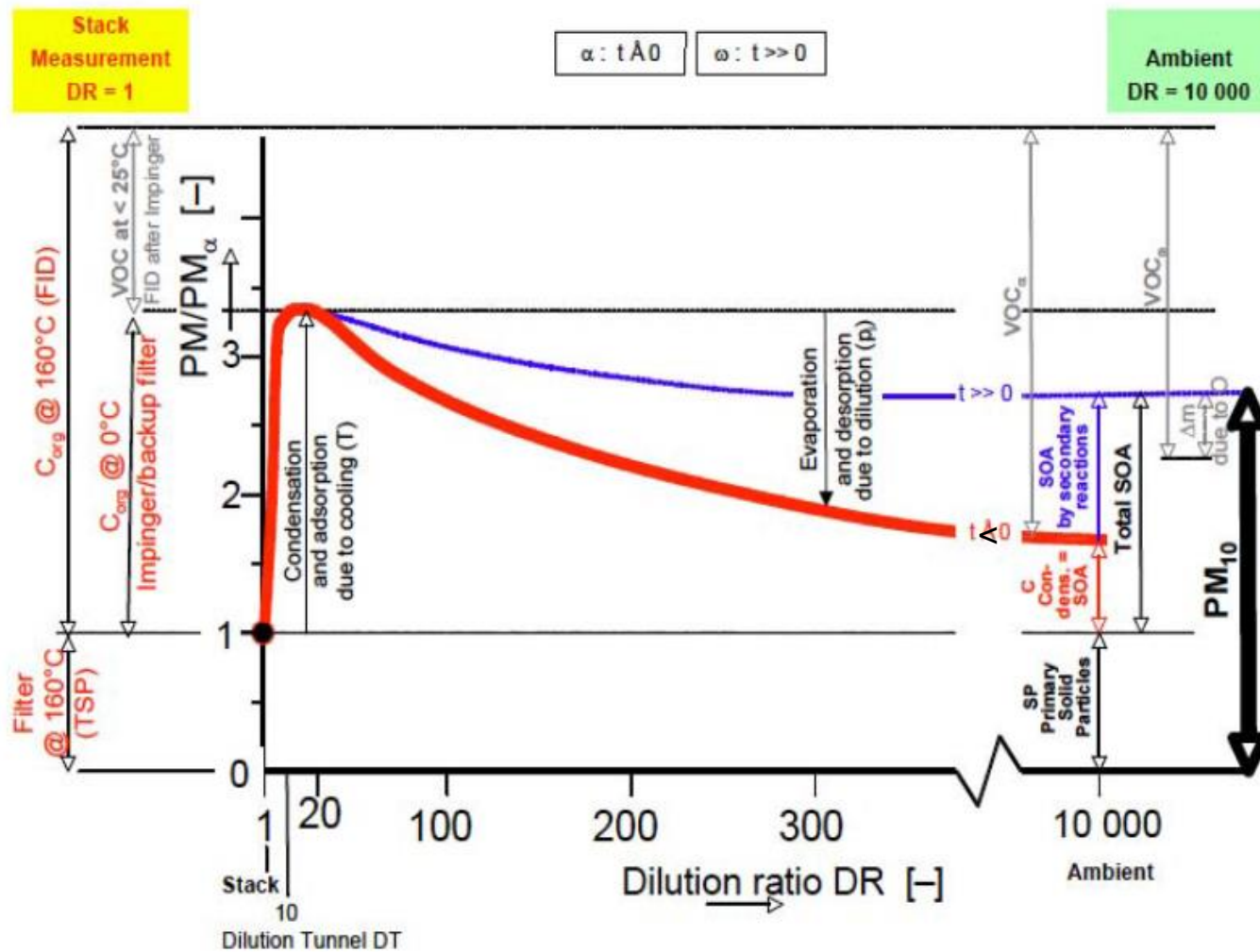


Figure 4.2 Conversion of stack emissions to  $PM_{10}$  in the ambient. The graph shows a virtual example with total SOA = 1.8 TSP as measured in the stack and consequently  $PM_{10} = 2.8$  TSP.

(Nussbaumer, 2010)

**Table 3. Advantages and disadvantages of certain dilution methods. (DR = Dilution Ratio)**

| Dilution method                      | Advantages   | Disadvantages  | Pay attention to   |
|--------------------------------------|--|--|--|
| Ejector diluter (ED)                 | Stable<br>Good mixing<br>Can be used in the field  | Losses (mainly of coarse particles) occur; they can be decreased with larger nozzle (stability decreases).<br>DR cannot be adjusted. | Dilution ratio depends on temperature<br>Small nozzles may clog up<br>Losses have to be determined                       |
| Porous tube diluter (PRD)            | Losses in diluter are minimized<br>Wide range of DR can be applied<br>Small size; can be used in the field                     | Sensitive to changes in sample flow  | For proper mixing, after diluter there has to be some tubing before sampling equipment<br>Losses have to be determined   |
| PRD+ED                               | Stable<br>Good mixing<br>Losses have been minimized<br>Wide range of DR can be applied<br>Small size, can be used in the field | Tuning of the flows needs to be done carefully   | Losses have to be determined   |
| Dilution tunnel (whole/partial flow) | Stable   | Dilution is usually high (except for whole flow tunnels)<br>Large size; not suitable for field measurement                           | Losses have to be determined.  |
| Mini-dilution tunnel                 | Simple and flexible  | Not "standardized"<br>Needs dedicated evaluation   | Mixing has to be assured<br>Losses have to be determined   |
| Hood (total flow dilution tunnel)    | Low DR can be achieved.<br>"Natural draught" can be simulated  | For number measurements, secondary dilution may be needed<br>Large size  | Mixing has to be assured<br>The effect of background air on results has to be considered<br>Losses have to be determined |
| CEN/TS 295 WG 5 "improved hood"      | Suitable DR (10-20) for mass measurement.<br>"Natural draught" can be simulated  | Designed for TSP measurement, but losses are not defined<br>For number measurements, secondary dilution may be needed<br>Large size  | Little experience of the method  |

Jokiniemi J., Hytönen K., Tissari J., Salonen R. O., Hirvonen M.-R., Jalava P., Pennanen A., Happonen M., Vallius M., Markkanen P., Hillamo R., Saarnio K., Frey A., Saarikoski S., Timonen H., Teinilä K., Aurela M., Sillanpää M., Obernberger I., Brunner Th., Bärnthaler G., Friesenbichler J., Hartmann H., Turowski P., Roßmann P., Ellner-Schubert F., Bellmann B., Boman Ch., Pettersson E., Wiinikka H., Sandström Th., Sehlstedt M., Forsberg B. **"Clean biomass combustion in residential heating: particulate measurements, sampling, and physicochemical and toxicological characterisation"** Biomass-PM Project, 2008 ISSN 0786- 4728

## ERA-NET “BIOMASS-PM” Best practice recommendations

- A **dilution** of flue gas with clean air is recommended (condensables)
- Filtered air** should be used
- Dilution ratio should be monitored by continuous parallel CO<sub>2</sub> or NO<sub>x</sub> in the diluted and undiluted gases. **Dilution ratio** should be high enough to ensure TD < 52°C, in the range **around 20** for the full potential of particle formation by condensation of organic vapours
- TSP** should be monitored also **in undiluted gas** (a) for comparison with sources where measurements are performed without dilution, (b) to estimate eventual losses of coarse particles
- A **stepwise chemical analysis** is recommended i) soot, organic and inorganic; ii) EC/OC; iii) fractionation and speciation of inorganic and organic matter for scientific studies, exp. genotoxic PAHs. Dilution ratio should be reported together with results of analyses
- Concerning batch combustion systems, also the **wood ignition** should be included in the test (sampling should start as soon as CO<sub>2</sub> exceeds 1% in volume, should end when CO<sub>2</sub> decrease below 4%)
- The most important size fraction to be investigated for toxicological studies is PM<sub>1</sub>

Jokiniemi J., Hytönen K., Tissari J., Salonen R. O., Hirvonen M.-R., Jalava P., Pennanen A., Happonen M., Vallius M., Markkanen P., Hillamo R., Saarnio K., Frey A., Saarikoski S., Timonen H., Teinilä K., Aurela M., Sillanpää M., Obernberger I., Brunner Th., Bärnthaler G., Friesenbichler J., Hartmann H., Turowski P., Roßmann P., Ellner-Schubert F., Bellmann B., Boman Ch., Pettersson E., Wiinikka H., Sandström Th., Sehlstedt M., Forsberg B. “**Clean biomass combustion in residential heating: particulate measurements, sampling, and physicochemical and toxicological characterisation**” Biomass-PM Project, August 2008 ISSN 0786-4728





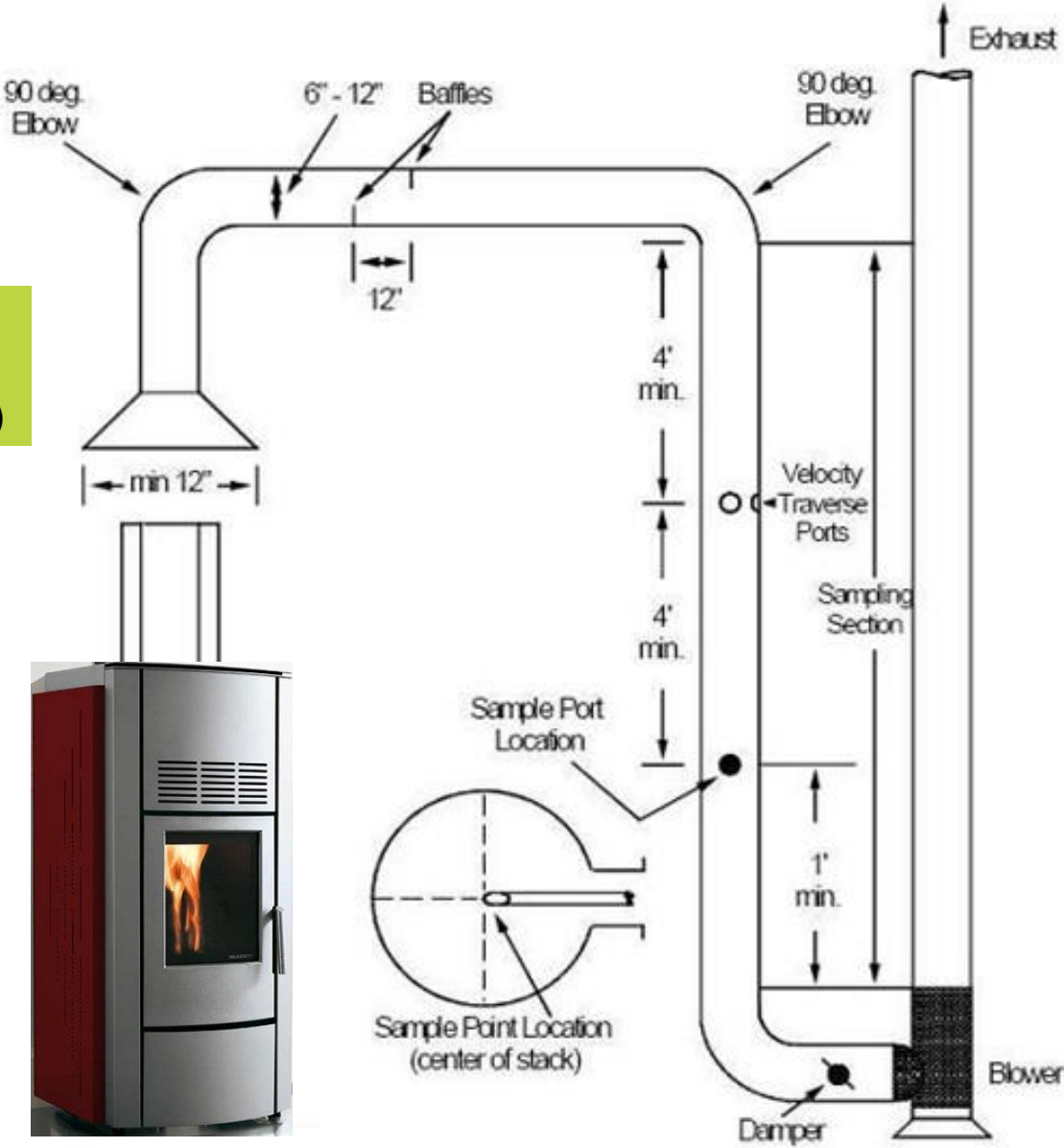
2007



2011

**DT secondo US-  
EPA Method 5G  
(UNITS – Arco Sol.)**

[barbierp@units.it](mailto:barbierp@units.it)



# Banco sperimentale per lo studio delle emissioni

- Analizzatori per la misura della concentrazione dei gas di combustione all'interno della canna fumaria.



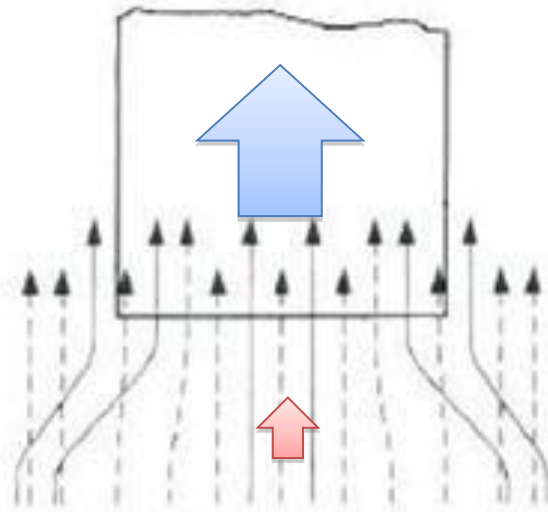
Monitor  
CO<sub>2</sub>



LINEA DI PRELIEVO

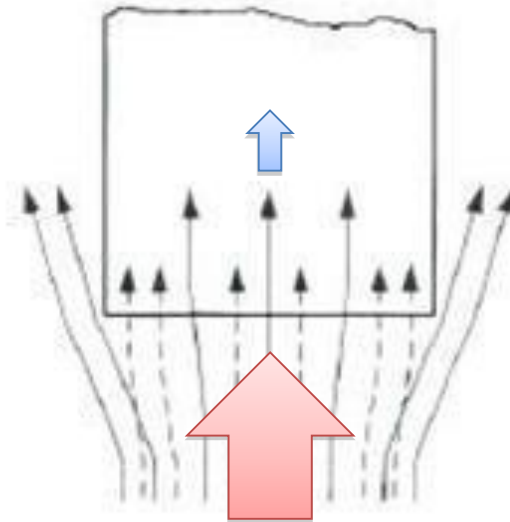


### IPERCINETISMO



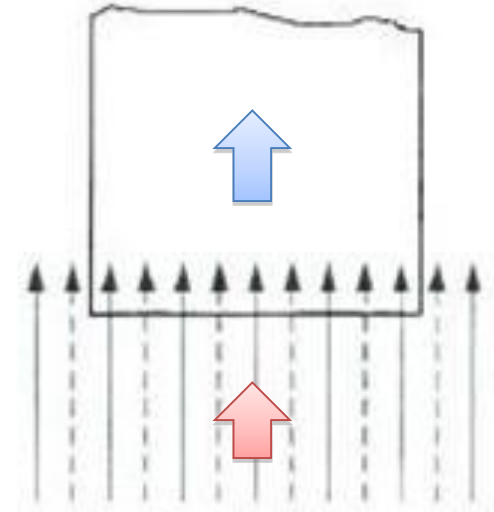
**V aspirazione**  
**> V fumi**  
**SOVRASTIMA!**

### IPOCINETISMO



**V aspirazione**  
**< V fumi**  
**SOTTOSTIMA!**

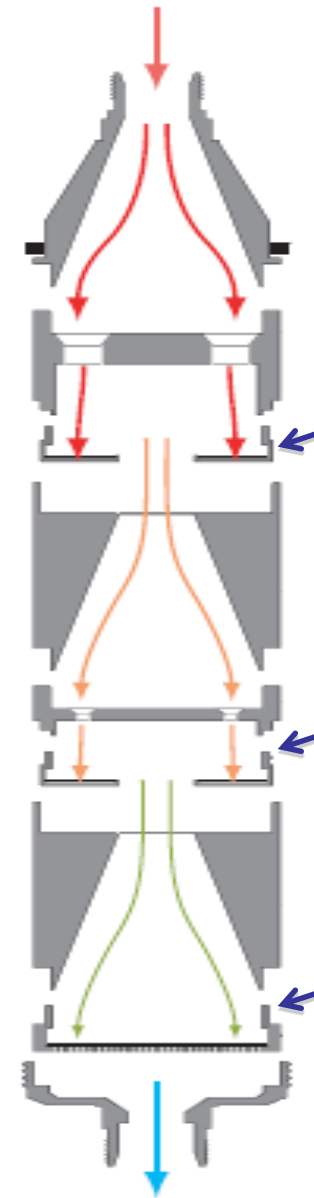
### ISOCINETISMO



**V aspirazione**  
**= V fumi**  
**CAMPIONE**  
**RAPPRESENTATIVO!**

# L'impattore multistadio

- Il sistema TCR TECORA  
impattore a multistadio (MSSI)  
costituisce il cuore della linea di  
campionamento e l'elemento  
innovativo alla sperimentazione.



Primo stadio  
PM>10

Secondo stadio  
10>PM>2,5

Terzo stadio  
PM2,5

# Strumenti per la caratterizzazione di Composti Organici Volatili

Rilevante per la **speciazione dei COV**

Solo alcuni (pochi) hanno significato tossicologico, altri sono precursori di SOA, altri né l'uno né l'altro. Quanto dell'uno e degli altri?

- FID ECO-CONTROL ER600

•Campionatore GasCheck/Analitica Strumenti  
cartucce TENAX – TD Markes Unity/GC-MS Agilent  
6890/5973

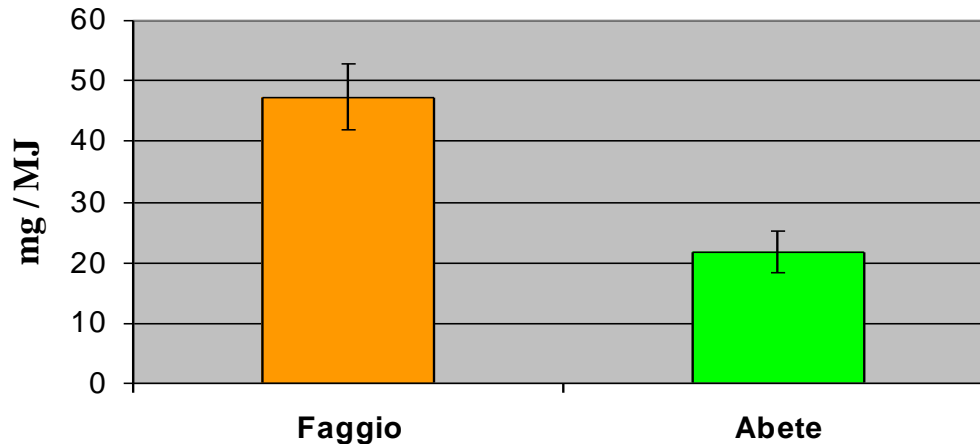
•Rilevatore a fotoionizzazione –  
PhoCheck Tiger Portable PID VOC Detector



# 16 test di combustione con stufa commerciale a pellet (9kW)



**Fattori emissivi medi con intervallo di confidenza per pellet di faggio ed abete**



| PM>10 [%]   | 2.5<PM<10 [%] | PM<2.5 [%]   |
|-------------|---------------|--------------|
| 6,59        | 3,78          | 89,63        |
| 3,75        | 6,17          | 90,08        |
| 2,69        | 3,26          | 94,06        |
| 2,47        | 4,56          | 92,97        |
| 8,28        | 9,87          | 81,86        |
| 4,59        | 4,27          | 91,14        |
| 2,77        | 3,72          | 93,52        |
| 2,98        | 3,25          | 93,77        |
| 2,53        | 3,14          | 94,33        |
| 1,43        | 3,27          | 95,30        |
| <b>3,81</b> | <b>4,53</b>   | <b>91,67</b> |

| PM>10 [%]    | 2.5<PM<10 [%] | PM<2.5 [%]   |
|--------------|---------------|--------------|
| 9,59         | 12,63         | 77,79        |
| 12,57        | 12,76         | 74,67        |
| 12,77        | 14,40         | 72,84        |
| 13,24        | 13,64         | 73,12        |
| 11,87        | 16,45         | 71,68        |
| 9,68         | 13,31         | 77,01        |
| 8,56         | 8,59          | 82,85        |
| <b>11,18</b> | <b>13,11</b>  | <b>75,71</b> |

**Ben comparabile con**

S. Caserini, S. Livio,

M. Giugliano, M. Grosso, L. Rigamonti

“LCA of domestic and centralized biomass combustion:

The case of Lombardy (Italy)”

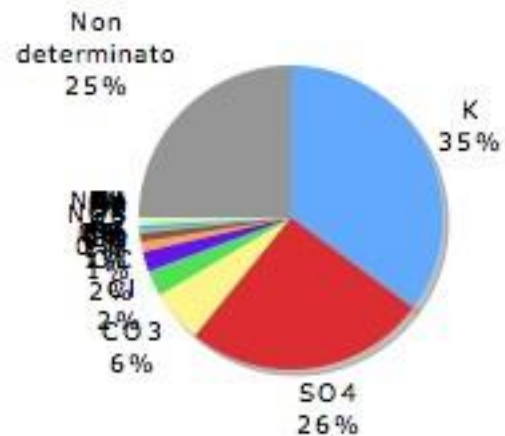
Biomass and bioenergy 34 (2010) 474–482

Condizionamento filtri 48h camera T=25° C, umidità 50%;  
pesata con bilancia 10<sup>-6</sup> g

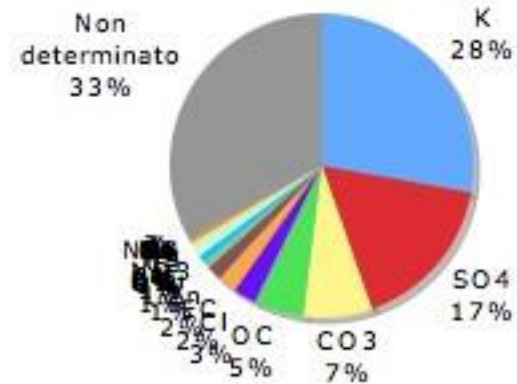


# Composizione filtri test emissioni post tunnel di diluizione

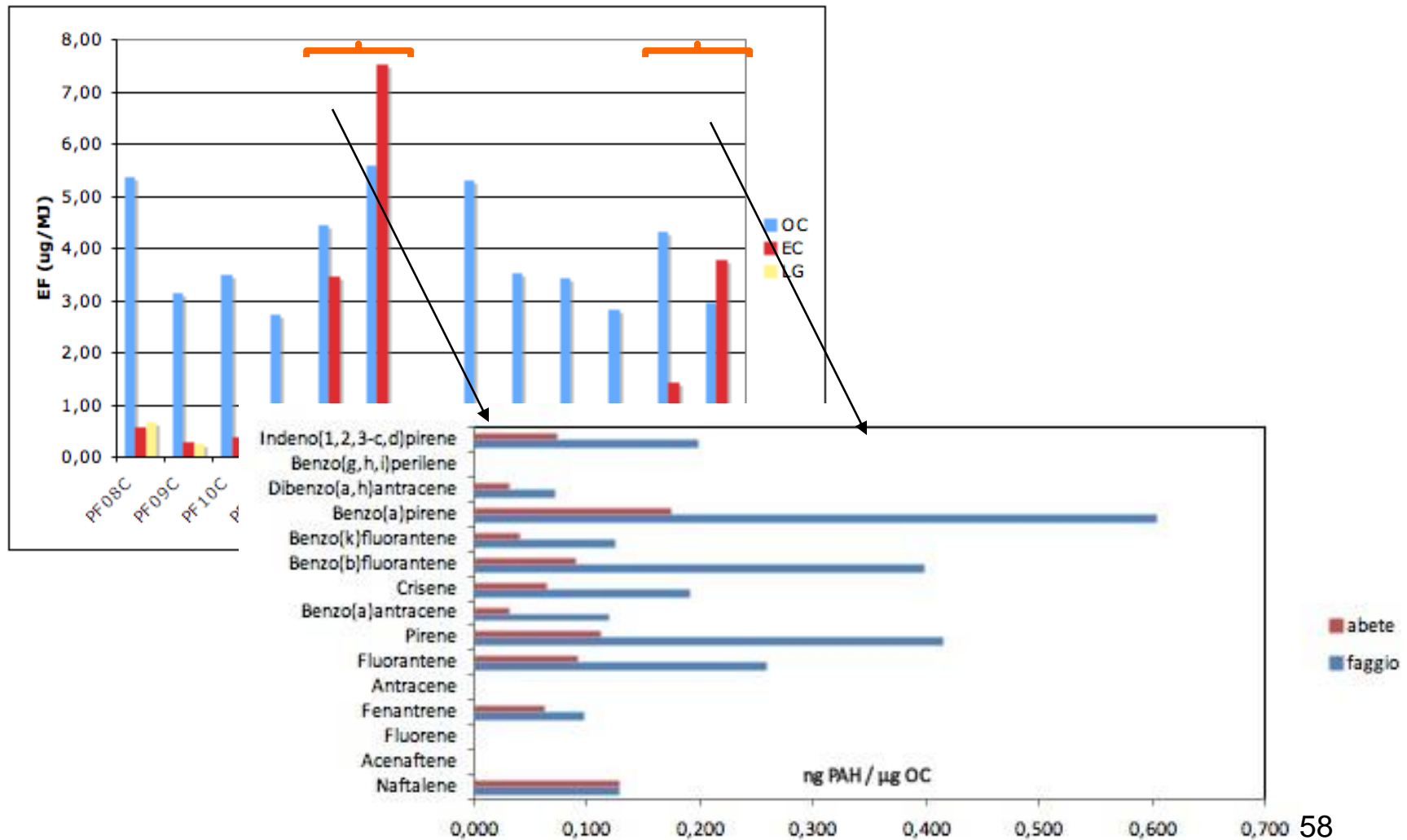
**Faggio**



**Abete**



# Fattori emissivi



# Risultati speciazione Composti Organici Volatili



Aspirazione e adsorbimento di COV non diluiti su cartuccia TENAX  
 Analisi per desorbimento termico (Markes Unity) e GC/MS (Agilent 6890/5973)

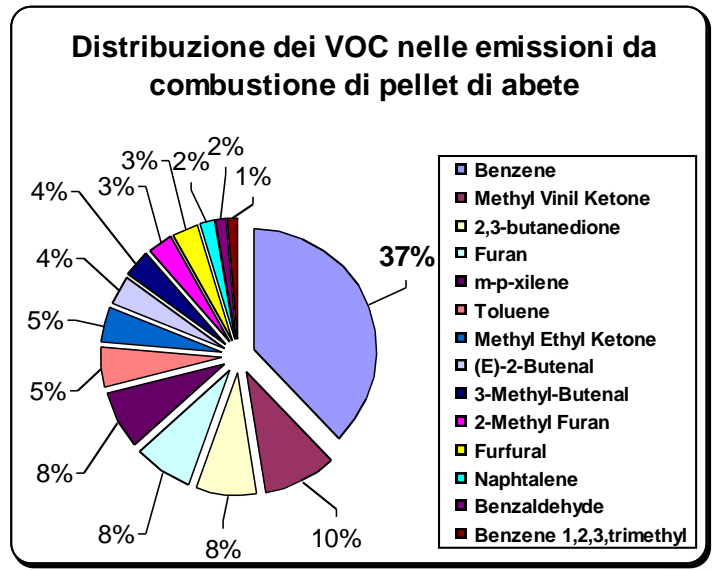
Dati di letteratura riportano **emissioni basse** di COV  
 con relativa abbondanza di benzene

## US EPA Emission Factors

### AP-42, Vol. I, CH1.10: Residential Wood Stoves

| Compounds             | Wood Stove Type Emission Factor (lb/ton) |                               |
|-----------------------|--|-------------------------------|
|                       | Conventional (SCC 21-04-008-051)         | Catalytic (SCC 21-04-008-030) |
| Ethane                | 1.470                                    | 1.376                         |
| Ethylene              | 4.490                                    | 3.482                         |
| Acetylene             | 1.124                                    | 0.564                         |
| Propane               | 0.358                                    | 0.158                         |
| Propene               | 1.244                                    | 0.734                         |
| i-Butane              | 0.028                                    | 0.010                         |
| n-Butane              | 0.056                                    | 0.014                         |
| Butenes <sup>c</sup>  | 1.192                                    | 0.714                         |
| Pentenes <sup>d</sup> | 0.616                                    | 0.150                         |
| Benzene               | 1.938                                    | 1.464                         |
| Toluene               | 0.730                                    | 0.520                         |
| Furan                 | 0.342                                    | 0.124                         |
| Methyl Ethyl Ketone   | 0.290                                    | 0.062                         |
| 2-Methyl Furan        | 0.656                                    | 0.084                         |
| 2,5-Dimethyl Furan    | 0.162                                    | 0.002                         |
| Furfural              | 0.486                                    | 0.146                         |
| o-Xylene              | 0.202                                    | 0.186                         |

## Dati LENS su pellet



Stufe con catalizzatori specifici  
 possono abbattere benzene  
 e COV

FSE (Fondo Sociale Europeo)

PROGETTO S.H.A.R.M. (Supporting Human Assets in Research and Mobility)

– “ASSEGNI DI RICERCA IN COLLABORAZIONE CON IMPRESE” –

***“Combustione domestica sostenibile di biomasse di provenienza regionale (Friuli Venezia Giulia)”***

Dr. Sabina Licen

1 marzo 2013 – 28 febbraio 2014



# Test su tre tipi biomassa ritraibile rappresentativi per la regione FVG



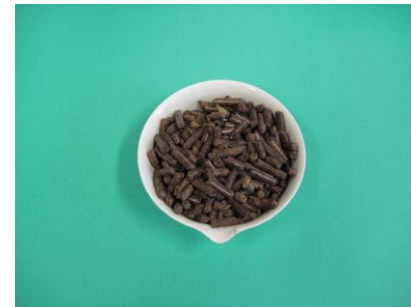
**latifoglie**  
(prevalentemente  
*Robinia pseudoacacia* – acacia)



Q = 17.7 MJ/kg  
Generi = 2.4 %



**sarmenti di vite**



Q = 17.6 MJ/kg  
Generi = 3.4 %



**conifere**  
(prevalentemente  
*Picea abies* – abete rosso)



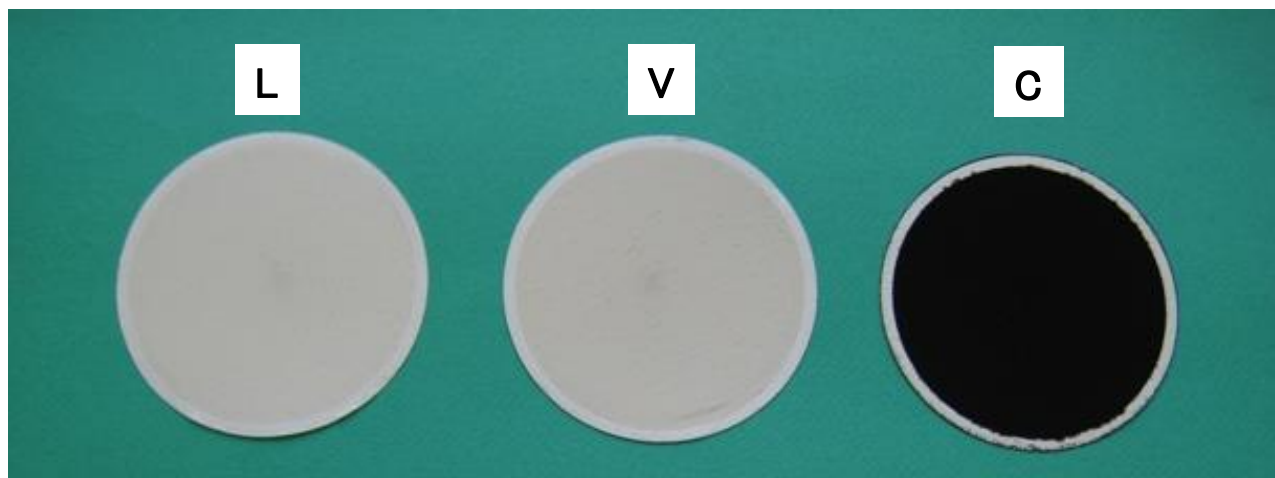
Q = 18.3 MJ/kg  
Generi = 1.3 %

# MISURE a CAMINO

Risultati di 4 test di combustione da 1h in stufa domestica da 9 kW, con un consumo medio di pellet di 2.2 kg/h.

| <b>Specie<br/>legnosa</b> |                            | <b>Tfumi<br/>(°C)</b>  | <b>O<sub>2</sub><br/>(%)</b> | <b>CO<sub>2</sub><br/>(%)</b> | <b>CO<br/>(mg/Nm<sup>3</sup>)</b> | <b>NOx<br/>(mg/Nm<sup>3</sup>)</b> | <b>OGC<br/>(mg/Nm<sup>3</sup>)</b> | <b>Benzene<br/>(ug/Nm<sup>3</sup>)</b> |
|---------------------------|----------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|
| <b>Latifoglie</b>         | <b>Media<br/>(Dev.st.)</b> | <b>171.3<br/>(3.4)</b> | <b>12.2<br/>(0.2)</b>        | <b>8.3<br/>(0.2)</b>          | <b>270.1<br/>(73.5)</b>           | <b>315.0<br/>(19.2)</b>            | <b>4.45<br/>(0.5)</b>              | <b>2.1<br/>(0.03)</b>                  |
| <b>Vite</b>               | <b>Media<br/>(Dev.st.)</b> | <b>157.2<br/>(4.8)</b> | <b>10.4<br/>(0.2)</b>        | <b>10.0<br/>(0.2)</b>         | <b>2764.9<br/>(683.6)</b>         | <b>290.3<br/>(14.6)</b>            | <b>59.4<br/>(10.2)</b>             | <b>58.1<br/>(35.4)</b>                 |
| <b>Conifere</b>           | <b>Media<br/>(Dev.st.)</b> | <b>181.4<br/>(1.7)</b> | <b>11.1<br/>(0.1)</b>        | <b>9.3<br/>(0.1)</b>          | <b>1919.0<br/>(106.7)</b>         | <b>115.8<br/>(4.9)</b>             | <b>470.3<br/>(111.6)</b>           | <b>626.1<br/>(60.8)</b>                |

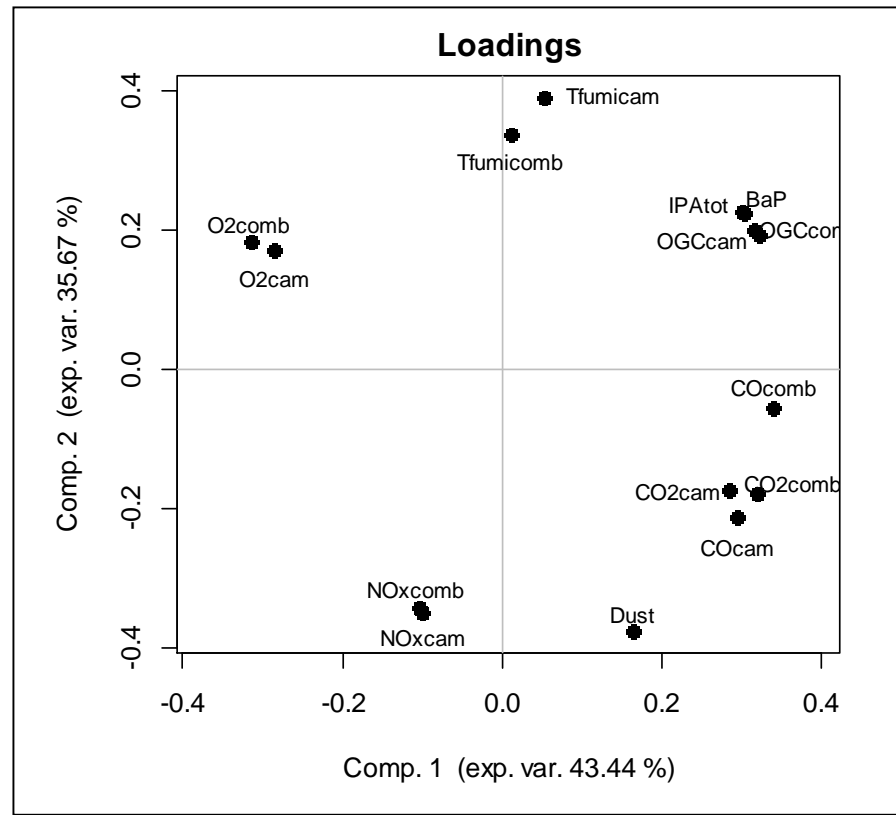
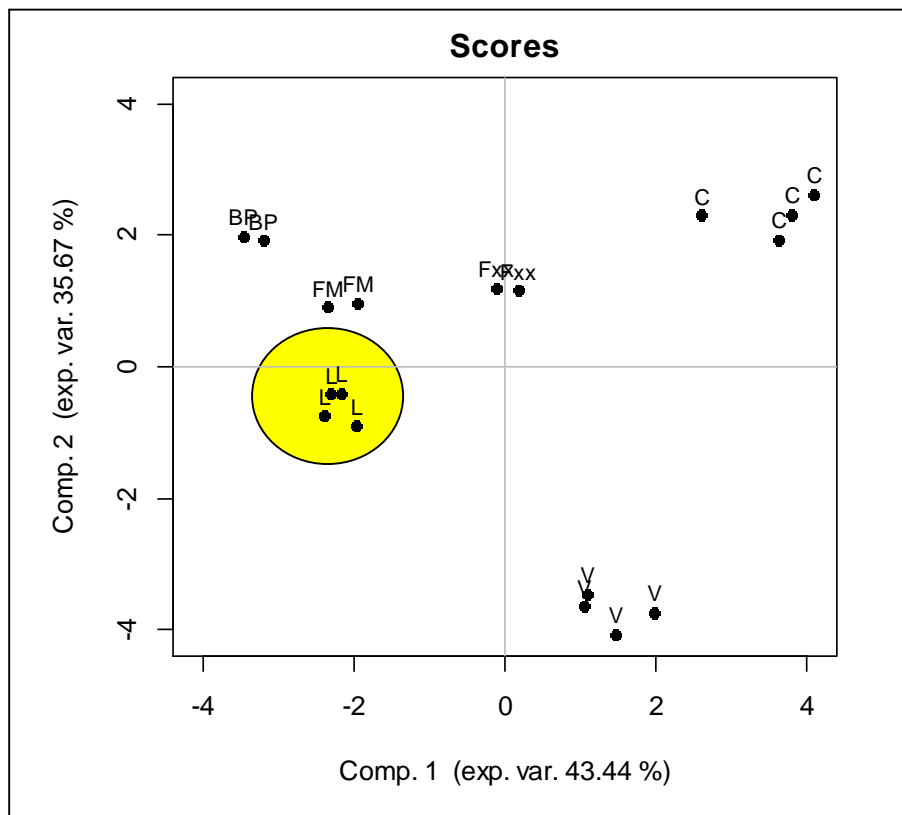
# PARTICOLATO



|  |                           | L                     | V                       | C                          |
|--|---------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
| <b>Particolato totale</b><br>(mg/Nm <sup>3</sup> ) | <b>Media</b><br>(Dev.st.) | <b>8.7</b><br>(1.0)   | <b>32.8</b><br>(2.1)    | <b>9.6</b><br>(0.4)        |
| <b>IPA totali</b><br>(ng/Nm <sup>3</sup> )         | <b>Media</b><br>(Dev.st.) | <b>88.4</b><br>(26.4) | <b>639.9</b><br>(236.4) | <b>16451.8</b><br>(1223.5) |
| <b>Benzo[a]pirene</b><br>(ng/Nm <sup>3</sup> )     | <b>Media</b><br>(Dev.st.) | <b>2.3</b><br>(1.8)   | <b>41.3</b><br>(16.6)   | <b>820.8</b><br>(62.9)     |
| <b>Levoglucozano</b><br>(ug/Nm <sup>3</sup> )      | <b>Media</b><br>(Dev.st.) | <b>41.6</b><br>(15.4) | <b>26.6</b><br>(8.6)    | <b>22.7</b><br>(7.9)       |

# CONFRONTO CON PELLETTI COMMERCIALI

## PCA (Principal Component Analysis)



BP, FM e Fxx sono pellettini commerciali



# Evoluzione tecnologica

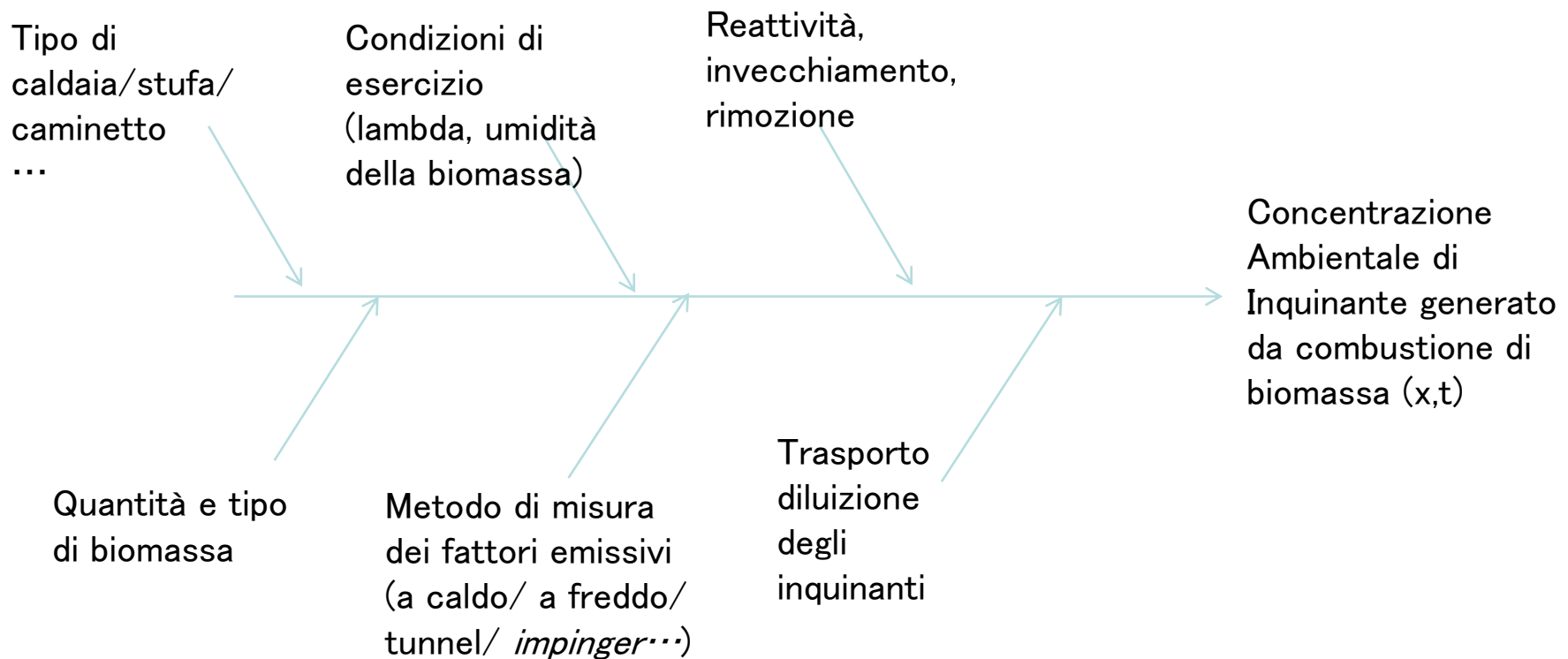
Table 1 Typical PM emission factors for various appliance types for wood combustion indicated as solid particles sampled on hot filters (not including condensable organic compounds) in real-life operation today (left), and achievable best-practice PM emission levels under ideal conditions (right).

\*only if operated at full load, which cannot be guaranteed for space heating.

| Appliance type                                    | Typical PM emission factors today [mg/MJ] | Achievable PM emission levels [mg/MJ] |
|---|---|---------------------------------------|
| Open fireplaces                                   | 50 to > 1 000                             | 50 – 100                              |
| Wood stoves & closed inset appliances             | 20 to > 1 000                             | 15 – 25                               |
| Log wood boilers without heat storage tank        | 20* to > 1 000                            | not recommended                       |
| Log wood boilers (with heat storage tank)         | 20 to > 100                               | 10 – 20                               |
| Pellet stoves & boilers                           | 10 – 50                                   | 10 – 20                               |
| Automatic wood combustion plants ... with cyclone | 50 – 300                                  | 50 – 100                              |
| ... with simple ESP                               | 25 – 50                                   | 15 – 35                               |
| ... with advanced ESP                             | 5 – 15                                    | 5 – 15                                |
| ... with fabric filter                            | < 5                                       | < 5                                   |

Ns dati (DT) stufe a legna 40-120 mg/MJ; a pellet 15-45 f(pellet); In miglioramento...

Ricordiamo che le concentrazioni ambientali di inquinanti prodotti dalla combustione di biomasse sono determinate da **molti fattori con variabilità molto ampie**, per cui è rilevante una **valutazione delle** evidenze di presenza di marker di combustione anche nelle **immissioni** (nell' aerosol a cui è esposta la popolazione che la norma vuole tutelare)



# 2013: ANNO DELL'ARIA

*Pierluigi Barbieri [barbierp@units.it](mailto:barbierp@units.it),*

*Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche*

*Università degli Studi di Trieste,*

*Via Giorgieri 1, Trieste*



Brussels, 22 March 2011

Janez Potočnik, European  
Commissioner for Environment,  
Towards making 2013 a  
**"YEAR OF AIR"**

[http://europa.eu/rapid/  
press-release\\_SPEECH-11-203\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-11-203_en.htm)



## AIR QUALITY AND HEALTH - FACT SHEET N°313, updated **Sept. 2011**

- *Air pollution is a major environmental risk to health.* By reducing air pollution levels, we can help countries reduce the global burden of disease from respiratory infections, heart disease, and lung cancer.
- The lower the levels of air pollution in a city, the better **respiratory (both long- and short-term), and cardiovascular health** of the population will be
- Indoor air pollution is estimated to cause approximately 2 million premature deaths mostly in developing countries. Almost half of these deaths are due to pneumonia in children under 5 years of age.
- *Urban outdoor air pollution is estimated to cause 1.3 million deaths worldwide per year.* Those living in middle-income countries disproportionately experience this burden.
- **Exposure to air pollutants is largely beyond the control of individuals and requires action by public authorities at the national, regional and even international levels**
- The **WHO Air quality guidelines represent the most widely agreed and up-to-date assessment of health effects of air pollution**, recommending targets for air quality at which the health risks are significantly reduced.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/>


**Table ES.1 Percentage of the urban population in the EU exposed to air pollutant concentrations above the EU and WHO reference levels (2008–2010)**

| Pollutant                     | EU reference value             | Exposure estimate (%) | WHO reference level            | Exposure estimate (%) |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| PM <sub>2.5</sub>             | Year (20)                      | 16–30                 | Year (10)                      | 90–95                 |
| PM <sub>10</sub>              | Day (50)                       | 18–21                 | Year (20)                      | 80–81                 |
| O <sub>3</sub>                | 8-hour (120)                   | 15–17                 | 8-hour (100)                   | > 97                  |
| NO <sub>2</sub>               | Year (40)                      | 6–12                  | Year (40)                      | 6–12                  |
| BaP                           | Year (1 ng/m <sup>3</sup> )    | 20–29                 | Year (0.12 ng/m <sup>3</sup> ) | 93–94                 |
| SO <sub>2</sub>               | Day (125)                      | < 1                   | Day (20)                       | 58–61                 |
| CO                            | 8-hour (10 mg/m <sup>3</sup> ) | 0–2                   | 8-hour (10 mg/m <sup>3</sup> ) | 0–2                   |
| Pb                            | Year (0.5)                     | < 1                   | Year (0.5)                     | < 1                   |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | Year (5)                       | < 1                   | Year (1.7)                     | 7–8                   |

Colour coding of exposure estimates fraction of urban population exposed to concentrations above the reference levels:

&lt; 10 %

10–50 %

50–90 %

&gt; 90 %

## Qualche peculiarità:

### *Key observations relating to C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> and BaP*

- Exceedances of the limit value for C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> were limited to a few locations in Europe, primarily situated close to industrial sources in 2010.
- Exposure of the European population to BaP concentrations above the target value is significant and widespread in central and eastern Europe. Between 20 % and 29 % of the urban population in the EU was exposed to BaP concentrations above the target value (1 ng/m<sup>3</sup> to be met by 2013) in the period 2008 to 2010. The increase in BaP emissions in Europe over the last years is therefore a matter of concern, as it is aggravating the exposure of the European population to BaP concentrations.



YEAR OF  
AIR 2013



EUROPEAN RESPIRATORY *journal*

OFFICIAL SCIENTIFIC JOURNAL OF THE ERS

HOME | ERS PUBLICATIONS | CURRENT ISSUE | ARCHIVE | SUBSCRIPTIONS | ALERTS |

ERJ March 1, 2012  
vol. 39 no. 3 525-528

## Ten principles for clean air

B. Brunekreef<sup>\*,#,v</sup>, I. Annesi-Maesano<sup>†,+</sup>, J.G. Ayres<sup>§</sup>, F. Forastiere<sup>f</sup>, B. Forsberg<sup>\*\*</sup>,  
N. Künzli<sup>###¶¶</sup>, J. Pekkanen<sup>++§§</sup> and T. Sigsgaard<sup>ff</sup>

“The European Respiratory Society *Environment and Health* Committee ([www.ersnet.org](http://www.ersnet.org)) has developed 10 concise principles for clean air, which summarise the scientific state of the art and provide guidance for public health policy. ...

**Compliance with current limit values for major air pollutants in Europe confers no protection for public health.”**



# 2013: Kicking off the ‘Year of Air’

**Clean air will be the focus of EU environmental policy discussions throughout 2013, the Year of Air.** The European Environment Agency (EEA) provides a wealth of information underpinning the *review of air pollutant legislation*.

- **Environment: NEWLY FOUND HEALTH EFFECTS OF AIR POLLUTION CALL FOR STRONGER EU AIR POLICIES**
- Long-term exposure to fine particles (PM2.5) can trigger **atherosclerosis, adverse birth outcomes and childhood respiratory diseases**, according to a World Health Organisation (WHO) review released today. REVIHAAP – the “Review of evidence on health aspects of air pollution” – also suggests a **possible link with neurodevelopment, cognitive function and diabetes**, and strengthens the causal link between PM2.5 and **cardiovascular and respiratory deaths**. The research was carried out at the request of the European Commission in the framework of the 2013 review of the European Union’s air policy.
- EU Commissioner for Environment Janez Potočnik said: “**EU air policy must be based on the latest science**. That is why I asked the WHO to undertake this research. The links it has found between air pollution and human health reinforce the case for scaling up our policy: it will be a key input to the 2013 air quality policy review”.
- “Only a few years ago in the absence of clear evidence, **air pollution standards and regulations were not sufficiently targeting human health**”, said Zsuzsanna Jakab, WHO Regional Director for Europe. “Years of WHO-coordinated research have provided the first quantitative estimates of the burden of disease from particulate matter and have now established links between air pollutants and health outcomes. We are confident that this new knowledge will ultimately lead to more stringent air pollution control policies to protect the health of European citizens”.

## **Environment: Newly found health effects of air pollution call for stronger EU air policies**

- Over 80 % of Europeans are exposed to particulate matter (PM) levels above the 2005 WHO Air Quality Guidelines (AQGs). This on average deprives each citizen of 8.6 months of life. Recent studies show associations between PM<sub>2.5</sub> and mortality at levels below the current AQGs fixed at 10 µg/m<sup>3</sup> annually and so the WHO review recommends a revision of the AQGs for PM by 2015. The report also recommends further **modifications to EU law**, as the current limit value for PM<sub>2.5</sub> in the EU's Ambient Air Quality Directive is twice as high as the AQG recommendation.
- The WHO review found new evidence for effects of long-term exposures to ozone (O<sub>3</sub>) on respiratory mortality and on deaths among persons with predisposing chronic conditions. This adds to previous findings on short-term effects which are the focus of current regulation. An impact of ozone exposure on cognitive development and reproductive health, including preterm birth is also suggested. The review recommends the development of **AQGs for long-term average ozone concentrations**.
- A new **AQG is also recommended for nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>)**, a toxic gas produced by the combustion process in heating, power generation and especially vehicle engines. New studies have associated short- and long-term exposure to NO<sub>2</sub> with mortality, hospital admissions, and respiratory symptoms at concentrations at or below the current EU limit values (which are set at the same level as the AQGs).

# WHO Europe, project partially funded by EU **REVIHAAP Review of evidence on health aspects of air pollution—first results**

Aprile 2013

- Answers to 22 questions relevant for the **review of European policies on air pollution** and addressing **health aspects of these policies**. The answers were developed by a large group of scientists engaged in the **WHO project “Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP”**, co-funded by the European Union.
- Focus on PM, O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> (mancano molti inquinanti)

1. Additional support for the effects of short-term exposure to  $PM_{2.5}$  on both mortality and morbidity based on several multicity epidemiologic studies;
2. Additional support for the effects of long-term exposures to  $PM_{2.5}$  on mortality and morbidity based on several studies of long-term exposure conducted on large cohorts in Europe and North America;
3. An authoritative review of the evidence for cardiovascular effects, conducted by cardiologists, epidemiologists, toxicologists and other public health experts, concluded that long-term exposure to  $PM_{2.5}$  are a cause of both cardiovascular mortality and morbidity;
4. Significantly more insight has been gained into physiological effects and plausible biological mechanisms linking short- and long-term  $PM_{2.5}$  exposure with mortality and morbidity as observed in epidemiological, clinical and toxicological studies;
5. Additional studies linking long-term exposure to  $PM_{2.5}$  to several new health outcomes including atherosclerosis, adverse birth outcomes and childhood respiratory disease;
6. Emerging evidence also suggests possible links between long-term  $PM_{2.5}$  exposure and neurodevelopment and cognitive function as well as other chronic disease conditions such as diabetes.

# Indicazione di:

- Abbassare valori limite EU annuali per  $PM_{2,5}$ ; riconsidera  $PM_{10}$
- Introdurre limiti 24h per  $PM_{2,5}$
- Health effect of black carbon (WHO, 2012); also climate forcer
- Introdurre linee guida per periodo estivo (Apr-Sept) per  $O_3$
- Abbassare linee guida annuali e short term per  $NO_2$

...

Non considera esposizione per tabacco, esposizione lavorativa individuale (occupazionale) etc.

Bruxelles, 8 gennaio 2013

## **AMBIENTE: I CITTADINI EUROPEI AUSPICANO UN RAFFORZAMENTO DELLA POLITICA UNIONALE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

- Secondo i dati più recenti, *la maggior parte degli europei (56%) ritiene che la qualità dell'aria sia peggiorata negli ultimi 10 anni*. In Italia è di questa opinione addirittura l'81% degli intervistati, mentre a Cipro, in Francia, in Grecia, in Ungheria, in Romania e in Spagna la percentuale si attesta tra il 70 e il 75%: sono i risultati di un' **indagine Eurobarometro intitolata La posizione degli europei riguardo alla qualità dell'aria**, dalla quale emerge un forte sostegno per un potenziamento degli interventi su questo fronte a livello unionale. Quasi quattro *intervistati su cinque (79%) ritengono che l'Unione europea debba proporre ulteriori misure per combattere l'inquinamento atmosferico*. Nell'ambito dell'indagine è stato chiesto espressamente agli intervistati se fossero a conoscenza delle norme unionali sulla qualità dell'aria e dei limiti nazionali di emissione; tra coloro che conoscono tali strumenti (il 25% in entrambi i casi), oltre la metà (rispettivamente il 58 e il 51%) è favorevole a un loro potenziamento. La Commissione utilizzerà i risultati dell'indagine nella revisione della politica dell'UE in materia di qualità dell'aria, attualmente in corso, che dovrebbe essere ultimata nella seconda metà del 2013.

- Janez Potočnik, Commissario europeo responsabile per l'Ambiente, ha dichiarato in proposito: "I cittadini ci chiedono di intervenire e noi lo faremo esaminando nel 2013 la nostra politica sulla qualità dell'aria. Ci vengono chieste più misure nei settori chiave e una migliore informazione sull'efficacia delle politiche: per soddisfare tali richieste dobbiamo collaborare a tutti i livelli politici e dispiegare interventi concreti sul territorio."
- L'indagine evidenzia un'insoddisfazione diffusa nei confronti degli interventi in atto per affrontare i problemi connessi alla qualità dell'aria: **sette europei su dieci (il 72%) non ritengono adeguati gli sforzi fatti dalle autorità pubbliche per migliorare la qualità dell'aria**. Emerge inoltre dall'indagine che il livello di informazione sulla qualità dell'aria è generalmente ritenuto insufficiente: quasi **sei europei su dieci (il 59%) non si sentono adeguatamente informati** al riguardo; in Spagna il 31% e in Lussemburgo, Cipro e Lettonia il 27% degli intervistati ritiene di non disporre di alcuna informazione su tale argomento.





YEAR OF  
AIR 2013



making 2013 a  
**"YEAR OF AIR"**

## Abbiamo fatto ricerca accademica su AQ con progetti di ricerca (debolmente co-)finanziati

70 *Int. J. Environment and Pollution, Vol. 41, Nos. 1/2, 2010*

### Seasonal apportionment of the sources of ambient air particulates in the city of Trieste

Aleksander Astel\*

Environmental Chemistry Research Unit,  
Biology and Environmental Protection Institute,  
Pomeranian Academy, 22a Arciszewskiego Str.,  
76-200 Słupsk, Poland  
Email: astel@apsl.edu.pl Email: AliAst@poczta.fm  
\*Corresponding author

Sergio Cozzutto, Federico Cozzi,  
Gianpiero Adami and Pierluigi Barbieri

Dipartimento di Scienze Chimiche,  
Università degli Studi di Trieste,  
34127 Trieste Via Giorgieri 1, Italy  
Email: scozzutto@units.it  
Email: fcozzi@units.it  
Email: gadami@units.it  
Email: barbieri@units.it

Arch Toxicol  
DOI 10.1007/s00204-013-1071-z

IN VITRO SYSTEMS

### Comparison of wood smoke PM<sub>2.5</sub> obtained from the combustion of FIR and beech pellets on inflammation and DNA damage in A549 and THP-1 human cell lines

Emanuela Corsini · Silvia Budello · Laura Marabini · Valentina Galbiati ·  
Andrea Piazzalunga · Pierluigi Barbieri · Sergio Cozzutto ·  
Marina Marinovich · Demetrio Pitea · Corrado L. Galli

Received: 28 November 2012 / Accepted: 2 May 2013  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Cent. Eur. J. Chem. • 7(3) • 2009 • 395-401  
DOI: 10.2478/s11532-009-0052-9

Central European Journal of **Chemistry**

### Sulphur speciation of PM<sub>10</sub> samples by XANES spectroscopy

Federico Cozzi<sup>1\*</sup>, Italo Pellegrini<sup>2</sup>, Gianpiero Adami<sup>1</sup>, Edoardo Reisenhofer<sup>1</sup>,  
Massimo Bovenzi<sup>3</sup>, Pierluigi Barbieri<sup>1</sup>

#### Research article

Received: 13 January 2011 Revised: 22 September 2011 Accepted: 23 October 2011 Published online in Wiley Online Library: 11 November 2011

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/xrs.1377

X-RAY  
Spectrometry

### Dimensional characterization of selected elements in airborne PM<sub>10</sub> samples using $\mu$ -SRXRF

F. Cozzi,<sup>a,\*†</sup> G. Gržinić,<sup>a†</sup> S. Cozzutto,<sup>a</sup> P. Barbieri,<sup>a</sup> M. Bovenzi<sup>b</sup> and G. Adami<sup>a</sup>



Un banco di prova per studi su  
combustione domestica di  
biomasse

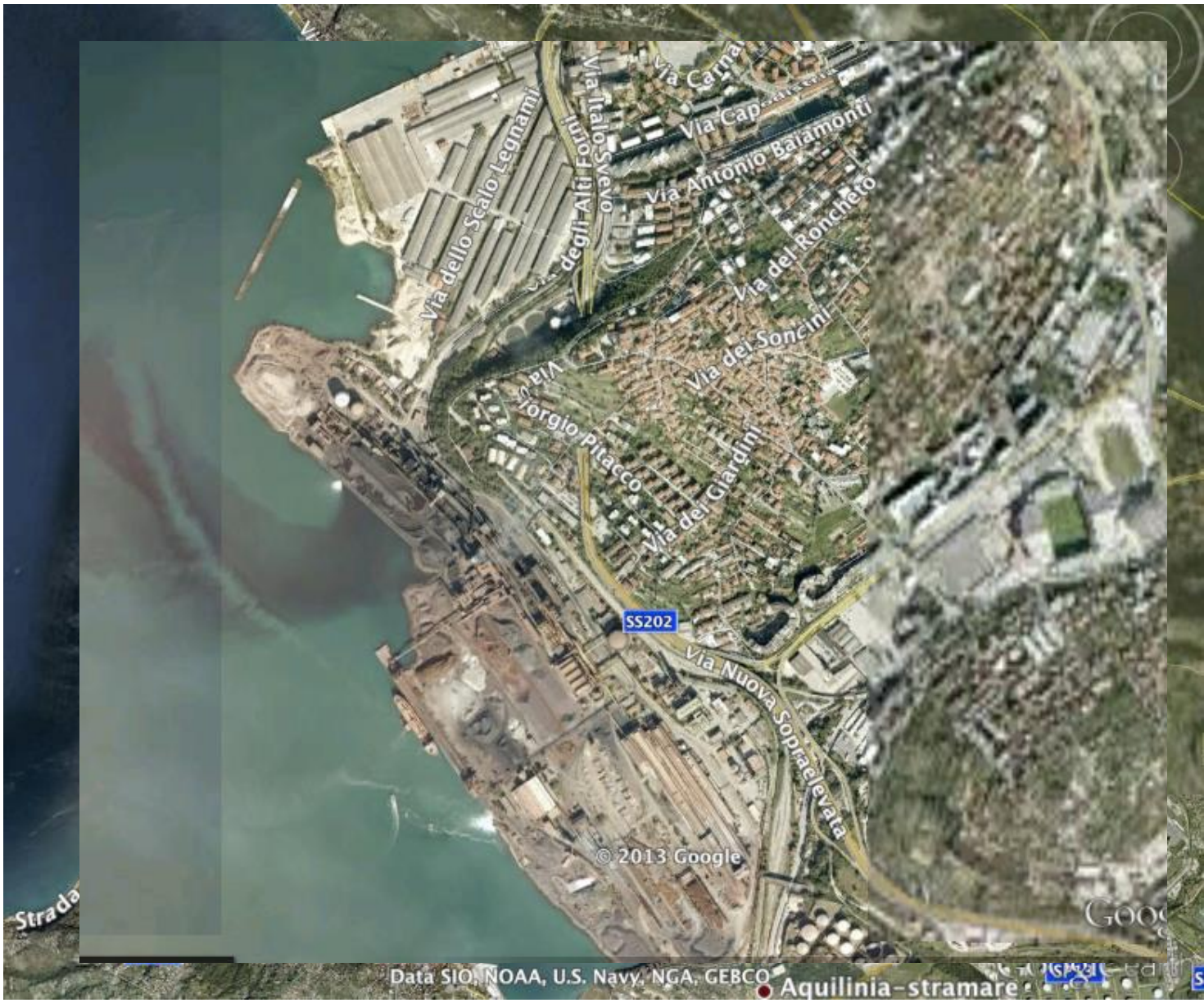


**WOLF**  
un olfattometro UNI EN 13725  
tutto Italiano

Ma è abbastanza per chi voglia tener un comportamento etico per la tutela dell'ambiente, far vivere una “**cultura della responsabilità**”?

Secondo le possibilità, stiamo leggendo l'ambiente dal punto di vista molecolare ed identificando nuove strade (***greening the brown economy***)?

Come ricercatori siamo dei portatori d'interessi/di competenze, e rivendichiamo un ruolo di *player* in un contesto-socio economico che richiede profonde riforme






**IL PICCOLO**

**+19°C**  
 POCO  
 NUVOLOSO

[HOME](#)
[CRONACA](#)
[SPORT](#)
[TEMPO LIBERO](#)
[FOTO](#)
[VIDEO](#)
[RISTORANTI](#)
[ASTE E APPALTI](#)

Sei in: Il Piccolo / Cronaca / Servola, nube dalla cokeria Rilevato picco di benzene

## Servola, nube dalla cokeria Rilevato picco di benzene

Dati misurati dai tecnici Arpa, per Lucchini «nessun superamento dei limiti» Laureni: «Impianti vecchi ma da gestire meglio, dialogo serrato con la proprietà»

[ambiente](#)
[Inquinamento](#)
[ferriera](#)

+1 0

Tweet 0

Consiglia 17

Email

**DA LEGGERE**

**COMMENTI (6)**



di Giuseppe Palladini 

Nuovo allarme fra gli abitanti di Servola per le emissioni della Ferriera. Attorno alle 12 di ieri una nuvola densa e maleodorante, contenente benzene, si è levata dalla cokeria. Sul posto sono intervenuti i tecnici dell'Arpa, che hanno rilevato appunto la presenza di benzene.





Agencia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia  
 Dipartimento Provinciale di Trieste  
 CRMA - Centro Regionale di Modellistica Ambientale



## QUALITÀ DELL'ARIA DELLA CITTÀ DI TRIESTE ANNO 2011

8 La stazione di San Lorenzo in Selva -RFI presenta un superamento dei limiti di legge, ma non è stata presa in considerazione nelle procedure adottate per la zonizzazione del territorio regionale (PRMQA, 2010) perchè non ritenuta rappresentativa dell'aria ambiente per l'intera area triestina, in quanto posta in prossimità dello stabilimento siderurgico di Servola. Con tale collocazione, basandosi anche sugli andamenti delle medie mobili calcolate per il Benzo(a)Pirene, la stazione può essere considerata, per tale inquinante, rappresentativa di un'area industriale (ai sensi dell'allegato III del D.Lgs 152/07 e s.m.i.).

**Tabella 12. Concentrazione media annua di benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nelle diverse stazioni dell'area Triestina**

|      | BAT  | CAR  | LIB     | MUG | PIT | SAB  | SVE | RFI <sup>(1)</sup> |
|------|------|------|---------|-----|-----|------|-----|--------------------|
| 2005 | 7.8  | n.d. | n.d.    | 0.3 | 3.8 | 0.9  | 1.0 | n.d.               |
| 2006 | 7.0  | n.d. | n.d.    | 0.9 | 4.4 | 0.3  | 1.8 | n.d.               |
| 2007 | 6.8  | n.d. | n.d.    | 0.7 | 3.7 | n.d. | 1.5 | 2.1                |
| 2008 | 5.5  | n.d. | n.d.    | 0.5 | 0.7 | 0.9  | 1.0 | 1.9                |
| 2009 | 3.9  | n.d. | n.d.    | 1.1 | 1.9 | 0.7  | 1.8 | 2.1                |
| 2010 | 3.2  | n.d. | 1.4 (*) | 0.8 | 3.9 | 1.2  | 1.8 | 6.7                |
| 2011 | n.d. | 2.4  | 1.9     | 0.4 | 2.5 | 0.5  | 1.6 | 8.2                |

BAT: via Battisti; CAR: via Carpineto; LIB: p.zza Libertà; MUG:Muggia; PIT: via Pitacco; SAB: via San Sabba; SVE: via Svevo; RFI: via San Lorenzo in Selva  
 (\*) Misurazioni in continuo iniziate ad agosto 2010.

**Tabella 13. Concentrazione media mensile di benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nelle diverse stazioni dell'area Triestina**

|        | BAT | CAR | LIB | MUG | PIT | SAB | SVE | RFI <sup>(1)</sup> |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| Luglio | 1.3 | 1.9 | 0.1 | 3.3 | 0.9 | 0.3 | 9.6 |                    |

<sup>(1)</sup> La stazione di San Lorenzo in Selva – RFI, non è stata presa in considerazione ai fini della redazione del presente documento in quanto può essere considerata rappresentativa di un'area industriale ai sensi dell'Allegato 3 del D.Lgs. 152/07 e s.m.i., decreto ora sostituito dal D.Lgs. 155/10 sulla cui base sono in corso ulteriori approfondimenti circa la rappresentatività dei dati qui raccolti.

Il Direttore  
 Ing. Steljo Vatta  
 Trieste, 23 maggio 2012



BAT: via Battisti; CAR: via Carpineto; LIB: p.zza Libertà; MUG:Muggia; PIT: via Pitacco; SAB: via San Sabba; SVE: via Svevo; RFI: via San Lorenzo in Selva

# Consideriamo un processo industriale problematico

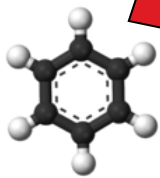
Le cokerie sono notoriamente sorgente di inquinanti:

es. dal “Programma Europeo di Monitoraggio e Valutazione”  
dell’Agenzia Europea per l’Ambiente

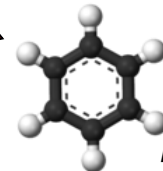
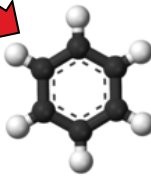
(EMEP-EEA Guidebook 2009, par. 1.B.1.b - Fugitive emissions from solid fuels:  
Solid fuel transformation):

“... The emissions related to **coke production** can be attributed to four sub-processes, namely:

- coal handling and storage: emitting coal dust;
- coke production and extinction: emitting coal and coke dust and **coke oven gas**;
- coke oven gas handling and purification: emitting **benzene**, toluene, xylene, phenol, PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons),  $H_2S$ , HCN and  $NH_3$ ;
- combustion of coke oven gas: emitting  **$CxHy$** ,  $SO_2$ ,  $NO_x$ , CO,  $CO_2$ , HF and soot.”



benzene

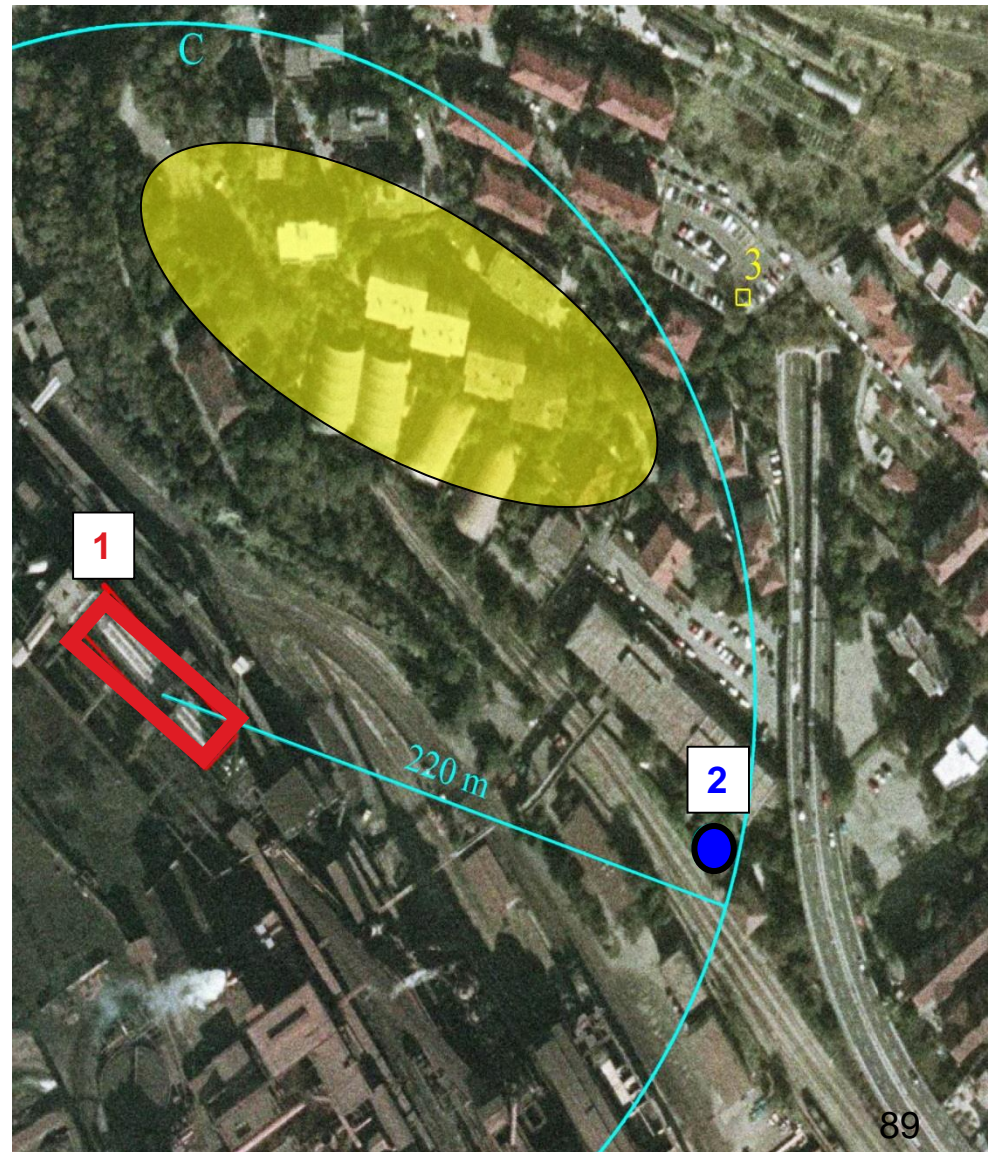


benzene



## Situazione a Servola:

La **cokeria (1)**  
e la **stazione RFI (2)**  
(ci son poi altoforno,  
sinterizzazione, depositi  
di carbone e minerale)  
ma ci son anche case  
abitate molto vicine!!!



## Concentration of organic micropollutants in the atmosphere of Trieste, Italy

S. Mosca · G. N. Torelli · G. Tramontana · E. Guerriero · M. Rotatori · M. Bianchini

Received: 28 September 2011 / Accepted: 13 December 2011  
© Springer-Verlag 2012

### Abstract

**Purpose** PCDD/Fs, PCBs, and PAHs, ubiquitous environmental pollutants which are part of the POPs, are mainly produced by anthropogenic activities as well as by natural processes. Occurrences of these pollutants in different sites in Trieste are presented. PCDD/Fs distribution and their possible emission sources are discussed.

**Methods** Air samples were collected in different sites near the industrial area, in the city center, and in a background area, using a high-volume sampler equipped with a quartz fiber filter and a PUF. Each sampling lasted a week.

**Results** The concentrations of the organochlorinated pollutants are consistent with literature data ( $\Sigma$ PCDD/Fs and  $\Sigma$ dl-PCBs were 5–38 fg TEQ/Nm<sup>3</sup> and 4–31 fg TEQ/Nm<sup>3</sup>, respectively), and an apparent seasonal trend was found with slightly higher concentrations in the winter and lower levels in both summer campaigns. Moreover, the isomer profile of each sampling campaign was compared to the fingerprint of a sintering plant, a cement plant, and an incinerator, the main industrial activities in Trieste.

**Conclusions** The organic micropollutants were detected in levels consistent with literature data. The results show that the pollutants are uniformly distributed in the atmosphere of Trieste. PCDD/F fingerprints in each site remained almost identical during summer and winter, confirming the yearly prevalence of the emissions from the nearby sintering plant.

**Keywords** PCDD/Fs · PCBs · BaP · Ambient air · Emission source · Sintering plant

### 1 Introduction

Dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs), and polychlorinated biphenyls (PCBs) are persistent organic pollutants (POPs) (Stockholm Convention 2001) and, together with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), whose presence is ubiquitous in ambient air, are of recognized health concern (IARC 1987, 1997; WHO 2000).

POPs include a group of pollutants that are semi-volatile, persistent in the environment, bioaccumulative, and toxic for humans and wildlife. POPs are ubiquitous environmental pollutants. PCDD/Fs are formed as unwanted by-products in many industrial and combustion processes. Atmospheric transport is a primary pathway for the transfer of these pollutants to terrestrial and aquatic ecosystems via deposition (Kouimtzi et al. 2002).

Studies from several European countries indicate that ambient air PCDD/F concentrations can vary widely (Smith et al. 1990; Oehme et al. 1991; Tysklind et al. 1993; Lee et al. 1999), mainly depending on the type of area investigated and on the presence of different emission sources, such as vehicle exhaust, chemical and steel plants, power plant, incinerators (Lee et al. 1999, 2005). At the moment, the iron

**Conclusions** The organic micropollutants were detected in levels consistent with literature data. The **results show that the pollutants are uniformly distributed** in the atmosphere of Trieste.



Water Air Soil Pollut (2013) 224:1503  
DOI 10.1007/s11270-013-1503-7

## Urban BTEX Spatiotemporal Exposure Assessment by Chemometric Expertise

Aleksander Maria Astel · Luigi Giorgini · Andrea Mistaro · Italo Pellegrini · Sergio Cozzutto · Pierluigi Barbieri

Received: 4 September 2012 / Accepted: 19 February 2013 / Published online: 16 March 2013  
© The Author(s) 2013. This article is published with open access at Springerlink.com

**Abstract** Normative regulations on benzene in fuels and urban management strategies are expected to improve air quality. The present study deals with the application of self-organizing maps (SOMs) in order to explore the spatiotemporal variations of benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene levels in an urban atmosphere. Temperature, wind speed, and concentration values of these four volatile organic compounds were measured after passive sampling at 21 different sampling sites located in the city of Trieste (Italy) in the framework of a multi-year long-term monitoring program. SOM helps in defining pollution patterns and changes in the urban context, showing clear improvements for what

concerns benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene concentrations in air for the 2001–2008 timeframe.

**Keywords** BTEX · Passive samplers · Self-organizing maps · Urban zonation · Spatiotemporal trends · Trieste

### 1 Introduction

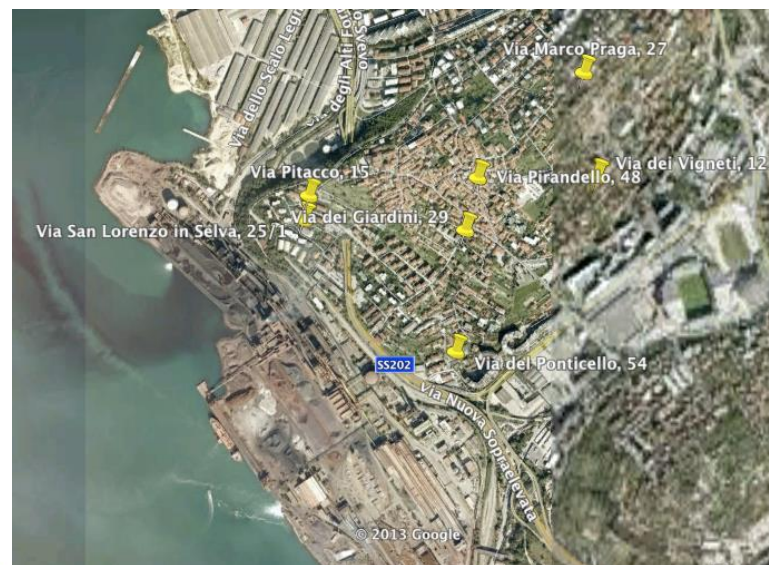
Benzene, after being known as a water and soil pollutant in proximity to crude and refined hydrocarbon storage sites, has been recognized as a relevant environmental issue for urban atmospheres in Europe since the late years of the last century, leading to the issuance of the Second Daughter Directive of the Air Quality Framework

## ***PROBLEMI:***

- SCALA DI VALUTAZIONE
- SCELTA DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO

*Vengono monitorati i percorsi ambientali “critici” e i gruppi di individui “critici”?*

# Attivato un monitoraggio di BTEX finanziato da risorse del gruppo di ricerca (radiello® +TD-GC/MS)

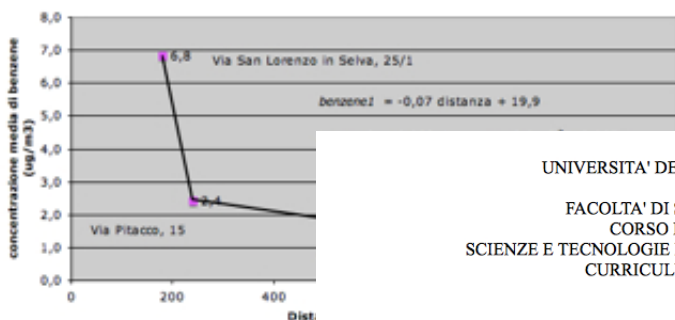


**Studio osservazionale sulle concentrazioni di benzene nell'aria ambiente e in case di cittadini non fumatori a Servola (Trieste): impostazione e risultati preliminari**

Sabina Licen, Arianna Tolloi, Davide Baldo, Pierluigi Barbieri  
Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche  
Università degli Studi di Trieste - Via Giorgieri, 1 34127 Trieste

In considerazione delle segnalazioni di anomalie nella concentrazione di benzene nell'aria rilevate dall'organo istituzionale di controllo nella stazione RFI a Servola (Trieste) [1,2], deputata al monitoraggio delle emissioni diffuse da un impianto siderurgico a ciclo integrale, si è impostato uno studio osservazionale sulla presenza di benzene e toluene nell'aria ambiente di abitanti e in case di cittadini non fumatori. Il campionamento dell'aria viene effettuato con campionatori diffusivi a simmetria radiale, economici ed accurati [3] poi analizzati con desorbimento termico e gas cromatografia accoppiata a spettrometria di massa [4]. Sono considerate sei abitazioni a diverse distanze dalla sezione da cui potenzialmente originano le emissioni di benzene in atmosfera, la cokeria; presso di esse si campiona l'aria ambiente (*outdoor*), mentre cinque sono le abitazioni di residenti non fumatori nel cui interno (*indoor*) si è campionata l'aria. I campionamenti hanno cadenza settimanale e sono iniziati ai primi di maggio del 2012; per ogni settimana e per ogni sito i campionatori rimangono esposti all'aria per 4-6 giorni, con durata e temperatura d'esposizione opportunamente registrate. I risultati ottenuti per il campionario posizionato sulla facciata di un condominio in via San Lorenzo in Selva, a meno di 200 metri dalla cokeria, sono risultati superare il valore limite (indica come media annua da rispettare pari a 5 µg/m<sup>3</sup>) in 8 settimane su 11. Il campionario posizionato in via Pitacco, a circa 240 metri, mostra valori che mediamente sono meno della metà di quelli di Via San Lorenzo in Selva, e solo sporadicamente superano il limite annuale. Si è verificato che in questi due siti il rapporto tra benzene e toluene è maggiore a uno, cosa che non accade quando la sorgente dell'inquinamento è il traffico. Nei campionatori più distanti dalla cokeria risultano concentrazioni progressivamente più basse. Nelle case infine, le concentrazioni di benzene sono inferiori ma correlate a quelle dell'aria ambiente.

Periodo 07/05-18/07: campionamento Aria ambiente con Radiello(TM)



I risultati preliminari raccolti in 11 settimane anomali per le concentrazioni di benzene, con San Lorenzo in Selva e una rapida diminuzione di distanza verso via Praga.

Un dettaglio sui confinanti, in prossimità di una sorgente attiva di della popolazione a inquinanti, costi sanitari economico attuale e per valutare possibili scenari

Bibliografia  
[1] Dp. Provinciale di Trieste, CRMA-ARPA FVG "Qualità dell'aria: dati forniti dalla rete di monitoraggio" Trieste 21/10/2011  
[2] Dp. Provinciale di Trieste, CRMA-ARPA FVG "Qualità dell'aria: dati forniti dalla rete di monitoraggio" Trieste 21/10/2011  
[3] P. Bruno, M. Caputi, M. Caselli, G. de Gennaro, M. de Rienzo "measurements" Atmospheric Environment Volume 39, Issue 7, followed by thermal desorption and gas chromatography.

Laureando:  
Davide Baldo

Redatore:  
Prof. Pierluigi Barbieri

Correlatore:  
Sabina Licen

TARANTO, 10-14/09/2012

XIII Congresso Nazionale S.C.I. di  
Chimica dell'Ambiente e dei Beni Culturali  
"Dall'Emergenza alla Sostenibilità"

**METODI DI INDAGINE PER SORGENTI ATTIVE  
E GRADIENTI DI CONTAMINAZIONE  
MULTI-SPECIE:  
RILEVANZA NEGLI STUDI DI ESPOSIZIONE**

Sabina Licen<sup>1</sup>, Arianna Tolloi<sup>1</sup>, Gianpiero Barbieri<sup>2</sup>, Sergio Cozzutto<sup>2</sup>,  
Giovanni Candotti<sup>3</sup>, Paolo Plossi<sup>4</sup>, Pierluigi Barbieri<sup>1,2</sup>

1. Università di Trieste – Dip. Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Via Giorgieri, 1 34127 Trieste
2. ARCO Solutions srl spin off, Via Giorgieri, 1 34127 Trieste
3. CaSe Studio di Ingegneria - via del Giambellino, 2 - 34100 Trieste –
4. Provincia di Trieste, Via S. Anastasio, 3 34132 Trieste



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE

FACOLTA' DI SCIENZE MM.FF.NN.  
CORSO DI LAUREA IN  
SCIENZE E TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE E LA NATURA  
CURRICULUM AMBIENTALE

Tesi di laurea in  
CHIMICA ANALITICA

TITOLO  
SORGENTI INDUSTRIALI ATTIVE E GRADIENTI DI CONTAMINAZIONE  
UN CASO DI STUDIO NELLA PROVINCIA DI TRIESTE

Università degli studi di Trieste  
Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche  
Tesi di Laurea Triennale in Chimica

Studi di composti organici volatili tramite TD GC-MS in  
ambienti indoor ed outdoor in prossimità di un sito  
siderurgico

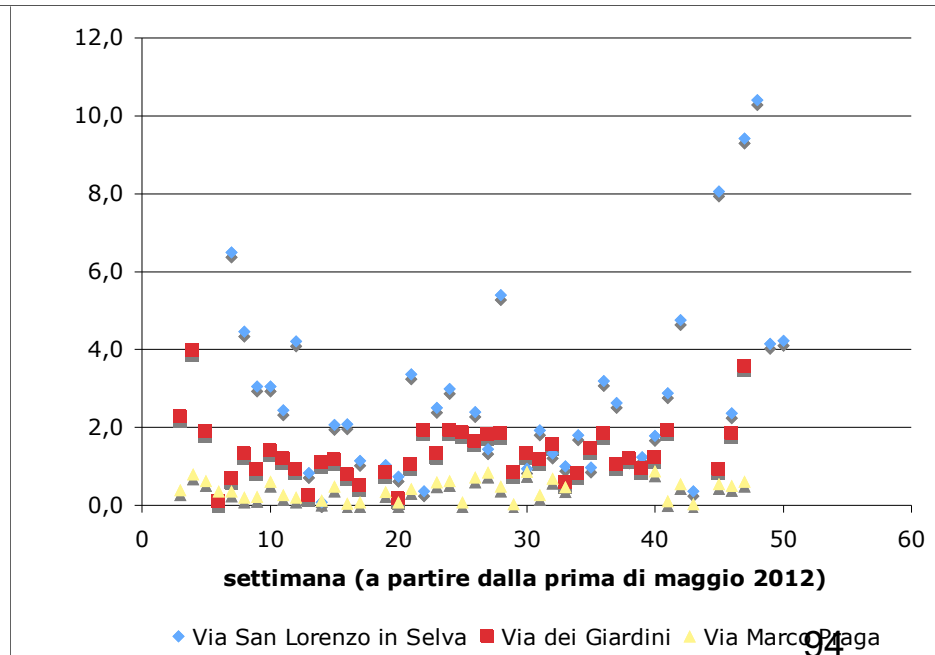
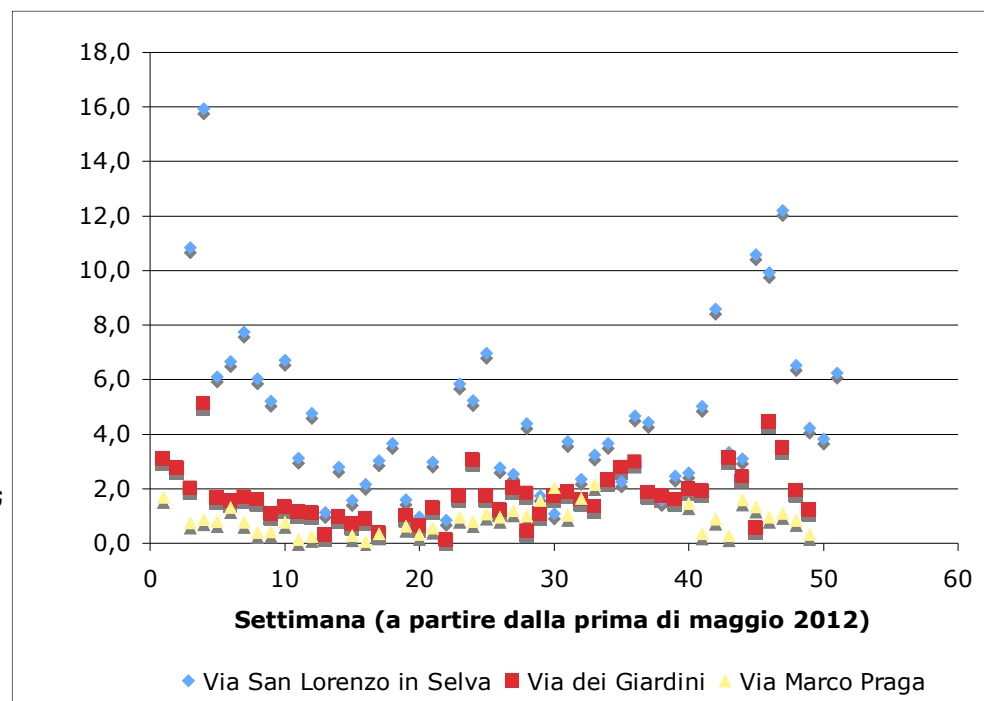
Laureando:  
Baldo Federico

Relatore:  
Dr. Pierluigi Barbieri  
Correlatore:  
Dott.ssa Sabina Licen

BENZENE Outdoor  
 maggio 2012 - aprile 2013

Via San Lorenzo in Selva  
 Via Pitacco  
 Via Pirandello  
 Via dei Giardini  
 Via Ponticello  
 Via M. Praga  
 Via Vigneti

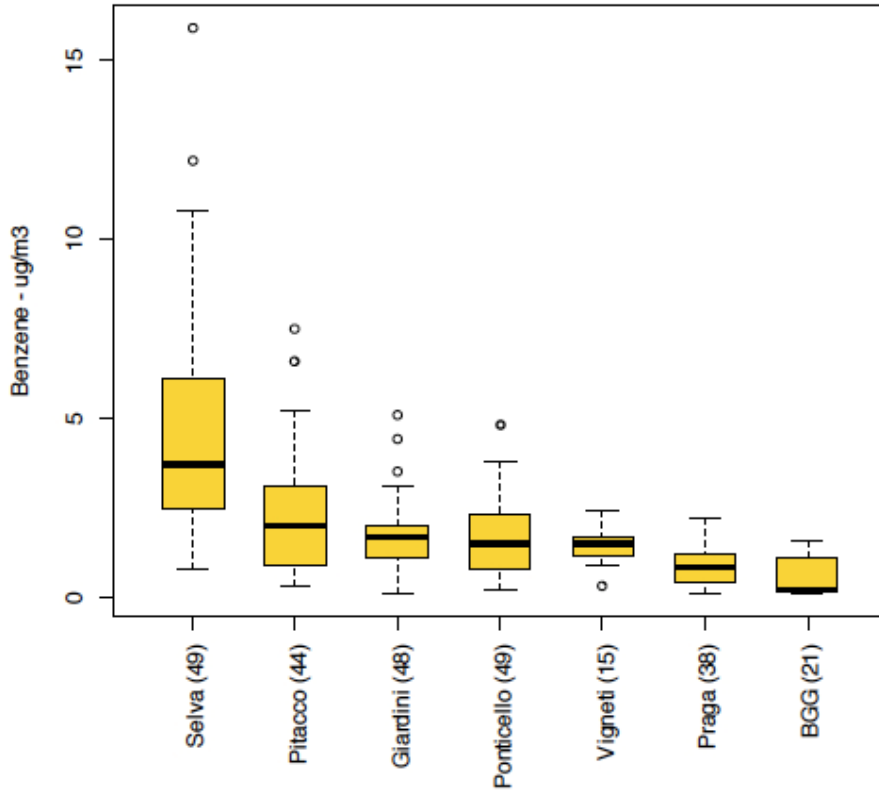
|          |      |     |     |     |     |     |     |
|----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| n=       | 109  | 44  | 5   | 56  | 50  | 42  | 15  |
| media=   | 4,0  | 2,0 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 0,8 | 1,4 |
| dev.st.= | 3,0  | 1,5 | 0,5 | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 0,5 |
| mediana= | 3,2  | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 0,8 | 1,5 |
| min=     | 0,1  | 0,3 | 0,8 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 |
| max=     | 15,9 | 6,6 | 2,1 | 5,1 | 3,8 | 2,2 | 2,4 |



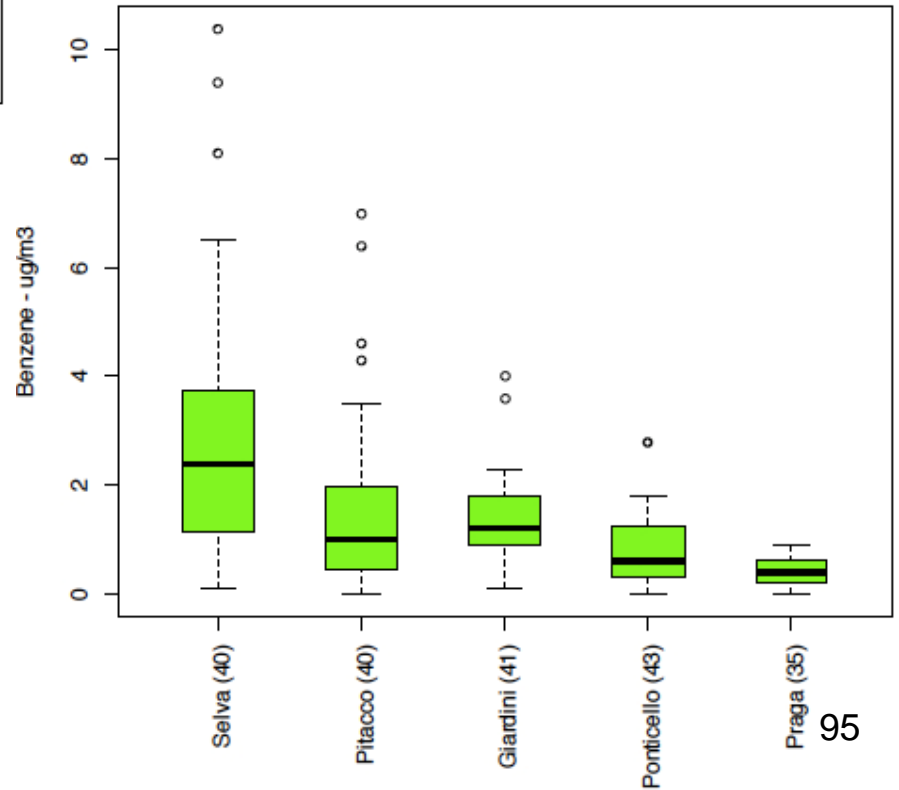
Altri 207 radiello® per misure indoor; in tutto oltre 530 campioni e oltre 2000 determinazioni analitiche

**B/T**

**Benzene outdoor**



**Benzene Indoor**



**Décret no 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène (medie settimanali 01/01/2016 2 ug/m3)**



Contents lists available at ScienceDirect

# Science of the Total Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)

## Small scale spatial gradients of outdoor and indoor benzene in proximity of an integrated steel plant



Sabina Licen<sup>a</sup>, Arianna Tolloi<sup>a</sup>, Sara Briguglio<sup>a</sup>, Andrea Piazzalunga<sup>b</sup>, Gianpiero Adami<sup>a</sup>, Pierluigi Barbieri<sup>a,\*</sup>

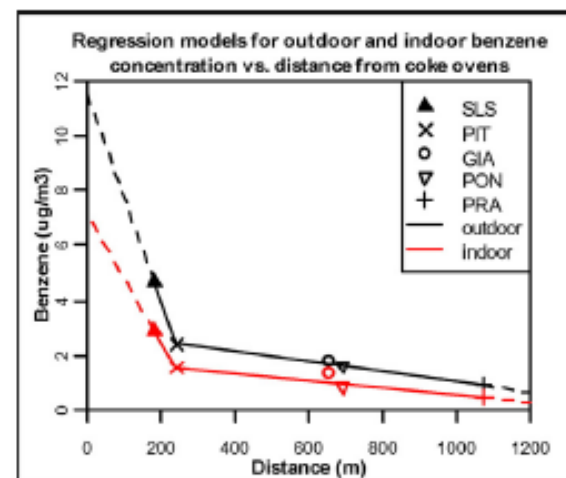
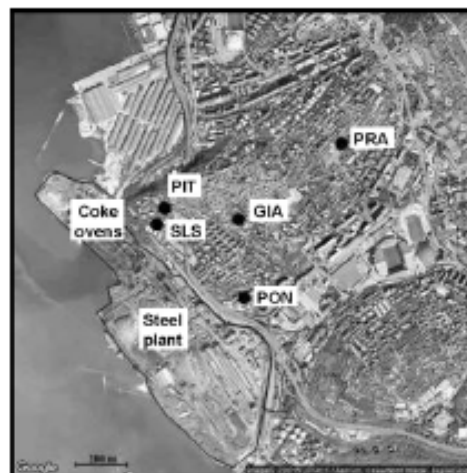
<sup>a</sup> Department of Chemical and Pharmaceutical Sciences, University of Trieste, Via Giorgieri, 1, Trieste 34127, Italy

<sup>b</sup> Water & Life Lab, srl – v.le E. Mattei, 37, 24060 Entratico (BG), Italy

### HIGHLIGHTS

- Outdoor and indoor benzene data were collected in five dwellings close to a steel plant.
- The three closest sites exceeded the WHO reference level for benzene ( $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).
- Indoor benzene concentration was above  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in the dwellings closest to the works.
- The coke ovens were the main benzene source identified by wind regime and B/T ratio.
- A regression model of indoor vs. outdoor benzene concentration has been calculated.

### GRAPHICAL ABSTRACT

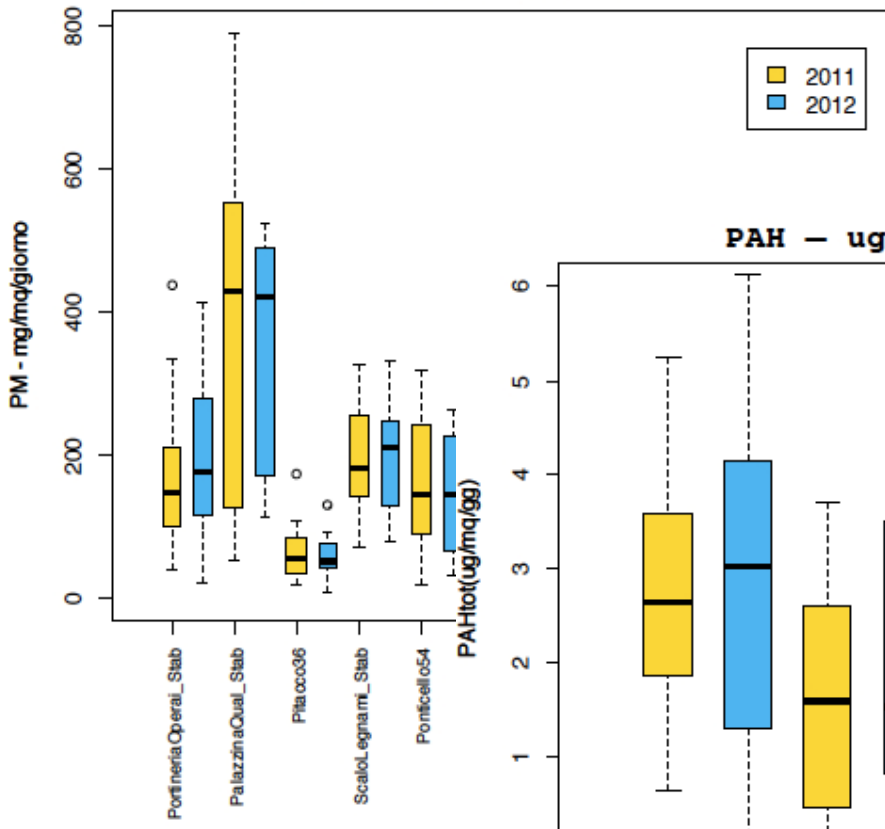




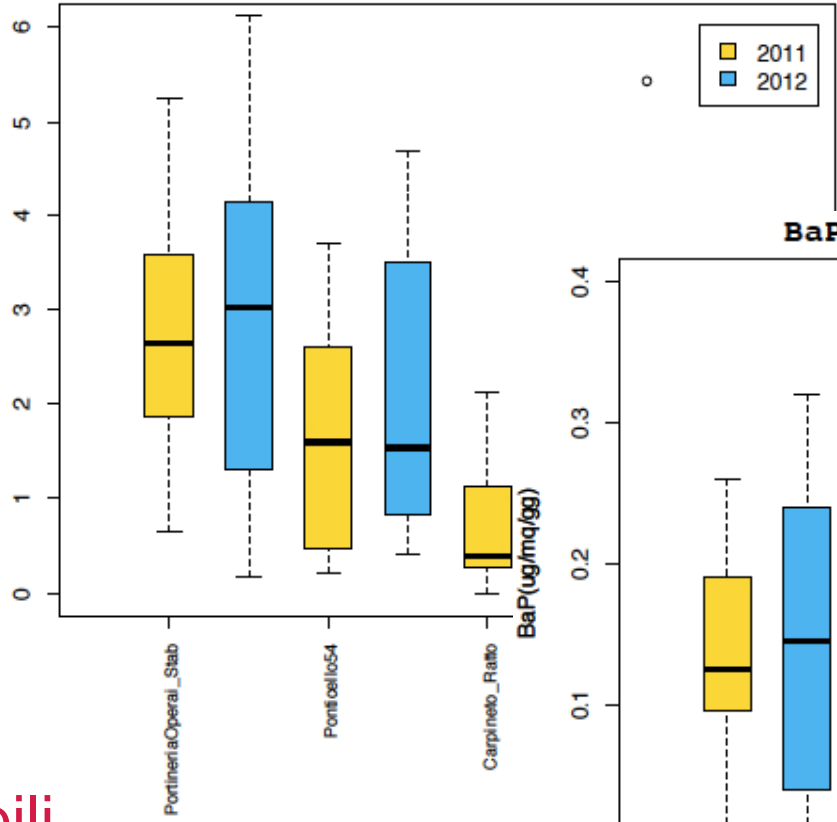


Dati prodotti da Studio Sanitas nell'ambito dell'A.I.A.

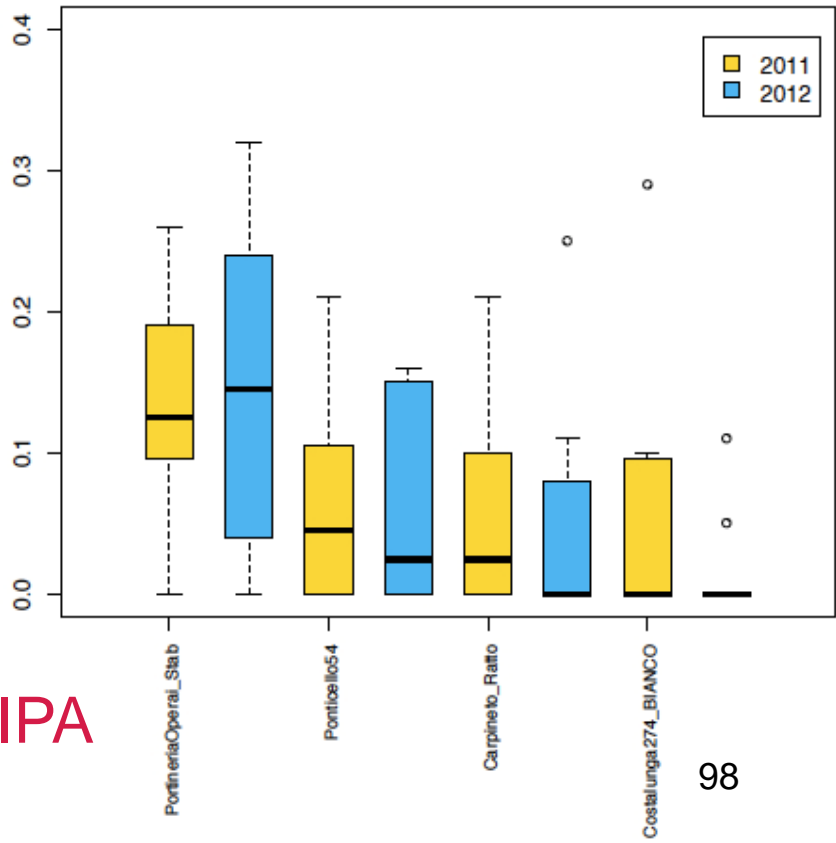
PM - mg/mq/giorno



PAH - ug/mq/giorno

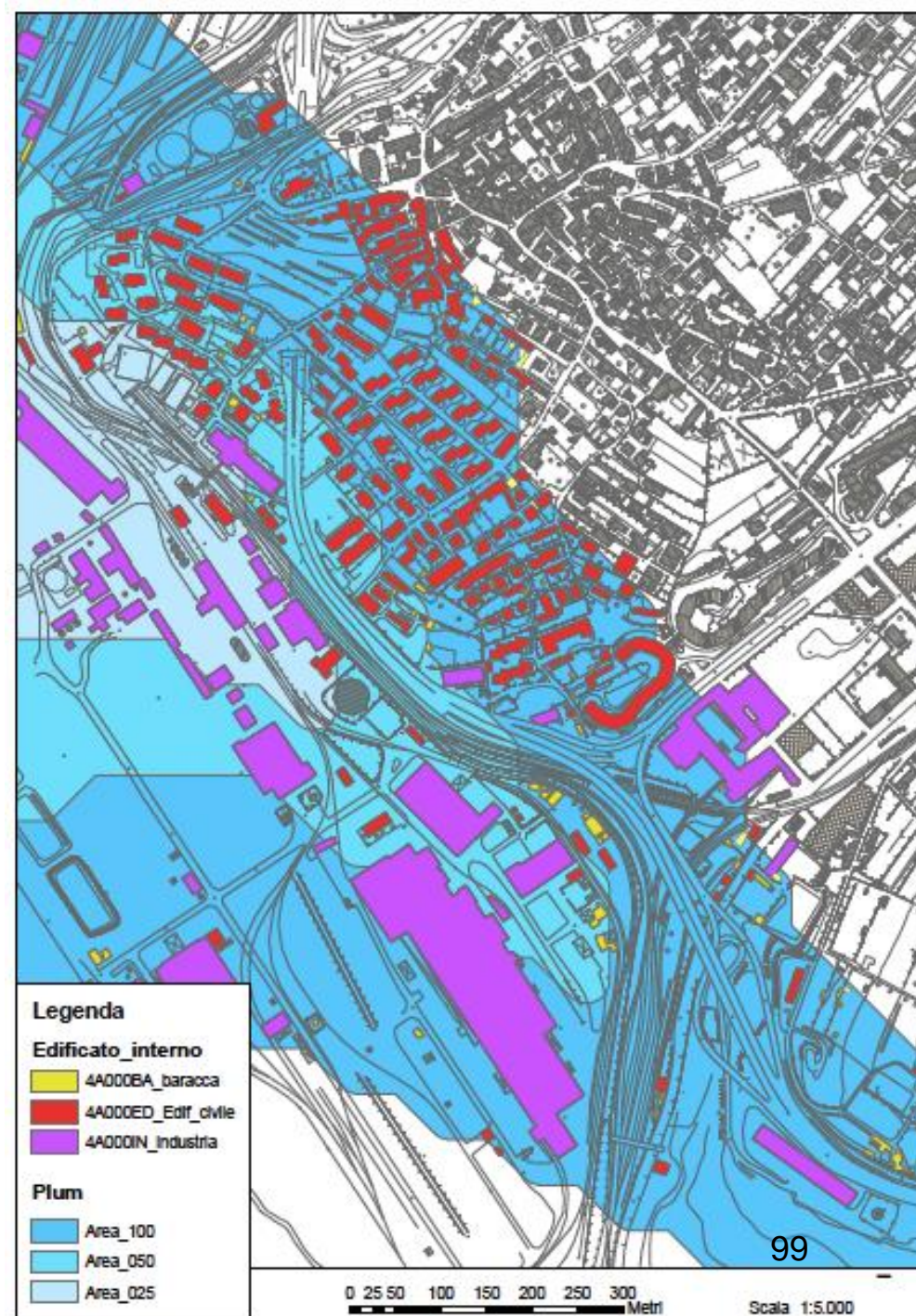


BaP - ug/mq/giorno



Osservazione:  
non sono disponibili  
deposimetri in prossimità stretta della  
fonte potenzialmente più rilevante di IPA  
(b[a]p SUOLI!!!)

Simulazione **CRMA**  
**ARPA FVG** sulle aree  
in cui viene superato  
per il **b[a]p nel PM10**  
il valore guida di 1  
ng/m<sup>3</sup>, con attività  
della cokeria al 100%  
(**azzurro scuro**), al  
50% (**azzurro medio**)  
e al 25% (**azzurro  
chiaro**), sulla base  
dei dati ottenuti da tre  
centraline durante il  
2012; in **rosso**  
abitazioni civili.



# QUINDI

Risultano evidenti gradienti da aree abitate prossime a confini industriali ad aree più distanti

- Per concentrazioni di benzene (O e I) (DSCF)
- Per flussi di deposizione di polveri, IPA, b[a]p (Sanitas)
- Per b[a]p nel PM10 (CRMA-ARPA FVG)

**aree abitate con concentrazioni diverse di inquinanti cancerogeni**, per cui WHO non definisce livelli sicuri (*no safe level of exposure can be recommended*)



identificabili “gruppi critici”



# Conclusioni

1. Fecondità di lavoro università/onlus (pub/priv), lavoro di rete, efficacia economica
2. Inadeguatezza ai fini della valutazione dell'esposizione dei cittadini- nel caso specifico - di approcci volti a valutare concentrazioni medie su periodi lunghi in siti
3. Necessità di approcci che consentano di apprezzare l'esposizione di "gruppi critici"

Es. :

*Mutagenesis* pp. 1-7, 2013

doi:10.1093/mutage/get005

**Malondialdehyde–deoxyguanosine and bulky DNA adducts in schoolchildren resident in the proximity of the Sarroch industrial estate on Sardinia Island, Italy**

Marco Peluso\*, Armelle Munnia, Marcello Ceppi<sup>1</sup>, Roger W. Giese<sup>2</sup>, Dolores Catelan<sup>3,4</sup>, Franca Rusconi<sup>5</sup>, Roger W. L. Godschalk<sup>6</sup> and Annibale Biggeri<sup>3,4</sup>

## Introduction

Air quality is a primary environmental concern in highly industrialised areas, especially because of potential health

# GRAZIE!

barbierp@units.it