



Impiego dell'ICP-MS con settore magnetico alla determinazione di elementi del gruppo del Pt in matrici ambientali ed alimentari

S. Caroli, C. Frazzoli, R. Cammarone
Istituto Superiore di Sanità, Roma

Argomenti trattati

-  Informazioni generali
-  EGP in matrici ambientali
-  EGP in matrici alimentari
-  Conclusioni

Argomenti trattati



Informazioni generali



EGP in matrici ambientali



EGP in matrici alimentari



Conclusioni

Effetti tossici degli EGP

▲ Pt → Cancerogeno, mutageno, nefrotossico

▲ Pd, Pt,
Rh → Proprietà irritanti e sensibilizzanti

Tendenza all'ACCUMULO nei reni, nel fegato e nella milza



Necessità di mettere a punto metodi per la rivelazione in TRACCIA (ng g^{-1}) e ULTRATRACCIA (ng kg^{-1})

Problemi connessi con la dispersione ambientale di Pd, Pt e Rh

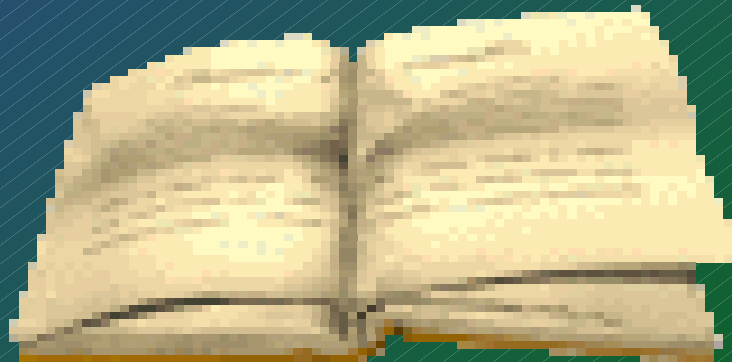
- I sali solubili di Pt esercitano azione allergica e sensibilizzante. Asma, rinite, congiuntivite, dermatite cronica ed eczema sono patologie frequenti tra gli addetti agli impianti di raffinazione e di produzione dei catalizzatori.
- Composti di Pt possono anche esercitare azione mutagena, come dimostrato nel caso di personale infermieristico addetto alla somministrazione di farmaci contenenti questo metallo.



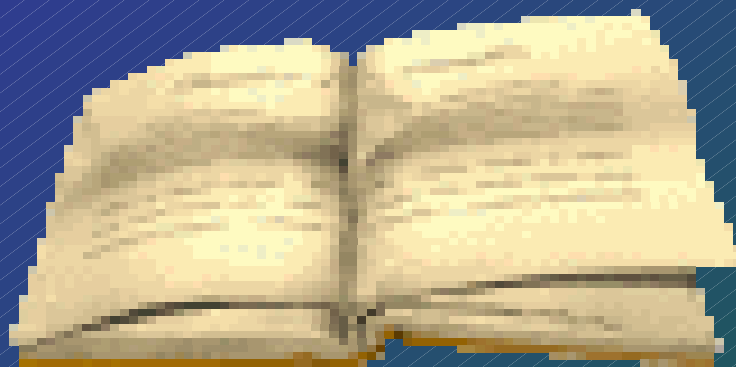
Una minaccia alla salute umana (1/2)

Le normative vigenti nei paesi più industrializzati richiedono che le auto di nuova fabbricazione siano dotate di marmitta catalitica per ridurre quanto più possibile l'emissione di idrocarburi aromatici, CO e NO_x.

L'impiego di tali marmitte, basate sull'azione di Elementi del Gruppo del Platino (EGP) desta preoccupazione poiché studi recenti hanno dimostrato che questi elementi si stanno già accumulando dove il traffico è più intenso e si ritrovano nel pulviscolo atmosferico, nel suolo e sull'erba.



Una minaccia alla salute umana (2/2)



La contaminazione ambientale da parte degli EGP è principalmente dovuta al rilascio ad all'accumulo di microparticelle in conseguenza dei fenomeni di abrasione superficiale e delle reazioni chimiche ad alta temperatura con i gas di scarico.

Aspetti del rilascio di metalli nobili dai catalizzatori per auto



Le particelle emesse da un catalizzatore monolitico hanno una dimensione media di 5-10 μm .



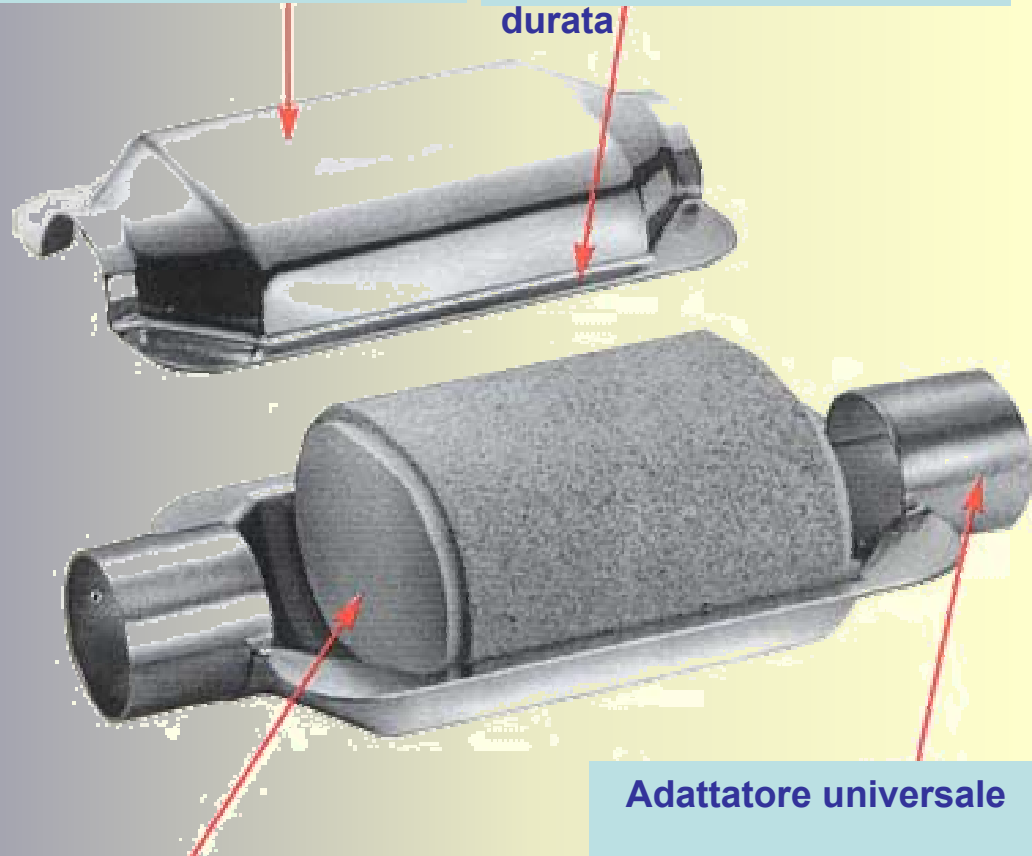
L'emissione stimata da catalizzatori monolitici ad una velocità di 50-100 km h^{-1} è compresa nell'intervallo che va dai ng km^{-1} ai $\mu\text{g km}^{-1}$.

Schema di marmitta catalitica (1/4)

Le marmitte catalitiche per autotrazione consistono essenzialmente di un supporto monolitico a nido d'ape fatto di cordierite (una fase di $2 \text{MgO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{SiO}_2$) trattata con uno strato di Al_2O_3 che a sua volta contiene ossidi di terre rare e 0.10-0.15 % in peso di Pt, Pd e/o Rh.

Involucro in acciaio inossidabile "409" per una maggiore durata

Bordi saldati per maggior resistenza e durata



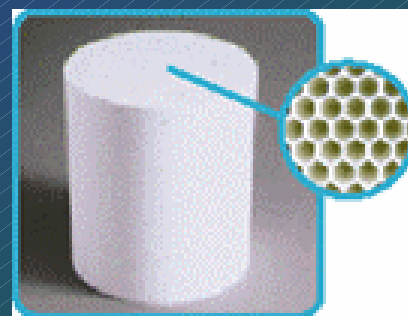
Adattatore universale

Catalizzatore: blocco in ceramica con la funzione di convertire le emissioni dannose in gas innocui per l'ambiente, ad esempio, CO in CO_2

Schema di marmitta catalitica (2/4)



Schema di marmitta catalitica (3/4)

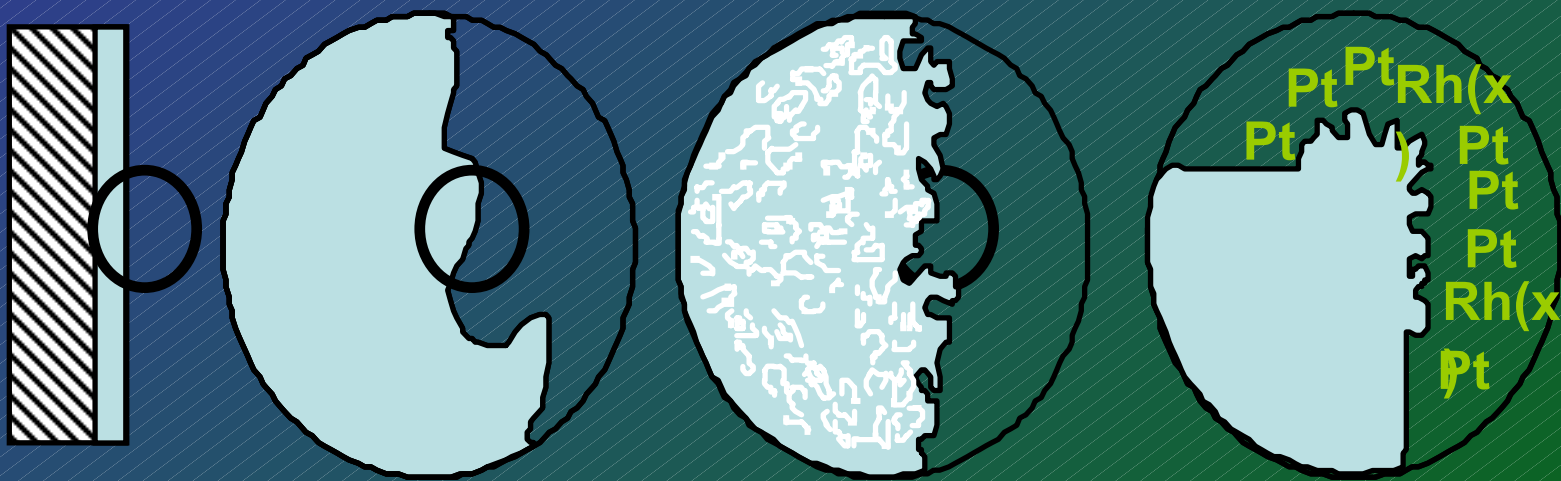


Schema di marmitta catalitica (4/4)

Macrovisione



Microvisione



Substrato

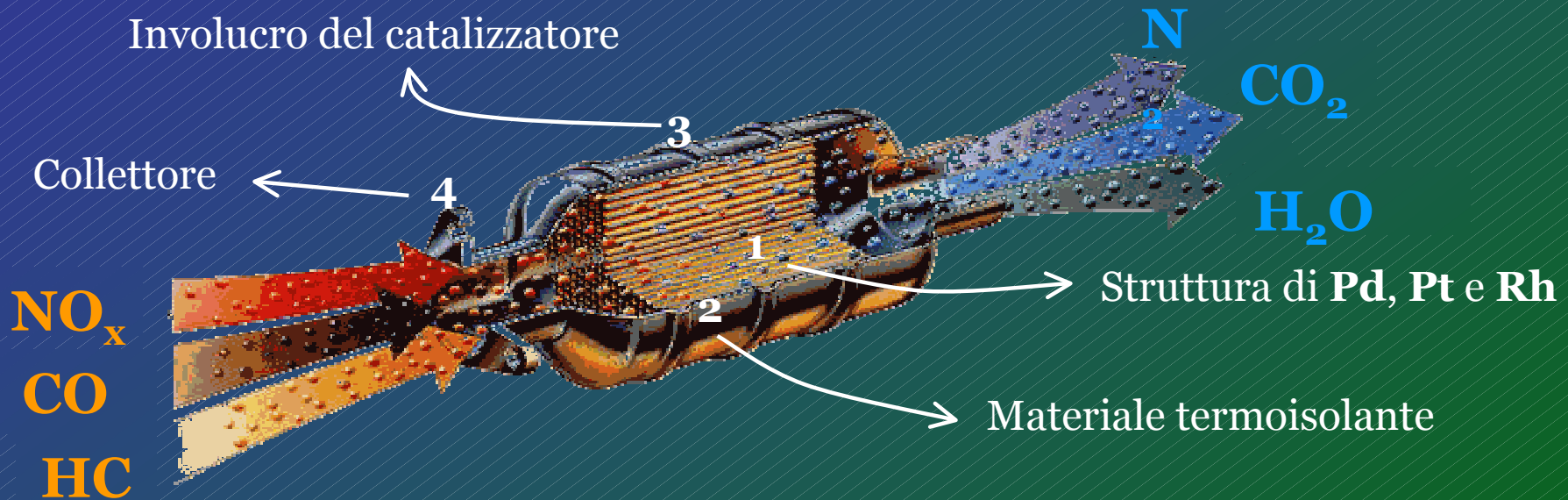
Strato
intermedio

Superficie del
catalizzatore

Metalli attivi

Rilascio degli EGP da marmitte catalitiche

Direttive Europee 91/441 e 93/59. Dal 1993 in Italia le auto a benzina di nuova immatricolazione devono essere dotate di marmitta catalitica.



- ▲ Elevate temperature raggiunte
- ▲ Fenomeni di abrasione meccanica

Rilascio dei metalli
come particolato

(altre fonti: farmaci, leghe odontoiatriche,
industrie metallurgiche, *etc.*)

Il Progetto CEPLACA

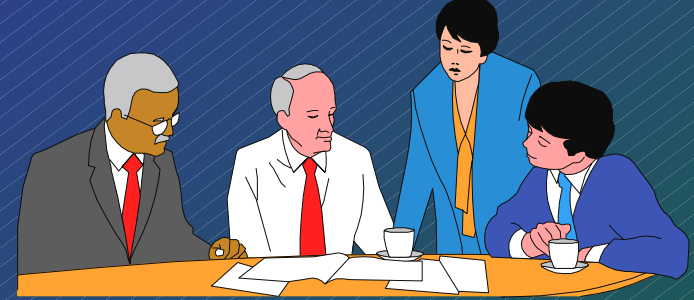
Il Progetto CEPLACA è stato approvato e finanziato dall'Unione Europea per acquisire informazioni attendibili e sistematiche sull'effettivo rischio per la salute umana e per l'ambiente dal rilascio di EGP da parte delle marmitte catalitiche. Esso si è svolto dal 1998 al 2000.

CEPLACA

C Contamination of the
E Environment by
P L A Platinum-group
C Catalytic converters for
A Automotive traction

Partecipanti al Progetto

1



- **Universidad Complutense, Madrid, Spagna (Coordinamento)**
- **Chalmers University of Technology, Goteborg, Svezia**
- **Sheffield University, Sheffield, Regno Unito**
- **Universidad de Malaga, Malaga, Spagna**
- **Istituto Superiore di Sanità, Roma, Italia**
- **GSF Forschung Zentrum, Neuherberg, Germania**

Partecipanti al Progetto

2



- **Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, Madrid, Spagna**
- **Ford Ibérica, Madrid, Spagna**
- **KM Miljöteknik, Goteborg, Svezia**
- **Ayuntamiento de Madrid, Madrid, Spagna**
- **Volvo Sweden, Goteborg, Svezia**
- **Seat Hispania, Barcelona, Spagna**

Argomenti trattati



Informazioni generali



EGP in matrici ambientali



EGP in matrici alimentari



Conclusioni

Determinazione degli EGP nel particolato atmosferico e nella polvere stradale

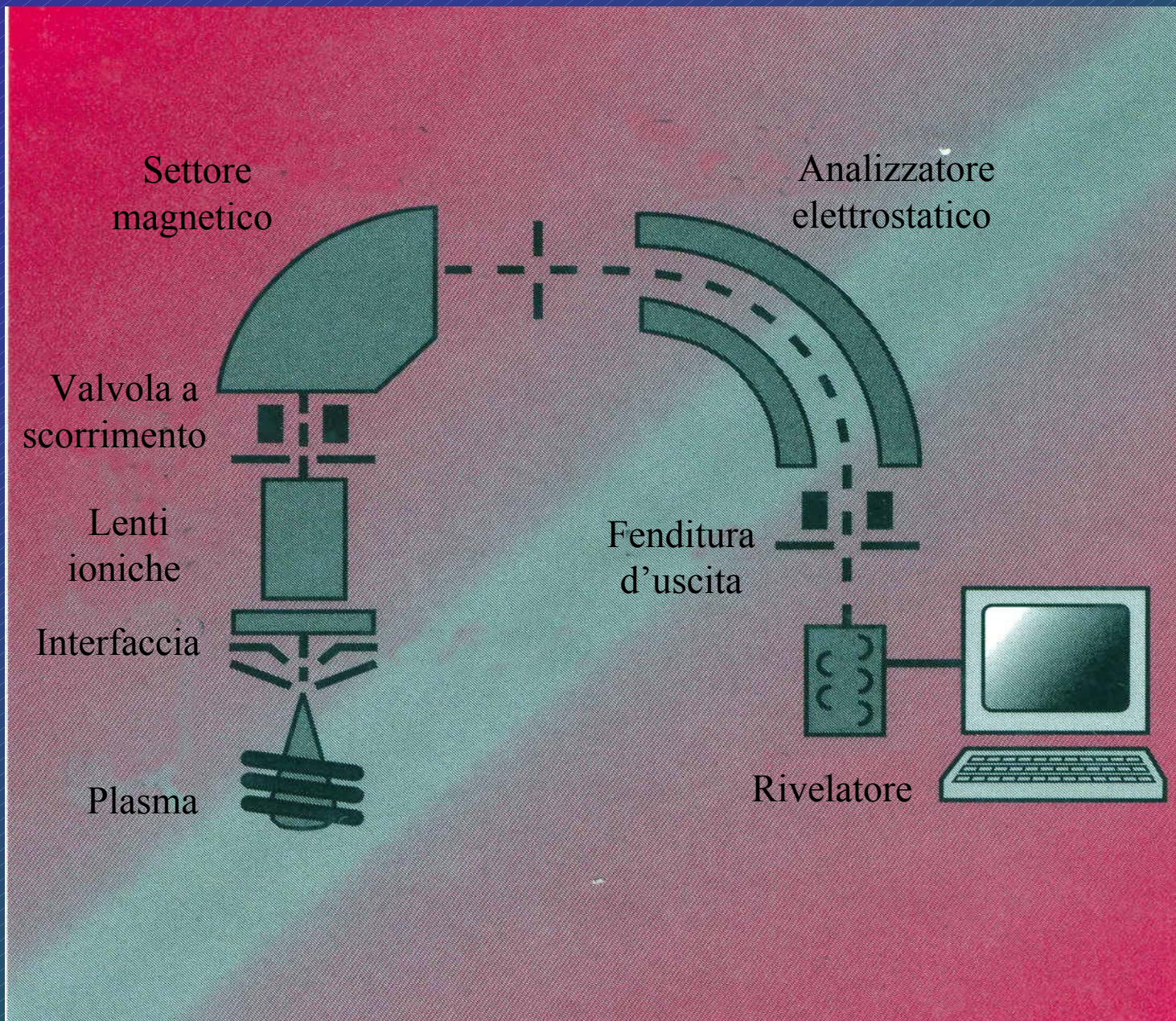
Area urbana di Roma (1/3)

Il particolato atmosferico e la polvere stradale sono stati campionati in otto diversi periodi dal Settembre 1998 al Settembre 2000 in zone urbane sia ad alta che modesta densità di traffico (sei in tutto: Viale Regina Elena, Piazza Venezia, Via Salaria, Via Prenestina, Circonvallazione Nomentana, Grande Raccordo Anulare), oltre che in un sito remoto (Montelibretti).

Nel caso del particolato atmosferico, il materiale è stato raccolto tramite campionatori PM-10, mentre per la polvere stradale si è fatto uso di un aspirapolvere commerciale.

Area urbana di Roma (2/3)

I campioni sono stati digeriti con acidi forti (HNO_3 , HF) in forno a microonde. Per minimizzare i rischi di contaminazione chimica dei campioni e/o di perdita degli analiti di interesse, ogni operazione preliminare alla determinazione analitica è stata condotta in un laboratorio pulito di Classe 100. Le analisi sono state condotte tramite SF-ICP-MS.

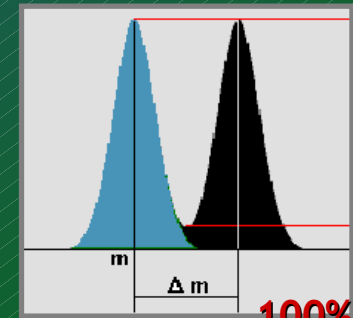


Spettrometro di massa con settore magnetico e sorgente a plasma accoppiato induttivamente (SF-ICP-MS)



SPECIFICHE

Sensibilità	> 1 X 10 ⁹ conteggi per secondo (cps)
Limite di rivelabilità	< 1 pg kg ⁻¹ per nuclei non interferiti
Rumore di fondo	< 0,2 conteggi per secondo (cps)
Segnale di stabilità	< 2 % RSD dopo 1 ora
Risoluzione	LR 300 MR 4.000 HR 10.000



$$R = m / \Delta m$$

10%



**LABORATORIO DI
CLASSE 100**

**INGRESSO CONSENTITO
SOLO CON GLI
INDUMENTI PRESCRITTI**





MILESTONE
Forno 3
HIGH PERFORMANCE
MICROWAVE
DIGESTION UNIT
mis 1200 mega

SOLO PER MATERIALI
PLASTICI

Esempio di condizioni strumentali per l'analisi

Spettrometro	HR-ICP-MS Element (Thermo Electron, Bremen, Germany)
Geometria	Doppia focalizzazione inversa Nier-Johnson
Risoluzione	$M/\Delta m = 300, 4.000, 10.000$
Potenza	1.30 kW
Nebulizzatore	Ultrasonico, U-5000 AT+ (CETAC Technologies Inc., NB, USA)
Coni	Nickel
Acquisizione dei dati	Scansione elettrica; 4 corse; 10 passaggi; tempo di scansione, 8.07 s; tempo totale di analisi, 5 min 23 s
Gas (plasma)	3.0 l min ⁻¹
Gas (ausiliario)	0.91 l min ⁻¹
Gas (nebulizzatore)	0.85 l min ⁻¹

Interferenze possibili sulla massa 104 di Pd

Analita		Interferente		Risoluzione richiesta
Isotopo	Abbondanza (%)	Specie	Abbondanza (%)	m / Δ m
^{104}Pd	11.14	$^{40}\text{Ar}^{64}\text{Zn}$	48.44	8500
		$^{38}\text{Ar}^{66}\text{Zn}$	0.02	6200
		$^{36}\text{Ar}^{68}\text{Zn}$	0.06	9000
		$^{40}\text{Ar}^{64}\text{Ni}$	0.90	7900
		$^{88}\text{Sr}^{16}\text{O}$	82.38	33,500
		$^{87}\text{Sr}^{17}\text{O}$	0.003	23,600
		$^{86}\text{Sr}^{18}\text{O}$	0.02	21,200
		$^{87}\text{Rb}^{17}\text{O}$	0.01	22,100
		$^{208}\text{Pb}^{2+}$	52.35	1200
		^{104}Ru	18.7	54,700

Interferenze possibili sulla massa 105 di Pd 2

Analita		Interferente		Risoluzione richiesta
Isotopo	Abbondanza (%)	Specie	Abbondanza (%)	m / Δ m
^{105}Pd	22.33	$^{40}\text{Ar}^{65}\text{Cu}$	0.003	7300
		$^{36}\text{Ar}^{69}\text{Ga}$	0.20	92,000
		$^{89}\text{Y}^{16}\text{O}$	99.76	27,600
		$^{88}\text{Sr}^{17}\text{O}$	0.03	1,000,000
		$^{87}\text{Sr}^{18}\text{O}$	0.014	30,900
		$^{87}\text{Rb}^{18}\text{O}$	0.056	28,400

Interferenze possibili sulla massa 106 di Pd **3**

Analita		Interferente		Risoluzione richiesta
Isotopo	Abbondanza (%)	Specie	Abbondanza (%)	m / Δ m
^{106}Pd	27.33	$^{40}\text{Ar}^{66}\text{Zn}$	27.79	7200
		$^{38}\text{Ar}^{68}\text{Zn}$	0.013	6800
		$^{36}\text{Ar}^{70}\text{Ge}$	0.002	9300
		$^{90}\text{Zr}^{16}\text{O}$	51.3	26,500
		$^{88}\text{Sr}^{18}\text{O}$	0.16	70,600
		$^{89}\text{Y}^{17}\text{O}$	0.037	58,800
		^{106}Cd	1.25	27,900

Interferenze possibili sulla massa 108 di Pd 4

Analita		Interferente		Risoluzione richiesta
Isotopo	Abbondanza (%)	Specie	Abbondanza (%)	m / Δ m
^{108}Pd	26.46	$^{38}\text{Ar}^{70}\text{Ge}$	0.014	8600
		$^{36}\text{Ar}^{72}\text{Ge}$	0.005	73001
		$^{40}\text{Ar}^{68}\text{Zn}$	18.7	6500
		$^{92}\text{Zr}^{16}\text{O}$	17.1	540,000
		$^{91}\text{Zr}^{17}\text{O}$	0.004	216,000
		$^{92}\text{Mo}^{16}\text{O}$	14.8	40,000
		^{108}Cd	0.89	1,080,000

Interferenze possibili sulla massa 110 di Pd 5

Analita		Interferente		Risoluzione richiesta
Isotopo	Abbondanza (%)	Species	Abbondanza (%)	m / Δ m
^{110}Pd	11.72	$^{40}\text{Ar}^{70}\text{Ge}$	20.4	6000
		$^{38}\text{Ar}^{72}\text{Ge}$	1.9	5300
		$^{36}\text{Ar}^{74}\text{Ge}$	0.12	7000
		$^{40}\text{Ar}^{70}\text{Zn}$	0.62	6300
		$^{36}\text{Ar}^{74}\text{Se}$	0.003	7300
		$^{94}\text{Mo}^{16}\text{O}$	9.23	20,000
		$^{92}\text{Mo}^{18}\text{O}$	0.03	366,000
		$^{92}\text{Zr}^{18}\text{O}$	0.034	78,500
		$^{94}\text{Zr}^{16}\text{O}$	17.3	26,800
		$^{93}\text{Nb}^{17}\text{O}$	0.037	
		^{110}Cd	12.49	52,300

Interferenze possibili sulle masse 194 e 195 di Pt

Analita		Interferente		Risoluzione richiesta
Isotopo	Abbondanza (%)	Specie	Abbondanza (%)	m / Δ m
¹⁹⁴Pt	32.90	¹⁷⁸ Hf ¹⁶ O	27.2	8100
		¹⁷⁷ Hf ¹⁷ O	0.007	9600
		¹⁷⁶ Hf ¹⁸ O	0.01	8800
		¹⁷⁶ Yb ¹⁸ O	0.02	9200
		¹⁷⁶ Lu ¹⁸ O	0.005	9200
¹⁹⁵Pt	33.80	¹⁷⁹ Hf ¹⁶ O	13.6	8200
		¹⁷⁸ Hf ¹⁷ O	0.01	6900
		¹⁷⁷ Hf ¹⁸ O	0.04	8800

Interferenze possibili sulla massa 103 di Rh

Analita		Interferente		Risoluzione richiesta
Isotopo	Abbondanza (%)	Specie	Abbondanza (%)	m / Δ m
^{103}Rh	100	$^{38}\text{Ar}^{65}\text{Cu}$	0.02	7200
		$^{40}\text{Ar}^{63}\text{Cu}$	68.89	8040
		$^{36}\text{Ar}^{67}\text{Zn}$	0.01	10,100
		$^{87}\text{Sr}^{16}\text{O}$	6.99	102,900
		$^{87}\text{Rb}^{16}\text{O}$	27.76	147,000
		$^{85}\text{Rb}^{18}\text{O}$	0.14	17,200
		$^{206}\text{Pb}^{2+}$	24.14	1248

Area urbana di Roma (3/3)

Concentrazione

	Pd	Pt	Rh
Particolato atmosferico (pg m ⁻³)	[21.2 – 85.7]*	2.4 – 60.1	0.8 – 9.4
Polvere stradale (ng g ⁻¹)	[102 – 504]*	14.4 – 62.2	1.9 – 11.1

* Valori probabilmente più elevati di quelli reali a causa di interferenze non identificate di ioni multipli.

Area urbana di Budapest (1/3)

Il particolato atmosferico è stato campionato in due diversi periodi (Giugno e Settembre 2002) in una zona urbana ad alta densità di traffico (Múzeum körút). Si è fatto uso di campionatori PM-10.

Area urbana di Budapest (2/3)

I campioni sono stati digeriti con acidi forti (HCl, HNO₃, HF) in forno a microonde seguendo le stesse modalità operative impiegate nel caso dei campioni di particolato atmosferico dell'area urbana di Roma.

Area urbana di Budapest (3/3)

Pt

Concentrazione

Particolato atmosferico, frazione $< 2 \mu\text{m}$ ($\mu\text{g m}^{-3}$)	$3.3 \pm$ <u>1.0</u>
Particolato atmosferico, frazione tra 2 e $10 \mu\text{m}$ ($\mu\text{g m}^{-3}$)	$1.4 \pm$ 0.9

Area urbana di Vienna (1/3)

Analogamente a quanto fatto nel caso di Budapest, il particolato atmosferico è stato campionato in due diversi periodi (Giugno e Settembre 2002) in una zona urbana ad alta densità di traffico (Getreidemarkt). Si è fatto uso di campionatori PM-10.

Area urbana di Vienna (2/3)

I campioni sono stati digeriti con acidi forti (HCl, HNO₃, HF) in forno a microonde seguendo le stesse modalità operative impiegate nel caso dei campioni di particolato atmosferico dell'area urbana di Roma.

Area urbana di Vienna (3/3)

Pt

Concentrazione

Particolato atmosferico, frazione $< 2 \mu\text{m}$ (pg m^{-3})	$1.5 \pm$ <u>0.3</u>
Particolato atmosferico, frazione tra 2 e $10 \mu\text{m}$ (pg m^{-3})	$8.0 \pm$ 1.6

Area urbana di Białystok (1/3)

Campioni di polvere stradale, di polvere di tunnel e di erba sono stati prelevati in diversi punti di una zona residenziale di Białystok (cittadina nell'area nord-orientale della Polonia) in diversi periodi tra il 2000 ed il 2001.

La raccolta dei campioni di polvere è avvenuta manualmente utilizzando apposite spazzole, mentre i campioni d'erba sono stati prelevati utilizzando comuni forbici.

Area urbana di Białystok (2/3)

I campioni di polvere sono stati digeriti con acidi forti (HNO_3 , HF) in forno a microonde seguendo le stesse modalità operative impiegate nel caso dei campioni di particolato atmosferico e di polvere dell'area urbana di Roma.

Per i campioni d'erba, si è fatto ricorso a HNO_3 e ad H_2O_2 , sempre con l'ausilio del forno a microonde.

Area urbana di Białystok (3/3)

	Pd	Pt	Rh	
Concentrazione	Polvere stradale (ng g ⁻¹)	[42.2* 32.8**]	34.2 – 110.9	6.0 – 19.7
	Polvere di tunnel (ng g ⁻¹)	16.4 ± 1.9	4.17 – 23.3	6.76 ± 1.28
	Erba (ng g ⁻¹)	3.20 ± 0.23	8.98 ± 0.39	0.68 ± 0.18

* Misure fatte con SF-ICP-MS. ** Misure fatte con TXRF.

Area urbana di Buenos Aires (1/4)

L'area metropolitana di Buenos Aires consiste della città vera e propria e di 24 distretti confinanti. Con i suoi 14 milioni di persone, essa è una delle maggiori megalopoli del mondo.

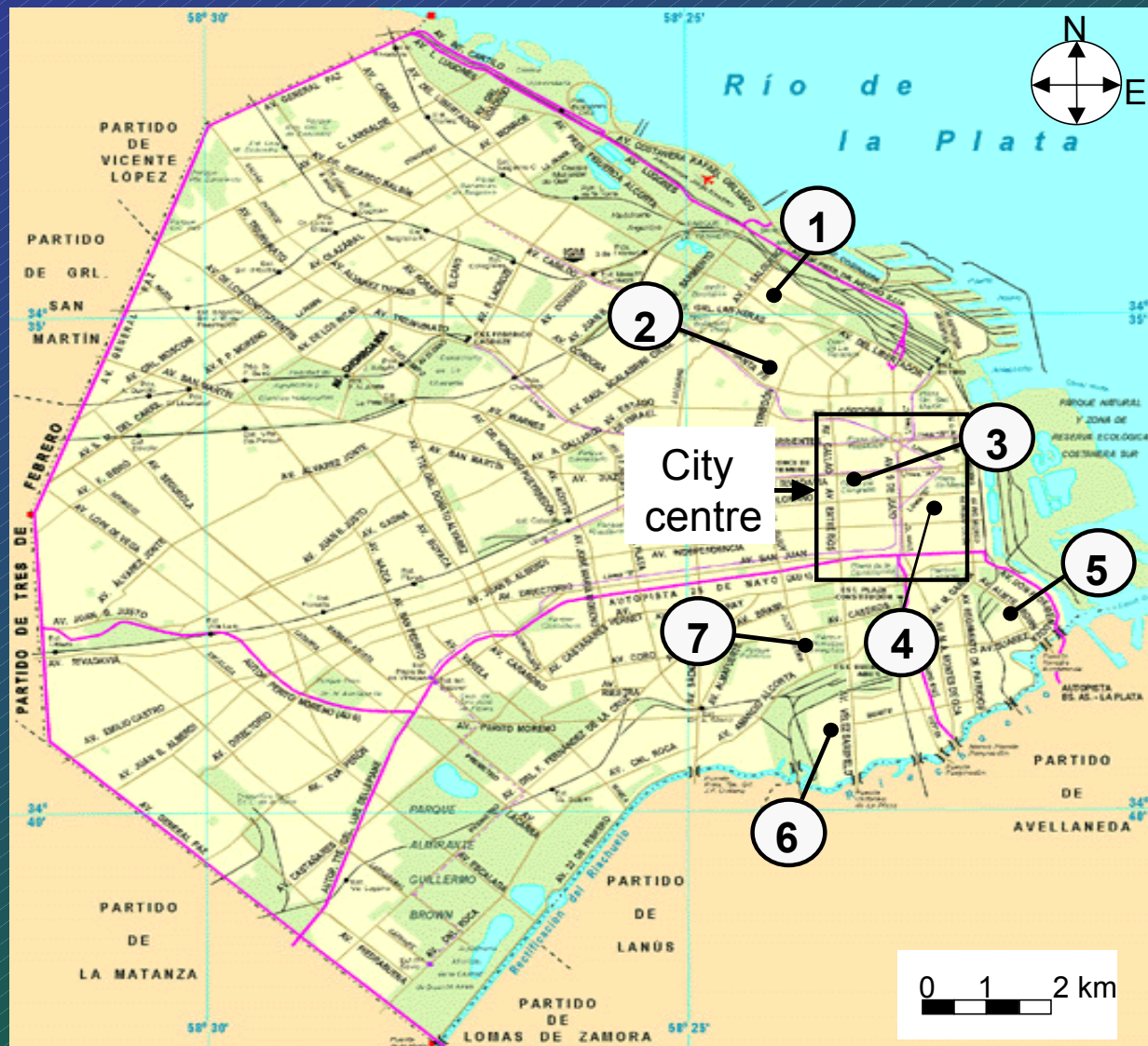
Area urbana di Buenos Aires (2/4)

Campioni di particolato atmosferico sono stati raccolti in 7 siti rappresentativi su un'area di circa 30 km² durante una campagna di 7 giorni nel Marzo del 2001. Si è fatto uso di campionatori PM-10 ad alto volume (in media circa 1440 m³ al giorno).

Area urbana di Buenos Aires (3/4)

Siti di campionamento

- 1, DINES
- 2, Hospital Alemán
- 3, Casa Rapallini
- 4, INAP
- 5, Casa Amarilla
- 6, Hospital Garrahan
- 7, Metrogas



Area urbana di Buenos Aires (4/4)

	Pt	Rh
Concentrazione Particolato atmosferico ($\mu\text{g m}^{-3}$)	2.29 – 47.71	0.32 – 16.83

Determinazione degli EGP nelle urine di gruppi selezionati di individui

Area urbana di Roma (1/3)

Nel 1998 è stata condotta uno studio pilota per accertare l'effettiva esposizione di soggetti urbani agli EGP rilasciati dalle marmitte catalitiche. L'indagine è stata eseguita su un gruppo di 310 bambini in età scolare (6 -10 anni) di Roma e zone limitrofe.

Il prelievo delle urine del mattino è stato condotto facendo ricorso ad ogni possibile precauzione per preservare l'integrità dei campioni.

Area urbana di Roma (2/3)

Ogni operazione preliminare alla determinazione analitica è stata condotta in un laboratorio pulito di Classe 100. I campioni sono stati trattati con HNO_3 e successivamente diluiti con acqua ultrapura. Le determinazioni analitiche sono state condotte tramite SF-ICP-MS.

Area urbana di Roma (3/3)

Concentrazione

	Pd	Pt	Rh
Urina (ng/g creatinina)	$[7.5 \pm 5.4]^*$	0.9 ± 1.1	8.5 ± 8.0

* Valori probabilmente più elevati di quelli reali a causa di interferenze non identificate di ioni multipli.

Aree di Roma e Foligno (1/3)

Ad estensione del precedente studio sul contenuto di EGP nelle urine di bambini in età scolare, nel 2000 è stata intrapresa una ulteriore indagine per accertare i livelli di tali contaminanti in due diverse popolazioni urbane (Roma e Foligno), presumibilmente esposte a condizioni di traffico alquanto diverse. Sono stati selezionati in totale 257 soggetti adulti (157 da Roma e 100 da Foligno), con età compresa tra 23 ed 88 anni.

Il prelievo delle urine, il loro pretrattamento e la loro analisi si sono svolti con modalità sostanzialmente identiche a quelle della prima indagine.

Aree di Roma e Foligno (2/3)



Aree di Roma e Foligno (3/3)

	Pd	Pt	Rh	
Concentrazione	<u>Roma</u>	0.71 –	0.49 –	4.10 –
	Urina (ng l ⁻¹)	17.0	8.13	38.6
	<u>Foligno</u>	1.99 –	0.24 –	0.53 –
	Urina (ng l ⁻¹)	17.2	3.08	14.8

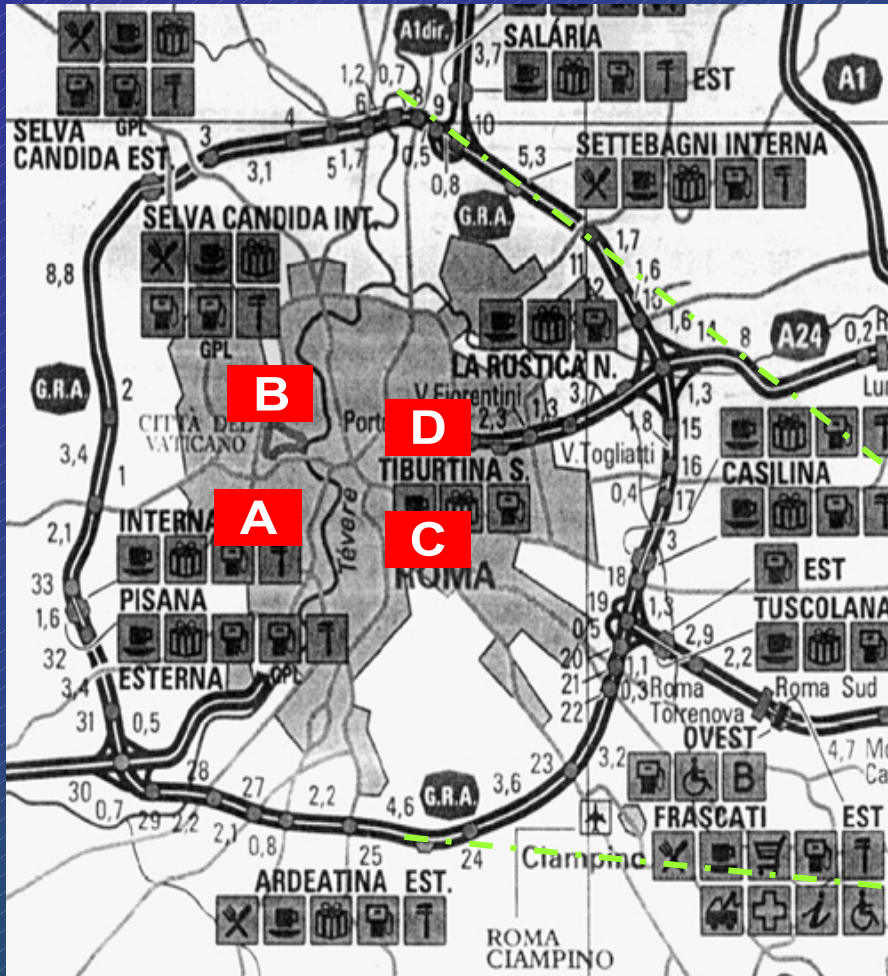
•Valori probabilmente più elevati di quelli reali a causa di interferenze non identificate di ioni multipli.

Area urbana di Roma (1/3)

A continuazione dello studio sui livelli di EGP nelle urine di soggetti urbani, una ulteriore indagine è stata effettuata nel corso del 2002 allo scopo di verificare l'esposizione a tali inquinanti di vigili urbani. Il numero totale dei soggetti presi in esame è stato di 161.

I campioni sono stati prelevati sia prima che dopo il turno di lavoro. Tutte le altre modalità di lavoro sono rimaste sostanzialmente identiche a quelle degli studi precedenti.

Area urbana di Roma (2/3)



- A** Aurelio
- B** Prati
- C** Appio
- D** Termini Railway Station



Area urbana di Roma (3/3)

Pt

Concentrazione

<u>Addetti al traffico</u> Urina (ng l ⁻¹)	0.28 – 13.67
<u>Controlli</u> Urina (ng l ⁻¹)	0.20 – 15.29

Argomenti trattati



Informazioni generali



EGP in matrici ambientali



EGP in matrici alimentari



Conclusioni

Determinazione degli EGP in alcuni alimenti facenti parte della dieta tipo

Esposizione agli EGP attraverso la dieta

“Circa la metà della esposizione umana agli EGP si ritiene che avvenga attraverso la dieta” (*Vaughan and Florence, 1992*).

Pt è stato trovato negli alimenti cucinati a livelli di ng kg^{-1} (ps):

1.6-12.9 nella carne

0.7-6.6 in frutta e vegetali

3.7-7.7 nel pesce

0.9-5.0 nelle granaglie

14.3-17.9 nelle uova ed interiora

1.0-1.5 nei prodotti caseari



E' stata intrapresa una indagine sistematica (tuttora in corso) per accertare l'effettivo livello di Pd, Pt and Rh nei principali alimenti presenti nella dieta Italiana

Sono stati selezionati 10 tipi di alimenti:

carne, frutta, vegetali, pesce, pane, latte, formaggi, riso, pasta, uova.

Sono stati raccolti 20 campioni per ciascuna tipologia di alimento.

I campioni sono stati congelati a - 20 °C e conservati a questa temperatura fino al momento dell'analisi.



Pretrattamento dei campioni



1. Preparazione del campione
(sminuzzamento,
aliquotazione, *etc.*)

2. Liofilizzazione

3. Macinatura ed
omogenizzazione

4. Determinazione dell'umidità

5. Digestione con acidi forti
assistita da microonde



Parametri di validazione per la quantificazione degli EGP nel latte

Isotopo	LdR (ng kg ⁻¹)	Ripetibilità (DSR %, 3 aliquote indipendenti)	Recupero % (nessun MRC disponibile)
¹⁰⁵ Pd	4.5	8.5	92
¹⁹⁵ Pt	0.1	8.0	75
¹⁰³ Rh	0.4	8.0	106

Concentrazione degli EGP nel latte

Intervalli di concentrazione (ng kg⁻¹) (ps)

¹⁰⁵Pd

¹⁹⁵Pt

¹⁰³Rh

Intero 5451-12.249

64-153

1201-2654

Magro 4978-11.656

48-115

568-2678

Parametri di validazione per la quantificazione degli EGP nel pane

Isotopo	LdR (ng kg ⁻¹)	Ripetibilità (DSR %, 3 aliquote indipendenti)	Recupero % (nessun MRC disponibile)
¹⁰⁵ Pd	2.1	9	89
¹⁹⁵ Pt	0.1	3	81
¹⁰³ Rh	0.2	7	111

Concentrazione degli EGP nel pane

Intervalli di concentrazione (ng kg⁻¹) (ps)

¹⁰⁵Pd

¹⁹⁵Pt

¹⁰³Rh

1420-291,325

110-548

1587-3774

Concentrazione di ^{195}Pt (questo studio) a confronto con dati già pubblicati

Alimento

Concentrazione (ng kg^{-1})
(ps)

Questo studio

*Vaughan e
Florence, 1992*



Latte intero

99

1030

RSD % = 38%

RSD % = 14%

Latte magro

68

1450

RSD % = 32%

RSD % = 14%



Pane

258

900

RSD % = 58%

RSD % = 11%

Argomenti trattati



Informazioni generali



EGP in matrici ambientali



EGP in matrici alimentari



Conclusioni

Commenti conclusivi (1/2)

La spettrometria ICP-MS con settore magnetico si pone attualmente come la tecnica più potente e flessibile per la determinazione di elementi in traccia ed ultratraccia in matrici reali complesse. Il suo potenziale è ancora largamente inesplorato, come nel caso dell'analisi per diluizione isotopica.

Commenti conclusivi (2/2)

Per una utilizzazione appropriata di questa tecnica è tuttavia indispensabile il suo inserimento in laboratori con un sistema di qualità documentato per la piena attendibilità dell'informazione sperimentale generata.

Riferimenti bibliografici relativi agli argomenti trattati (1/6)

- ✍ F. Petrucci, B. Bocca, A. Alimonti, S. Caroli, *Determination of Pd, Pt and Rh in airborne particulate and road dust by high-resolution ICP-MS: a preliminary investigation of the emission from automotive catalysts in the urban area of Rome*, J. Anal. At. Spectrom., 15 (2000), 525 – 528.
- ✍ B. Bocca, F. Petrucci, A. Alimonti, S. Caroli, *Traffic-related platinum and rhodium concentrations in the atmosphere of Rome*, J. Environ. Monit., 5 (2003), 563 – 568.

Riferimenti bibliografici relativi agli argomenti trattati (2/6)

✍ Gy. Záray, M. Óvári, I. Salma, I. Steffan, M. Zeiner, S. Caroli, *Determination of platinum in urine and airborne particulate matter from Budapest and Vienna*, *Microchem. J.*, 76 (2004), 31 - 34.

✍ B. Leśniewska, B. Godlewska-Żyłkiewicz, B. Bocca, S. Caimi, S. Caroli, A. Hulanicki, *Platinum, palladium and rhodium content in road dust, tunnel dust and common grass in Białystok area (Poland): a pilot study*, *Sci. Total Environ.*, 321 (2004), 93 - 104.

Riferimenti bibliografici relativi agli argomenti trattati (3/6)

✍ B. Bocca, S. Caimi, D. Gómez, P. Smichowski, S. Caroli, *Determination of platinum-group metals in airborne particulate matter of Buenos Aires*, Sci. Total Enviro., 2005 (in stampa).

✍ S. Caroli, A. Alimonti, F. Petrucci, B. Bocca, M. Krachler, F. Forastiere, M. T. Sacerdote, S. Mallone, *Assessment of exposure to platinum-group metals in urban children*, Spectrochim. Acta, Part B, 56 (2001), 1241 – 1248.

Riferimenti bibliografici relativi agli argomenti trattati (4/6)

✍ M. Moldovan, M. A. Palacios, M. M. Gómez, G. Morrison, S. Rauch, C. McLeod, R. Ma, S. Caroli, A. Alimonti, F. Petrucci, B. Bocca, P. Schramel, M. Zischka, C. Petterson, U. Wass, M. Luna, J. C. Saenz, J. Santamaría, *Environmental risk of particulate and soluble platinum group elements released from gasoline and diesel engine catalytic converters*, Sci. Total Environ., 296 (2002), 199 - 208.

✍ I. Iavicoli, B. Bocca, F. Petrucci, O. Senofonte, G. Carelli, A. Alimonti, S. Caroli, *Biomonitoring of traffic police officers exposed to airborne platinum*, Occ. Environ. Med., 61 (2004), 636 - 639.

Riferimenti bibliografici relativi agli argomenti trattati (5/6)

✍ B. Bocca, A. Alimonti, A. Cristaudo, E. Cristallini, F. Petrucci, S. Caroli, *Monitoring of the exposure to platinum-group elements for two Italian population groups through urine analysis*, *Anal. Chim. Acta*, 512 (2004), 19 - 25.

✍ R. Cammarone, C. Frazzoli, S. Caroli, *Quantification of PGEs in food commodities*, *IUPAC J.*, 2005 (in stampa).

Riferimenti bibliografici relativi agli argomenti trattati (6/6)

✍ M. A. Palacios, M. M. Gómez, M. Moldovan, G. Morrison, S. Rauch, C. McLeod, R. Ma, J. Laserna, P. Lucerna, S. Caroli, A. Alimonti, F. Petrucci, B. Bocca, P. Schramel, S. Lustig, M. Zischka, U. Wass, B. Stenbom, M. Luna, J. C. Saenz, J. Santamaría, J. M. Torrens, *Platinum-group elements: quantification in collected exhaust fumes and studies of catalyst surface*, *Sci. Total Environ.*, 257 (2000), 1 – 15.