



Universita'  
degli Studi  
del Sannio



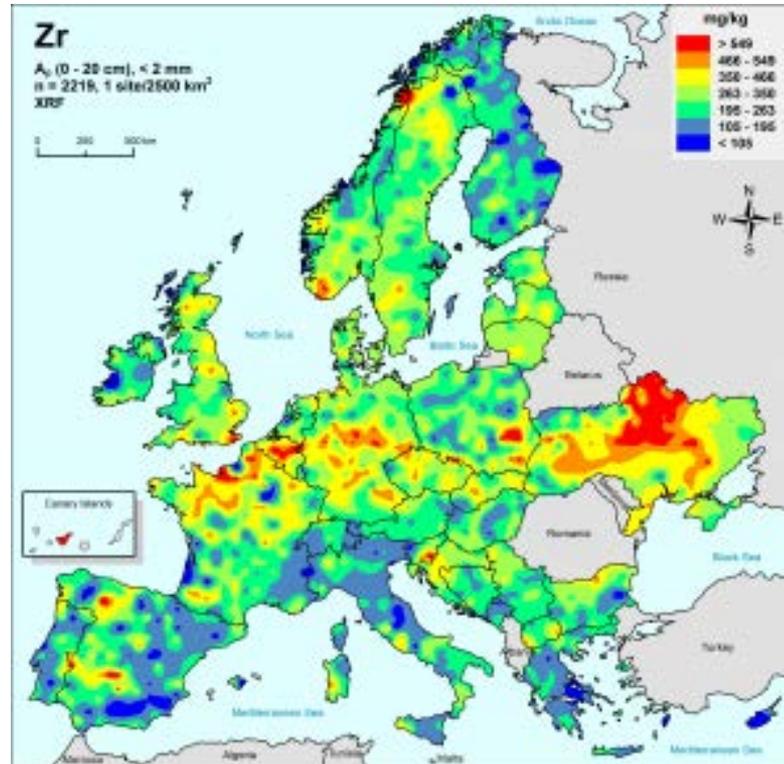
**DST**  
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL SANNIO

**Geochemica e salute**  
**Domenico Cicchella**  
**Professore associato di Geochemica**  
Dipartimento di Scienze e Tecnologie



# Geochemica

campo della geologia che studia la distribuzione degli elementi chimici sulla Terra.



*Gli elementi in traccia sono più importanti per la vita che le vitamine, in quanto non possono essere sintetizzati, a differenza delle vitamine, ma devono essere presenti nell'ambiente entro un intervallo di concentrazioni relativamente ristretto. Le loro sole sorgenti sono la crosta terrestre e l'acqua marina, e senza di essi la vita cesserebbe di esistere.*



**LA QUALITA' E L'ESISTENZA  
STESSA DELLA VITA DIPENDONO**



**DALLA PRESENZA DI 92  
ELEMENTI CHIMICI NELLA GIUSTA  
COMBINAZIONE E PROPORZIONE**



# INFLUENZA DEGLI ELEMENTI SULLA SALUTE

Incremento dell'assimilazione



## MACRONUTRIENTS

(C, Ca, Cl, P, Mg, K, Na, S, O, H)



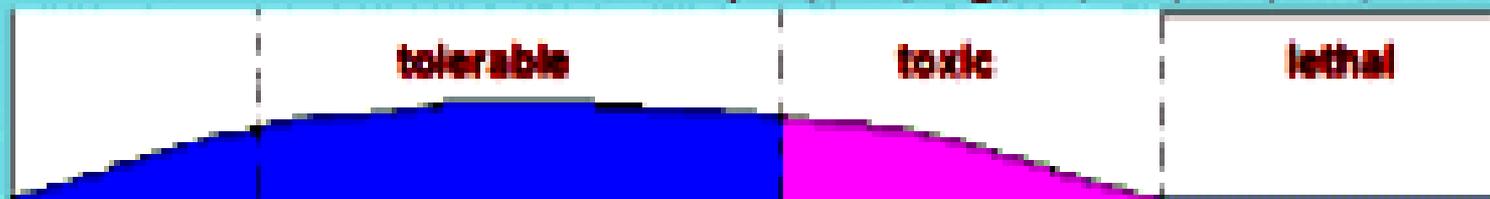
## ESSENTIAL MICRONUTRIENTS

(As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Se, V, Zn, F, I, Si)

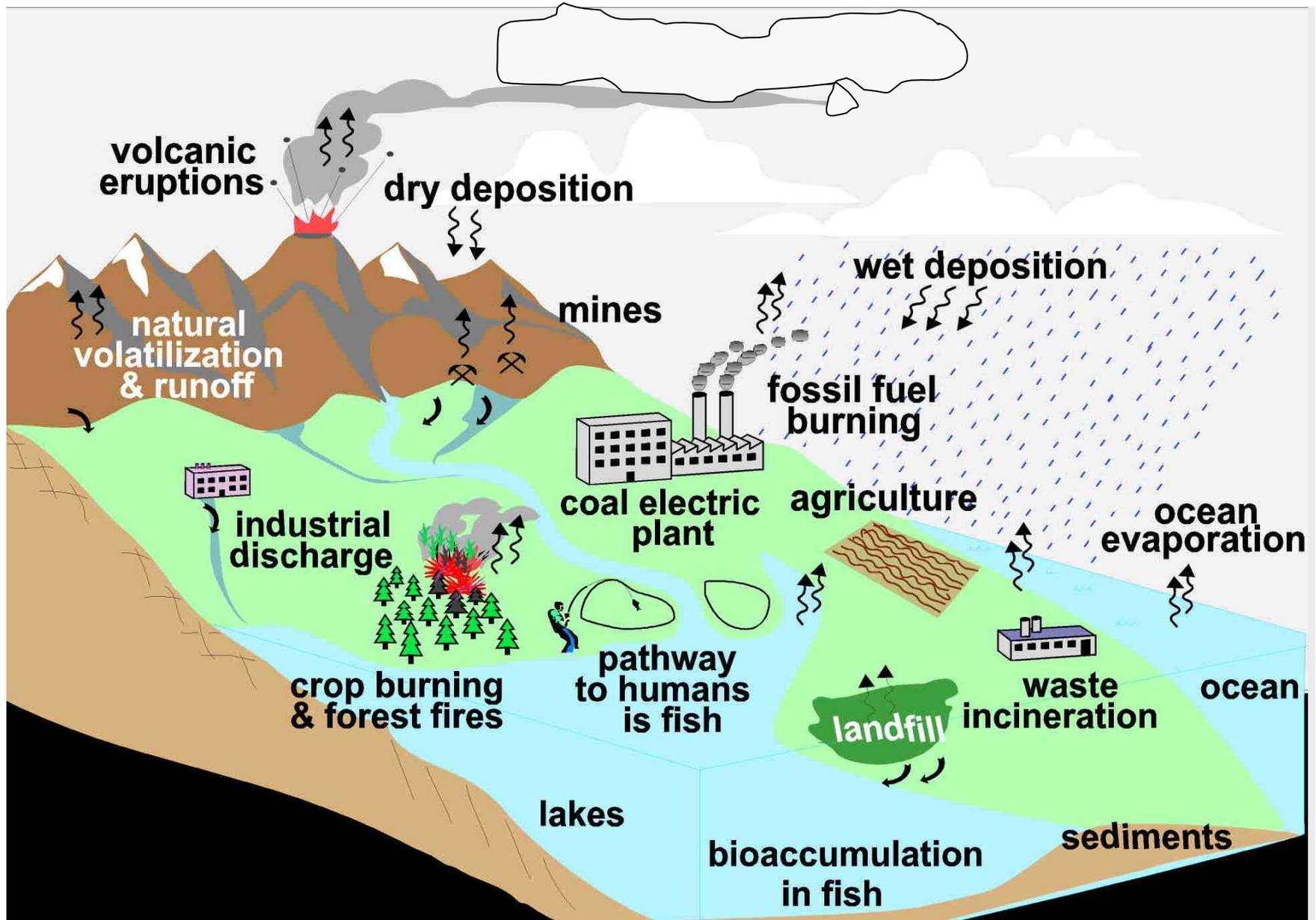


## NON ESSENTIALS

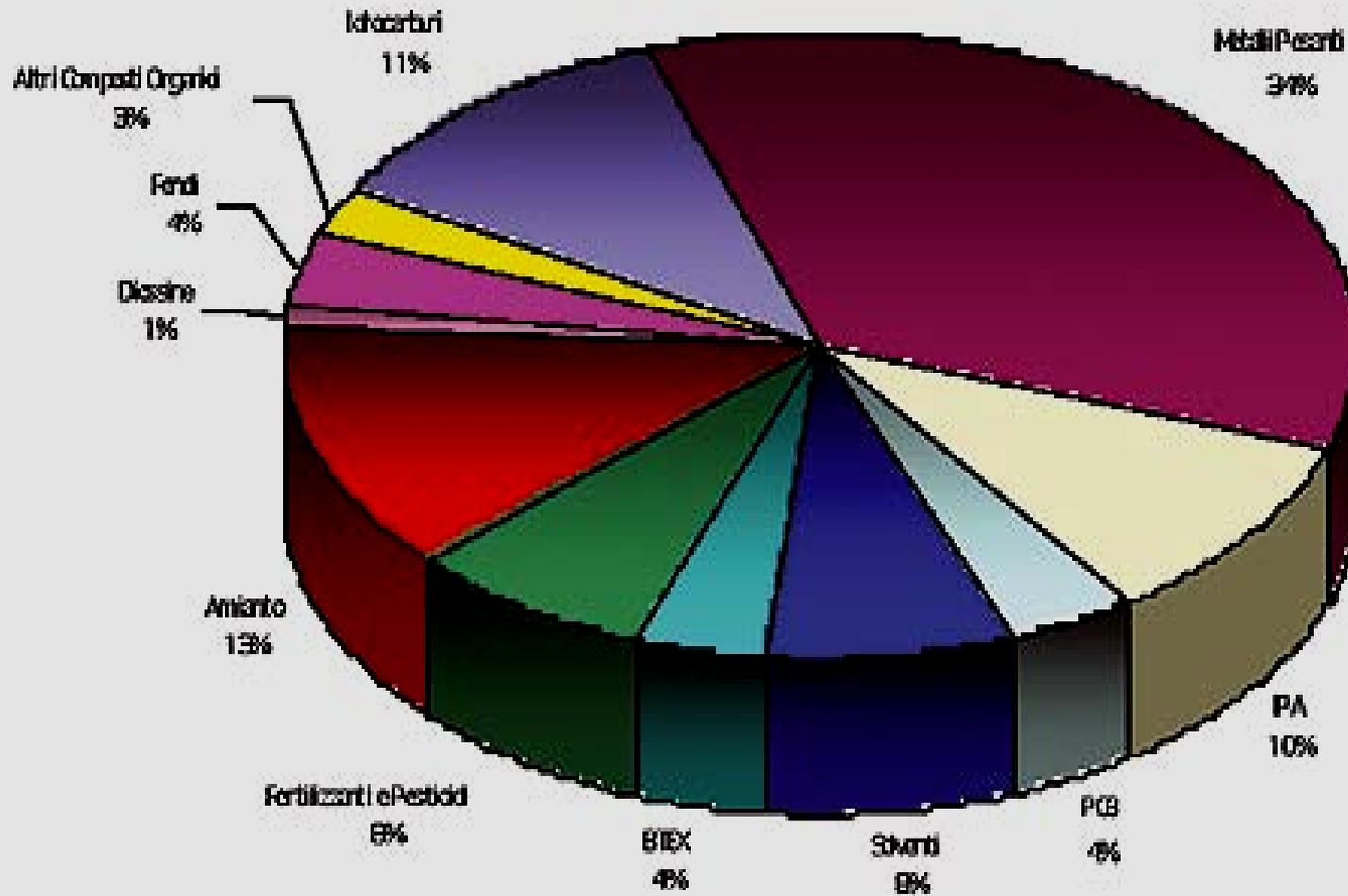
(Be, Cd, Hg, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl etc.)



# FONTI NATURALI E ANTROPOGENICHE

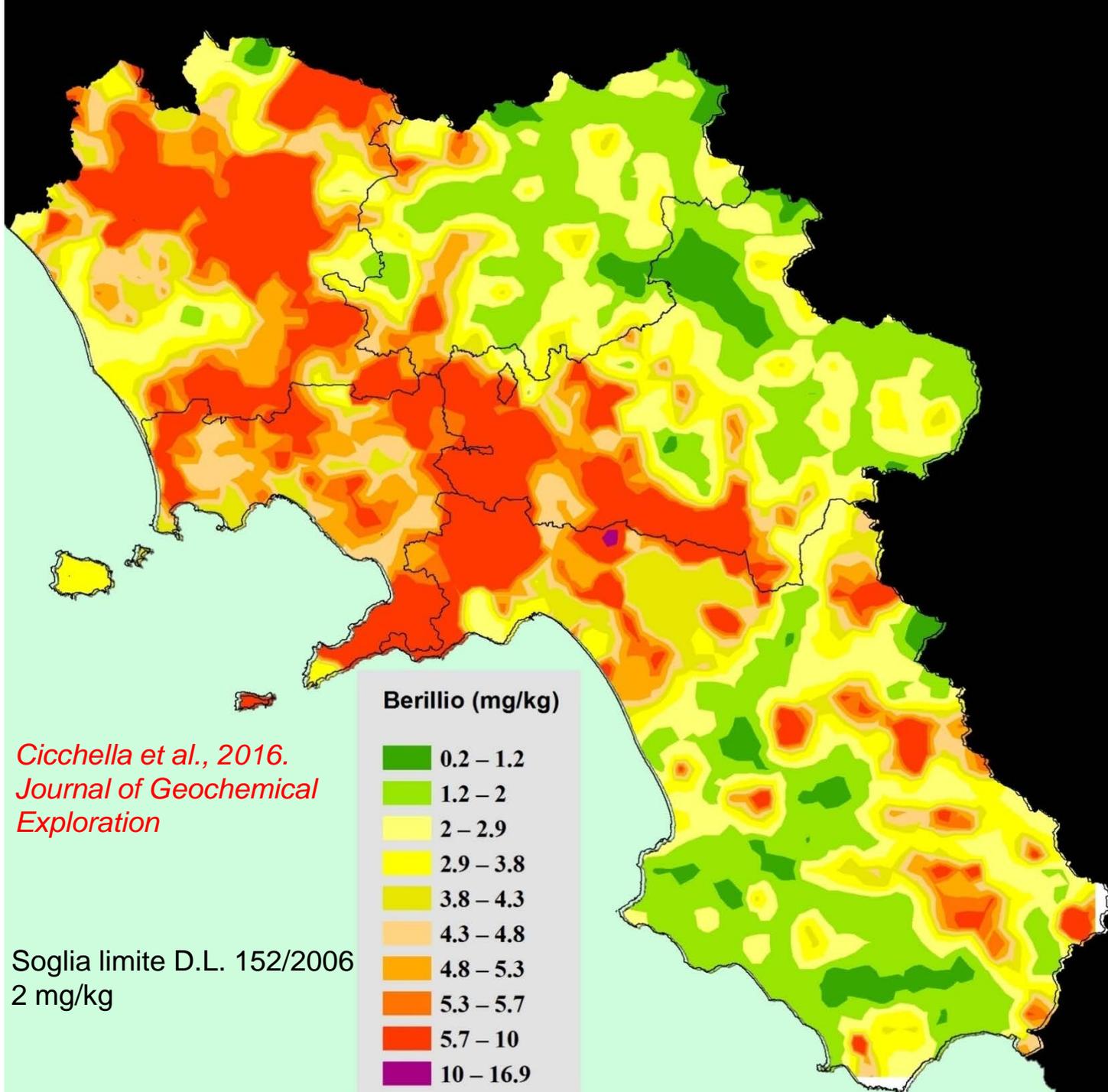


## Incidenza delle varie tipologie di contaminanti



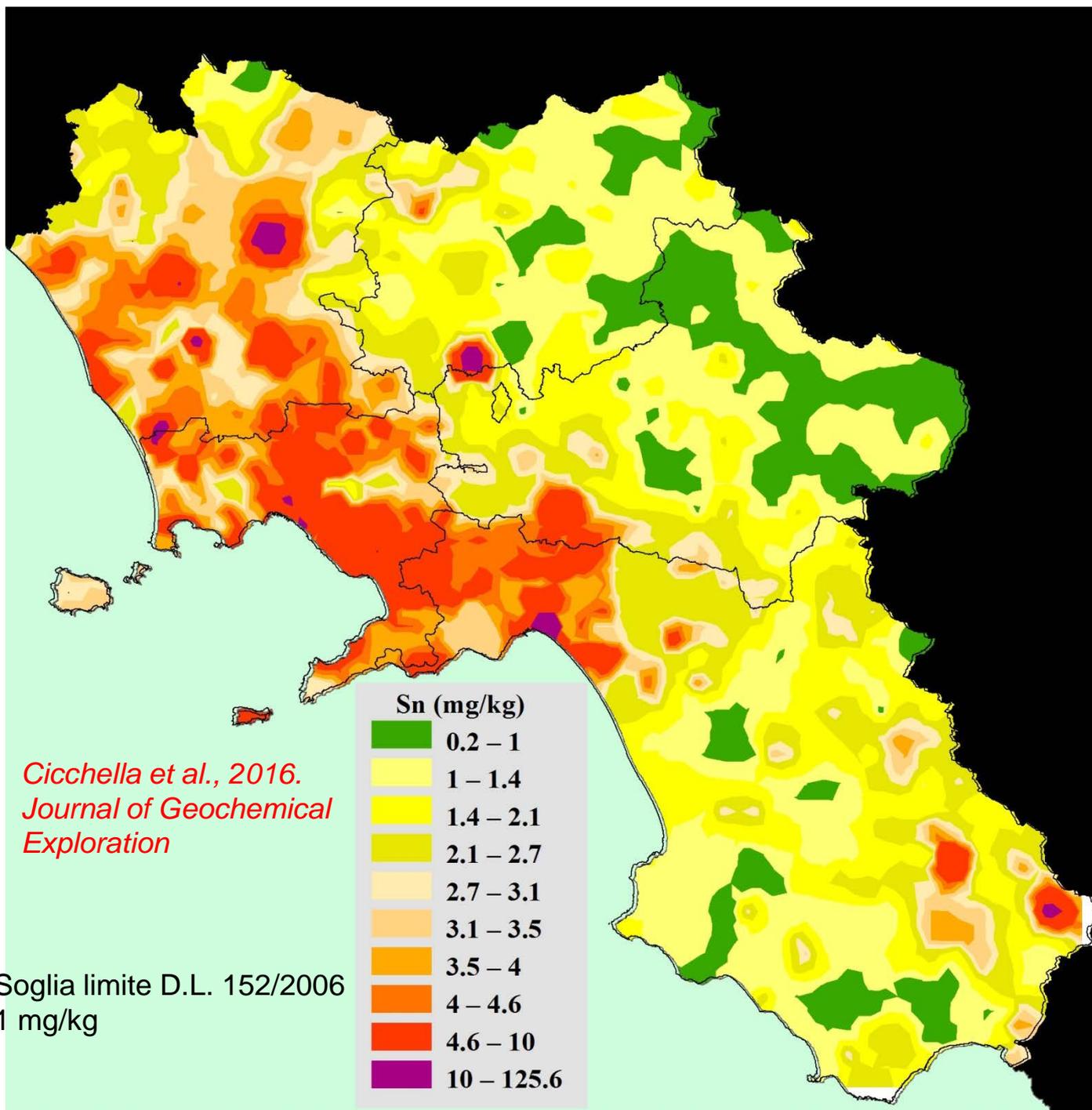
# *Problematiche ambientali in Campania*



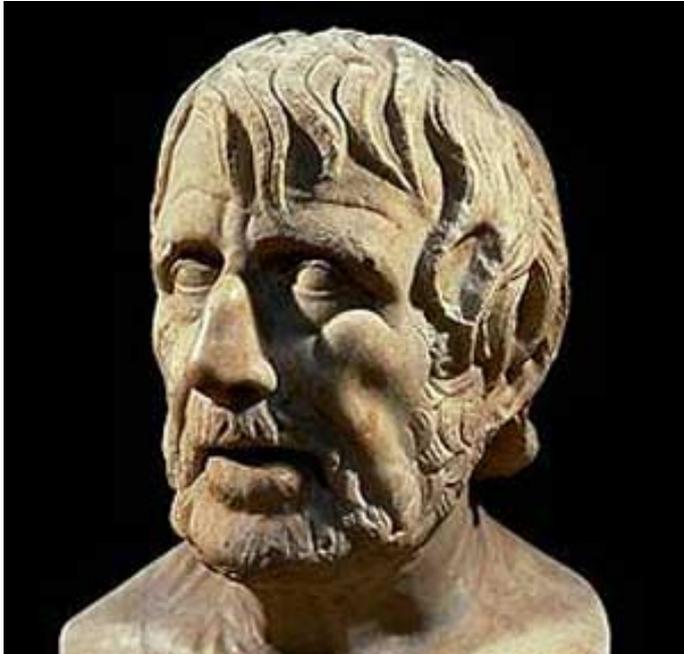


*Cicchella et al., 2016.*  
*Journal of Geochemical*  
*Exploration*

Soglia limite D.L. 152/2006  
2 mg/kg

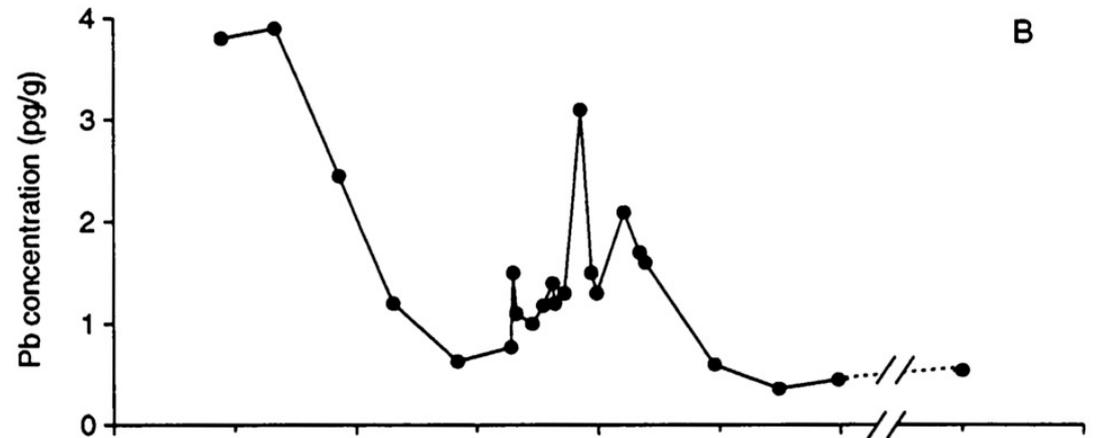
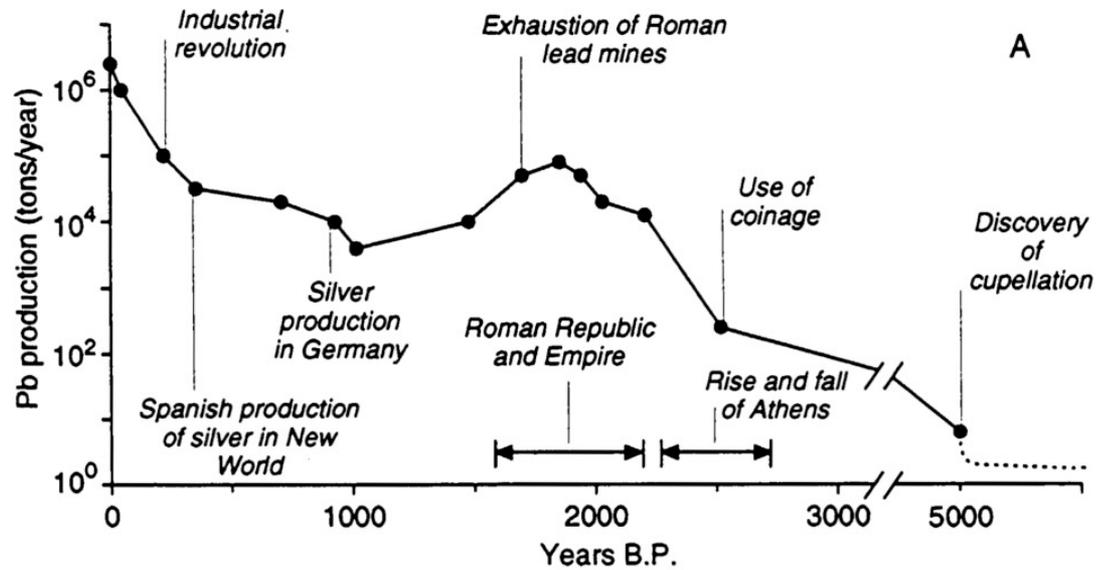


Un'iscrizione, risalente al 440-430 a.C., trovata alla pendici dell'Acropoli di Atene, riporta che non era permesso lavorare il cuoio nel fiume Ilissos, a monte del Tempio di Eracle, e che era proibito smaltire rifiuti nel fiume dato che tale attività avrebbe potuto causare l'inquinamento delle acque e un conseguente probabile aumento della mortalità di bambini e animali.

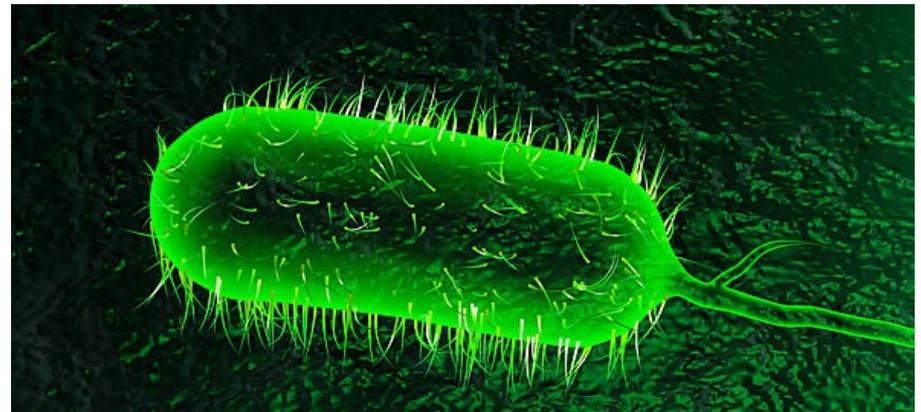


Nel 61 a.C., Seneca scrive nel suo "Epistulae morales ad Lucilium" (Liber XVII-XVIII, Epistula 104): "... Non appena mi allontanano dal cielo pesante di Roma e dal puzzo generato dalla cottura a vapore delle cucine da dove fuoriescono effluvi pestilenziali che causano fuliggine sulla città, avverto immediatamente una sensazione di benessere ..." e, quasi nello stesso periodo, il poeta lirico Orazio lamentava il "fumus" fastidioso che copre la città provocando l'annerimento degli edifici.

Tra il 500 a.C. e il 300 d.C., l'inquinamento da Pb e Hg, legato alla civiltà romana, era così intenso da produrre un aumento globale delle loro concentrazioni nella troposfera, registrato nei ghiacciai Groenlandesi. Al suo apice l'impero romano utilizzava circa 80.000 tonnellate di piombo all'anno. Needleman (1985) stima che la produzione annua di piombo durante i primi due secoli d.C. era pari a circa quattro chilogrammi pro capite. Ciò equivale a due terzi del consumo di piombo degli Stati Uniti nel 1970.



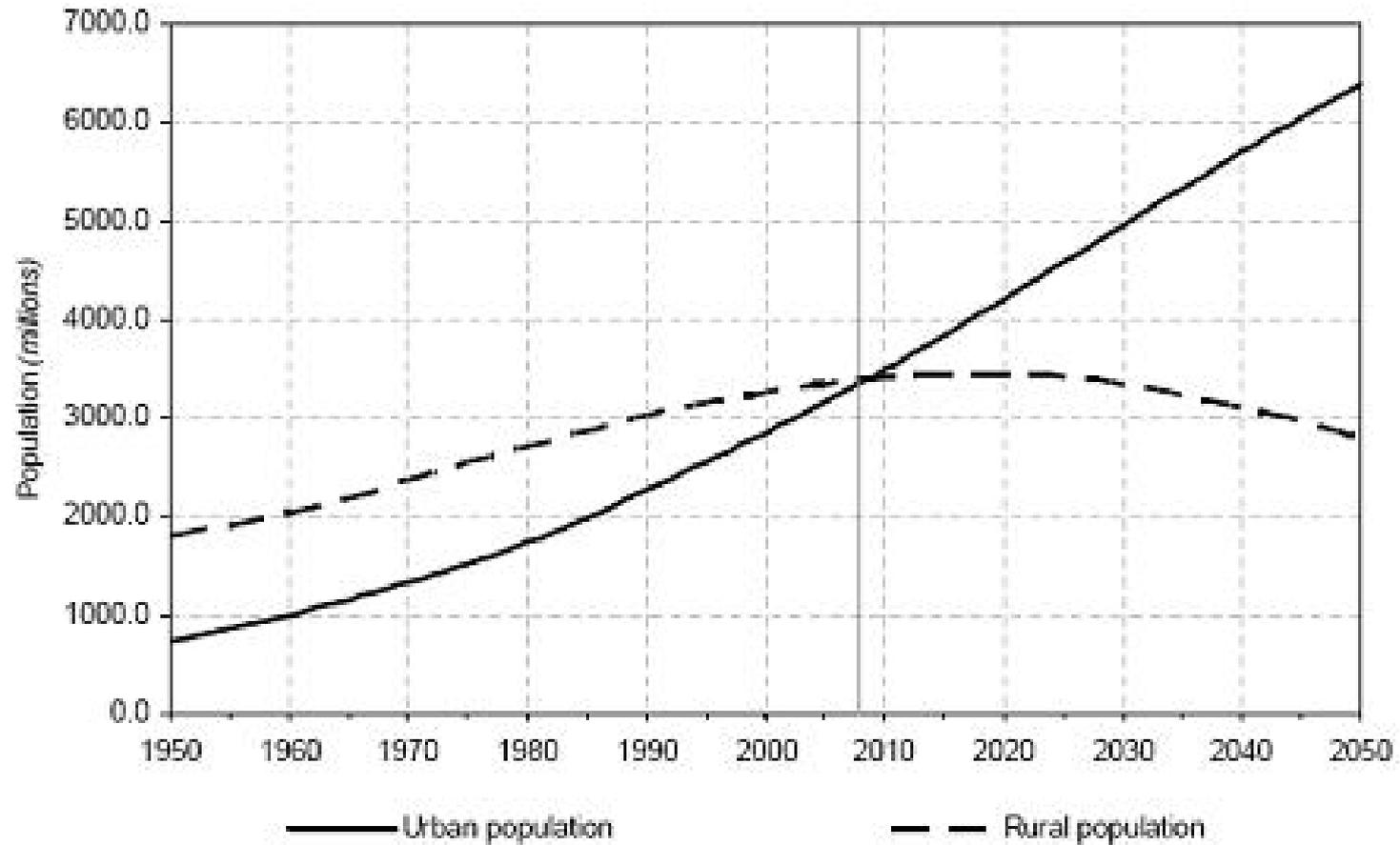
La prima grande contaminazione delle aree urbane è stata quella da escrementi umani e rifiuti di origine animale spesso scaricati dalle case direttamente in strada. Per secoli le strade delle principali città sono state imbrattate da feci e urine dei cavalli e spesso dai cadaveri degli animali stessi. Escherichia coli ed altri batteri sono stati e sono ancora oggi motivo di malattie per milioni di persone.





Durante la rivoluzione industriale del XVIII e XIX secolo, l'inquinamento è diventato un grosso problema con l'introduzione del motore a vapore e una serie di progressi tecnologici che hanno portato alla nascita di grandi stabilimenti industriali. Grossi impianti di produzione sono nati intorno alle grandi città, dove era disponibile abbondante manodopera. Il carbone sostituisce i fiumi come fonte di energia per le industrie.

Widespread urbanization is a recent phenomenon.



**Population of the world's megacities, 1975 to 2025 (millions)**

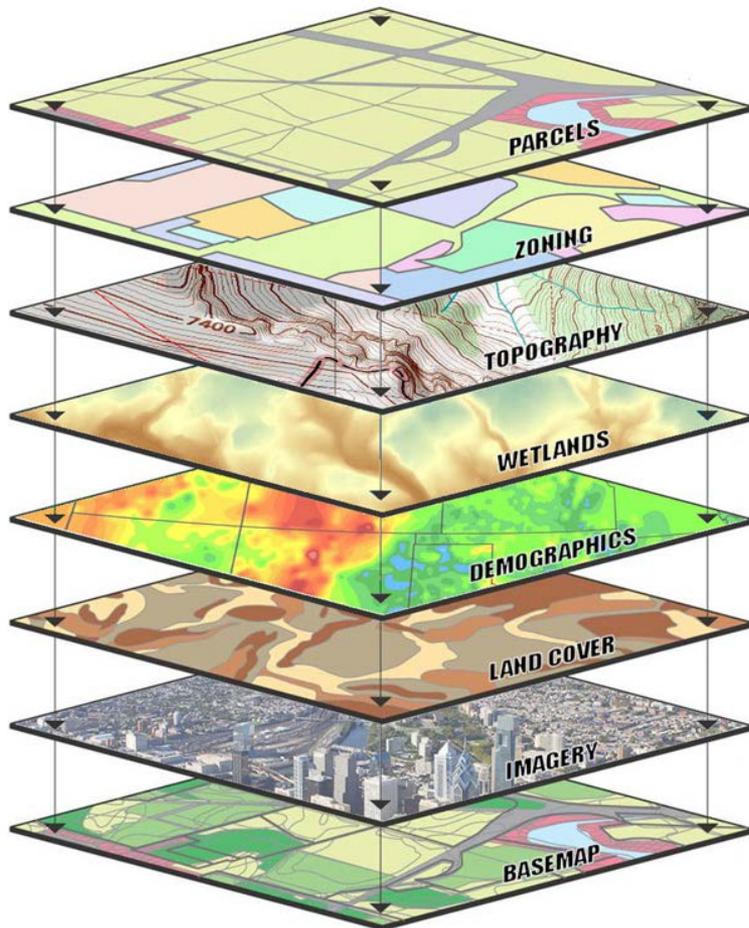
	<i>City</i>	<i>1975</i>	<i>City</i>	<i>2007</i>	<i>City</i>	<i>2015</i>	<i>City</i>	<i>2025</i>
1	Tokyo	26.6	Tokyo	35.7	Tokyo	36.4	Tokyo	36.4
2	New York-Newark	15.9	New York-Newark	19.0	Mumbai	21.9	Mumbai	26.4
3	Mexico City	10.7	Mexico City	19.0	(Bombay)	20.5	(Bombay)	22.5
4			Mumbai (Bombay)	19.0	São Paulo	20.2	Delhi	22.0
5			São Paulo	18.8	Mexico City	20.0	Dhaka	21.4
6			Delhi	15.9	New York-Newark	18.7	São Paulo	21.0
7			Shanghai	15.0	Delhi	17.2	Mexico City	21.0
					Shanghai	17.2	New York-Newark	20.6
					Kolkata	17.0	Kolkata	20.6
			Kolkata (Calcutta)	14.8	(Calcutta)	17.0	(Calcutta)	20.6
			Dhaka	13.5	Dhaka	17.0	Shanghai	19.4
			Buenos Aires	12.8	Karachi	14.9	Karachi	19.1
1	Beijing, China	1,100,000	Los Angeles <sup>1</sup>	12.5	Cairo	13.5	Kinshasa	16.8
			Karachi	12.1	Buenos Aires	13.4	Lagos	15.8
2	London, United Kingdom	861,000	Cairo	11.9	Los Angeles <sup>1</sup>	13.2	Cairo	15.6
			Rio de Janeiro	11.7	Beijing	12.8	Manila	14.8
3	Guangzhou, China	800,000	Osaka-Kobe	11.3	Manila	12.8	Beijing	14.5
4	Edo (Tokyo), Japan	685,000	Beijing	11.1	Rio de Janeiro	12.8	Buenos Aires	13.8
			Manila	11.1	Lagos	12.4	Los Angeles <sup>1</sup>	13.7
5	Constantinople (Istanbul), Turkey	570,000	Moscow	10.5	Osaka-Kobe	11.4	Rio de Janeiro	13.4
6	Paris, France	547,000	Istanbul	10.1	Kinshasa	11.3	Jakarta	12.4
					Istanbul	11.2	Istanbul	12.1
7	Naples, Italy	430,000			Jakarta	10.8	Guangzhou <sup>2</sup>	11.8
8	Hangzhou, China	387,000			Moscow	10.5	Osaka-Kobe	11.4
9	Osaka, Japan	383,000			Guangzhou <sup>2</sup>	10.4	Moscow	10.5
					Paris	10.0	Lahore	10.5
1							Shenzhen	10.2
0	Kyoto, Japan	377,000					Chennai	10.1
							(Madras)	10.1
							Paris	10.0

L'alta densità abitativa e le attività ad essa connesse hanno conseguenze a scala urbana, regionale, continentale e globale. I trasporti sono la principale fonte d'inquinamento di aria, suolo e acque in molte città, soprattutto nei paesi in via di sviluppo.

Le megalopoli presentano un'atmosfera con elevate concentrazioni di particolato (PM), O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, COV e IPA. Interferenti endocrini (IE) e prodotti farmaceutici e per la cura personale (PPCP), anche se spesso meno persistenti nell'ambiente dei contaminanti convenzionali, sono stati rilevati nei corsi d'acqua urbani di diverse città e rappresentano due gruppi importanti della cosiddetta categoria dei "contaminanti emergenti" che comprende i composti utilizzati nella vita di tutti i giorni, come ad esempio antibiotici, ormoni steroidei, antidepressivi, detersivi domestici e industriali, plastificanti, antimicotici, agenti antibatterici e vari additivi industriali.



L'avvento di set di dati geolocalizzati rappresenta una miniera d'oro per i ricercatori che lavorano con dati correlabili attraverso lo spazio e il tempo. Questo approccio funziona bene con dati stazionari, cioè quelli che non variano nel tempo e nello spazio. Ma non funziona così quando si cerca di analizzare dati che variano nel tempo, nello spazio, o in entrambi.



Patient Records

Patient Search ID Search : SSN

Patient Details Patient ID: i  
Last Name: DRANT  
Middle Name: N  
First Name: JOAN  
Sex: FEMALE Birth Date: 1/1/1971  
SSN: 112QW23VC

UnLock Data

Quit Application

California Driver License

Contact-Visit Past Medical and Surgical History Family History

Total Contacts	Contact ID	Since :	Until :	Clinic:	Bed:
1	1	1/5/2008	5/5/2008		

UnLock Data

Laboratories

Diagnostic Results

Histology Lab

Treatments

Clinical Evaluation

Images

Material Usage

Billing - Codification

General Report

Contact 1 of 1

Chief Complaints: FEVER, ANOREXIA, ABDOMEN PAIN

Discharge Status: HOME CARE

Main Findings From HPI: RHEUMATIC FEVER

Notes: Consultation with Dr Forbes regarding laboratory test

Referring Physician or Organization: DR Karson Alan

Attending Physician: DR Forge Sami

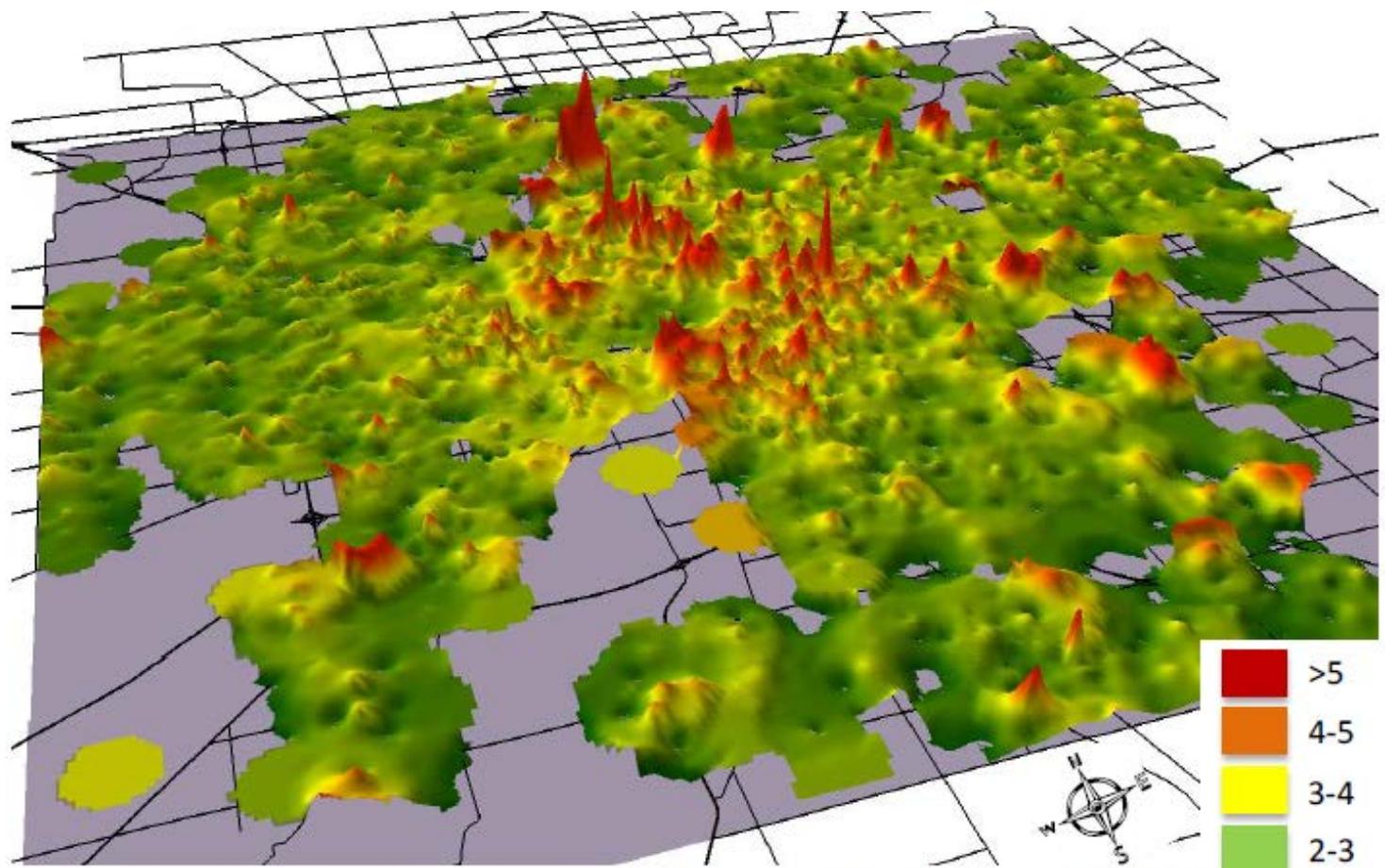
Patient 1 of 1

www.biosoftworld.com

Enormi limiti risiedono nel regno della salute umana, dove molti paesi hanno restrizioni forti sull'acquisizione e l'analisi dei dati sanitari per motivi di tutela della privacy. Inoltre, la maggior parte dei dati relativi allo stato di salute della popolazione non sono ancora organizzati in databases scientificamente certificati, non sono facilmente disponibili, e restano in forma di singoli records manoscritti sugli scaffali di cliniche e ospedali in tutto il mondo.

Ma nonostante queste limitazioni di accesso e di disponibilità dei dati, grandi progressi sono stati fatti negli ultimi anni per integrare dati ambientali e sanitari in modo utile. Esempi di questa integrazione includono lavori come Winchester et al. 2009 in *Acta Paediatrica*, 98: 664-669 sull'analisi della correlazione temporale tra l'applicazione di fertilizzanti a base di nitrati e atrazina (un pesticida vietato in Europa, ma ampiamente utilizzato negli Stati Uniti) e difetti alla nascita legati all'esposizione in utero.

Studi sulla relazione tra Pb nell'ambiente urbano e livelli di Pb nel sangue dei bambini *Filippelli, Morrison and Cicchella. Urban geochemistry and human health. Elements, december 2012.*



Children's blood Pb levels, Indianapolis, Indiana (USA)

Blood lead level is given in micrograms per deciliter.

Un gruppo di ricerca multidisciplinare composto da medici e geochimici ha cercato di identificare la relazione tra alte concentrazioni di metalli pesanti e qualità del seme maschile nell'area metropolitana di Napoli. Questa ricerca nasce dal fatto che, negli ultimi anni, un significativo aumento nell'incidenza di infertilità maschile è stato osservato, sollevando dubbi sulle sue cause.

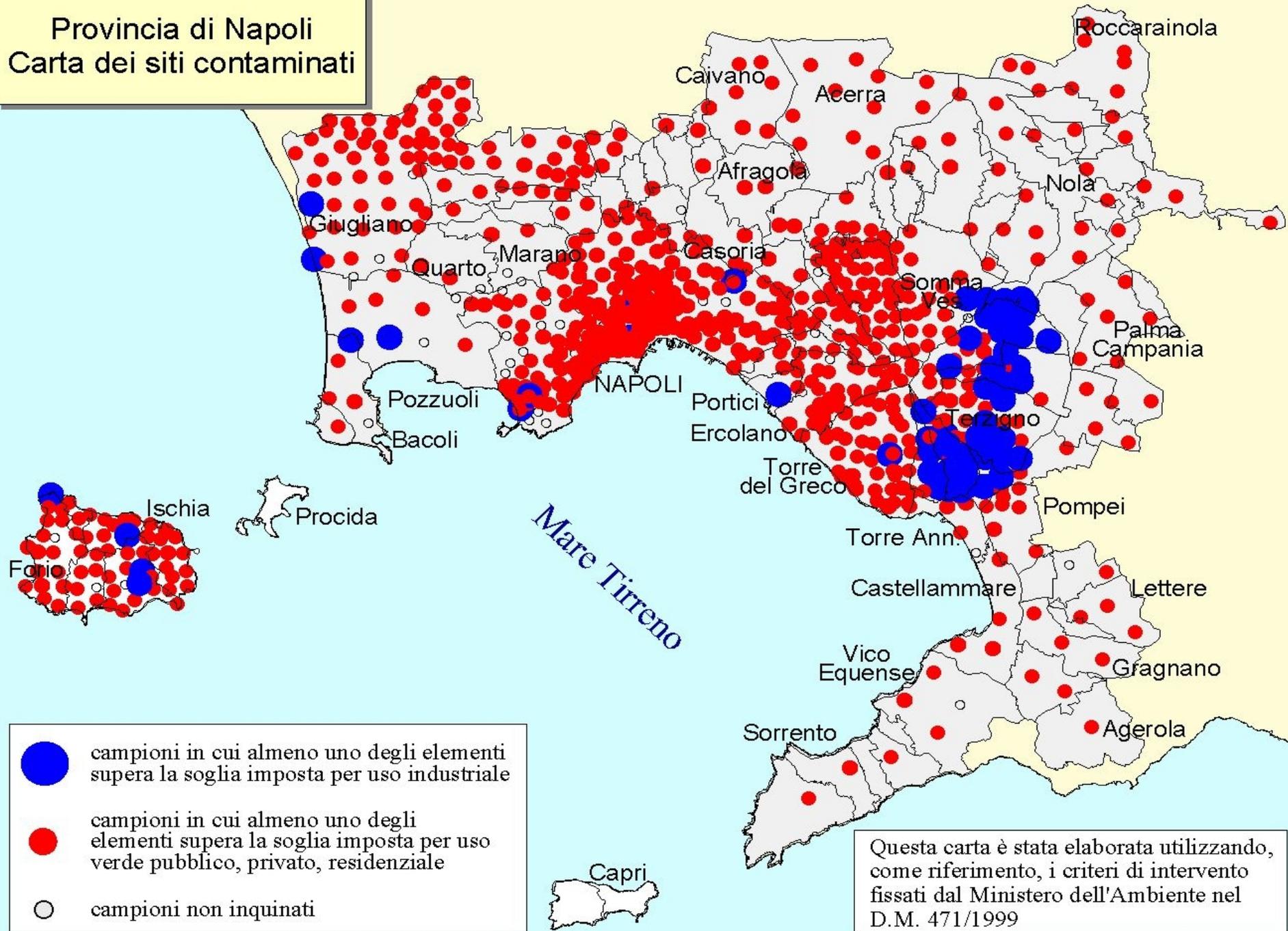


Napoli si trova in una delle aree vulcaniche attive più densamente popolate della Terra. A causa della costante presenza dell'uomo da molti secoli, le elevate concentrazioni di metalli pesanti sono perlopiù di origine antropica. D'altro canto, l'area ricade all'interno di un campo vulcanico attivo caratterizzato da una forte attività geotermica, quindi vi è anche un grande contributo di metalli trasportati e depositati dai fluidi idrotermali. I suoli urbani napoletani sono significativamente arricchiti in Pb, Hg, Zn, Sb, Cu e, in misura minore, in Cd, Cr, e Ni (Cicchella et al. 2005).

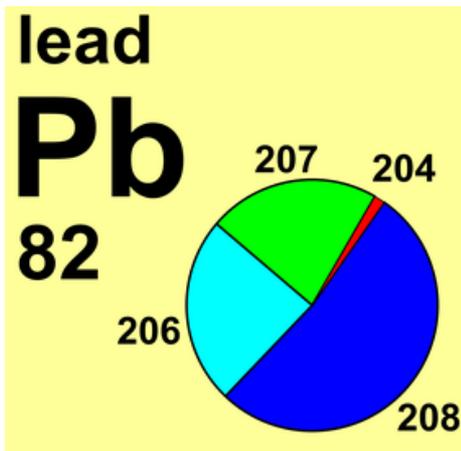
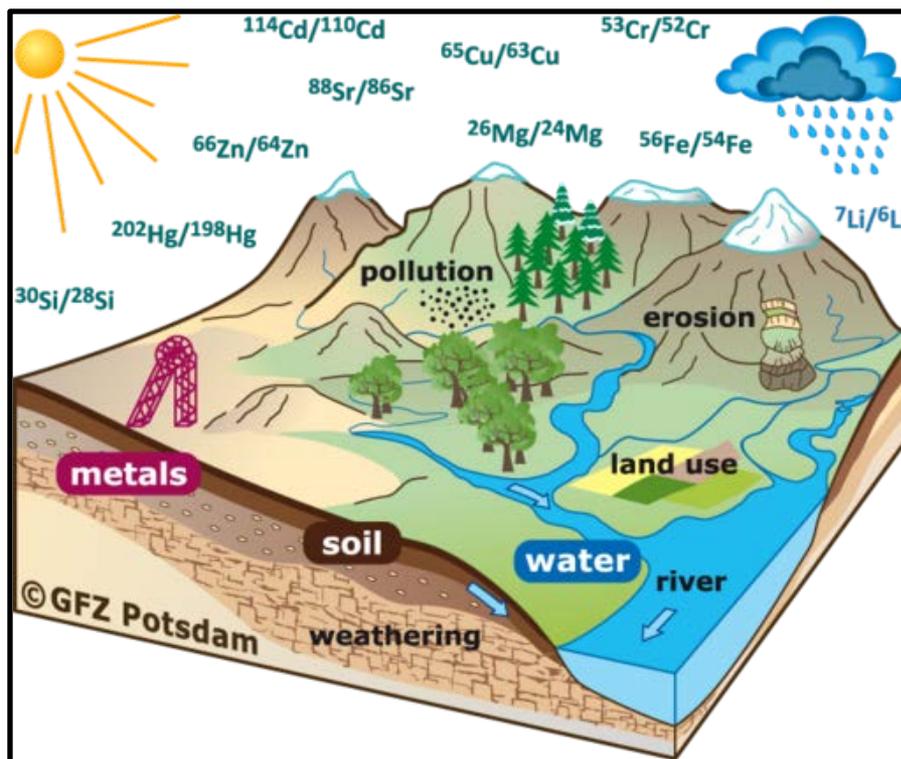




# Provincia di Napoli Carta dei siti contaminati



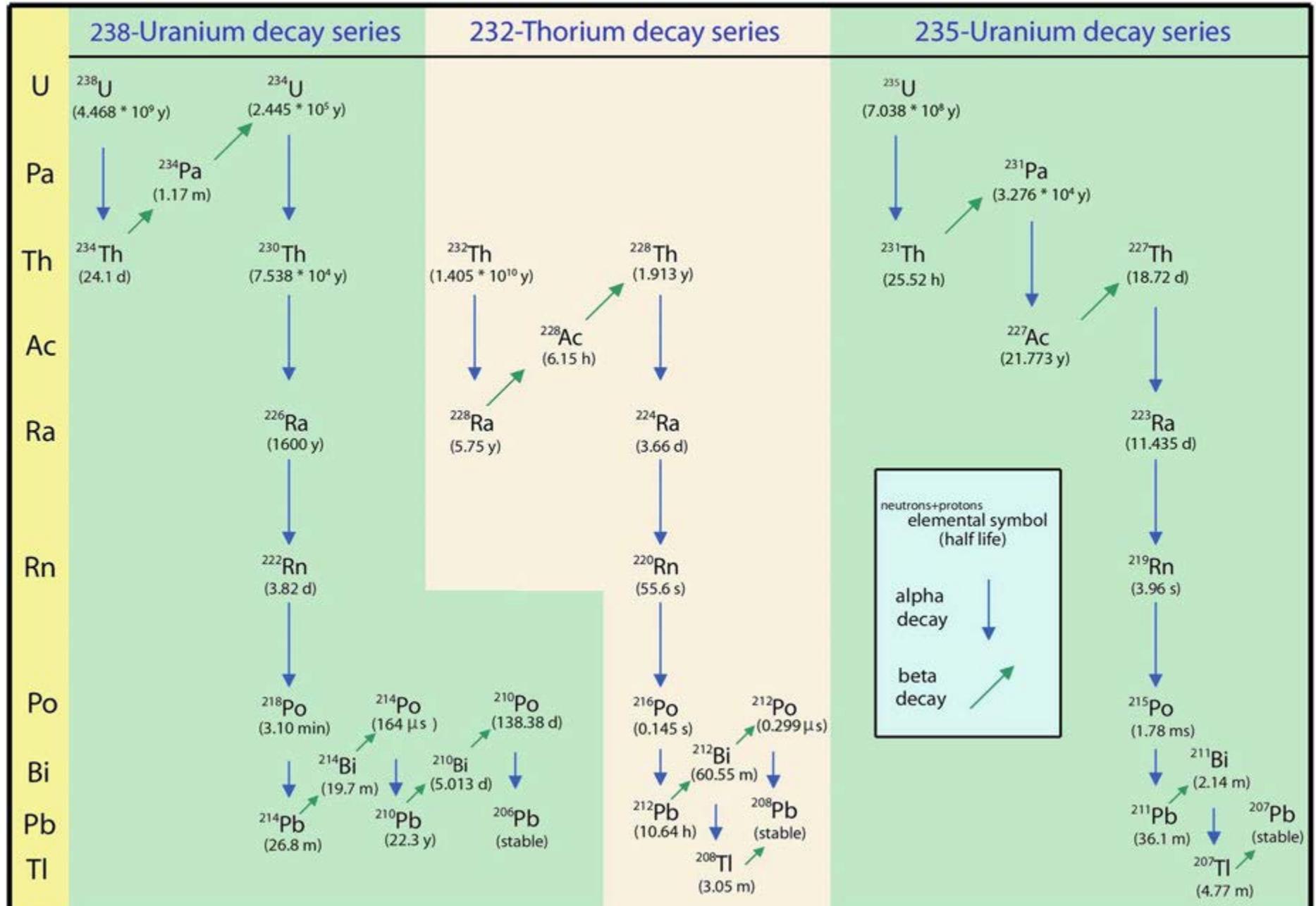
Gli **isotopi** di diversi metalli permettono di tracciare gli effetti delle attività antropiche sull'ambiente e sull'uomo



I piombo si presenta come una miscela di quattro isotopi stabili

$^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}$
1%	24%	23%	52%

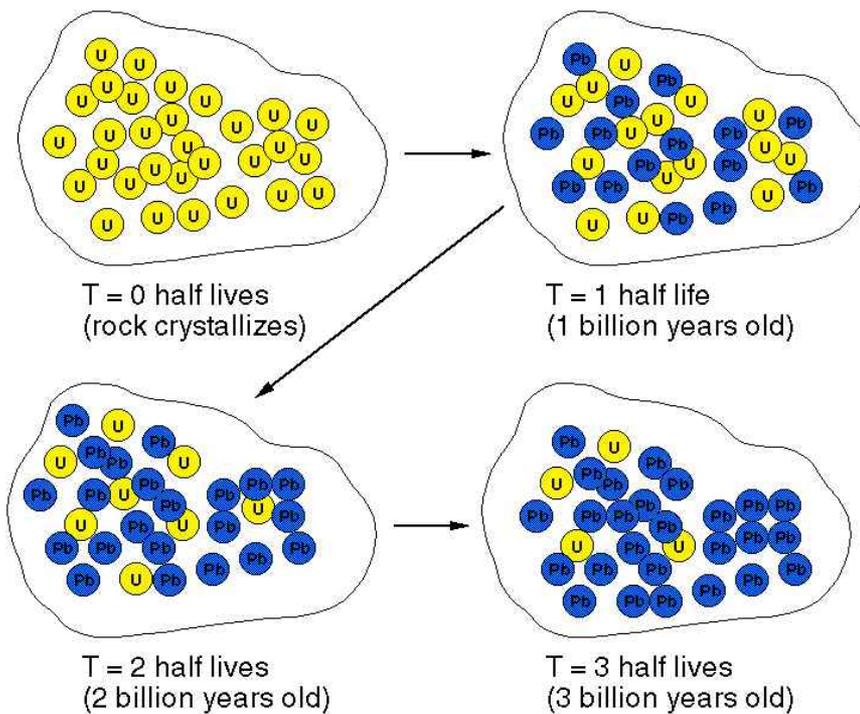
$^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$  e  $^{208}\text{Pb}$  sono *radiogenici*, ovvero sono il prodotto finale di tre catene di decadimenti radioattivi che hanno inizio rispettivamente da  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  e  $^{232}\text{Th}$ .



	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$
$T_{1/2}$	$4.5 \cdot 10^9$ yrs	$0.7 \cdot 10^9$ yrs	$14 \cdot 10^9$ yrs
	↓	↓	↓
	$^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}$

La composizione isotopica del piombo viene comunemente espressa sotto forma di rapporti isotopici  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$

Tutto ciò che esiste in natura ha il suo caratteristico rapporto isotopico del Pb, come risultato della diversa emivita di Th e U e la relativa iniziale concentrazione di U, Th e Pb. Nel corso del tempo geologico, la combinazione di questi fattori ha generato una caratteristica impronta isotopica per ogni singolo serbatoio di Pb sulla Terra.

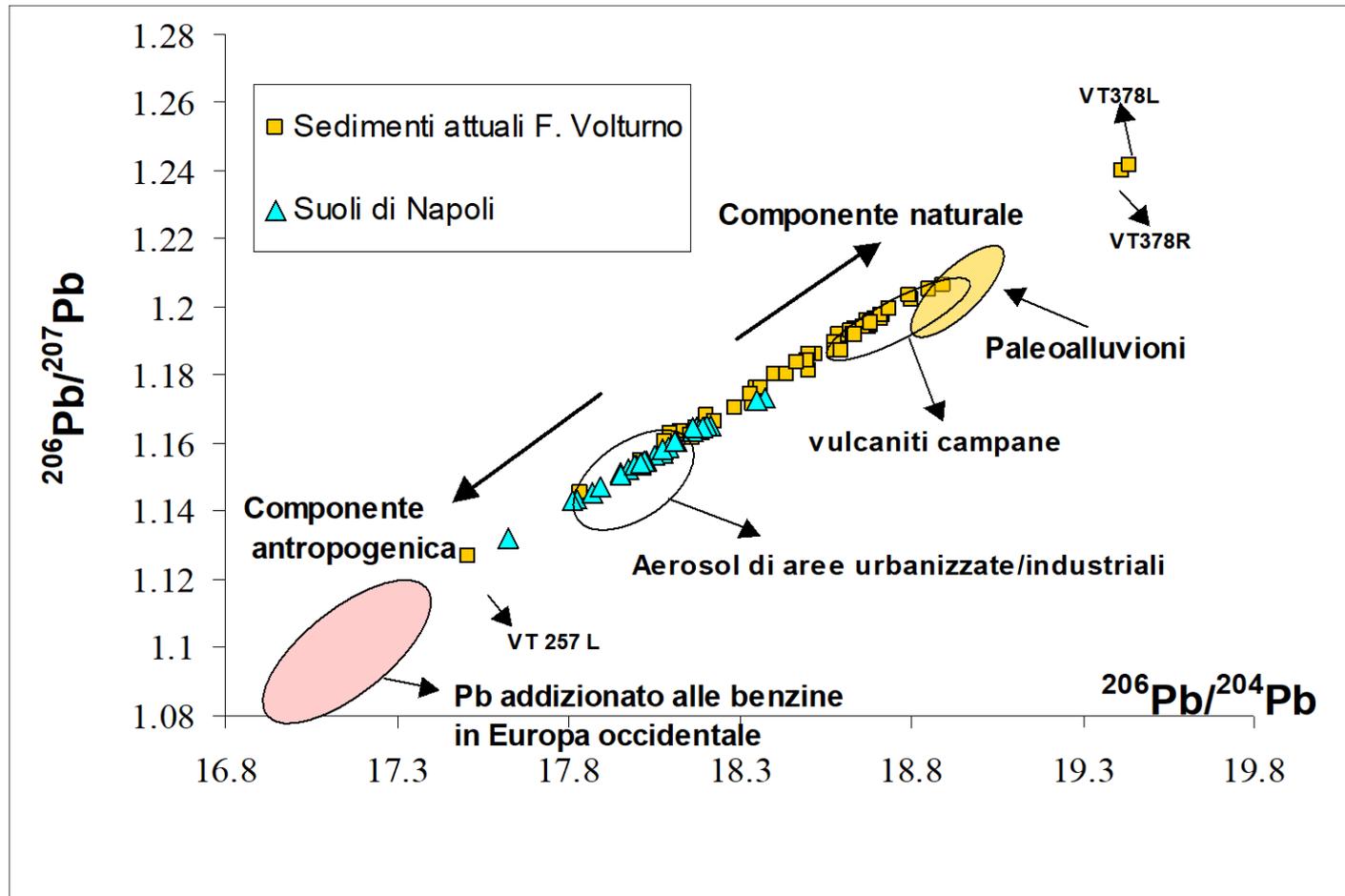


Il ciclo geochimico del Pb naturale è stato completamente alterato dalle attività umane fin dall'antichità. In teoria, i processi ambientali e industriali possono alterare tali rapporti a causa di variazioni della composizione isotopica dipendenti dalla massa.

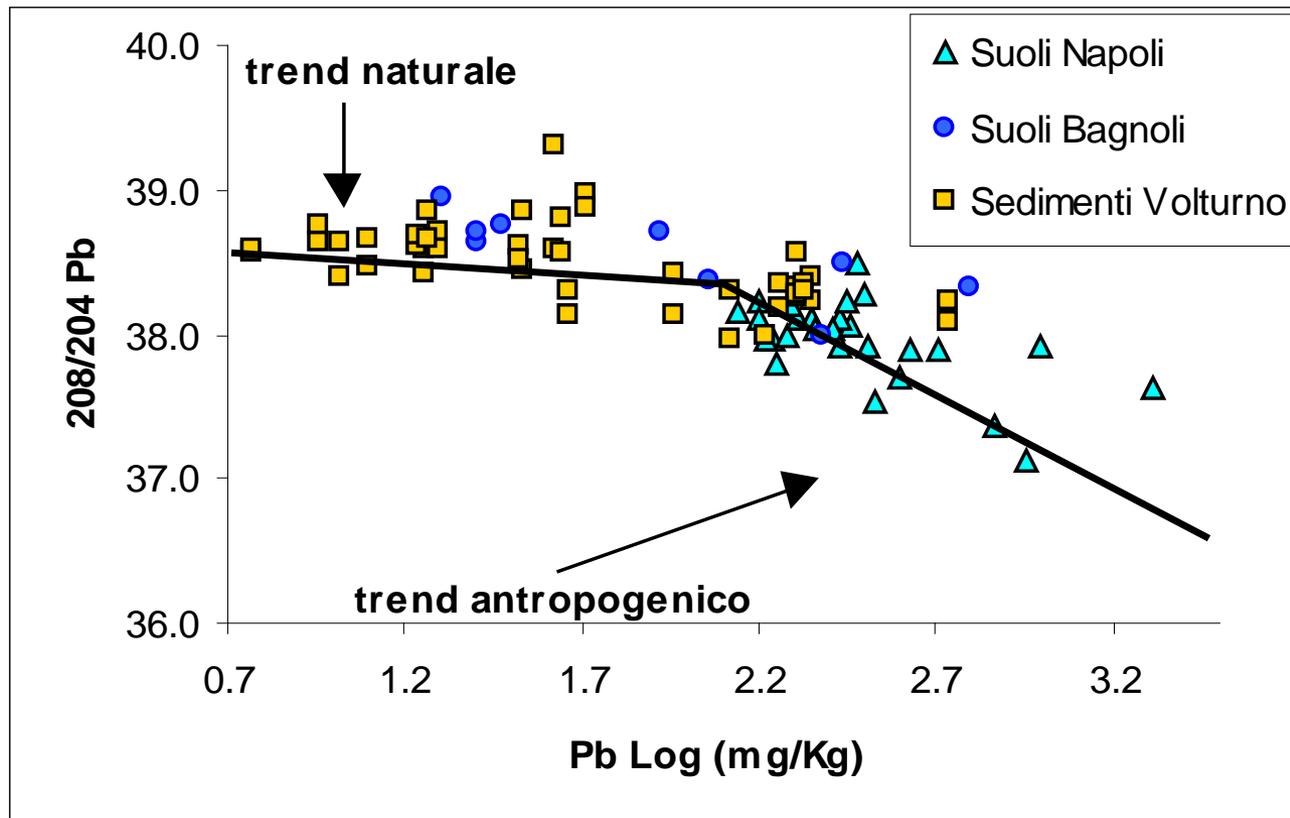
Tuttavia, queste variazioni sono considerate di diversi ordini di grandezza più piccole delle variazioni osservate nel campo, e quindi i rapporti isotopici del Pb vengono comunemente utilizzati come indicatori di sorgenti per distinguere tra quelle naturali e di origine antropica

# La composizione isotopica dei suoli di Napoli

La determinazione della composizione isotopica del Pb in campioni di suoli o sedimenti, unitamente alla conoscenza dei dati di concentrazione degli elementi permette di discriminare il Pb antropogenico da quello naturale, aiutandoci a definire l'origine e l'entità della contaminazione tramite una semplice comparazione tra i valori isotopici determinati sperimentalmente per i suoli o i sedimenti e i valori isotopici caratteristici di giacimenti di metalli base di varia provenienza ed età.

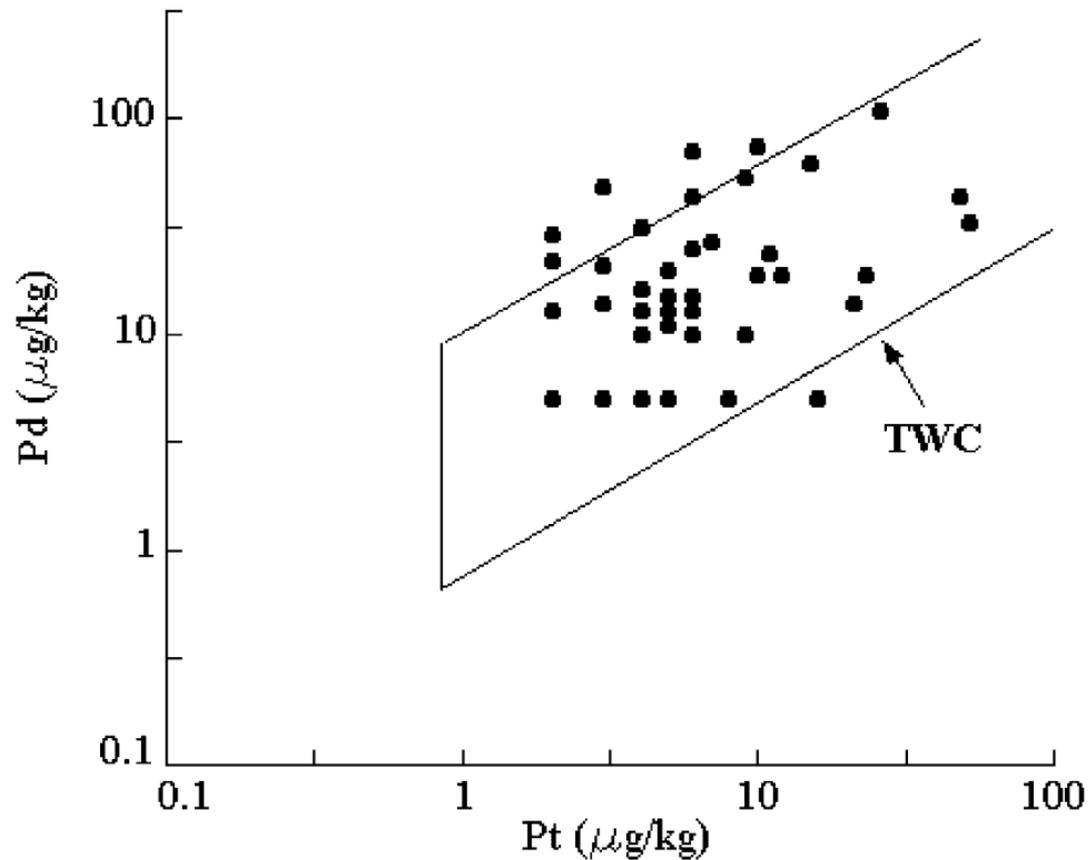


I diagrammi dei rapporti isotopici del Pb mostrano come i dati si distribuiscono secondo un trend lineare, suggerendo l'esistenza, nei suoli dell'area urbana di Napoli, di un fenomeno di mixing tra due end-member, uno di chiara origine naturale ed un altro di natura antropica. La componente antropogenica è sempre dominante rispetto a quella geogenica (naturale).



Indagini sugli isotopi del piombo hanno dimostrato che il traffico stradale è una delle principali fonti di inquinamento da metalli (Cicchella et al. 2008).

Molto elevate sono anche le concentrazioni di platino e palladio nelle zone più urbanizzate della città, a causa del rilascio di frammenti abrasivi dalle marmitte catalitiche dei veicoli (Cicchella et al. 2003).

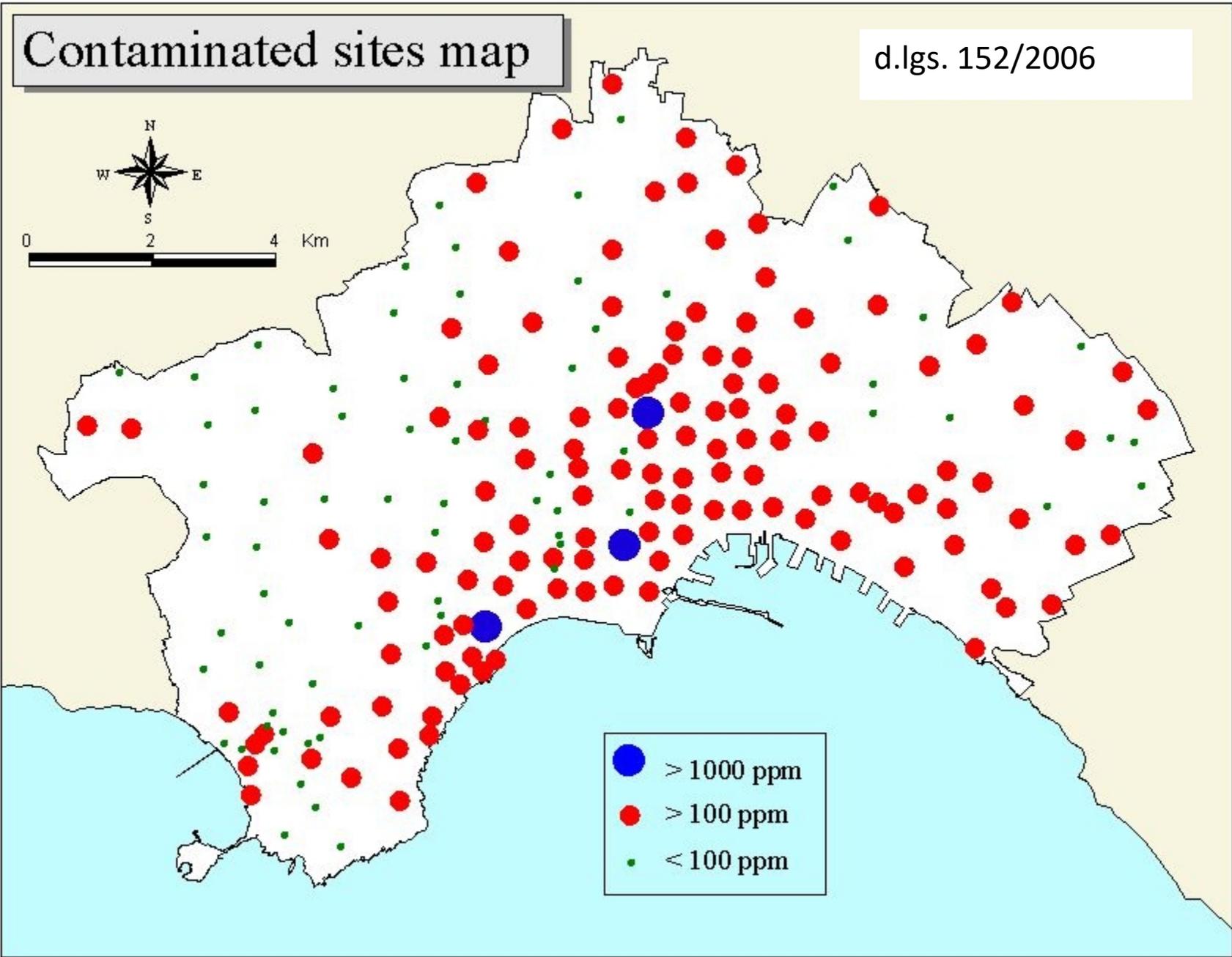


# Contaminated sites map

d.lgs. 152/2006

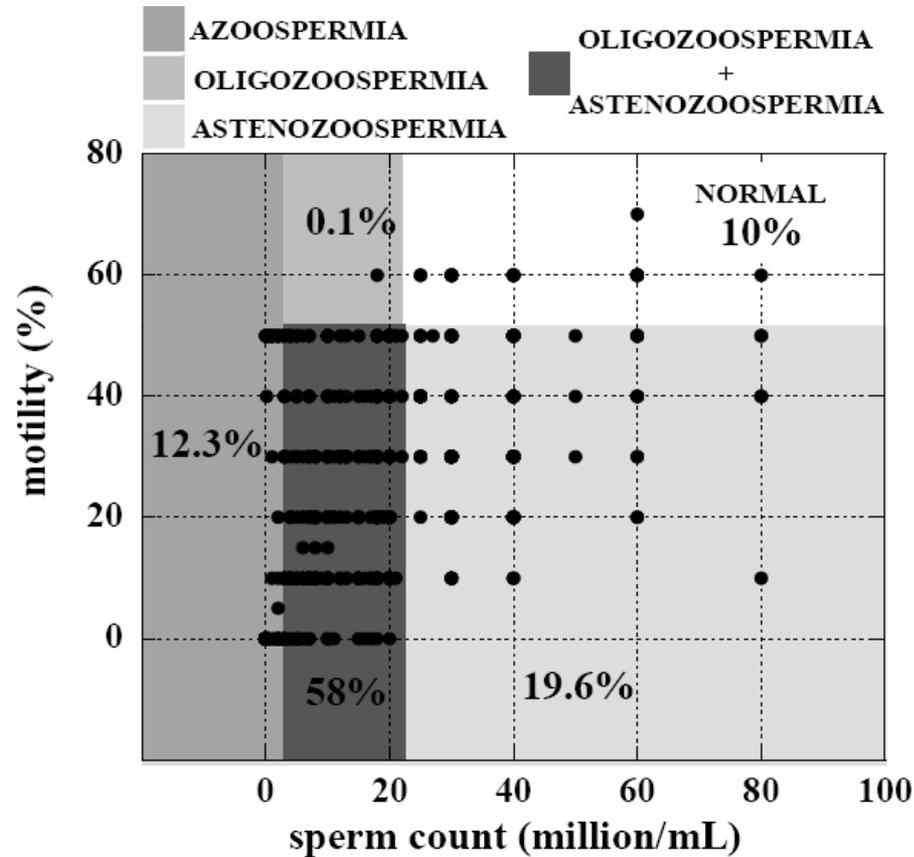


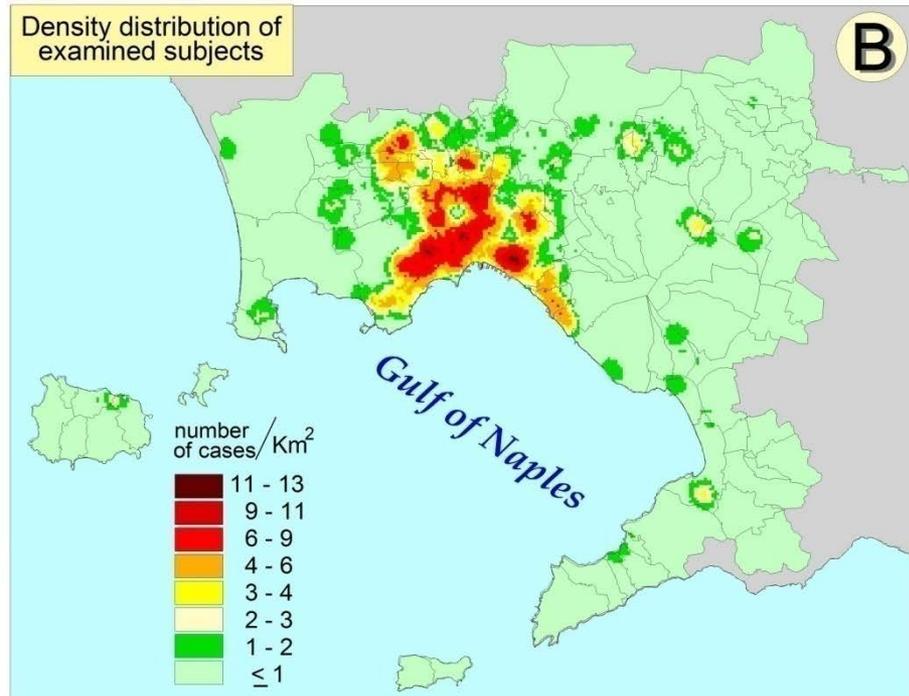
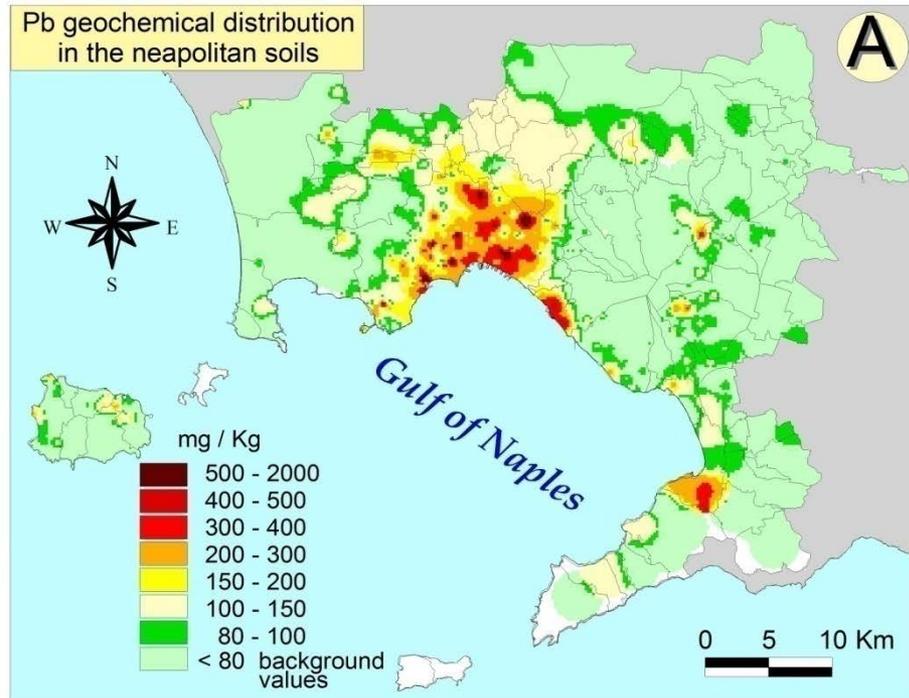
0 2 4 Km



From: Giaccio L., Cicchella D., De Vivo B., Lombardi G., De Rosa M., 2012. Does heavy metals pollution affects semen quality in men? A case of study in the metropolitan area of Naples (Italy). Journal Of Geochemical Exploration, 112; 218-225.

Campioni di liquido seminale da 600 soggetti, selezionati su 1237, sono stati raccolti utilizzando protocolli standard, e l'analisi (volume, concentrazione, conta totale e motilità degli spermatozoi, pH) è stata condotta seguendo il protocollo WHO (1999) presso Department of Molecular and Clinical Endocrinology and Oncology, University of Naples "Federico II".





Il confronto tra la mappa di distribuzione della densità della popolazione con scarsa qualità del liquido seminale (numero di casi con scarsa qualità dello sperma per kmq) con la mappa di distribuzione geochimica del Pb indica una forte correlazione tra le concentrazioni anomale di Pb e disturbi della fertilità (coefficiente di correlazione  $R = 0,65$ ). Si riscontra anche una correlazione significativa con antimonio ( $R = 0,56$ ), ma solo una debole correlazione con Hg e Zn (rispettivamente valori  $R$  di 0,33 e 0,36).

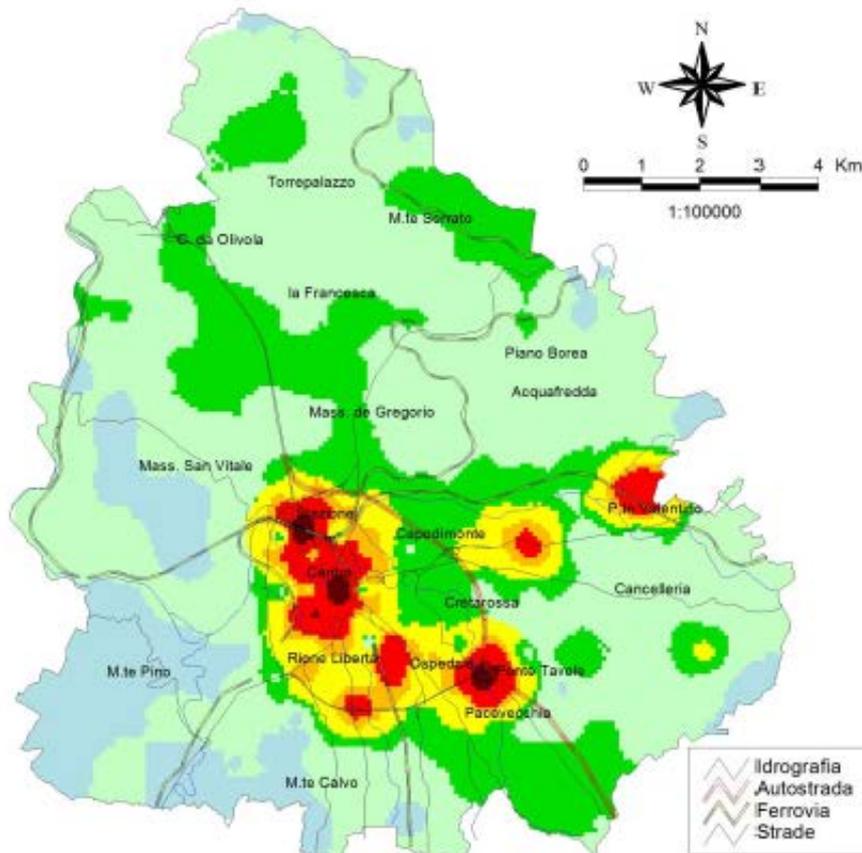
From: Giaccio L., Cicchella D., De Vivo B., Lombardi G., De Rosa M., 2012. Does heavy metals pollution affects semen quality in men? A case of study in the metropolitan area of Naples (Italy). *Journal Of Geochemical Exploration*, 112; 218-225.

# Comune di Benevento

## Pb - Piombo

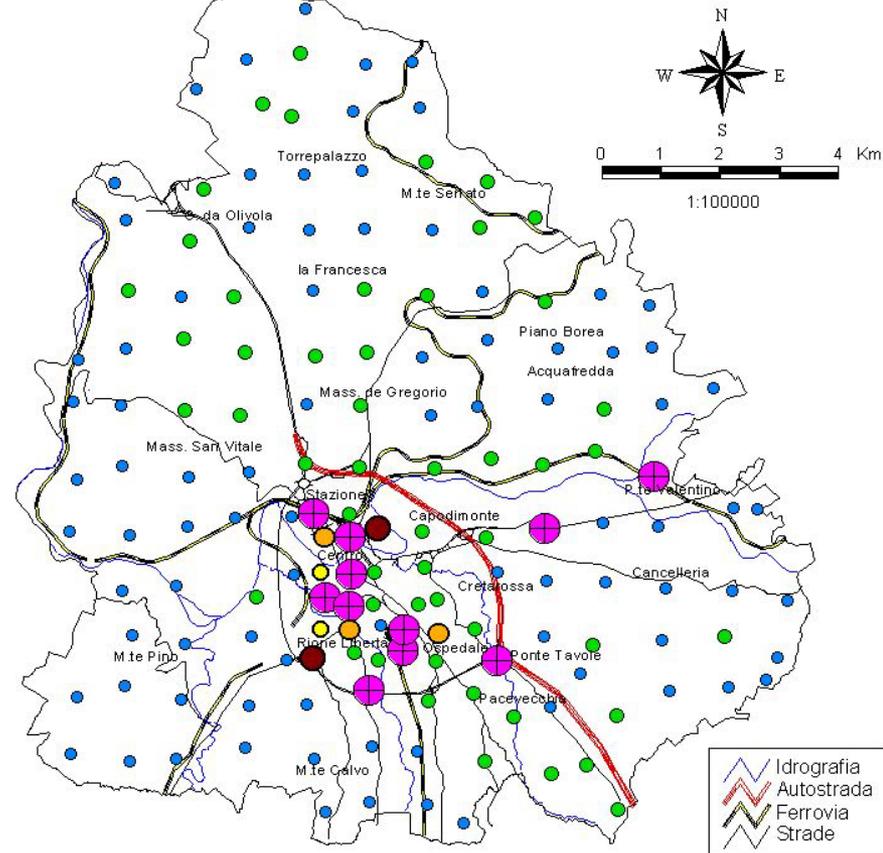
Distribuzione dei dati interpolati

*Interpolated data distribution*

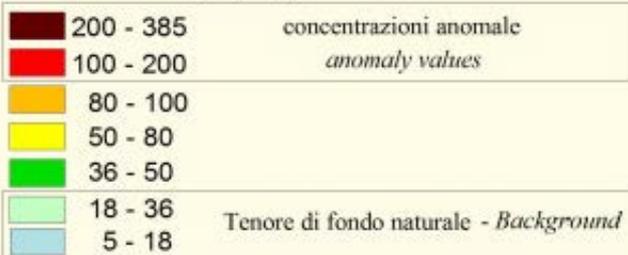


Distribuzione puntuale delle concentrazioni

*Dot map*



Intervalli di  
concentrazione (mg/kg)



contributo  
antropico  
crescente

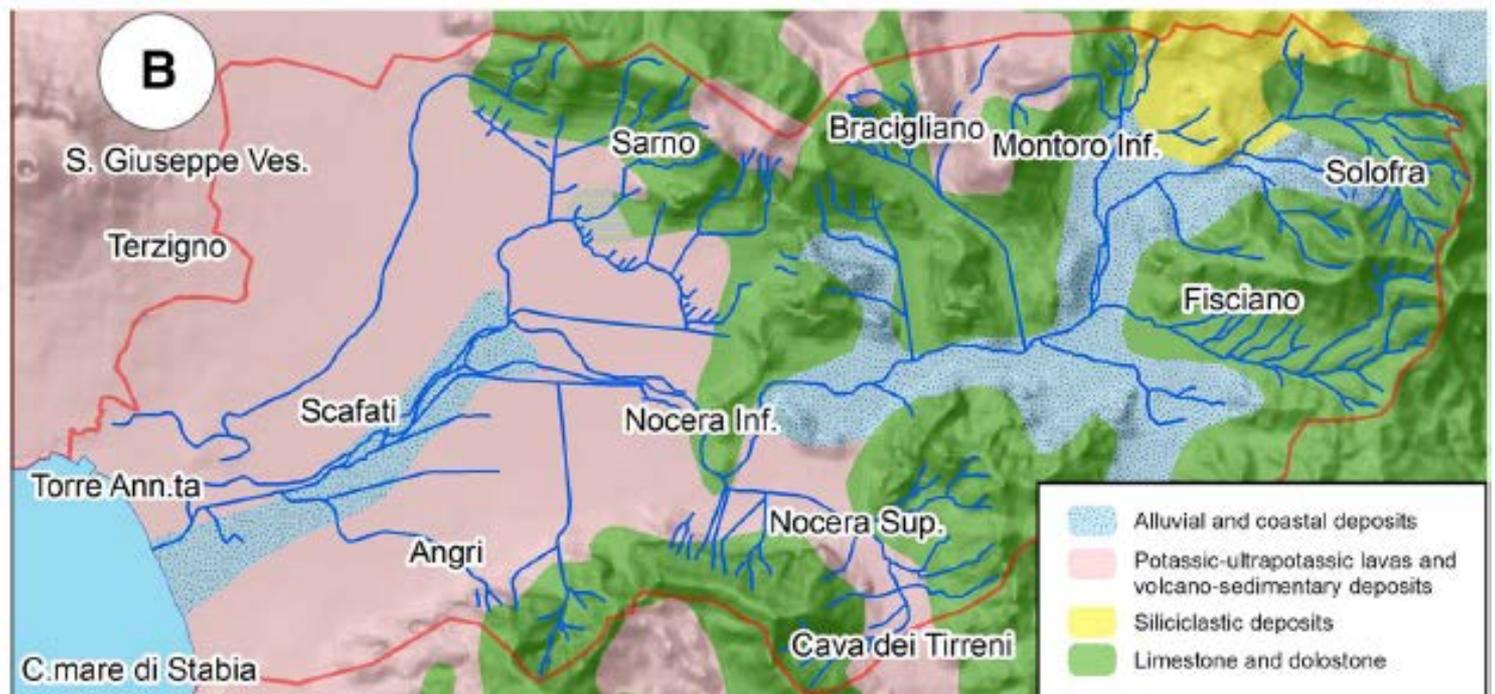
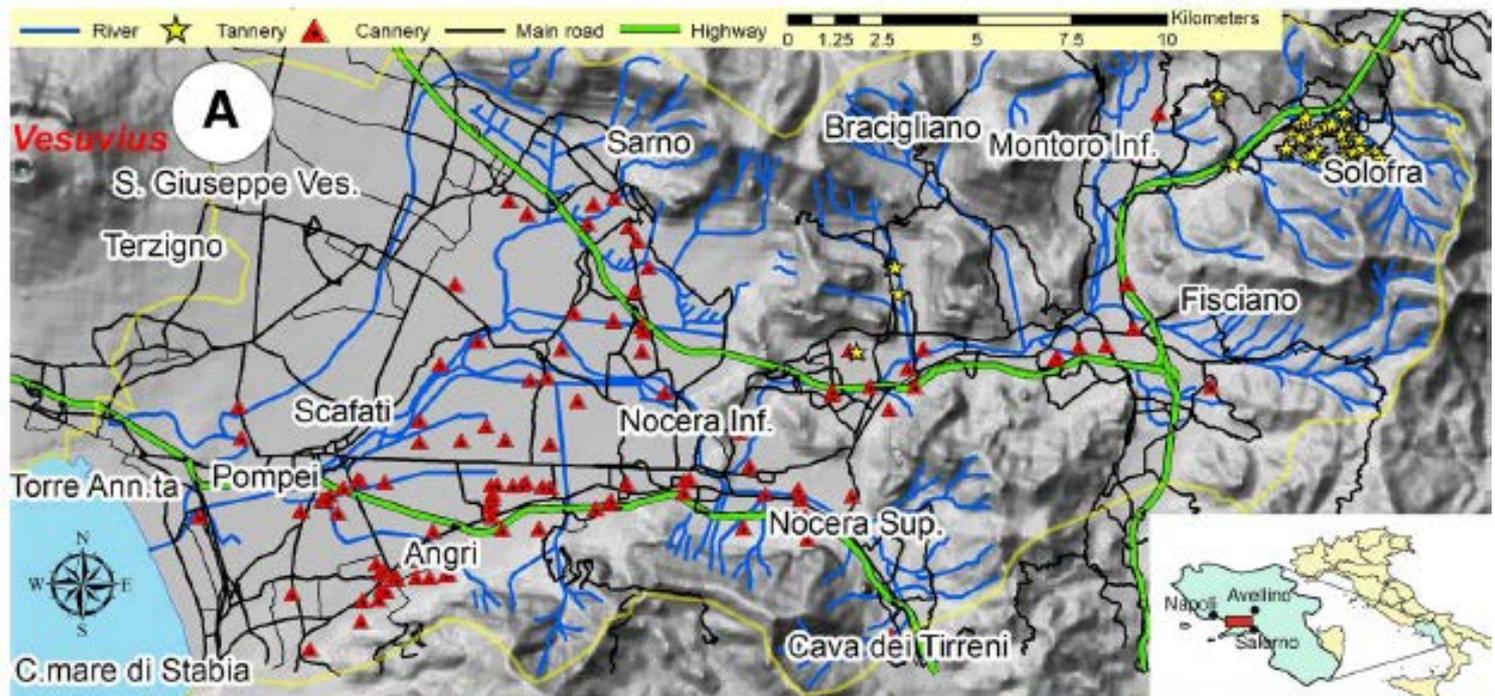


Intervalli di  
concentrazione  
(mg/kg)



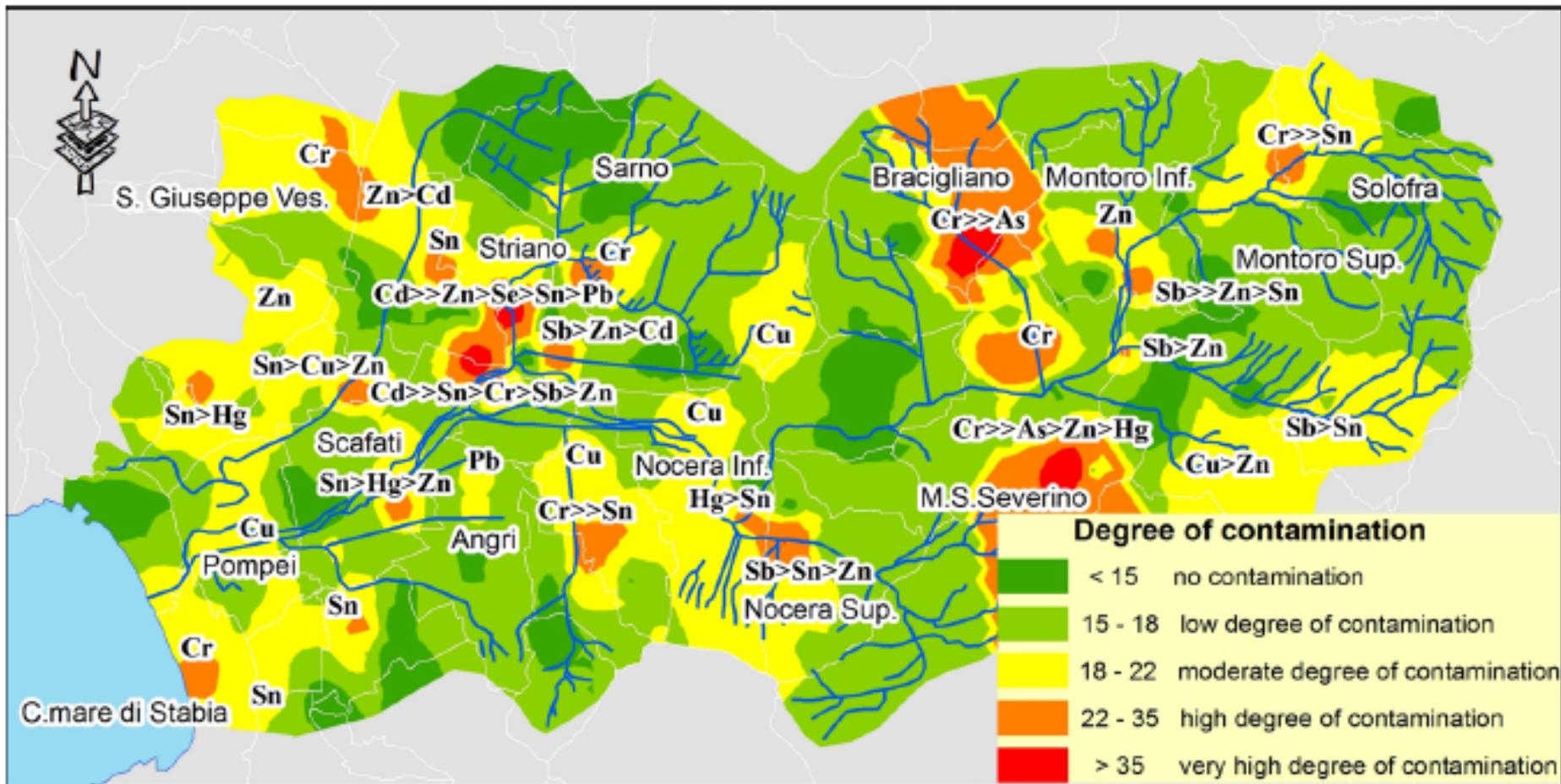
Parametri statistici

N. campioni	156
Minimo	5
Massimo	392
Media	44
Mediana	33
Media geometrica	33
25° percentile	22
75° percentile	42
Deviazione standard	52

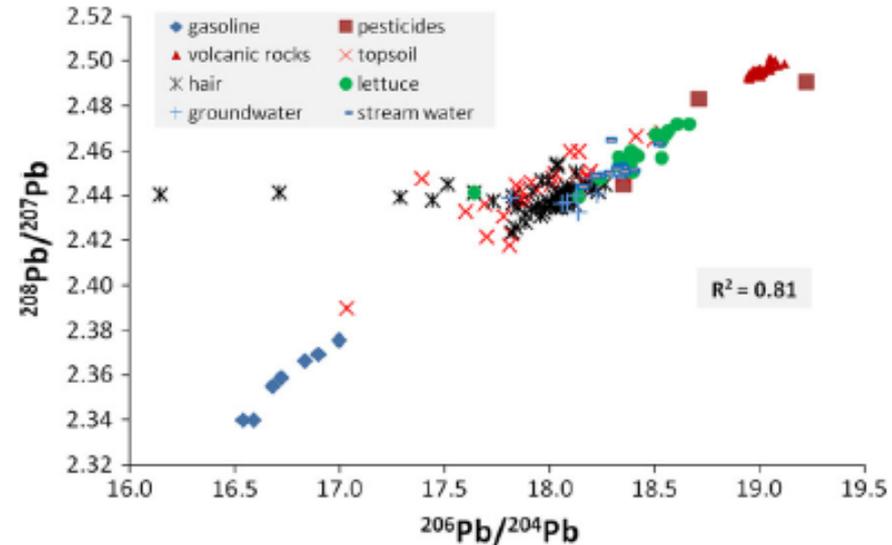
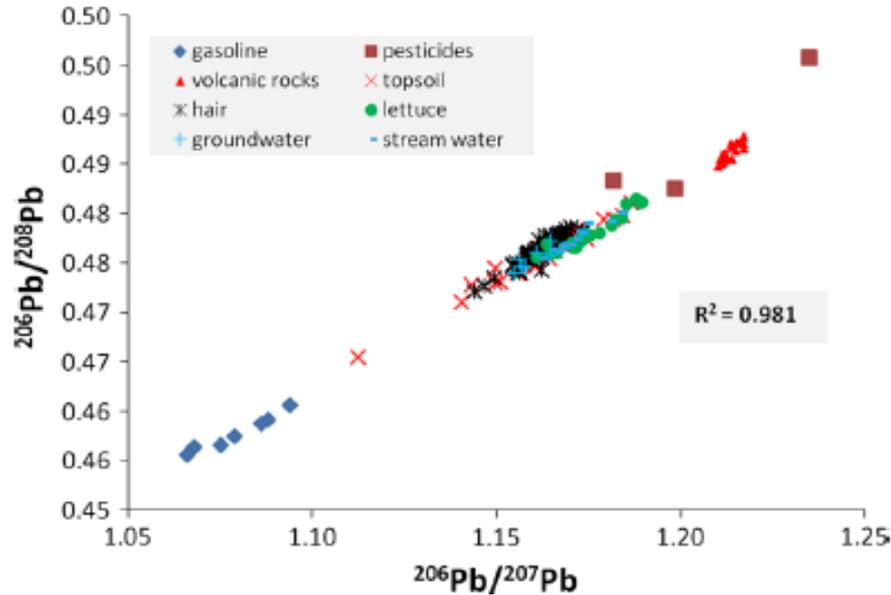
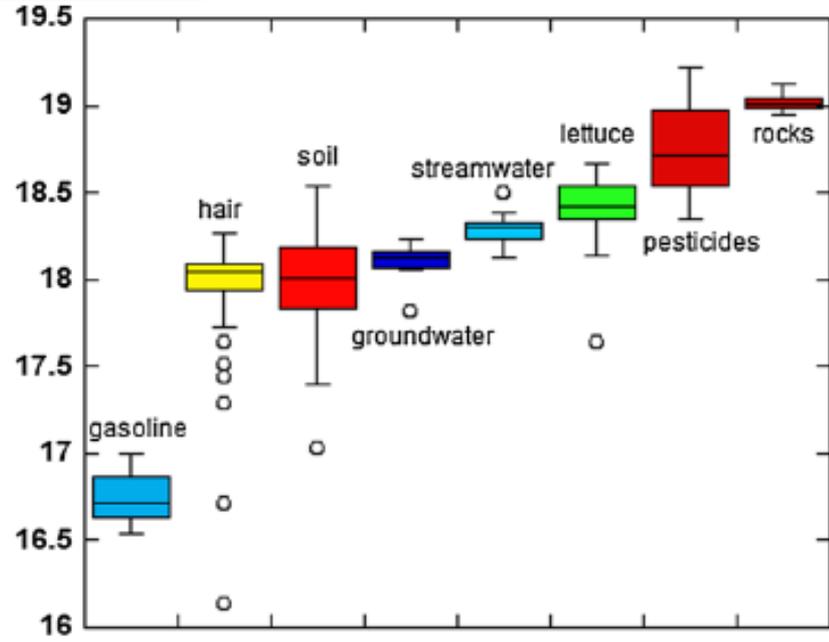


	Topsoil ( <i>N</i> = 283)				Stream sediment ( <i>N</i> = 89)				Hair ( <i>N</i> = 66)			
	Minimum	Maximum	Median	<i>A</i> <sup>a</sup>	Minimum	Maximum	Median	<i>B</i> <sup>a</sup>	Minimum	Maximum	Median	<i>C</i> <sup>a</sup>
As	5.8	111.5	13.4	10–19	4.4	21.4	10	7–14	7	111	30.5	0
Be	2	16.9	5.8	2.9	–	–	–	–	<1	19	3	–
Cd	0.15	11.1	0.56	0.5–1.6	0.08	0.8	0.3	0.1–0.5	4	135	16	30
Co	6	16.6	12.4	10–17	4.3	17.7	10.5	7–14	10	351	41.5	80
Cr	5.3	808	16	15–50	5	1118	15	30–70	75	2288	247	70
Cu	25.3	1556	187	100–400	17.3	956	87	60–160	7693	43,577	19,717	19,950
Hg	0.008	0.61	0.065	0.05–0.25	0.005	1.156	0.1	0.08–0.26	85	4586	495	638
Ni	8.5	29.4	15.4	9–19	6.5	43.5	15.6	5–22	126	1116	374	420
Pb	27	585	65.6	50–150	19.3	229	56.9	50–130	335	4791	1087	780
Sb	0.29	15.8	0.8	1.1–4.1	0.28	4.9	0.7	0.7–1.8	12	200	49	20
Se	<0.1	2.1	0.6	0.17–0.4	<0.1	1.9	0.4	0.3–0.55	187	6754	596	390
Sn	1.5	20.8	4.7	3.8	–	–	–	–	85	9506	436	–
Tl	0.67	3.1	2	1–1.5	0.54	2.7	1.2	0.5–1.7	<1	9	2	–
U	1.8	23.7	4.8	3–5	1.7	7	3.1	2.7–5.1	5	82	24	10
V	43	131	91	50–100	41	139	85	70–120	34	720	130	80
Zn	60.5	1116	146.3	100–180	39	512	110	80–200	84,869	294,568	167,107	179,200
	Groundwater ( <i>N</i> = 40)				Stream water ( <i>N</i> = 18)				Lettuce ( <i>N</i> = 22)			
	Minimum	Maximum	Median	<i>D</i> <sup>a</sup>	Minimum	Maximum	Median	<i>E</i> <sup>a</sup>	Minimum	Maximum	Median	<i>F</i> <sup>a</sup>
As	0.2	6.5	2.2	0.25	0.5	5.6	1.2	0.47	27	336	95	–
Be	<0.02	<0.02	<0.02	0.0013	<0.02	<0.02	<0.02	0.005	0	119	15.5	–
Cd	0.01	0.11	0.02	0.003	<0.01	0.2	0.02	0.008	180	696	400	200
Co	<0.02	1.5	<0.02	0.017	0.1	2.6	0.3	0.145	42	345	92	–
Cr	<0.5	60	13.6	0.17	1	191	15.5	0.285	247	8648	655	2300
Cu	0.3	92.1	0.9	0.19	0.4	2.7	1.7	1.12	10,035	76,240	16,605	40,000
Hg	<0.1	<0.1	<0.1	–	<1	3	<1	–	322	23,157	964	500
Ni	<0.2	283.4	<0.2	0.13	0.1	3.9	1.45	1.35	166	1095	356	–
Pb	<0.05	2.21	< 0.05	0.007	<0.01	0.58	0.14	0.099	96	1274	406	300
Sb	<0.05	0.69	0.135	0.302	0.12	0.35	0.255	0.09	4	53	16	–
Se	<0.1	2.2	1	0.16	0.1	0.6	0.3	0.55	30	463	76	–
Sn	<0.2	<0.2	<0.2	0.006	<0.2	0.3	<0.2	–	0	104	45	200

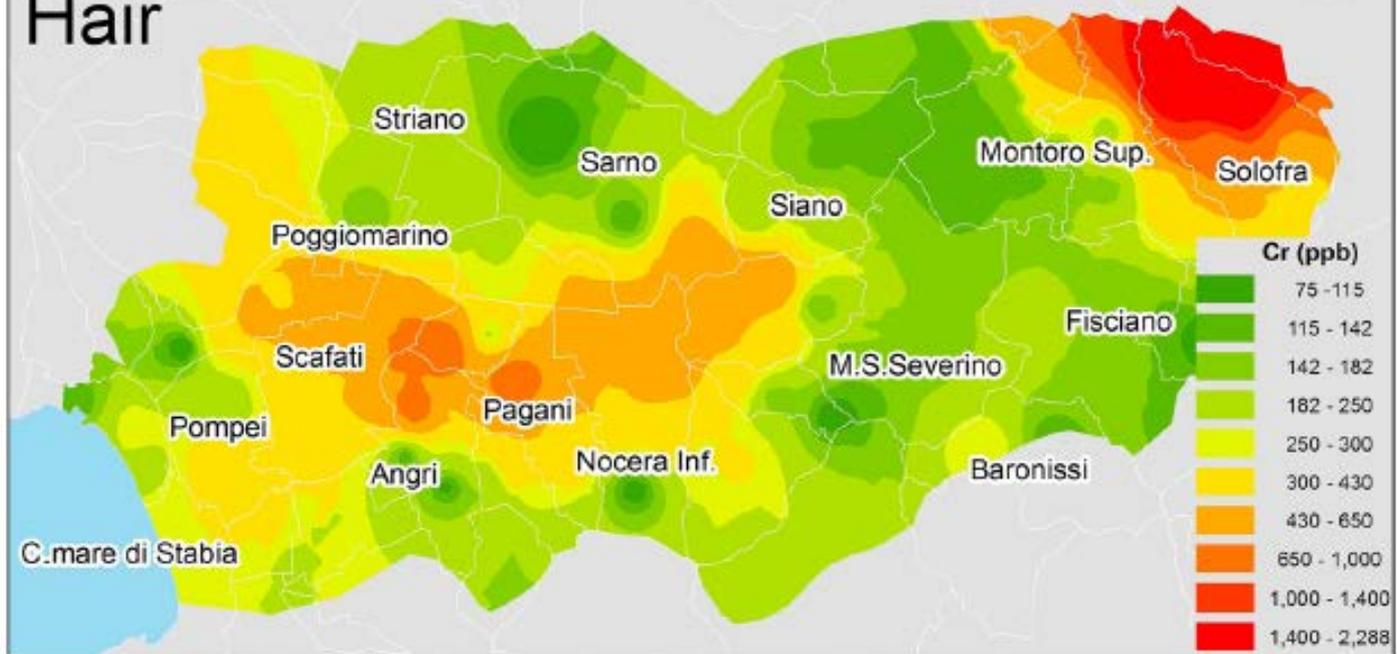
# Bacino del fiume Sarno



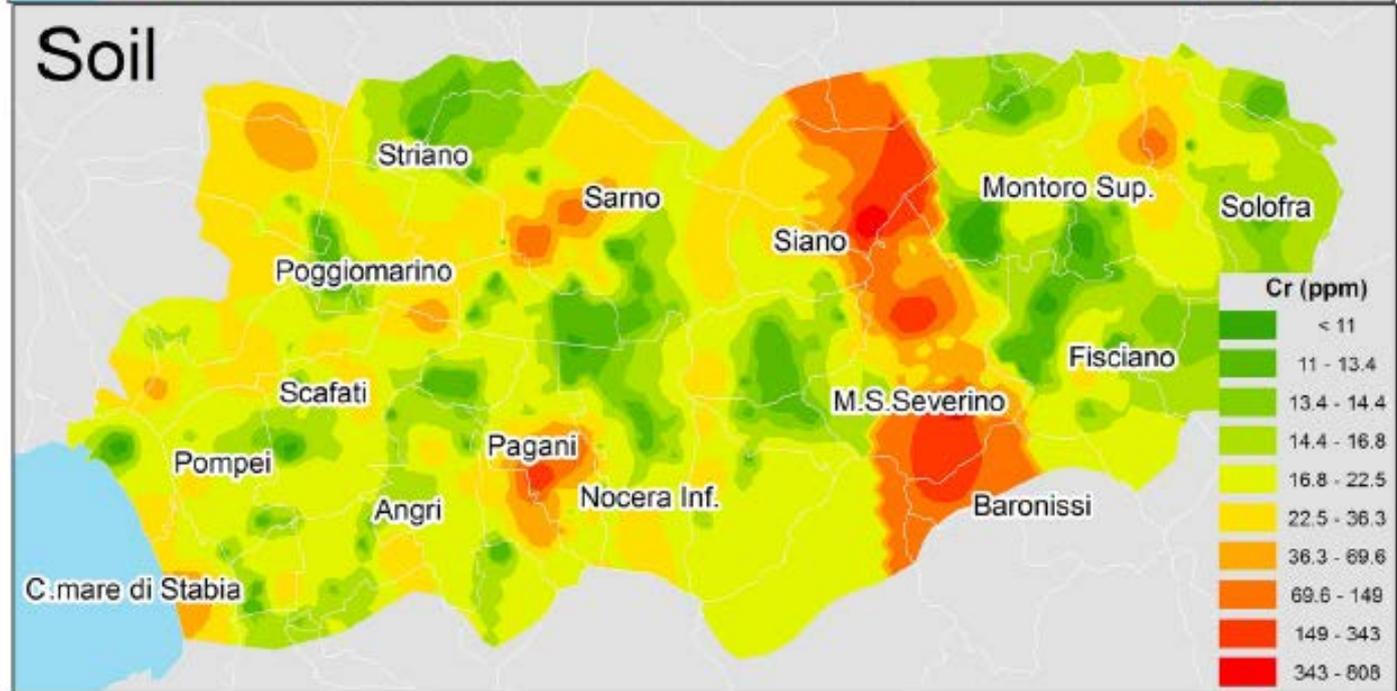
	Isotope ratios	Minimum	Maximum	Median
Hair ( <i>N</i> = 66)	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.0548	0.0619	0.0554
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.8524	0.8741	0.8610
	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2.0894	2.1185	2.1002
Topsoil ( <i>N</i> = 33)	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.0540	0.0587	0.0555
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.8429	0.8990	0.8589
	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2.0788	2.1482	2.0999
Groundwater ( <i>N</i> = 7)	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.0549	0.0561	0.0552
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.8587	0.8661	0.8639
	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2.0957	2.1098	2.1040
Stream water ( <i>N</i> = 14)	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.0541	0.0552	0.0546
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.8451	0.8607	0.8546
	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2.0831	2.1033	2.0957
Lettuce ( <i>N</i> = 21)	$^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.0536	0.0567	0.0543
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0.8407	0.8615	0.8520
	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2.0770	2.1031	2.0945

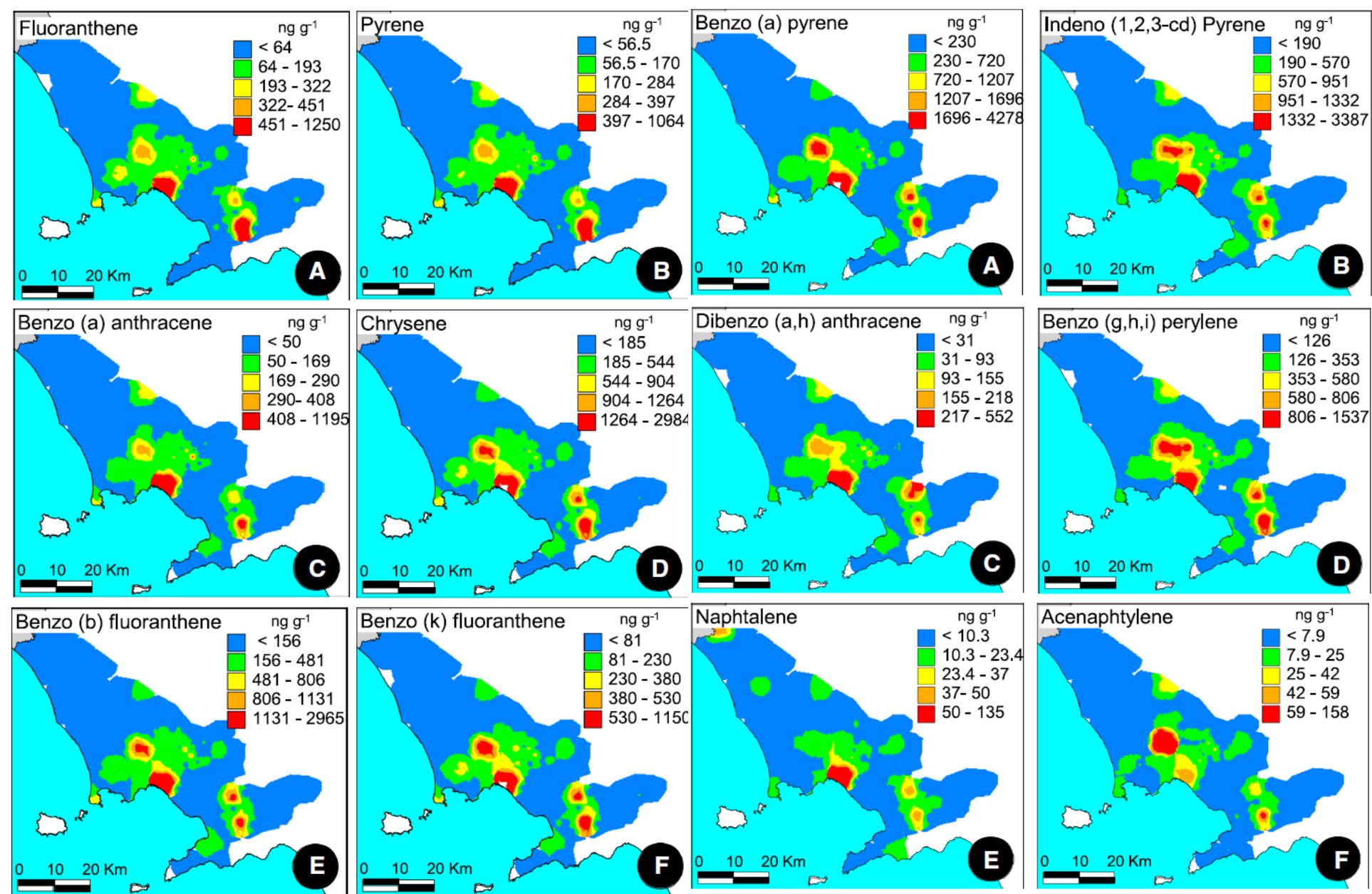


# Hair

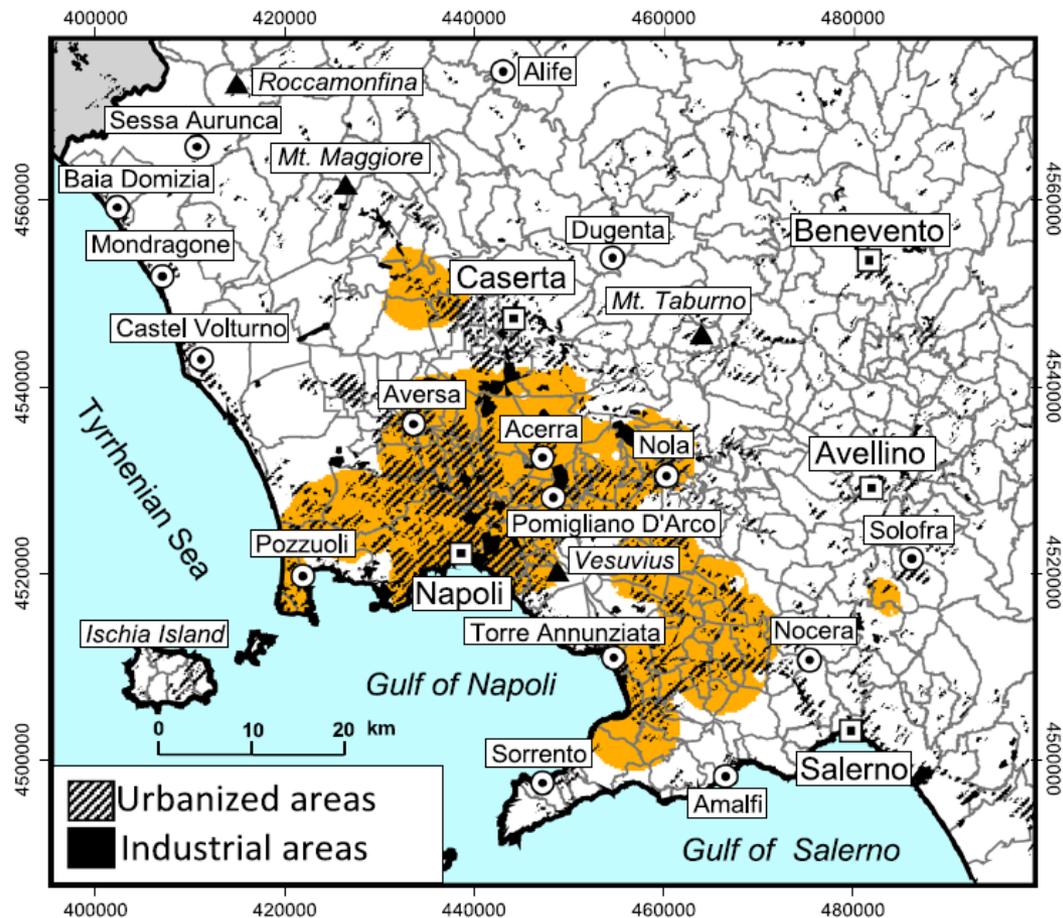
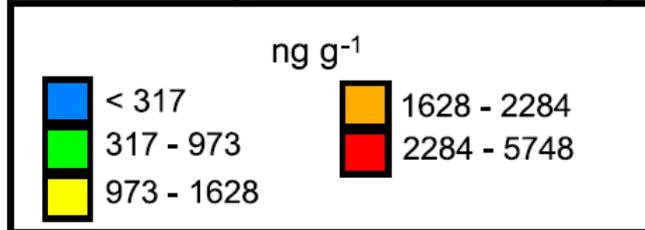
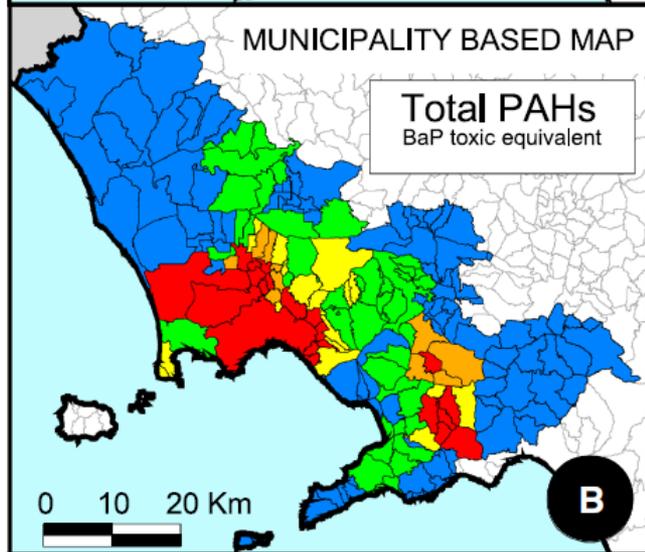
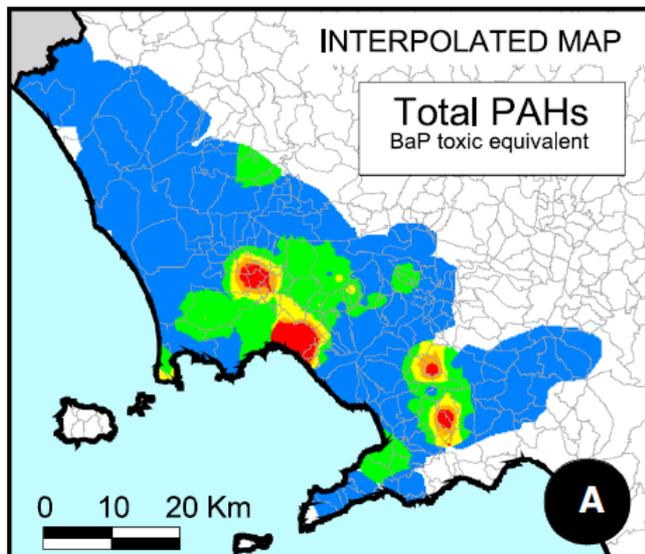


# Soil



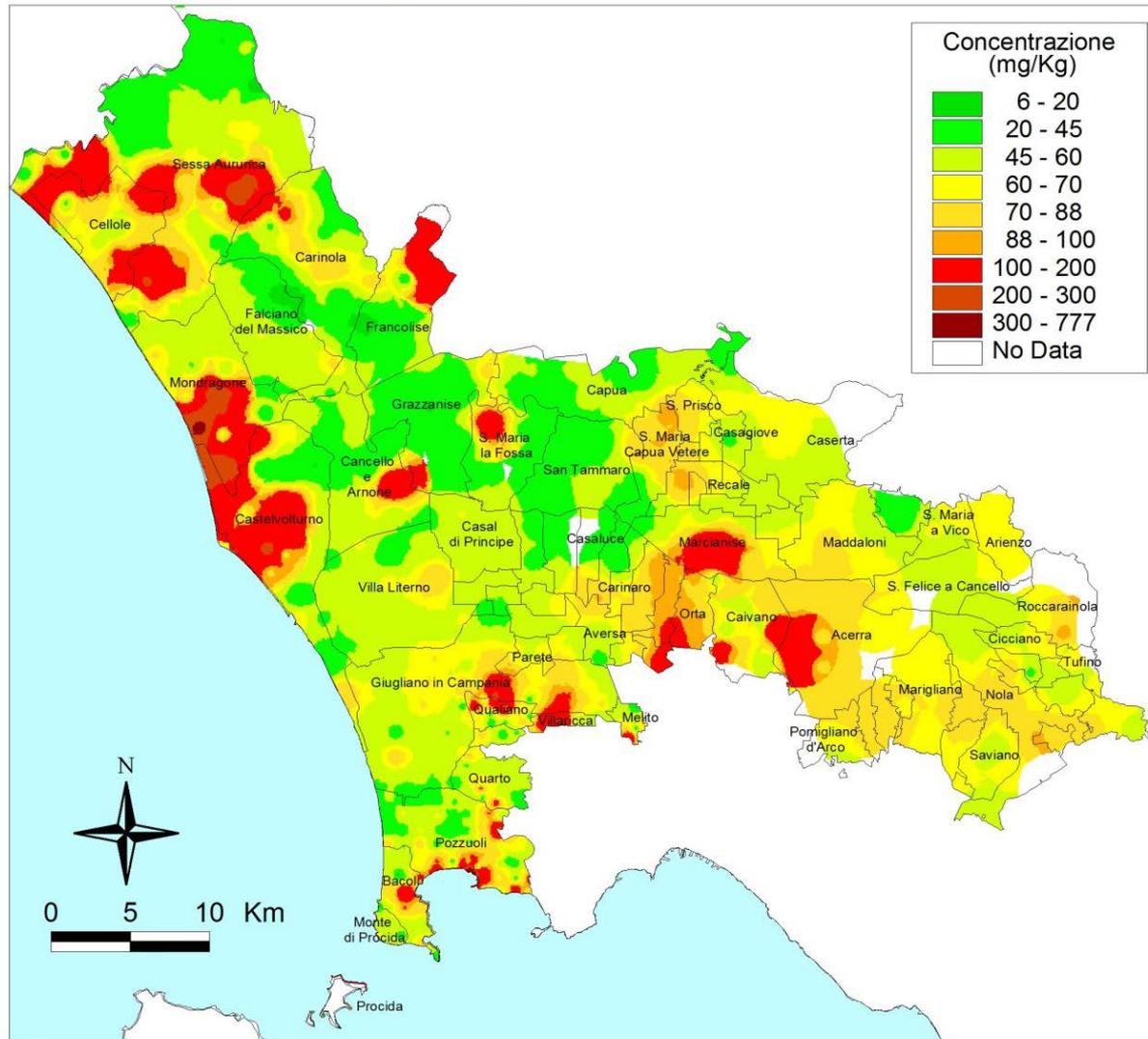


Albanese et al.

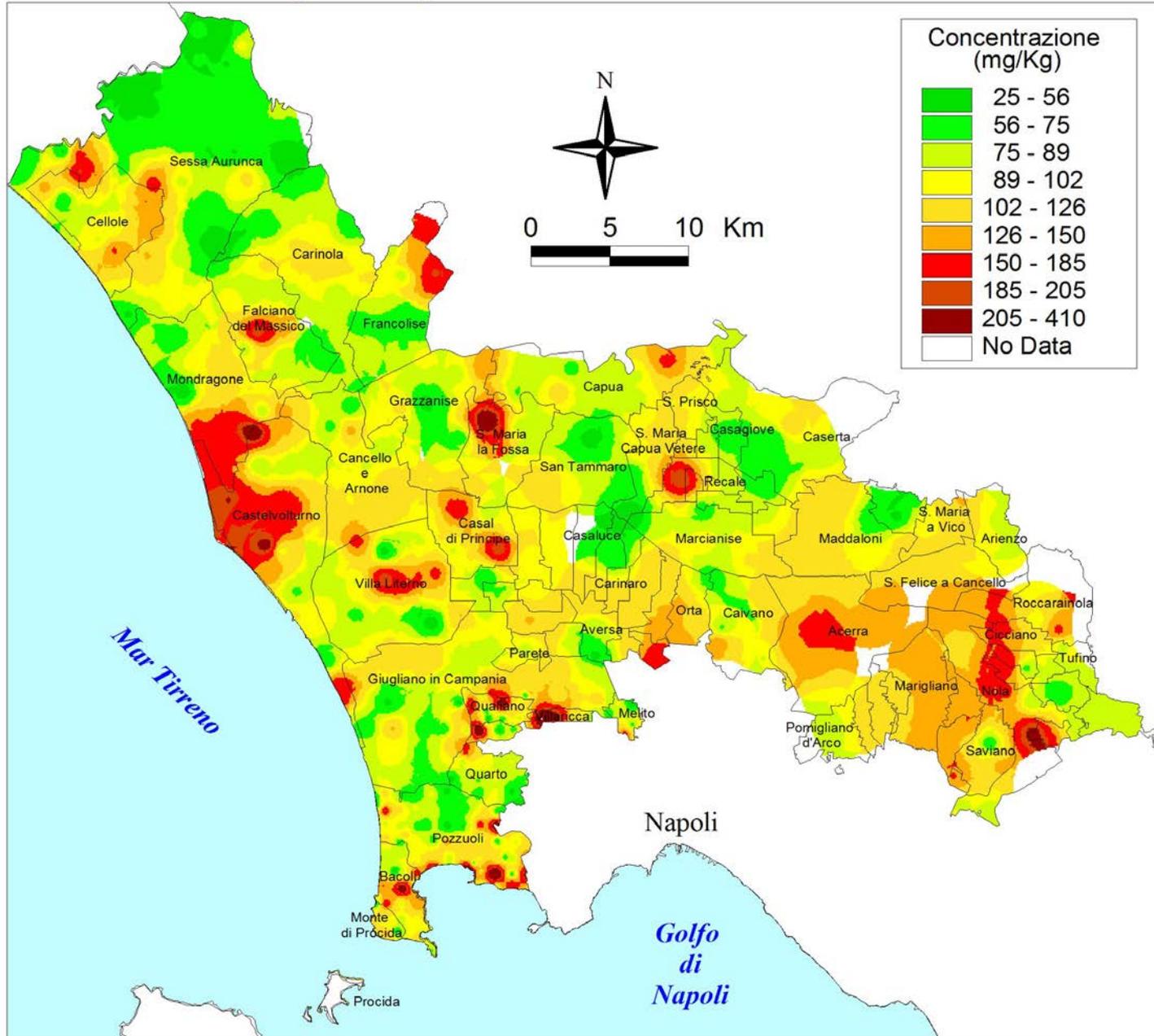


# S.I.N. (Sito di Interesse Nazionale) LITORALE DOMIZIO-FLEGREO E AGRO AVERSANO

## Piombo (Pb)

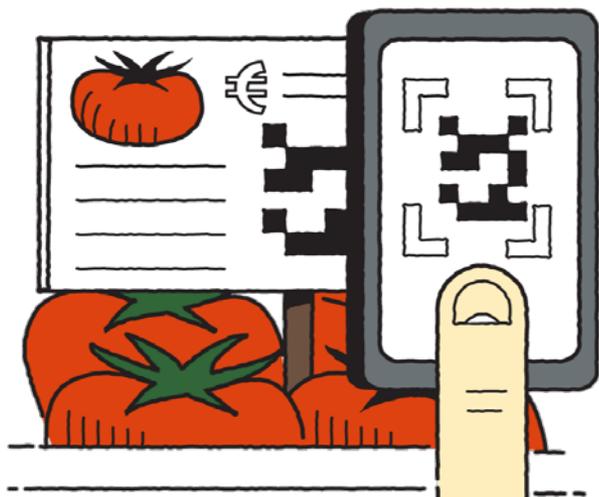


# Zinco (Zn)





# QRCode Campania trasparente



**OTTIENI LA CERTIFICAZIONE**  
**PARTECIPA AL BANDO**



<http://www.qrcodecampania.it/>

**Questi studi rivelano quanto sia complesso stabilire la relazione tra ambiente e salute viste le numerosi variabili in gioco.**

**Rilevano l'importanza di incrementare la ricerca in tale settore così da poter caratterizzare al meglio l'esposizione cronica ad un particolare fattore di rischio e identificare il tipo di effetto sull'uomo.**

**La stima del rischio rappresenta la base fondamentale per un azione preventiva.**

**GRAZIE**

