

è un progetto

labelab
WasteWaterEnergy Engineering

**Fare i conti
con l'ambiente**

Rifiuti acqua energia

**>Rave
nna
2013**
25/26/27
settembre

6^aEDIZIONE



Chimica delle acque italiane ad uso potabile: identificazione di anomalie e possibili effetti sulla salute

B. De Vivo², P. Valera¹, S. Albanese², D. Cicchella³, E. Dinelli⁴, L. Giaccio³, A. Lima²

¹Dipartimento di Geoingegneria e Tecnologie Ambientali, Università di Cagliari, Via Marengo 3, Cagliari

²Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Napoli Federico II, Via Mezzocannone 8, Napoli

³Dipartimento di Studi Geologici ed Ambientali, Università del Sannio, Via dei Mulini 59/A, Benevento

⁴Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Bologna, UOS di Ravenna, Via Sant'Alberto 163

IL PUNTO DI PARTENZA...

Il contenuto minerale delle acque naturali dipende essenzialmente dalla loro origine idrogeologica; durante il percorso sotterraneo le acque si arricchiscono delle componenti minerali proprie delle rocce e delle strutture geologiche che attraversano.

Le acque superficiali e sotterranee rappresentano un veicolo molto importante di collegamento fra la geochimica delle rocce e dei suoli e la fisiologia umana.

IL PUNTO DI PARTENZA...

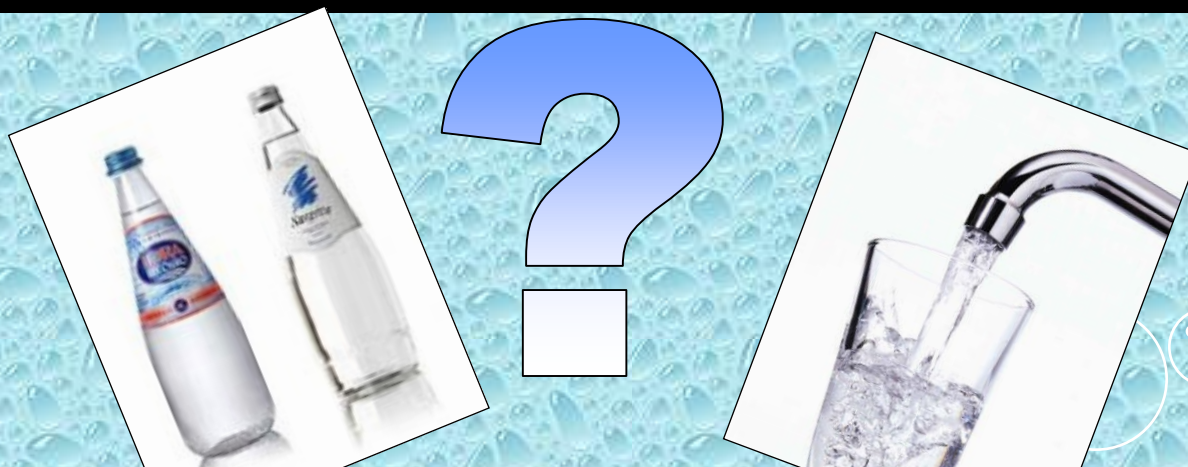
L'Italia è il maggior consumatore al mondo di acqua minerale.
Ogni anno ne entrano nelle nostre case 12 miliardi di litri, vale a dire circa 200 litri pro capite.

Un italiano su due beve esclusivamente acqua imbottigliata e la considera più pura dell'acqua del rubinetto.

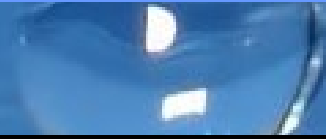
Ma davvero sappiamo che cosa beviamo?

E le acque minerali sono migliori dell'acqua distribuita dalla rete idrica?

Come si valuta la qualità e la potabilità delle acque che beviamo?



VARI TIPI DI ACQUA



La classificazione chimica delle acque si basa sulla concentrazione e sulla natura dei composti minerali in esse contenuti:

- **solfuree ($\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-$), solfatiche (SO_4^{2-})**
- **carboniche/bicarbonatiche ($\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$)**
- **clorurate o salse (Cl^-),**
- **bromiche (Br^-) e iodiche (I).**

Le acque minerali propriamente dette hanno una concentrazione minerale superiore a 1 g/L (calcolata sul residuo secco) mentre quelle oligominerali hanno una concentrazione non superiore a 200 mg/L.

ACQUA E SALUTE

Le acque minerali imbottigliate possono contenere, in modo del tutto naturale e senza alcun contributo antropico, elementi potenzialmente tossici per la salute:

«elementi in traccia»
non contemplati sulle etichette

La presenza di elementi in traccia nelle acque potabili, poi, è considerata **ININFLUENTE** sulla salute umana malgrado studi clinici e farmacologici ne hanno documentato gli effetti

ACQUA E SALUTE

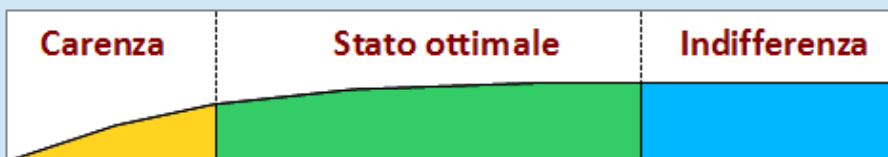
Macronutrienti, Micronutrienti essenziali e metalli non essenziali

Incremento dell'assimilazione



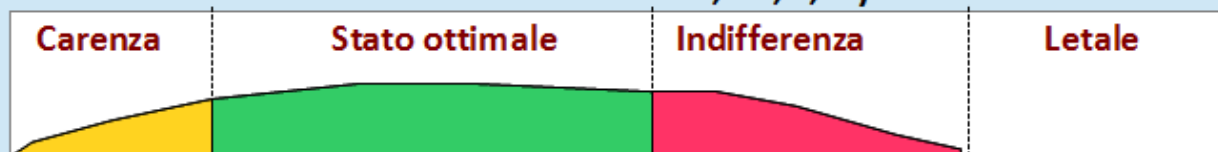
MACRONUTRIENTI

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



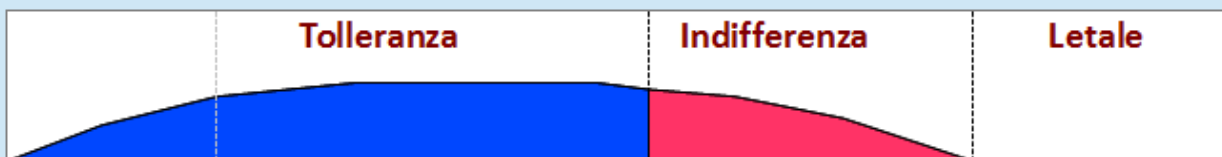
MICRONUTRIENTI ESSENZIALI

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



ELEMENTI NON ESSENZIALI

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



Le normative italiane ed europee in materia di acque minerali sono diverse dalle leggi relative alle acque potabili destinate al consumo umano.

ANALISI CHIMICA E CHIMICO FISICA eseguita da
Agenzia Regionale prevenzione e ambiente dell'Emilia Romagna
Sezione Provinciale di Piacenza

Residuo fisso a 180°C	g/l	0,388
Conducibilità specifica a 20° C	µS/cm	608
pH alla sorgente		7,7
Anidride carbonica alla sorgente	mg/l	15,5

SOSTANZE DISCIOLTE IN UN LITRO DI ACQUA:

Jone	mg/l	
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	361
Calcio	Ca ⁺⁺	89,1
Magnesio	Mg ⁺⁺	26,5
Sodio	Na ⁺	13,9
Solfato	SO ₄ ⁼⁼	35,9
Cloruro	Cl ⁻	14,3
Nitrato	NO ₃ ⁻	12,5
Potassio	K ⁺	2,3

Piacenza, 6 luglio 2004

AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITÀ CERTIFICATO UNI EN ISO 9001:2000.

DECRETO MIN. DELLA SANITÀ N° 2064 DEL 18/08/1980



ACQUA E SALUTE

Concentrazioni limite per acque minerali e acque destinate al consumo umano

	DM 29/12/2003 (Italia) Acque minerali	D.L. 31/2001 (Italia) Acque destinate al consumo umano	Direttiva UE 2003/40/EC Acque minerali	Direttiva UE 1998/83/EC Acque destinate al consumo umano	EPA (Stati Uniti) Valori guida	Valori guida OMS
Ec (µS/cm)	-	2500 (g.v.)	-	2500 (g.v.)	-	-
pH	-	≥ 6,5 - ≤ 9,5 (g.v.)	-	≥ 6,5 - ≤ 9,5 (g.v.)	≥ 6,5 - ≤ 8,5	-
Alluminio (µg/L)	-	200 (g.v.)	-	200 (g.v.)	-	200
Ammonio (mg/L)	-	0,5 (g.v.)	-	0,5 (g.v.)	-	-
Antimonio (µg/L)	5	5	5	5	6	20
Arsenico (µg/L)	10	10	10	10	10	10
Bario (µg/L)	1000	-	1000	-	2000	700
Berillio (µg/L)	-	-	-	-	4	-
Boro (µg/L)	5000	1000	-	1000	-	500
Cadmio (µg/L)	3	5	3	5	5	3
Cloruri (mg/L)	-	250 (g.v.)	-	250 (g.v.)	-	250
Cromo (µg/L)	50	50	50	50	100	50
Ferro (µg/L)	-	200 (g.v.)	-	200 (g.v.)	200	-
Fluoruri (mg/L)	5 (1,5*)	1,5	5	1,5	4	1,5
Fosforo (mg/L)	-	-	-	5	-	-
Piombo (µg/L)	10	10	10	10	15	10
Manganese (µg/L)	500	50 (g.v.)	500	50 (g.v.)	-	400
Mercurio (µg/L)	1	1	1	1	2	6
Molibdeno (µg/L)	-	-	-	-	-	70
Nickel (µg/L)	20	-	20	20	-	70
Nitrati (mg/L)	45 (10*)	50	50	50	10	50
Nitriti (mg/L)	0,02	0,5	0,1	0,5	1	3
Rame (µg/L)	1000	1000	1000	2000	1300	2000
Selenio (µg/L)	10	10	10	10	50	10
Sodio (mg/L)	-	200 (g.v.)	-	200 (g.v.)	-	200
Solfati (mg/L)	-	250 (g.v.)	-	250 (g.v.)	-	500
Tallio (µg/L)	-	-	-	-	0,5 / 2	-
Uranio (µg/L)	-	-	-	-	30	15
Vanadio (µg/L)	-	50	-	-	-	-
Zinco (µg/L)	-	-	-	-	-	3000

(*) Limite di legge per le acque destinate al consumo da parte dei neonati; (g.v.) valori guida

ACQUE POTABILI – DEROGHE REGIONALI

- Campania

F (2.5 mg/L invece di 1.5 mg/L)

- Lazio

As (50 µg/L invece di 10 µg/L),

F (2.5 mg/L invece di 1.5 mg/L)

Se (20 µg/L invece di 10 µg/L)

V (160 µg/L invece di 50 µg/L);

- Lombardia e Trentino-Alto Adige

As (50 µg/L invece di 10 µg/L)

- Piemonte

As (50 µg/L invece di 10 µg/L)

Ni (50 µg/L invece di 20 µg/L)

- Sardegna

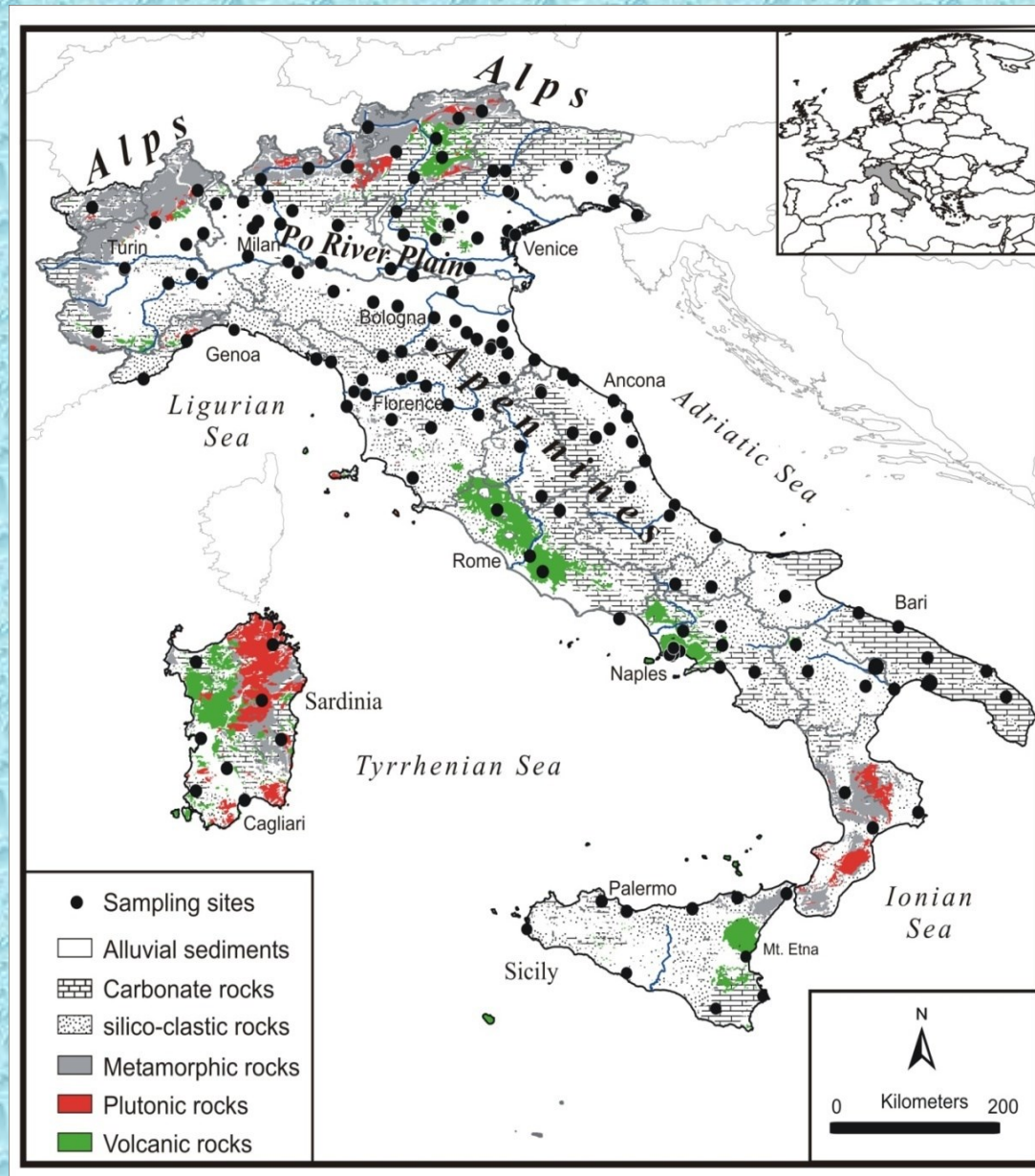
V (160 µg/L invece di 50 µg/L)

- Toscana

B (3 mg/L invece di 1 mg/L),

As (50 µg/L invece di 10 µg/L).

Non più valide dal 2012



SCOPO DELLA RICERCA

- **Determinare le concentrazioni di elementi in traccia nelle acque minerali imbottigliate e nelle acque degli acquedotti italiani.**
- **Invitare il Parlamento europeo a considerare le acque minerali alla stregua di quelle potabili, visto il cospicuo consumo, e sottoporle quindi alla stessa regolamentazione e agli stessi controlli**
- **Fornire dati utili alla realizzazione di studi epidemiologici per stabilire le relazioni causa-effetto e valutazioni tossicologiche per la determinazione dei valori soglia**

ACQUE MINERALI

186 bottiglie di acque minerali di 158 differenti marche

ABRUZZO

Fonte Primavera
Santa Croce

BASILICATA

Felicia
Gaudianello
Leggera
Lilia
Sveva
Toka
Vivien

CALABRIA

Calabria
Certosa
Fabrizia
Fontedoro
Fontenoce
Futura
Limpida
Mangiatorella
Serricella
Sorgente dell'Amore
Vita Sana

CAMPANIA

Acetosella
Don Carlo
Ferrarelle
Fiordacqua
Fonte Ofelia
Lete
Prata
Santagata
Santo Stefano

EMILIA-ROMAGNA

Cerelia
Fonte Chiara
Fonte Lieta - Conad
Fonte Vela
Fonte Ventasso
Fonti San Fermo
Galvanina
Monte Cimone - COOP

FRIULI VENEZIA GIULIA

Dolomia
Goccia di Carnia
Paradiso
Pocenia

LAZIO

Acqua di Nepi
Claudia
Cottorella
Egeria

LIGURIA

Fonte Santa Vittoria
Santa Clara

LOMBARDIA

Allegra
Balda
Bernina
Boario
Bracca
Coop-sorgente
Grigna
Fonte Tavina
Frisia

Marche

Gaverina
Leonardo-Primaluna
Alisea
Levissima
Luna
Maniva
Neve
Pineta-Sorgente
Sales

Pureland-Naturale/
Primula
San Francesco
San Pellegrino
Santa Corina

Sant'Antonio
Stella Alpina
Vaia
Vitasnella

MARCHE

Casteldelci
Elisa
Frasassi
Gaia
Nerea
Tinnea

MOLISE

Molisia
Sepinia

PIEMONTE

Alpe Guizza
Alpi Cozie
Alte Vette
Cime Bianche
Crodo Lisiel
Fonte delle Alpi

Piemonte

Fonte Gaudenziana
Lauretana
Lurisia
Martina
Monte Rosa
San Bernardo
Sant'Anna di Vinadio
Sparea
Stella del Monviso
Valmora

SARDEGNA

Acqua Light
Boschetta
Candida
Eleonora
Federica
Funte Fria
Levia
Montes
Pura
Quercetta
Rocce Sarde
S. Giorgio
S. Leonardo
S'Abba
Siete Fuentes
Smeraldina
Tamara

SICILIA

Cavagrande
Fontalba
Gerasia

Toscana

S. Rosalia
Santa Maria

TRENTINO-ALTO ADIGE

Kaiserwasser
Lavaredo
Meraner Mineralwasser

Pejo

Plose

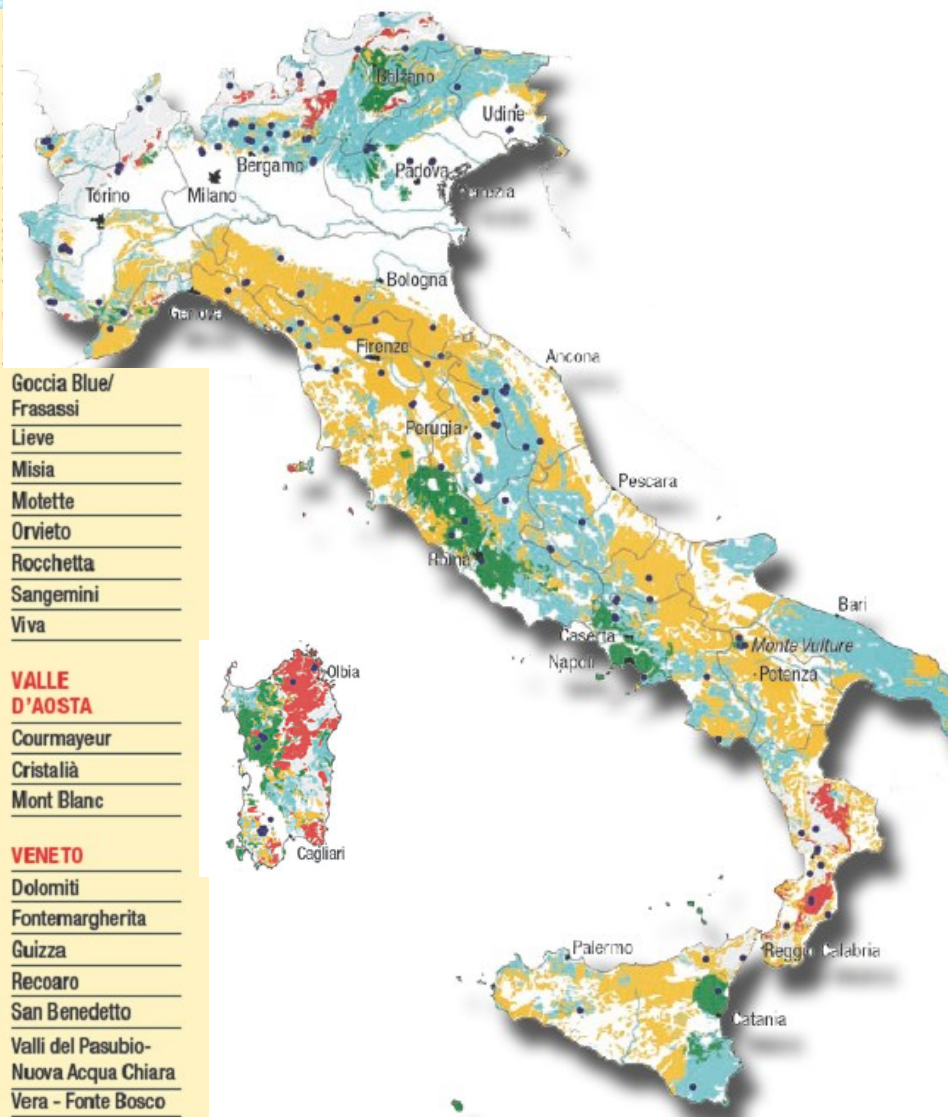
San Zaccaria

TOSCANA

Acqua Silva
Cintoia
Fonte Azzurrina
Fonte de' Medici
Fonte Napoleone
Fonteviva
Goccia Viva
Monteverde
Panna
Santafiora
Sorgente Tesorino
Uliveto
Verna

UMBRIA

Acqua Fabia
Acqua Fabiaviva
Angelica
Conad - sorgente
Flaminia
Fonte Aura



ACQUE DI RUBINETTO

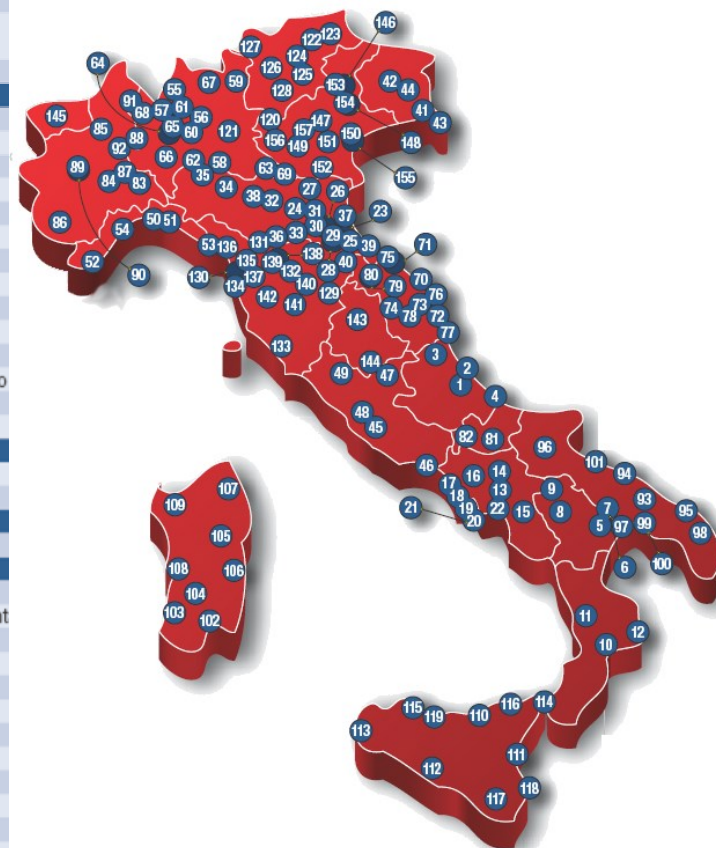
157 campioni di acqua di acquedotto sono stati raccolti dai rubinetti delle maggiori città e dei 117 capoluogo di provincia italiani.

Abruzzo	
1	Chieti
2	Pescara
3	Teramo
4	Vasto
Basilicata	
5	Macchia Ferrandina
6	Matera
7	Matera
8	Potenza
9	Rionero in Vulture
Calabria	
10	Catanzaro
11	Cosenza
12	Crotone
Campania	
13	Avellino
14	Benevento
15	Campagna
16	Caserta
17	Napoli
18	Napoli, Bagnoli
19	Napoli, Chiaiano
20	Napoli, Poggioreale
21	Napoli, via Belsito
22	Salemò
Emilia-Romagna	
23	Bastia
24	Bologna
25	Cesena
26	Faenza
27	Ferrara
28	Forlì-Cesena
29	Forlì-Cesena
30	Imola
31	Medicina
32	Modena
33	Monghidoro
34	Noceto
35	Piacenza
36	Porretta Terme
37	Ravenna
38	Reggio Emilia
39	Rimini
40	Sant'Agata Feltria

Friuli Venezia Giulia	
41	Monfalcone
42	Pordenone
43	Trieste
44	Udine
Lazio	
45	Albano Laziale
46	Gaeta
47	Rieti
48	Roma
49	Viterbo
Liguria	
50	Genova
51	Genova
52	Imperia
53	La Spezia
54	Savona
Lombardia	
55	Bellano
56	Bergamo
121	Brescia
57	Como
58	Cremona
59	Edoia
60	Fara Gera d'Adda
61	Lecco
62	Lodi
63	Mantova
64	Milano
65	Monza e della Brianza
66	Pavia
67	Sondrio
68	Varese
69	Villa Poma
Marche	
70	Ancona
71	Fano
72	Fermo
73	Macerata
74	Matelica
75	Pesaro
76	Porto Recanati
77	San Benedetto del Tronto
78	Tolentino
79	Urbino
80	Urbino

Molise	
81	Campobasso
82	Isernia
Piemonte	
83	Alessandria
84	Asti
85	Biella
86	Cuneo
87	Fubine
88	Novara
89	Torino Porta Nuova
90	Torino, via Valperga Caluso
91	Verbania
92	Vercelli
Puglia	
93	Alberobello
94	Bari
95	Brindisi
96	Foggia
97	Ginosa
98	Lecce
99	Taranto
100	Taranto
101	Trani
Sardegna	
102	Cagliari
103	Carbonia-Iglesias
104	Medio Campidano
105	Nuoro
106	Ogliastra
107	Olbia-Tempio
108	Oristano
109	Sassari
Sicilia	
110	Caronia
111	Catania
112	Favara
113	Marsala
114	Messina
115	Palermo
116	Patti
117	Ragusa
118	Siracusa
119	Trabia

Trentino-Alto Adige	
120	Ala
122	Bressanone
123	Brunico
124	Cardano
125	Cavalese
126	Malè
127	Prato allo Stelvio
128	Trento
Toscana	
129	Arezzo
130	Cascina
131	Cutigliano
132	Firenze
133	Grosseto
134	Livorno
135	Lucca
136	Massa-Carrara
137	Pisa
138	Prato
139	Quarrata
140	S. Giovanni Valdarno
141	Siena
142	Volterra
Umbria	
143	Perugia
144	Terni
Valle d'Aosta	
145	Aosta
Veneto	
146	Belluno
147	Carmignano di Brenta
148	Conegliano
149	Lonigo
150	Mestre
151	Padova
152	Rovigo
153	Sospirolo
154	Treviso
155	Venezia
156	Verona
157	Vicenza



ANALISI

Sono stati misurati, presso il Servizio Geologico Tedesco (BGR, Berlino):

pH

Conducibilità elettrica (EC)

Concentrazioni di 69 elementi chimici/ioni

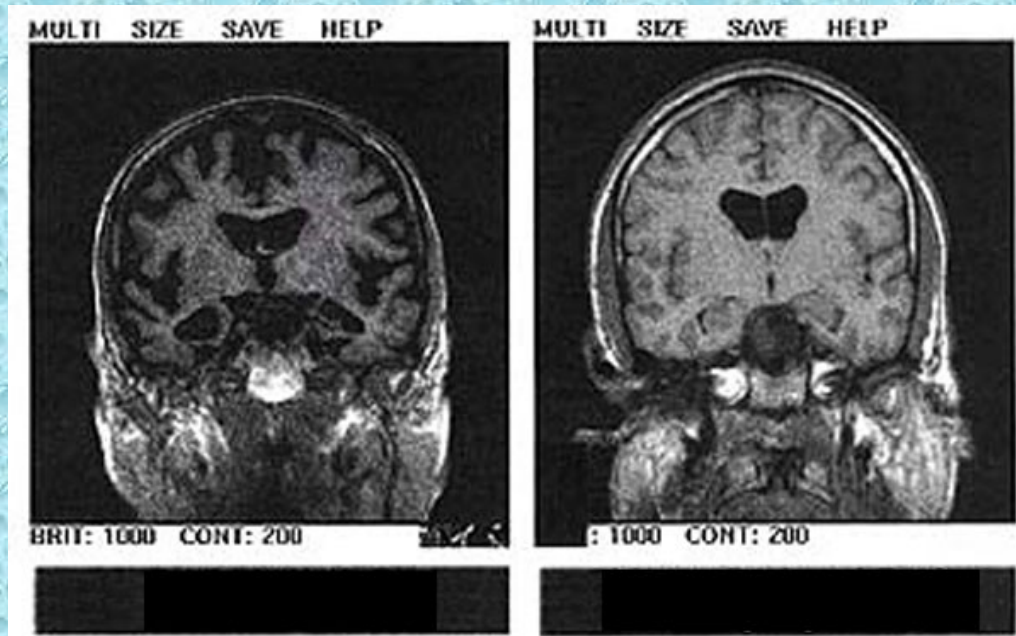


METODI E LIMITI DI RILEVABILITA'

Parametro	Unità di misura	Metodo analitico	Limite di rilevabilità strumentale	Parametro	Unità di misura	Metodo analitico	Limite di rilevabilità strumentale
pH	-	potentiometric	-	Nd	µg/L	ICP-QMS	0.0002
EC	µS/cm	conductometric	-	Ni	µg/L	ICP-QMS	0.01
Ag	µg/L	ICP-QMS	0.001	Pb	µg/L	ICP-QMS	0.002
Al	µg/L	ICP-QMS	0.3	Pr	µg/L	ICP-QMS	0.00005
As	µg/L	ICP-QMS	0.01	Rb	µg/L	ICP-QMS	0.001
B	µg/L	ICP-QMS	0.1	Sb	µg/L	ICP-QMS	0.002
Ba	mg/L	ICP-OES	0.001	Sc	µg/L	ICP-QMS	0.01
Be	µg/L	ICP-QMS	0.001	Se	µg/L	ICP-QMS	0.01
Bi	µg/L	ICP-QMS	0.0005	Sm	µg/L	ICP-QMS	0.0002
Ca	mg/L	ICP-OES	0.01	Sn	µg/L	ICP-QMS	0.001
Cd	µg/L	ICP-QMS	0.001	Sr	mg/L	ICP-OES	0.001
Ce	µg/L	ICP-QMS	0.0005	Ta	µg/L	ICP-QMS	0.001
Co	µg/L	ICP-QMS	0.002	Tb	µg/L	ICP-QMS	0.00005
Cr	µg/L	ICP-QMS	0.03	Te	µg/L	ICP-QMS	0.005
Cs	µg/L	ICP-QMS	0.001	Th	µg/L	ICP-QMS	0.0001
Cu	µg/L	ICP-QMS	0.01	Ti	µg/L	ICP-QMS	0.01
Dy	µg/L	ICP-QMS	0.0001	Tl	µg/L	ICP-QMS	0.0005
Er	µg/L	ICP-QMS	0.0001	Tm	µg/L	ICP-QMS	0.00005
Eu	µg/L	ICP-QMS	0.0001	U	µg/L	ICP-QMS	0.0005
Fe	µg/L	ICP-QMS	0.1	V	µg/L	ICP-QMS	0.01
Ga	µg/L	ICP-QMS	0.0005	W	µg/L	ICP-QMS	0.002
Gd	µg/L	ICP-QMS	0.0002	Y	µg/L	ICP-QMS	0.0005
Ge	µg/L	ICP-QMS	0.005	Yb	µg/L	ICP-QMS	0.0002
Hf	µg/L	ICP-QMS	0.0005	Zn	µg/L	ICP-QMS	0.05
Hg	ng/L	AFS	5.00	Zr	µg/L	ICP-QMS	0.001
Ho	µg/L	ICP-QMS	0.0001	Br ⁻	mg/L	IC	0.003
I	µg/L	ICP-QMS	0.2	HCO ₃ ⁻	mg/L	titration	2
K	mg/L	ICP-OES	0.1	Cl ⁻	mg/L	IC	0.01
La	µg/L	ICP-QMS	0.0005	F ⁻	mg/L	IC	0.003
Li	µg/L	ICP-QMS	0.1	NH ₄ ⁺	mg/L	photometric	0.005
Lu	µg/L	ICP-QMS	0.00005	NO ₂ ⁻	mg/L	IC	0.005
Mg	mg/L	ICP-OES	0.01	NO ₃ ⁻	mg/L	IC	0.01
Mn	mg/L	ICP-OES	0.001	PO ₄ ³⁻	mg/L	ICP-OES	0.02
Mo	µg/L	ICP-QMS	0.001	SO ₄ ²⁻	mg/L	IC	0.01
Na	mg/L	ICP-OES	0.1	SiO ₂	mg/L	ICP-OES	0.05
Nb	µg/L	ICP-QMS	0.001				

La **spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente**, indicata con **ICP-MS** (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*) è una tecnica analitica basata sull'utilizzo della spettrometria di massa abbinata al plasma accoppiato induttivamente. È una tecnica molto sensibile e in grado di determinare diverse sostanze inorganiche metalliche e non-metalliche presenti in concentrazioni inferiori a una parte per miliardo.

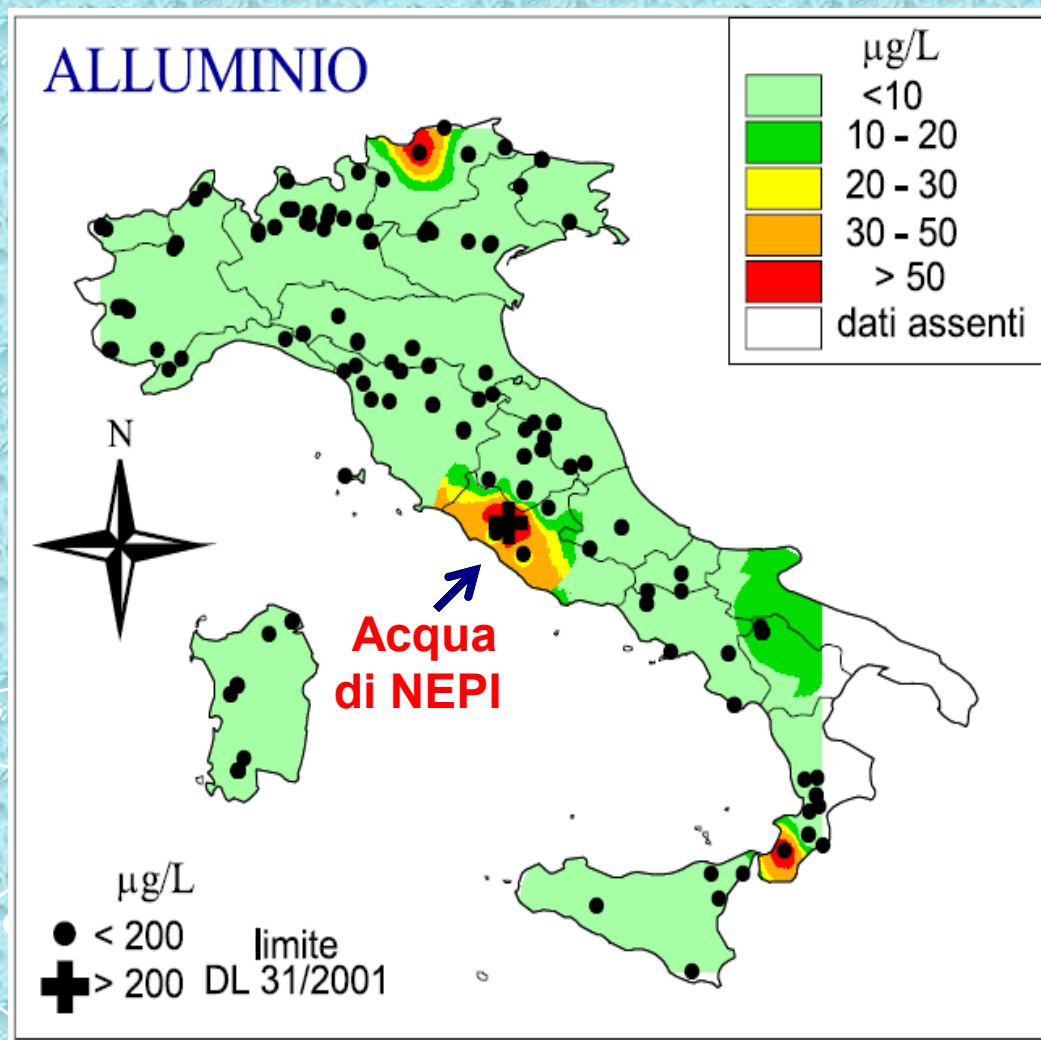
ALLUMINIO - Al



Tra tutte le demenze quella di Alzheimer è la più comune l'80-85% di tutti i casi di demenza. In Italia ne soffrono circa 800 mila persone, nel mondo 26,6 milioni con una netta prevalenza di donne.

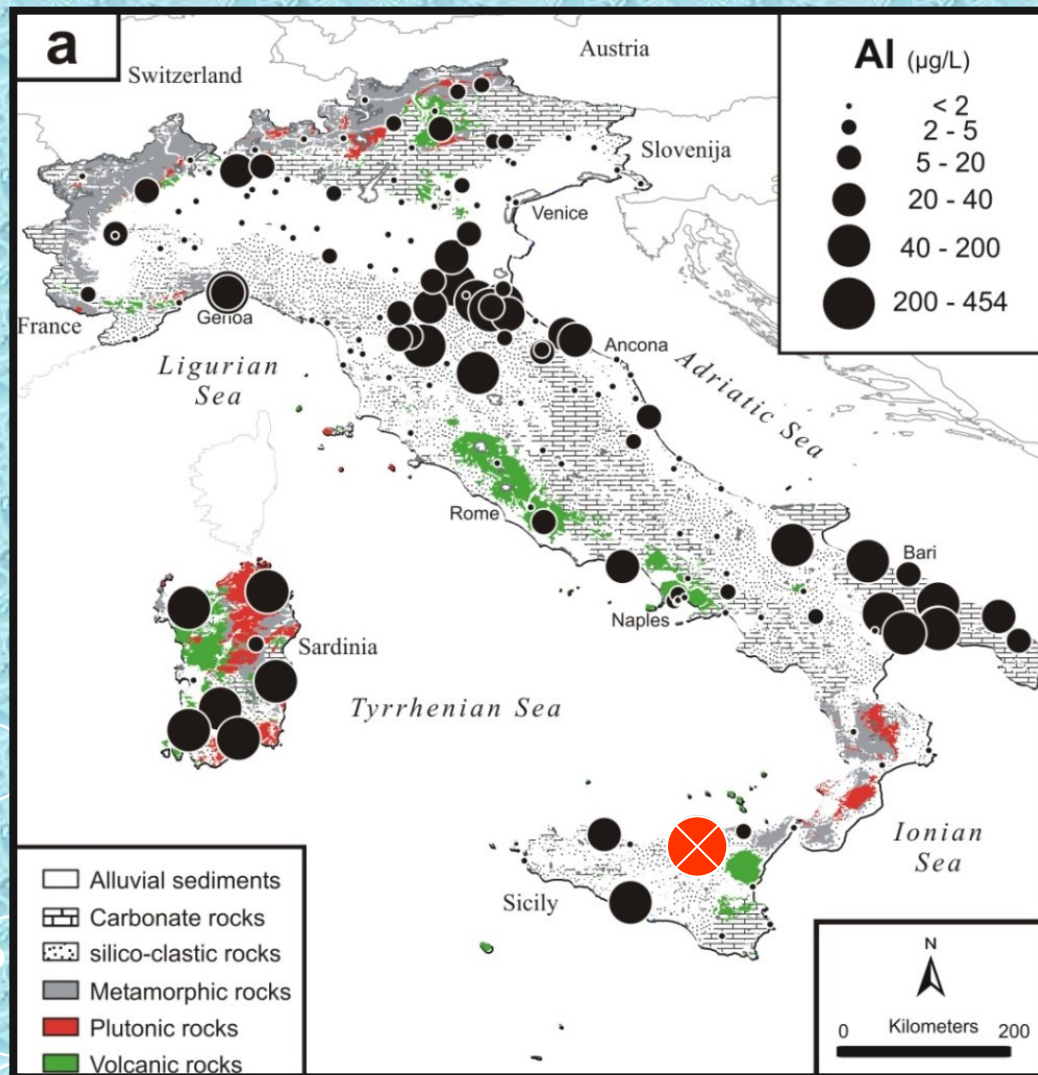
L'Alluminio rappresenta un fattore di rischio sia per l'insorgenza che per la progressione del Morbo di Alzheimer. Il morbo di Alzheimer, è una demenza degenerativa invalidante ad esordio prevalentemente senile. La malattia di Alzheimer è oggi definita come un «processo degenerativo che distrugge progressivamente le cellule cerebrali, rendendo a poco a poco l'individuo che ne è affetto incapace di una vita normale».

ALLUMINIO (Acque minerali)



L'OMS, nelle linee guida, stabilisce un valore pari a **200 µg/L**. L'Al rappresenta uno degli elementi per il quale le legislazioni italiane ed europee stabiliscono una soglia per quanto riguarda le acque potabili (**200 µg/L**), ma non per le acque minerali imbottigliate.

ALLUMINIO (Acque di rubinetto)

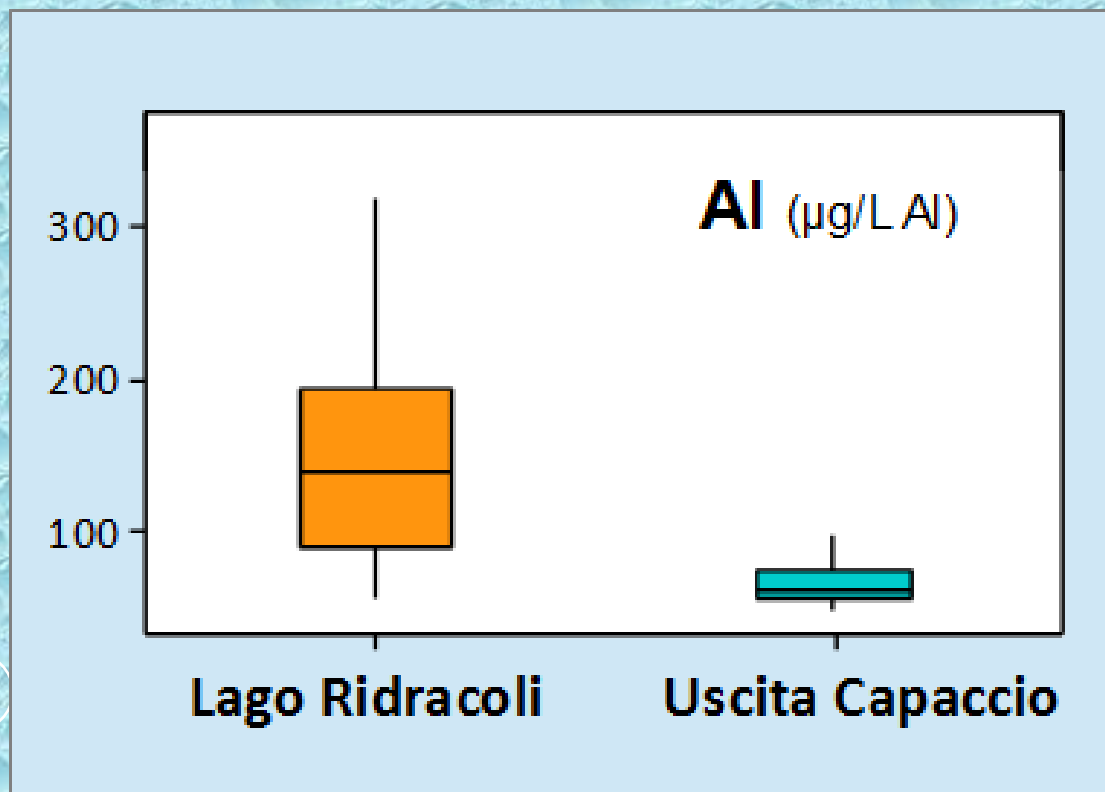


La fonte principale è l'erosione delle aluminosilicati primari (feldspati, plagioclasio, miche), ma è spesso concentrato in minerali secondari quali argille e caolinite ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$).

Caronia (ME)	454
Valore guida OMS	200
Sassari	199
Medio Campidano (VS)	137
Olbia-Tempio (OT)	102
Foggia	87,7

Solfati di alluminio sono aggiunti durante i processi di potabilizzazione, ma vengono rimossi in fasi successive tramite coagulazione e filtrazione

ALLUMINIO (Acque di rubinetto)



Per le acque potabili della Romagna alimentate dall'invaso di Ridracoli i valori sono in linea con quanto immesso in rete dopo il trattamento a Capaccio

Al (µg/L Al)	
Forlì	: 42 µg/L
Faenza	: 55 µg/L
Bastia	: 53 µg/L

ARSENICO - As

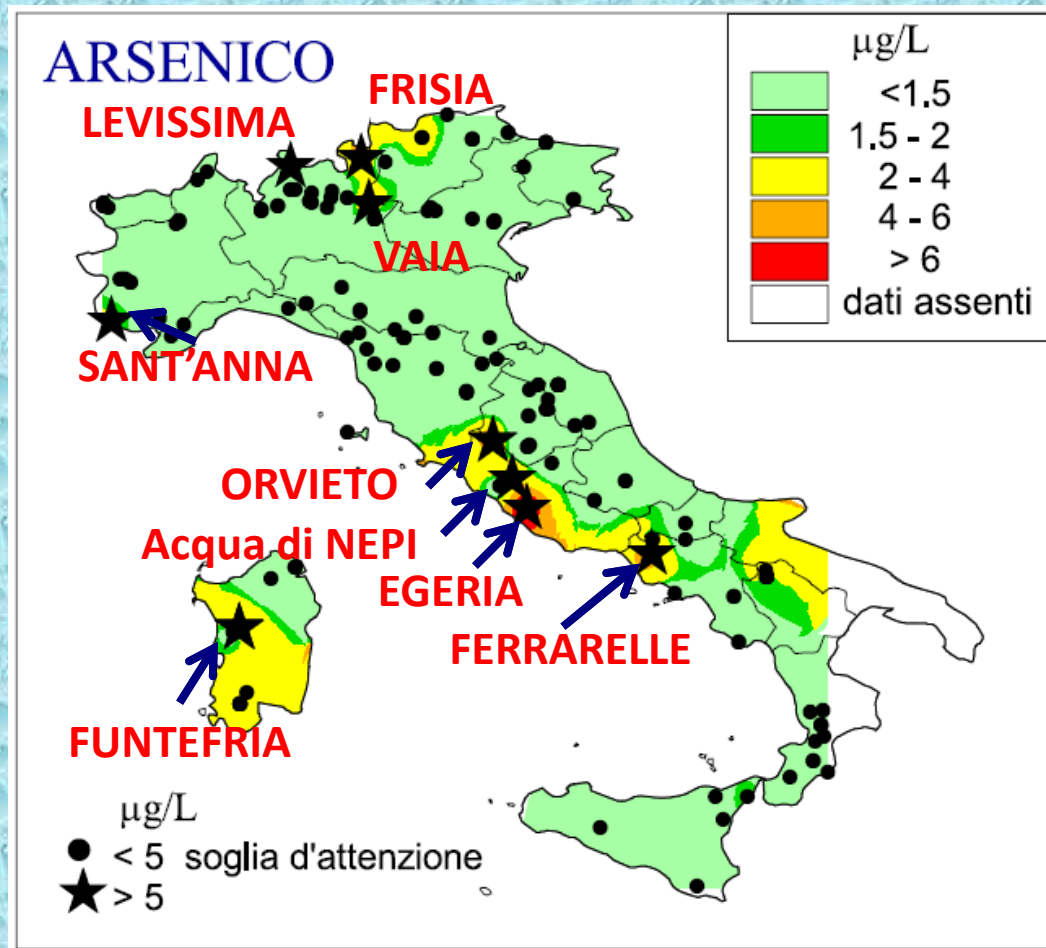
Numerosi studi epidemiologici hanno esaminato il rischio di cancro associato all'ingestione di As attraverso l'acqua potabile.

L'International Programme on Chemical Safety (IPCS, 2001) ha concluso che **l'assunzione a lungo termine di As, attraverso il consumo di acqua potabile, è strettamente legato al rischio di cancro della pelle, dei polmone, della vescica e del rene, e all'insorgenza di altre malattie della pelle, quali ipercheratosi e alterazioni della pigmentazione.**

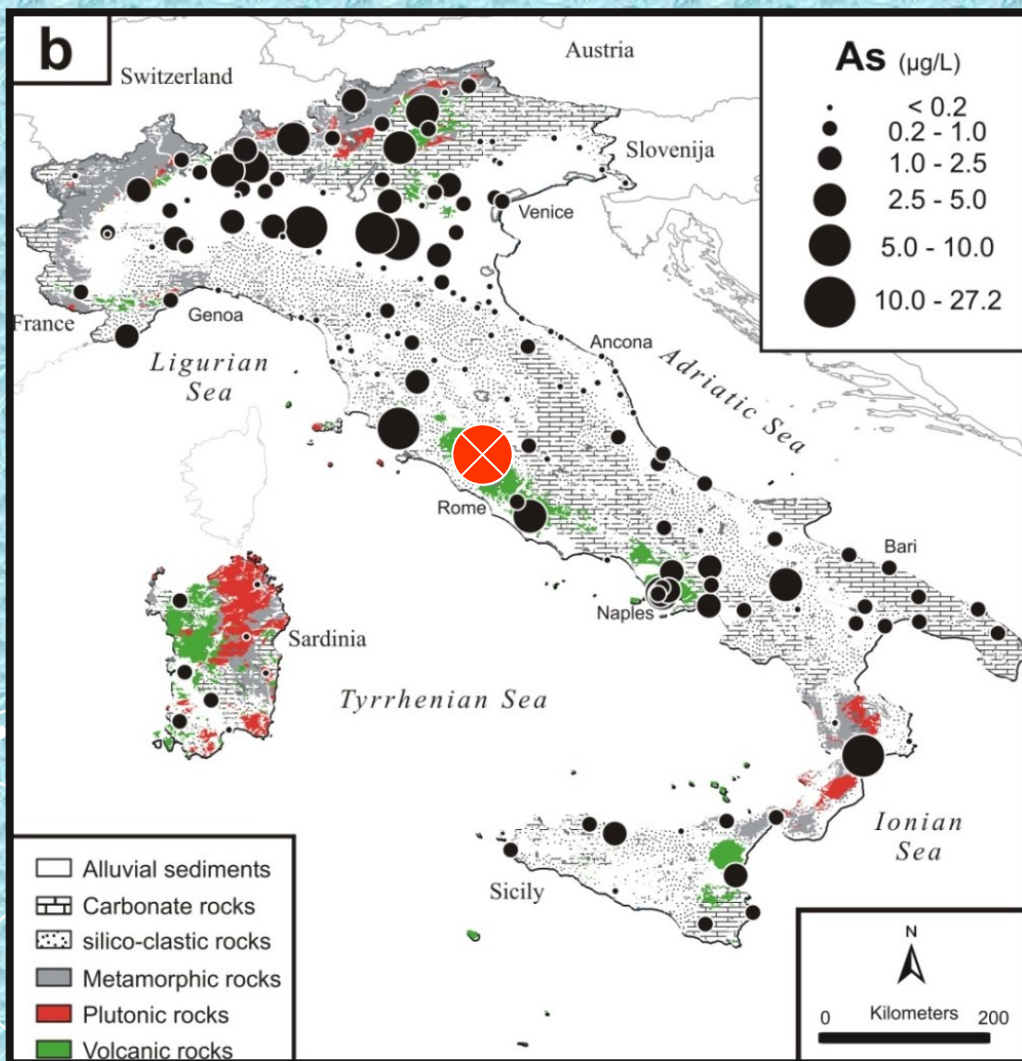
ARSENICO (Acque minerali)

Nessuna delle acque minerali analizzate supera il **valore limite di 10 µg/L**, 9 marche hanno una concentrazione di As che supera i **5 µg/L**; dovrebbero essere costantemente monitorate, considerato che a livello internazionale si sta discutendo di abbassare il valore limite proprio a **5 µg/L**.

I valori di As più alti si riscontrano in campioni la cui sorgente è ubicata in aree vulcaniche (nord del Lazio e in Campania).



ARSENICO (Acque di rubinetto)



La più alta concentrazione si verifica in corrispondenza della provincia comagmatica romana e nelle aree idrotermali della Toscana meridionale. Anche le alte concentrazioni nella zona di Napoli possono essere legate all'interazione con rocce vulcaniche arricchite in As.

Viterbo	27,2
Limite D.L. 31/2001	10
Grosseto	7,32
Catanzaro	7,31
Villa Poma (MN)	7,29
Mantova	5,51

BERILLIO - Be

Un consumo regolare di acque ricche di Be, potrebbe causare lesioni intestinali.

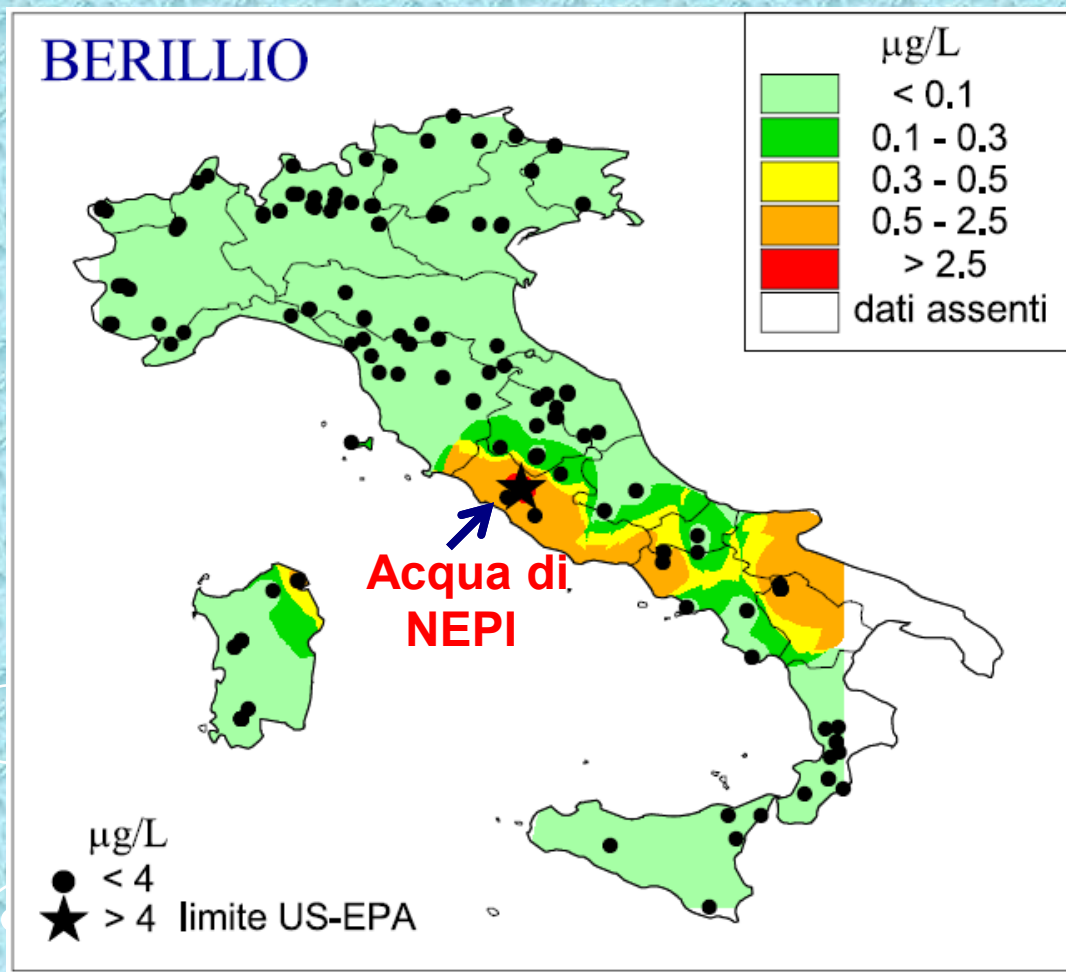
Il Be è uno degli elementi più tossici della tavola periodica; può mimare il comportamento chimico del magnesio (Mg), e sostituirlo in alcuni enzimi chiave, alterandone la funzione.

E' classificato dall'EPA tra gli elementi cancerogeni di **classe A** ossia **cancerogeno per l'uomo**.

Per queste ragioni risulta necessario stabilire una soglia per il Be nelle acque destinate al consumo umano.

La legislazione ambientale italiana (D.L. 152/2006), richiede l'intervento di bonifica di una falda acquifera se la concentrazione di Be nei campioni di acque sotterranee supera i **4 µg/L**, anche se tali acque non sono destinate al consumo umano.

BERILLIO (Acque minerali)



Tutte le acque minerali analizzate hanno un contenuto di Be molto inferiore al valore guida.

Altre acque minerali con un contenuto di Be mediamente più alto (tra **0,5 e 4 µg/L**), provengono da sorgenti ubicate nelle aree vulcaniche comprese tra il Lazio e il Vulture.

Berillio: Acqua di Nepi

BORO - B

Il Boro è un elemento piuttosto comune in acqua di mare (5 ppm) che viene molto concentrato in alghe e organismi marini (molluschi).

Esperimenti condotti su animali da laboratorio (ratti, topi e cani), esposti a breve e lungo termine ad acido borico e borace per via orale, hanno portato alla formazione di lesioni testicolari, a dimostrazione che l'apparato riproduttivo maschile è un consistente bersaglio per le sostanze tossiche.

Sembra esistere un legame tra quantità di boro presente nei suoli e nelle acque con l'incidenza di artrite tra la popolazione.

Composti a base di boro (acido borico e borace ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)) sono utilizzati a scopo terapeutico e la capacità di assorbire neutroni del boro è utilizzata nel trattamento di tumori del cervello

Il valore delle linee guida dell'OMS per il B, è di **500 $\mu\text{g/L}$** , mentre il limite massimo stabilito dalla legislazione italiana ed europea è di **1000 $\mu\text{g/L}$** .

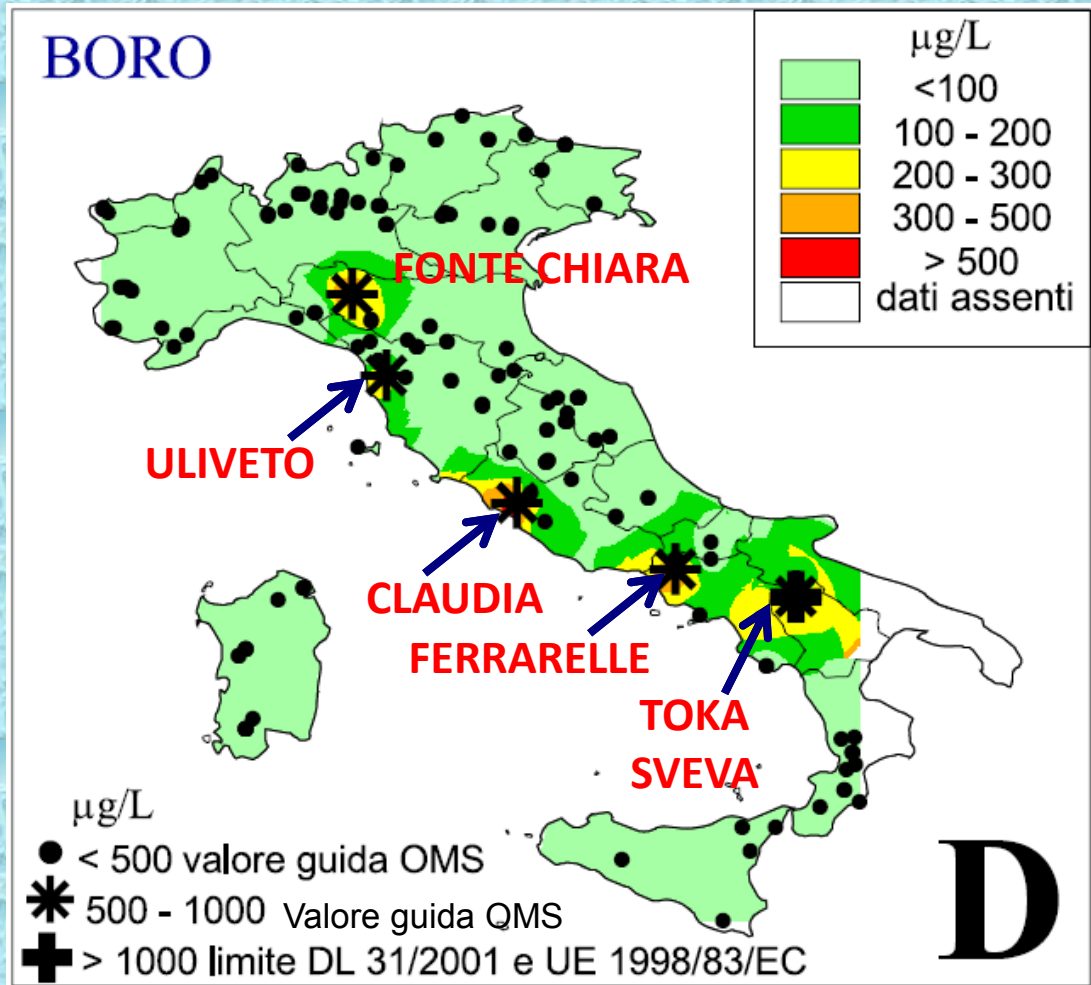
La legge italiana stabilisce anche un valore limite di **5000 $\mu\text{g/L}$** per l'acqua minerale imbottigliata.

BORO (Acque minerali)

Il valore di concentrazione più alto (**1170 $\mu\text{g/L}$**), insieme a valori anomali di Ec (3020 $\mu\text{S/cm}$) e pH (6.25), è stato misurato in un campione la cui sorgente è localizzata nel **sud Italia, nell'area vulcanica del Monte Vulture**.

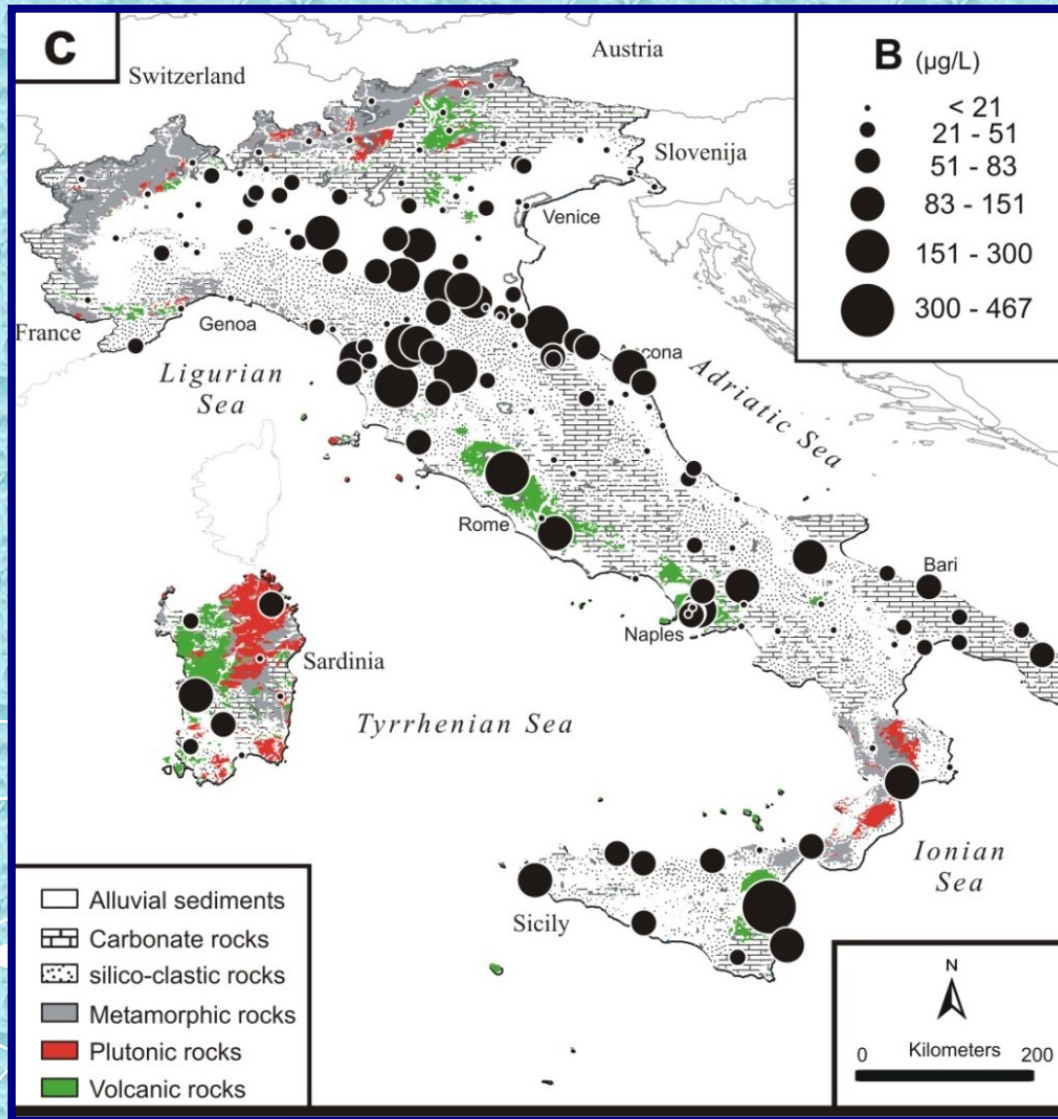
Questo valore supera sia il valore guida stabilito dall'OMS che il limite stabilito dalle legislazioni italiana ed europea per le acque potabili.

Altri 4 campioni, con sorgenti lungo la fascia tirrenica, mostrano una concentrazione di B maggiore di quella stabilita dall'OMS.



Boro: Fontechiara, Uliveto, Claudia, Ferrarelle, Toka, Sveva

BORO (Acque di rubinetto)



Associato ai processi di interazione acqua/roccia nella zona vulcanica etnea ed alla circolazione idrotermale dell'area toscana. In Emilia Romagna il B può associarsi alla presenza di evaporiti.

Nessun campione di acqua di rubinetto supera il valore limite indicato dalla legge italiana (1000 mg/L).

IODIO - I

Lo iodio è un elemento relativamente comune in ambiente, con concentrazioni medie di 60 ppb in acqua di mare e 5 ppb in acque dolci. L'elemento può essere concentrati in alcuni tipi di rocce fini ricche in materia organica. Raggiunge il 0.45% in peso secco di alghe brune.

L'elemento è presente in acqua o come I^- o come IO_3^- (iodato)

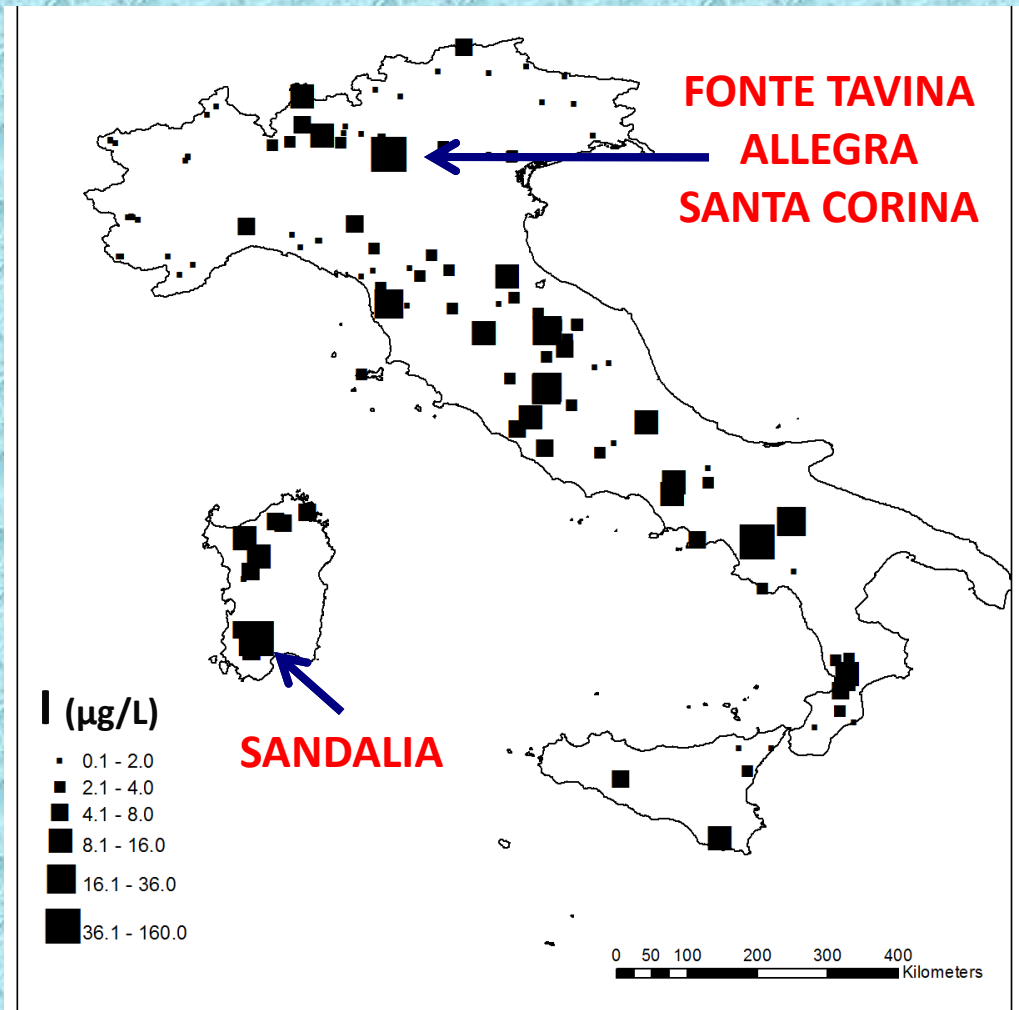
Origine naturale da pioggia o interazione con rocce ricche nell'elemento, sorgenti non naturali legate soprattutto ad applicazioni in medicina di composti a base di iodio, i più diffusi per la disinfezione di ferite o per il trattamento di malattie della tiroide. Altri usi riguardano vernici, fotografia e batterie.

L'elemento non è tra quelli più pericolosi anche se il suo isotopo radioattivo ^{131}I (tempo di dimezzamento 8 giorni) può causare problemi se si viene esposti per lungo tempo.

Lo iodio è coinvolto nei processi di produzione di **ormoni nella tiroide** che contiene la maggior parte dei 10-15 mg presenti nel corpo umano. 150-200 μg /giorno rappresentano il fabbisogno giornaliero. L'utilizzo di sale iodato è la fonte principale, ma anche il pesce può contenere alte concentrazioni di I. Composti a base di iodio possono essere aggiunti all'acqua a scopo disinfestante.

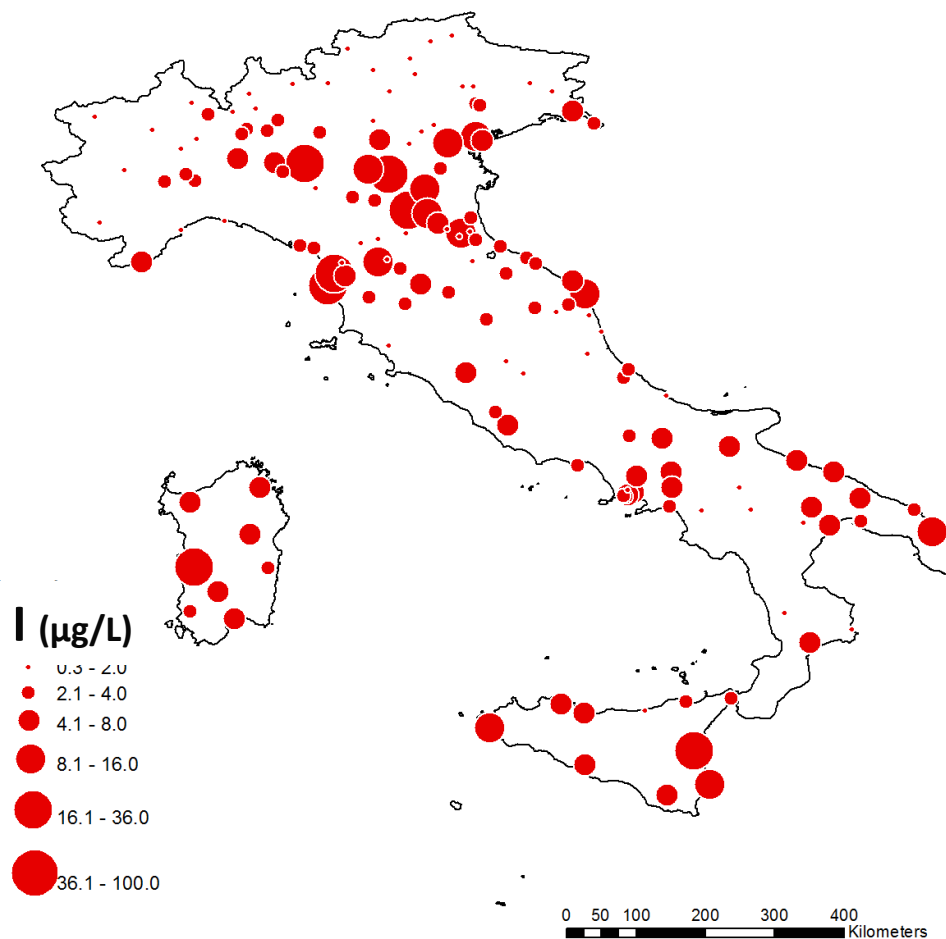
IODIO (Acque minerali)

Lo iodio raggiunge la concentrazione massima di 160 µg/L in Lombardia e registra valori elevati anche in altre imbottigliate della stessa zona. Questi valori sono molto bassi rispetto al massimo di 4060 µg/L osservati in una acque della Slovacchia. In generale acque commercializzate in Europa orientale mostrano elevate concentrazioni. Le acque italiane più concentrate possono essere utilizzate come integratori alimentari per l'elemento.



iodio: Fonte Tavina, Allegra, Santa Corina

IODIO (Acque di rubinetto)



Lo iodio non presenta nelle acque potabili concentrazioni superiori a 30 µg/L I). Le concentrazioni maggiori si riscontrano in Pianura Padana, dove probabilmente vengono coinvolte acque di origine profonda nell'alimentazione degli acquedotti e nella zona costiera della Toscana

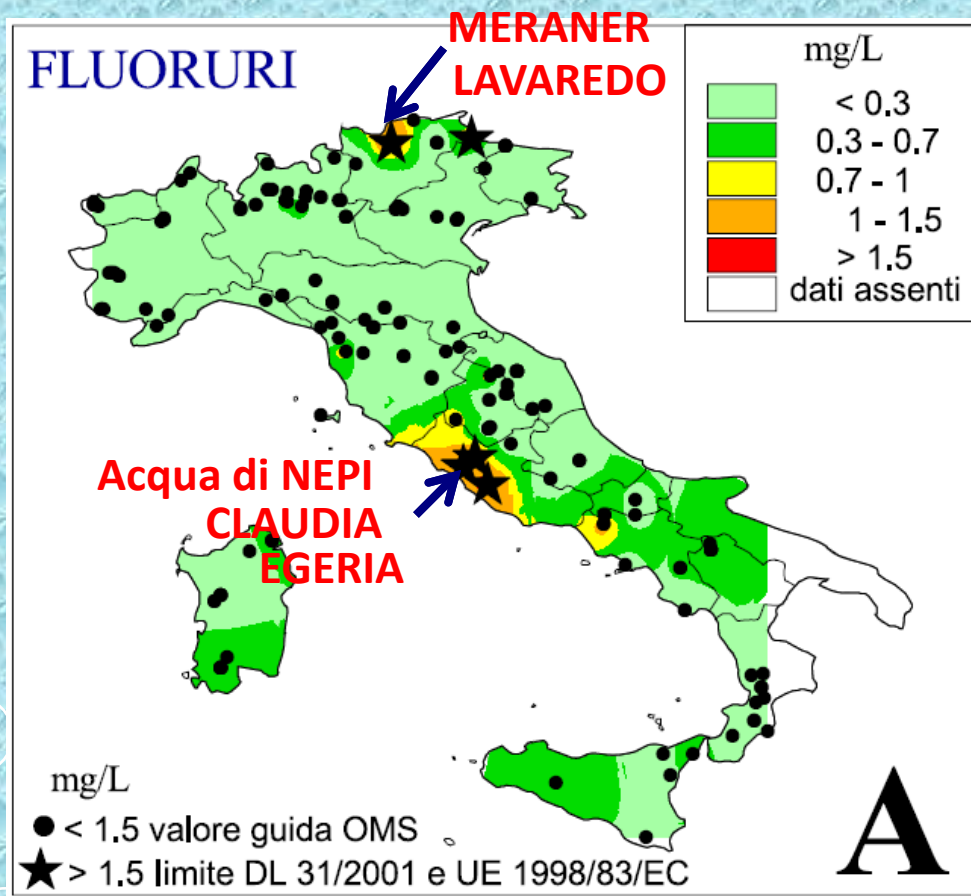
FLUORO - F

Il fluoro è un elemento relativamente comune nelle acque superficiali e sotterranee ed in acqua di mare. È il 13° elemento in ordine di abbondanza nella crosta terrestre.

È un elemento essenziale per il corretto sviluppo dello scheletro e dei denti, ma vi è evidenza epidemiologica che apporti giornalieri elevati aumentano il rischio di fluorosi dentale e progressivamente concentrazioni più elevate portano ad un aumento del rischio osteoporosi, danni permanenti allo scheletro ed al fegato.

I contenuti di F superano il valore stabilito dalle linee guida dell'OMS, nonché dalla legislazione italiana ed europea sulle acque potabili (1.5 mg/L) in 5 campioni.

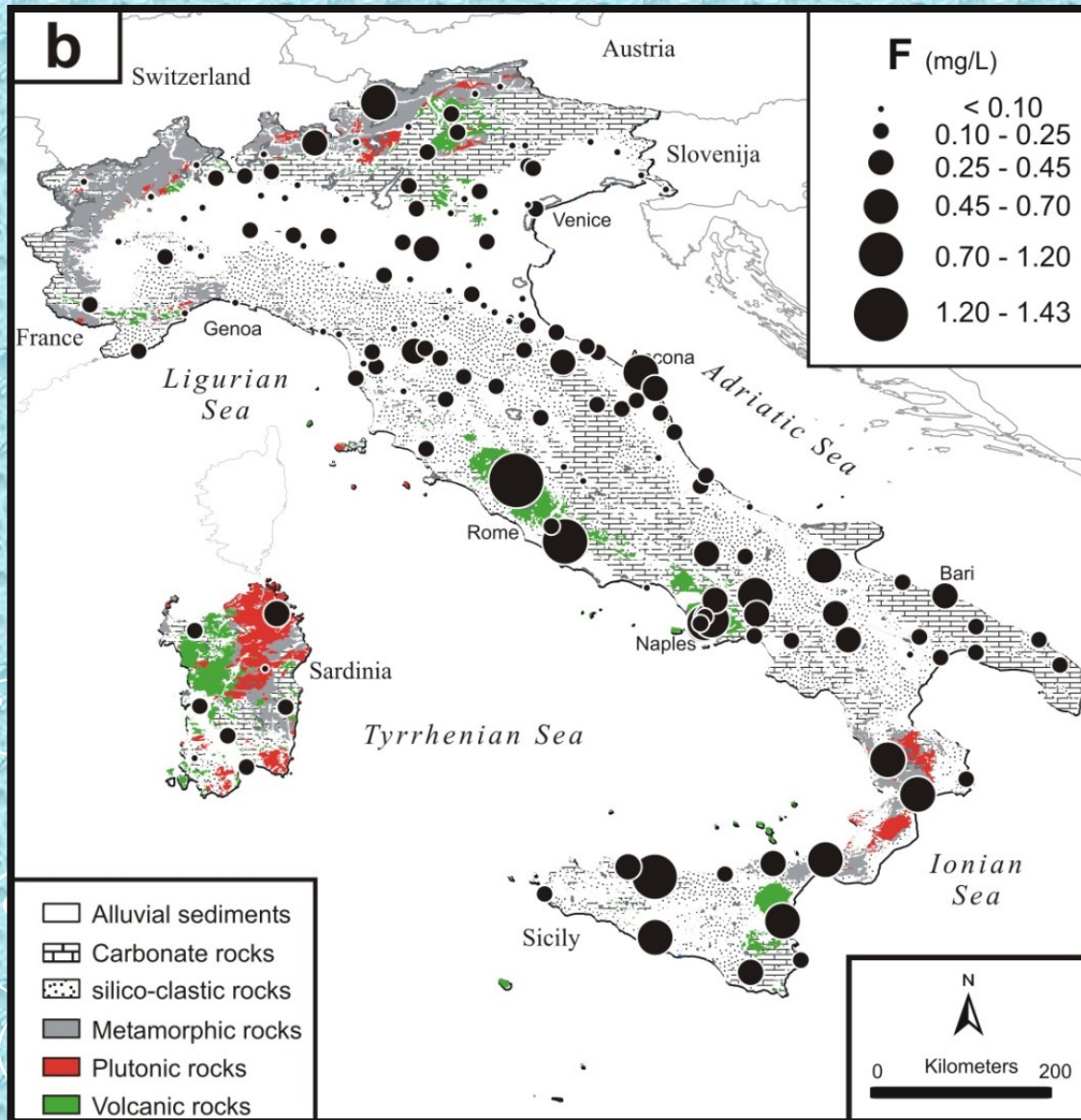
FLUORO (Acque minerali)



I contenuti più bassi sono tutti registrati nel nord Italia, ad eccezione di 2 acque minerali provenienti dal settore nord-est delle Alpi, dove dominano rocce metamorfiche quali micascisti, paragneiss e filladi. Le concentrazioni superiori a **1,5 mg/L** (5 campioni) sono associate a rocce vulcaniche alcaline che si riscontrano nell'Italia centrale e meridionale.

Fluoro: Meraner, Lavaredo, Acqua di Nepi, Claudia, Egeria

FLUORO (Acque di rubinetto)



Associato al vulcanismo dell'area Laziale e Campana. In genere presenta valori di concentrazioni più alti al Sud Italia.

In nessuna città italiana vengono superati i valori massimi di concentrazione, e che nella sola città di Viterbo è stata riscontrata una concentrazione vicina al valore soglia.

LITIO - Li

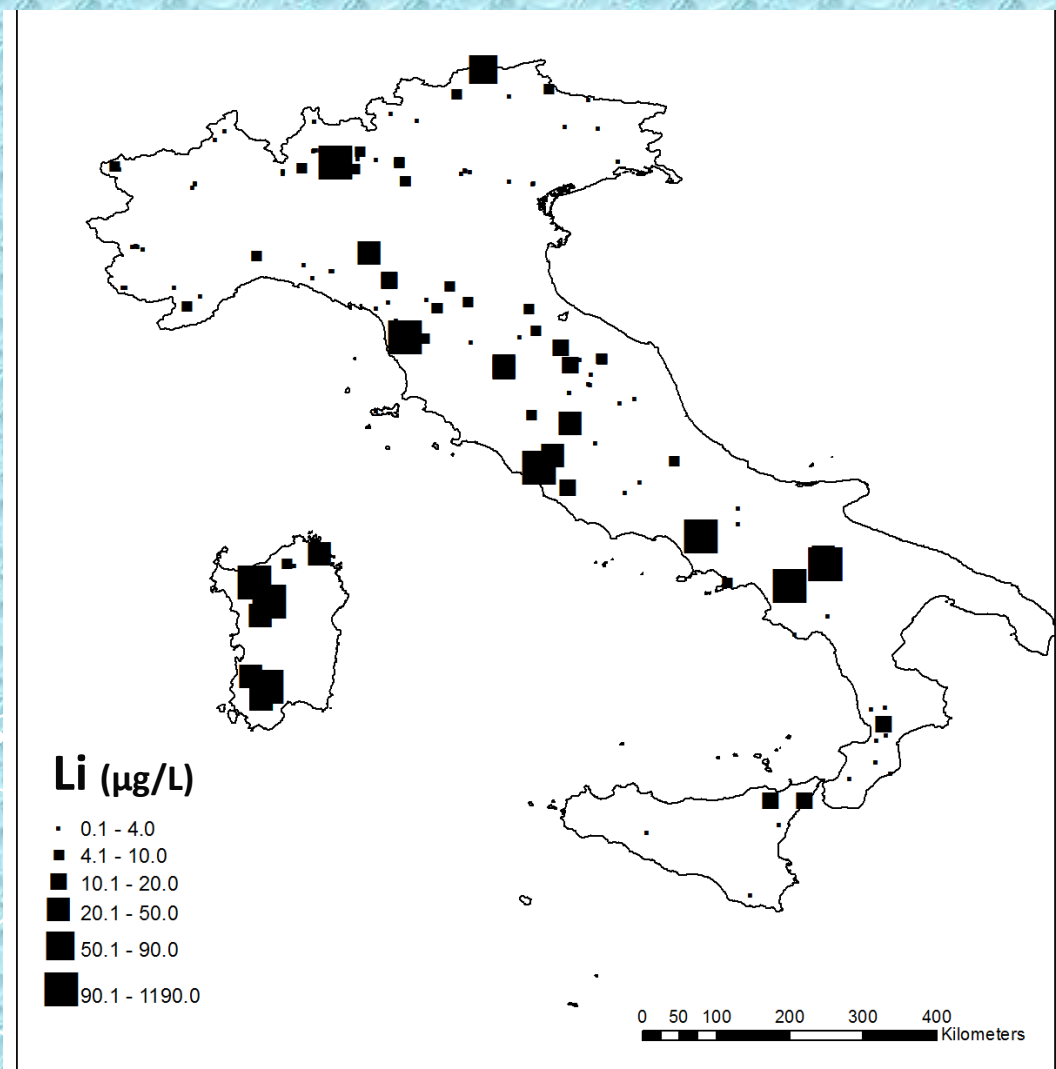
Il litio è presente in acqua di mare (0.17 ppm), relativamente raro in acque dolci (3 ppb) mentre può essere molto concentrato, fino a 1 ppm in acque minerali (le più ricche quelle di Karlsbad, Marienbad e Vichy.

Il litio è forma minerali propri ed è comune in rocce metamorfiche e sedimentarie fini. Il litio è utilizzato in numerosi processi industriali: industria del vetro; produzione di batterie a lunga durata; impianti di condizionamento; lubrificante

Il litio viene facilmente assorbito dalle piante se presente in ambiente e può eventualmente generare problemi nella crescita delle piante se presente in alte concentrazioni nelle acque e nei suoli.

Il litio non sembra svolgere ruoli biologici importanti nell'uomo, diventa tossico se assorbito in alte concentrazioni. Utilizzato per la cura della sindrome bipolare. Svolge un ruolo calmante del sistema nervoso (in alcuni stati americani Li è aggiunto alle acque potabili (70-170 µg/L) in contesti dove registrata alta incidenza di suicidi, omicidi e utilizzo di droghe)

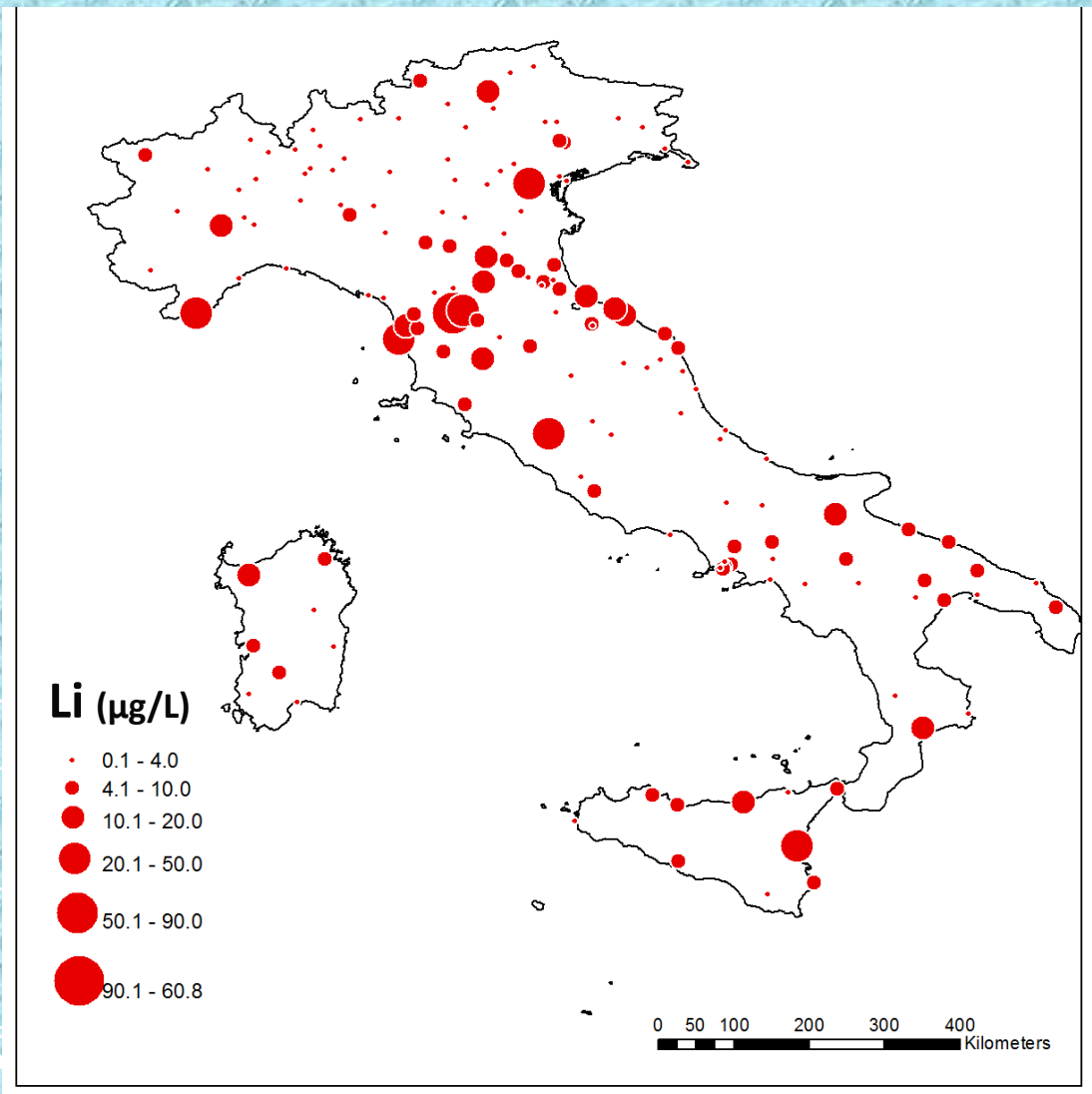
LITIO (Acque minerali)



Il valore maggiore (**1190 µg/L Li**) sono stati osservati in un'acqua della Sardegna così come altri valori elevati (> 500 µg/L).

Valori all'interno dell'intervallo suggerito anche per molte altre acque di diffusione importante.

LITIO (Acque di rubinetto)



Nelle acque potabili le concentrazioni di Li osservate sono decisamente minori con un massimo di $61 \mu\text{g/L}$ Li in Toscana e per il rimanente tutti dati inferiori a $30 \mu\text{g/L}$

URANIO

I rischi derivanti dalla tossicità biochimica dell'U in quanto metallo pesante vengono considerati sei volte maggiori rispetto alla tossicità derivante dalla sua radioattività.

La nefrite è la maggiore patologia indotta dall'U nell'uomo.

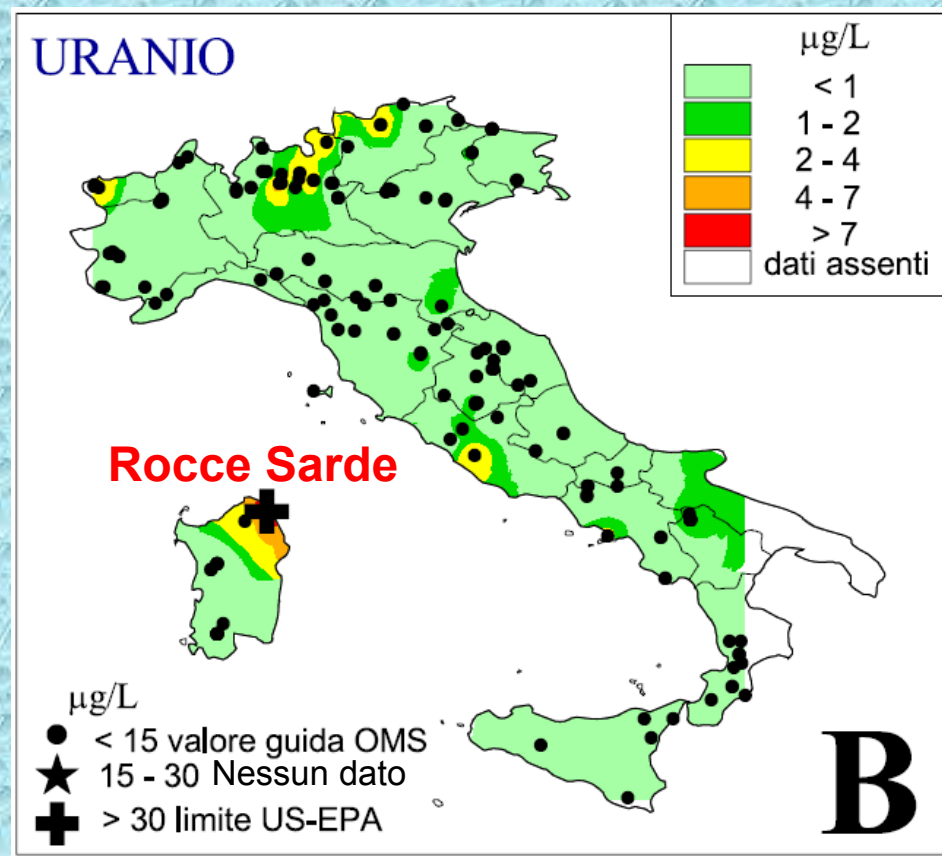
Studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione con i livelli di fosfatasi alcalina e β -microglobulina nell'urina, insieme a modeste alterazioni della funzione del tubulo prossimale renale.

E' stato dimostrato che l'U è un distruttore endocrino, e che l'esposizione, anche a concentrazioni al di sotto del valore limite stabilito dall'EPA, causa un aumento del rischio di infertilità e di cancro dell' apparato riproduttivo.

Per l'U, nel 2008 l'OMS ha stabilito un valore guida provvisorio di **15 $\mu\text{g/L}$** , e l'EPA di **30, $\mu\text{g/L}$** anche se sostiene la necessità di raggiungere l'obiettivo di un'assenza totale di U nelle acque destinate al consumo umano, essendo questa la principale via di esposizione dell'uomo all'elemento. La legislazione italiana non impone alcun limite.

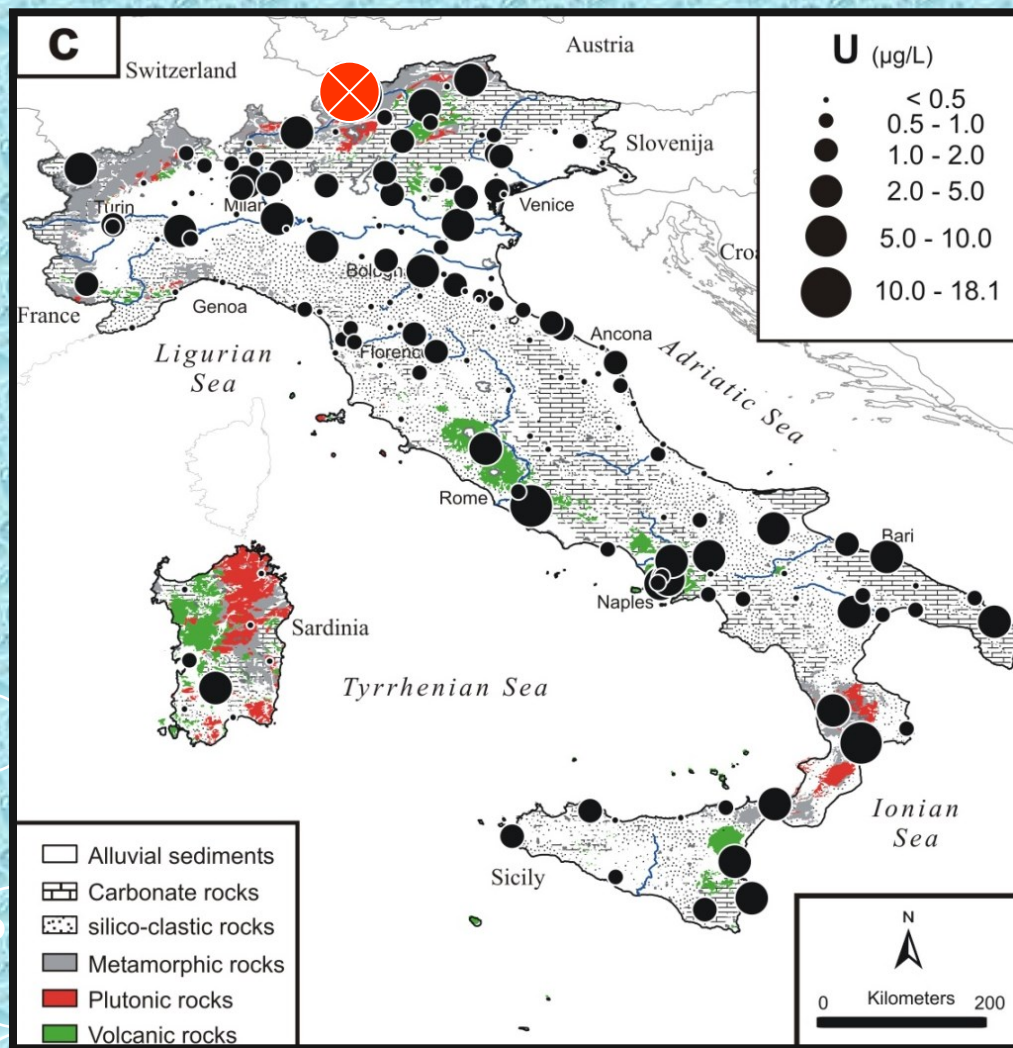
URANIO (Acque minerali)

Tutte le acque minerali analizzate hanno concentrazioni di U inferiori a **15 µg/L**, a eccezione di un campione di acqua minerale della Sardegna che ne ha una concentrazione estremamente anomala (**31 µg/L**) dovuta all'ubicazione della sorgente in rocce granitiche alcaline. Campioni di acque minerali provenienti dall'Italia nord-occidentale hanno apprezzabili concentrazioni di U, comprese tra **10,9 e 11 µg/L**. Altri campioni di acqua minerale con contenuti di U intorno ai **6-7 µg/L** provengono invece da acquiferi in rocce metamorfiche della Lombardia.



Uranio: Rocce Sarde

URANIO (Acque di rubinetto)



Associato alle rocce acide plutoniche e vulcaniche di Sardegna e Trentino e alle rocce alcaline dell'Italia centrale e metamorfiche in Sicilia e Sardegna.

Non esiste un limite stabilito per legge, perciò prendiamo come riferimento il valore guida indicato dall'OMS di **15 $\mu\text{g/L}$**

Prato allo Stelvio (BZ)	18,1
Valore guida OMS	15
Albano Laziale (RM)	5,91
Catanzaro	5,55
Napoli (Mezzocannone)	4,17
Viterbo	3,96

NITRATI E NITRITI

Il valore limite imposto per i nitrati dalla legislazione italiana è di **45 mg/L** per le acque minerali, ridotto a **10 mg/L** se sono destinate all'infanzia, mentre per le acque potabili il limite viene portato a **50 mg/L**.

Per i nitriti i limiti sono molto più bassi:

- **0,02 mg/L** per le acque minerali
- **0,5 mg/L** per le acque potabili.

Le acque con concentrazioni di nitrati superiori a **10 mg/L** dovrebbero riportare sull'etichetta, la dicitura:
«**non adatta ai neonati**».

NITRATI E NITRITI

Gli effetti negativi dell'assunzione di acqua contenente alte concentrazioni di nitrati, sono da ascrivere in modo particolare ai bambini.

Studi effettuati in vivo e in vitro, hanno dimostrato che il nitrato può essere ridotto a nitrito attraverso vie metaboliche comuni sia a batteri che a mammiferi.

La riduzione nell'organismo dei nitrati a nitriti causa l'ossidazione dell'emoglobina a metaemoglobina.

**“sindrome del bambino-blu”
(blue-baby syndrome).**



NITRATI E NITRITI

Il Consiglio Europeo 98/83/EC, stabilisce la seguente condizione:

$$[\text{NO}_3^-]/50 + [\text{NO}_2^-]/3 \leq 1$$

e una concentrazione di nitriti non superiore a **0.1 mg/L**.

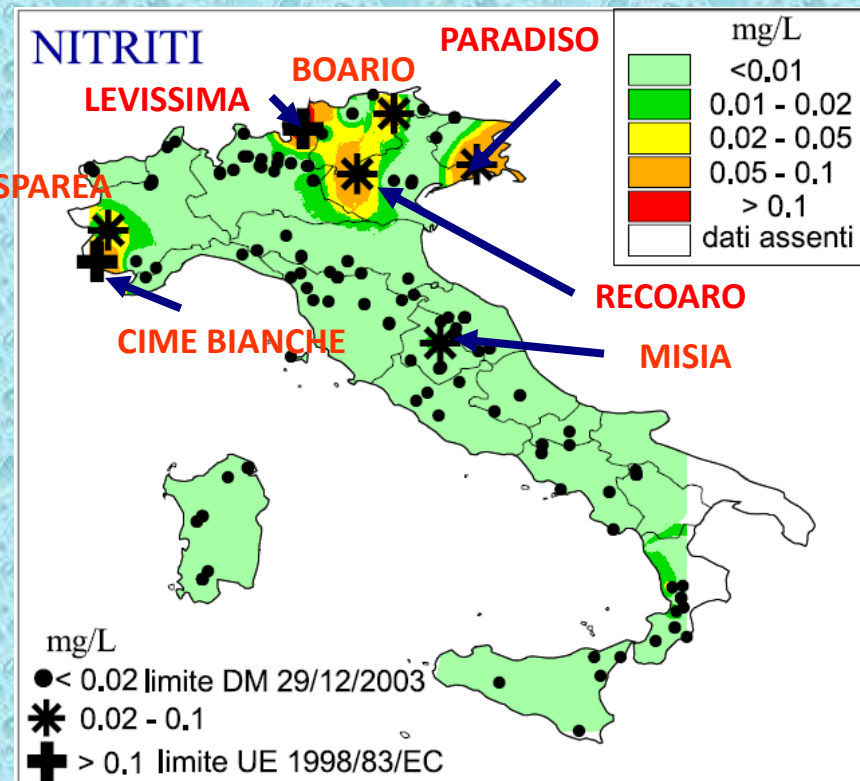
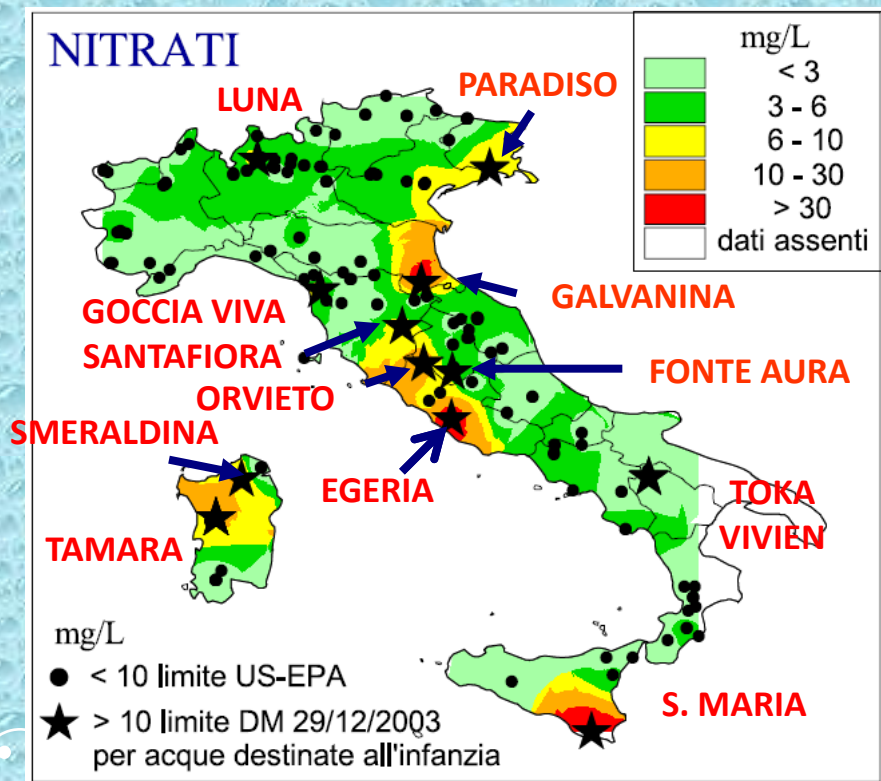
Secondo le leggi vigenti in Italia, il valore soglia per i nitriti è invece pari a **0.02 mg/L**.

Nell'uomo, circa il 5% dei nitrati assunti con la dieta è convertito in nitriti. Quando si valuta il rischio per la salute, la procedura corretta sarebbe quella di considerare la somma delle due sostanze, secondo la formula:

$$[\text{NO}_3^-]/20 + [\text{NO}_2^-] \leq 0.1 \text{ mg/L (GV}_{\text{NO}_2^-})$$

Più del 60% delle acque analizzate possiede un contenuto potenziale di nitriti al di sopra del limite legale indicato dalle direttive europee per le acque minerali; il 10% sono al di sopra del limite legale stabilito dalle direttive italiane ed europee sulle acque potabili; 5 campioni superano i valori guida dell'US EPA e tutte sono al di sotto dei valori guida del OMS.

NITRATI E NITRITI (Acque minerali)



Tutte le acque analizzate hanno un contenuto di nitrati al di sotto di **45 mg/L**, ma il **10% supera il valore stabilito per il consumo da parte dei bambini**. I valori più alti si riscontrano nelle acque minerali del **nord del Lazio, del nord della Sardegna, del sud della Sicilia e dell'Italia nord-orientale**, e sono probabilmente dovuti all'uso intensivo di fertilizzanti e concimi in agricoltura.

QUADRO RIASSUNTIVO

(Acque minerali)

Alluminio: Meraner, Acqua di Nepi, Fontedoro

Arsenico: Levissima, Sant'Anna, Orvieto, Acqua di Nepi, Egeria, Ferrarelle, Funtefria, Frisia, Vaia

Berillio: Acqua di Nepi

Boro: Fontechiara, Uliveto, Claudia, Ferrarelle, Toka, Sveva

Fluoro: Meraner, Lavaredo, Acqua di Nepi, Claudia, Egeria

Uranio: Rocce Sarde

Nitrati: Egeria, Toka, Vivien, S. Maria, Temara, Smeraldina, Fonte Aura, Orvieto, Santafiora, Galvanina, Goccia Viva, Paradiso, Luna.

Nitriti: Cime Bianche, Levissima, Paradiso, Boario, Sparea, Recoaro, Misia

QUADRO RIASSUNTIVO (Acque di rubinetto)

Alluminio: Caronia (Messina)

Arsenico: Viterbo

Nitrati e Nitriti : Marsala (Trapani), Olbia-Tempio, Piacenza

Uranio: Prato allo Stelvio (Bolzano)

CONCLUSIONI

L'acqua di sorgente naturale NON E' PURA

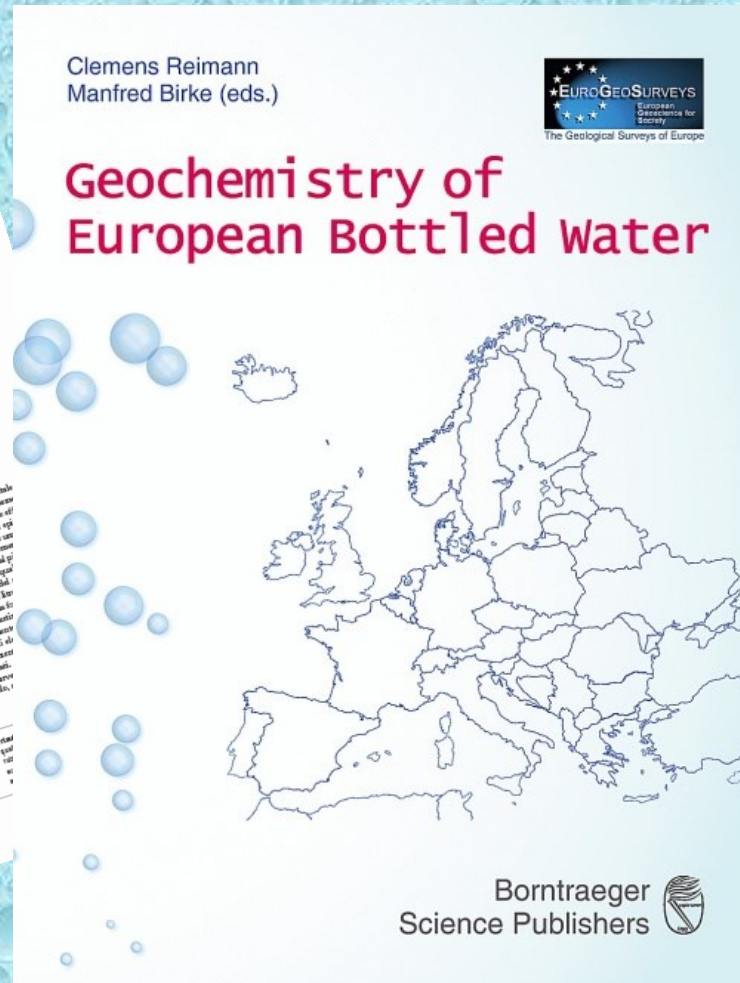
Molti elementi tossici sono presenti naturalmente, e la loro concentrazione può essere sorprendentemente elevata.

Per molti di questi elementi, i livelli massimi di concentrazione ammissibili nelle le acque potabili non sono stati ancora stabiliti.

E' necessario realizzare un database internazionale (già in parte realizzato con l'Atlante Geochimico Europeo) che fornisca una robusta serie di dati sugli intervalli di concentrazione degli elementi nelle acque minerali.

Tale database rende più agevole la determinazione dei valori soglia, che necessariamente devono essere basati anche su valutazioni **tossicologiche e non su considerazioni di carattere tecnico ed economico a danno della salute pubblica.**

BIBLIOGRAFIA





The Geological Surveys of Europe



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe



Università
degli Studi
del Sannio



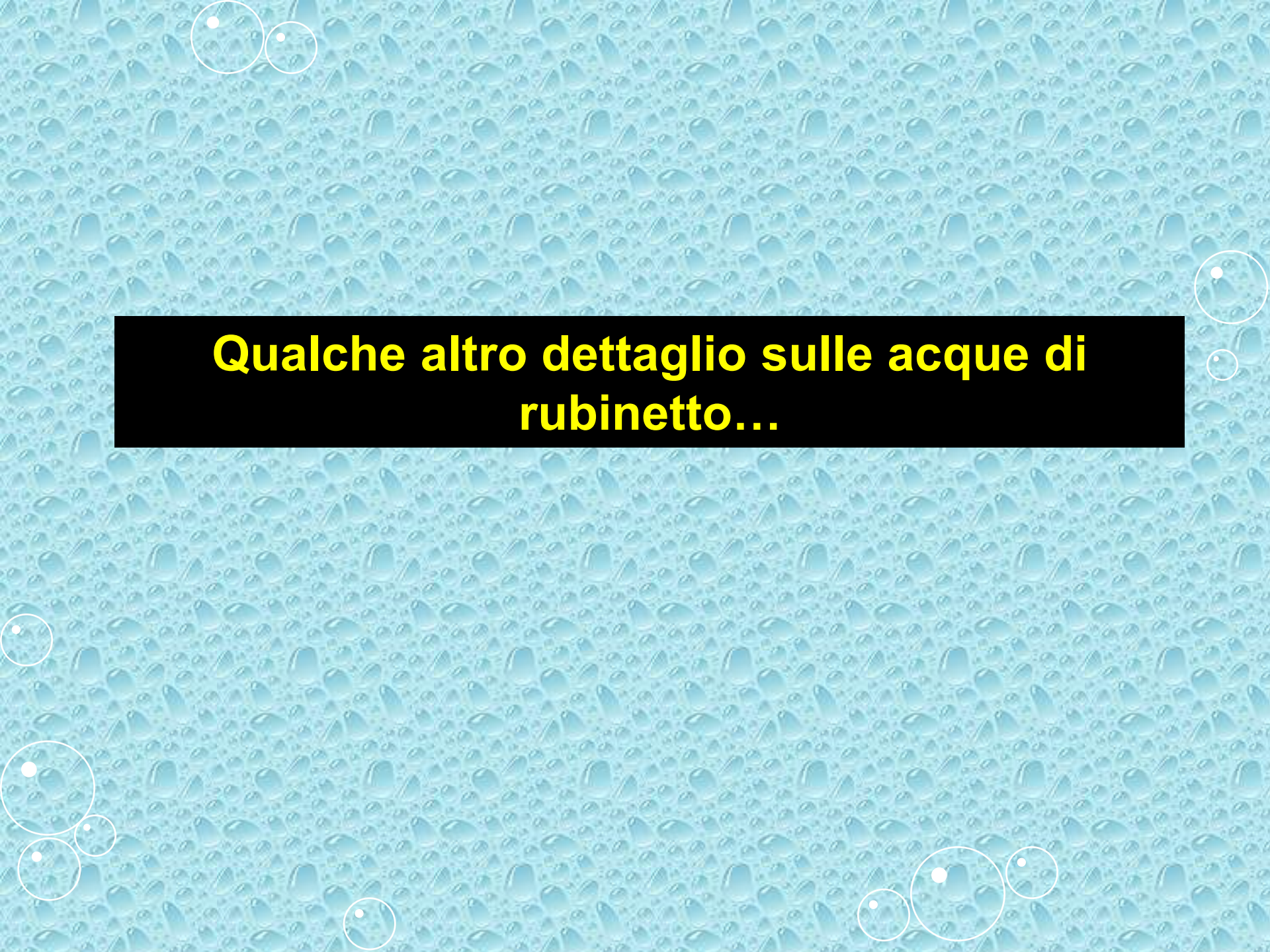
GRAZIE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

BIBLIOGRAFIA

- Reimann C. and Birke M. (Eds.), list of others, 2010. Geochemistry of European Bottled Water. Borntraeger Science Publishers, Stuttgart, Germany, pp.268. ISBN 978-3-443-01067-6
- Birke M., Demetriades A. and De Vivo B. (Guest Eds), 2010. Mineral Waters of Europe. Special Issue, Journal of Geochemical Exploration, Elsevier, 107 (No.3), December, pp. 216. ISSN: 0375-6742.
- Lima A., Cicchella D., Giaccio L., Dinelli E., Albanese S., Valera P. e De Vivo B., (2010). Che acqua beviamo? Le Scienze, n. 501, Maggio 2010, pp. 68-77.
- Dinelli, E., Lima, A., De Vivo, B., Albanese, S., Cicchella, D., Valera, P., in stampa. Hydrogeochemical analysis on Italian bottled mineral waters: effects of geology. Journal of Geochemical Exploration.
- Cicchella, D., Albanese, S., De Vivo, B., Dinelli, E., Giaccio, L., Lima, A., Valera, P. , in stampa.Trace elements and ions in Italian bottled mineral waters: Identification of anomalous values and human health related effects. Journal of Geochemical Exploration.
- De Vivo B. , Birke M. , Cicchella D. , Giaccio L. ,Dinelli E. , Lima A., Albanese S. e Valera P., in stampa. Le acque di rubinetto dei capoluoghi di Provincia italiani. Confronto con le acque minerali. Le Scienze, Dicembre 2010.
- Dinelli E. , Albanese S. , Birke M. , Cicchella D. , De Vivo B. , Giaccio L. , Lima A., Valera P., in stampa. Comparison between mineral and tap water in Italy. Journal of Geochemical Exploration.
- Dinelli E. , Albanese S. , Birke M. , Cicchella D. , De Vivo B. , Giaccio L. , Lima A. , Valera P., in stampa. Major and trace elements in tap water from Italy. Journal of Geochemical Exploration.

The background of the slide is a dense pattern of blue water droplets of various sizes. Scattered across the slide are several white circles of different diameters, each containing a small white dot in its center. These circles are located in the top-left, top-right, bottom-left, and bottom-right corners, as well as one near the bottom center.

Qualche altro dettaglio sulle acque di rubinetto...

CHIMISMO (Acque di rubinetto)

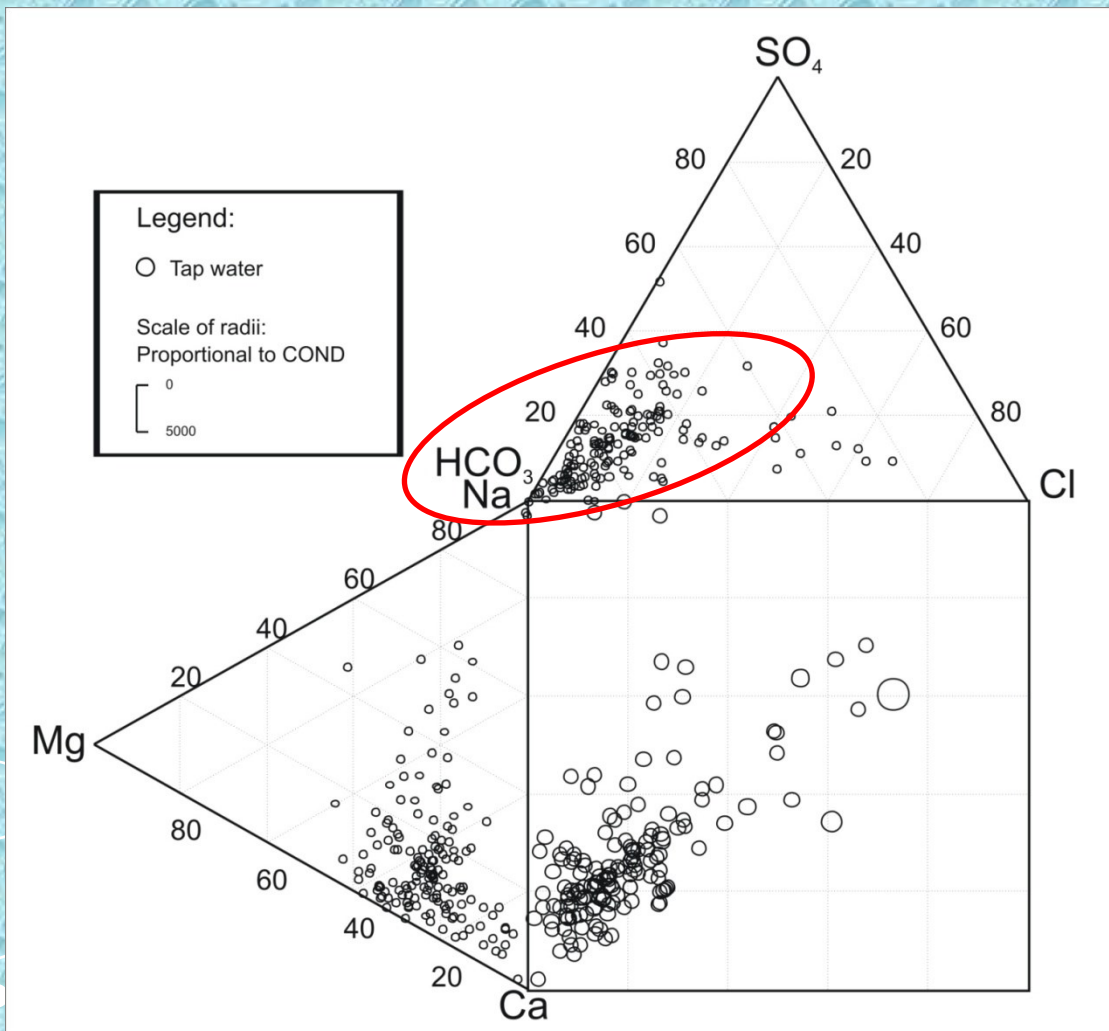


Diagramma di Durov (1948) per la classificazione della composizione ionica delle acque analizzate.

Principali tipologie:

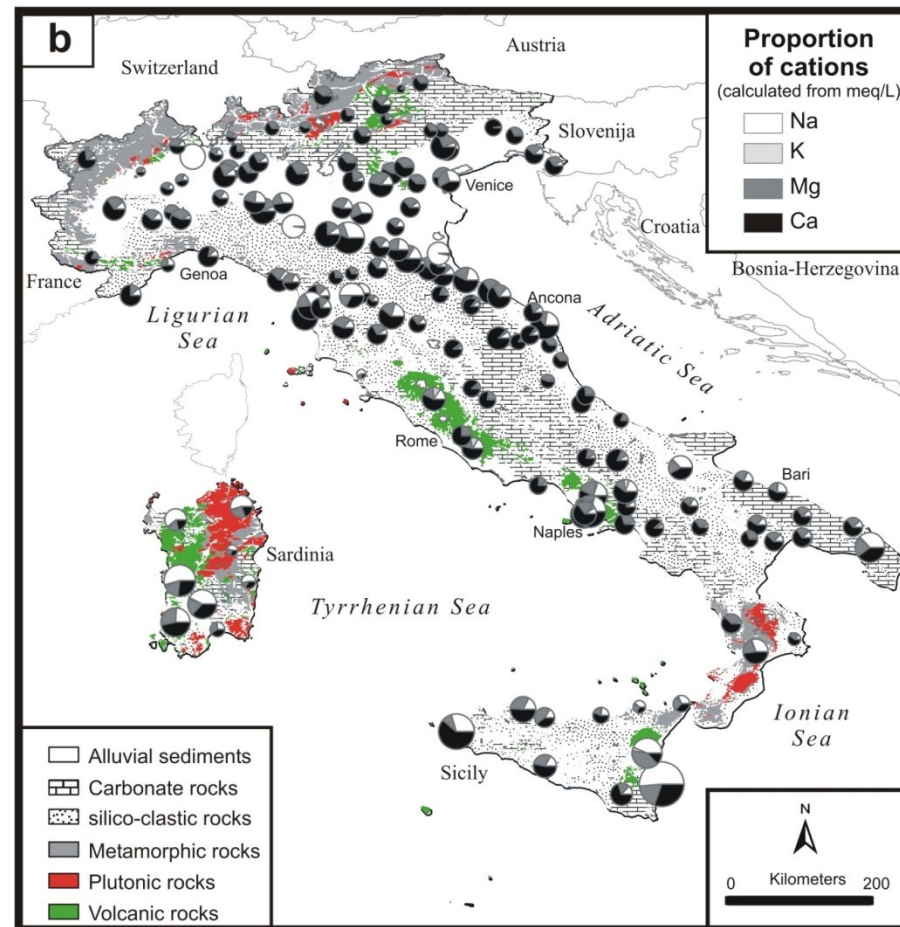
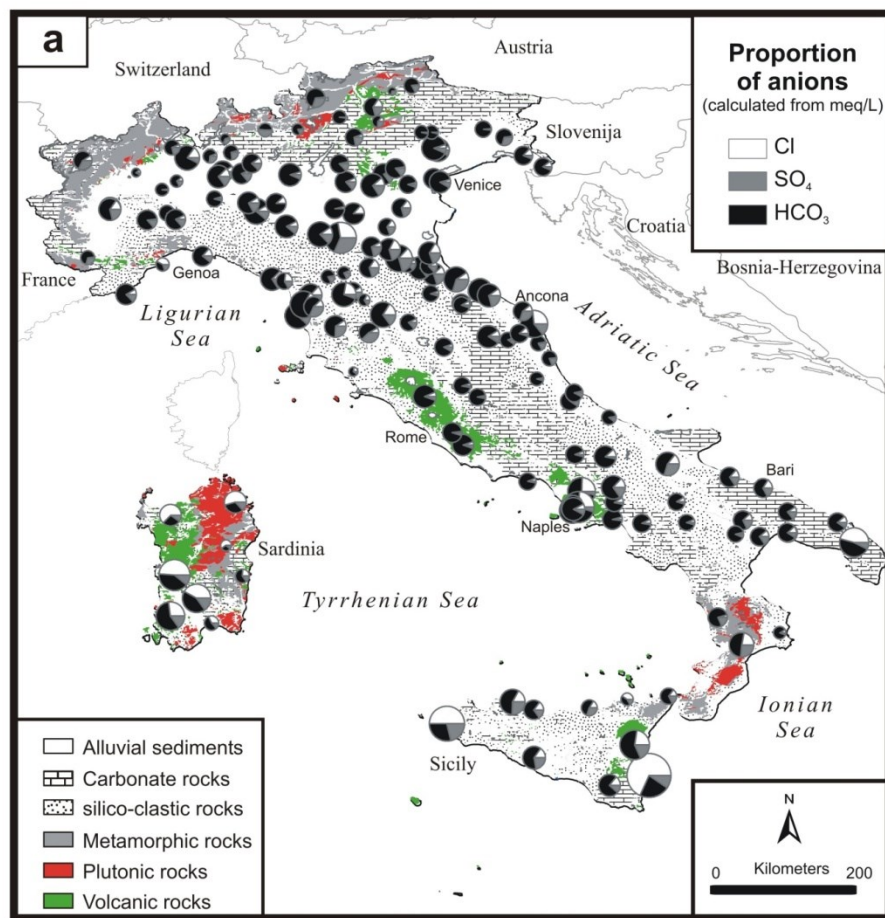
Ca-HCO_3

Ca-Mg-HCO_3

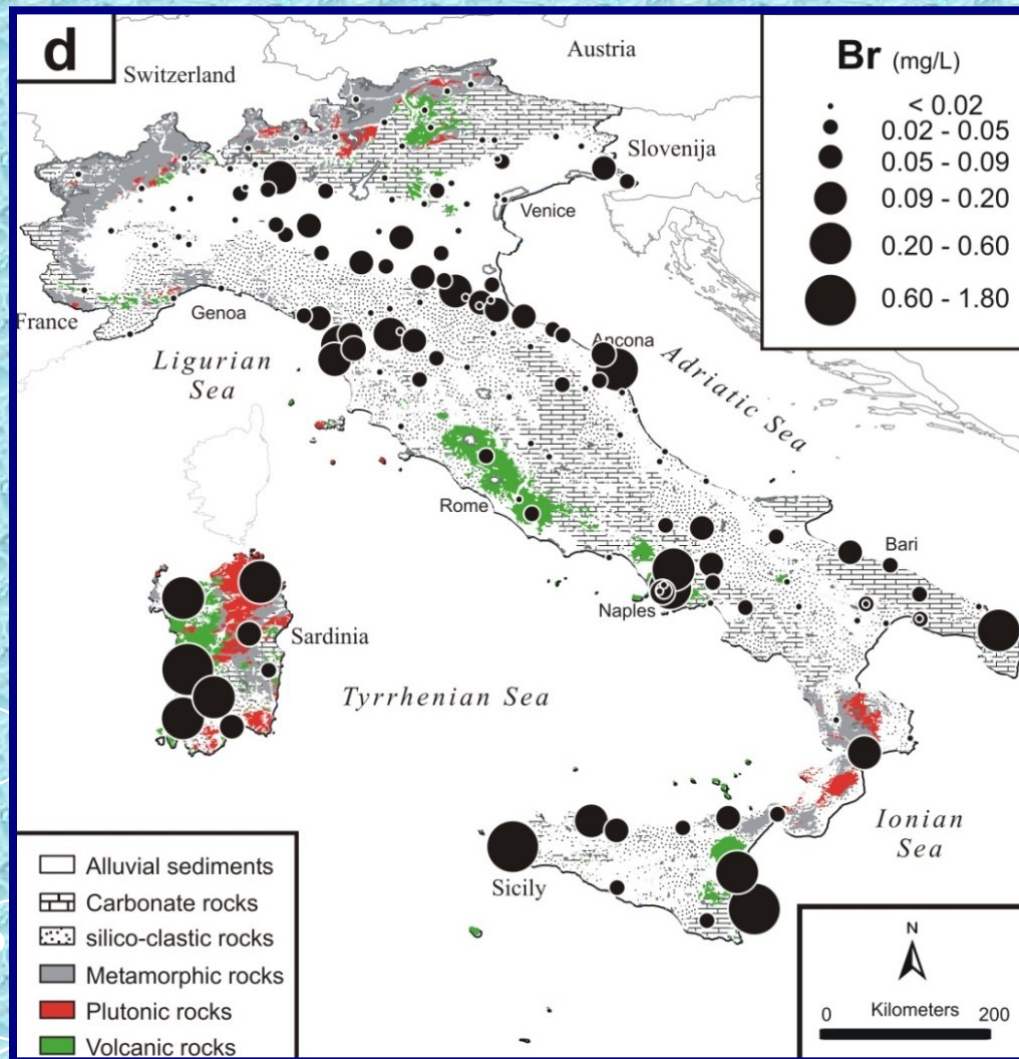
Na-(Ca)-HCO_3

CHIMISMO (Acque di rubinetto)

Le acque **Bicarbonato Calciche (Ca-HCO₃)** sono la maggior parte e sono associabili alle **rocce carbonatiche dell'Appennino centro-meridionale**. Alcune acque ricche in **Mg** si associano alle **dolomiti alpine**, acque ricche in **Solfati (SO₄⁻)** alle **Evaporiti Messiniane di Toscana e Sicilia**, acque ricche in **Cl e Na** sono solite di **acquiferi costieri in Sicilia e Sardegna**.



BROMO (Acque di rubinetto)

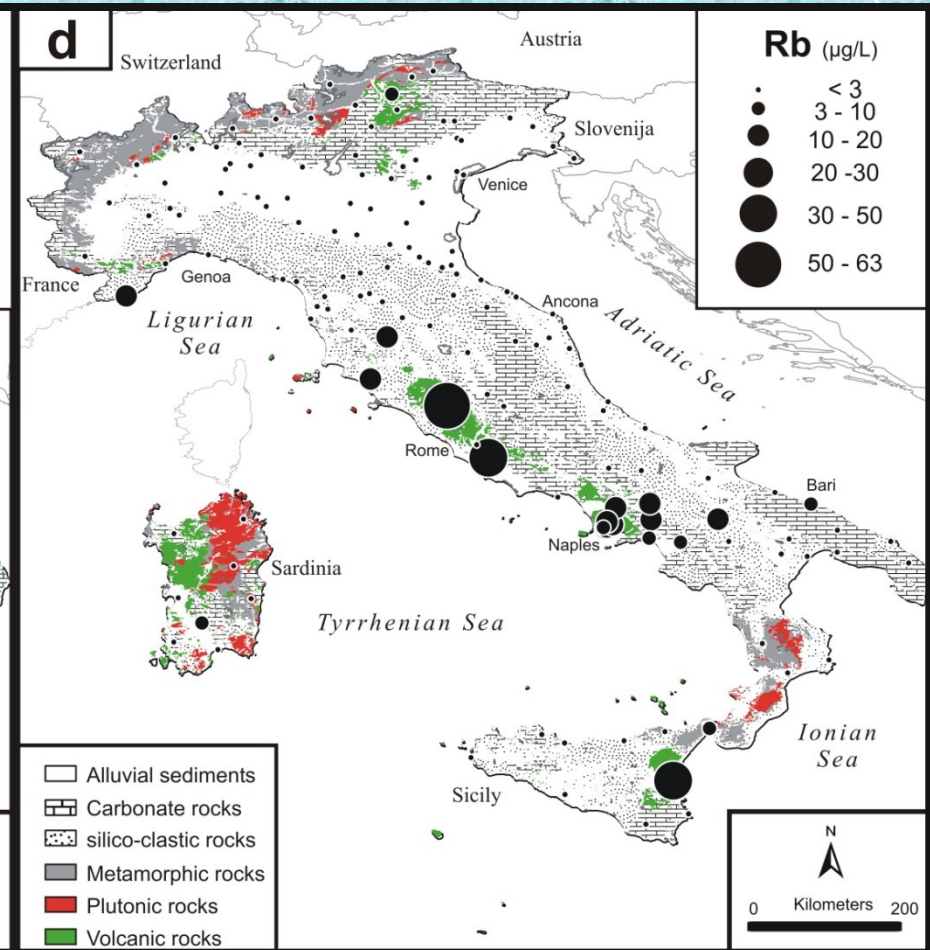
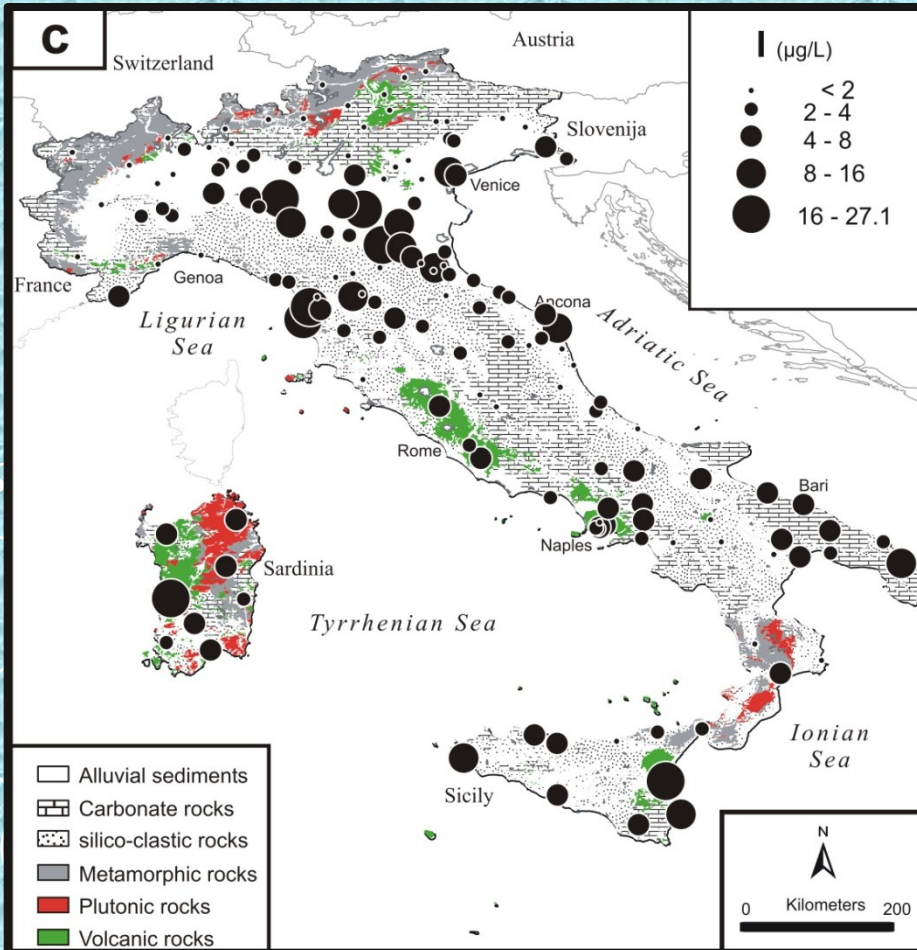


Associato alle ingressioni marine nelle aree costiere e all'arricchimento delle acque profonde sempre in seguito a circolazione profonda di acque marine.

IODIO E RUBIDIO (Acque di rubinetto)

I - Associato alle ingressioni marine nelle aree costiere e all'arricchimento delle acque profonde sempre in seguito a circolazione profonda di acque marine.

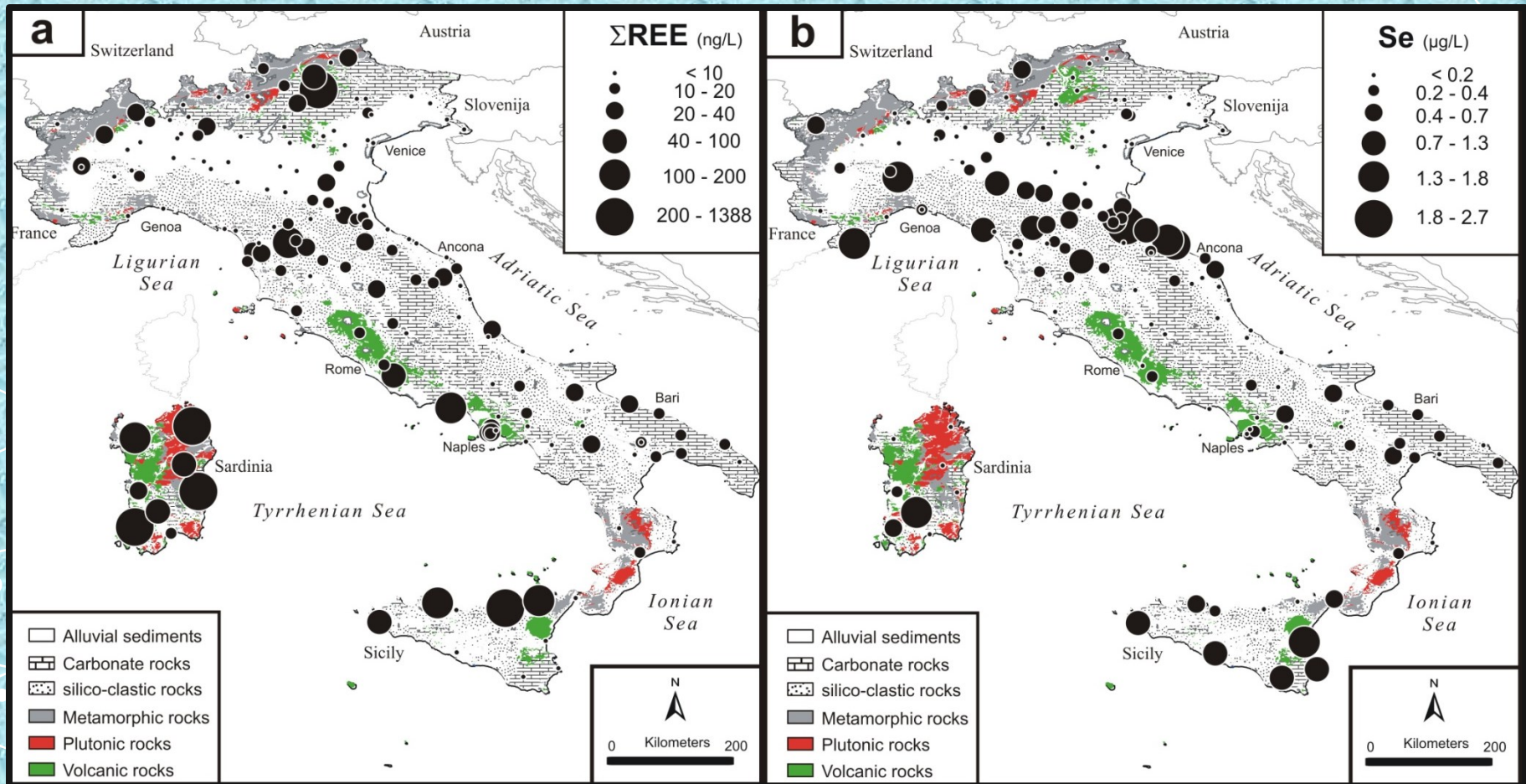
Rb – Associato alle rocce alcaline della regione comagmatica romana ed alla attività idrotermale nel sud della Toscana



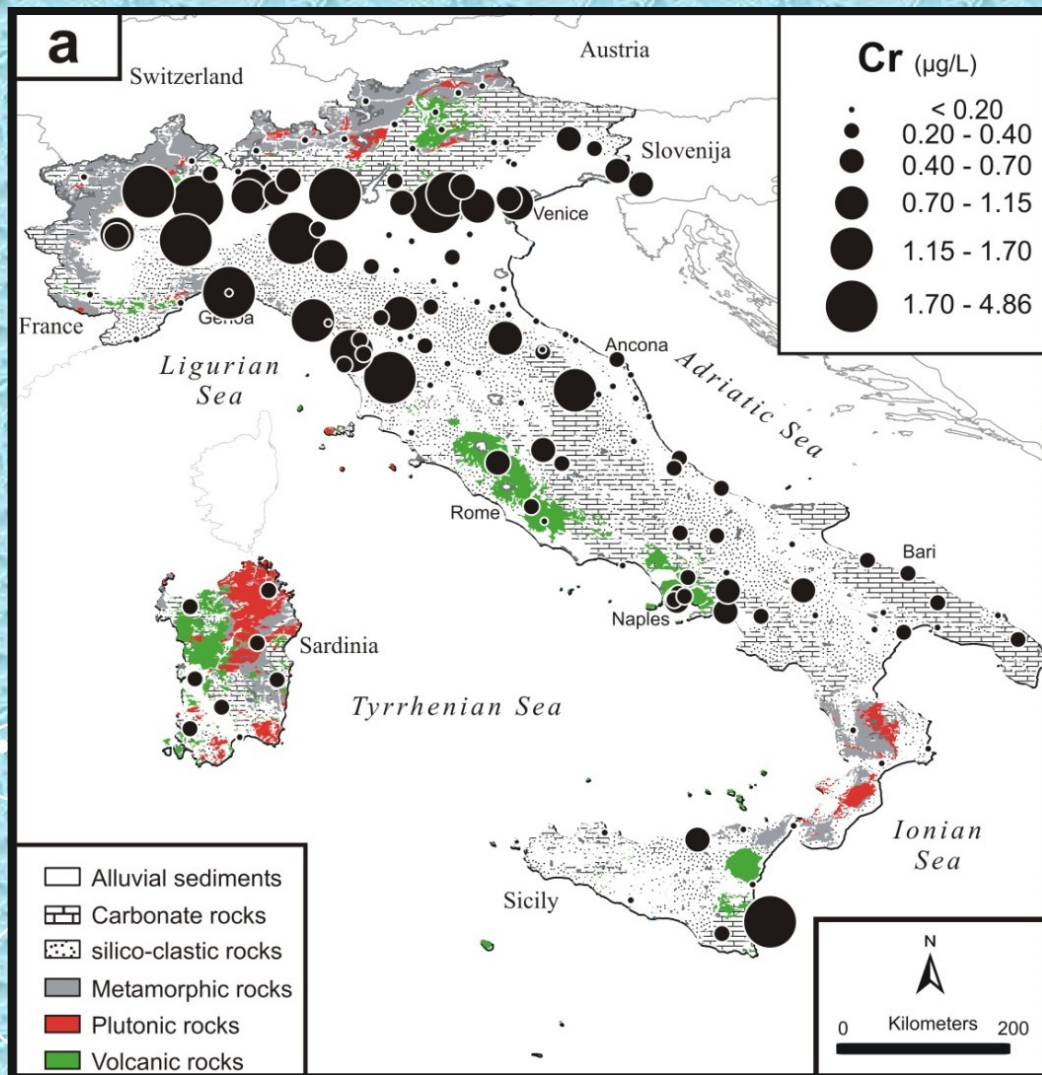
Σ REE e SELENIO (Acque di rubinetto)

Σ REE - Associate alle rocce acide plutoniche e vulcaniche di Sardegna e Trentino e alle rocce alcaline dell'Italia centrale e alle rocce metamorfiche di Sicilia e Sardegna.

Se – Arricchito nel settore meridionale della Valle del Po ed in alcune aree di Sicilia e Sardegna.

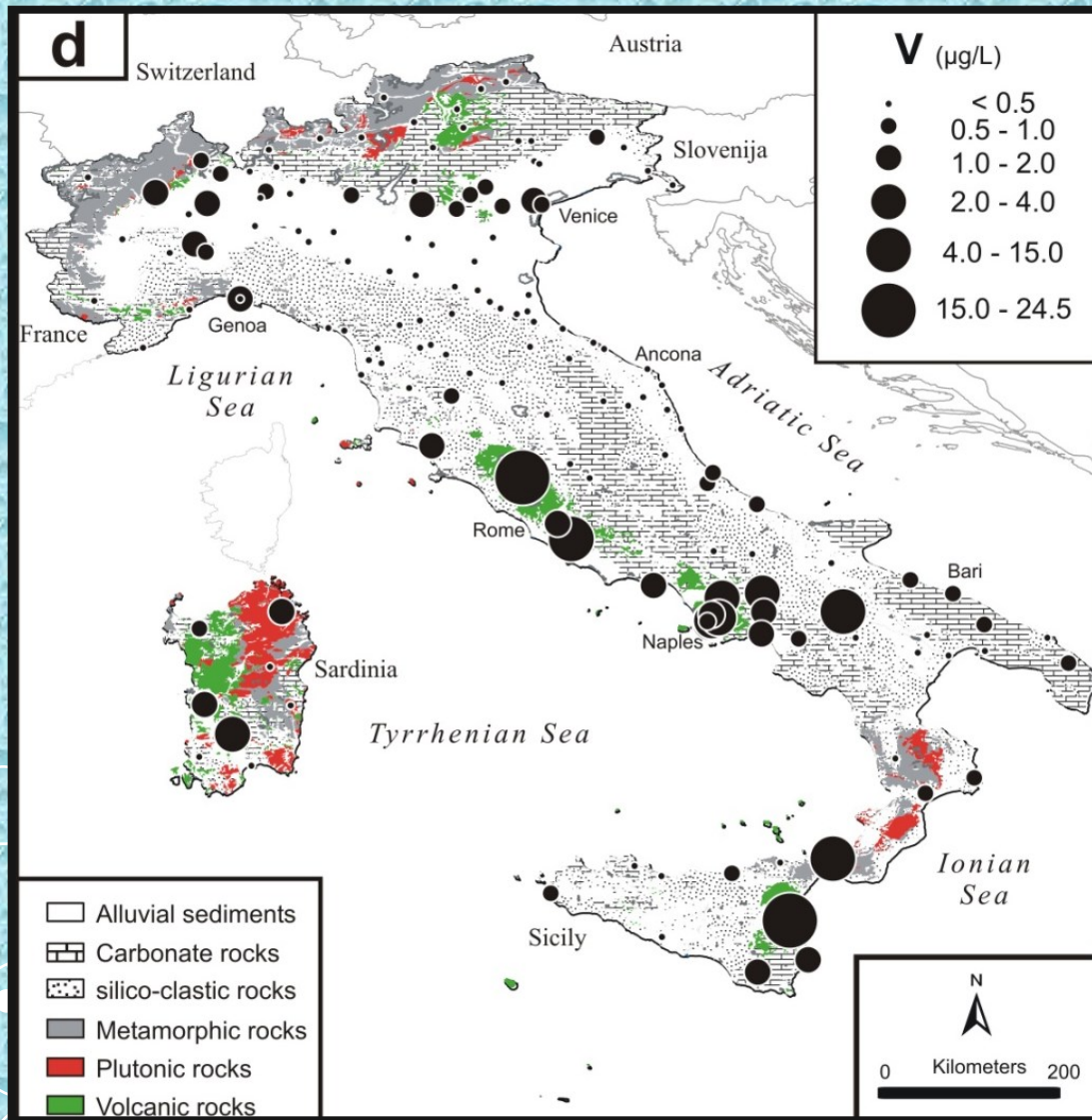


CROMO (Acque di rubinetto)



Associato alle rocce ofiolitiche nelle aree nord-occidentali (Toscana, Liguria, Piemonte) e alle rocce mafiche dell'area veneta.

VANADIO (Acque di rubinetto)



Arricchito nelle rocce vulcaniche del Lazio e della Campania (Vesuvio e Vulture) e dell'area etnea.

QUADRO RIASSUNTIVO

(Acque di rubinetto)

Alluminio: Caronia (Messina)

Arsenico: Viterbo

Bario: Quarrata (Pt)

Cloro: Siracusa

Ferro: Caronia (Messina)

Fosforo: Monghidoro (Bologna)

Ione ammonio (NH_4): Mantova

Manganese: Mantova, Cascina (Pisa)

Nitrati e Nitriti : Marsala (Trapani), Olbia-Tempio, Piacenza

Piombo: Genova

Sodio: Siracusa

Uranio: Prato allo Stelvio (Bolzano)

CONCLUSIONI

L'acqua di sorgente naturale NON E' PURA

Molti elementi tossici sono presenti naturalmente, e la loro concentrazione può essere sorprendentemente elevata.

Per molti di questi elementi, i livelli massimi di concentrazione ammissibili nelle le acque potabili non sono stati ancora stabiliti.

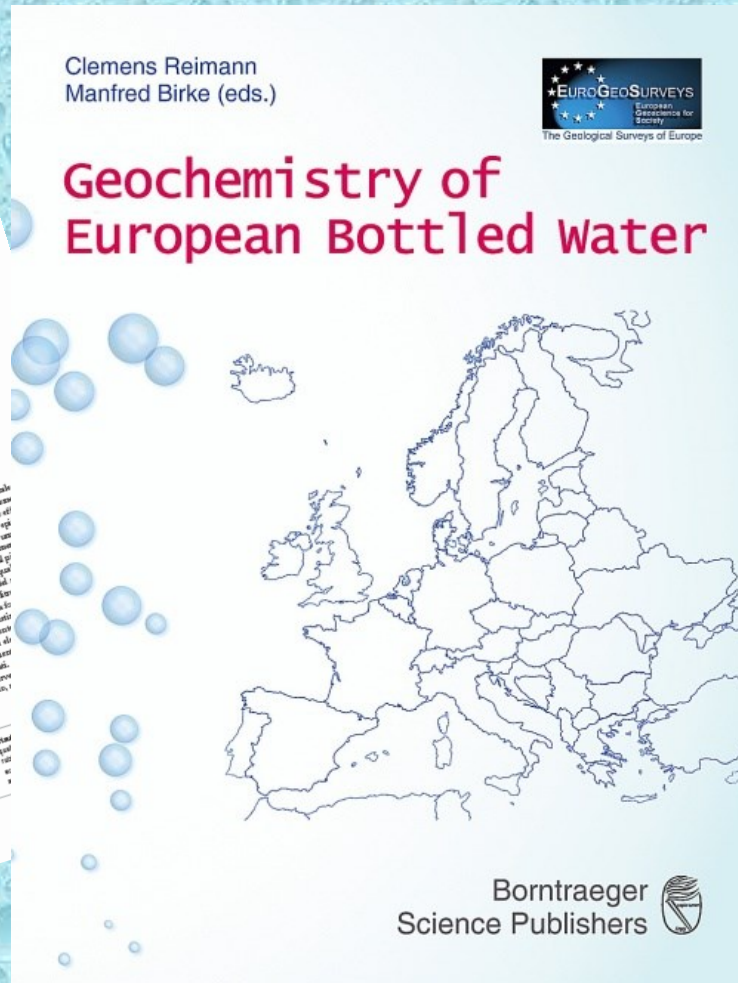
E' necessario realizzare un database internazionale (già in parte realizzato con l'Atlante Geochimico Europeo) che fornisca una robusta serie di dati sugli intervalli di concentrazione degli elementi nelle acque minerali.

Tale database rende più agevole la determinazione dei valori soglia, che necessariamente devono essere basati anche su valutazioni tossicologiche e non su considerazioni di carattere tecnico ed economico a danno della salute pubblica.

BIBLIOGRAFIA

- Reimann C. and Birke M. (Eds.), list of others, 2010. Geochemistry of European Bottled Water. Borntraeger Science Publishers, Stuttgart, Germany, pp.268. ISBN 978-3-443-01067-6
- Birke M., Demetriades A. and De Vivo B. (Guest Eds), 2010. Mineral Waters of Europe. Special Issue, Journal of Geochemical Exploration, Elsevier, 107 (No.3), December, pp. 216. ISSN: 0375-6742.
- Lima A., Cicchella D., Giaccio L., Dinelli E., Albanese S., Valera P. e De Vivo B., (2010). Che acqua beviamo? Le Scienze, n. 501, Maggio 2010, pp. 68-77.
- Dinelli, E., Lima, A., De Vivo, B., Albanese, S., Cicchella, D., Valera, P., in stampa. Hydrogeochemical analysis on Italian bottled mineral waters: effects of geology. Journal of Geochemical Exploration.
- Cicchella, D., Albanese, S., De Vivo, B., Dinelli, E., Giaccio, L., Lima, A., Valera, P. , in stampa. Trace elements and ions in Italian bottled mineral waters: Identification of anomalous values and human health related effects. Journal of Geochemical Exploration.
- De Vivo B. , Birke M. , Cicchella D. , Giaccio L. ,Dinelli E. , Lima A., Albanese S. e Valera P., in stampa. Le acque di rubinetto dei capoluoghi di Provincia italiani. Confronto con le acque minerali. Le Scienze, Dicembre 2010.
- Dinelli E. , Albanese S. , Birke M. , Cicchella D. , De Vivo B. , Giaccio L. , Lima A., Valera P., in stampa. Comparison between mineral and tap water in Italy. Journal of Geochemical Exploration.
- Dinelli E. , Albanese S. , Birke M. , Cicchella D. , De Vivo B. , Giaccio L. , Lima A. , Valera P., in stampa. Major and trace elements in tap water from Italy. Journal of Geochemical Exploration.

BIBLIOGRAFIA





Sorella acqua, conoscerla per salvarla.

7-8 Maggio 2011 – Geologia Medica e Salute Umana in Italia - Abano Terme

GRAZIE



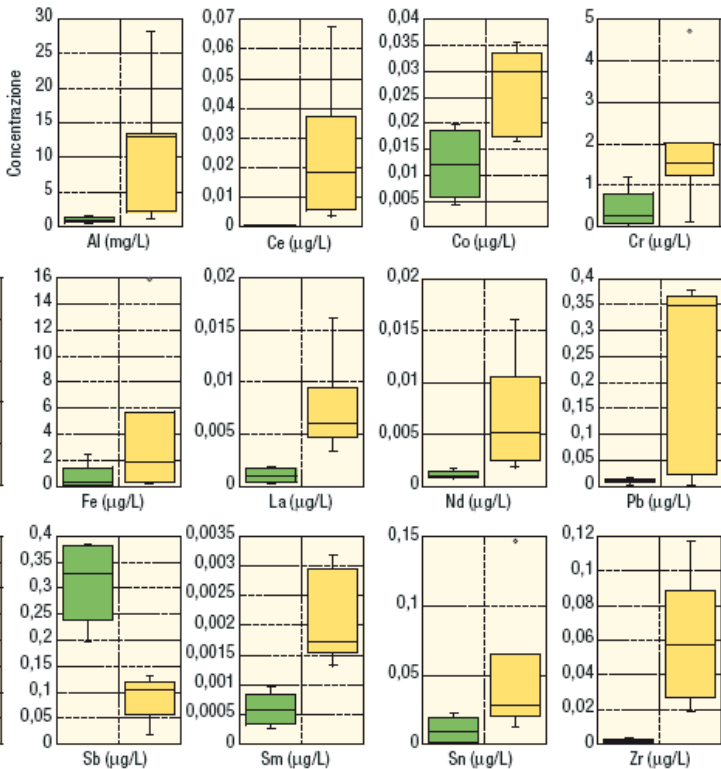
*Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Dipartimento di Scienze della Terra*

*Università degli Studi di Cagliari
Dip. Geingegneria e Tecnologie Ambientali*

ANALISI

Variazioni della concentrazione di alcuni elementi al variare del contenitore.

PET
Vetro



Per le analisi delle acque minerali,
allo scopo di verificare eventuali differenze connesse al tipo di confezione e alla natura chimica dell'acqua, cinque marche sono state acquistate e analizzate sia confezionate in vetro che in PET e altre quattro analizzate sia con aggiunta di CO₂ sia senza.

**Le acque imbottigliate in PET vengono leggermente arricchite in Sb.
Le acque imbottigliate in vetro mostrano arricchimenti più elevati di elementi quali Al, Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Sn, Zr e REE**