

# CONOSCENZA GEOCHIMICA DEL TERRITORIO

COLLANA DIRETTA DA BENEDETTO DE VIVO

*Direttore*

Benedetto DE VIVO  
Università degli Studi di Napoli Federico II

*Comitato scientifico*

Annamaria LIMA  
Università degli Studi di Napoli Federico II

Domenico CICHELLA  
Università degli Studi del Sannio

Stefano ALBANESE  
Università degli Studi di Napoli Federico II

Alecos DEMETRIADES  
Institute of Geology and Mineral Exploration

## CONOSCENZA GEOCHIMICA DEL TERRITORIO

COLLANA DIRETTA DA BENEDETTO DE VIVO

La conoscenza geochimica del territorio si è resa indispensabile dal momento che la contaminazione degli ecosistemi terrestri con sostanze ed elementi chimici tossici è divenuto un problema a livello globale. L'assunzione attraverso il cibo, l'acqua e le vie respiratorie degli inquinanti ha un impatto sulla salute che può manifestarsi anche sul lungo termine e in modi diversi. L'incidenza e la distribuzione geografica delle malattie (epidemiologia) dovute ad inquinamento ambientale è ben documentata. Queste malattie comprendono, perdita di acutezza mentale e di controllo motorio, disfunzione di organi critici, cancro, malattie croniche, inabilità e, alla fine, anche morte. La conoscenza geochimica del territorio fornisce elementi indispensabili per valutare scientificamente come "gestire" le concentrazioni anomale di sostanze ed elementi chimici tossici, sia alla sorgente che in-situ, in modo da eliminare o comunque minimizzare il loro impatto negativo sulla salute degli esseri viventi; individuare le sorgenti dell'inquinamento e sviluppare modelli per il controllo fisico, chimico e biologico relativamente alla loro mobilitazione, interazione, deposizione e accumulo negli ecosistemi terrestri. Su queste basi geologi, geochimici, chimici, biologi, ingegneri ambientalisti collaborano per sviluppare metodi e tecnologie finalizzate a preservare gli ecosistemi globali.

La collana "Conoscenza geochimica del territorio" vuole offrire ad un pubblico attento, anche se non necessariamente specialistico, gli strumenti necessari per comprendere e trattare in modo innovativo problemi di grande attualità come quelli della contaminazione ambientale e della salvaguardia del territorio e dei suoi ecosistemi naturali.



Annamaria Lima, Carmela Rezza  
Lucia Giaccio, Stefano Albanese  
Domenico Cicchella, Benedetto De Vivo

**Distribuzione geochemica degli elementi  
inorganici nei suoli del S.I.N. litorale  
Domizio–Flegreo e Agro Aversano**

Geochemical Distribution of Inorganic Elements in soils  
of Domizio Flegreo Littoral and Agro Aversano area



Aracne editrice

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

Copyright © MMXVII  
Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

[www.giacchinoonoratieditore.it](http://www.giacchinoonoratieditore.it)  
[info@giacchinoonoratieditore.it](mailto:info@giacchinoonoratieditore.it)

via Sotto le mura, 54  
00020 Canterano (RM)  
(06) 45551463

ISBN 978-88-255-0059-2

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: febbraio 2017

# Indice

- 9 *Introduzione*
- 11 *Capitolo I*  
Lo stato dell'arte della cartografia geochemica ambientale
- 15 *Capitolo II*  
I siti di bonifica di interesse nazionale (S.I.N.) e contenuti di questo Atlante
- 2.1 I S.I.N. e il D.Lgs 152/2006, 15 – 2.2 Distribuzione geochemica degli elementi inorganici nei suoli del Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano, 17
- 21 *Capitolo III*  
L'area oggetto di studio
- 3.1 Aspetti Morfologici della Piana Campana, 21 – 3.2 Aspetti geologici della Piana Campana, 23 – 3.3 Inquadramento geologico, 25 – 3.4 Attività antropiche e sviluppo economico, 30
- 41 *Capitolo IV*  
Materiali e metodi
- 4.1 Raccolta e preparazione dei campioni, 41 – 4.2 Analisi di laboratorio, 43 – 3.3 Limiti di rilevanza strumentale e controllo di qualità delle analisi, 44 – 4.4 Elaborazione dei dati, 46 – 4.5 Elaborazione cartografica, 48
- 53 *Capitolo V*  
Carte geochemiche degli elementi maggiori
- 5.1 Alluminio (Al), 54 – 5.2 Calcio (Ca), 59 – 5.3 Ferro (Fe), 65 – 5.4 Fosforo (P), 70 – 5.5 Magnesio (Mg), 75 – 5.6 Potassio (K), 80 – 5.7 Sodio (Na), 85 – 5.8 Titanio (Ti), 90 – 5.9 Zolfo (S), 95
- 101 *Capitolo VI*  
Carte geochemiche degli elementi potenzialmente tossici
- 6.1 Antimonio (Sb), 103 – 6.2 Arsenico (As), 109 – 6.3 Berillio (Be), 115 – 6.4 Cadmio (Cd), 122 – 6.5 Cobalto (Co), 128 – 6.6 Cromo (Cr), 134 – 6.7 Mercurio (Hg), 140 – 6.8 Nichel (Ni), 147 – 6.9 Piombo (Pb), 153 – 6.10 Rame (Cu), 160 – 6.11 Selenio (Se), 166 – 6.12 Stagno (Sn), 173 – 6.13 Tallio (Tl), 179 – 6.14 Vanadio (V), 185 – 6.15 Zinco (Zn), 192
- 199 *Capitolo VII*  
Carte geochemiche degli altri elementi in tracce
- 7.1 Bario (Ba), 199 – 7.2 Bismuto (Bi), 204 – 7.3 Boro (B), 209 – 7.4 Cerio (Ce), 214 – 7.5 Cesio (Cs), 219 – 7.6 Gallio (Ga), 224 – 7.7 Hafnio (Hf), 229 – 7.8 Lantanio (La), 234 – 6.9 Litio (Li), 235 – 7.10 Manganese (Mn), 244 – 7.11 Molibdeno (Mo), 250 – 7.12 Niobio (Nb), 254 – 7.13 Ru-

8 *Indice*

bidio (Rb), 260 – 7.14 Scandio (Sc), 265 – 7.15 Stronzio (Sr), 270 – 7.16 Tellurio (Te), 275 – 7.17 Torio (Th), 280 – 7.18 Uranio (U), 289 – 7.19 Wolfranio o Tungsteno (W), 290 – 7.20 Ittrio (Y), 295 – 7.21 Zirconio (Zr), 300

305 *Capitolo VIII*

Carte geochimiche dei metalli nobili

8.1 Argento (Ag), 305 – 8.2 Oro (Au), 310

315 *Capitolo IX*

Carte delle associazioni fattoriali

9.1 Cartografia delle associazioni fattoriali, 316

325 *Capitolo X*

Studio dei rapporti isotopici del piombo nei suoli del Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano

10.1 Gli isotopi del piombo in studi ambientali, 325 – 10.2 Campioni studiati e metodo d'analisi, 326

333 *Conclusioni*

337 *Bibliografia*

## Introduzione

La contaminazione dell'ambiente con sostanze tossiche, determinata da attività antropiche per decenni e colpevolmente ignorata dalle istituzioni politiche dei paesi responsabili, è finalmente diventata un argomento cruciale sia nelle relazioni fra paesi industrializzati, sia all'interno dei singoli Stati. In questo quadro, si rende necessaria una conoscenza dettagliata dei fenomeni legati alle variazioni dell'ambiente naturale per effetto dell'inquinamento del territorio.

Negli studi finalizzati alle indagini ambientali su un territorio per valutare le "condizioni di salute" di un'area, la geochimica ambientale contribuisce in maniera determinante affinché il risultato di una ricerca abbia una fondata validità scientifica e sia utile per individuare i pericoli dovuti alla presenza di sostanze nocive per la salute dell'uomo e per gli ecosistemi.

L'origine di una contaminazione può essere imputata a differenti fattori naturali o antropici; la reattività chimica, la capacità di accumulo e di trasformazione negli organismi vegetali e/o animali sono alcune caratteristiche che condizionano la dinamica dei contaminanti. Da ciò si evince che le sostanze contaminanti siano più pericolose se maggiormente capaci di accumularsi; i metalli potenzialmente tossici hanno tali caratteristiche, e possono rappresentare quindi un rischio per la salute di organismi animali e vegetali nonché dell'essere umano. Basti pensare a metalli come Pb, Hg, Cd, Zn e Cu, la cui pericolosità è provata, e il cui rilascio nell'ambiente è notevolmente aumentato per effetto delle attività antropiche. Gli ambienti naturali che sono coinvolti dalla contaminazione di metalli potenzialmente tossici, sono soprattutto acque superficiali, marine e freatiche, sedimenti fluviali, marini e lacustri, suoli, vegetazione e atmosfera.

È dunque evidente l'esigenza di attivare una valutazione e un controllo dello stato di degrado ambientale per effetto dell'inquinamento; a questo scopo è importante definire per ogni territorio i tenori di fondo naturali (*background*) di determinati elementi nelle matrici ambientali. La determinazione dei valori di concentrazione *background* ci consente di valutare i livelli di contaminazione ambientale, discriminando la componente relazionata ad attività antropiche rispetto a quella di natura geogenica. Nelle aree fortemente antropizzate i tenori di fondo vengono indicati come *background/baseline* (vedi questo atlante), in quanto non sempre le concentrazioni di un elemento, rilevate in un sito campionato, riflettono il tenore di fondo naturale (*background*), ma possono riflettere anche un contributo antropico non facilmente quantizzabile. In tal caso i tenori di fondo vanno definiti come valori di concentrazioni "attuali", indicati nella letteratura scientifica come *baseline* (Salminen e Gregorauskiene, 2000; Cicchella *et al.*, 2005); essi sono comunque utili perché rappresentano dei valori di riferimento per la valutazione nel tempo dell'impatto antropico sul territorio.

Recentemente, il mondo scientifico, ha posto l'attenzione sul rapporto tra la geologia e la medicina, ponendo le basi per la "geomedicina" che è da considerarsi come una nuova disciplina intesa come strumento di valutazione degli effetti dei fattori geologico-ambientali sulla distribuzione areale di patologie nell'uomo e negli animali (De Vivo, 1995; Belkin *et al.*, 2013; Valera *et al.*, 2014). Le considerazioni legate alla geochimica ambientale e alla salute degli organismi viventi, sono state dettate dall'osservazione che particolari patologie sono maggiormente diffuse in alcune aree geografiche piuttosto che in altre (Albanese *et al.*, 2008a; 2013; Giaccio *et al.*, 2012; Valera *et al.*, 2014).

L'acquisizione di conoscenze scientifiche di carattere geochimico, medico e nutrizionale è indispensabile per lo studio oggettivo per poter arrivare, possibilmente, alla definizione di causa-effetto fra ritrovamento di contaminanti in matrici ambientali e patologie specifiche. Da tempo sono note le relazioni fra salute umana e caratteristiche geochimiche locali per quanto riguarda carenze o eccessi di elementi chimici quali I, F, Se ed As. Milioni di persone soffrono per esempio di fluorosi dentaria in Cina per eccesso di F nelle acque (sotto forma di fluoruro) oppure mostrano sintomi di avvelenamento per eccessive concentrazioni di As nelle acque potabili (De Vivo *et al.*, 2004).

Pertanto la conoscenza della composizione chimica del territorio nazionale, la valutazione delle eventuali variazioni dovute a inquinamento e la divulgazione di questi dati, sfruttando le moderne tecniche di rappresentazione grafica, costituiscono componenti indispensabili per la predisposizione di piani di monitoraggio e il controllo delle risorse territoriali, per lo sviluppo delle attività industriali e antropiche in generale, che tengano conto delle conseguenze gravi che queste ultime possono determinare per l'ambiente e per l'uomo.

Nella *Distribuzione geochimica degli elementi inorganici nei suoli del Sito di Interesse Nazionale Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano* vengono illustrati i risultati ottenuti da ulteriori indagini eseguite sui suoli di questo sito, che comprendono anche quelle già pubblicate nell'Atlante geochimico-ambientale del S.I.N. Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano (Lima *et al.*, 2012). Quest'opera vuole essere uno strumento di notevole valenza ambientale, sia per la valutazione del grado di inquinamento dei suoli dell'area investigata sia per la determinazione dei tenori di fondo indicati come "*background/baseline*" semplicemente perché in molti casi non sono i tenori di fondo naturali (*background*) ma sono i tenori di fondo attuali (*baseline*). Tenendo conto che le carte geochimico-ambientali rappresentano una "fotografia" dell'attuale distribuzione delle concentrazioni degli elementi chimici analizzati nei campioni di suolo, potranno essere utilizzate in futuro come riferimento per la valutazione dell'impatto ambientale delle attività antropiche presenti sul territorio.