

Inquinamento naturale ed antropico della geosfera (suolo, acque e sottosuolo)

di Leonello SERVA & Maurizio GUERRA

“Tutte le sostanze sono veleni; non ce n’è alcuna che non lo sia. La giusta dose fa la differenza tra veleno e rimedio”.

Questa massima di Paracelso (1493-1541) offre uno spunto per evidenziare l’equilibrio che lega la biosfera, e quindi l’uomo, con la geosfera (qui intesa semplicemente come insieme delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque).

L’eccessiva abbondanza o viceversa penuria di alcuni elementi possono agire quali elementi di controllo nell’insorgenza di patologie ovvero nella loro prevenzione. Molti di questi elementi sono considerati nella nostra normativa come dei veri e propri contaminanti. Data l’ampiezza del tema e il livello divulgativo, questa rassegna sarà molto parziale, semplificata e, fondamentalmente, per immagini. Per una visione più completa della problematica in titolo sono riportati alcuni riferimenti (pubblicazioni ed indirizzi WEB) sia nella didascalia di alcune figure che nella sezione bibliografica.

Nel corso della presentazione quindi si tratteranno:

- i) alcune definizioni e concetti inerenti “l’inquinamento” (inquinamento locale e diffuso, naturale);
- ii) il problema del fondo geochimico; confine tra inquinamento naturale ed antropico;
- iii) meccanismi di esposizione e la “giusta” dose;
- iv) controllo geologico su alcuni contaminanti e gli effetti sull’uomo (esempi);

Alcune definizioni e concetti inerenti “l’inquinamento” (inquinamento locale e diffuso, inquinamento naturale)

L’inquinamento è qualsiasi perturbazione dello stato di un ambiente (inquinamento acustico, luminoso, elettromagnetico, architettonico, ecc...). Nella accezione più comune il termine “inquinamento” indica un’alterazione nelle matrici ambientali (acqua, aria, suolo) dovuta al rilascio di una qualsiasi sostanza, composto o agente in concentrazioni tali da rendere quella matrice non idonea al suo utilizzo, effettivo o potenziale. Oltre certi livelli, la presenza di contaminanti nelle diverse matrici ambientali comporta una serie di conseguenze nocive per la salute umana, per l’ecosistema e per le risorse naturali (diventa veleno nell’accezione di Paracelso). In Figura 1 sono riportati i contaminanti secondo la normativa italiana (quelli inclusi nel D. Lgs 152/06 - Norme in Materia Ambientale- e alcuni composti oggetto di circolari da parte dell’Istituto Superiore di Sanità).

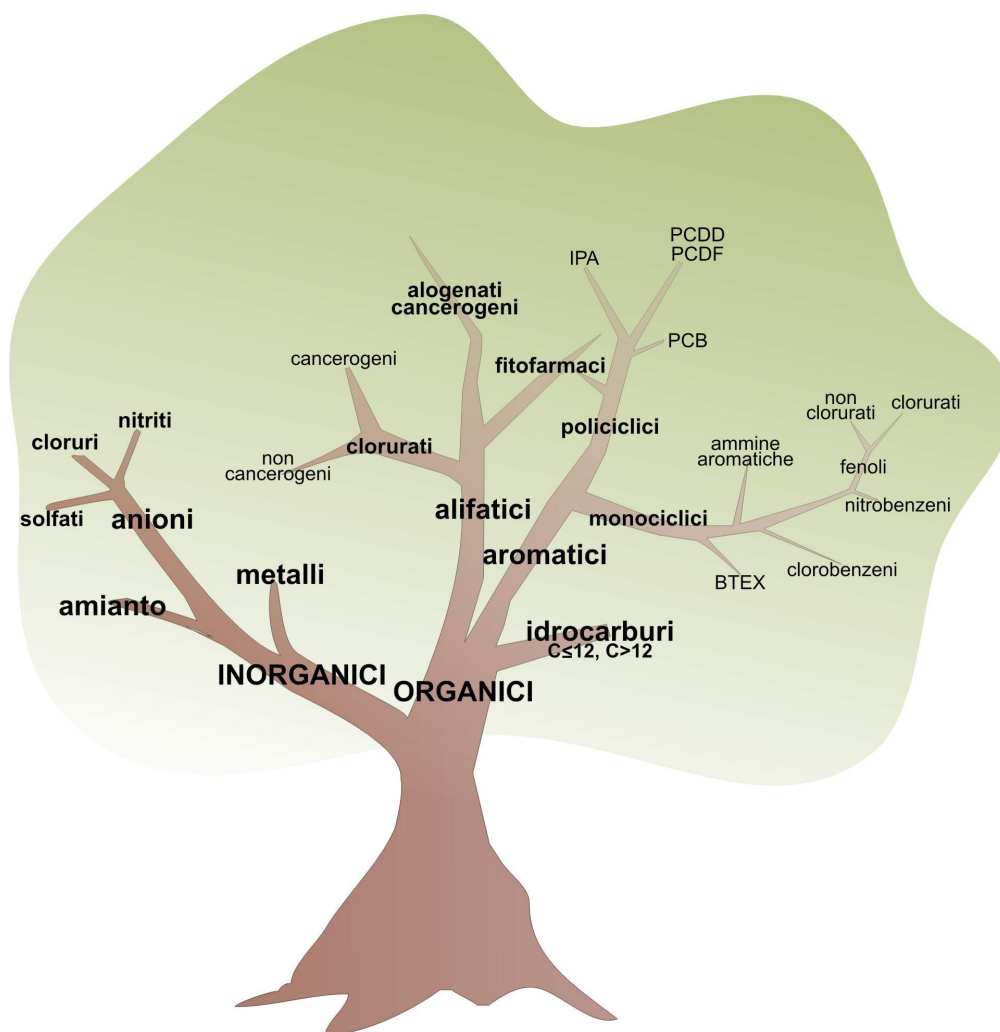


Figura 1 - L'albero è una rappresentazione sintetica dei "rapporti di parentela" fra le classi di contaminanti così come definite nell'attuale normativa. Si può osservare che quelli organici sono di fatto tutti idrocarburi, ovvero molecole anche molto complesse costituite da atomi di carbonio e di idrogeno. Quest'ultimo è sostituito in molti casi da atomi di Cl, F, gruppi NO₂, CH₃, OH, ecc. Gli idrocarburi alifatici sono caratterizzati da catene lineari o ramificate di atomi di C, mentre quelli aromatici sono caratterizzati dalla presenza di uno o più anelli benzenici (rispettivamente mono e poli ciclici). Il gruppo dei fitofarmaci è stato posizionato a cavallo fra gli aromatici policiclici e gli alifatici poiché di esso fanno parte composti appartenenti alle due classi. Il gruppo dei BTEX è composto da benzene, toluene, etilbenzene, xileni (più stirene). PCDD e PCDF indicano, rispettivamente, diossine e furani, PCB sono i policlorobifenili

L'inquinamento locale o puntiforme, in altre parole quello che interessa aree di piccole dimensioni e che solitamente è direttamente riconducibile ad una sorgente specifica, può dipendere da attività industriali, da eventi incidentali, dalla presenza di discariche mal gestite, ecc. e può essere generato sia durante che dopo la chiusura dell'attività. L'inquinamento diffuso è definito come una contaminazione o alterazione delle matrici ambientali determinate da fonti diffuse e non imputabili ad una singola origine. Tale forma di inquinamento è in genere associata a fenomeni che hanno un impatto areale rilevante quali la deposizione atmosferica, determinate pratiche agricole e ad inadeguate operazioni di trattamento di rifiuti o di acque reflue.

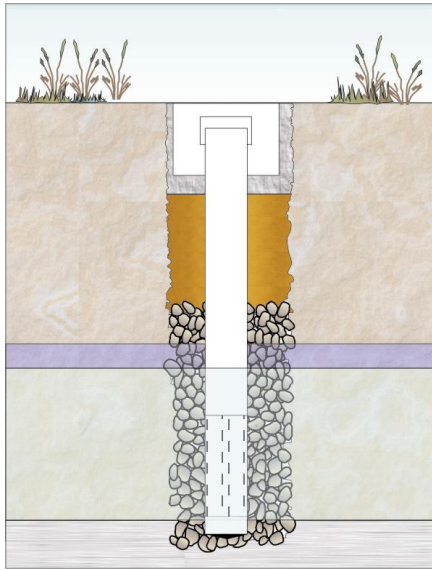


Figura 2. In situazioni particolari o in coincidenza di eventi incidentali prodotti idrocarburici possono raggiungere la falda in concentrazioni tali da costituire una fase propria. In base alla densità del prodotto rispetto a quella dell'acqua di falda, si possono formare dei veli (o dei veri e propri strati spessi anche diversi metri) che "galleggiano" o "affondano". Poiché le acque di falda sono in movimento esse costituiscono il vettore attraverso cui la contaminazione si diffonde fino a raggiungere aree sensibili (es. pozzi per approvvigionamento idrico, aree umide ecc.). Quanto sopra è esemplificato dalla ipotetica sezione di figura che evidenzia il galleggiamento di un prodotto oleoso il fase libera (cioè non più disperso in acqua), a destra lo stesso prodotto è rinvenuto in fase di campionamento chiaramente separato dalla fase acquosa. (da APAT 2007)

Un'altro evento che può dare origine all'inquinamento diffuso è legato alle esplosioni vulcaniche. Esse possono essere di enorme intensità e quella del Pinatubo (Filippine) del giugno 1991, ne è un esempio (Figura 3). Tali eruzioni possono portare in atmosfera enormi quantità di CO_2 , SO_2 , CO , HCl , HF e pulviscolo che può raggiungere chilometri di altezza e spargersi su buona parte del globo.



Figura 3. Esplosione del vulcano Pinatubo (Filippine) del giugno 1991 (tratta dal sito: <http://pubs.usgs.gov/pinatubo/>)

Esplosioni di questo tipo possono anche verificarsi in Italia, purtroppo, e l'area più indiziata per tale fenomenologia è quella campana dei Campi Flegrei come dimostrano i dati geologici. Per dare un esempio di quello che può produrre un'eruzione di questo tipo, non solo in relazione ai gas e alle polveri emesse, ma anche agli sconvolgimenti climatici connessi, si riporta un pezzo ripreso da un articolo pubblicato sulla rivista Villaggio Globale (Serva 2002).

L'anno famoso perché senza estate fu il 1815. La ragione fu una esplosione vulcanica di enormi dimensioni: l'eruzione del Tambora che si trova in un'isoletta dell'Arcipelago Indonesiano. Il fenomeno iniziò l'11 aprile 1815 e dopo tre mesi di eruzioni di polveri e lave il vulcano si era abbassato di circa 1300 metri. Riassumiamo i fatti climatici più straordinari prodottisi. In Ungheria verso la fine dell'anno cadde neve marrone, color carne. A Taranto, invece, dove la neve di per sé è già una rarità, cadde con fiocchi rossi. Neve bruna, bluastro e rossa cadde sul Maryland in aprile e maggio. In Francia la vendemmia cominciò il 29 ottobre e in molte parti i grappoli non arrivarono nemmeno a maturazione. Nel Kent, una delle zone più calde dell'Inghilterra, uno scarso raccolto di grano si concluse il 13 ottobre rispetto all'abituale 3 settembre ed era in tali condizioni di umidità da non essere immediatamente utilizzabile. In Francia il pane non si poteva mangiare perché restava appiccicato al coltello. Nel complesso i raccolti di grano produssero la metà del normale dopo un'estate fredda e segnata da grandinate ed alluvioni. Le temperature mensili di quell'estate furono tra due e cinque gradi Celsius inferiori alla media. Un inglese scrisse che *“durante l'intera stagione il sole si alzò ogni mattina come in una nuvola di fumo, rosso e senza raggi, gettando scarsa luce e calore e tramontando la sera dietro una spessa nuvola di vapore, senza lasciare quasi traccia del suo passaggio sulla faccia della terra”*.

Il problema del fondo geochimico; confine tra inquinamento naturale ed antropico

Sappiamo tutti che l'Italia è stata sempre meta di lavoro di grandi naturalisti e tra essi molti geologi in quanto da sempre considerata un unicum geologico. Nel territorio nazionale sono infatti rintracciabili tutti i concetti geologici che si sono via via sviluppati nelle varie teorie geologiche succedutesi nei secoli e sono presenti quasi tutti i litotipi (rocce) che si conoscono. In questo contesto, certe condizioni geologiche determinano la concentrazioni anomale di alcuni elementi/composti chimici che da un lato, se in concentrazioni utili in termini economici, possono rappresentare dei giacimenti minerari soggetti a coltivazione (la geologia è praticamente nata con questo scopo), dall'altro, possono essere causa di contaminazione naturale tale da costituire un rischio per la salute umana (in questa sede si tratterà ovviamente solo dell'aspetto negativo di tali concentrazioni). Solitamente tali elementi contaminanti sono costituiti da metalli pesanti, da minerali radioattivi, da minerali fibrosi (amianto), ma talora essi possono comprendere anche composti organici (es. petroli, bitumi).

Il contesto geologico s.l. può cioè determinare dei valori di fondo che superano i valori ammessi dalla normativa. In questo caso il problema del “fondo naturale” diviene critico perché determinate zone risultano inquinate “naturalmente” o “seminaturalmente”, con pesanti conseguenze sui processi decisionali ai fini di eventuali interventi di bonifica, cioè di rimozione dei contaminanti. Come esempio possiamo citare la presenza di metalli pesanti nei suoli e nelle acque di falda di alcune zone della Sardegna sud-occidentale (Sulcis-Iglesiente), caratterizzate e dalla presenza di mineralizzazioni di galena, blenda, pirite, barite, che rilasciano nell'ambiente circostante, complice un'attività mineraria di antica tradizione e non sempre condotta a buone pratiche ambientali, grandi quantità di metalli quali Pb, Zn, Fe e Ba, Mo, Sn, As (Figure 4, 5)

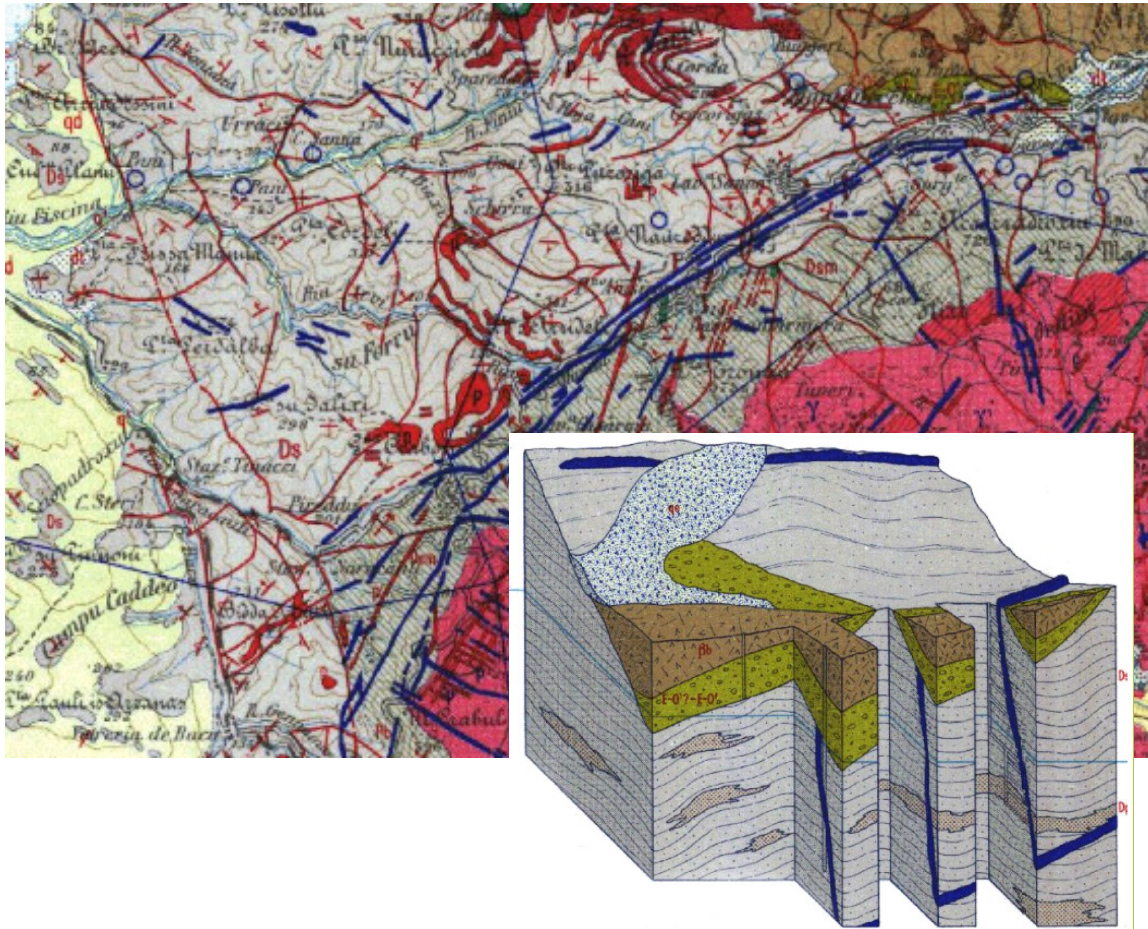


Figura 4. Zona del Sulcis Iglesiente. Le rocce del ciclo magmatico ercinico (Carbonifero circa 350 Ma) possono ospitare dei filoni a quarzo con mineralizzazione di Pb, Zn, Fe e Ba, Mo, Sn, As (evidenziati in blu). La mobilizzazione di questi elementi, oltre che a cause naturali, è dovuta alla presenza di discariche minerarie (lo sterile di miniera) o di abbancamento fini (legati ai processi di arricchimento), che sono lisciviati dalle acque meteoriche o dai corsi d'acqua. (Tratto da: Carta Geologica d'Italia, F. 225, Guspini)



Figura 5. Lo sbocco a mare dei corsi d'acqua che, poco più a monte, attraversano le aree minerarie; è ben visibile la colorazione rossastra dovuta alla presenza di Fe.

Per quanto riguarda il fondo naturale, sono in via di realizzazione finalmente anche in Italia delle carte che hanno lo scopo di definire nelle diverse matrici ambientali (terreno, sedimenti fluviali, acque sotterranee) i valori di fondo, anche in funzione dell'assetto geolitologico (Ottonello e Serva, 2003)

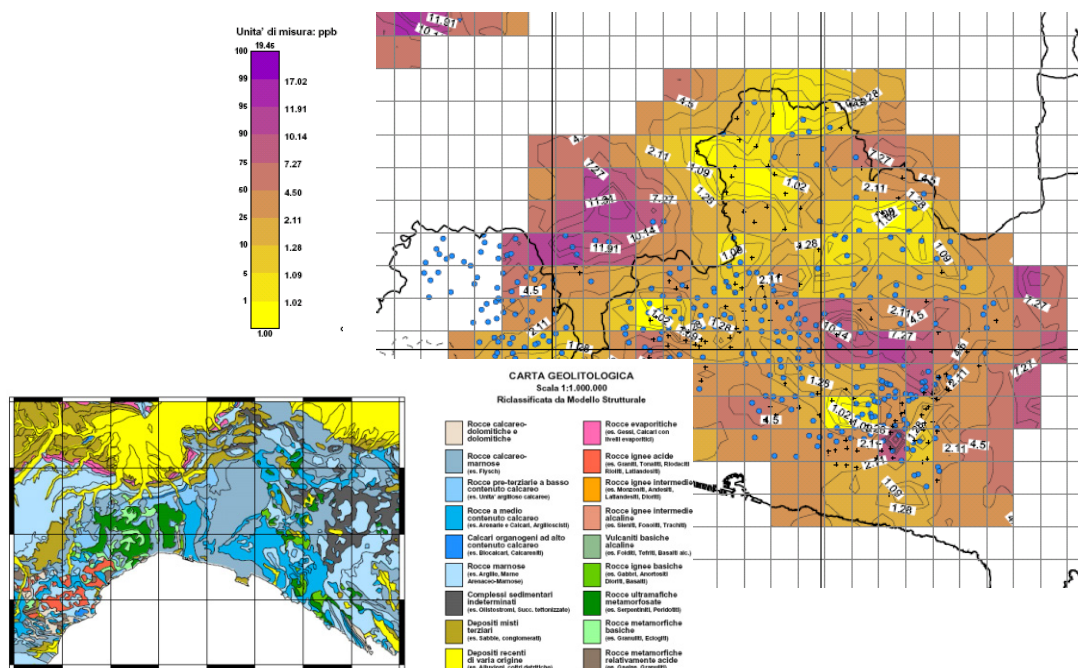


Figura 6. Stralcio di una mappa delle isoconcentrazioni di Pb nelle acque di falda, provincia di Genova. I dati sono confrontati anche con i dati geolitologici locali. Queste mappe tematiche dovranno costituire l'output della Carta Geochemica d'Italia che si auspica verrà prodotta in un domani vicino (da Ottonello e Serva, 2003).

Come detto, oltre ai composti inorganici, la contaminazione naturale può interessare anche composti organici (petrolio, asfalti). Allo scopo è interessante andarsi a rileggere le lettere dei coloni americani che agli inizi dell'ottocento scrivevano ai loro parenti in Europa lamentandosi di aver sperperato tutti i loro risparmi nell'acquisto di terreni agricoli in Texas poi rivelatisi non adatti allo scopo agricolo in quanto pieni di liquidi oleosi.



Figura 7. Manifestazioni naturali di bitume (a sinistra) e di idrocarburi liquidi (Montagne di Santa Cruz, California) negli Stati Uniti queste manifestazioni, al pari dell'inquinamento antropico, possono degradare la qualità delle acque (fonte: <http://seeps.wr.usgs.gov/seeps/environment.html>)

Poiché il principio ispiratore su cui si fonda la normativa di molti paesi, circa le misure di bonifica, è il principio che *chi inquina paga*, è evidente che, di fronte ad una situazione di inquinamento è basilare capire chi sia il responsabile dello stesso ovvero capire se ed in quale misura esso possa essere attribuito a cause naturali. Si sta quindi sviluppando un settore delle scienze forensi (es. la chimica, geochimica) in cui le tradizionali discipline sono mirate a fornire “prove” volte a risolvere contenzioni (Figura 8).

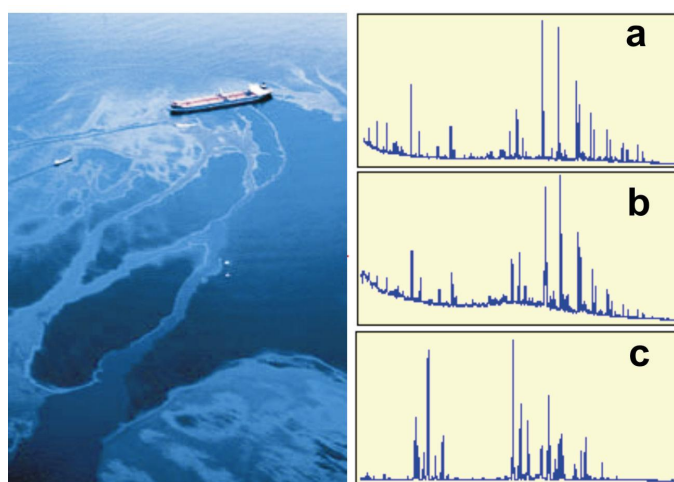


Figura 8. Un esempio di applicazione della chimica volta alla determinazione del responsabile di eventi inquinanti. in a) è rappresentato il cromatogramma di una miscela di idrocarburi sversata in mare; il b) e c) il cromatogramma di idrocarburi presenti nei sedimenti marini. E' evidente che i sedimenti in b sono stati contaminati dagli idrocarburi sversati, mentre quelli in c hanno un'altra sorgente (tratto da APAT, 2007).

Per meglio comprendere il concetto che non sempre è semplice porre un limite fra l'inquinamento naturale e quello antropico, si riporta sotto un diagramma che illustra le possibili e più importanti sorgenti del rilascio di metano (un gas che ha un effetto serra maggiore rispetto all'anidride carbonica) nell'atmosfera (Figura 9). Come si osserva dal diagramma mentre alcune voci sono chiaramente inquadrabili come antropiche (comparto energetico, discariche) o come naturali (emissioni da termitai, vulcani di fango) altre (risaie, allevamenti di bovini) a nostro avviso sono di difficile collocazione (certamente se si riducesse il numero di bovini o di aree poste a risaia, non tutti trarrebbero beneficio dall'eliminazione dell'effetto serra!).

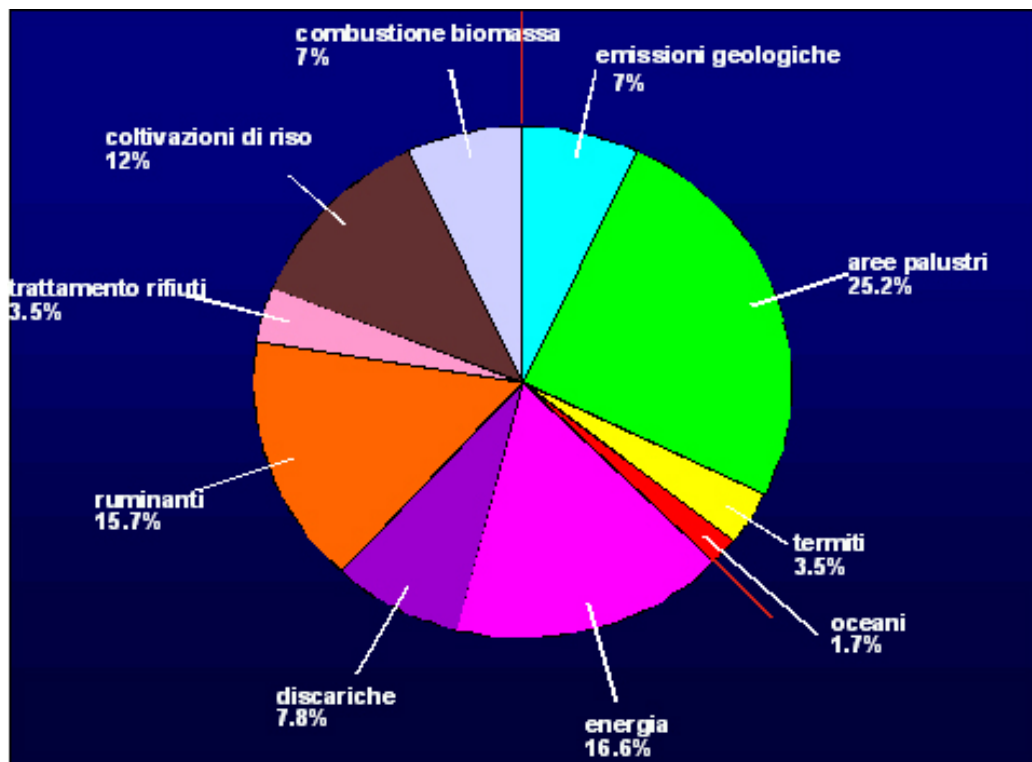


Figura 9. Sorgenti di rilascio di metano in atmosfera (da Etiope, Milkov, 2004).

Meccanismi di esposizione e la “giusta” dose;

Le specie chimiche contaminanti possono entrare in contatto con il “bersaglio” umano, attraverso diverse modalità. Accanto alle vie dirette (es. inalazioni di polveri, ingestione di acque contaminate, contatto dermico) vi sono le vie indirette, i contaminanti raggiungono l’organismo umano tramite la catena alimentare (Figura 10).

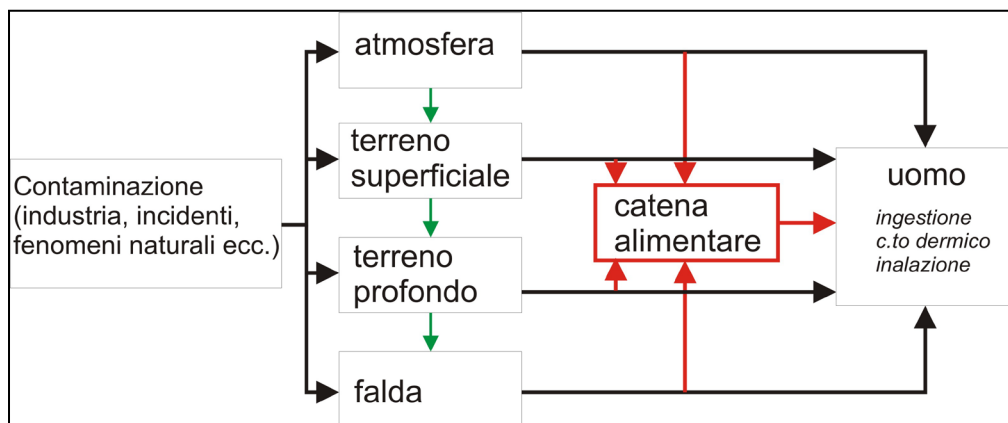


Figura 10. Meccanismi di esposizione.

All'inizio abbiamo citato Paracelso, la figura seguente visualizza il concetto espresso dallo stesso. E' noto che alcuni oligoelementi (es. il Se, Zn) giocano un ruolo importante nel metabolismo di molti organismi viventi, compreso l'uomo. Eccessi o difetti di questi elementi possono costituire rispettivamente dei "veleni" o cause di patologie più o meno gravi.

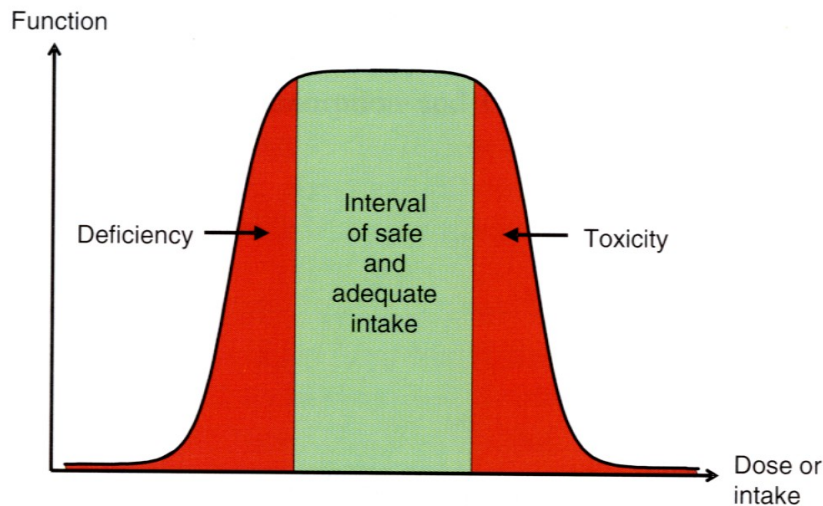


FIGURE 1 Dose-response of essential trace elements.

Figura 11. La giusta dose. L'area in verde evidenzia una assunzione ottimale di un ipotetico elemento, deficit o eccessi (aree rosse) possono essere cause di patologie più o meno gravi. (AA.VV. 2005)

Controllo geologico su alcuni contaminanti e gli effetti sull'uomo (esempi);

Nelle tabelle successive, a mero titolo di esempio, sono sintetizzati i fattori geologici che regolano la presenza di alcuni agenti nell'ambiente (Figura 12) ed alcune patologie legate all'assunzione (e in alcuni casi o deficit) di questi agenti (Figura 13).

Agente	Controllo geologico e/o correlato al diretto sfruttamento della risorsa
Metalli, As, Se, F	Presenza di determinate formazioni geologiche, attività vulcanica, tardo vulcanica, perivulcanica. Tenore di questi elementi nel suolo / piante/acque di falda.
I	vicinanza al mare
Rn,	Faglie, utilizzo nell'edilizia di materiali ricchi in radionuclidi
U	
Amianto	Cave, utilizzo nell'edilizia
polveri	Attività mineraria, tempeste di sabbia, attività vulcanica

Figura 12. La presenza nelle diverse matrici ambientali di alcuni agenti è, in talune circostanze, quasi completamente ascrivibile ad uno scenario geologico specifico: attività vulcanica, litologie che presentano tenori elevati di elementi, presenza di faglie che rendono più facile il movimento di fluidi (gas ed acque) dalle profondità. Spesso la "risorsa geologica" è utilizzata direttamente nelle attività edilizie (es. i blocchetti di tufo, ricchi di radionuclidi) accrescendo il rischio legato all'esposizione.

Agente	Patologia associata
As	tumore della pelle, vescica; angiosarcoma del fegato
Se	Selenosi: dermatiti, deformazione e perdita delle dita, perdita di capelli, disordini neurologici
Se	<i>m. Keshan – cardiomiopatia;</i>
	<i>m. Kashin –Beck - osteoartropatia</i>
I	<i>“gozzo”; cretinismo</i>
F	Fluorosi
Rn	tumore al polmone/ mutazioni genetiche
Amianto	Mesotelioma
Polveri	Pneumoconiosi

Figura 13. Alcuni esempi di patologia associati all'eccessiva assunzione di alcuni elementi. In grassetto-corsivo sono evidenziati gli agenti il cui deficit porta all'insorgenza della patologia descritta.

In determinati casi, alcuni elementi e più in generale alcune sostanze inorganiche mostrano delle proprietà preventive/curative, proprietà note presso le culture di molti popoli che ricorrono quindi alla geofagia, cioè all'assunzione deliberata di terre usate come alimenti o mescolate a determinati alimenti (singolare ad esempio il Su Pan'ispeli, l'antico pane di ghiande nominato da Plinio il Vecchio nel I secolo d.C, descrivendolo come un pane di ghiande impastato con argilla del quale si nutrivano i Sardi).

Tralasciando gli aspetti rituali e magici della geofagia (esiste un rapporto tra geofagia e geofilia o attrazione alla terra) si osserva che anche in certe farmacie delle nostre città si può trovare dell'argilla purissima da bere sciolta in acqua, che si dice contribuisca a mantenere ben regolato l'organismo. I disturbi per i quali si può ottenere un beneficio dall'argilla sono legati, oltre che alla sua capacità di scambio cationico, anche alla sua capacità adsorbente, cioè di fissazione chimica di un corpo, che conferisce all'argilla la possibilità di intrappolare batteri e microbi, tossine e scarti del metabolismo intestinale, gas e veleni, quindi ha un alto potere disintossicante; essa non assorbe invece i nutrienti, come vitamine e minerali, ha quindi un'adsorbente selettiva, ma anzi fornisce essa stessa numerosi minerali ed oligoelementi, per cui è anche remineralizzante. I disturbi per i quali è consigliato (bisogna dire che non c'è accordo completo su queste capacità dell'argilla) l'uso interno dell'argilla sono in particolare la gastrite, il meteorismo addominale e i borborigmi, l'insufficienza digestiva e l'acidità di stomaco, l'aerofagia, l'ernia iatale, la colite, la stipsi.



Figura 14. Vendita di impasti di argilla (tratto da *Earth and health -building a safer environment* - www.esfs.org)
 Nel seguito sono riportati alcuni esempi di patologie correlati all'assunzione di elementi in cui il controllo geologico può essere determinante



Figura 15. L'eccessiva assunzione di As può portare a ipercheratosi o ad una pigmentazione della pelle (fonte: AA.VV. 2005)

In giuste dosi il selenio (Se) contribuisce ad aumentare le difese immunitarie, e inibisce l'anormale crescita cellulare e del cancro. Svolge una azione protettiva dall'intossicazione di mercurio, di cadmio, di alluminio, di arsenico. A dosi troppo elevati esso può provocare una ridotta assimilazione dei fluoruri, (insorgenza di carie), perdita dei capelli, dei denti e delle unghie, apatia e paralisi. Quantità massicce possono provocare febbre, attività respiratoria e capillare accelerata, disturbi gastrointestinali, mielite e qualche volta possono essere mortali. In alcune zone della Cina è stato riscontrato un impoverimento di Se nel suolo; in corrispondenza di queste aree sono state osservate due patologie sospette di essere associate ad un deficit di Se nell'organismo: il morbo di Keshan (Figura 16), e Keshin-Beck (Figura 17) Queste sindromi sono legate ai bassi livelli di selenio nel terreno e possono essere prevenute con l'assunzione di integratori.

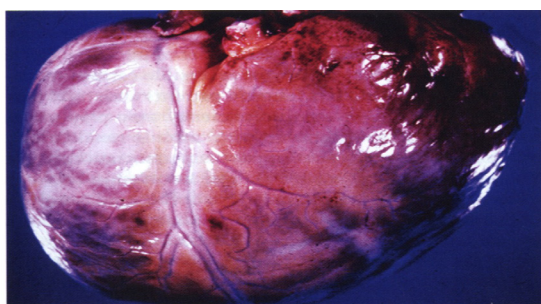


FIGURE 4 Gross appearance of Keshan cardiomyopathy demonstrating globular configuration of the external aspect of the heart.



FIGURE 8 Distribution of the incidence of KD in China. (Adapted with permission from Tan, 1989.)

Figura 16. Il morbo di Keshan è una cardiopatia dilatativa caratterizzata dall'ingrossamento del cuore, insufficienza acuta della funzionalità cardiaca, può essere mortale. A sinistra sono evidenziate le aree in cui tale patologia ha maggiore incidenza (AA.VV., 2005)



Figura 17. Il morbo di Keshin-Beck comporta un ritardo nella crescita, atrofia muscolare, deformità della colonna cerebrale e ingrossamento delle articolazioni. (AA.VV., 2005)

Il deficit di iodio porta alla nota insorgenza del “gozzo”. Questo elemento è infatti necessario per la sintesi degli ormoni tiroidei; bassi livelli di questi ormoni spingono l’ipofisi a rilasciare un particolare ormone, il THS (*thyroid stimulating hormone*) che in assenza di iodio causa la crescita smodata della ghiandola tiroidea come meccanismo di compensazione (Figura 18.).

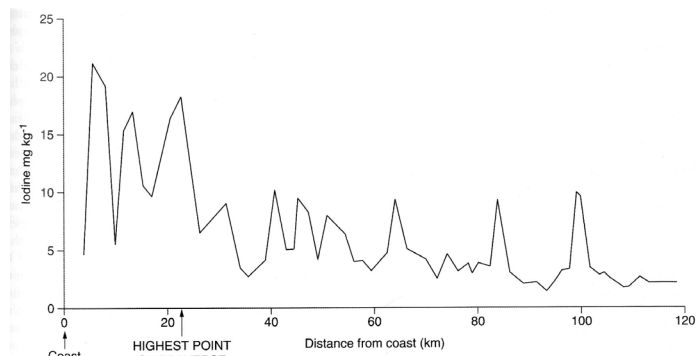
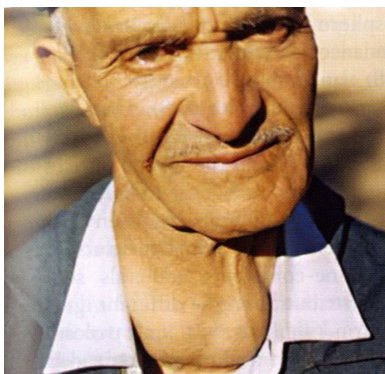


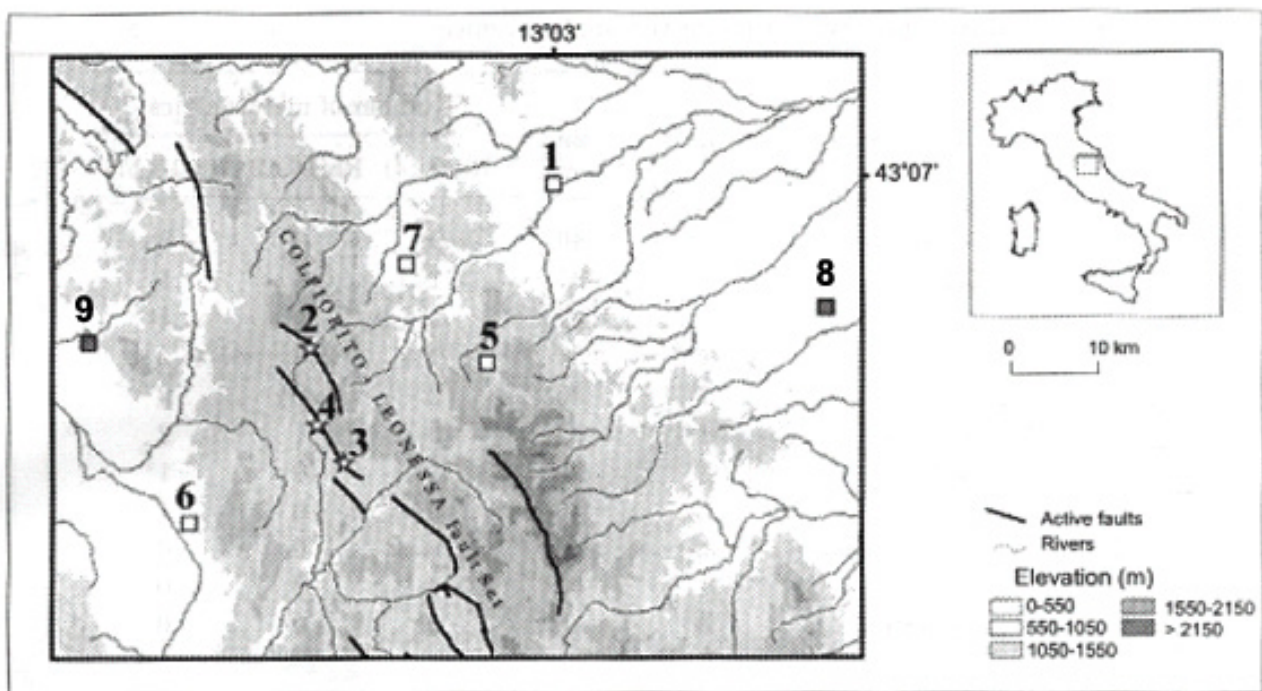
FIGURE 1 Iodine in topsoils on a traverse from the west Wales coast to the English Midlands. (After Fuge, 1996.)

Figura 18. L’insorgenza del gozzo endemico (sinistra) era soprattutto in passato legata alla distanza dal mare. La presenza di iodio nel top soil (e di conseguenza la sua disponibilità per la catena alimentare) risulta infatti inversamente proporzionale alla distanza dalla linea di costa. La presenza di rilievi montuosi costituisce un’ulteriore elemento di controllo sulla distribuzione di questo elemento nelle aree interne. (AA.VV., 2005).

Un’altro classico esempio di patologia legata all’assunzione di elementi presente naturalmente nelle matrici ambientali (soprattutto acque di falda) è la fluorosi dentale. In quantità eccessive il fluoro danneggia le cellule che formano lo smalto, inducendo un disturbo nella mineralizzazione dei denti che aumenta la porosità dello smalto. Specie nelle forme più gravi la

fluorosi non è solo un problema estetico ma provoca un danno permanente ed irreversibile alla matrice interna del dente.

Un caso particolare che si vuole portare a conoscenza e sul quale si è lavorato in prima persona, è quello legato al possibile “controllo geologico” di mutazioni genetiche (Sadoyan et al., 2003). Nel lavoro in esame, se pure con dati molto parziali, viene messo in evidenza che i topolini (*Mus musculus domesticus*) che vivono in aree dove sono presenti faglie sismogenetiche capaci di produrre forti terremoti e quindi la fagliazione (rottura) del terreno (es. in Figura 20) hanno un codice genetico differente da quello dei loro simili che vivono in aree dove tali faglie non sono presenti. Il lavoro in oggetto riporta un caso che probabilmente può essere di scarso valore ma l’idea è interessante e quindi potenzialmente soggetta a sviluppi.



Site code	Locality	n	2n	Number of metacentrics		
				Rb(9.14)	Rb(10.12)	Rb(15.17)
1	Tolentino	2	40	0	0	0
2	Colfiorito	1	37	1	1	1
		1	37	2	0	1
		1	37	1	0	2
		1	36	2	0	2
3	Forcella	1	37	0	1	2
4	Costa	1	38	1	0	1
		1	39	0	0	1
5	Aqua Canina	2	40	0	0	0
6	Trevi	1	40	0	0	0
7	Camerino	4	40	0	0	0

Figura 20.. Nella figura in alto sono riportati i luoghi di campionamento del *Mus musculus domesticus*. Come si può notare i campioni 2,3, e 4 sono stati presi proprio nell'immediato intorno delle faglie che si sono mosse nel corso del terremoto di Assisi del 1997 e possiedono un differente polimorfismo robertsoniano (Karotypes, 2n) (da Sadoyan et. al. 2003).

Estremamente attuale è anche il problema dell'amianto. Il termine "amianto" o "asbesto" indica genericamente un gruppo di silicati (minerali contenenti silicio) in forma fibrosa, resistenti al calore, all'umidità e agli agenti chimici (Figura 21). L'amianto si trova in natura unito ad altri minerali costituenti la roccia madre dalla quale le fibre devono essere asportate; viene quindi estratto in miniera, per successive frantumazioni della roccia che lo contiene. Le rocce che possono contenere minerali sono prevalentemente metamorfiche quali serpentiniti, prasiniti, anfiboliti, oficalciti, ecc. Dall'inizio degli anni '90 l'impiego dell'amianto è stato bandito. La presenza dell'amianto in sé non è necessariamente pericolosa; tutto dipende dalla mobilità delle fibre che possono disperdersi nell'aria e quindi essere inalate, provocando potenzialmente anche gravi patologie quali l'asbestosi, il mesotelioma (un tumore che colpisce la pleura, il peritoneo e il pericardio) e il carcinoma polmonare. A oggi, invece, non sembra abbiano effetti nocivi le fibre di amianto eventualmente ingerite (magari per contaminazione delle acque potabili che scorrono in tubature realizzate con amianto).

Un caso particolare di "convivenza" con fibre asbestiformi è costituito dal centro abitato di Biancavilla (CT), posta sulle pendici dell'Etna, nelle cui vicinanze è ubicata la cava di M.te



Figura 21 fibre di crisotilo.

Calvario dalla quale si estraeva del pietrisco lavico caratterizzato dalla presenza di un minerale peculiare di questa zona la fluoroedenite. Il materiale proveniente dalla cava e quindi anche la fluoroedenite è stata ampiamente utilizzato per malte ed intonaci prodotti attraverso la macinazione della roccia proveniente dalla cava citata (Figura 22).

Nell'area di Biancavilla si è osservata una maggiore occorrenza di tumori maligni della pleura, sia per la mortalità che per i ricoveri. Si è osservato inoltre un eccesso di malattie polmonari acute e croniche, e di malattie cardiovascolari, in particolare di malattie ischemiche nelle donne.

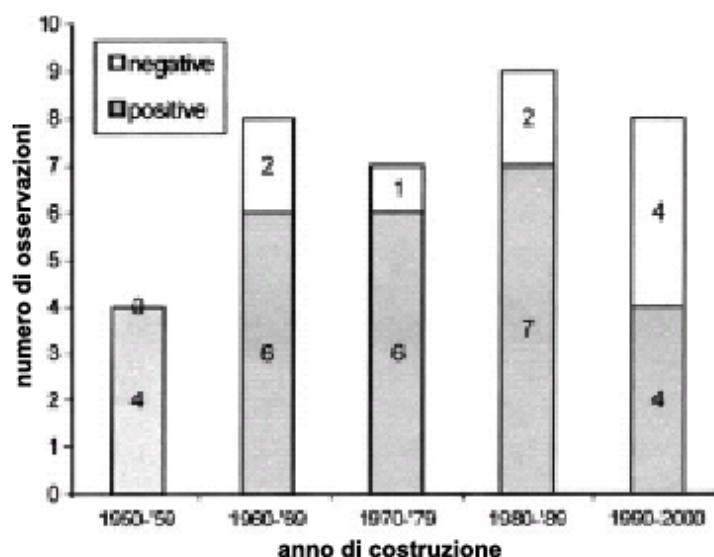


Figura 22. Relazione fra il numero di campioni di materiali di costruzione risultati positivi per la presenza di fluoro-edenite e anno di costruzione dei manufatti. Solo a partire dagli anni '90 si è concretizzato il problema della presenza di questo minerale nei materiali di costruzione di abitazioni. (Burrigato et al., 2004)

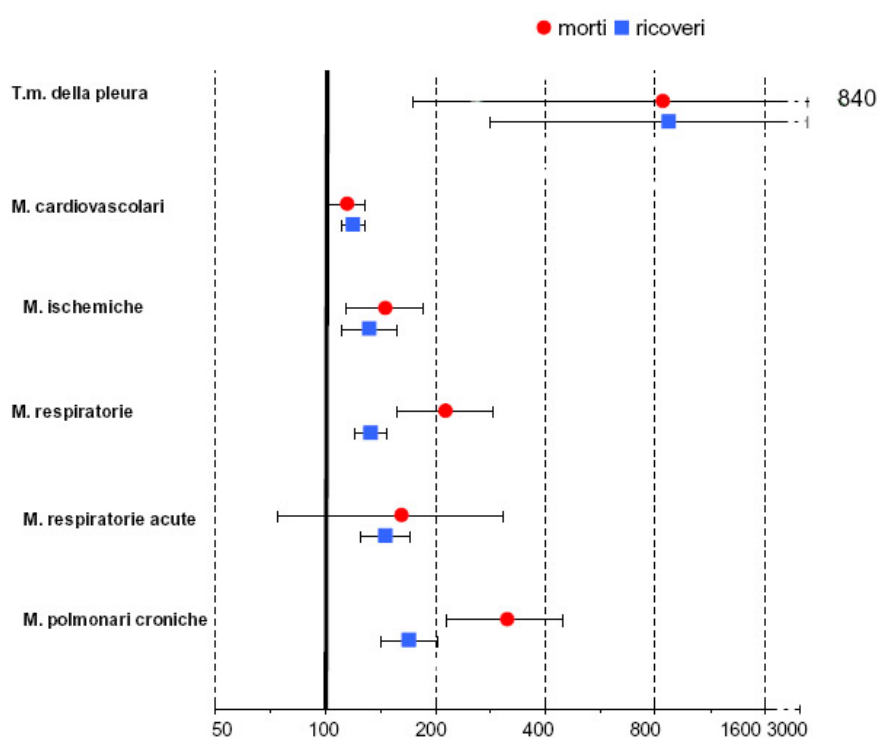


Figura 23. Rapporti standardizzati di morbosità fra l'area di Biancavilla e aree periferiche (riferimento a 100) – Popolazione femminile. Si osserva per il tumore alla pleura una incidenza significativamente maggiore (da Fano et al. s.a.).

Bibliografia

AA.VV. (2005) Essentials of medical geology: impacts of the natural environment on public health / Editor in Chief Olle Selinus. Amsterdam: Elsevier, ©2005

APAT (2007). Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati. In stampa

Burragato F., Comba P., Baiocchi V., Palladino D.M., Simei S., Gianfagna A., Paoletti L., Pasetto R. (2004). Health Effects Associated with the Use of Stone Quarry Materials for Buildings: Biancavilla (eastern Sicily, Italy). Environmental Geology (submitted).

Etiope G., Milkov A.V. (2004): A new estimate of global methane flux from onshore and shallow submarine mud volcanoes to the atmosphere. Environmental Geology, Vol. 46 n. 8

Ottonello G. e Serva L. (2003): Geochemical Baselines of Italy. Pacini Editore. Pisa ISBN 88-7781-532-9

Fano V., Cernigliaro A., Scondotto S., Pollina Addario S., Caruso S., Mira A., Forestiere F., Peducci C.A. (s.a.). Stato di salute della popolazione residente nelle aree ad elevato rischio ambientale e nei siti di interesse nazionale della Sicilia Regione Siciliana - Analisi della mortalità (anni 1995-2000) e dei ricoveri ospedalieri (anni 2001-2003). Pubblicato dalla Regione Siciliana.

Sadovyan T., Pastiglia R., Capanna E., Serva L. (2003). Robertsonian polymorphism in house mouse *Mus musculus domesticus* from an area of intense seismic activity. Acta Theriologica, 48 (2):189-195. PL ISSN 0001-7051.

Serva L. (2002). Quell'anno senza estate. Villaggio Globale, anno V, Numero 18, Giugno 2002. pp. 43-45. ISBN 88-8082-290-X, Bari)

Servizio Geologico d'Italia (1971). Carta Geologica d'Italia, F. 225, Guspini.