

## Comparazione di dati chimici e faunistici provenienti da campionamenti realizzati in Val Bormida (Piemonte)

Francesca SGARIBOLDI\*, Stefano FENOGLIO, Tiziano BO, Marco CUCCO, Paolo COSSA & Giorgio MALACARNE

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Vita, Università del Piemonte Orientale, Via Bellini 25, 15100 Alessandria, Italia

\*E-mail dell'Autore per la corrispondenza: [sgari81@libero.it](mailto:sgari81@libero.it)

**RIASSUNTO** - *Comparazione di dati chimici e faunistici provenienti da campionamenti realizzati in Val Bormida (Piemonte)* - Il monitoraggio dei terreni mediante l'analisi delle comunità di invertebrati del suolo rappresenta uno strumento efficace di verifica del grado di alterazione dei sistemi ecologici. Questo lavoro è finalizzato a valutare il grado di alterazione dei terreni della Media e Alta Val Bormida, un'area che ha risentito a lungo dell'inquinamento prodotto dagli impianti industriali dell'ACNA. Sono stati analizzati 72 campioni di suolo, raccolti in 24 stazioni della Val Bormida a diverse distanze dal sito industriale. In tali campionamenti sono stati raccolti e determinati 5526 microartropodi e individuati numerosi inquinanti organici e inorganici. Dallo studio è emerso che l'area nei pressi dell'ACNA di Cengio mostra evidenti segni di alterazione dovuti all'elevato livello di contaminazione chimica. Nella zona, le comunità edafiche appaiono banalizzate tassonomicamente e impoverite nei valori di densità. L'analisi delle componenti principali ha evidenziato inoltre uno stretto legame tra la composizione tassonomica e strutturale delle comunità edafiche e la distanza dal Fiume Bormida, confermando l'ipotesi che sarebbe stato proprio il fiume il mezzo principale di diffusione degli inquinanti.

**SUMMARY** - *Comparison of chemical and faunistical data from samplings in Bormida Valley (Piemonte)* - The use of invertebrate communities in the biological monitoring of soils is an interesting method to assess environmental alterations. Aim of this study was the evaluation of the environmental conditions of soils in the medium and high Bormida Valley, an area interested by a long history of pollution caused by ACNA plants. We analysed 72 samples of soil, collected in 24 stations at different distance from the source of pollution. In these samplings, we collected and classified 5526 microarthropods and compared the structure and composition of their communities with presence and abundance of different contaminants. We detected an evident environmental alteration in the area near ACNA, with high levels of chemical pollution and poor edaphic communities. Principal component analysis evidenced a strong relationship between the taxonomic composition of edaphic communities and the distance from the Bormida River: this finding supports the hypothesis that the river represented the main way for pollutant dispersion.

*Parole chiave:* monitoraggio biologico, comunità edafiche, Indice QBS, Val Bormida, Piemonte

*Key words:* biomonitoring, edaphic communities, QBS Index, Bormida Valley, Piemonte, Italy

### 1. INTRODUZIONE

I suoli, oltre ad ospitare un'enorme varietà di organismi viventi, vegetali e animali, organizzati in comunità estremamente complesse, costituiscono un'importantissima risorsa dal punto di vista antropico. Negli ultimi decenni la qualità dei suoli è purtroppo notevolmente peggiorata, tanto che la contaminazione dei suoli da metalli pesanti e composti chimici costituisce uno dei principali problemi nei paesi industrializzati (Salminen & Sulkava 1996). In questo contesto, è recentemente cresciuto l'interesse verso l'impiego di siste-

mi di monitoraggio biologico della qualità ambientale, da affiancare ai tradizionali sistemi di indagine chimica (van Straalen 2002).

I sistemi di monitoraggio biologico permettono di rilevare la presenza di fattori di disturbo, individuare scarichi saltuari di inquinanti e monitorare direttamente l'ambiente utilizzando le specie animali e vegetali che in esso vivono, fornendo un quadro di sintesi dell'intero sistema del suolo e del suo stato di conservazione o alterazione (Angelini *et al.* 2002).

Il monitoraggio dei terreni mediante l'analisi delle comunità di invertebrati del suolo rappresenta quindi

uno strumento efficace di verifica del grado di alterazione dei sistemi ecologici. Scopo della ricerca è stato comparare la struttura e la composizione dei popolamenti a microartropodi edafici e la qualità chimica dei suoli in diverse aree della Val Bormida.

## 2. AREA DI STUDIO

La Val Bormida (Fig. 1) rappresenta un caso emblematico di contaminazione ambientale, che trova pochi paragoni a livello nazionale (Hellmann 2005). L'ACNA (Azienda Coloranti Nazionali e Affini) sorse nel 1882 a Cengio, nell'Alta Val Bormida, per la fabbricazione di esplosivi destinati alle forze armate. La fabbrica, dopo aver più volte cambiato produzione (polvere pirica, nitroglicerina, dinamite, tritolo, pigmenti coloranti, acido nitrico, fenolo, acido solforico, intermedi organici industriali ecc.), fu ufficialmente chiusa nel gennaio 1999 e nel maggio dello stesso anno fu dichiarata la situazione di emergenza socio-ambientale per l'intera Val Bormida. Il sito ACNA copre oggi una

superficie di circa 55 ettari, e negli ultimi anni è stata avviata un'estesa campagna di monitoraggio per verificare l'entità della contaminazione residua nell'intera vallata. Attualmente sono state individuate tre aree, in base al potenziale rischio ecologico: la zona A (area ad elevato rischio), la zona B (area a medio rischio) e la zona C (area di possibile rischio).

## 3. METODI

### 3.1. Caratterizzazione chimica

Nelle 24 stazioni esaminate sono stati condotti campionamenti finalizzati alla caratterizzazione chimica dei suoli. Le prescrizioni per il campionamento del suolo in senso verticale sono regolate in modo generale e specifico dal D.M. 471/99. Si è campionato tutto il materiale estratto lungo la colonna stratigrafica, in modo tale da poter analizzare l'intero profilo. La caratterizzazione chimica ha portato all'individuazione di 55 composti organici, tra cui cloroderivati del benzene, fenoli, clorofenoli, cloroaniline, ammine aromatiche, idrocarburi aromatici policiclici, composti aromatici ossigenati, nitroderivati aromatici, chetoni aromatici, tiofenoli-solfuri, naftoli. Inoltre, è stata misurata la presenza dei seguenti composti inorganici: antimonio (Sb), arsenico (As), berillio (Be), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobalto (Co), mercurio (Hg), nichel (Ni), rame (Cu), piombo (Pb), stagno (Sn), tallio (Tl), vanadio (V), zinco (Zn).

### 3.2. Analisi della pedofauna

Il prelievo della fauna edifica è stato effettuato mediante carotaggio del suolo alla profondità di 10 cm; per ogni campione sono state raccolte tre repliche, sufficienti per avere dati rappresentativi. L'estrazione della pedofauna dai campioni di suolo è stata condotta tramite il sistema Berlese-Tullgren. Gli organismi così estratti sono stati suddivisi per unità sistematiche e conservati in provette etichettate in alcool a 75°. Per la separazione e la determinazione della fauna estratta è stato utilizzato uno stereomicroscopio e sono state consultate specifiche chiavi dicotomiche. Il livello tassonomico raggiunto è stato sempre almeno quello richiesto dal metodo di Qualità Biologica del Suolo (QBS - Parisi 2001). Per ciascuna unità sistematica presente nel campione estratto è stato annotato il numero di organismi. Sono stati successivamente applicati alcuni indici di diversità biologica – per esempio l'Indice di Margalef, l'Indice di Shannon-Weaver, l'Indice di Simpson, l'Indice di Evenness – ed è stato cal-

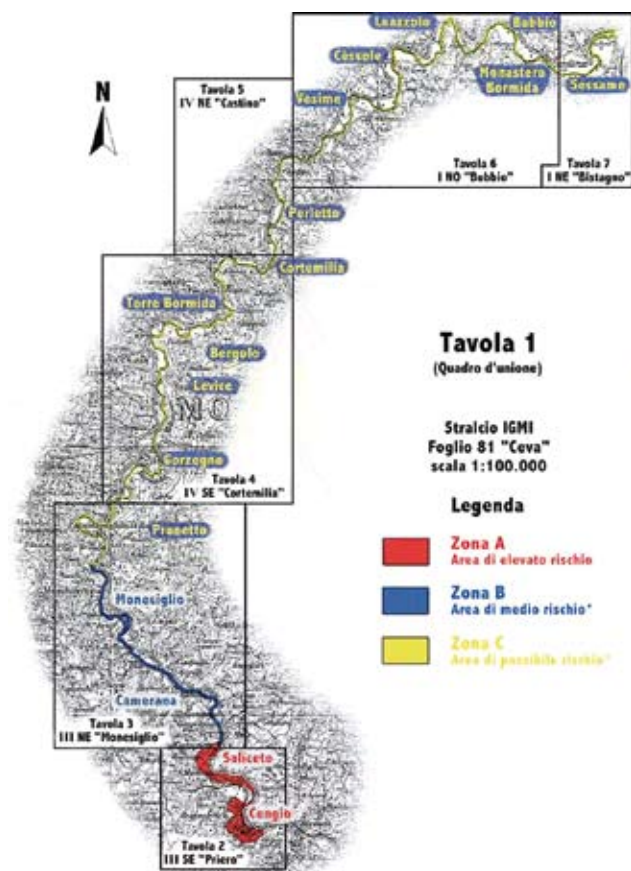


Fig. 1 - Val Bormida. Zone a differente rischio di contaminazione.

Fig. 1 - Val Bormida. Sites with different pollution risk.

colato l'Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS, Parisi 2001).

#### 4. RISULTATI

In totale sono stati raccolti e identificati 5526 microartropodi edafici. Per questo lavoro gli organismi campionati sono stati raggruppati in categorie tassonomiche, utili ai fini del calcolo del QBS e dell'elaborazione statistica. Il gruppo maggiormente rappresentato è risultato essere quello degli Acari non Oribatei, seguito da quello degli Acari Oribatei e dei Collemboli Poduromorfi. Estremamente rari sono risultati nelle stazioni della Val Bormida alcuni gruppi quali i Proturi, i Dermatteri, i Tisanotteri e gli Isopodi. Nelle 24 stazioni esaminate in Val Bormida, l'Indice QBS ha presentato un valore medio pari a  $56,9 \pm 14,5$  SD, con un valore massimo pari a 90,3 nella stazione di Monesiglio e uno minimo di 30,2 nella stazione di Cengio. È stata evidenziata una correlazione significativa tra il valore dell'Indice QBS e la densità ( $r_p = 0,566$ ,  $P < 0,005$ ) e la ricchezza tassonomica ( $r_p = 0,696$ ,  $P < 0,001$ ). In seguito, sono state analizzate le relazioni esistenti tra gli elementi descrittivi delle comunità a microartropodi del suolo e i valori emersi dalla caratterizzazione chimica delle diverse stazioni. È stata condotta un'Analisi delle Componenti Principali (PCA) sulla matrice delle variabili, al fine di evidenziare le relazioni che esistono tra i diversi elementi valutati, come le caratteristiche ambientali (umidità, distanza dal sito ACNA, distanza dal Fiume Bormida). Sono stati quindi considerati gli elementi descrittivi delle comunità - N (densità del popolamento), S (ricchezza tassonomica), QBS (Qualità Biologica del Suolo), H' (Indice di biodiversità di Shannon-Weaver) - e la caratterizzazione chi-

mica (presenza dei diversi elementi e composti) (Fig. 2). L'analisi multivariata ha poi evidenziato la relazione esistente tra le diverse stazioni di campionamento (Fig. 3). Per esaminare le relazioni esistenti tra i diversi taxa raccolti e le sostanze inquinanti, è stata realizzata un'altra analisi multivariata, la Canonical Correspondence Analysis (CCA - Fig. 4).

#### 5. DISCUSSIONE

L'Indice QBS si è rivelato uno strumento di notevole efficacia nella sintesi di informazioni legate alle comunità edafiche. Si può quindi sostenere che il QBS può essere utilizzato come elemento descrittivo delle comunità edafiche della Val Bormida, in quanto permette di sintetizzare informazioni legate alla struttura delle biocenosi (N, S) e alla composizione funzionale delle stesse.

L'analisi delle componenti principali evidenzia alcuni interessanti elementi di discussione. In primo luogo, osservando il grafico in figura 2 si nota come la densità del popolamento (N), la ricchezza tassonomica (S), il QBS e la biodiversità (H') crescano con l'aumentare della distanza dal sito ACNA. Inoltre, queste stesse variabili aumentano con la distanza della stazione di campionamento dal fiume. Il valore di N, S, QBS e H' sembra essere inversamente proporzionale sull'asse 2 alla presenza di arsenico e sull'asse 1 alla presenza di numerosi composti organici: tra questi, ad esempio, la PCA discrimina nettamente alcune variabili fortemente associate fra loro, come la presenza di cloroderivati del benzene, tiofenoli, solfuri, naftoli, chetoni aromatici, aniline, alchianiline, naftilammine e fenoli.

L'analisi delle comunità edafiche presenta una notevole capacità di rilevare situazioni di alterazione lega-

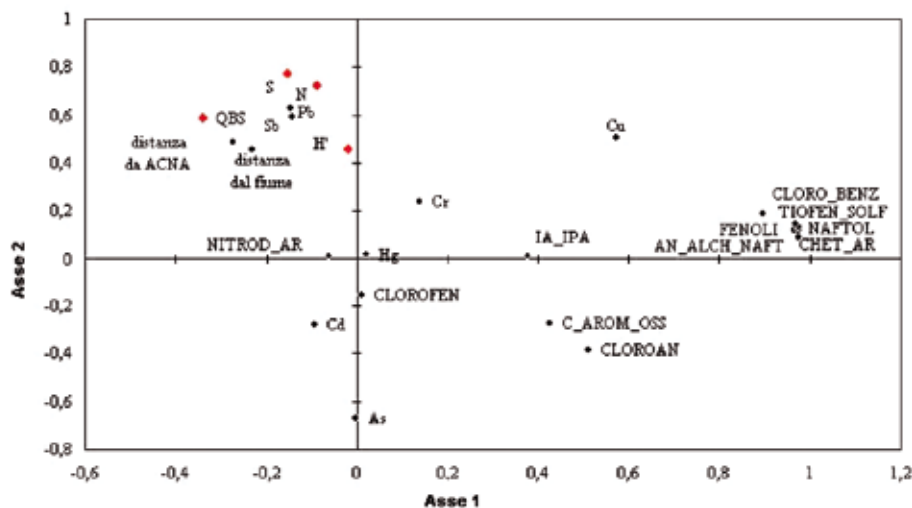


Fig. 2 - Analisi delle componenti principali condotta sulle variabili delle 24 stazioni.  
Fig. 2 - Principal Component Analysis (variables).

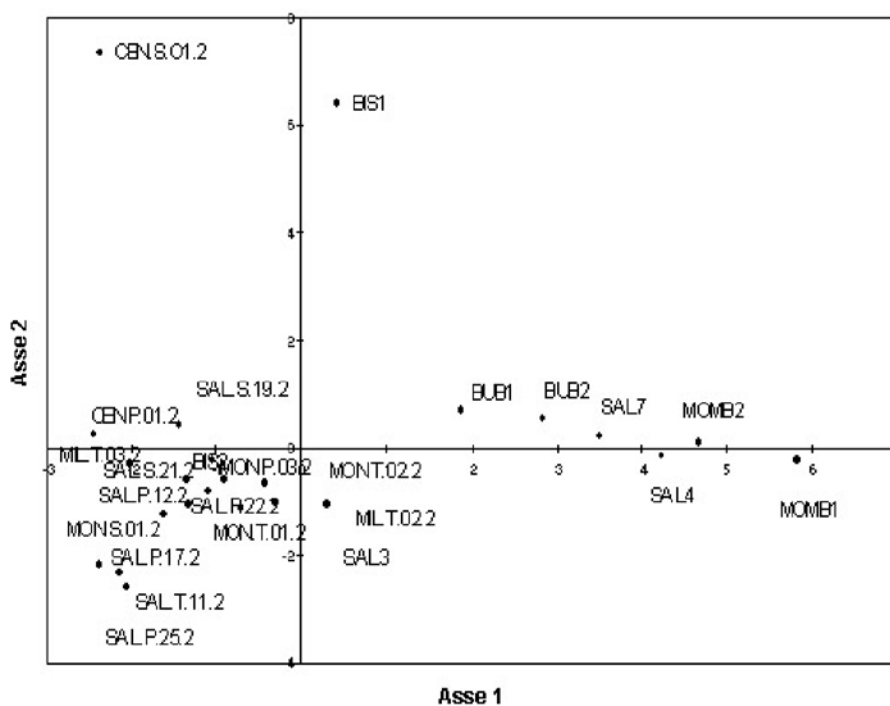


Fig. 3 - Analisi delle componenti principali condotta sulle stazioni di campionamento.

*Fig. 3 - Principal Component Analysis (sampling stations).*

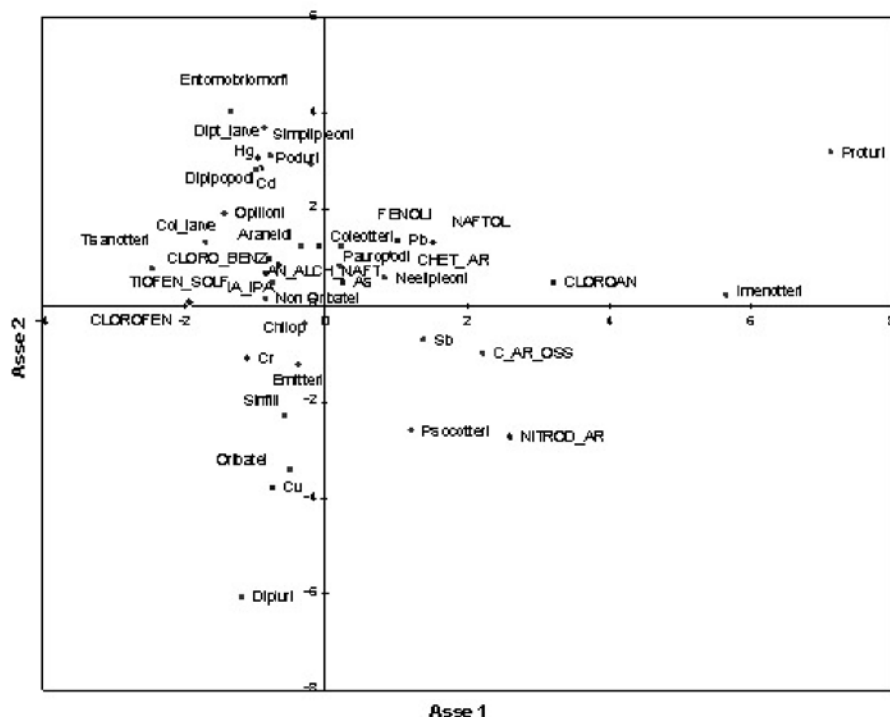


Fig. 4 - Canonical Correspondence Analysis condotta su 21 gruppi tassonomici e 18 categorie di inquinanti.

*Fig. 4 - Canonical Correspondence Analysis, 21 taxonomic groups and 18 pollutants.*

te alla presenza di contaminanti. La PCA condotta sulle stazioni di campionamento (Fig. 3) discrimina lungo l'asse 1 i siti di campionamento in base alla composizione delle comunità a microartropodi e al livello di alterazione ambientale legata alla presenza di contaminanti. Appare molto interessante rilevare come questa differenziazione rifletta fedelmente la distribuzione territoriale delle stazioni, con la posizione, da sini-

stra verso destra, dei punti di campionamento sempre più distanti dal sito ACNA.

La CCA evidenzia inoltre alcuni elementi interessanti dal punto di vista ecologico e faunistico: in primo luogo, risulta evidente che alcuni gruppi, come i Proturi e i Dipluri, sono estremamente rari nell'ambiente considerato e sembrano mostrare quindi un'elevata sensibilità alle alterazioni ambientali. Altri grup-

pi, come gli Emitteri, sembrano poco esigenti e si trovano in diverse condizioni ambientali. Globalmente, allontanandosi dallo stabilimento ACNA aumenta la biodiversità delle comunità edafiche, mentre nella zona di Cengio, maggiormente inquinata, si trovano per lo più gruppi particolarmente tolleranti alle condizioni di stress ambientale.

## 6. CONCLUSIONI

L'alterazione della qualità dei suoli è progressivamente diventata un problema serio in gran parte dell'Europa (Maraun et al. 1998). Lo studio delle comunità di invertebrati del suolo offre interessanti possibilità di applicazione quando si valuti la qualità ambientale: infatti, gli organismi che vivono nella lettiera, e ancora di più quelli che popolano gli orizzonti sottostanti, costituiscono comunità complesse ed estremamente sensibili alle alterazioni ambientali (Cortet et al. 1999).

Dall'analisi dei dati raccolti e dalla comparazione di quelli relativi alla caratterizzazione faunistico-ecologica e alla caratterizzazione ambientale, si evince che la Val Bormida presenta una situazione di grande eterogeneità; in particolare, l'area nei pressi del sito ACNA di Cengio mostra ancora evidenti segni di alterazione e la struttura delle comunità edafiche di quella zona risulta alterata dall'elevato livello di contaminazione chimica. Le indagini eseguite su suolo e sottosuolo hanno riscontrato lungo il Fiume Bormida di Millesimo la presenza di un inquinamento ricollegabile allo stabilimento ACNA, particolarmente evidente nella zona A. Nell'area sono stati rilevati valori elevati sia nella classe dei metalli, per quanto riguarda As, Cr, Sb, Tl, Ni, sia nel caso di aniline, ammine aromatiche e idrocarburi policiclici aromatici. Tutti i campioni mostrano una concentrazione di policlorobifenili (PCB) superiore al limite previsto. Anche l'arsenico è risultato presente in modo consistente in tutte le stazioni. Le comunità a microartropodi appaiono essere più ricche come numero di individui e diversità tassonomica man mano che ci si allontana dal sito ACNA, testimoniando che permane nell'area un forte impatto legato all'attività industriale. L'analisi delle componenti principali ha evidenziato inoltre uno stretto legame tra la composizione tassonomica e strutturale delle comunità edafiche e la distanza dal Fiume Bormida, confermando l'ipotesi per cui sarebbe stato proprio il Bormida la principale via di diffusione degli inquinanti.

Il monitoraggio della qualità biologica dei suoli può essere condotto attraverso l'analisi della struttura e composizione delle comunità edafiche: questo strumento presenta elevate capacità di sintesi, riuscendo a formulare un giudizio di qualità che può essere basato su diversi epifenomena, quali la densità, la ricchezza, la biodiversità e la composizione funzionale delle cenosi a microartropodi. Attraverso questo approccio, si giunge a fornire una valutazione con un'elevata capacità sintetica, estremamente utile per analisi ad ampio raggio. Abbinato ad analisi puntuali, ad esempio di tipo ecotossicologico, questo strumento può essere proficuamente utilizzato nel biomonitoraggio.

## RINGRAZIAMENTI

I dati della caratterizzazione chimica sono stati acquisiti grazie alla collaborazione con il dott. C. Trova e il dott. Nosengo del Gruppo ARPA Piemonte – Polo microinquinanti di Alessandria.

## BIBLIOGRAFIA

- Angelini P., Fenoglio S., Isaia M., Jacomini C., Migliorini M. & Morisi A., 2002 - *Tecniche di biomonitoraggio della qualità del suolo*. ARPA Piemonte, Torino: 106 pp.
- Cortet J., Gomot-De Vauflery A., Poinot-Balaguer N., Gomot L., Texier C. & Cluzeau D., 1999 - The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects. *Eur. J. Soil Biol.*, 35: 115-134.
- Hellmann A., 2005 - *Cent'anni di veleno. Il Caso ACNA: l'ultima guerra civile italiana*. Nuovi Equilibri, Viterbo: 128 pp.
- Maraun M., Visser S. & Scheu S., 1998 - Oribatid mites enhance the recovery of the microbial community after a strong disturbance. *Appl. Soil Ecol.*, 9: 175-181.
- Parisi V., 2001 - La qualità biologica del suolo. Un metodo basato sui microartropodi. *Acta Nat. Ateneo Parmense*, 37: 97-106.
- Salminen J. & Sulkava P., 1996 - Distribution of soil animals in patchily contaminated soil. *Soil Biol. Biochem.*, 28: 1349-1355.
- Straalen N.M. van, 2002 - Assessment of soil contamination – a functional perspective. *Biodegradation*, 13: 41-52.

