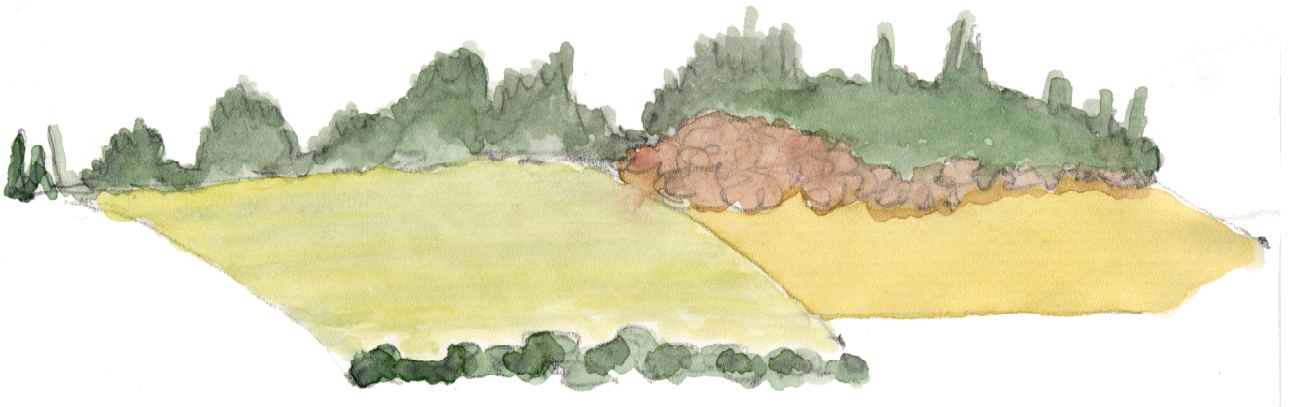


capitolo

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE



6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Anna Benedetti, Maria Teresa Dell'Abate

CRA - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante- Roma

Nasce spontanea la domanda se con le informazioni che derivano dall'uso degli indicatori fin qui presentati un potenziale utente sia realmente in grado, in mancanza di uno specifico background conoscitivo, di effettuare una valutazione della "qualità del suolo". Va sicuramente sfatata l'aspettativa che autonomamente, senza l'ausilio di esperti della materia, si possa affrontare e risolvere una questione così complessa, comunque non ci si deve scoraggiare se si affronterà l'argomento con la dovuta umiltà. L'umiltà deve nascere dalla consapevolezza che, in modo particolare per la fertilità biologica del suolo, non si è in grado di fornire scale di valori assoluti o riferimenti fissi, come invece accade per alcuni indicatori chimici o fisici: ad esempio, un valore di pH indica inequivocabilmente uno status di attività idrogenionica, ai diversi valori di potenziale idrico pF vengono attribuite definizioni plastiche quali il punto di appassimento o il grado di saturazione di acqua, si tratta quindi di indicatori espliciti oltre che facilmente determinabili e altrettanto facilmente interpretabili.

I valori degli indicatori legati all'attività dei microrganismi nel suolo devono invece essere interpretati con cautela, in quanto non esiste nessun valore che possa essere considerato in assoluto alto o basso, nessun valore uguale a se stesso nel tempo e nello spazio, ma insiemi o famiglie di valori simili a se stessi. Non si deve inoltre dimenticare che la variabilità accettata per l'interpretazione dei fenomeni biologici nel suolo è del 20%, una delle ragioni per le quali è importante seguire il suggerimento di utilizzare più indicatori per costruire un indice descrittivo dello status dei microrganismi del suolo.

E' insito nella definizione dell'OCSE "Insieme di parametri o indicatori aggregati o pesati" (1993) che un indice è costituito dall'insieme di più indicatori costruiti e dedotti da parametri. Gli indicatori biologici dovranno altresì essere relazionati ad indicatori fisici, chimici, agronomici, ecc. in funzione del tipo di studio da affrontare (OCSE, 1999). Bloem J., Hopkins D. e Benedetti A. propongono nel volume "Microbial methods for assessing soil quality" (CABI Publishing, 2006) una prima selezione di parametri microbiologici, biochimici e molecolari a disposizione dell'operatore, ma una volta individuato esattamente l'obiettivo dello studio sarà necessaria una ulteriore selezione, perché anche 15 parametri da determinare continuano ad essere molti. All'interno dei parametri prescelti va quindi costruita una scala gerarchica di indicatori in funzione dell'obiettivo dello studio.

Sul valore gerarchico dei diversi indicatori si potrebbe aprire una discussione infinita, poiché è ovvio che ciascun ricercatore avrà maggiore dimestichezza con le misure che più di frequente usa nel suo laboratorio. Una guida alla gerarchizzazione degli indicatori può derivare dai requisiti che l'OCSE propone per un buon indice, ovvero l'indicatore deve: essere chiaramente correlabile con un certo fenomeno o una certa caratteristica che si vuole rilevare o controllare; essere altamente correlabile con l'effetto suddetto, con una minima dispersione statistica; essere difficilmente occultabile da fattori di contorno; avere una validità sufficientemente generalizzabile a molte situazioni analoghe, anche se non identiche.

La scala gerarchica può cambiare in funzione dell'uso dell'indicatore, ovvero della sua applicazione in un piano di monitoraggio o nella caratterizzazione puntuale di un dato ambiente, o per la valutazione di un intervento di ripristino oppure come partenza di una ricerca. Ad esempio, nel caso in cui si voglia studiare la qualità del suolo in termini di fertilità, la scala gerarchica potrebbe essere la seguente:

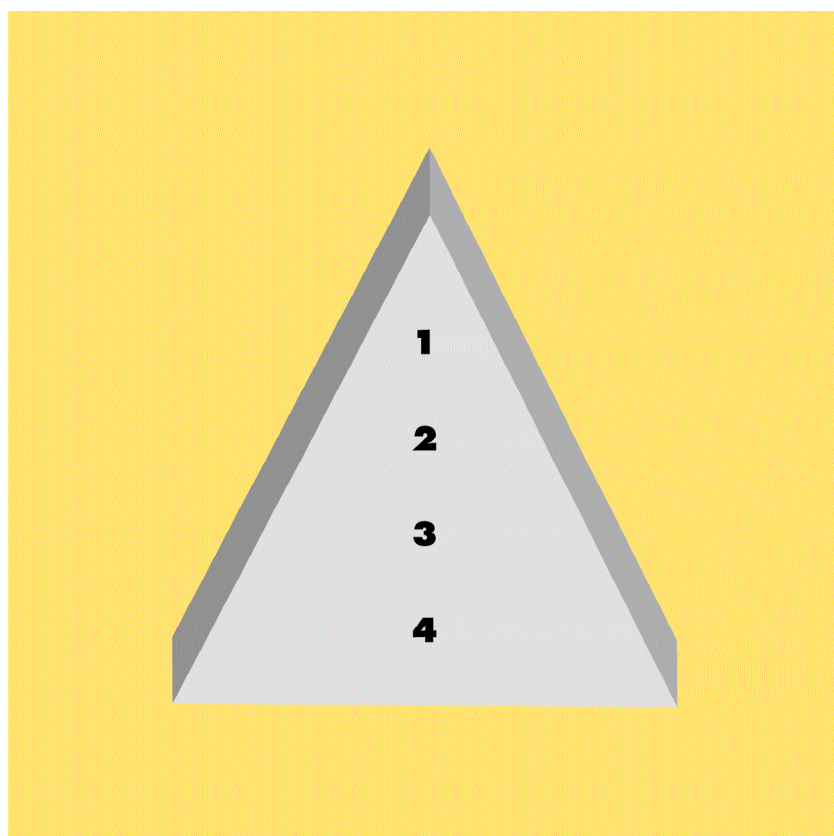


FIGURA 6.1.

- 1 DOSAGGIO DELLA DIVERSITÀ MICROBICA, RESPIRAZIONE DEL SUOLO.**
- 2 DIVERSITÀ FUNZIONALE.**
- 3 DIVERSITÀ GENETICA.**
- 4 CASI PARTICOLARI.**

Per la stima della fertilità biologica del suolo, espressione del turnover microbico, sarà utile iniziare con semplici test biochimici, quali il dosaggio della biomassa microbica (mediante fumigazione con cloroformio) e della respirazione del terreno, accompagnati eventualmente da test legati alla mineralizzazione dell'azoto organico. Questi stessi parametri potranno essere proficuamente utilizzati per un monitoraggio ambientale; tra l'altro, alcuni di essi sono relazionabili tra loro e possono consentire di esprimere prime valutazioni sintetiche.

A questi, solo come livello successivo di approfondimento, potrebbero seguire studi di diversità funzionale dell'ecosistema cui far seguire quelli di diversità genetica e, mirati caso per caso, altri approfondimenti (presenza di metalli pesanti, di organismi geneticamente modificati, inquinanti vari, erosione, ecc.). Non si è ancora in grado, infatti, di poter affidare ad un piano di monitoraggio su scala nazionale, ad esempio, metodologie quali il profilo ecofisiologico e lo studio del DNA batterico e fungino. L'approccio, in pratica, è simile a quello adottato durante un check-up medico: prima si effettuano degli esami di base per poi eventualmente passare a quelli specialistici.

E' quindi fondamentale trovare un livello gerarchico minimo anche per altri indicatori correlati, al fine di non incorrere in falsi positivi o negativi. Nel caso, ad esempio, della fertilità del suolo legata al concetto di produttività delle colture si vengono a mettere sullo stesso piano la fertilità fisica con quella chimica e quella biologica. Ad esempio, un microbiologo sa che i microrganismi aerobi non esprimono il meglio di sé in condizioni di anossia o a pH estremi, o in condizioni di elevata salinità o altro. Diventa allora fondamentale gerarchizzare anche gli altri indicatori, ad esempio per quelli chimici si potrà avere:

- 1. Sostanza organica.**
- 2. pH.**
- 3. Elementi nutritivi in forma disponibile.**
- 4. Inquinanti di varia origine.**

Per quanto riguarda gli indicatori per la fertilità fisica dei suoli, si può indicare la seguente scala (vedere cap. 3):

1. Porosità (sistema dei pori).
2. Stabilità degli aggregati (resistenza all'azione disgregante dell'acqua).
3. Grado di compattamento e suscettibilità al compattamento.
4. Strati compatti lungo il profilo (suola d'aratura).
5. Degradazione della struttura (effetto di interventi antropici: lavorazioni, sbancamenti, ecc.).
6. Croste superficiali e suscettibilità alla loro formazione (limo, stabilità degli aggregati, sostanza organica).
7. Crepacciamento (indice di fessurabilità, relazione dimensione crepe-capacità di autostrutturazione).
8. Erodibilità.

FIGURA 6.2.

Le scale gerarchiche andranno successivamente raccordate tra loro nell'intento di individuare un *minimum data set* per la valutazione della qualità del suolo e della sostenibilità ambientale. Il *minimum data set* è ottenibile dall'intersezione degli apici delle diverse scale gerarchiche, secondo il seguente modello, in cui il numero di indicatori all'interno del *data set* aumenta con il livello di approfondimento dello studio (cerchi), dove

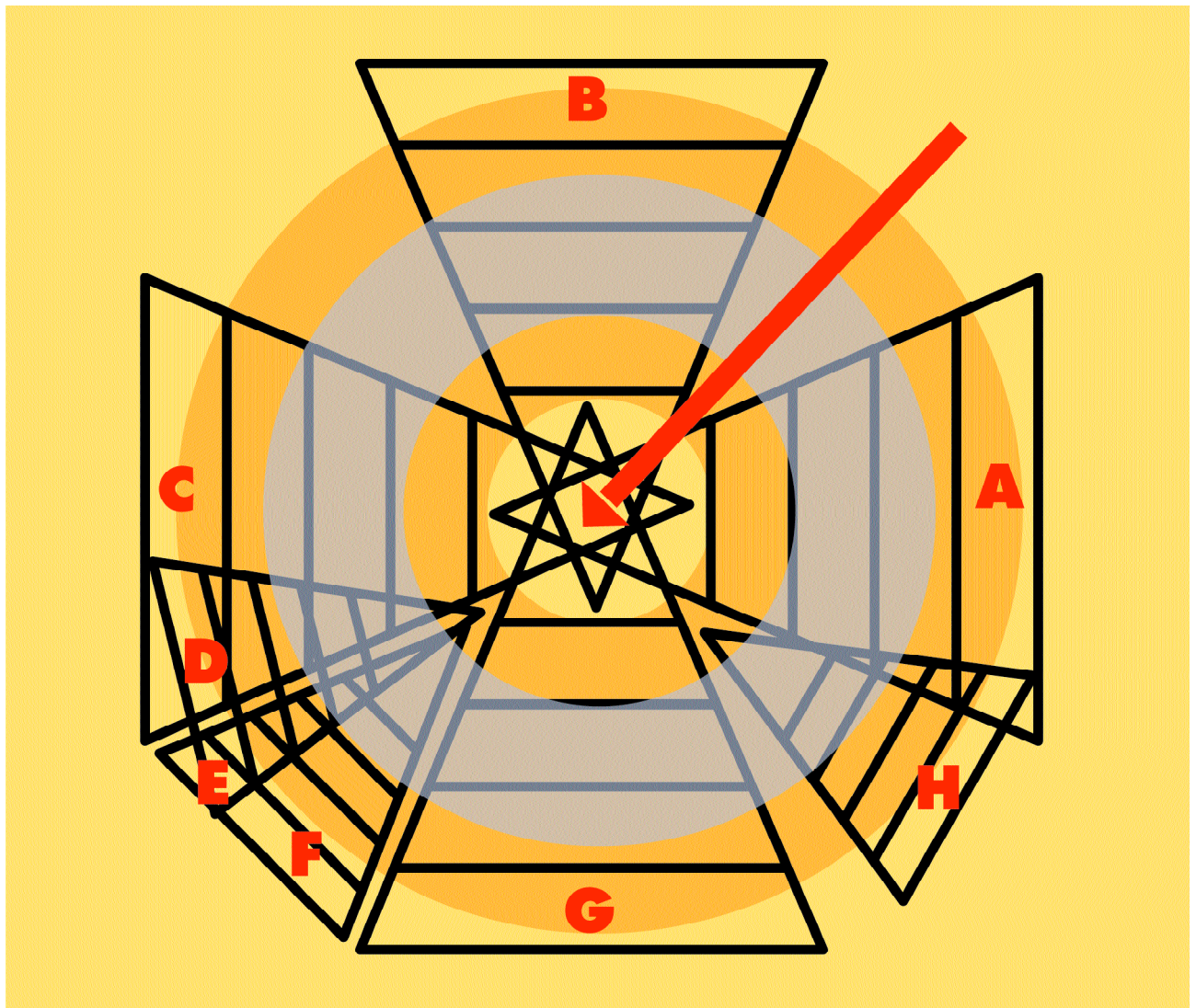
A indica i parametri fisici,

B i climatici, C i chimici,

D i microbiologici, E l'uso del suolo,

F i parametri biologici,

G il tipo di gestione, ecc.



In conclusione, si riassumono alcuni criteri utili che possono essere adottati per selezionare gli indicatori di qualità del suolo da utilizzare:

1. *Correlare la qualità del suolo all'uso del suolo.* Definire quindi l'uso del suolo, agrario, forestale, prato, pascolo, verde pubblico naturale, area industriale dismessa, area industriale, area marginale, ecc. La scelta degli indicatori dipende dalla tipologia del suolo oggetto di studio ed ad esso adattati. Ad esempio, per suoli forestali o pascoli in condizione ecologica di omeostasi forse sarà più utile determinare il SIR (ovvero la respirazione indotta da substrato) che non il semplice dosaggio della CO₂ respirata, così come in suoli stressati dalla presenza di un inquinante o altro fattore d'impatto.
2. *Valutare caso per caso il tipo di problematica da studiare.* Impatto positivo, negativo, sconosciuto, potenziali inquinanti, azioni di recupero, nuovi sistemi colturali, piante geneticamente modificate (PGM), ecc. Nel caso dell'effetto dei metalli pesanti sulla fertilità biologica, ad esempio, sarà necessario valutare la diversità genetica totale e possibilmente anche la diversità delle singole specie oltre alla diversità funzionale ed alla resistenza del sistema alla perturbazione. Un altro esempio è quello delle PGM, per le quali la legislazione vigente (Direttiva UE 2001/18) raccomanda di considerare nella valutazione d'impatto il riciclaggio dell'azoto e del carbonio, mentre sarebbe auspicabile considerare altri parametri, come ad esempio nelle piante micorriziche il potere di micorrizzazione.
3. *Individuare a quali altre scale gerarchiche rapportare le osservazioni.*
4. *Individuare un minimum data set di indicatori da correlare tra loro.*
5. *Se disponibili, confrontare le osservazioni con dati storici da precedenti piani di monitoraggio o studi, o ripetere nel tempo le stesse osservazioni.*

Ci si può facilmente rendere conto che gli strumenti tecnici disponibili per una efficace azione di valutazione della qualità del suolo e dell'impatto su di essa delle attività umane sono perfettibili e da implementare, in funzione di sempre nuove esigenze. C'è grande necessità di rendere seriali le determinazioni analitiche che sono alla base degli indicatori proposti nel presente manuale, al fine di individuare i cicli vitali degli organismi del suolo, comprendere meglio il funzionamento del comparto suolo e quindi meglio governare la sua conservazione. Soprattutto è importante sviluppare un linguaggio comune tra tutti i potenziali operatori e ciò sarà possibile mediante l'incentivazione di piani di monitoraggio dalla scala di micro a quella di macrobacino, la creazione di banche dati e reti istituzionali. Ci auguriamo che questo manuale possa contribuire a tale scopo.