

Qualità del suolo, concetti ed applicazioni. Un'analisi critica

Andrea Buondonno*, Elio Coppola

Dipartimento di Scienze Ambientali, Seconda Università di Napoli
Via Vivaldi 43, 81100 Caserta

Società Italiana di Pedologia

Riassunto

Nell'accezione comune, il concetto di "qualità del suolo" si basa su criteri di valutazione di tipo soggettivo "antropocentrico" più che non oggettivo "pedocentrico", ricercando e valutando condizioni e caratteristiche definite "desiderabili" o "indesiderabili" dal punto di vista dell'uomo, ma che non tengono conto delle peculiarità pedogenetiche. Tale approccio porta pericolosamente a sostenere una sorta di "discriminazione pedogenetica" che separa *a priori* suoli di qualità "superiore" ed "inferiore", ed implica dequalificare *ipso facto* non solo una gran parte di Sottogruppi, Grandi gruppi e Sottordini, ma anche interi Ordini tassonomici, quali ad esempio Aridisols, Gelisols, Oxisols, Ultisols. Si misconosce così il valore intrinseco del suolo nella complessità delle sue funzioni, in quanto riserva genica garante della biodiversità spazio-temporale, bene ambientale culla della civiltà, elemento imprescindibile del paesaggio, custode del patrimonio evolutivo dell'uomo. Se si consolidasse il principio che la qualità è attribuito esclusivo di suoli ricchi e fertili, allora diventerebbe elevatissimo ed incombente il rischio di sottrarre ulteriormente e definitivamente i suoli di "scarsa qualità" all'agricoltura, al paesaggio, al patrimonio pedologico globale. È necessario riconsiderare il concetto di "qualità" del suolo essenzialmente in termini di "funzionalità" intesa come "attitudine ad esprimere le proprie potenzialità", valorizzando i fondamentali ruoli ambientali, socio-economici e culturali del suolo sulla base dei caratteri intrinseci derivanti dalla sua peculiare storia pedogenetica.

Parole chiave: suolo, qualità.

Summary

SOIL QUALITY, THEORY AND APPLICATIONS. A CRITICAL ANALYSIS

In its common meaning, the concept of "soil quality" is based on evaluating criteria that are subjective and "anthropocentric" rather than objective and "pedocentric". Several "desirable" or "undesirable" soil conditions and characteristics are considered from the human point of view, disregarding the pedogenetic features. Such an approach perilously leads to support the idea of a "pedogenetic discrimination", which *a priori* privileges "superior" vs. "inferior" soils, thus discrediting a large part of soil Subgroups, Great Groups, Suborders, and even whole taxonomic Orders. So, a number of soil functions, such as genic reserve guarantee of space-temporal bio-diversity, environmental good cradle of civilization, foundation of the landscape, as well as upholder of man heritage, are neglected at all. If "quality" only concerned rich and fertile soils, there would be the great and looming risk to definitively take "poor" soils away from agriculture, landscape and global pedological reserve. It is necessary to reconsider the concept of "soil quality" as "soil functionality", that is to say "aptitude of soil to express its own potential", bringing out the essential environmental, socio-economic and cultural soil roles on the basis of the inherent conditions and characteristics arising from its peculiar pedogenetic history.

Key-words: soil, quality.

* Autore corrispondente: tel.: +39 0823 274606; fax: +39 0823 274605. Indirizzo e-mail: andrea.buondonno@unina2.it

Introduzione

In un appropriato contesto, il sintagma nominale “qualità del suolo” assume senso compiuto solo se sono noti e chiari sia il significato dei termini “qualità” e “suolo”, sia il nesso relazionale esistente tra di essi. Pertanto, la conformità del concetto di “qualità del suolo”, nonché la sua valida applicazione, dipendono sia dalla correttezza delle definizioni di suolo e di qualità sia dalla esatta individuazione delle relazioni che legano il concetto di qualità a quello di suolo.

Il concetto di suolo

Nell'ultimo decennio, la definizione di suolo ha subito una notevole evoluzione. Nell'accezione più comune, il suolo è il sistema naturale deputato allo sviluppo dei vegetali ed alle produzioni agrarie. In realtà, il suolo assolve numerose altre funzioni, e le stesse definizioni di suolo si sono evolute nel tempo, soprattutto nell'ultimo decennio. Nel 1998, il World Reference Base (WRB) (FAO-ISRIC-ISSS, 1998) definiva suolo “un corpo naturale continuo, con tre dimensioni spaziali ed una temporale, [...] formato da costituenti organici ed inorganici, comprendenti fasi solide, liquide e gassose, [...] organizzati in strutture specifiche per ciascun sistema pedologico, [...] in continua evoluzione, acquisendo così il tempo come quarta dimensione.

Nel 1999, la Soil Taxonomy (USDA-NRCS, 1999; USDA-NRCS Soil Survey Staff, 2006) definisce suolo “un corpo naturale formato da fasi solide (minerali ed organiche), liquide ed aeriformi che si ritrova alla superficie terrestre, occupa volume, ed è caratterizzato da almeno una delle seguenti proprietà: i) presenza di orizzonti, o strati, distinguibili dai materiali iniziali in conseguenza di aggiunte, perdite, trasporto e trasformazione di materia ed energia, e/o ii) capacità di sostenere, in ambienti naturali, vegetali dotati di apparati radicali ipogei”¹.

Nel 2005 Nachtergaele assimila, con brillan-

te sintesi, il concetto di suolo a quello di “epidermide della Terra”. Ne scaturisce la più recente definizione fornita dal WRBSR (FAO-ISRIC-IUSS 2006): “Il suolo è [...] qualsiasi materiale entro 2 m dalla superficie terrestre che sia in contatto con l'atmosfera, con esclusione degli organismi viventi, delle aree con ghiaccio continuo non coperte da altri materiali e dei corpi idrici più profondi di 2 m”. Tale inquadramento offre, in particolare, il significativo vantaggio di affrontare i rapporti suolo-ambiente in modo olistico e deterministico, e di evitare sterili discussioni finalizzate alla ricerca di una definizione basata sull'individuazione di specifiche caratteristiche o funzioni. In particolare, non fa menzione di alcuna specifica caratteristica, quale la fertilità, o funzione, quale la produttività: il suolo è tale in quanto esiste.

Il concetto di qualità

La “qualità”, formalmente identificata da Aristotele come una delle dieci *categorie* generali dell'ente, è stata, ed è tuttora, un predicato tra i più variamente investigati, discussi e interpretati dalle varie scuole filosofiche (Geymonat, 1973a). Il dibattito si sostanzia essenzialmente sulla interpretazione, o sulla risoluzione, della dicotomia “soggetto-oggetto”. Già i presocratici, quali Parmenide e gli Eleatici (Peri, 1994), opponevano l'interpretazione “soggettivistica”, ovvero *la qualità è intrinseca nel soggetto*, a quella “oggettivistica” di Aristotele, ovvero *la qualità è intrinseca nell'oggetto*. Il progressivo rifiuto della fisica Aristotelica nella sua accezione “qualitativa” della natura, già manifestatosi sul finire del Medioevo, trova il suo epilogo nella definitiva affermazione della fisica di Galileo Galilei nella sua accezione quantitativa, basata sulla matematica e sulla geometria. La dicotomia soggetto-oggetto porta quindi alla distinzione tra le “qualità primarie”, oggettivamente misurabili in termini quantitativi, quali la grandezza, e le “qualità secondarie”, o “sensibili”, individualmente percepite e misurabili con parametri soggettivi. Le prime sono quindi oggettive e reali, le seconde soggettive e illusorie. Gli stessi concetti, peraltro, erano già stati sostenuti della scuola atomistica democritea, e costituiranno successivamente uno dei capisaldi del meccanicismo di vari filosofi, quali René Descartes, Thomas Hobbes, John Locke, permanendo sostanzialmente invariati fino alla secon-

¹ La nuova definizione ha ampliato la precedente del 1975 (Soil Survey Staff, 1975), includendo quei suoli evoluti in particolari ambienti, quali ad esempio l'Antartide, in cui il clima è tale da consentire l'espressione dei processi pedogenetici, ma troppo rigido ed avverso per favorire lo sviluppo delle piante superiori.

da metà del XVIII secolo, allorché la portentosa rivoluzione del pensiero moderno compiuta da Immanuel Kant rinnova completamente l'impianto logico e metodologico delle *categorie*. Esse non designano più modi di *essere* della realtà, ma bensì modi di percepire e conoscere la realtà stessa. Le *categorie* sono funzioni *a priori* dell'intelletto, o concetti puri, che determinano le condizioni trascendentali dell'esperienza ovvero le forme universali che i fenomeni devono assumere per divenire oggetti di conoscenza. La dicotomia "soggetto-oggetto" è quindi superata nella sintesi della conoscenza e del giudizio. Come opportunamente rilevato da Peri (1994), per Kant la conoscenza implica l'esistenza di un oggetto percepibile e una funzione *a priori*, intrinseca nel soggetto, in grado di organizzare la percezione dell'oggetto. Lo stesso Peri (1994) ricorda che, nella *Critica del Giudizio*, Kant afferma: "Il bello non è una proprietà delle cose, ma nasce dal rapporto tra le cose e noi, e precisamente dal rapporto fra la loro immagine e il nostro sentimento". Quindi, secondo Kant, "il giudizio estetico ci fa cogliere il bello ed il sublime, e l'uomo percepisce il bello quando l'oggetto sensibile² su cui egli riflette si presenta in accordo con la sua esigenza di libertà; allora sorge in lui un vivo compiacimento: esso è il riverbero di questo libero e felice incontro del sensibile con il razionale" (Geymonat, 1973b). E la rappresentazione mentale della "libertà", in Kant, coincide con quella della "autodeterminazione" (Riconda, 1991).

Nella lezione di Kant trova riscontro l'evoluzione del concetto di qualità nella storia contemporanea. Citiamo, paradigmaticamente, Joseph Moses Juran, padre della moderna gestione della qualità (Juran, 1951) che definisce la qualità come "idoneità all'uso". Le posteriori norme ISO formalizzeranno e affineranno ulteriormente il concetto di qualità: "insieme delle proprietà e caratteristiche di un prodotto o servizio che gli conferiscono l'attitudine a soddisfare bisogni espressi o impliciti" (UNI EN ISO 8402-1995), "capacità di un insieme di caratteristiche inerenti ad un prodotto, sistema, o processo di ottemperare a requisiti di clienti e di altre parti interessate" (ISO 9000-2000), "grado in cui un insieme di caratteristiche intrinseche soddisfano i requisiti" (ISO 9000-2005).

In sintesi, nell'accezione moderna, la qualità di un oggetto o di un sistema è una funzione

sovrastutturale che garantisce che la struttura dell'oggetto, o del sistema stesso, soddisfi compiutamente i bisogni personali del soggetto.

Il concetto di qualità del suolo

Il sintagma "qualità del suolo" viene utilizzato con sempre maggiore frequenza, e con differenti finalità, in diversi contesti socio-culturali e tecnico-scientifici. A tale termine tuttavia non corrisponde un "concetto" univocamente condiviso, né una definizione stabilmente consolidata. L'eterogeneità di accezioni ed applicazioni, che talora conduce a paradossi interpretativi, deriva sostanzialmente dalle incongruità sia dell'approccio all'analisi del sistema suolo, non sempre strettamente pedologico, sia dei criteri di valutazione del suo stato di "qualità", di tipo soggettivo "antropocentrico" più che non oggettivo "pedocentrico".

Frequenti, ma non coerenti, sono le associazioni del concetto di "qualità" a quelli di "produttività" e di "sostenibilità d'uso", ovvero in funzione della capacità del suolo di soddisfare particolari bisogni dell'antroposfera. Si identifica infatti la qualità del suolo come la capacità di "funzionare all'interno dei confini di un ecosistema ed interagire positivamente con l'ambiente esterno all'ecosistema stesso" (Larson e Pierce, 1991), o di "ricevere, immagazzinare e riciclare acqua, minerali ed energia per sostenere a livelli ottimali la produzione vegetale e, allo stesso tempo, preservare la salute dell'ambiente" (Arshad e Coen, 1992), o di "fungere da mezzo naturale per la crescita delle piante che sostengono la vita umana ed animale" (Karlen et al., 1992), o ancora come la "misura integrata sia della capacità del suolo a funzionare, sia del grado di espressione di tale funzionalità in relazione ad un determinato uso" (Gregorich et al., 1994). La Soil Science Society of America Ad Hoc Committee on Soil Health comprende e sintetizza tali definizioni, considerando la qualità del suolo come "la capacità di uno specifico tipo di suolo di funzionare, all'interno dei confini di un ecosistema naturale o antropizzato, di sostenere la produttività animale e vegetale, di mantenere o accrescere la qualità dell'acqua e dell'aria, e di sostenere la salute e gli

² "Sensibile" è l'oggetto che viene percepito dai sensi.

insediamenti umani” (Karlen et al., 1992). Singer e Ewing (2000), infine, affermano che le “caratteristiche del suolo possono essere desiderabili o indesiderabili.

Limiti e incongruenze del concetto di qualità del suolo

Dal punto di vista pedologico, le definizioni date appaiono inconsistenti per almeno quattro ordini di motivazioni:

1. Prendono in considerazione solo alcune delle numerose funzioni del suolo. In buona sostanza, il concetto di qualità richiama funzioni quali la produttività e la depurazione e riciclo di acqua ed elementi, senza riconoscere il suolo stesso quale riserva genica garante della biodiversità spazio-temporale, bene ambientale culla della civiltà ed elemento del paesaggio, custode del patrimonio evolutivo dell'uomo.
2. Sono basate su un approccio che astrae il suolo dal suo contesto reale, senza tenere conto della pedodiversità globale. La Soil Taxonomy (USDA-NRCS, 1999; USDA-NRCS Soil Survey Staff, 2006) inquadra i suoli in 12 Ordini, 68 Sottordini, oltre 300 Grandi Gruppi, oltre 1200 Sottogruppi, oltre 10000 Famiglie, e oltre 17000 Serie; per altro verso, il WRBSR (FAO-ISRIC-IUSS, 2006) classifica, al primo livello gerarchico, 32 *Reference Soil Groups*, ed individua 149 *qualifiers* e 10 *specifiers* per l'inquadramento ai livelli tassonomici inferiori; tenuto conto, per ciascun sistema, della incompatibilità, o della mutua esclusione di alcune chiavi tassonomiche ai diversi livelli gerarchici, il numero di pedotipi classificabili a livello globale è dell'ordine di 10^4 ; si perviene così ad una pedodiversità nominale ragguardevole, e pienamente congruente con la variabilità combinatoria compatibile di fattori e processi pedogenetici; ne consegue necessariamente una notevole differenziazione tra le funzionalità connaturate ai diversi pedotipi, e quindi l'impossibilità di formulare un concetto di “qualità” generalizzabile e coerente.
3. Mistificano la nozione di “qualità”, plagiano di fatto concetti e criteri di valutazione dei suoli già noti e consolidati a livello internazionale. Ad esempio, il Land Capability Classification System (Klingebiel e Montgomery, 1961) stima la “capacità” dei suoli ad

essere lavorati senza che si instaurino fenomeni di degradazione, e quindi classifica i suoli in base ai possibili compromessi tra limitazioni esistenti e potenzialità d'uso; il Land Suitability Classification System (Dent e Young, 1981) accerta l'idoneità di un suolo ad essere utilizzato per uno specifico fine, producendo benefici senza pregiudizio delle risorse proprie e di quelle dei suoli vicini; il Fertility Capability Classification System (Buol, 1975; Sanchez et al., 2003) classifica i suoli in base alla fertilità potenziale intrinseca, ed alle limitazioni alla sua espressione. Calzolari, Costantini e Venuti (2006) richiamano inoltre i concetti di “Land Characteristic, LC”, quale “attributo semplice di un'area che può essere misurato o stimato”, e di “Land Quality, LQ” come “attributo complesso di una parte di territorio che influenza in modo specifico le attitudini del territorio a specifici usi”.

4. Utilizzano criteri di stima di tipo soggettivo, ricercando e valutando condizioni e caratteristiche definite “desiderabili” o “indesiderabili” su base “antropocentrica”. Tali criteri non tengono conto dell'identità pedologica dei differenti suoli, della loro storia evolutiva e della loro funzionalità intrinseca. La tabella 1 riporta l'estensione superficiale dei dodici Ordini della Soil Taxonomy sull'insieme delle terre emerse non coperte da ghiacci perenni, nonché la loro distribuzione in relazione ai differenti regimi di temperatura e di umidità del suolo (Wilding, 2000).

È evidente come, per tutti gli Ordini, in particolare per sette di essi, esistano significative aliquote di suoli sviluppati in condizioni estreme di temperatura e/o di umidità (tab. 1). I Gelisols si ritrovano esclusivamente nella tundra e nelle foreste boreali artiche, antartiche e subartiche, 82% degli Spodosols e 71% degli Histsols in regioni boreali, 98% degli Oxisols e 69% degli Ultisols nelle regioni tropicali. In relazione all'umidità, 95% degli Aridisols e 65% degli Entisols sono caratterizzati da regime aridico, e 90% degli Spodosols, 68% degli Histsols e 65% degli Oxisols da regime udico-perudico e condizioni aquiche. È significativo evidenziare come l'insieme degli Ordini citati rappresenti il 56.5% dell'intero patrimonio pedologico mondiale. Altra incongruenza delle definizioni date è quella di considerare come “indicatori” della

Tabella 1. Estensione superficiale degli Ordini secondo la Soil Taxonomy, e loro distribuzione in funzione dei principali regimi di umidità e di temperatura del suolo (da Wilding, 2000; modificata).

Table 1. Order expanse according to Soil taxonomy and their distribution as function of main moisture and soil temperature regimes (from Wilding 2000 modified).

Ordine	Estensione		Distribuzione per regime di umidità del suolo ^a				Distribuzione per regime di temperatura del suolo ^a			
	km ² (x10 ³)	%	Aridico	Xerico	Ustico	Udico ¹	Tropicale ⁴	Temperato ⁵	Boreale ⁶	Tundra ⁷
Alfisol	12.621	9,6	0	8	56	36	38	39	23	0
Andisol	912	0,7	4	3	30	63	49	23	28	0
Aridisol	15.728	12,0	95	1	3	1	12	74	14	<<1
Entisol	21.137	16,2	60	4	22	14	28	68	4	0
Gelisols	11.260	8,6	N/A ²	N/A ²	N/A ²	N/A ²	0	0	0	100
Histosols	1.527	1,2	8	1	23	68	21	8	71	0
Inceptisols	12.830	9,8	0	6	42	52	47	42	11	0
Mollisols	9.006	6,9	0	13	66 ³	22	4	50	46	0
Oxisols	9.810	7,5	<<1	0	35	65	98	2	0	0
Spodosols	3.354	2,5	<<1	1	9	90	<<1	18	82	0
Ultisols	11.054	8,5	0	<<1	42	58	69	31	<<1	0
Vertisols	3.160	2,4	28	3	56	13	47	52	1	0

^a Definiti in accordo con la Soil Taxonomy (USDA-NRCS Soil Survey Staff, 2006):

¹ Include il regime perudico (permanentemente umido) e le condizioni acquiche (saturo d'acqua, condizioni riducenti con figure redoximorfiche);

² non applicabile all'ordine dei Gelisols;

³ una modesta percentuale di Mollisols collocata nel regime di umidità ustico è di fatto ascrivibile al regime di umidità aridico, in particolar modo nelle aree di steppa dell'Eurasia che presentano una situazione al limite tra i regimi aridico e ustico;

⁴ isomesico, isotermico e isopertermico (temperatura media annua del suolo > 8 °C con differenza tra la media delle temperature estive e invernali < 6 °C ad una profondità di 50 cm);

⁵ mesico, termico e ipertermico (temperatura media annua del suolo > 8 °C ad una profondità di 50 cm);

⁶ frigidico, isofrigido e cryico (temperatura media annua del suolo 0-8 °C ad una profondità di 50 cm);

⁷ pergelico (temperatura media annua del suolo < 0 °C ad una profondità di 50 cm).

qualità del suolo parametri strettamente connessi invece con la fertilità, le attitudini d'uso e la produttività, quali il contenuto di sostanza organica, la disponibilità dei nutritivi, il grado di reazione, la capacità di ritenzione idrica, l'attività biologica. Tale criterio implica dequalificare *ipso facto* non solo una gran parte di Sottogruppi, Grandi gruppi e Sottordini, ma anche interi Ordini tassonomici. Ad esempio, negli Aridisols, Gelisols, Oxisols, e Ultisols, tutte le caratteristiche concorrono a determinare bassissimi livelli di fertilità chimica e fisica, e notevoli problematiche di gestione e conservazione (tab. 2).

Gli Aridisols (diffusione 12%) sono caratterizzati da carenza di acqua disponibile per lunghi periodi (AWC < 90 d consecutivi), a causa di insufficiente ritenzione idrica, bassi contenuti di argilla e di sostanza organica (SO) e quindi bassa Capacità di Scambio Cationico (CSC), e sbilancio precipitazioni/evapotraspirazione, con accumulo di prodotti di alterazione relativamente solubili e conseguente elevata salinità.

I Gelisols (diffusione 13%) sono caratteriz-

zati dalla presenza di permafrost³, che ostacola il movimento della fase liquida del suolo verso il basso. I fenomeni di crioturbazione concorrono a determinare deformazioni e fratture degli orizzonti pedogenetici e accumulo di sostanza organica, in parte segregata all'interno del permafrost e quindi non disponibile. Sono frequentemente acidi, con complesso di scambio desaturato, e, nei deserti polari, possono presentare condizioni di salinità a causa della scarsità di acqua libera.

Gli Ultisols (diffusione 8.5%), caratteristici delle regioni tropicali, sono suoli alterati formati a seguito della combinazione di due condizioni climatiche particolari: una in cui le pre-

³ Strato ghiacciato di suolo (o di roccia), di spessore misurabile fino ad una determinata profondità dalla superficie, in cui la temperatura resta al di sotto di 0 °C per almeno due anni consecutivi, in un ambiente in cui il riscaldamento estivo non produce temperature sufficienti a sciogliere il limite inferiore delle strato ghiacciato.

Tabella 2. Valori tipici di alcune caratteristiche dei suoli afferenti agli Ordini degli Aridisols, Gelisols, Ultisols, Oxisols (USDA-NRCS, 1999; modificata).

Table 2. Typical values of some characteristics of soils afferent to Aridisols, Gelisols, Ultisols, Oxisols Order (USDA-NRCS, 1999; modified).

Aridisols											
Profondità -cm	Orizzonte	pH H ₂ O	Argilla %	C %	N %	C/N	K meq/100g	CSC ¹ meq/100g	GSB ² %	H ₂ O 1/3 bar	H ₂ O 15 bar
0-33	Ap1	7.8	17.2	0.90	0.093	10	1.7	15.1	100		14.8
33-56	Ap2	8.0	18.3	0.60	0.067	9	2.0	14.5	100		15.6
56-81	Bk1	8.1	29.2	0.34			1.6	9.4	100		15.3
81-107	Bk2	8.1	38.1	0.18			1.3	10.9	100		15.3
107-135	Bk3	8.1	45.1	0.16			1.5	11.5	100		14.7
135-269	Bk4	8.1	50.2	0.11			1.5	9.6	100		16.3
269-279	2C	8.0	40.2	0.03			2.0	15.4	100		14.6
Gelisols											
Profondità -cm	Orizzonte	pH H ₂ O	Argilla %	C %	N %	C/N	K meq/100g	CSC ¹ meq/100g	GSB ² %	H ₂ O 1/3 bar	H ₂ O 15 bar
0-7	A	5.2	23.7	7.54	0.331	23	0.4	29.7	57	38.3	22.5
7-12	AB	5.7	8.7	0.65	0.064	10	0.1	11.4	81	18.5	5.8
12-38	Bw1	6.6	13.0	0.56	0.065	9	0.1	12.6	90		6.5
38-59	Bw2	6.8	15.5	0.48	0.065	7	0.2	14.7	100		8.8
59-78	Bw3	6.8	15.4	0.44	0.066	7	0.2	13.5	100	20.8	8.3
78-94	Bw4	7.3	15.2	0.44	0.068	6	0.2	13.1	95	18.3	7.7
94-110	Cf	7.3	13.5	0.39	0.059	7	0.2	11.2	100		6.9
Ultisols											
Profondità -cm	Orizzonte	pH H ₂ O	Argilla %	C %	N %	C/N	K meq/100g	CSC ¹ meq/100g	GSB ² %	H ₂ O 1/3 bar	H ₂ O 15 bar
0-12	Ap	5.1	12.3	1.25	0.057	22	0.1	4.2	43	9.6	4.4
12-40	Bt1	5.0	35.0	0.51	0.037	14	0.1	5.7	4	15.1	11.8
40-86	Bt2	5.0	35.0	0.32	0.019	17	0.1	5.3	38	18.1	12.7
86-140	Bt3	5.0	40.9	0.20			0.1	5.6	11	16.0	14.0
140-280	Bt4	4.9	44.6	0.19			0.1	5.3	15	17.2	14.8
Oxisols											
Profondità -cm	Orizzonte	pH H ₂ O	Argilla %	C %	N %	C/N	K meq/100g	CSC ¹ meq/100g	GSB ² %	H ₂ O 1/3 bar	H ₂ O 15 bar
0-18	Ap	4.1	53.9	2.12	0.139	15		10.4	6	25.1	18.2
18-30	A	4.3	53.8	1.59	0.098	16		9.1	1	30.2	17.8
30-38	B _{Ag}	4.4	56.9	1.00	0.084	12		7.1		28.4	18.3
38-70	B _{g1}	5.0	60.0	0.48	0.028	17		6.3		29.7	19.7
70-110	B _{g2}	5.1	59.7	0.26	0.027	10		6.5		29.5	21.0
110-180	B _{Cg}	5.3	60.7	0.18	0.013	14		5.4		28.2	22.1

¹ Capacità di Scambio Cationico; ² Grado di Saturazione in Basi.

cipitazioni sono in deficit rispetto all'evapotraspirazione, favorendo la formazione di orizzonti illuviali di tipo argillico o kandico⁴, ed una in cui le precipitazioni sono tali da eccedere la capacità di ritenzione idrica del suolo, favorendo la lisciviazione delle basi e la desaturazione del complesso di scambio, con conseguente incremento dell'acidità e rischio di tossicità da alluminio. La CSC è tipicamente molto bassa, an-

che per la prevalenza di minerali argillosi a bassa carica anionica quali la kaolinite.

Gli Oxisols (diffusione 7.5%) rappresentano ben il 25% dei suoli tropicali. Presentano talu-

⁴ Orizzonti subsuperficiali di deposizione di materiali fini (argille) eluviati dagli orizzonti sovrastanti; in particolare, l'orizzonte kandico è caratterizzato da accumulo di argille 1:1 a bassa attività ("kanditi", quali kaolinite).

ne analogie con gli Ultisuoli, prevalentemente sotto l'aspetto climatico, ma presentano un orizzonte subsuperficiale di tipo kandico o oxico⁵, e sono generalmente molto più alterati, quindi fortemente desaturati e acidi. Sono prevalentemente argillosi, e relativamente ben dotati di SO, ma nel contempo sono poco fertili ed hanno bassa CSC. Ciò è dovuto alla concorrenza di due fattori: la frazione minerale è costituita essenzialmente da materiali profondamente alterati, con attività di scambio da scarsa a nulla (quarzo, kaolinite, ossidi di Al e Fe), e la dinamica dell'umificazione è scarsa, a causa della refrattarietà della SO. Tale circostanza evidenzia tra l'altro come, contrariamente a quanto comunemente sostenuto dal punto di vista ecologico, elevati contenuti di argilla e di SO non danno garanzia di "qualità".

Conclusioni

Il concetto di "qualità del suolo", così come attualmente strutturato, riconduce ad una interpretazione teleologica del ruolo del suolo, e porta inevitabilmente a sostenere una sorta di discriminazione pedogenetica, di pericolosa "pedo-eugenica", che separa *a priori* suoli di qualità "superiore" da quelli di qualità "inferiore", misconoscendo così il valore intrinseco del suolo nella complessità delle sue implicazioni ambientali, socio-economiche e culturali. Se si consolidasse il principio che la qualità è attributo esclusivo di suoli ricchi e fertili, allora diventerebbe elevatissimo ed incombente il rischio di sottrarre definitivamente i suoli di "scarsa qualità" all'agricoltura, al paesaggio, al patrimonio pedologico globale, già di per sé ampiamente minacciato e ormai in parte degradato. L'inadeguatezza dell'approccio si riflette inevitabilmente anche nella continua ricerca di "indicatori" idonei a misurare la qualità. In assenza di una rigorosa definizione e delimitazione del campo e dell'obiettivo di indagine, anche gli strumenti e le unità di misura restano non rigorosamente definiti. Infatti, a tutt'oggi, sono stati proposti differenti insiemi di "indicatori" chimici, fisici e biologici della qualità del suolo, ciascuno formato da un rilevante numero di parametri, con inevitabile ridondanza di informazioni e spreco di risorse. Si resta tuttavia ben lontani da tentativi efficaci di riduzione delle

informazioni superflue e di accorpamento delle dati essenziali, con conseguente rischio di arbitrarietà ed aleatorietà. La problematica è aggravata dalla circostanza che il suolo è un sistema naturale estremamente complesso, e che pertanto offre una serie pressoché innumerevole di parametri atti ad essere misurati, ma il cui significato e la cui importanza spesso sono definiti dal misuratore stesso, senza riscontri oggettivi.

Ogni suolo è un *unicum*, evolutosi nel tempo in equilibrio con le specifiche condizioni di clima, geomorfologia, natura dei materiali genitori, attività biotica, influenza dell'uomo, ed è capace di trasferire materia ed energia tra i comparti ambientali nei limiti delle risorse dell'ambiente stesso.

Come argutamente notato da Chesworth (2008), "lo stato, qualità o salute, del suolo è *most parsimoniously* spiegato come conseguenza della co-evoluzione delle componenti biotiche e abiotiche sulla superficie della Terra, senza implicazioni teleologiche", e "la vita si è evoluta come migliore adattamento a tutte le possibili circostanze, [...] in accordo con la teoria di Darwin".

È necessario quindi riconsiderare il concetto di "qualità" del suolo essenzialmente in termini di "funzionalità" intesa come "attitudine ad esprimere le proprie potenzialità", valorizzando i fondamentali ruoli ambientali, socio-economici e culturali del suolo sulla base dei caratteri intrinseci derivanti dalla sua peculiare storia pedogenetica.

Bibliografia

- Arshad M.A., Coen G.M. 1992. Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria. *Am. J. Altern. Agr.*, 7:25-31.
- Buol S.W., Sanchez P.A., Cate R.B. jr., Granger M.A. 1975. Soil fertility capability classification: a technical soil classification system for fertility management. In: Bornemisza E., Alvarado A. (eds.): *Soil management in tropical america*, 126-145. N.C. State Univ., Raleigh, N.C.
- Calzolari C., Costantini E.A.C., Venuti L. 2006. La valutazione dei suoli e delle terre: storia definizioni e

⁵ Orizzonte subsuperficiale caratterizzato da bassa CSC e scarsa presenza di materiali alterabili.

- concetti. In: Costantini E.A.C. (ed.): *Metodi di valutazione delle terre*. Collana di metodi analitici per l'agricoltura diretta da Paolo Sequi, 3-47. Edizioni Cantagalli, Siena, Italy.
- Chesworth W. 2008. Quality. In: Chesworth W. (ed.): *Encyclopedia of Soil Science*, 597-598. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Dent D., Young A. 1981. *Soil Survey and Land Evaluation*. G. Allen & Unwin, London, UK.
- FAO-ISRIC-ISSS. 1998. *World Reference Base for Soil Resources*. FAO-ISRIC- ISSS. *World Soil Resources Report No. 84*. Rome.
- FAO-ISRIC-IUSS. 2006. *World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication*. *World Soil Resources Report 106*, 2006 ed., Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- Geymonat L. (ed.) 1973a. *Storia del pensiero filosofico e scientifico*. Garzanti Ed., Milano.
- Geymonat L. 1973b. Kant – Critica del Giudizio. In: Geymonat L. (ed.): *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, III/6. Garzanti Ed., Milano.
- Gregorich E.G., Carter M.R., Angers D.A., Monreal C.M., Ellert B.H. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Can. J. Soil Sci.*, 74:367-386.
- Juran M.J. 1951⁶. *Quality Control Handbook*. McGraw-Hill, New York, New York.
- Karlen D.L., Eash N.S., Unger P.W. 1992. Soil and crop management effects on soil quality indicators. *Amer. J. Altern. Agric.*, 7:48-55.
- Klingebiel A.A. and Montgomery P.H. 1961. *Land Capability Classification*. Agr. Handbook n. 210, USDA-SCS, Washington, DC.
- Larson W.E., Pierce F.J. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. In: *Evaluation for sustainable land management in the developing world*, 175-203. Int. Board Soil Res. and Management, Bangkok, Thailand.
- Nachtergaele F. 2005. The “soils” to be classified in the World Reference Base for Soil Resources. *Euras. Soil Sci.*, 38, suppl. 1: 13-19.
- Peri C. 1994. *Qualità: concetti e metodi*. FrancoAngeli Ed., Milano, Italy.
- Riconda G. 1991. La nozione di libertà nella storia della filosofia. In: *Enciclopedia Europea*, VI: 869-870. Garzanti Editore, Milano.
- Sanchez P.A., Couto W., Buol S.W. 2003. Fertility capability soil classification: a tool to help assess soil quality in the tropics. *Geoderma*, 114:157-185.
- Singer M.J., Ewing S. 2000. Soil Quality. In: Sumner M.E. (ed.): *Handbook of Soil Science*, G/271-298. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- USDA-NRCS Soil Survey Staff – United States Department of Agriculture, 1999. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*, 2nd ed., Agriculture Handbook n. 436. USDA, Natural Resources Conservation Service, NY.
- USDA-NRCS Soil Survey Staff – United States Department of Agriculture, 2006. *Keys to Soil Taxonomy*, 10th ed. USDA, Natural Resources Conservation Service, NY.
- Wilding L.P. 2000. Classification of soils. In: Sumner M.E. (ed.): *Handbook of Soil Science*, E/175-183. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

⁶ Sono seguite, per gli stessi tipi, successive edizioni negli anni 1962, 1974, 1988, 1999.