



## *Il suolo come geosito: elementi, metodi ed esempi per la sua valutazione.*

*Edoardo A.C. Costantini<sup>1</sup>, Giovanni L'Abate<sup>3</sup>, Claudio Bini<sup>2</sup> e Rosario Napoli<sup>3</sup>.*

<sup>1</sup> Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze, ed Università di Siena; ecostantini@dada.it

<sup>2</sup> Università di Venezia

<sup>3</sup> Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze

### **Riassunto**

Se è internazionalmente riconosciuto che il suolo rappresenta uno dei beni culturali di carattere naturalistico, non sono ancora adeguatamente definiti tutti gli elementi e i valori culturali che possono essere legati ai suoli, nonché i metodi più idonei per valutarli e renderli apprezzabili ad un pubblico più vasto di quello rappresentato dai pedologi.

Nel lavoro vengono tracciate le linee guida che possono essere prese come riferimento per valutare i pedositi e viene riportata la prima lista dei pedositi italiani proposti a livello internazionale; sono inoltre fornite alcune esemplificazioni tratte da uno studio applicativo svolto a scala di dettaglio in Alta Val d'Elsa (SI), le quali possono risultare utili a chi voglia censire e valutare i pedositi.

Parole chiave: beni culturali, suoli, GIS, Italia, Alta Val d'Elsa.

### **Lo stato dell'arte**

Il suolo è stato abitualmente studiato in riferimento al suo interesse economico, soprattutto in campo agricolo e forestale, tanto che è stato definito come uno dei "fattori della produzione", accanto al capitale, al lavoro ed agli altri mezzi di produzione. In estrema sintesi, del suolo si è tradizionalmente apprezzata una sua qualità: la fertilità, in tutti i suoi diversi aspetti.

Negli anni, soprattutto nei paesi ad economia avanzata, si è andati via via scoprendo l'importanza del suo ruolo "ambientale", in particolare di serbatoio e filtro per le sostanze inquinanti (Costantini, 2000), di regolatore dei deflussi idrici, deposito di sedimenti, accumulatore di carbonio organico.

Più di recente si vanno valutando anche altri aspetti, prima non adeguatamente riconosciuti, quali il suo ruolo di riserva della biodiversità biologica e cassaforte di molti reperti archeologici, paleontologici e paleontologici, di valori cioè non immediatamente o non facilmente monetizzabili, aprendo la porta alla considerazione di tutta una serie di aspetti "culturali" in senso lato, cioè legati alle conoscenze che possono essersi accumulate su un sito pedologico, o che possono essere connesse a quel sito, o funzionalmente dipendenti, tanto da poterlo considerare a tutti gli effetti, anche quelli giuridici, un "bene culturale" (Arnoldus-Huyzenveld et al., 1995). E' evidente come ciò abbia importanti ricadute, non solo di tipo scientifico e didattico, ma anche di carattere tecnico, ad esempio sulla definizione di una corretta metodologia di Valutazione di Impatto Ambientale, nonché di politica



amministrativa, in particolare sulla necessità di una adeguata comprensione di tutte le implicazioni ambientali che possono conseguire dalle diverse scelte di Programmazione Territoriale.

In Italia, l'aumentato numero di pedologi che lavorano in campagna da ormai molti anni, ha fatto sì che la sensibilità verso i valori culturali del suolo sia notevolmente accresciuta, anche se ancora manca una metodologia di lavoro organica e diffusa. Nel corso degli anni, sono stati sviluppati alcuni concetti di base (Dazzi, 1996; Dazzi e Monteleone, 1999; Costantini, in stampa), elementi per la definizione del suolo quale bene culturale (tab. I), criteri di valutazione e tutela (tab. II), si sono realizzate alcune applicazioni (Arnoldus-Huyzenveld e Gisotti, in stampa; Brenna e Rasio, in stampa; Di Gennaro, in stampa) ed infine si è arrivati a produrre una prima ipotesi di lista di beni culturali di carattere pedologico a valenza internazionale (tab. III).

In Toscana è stato svolto per la prima volta, a scala di dettaglio, un rilevamento pedologico specificamente finalizzato alla valutazione dei valori culturali dei suoli di un ambito territoriale definito. Il lavoro, iniziato con una ricerca comune tra l'Università di Siena, quella di Venezia e l'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, ha avuto tra le sue ricadute una significativa collaborazione per la divulgazione dei risultati con l'Associazione del Museo-Territorio di Storia Naturale dell'Alta Val d'Elsa (L'Abate e Costantini, 2000).

Poiché sembra possibile ed auspicabile poter realizzare simili esperienze in altre parti d'Italia, in particolare dove sono presenti delle Istituzioni pubbliche o private interessate alla valorizzazione di tutte le componenti del loro territorio, quindi anche del suolo, si forniscono con il presente lavoro i metodi che possono essere utilizzati per applicare la scheda messa a punto da ProGEO Italia per il censimento dei geositi di carattere pedologico, i pedositi.

### **Significato dei termini della scheda ProGEO Italia dal punto di vista pedologico**

Prendendo come riferimento la scheda ProGEO Italia (Poli, 1999), le schede relative ai pedositi sono state compilate traducendo per i suoli il significato dei termini utilizzati per i geositi. Da considerare il fatto che non esiste attualmente una guida di campagna redatta dal gruppo stesso che indichi i criteri da seguire per assegnare i giudizi ai siti geologici rilevati. Le valutazioni che seguono quindi si costituiscono come proposte, e possono dar luogo ad un successivo dibattito in materia. Da sottolineare inoltre che, poiché si voleva realizzare in modo automatico il procedimento di valutazione, le caratteristiche considerate erano tutte presenti e codificate nel database pedologico utilizzato, l'ISSDS97 (Gardin et al., 1998).

La voce **età del geosito** (interesse cronologico) è stata riferita alle tipologie tassonomiche di suolo americane (Soil Survey Staff, 1997). Sono state considerate tutte le diverse tipologie tassonomiche al livello di "grande gruppo" e quindi sono state suddivise tra le 4 tipologie cronologiche secondo il criterio esemplificato in tabella IV.

Delle 5 tipologie di **importanza scientifica** suggerite dal gruppo ProGEO per i siti culturali a carattere geologico, solo 3 sono state considerate significative per i siti pedologici e quindi assegnate, quando opportuno, alle "sottounità"<sup>1</sup>. Queste sono state: i) testimonianza paleoambientale, ii) valenza ecologica, iii) esemplarità didattica.

---

<sup>1</sup> L'informazione pedologica viene comunemente organizzata in "unità" e "sottounità" tipologiche, nel nostro caso corrispondenti a serie e fasi di suolo.



Per la voce **testimonianza paleoambientale** sono stati considerati tutti i paleosuoli, i quali testimoniano la persistenza in passato di condizioni climatiche diverse dalle attuali; questi sono estremamente diversi dai suoli formatisi, negli stessi luoghi, in epoche successive e sono quindi in uno stato di equilibrio metastabile nelle condizioni ambientali attuali ed estremamente sensibili ai fattori di degrado. Sono quindi estremamente importanti dal punto di vista sia culturale che didattico e la loro tutela è da considerarsi di primaria necessità. Un esempio di attribuzione di questo valore ai suoli dell'area è riportato in tabella V.

Per quanto concerne la **valenza ecologica**, non avendo trovato in bibliografia suggerimenti per l'assegnazione di questo giudizio, si è inteso adottare il grado di corrispondenza di un suolo ad un determinato ambiente (ben inteso che non si è effettuata una analisi statistica, bensì una semplice valutazione in base alle osservazioni di campagna), con particolare attenzione verso le fitocenosi o particolari emergenze faunistiche così come individuate da Favilli (1998). Le prime, infatti, possono essere strettamente legate ai caratteri del suolo che le sostiene. Un esempio di attribuzione di questo valore ai suoli dell'area è riportato in tabella V.

Per **esemplarità didattica** si è inteso la presenza di particolari caratteri, conformazioni o figure pedogenetiche che rendono quel suolo particolarmente interessante ai fini didattici.

La valutazione dello **stato di conservazione del pedosito** è stata ottenuta partendo dal presupposto che suoli ad orizzonti più complessi siano anche meglio conservati di altri che presentano successioni di orizzonti meno articolate. Al fine di estrapolare questo dato dalle informazioni contenute nel database pedologico, abbiamo considerato come ben conservati i suoli che presentavano l'orizzonte eluviale "E" (rappresentato da molte codifiche diverse: AE, 2E, ecc.). Di contro sono stati considerati scarsamente conservati suoli privi di orizzonte "B", anch'esso rappresentato da svariate codifiche. L'informazione è stata ricavata dal profilo del suolo rappresentativo della singola sottounità ed il giudizio è quindi ad essa riferito (tab. VI).

Nella espressione del **grado di conoscenza** del pedosito abbiamo considerato come "studiati", suoli da lungo tempo osservati e descritti, dei quali sono state effettuate anche analisi chimiche e fisiche, sia routinarie, che "specialistiche" (contenuti in ferro, alluminio, silice, ecc.). Sono invece stati considerati "segnalati", suoli già conosciuti perché cartografati a scale di minor dettaglio, appartenenti a sottounità ben note e riscontrate in più luoghi. Il giudizio "non studiato" è stato assegnato alle sottounità proposte con il presente studio al fine di rappresentare situazioni locali ben caratterizzate, che si possono configurare come situazioni tipo in ambienti simili, ma delle quali non si è ancora in possesso di sufficienti riscontri in altre zone.

Nella valutazione della **rarietà** del suolo sono stati previsti più livelli di indagine: i) scala locale, ii) scala regionale, iii) scala nazionale, iv) scala europea, v) scala mondiale. Ad ognuno di essi è stato assegnato un peso crescente dalla scala locale a quella mondiale. Nella assegnazione del giudizio abbiamo applicato il seguente criterio (valido per tutte le scale di indagine); è stata calcolata l'estensione media per sottounità (EMS):  $EMS = \text{Estensione area di indagine} / n^{\circ} \text{ tot di sottounità}$ . Sono state quindi considerate "comuni" quelle sottounità la cui estensione complessiva era maggiore o uguale ad EMS, "molto rare" quelle la cui estensione era minore di 1/10 EMS.

Dato il dettaglio e la piccola estensione dell'area in esame, la valutazione è stata riferita alla sola scala locale. Così facendo è mancato il riconoscimento di rarità per suoli di notevole interesse e riconosciuti rari a scala europea e forse addirittura mondiale quali possono essere considerati quelli della serie Simignano (paleosuoli con fragipan). Si è però ritenuto opportuno evitare di esprimere giudizi relativi ad ogni scala superiore a quella di indagine.



Per quanto riguarda il **rischio di degrado**, nell'area in esame è stato considerato il solo fattore di degrado per erosione idrica e di massa. Si è scelto di scomporre questo giudizio in tre livelli di indagine: imminenza del rischio, intensità del rischio e neogenesi di suolo. Il dato è stato identificato con il campo "erosione reale" presente nel DB pedologico. In particolare, per l'**imminenza del rischio**, l'originale classificazione in 10 classi è stata raggruppata in due classi di giudizio, "elevato" e "scarso", come riportato in tabella VII.

Relativamente all'**intensità del rischio**, questo giudizio è stato ottenuto prendendo in considerazione tre parametri; pendenza, spessore del topsoil e presenza di copertura vegetale. **Pendenza**: ad ogni poligono è stata assegnata una classe di pendenza ottenuta tramite interrogazione GIS del DTM (Digital Terrain Model). Le classi di pendenza sono state:  $p > 20\%$  e  $p < 20\%$ , facendo corrispondere alle maggiori pendenze un elevato rischio di degrado (E) ed a quelle minori un rischio scarso (S).

**Spessore topsoil**: è determinato dal limite inferiore del primo orizzonte non organico dalla superficie del suolo. È stata considerata la somma degli spessori degli orizzonti "O", "A", "E" del profilo rappresentativo della sottounità, facendo corrispondere a spessori inferiori a 25 cm un elevato rischio di degrado (E) ed a spessori maggiori un rischio scarso (S).

**Copertura vegetale**: è stata ricavata dalla tipologia colturale. La classe "scarso rischio" è stata assegnata esclusivamente ai suoli dotati di copertura forestale, secondo quanto riportato in tabella VIII.

Con la voce "**neogenesi**" di suolo si è inteso considerare la facilità o meno di formazione di nuovo suolo dal substrato, ritenendo che laddove vi fossero substrati più alterabili fosse anche minore il rischio di degrado. Sono state considerate tutte le tipologie di substrato così come ricavate dal DB, suddivise tra le due classi: a lenta (L, per le litologie coerenti) ed a veloce (V, per litologie incoerenti) neogenesi, riprendendo le suddivisioni già applicate nel sistema esperto FOCOSU (Gregori *et al.*, 1994) riferite però ad un maggior numero di classi (tab. IX). In tabella X infine, vengono suggerite alcune ulteriori modifiche alla sezione H (**fruibilità** del geosito) della scheda ProGEO, che si vanno ad aggiungere a quelle già proposte.

### **La valutazione dei pedositi nel caso di studio dell'Alta Val d'Elsa**

Nello studio realizzato in alta Val d'Elsa, la valutazione dei pedositi è stata realizzata utilizzando l'Analytic Hierarchy Process (AHP), una metodologia messa a punto da Saaty nel 1987 (Bazzani *et al.*, 1993), in quanto adatta ad analisi multicriteriali sia qualitative che quantitative. Questa si basa su tre principi fondamentali: principio della scomposizione, principio dei giudizi comparati, sintesi delle priorità, e si articola nelle seguenti fasi: costruzione di una gerarchia, elaborazione dei dati, stima dei pesi, aggregazione dei pesi.

Per l'elaborazione dei dati si è utilizzato il "principio dei giudizi comparati", il quale impiega "matrici dei confronti a coppie" tramite una scala delle importanze relative detta "fondamentale". La stima dei pesi è stata realizzata applicando ai dati la media geometrica normalizzata e il metodo dell'autovalore per verificare la consistenza dei risultati (L'Abate e Costantini, 2000). L'aggregazione dei pesi infine, che fornisce la valutazione paesistica, è stata ottenuta sommando i pesi all'interno di ogni livello e moltiplicandone il risultato per il peso del livello superiore. Il risultato ottenuto è un numero che può fluttuare tra un valore massimo ed uno minimo teoricamente compresi tra 1 e 0. Il valore 1 rappresenta il caso in cui tutti i pesi sono espressi nel loro valore massimo, mentre il valore 0 corrisponde a quando tutti i pesi sono espressi nel loro valore minimo. A partire da questi due casi sono state definite le



classi di giudizio relativo all'interesse pedologico e paesistico (IPP): basso, medio-basso, medio, medio-elevato, elevato, i cui intervalli sono stati definiti in seguito a confronto di diversi criteri: ad intervalli equi, ad intervalli equiprobabili con media centrata e ad intervalli equiprobabili con media del campione. Dei tre è stato adottato il terzo perché ritenuto più rappresentativo dei valori territoriali.

Poiché alcuni importanti componenti ambientali, come la fauna, sono stati trattati in modo non esaustivo, si è ritenuto opportuno nominare il prodotto cartografico della valutazione come "carta dell'interesse pedo-paesistico", nel quale il risultato è funzione principalmente dell'aspetto pedologico e, solo secondariamente, degli altri fattori che concorrono a dar vita a tutte le tipologie di paesaggio riconosciute.

La valutazione del territorio è stata compiuta tramite un sistema informatizzato articolato in un database semantico (in Access), uno geografico (in Cartha e Arcview), e una tabella di valutazione implementata su foglio di calcolo elettronico (Excel), seguendo la metodologia già messa a punto in esperienze precedenti (Gregori et al. 1999, Napoli et al., 1999).

## **Conclusioni**

La lista dei pedositi segnalati dai pedologi italiani e i primi studi realizzati dimostrano la sensibilità presente in Italia verso l'apprezzamento e la valorizzazione dei beni culturali di carattere pedologico. Adesso siamo al momento più difficile, quello del passaggio dalla fase pionieristica a quella sistematica. Per arrivare ad una maggiore diffusione ed applicazione di questo genere di studi è indispensabile coinvolgere non solo i politici e i funzionari che amministrano il territorio, ma anche le istanze della società più sensibili ai valori ambientali. In tal senso, la collaborazione instaurata in Val d'Elsa con una associazione naturalista locale può costituire un esempio di come sia possibile con mezzi tutto sommato limitati produrre risultati con un certo impatto sociale.

Dal punto di vista tecnico e metodologico, nel lavoro svolto in Val d'Elsa sono state elaborate una serie di schede per il censimento dei pedositi dell'area (fig. 1) e si è giunti ad una valutazione tramite GIS dei valori culturali dei suoli (fig. 2).

Il fatto che la metodologia utilizzata sia stata applicata su base cartografica, cioè su tutti i suoli presenti nell'area in studio, anche su quelli di scarso valore culturale, differenzia il risultato della valutazione da quelli effettuati per la realizzazione della lista dei pedositi di interesse internazionale o che vengono normalmente prodotti da altri settori disciplinari, quali quello geologico o geomorfologico. La differenza più marcata è senz'altro relativa alla presentazioni dei risultati, che indica una valutazione per tutti i suoli e i paesaggi dell'area, anziché evidenziare le emergenze.

Dal punto di vista concettuale però non vi sono differenze sostanziali. In effetti, nel sistema informatico possono essere immagazzinati sia giudizi di merito riferiti a tipologie pedologiche, con una loro distribuzione geografica, che relativi a singoli siti. Utilizzando appropriatamente il database geografico è dunque possibile mettere in evidenza di volta in volta valutazioni di carattere areale o segnalare puntualmente i pedositi maggiormente significativi.



## Riconoscimenti

Il lavoro è stato impostato e svolto dai due primi autori, il prof. Bini ha collaborato nell'impostazione e svolgimento dell'indagine di campagna e il dott. Napoli nella strutturazione del sistema informativo.

Gli autori ringraziano il perito informatico Mario Finoia, ed i collaboratori M. Iori, L. Gardin e L. Sulli dell'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, per la collaborazione fornita al lavoro.

## Bibliografia

- Arnoldus-Huyzenveld A., Gisotti G., Mossoni-Novelli R., Zarlenga F. (1995). *I beni culturali a carattere geologico: i geotopi. Un approccio culturale al problema*. Geologia tecnica ed ambientale, 4/95, 35-47.
- Arnoldus-Huyzenveld A., Gisotti, G. (in stampa). *The planosols of the "old dunes" of Castel Porziano (Rome): a rare soil type for Italy and Europe*. Boll. Soc. Geologica Italiana.
- Bazzani G. et alii (1993), *Valutazione delle risorse naturali.*, Edagricole, Bologna.
- Blasi C. e De Dominicis V.; Chiarucci A., Gabellini A., Morrocchi D. (1998), *Unità ambientali e serie della vegetazione*. PTCP, Amministrazione provinciale di Siena, QC09.doc
- Brenna S., Rasio R., (in stampa). *Enhancing the naturalistic functions of soils: some cases in the Lombardy region*. Boll. Soc. Geologica Italiana.
- Costantini E.A.C. (2000), *The role of soil as an environmental filter*. Proceedings of the International School Earth and Planetary Sciences, Siena, 1998.
- Costantini E.A.C. (in stampa), *The recognition of soils as part of our cultural heritage*. Boll. Soc. Geologica Italiana.
- Dazzi C. (1996). *L'erosione genetica dell'ecosistema suolo*. Atti del convegno nazionale S.I.S.S.: "il ruolo della pedologia nella pianificazione e gestione del territorio". Cagliari, 6-9 giugno 1995, p. 197-202.
- Dazzi C., Monteleone S. (1999). *Consequences of human activities on pedodiversity of soils: a case study in a vineyard area in South-East Sicily (Italy)*. Proceedings of the ESSC International Conference on "Soil Conservation in Large Scale Land Use", Bratislava, Slovak Republic, May 1999, pp. 99-108.
- Di Gennaro A., (in stampa). *Management and protection of valuable soil-landscapes in the urban fringe. The case of the province of Naples, Italy*. Boll. Soc. Geologica Italiana.
- Favilli L. (1998). *Analisi faunistica*. PTCP, Amministrazione provinciale di Siena, QC010.doc.
- Gardin L., Napoli R., Costantini E.A.C. (1998). *L'archiviazione e la gestione dei dati pedologici con il software "ISSDS" ver.2*. Genio Rurale, 4, 1998, p. 50-56.
- Gregori E., Costantini E., Calì A., Ciolli M., Sani L. (1994). *Studio di un sistema esperto per la valutazione dell'efficacia protettiva della vegetazione nei confronti del suolo*. ISFA Comunicazioni di ricerca 3: 145 - 177.
- Gregori E., Costantini E.A.C., Napoli R. (1999). *Stima mediante GIS e Sistema Esperto degli effetti ambientali di diverse strategie sistematorie per il controllo dei dissesti idrogeologici*. Genio Rurale, 5, p. 46-54.
- L'Abate G., Costantini E.A.C. (2000), *I suoli e la valorizzazione delle risorse naturali e culturali del territorio. Un prototipo di sistema esperto applicato in Alta Val d'Elsa*. Elsanatura, anno 2000, n°1, 8-22.



- Napoli R., Costantini E. A. C., Gardin L. (1999). *Un sistema informativo per le valutazioni agroambientali a scala di dettaglio e semidettaglio*. *Agricoltura Ricerca* 180/181:167 - 184.
- Poli G. (1999), *GEOSITI Testimoni del tempo, fondamenti per la conservazione del patrimonio geologico*, Servizio Paesaggio, Parchi, e Patrimonio Naturale Regione Emilia-Romagna. Bologna
- Soil Survey Staff, USDA (1997), *Keys to Soil Taxonomy*. seventh Edition. Pocahontas Press, Inc. Blackburg Virginia, USA.



Tab. 1 I due aspetti che qualificano il bene culturale suolo: il suolo come profilo e il suolo come paesaggio

Profili pedologici come beni culturali:

i) paleosuoli, vetusuoli e suoli dei siti archeologici e paleontologici. Alcuni profili di suolo assumono particolare interesse in quanto testimoni di passati ambienti o di antiche situazioni culturali; la necessità di protezione di questi siti è particolarmente elevata in quanto si tratta spesso di luoghi di limitata estensione.

ii) Suoli esemplificativi di processi naturali ed antropici. Rientrano in questo gruppo i suoli delle sequenze, o "catene", e i suoli rappresentativi delle principali unità tassonomiche delle classificazioni pedologiche.

Paesaggi pedologici come beni culturali:

i) suoli che caratterizzano un ben determinato paesaggio culturale. I caratteri del suolo, la sua fertilità e il paesaggio agricolo sono fattori che interagiscono tra loro nel formare un "unicum" caratteristico, come nel caso del sistema colturale detto della "coltura promiscua", che caratterizza alcune ben note località turistiche dell'Italia centrale (ad es.: San Gimignano, Urbino).

ii) Suoli come bellezze panoramiche. I suoli possono contribuire alla bellezza di un paesaggio tramite i loro colori e il contrasto con la vegetazione e gli altri componenti ambientali.

iii) Suoli in delicato equilibrio ambientale. I suoli possono preservare condizioni ambientali diverse da quelle attuali dominanti nell'area, come nelle situazioni relittuali di ambiente vulcanico o dove sono presenti coperture vulcaniche facilmente erodibili su rocce litoidi.

iv) Suoli dei biotopi, ad esempio delle zone umide. Qui il ruolo del suolo è indiretto, nel senso che sono alcune particolari caratteristiche del suolo a consentire la sopravvivenza dell'ecosistema.

Tab. 2 Criteri di valutazione e tutela dei suoli come beni culturali

i) Rarità: vanno distinti i suoli che sono rari in un certo ambiente da quelli rari a scale sempre più ampie, fino alla scala mondiale.

ii) Grado di disturbo: a parità di altre condizioni, il valore di un suolo è proporzionale al suo stato di conservazione.

iii) Vocazione sociale: il bene culturale pedologico è di maggiore importanza se il suo valore è chiaramente visibile e se è ben accessibile.

v) Informazioni relative al suolo: dei suoli se ne ha spesso una conoscenza solo sommaria, che rende difficile il loro apprezzamento.

Nel caso dei suoli, gli interventi che possono essere suggeriti per tutelarne e valorizzarne il valore culturale possono essere puntuali, ad esempio sui profili e sui suoli dei biotopi, o di carattere areale, come nel caso dei paesaggi pedologici caratteristici, che possono inserirsi a pieno titolo nella tutela del valore turistico-ricreativo di un'area.





Tab. 3 - Primo parziale elenco dei pedositi di interesse internazionale presenti in Italia

A cura di Edoardo A.C. Costantini, con la collaborazione e il contributo di: ARSA Catanzaro, ERSAL Milano, IPLA Torino, Antonia Arnoldus, Angelo Aru, Paolo Baldaccini, Claudio Bini, Carmelo Dazzi, Antonio Di Gennaro, Giovanni Fierotti, Nicola Filippi, Luciano Lulli, Giacomo Sartori, Paola Tarocco, Fabio Terribile, Sergio Vacca.

| <u>Località</u>                         | <u>Descrizione</u>   | <u>Classificazione</u><br><sup>1</sup> Soil Taxonomy,<br><sup>2</sup> FAO |
|---|--|---|
| <b><i>Piemonte</i></b>                  |  |   |
| Beinale (CN)                            | Suoli dei terrazzi Pleistocenici del margine alpino                                      | Fragic Paleudalfs <sup>1</sup>  |
| Mondovi' (CN)                           | Suoli dei terrazzi Pleistocenici del margine alpino                                      | Typic Fraglossudalfs <sup>1</sup>   |
| Pian Delle Ciardelle (CN)               | Tipico Podzol alpino   | Spodosuolo <sup>1</sup>   |
| Riva Di Pinerolo e Druento (TO)         | Suoli dei terrazzi Pleistocenici del margine alpino                                      | Udifluvents su Alfisuolo <sup>1</sup>                                     |
| Casanova Rovasenda e Vauda Di Nole (TO) | Suoli dei terrazzi Pleistocenici del margine alpino                                      | Typic Aquic Fragiudalfs <sup>1</sup>                                      |
| Maggiora (NO)                           | Suoli dei terrazzi Pleistocenici del margine alpino                                      | Aquic Fragiudalfs <sup>1</sup>  |
| Salmour (CN)                            | Suoli dei terrazzi Pleistocenici del margine alpino                                      | Aquic Fragiudalfs <sup>1</sup>  |
| <b><i>Lombardia</i></b>                 |  |   |
| Parco di Monza (MI)                     | Paleosuoli delle superfici terrazzate rissiane   |   |
| Cavenago (MI)                           | Paleosuoli delle superfici terrazzate rissiane   |   |
| Tradate (VA)                            | Paleosuoli con fragipan e plintite delle superfici terrazzate mindelliane                |   |
| Romanengo (CR)                          | Paleosuoli con fragipan e plintite delle superfici terrazzate mindelliane                |   |
| Mazzano, Capriano e Cilverghe (BS)      | Paleosuoli con fragipan e plintite delle superfici terrazzate mindelliane                |   |
| Salmeggia (BG)                          | Suoli podzolizzati delle basse quote   |   |
| Gerola Alta (SO)                        | Suoli podzolizzati delle alte quote  |   |
| Ispra (VA)                              | Suoli con epipedon umbrico, utilizzati a prato e con pedoclima marcatamente udico        |   |
| <b><i>Trentino</i></b>                  |  |   |
| Coste di Salò (TN)                      | Paleosuolo alpino pre-wurmiano   | Chromic Luvisols <sup>2</sup>   |
| Paneveggio (TN)                         | Suolo tipico di pecceta subalpina  | Haplic Podzols <sup>2</sup>   |
| Varie località della provincia          | Suoli dei biotopi umidi di ambiente alpino   | Fibric e Terric Histosols <sup>2</sup>                                    |
| <b><i>Alto Adige</i></b>                |  |   |
| Salorno (BZ)                            | Suoli dei biotopi umidi della val d'Adige  | Typic Endoaquepts <sup>1</sup>  |
| <b><i>Veneto</i></b>                    |  |   |
| Bovolone (VR)                           | Suoli torbosi dei paleoalvei wurmiani dove si conservano condizioni umide                | Eutri-terric Histosols <sup>2</sup>                                       |
| <b><i>Friuli</i></b>                    |  |   |
| Premariacco di Buttrio (UD)             | Paleosuoli dei terrazzi del Pleistocene medio dove vengono prodotti vini di alta qualità | Typic Paleudults <sup>1</sup>   |
| <b><i>Emilia-Romagna</i></b>            |  |   |
| Margine appenninico                     | Paleosuoli con reperti archeologici  | Typic Paleustalfs <sup>1</sup>  |
| Margine appenninico                     | Paleosuoli con reperti archeologici  | Aquic Paleustalfs <sup>1</sup>  |
| Margine appenninico                     | Paleosuoli con reperti archeologici  | Typic Rhodustalfs <sup>1</sup>  |
| Margine appenninico                     | Paleosuoli con reperti archeologici  | Aquic Haplustalfs <sup>1</sup>  |
| Alta pianura                            | Paesaggio della centuriazione romana   | Typic Ustochrepts <sup>1</sup>  |



|                                 |   |  |
|---------------------------------|---|--|
| Alta pianura                    | Paesaggio della centuriazione romana  | Fluventic Ustochrepts <sup>1</sup>                                   |
| <b>Toscana</b>                  |   |  |
| Intero territorio regionale     | Suoli del paesaggio caratteristico della coltura promiscua toscana: serie S.Gimignano                         | Calcari-eutric Cambisols <sup>2</sup>                                |
| Casole d'Elsa (SI)              | Paleosuoli con fragipan e plintite della Montagnola Senese  | Fragi-chromi haplic Luvisols e Plinthi-stagnic Luvisols <sup>2</sup> |
| Montalcino (SI)                 | Paleosuolo del Pliocene inferiore   | Plinthosols <sup>2</sup>   |
| Isola d'Elba (LI)               | Paleosuolo con petroplintite  | Plinthosols <sup>2</sup>   |
| San Gimignano (SI)              | Terre rosse residuali e colluviali di ambiente carsico  | Rhodic Nitisols e Haplic Alisols <sup>2</sup>                        |
| <b>Lazio</b>                    |   |  |
| Castel Porziano (Roma)          | Paeosuoli evoluti sulle dune del parco  | Luvic Planosols <sup>2</sup>   |
| Castro dei Volsci (FR)          | Paleosuoli dei terrazzi del basso Pleistocene medio, con resti archeologici                                   | Gleyic e Ferric Acrisols <sup>2</sup>                                |
| Veroli (FR)                     | Paleosuoli del basso Pleistocene medio di ambiente carsico  | Ferric Luvisols <sup>2</sup>   |
| Castelliri (FR)                 | Paleosuoli in ambiente di forte erosione  | Chromic Nitisols <sup>2</sup>  |
| Vico (VT)                       | Suoli conservati su vulcaniti   | Typic Hapludands <sup>1</sup>  |
| <b>Abruzzo</b>                  |   |  |
| Balsoreano (AQ)                 | Paleosuoli ben conservati di ambiente carsico   | Ferric Luvisols <sup>2</sup>   |
| Campoli (AQ)                    | Paleosuoli ben conservati di ambiente alluvionale   | Chromic Luvisols <sup>2</sup>  |
| Cappadocia (AQ)                 | Suoli di coperture vulcaniche su calcari  | Andosols <sup>2</sup>  |
| <b>Campania</b>                 |   |  |
| Penisola sorrentina             | Suoli dei rilievi calcarei con coperture piroclastiche e terrazzi antropici                                   | Vitri-Pachic Andosols <sup>2</sup>                                   |
| Pianura pedemontana flegrea     | Suoli andici con orizzonte di superficie spesso, su superfici neolitiche                                      | Pachic Andosols <sup>2</sup>   |
| Apparato vulcanico flegreo      | Suoli con caratteri andici ben conservati in ambiente intensamente antropizzato                               | Vitric Andosols <sup>2</sup>   |
| <b>Basilicata</b>               |   |  |
| Monte Pollino (PZ)              | Suoli di coperture vulcaniche su calcari  | Andosols <sup>2</sup>  |
| Monte Pollino (PZ)              | Suoli di coperture glaciali su calcari  | Umbrisols <sup>2</sup>   |
| <b>Calabria</b>                 |   |  |
| Ricadi                          | Paeosuoli dei terrazzi fluviali antichi di ambiente mediterraneo, con antica frequentazione umana             | Pachic Ultic Argixerolls <sup>1</sup>                                |
| <b>Puglia</b>                   |   |  |
| Foggia                          | Tipici vertisuoli di ambiente mediterraneo  | Typic Calcixererts <sup>1</sup>                                      |
| Monteroni (LE)                  | Tipiche terre rosse di ambiente mediterraneo semiarido  | Natric-calcic Haploxeralfs <sup>1</sup>                              |
| <b>Sicilia</b>                  |   |  |
| Alcamo (TP)                     | Paleosuolo su terrazzo marino   | Ferric Luvisols <sup>2</sup>   |
| Corleone (PA)                   | Paleosuolo su argille   | Vertic Ultic Palaxeralf <sup>1</sup>                                 |
| Barrafranca (EN)                | Tipico vertisuolo antico di clima mediterraneo  | Typic Pelloxerert <sup>1</sup>                                       |
| Barrafranca (EN)                | Tipico paleosuolo con orizzonte petrocalcico  | Petrocalcic Palaxeralf <sup>1</sup>                                  |
| San Vito (TP)                   | Tipiche terra rossa mediterranea  | Typic Rhodoxeralf <sup>1</sup>                                       |
| Intero territorio regionale     | Terre maggiormente produttive del tradizionale latifondo siciliano asciutto                                   | Vertic Xerofluvents <sup>1</sup>                                     |
| <b>Sardegna</b>                 |   |  |
| S.Lussurgiu (OR), Bolotana (NU) | Paesaggio dei tufi trachitici e ignimbriti del Pliocene-Pleistocene, ospitano la foresta primigenia di tassi. | Eutrandepts <sup>1</sup>   |
| Sestu (CA)                      | Alluvioni terrazzate del Pleistocene ben conservate   | Calcic e Petrocalcic Palaxeralfs <sup>1</sup>                        |
| Villasor e Villacidro (CA)      | Alluvioni terrazzate del Pleistocene ben conservate   | Aquic Palaxeralfs <sup>1</sup>                                       |
| Solarussa (OR)                  | Alluvioni terrazzate del Plio-Pleistocene ben conservate  | Ultic Palaxeralfs <sup>1</sup>                                       |
| Cabras (OR)                     | Paleosuoli delle colate basaltiche quaternarie del Sinis  |  |



|                          | ben conservate  |                                  |
|--------------------------|---|----------------------------------|
| Iglesias (CA)            | Suoli su calcari dolomitici del Cambrico con leccete climaciche | Typic Rhodoxera lfs <sup>1</sup> |
| Guasila (CA), Riola (OR) | Paesaggio tipico delle colline mioceniche della Trexenta        | Typic Pelloxererts <sup>1</sup>  |
| Lasplassas (CA)          | Paesaggio tipico delle colline mioceniche della Marmilla        | Vertic Xerochrepts <sup>1</sup>  |
| Aritzo (NU)              | Suoli delle formazioni metamorfiche del Paleozoico              | Dystric Xerochrepts <sup>1</sup> |
| Monte Limbara (SS)       | Suoli delle formazioni granitiche della Sardegna settentrionale | Dystric Xerochrepts <sup>1</sup> |
| Is Cannoneris (CA)       | Suoli delle formazioni granitiche della Sardegna meridionale    | Typic Xerochrepts <sup>1</sup>   |

Tabella IV – Criteri e pesi adottati nella espressione del giudizio **età del pedosito**. Codifiche ISSDS97 (Gardin et al., 1998). IDF: Palexeralf; IEI: Paleudalf; GCE: Paleudult; IDG: Haploxeralf; IEK: Hapludalf; IAF: Glossaqualf; JDF: Xerochrept; JDG: Eutrochrept; KEC: Xerorthent.

| Tipo di suolo | Codice | Peso | Criterio                                 |
|---------------|--------|------|--|
| Paleosuolo    | Pa     | 0,58 | Paleosuoli: IDF, IEI                     |
| Vetusuolo     | Ve     | 0,25 | Ultisuoli: GCE                           |
| Non Recente   | NR     | 0,11 | Alfisuoli: IDG, IEK, IAF                 |
| Recente       | Re     | 0,05 | Entisuoli: KEC ed Inceptisuoli: JDF, JDG |



Tab. V – Esempio di assegnazione di alcuni giudizi ad alcuni suoli dell’alta Val d’Elsa

Nell’area il giudizio di **testimonianza paleoambientale** è stato assegnato alle serie AQ, PU, PV, SM, per le seguenti ragioni:

- AQ: sono suoli poco profondi, talvolta eccessivamente drenati con scheletro abbondante siliceo, talvolta anche estremamente acidi. il loro interesse è dovuto al notevole spessore degli orizzonti organici che tuttavia non raggiungono le condizioni necessarie per dar luogo ad orizzonti "umbrici". questi accumuli di sostanza organica sono dovuti ad un processo di "steppizzazione", solo imperfettamente attivo e dovuto alla forte acidità del substrato.

- PU, PV, SM: sono suoli profondi sviluppati su depositi colluviali che possono aver sepolto paleosuoli (Paludalf, Paleudult). Presentano un più o meno marcato orizzonte eluviale ed uno argillico. Nel caso della serie Simignano, inoltre, presentano un più o meno evidente orizzonte fragico o glossico.

Il giudizio di **valenza ecologica** è stato assegnato alle serie Aquila (AQ), Castelvecchio (CA), Caggio (CG), Castiglion del bosco (CB), Poggio Ucello (PU) e quindi a tutte le loro sottounità per le seguenti ragioni:

- AQ: sono suoli franco scheggiosi, poco profondi, talvolta eccessivamente drenati, particolarmente acidi, che si vengono a formare su litologie silicee con prevalenza di scisti. Le condizioni edafiche che si instaurano in questi suoli risultano particolarmente adatte per il castagno (*Castanea sativa*) in questi ambienti, nonostante la loro bassa quota. Castagneti ben conservati costituiscono inoltre l’habitat ideale di una specie di notevole interesse faunistico quale il picchio rosso minore (*Picoides minor*), ma anche del quercino (*Eliomys quercinus*) e del moscardino (*Muscardinus avellanarius*) (Favilli, 1998). La presenza della prima di queste specie si è ormai ridotta ai castagneti dell’Amiata, ciò si ritiene sia dovuto essenzialmente allo stato di abbandono degli altri castagneti presenti in provincia di Siena.

- CA e CB: Sono suoli molto sottili, scheletrico franchi, moderatamente alcalini, molto calcarei, ben drenati. Sostengono una vegetazione xerofila che in questi ambienti è rappresentata dalla tipica macchia mediterranea; ginepro (*Juniperus communis*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), lentisco, (*Pistacia lentiscus*), erica arborea (*Erica arborea*), ginestra (*Spartium junceum*), lillatro (*Phillyrea angustifolia*), etc. In questi ambienti trova il suo habitat ideale la magnanina (*Sylvia undata*), specie di interesse faunistico.

- CG e PU: sono suoli profondi, tipici di aree di accumulo, spesso si riscontrano su doline. Data l’assenza di scheletro e l’elevata presenza di argilla sono spesso stati disboscati e portati a coltura o pascolo. Costituiscono quelle "macchie" di paesaggio agrario che si incontrano sui rilievi calcarei boscati della Montagnola e Poggio del Comune. Attualmente costituiscono le uniche aree aperte "pascolabili" dalle specie faunistiche selvatiche. Sono coperte da praterie dei pascoli abbandonati su substrato neutro-basofilo (Festuco-Brometea), formazioni erbose secche seminaturali e facies con cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia). Le specie vegetali di interesse naturalistico che vi si possono osservare sono: *Polygala flavescens*, *Digitalis micrantha*, *Calluna vulgaris*, *Physospermum cornubiense*, *Teucrium scorodonia*, *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, *Helleborus bocconei* (Blasi, De Dominicis, 1998). Proteggono inoltre numerose specie di orchidee e costituiscono l’habitat ideale di alcune farfalle di notevole interesse naturalistico (*Maculinea arion*, *Brenthis hecate*, Favilli, 1998). Se coperti da formazioni forestali ospitano spesso tane di istrice (*Hystrix cristata*), e costituiscono gli ambienti ideali per localizzare i punti di *lestra* e di *insoglio* dei cinghiali.

Tab. VI – Criteri adottati nella valutazione dello **stato di conservazione** del suolo.

| Giudizio | Codice | Peso | Criterio                            |
|----------|--------|------|-------------------------------------|
| Buono    | B      | 0,69 | Suoli con presenza di orizzonti "E" |
| Medio    | M      | 0,23 |                                     |
| Scarso   | S      | 0,08 | Suoli privi di orizzonti "B"        |



Tab. VII – Classi di erosione e giudizi sulla **imminenza del rischio di degrado** del suolo. S: scarsa; E: elevata.

| Codice | Descrizione   | Giudizio |
|--------|---|----------|
| 0      | assenza di erosione                                 | S        |
| 1      | erosione idrica diffusa moderata                    | S        |
| 2      | erosione idrica incanalata moderata                 | S        |
| 3      | erosione idrica incanalata forte                    | E        |
| 4      | erosione eolica moderata                            | S        |
| 5      | erosione eolica forte                               | E        |
| 6      | erosione di massa per crollo                        | E        |
| 7      | erosione idrica diffusa forte                       | E        |
| 8      | erosione di massa per scivolamento e scoscendimento | E        |
| 9      | solifluzione e creeping                             | E        |

Tab. VIII - Criteri adottati nella valutazione della **intensità del rischio di degrado** del suolo

| Giudizio | Codice | Peso | Criterio                      |
|----------|--------|------|-------------------------------|
| Elevato  | E      | 0,8  | OT; OTA; TP; SAV; IP; SF; SC; |
| Scarso   | S      | 0,2  | RF; CF                        |

Coperture vegetali e classi di intensità del rischio di degrado del suolo. OT: oliveto tradizionale; OTA: oliveto tradizionale abbandonato; TP: oliveto tradizionale periurbano; SAV: seminativo arborato a vite; IP: "isole" agrarie della Montagnola; SF: seminativo di fondovalle; SC: seminativo collinare; RF: rimboschimento forestale; CF: copertura forestale.

Tab. IX - Litologie e giudizi sulla **neogenesi** di suolo. V: veloce; L: lenta.

| Litologia | Descrizione                                       | Giudizio |
|-----------|---|----------|
| 060       | Sabbia molto grossa, media e fine (2 - 0.1 mm)    | V        |
| 070       | Sabbia molto fine (0.1 - 0.05 mm)                 | V        |
| 080       | Limo (0.05 - 0.002 mm)                            | V        |
| 090       | Argilla (<0.002 mm)                               | V        |
| 100       | Rocce calcaree, anidritiche, gessose, dolomitiche | L        |
| 120       | Rocce calcaree sedimentarie                       | L        |
| 121       | Calcari cavernosi                                 | L        |
| 232       | Argilliti   | L        |
| 251       | Filladi   | L        |
| 311       | Marne calcaree                                    | L        |
| 512       | Flysch siltoso argilloso                          | V        |
| 513       | Flysch marnoso arenacei                           | V        |

Tab. X – Modifiche suggerite per la sezione H (**fruibilità** del geosito) della scheda ProGEO.

| H - Fruizione dell'oggetto e/o dell'area<br>( <sup>2</sup> MF - molto facile; F - facile; AD - abb. difficile; MD - molto difficile; E - per esperti.) |                                  |                                    |  |
|--|----------------------------------|------------------------------------|--|
| H.1 - Accessibilità  | A piedi <sup>2</sup>             | In auto <sup>2</sup>               | Strada asfaltata entro km                |
| H.2 - Visibilità   | Completa<br>(profilo pedologico) | Parziale<br>(superficie del suolo) | Non visibile<br>(ad es. suolo forestale) |
| H.3 - Osservabilità  | Tutto l'anno                     | Stagionale                         |  |
| H.4 - Caratteri salienti   | (come da scheda).                |                                    |  |