

WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES

Edizione italiana



IUSS-IUISS-IBU International Union of Soil Science



ISRIC International Soil Reference and Information Centre



Food and Agriculture Organization of the United Nations



Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo

WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES

(Base di riferimento mondiale per le risorse pedologiche)

Versione italiana a cura di Edoardo A.C. Costantini e Carmelo Dazzi

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Firenze, 1999

Nomina sunt consequentia rerum

Giustiniano, Corpus Iuris Civilis, Institutiones 2,7,3

Note alla versione italiana

Una delle più significative indicazioni fornite dall'ultimo Congresso della Unione Internazionale della Scienza del Suolo, svoltosi a Montpellier nel 1998, è certamente stata quella di raccomandare l'uso del *World Reference Base for Soil Resources* quale riferimento internazionale per la classificazione del suolo. Pur sottolineando l'importante ruolo che svolgono le classificazione e i sistemi tassonomici nazionali, nelle conclusioni e raccomandazioni del convegno si ribadisce come sia fondamentale per tutta la Scienza del Suolo avere un punto di riferimento univoco quando si parla di classificazione del suolo, un'unica lingua, un "esperanto" che consenta un immediato e il più possibile esaustivo passaggio delle informazioni, non tanto e non solo tra i pedologi, ma anche e soprattutto con gli altri fruitori e gestori della risorsa suolo.

Nello stesso convegno di Montpellier, è stato dato mandato ad alcuni dei membri del gruppo di lavoro WRB della IUSS di curare le edizioni nazionali; per l'Italia l'incarico è stato affidato allo scrivente, il quale ha pensato bene di coinvolgere il collega e amico Carmelo Dazzi, docente di pedologia all'Università di Palermo. Insieme sono state prese le decisioni su come impostare la traduzione e su come tradurre i termini più controversi. La discussione più "spinosa" è stata quella su quanto spingersi nella volgarizzazione dei termini: l'accordo è stato di mantenere la dizione originale per i termini da utilizzare nella classificazione del suolo, fornendo però di ognuno il corrispondente in italiano. Ciò allo scopo di ottenere sempre una classificazione uguale a quella prodotta con il testo originale, ma consentire allo stesso tempo di parlare di orizzonti, proprietà e materiali in termini italiani. Fanno eccezione i termini principali del sistema WRB, i nomi dei riferimenti pedologici, che rimangono invariati; per cui anche se si parla in italiano di orizzonte *cambico*, i suoli sono sempre e comunque *Cambisols*.

Nel testo il lettore troverà alcuni piccoli cambiamenti ed integrazioni rispetto alla versione originale: si tratta di correzione di refusi concordata con il dott. Nachtergaele della FAO, segretario del gruppo WRB. Si è pensato poi di aggiungere una serie di note del traduttore (ndt), per spiegare alcuni termini non sempre da tutti conosciuti.

Nel momento storico della Scienza del Suolo che l'Italia sta vivendo, in cui la cartografia del suolo si sta finalmente diffondendo in tutte le Regioni, confidiamo che questa versione italiana del *World Reference Base for Soil Resources* costituisca uno strumento che, oltre ad agevolare la classificazione del suolo, stimoli ad un'accurata descrizione ed interpretazione delle analisi di laboratorio, premessa indispensabile ad una corretta classificazione.

Edoardo A.C. Costantini

Premessa

Su iniziativa del Working Group Reference Base dell'International Society of Soil Science, in quattro anni di intenso lavoro svolti dopo il quindicesimo Congresso Mondiale della Scienza del Suolo di Acapulco, Messico, del 1994, sono state approntate tre pubblicazioni che evidenziano lo stato attuale dell'arte del "World Reference Base for Soil Resources (WRB)". Le pubblicazioni comprendono:

1. World Reference Base for Soil Resource: Introduzione.
2. World Reference Base for Soil Resource: Atlante.
3. World Reference Base for Soil Resource.

La prima pubblicazione rappresenta una introduzione alla conoscenza della diversità dei suoli e della loro distribuzione, utile a discipline diverse dalla 'Scienza del Suolo *sensu stricto*' ed è destinata ad un pubblico più ampio.

La seconda è un atlante che fornisce una panoramica della distribuzione dei gruppi pedologici di riferimento nel mondo. La terza, qui presentata, può essere considerata come un manuale tecnico, specifica per i pedologi. Essa dà definizioni e criteri diagnostici degli orizzonti, delle proprietà e dei materiali del suolo, e contiene una chiave per classificare i gruppi pedologici di riferimento e i loro qualificativi.

Gli sforzi di un ampio gruppo di autori esperti, e la cooperazione ed il supporto logistico di ISSS, ISRIC e dalla FAO, hanno consentito di realizzare queste pubblicazioni.

Si spera che queste pubblicazioni contribuiranno alla comprensione della scienza del suolo sia presso il grande pubblico che presso la comunità scientifica.

J.A Deckers (Presidente), O.C. Spaargaren (Vice Presidente) e F.O. Nachtergaele (Segretario)
ISSS Working Group Reference Base

L.R. Oldeman, Direttore
International Soil Reference and Information Centre
(ISRIC)

R Brinkman, Direttore
Land and Water Development Division
Food and Agriculture Organization of the United Nations
(FAO)

1 ANTEFATTO

La storia

Obiettivi

Principi

Elementi della Base di riferimento mondiale per le risorse pedologiche

Discussioni

2 CHIAVE PER I GRUPPI DI RIFERIMENTO

Chiave per i gruppi di suolo di riferimento della Base di riferimento mondiale per le risorse pedologiche

3 ORIZZONTI, PROPRIETÀ E MATERIALI DIAGNOSTICI

Orizzonti diagnostici

Albic horizon

Andic horizon

Anthraquic horizon

Anthropedogenic horizon

Argic horizon

Calcic horizon

Cambic horizon

Chernic horizon

Cryic horizon

Duric horizon

Ferralic horizon

Folic horizon

Fragic horizon

Fulvic horizon

Gypsic horizon

Histic horizon

Hydragric horizon

Hortic horizon

Iragric horizon

Melanic horizon

Mollic horizon

Natric horizon

Nitic horizon

Ochric horizon

Petrocalcic horizon

Petroduric horizon

Petrogypsic horizon

Petroplinthic horizon

Plaggic horizon

Plinthic horizon

Salic horizon

Spodic horizon

Sulfuric horizon

Takyric horizon

Terric horizon

Umbric horizon

Vertic horizon

Vitric horizon

Yermic horizon

Proprietà diagnostiche

- Abrupt textural change
- Albeluvic tonguing
- Alic properties
- Aridic properties
- Continuous hard rock
- Ferralic properties
- Geric properties
- Gleyic properties
- Permafrost
- Secondary carbonates
- Stagnic properties
- Strongly humic properties

Materiali diagnostici

- Anthropogeomorphic soil material
- Calcaric soil material
- Fluvic soil material
- Gypsic soil material
- Organic soil material
- Sulfidic soil material
- Tephric soil material

4 CLASSIFICARE LE SUDDIVISIONI NEI GRUPPI DI SUOLO DI RIFERIMENTO

- Principi generali per distinguere le unità di livello inferiore
- Definizioni degli elementi formativi per le unità di livello inferiore

BIBLIOGRAFIA

Appendice 1: Designazione degli orizzonti del suolo

Appendice 2: Codici per i gruppi pedologici di riferimento e per le sottunità pedologiche

LISTA DELLE TABELLE

- 1 Processi antropedogenici
- 2 Alcuni materiali di suolo antropogeomorfici
- 3 Lista in ordine alfabetico dei nomi dei suoli nei livelli inferiori
- 4 Elenco delle priorità per le unità di livello inferiore dei gruppi pedologici di riferimento

Capitolo 1

Antefatto

Merita riflessione il fatto che, dopo cento anni di moderna scienza del suolo, un sistema generalmente accettato di classificazione del suolo non sia stato ancora universalmente adottato (Dudal, 1990). Tale situazione deriva in parte dal fatto che i suoli, contrariamente a quanto accade per le piante e gli animali che sono facilmente identificabili, costituiscono un continuum che necessita, per convenzione, di essere suddiviso in classi. Per porre rimedio a tale situazione, il lavoro sulla sistematica dei suoli, durante gli ultimi 20 anni, è stato incentrato sullo sviluppo di un *World Reference Base for Soil Resources* (Base di riferimento mondiale per le risorse pedologiche).

LA STORIA

Il *World Reference Base for Soil Resources* (WRB) succede all'International Reference Base for Soil Classification (IRB), un'iniziativa della FAO che risale al 1980, sostenuta dal Programma Ambiente delle Nazioni Unite (United Nations Environment Programme - UNEP) e dalla Società Internazionale della Scienza del Suolo¹. Nelle intenzioni, il progetto IRB tendeva ad organizzare una struttura che servisse a correlare i sistemi di classificazione del suolo esistenti e ad armonizzare il successivo lavoro di classificazione. L'obiettivo finale era quello di raggiungere un accordo internazionale, sui principali raggruppamenti di suolo che potevano essere riconosciuti a scala globale, così come sui criteri e sulla metodologia da applicare per definirli e identificarli. Tale accordo era teso, a facilitare lo scambio delle informazioni e delle esperienze per fornire un linguaggio scientifico comune, a rafforzare le applicazioni della scienza del suolo e ad incrementare gli scambi con le altre discipline.

Dopo i primi contatti in Canada nel 1978, si svolsero tre incontri a Sofia, in Bulgaria, nel 1981 e nel 1982 per dare il via ad un programma internazionale tendente ad una comune classificazione dei suoli. Furono formulate le definizioni in bozza di 16 gruppi principali di suolo, *suoli debolmente sviluppati, suoli espandibili/contrainibili, suoli influenzati dalla falda, suoli salini/alcalini, suoli calcici/gypsici, suoli mollici, suoli umbrici e superficiali, suoli sialici, suoli fersialici, suoli ferralici, suoli andici, suoli influenzati da acqua superficiale, suoli podzolizzati, suoli histici, suoli pergelici e suoli antropogenici*.

Il progetto di creare un International Reference Base for Soil Classification, fu iniziato nel 1982 come uno dei programmi proposti per incrementare, attraverso l'UNEP, la Politica Mondiale per i Suoli. Si ritenne che l'International Reference Base for Soil Classification poteva essere impiegato come base per la revisione della Legenda della Carta dei Suoli del Mondo (FAO-UNESCO, 1974).

Nel 1982, a Nuova Delhi, in India, il 12mo Congresso della Società Internazionale della Scienza del Suolo (ISSS) approvò questo programma e lo affidò ad un Gruppo di Lavoro entro la V Commissione (Genesi, Classificazione e Cartografia dei Suoli).

Nel 1986, al 13mo congresso della ISSS ad Amburgo, in Germania, la responsabilità del programma IRB fu affidata al presidente della V Commissione, assistito da un nucleo di lavoro. A collaboratori selezionati fu chiesto di elaborare, con maggiore dettaglio, le

¹ L'attuale IUSS, International Union of Soil Science (ndt)

definizioni dei principali raggruppamenti di suolo e degli attributi diagnostici rilevanti, di fare proposte per ulteriori suddivisioni in un secondo/terzo livello e di stabilire le correlazioni con le unità di suolo esistenti nei principali sistemi di classificazione del suolo.

L'ulteriore sviluppo dell'IRB fu dibattuto durante le consultazioni svoltesi a Roma, in Italia, nel 1987 e ad Almaty (Alma-Ata) in Kazakistan, nel 1988. Progressi furono fatti nel 1990, durante il simposio dedicato all'International Reference Base for Soil Classification, in occasione del 14mo Congresso della Società Internazionale della Scienza del Suolo svoltosi a Kyoto, in Giappone. A quel momento erano stati identificati 20 raggruppamenti principali di suolo in base alla loro rappresentatività nell'ambito della copertura pedologica mondiale, precisamente, suoli organici, antrici, vertici, andici, gleyici, stagnici, ferralici, podzici, luvisci, nitici, lixici, fluvici, gypsi, calcici, salici, sodici, cernici, modici, cambici e primici. Gli attributi usati per definire questi raggruppamenti di suolo furono selezionati in modo da riflettere i principali processi di formazione del suolo.

Nel frattempo la FAO aveva pubblicato la Revised Legend della Carta dei Suoli del Mondo (FAO, 1988). Il numero dei principali raggruppamenti di suolo in questa legenda, era stato incrementato da 26 a 28 e quello delle unità di suolo da 106 a 153. Alcuni fra i principali cambiamenti riguardavano l'aggregazione dei *Lithosols*, dei *Rendzinas* e dei *Rankers* nei *Leptosols*, la suddivisione dei *Luvisols* in *Luvisols* e *Lixisols* e, allo stesso modo, la separazione degli *Acrisols* in *Acrisols* e *Alisols*, la cancellazione degli *Xerosols* e degli *Yermosols* e l'introduzione degli *Anthrosols*, dei *Plinthosols* dei *Calcisols* e dei *Gypsisols*. Furono rivisti alcuni criteri diagnostici, altri furono ridefiniti (p.e. gli orizzonti B argico e ferralico e le proprietà andiche, fluviche, gleyiche, stagniche, nitiche, saliche e sodiche).

Come appendice al congresso del 1990, si svolse una consultazione a Montpellier, in Francia, nel 1992 allo scopo di fare il punto sullo stato dell'IRB alla luce delle discussioni svolte al simposio di Kyoto. Emerse che dei 20 raggruppamenti principali di suolo proposti, alcuni erano così ampi da rendere difficoltosa una loro appropriata definizione. Occorreva dividere questi raggruppamenti principali di suolo per ottenere suddivisioni maggiormente efficaci. Nel comparare la lista di Kyoto delle 20 unità IRB con i 28 principali raggruppamenti di suolo della Revised Legend della FAO, si pose il problema se fosse giustificato sviluppare due sistemi in contemporanea. Se fossero state effettuate ulteriori suddivisioni di alcune unità IRB, alla fine potevano anche ottenersi due liste quasi identiche di unità di suolo. Inoltre, poiché sia l'IRB che la Soil Map of the World erano cosponsorizzate dall'ISSS, appariva inopportuno sviluppare due programmi separati ma che perseguivano, essenzialmente, lo stesso scopo, cioè arrivare ad un inventario razionale delle risorse pedologiche globali. Un motivo pregresso per tale scopo consisteva nel fatto che la Legenda FAO-UNESCO del 1974 aveva solo il significato di soddisfare lo scopo della Carta dei Suoli del Mondo 1: 5.000.000. Da allora in poi, la Legenda è stata progressivamente sviluppata per comprendere i principali suoli del mondo in tre livelli di generalizzazione, ed è attualmente usata diffusamente per studi sia nei paesi sviluppati sia in quelli in via di sviluppo. Inoltre la terminologia è ben nota e universalmente accettata.

Fu quindi deciso che l'IRB avrebbe adottato la Revised Legend della FAO come base per le sue future attività. Sarebbe stato compito dell'IRB applicare i suoi principi per le definizioni e per le relazioni dei suoli, alle unità FAO esistenti, fornendo un maggiore

approfondimento. Lo sforzo comune per perseguire i due obiettivi fu etichettato "World Reference Base for Soil Resources" un'iniziativa ISSS/FAO/ISRIC.

Quando nel 1988 fu pubblicata la Revised Legend, la FAO richiese commenti e possibili correzioni. WRB si sforzò di identificare le possibili lacune e di suggerire gli opportuni aggiustamenti. Gli aggiustamenti proposti furono presentati in forma di bozza durante il 16mo Congresso Mondiale della Scienza del Suolo ad Acapulco, in Messico (ISSS-ISRIC-FAO, 1994) e furono verificati durante incontri ed escursioni in campo in Germania (1995), in Russia (1996), in Sud Africa (1996), in Argentina (1997) e in Austria (1997).

OBIETTIVI

L'obiettivo principale del *World Reference Base for Soil Resources* è di **fornire un approfondimento scientifico e un retroterra culturale alla Revised Legend della FAO del 1988**, includendo le più recenti conoscenze riguardanti le risorse pedologiche globali e le loro interrelazioni. E' stata ravvisata la necessità di introdurre un numero limitato di importanti cambiamenti alla Legenda del 1988, per includere alcuni dei più recenti studi pedologici e per diffondere l'uso del sistema da un ambito agricolo ad uno ambientale più ampio.

Nello specifico, gli obiettivi sono:

- sviluppare un sistema, internazionalmente accettabile per delineare la risorsa suolo, al quale le classificazioni nazionali potrebbero essere riferite e rapportate, usando come struttura la Revised Legend della FAO
- fornire tale struttura di una consistente base scientifica, in modo che possa servire anche per applicazioni differenti in campi correlati come nell'agricolo, nel geologico, nell'idrologico e nell'ecologico;
- riconoscere entro la struttura, importanti relazioni spaziali di suoli e di orizzonti di suoli caratterizzati da topo- e cronosequenze; e
- enfatizzare la caratterizzazione morfologica dei suoli piuttosto che seguire un approccio analitico basato esclusivamente sul laboratorio.

Il WRB è concepito come **un facile mezzo di comunicazione fra gli scienziati** per identificare, caratterizzare e nominare i principali tipi di suolo. Non intende rimpiazzare i sistemi nazionali di classificazione del suolo, ma vuole essere uno strumento per una migliore **correlazione fra i sistemi nazionali**. Consente di agire come un comune denominatore per mezzo del quale i sistemi nazionali possono essere comparati. WRB serve inoltre come un substrato comune fra persone con interessi per le risorse naturali e territoriali.

Il WRB è anche uno strumento **per l'identificazione delle strutture pedologiche** e del loro significato. Serve come **linguaggio di base nella scienza del suolo** per facilitare:

- la comunicazione scientifica;

- l'incremento degli inventari del suolo e il trasferimento dei dati pedologici, l'elaborazione di sistemi differenti di classificazione aventi una base comune, l'interpretazione di carte;
- la conoscenza delle relazioni fra i suoli e la distribuzione degli orizzonti di suoli caratterizzati da topo- e cronosequenze;
- l'uso internazionale dei dati pedologici, non solo da parte degli scienziati del suolo ma anche di altri utilizzatori del suolo e del territorio, come geologi, botanici, agronomi, idrologi, ecologi, agricoltori, forestali, ingegneri civili e architetti che si propongono come obiettivo particolare di sviluppare:
 - l'uso dei dati pedologici a beneficio di altre scienze;
 - la valutazione delle risorse del suolo e dell'uso potenziale di differenti tipi di coperture pedologiche;
 - il monitoraggio dei suoli, particolarmente lo sviluppo del suolo che dipende dal modo con cui i suoli sono usati dalla comunità umana;
 - la validazione di metodi sperimentali dell'uso del suolo per lo sviluppo sostenibile che mantenga, e se possibile incrementi, il potenziale dei suoli;
 - il trasferimento di tecnologie per l'uso del suolo da una regione ad un'altra.

PRINCIPI

I principi generali su cui si basa il WRB, sono stati tracciati durante i primi incontri di Sofia nel 1981 e nel 1982, e ulteriormente elaborati dal Working Group al quale ne fu affidato lo sviluppo. Questi principi generali possono essere così sintetizzati:

- la classificazione dei suoli si basa su proprietà del suolo definite in termini di orizzonti diagnostici e caratteristiche che, nel maggior modo possibile, dovrebbero essere misurabili e osservabili in campo;
- la selezione degli orizzonti diagnostici e delle caratteristiche, prende in considerazione le loro relazioni con i processi di formazione del suolo. Si ritiene che la comprensione dei processi di formazione del suolo contribuisca ad una migliore caratterizzazione dei suoli ma che essi, come tali, non dovrebbero essere utilizzati come criteri di differenziazione;
- per quanto possibile, agli alti livelli di generalizzazione si è tentato di selezionare caratteristiche diagnostiche significative per scopi gestionali;
- per la classificazione dei suoli non si utilizzano parametri climatici. Si comprende chiaramente che questi dovrebbero essere usati per scopi interpretativi, in combinazione dinamica con le proprietà del suolo, ma non dovrebbero fare parte della definizione del suolo;
- il WRB è considerato un sistema di classificazione comprensivo che consente di adattare i sistemi nazionali di classificazione. Esso comprende due ordini di dettaglio categorico:
 1. la "base di riferimento", che è limitata solo al primo livello, con 30 gruppi pedologici di riferimento; e
 2. il "sistema di classificazione WRB", consistente in combinazioni di un gruppo di prefissi come qualificatori (o modificatori) univoci, che vengono aggiunti ai gruppi pedologici di riferimento, e che consentono una caratterizzazione e classificazione molto precisa di profili di suolo individuali;
- le unità di suolo di riferimento nel WRB dovrebbero essere rappresentative delle principali regioni pedologiche, così da fornire una panoramica comprensiva della copertura pedologica mondiale;

- la base di riferimento non intende sostituire i sistemi di classificazione del suolo nazionali, piuttosto servire come denominatore comune per scambiare le informazioni a livello internazionale. Questo implica che le categorie di più basso livello, come la terza categoria del WRB, potrebbero soddisfare la diversità locale a scala nazionale. Nello stesso tempo, i livelli più bassi potrebbero enfatizzare i caratteri del suolo che sono importanti per l'uso del territorio e la gestione del suolo;
- la Revised Legend della Carta dei Suoli del Mondo della FAO/UNESCO, è stata utilizzata come base per lo sviluppo del WRB, così da trarne vantaggio nella correlazione internazionale dei suoli, lavoro che è già stato condotto per mezzo di questo progetto;
- le definizioni e le descrizioni delle unità di suolo riflettono le variazioni verticali e laterali delle caratteristiche del suolo, in modo da considerare i legami spaziali entro il paesaggio;
- il termine "Base di Riferimento" designa la funzione di denominatore comune che il WRB assumerà. Le sue unità dovrebbero avere un'ampiezza sufficiente da stimolare l'armonizzazione e la correlazione dei sistemi nazionali esistenti;
- oltre a servire da collegamento fra i sistemi di classificazione esistenti, il WRB può anche servire da importante strumento di comunicazione per la compilazione di database pedologici globali e per l'inventario e il monitoraggio delle risorse pedologiche mondiali;
- la nomenclatura usata per distinguere i gruppi pedologici manterrà termini che sono stati tradizionalmente usati o che possono facilmente essere introdotti nel linguaggio corrente. Questi termini sono definiti con precisione, per evitare confusioni che potrebbero sorgere quando i nomi sono usati con diverse connotazioni.

Sebbene sia stata adottata la struttura di base della Legenda FAO, con i suoi due livelli categorici e le linee guida per sviluppare classi al terzo livello, si è deciso di incorporare i livelli più bassi. Ciascun gruppo di suolo di riferimento del WRB è corredato di una lista di possibili qualificatori, secondo una sequenza di priorità, dalla quale l'utilizzatore può costruire le diverse unità del livello più basso. I principi generali che governano la differenziazione in classi del WRB sono:

- al **livello categorico più alto**, le classi vengono differenziate essenzialmente in base al principale processo pedogenetico che ha prodotto le particolari caratteristiche del suolo, salvo dove "speciali" substrati sono di straordinaria importanza; e
- ai **livelli categorici più bassi**, le classi vengono differenziate in base ad ogni processo secondario predominante di formazione del suolo, che ha influenzato significativamente i principali caratteri del suolo. In certi casi, possono essere prese in considerazione le caratteristiche del suolo che hanno un significativo effetto sull'uso.

E' stato considerato che un certo numero di gruppi pedologici di riferimento può riscontrarsi sotto condizioni climatiche diverse. Si è deciso, tuttavia, di non introdurre separazioni sulla base di caratteristiche climatiche, così che la classificazione dei suoli non sia subordinata alla disponibilità di dati climatici.

ELEMENTI DEL WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES

I gruppi pedologici di riferimento del WRB

Dopo la revisione della Revised Legend della FAO, per costituire il World Reference Base for Soil Resources, sono stati identificati 30 gruppi di gruppi pedologici di riferimento. Sono inclusi tre nuovi gruppi: i *Cryosols*, i *Durisols* e gli *Umbrisols*. I *Greyzems* sono stati incorporati con i *Phaeozems* e i *Podzoluvisols* sono stati rinominati *Albeluvisols*.

I 30 principali gruppi pedologici del WRB sono *Acrisols*, *Albeluvisols*, *Alisols*, *Andosols*, *Anthrosols*, *Arenosols*, *Calcisols*, *Cambisols*, *Chernozems*, *Cryosols*, *Durisols*, *Ferralsols*, *Fluvisols*, *Gleysols*, *Gypsisols*, *Histosols*, *Kastanozems*, *Leptosols*, *Lixisols*, *Luvisols*, *Nitisols*, *Phaeozem*, *Planosols*, *Plinthosols*, *Podzols*, *Regosols*, *Solonchaks*, *Solonetz*, *Umbrisols* e *Vertisols*.

I *Cryosols* sono stati introdotti al più alto livello per identificare un gruppo di suoli che si rinvergono in condizioni ambientali uniche, con alternanza di gelo e disgelo. Questi suoli hanno un permafrost entro 100 centimetri dalla superficie del suolo e sono saturi d'acqua durante il periodo del disgelo. Inoltre, presentano segni di crioturbazione. I *Durisols* comprendono i suoli degli ambienti semi-aridi che presentano un accumulo secondario di silice, sia in forma di noduli sia come uno strato indurito, massivo. Gli *Umbrisols*, comprendono i suoli che hanno o un orizzonte umbrico o un orizzonte mollico e una saturazione in basi inferiore al 50 per cento in qualche parte entro i primi 125 centimetri dalla superficie. Rappresentano il logico complemento dei *Chernozems*, dei *Kastanozems* e dei *Phaeozems*.

I *Plinthosols* considerano insieme i *Plinthosols* della Revised Legend e i suoli che hanno uno strato petroplintico alquanto superficiale. Nella Revised Legend questi ultimi afferiscono ai *Leptosols*. Per il World Reference Base, si è deciso di escludere dai *Leptosols* i suoli con orizzonti pedogenetici induriti come il calcico o lo gypico o la plintite indurita. Ciò ha reso necessaria la definizione di un gruppo di suolo di riferimento che includa questi suoli. Sebbene è noto che i suoli con strati petroplintici superficiali e i suoli aventi plintiteoccupino, di solito, posizioni differenti nel paesaggio, si è ritenuto appropriato raggrupparli insieme poiché sono geneticamente correlati.

I *Podzoluvisols* sono rinominati *Albeluvisols*. Il nome *Podzoluvisols* suggerisce che in questi suoli avvenga sia il processo di cheluviazione (che determina la formazione di *Podzols*) sia l'accumulo sottosuperficiale di argilla (che da origine ai *Luvisols*), mentre, in effetti, il processo dominante consiste nella rimozione di argilla e ferro/manganese lungo zone preferenziali (facce dei ped, crepacciature) nell'orizzonte argico. Si ritiene quindi che il termine *Albeluvisols* sia più appropriato, poiché esprime la presenza di un orizzonte eluviale sbiancato ("*orizzonte albico*"), di un orizzonte arricchito in argilla ("*orizzonte argico*") e la presenza di "*penetrazioni albeluviche*".

Orizzonti diagnostici del WRB, proprietà e materiali

L'accordo che i gruppi pedologici dovrebbero essere definiti in termini di specifiche combinazioni di orizzonti del suolo chiamati "*orizzonti di riferimento*", piuttosto che "*orizzonti diagnostici*" fu raggiunto molto presto. Con l'espressione orizzonti di riferimento si intendono orizzonti genetici la cui presenza nei suoli è ampiamente riconosciuta. Sfortunatamente, la distinzione fra orizzonti di riferimento e orizzonti diagnostici ha creato confusione e si è ritenuto quindi di mantenere la terminologia FAO di orizzonti diagnostici,

così come quella di proprietà diagnostiche. Inoltre, apparve necessario definire i materiali diagnostici del suolo. Tutto questo ha dato origine ad una lista comprensiva di orizzonti diagnostici, proprietà e materiali del WRB, definiti in termini di caratteristiche morfologiche e/o di criteri analitici. In linea con gli obiettivi del WRB, gli attributi sono descritti in modo da aiutare, per quanto possibile, la loro identificazione in campo.

Modificazioni alle definizioni degli orizzonti diagnostici e proprietà della FAO

Dei 16 orizzonti diagnostici della Revised Legend non è stato mantenuto solo l'*orizzonte A fimico*. Esso copre un range molto ampio di strati di superficie costruiti dall'uomo ed è stato rimpiazzato nel WRB dagli orizzonti hortico, plaggico e terrico.

Per il WRB, la definizione di *orizzonte histico* è stata ampliata, riducendo il suo spessore minimo a 10 cm ed eliminando il suo spessore massimo. Ciò in virtù di un secondo uso della sua definizione. Nella Revised Legend si usa l'orizzonte H histico, per distinguere suoli al secondo livello e identificare le unità di suolo histico; nel WRB è usato anche al più alto livello per definire gli *Histosols*. Si è concordato che gli *Histosols* su roccia dura continua, dovrebbero avere uno spessore minimo di 10 cm per evitare che, strati organici molto sottili su roccia dura, siano classificati come *Histosols*.

Il requisito del contenuto in P₂O₅ per gli orizzonti A mollico e umbrico della FAO è stato eliminato dalla definizione di *orizzonte mollico* e *orizzonte umbrico* del WRB. Questo requisito non può essere considerato diagnostico poiché orizzonti spessi, scuri, costruiti dall'uomo, ad esempio in Cina, presentano scarse quantità in fosfato. Devono essere trovati altri criteri per separare gli orizzonti mollico e umbrico dagli orizzonti antropogenici.

Un *orizzonte cernico* è definito come un tipo speciale di orizzonte mollico. Si ritiene che l'attuale definizione di orizzonte mollico sia troppo ampia per riflettere accuratamente le caratteristiche uniche dell'orizzonte di superficie poroso, spesso, nerastro, che sono tipiche dei *Chernozems*.

La definizione di *orizzonte ocrico* è simile a quella dell'orizzonte A ocrico. Il requisito di colore per l'orizzonte albico è stato leggermente modificato, rispetto all'orizzonte E albico della FAO, per adattarsi all'orizzonte albico che mostra una considerevole variazione nel chroma dopo inumidimento. Tali condizioni si riscontrano frequentemente nei suoli dell'emisfero sud.

La definizione di *orizzonte argico* differisce da quella dell'orizzonte B argico della Revised Legend nel fatto che la percentuale di clay skins sulle facce dei peds, sia orizzontali che verticali e nei pori, è stata aumentata dall'1 al 5%. Si ritiene che ciò fornisca una migliore correlazione con il precedente requisito di almeno l'1% di argilla orientata nelle sezioni sottili.

Alla descrizione dell'orizzonte argico, sono state aggiunte le direttive per riconoscere una discontinuità litologica, se questa non risulta chiara dalle osservazioni di campo. Si può identificare dalla percentuale di sabbia grossa, sabbia fine e limo, calcolata escludendo l'argilla (usando la classificazione internazionale della dimensione particellare o i gruppi aggiuntivi del sistema del Dipartimento di Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) o di altri) o

per mezzo dei cambiamenti nel contenuto di ciottoli e della frazione grossolana. Un cambiamento relativo di almeno il 20% in qualcuna delle principali frazioni della dimensione particellare, è considerato diagnostico di una discontinuità litologica. Tuttavia, si dovrebbe prendere in considerazione solo se è localizzato in quella sezione del solum ove si verifica l'incremento di argilla e se esiste la prova che lo strato sovrastante aveva una tessitura più grossolana.

Gli aggiustamenti riguardanti l'orizzonte argico si applicano anche all'**orizzonte natrico**.

La definizione dell'orizzonte B cambico della FAO, è stata leggermente corretta, cancellando il requisito "... ed ha almeno l'8% di argilla". Questo requisito spinge alcuni suoli che hanno un orizzonte B strutturale ben sviluppato ed una tessitura limosa o franco-limosa, con un basso contenuto di argilla, come ad esempio si rinviene nei depositi fluvio-glaciali dei paesi nordici, entro i *Regosols* piuttosto che entro i *Cambisols*. Poiché, inoltre, non vi è alcun bisogno di questo requisito per separare i *Cambisols* dagli *Arenosols* (definiti nel WRB come suoli aventi una tessitura sabbioso-franca o più grossolana), non è stato utilizzato nella definizione proposta per l'**orizzonte cambico** del WRB.

Modifiche sostanziali riguardano la definizione dell'**orizzonte spodico**. Sono state realizzate in linea con le recenti modificazioni della Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1996) riguardanti la definizione dei materiali spodici. Sono stati introdotti requisiti di colore, si è impiegato un limite di 0,5 o più, nella percentuale di alluminio più metà del ferro estraibili in ossalato, ed è stato introdotto il valore di 0,25 o più, per la densità ottica dell'estratto in ossalato (ODOE, optical density of oxalate extract). Inoltre, il limite superiore dell'orizzonte spodico è stato fissato ad una profondità di 10 centimetri.

Dalla definizione di **orizzonte ferralico** è stato cancellato il rapporto limo/argilla di 0,2 o meno. Questo criterio è stato considerato troppo limitante; la frazione dimensionale delle particelle di limo è stata portata da 2-50 a 2-63 μm (FAO, 1990). Sono stati proposti altri valori (rapporto limo/argilla di 0,7 o meno; rapporto limo fine/argilla di 0,2 o meno) ma, al momento, non è stato raggiunto alcun accordo.

Sono state introdotte alcune modifiche nelle definizioni degli orizzonti **calcico** e **gypsico**. Per gli scopi del WRB sono stati suddivisi negli orizzonti calcico/gypsico e **ipercalcico/ipergypsico**. Questi ultimi orizzonti hanno un contenuto in carbonato di calcio equivalente e in gesso rispettivamente del 50 e del 60%, ma non sono cementati.

La definizione per l'**orizzonte solfurico** rimane identica a quella della Revised Legend.

Accanto a questi orizzonti diagnostici, ne sono stati proposti altri 19 nuovi. Alcuni derivano dalle proprietà diagnostiche della FAO, altri sono formulati ex novo. Tutti insieme, portano a 34 il totale degli orizzonti diagnostici riconosciuti nel WRB. Gli orizzonti diagnostici definiti ex novo, sono gli orizzonti *andico*, *anthropedogenico*, *chernico*, *cryico*, *durico*, *ferrico*, *folico*, *fragico*, *fulvico*, *glacico*, *melanico*, *nitico*, *petrodurico*, *petroplintico*, *plintico*, *salico*, *takyrico*, *vertico*, *vitrico* e *yermico*. Le definizioni e le descrizioni sono riportate nel *Capitolo 3*.

Una combinazione di un *orizzonte antraquico* in superficie con un sottostante *orizzonte dragrico*, che insieme coprono uno spessore di almeno 50 cm, definisce alcuni *Anthrosols* che presentano evidenze di alterazione derivanti da pratiche di coltivazione in irriguo. Comprende uno strato fangoso, un pan lavorato e un orizzonte illuviale sottosuperficiale. Questa combinazione è caratteristica dei suoli che sono stati utilizzati a lungo per la coltivazione del riso.

Proprietà diagnostiche e materiali definiti ex novo sono le *penetrazioni albeluviche*, le *proprietà aliche* e *aridiche* e i *materiali del suolo antropogeomorfici*, *calcarici*, *fluvici*, *gyssirici*, *organici*, *sulfidici* e *tefrici*. Le descrizioni e le definizioni sono riportate nel Capitolo 3.

Le *proprietà gleyiche* e *stagniche* sono state riformulate. Sono state introdotte lievi modifiche nella definizione FAO di *cambiamento tessiturale abrupto* e di *proprietà geriche* mentre le definizioni di *permafrost* e di calcare soffice polverulento, rinominato *carbonati secondari*, sono state adottate senza cambiamenti.

Nella descrizione delle *proprietà gleyiche* e *stagniche*, è stata introdotta la presenza di configurazioni di colore “gleyiche” e “stagniche”. Questi termini si applicano a specifici modelli di distribuzione di (idr)ossidi di Fe/Mn causati da una falda saturante o da acqua stagnante in superficie. Una configurazione di colore gleyica ha caratteristiche “oximorfiche” sull'esterno degli elementi strutturali, lungo i canali radicali e i pori o come un gradiente verso la parte alta del suolo. Una configurazione di colore stagnica, d'altra parte, mostra queste caratteristiche al centro dei peds o come gradiente verso il basso, per via dell'impedimento all'infiltrazione dell'acqua.

Leggere modifiche nelle descrizioni di *cambiamento tessiturale abrupto* e di *proprietà geriche*, si riferiscono rispettivamente ad una diversa profondità alla quale deve avvenire il cambiamento nella tessitura e ad un diverso modo di calcolare l'effettiva capacità di scambio cationico (ECEC)².

DISCUSSIONE

Copertura pedologica: morfologia verticale e laterale e suo funzionamento

Copertura pedologica

La copertura pedologica è costituita da un corpo naturale continuo che ha tre dimensioni spaziali e una temporale. Le tre principali caratteristiche che governano la copertura pedologica sono:

- é formata da **costituenti minerali e organici** e include le fasi solida, liquida e gassosa.
- i costituenti sono organizzati in **strutture**, specifiche per il mezzo pedologico. Queste strutture formano l'aspetto morfologico della copertura pedologica, equivalente all'anatomia di un essere vivente. Esse sono il risultato della storia della copertura

² ECEC: capacità di scambio cationico effettiva (somma delle basi di scambio **più** l'acidità di scambio)

pedologica e delle sue attuali dinamiche e proprietà. Lo studio delle strutture della copertura pedologica, facilita la percezione delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche, consente la comprensione della storia passata e presente del suolo e di predire il suo sviluppo futuro.

- la copertura pedologica é in costante evoluzione, ciò fornisce al suolo la sua quarta dimensione, il tempo.

La struttura del suolo

L'organizzazione morfologica della copertura pedologica esiste a differenti scale di osservazione: dall'assemblaggio di base delle particelle che possono essere osservate al microscopio, alla organizzazione dei sistemi pedologici a scala di paesaggio. Quattro tipi di strutture, corrispondenti a quattro livelli di organizzazione e osservazione della copertura pedologica, sono particolarmente importanti per descrivere, misurare e comprendere:

1. **Le organizzazioni elementari:** strutture formate dai costituenti. Sono visibili ad occhio nudo o per mezzo di un microscopio. I principali tipi di organizzazioni elementari sono gli aggregati (peds), vuoti (porosità), pellicole (cutans), noduli, caratteri derivanti dall'attività biologica; il colore dei materiali del suolo aiuta a riconoscere e comprendere l'organizzazione elementare.
2. **Gli assemblaggi:** volumi pedologici determinati dalla presenza di varie organizzazioni elementari. Esempi di assemblaggio sono andico, calcico, ferralico, vertico, ecc.; ciascuno di questi assemblaggi può essere riconosciuto in termini di associazioni specifiche di colore, aggregati, vuoti, cutans, noduli, ecc.
3. **Gli orizzonti:** volumi pedologici più o meno paralleli alla superficie della terra. Un orizzonte è descritto dalla presenza di uno o più tipi di assemblaggio e dalle relazioni fra questi assemblaggi. E' inoltre descritto dal suo spessore, dalla sua estensione laterale e dai suoi limiti morfologici verticali e laterali. A scala di paesaggio, gli orizzonti non sono mai infiniti; lateralmente scompaiono o sfumano in un altro orizzonte.
4. **I sistemi pedologici:** distribuzione spaziale e relazioni di orizzonti a scala di paesaggio (Ruellan e Dosso, 1993). La struttura di un sistema pedologico può essere descritta dalla disposizione degli orizzonti: l'organizzazione elementare e l'assemblaggio degli orizzonti, la superposizione verticale e la successione laterale degli orizzonti, tipi di limiti che separano gli orizzonti.

Fino ad oggi, gli studi pedologici hanno considerato principalmente la caratterizzazione e il significato genetico delle organizzazioni elementari, degli assemblaggi, degli stessi orizzonti e delle sequenze verticali degli orizzonti. Relativamente pochi studi dettagliati, sono stati realizzati sulle tre dimensioni, sull'organizzazione spaziale della copertura pedologica e con riguardo alle dinamiche storiche ed attuali, dell'organizzazione delle tre dimensioni. Occorrono tali studi per comprendere le dinamiche delle entità suolo o delle unità suolo, a

scala di paesaggio o di ecosistema, e per scoprire le relazioni fra la pedosfera e le altre componenti della terra: litosfera, idrosfera, atmosfera, biosfera.

Un sistema di riferimento morfogenetico del suolo, come il WRB è basato sulle organizzazioni elementari, sugli assemblaggi, sugli orizzonti e sulla sovrapposizione verticale degli orizzonti. Tuttavia, un sistema di riferimento comprensivo della distribuzione laterale, non può essere costruito con sufficiente precisione. Il riconoscimento dell'esistenza di queste distribuzioni laterali, viene effettuato, laddove possibile, nella definizione dei componenti del WRB, consentendo in questo modo di dare inizio ad un WRB che consideri i sistemi pedologici (litosequenze, toposequenze, cronosequenze, biosequenze, climosequenze, ecc.).

Problemi incontrati

Una filosofia di base nel WRB è che i gruppi pedologici, devono mostrare coerenza nella distribuzione geografica e nei caratteri pedogenetici e che i suoli devono preferibilmente essere caratterizzati dalla loro espressione morfologica piuttosto che dai dati analitici. Ciò, in un certo numero di gruppi pedologici principali proposti, ha condotto a divisioni, in altri casi ad accorpamenti. Per esempio, i *Leptosols* della FAO comprendono “*suoli limitati nella profondità da... un continuo strato cementato entro 30 cm dalla superficie*” cioè strati petrocalcici, petrogypsici, petroferrici o duripan. Nel WRB questi strati sono considerati come orizzonti pedogenetici e suoli aventi tali strati dovrebbero essere quindi classati con il loro gruppo appropriato. Di conseguenza, suoli superficiali su orizzonti petrocalcici, petrodurici, petrogypsici o petroplintici nel World Reference Base sono raggruppati rispettivamente con i *Calcisols*, i *Durisols*, i *Gypsisols* e i *Plinthosols*. Deve essere enfatizzato, tuttavia, che suoli superficiali sopra un orizzonte petroplintico possono occupare posizioni distintamente differenti nel paesaggio rispetto a quelli che contengono un orizzonte plintico. Quest'ultimo, di solito, si rinviene nelle depressioni e su pianure molto estese, mentre i primi si incontrano frequentemente nelle posizioni elevate cioè come “*cuirasses*” nell'Africa occidentale, formando coperture di territori a morfologia tabulare.

I *Leptosols* comprendono anche suoli con un contenuto molto alto di frammenti grossolani. Questa combinazione fa dei *Leptosols* un gruppo singolare sia di suoli superficiali sia di suoli relativamente profondi, con una caratteristica comune di bassa quantità d'acqua disponibile. Era stata avanzata la proposta di raggruppare i *Leptosols* più profondi con i *Regosols*. Questo avrebbe purificato i *Leptosols* ma “inquinato” i *Regosols*. Quindi suoli con frammenti grossolani sono stati mantenuti nei *Leptosols*.

Una notevole attenzione è stata posta nel come considerare i suoli influenzati dall'uomo che non si qualificano come *Anthrosols*. Specialmente nei gruppi pedologici di riferimento dei *Podzols*, degli *Umbrisols* e degli *Arenosols*, si rinvennero suoli in cui lo strato di superficie è stato modificato a tal punto da fertilizzazioni e calcitazioni, che le originali caratteristiche di bassa saturazione sono scomparse. Se lasciati allo stato naturale, nel tempo ritorneranno all'iniziale stato di bassa saturazione in basi. Seguendo il principio che, gli effetti della gestione nel breve termine, non dovrebbero influenzare il raggruppamento dei suoli, questi tipi di suoli sono lasciati entro i *Podzols*, gli *Umbrisols* e gli *Arenosols* e, per indicare l'influenza dell'uomo, può essere usato un modificatore “*anthrico*”.

Le interfacce fra alcuni suoli nella Revised Legend sono arbitrarie. La separazione FAO dei *Luvisols*, degli *Alisols*, degli *Acrisols* e dei *Lixisols* può essere molto utile, ma la loro identificazione è basata ampiamente su dati analitici, mentre le differenze fra i suoli sono difficili da rilevare in campo. Ad un certo punto fu proposto di raggruppare i *Luvisols* con gli *Alisols* e gli *Acrisols* con i *Lixisols*. Il risultato sarebbe stato che due suoli molto differenti in Africa avrebbero dovuto essere classificati insieme e che i fertili *Luvisols* della fascia dei loess nell'Europa occidentale avrebbero dovuto essere raggruppati con gli estremamente acidi ed infertili *Alisols* delle basi collinari delle Ande o sul Kalimantan, ignorando in tal modo il principio WRB delle relazioni nella distribuzione geografica. Fu quindi deciso di mantenere la separazione fatta nella Revised Legend, di basare la differenza fra i *Luvisols* e gli *Alisols* principalmente sulle "proprietà aliche", di continuare la ricerca per i criteri morfologici e associati che consentirebbero ai quattro suoli "lucivi" di essere meglio distinti in campo. Tali criteri potrebbero essere basati, per esempio, sul loro sviluppo strutturale.

Problemi simili esistono fra gli *Andosols* e i *Podzols*, specialmente fra gli *Andosols* che sono dominati dai complessi alluminio-organici e i *Podzols* che mancano dell'orizzonte albico. Non è stato possibile stabilire alcun buon criterio differenziante di campo, tranne che prove circostanziali, derivanti dalla geografia dell'area, così una chiara distinzione fra i due suoli abbisogna ancora del supporto dei dati analitici.

Il limite fra i *Ferralsols* e i *Nitisols* nella Revised Legend non è soddisfacente. Molti suoli simil-*Nitisols* hanno proprietà nitiche e anche un orizzonte B ferralico; di conseguenza sono considerati come *Ferralsols*. Il concetto generale di *Ferralsols*, tuttavia, è quello di suoli che hanno un debole sviluppo strutturale e poco Si, Al e Fe attivi. In contrasto, si applicano proprietà nitiche ai materiali del suolo che sono fortemente strutturati e hanno un alto contenuto di ferro attivo (FAO, 1988).

Nel WRB, questa contraddizione apparente è stata rimossa, escludendo la presenza di un orizzonte nitico nei *Ferralsols* e, nello stesso tempo, fornendo la possibilità di un intergrado nei *Nitisols* verso i *Ferralsols* mediante il qualificativo "Ferralico".

E' stato raggiunto un accordo sul problema concernente la priorità fra l'orizzonte ferralico e l'orizzonte argico contenente argille a bassa attività. Gli orizzonti con una CEC di $16 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ o meno di argilla, si qualificano come ferralici, quando tutti gli altri requisiti sono soddisfatti. Se, tuttavia, l'orizzonte ferralico è sovrastato da un orizzonte che si qualifica come un orizzonte argico e che contiene nei suoi primi 30 cm più del 10 % di argille disperdibili in acqua, per gli scopi della classificazione l'orizzonte argico, ha la precedenza sull'orizzonte ferralico sottostante

Sono usate profondità standard di 10, 20, 25, 30, 40, 50, 75, 100, 150 e 200 cm, se non vi è un motivo più che ragionevole per non fare queste scelte. Tale motivo può essere l'uso di un altro valore di profondità nel sistema di classificazione nazionale dal quale è stata presa una certa descrizione. Questo assicura conformità con uno dei principali obiettivi del WRB, precisamente servire come una struttura accettabile a livello internazionale per delineare le risorse del suolo, alle quali le classificazioni nazionali possono essere relazionate e riferite.

Correlazione con i sistemi di classificazione esistenti

Il WRB, avendo preso come guida la struttura della Revised Legend, mostra ovviamente molte similarità con questa. Ne è stata adottata la nomenclatura e, ove è stato necessario, questa è stata adattata usandone le regole. Sono stati incorporati i suoi concetti di orizzonti e proprietà diagnostiche integrati con i materiali diagnostici del suolo.

La Legenda originale della FAO (FAO-UNESCO, 1974) fu costruita sulla conoscenza e sull'esperienza di molti scienziati del suolo di tutto il mondo e riflette un accordo che poggia su di un certo numero di sistemi di classificazione. Per esempio, i *Greyzems*, i *Chernozems* e i *Kastanozems* derivano dalla vecchia classificazione russa dei suoli Grigi Forestali, dei *Chernozems* e dei suoli Chestnut. Allo stesso modo i *Cambisols* coincidono ampiamente con il tedesco "Braunerde" e con il francese "Sols bruns", mentre i *Ferralsols* seguono da vicino il concetto degli Oxisuoli americani e dei Latosuoli brasiliani.

Il *World Reference Base for Soil Resources* continua ad essere costruito sulla base dei sistemi di classificazioni esistenti. Gli *Anthrosols* contengono molti elementi del Sistema Tassonomico cinese di Classificazione dei Suoli (CSTC Research Group, 1995), la descrizione e definizione degli *Andosols* si correla strettamente con gli *Andisols* del Référentiel pédologique (AFES, 1995) come è il caso, ma in minor misura, dei *Podzols* con i *Podzosols* francesi. D'altra parte alcune delle proposte per i *Solonchaks*, i *Gleysols*, i *Plinthosols*, i *Ferralsols*, i *Durisols*, gli *Alisols*, gli *Umbrisols* e i *Regosols* derivano dalle idee originali che tuttavia non sono ancora riflesse negli attuali sistemi di classificazione.

Capitolo 2

Chiave per i gruppi di suolo di riferimento

Per descrivere e definire i gruppi pedologici di riferimento del *World Reference Base for Soil Resources*, si fa uso delle caratteristiche del suolo, delle proprietà e degli orizzonti che si combinano per definire i suoli e le loro relazioni.

Le **caratteristiche del suolo** sono parametri singoli, osservabili o misurabili in campo o in laboratorio, o che possono essere analizzati usando tecniche microscopiche. Includono caratteristiche quali il colore, la tessitura e la struttura del suolo, caratteri dell'attività biologica, disposizione dei vuoti e delle concentrazioni pedogenetiche (screziature, cutans, noduli, etc.) così come le determinazioni analitiche (reazione del suolo, distribuzione della dimensione particellare, capacità di scambio cationico, cationi di scambio, quantità e natura dei sali solubili, etc).

Le **proprietà del suolo** sono combinazioni ("assemblaggi") di caratteristiche del suolo, notoriamente presenti nei suoli, e che sono considerate indicative di processi di formazione del suolo presenti o passati (per esempio proprietà vertiche, che sono una combinazione di tessitura pesante, mineralogia smectitica, facce di scivolamento, consistenza dura allo stato asciutto, plastica allo stato umido, di suoli che si contraggono quando sono asciutti e si espandono quando sono umidi).

Gli **orizzonti del suolo** sono corpi pedologici tridimensionali che sono più o meno paralleli alla superficie della terra. Ciascun orizzonte presenta una o più proprietà, che si manifesta entro una certa profondità, e che lo caratterizza. Lo spessore varia da pochi centimetri a diversi metri; più comunemente è di pochi decimetri. I limiti superiore ed inferiore ("confini") sono gradualmente, chiari o abrupti. Lateralmente, l'estensione di un orizzonte del suolo varia notevolmente, da un metro a diversi chilometri. Tuttavia, un orizzonte del suolo non è mai infinito. Lateralmente scompare o grada in un altro orizzonte.

I **suoli** sono definiti dalla combinazione verticale degli orizzonti, che si rinvengono entro una profondità definita, e dalla organizzazione laterale ("sequenza") degli orizzonti del suolo, o dalla loro mancanza, ad una scala che riflette la morfologia o una unità di paesaggio.

Chiave per i gruppi pedologici di riferimento del Word Reference Base for Soil Resources

Suoli che hanno un orizzonte *histico* o *folico*,

1. **o** a. sono spessi 10 centimetri o più, dalla superficie del suolo e fino ad un contatto litico o paralitico;
o b. sono spessi 40 cm o più e iniziano entro 30 cm dalla superficie del suolo; **e**
2. mancano di un orizzonte *andico* o *vitrico* che inizia entro 30 cm dalla superficie del suolo.

HISTOSOLS (HS)

Altri suoli che hanno uno o più orizzonti *cryici* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

CRYOSOLS (CR)

Altri suoli che hanno **o**

1. un orizzonte *ortico*, *irragrico*, *plaggico* o *terrigo* spesso 50 cm o più; **o**
2. un orizzonte *antraquico* e un sottostante orizzonte *idragrico* con uno spessore combinato di 50 cm o più.

ANTHROSOLS (AT)

Altri suoli, che sono **o**

1. limitati nello spessore da *roccia dura continua* entro 25 cm dalla superficie del suolo; **o**

2. poggiano su materiali con carbonato di calcio equivalente maggiore del 40 % entro 25 cm dalla superficie del suolo; **e**
3. contengono meno del 10 % (in peso) di terra fine ad una profondità di 75 cm o più dalla superficie del suolo; **e**
4. non hanno orizzonti diagnostici tranne che un orizzonte *mollico*, *ocrico*, *umbrico*, *yermico* o *vertico*.

LEPTOSOLS (LP)

Altri suoli che hanno:

1. un orizzonte *vertico* entro 100 cm dalla superficie del suolo; **e**
2. dopo aver mescolato i primi 20 cm, il 30 % o più di argilla in tutti gli orizzonti fino ad una profondità di 100 cm o più, o fino ad uno strato contrastante (contatto litico o paralitico, orizzonti *petrocalcico*, *petrodurico* o *petrogypico*, discontinuità sedimentarie, etc.) fra 50 e 100 cm; **e**
3. crepacciature¹ che si aprono e si chiudono periodicamente.

VERTISOLS (VR)

Altri suoli che hanno:

1. materiali del suolo *fluvici* che iniziano entro 25 cm dalla superficie del suolo e continuano fino ad una profondità di almeno 50 cm dalla superficie del suolo; **e**
2. nessun orizzonte diagnostico tranne che un orizzonte *histico*, *mollico*, *ocrico*, *takyrico*, *umbrico*, *yermico*, *salico* o *sulfurico*.

FLUVISOLS (FL)

Altri suoli che hanno:

1. un orizzonte *salico* che inizia entro 50 cm dalla superficie del suolo; **e**
2. nessun orizzonte diagnostico tranne che un orizzonte *histico*, *mollico*, *ocrico*, *takyrico*, *yermico*, *calcico*, *cambico*, *durico*, *gypico* o *vertico*.

SOLONCHAKS (SC)

Altri suoli che hanno

1. proprietà *gleyiche* entro 50 cm dalla superficie del suolo; **e**
2. nessun orizzonte diagnostico tranne che un orizzonte *antraquico*, *histico*, *mollico*, *ocrico*, *takyrico*, *umbrico*, *andico*, *calcico*, *cambico*, *gypico*, *plintico*, *salico*, *sulfurico* o *vitrico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

GLEYSOLS (GL)

Altri suoli che hanno

1. **e** un orizzonte *vitrico* **e** un orizzonte *andico* che inizia entro 25 cm dalla superficie del suolo; **e**
2. nessun orizzonte diagnostico (a meno che non sia sepolto ad una profondità maggiore di 50 cm) tranne che un orizzonte *histico*, *fulvico*, *melanico*, *mollico*, *umbrico*, *ocrico*, *durico* o *cambico*.

ANDOSOLS (AN)

Altri suoli che hanno un orizzonte *spodico* che inizia entro 200 cm dalla superficie del suolo ed è sottostante ad un orizzonte *albico*, *histico*, *umbrico* o *ocrico*, o un orizzonte *antropedogenico* spesso meno di 50 cm.

PODZOLS (PZ)

¹ Una crepacciatura è una separazione fra grossi poliedri. Se la superficie è notevolmente autopacciamante (self-mulching), cioè forma una massa di granuli ("grumic"), o se il suolo è coltivato mentre le crepacciature sono aperte, le crepacciature possono essere riempite principalmente da materiali granulari dalla superficie del suolo, ma queste sono aperte nel senso che i poliedri sono separati. Si considera che una crepacciatura sia aperta se controlla l'infiltrazione e la percolazione dell'acqua nel suolo argilloso, asciutto (Soil Survey Staff, 1996). Se il suolo è irrigato, tutti i suoi primi 50 cm hanno un coefficiente di estensibilità lineare (COLE) di 0,06 o più.

Altri suoli che hanno **o**

1. un orizzonte *petroplintico* che inizia entro 50 cm dalla superficie del suolo; **o**
2. un orizzonte *plintico* che inizia entro 50 cm dalla superficie del suolo; **o**
3. un orizzonte *plintico* che inizia entro 100 cm dalla superficie del suolo quando si trova al di sotto o di un orizzonte *albico* o di un orizzonte con proprietà *stagniche*.

PLINTHOSOLS (PT)

Altri suoli

1. che hanno un orizzonte *ferralico* compreso fra 25 e 200 cm dalla superficie del suolo; **e**
2. che mancano di un orizzonte *nitico* entro 100 cm dalla superficie del suolo; **e**
3. che mancano di uno strato che soddisfi i requisiti di un orizzonte *argico* e che abbia, nei primi 30 cm, il 10 % o più di argilla disperdibile in acqua (a meno che il materiale del suolo non abbia proprietà *geriche* o più dell'1,4 % di carbonio organico).

FERRALSOLS (FR)

Altri suoli che hanno un orizzonte *natrico* entro 100 cm dalla superficie del suolo

SOLONETZ (SN)

Altri suoli che hanno

1. un orizzonte eluviale, il cui limite inferiore sia marcato, entro 100 cm dalla superficie del suolo, da un *cambiamento tessiturale abrupto* associato con proprietà *stagniche* sopra quel limite; **e**
2. nessuna *penetrazione albeluvica*.

PLANOSOLS (PL)

Altri suoli che hanno

1. un orizzonte *mollico* con, ad una profondità di almeno 20 cm, un chroma allo stato umido di 2 o meno se la tessitura è più fine della franco-sabbiosa, o inferiore a 3.5 se la tessitura è franco-sabbiosa o più grossolana, o hanno questi chroma direttamente al disotto di qualche strato arato; **e**
2. concentrazioni di *carbonati secondari* che iniziano entro 50 cm dal limite inferiore dell'orizzonte Ah ma entro 200 cm dalla superficie del suolo; **e**
3. nessun orizzonte *petrocalcico* fra 25 e 100 cm dalla superficie del suolo; **e**
4. nessun gesso secondario; **e**
5. nessun grano di sabbia o di limo non-rivestito sulle superfici dei ped strutturali.

CHERNOZEMS (CH)

Altri suoli che hanno

1. un orizzonte *mollico* con un chroma allo stato umido maggiore di 2 ad una profondità di almeno 20 cm o che presenta questo chroma direttamente sotto qualche strato arato; **e**
2. concentrazioni di *carbonati secondari* entro 100 cm dalla superficie del suolo; **e**
3. nessun orizzonte diagnostico oltre che un orizzonte *argico*, *calcico*, *cambico*, *gypsico* o *vertico*.

KASTANOZEMS (KS)

Altri suoli che hanno

1. un orizzonte *mollico*; **e**
2. una saturazione in basi (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1\text{M}$) del 50 % o più e la matrice del suolo libera da carbonato di calcio almeno fino ad una profondità di 100 cm dalla superficie del suolo, o fino ad uno strato contrastante (contatto litico o paralitico, orizzonte *petrocalcico*) fra 25 e 100 cm; **e**

- nessun orizzonte diagnostico oltre che un orizzonte *albico*, *argico*, *cambico*, o *vertico* o un orizzonte *petrocalcico*² nel substrato.

PHAEOZEMS (PH)

Altri suoli che hanno

- o un orizzonte *gypstico* o *petrogypstico* entro 100 cm dalla superficie del suolo, o il 15 % (in volume) o più di gesso, come valore medio su una profondità di 100 cm, che si è accumulato in condizioni idromorfiche; e
- nessun orizzonte diagnostico tranne che un *ocrico*, o un *cambico*, un orizzonte *argico* permeato con gesso o carbonato di calcio, un orizzonte *vertico*, o un orizzonte *calcico* o *petrocalcico* che sta sotto l'orizzonte *gypstico*.

GYPSISOLS (GY)

Altri suoli che hanno un orizzonte *durico* o *petrodurico* entro 100 cm dalla superficie.

DURISOLS (DU)

Altri suoli che hanno

- un orizzonte *calcico* o *petrocalcico* entro 100 cm dalla superficie; e
- nessun orizzonte diagnostico tranne che un *ocrico* o un *cambico*, un orizzonte *argico* che è calcareo, un orizzonte *vertico*, o un orizzonte *gypstico* che sta al disotto di un orizzonte *petrocalcico*.

CALCISOLS (CL)

Altri suoli che hanno un orizzonte *argico* entro 100 cm dalla superficie con un limite superiore irregolare risultante da *penetrazioni albeluviche* entro l'orizzonte *argico*.

ALBELUVISOLS (AB)

Altri suoli che hanno

- un orizzonte *argico*, con una capacità di scambio cationico (con $\text{NN}_4\text{OAc } 1\text{M}$) di $24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ di argilla o più, che inizia o entro 100 cm dalla superficie del suolo, o entro 200 cm dalla superficie del suolo se tutto l'orizzonte *argico* è sormontato da tessiture sabbioso franche o più grossolane; e
- proprietà *aliche* nella maggior parte fra 25 cm e 100 cm dalla superficie del suolo; e
- nessun orizzonte diagnostico tranne che un orizzonte *ocrico*, *umbrico*, *albico*, *andico*, *ferrico*, *nitico*, *plinthico* o *vertico*.

ALISOLS (AL)

Altri suoli che hanno

- un orizzonte *nitico* che inizia entro 100 cm dalla superficie; e
- limiti da gradualità a diffusi fra la superficie e gli orizzonti sottostanti;
- nessun orizzonte *ferrico*, *plintico* o *vertico* entro 100 cm dalla superficie.

NITISOLS (NT)

Altri suoli che hanno

- un orizzonte *argico*, con una capacità di scambio cationico (con $\text{NN}_4\text{OAc } 1\text{M}$) minore di $24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ di argilla in qualche parte, o che inizia entro 100 cm dalla superficie del suolo o entro 200 cm dalla superficie del suolo se tutto l'orizzonte *argico* è sormontato da tessiture sabbioso-franche o più grossolane; e
- una saturazione in basi (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1\text{M}$) inferiore al 50 % nella maggior parte fra 25 e 100 cm.

ACRISOLS (AC)

Altri suoli che hanno un orizzonte *argico* con una capacità di scambio cationico (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1\text{M}$) eguale o maggiore di $24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ di argilla e il cui limite superiore inizia o entro 100 cm dalla superficie del suolo, o

² Un orizzonte *petrocalcico* può essere localmente presente (ad es. il "Tosca" in Argentina). Tali orizzonti *petrocalcici* sono considerati poligenetici e possono essere meglio considerati per gli scopi della classificazione a livello di fase (ad es. Luvic Phaeozem, fase Tosca).

entro 200 cm se è sovrastato da orizzonti che, per tutto il loro spessore, sono costituiti da sabbia franca o da tessiture più grossolane³.

LUVISOLS (LV)

Altri suoli che hanno un orizzonte *argico*, il cui limite superiore inizia o entro 100 cm dalla superficie del suolo, o entro 200 cm se è sovrastato da orizzonti che, per tutto il loro spessore, sono costituiti da sabbia franca o da tessiture più grossolane⁴.

LIXISOLS (LX)

Altri suoli che hanno

1. un orizzonte *umbrico*; **e**
2. nessun orizzonte diagnostico tranne che un orizzonte *anthropedogenico* spesso meno di 50 cm, o un orizzonte *albico* o *cambico*.

UMBRISOLS (UM)

Altri suoli che hanno **o**

1. un orizzonte *cambico*; **o**
2. un orizzonte *mollico* che poggia su di un orizzonte sottosuperficiale con una saturazione in basi (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1M$) inferiore al 50 % in qualche parte entro 100 cm dalla superficie del suolo; **o**
3. uno dei seguenti orizzonti diagnostici entro le profondità specificate dalla superficie:
 - a. un orizzonte *andico*, *vertico* o *vitrico* che inizia fra 25 e 100 cm;
 - b. un orizzonte *plintico*, *petroplintico* o *salico* che inizia fra 50 e 100 cm, in assenza di tessiture sabbioso-franche o più grossolane al di sopra di questi orizzonti.

CAMBISOLS (CM)

Altri suoli che hanno

1. una tessitura che è sabbioso-franca o più grossolana **o** ad una profondità di almeno 100 cm dalla superficie, **o** fino ad un orizzonte *plintico*, *petroplintico* o *salico* fra 50 e 100 cm dalla superficie; **e**
2. meno del 35 % (in volume) di frammenti rocciosi o altri frammenti grossolani entro 100 cm dalla superficie del suolo; **e**
3. nessun orizzonte diagnostico tranne che un orizzonte *ocrico*, *yermico* o *albico* o un orizzonte *plintico*, *petroplintico* o *salico* al di sotto di 50 cm dalla superficie del suolo, o un orizzonte *argico* o *spodico* al di sotto di 200 cm di profondità.

ARENOSOLS (AR)

Altri suoli

REGOSOLS (RG)

³ Aggiunta, su indicazione del dott. Nachtergaele, non presente nel testo originale (ndt).

⁴ Aggiunta, su indicazione del dott. Nachtergaele, non presente nel testo originale (ndt).

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici

Si ritiene che gli orizzonti del suolo, le proprietà e i materiali riflettano caratteri che notoriamente si rinvengono nei suoli e che possono essere usati per descrivere e definire le classi del suolo. Sono considerati “diagnostici” quando raggiungono un minimo grado di espressione, determinato da criteri di apparenza, misurabilità, importanza, rilevanza e quantitativi. Per essere considerati diagnostici, è necessario che gli orizzonti del suolo abbiano anche un minimo di spessore, che deve essere apprezzato in relazione ai fattori bioclimatici (per esempio non ci si aspetta di trovare, nelle regioni boreali, un orizzonte albico così spesso come uno nei tropici).

Ove è possibile, gli orizzonti, le proprietà e i materiali diagnostici sono riportati fornendone una descrizione generale, i criteri diagnostici, le possibilità per l'identificazione in campo e le caratteristiche aggiuntive. Sono inoltre fornite alcune relazioni con altri importanti orizzonti diagnostici.

La capacità di scambio cationico (CEC) usata come criterio nella definizione degli orizzonti diagnostici o delle proprietà così come nelle chiavi per i gruppi pedologici di riferimento, ha essenzialmente il significato di riflettere la natura della componente minerale del complesso di scambio. Tuttavia, la CEC determinata sul totale della frazione di terra fine è influenzata anche dalla quantità e dal tipo di materia organica presente. Ove la bassa attività delle argille rappresenta una proprietà diagnostica, può essere desiderabile dedurre la CEC legata alla materia organica, usando un metodo grafico¹ per profili individuali (Bennema e Camargo, 1979; Brinkman, 1979; Klamt e Sombroek, 1988).

La terminologia usata per descrivere la morfologia del suolo è quella adottata nelle *Guidelines for Soil Profile Description* (FAO, 1990). Le notazioni di colore sono effettuate secondo le *Munsell Soil Color Charts* (KIC, 1990). Le caratteristiche chimiche e fisiche sono espresse sulla base dei metodi forniti nelle *Procedures for Soil Analysis* (Van Reeuwijk, 1995).

GLI ORIZZONTI DIAGNOSTICI

Per gli scopi del WRB sono stati usati come base gli orizzonti diagnostici, definiti nella Revised Legend (FAO, 1988), tranne l'orizzonte *fimico* che non è stato mantenuto. Ne sono stati introdotti di nuovi, come gli orizzonti *andico*, *antropedogenico* (orizzonti *antraquico*, *idragrico*, *ortico*, *irragrico*, *plaggico* e *terrigo*), *cernico*, *cryico*, *durico*, *ferrico*, *folico*, *fragico*, *fulvico*, *melanico*, *nitico*, *petrodurico*, *petroplintico*, *plintico*, *salico*, *takyrico*, *vertico*, *vitrico* e *yermico*. Alcuni di questi orizzonti rimpiazzano le proprietà diagnostiche e le fasi della FAO.

¹ Il metodo prevede la stima della regressione fra la quantità di C organico (espresso in grammi) e la CEC misurata (a pH 7) espressa in $\text{cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ di argilla. Con l'equazione risultante si può calcolare il contributo del C organico sulla CEC e, può essere determinata la CEC corretta dell'argilla. Si deve assumere una mineralogia delle argille uniforme per tutto il profilo.

ALBIC HORIZON (“orizzonte albico”)

Descrizione generale. L’orizzonte albico (dal latino *albus*, bianco) è un orizzonte sottosuperficiale di colore chiaro dal quale sono stati rimossi argilla e ossidi di ferro liberi o in cui, gli ossidi sono stati segregati a tal punto che il colore dell’orizzonte è determinato dal colore delle particelle di sabbia e di limo, piuttosto che dai rivestimenti su queste particelle. Generalmente ha una struttura debolmente espressa o, altrimenti, manca di uno sviluppo strutturale. I limiti superiore e inferiore sono normalmente abrupti o chiari. La morfologia dei limiti è variabile e, qualche volta, è associata con *penetrazioni albeluviche*. Gli orizzonti albici di solito hanno tessitura più grossolana rispetto agli orizzonti sovrastanti o sottostanti, sebbene questa differenza, nei confronti di un sottostante orizzonte spodico, può essere molto lieve. Molti orizzonti albici sono associati con caratteri di umidità e presentano evidenza di proprietà *gleyiche* o *stagniche*.

Criteri diagnostici. Un orizzonte albico deve avere:

1. Colore Munsell, asciutto: a. value di 7 o 8 e un chroma di 3 o meno; o
b. value di 5 o 6 e un chroma di 2 o meno; e
2. Colore Munsell, umido: a. value di 6, 7 o 8 con un chroma di 4 o meno; o
b. value di 5 e un chroma di 3 o meno; o
c. value di 4 e chroma di 2 o meno². E’ consentito un chroma di 3 se il substrato ha un hue di 5YR o più rosso, e il chroma è dovuto al colore dei grani di sabbia o limo non rivestiti; e
3. spessore: almeno di 1 cm.

Identificazione in campo. L’identificazione degli orizzonti albici in campo si basa sui colori Munsell del suolo. Oltre alla determinazione del colore, devono essere eseguite delle prove usando una lente d’ingrandimento 10x per verificare se sono assenti rivestimenti sulle particelle della dimensione del limo e della sabbia.

Caratteristiche aggiuntive. La presenza di rivestimenti attorno ai grani di sabbia e limo può essere determinata usando un microscopio ottico per l’analisi delle sezioni sottili. I grani non rivestiti di solito mostrano un bordo molto sottile sulla superficie. I rivestimenti possono essere di natura organica, consistere di ossidi di ferro, o entrambi, e sono di colore scuro in luce trasmessa. I rivestimenti di ferro diventano più rossi in luce riflessa, mentre i rivestimenti organici rimangono di colore nero-brunastro.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti albici di solito sono sormontati da orizzonti di superficie arricchiti in humus (orizzonti *mollico*, *umbrico* o *ochrico*) ma possono essere in superficie a causa dell’erosione o della rimozione artificiale dello strato di superficie. Possono essere considerati come un tipo estremo di orizzonte eluviale, e di solito si rinvengono in associazione con orizzonti illuviali come un orizzonte *argico*, *ntrico* o *spodico*, che di solito sovrastano. Nei materiali sabbiosi gli orizzonti albici possono raggiungere spessori considerevoli, fino a diversi metri, specialmente nelle regioni

² I requisiti di colore sono stati lievemente modificati rispetto a quelli definiti dalla FAO (1988) e dal Soil Survey Staff (1996) per inserire gli orizzonti albici che mostrano una considerevole variazione nel chroma per inumidimento. Tali orizzonti albici si rinvengono frequentemente, ad esempio, nelle regioni dell’Africa meridionale.

tropicali umide, di conseguenza, orizzonti diagnostici associati sono di difficile determinazione.

ANDIC HORIZON (“orizzonte andico”)

Descrizione generale. L’orizzonte andico (dal giapponese *an*, scuro, e *do*, suolo) è un orizzonte che risulta da un’alterazione moderata di depositi prevalentemente piroclastici. Tuttavia possono anche essere riscontrati in associazione con materiali non-vulcanici (per esempio loess, argilliti, e prodotti di alterazione ferrallitici). La loro mineralogia è dominata da minerali a basso ordine cristallino e, nei depositi piroclastici, costituiscono parte della sequenza di alterazione (materiali del suoli *tefrici* ⇒ orizzonti *vitrici* ⇒ orizzonti *andici*).

Orizzonti andici si trovano sia in superficie sia nella parte sotto superficiale. Spesso si rinvencono anche come strati, separati da strati non andici. Come orizzonte di superficie, gli orizzonti andici generalmente contengono una notevole quantità di materia organica (più del 5 %), sono di colore molto scuro (value e chroma Munsell, allo stato umido di 3 o meno) hanno una macrostruttura soffice e, spesso, una consistenza untuosa. Sono leggeri (hanno una bassa densità apparente), e sono principalmente franco-limosi o con tessitura più fine. Orizzonti di superficie andici ricchi in materia organica possono essere molto profondi, raggiungendo uno spessore di 50 cm o più (caratteristiche *pachiche*). Orizzonti sotto superficiali andici mostrano generalmente un colore un poco più chiaro.

Gli orizzonti andici possono avere proprietà differenti, in dipendenza del tipo di processo di alterazione dominante che agisce sui materiali del suolo. Possono mostrare tixotropia, vale a dire i materiali del suolo cambiano, se sottoposti a pressione o a manipolazione, da uno stato solido plastico ad uno stato liquefatto e ritornano, quindi, in condizioni solide. Nei climi perumidi, orizzonti andici ricchi in humus possono contenere più del 100 % di acqua (in volume) in confronto al loro volume secco in stufa (caratteristiche *idriche*).

Si riconoscono due tipi principali di orizzonte andico, uno in cui predominano l’allofane e i minerali simili (i tipi *sil-andici*) e uno in cui prevale l’alluminio complessato da acidi organici (il tipo *alu-andico*). Gli orizzonti sil-andici, hanno una reazione da acida a neutra, mentre gli orizzonti alu-andici variano da estremamente acidi ad acidi.

Criteri diagnostici. Un orizzonte andico deve avere le seguenti proprietà fisiche, chimiche e mineralogiche (Shoji et al., 1996; Berding, 1997):

1. densità apparente del suolo alla capacità di campo (non avendo subito alcun essiccamento) inferiore a $0,9 \text{ Kg dm}^{-3}$; **ed inoltre**
2. il 10 % o più di argilla e un valore nella frazione della terra fine di $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2} \text{Fe}_{\text{ox}}$ del 2 % o più; **e**
3. una ritenzione in fosfato del 70 % o più; **e**
4. un contenuto in vetro vulcanico nella frazione della terra fine inferiore al 10 %; **e**
5. spessore almeno di 30 cm.

Gli orizzonti sil-andici hanno lo 0,6 % o più di silice estraibile (Si_{ox}) in ossalato acido (pH 3), mentre gli orizzonti alu-andici hanno Si_{ox} inferiore allo 0,6 % (o, alternativamente, un rapporto $\text{Al}_{\text{py}}^3/\text{Al}_{\text{ox}}$ rispettivamente, inferiore a 0,5 e di 0.5 o più,).

³ Al_{py} : alluminio estraibile in pirofosfato.

Identificazione in campo. Gli orizzonti andici possono essere identificati usando il test di campo del pH in NaF, sviluppato da Fieldes e Perrot (1966). Un valore di pH in NaF maggiore di 9,5 indica una presenza abbondante di prodotti allofanici e/o complessi allumino-organici. Il test è indicativo per la maggior parte degli orizzonti andici, tranne che per quelli molto ricchi in materia organica. Tuttavia, la stessa relazione si rinviene negli orizzonti *spodici* e in certi suoli argillosi acidi, che sono ricchi in minerali argillosi con alluminio interstratificato.

Gli orizzonti sil-andici hanno generalmente un pH in campo (H₂O) di 5 o maggiore, mentre gli orizzonti alu-andici hanno principalmente un pH in campo (H₂O) inferiore a 4,5. Se il pH (H₂O) è compreso fra 4,5 e 5, possono essere necessari ulteriori test, per stabilire le caratteristiche alu- o sili- dell'orizzonte andico.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti *vitrici* si distinguono dagli orizzonti andici per mezzo del loro più basso grado di alterazione. Questo viene messo in evidenza da un più alto contenuto in vetro vulcanico negli orizzonti vitrici (più del 10 % della frazione della terra fine) e da una più bassa quantità di minerali pedogenetici non-cristallini o paracristallini, che risultano caratterizzati da una moderata quantità di alluminio e ferro estraibili in ossalato acido (pH 3) negli orizzonti vitrici ($Al_{ox} + 1/2Fe_{ox} = 0,4-2,0 \%$), da una più alta densità apparente (la densità apparente degli orizzonti vitrici è compresa fra 0,9 e 1,2 Kg dm⁻³) e da una più bassa ritenzione in fosfato (25 - 70 %).

Per separare gli orizzonti andici ricchi in materia organica dagli orizzonti *histici* e *folici*, gli orizzonti andici non devono contenere più del 20 % di carbonio organico, mentre gli orizzonti histici con un contenuto di carbonio organico compreso fra il 12 e il 20 % non devono avere proprietà associante con gli orizzonti andici.

Gli orizzonti *spodici*, che contengono anche complessi di sesquiossidi e sostanze organiche, possono avere caratteristiche simili agli orizzonti andici ricchi in complessi allumino-organici. Qualche volta solo i test analitici possono discriminare i due. Gli orizzonti *spodici* hanno almeno il doppio di $Al_{ox} + 1/2Fe_{ox}$ rispetto ai sovrastanti orizzonti *umbrici*, *ochrici*, o *albici*. Ciò normalmente non si applica agli orizzonti andici in cui i complessi allumino-organici sono virtualmente immobili.

ANTHRAQUIC HORIZON (“orizzonte antracquico”) (vedi orizzonti Antropedogenici)

ANTHROPEDOGENIC HORIZONS (“orizzonti antropedogenici”)

Descrizione generale. Gli orizzonti antropedogenici (dal greco *anthropos*, uomo; *pedon*, suolo e dal latino *genesis*, nascita) comprendono una varietà di orizzonti superficiali e sotto-superficiali che derivano da coltivazioni continuate nel tempo. Le caratteristiche e le proprietà di questi orizzonti dipendono molto dalle pratiche di gestione del suolo che vengono usate (vedi tabella 1). Gli orizzonti antropedogenici differiscono dai *materiali del suolo antropogenici*, che sono minerali inconsolidati o materiali organici che derivano

principalmente da riempimenti di terra, detriti di miniera, riempimenti urbani, discariche di rifiuti, materiale di dragaggio, ecc, prodotti dall'attività umana. Questi materiali, tuttavia, **non** sono stati soggetti ad un periodo di tempo sufficientemente lungo per ricevere una impronta significativa dei processi pedogenetici.

Tabella 1 – Processi antropogenici

Lavorazioni profonde	Operazioni meccaniche continue che si estendono al di sotto della normale profondità delle operazioni di campo.
Fertilizzazioni intensive	Applicazioni continue di fertilizzanti organici/inorganici senza addizione sostanziale di materia minerale (p.e. letame, rifiuti di pollai, compost, residui di pozzo nero, etc.).
Aggiunte di materiali estranei	Applicazioni continue di materiali terrosi che determinano una addizione sostanziale di materia minerale (p.e. zolle, sabbie marine, letame terroso, etc.).
Irrigazioni	Applicazioni continue di acque di irrigazione con quantità sostanziali di sedimenti (possono anche includere fertilizzanti, sali solubili, materia organica, etc.).
Coltivazioni in ambiente periodicamente sommerso	Processi associati con la sommersione durante le coltivazioni o infangamento degli strati coltivati, determinanti di solito cambiamenti nelle condizioni acquiche. In condizioni di sommersione e in dipendenza della profondità della falda, della tessitura, della presenza di materia organica, etc., nel sottosuolo possono svilupparsi caratteristiche diagnostiche, come rivestimenti illuviali di ferro-manganese.

Gli orizzonti antropogenici che vengono distinti sono gli orizzonti *terrico*, *irragrico*, *plaggico*, *ortico*, *antraquico* e *idragrico*. Si rinvengono in piccole aree, in molte parti del mondo, principalmente nei territori di antica tradizione agricola dell'Europa occidentale, nelle antiche pianure irrigue del vicino oriente e in Cina, nei vecchi paesaggi terrazzati delle regioni mediterranee e della penisola araba e in luoghi isolati dell'America del nord e del sud, caratterizzati da una lunga presenza indiana, così come nelle aree ove la coltivazione del riso è stata praticata per un lungo periodo di tempo.

Criteri diagnostici. Un orizzonte **terrico** (dal latino *terra*, terra) si origina dalla aggiunta, per un lungo periodo di tempo, di terriccio organico, compost o fanghi. Ha una differenziazione tessiturale non uniforme con la profondità. Il suo colore è legato ai materiali di origine o al substrato sottostante. La saturazione in basi (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1M$) è maggiore del 50%.

Un orizzonte **irragrico** (dal latino *irrigare*, irrigare, e *agricolare*, coltivare) è un orizzonte di superficie, uniformemente strutturato, di colore chiaro (colore value e chroma Munsell maggiore di 3), sviluppatosi per irrigazione continuata nel tempo con acque ricche in sedimenti. L'argilla e i carbonati sono uniformemente distribuiti ed ha un più alto contenuto di argilla, particolarmente di argilla fine, rispetto al suolo originale sottostante. Nel mezzo, differenze relative nella frazione della sabbia fine e della sabbia molto fine, non eccedono il 20 %. Ha un contenuto medio ponderato di carbonio organico maggiore dello 0,5 %, che

diminuisce con la profondità, ma rimane almeno dello 0,3 % al limite più basso dell'orizzonte irrigrico.

Un orizzonte **plaggico** (dall'olandese *plag*, zolla), ha una tessitura uniforme, di solito sabbiosa o sabbioso-franca. Il contenuto medio ponderato di carbonio organico è maggiore dello 0,6 %. La saturazione in basi (con NH_4OAc 1M) è inferiore al 50 %, mentre il contenuto di P_2O_5 estraibile in acido citrico 1 % è alto, almeno più dello 0,025 % entro 20 cm dalla superficie ma, frequentemente, è maggiore dell'1 %.

Un orizzonte **ortico** (dal latino *hortus*, giardino) deriva da lavorazioni profonde, fertilizzazioni intensive e/o applicazioni continuate per lungo tempo di rifiuti umani e animali e di altri residui organici. È un orizzonte di colore scuro con un value e un chroma Munsell (umidi) di 3 o meno. Ha un contenuto medio ponderato di carbonio organico dell'1 % o più, e il contenuto di P_2O_5 estraibile in NaHCO_3 0,5 M⁴ è maggiore di 100 mg Kg⁻¹ di terra fine nei primi 25 cm (Gong et al., 1997). La saturazione in basi (con NH_4OAc 1 M) è del 50 % o più.

Un orizzonte **antraquico** (dal greco *anthropos*, uomo e dal latino *aqua*, acqua) comprende uno *strato fangoso* e uno *strato lavorato*. Lo strato lavorato ha una struttura caratteristicamente lamellare. È compattato ed ha un rapporto di infiltrazione molto basso. Lungo le crepacciature e i fori delle radici mostra screziature bruno giallastre, bruno o bruno rossastro ruggine. La densità apparente dello strato lavorato è almeno il 20 % più alta (valore relativo) di quella dello strato fangoso, mentre la sua porosità è dal 10 al 30 % (valore relativo) più bassa della porosità dello strato fangoso. La porosità non capillare è dal 2 al 5 % (circa il 60% (valore relativo) della porosità non capillare dello strato fangoso associato).

Un orizzonte **idragrico** (dal greco *hydros*, acqua e dal latino *agricolare*, coltivare) è un orizzonte sotto superficiale associato con coltivazioni di ambienti sommersi con una o più delle seguenti caratteristiche:

- strati di accumulo di ferro-manganese o di rivestimenti di ferro e manganese illuviali; **oppure**
- il ferro estraibile in ditionito-citrato è 2 volte o più, o il manganese estraibile in ditionito-citrato 4 volte o più, di quello dell'orizzonte(i) di superficie; **oppure**
- concentrazioni redox; **oppure**
- deplezioni redox⁵ con un value ≥ 4 e un chroma ≤ 2 nei macropori associati con coltivazioni in ambiente sommerso; **e**
- spessore maggiore di 10 centimetri.

Identificazione in campo. Gli orizzonti **terrico**, **irragrico** e **plaggico**, mostrano tutti evidenza di uno ispessimento di superficie, che può essere dedotto sia da osservazioni di campo che da documentazioni storiche. Gli orizzonti sono rimescolati nel loro spessore e di solito contengono artefatti, come frammenti di porcellana, detriti o rifiuti da attività antropica, che spesso sono molto piccoli (meno di un centimetro in diametro) e molto abrasivi. Gli orizzonti terrici e plaggici sono costruiti gradualmente mediante aggiunta di materiali terrosi (compost, zolle o materiali zollosi misti a letame agricolo, lettiera, fango, sabbie marine, etc.)

⁴ Noto come metodo di Olsen (Olsen et al., 1954).

⁵ Aree di impoverimento, in particolare del ferro, in seguito a sua riduzione e conseguente mobilizzazione (ndt).

e possono contenere pietre, casualmente assortite e distribuite, mentre l'orizzonte irragrico è costruito gradualmente tramite deposizioni derivanti dalla pratica irrigua.

Poche caratteristiche pedologiche differenziano gli orizzonti terrici e plaggici gli uni dagli altri. Gli orizzonti terrici di solito mostrano un'alta attività biologica, hanno una reazione da neutra a leggermente alcalina (il pH (H₂O) è normalmente maggiore di 7,0), e possono contenere del carbonato libero. Il colore è fortemente correlato con i materiali di origine o con i substrati sottostanti. Si possono osservare suoli sepolti alla base dell'orizzonte, sebbene il contatto può essere obliterato dal mescolamento.

L'orizzonte **plaggico** ha colori brunastri o nerastri, in relazione ai materiali di origine e la sua reazione varia da leggermente a fortemente acida. Mostra evidenze di pratiche agricole sia come segni di vanga che come strati di vecchie coltivazioni. Gli orizzonti plaggici spesso sovrastano suoli sepolti sebbene gli strati originali di superficie possano essere mescolati. Il limite inferiore è, di solito, chiaro.

L'orizzonte **irragrico** mostra evidenza di una considerevole attività biologica ed ha più del 25% in volume di escrementi di lombrichi. Il limite inferiore è chiaro e, al di sotto, possono essere presenti deposizioni derivanti dall'irrigazione.

L'orizzonte **hortico** è anch'esso rimescolato e la stratificazione, se presente in origine, non è conservata. Artefatti e rifiuti antropici sono comuni ma spesso molto abrasivi. Gli escrementi di lombrichi sono più del 25% in volume. Possono essere conservati segni di lavorazioni o evidenze di rimescolamento del suolo. Possono essere preservati suoli sepolti ma, di solito, sono incorporati nell'orizzonte.

L'orizzonte **antraquico** comprende lo strato fangoso e lo strato lavorato di un suolo sottoposto a coltivazioni di riso continuate nel tempo. Lo strato fangoso ha colori associati alla riduzione, accompagnati da screziature con basso hue e cutans di Fe-Mn sulle facce dei ped e sulle pareti dei pori. Si disperde facilmente, mostra un'assortimento di aggregati del suolo ed ha pori vescicolari.

L'orizzonte **idragrico** ha sia caratteristiche di riduzione nei pori, come rivestimenti o aloni con un hue di 2.5Y o più giallo e un chroma (umido) di 2 o meno, o segregazione di ferro e/o manganese nella matrice come risultato di un ambiente ossidante. Di solito mostra cutans grigi di humus-limo-argilla e limo fine-argilla sulle facce dei ped.

ARGIC HORIZON (“orizzonte argico”)

Descrizione generale. L'orizzonte argico (dal latino *argilla*, argilla) è un orizzonte sotto superficiale che ha un contenuto di argilla nettamente più alto rispetto all'orizzonte sovrastante. La differenziazione tessiturale può essere causata da un accumulo illuviale di argilla, da una formazione predominante di argilla pedogenetica nel sottosuolo o dalla distruzione di argilla nell'orizzonte di superficie, dall'erosione di superficie selettiva di argilla, dall'attività biologica, o da una combinazione di due o più di questi differenti processi. La sedimentazione dei materiali di superficie che sono più grossolani rispetto all'orizzonte sottosuperficiale, può incrementare una differenziazione tessiturale pedogenetica. Tuttavia,

una pura discontinuità litologica, quale può rinvenirsi nei depositi alluvionali, non si qualifica come un orizzonte argico.

Suoli con orizzonti argici hanno spesso un insieme specifico di proprietà morfologiche, fisico-chimiche e mineralogiche, oltre che un mero incremento in argilla. Queste proprietà consentono di distinguere diversi tipi di orizzonti 'argici' e di tracciare i loro percorsi di sviluppo (Sombroek, 1986). I principali sottotipi sono gli orizzonti lixi-, luvi-, abrupti- e plan-argico e gli orizzonti natrico e nitico.

Viene preso come riferimento, l'orizzonte B argico della definizione della Revised Legend della Soil Map of the World (FAO, 1988) con una sola modifica. Il requisito di osservare in campo "...almeno l'1 % di clay skins sulle superfici dei peds e nei pori..." è modificato nel 5 %. Questo cambiamento è basato sulla notazione che non vi è alcuna corrispondenza 1:1 fra la quantità di clay skins sulle superfici dei peds e nei pori e la percentuale di sezioni sottili occupate dall'argilla orientata. Anche se il 100 % delle superfici dei peds sono coperti da clay skins, la sezione sottile, nella sua gran parte, sarà occupata dalla matrice del suolo e dai vuoti.

Criteri diagnostici. Un orizzonte argico deve avere:

1. tessitura franco sabbiosa o più fine e almeno l'8 % di argilla nella frazione della terra fine; **e**
2. più argilla totale rispetto all'orizzonte sovrastante con tessitura più grossolana (esclusivo di differenze che derivano solamente da una discontinuità litologica) tale che:
 - a. se l'orizzonte sovrastante ha meno del 15 % di argilla totale nella frazione della terra fine, l'orizzonte argico deve contenere almeno il 3 % in più di argilla; **oppure**
 - b. se l'orizzonte sovrastante ha il 15 % o più, e meno del 40 % di argilla totale nella frazione della terra fine, il rapporto di argilla nell'orizzonte argico con quello dell'orizzonte sovrastante deve essere di 1,2 o più; **oppure**
 - c. se l'orizzonte sovrastante ha il 40 % o più di argilla totale nella frazione della terra fine, l'orizzonte argico deve contenere almeno l'8 % o più di argilla; **e**
3. un incremento nel contenuto di argilla entro una distanza verticale di 30 cm se si è formato un orizzonte argico per illuviazione di argilla. In ogni altro caso, l'incremento nel contenuto di argilla fra l'orizzonte sovrastante e l'orizzonte argico deve essere raggiunto entro una distanza verticale di 15 centimetri; **e**
4. la struttura della roccia autoctona è assente in almeno metà del volume dell'orizzonte; **e**
5. spessore di almeno 1/10 della somma dello spessore di tutti gli orizzonti sovrastanti e almeno di 7,5 cm. Se l'orizzonte argico è interamente composto da lamelle, le lamelle devono avere uno spessore combinato di almeno 15 centimetri. L'orizzonte a tessitura più grossolana che sovrasta l'orizzonte argico, deve essere spesso almeno 18 centimetri o, 5 cm, se la transizione tessiturale verso l'orizzonte argico è abrupta (vedi *cambiamento tessiturale abrupto*).

Identificazione in campo. La principale caratteristica per il riconoscimento in campo dell'orizzonte argico, è rappresentata dalla differenziazione tessiturale. Se sono presenti chiari clay skins sulle superfici dei peds, nelle fessure, nei pori e nei canali, la natura illuviale può essere stabilita in campo usando una lente di ingrandimento 10x. Un orizzonte argico 'illuviale' dovrebbe mostrare, almeno in qualche parte, clay skins su almeno il 5 % sia delle facce dei peds orizzontali e verticali, che nei pori.

I clay skins sono spesso difficili da rilevare nei suoli con una mineralogia smectitica, poiché sono distrutti regolarmente dai movimenti di rigonfiamento e di restringimento. La presenza di clay skins in posizioni 'protette', per esempio nei pori, dovrebbe essere sufficiente per incontrare i requisiti di un orizzonte 'illuviale' argico.

Caratteristiche aggiuntive. Il carattere illuviale di un orizzonte argico può essere stabilita in modo migliore usando le sezioni di sottili. Orizzonti diagnostici "illuviali" argici devono mostrare aree con argille orientate che costituiscono in media almeno l'1 % dell'intera sezione al crocifilo⁶. Altri test considerabili, riguardano l'analisi della distribuzione della dimensione delle particelle, per determinare l'incremento nel contenuto in argilla entro una profondità specificata, e l'analisi del rapporto argilla fine⁷/argilla totale. Negli orizzonti argici "illuviali", il rapporto argilla fine/argilla totale è maggiore che negli orizzonti sovrastanti a causa dell'eluviazione preferenziale delle particelle di argilla fini.

Se il suolo mostra una **discontinuità litologica** sopra o entro un orizzonte argico, o se l'orizzonte di superficie è stato rimosso dall'erosione, o se solo uno strato lavorato sovrasta l'orizzonte argico, la natura illuviale deve essere chiaramente stabilita.

Una discontinuità litologica, se non è chiara (dai dati) in campo, può essere identificata dalla percentuale di sabbia grossolana, sabbia fine e limo, escludendo l'argilla (usando la classificazione internazionale della dimensione particellare, o i gruppi addizionali del sistema USDA, o di altri), o per mezzo dei cambiamenti nel contenuto dei ciottoli e delle frazioni più grossolane. Un cambiamento di almeno il 20 % (in valore relativo) di una delle principali frazioni della dimensione particellare può essere considerata come diagnostica per una discontinuità litologica. Tuttavia, si dovrebbe considerare soltanto se è localizzata nella sezione del profilo dove si verifica l'incremento di argilla e se vi è evidenza che lo strato sovrastante aveva una tessitura più grossolana.

Sebbene questo sia un modo semplificato di considerare le discontinuità litologiche, con i dati comunemente disponibili non può essere fatto molto di più. D'altra parte, le discontinuità nella dimensione particellare sono di principale interesse per l'orizzonte argico e mostreranno se i materiali sovrastanti sono molto differenti e più grossolani, anche senza considerare le perdite di argilla dovute all'eluviazione o ad altri processi.

Relazioni con alcune altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti argici sono normalmente associati con e situati al di sotto degli orizzonti eluviali, per esempio, orizzonti dai quali l'argilla e il ferro sono stati rimossi. Sebbene inizialmente formati come orizzonti sottosuperficiali, gli orizzonti argici possono riscontrarsi in superficie come risultato dell'erosione o della rimozione degli orizzonti sovrastanti.

Alcuni orizzonti con incremento di argilla possono presentare le proprietà che caratterizzano l'orizzonte *ferralico* per esempio una bassa CEC ed ECEC (CEC effettiva), un basso contenuto di argilla disperdibile in acqua e un basso contenuto di minerali alterabili, tutto entro una profondità di 50 centimetri. In tali casi, per gli scopi della classificazione, un orizzonte ferralico ha la preferenza su di un orizzonte argico. Tuttavia, prevale l'orizzonte argico, se sovrasta un orizzonte ferralico e ha, nella prima parte entro una profondità di 30

⁶ Cioè rispetto alle due linee graduate incrociate presenti nell'obiettivo del microscopio (ndt).

⁷ Argilla fine: < 0,2 μ

centimetri, il 10 % o più di argilla disperdibile in acqua, a meno che i materiali del suolo non abbiano proprietà *geriche* o più dello 1,4 % di carbonio organico.

Gli orizzonti argici mancano anche della struttura e delle caratteristiche di saturazione in sodio dell'orizzonte *natrico*.

CALCIC HORIZON (“orizzonte calcico”)

Descrizione generale. L'orizzonte calcico (dal latino **calx**, calcare) è un orizzonte in cui si è accumulato carbonato di calcio secondario (CaCO_3) sia in **forma diffusa** (carbonato di calcio presente solo in forma di particelle fini di 1 millimetro o meno, disperse nella matrice) o come **concentrazioni discontinue** (pseudomiceli, cutans, noduli soffici e duri, o venature). L'accumulo può avvenire nel substrato, o negli orizzonti sottosuperficiali, ma può anche riscontrarsi negli orizzonti di superficie come risultato dell'erosione. Se l'accumulo di carbonati soffici diventa tale che tutta o la gran parte delle strutture litologiche e/o pedologiche scompaiono, e prevalgono **concentrazioni continue** di carbonato di calcio, l'orizzonte viene definito orizzonte ipercalcico (dal greco **hyper**, molto e dal latino **calxis** calcare).

Criteri diagnostici. Un orizzonte calcico deve avere:

1. contenuto di carbonato di calcio equivalente nella frazione della terra fine, del 15 % o più (per gli orizzonti ipercalcici più del 50 % di carbonato di calcio equivalente nella frazione della terra fine); e
2. spessore di almeno 15 centimetri, anche per l'orizzonte ipercalcico.

Identificazione in campo. La presenza di carbonato di calcio può essere identificata in campo usando una soluzione di HCl al 10 %. Il grado di effervescenza (solamente udibile, visibile come bolle individuali, o formanti schiuma) è una indicazione della quantità di carbonato presente. Questo test è importante solo se sono presenti distribuzioni diffuse.

Altre indicazioni per la presenza di un orizzonte calcico o ipercalcico sono:

1. colori del suolo che sono più o meno bianchi, da rosastrati a rossastrati, o grigi; e
2. una bassa porosità (la porosità inter-aggregato nell'orizzonte (iper)calcico è di solito inferiore di quella dell'orizzonte immediatamente sovrastante e possibilmente anche inferiore di quella dell'orizzonte direttamente sottostante).

Il contenuto in carbonato di calcio può diminuire con la profondità, ma spesso questo è difficile da stabilire, particolarmente se l'orizzonte calcico si rinviene nel subsoil più profondo. Accumulo di carbonato secondario è quindi sufficiente per diagnosticare un orizzonte (iper)calcico.

Caratteristiche aggiuntive. La determinazione della quantità di carbonato di calcio (in peso) e dei cambiamenti entro il profilo del suolo del contenuto in carbonato di calcio, sono i principali criteri analitici per stabilire la presenza di un orizzonte calcico. La determinazione del pH (H_2O) consente di distinguere fra gli accumuli con un carattere basico (‘calcico’; pH 8,0 – 8,7) dovuti alla presenza dominante di CaCO_3 e quelli con un carattere ultrabasico (non-calcici; pH > 8,7) a causa della presenza di MgCO_3 e di Na_2CO_3 .

Inoltre, le analisi microscopiche delle sezioni sottili, possono rivelare la presenza di forme di dissoluzione negli orizzonti sopra o sotto un orizzonte calcico, evidenza di epigenesi di silicati (sostituzione isomorfa di quarzo con la calcite), o la presenza di altre strutture di accumulo di carbonato di calcio, mentre l'analisi mineralogica dell'argilla degli orizzonti calcici, spesso mostra che le caratteristiche dell'argilla sono quelle di un ambiente confinato, come montmorillonite, attapulgite e sepiolite.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Quando gli orizzonti hypercalcici divengono induriti, si verifica una transizione verso l'orizzonte *petrocalcico*, che può avere un aspetto massivo oppure struttura lamellare.

Nelle regioni aride e in presenza di soluzioni del suolo o di falda solfatiche, gli orizzonti calcici si presentano associati con gli orizzonti *gypsi*. Gli orizzonti calcici e gypsi di solito occupano posizioni differenti nel profilo del suolo in virtù della differenza nella solubilità del carbonato di calcio e del gesso, e normalmente possono essere distinti chiaramente uno dall'altro dalle differenze nella morfologia. I cristalli di gesso tendono ad avere forma di aghi, spesso visibili anche ad occhio nudo, mentre i cristalli di carbonato di calcio pedogenetici, hanno dimensione molto più fine.

CAMBIC HORIZON (“orizzonte cambico”)

Descrizione generale. L'orizzonte cambico (dal latino *cambiare*, cambiare) è un orizzonte sottosuperficiale che, rispetto agli orizzonti sottostanti, mostra evidenza di alterazione. Manca del gruppo di proprietà diagnostiche per un orizzonte *ferrallico*, *argico*, *natrico* o *spodico* e dei colori scuri, del contenuto di materia organica e della struttura di un orizzonte *histico*, *folico*, *mollico* o *umbrico*.

Criteri diagnostici. Un orizzonte cambico deve avere:

1. tessitura nella frazione della terra fine franco sabbiosa o più fine; **e**
2. struttura del suolo che è almeno moderatamente sviluppata o la struttura della roccia autoctona è assente in almeno metà del volume dell'orizzonte; **e**
3. evidenza di alterazione in una o più delle seguenti forme:
 - a. chroma più forte, hue più rosso, o contenuto di argilla più alto rispetto all'orizzonte sottostante; **o**
 - b. evidenza di rimozione dei carbonati. Un orizzonte cambico ha sempre meno carbonati rispetto ad un orizzonte sottostante con accumulo di carbonato di calcio. Tuttavia, non tutti i carbonati primari devono essere lisciviati da un orizzonte perché esso possa qualificarsi come cambico. Se tutti i frammenti grossolani nell'orizzonte sottostante sono completamente rivestiti con carbonato, alcuni di questi frammenti nell'orizzonte cambico sono parzialmente liberi da rivestimenti. Se i frammenti grossolani nell'orizzonte che mostra accumulo di carbonato di calcio sono rivestiti solo sulla superficie inferiore, quelli nell'orizzonte cambico dovrebbero essere liberi di rivestimenti; **oppure**
 - c. se i carbonati sono assenti nel materiale di origine e nel pulviscolo che cade sul suolo, la richiesta evidenza di alterazione viene soddisfatta dalla presenza di struttura del suolo e dalla assenza di struttura della roccia; **e**
4. non hanno consistenza friabile (allo stato umido) tipica dell'**orizzonte fragico**; **e**

5. **o** una capacità di scambio cationico (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1M$) maggiore di $16 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ di argilla;
 - o** una capacità di scambio cationico effettiva (somma delle basi di scambio più acidità di scambio in $\text{KCl } 1M$) minore di $12 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ di argilla;
 - o** un contenuto del 10 % o più di minerali alterabili nella frazione 50-200 μm ⁸.
6. spessore di almeno 15 centimetri e base ad almeno 25 cm al di sotto della superficie del suolo.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Il gruppo di requisiti concernenti la capacità di scambio cationico/la capacità di scambio cationico effettiva/i minerali alterabili, consentono di mantenere distinto l'orizzonte *cambico* dall'orizzonte *ferralico*.

CHERNIC HORIZON (“orizzonte cernico”)

Descrizione generale. L'orizzonte cernico (dal Russo *chern*, nero) è un tipo speciale di orizzonte *mollico*. È un orizzonte di superficie nerastro, profondo, ben strutturato, con un'alta saturazione in basi, un alto contenuto di materia organica ed un'alta attività biologica.

Criteri diagnostici. Un orizzonte cernico deve avere:

1. struttura del suolo granulare o poliedrica sub angolare fine; **e**
2. campioni sia rotti che sbriciolati con un chroma Munsell inferiore a 2.0 se umido, un value più scuro di 2.0 se umido e di 3.0 se asciutto. Se vi è più del 40 % di carbonato finemente suddiviso, o se la tessitura dell'orizzonte è sabbioso franca o più grossolana, i limiti del value allo stato asciutto non si considerano; il value, allo stato umido, dovrebbe essere di 3 o meno. Il value dev'essere almeno di una unità più scuro di quello del C^9 (sia allo stato asciutto che umido), a meno che il suolo non derivi da substrato di colore scuro, nel qual caso il requisito del contrasto di colore, è variabile. Se non è presente un orizzonte C, i raffronti dovrebbero essere fatti con l'orizzonte immediatamente al di sotto dell'orizzonte di superficie. I succitati requisiti di colore si applicano ai primi 15 centimetri dell'orizzonte cernico, o immediatamente al di sotto di ogni strato lavorato; **e**
3. il 50 % o più (in volume) dell'orizzonte consiste di buchi di lombrichi, escrementi di lombrichi e canali di animali riempiti; **e**
4. un contenuto in carbonio organico di almeno 1,5 % (2,5 % di materia organica) per tutto lo spessore del suolo mescolato. Il contenuto di carbonio organico è almeno del 6 % se i requisiti di colore non si considerano a causa del calcare finemente suddiviso, o dell'1,5 % in più dell'orizzonte C se i requisiti di colore non si considerano a causa del colore scuro del substrato; **e**
5. una saturazione in basi (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1M$) dell'80 % o più; **e**
6. spessore di almeno 35 centimetri. La misura dello spessore di un orizzonte cernico include gli orizzonti di transizione in cui dominano le caratteristiche dell'orizzonte di superficie - per esempio, AB, AE, AC.

⁸ Invece dell'analisi del contenuto dei minerali alterabili, questo requisito può essere sostituito dall'analisi delle riserve in basi totali (TRB = total reserve bases = Ca, Mg, K e Na di scambio più minerali). Un valore di TRB di $25 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ si correla bene con una quantità del 10 % di minerali alterabili nella frazione 50-200 μm .

⁹ Qui ci si riferisce alla nomenclatura degli orizzonti principali usata nelle Guidelines for Soil Profile Description della FAO (1990); vedi Appendice 1).

Identificazione in campo. L'orizzonte chernico può essere identificato dal suo colore nerastro, determinato dall'accumulo di materia organica, dalla struttura ben sviluppata (di solito grumosa), dall'alta attività biologica, principalmente vermi e altri animali scavatori e dal suo spessore.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Il carattere speciale dell'orizzonte chernico nei confronti dell'orizzonte *mollico* è espresso dal suo più alto contenuto di carbonio organico, dal requisito di colori più scuri, dall'alto contributo biologico alla struttura del suolo, e dalla sua maggiore profondità minima. Il limite superiore del contenuto di carbonio organico è del 12 % (20 % di materia organica) che è il limite inferiore dell'orizzonte *histico* o il 20 %, il limite inferiore per un orizzonte *folico*.

Capitolo 3

Orizzonti, proprietà e materiali diagnostici

Si ritiene che gli orizzonti del suolo, le proprietà e i materiali riflettano caratteri che notoriamente si rinvengono nei suoli e che possono essere usati per descrivere e definire le classi del suolo. Sono considerati “diagnostici” quando raggiungono un minimo grado di espressione, determinato da criteri di apparenza, misurabilità, importanza, rilevanza e quantitativi. Per essere considerati diagnostici, è necessario che gli orizzonti del suolo abbiano anche un minimo di spessore, che deve essere apprezzato in relazione ai fattori bioclimatici (per esempio non ci si aspetta di trovare, nelle regioni boreali, un orizzonte albico così spesso come uno nei tropici).

Ove è possibile, gli orizzonti, le proprietà e i materiali diagnostici sono riportati fornendone una descrizione generale, i criteri diagnostici, le possibilità per l'identificazione in campo e le caratteristiche aggiuntive. Sono inoltre fornite alcune relazioni con altri importanti orizzonti diagnostici.

La capacità di scambio cationico (CEC) usata come criterio nella definizione degli orizzonti diagnostici o delle proprietà così come nelle chiavi per i gruppi pedologici di riferimento, ha essenzialmente il significato di riflettere la natura della componente minerale del complesso di scambio. Tuttavia, la CEC determinata sul totale della frazione di terra fine è influenzata anche dalla quantità e dal tipo di materia organica presente. Ove la bassa attività delle argille rappresenta una proprietà diagnostica, può essere desiderabile dedurre la CEC legata alla materia organica, usando un metodo grafico¹⁰ per profili individuali (Bennema e Camargo, 1979; Brinkman, 1979; Klamt e Sombroek, 1988).

La terminologia usata per descrivere la morfologia del suolo è quella adottata nelle *Guidelines for Soil Profile Description* (FAO, 1990). Le notazioni di colore sono effettuate secondo le *Munsell Soil Color Charts* (KIC, 1990). Le caratteristiche chimiche e fisiche sono

¹⁰ Il metodo prevede la stima della regressione fra la quantità di C organico (espresso in grammi) e la CEC misurata (a pH 7) espressa in $\text{cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ di argilla. Con l'equazione risultante si può calcolare il contributo del C organico sulla CEC e, può essere determinata la CEC corretta dell'argilla. Si deve assumere una mineralogia delle argille uniforme per tutto il profilo.

espresse sulla base dei metodi forniti nelle *Procedures for Soil Analysis* (Van Reeuwijk, 1995).

GLI ORIZZONTI DIAGNOSTICI

Per gli scopi del WRB sono stati usati come base gli orizzonti diagnostici, definiti nella Revised Legend (FAO, 1988), tranne l'orizzonte *fimico* che non è stato mantenuto. Ne sono stati introdotti di nuovi, come gli orizzonti *andico*, *antropedogenico* (orizzonti *antraquico*, *idragrico*, *ortico*, *irragrico*, *plaggico* e *terrigo*), *cernico*, *cryico*, *durico*, *ferrico*, *folico*, *fragico*, *fulvico*, *melanico*, *nitico*, *petrodurico*, *petroplintico*, *plintico*, *salico*, *takyrico*, *vertico*, *vitrico* e *yermico*. Alcuni di questi orizzonti rimpiazzano le proprietà diagnostiche e le fasi della FAO.

ALBIC HORIZON (“orizzonte albico ”)

Descrizione generale. L'orizzonte albico (dal latino *albus*, bianco) è un orizzonte sottosuperficiale di colore chiaro dal quale sono stati rimossi argilla e ossidi di ferro liberi o in cui, gli ossidi sono stati segregati a tal punto che il colore dell'orizzonte è determinato dal colore delle particelle di sabbia e di limo, piuttosto che dai rivestimenti su queste particelle. Generalmente ha una struttura debolmente espressa o, altrimenti, manca di uno sviluppo strutturale. I limiti superiore e inferiore sono normalmente abrupti o chiari. La morfologia dei limiti è variabile e, qualche volta, è associata con *penetrazioni albeluviche*. Gli orizzonti albici di solito hanno tessitura più grossolana rispetto agli orizzonti sovrastanti o sottostanti, sebbene questa differenza, nei confronti di un sottostante orizzonte spodico, può essere molto lieve. Molti orizzonti albici sono associati con caratteri di umidità e presentano evidenza di proprietà *gleyiche* o *stagniche*.

Criteri diagnostici. Un orizzonte albico deve avere:

1. Colore Munsell, asciutto: a. value di 7 o 8 e un chroma di 3 o meno; o
b. value di 5 o 6 e un chroma di 2 o meno; e
2. Colore Munsell, umido: a. value di 6, 7 o 8 con un chroma di 4 o meno; o
b. value di 5 e un chroma di 3 o meno; o
c. value di 4 e chroma di 2 o meno¹¹. E' consentito un chroma di 3 se il substrato ha uno hue di 5YR o più rosso, e il chroma è dovuto al colore dei grani di sabbia o limo non rivestiti; e
3. spessore: almeno di 1 cm.

Identificazione in campo. L'identificazione degli orizzonti albici in campo si basa sui colori Munsell del suolo. Oltre alla determinazione del colore, devono essere eseguite delle prove usando una lente d'ingrandimento 10x per verificare se sono assenti rivestimenti sulle particelle della dimensione del limo e della sabbia.

Caratteristiche aggiuntive. La presenza di rivestimenti attorno ai grani di sabbia e limo può essere determinata usando un microscopio ottico per l'analisi delle sezioni sottili. I grani non

¹¹ I requisiti di colore sono stati lievemente modificati rispetto a quelli definiti dalla FAO (1988) e dal Soil Survey Staff (1996) per inserire gli orizzonti albici che mostrano una considerevole variazione nel chroma per inumidimento. Tali orizzonti albici si rinvengono frequentemente, ad esempio, nelle regioni dell'Africa meridionale.

rivestiti di solito mostrano un bordo molto sottile sulla superficie. I rivestimenti possono essere di natura organica, consistere di ossidi di ferro, o entrambi, e sono di colore scuro in luce trasmessa. I rivestimenti di ferro diventano più rossi in luce riflessa, mentre i rivestimenti organici rimangono di colore nero-brunastro.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti albici di solito sono sormontati da orizzonti di superficie arricchiti in humus (orizzonti *mollico*, *umbrico* o *ochrico*) ma possono essere in superficie a causa dell'erosione o della rimozione artificiale dello strato di superficie. Possono essere considerati come un tipo estremo di orizzonte eluviale, e di solito si rinvengono in associazione con orizzonti illuviali come un orizzonte *argico*, *natrico* o *spodico*, che di solito sovrastano. Nei materiali sabbiosi gli orizzonti albici possono raggiungere spessori considerevoli, fino a diversi metri, specialmente nelle regioni tropicali umide, di conseguenza, orizzonti diagnostici associati sono di difficile determinazione.

ANDIC HORIZON (“orizzonte andico”)

Descrizione generale. L'orizzonte andico (dal giapponese *an*, scuro, e *do*, suolo) è un orizzonte che risulta da un'alterazione moderata di depositi prevalentemente piroclastici. Tuttavia possono anche essere riscontrati in associazione con materiali non-vulcanici (per esempio loess, argilliti, e prodotti di alterazione ferrallitici). La loro mineralogia è dominata da minerali a basso ordine cristallino e, nei depositi piroclastici, costituiscono parte della sequenza di alterazione (materiali del suoli *tefrici* ⇒ orizzonti *vitrici* ⇒ orizzonti *andici*).

Orizzonti andici si trovano sia in superficie sia nella parte sotto superficiale. Spesso si rinvengono anche come strati, separati da strati non andici. Come orizzonte di superficie, gli orizzonti andici generalmente contengono una notevole quantità di materia organica (più del 5 %), sono di colore molto scuro (value e chroma Munsell, allo stato umido di 3 o meno) hanno una macrostruttura soffice e, spesso, una consistenza untuosa. Sono leggeri (hanno una bassa densità apparente), e sono principalmente franco-limosi o con tessitura più fine. Orizzonti di superficie andici ricchi in materia organica possono essere molto profondi, raggiungendo uno spessore di 50 cm o più (caratteristiche *pachiche*). Orizzonti sotto superficiali andici mostrano generalmente un colore un poco più chiaro.

Gli orizzonti andici possono avere proprietà differenti, in dipendenza del tipo di processo di alterazione dominante che agisce sui materiali del suolo. Possono mostrare tixotropia, vale a dire i materiali del suolo cambiano, se sottoposti a pressione o a manipolazione, da uno stato solido plastico ad uno stato liquefatto e ritornano, quindi, in condizioni solide. Nei climi perumidi, orizzonti andici ricchi in humus possono contenere più del 100 % di acqua (in volume) in confronto al loro volume secco in stufa (caratteristiche *idriche*).

Si riconoscono due tipi principali di orizzonte andico, uno in cui predominano l'allofane e i minerali simili (i tipi *sil-andici*) e uno in cui prevale l'alluminio complessato da acidi organici (il tipo *alu-andico*). Gli orizzonti sil-andici, hanno una reazione da acida a neutra, mentre gli orizzonti alu-andici variano da estremamente acidi ad acidi.

Criteri diagnostici. Un orizzonte andico deve avere le seguenti proprietà fisiche, chimiche e mineralogiche (Shoji et al., 1996; Berding, 1997):

6. densità apparente del suolo alla capacità di campo (non avendo subito alcun essiccamento) inferiore a $0,9 \text{ Kg dm}^{-3}$; **ed inoltre**
7. il 10 % o più di argilla e un valore nella frazione della terra fine di $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2} \text{Fe}_{\text{ox}}$ del 2 % o più; **e**
8. una ritenzione in fosfato del 70 % o più; **e**
9. un contenuto in vetro vulcanico nella frazione della terra fine inferiore al 10 %; **e**
10. spessore almeno di 30 cm.

Gli orizzonti sil-andici hanno lo 0,6 % o più di silice estraibile (Si_{ox}) in ossalato acido (pH 3), mentre gli orizzonti alu-andici hanno Si_{ox} inferiore allo 0,6 % (o, alternativamente, un rapporto $\text{Al}_{\text{py}}^{12}/\text{Al}_{\text{ox}}$ rispettivamente, inferiore a 0,5 e di 0.5 o più,).

Identificazione in campo. Gli orizzonti andici possono essere identificati usando il test di campo del pH in NaF, sviluppato da Fieldes e Perrot (1966). Un valore di pH in NaF maggiore di 9,5 indica una presenza abbondante di prodotti allofanici e/o complessi allumino-organici. Il test è indicativo per la maggior parte degli orizzonti andici, tranne che per quelli molto ricchi in materia organica. Tuttavia, la stessa relazione si rinviene negli orizzonti *spodici* e in certi suoli argillosi acidi, che sono ricchi in minerali argillosi con alluminio interstratificato.

Gli orizzonti sil-andici hanno generalmente un pH in campo (H_2O) di 5 o maggiore, mentre gli orizzonti alu-andici hanno principalmente un pH in campo (H_2O) inferiore a 4,5. Se il pH (H_2O) è compreso fra 4,5 e 5, possono essere necessari ulteriori test, per stabilire le caratteristiche alu- o sili- dell'orizzonte andico.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti *vitrici* si distinguono dagli orizzonti andici per mezzo del loro più basso grado di alterazione. Questo viene messo in evidenza da un più alto contenuto in vetro vulcanico negli orizzonti vitrici (più del 10 % della frazione della terra fine) e da una più bassa quantità di minerali pedogenetici non-cristallini o paracristallini, che risultano caratterizzati da una moderata quantità di alluminio e ferro estraibili in ossalato acido (pH 3) negli orizzonti vitrici ($\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2}\text{Fe}_{\text{ox}} = 0,4-2,0 \%$), da una più alta densità apparente (la densità apparente degli orizzonti vitrici è compresa fra 0,9 e 1,2 Kg dm^{-3}) e da una più bassa ritenzione in fosfato (25 - 70 %).

Per separare gli orizzonti andici ricchi in materia organica dagli orizzonti *histici* e *folici*, gli orizzonti andici non devono contenere più del 20 % di carbonio organico, mentre gli orizzonti *histici* con un contenuto di carbonio organico compreso fra il 12 e il 20 % non devono avere proprietà associante con gli orizzonti andici.

Gli orizzonti *spodici*, che contengono anche complessi di sesquiossidi e sostanze organiche, possono avere caratteristiche simili agli orizzonti andici ricchi in complessi allumino-organici. Qualche volta solo i test analitici possono discriminare i due. Gli orizzonti *spodici* hanno almeno il doppio di $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2}\text{Fe}_{\text{ox}}$ rispetto ai sovrastanti orizzonti *umbrici*, *ochrici*, o *albici*. Ciò normalmente non si applica agli orizzonti andici in cui i complessi allumino-organici sono virtualmente immobili.

¹² Al_{py} : alluminio estraibile in pirofosfato.

ANTHRAQUIC HORIZON (“orizzonte antracquico”) (vedi orizzonti Antropedogenici)

ANTHROPEDOGENIC HORIZONS (“orizzonti antropedogenici”)

Descrizione generale. Gli orizzonti antropedogenici (dal greco *anthropos*, uomo; *pedon*, suolo e dal latino *genesi*, nascita) comprendono una varietà di orizzonti superficiali e sotto-superficiali che derivano da coltivazioni continuate nel tempo. Le caratteristiche e le proprietà di questi orizzonti dipendono molto dalle pratiche di gestione del suolo che vengono usate (vedi tabella 1). Gli orizzonti antropedogenici differiscono dai *materiali del suolo antropogenici*, che sono minerali inconsolidati o materiali organici che derivano principalmente da riempimenti di terra, detriti di miniera, riempimenti urbani, discariche di rifiuti, materiale di dragaggio, ecc, prodotti dall’attività umana. Questi materiali, tuttavia, **non** sono stati soggetti ad un periodo di tempo sufficientemente lungo per ricevere una impronta significativa dei processi pedogenetici.

Tabella 1 – Processi antropedogenici

Lavorazioni profonde	Operazioni meccaniche continue che si estendono al di sotto della normale profondità delle operazioni di campo.
Fertilizzazioni intensive	Applicazioni continue di fertilizzanti organici/inorganici senza addizione sostanziale di materia minerale (p.e. letame, rifiuti di pollai, compost, residui di pozzo nero, etc.).
Aggiunte di materiali estranei	Applicazioni continue di materiali terrosi che determinano una addizione sostanziale di materia minerale (p.e. zolle, sabbie marine, letame terroso, etc.).
Irrigazioni	Applicazioni continue di acque di irrigazione con quantità sostanziali di sedimenti (possono anche includere fertilizzanti, sali solubili, materia organica, etc.).
Coltivazioni in ambiente periodicamente sommerso	Processi associati con la sommersione durante le coltivazioni o infangamento degli strati coltivati, determinanti di solito cambiamenti nelle condizioni acquiche. In condizioni di sommersione e in dipendenza della profondità della falda, della tessitura, della presenza di materia organica, etc., nel sottosuolo possono svilupparsi caratteristiche diagnostiche, come rivestimenti illuviali di ferro-manganese.

Gli orizzonti antropedogenici che vengono distinti sono gli orizzonti *terrico*, *irragrico*, *plaggico*, *ortico*, *antraquico* e *idragrico*. Si rinvengono in piccole aree, in molte parti del mondo, principalmente nei territori di antica tradizione agricola dell’Europa occidentale, nelle antiche pianure irrigue del vicino oriente e in Cina, nei vecchi paesaggi terrazzati delle regioni mediterranee e della penisola araba e in luoghi isolati dell’America del nord e del sud, caratterizzati da una lunga presenza indiana, così come nelle aree ove la coltivazione del riso è stata praticata per un lungo periodo di tempo.

Criteri diagnostici. Un orizzonte **terrìco** (dal latino *terra*, terra) si origina dalla aggiunta, per un lungo periodo di tempo, di terriccio organico, compost o fanghi. Ha una differenziazione tessiturale non uniforme con la profondità. Il suo colore è legato ai materiali di origine o al substrato sottostante. La saturazione in basi (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1M$) è maggiore del 50%.

Un orizzonte **irragrico** (dal latino *irrigare*, irrigare, e *agricolare*, coltivare) è un orizzonte di superficie, uniformemente strutturato, di colore chiaro (colore value e chroma Munsell maggiore di 3), sviluppatosi per irrigazione continuata nel tempo con acque ricche in sedimenti. L'argilla e i carbonati sono uniformemente distribuiti ed ha un più alto contenuto di argilla, particolarmente di argilla fine, rispetto al suolo originale sottostante. Nel mezzo, differenze relative nella frazione della sabbia fine e della sabbia molto fine, non eccedono il 20 %. Ha un contenuto medio ponderato di carbonio organico maggiore dello 0,5 %, che diminuisce con la profondità, ma rimane almeno dello 0,3 % al limite più basso dell'orizzonte irragrico.

Un orizzonte **plaggico** (dall'olandese *plag*, zolla), ha una tessitura uniforme, di solito sabbiosa o sabbioso-franca. Il contenuto medio ponderato di carbonio organico è maggiore dello 0,6 %. La saturazione in basi (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1M$) è inferiore al 50 %, mentre il contenuto di P_2O_5 estraibile in acido citrico 1 % è alto, almeno più dello 0,025 % entro 20 cm dalla superficie ma, frequentemente, è maggiore dell'1 %.

Un orizzonte **ortico** (dal latino *hortus*, giardino) deriva da lavorazioni profonde, fertilizzazioni intensive e/o applicazioni continuate per lungo tempo di rifiuti umani e animali e di altri residui organici. È un orizzonte di colore scuro con un value e un chroma Munsell (umidi) di 3 o meno. Ha un contenuto medio ponderato di carbonio organico dell'1 % o più, e il contenuto di P_2O_5 estraibile in NaHCO_3 0,5 M^{13} è maggiore di 100 mg Kg^{-1} di terra fine nei primi 25 cm (Gong et al., 1997). La saturazione in basi (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1M$) è del 50 % o più.

Un orizzonte **antraquico** (dal greco *anthropos*, uomo e dal latino *aqua*, acqua) comprende uno *strato fangoso* e uno *strato lavorato*. Lo strato lavorato ha una struttura caratteristicamente lamellare. È compattato ed ha un rapporto di infiltrazione molto basso. Lungo le crepacciature e i fori delle radici mostra screziature bruno giallastre, bruno o bruno rossastro ruggine. La densità apparente dello strato lavorato è almeno il 20 % più alta (valore relativo) di quella dello strato fangoso, mentre la sua porosità è dal 10 al 30 % (valore relativo) più bassa della porosità dello strato fangoso. La porosità non capillare è dal 2 al 5 % (circa il 60% (valore relativo) della porosità non capillare dello strato fangoso associato).

Un orizzonte **idragrico** (dal greco *hydros*, acqua e dal latino *agricolare*, coltivare) è un orizzonte sotto superficiale associato con coltivazioni di ambienti sommersi con una o più delle seguenti caratteristiche:

- strati di accumulo di ferro-manganese o di rivestimenti di ferro e manganese illuviali; **oppure**
- il ferro estraibile in ditionito-citrato è 2 volte o più, o il manganese estraibile in ditionito-citrato 4 volte o più, di quello dell'orizzonte(i) di superficie; **oppure**
- concentrazioni redox; **oppure**

¹³ Noto come metodo di Olsen (Olsen et al., 1954).

- deplezioni redox¹⁴ con un value ≥ 4 e un chroma ≤ 2 nei macropori associati con coltivazioni in ambiente sommerso; e
- spessore maggiore di 10 centimetri.

Identificazione in campo. Gli orizzonti **terrico**, **irragrico** e **plaggico**, mostrano tutti evidenza di uno ispessimento di superficie, che può essere dedotto sia da osservazioni di campo che da documentazioni storiche. Gli orizzonti sono rimescolati nel loro spessore e di solito contengono artefatti, come frammenti di porcellana, detriti o rifiuti da attività antropica, che spesso sono molto piccoli (meno di un centimetro in diametro) e molto abrasivi. Gli orizzonti terrici e plaggici sono costruiti gradualmente mediante aggiunta di materiali terrosi (compost, zolle o materiali zollosi misti a letame agricolo, lettiera, fango, sabbie marine, etc.) e possono contenere pietre, casualmente assortite e distribuite, mentre l'orizzonte irragrico è costruito gradualmente tramite deposizioni derivanti dalla pratica irrigua.

Poche caratteristiche pedologiche differenziano gli orizzonti terrici e plaggici gli uni dagli altri. Gli orizzonti terrici di solito mostrano un'alta attività biologica, hanno una reazione da neutra a leggermente alcalina (il pH (H₂O) è normalmente maggiore di 7,0), e possono contenere del carbonato libero. Il colore è fortemente correlato con i materiali di origine o con i substrati sottostanti. Si possono osservare suoli sepolti alla base dell'orizzonte, sebbene il contatto può essere obliterato dal mescolamento.

L'orizzonte **plaggico** ha colori brunastri o nerastri, in relazione ai materiali di origine e la sua reazione varia da leggermente a fortemente acida. Mostra evidenze di pratiche agricole sia come segni di vanga che come strati di vecchie coltivazioni. Gli orizzonti plaggici spesso sovrastano suoli sepolti sebbene gli strati originali di superficie possano essere mescolati. Il limite inferiore è, di solito, chiaro.

L'orizzonte **irragrico** mostra evidenza di una considerevole attività biologica ed ha più del 25% in volume di escrementi di lombrichi. Il limite inferiore è chiaro e, al di sotto, possono essere presenti deposizioni derivanti dall'irrigazione.

L'orizzonte **hortico** è anch'esso rimescolato e la stratificazione, se presente in origine, non è conservata. Artefatti e rifiuti antropici sono comuni ma spesso molto abrasivi. Gli escrementi di lombrichi sono più del 25% in volume. Possono essere conservati segni di lavorazioni o evidenze di rimescolamento del suolo. Possono essere preservati suoli sepolti ma, di solito, sono incorporati nell'orizzonte.

L'orizzonte **antraquico** comprende lo strato fangoso e lo strato lavorato di un suolo sottoposto a coltivazioni di riso continuate nel tempo. Lo strato fangoso ha colori associati alla riduzione, accompagnati da screziature con basso hue e cutans di Fe-Mn sulle facce dei ped e sulle pareti dei pori. Si disperde facilmente, mostra un'assortimento di aggregati del suolo ed ha pori vescicolari.

L'orizzonte **idragrico** ha sia caratteristiche di riduzione nei pori, come rivestimenti o aloni con un hue di 2.5Y o più giallo e un chroma (umido) di 2 o meno, o segregazione di ferro e/o

¹⁴ Aree di impoverimento, in particolare del ferro, in seguito a sua riduzione e conseguente mobilizzazione (ndt).

manganese nella matrice come risultato di un ambiente ossidante. Di solito mostra cutans grigi di humus-limo-argilla e limo fine-argilla sulle facce dei ped.

ARGIC HORIZON (“orizzonte argico”)

Descrizione generale. L'orizzonte argico (dal latino *argilla*, argilla) è un orizzonte sotto superficiale che ha un contenuto di argilla nettamente più alto rispetto all'orizzonte sovrastante. La differenziazione tessiturale può essere causata da un accumulo illuviale di argilla, da una formazione predominante di argilla pedogenetica nel sottosuolo o dalla distruzione di argilla nell'orizzonte di superficie, dall'erosione di superficie selettiva di argilla, dall'attività biologica, o da una combinazione di due o più di questi differenti processi. La sedimentazione dei materiali di superficie che sono più grossolani rispetto all'orizzonte sottosuperficiale, può incrementare una differenziazione tessiturale pedogenetica. Tuttavia, una pura discontinuità litologica, quale può rinvenirsi nei depositi alluvionali, non si qualifica come un orizzonte argico.

Suoli con orizzonti argici hanno spesso un insieme specifico di proprietà morfologiche, fisico-chimiche e mineralogiche, oltre che un mero incremento in argilla. Queste proprietà consentono di distinguere diversi tipi di orizzonti 'argici' e di tracciare i loro percorsi di sviluppo (Sombroek, 1986). I principali sottotipi sono gli orizzonti lixi-, luvi-, abrupti- e plan-argico e gli orizzonti natrico e nitico.

Viene preso come riferimento, l'orizzonte B argico della definizione della Revised Legend della Soil Map of the World (FAO, 1988) con una sola modifica. Il requisito di osservare in campo “...almeno l'1 % di clay skins sulle superfici dei peds e nei pori...” è modificato nel 5 %. Questo cambiamento è basato sulla notazione che non vi è alcuna corrispondenza 1:1 fra la quantità di clay skins sulle superfici dei peds e nei pori e la percentuale di sezioni sottili occupate dall'argilla orientata. Anche se il 100 % delle superfici dei peds sono coperti da clay skins, la sezione sottile, nella sua gran parte, sarà occupata dalla matrice del suolo e dai vuoti.

Criteri diagnostici. Un orizzonte argico deve avere:

6. tessitura franco sabbiosa o più fine e almeno l'8 % di argilla nella frazione della terra fine; **e**
7. più argilla totale rispetto all'orizzonte sovrastante con tessitura più grossolana (esclusivo di differenze che derivano solamente da una discontinuità litologica) tale che:
 - d. se l'orizzonte sovrastante ha meno del 15 % di argilla totale nella frazione della terra fine, l'orizzonte argico deve contenere almeno il 3 % in più di argilla; **oppure**
 - e. se l'orizzonte sovrastante ha il 15 % o più, e meno del 40 % di argilla totale nella frazione della terra fine, il rapporto di argilla nell'orizzonte argico con quello dell'orizzonte sovrastante deve essere di 1,2 o più; **oppure**
 - f. se l'orizzonte sovrastante ha il 40 % o più di argilla totale nella frazione della terra fine, l'orizzonte argico deve contenere almeno l'8 % o più di argilla; **e**
8. un incremento nel contenuto di argilla entro una distanza verticale di 30 cm se si è formato un orizzonte argico per illuviazione di argilla. In ogni altro caso, l'incremento nel contenuto di argilla fra l'orizzonte sovrastante e l'orizzonte argico deve essere raggiunto entro una distanza verticale di 15 centimetri; **e**
9. la struttura della roccia autoctona è assente in almeno metà del volume dell'orizzonte; **e**

10. spessore di almeno 1/10 della somma dello spessore di tutti gli orizzonti sovrastanti e almeno di 7,5 cm. Se l'orizzonte argico è interamente composto da lamelle, le lamelle devono avere uno spessore combinato di almeno 15 centimetri. L'orizzonte a tessitura più grossolana che sovrasta l'orizzonte argico, deve essere spesso almeno 18 centimetri o, 5 cm, se la transizione tessiturale verso l'orizzonte argico è abrupta (vedi *cambiamento tessiturale abrupto*).

Identificazione in campo. La principale caratteristica per il riconoscimento in campo dell'orizzonte argico, è rappresentata dalla differenziazione tessiturale. Se sono presenti chiari clay skins sulle superfici dei peds, nelle fessure, nei pori e nei canali, la natura illuviale può essere stabilita in campo usando una lente di ingrandimento 10x. Un orizzonte argico 'illuviale' dovrebbe mostrare, almeno in qualche parte, clay skins su almeno il 5 % sia delle facce dei peds orizzontali e verticali, che nei pori.

I clay skins sono spesso difficili da rilevare nei suoli con una mineralogia smectitica, poiché sono distrutti regolarmente dai movimenti di rigonfiamento e di restringimento. La presenza di clay skins in posizioni 'protette', per esempio nei pori, dovrebbe essere sufficiente per incontrare i requisiti di un orizzonte 'illuviale' argico.

Caratteristiche aggiuntive. Il carattere illuviale di un orizzonte argico può essere stabilita in modo migliore usando le sezioni di sottili. Orizzonti diagnostici "illuviali" argici devono mostrare aree con argille orientate che costituiscono in media almeno l'1 % dell'intera sezione al crocifilo¹⁵. Altri test considerabili, riguardano l'analisi della distribuzione della dimensione delle particelle, per determinare l'incremento nel contenuto in argilla entro una profondità specificata, e l'analisi del rapporto argilla fine¹⁶/argilla totale. Negli orizzonti argici "illuviali", il rapporto argilla fine/argilla totale è maggiore che negli orizzonti sovrastanti a causa dell'eluviazione preferenziale delle particelle di argilla fini.

Se il suolo mostra una **discontinuità litologica** sopra o entro un orizzonte argico, o se l'orizzonte di superficie è stato rimosso dall'erosione, o se solo uno strato lavorato sovrasta l'orizzonte argico, la natura illuviale deve essere chiaramente stabilita.

Una discontinuità litologica, se non è chiara (dai dati) in campo, può essere identificata dalla percentuale di sabbia grossolana, sabbia fine e limo, escludendo l'argilla (usando la classificazione internazionale della dimensione particellare, o i gruppi addizionali del sistema USDA, o di altri), o per mezzo dei cambiamenti nel contenuto dei ciottoli e delle frazioni più grossolane. Un cambiamento di almeno il 20 % (in valore relativo) di una delle principali frazioni della dimensione particellare può essere considerata come diagnostica per una discontinuità litologica. Tuttavia, si dovrebbe considerare soltanto se è localizzata nella sezione del profilo dove si verifica l'incremento di argilla e se vi è evidenza che lo strato sovrastante aveva una tessitura più grossolana.

Sebbene questo sia un modo semplificato di considerare le discontinuità litologiche, con i dati comunemente disponibili non può essere fatto molto di più. D'altra parte, le discontinuità nella dimensione particellare sono di principale interesse per l'orizzonte argico e

¹⁵ Cioè rispetto alle due linee graduate incrociate presenti nell'obiettivo del microscopio (ndt).

¹⁶ Argilla fine: < 0,2μ

mostreranno se i materiali sovrastanti sono molto differenti e più grossolani, anche senza considerare le perdite di argilla dovute all' eluviazione o ad altri processi.

Relazioni con alcune altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti argici sono normalmente associati con e situati al di sotto degli orizzonti eluviali, per esempio, orizzonti dai quali l'argilla e il ferro sono stati rimossi. Sebbene inizialmente formati come orizzonti sottosuperficiali, gli orizzonti argici possono riscontrarsi in superficie come risultato dell'erosione o della rimozione degli orizzonti sovrastanti.

Alcuni orizzonti con incremento di argilla possono presentare le proprietà che caratterizzano l'orizzonte *ferralico* per esempio una bassa CEC ed ECEC (CEC effettiva), un basso contenuto di argilla disperdibile in acqua e un basso contenuto di minerali alterabili, tutto entro una profondità di 50 centimetri. In tali casi, per gli scopi della classificazione, un orizzonte ferralico ha la preferenza su di un orizzonte argico. Tuttavia, prevale l'orizzonte argico, se sovrasta un orizzonte ferralico e ha, nella prima parte entro una profondità di 30 centimetri, il 10 % o più di argilla disperdibile in acqua, a meno che i materiali del suolo non abbiano proprietà *geriche* o più dello 1,4 % di carbonio organico.

Gli orizzonti argici mancano anche della struttura e delle caratteristiche di saturazione in sodio dell'orizzonte *natrico*.

CALCIC HORIZON (“orizzonte calcico”)

Descrizione generale. L'orizzonte calcico (dal latino **calx**, calcare) è un orizzonte in cui si è accumulato carbonato di calcio secondario (CaCO_3) sia in **forma diffusa** (carbonato di calcio presente solo in forma di particelle fini di 1 millimetro o meno, disperse nella matrice) o come **concentrazioni discontinue** (pseudomiceli, cutans, noduli soffici e duri, o venature). L'accumulo può avvenire nel substrato, o negli orizzonti sottosuperficiali, ma può anche riscontrarsi negli orizzonti di superficie come risultato dell'erosione. Se l'accumulo di carbonati soffici diventa tale che tutta o la gran parte delle strutture litologiche e/o pedologiche scompaiono, e prevalgono **concentrazioni continue** di carbonato di calcio, l'orizzonte viene definito orizzonte ipercalcico (dal greco *hyper*, molto e dal latino *calxis* calcare).

Criteri diagnostici. Un orizzonte calcico deve avere:

3. contenuto di carbonato di calcio equivalente nella frazione della terra fine, del 15 % o più (per gli orizzonti ipercalcici più del 50 % di carbonato di calcio equivalente nella frazione della terra fine); e
4. spessore di almeno 15 centimetri, anche per l'orizzonte ipercalcico.

Identificazione in campo. La presenza di carbonato di calcio può essere identificata in campo usando una soluzione di HCl al 10 %. Il grado di effervescenza (solamente udibile, visibile come bolle individuali, o formanti schiuma) è una indicazione della quantità di carbonato presente. Questo test è importante solo se sono presenti distribuzioni diffuse.

Altre indicazioni per la presenza di un orizzonte calcico o ipercalcico sono:

3. colori del suolo che sono più o meno bianchi, da rosastri a rossastri, o grigi; e

4. una bassa porosità (la porosità inter-aggregato nell'orizzonte (iper)calcico è di solito inferiore di quella dell'orizzonte immediatamente sovrastante e possibilmente anche inferiore di quella dell'orizzonte direttamente sottostante).

Il contenuto in carbonato di calcio può diminuire con la profondità, ma spesso questo è difficile da stabilire, particolarmente se l'orizzonte calcico si rinviene nel subsoil più profondo. Accumulo di carbonato secondario è quindi sufficiente per diagnosticare un orizzonte (iper)calcico.

Caratteristiche aggiuntive. La determinazione della quantità di carbonato di calcio (in peso) e dei cambiamenti entro il profilo del suolo del contenuto in carbonato di calcio, sono i principali criteri analitici per stabilire la presenza di un orizzonte calcico. La determinazione del pH (H₂O) consente di distinguere fra gli accumuli con un carattere basico ('calcico'; pH 8,0 – 8,7) dovuti alla presenza dominante di CaCO₃ e quelli con un carattere ultrabasico (non-calcici; pH > 8,7) a causa della presenza di MgCO₃ e di Na₂CO₃.

Inoltre, le analisi microscopiche delle sezioni sottili, possono rivelare la presenza di forme di dissoluzione negli orizzonti sopra o sotto un orizzonte calcico, evidenza di epigenesi di silicati (sostituzione isomorfa di quarzo con la calcite), o la presenza di altre strutture di accumulo di carbonato di calcio, mentre l'analisi mineralogica dell'argilla degli orizzonti calcici, spesso mostra che le caratteristiche dell'argilla sono quelle di un ambiente confinato, come montmorillonite, attapulgite e sepiolite.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Quando gli orizzonti hypercalcici divengono induriti, si verifica una transizione verso l'orizzonte *petrocalcico*, che può avere un aspetto massivo oppure struttura lamellare.

Nelle regioni aride e in presenza di soluzioni del suolo o di falda solfatiche, gli orizzonti calcici si presentano associati con gli orizzonti *gypsi*. Gli orizzonti calcici e gypsi di solito occupano posizioni differenti nel profilo del suolo in virtù della differenza nella solubilità del carbonato di calcio e del gesso, e normalmente possono essere distinti chiaramente uno dall'altro dalle differenze nella morfologia. I cristalli di gesso tendono ad avere forma di aghi, spesso visibili anche ad occhio nudo, mentre i cristalli di carbonato di calcio pedogenetici, hanno dimensione molto più fine.

CAMBIC HORIZON (“orizzonte cambico”)

Descrizione generale. L'orizzonte cambico (dal latino *cambiare*, cambiare) è un orizzonte sottosuperficiale che, rispetto agli orizzonti sottostanti, mostra evidenza di alterazione. Manca del gruppo di proprietà diagnostiche per un orizzonte *ferralico*, *argico*, *natrico* o *spodico* e dei colori scuri, del contenuto di materia organica e della struttura di un orizzonte *histico*, *folico*, *mollico* o *umbrico*.

Criteri diagnostici. Un orizzonte cambico deve avere:

7. tessitura nella frazione della terra fine franco sabbiosa o più fine; e
8. struttura del suolo che è almeno moderatamente sviluppata o la struttura della roccia autoctona è assente in almeno metà del volume dell'orizzonte; e
9. evidenza di alterazione in una o più delle seguenti forme:

- d. chroma più forte, hue più rosso, o contenuto di argilla più alto rispetto all'orizzonte sottostante; **o**
 - e. evidenza di rimozione dei carbonati. Un orizzonte cambico ha sempre meno carbonati rispetto ad un orizzonte sottostante con accumulo di carbonato di calcio. Tuttavia, non tutti i carbonati primari devono essere lisciviati da un orizzonte perché esso possa qualificarsi come cambico. Se tutti i frammenti grossolani nell'orizzonte sottostante sono completamente rivestiti con carbonato, alcuni di questi frammenti nell'orizzonte cambico sono parzialmente liberi da rivestimenti. Se i frammenti grossolani nell'orizzonte che mostra accumulo di carbonato di calcio sono rivestiti solo sulla superficie inferiore, quelli nell'orizzonte cambico dovrebbero essere liberi di rivestimenti; **oppure**
 - f. se i carbonati sono assenti nel materiale di origine e nel pulviscolo che cade sul suolo, la richiesta evidenza di alterazione viene soddisfatta dalla presenza di struttura del suolo e dalla assenza di struttura della roccia; **e**
10. non hanno consistenza friabile (allo stato umido) tipica dell'**orizzonte fragico**; **e**
11. **o** una capacità di scambio cationico (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1M$) maggiore di $16 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ di argilla;
o una capacità di scambio cationico effettiva (somma delle basi di scambio più acidità di scambio in $\text{KCl } 1M$) minore di $12 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ di argilla;
o un contenuto del 10 % o più di minerali alterabili nella frazione 50-200 μm ¹⁷.
12. spessore di almeno 15 centimetri e base ad almeno 25 cm al di sotto della superficie del suolo.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Il gruppo di requisiti concernenti la capacità di scambio cationico/la capacità di scambio cationico effettiva/i minerali alterabili, consentono di mantenere distinto l'orizzonte *cambico* dall'orizzonte *ferralico*.

CHERNIC HORIZON (“orizzonte cernico”)

Descrizione generale. L'orizzonte cernico (dal Russo *chern*, nero) è un tipo speciale di orizzonte *mollico*. È un orizzonte di superficie nerastro, profondo, ben strutturato, con un'alta saturazione in basi, un alto contenuto di materia organica ed un'alta attività biologica.

Criteri diagnostici. Un orizzonte cernico deve avere:

- 7. struttura del suolo granulare o poliedrica sub angolare fine; **e**
- 8. campioni sia rotti che sbriciolati con un chroma Munsell inferiore a 2.0 se umido, un value più scuro di 2.0 se umido e di 3.0 se asciutto. Se vi è più del 40 % di carbonato finemente suddiviso, o se la tessitura dell'orizzonte è sabbioso franca o più grossolana, i limiti del value allo stato asciutto non si considerano; il value, allo stato umido, dovrebbe essere di 3 o meno. Il value dev'essere almeno di una unità più scuro di quello del C^{18} (sia allo stato asciutto che umido), a meno che il suolo non derivi da substrato di colore scuro, nel qual caso il requisito del contrasto di colore, è variabile. Se non è presente un orizzonte C, i raffronti dovrebbero essere fatti con l'orizzonte immediatamente al di sotto

¹⁷ Invece dell'analisi del contenuto dei minerali alterabili, questo requisito può essere sostituito dall'analisi delle riserve in basi totali (TRB = total reserve bases = Ca, Mg, K e Na di scambio più minerali). Un valore di TRB di $25 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ si correla bene con una quantità del 10 % di minerali alterabili nella frazione 50-200 μm .

¹⁸ Qui ci si riferisce alla nomenclatura degli orizzonti principali usata nelle Guidelines for Soil Profile Description della FAO (1990); vedi Appendice 1).

- dell'orizzonte di superficie. I succitati requisiti di colore si applicano ai primi 15 centimetri dell'orizzonte chernico, o immediatamente al di sotto di ogni strato lavorato; e
9. il 50 % o più (in volume) dell'orizzonte consiste di buchi di lombrichi, escrementi di lombrichi e canali di animali riempiti; e
 10. un contenuto in carbonio organico di almeno 1,5 % (2,5 % di materia organica) per tutto lo spessore del suolo mescolato. Il contenuto di carbonio organico è almeno del 6 % se i requisiti di colore non si considerano a causa del calcare finemente suddiviso, o dell'1,5 % in più dell'orizzonte C se i requisiti di colore non si considerano a causa del colore scuro del substrato; e
 11. una saturazione in basi (con $\text{NH}_4\text{OAc } 1M$) dell'80 % o più; e
 12. spessore di almeno 35 centimetri. La misura dello spessore di un orizzonte chernico include gli orizzonti di transizione in cui dominano le caratteristiche dell'orizzonte di superficie - per esempio, AB, AE, AC.

Identificazione in campo. L'orizzonte chernico può essere identificato dal suo colore nerastro, determinato dall'accumulo di materia organica, dalla struttura ben sviluppata (di solito grumosa), dall'alta attività biologica, principalmente vermi e altri animali scavatori e dal suo spessore.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Il carattere speciale dell'orizzonte chernico nei confronti dell'orizzonte *mollico* è espresso dal suo più alto contenuto di carbonio organico, dal requisito di colori più scuri, dall'alto contributo biologico alla struttura del suolo, e dalla sua maggiore profondità minima. Il limite superiore del contenuto di carbonio organico è del 12 % (20 % di materia organica) che è il limite inferiore dell'orizzonte *histico* o il 20 %, il limite inferiore per un orizzonte *folico*.

CRYIC HORIZON (“orizzonte cryico”)

Descrizione generale. L'orizzonte cryico (dal greco *kryos*, freddo, ghiaccio) è un orizzonte del suolo perennemente gelato entro materiali del suolo *minerali* o *organici*.

Criteri diagnostici. Un orizzonte cryico deve avere:

1. temperatura del suolo di, o inferiore a 0 °C per due o più anni consecutivi; e
2. a. in presenza di sufficiente acqua interstiziale del suolo, evidenza di crioturbazione, rigonfiamenti da gelo, selezione criogenica, crepacciamento termico o segregazione di ghiaccio; o
b. in assenza di sufficiente umidità interstiziale del suolo, evidenza di contrazione termica del materiale gelato del suolo ; e
3. macrostrutture lamellari o poliedriche che derivano dallo sviluppo di vene di ghiaccio, e microstrutture orbicolari, conglomeratiche e a bande che derivano dalla selezione di materiali del suolo grossolani.

Identificazione in campo. Se vi è umidità del suolo, gli orizzonti cryici mostrano evidenza di segregazione perenne di ghiaccio e/o di processi criogenici (materiali del suolo mescolati, orizzonti del suolo frammentati, convoluzioni (aspetti simil-vorticosi negli orizzonti del suolo), intrusioni di materiale organico, rigonfiamenti da gelo, separazione di materiali grossolani del suolo dai fini, crepacciate, caratteristici modelli superficiali, come *hummock* terrosi, collinette di gelo, cerchi, reticoli e poligoni di pietre).

Se è presente un'insufficiente quantità di acqua interstiziale del suolo, gli orizzonti cryici sono secchi ma, presentano caratteri di contrazione termica, sebbene più debolmente sviluppati di quelli degli orizzonti cryici con un più alto contenuto di umidità.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti cryici possono presentare caratteristiche degli orizzonti *histico*, *andico* o *spodico*, e possono rinvenirsi in associazione con gli orizzonti *salico*, *calcico*, *mollico*, *umbrico* o *ochrico*. Nelle regioni freddo aride, in associazione con gli orizzonti cryici, possono trovarsi orizzonti *yermici*.

DURIC HORIZON (“orizzonte durico”)

Descrizione generale. L'orizzonte durico (dal latino *durum*, duro) è un orizzonte sottosuperficiale che mostra noduli debolmente cementati o induriti, cementati con silice (SiO₂), presumibilmente in forma di opale e forme micro-cristalline di silice (“durinodi”).

Criteri diagnostici. Un orizzonte durico deve:

1. avere il 10 % o più (in volume) di durinodi con le seguenti proprietà:
 - a. non si disgregano in acido cloridrico concentrato (HCl) ma si disgregano in idrossido di potassio concentrato caldo dopo trattamento con HCl; e
 - b. sono tenaci o molto tenaci e friabili quando sono umidi, sia prima sia dopo il trattamento con acido; e
 - c. hanno un diametro di 1 cm o più; e
2. avere uno spessore di 10 cm o più.

Caratteristiche aggiuntive. I durinodi allo stato secco non si disgregano apprezzabilmente in acqua ma, un'immersione prolungata in acqua può dare origine a schegge formate da lamelle molto sottili e ad una certa disgregazione. In sezione trasversale, gran parte dei durinodi sono grossolanamente concentrici e, all'osservazione con una lente di ingrandimento, possono essere visibili vene concentriche di opale.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Nelle regioni aride gli orizzonti durici si rinvencono in associazione con gli orizzonti *gypsi*, *petrogypsi*, *calcici* e *petrocalcici*. Nei climi più umidi l'orizzonte durico può gradare in un orizzonte *fragico*.

FERRALIC HORIZON (“orizzonte ferralico”)

Descrizione generale. L'orizzonte ferralico (dal latino *ferrum*, ferro e *alumen*, allume) è un orizzonte sottosuperficiale che deriva da una lunga ed intensa alterazione, in cui la frazione argillosa è dominata da argille a bassa attività e le frazioni limosa e sabbiosa, da minerali altamente resistenti, come ossidi di ferro, alluminio, manganese e titanio.

Criteri diagnostici. Un orizzonte ferralico deve avere:

1. una dimensione particellare franco sabbiosa o più fine e meno del 90 % (in peso) di ciottoli, pietre o concrezioni petroplintiche (ferro-manganese); e
2. una capacità di scambio cationico (con NH₄OAc 1M) di 16 cmol_c Kg⁻¹ di argilla o meno e una capacità di scambio cationico effettiva (somma delle basi di scambio più acidità di scambio in KCl 1M) inferiore a 12 cmol_c Kg⁻¹ di argilla; e

3. meno del 10 % di argilla disperdibile in acqua, salvo che il materiale del suolo non abbia proprietà *geriche* o più dell'1,4 % di carbonio organico; e
4. meno del 10 % di minerali alterabili nella frazione 50-200 mm; e
5. nessuna caratteristica diagnostica per l'orizzonte *andico*; e
6. spessore di almeno 30 cm.

Identificazione in campo. Gli orizzonti ferralici sono associati con superfici geomorfologiche vecchie e stabili. A prima vista, le macrostrutture sembrano essere generalmente da moderate a deboli. Tuttavia, gli orizzonti ferralici tipici, hanno una forte microaggregazione ('pseudosabbia'). La consistenza è solitamente friabile, e dà la sensazione come se "il materiale del suolo scorresse come farina fra le dita". Campioni di orizzonti ferralici sono di solito relativamente leggeri, a causa della bassa densità apparente. Indicativa di un'alta porosità, è il suono di vuoto che molti orizzonti ferralici producono quando sono picchiettati con le dita.

Generalmente mancano caratteri di illuviazione e di stress, come rivestimenti di argilla e facce di pressione, sebbene, nella parte bassa dell'orizzonte, possono riscontrarsi alcune pellicole di illuviazione. I limiti di un orizzonte ferralico sono normalmente diffusi e può essere rilevata poca differenziazione nel colore o della distribuzione della dimensione particellare. Ha una tessitura che è franco sabbiosa o più fine nella frazione della terra fine e ha meno del 90 % (in peso) di ciottoli, pietre o di concrezioni petroplintiche.

Caratteristiche aggiuntive. Come alternativa al requisito dei minerali alterabili, può essere indicativa una riserva totale di basi (TRB = Ca, Mg, K e Na di scambio più minerali) inferiore a 25 cmol_c Kg⁻¹.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti ferralici possono incontrare i requisiti di incremento in argilla che caratterizzano l'orizzonte *argico*. Se i primi 30 cm dell'orizzonte con incremento in argilla, contiene il 10 % o più di argilla disperdibile in acqua, per gli scopi della classificazione ha la preferenza un orizzonte argico rispetto ad un orizzonte ferralico, a meno che il materiale del suolo non abbia proprietà *geriche* o più dell'1,4 % di carbonio organico.

Le quantità di Fe, Al e Si (Al_{ox}, Fe_{ox}, Si_{ox}) estraibili in ammonio ossalato acido (pH 3) negli orizzonti ferralici sono molto basse, ciò consente di separarli dagli orizzonti *andico* e *nitico*. Gli orizzonti andici hanno Al_{ox} + ½Fe_{ox} almeno > 0,4 (in presenza di più del 10 % di particelle di vetro vulcanico nella frazione della terra fine) e gli orizzonti nitici hanno una significativa quantità di ossidi di ferro attivi: più dello 0,2 % di ferro estraibile in ossalato acido (pH 3) dalla frazione della terra fine che, inoltre, ha più del 5 % di ferro estraibile in citrato-ditionito.

Il limite con l'orizzonte *cambico* è dato dai requisiti capacità di scambio/capacità di scambio effettiva/minerali alterabili. Alcuni orizzonti cambici hanno una bassa capacità di scambio cationico; tuttavia, la quantità di minerali alterabili (o, in alternativa, la riserva totale in basi) è troppo elevata per un orizzonte ferralico. Tali orizzonti rappresentano uno stato di alterazione avanzato e costituiscono la forma di transizione fra l'orizzonte cambico e l'orizzonte ferralico.

FERRIC HORIZON (“orizzonte ferrico”)

Descrizione generale. L’orizzonte ferrico (dal latino *ferrum*, ferro) è un orizzonte in cui la segregazione di ferro è stata tale da formare ampie screziature o concrezioni e la matrice fra le screziature/fra le concrezioni, è notevolmente impoverita in ferro. Generalmente, tale segregazione conduce ad una scarsa aggregazione delle particelle del suolo nelle aree impoverite in ferro e ad una compattazione dell’orizzonte.

Criteri diagnostici. Un orizzonte ferrico deve avere:

1. molte screziature grossolane (più del 15 % dell’area superficiale esposta) con hue più rossi di 7.5 YR o chroma maggiori di 5, o entrambi; **oppure**
2. noduli discreti, fino a 2 cm in diametro, con la parte esterna arricchita e debolmente cementata o indurita con ferro e avente hue più rossi o chroma più forti dell’interno; **e**
3. spessore di almeno 15 cm.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Se la quantità di noduli raggiunge il 10 % o più (in volume) e, per esposizione a ripetuto inumidimento ed essiccamento con libero accesso di ossigeno, i noduli si induriscono irreversibilmente a formare un hardpan o aggregati irregolari, l’orizzonte è considerato un orizzonte *plintico*. Quindi, gli orizzonti ferrici possono, nelle regioni tropicali o subtropicali, gradare lateralmente in un orizzonte plintico. La transizione fra i due, spesso non è molto chiara.

FOLIC HORIZON (“orizzonte folico”)

Descrizione generale. L’orizzonte folico (dal Latino *folium*, foglia) è un orizzonte di superficie, o un orizzonte sottosuperficiale presente a scarsa profondità, che risulta formato da materiali organici del suolo ben aerati.

Criteri diagnostici. Un orizzonte folico deve avere:

1. più del 20 % (in peso) di carbonio organico (35 % di materia organica); **e**
2. saturazione idrica per meno di un mese nella maggior parte degli anni; **e**
3. spessore maggiore di 10 cm. Se un orizzonte folico è spesso meno di 20 cm, i primi 20 cm del suolo, dopo essere stati mescolati, devono contenere il 20 % o più di carbonio organico.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti *histici* hanno caratteristiche simili all’orizzonte folico; Tuttavia, questi sono saturi con acqua per uno o più mesi nella maggior parte degli anni. Inoltre, la composizione dell’orizzonte histico, è generalmente diversa da quella dell’orizzonte folico, poiché la copertura vegetale spesso è differente.

FRAGIC HORIZON (“orizzonte fragico”)

Descrizione generale. L’orizzonte fragico (dal latino *fragilis*, *frangere*, rompere) è un orizzonte sottosuperficiale naturale, non cementato, con un modello di pedalità e di porosità tale che le radici e l’acqua di percolazione penetrano il suolo solo lungo le facce interpedali e le fessure. Il carattere naturale esclude pan di lavorazione e pan derivanti da traffico agricolo.

Criteri diagnostici. Un orizzonte fragico deve avere:

1. una più alta densità apparente rispetto agli orizzonti soprastanti; **e**
2. meno dello 0,5 % di carbonio organico; **e**
3. resistenza alla penetrazione, alla capacità di campo, maggiore di 50 kN m⁻²; **e**
4. disgregazione o fratturazione di una zolla secca all'aria entro 10 minuti dopo che è stata posta in acqua; **e**
5. nessuna cementazione dopo ripetuto inumidimento ed essiccamento; **e**
6. spessore di almeno 25 centimetri.

Identificazione in campo. Un orizzonte fragico ha una struttura prismatica e/o poliedrica. La parte interna dei peds può avere una porosità totale relativamente alta, compresi i pori più grandi di 200 millimetri, ma per effetto di un bordo esterno dei ped denso, non esiste alcuna continuità fra i pori all'interno dei ped e i pori posti fra i ped e le fessure. L'orizzonte fragico non è interessato da una intensa attività di escavazione della fauna, tranne che occasionalmente lungo le fessure fra i peds. Come risultato di questo "sistema a scatola chiusa", più del 90 % del volume del suolo, non può essere esplorato dal sistema radicale ed è isolato dall'acqua di percolazione. Una stima o misura di questo volume del suolo può essere compiuta solo combinando le sezioni verticali ed orizzontali dell'orizzonte fragico.

L'interfaccia del ped o la fessura può avere colore e caratteristiche mineralogiche e chimiche di un orizzonte eluviale o *albico*, oppure soddisfare i requisiti delle penetrazioni albeluviche. In presenza di una falda fluttuante, questa parte del suolo si impoverisce di ferro e manganese. Dal momento che l'aria rimane intrappolata all'interno dei peds, si osserva un concomitante accumulo di ferro a livello della superficie del ped e accumuli di manganese si verificano più all'interno nei peds (*configurazione di colore stagnica*).

Gli orizzonti fragici, sono comunemente franchi ma, non si escludono tessiture sabbioso franche e argillose. Nell'ultimo caso la mineralogia delle argille è prevalentemente caolinica.

Le zolle asciutte sono da dure ad estremamente dure, le zolle umide sono da resistenti ad estremamente resistenti e la consistenza umida può essere "fragile"¹⁹. Un ped o una zolla che deriva da un orizzonte fragico tende a rompersi improvvisamente piuttosto che a sottostare ad una lenta deformazione quando viene applicata una pressione.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Un orizzonte fragico può stare sotto, sebbene non necessariamente a diretto contatto con un orizzonte *albico*, *cambico*, *spodico*, o *argico* a meno che il suolo non sia stato troncato. Può essere parzialmente o completamente sormontato con un orizzonte argico. Nelle regioni asciutte, gli orizzonti fragici possono lateralmente gradare in orizzonti (*petro-*) *durici*. Inoltre gli orizzonti fragici possono avere proprietà *stagniche*.

FULVIC HORIZON ("orizzonte fulvico")

Descrizione generale. L'orizzonte fulvico (dal latino *fulvus*, giallo scuro) è un'orizzonte di superficie o prossimo alla superficie, spesso, nero, che solitamente è associato con minerali a

¹⁹ La consistenza "fragile" dell'orizzonte è quindi un particolare comportamento del campione umido premuto dalle dita. Questo, dopo aver esercitato una notevole resistenza, tende a rompersi improvvisamente sminuzzandosi, piuttosto che a deformarsi e poi rompersi lungo linee preferenziali (ndt).

basso ordine cristallino (di solito allofane) o con complessi organo-alluminio. Ha una bassa densità apparente e contiene un'elevata quantità di materia organica.

Criteri diagnostici. Un orizzonte fulvico deve avere:

1. proprietà caratteristiche per gli orizzonti *andici* in tutto il suo spessore; **e**
2. un colore value del Munsell (umido) e un chroma di 2 o meno; **e**
3. un indice melanico²⁰ maggiore di 1,7 in tutto il suo spessore; **e**
4. una media ponderata di carbonio organico del 6 % o più, e il 4 % o più di carbonio organico in tutte le parti; **e**
5. uno spessore cumulativo almeno di 30 centimetri con, all'interno, meno di 10 centimetri di materiali "non fulvici".

Identificazione in campo. L'intenso colore scuro, il suo spessore, così come la consueta associazione con depositi piroclastici rende l'orizzonte fulvico facilmente riconoscibile in campo. Tuttavia, l'orizzonte fulvico può essere distinto dall'orizzonte *melanico* solo dopo avere eseguito le analisi di laboratorio.

GYPSIC HORIZON ("orizzonte gypico")

Descrizione generale. Un orizzonte gypico (dal latino *gypsum*, gesso) è un orizzonte non cementato, contenente accumuli secondari di gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) in varie forme.

Criteri diagnostici. Un orizzonte gypico deve avere:

1. il 15 % o più di gesso; se l'orizzonte contiene il 60 % o più di gesso diviene un orizzonte *ipergypico* (dal greco *hyper*, molto, e dal latino *gypsum*, gesso). La percentuale di gesso è calcolata tramite il prodotto del contenuto in gesso, espresso come $\text{cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ di suolo per il peso equivalente del gesso (86) espresso in percentuale; **e**
2. uno spessore di almeno 15 centimetri, anche degli orizzonti ipergypici.

Identificazione in campo. Il gesso si può trovare in forma di pseudomiceli, come cristalli di dimensione grossolana (individuali, a grappoli, barbe o rivestimenti o come raggruppamenti allungati di cristalli fibrosi) o come accumuli polverulenti compatti. Quest'ultima forma conferisce all'orizzonte gypico una struttura massiva ed una tessitura sabbiosa. La distinzione fra gli accumuli polverulenti compatti e gli altri, è importante in termini di potenzialità del suolo.

Gli orizzonti gypici possono essere associati con orizzonti calcici ma, si rinvencono sempre in posizioni separate entro il profilo del suolo, in virtù della più alta solubilità del gesso rispetto al calcare.

Caratteristiche aggiuntive. La determinazione della quantità di gesso nel suolo per verificare il contenuto richiesto e l'incremento, così come l'analisi di sezioni sottili, sono utili per stabilire la presenza di un orizzonte gypico e la distribuzione del gesso nella massa del suolo.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Quando gli orizzonti ipergypici divengono induriti, si verifica una transizione verso un orizzonte *petrogypico*, che può avere una espressione con struttura massiva o lamellare.

²⁰ Vedi Honna *et al.*, (1988)

Nelle regioni aride gli orizzonti gypsiaci sono associati con gli orizzonti *calcici* o *salici*. Gli orizzonti calcici e gypsiaci occupano di solito posizioni distinte nel profilo del suolo, poiché la solubilità del carbonato di calcio è diversa da quella del gesso. Essi normalmente possono essere chiaramente distinti l'uno dall'altro dalla morfologia (vedi orizzonte calcico). Anche gli orizzonti salici e gypsiaci occupano posizioni differenti per le stesse ragioni.

HISTIC HORIZON (“orizzonte histico”)

Descrizione generale. L’orizzonte histico (dal greco *histos*, tessuto) è un orizzonte di superficie, o un orizzonte sottosuperficiale che si rinviene a debole profondità, che consiste di materiali *organici* del suolo scarsamente aerati.

Criteri diagnostici. Un orizzonte histico deve avere:

1. **o** - il 18 % o più (in peso) di carbonio organico (il 30 % di materia organica), se la frazione minerale comprende il 60 % o più di argilla;
o - il 12 % o più (in peso) di carbonio organico (il 20 % di materia organica), se la frazione minerale non ha argilla;
o - un limite proporzionale più basso di contenuto di carbonio organico compreso fra il 12 e il 18 % se il contenuto di argilla della frazione minerale è compreso fra 0 e il 60 %. Se nei materiali sono presenti caratteristiche per l'orizzonte *andico*, il contenuto di carbonio organico deve essere maggiore del 20 % (il 35 % di materia organica); **e**
2. saturazione con acqua per almeno un mese nella maggior parte degli anni (a meno che non sia artificialmente drenato); **e**
3. spessore di 10 cm o più. Un orizzonte histico spesso meno di 20 centimetri deve avere il 12 % o più di carbonio organico quando viene miscelato fino ad una profondità di 20 centimetri.

ORIZZONTE HYDRAGRICO (vedi orizzonte Anthropedogenico)

ORIZZONTE HORTICO (vedi orizzonte Anthropedogenico)

ORIZZONTE IRRAGRICO (vedi orizzonte Anthropedogenico)

MELANIC HORIZON (“orizzonte melanico”)

Descrizione generale. L’orizzonte melanico (dal greco *melanos*, nero) è un orizzonte nero, spesso, posto in superficie o prossimo alla superficie, che di solito è associato con minerali a basso ordine cristallino (di solito allofane) o con complessi organo-alluminio. Ha una bassa densità apparente e contiene un’elevata quantità di materia organica di un tipo che si ritiene derivi da notevoli quantità di residui radicali forniti da una vegetazione di graminacee.

Criteri diagnostici. Un orizzonte melanico deve avere:

1. proprietà e caratteristiche degli orizzonti *andici* per tutto il suo spessore; **e**
2. un colore value Munsell (umido) e un chroma di 2 o meno; **e**
3. un indice melanico²¹ di 1,70 o meno per tutto il suo spessore; **e**

²¹ Vedi Honna *et al.*, (1988)

4. una media ponderata del 6 % o più di carbonio organico, e il 4 % o più di carbonio organico in tutte le parti; **e**
5. spessore cumulativo di almeno 30 centimetri con, all'interno, meno di dieci centimetri di materiale "non-melanico".

Identificazione in campo. L'intenso colore scuro, il suo spessore, così come la sua solita associazione con depositi piroclastici, rende l'orizzonte melanico facilmente riconoscibile in campo. La relazione con la vegetazione erbacea può essere stabilita solo in condizioni naturali, altrimenti può essere desunta da notizie storiche. Tuttavia, possono essere necessarie analisi di laboratorio per determinare il tipo di materia organica e per identificare, senza possibilità di errore, l'orizzonte melanico.

MOLLIC HORIZON ("orizzonte mollico")

Descrizione generale. L'orizzonte mollico (dal latino *mollis*, soffice) è un orizzonte di superficie di colore scuro, ben strutturato con un'alta saturazione in basi ed un contenuto di materia organica da moderato ad alto.

Criteri diagnostici. Un orizzonte mollico deve avere:

1. struttura del suolo sufficientemente forte tale che l'orizzonte non sia massivo e duro o molto duro quando è asciutto. Prismi molto grossolani (prismi più grandi di 30 cm in diametro) sono inclusi nel significato di massivo se non vi è alcuna struttura secondaria entro i prismi; **e**
2. i campioni sia rotti che sbriciolati hanno un chroma Munsell inferiore a 3.5 se umido, un value più scuro di 3.5 se umido e di 5.5 se asciutto. Se vi è più del 40 % di calcare finemente suddiviso, i limiti di colore per il value asciutto non si considerano; il colore value, allo stato umido, dovrebbe essere di 5 o meno. Il colore value deve essere almeno di 1 unità più scuro di quello dell'orizzonte C (sia umido che asciutto), a meno che il suolo non derivi da un substrato di colore scuro, in questo caso i requisiti di contrasto di colore non si considerano. Se non è presente un orizzonte C, il paragone dovrebbe essere fatto con l'orizzonte immediatamente sottostante all'orizzonte di superficie; **e**
3. un contenuto in carbonio organico di 0,6 % (1 % di materia organica) o più per tutto lo spessore dell'orizzonte miscelato. Il contenuto di carbonio organico è almeno del 2,5 % se i requisiti di colore non si considerano a causa del calcare finemente suddiviso, o dello 0,6 % in più rispetto all'orizzonte C se i requisiti di colore non si considerano in virtù di un substrato di colore scuro; **e**
4. una saturazione in basi del 50 % o più (con NH₄OAc 1M) come media ponderata per tutto lo spessore dell'orizzonte; **e**
5. i seguenti spessori:
 - a. 10 cm o più se rimane direttamente su roccia dura, un orizzonte *petrocalcico*, *petrodurico* o *petrogypico* o sovrasta un orizzonte *cryico*; **oppure**
 - b. almeno 20 cm e più di un terzo dello spessore del solum, ove il solum è spesso meno di 75 cm; **oppure**
 - c. più di 25 cm ove il solum è spesso più di 75 centimetri.

Le misure dello spessore di un orizzonte mollico includono gli orizzonti di transizione in cui sono dominanti le caratteristiche dell'orizzonte di superficie - per esempio, AB, AE o AC.

I requisiti per un orizzonte mollico devono essere soddisfatti dopo che i primi 20 centimetri sono stati rimescolati, come avviene nell'aratura.

Identificazione in campo. Un orizzonte mollico può essere facilmente identificato dal suo colore scuro, determinato dall'accumulo di materia organica, da una struttura ben sviluppata (di solito una struttura granulare o poliedrica sub-angolare fine), una indicazione di un'alta saturazione in basi e dal suo spessore.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. La saturazione in basi del 50 % separa l'orizzonte mollico dall'orizzonte *umbrico* che è per tutti gli altri versi simile. Il limite superiore del contenuto di carbonio organico varia dal 12 % (il 20 % di materia organica) al 18 % di carbonio organico (30 % di materia organica) che è il limite più basso per l'orizzonte *histico*, o il 20 %, il limite più basso per un orizzonte *folico*.

Un tipo speciale di orizzonte mollico è l'orizzonte *chernico*. Esso ha un più alto contenuto in carbonio organico (1,5 % o più) una struttura specifica (granulare o poliedrica subangolare fine) un colore molto scuro nella sua parte superiore, una attività biologica notevole e uno spessore minimo di 35 centimetri.

I limiti con gli orizzonti con alta saturazione in basi, *fulvico* e *melanico*, sono determinati dalla combinazione dell'intenso colore scuro, dell'alto contenuto in carbonio organico, dello spessore e delle caratteristiche associate con gli orizzonti andici in questi due orizzonti. Per il resto, gli orizzonti mollici si rinvengono frequentemente in associazione con gli orizzonti *andici*.

NATRIC HORIZON (“orizzonte natrico“)

Descrizione generale. L'orizzonte natrico (dal latino *natrium*, sodio) è un denso orizzonte sottosuperficiale con un contenuto in argilla più alto rispetto all'orizzonte(i) sovrastante(i). L'incremento nel contenuto in argilla fra l'orizzonte natrico e l'orizzonte sovrastante, deve incontrare gli stessi requisiti dell'orizzonte *argico*. Inoltre, ha un alto contenuto in sodio e/o magnesio di scambio.

Criteri diagnostici. Un orizzonte natrico deve avere:

1. tessitura franco sabbiosa o più fine e almeno l'8 % di argilla nella frazione della terra fine; **e**
2. più argilla totale rispetto ad un orizzonte sovrastante a tessitura più grossolana (esclusivo delle differenze che derivano solamente da una discontinuità litologica) tale che:
 - a. se l'orizzonte sovrastante ha meno del 15 % di argilla totale nella frazione della terra fine, l'orizzonte natrico deve contenere almeno il 3 % in più di argilla; **o**
 - b. se l'orizzonte sovrastante ha il 15 % o più e meno del 40 % di argilla totale nella frazione della terra fine, il rapporto della argilla nell'orizzonte natrico con quello dell'orizzonte sovrastante dev'essere di 1,2 o più; **o**
 - c. se l'orizzonte sovrastante ha il 40 % o più di argilla totale nella frazione della terra fine, l'orizzonte natrico deve contenere almeno l'8 % o più di argilla; **e**

3. un incremento nel contenuto in argilla entro una distanza verticale di 30 centimetri se si è formato un orizzonte natrico per illuviazione di argilla. In ogni altro caso l'incremento nel contenuto in argilla fra l'orizzonte sovrastante e l'orizzonte natrico deve essere raggiunto entro una distanza verticale di 15 centimetri; e
4. la struttura della roccia è assente in almeno metà del volume dell'orizzonte; e
5. una struttura colonnare o prismatica in qualche parte dell'orizzonte, o una struttura poliedrica con lingue di un orizzonte eluviale in cui vi sono grani di limo o sabbia non rivestiti, che si estende per più di 2,5 centimetri entro l'orizzonte; e
6. una percentuale di sodio di scambio (ESP²²) maggiore di 15 entro i primi 40 cm, o quantità maggiori di magnesio più sodio scambiabili rispetto al calcio più l'acidità di scambio (a pH 8,2) entro la stessa profondità se la saturazione con sodio di scambio è maggiore del 15 % in qualche sottorizzonte entro 200 cm dalla superficie; e
7. spessore di almeno un decimo della somma dello spessore di tutti gli orizzonti sovrastanti e spessore almeno di 7,5 centimetri.

Un orizzonte a tessitura più grossolana che sovrasta l'orizzonte natrico deve essere spesso almeno 18 centimetri o 5 cm se la transizione tessiturale verso l'orizzonte natrico è abrupta (vedi *cambiamento tessiturale abrupto*).

Identificazione in campo. Il colore dell'orizzonte natrico varia dal bruno al nero, specialmente nella parte superiore. La struttura è colonnare o prismatica grossolana, qualche volta poliedrica, o può anche essere massiva. Caratteristiche sono le parti superiori degli elementi strutturali, arrotondate e spesso sbiancate.

Sia le caratteristiche di colore che di struttura dipendono dalla composizione dei cationi di scambio e dal contenuto di sali solubili negli strati sottostanti. Frequentemente, si rinvencono spessi rivestimenti argillosi (cutans), colorati di scuro o altre separazioni del plasma, specialmente nella parte superiore dell'orizzonte. Gli orizzonti natrici hanno una scarsa stabilità degli aggregati e una permeabilità molto bassa in condizioni umide. Quando è asciutto l'orizzonte natrico diviene da duro ad estremamente duro. La reazione del suolo è fortemente alcalina; il pH (H₂O) è maggiore di 8,5.

Caratteristiche aggiuntive. Gli orizzonti natrici sono caratterizzati da un alto pH (H₂O) che frequentemente è maggiore di 9,0. Un'altra misura per caratterizzare l'orizzonte natrico è il rapporto di assorbimento di sodio (SAR) che deve essere di 13 o più $\text{cmol}_c \text{ l}^{-1}$. Il SAR è calcolato a partire dai dati della soluzione del suolo: $\text{SAR} = \text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{0,5} \text{ cmol}_c \text{ l}^{-1}$.

Micromorfologicamente, gli orizzonti natrici mostrano una specifica organizzazione. Il plasma peptizzato mostra un forte orientamento in modelli striati paralleli o a mosaico. La separazione del plasma mostra inoltre un alto contenuto di humus associato. Quando l'orizzonte natrico è impermeabile, appaiono micro-croste, cutans, papule e riempimenti.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Un orizzonte di superficie di solito ricco in materia organica sovrasta l'orizzonte natrico. Questo orizzonte di accumulo di humus varia nello spessore da pochi centimetri a più di 25 cm e può essere un orizzonte *mollico* oppure un

²² ESP = Na di scambio x 100/CEC

orizzonte *ochrico*. Fra la superficie e l'orizzonte natrico può essere presente un orizzonte *albico*.

Frequentemente, al disotto dell'orizzonte natrico si rinviene uno strato affetto da salinità. L'influenza del sale può estendersi entro l'orizzonte natrico che oltre ad essere sodico diviene anche salino. I sali presenti possono essere cloruri, solfati o (bi)carbonati.

NITIC HORIZON (“orizzonte nitico”)

Descrizione generale. L'orizzonte nitico (dal latino *nitidus*, brillante) è un orizzonte sotto superficiale ricco in argilla che ha la sua principale caratteristica nella struttura poliedrica o nuciforme (*nubby*) da moderata a fortemente sviluppata con molte facce dei ped lucenti che non possono, o possono solo parzialmente, essere attribuite a lisciviazione di argilla.

Criteri diagnostici. Un orizzonte nitico deve avere:

1. transizione verso gli orizzonti immediatamente sovrastante e sottostante, da diffusa a graduale (meno del 20 % di cambiamento nel contenuto in argilla, entro almeno 12 centimetri; nessun cambiamento di colore abrupto); e
2. a. più del 30 % di argilla; e
b. rapporto argilla disperdibile in acqua/argilla totale inferiore a 0,10 (a meno che non vi sia più dello 0,6 % di carbonio organico); e
c. rapporto limo/argilla, minore di 0,40; e
3. struttura poliedrica o grumosa da moderata a forte, con molte facce dei peds lucenti, che non possono o possono solo parzialmente, essere associate a illuviazione di argillans in sezioni sottili; e
4. un colore value del Munsell di 5 o meno, e chroma di 4 o meno ma non screziature di natura idromorfica (proprietà *gleyiche* o *stagniche*); e
5. a. il 4 % o più di ferro estraibile in citrato-ditionito (ferro “libero”) nella frazione della terra fine; e
b. più dello 0,20 % di ferro estraibile (ferro “attivo”) in ossalato acido (pH3) nella frazione della terra fine; e
c. rapporto fra ferro “attivo” e ferro “libero” di 0,05 o più; e
6. spessore minimo di 30 centimetri, con transizione da graduale a diffusa verso gli orizzonti immediatamente sovrastante e sottostante l'orizzonte nitico.

Identificazione in campo. Un orizzonte nitico ha una tessitura franco argillosa o più fine, sebbene il materiale sembri franco. Il cambiamento nel contenuto in argilla con gli orizzonti sovrastanti e sottostanti è graduale. I colori sono di basso value e chroma, con hue spesso di 2.5YR, ma a volte più rosso o più giallo. Non vi è cambiamento di colore abrupto con gli orizzonti sovrastanti e sottostanti. Mancano screziature indicative di una natura idromorfa. La struttura è poliedrica angolare da moderata a forte che facilmente si rompe in elementi piatti spigolosi o a forma di noce, che mostrano facce dei peds brillanti che sono o rivestimenti sottili di argilla o facce di pressione.

Gli orizzonti nitici spesso contengono minerali magnetici come la maghemite. La presenza di tali minerali può essere provata utilizzando una calamita.

Caratteristiche aggiuntive. La capacità di scambio cationica (con NH_4OAc 1 M) corretta per la materia organica, è minore di $36 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ di argilla, e spesso è inferiore a $24 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ di argilla. La capacità di scambio cationico effettiva (somma delle basi di scambio più acidità di scambio in KCl 1 M) è circa la metà della CEC. Una CEC e una ECEC da moderata a bassa riflettono la dominanza di argille a struttura 1:1 che sono sia caolinite che (meta-)halloysite.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. L'orizzonte nitico può essere considerato come un tipo speciale di un orizzonte *argico*, o un orizzonte *cambico* fortemente espresso, con proprietà specifiche quali una bassa quantità di argilla disperdibile in acqua e una alta quantità di ferro "attivo". Come tale, per gli scopi della classificazione, l'orizzonte nitico ha la preferenza su entrambi. La sua mineralogia (caolinitica/(meta-)halloysitica) lo separa dalla gran parte degli orizzonti vertici che hanno una mineralogia prevalentemente smectitica. Tuttavia, gli orizzonti nitici lateralmente possono gradare in orizzonti vertici come avviene nelle posizioni più basse delle paesaggio. La struttura del suolo ben espressa, la alta quantità di ferro "attivo", e spesso la media capacità di scambio cationico negli orizzonti nitici lo separano dagli orizzonti *ferralici*.

OCHRIC HORIZON ("orizzonte ocrico")

Descrizione generale. L'orizzonte ocrico (dal greco *ochros*, pallido) è un orizzonte di superficie che manca di una stratificazione fine e che è o di colore chiaro²³, o sottile, o ha un basso contenuto in carbonio organico, o è massivo e (molto) duro quando è asciutto.

Criteri diagnostici. Un orizzonte ocrico manca di stratificazione fine ed ha una (o più) delle seguenti caratteristiche o proprietà:

1. allo stato asciutto è sia massivo che duro o molto duro. Prismi molto grossolani (prismi più grandi di 30 centimetri in diametro) sono inclusi nel significato di massivo se non vi è alcuna struttura secondaria entro i prismi; **oppure**
2. i campioni sia rotti che sbriciolati hanno un chroma Munsell di 3.5 o più quando sono umidi, un value di 3.5 o più quando sono umidi e di 5.5 quando sono asciutti. Se vi è più del 40 % di calcare finemente suddiviso, il colore value, umido, dovrebbe essere maggiore di 5; **oppure**
3. un contenuto in carbonio organico inferiore allo 0,6 % (1 % di materia organica) per tutto lo spessore dell'orizzonte mescolato. Il contenuto di carbonio organico dev'essere inferiore al 2,5 % se vi è più del 40 % di calcare finemente suddiviso; **oppure**

²³ Negli ambienti aridi e semiaridi, si rinvengono orizzonti ocrici che hanno un colore chiaro o sbiancato (comunemente grigio) quando sono asciutti, che diviene più scuro per inumidimento ("orizzonti di superficie sbiancati"). Non si qualificano albici per via dei requisiti di colore sia allo stato asciutto che umido. Sono caratterizzati da bassi contenuti di carbonio organico (di solito <0,4%; dati del Sud Africa) e di ossidi di ferro liberi. Hanno una tessitura grossolana, mostrano i segni dello sviluppo di una struttura lamellare e la presenza di una sottile crosta di superficie. In Australia è noto come orizzonte A sbiancato (Northcote, 1979), mentre in Sud Africa (Soil Classification Working Group, 1991) è definito al secondo livello della classificazione (famiglia) come orizzonte A sbiancato (ortico).

L'orizzonte di superficie sbiancato, ha molte influenze negative sull'uso del suolo. La sua bassa stabilità fa sì che il subsoil rimanga relativamente asciutto dopo la gran parte degli eventi piovosi. In virtù di ciò, l'emergenza delle plantule non si verifica rapidamente. Tale fatto viene ulteriormente aggravato dalla struttura lamellare e dalla formazione di una crosta. Nelle regioni aride, questo fenomeno può condurre alla formazione di ampie aree senza copertura vegetale (lande sterili), che sono fortemente sensibili all'erosione.

4. spessore di:
 - a. meno di 10 cm se poggia direttamente su roccia dura, un orizzonte *petrocalcico*, *petrodurico* o *petrogypsico* o sovrasta un orizzonte *crivico*; **o**
 - b. meno di 20 cm o meno di un/terzo dello spessore del solum laddove il solum è spesso meno di 75 centimetri; oppure
 - c. 25 cm o meno laddove il solum è spesso più di 75 centimetri.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti ocrici hanno legami diretti con gli orizzonti *mollico* e *umbrico*. L'assenza di stratificazione fine consente di separare l'orizzonte ochrico dai sedimenti recenti inalterati.

PETROCALCIC HORIZON (“orizzonte petrocalcico”)

Descrizione generale. Un orizzonte petrocalcico (dal greco *petros*, roccia e dal latino *calx*, calcare) è un orizzonte calcico indurito, che è cementato da carbonato di calcio e, a luoghi, da carbonato di calcio e anche di magnesio. Si presenta o massivo o lamellare ed è estremamente duro.

Criteri diagnostici. Un orizzonte petrocalcico deve avere:

1. carbonato di calcio equivalente del 50 % (in peso) o più; **e**
2. cementazione tale che i frammenti asciutti non si disperdono in acqua e che le radici non possono penetrarlo; **e**
3. consistenza estremamente dura quando è asciutto, tale che non può essere penetrato con una vanga o una trivella; **e**
4. spessore di almeno 10 cm, o 2,5 cm se è laminare e poggia direttamente sulla roccia.

Identificazione in campo. Gli orizzonti petrocalcici si rinvencono in natura come **calcrete²⁴ non-lamellare**, sia massiva che nodulare, o come **calcrete lamellare**; di questi, i più frequenti sono i tipi:

- *calcrete lamellare*: strati pietrificati separati sovrapposti varianti nello spessore da pochi millimetri a diversi centimetri. Il colore è generalmente bianco o rosa.
- *calcrete lamellare pietrificato*: uno o diversi strati estremamente duri, aventi colore grigio o, più spesso, rosa. Sono generalmente più cementati rispetto ai calcrete lamellari e l'organizzazione interna è molto massiva (nessuna struttura lamellare fine ma, possono essere presenti strutture lamellari grossolane).

Negli orizzonti petrocalcici i pori non capillari sono pieni e la conduttività idraulica è da moderatamente lenta a molto lenta.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Nelle regioni aride gli orizzonti petrocalcici possono ritrovarsi in associazione con gli orizzonti (*petro-*)*durici* verso i quali possono gradare lateralmente. Gli orizzonti petrocalcici e durici si differenziano per via dell'agente cementante. Negli orizzonti petrocalcici il carbonato di calcio e anche di magnesio, costituisce il principale agente cementante mentre, può essere presente della silice accessoria. Negli orizzonti durici, la silice è il principale agente cementante, con o senza carbonato di calcio. Gli orizzonti petrocalcici si rinvencono anche in associazione con gli orizzonti *gypsici*,

²⁴ Crostone calcareo (ndt).

hypergypsici o *petrogypsi*. Gli orizzonti di superficie associati sono, di solito, gli orizzonti *ochrici*.

PETRODURIC HORIZON (“orizzonte petrodurico”)

Descrizione generale. L'orizzonte petrodurico (dal greco *petros*, roccia?? e dal latino *durum*, duro) noto anche come duripan, è un orizzonte sottosuperficiale, di solito di colore rossastro o bruno rossastro, che è cementato principalmente da silice secondaria (SiO₂, presumibilmente opale e forme microcristalline di silice). Frammenti asciutti all'aria dell'orizzonte petrodurico, non si disperdono in acqua, anche dopo prolungato inumidimento. Il carbonato di calcio può essere presente come agente cementificante accessorio. Esso è o massivo o ha una struttura lamellare o laminare.

Criteri diagnostici. Un orizzonte petrodurico deve avere:

1. cementazione o indurimento il più del 50 % di qualche sottorizzonte; **e**
2. evidenza di accumulo di silice (opale o altre forme di silice) ad esempio come rivestimenti in alcuni pori o su alcune facce strutturali o come ponti fra granuli di sabbia; **e**
3. meno del 50 % del volume si disperde in HCl 1M anche dopo prolungato assorbimento, ma più del 50 % si disperde in KOH concentrato o, alternativamente in acidi e alcali; **e**
4. una continuità laterale tale che le radici non possono penetrare, tranne che lungo le fratture verticali che hanno una ampiezza di 10 cm o più; **e**
5. spessore di 10 cm o più.

Identificazione in campo. Un orizzonte petrodurico ha una consistenza da molto tenace ad estremamente tenace quando è umido, ed è molto duro o estremamente duro quando è asciutto. Si può verificare effervescenza all'acido cloridrico al 10 %, ma probabilmente non è così vigorosa come negli orizzonti *petrocalcici* anche se appare molto simile. Può, tuttavia, riscontrarsi in congiunzione con un orizzonte petrocalcico.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Nei climi aridi e asciutti, gli orizzonti petrodurici possono passare lateralmente in orizzonti *petrocalcici* e/o si rinvergono in congiunzione con orizzonti *calcici* o *gypsici* che normalmente sormonta. Nei climi più umidi, gli orizzonti petrodurici possono passare lateralmente a orizzonti *fragici*.

PETROGYPSIC HORIZON (“orizzonte petrogypico”)

Descrizione generale. L'orizzonte petrogypico (dal greco *petros*, roccia e dal latino *gypsum*, gesso) è un orizzonte cementato che contiene accumulo di gesso secondario (CaSO₄·2H₂O).

Criteri diagnostici. Un orizzonte petrogypico deve avere:

1. il 60 % o più di gesso. La percentuale di gesso è calcolata come il prodotto del contenuto in gesso, espresso come cmol_c kg⁻¹, per il peso equivalente di gesso (86) espresso come percentuale; **e**
2. cementazione tale che i frammenti asciutti non si disperdono in acqua e non può essere penetrato dalle radici; **e**
3. spessore di 10 cm o più.

Identificazione in campo. Gli orizzonti petrogypsicici sono costituiti da materiali biancastri duri che contengono prevalentemente gesso. Alcune volte, orizzonti petrogypsicici antichi e duri, sono sormontati da un sottile strato laminare spesso circa 1 centimetro.

Caratteristiche aggiuntive. La determinazione della quantità di gesso nel suolo per verificare i requisiti di contenuto e di incremento, così come le analisi di sezioni sottili, sono tecniche utili per stabilire la presenza di un orizzonte petrogypsicico e la distribuzione del gesso nella massa del suolo.

Nelle sezioni sottili l'orizzonte petrogypsicico mostra una microstruttura compatta, con solamente poche cavità. La matrice è composta da cristalli di gesso lenticolare densamente impaccettato frammisti a piccole quantità di materiale detritico. La matrice ha un colore debolmente giallo sotto luce parallela. Noduli irregolari che appaiono come zone trasparenti incolori sono costituiti da aggregati cristallini coerenti con una struttura hypidiotopica²⁵ o xenotopica²⁶ e sono prevalentemente associati con (preesistenti) pori. Sono spesso visibili tracce di attività biologica (pedotubuli).

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. L'orizzonte petrogypsicico si sviluppa a partire da un orizzonte hypergypsicico, pertanto essi sono strettamente legati. La distinzione fra un orizzonte petrogypsicico e un orizzonte *hypergypsicico* poggia sul grado di cementazione.

Gli orizzonti petrogypsicici si rinvencono frequentemente associati con orizzonti *calcici*. Il calcico e lo gypsicico si rinvencono di solito in posizioni differenti nel profilo del suolo, in virtù del fatto che la solubilità del carbonato di calcio è diversa da quella del gesso. Di solito possono essere chiaramente distinti l'uno dall'altro per via della loro morfologia (vedi orizzonte e calcico).

PETROPLITHIC HORIZON (“orizzonte petroplintico”)

Descrizione generale. L'orizzonte petroplintico (dal greco *petros*, roccia, e *plinthos*, mattone) è uno strato continuo di materiale indurito, in cui il ferro rappresenta un importante cemento e in cui la materia organica è assente o è presente solo in tracce.

Criteri diagnostici. Un orizzonte petroplintico deve avere:

1. a. il 10 % (in peso) o più di ferro estraibile in citrato-ditionito, almeno nella parte superiore dell'orizzonte; **e**
b. rapporto fra il ferro estraibile in ossalato acido (pH 3) e il ferro estraibile in citrato-ditionito inferiore a 0,10²⁷; **e**
2. meno dello 0,6 % (in peso) di carbonio organico; **e**
3. cementazione tale che i frammenti asciutti non si disperdono in acqua e non può essere penetrato dalle radici; **e**
4. spessore di 10 cm o più.

²⁵ Con il termine ipidiotopico si definisce la struttura di una roccia sedimentaria in cui la maggior parte dei cristalli sono subeudrali (quasi con forma propria) (ndt).

²⁶ Con il termine xenotopico si definisce la struttura di una roccia sedimentaria in cui la maggior parte dei cristalli sono anedrali (non hanno forma propria) (ndt).

²⁷ Stime basate su dati forniti da Varghese e Byju (1993).

Identificazione in campo. Gli orizzonti petroplintici sono estremamente duri, di solito strati di colore da bruno-ruggine a bruno giallastro che possono essere o massivi, o mostrare un configurazione reticolato o modelli interconnessi lamellari o colonnari, che racchiudono materiale non indurito. Essi si originano per indurimento irreversibile di *plintite*. Gli strati induriti possono essere fratturati, ma poi le distanze medie laterali fra le fratture devono essere di 10 cm o più e le stesse fratture non dovrebbero occupare più del 20 % (in volume) dello strato.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti petroplintici sono strettamente associati con gli orizzonti *plintici* dai quali essi si originano. Spesso gli orizzonti plintici possono essere osservati seguendo gli strati petroplintici che si sono formati, per esempio, lungo tagli per la costruzione di strade. Il basso contenuto di materia organica separa l'orizzonte petroplintico dai sottili strati di ferro, dai ristagni paludosi di ferro e dagli orizzonti spodici induriti così come si rinvengono, ad esempio, nei *Podzols* che contengono una scarsa quantità di materia organica.

PLAGGIC HORIZON (“orizzonte plaggico”; vedere orizzonti antropedogenici)

PLINTHIC HORIZON (“orizzonte plintico”)

Descrizione generale. L'orizzonte plintico (dal greco *plinthos*, mattone) è un orizzonte sottosuperficiale costituito da una miscela di argilla caolinitica ricca di ferro e povera di humus con quarzo e altri costituenti, che si trasforma irreversibilmente in un orizzonte indurito (*hardpan*), o in aggregati irregolari, in seguito ad esposizione a ripetuti cicli di inumidimento e disseccamento con libera circolazione di ossigeno.

Criteri diagnostici. L'orizzonte plintico deve avere:

1. il 25 % (in volume) o più formato da un miscuglio di argilla caolinitica ricca di ferro e povera di humus con quarzo e altri diluenti, che cambia irreversibilmente in materiale indurito o in aggregati irregolari per esposizione a ripetuti cicli di inumidimento e disseccamento con libera circolazione di ossigeno; ***ed inoltre***
2.
 - a. il 2,5 % (in peso) o più di ferro estraibile in citrato-ditionito nella frazione di terra fine, specialmente nella parte superiore dell'orizzonte, o il 10 % nelle screziature o concrezioni; ***ed inoltre***
 - b. un rapporto tra ferro estraibile in ossalato acido (pH 3) e in citrato-ditionito minore di 0,10¹; ***ed inoltre***
- c. meno dello 0,6 % (in peso) di carbonio organico; ***ed inoltre***
- d. uno spessore di 15 cm o più.

Identificazione in campo. Un orizzonte plintico mostra comunemente screziature

¹ Stimato sulla base di dati provenienti da Varghese e Byju (1993).

rosse, di solito in forma di lamelle, poligoni, vescicole o reticolo. In un suolo perennemente umido, il materiale plintico non è duro, ma resistente o molto resistente, e può essere scavato con una vanga.

Il materiale plintico non indurisce irreversibilmente come risultato di un singolo ciclo di disseccamento ed riumidimento. Solo ripetuti cicli d'inumidimento e disseccamento lo cambiano irreversibilmente in un orizzonte indurito petroferrico o in aggregati irregolari, soprattutto se è anche esposto al calore del sole².

Caratteristiche aggiuntive. Studi micromorfologici possono rivelare l'estensione dell'impregnazione con ferro della massa di suolo. La misura della resistenza alla penetrazione e il contenuto totale in ferro possono fornire ulteriori indicazioni.

SALIC HORIZON (“orizzonte salico”)

Descrizione generale. L'orizzonte salico (dal latino *sal*, sale) è un orizzonte di superficie, o posto appena sotto la superficie, che contiene un arricchimento secondario di sali facilmente solubili, vale a dire sali più solubili del gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\log K_s = -4,85$ a 25°C).

Criteri diagnostici. Un orizzonte salico deve avere, per tutto il suo spessore:

1. a. una conducibilità elettrica (EC) dell'estratto saturo maggiore di 15 dS m^{-1} a 25°C in qualche periodo dell'anno; ***oppure***
b. una EC maggiore di 8 dS m^{-1} a 25°C se il pH (H_2O) dell'estratto saturo supera 8,5 (per i suoli carbonatici alcalini) o è minore di 3,5 (per i suoli solfato acidi); ***ed inoltre***
2. almeno 1 % di sale; ***ed inoltre***
3. un prodotto dello spessore (in cm) per la percentuale di sale di 60 o più; ***ed inoltre***
4. uno spessore maggiore di 15 cm.

Identificazione in campo. Alcune evidenze ambientali suggeriscono la presenza di un orizzonte salico. La presenza di vegetazione alofita, come la *Tamarix*, e di colture salino-tolleranti rappresentano i primi indicatori. Orizzonti salini hanno spesso strutture soffici (“puffy”).

I sali precipitano solo dopo evaporazione dell'umidità dal suolo. Se il suolo è umido o bagnato non è detto che i precipitati siano presenti.

I sali possono precipitare alla superficie (“*Solonchaks* esterni”) o in profondità (“*Solonchaks* interni”). Una crosta salina alla superficie del suolo è da considerarsi parte dell'orizzonte salico.

SPODIC HORIZON (“orizzonte spodico”)

Descrizione generale. L'orizzonte spodico (dal greco *spodos*, cenere di legna) è un orizzonte sottosuperficiale scuro che contiene sostanze amorfe illuviali, composte da materia organica e alluminio, con o senza ferro. I materiali illuviali sono caratterizzati da una carica altamente pH-dipendente, una grande superficie specifica e un'alta

² Come in seguito a disboscamento o allo scavo, ad esempio per la costruzione di manufatti (ndt).

ritenzione idrica.

Criteri diagnostici. Un orizzonte spodico deve avere:

1. a. *o* - uno *hue* Munsell di 7.5YR o più rosso con *value* di 5 o meno e *chroma* di 4 o meno quando umido e pressato;
 o - uno *hue* di 10YR con *value* di 3 o meno e *chroma* di 2 o meno quando umido e compresso; **oppure**
b. un sottorizzonte spesso 2,5 cm o più che è continuamente cementato da un composto di materia organica e alluminio, con o senza ferro (cosiddetto sottile “*iron pan*” – “strato indurito dal ferro”); **oppure**
c. distinti *pellet* organici tra i grani di sabbia³; **e deve avere**
2. lo 0,6 % o più di carbonio organico; **e**
3. un pH (1:1 in acqua) di 5,9 o meno; **e**
4. a. almeno 0,50 % di $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$ ⁴ e due volte o più di $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$ che un soprastante orizzonte *umbrico*, *ocrico*, *albico* o *antropedogenico*; **oppure**
b. un valore della densità ottica dell’estratto in ossalato (ODOE) di 0,25 o più, la quale è anche due volte o più il valore degli orizzonti soprastanti; **e**
5. uno spessore di almeno 2,5 cm ed un limite superiore più basso di 10 cm dalla superficie del suolo minerale, a meno che non sia presente un *permafrost* entro 200 cm di profondità.

Identificazione in campo. Un orizzonte spodico giace normalmente sotto un orizzonte *albico* ed ha colori che vanno dal nero brunastro al bruno rossastro. Orizzonti spodici possono essere anche caratterizzati dalla presenza di un sottile “*iron pan*”, o dalla presenza di *pellet* organici, quando debolmente sviluppati.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti spodici possono avere caratteristiche simili agli orizzonti *andici* ricchi in complessi alluminio-organici. A volte solo test analitici possono effettivamente discriminare tra i due orizzonti. Gli orizzonti spodici hanno almeno una percentuale doppia di $Al_{ox} + \frac{1}{2}Fe_{ox}$ che un soprastante orizzonte *umbrico*, *ocrico*, *albico* o *antropedogenico*. Questo criterio normalmente non si applica agli orizzonti *andici*, nei quali i complessi alluminio-organici sono difficilmente mobili.

SULFURIC HORIZON (“orizzonte solforico”)

Descrizione generale. L’orizzonte solforico (dal latino *sulfur*, zolfo) è un orizzonte di profondità estremamente acido, in cui si è formato acido solforico per ossidazione di solfuri.

Criteri diagnostici. Un orizzonte solforico deve avere:

1. un pH < 3,5 in sospensione acquosa 1:1; **ed inoltre**
2. a. *o* - screziature giallo/arancio di jarosite $[KFe_3(SO_4)_2(OH)_6]$ o bruno-giallastre di schwertmannite $[Fe_{16}O_{16}(SO_4)_3(OH)_{10} \cdot 10H_2O]$;

³ Il termine “*pellet*” indica pallette di sostanza organica prodotte dalla mesofauna terricola, visibili ad occhio nudo o con una lente 10x (ndt)

⁴ Al_{ox} e Fe_{ox} : rispettivamente, alluminio e ferro estraibile in ossalato acido (pH 3).

- o - concentrazioni con *hue* Munsell di 2.5Y o più e *chroma* di 6 o più;
oppure
 - b. sovrapposizione a materiali *solforici* di suolo; *oppure*
 - c. 0,05 % (in peso) o più di solfato solubile in acqua; *e*
3. uno spessore di 15 cm o più.

Identificazione in campo. L'orizzonte solforico contiene screziature giallo/arancio di jarosite o bruno-giallastre di schwertmannite. Inoltre, la reazione del suolo è estremamente acida; non è raro avere un pH (H₂O) minore di 3,5.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. L'orizzonte solforico spesso è sottostante a un orizzonte con molte screziature e con figure redoximorfiche pronunciate (screziature da rossastre a bruno rossastre d'idrossidi di ferro su una matrice chiara, impoverita di ferro).

TAKYRIC HORIZON (“orizzonte takyrico”)

Descrizione generale. Un orizzonte takyrico (dall'usbeco *takyr*, terra nuda) è un orizzonte di superficie a tessitura pesante che comprende una crosta superficiale e una parte inferiore con struttura a lamelle. E' presente in ambienti aridi in suoli periodicamente inondati.

Criteri diagnostici. Un orizzonte takyrico deve avere:

1. proprietà *aridiche*; *e*
2. una struttura lamellare o massiva; *e*
3. una crosta superficiale che ha tutte le seguenti proprietà:
 - a. sufficiente spessore da non arricciarsi completamente in seguito a disseccamento;
 - b. fessure poligonali da disseccamento che si estendono almeno 2 cm in profondità quando il suolo è secco;
 - c. tessitura franco sabbioso argillosa, franco argillosa, franco limoso argillosa o più fine;
 - d. consistenza molto dura da secco e molto plastica ed adesiva da bagnato;
 - e. una conducibilità elettrica (EC) nella pasta satura minore di 4 dS m⁻¹, o inferiore a quella dell'orizzonte immediatamente sottostante l'orizzonte takyrico.

Identificazione in campo. Orizzonti takyrici si ritrovano nelle depressioni delle regioni aride, dove l'acqua superficiale, ricca in argilla e limo ma relativamente povera in sali solubili, può accumularsi e lisciviare gli orizzonti superiori del suolo. La lisciviazione periodica del sale causa la dispersione dell'argilla e la formazione di una crosta spessa, compatta, a tessitura fine, che forma vistose fessure poligonali in seguito a disseccamento. Argilla e limo costituiscono spesso oltre l'80 % del materiale costituente la crosta.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti takyrici si ritrovano associati con molti orizzonti diagnostici, di cui i più importanti sono il *salico*, il *gypsico*, il *calcico* e il *cambico*. La bassa conducibilità elettrica e il basso contenuto in sali solubili dell'orizzonte takyrico lo distingue dall'orizzonte salico.

TERRIC HORIZON (“orizzonte terrico”, vedere orizzonti antropogenici)

UMBRIC HORIZON (“orizzonte umbrico”)

Caratteristiche generali. L’orizzonte umbrico (dal latino *umbra*, ombra) è un orizzonte di superficie spesso, scuro, desaturato in basi, ricco in sostanza organica.

Criteri diagnostici. Un orizzonte umbrico deve avere:

1. struttura pedologica sufficientemente sviluppata, di modo che l’orizzonte non è sia massivo e duro o molto duro da secco. Prismi molto grossolani di diametro superiore ai 30 cm vanno inclusi nel significato di massivo se non vi è struttura secondaria all’interno dei prismi; **ed inoltre**
2. colori Munsell con *chroma* minore di 3.5 da umido, *value* più scuro di 3.5 da umido e 5.5 da secco, sia su campioni spezzati o pressati. Il *value* è almeno di un’unità più scuro dell’orizzonte C (sia da umido che da secco) a meno che l’orizzonte C abbia un *value* più scuro di 4.0 da umido, nel qual caso il requisito di contrasto di colore non si considera. Se un orizzonte C non è presente, il confronto dovrebbe essere fatto con l’orizzonte immediatamente sottostante l’orizzonte di superficie; **ed inoltre**
3. saturazione in basi (con 1 M NH₄OAc) minore del 50 %, come media ponderata per l’intero spessore dell’orizzonte; **ed inoltre**
4. contenuto in carbonio organico dello 0,6 % (1 % di sostanza organica) o più per tutto lo spessore dell’orizzonte rimescolato (di solito è maggiore del 2 - 5 %, secondo il contenuto d’argilla). Il carbonio organico è almeno lo 0,6 % in più dell’orizzonte C se i requisiti di colore non si considerano a causa del colore scuro del substrato; **ed inoltre**
5. i seguenti requisiti di spessore:
 - a. 10 cm o più se giace direttamente sulla roccia dura, su un orizzonte *petroplintico* o *petrodurico*, o sta sopra un orizzonte *cryico*; **oppure**
 - b. almeno 20 cm e più di un terzo dello spessore del *solum*⁵ quando il *solum* è meno di 75 cm di spessore; **oppure**
 - c. più di 25 cm quando il *solum* è più spesso di 75 cm.

La misura dello spessore include gli orizzonti di transizione AB, AE e AC.

I requisiti dell’orizzonte umbrico si applicano dopo che i primi 20 cm sono stati rimescolati, come avviene in seguito ad un’aratura.

Identificazione in campo. Le principali caratteristiche di campagna utilizzate per identificare la presenza di un orizzonte umbrico sono il suo colore scuro e la struttura. In generale, gli orizzonti umbrici tendono ad avere una struttura pedologica meno sviluppata che gli orizzonti *mollici*.

In linea di massima, la maggior parte degli orizzonti umbrici ha una reazione del suolo acida (pH (H₂O, 1:2,5) inferiore a circa 5,5) che corrisponde a una saturazione in basi inferiore al 50 %. Un’indicazione ulteriore di acidità è rappresentata da un andamento tendenzialmente orizzontale della maggior parte delle radici, in assenza di una barriera fisica alla radicazione.

⁵ Sequenza di orizzonti genetici in relazione tra loro (ndt).

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Il requisito relativo alla saturazione in basi distingue l'orizzonte umbrico dal *mollico*, altrimenti molto simile. Il limite superiore del contenuto in carbonio organico varia dal 12 % (20 % di sostanza organica) al 18 % (30 % di sostanza organica) che è il limite inferiore dell'orizzonte *histico*, o il 20 %, limite inferiore dell'orizzonte *folico*.

I limiti con altri orizzonti desaturati in basi, quali il *fulvico* e il *melanico*, sono determinati dalla combinazione tra l'intenso colore scuro, l'alto contenuto in carbonio organico, lo spessore e le caratteristiche associate agli orizzonti andici di questi ultimi due orizzonti. Per il resto, gli orizzonti umbrici si incontrano frequentemente in associazione con gli orizzonti *andici*.

Alcuni orizzonti di superficie spessi, scuri, ricchi in materia organica, desaturati si ritrovano come risultato delle attività dell'uomo quali coltivazione profonda e letamazione, aggiunta di concimi organici, presenza di antichi insediamenti, discariche di residui di fattoria, ecc. (cfr. orizzonti *antropedogenici*). Questi orizzonti possono generalmente essere riconosciuti in campo dalla presenza di manufatti, segni di vangatura, stratificazioni o inclusioni di minerali contrastanti che indicano l'aggiunta periodica di materiale di risulta, da una posizione nel paesaggio relativamente più elevata, o ricostruendo la storia agricola dell'area. Se sono presenti orizzonti *ortici* o *plaggici*, un'indicazione può essere ottenuta dall'analisi della P_2O_5 solubile in 0,5 M $NaHCO_3$ (Gong *et al.*, 1997) o della P_2O_5 solubile in acido citrico all'1 %.

VERTIC HORIZON (“orizzonte vertico”)

Descrizione generale. L'orizzonte vertico (dal latino *vertere*, rivoltare) è un orizzonte sottosuperficiale argilloso che ha le facce degli aggregati lisciate e solcate (“slickensides”), risultanti dalla contrazione ed espansione del suolo, oppure ha aggregati strutturali a forma di cuneo (sfenoidali) o di parallelepipedo.

Criteri diagnostici. Un orizzonte vertico deve avere:

1. 30 % o più di argilla per tutto il suo spessore; ***ed inoltre***
2. aggregati strutturali a forma di cuneo o di parallelepipedo con asse longitudinale inclinato da 10° a 60° rispetto all'orizzontale; ***ed inoltre***
3. slickensides che si intersecano⁶; ***ed inoltre***
4. uno spessore di 25 cm o più.

Identificazione in campo. Gli orizzonti vertici sono argillosi ed hanno consistenza dura o molto dura⁷. Quando sono asciutti, gli orizzonti vertici mostrano crepacciature larghe 1 cm o più. In campo è possibile individuare la presenza di superfici strutturali lisciate e splendenti (“slickensides”) che spesso individuano angoli acuti tra loro.

Caratteristiche aggiuntive. Il coefficiente di estensibilità lineare (COLE) è una misura del potenziale di espansione-contrazione ed è definito dal rapporto della differenza tra la

⁶ Le slickensides sono facce di aggregati lisciate e solcate, le quali sono prodotte da masse di suolo che scivolano l'una sull'altra.

⁷ Specialmente da secchi o poco umidi (ndt).

lunghezza di una zolletta allo stato umido e secco e la sua lunghezza allo stato secco: $(L_m - L_d)/L_d$, in cui L_m è la lunghezza alla tensione di 33 kPa e L_d è la lunghezza da secco⁸. Negli orizzonti vertici il COLE è più di 0,06.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Molti altri orizzonti diagnostici possono anche avere un alto contenuto di argilla, come l'*argico*, il *natrico* e il *nitico*. Questi orizzonti mancano però delle caratteristiche tipiche dell'orizzonte vertico; ad ogni modo, possono essere collegati lateralmente nel paesaggio all'orizzonte vertico, il quale si trova solitamente nella posizione più bassa.

VITRIC HORIZON (“orizzonte vitrico”)

Descrizione generale. L'orizzonte vitrico (dal latino *vitrum*, vetro) è un orizzonte di superficie o sottosuperficiale dominato dal vetro vulcanico e da altri minerali primari prodotti dalle eruzioni vulcaniche.

Criteri diagnostici. Un orizzonte vitrico deve avere:

1. il 10 % o più di vetro vulcanico e di altri minerali primari nella frazione di terra fine; **ed inoltre o:**
2. meno del 10 % di argilla nella frazione di terra fine; **oppure**
3. una densità apparente $> 0,9 \text{ kg dm}^{-3}$; **oppure**
4. $\text{Al}_{\text{ox}} + \frac{1}{2}\text{Fe}_{\text{ox}}$ ⁹ $> 0,4 \%$; **oppure**
5. ritenzione fosfatica $> 25 \%$; **ed inoltre**
6. uno spessore di almeno 30 cm.

Identificazione in campo. L'orizzonte vitrico può essere identificato in campo con relativa facilità. Può essere un orizzonte di superficie, ma può anche essere sepolto sotto alcune decine di centimetri di depositi piroclastici recenti. Ha un discreto contenuto in sostanza organica ed un basso contenuto in argilla. Le frazioni sabbiosa e limosa sono ancora dominate dal vetro vulcanico inalterato e da altri minerali primari (come può essere visto con una lente 10x).

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti vitrici sono strettamente collegati con gli orizzonti *andici*, nei quali possono evolvere. L'ammontare di vetro vulcanico e di altri minerali primari, insieme al contenuto in minerali pedogenetici non-cristallini o paracristallini, è il criterio separatore principale tra i due orizzonti.

Gli orizzonti vitrici possono sovrapporsi ad altri orizzonti di superficie, come il *fulvico*, il *melanico*, il *mollico*, l'*umbrico* e l'*ocrico*.

YERMIC HORIZON (“orizzonte yermico”)

Descrizione generale. L'orizzonte yermico (dallo spagnolo *yermo*, desertico) è un orizzonte di superficie che spesso, ma non sempre, consiste in una copertura di

⁸ Un sistema comodo ed efficace di operare è prendere le misure sui campioni dei cilindretti utilizzati per la stima della densità apparente (ndt)

⁹ Al_{ox} e Fe_{ox} : rispettivamente, alluminio e ferro estraibile in ossalato acido (pH 3). Metodo di Blakemore *et al.*, 1987.

frammenti di roccia ("il pavimento del deserto") incastonata in una crosta vescicolare franca e coperta da un sottile strato di sabbia eolica o loess.

Criteri diagnostici. Un orizzonte yermico deve avere:

1. proprietà *aridiche*; **ed inoltre**
2.
 - a. un pavimento che è verniciato o include ghiaia o pietre modellate dal vento ("ventifatti"); **oppure**
 - b. un pavimento e una crosta vescicolare; **oppure**
 - c. una crosta vescicolare su un orizzonte A lamellare, senza un pavimento.

Identificazione in campo. Un orizzonte yermico comprende una crosta vescicolare alla superficie ed il/i sottostante/i orizzonte/i A. La crosta, che ha una tessitura franca, mostra un reticolo di fessure da desiccamento di forma poligonale, spesso riempite da materiale portato dal vento, che si estendono negli orizzonti sottostanti. Crosta ed orizzonte/i A sottostanti, hanno una struttura lamellare da debole a moderata.

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Gli orizzonti yermici spesso si ritrovano associati con altri orizzonti diagnostici caratteristici degli ambienti desertici (orizzonti *salico*, *gypsico*, *durico*, *calcico* e *cambico*). Nei deserti molto freddi (ad esempio in Antartide) possono associarsi con gli orizzonti *cryici*. In queste condizioni, il materiale crioclastico grossolano è dominante e c'è poca polvere che possa essere trasportata e deposta dal vento. Qui un pavimento compatto con vernice, ventifatti, strati di sabbia eolica e accumuli di minerali solubili possono giacere direttamente su orizzonti C sciolti, senza una crosta vescicolare e sottostanti orizzonti A.

PROPRIETA' DIAGNOSTICHE

Proprietà *ferraliche*, *geriche*, *gleyiche* e *stagniche*, *fortemente humiche*, come pure *cambiamento tessiturale abrupto*, *roccia dura continua* e *permafrost* sono riprese dalla Revised Legend of the Soil Map of the World (FAO, 1988) in quanto riflettono specifiche condizioni pedologiche piuttosto che orizzonti. Il termine *carbonati secondari* è preferito a quello di carbonato di calcio soffice e polverulento usato nella Revised Legend. Proprietà diagnostiche nuove sono le *penetrazioni albeluviche*, e le proprietà *aliche* e *aridiche*.

ABRUPT TEXTURAL CHANGE ("cambiamento tessiturale abrupto")

Descrizione generale. Un cambiamento tessiturale abrupto è un incremento molto netto nel contenuto in argilla in un limitato intervallo di profondità.

Criteri diagnostici. Un cambiamento tessiturale abrupto richiede *o*:

1. un raddoppio del contenuto in argilla entro 7,5 cm, se l'orizzonte soprastante ha meno del 20 % di argilla; **oppure**
2. un incremento del 20 % (assoluto) d'argilla entro 7,5 cm, se l'orizzonte soprastante ha il 20 % o più di argilla. In questo caso qualche parte dell'orizzonte inferiore dovrebbe avere almeno il doppio del contenuto in argilla dell'orizzonte superiore.

ALBELUVIC TONGUING (“penetrazioni albeluviche”)

Descrizione generale. Il termine penetrazioni albeluviche (dal latino *albus*, bianco, e *eluere*, eluviare) descrive la penetrazione di materiale impoverito di argilla e di ferro in un orizzonte *argico*. Quando sono presenti aggregati, le penetrazioni albeluviche si sviluppano lungo le facce degli aggregati. Non sono necessariamente presenti caratteristiche di ossidoriduzione e proprietà *stagniche*.

Criteri diagnostici. Le penetrazioni albeluviche devono:

1. avere il colore di un orizzonte *albico*; **ed inoltre**
2. avere profondità maggiore della larghezza, con le seguenti dimensioni orizzontali:
 - a. 5 mm o più negli orizzonti *argici* argillosi; **oppure**
 - b. 10 mm o più negli orizzonti *argici* franco argillosi e limosi; **oppure**
 - c. 15 mm o più negli orizzonti *argici* più grossolani (franco limosi, franchi o franco sabbiosi); **ed inoltre**
3. occupare più del 10 % del volume nei primi 10 cm dell’orizzonte *argico*, sulla base di una stima, o misura, operata sia sulla sezione verticale che su quella orizzontale; **ed inoltre**
4. avere una distribuzione granulometrica paragonabile a quella dell’orizzonte eluviale soprastante l’orizzonte *argico*.

ALIC PROPERTIES (“proprietà aliche”)

Descrizione generale. Il termine proprietà aliche (dal latino *alumen*, allume) connota un suolo minerale molto acido con un elevato contenuto in alluminio scambiabile.

Criteri diagnostici. Le proprietà aliche si attribuiscono al suolo minerale che ha **tutte** le seguenti caratteristiche chimiche e fisiche:

1. una capacità di scambio cationico (con 1 M NH₄OAc) uguale o superiore a 24 cmol_c kg⁻¹ argilla; **ed inoltre**
2.
 - a. una riserva in basi totale (TRB = Ca, Mg, K e Na scambiabili **più** minerali) dell’argilla che è l’80 % o più della TRB del suolo; **oppure**
 - b. un rapporto limo/argilla di 0,60 o meno; **ed inoltre**
3. un pH (KCl) di 4,0 o meno; **ed inoltre**
4. un contenuto di Al estraibile in KCl di 12 cmol_c kg⁻¹ di argilla o più, e un rapporto tra Al estraibile in KCl e la CEC_{clay}¹⁰ di 0,35 o più; **ed inoltre**
5. una saturazione in alluminio (Al scambiabile/ECEC x 100) del 60 % o più.

ARIDIC PROPERTIES (“proprietà aridiche”)

Descrizione generale. Il termine proprietà aridiche mette insieme diverse proprietà comuni agli orizzonti di superficie dei suoli che si ritrovano in condizioni aride e dove la pedogenesi sovrasta le nuove deposizioni superficiali dovute a processi eolici o alluvionali.

Criteri diagnostici. Le proprietà aridiche sono caratterizzate da **tutti** i seguenti criteri:

¹⁰ CEC_{clay}: capacità di scambio cationico della frazione argillosa (con 1 M NH₄OAc), corretta per la sostanza organica.

1. un contenuto in carbonio organico inferiore allo 0,6 %¹¹ se la tessitura è franco sabbiosa o più fine, o inferiore allo 0,2 % se la tessitura è più grossolana della franco sabbiosa; come media ponderata dei primi 20 cm del suolo, o fino alla sommità di un orizzonte B, o di un orizzonte cementato, o della roccia, qualunque sia il più superficiale; **ed inoltre**
2. evidenze di processi eolici in una o più delle seguenti forme:
 - a. la frazione sabbiosa in alcuni sottorizonti, o nel materiale eolico che riempie le fessure, contiene una notevole proporzione di particelle sabbiose arrotondate o subangolari con superficie opaca (visibili con una lente a 10x). Queste particelle formano il 10 % o più della frazione di sabbia quarzosa media e più grossolana; **oppure**
 - b. frammenti di roccia modellati dal vento ("ventifatti") in superficie; **oppure**
 - c. aeroturbazione (ad esempio, sedimentazione incrociata); **oppure**
 - d. evidenze di erosione o deposizione eolica, o entrambe; **ed inoltre**
3. i campioni rotti e pressati hanno un *value* Munsell di 3 o più se umidi e di 4.5 o più se asciutti, ed un *chroma* di 2 o più se umidi; **ed inoltre**
4. una saturazione in basi (con 1 M NH₄OAc) maggiore del 75 %, normalmente del 100 %.

Note ulteriori. La presenza nel suolo di minerali argillosi aciculari ("a forma di ago") ad esempio palygorskite e sepiolite, è considerata caratteristica di un ambiente desertico, ma non è stata ritrovata in tutti i suoli dei deserti. Ciò può essere dovuto al fatto che in condizioni aride le argille aciculari non sono prodotte, ma solo conservate quando presenti nel materiale parentale o nella polvere che cade sul suolo.

CONTINUOUS HARD ROCK ("roccia dura continua")

Definizione. La roccia dura continua è un materiale sottostante il suolo che, ad esclusione degli orizzonti pedogenetici cementati quali il *petrocalcico*, il *petrodurico*, il *petrogyptico* e *petroplintico*, è sufficientemente coerente e duro da umido da rendere impraticabile lo scavo con una vanga. Il materiale è considerato continuo se sono presenti solo poche fessure distanti 10 cm o più e non vi è stato un significativo disturbo della roccia¹².

FERRALIC PROPERTIES ("proprietà ferraliche")

Descrizione generale. Le proprietà ferraliche (dal latino *ferrum*, ferro, e *alumen*, allume) si riferiscono a del materiale di suolo minerale che ha una capacità di scambio cationico relativamente bassa. Si riferiscono anche a dei materiali di suolo che potrebbero essere qualificati come orizzonte *ferralico* se non avessero la tessitura grossolana.

Caratteristiche diagnostiche. Le proprietà ferraliche si utilizzano per qualificare del

¹¹ Il contenuto in carbonio organico può essere più alto se il suolo è periodicamente inondato, oppure se ha una conducibilità dell'estratto della pasta satura di 4 dS m⁻¹ o più in qualche parte entro 100 cm dalla superficie del suolo.

¹² Quale quello operato da interventi di scasso con mezzi meccanici (ndt)

suolo minerale che ha *o*:

1. una capacità di scambio cationico (con 1 M NH₄OAc) inferiore a 24 cmol_c kg⁻¹ di argilla; **oppure**
2. una capacità di scambio cationico (con 1 M NH₄OAc) inferiore a 4 cmol_c kg⁻¹ di suolo,

in entrambi i casi, in almeno qualche sottorizzonte dell'orizzonte B o dell'orizzonte immediatamente sottostante l'orizzonte A.

GERIC PROPERTIES (“proprietà geriche”)

Descrizione generale. Le proprietà geriche (dal greco *geraios*, vecchio) si riferiscono a materiali minerali del suolo che hanno una capacità di scambio cationico effettiva molto bassa o addirittura si comportano come uno scambiatore di anioni.

Criteri diagnostici. Il suolo minerale ha proprietà geriche se ha *o*:

1. 1,5 cmol_c o meno di basi scambiabili (Ca, Mg, K, Na) più un'acidità non tamponata in KCl 1 M per kg di argilla; **oppure**
2. un delta pH (pH_{KCl} meno pH_{acqua}) di +0,1 o più.

GLEVIC PROPERTIES (“proprietà gleyiche”)

Descrizione generale. Il suolo sviluppa proprietà gleyiche (dal nome locale russo *gley*, massa di suolo sporco) se, a meno che non venga drenato, è completamente saturo di acqua di falda per un periodo di tempo sufficiente a permettere l'instaurarsi di **condizioni riducenti** (il tempo può variare da pochi giorni nei tropici a poche settimane in altre aree), e mostrare una **configurazione di colori gleyica**.

Criteri diagnostici. Condizioni riducenti¹³ sono evidenziate da:

1. un valore dell' rH nella soluzione del suolo di 19 o meno; **oppure**
2. la presenza di ferro Fe²⁺ libero, come mostrato dall'apparire di *o*:
 - a. un colore blu scuro uniforme sulla superficie di un campione di suolo bagnato alle condizioni di campo che, appena spezzato, viene spruzzato con una soluzione di ferrocianuro di potassio (K₃Fe(III)(CN)₆) all'1%; **oppure**
 - b. un colore rosso forte sulla superficie di un campione di suolo bagnato alle condizioni di campo che, appena spezzato, viene spruzzato con una soluzione allo 0,2 % di α,α, dipiridile in 10 % di acido acetico; **ed inoltre**
3. una configurazione di colori gleyica¹⁴ che riflette proprietà ossimorfiche¹⁵ e/o

¹³ L' rH è la misura di base per valutare la riduzione dei materiali del suolo. Questa misura è in relazione al potenziale redox (Eh) e viene corretta secondo il pH, come indicato nella formula seguente:

$$rH = \frac{Eh(mV)}{29} + 2pH$$

¹⁴ Una *configurazione dei colori gleyica* risulta dal gradiente di ossidoriduzione tra l'acqua di falda e la frangia capillare, che causa una distribuzione irregolare degli (idr)ossidi di ferro e di manganese. Nella parte bassa del suolo e/o all'interno degli aggregati, gli ossidi vengono o trasformati in composti di Fe/Mn(II) insolubili o traslocati; entrambi i processi conducono all'assenza di colori con uno hue Munsell più rosso di 2.5Y. I composti di ferro e

riducimorfiche¹⁶ o:

- a. in più del 50 % della massa del suolo; *oppure*
- b. nel 100 % della massa del suolo sotto un qualsiasi orizzonte di superficie.

Identificazione in campo. Gli ossidi e idrossidi di ferro e manganese nei suoli con proprietà gleyiche sono ridistribuiti all'esterno degli aggregati e verso la superficie del suolo, da dove proviene l'ossigeno. La configurazione di colori risultante (colori rossastri, brunastrati o giallastri vicino le facce degli aggregati o nella parte alta del profilo, insieme a colori grigiastri/bluastri all'interno degli aggregati o verso la parte profonda del suolo) indica la presenza di condizioni gleyiche. Il test del dipiridile, inoltre, fornisce spesso buone indicazioni sulla presenza del ferro ferrico nella soluzione del suolo.

PERMAFROST

Definizione. Il permafrost è uno strato nel quale la temperatura è sempre uguale o inferiore a 0°C per almeno due anni consecutivi.

SECONDARY CARBONATES (“carbonati secondari”)

Descrizione generale. Il termine carbonati secondari si riferisce al carbonato di calcio trasportato che è abbastanza soffice da essere tagliato facilmente con l'unghia di un dito, e che è stato precipitato in posto dalla soluzione del suolo piuttosto che ereditato dal substrato pedogenetico. Per essere considerato una proprietà diagnostica dovrebbe essere presente in quantità significative.

Identificazione in campo. I carbonati secondari devono avere qualche relazione con la struttura o la fabric¹⁷ del suolo. Le deposizioni di carbonati secondari possono disgregare la fabric e formare aggregati sferoidali o “occhi bianchi”, soffici e polverulenti da secchi, o il calcare può essere presente come rivestimenti soffici nei pori

manganese traslocati possono essere concentrati in forme ossidate (Fe(III), Mn(IV)), riconoscibili con il test di campo del 10% H₂O₂, sulle facce degli aggregati o nei (bio)pori (“canali radicali rugginosi”) e, verso la superficie del suolo, anche nella matrice.

¹⁵ Le *proprietà ossimorfiche* riflettono un'alternanza di condizioni riducenti ed ossidanti, come nel caso della frangia capillare e degli orizzonte/i superficiali di suoli con fluttuazioni del livello di falda freatica. Le proprietà ossimorfiche si manifestano con screziature brune rossastre (ferridrite) o brune giallastre brillanti (goetite), o gialle brillanti (jarosite) nei suoli solfato acidi. Nei suoli franchi e argillosi, gli (idr)ossidi di ferro si concentrano sulle facce degli aggregati e sulle pareti dei pori più grandi (come i vecchi canali radicali).

¹⁶ Le *proprietà riducimorfiche* indicano condizioni di saturazione permanente, e si manifestano con colori neutri (da bianco a nero: da N1/ a N8/) o da bluastrato a verdastro (2.5Y, 5Y, 5G, 5B) in più del 95 % della matrice. Nelle tessiture franche e argillose i colori blu-verdi dominano a causa dei sali idrati di Fe (II,III) (“ruggine verde”). Se il suolo è ricco in solfo, prevalgono i colori nerastri a causa dei solfati di ferro. Nel materiale calcareo dominano i colori biancastri (e grigi, ndt) per la presenza di calcite e/o siderite. Le sabbie sono generalmente da grigie chiare a bianche e spesso anche impoverite in ferro e manganese. La parte superiore di un orizzonte riducimorfo può avere fino al 5 % di colori rugginosi, specialmente attorno ai canali degli animali scavatori o delle radici delle piante.

¹⁷ Il termine “fabric” è usato soprattutto in micromorfologia per indicare l'organizzazione spaziale dei componenti del suolo (ndt).

o sulle facce degli aggregati. Se presente come rivestimenti, i carbonati secondari coprono il 50 % o più delle facce strutturali e sono abbastanza spessi da essere visibili da umidi. Se presenti come noduli soffici, occupano il 5 % o più del volume del suolo. I filamenti (pseudomiceli) che vengono e vanno con il cambiamento delle condizioni di umidità non sono inclusi nella definizione di carbonati secondari.

STAGNIC PROPERTIES (“proprietà stagniche”)

Descrizione generale. Il suolo ha proprietà stagniche (dal latino *stagnare*, ristagnare) se, almeno temporaneamente e a meno che non sia drenato, è completamente saturo d’acqua proveniente dalla superficie per un periodo abbastanza lungo da indurre **condizioni riducenti** (tempo che può variare da pochi giorni ai tropici a poche settimane in altri ambienti) e mostra una **configurazione di colori stagnica**¹⁸.

Criteri diagnostici. Le condizioni riducenti sono evidenziate da:

1. un valore dell’ rH nella soluzione del suolo di 19 o meno; **oppure**
2. la presenza di ferro Fe²⁺ libero evidenziata da **o**:
 - a. un colore blu scuro uniforme sulla superficie di un campione di suolo bagnato alle condizioni di campo che, appena spezzato, viene spruzzato con una soluzione di ferrocianuro di potassio (K₃Fe(III)(CN)₆) all’1 %; **oppure**
 - b. un colore rosso forte sulla superficie di un campione di suolo bagnato alle condizioni di campo che, appena spezzato, viene spruzzato con una soluzione allo 0,2 % di α,α , dipiridile in 10 % di acido acetico; **ed inoltre**
3. un orizzonte *albico* o una configurazione di colori stagnica **o**:
 - a. in più del 50 % del volume se il suolo è indisturbato; **oppure**
 - b. nel 100 % del volume se l’orizzonte di superficie è arato.

Identificazione in campo. La distribuzione delle figure di ossidoriduzione, con gli ossidi di ferro e manganese concentrati all’interno degli aggregati (o nella matrice, se gli aggregati sono assenti) fornisce buone indicazioni delle proprietà stagniche.

STRONGLY HUMIC PROPERTIES (“proprietà fortemente umiche”)

Descrizione generale. Le proprietà fortemente umiche si riferiscono ai suoli che hanno un alto contenuto in carbonio organico nel primo metro di profondità.

Criteri diagnostici. Per essere fortemente umico, il suolo deve avere più del 1,4 % di carbonio organico come media ponderata nei primi 100 cm dalla superficie (la stessa media ponderata su 100 cm si applica se il suolo è profondo 50-100 cm; se il suolo è spesso meno di 50 cm non può essere considerato fortemente umico). Il calcolo assume una densità apparente di 1,5 g cm⁻³.

¹⁸ Una *configurazione di colori stagnica* ha delle screziature tali che le facce degli aggregati (o parte della matrice del suolo) sono più chiare (una o più unità di value Munsell) e più pallide (una o più unità di chroma), mentre l’interno degli aggregati (o parte della matrice) è più rossastro (una o più unità di hue) e più brillante (una o più unità di chroma) che le parti non-riducimorfiche dello strato, o del colore medio derivato dal suo rimescolamento. Questa configurazione delle screziature può manifestarsi direttamente sotto l’orizzonte di superficie o l’orizzonte lavorato, oppure sotto ad un orizzonte albico.

MATERIALI DIAGNOSTICI

Sembra opportuno definire i materiali di suolo che sono diagnostici. Questi materiali riflettono le caratteristiche dei materiali parentali originali, nei quali i processi pedogenetici non sono stati ancora così attivi da lasciare un'impronta significativa. Comprendono i materiali di suolo *antropogenici*, *calcarei*, *fluvici*, *gypsirici*, *organici*, *sulfidici* e *tefritici*. Le proprietà *fluviche*, *calcaree*, *calcariche* e *gypsifere* della Revised Legend (FAO, 1988) sono ridefinite come materiali di suolo *fluvici*, *calcarei* e *gypsirici*.

ANTHROPOGEOMORPHIC SOIL MATERIAL (“materiale di suolo antropogeomorfo”)

Descrizione generale. Con il termine materiale di suolo antropogeomorfo (dal greco *anthropos*, umano, uomo, *geos*, terra e *morphos*, forma) si fa riferimento a materiale minerale od organico in consolidato risultante per lo più da riempimenti di terra, residui di miniera, riempimenti urbani, depositi d'immondizie, dragaggi, ecc., prodotti dall'attività dell'uomo. Materiale che, in ogni caso, **non** ha avuto abbastanza tempo da dare una significativa espressione ai processi pedogenetici.

Le descrizioni di alcuni materiali di suolo antropogeomorfi sono riportate in tabella 2.

TABELLA 2

Alcuni materiali di suolo antropogeomorfi

Aric	Materiale minerale del suolo che ha, in uno o più strati tra 25 e 100 cm dalla superficie, il 3 % o più (in volume) di frammenti di orizzonti diagnostici non disposti in alcun ordine discernibile ¹⁹ .
Garbic	Materiale organico di risulta; riempimento di terra contenente principalmente prodotti organici di rifiuto.
Reductic	Prodotti di rifiuto che producono emissioni gassose (ad esempio metano, anidride carbonica) come risultato di condizioni anaerobiche nel materiale.
Spolic	Materiale terroso risultante dalle attività industriali (risulta di miniera, dragaggi di fiume, rilevati di autostrade, ecc.).
Urbic	Materiale terroso contenente detriti di edificio e manufatti (residui culturali > 35 % in volume).

CALCARICO SOIL MATERIAL (“materiale di suolo calcareo”)

Definizione. Il materiale di suolo calcareo (dal latino *calcarius*, calcareo) mostra forte effervescenza con HCl al 10 % nella maggior parte della terra fine. Si applica a materiale che contiene più del 2 % di carbonato di calcio equivalente.

¹⁹ Nel caso di un singolo intervento di aratura profonda, è a volte possibile distinguere nel profilo gli orizzonti del suolo originari disposti obliquamente e/o in successione inversa alla naturale (ndt).

FLUVIC SOIL MATERIAL (“materiale di suolo fluvico”)

Descrizione generale. Il materiale di suolo fluvico (dal latino *fluvius*, fiume) si riferisce a sedimenti fluviali, marini e lacustri, che ricevono materiali freschi a intervalli regolari, o li hanno ricevuti nel recente passato²⁰.

Criteri diagnostici. Il materiale di suolo fluvico mostra stratificazione in almeno il 25 % del volume del suolo entro una specifica profondità; la stratificazione può essere evidenziata da un contenuto in carbonio organico che diminuisce irregolarmente con la profondità, o che rimane superiore allo 0,2 % fino ad una profondità di 100 cm. Strati sottili di sabbia possono avere meno carbonio organico se i sedimenti più fini sottostanti, ad eccezione degli orizzonti A sepolti, soddisfano l'ultimo requisito.

Identificazione in campo. Il materiale di suolo fluvico mostra stratificazione. Strati di suolo di colore scuro che si alternano possono riflettere un contenuto in carbonio organico che diminuisce irregolarmente con la profondità.

GYPSIRIC SOIL MATERIAL (“materiale di suolo gypsirico”)

Definizione. Il materiale di suolo gypsirico (dal latino *gypsum*, gesso) è un materiale minerale del suolo che contiene il 5 % o più di gesso (in volume).

ORGANIC SOIL MATERIAL (“materiale di suolo organico”)

Descrizione generale. Il materiale di suolo organico consiste in residui organici che si accumulano alla superficie in condizioni sia umide che asciutte ed in cui la frazione minerale non influenza significativamente le proprietà del suolo.

Criteri diagnostici. Il materiale di suolo organico deve avere una delle due seguenti condizioni:

1. se saturato con acqua per lunghi periodi (a meno che artificialmente drenato), ed escludendo le radici viventi, **o**:
 - a. il 18 % di carbonio organico (30 % di sostanza organica) o più se la frazione minerale ha il 60 % o più di argilla; **oppure**
 - b. il 12 % di carbonio organico (20 % di sostanza organica) o più se la frazione minerale non ha argilla; **oppure**
 - c. un limite inferiore del contenuto in carbonio organico proporzionale, tra il 12 e il 18 % , se il contenuto in argilla della frazione minerale è tra lo 0 e il 60 %; **oppure**
2. se mai saturato con acqua per più di pochi giorni, il 20 % o più di carbonio organico.

²⁰ Il termine “recente passato” copre il periodo durante il quale il suolo è stato protetto dalle inondazioni, ad esempio tramite creazione di polder, argini, canalizzazioni o drenaggi artificiali, e durante il quale la formazione del suolo non ha prodotto alcun orizzonte diagnostico sottosuperficiale, eccezion fatta per il *salico* o il *solforico*.

SULFIDIC SOIL MATERIAL (“materiale di suolo solfureo”)

Descrizione generale. Il materiale di suolo solfureo (dall’inglese *sulphide*, solfuro) è un deposito saturo di acqua che contiene solfo, soprattutto in forma di solfuri, e solo un moderato contenuto in carbonato di calcio.

Criteri diagnostici. Il materiale di suolo solfureo deve avere:

1. lo 0,75 % o più di solfo (in peso) e meno del triplo di carbonato di calcio equivalente rispetto allo solfo; *ed inoltre*
2. un pH (H₂O) maggiore di 3,5.

Identificazione in campo. Depositi contenenti solfuri mostrano spesso, in condizioni umide o bagnate, un riflesso dorato, il colore della pirite. L’ossidazione forzata con una soluzione al 30 % di perossido di idrogeno abbassa il pH di 0,5 unità o più. L’ossidazione inoltre dà origine a odore di uova marce.

TEPHRIC SOIL MATERIAL²¹ (“materiale di suolo tefritico”)

Descrizione generale. Il materiale di suolo tefritico (dal greco *tephra*, cumulo di cenere) consiste di **tefra**, cioè prodotti piroclastici primari non consolidati, non o solo debolmente alterati, d’eruzioni vulcaniche (includenti ceneri, scorie, lapilli, pomici, piroclastiti vescicolari simili a pomice, blocchi o bombe vulcaniche), oppure di **depositi tefritici**, cioè tefra che è stata rielaborata e mescolata con materiale proveniente da altre fonti. Quest’ultimo comprende loess tefritico, sabbia eolica tefritica e alluvium vulcanogenico.

Criteri diagnostici. Il materiale di suolo tefritico deve avere:

1. il 60 % o più di tefra; *e*
2. meno dello 0,4 % Al + ½Fe, entrambi estraibili in ossalato acido (pH 3).

Relazioni con alcuni altri orizzonti diagnostici. Il basso contenuto in alluminio e ferro estraibili in ossalato acido distingue il materiale di suolo tefritico dagli orizzonti *vitrici*.

²¹ La descrizione e i criteri diagnostici sono adattati da Hewitt (1992).

La classificazione delle suddivisioni nei gruppi pedologici di riferimento

Dall'inizio della legenda della carta dei suoli del mondo (FAO, 1974), il numero delle unità di livello inferiore utilizzate nella legenda, o classificazione dei suoli, è continuamente cresciuto: da 106 nel 1974 a 152 Revised Legend of the Soil Map of the World (FAO, 1988) a 209 nella prima bozza del *World Reference Base for Soil Resources* (ISSS-ISRIC-FAO, 1994). Allo stesso tempo, è stato intrapreso un notevole sforzo per espandere questo secondo livello ulteriormente, mediante l'introduzione di unità di terzo livello (Nachtergaele *et al.*, 1994). Ulteriori proliferazioni d'unità e sottounità pedologiche nella World Reference Base potrebbero facilmente portare ad una situazione dove diventerebbe estremamente difficile richiamare e usare tutte le definizioni all'interno dei principali gruppi pedologici.

Un'ulteriore complicazione è costituita dal fatto che molti nomi d'unità pedologiche, e modificatori nella bozza del WRB, sono stati ereditati dall'originale legenda FAO e sono stati definiti in funzione del raggruppamento nel quale si ritrovano. Ad esempio, un'unità di suoli "districa" può significare: "... avente una saturazione in basi inferiore al 75 %" (nei Dystric Vertisols), oppure "... avente una saturazione in basi inferiore al 50 %", in sezioni di controllo diverse (notare ad esempio la differenza nelle sezioni di controllo dei Dystric Planosols e dei Dystric Cambisols).

Un altro limite relativo allo stretto legame con la legenda dei suoli del mondo è che il sistema FAO, sebbene sia stato spesso usato come un sistema di classificazione dei suoli, aveva lo scopo originale di servire come legenda per una specifica carta, cosa che ha prodotto delle necessarie semplificazioni. I Calcic Gleysols, per esempio, includevano suoli con orizzonte gypico. Analogamente, gli Umbric Fluvisols raggruppavano suoli alluvionali con un orizzonte umbrico insieme a Fluvisols con un orizzonte histico desaturato. Ciò aveva prodotto una perdita di informazioni dovuta alla generalizzazione richiesta per la legenda.

E' da sottolineare infine la distinzione che deve essere fatta tra le due finalità del World Reference Base: da un lato servire come sistema pedologico di riferimento per geografi, agronomi e altri utilizzatori, i quali sono interessati essenzialmente al livello di generalizzazione più alto espresso in termini non tecnici, dall'altro costituire uno strumento sofisticato di correlazione pedologica, capace di accogliere un'ampia gamma di sistemi di classificazione nazionali.

Al fine di porre un rimedio ai limiti di classificazione dei suoli sopra riportati, è stato deciso di standardizzare le definizioni di ogni suddivisione e di disegnare un sistema di classificazione pedologica flessibile, che permetta il massimo trasferimento d'informazioni relative al profilo pedologico. Per questo motivo, è stato definito un numero limitato di nomi per le suddivisioni dei gruppi di suoli del World Reference Base, da usarsi in un certo ordine gerarchico per qualificare ogni raggruppamento ai livelli inferiori. Per semplificarne l'uso il più possibile, inoltre, è stata prevista un'unica definizione per ogni qualificativo, come pure una standardizzazione delle profondità e degli spessori. Nel far questo è stato inevitabile che certi legami che esistevano fino al 1994 con le unità pedologiche FAO andassero parzialmente perduti. Questa perdita è stata ad ogni modo compensata dal guadagno in termini di chiarezza e di facilità d'uso del presente approccio.

Un altro vantaggio della suddivisione standardizzata è che faciliterà e migliorerà la correlazione pedologica e il trasferimento tecnologico tra paesi e regioni. Dovrebbe consentire, inoltre, scopi applicativi (ad esempio la valutazione del territorio e la programmazione territoriale), senza essere considerata fine a se stessa, piuttosto un contributo per una migliore conoscenza della risorsa suolo.

Al momento non è possibile fornire una lista esaustiva di nomi per i livelli inferiori del World Reference Base. Una lista provvisoria di nomi e definizioni è stata stabilita riprendendo gli esempi di secondo livello riportati dalla FAO (1988), dal Soil Survey Staff (1996) e dal WRB (ISSS-ISRIC-FAO, 1994), e al terzo livello nella classificazione dei suoli del Botswana (Rommelzwaal e Verbeek, 1990), dell’Africa del nord-est (FAO, 1998), del Bangladesh (Brammer *et al.*, 1988) e dell’Unione Europea (CEC, 1985), nonché riclassificando un gran numero di pedon rappresentativi di tutti i raggruppamenti pedologici di riferimento.

PRINCIPI GENERALI PER DISTINGUERE LE UNITA’ DI LIVELLO INFERIORE

Per mantenere il sistema semplice e facile da usare, sono stati selezionati dei criteri per differenziare le sottounità pedologiche che fossero strettamente correlati con i criteri diagnostici definiti al primo livello.

I nuovi criteri si riferiscono a proprietà del suolo addizionali, le quali sono state considerate importanti ai livelli inferiori. L’uso di fasi come criteri differenziali ai livelli classificatori inferiori dovrebbe essere, di regola, limitato al minimo. Alcune di esse, comunque, sono state incluse nella lista provvisoria di nomi.

Regole generali

Per differenziare le unità di livello inferiore vanno seguite le seguenti regole generali:

1. I criteri diagnostici applicati al livello inferiore vengono derivati da quelli già stabiliti per gli orizzonti diagnostici, proprietà e altre specifiche caratteristiche, dei gruppi di riferimento. Possono altresì includere nuovi elementi e criteri usati per la definizione delle fasi ai livelli superiori.
2. Le unità dei livelli inferiori possono essere definite e denominate sulla base della presenza di orizzonti diagnostici. In generale, non sono da considerarsi come differenze le espressioni più deboli o incomplete di caratteri simili.
3. Criteri differenziali legati al clima, alla roccia madre, alla vegetazione, o caratteri fisiografici quali la pendenza, la geomorfologia, l’erosione, non sono considerati. Lo stesso vale per i criteri derivati dalle relazioni suolo-acqua, come la profondità della falda o il drenaggio. Livelli del substrato, spessore e morfologia del *solum* o di orizzonti individuali non vanno considerati come criteri diagnostici per differenziare unità di livello inferiore.
4. Vi è una serie di criteri diagnostici per la definizione delle unità pedologiche di livello inferiore. Questo nome contiene nella sua definizione il criterio diagnostico e le funzioni per il secondo e, allo stesso tempo, per il terzo livello connotativo. Ad ogni qualificativo

pedologico è attribuito un unico significato, che dovrebbe essere applicabile a tutti i gruppi pedologici di riferimento nei quali si può ritrovare.

5. Dovrebbe essere usato un singolo nome per definire ogni livello inferiore. Questi nomi però possono essere usati in combinazione con indicatori di profondità, spessore o intensità. Se sono necessari nomi aggiuntivi, dovrebbero essere elencati, tra parentesi, dopo i nomi dei gruppi pedologici di riferimento, ad esempio, Acri-Geric Ferralsol (Abruptic e Xanthic).

6. Le definizioni delle unità dei livelli inferiori non dovrebbero sovrapporsi o essere in conflitto con altre sottunità, o con le definizioni dei gruppi pedologici di riferimento. Ad esempio, un Dystri-Petric Calcisol è una contraddizione, mentre un Eutri-Petric Calcisol è una sovrapposizione, nel senso che il nome "eutric" non fornisce ulteriori informazioni.

Nuove unità possono essere stabilite solo dopo essere state documentate con descrizioni di profili di suolo e con il supporto di analisi di laboratorio.

7. Le regole di priorità per l'uso dei nomi dei suoli di livello inferiore devono essere seguite in modo rigoroso per evitare confusione. Più avanti nel testo è riportato l'ordine gerarchico preciso di ciascun qualificativo in ogni gruppo pedologico di riferimento.

Esempio

Nei Vertisols sono stati riconosciuti i seguenti qualificativi, in ordine di priorità:

1. Thionic intergrado con i Gleysols e Fluvisols solfato acidi
2. Salic intergrado con il gruppo pedologico di riferimento dei Solonchak
3. Natric intergrado con il gruppo pedologico di riferimento dei Solonetz
4. Gypsic intergrado con il gruppo pedologico di riferimento dei Gypsisol
5. Duric intergrado con il gruppo pedologico di riferimento dei Durisol
6. Calcic intergrado con il gruppo pedologico di riferimento dei Calcisol
7. Alic intergrado con il gruppo pedologico di riferimento degli Alisol
-
8. Gypsiric contenente gesso
9. Pellic di colore scuro, spesso poco drenato
10. Grumic orizzonte di superficie pacciamato ("mulched")
11. Mazic orizzonte di superficie molto duro; problemi di lavorabilità
12. Chromic di colore rossastro
13. Mesotrophic avente meno del 75% di saturazione in basi (si trova in Venezuela)
14. Hyposodic avente un ESP da 6 a 15
15. Eutric 75 % o più di saturazione in basi
16. Haplic nessuna caratteristica specifica
-

Per classificare un Vertisol di colore rossastro con un orizzonte calcico, si deve seguire la lista di priorità e notare che si possono applicare i qualificativi 6 e 12. Il suolo perciò è classificato come un Chromi-Calcic Vertisol. Se sono disponibili maggiori informazioni sulla profondità ed intensità dell'orizzonte calcico, il quale ad esempio si trova vicino alla superficie, si può specificarlo classificando il suolo come Chromi-Epicalcic

Vertisol, indicando la presenza dell'orizzonte calcico entro 50 cm dalla superficie.

Quando sono richiesti più di due qualificativi, possono essere aggiunti tra parentesi dopo il nome standard. Se, ad esempio, il Vertisuolo di prima avesse anche un orizzonte di superficie molto duro (qualificativo 11), il suolo sarebbe denominato Mazi-Calcic Vertisol (Chromic).

Futuri sviluppi ed applicazioni

Questo sistema consente un ottimale trasferimento di conoscenze sul suolo, poiché tutti i qualificativi hanno un significato univoco, sono relativamente pochi e possono essere facilmente insegnati e memorizzati.

Quando usato per la cartografia del suolo a differenti livelli di dettaglio, in combinazione con sistemi nazionali di classificazione pedologica, il sistema deve essere adattato in modo tale da servire come legenda per carte pedologiche. Ciò può richiedere una semplificazione e un raggruppamento di diversi qualificatori. Ad esempio, nella lista dei qualificatori il nome "Thionic" combina già "Protothionic" e "Orthithionic"; un altro esempio potrebbe essere considerare solo i nomi degli intergradi per una carta a piccola scala.

Da rilevare inoltre che nel World Soil e Terrain Database in corso di preparazione da parte dell'UNEP, ISSS, ISRIC e FAO (Van Engelen & Wen, 1995; Nachtergaele, 1996), le unità cartografiche contengono anche informazioni sui profili di suolo, i quali possono essere classificati secondo questo sistema.

Resta inteso che per finalità gestionali dei suoli si richiede spesso una maggiore informazione, in particolare sulle caratteristiche del topsoil e sul pedoclima. E' stato proposto che le linee guida su entrambi gli argomenti dovrebbero essere sviluppate in linea con le proposte esistenti quali "The Characterization of Topsoils" (FitzPatrick, 1988; Spaargaren, 1992; Purnell *et al.*, 1994), e i regimi climatici della metodologia Global Agro-ecological Zones (Fisher *et al.*, 1996).

DEFINIZIONI DEGLI ELEMENTI FORMATIVI PER LE UNITÀ DI LIVELLO INFERIORE

Le definizioni degli orizzonti e proprietà diagnostiche riportate in corsivo sono quelle presentate nel capitolo 3, salvo diversamente stabilito.

Nella maggior parte dei casi è possibile solamente un limitato numero di combinazioni, poiché le definizioni sono per lo più mutuamente esclusive.

Abruptic che ha un cambiamento tessiturale abrupto (*abrupt textural change*).

Aceric che ha un pH (1:1 in acqua) tra 3,5 e 5 e screziature di jarosite entro 100 cm dalla superficie del suolo (*solo nei Solonchaks*).

Acric che ha un orizzonte *ferralico* che risponde ai requisiti di incremento di argilla di un qualsiasi orizzonte *argico*, e che ha una saturazione in basi (con 1 M NH₄OAc) più bassa del 50% in almeno qualche parte dell'orizzonte B entro 100 cm dalla superficie del suolo (*solo nei Ferralsols*).

Acroxic che ha meno di 2 cmolc kg^{-1} di terra fine di basi scambiabili, più Al^{3+} scambiabile in 1 M KCl , in uno o più orizzonti per uno spessore complessivo di 30 cm o più entro 100 cm dalla superficie del suolo (*solo negli Andosols*).

TABELLA 3

Lista in ordine alfabetico dei nomi dei suoli nei livelli inferiori

	Abruptic		Ferralic		Lixic		Rhodic
	Aceric		Ferric		Luvic		Rubic
	Acric		Fibric		Magnesian		Ruptic
	Acroxic		Folic		Mazic		Rustic
	Albic		Fluvic		Melanic		Salic
	Alcalic		Fragic		Mesotrophic		Sapric
	Alic		Fulvic		Mollic	100	Silic
	Alumic		Garbic	70	Natric		Siltic
	Andic	40	Gelic		Nitic		Skeletal
10	Anthraquic		Gelistagnic		Ochric		Sodic
	Anthric		Geric		Ombic		Spodic
	Anthropic		Gibbsic		Oxyaquic		Spolic
	Arenic		Glacic		Pachic		Stagnic
	Aric		Gleyic		Pellic		Sulphatic
	Aridic		Glossic		Petric		Takyric
	Arzic		Greyic		Petrocalcic		Tephric
	Calcaric		Grumic		Petroduric	110	Terric
	Calcic		Gypsic	80	Petrogypsic		Thionic
	Carbic	50	Gypsic		Petroplinthic		Toxic
20	Carbonatic		Haplic		Petrosalic		Turbic
	Chernic		Histic		Placic		Umbric
	Chloridic		Hortic		Plaggic		Urbic
	Chromic		Humic		Planic		Vetic
	Cryic		Hydragric		Plinthic		Vermic
	Cutanic		Hydric		Posic		Vertic
	Densic		Hyperochric		Profondic		Vitric
	Duric		Hyperskeletal		Protic	120	Xanthic
	Dystric		Irragic	90	Reductic		Yermic
	Entic	60	Lamellic		Regic		
30	Eutric		Leptic		Rendzic		
	Eutrisilic		Lithic		Rheic		
Nel caso in cui sia rilevante, i nomi possono essere ulteriormente definiti usando prefissi, ad esempio Epigleyi-, Protothioni-.							
Possono essere usati i seguenti prefissi:							
	Bathi		Epi		Orthi		Thapto
	Cumuli		Hyper		Para		
	Endo		Hypo		Proto		

Albic che ha un orizzonte *albico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Hyperalbic che ha un orizzonte *albico* entro 50 cm dalla superficie del suolo, e il limite inferiore ad una profondità di 100 cm o più dalla superficie del

- suolo.
- Glossalbic** che mostra penetrazioni di un *orizzonte albico* all'interno di un *argico* o *natrico*.
- Alcalic** che ha un pH (1:1 in acqua) di 8,5 o più entro 50 cm dalla superficie del suolo.
- Alic** avente un orizzonte *argico* che ha una capacità di scambio cationico uguale o maggiore di 24 cmolc kg⁻¹ d'argilla per tutto il suo spessore, un rapporto limo/argilla inferiore a 0,6 e una saturazione in alluminio del 50 % o più.
- Alumic** che ha una saturazione in alluminio del 50 % o più, in almeno qualche parte dell'orizzonte B tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.
- Andic** che ha un orizzonte *andico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Aluandic** che ha un orizzonte *andico* con contenuto di silice estraibile in ossalato acido (pH 3) minore dello 0,6 %, o un $Al_{py}^{22}/Al_{ox}^{23}$ di 0,5 o più.
- Silandic** che ha un orizzonte *andico* con contenuto di silice estraibile in ossalato acido (pH 3) dello 0,6 % o più, o un rapporto Al_{py}/Al_{ox} minore di 0,5.
- Antraquic** che ha un orizzonte *antraquico*.
- Anthric** che mostra i segni dell'azione dell'uomo causati dalle pratiche di coltivazione.
- Anthropic** costituito da materiale di suolo *antropogeomorfico*, o che mostra modificazioni profonde del suolo causate dall'attività dell'uomo che non sono quelle relative alla coltivazione (*solo nei Regosols*).
- Aric** che ha solo residui di orizzonti diagnostici a causa di ripetute arature profonde.
- Arenic** che ha una tessitura sabbioso franca fine o più grossolana per tutti i primi 50 cm del suolo.
- Aridic** che ha proprietà *aridiche* senza un orizzonte *takyrico* o *yermico*.
- Arzic** che ha una falda ricca in solfati entro 50 cm dalla superficie del suolo per qualche tempo nella maggior parte degli anni, e contiene in media il 15 % o più di gesso per una profondità di 100 cm (*solo nei Gypsisols*).
- Calcaric** calcareo almeno tra 20 e 50 cm dalla superficie del suolo.
- Calcic** che ha un orizzonte *calcico* o concentrazioni di *carbonati secondari* tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.

²² Al_{py} : alluminio estraibile in pirofosfato.

²³ Al_{ox} : alluminio estraibile in ossalato acido (pH 3) (metodo di Blakemore *et al.*, 1981).

- Hypercalcic** che ha un orizzonte *calcico* che contiene il 50 % o più di carbonato di calcio equivalente.
- Hypocalcic** che ha solamente concentrazioni di *carbonati secondari* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Orthicalcic** che ha un orizzonte *calcico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Carbic** che ha un orizzonte *spodico* cementato che non contiene abbastanza ferro amorfo da diventare più rosso in seguito a combustione (*solo nei Podzols*).
- Carbonatic** che ha la soluzione del suolo con $\text{pH} > 8,5$ (1:1 in acqua) e $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 \gg \text{Cl}$ (*solo nei Solonchaks*).
- Chernic** che ha un orizzonte *cernico* (*solo nei Chernozems*).
- Chloridic** che ha la soluzione del suolo (1:1 in acqua) con $\text{Cl} \gg \text{SO}_4 > \text{HCO}_3$ (*solo nei Solonchaks*).
- Chromic** che ha nella maggior parte dell'orizzonte B uno *hue* Munsell di 7,5YR e un *chroma* umido maggiore di 4, oppure uno *hue* più rosso di 7,5YR.
- Cryic** che ha un orizzonte *cryico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Cutanic** che ha rivestimenti d'argilla nell'orizzonte *argico* (*solo nei Luvisols*).
- Densic** che ha un orizzonte *spodico* cementato ("ortstein") (*solo nei Podzols*).
- Duric** che ha un orizzonte *durico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Dystric** che ha una saturazione in basi (con 1 M NH_4OAc) inferiore al 50 % in almeno qualche parte tra 20 e 100 cm dalla superficie del suolo, oppure, nei *Leptosols*, in uno strato di 5 cm di spessore che poggia direttamente su di un contatto litico.
- Epidystric** che ha una saturazione in basi (con 1 M NH_4OAc) inferiore al 50 % almeno tra 20 e 50 cm dalla superficie del suolo.
- Hyperdystric** che ha una saturazione in basi (con 1 M NH_4OAc) inferiore al 50 % in ogni parte tra 20 e 100 cm dalla superficie del suolo, e inferiore al 20 % in qualche parte entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Orthidystric** che ha una saturazione in basi (con 1 M NH_4OAc) inferiore al 50 % in ogni parte tra 20 e 100 cm dalla superficie del suolo.
- Entic** che manca di un orizzonte *albico* e che ha un orizzonte *spodico* sciolto (*solo nei Podzols*).

Eutric che ha una saturazione in basi (con 1 M NH₄OAc) del 50 % o più almeno tra 20 e 100 cm dalla superficie del suolo, oppure, nei *Leptosols*, in uno strato spesso 5 cm che poggia direttamente su di un contatto litico.

Endoeutric che ha una saturazione in basi (con 1 M NH₄OAc) del 50 % o più in tutte le parti tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.

Hypereutric che ha una saturazione in basi (con 1 M NH₄OAc) dell'80 % o più in tutte le parti tra 20 e 100 cm dalla superficie del suolo.

Orthieutric che ha una saturazione in basi (con 1 M NH₄OAc) del 50 % o più in tutte le parti tra 20 e 100 cm dalla superficie del suolo.

Eutrisilic che ha un orizzonte *sil-andico* e una somma di basi scambiabili di 25 cmolc kg⁻¹ di terra fine o più entro 30 cm dalla superficie del suolo.

Ferralic che ha proprietà *ferraliche* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Hyperferralic che ha una capacità di scambio cationico (con 1 M NH₄OAc) inferiore a 16 cmolc kg⁻¹ d'argilla in almeno qualche sottorizzonte entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Hypoferralic che ha una capacità di scambio cationico (con 1 M NH₄OAc) inferiore a 4 cmolc kg⁻¹ di terra fine in almeno 30 cm dei primi 100 cm del suolo, e un *chroma* Munsell, umido, di 5 o più e/o *hue* più rossi di 10YR (*solo negli Arenosols*).

Ferric che ha un orizzonte *ferrico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Hyperferric che ha uno o più strati, per uno spessore complessivo di 25 cm o più, costituiti per il 40 % o più da noduli d'ossidi di ferro/manganese entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Fibric che ha più di due terzi (in volume) del materiale *organico* del suolo costituito da tessuti di piante riconoscibili²⁴ (*solo negli Histosols*).

Folic che ha orizzonte *folico* (*solo negli Histosols*).

Fluvic che ha materiali *fluvici* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Fragic che ha un orizzonte *fragico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Fulvic che ha un orizzonte *fulvico* entro 30 cm dalla superficie del suolo.

²⁴ Con una lente di ingrandimento 10x (ndt).

Garbic che ha un'accumulazione di materiale *antropogeomorfico* contenente più del 35 % (in volume) di materiali organici di rifiuto (*solo negli Anthropic Regosols*).

Gelic che ha un *permafrost* entro 200 cm dalla superficie del suolo.

Gelistagnic che ha una saturazione idrica temporanea in superficie causata da orizzonti profondi gelati.

Geric che ha proprietà *geriche* in almeno qualche orizzonte entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Gibbsic che ha uno strato spesso più di 30 cm contenente più del 25 % di gibbsite nella frazione di terra fine entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Glacic che ha un orizzonte spesso 30 cm o più entro 100 cm dalla superficie del suolo che contiene il 95 % o più (in volume) di ghiaccio.

Gleyic che ha proprietà *gleyiche* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Endogleyic che ha proprietà *gleyiche* tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.

Epigleyic che ha proprietà *gleyiche* entro 50 cm dalla superficie del suolo.

Glossic che mostra penetrazioni di un orizzonte *mollico* o *umbrico* in un sottostante orizzonte B o all'interno del saprolite.

Molliglossic che mostra penetrazioni di un orizzonte *mollico* in un sottostante orizzonte B o all'interno del saprolite.

Umbriglossic che mostra penetrazioni di un orizzonte *umbrico* in un sottostante orizzonte B o all'interno del saprolite.

Greyic che ha un orizzonte *mollico* con grani di limo e sabbia puliti (non rivestiti) sulle facce degli aggregati strutturali (*solo nei Phaeozems*).

Grumic che ha uno strato superficiale con spessore di 3 cm o più con una struttura evidente più fine della granulare molto grossolana (*solo nei Vertisols*).

Gypsic che ha un orizzonte *gypsic* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Hypergypsic che ha un orizzonte *gypsic* che ha il 60 % o più di gesso.

Hypogypsic che ha un orizzonte *gypsic* che ha il 25 % o meno di gesso.

Gypsic che ha materiale *gypsic* almeno tra 20 e 50 cm dalla superficie del suolo.

Haplic che ha un'espressione tipica di certi caratteri (tipica nel senso che non vi è una caratterizzazione ulteriore o significativa).

Histic che ha un orizzonte *histic* entro 40 cm dalla superficie del suolo.

- Fibrihistic** che ha un orizzonte *hístico* entro 40 cm dalla superficie del suolo, nel quale più di due terzi (in volume) del materiale *organico* del suolo è costituito da tessuto di piante riconoscibile²⁴.
- Saprihistic** che ha un orizzonte *hístico* entro 40 cm dalla superficie del suolo, nel quale meno di un sesto (in volume) del materiale *organico* del suolo è costituito da tessuto di piante riconoscibile²⁴ e che ha un colore da grigio molto scuro a nero.
- Thaptohistic** che ha un orizzonte *hístico* sepolto tra 40 e 100 cm dalla superficie del suolo.
- Hortic** che ha un orizzonte *ortico*; negli *Anthrosols* spesso 50 cm o più, negli altri suoli spesso meno di 50 cm.
- Humic** che ha un alto contenuto di carbonio organico; nei *Ferralsols* e *Nitisols* più dell'1,4 % (in peso) di carbonio organico nella frazione di terra fine come media ponderata su una profondità di 100 cm dalla superficie del suolo, nei *Leptosols* più del 2 % (in peso) di carbonio organico nella frazione di terra fine fino ad una profondità di 25 cm dalla superficie del suolo, negli altri suoli più dell'1 % (in peso) di carbonio organico nella frazione di terra fine fino a una profondità di 50 cm dalla superficie del suolo.
- Mollihumic** che ha un contenuto di carbonio organico come sopra definito e un orizzonte *mollico*
- Umbrihumic** che ha un contenuto di carbonio organico come sopra definito e un orizzonte *umbrico*.
- Hydragric** che ha un orizzonte *antraquico* e un orizzonte *idragrico* associato, l'ultimo presente entro 100 cm dalla superficie del suolo (*solo negli Anthrosols*).
- Hydric** che ha entro 100 cm dalla superficie del suolo uno o più strati con uno spessore complessivo di 35 cm o più, che ha una ritenzione idrica a 1500 kPa (in campioni non disseccati) di 100 % o più (*solo negli Andosols*).
- Hyperskeletalic** che ha più del 90 % (in peso) di ghiaie o altri frammenti grossolani fino a una profondità di 75 cm, oppure fino alla roccia dura continua (*solo nei Leptosols*).
- Irragric** che ha un orizzonte *irragrico*; negli *Anthrosols* spesso 50 cm o più, negli altri suoli spesso meno di 50 cm.
- Lamellic** che ha lamelle d'argilla illuviale con uno spessore complessivo di almeno 15 cm entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Leptic** che ha roccia dura continua tra 25 e 100 cm dalla superficie del suolo.
- Endoleptic** che ha roccia dura continua tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.

- Epileptic** che ha roccia dura continua tra 25 e 50 cm dalla superficie del suolo.
- Lithic** che ha roccia dura continua entro 10 cm dalla superficie del suolo.
- Paralithic** che ha entro 10 cm dalla superficie del suolo un contatto discontinuo con la roccia, con fessure distanti tra loro meno di 10 cm, le quali permettono alle radici di penetrare nella roccia sottostante.
- Lixic** che ha un orizzonte *ferralico* che soddisfa i requisiti di incremento di argilla di un orizzonte *argico*, e che ha una saturazione in basi (con 1 M NH₄OAc) del 50 % o più per tutto l'orizzonte B fino a una profondità di 100 cm dalla superficie del suolo (*solo nei Ferralsols*).
- Luvic** che ha un orizzonte *argico* che ha una capacità di scambio cationico uguale o maggiore di 24 cmolc kg⁻¹ d'argilla per tutto l'orizzonte, e una saturazione in basi (con 1 M NH₄OAc) di 50 % o più per tutto l'orizzonte fino ad una profondità di 100 cm dalla superficie del suolo.
- Hypoluvic** che ha un incremento assoluto d'argilla di 3 % o più entro 100 cm dalla superficie del suolo (*solo negli Arenosols*).
- Magnesianic** che ha un rapporto Ca/Mg scambiabili inferiore a 1 entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Mazic** che ha una struttura massiva e una consistenza da dura fino a molto dura nei primi 20 cm del suolo (*solo nei Vertisols*).
- Melanic** che ha un orizzonte *melanico* (*solo negli Andosols*).
- Mesotrophic** che ha una saturazione in basi (con 1 M NH₄ OAc) inferiore al 75 % a 20 cm di profondità (*solo nei Vertisols*).
- Mollic** che ha un orizzonte *mollico*.
- Natric** che ha un orizzonte *natrico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Nitic** che ha un orizzonte *nitico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Ochric** che ha un orizzonte *ocrico*.
- Hyperochric** che ha orizzonte *ocrico* con un colore chiaro o sbiancato (di solito grigio) allo stato asciutto che scurisce in seguito ad inumidimento ("orizzonte di superficie sbiancato"), con basso contenuto di carbonio organico (generalmente < 0,4 %; dati del Sud Africa) e contenuto relativamente basso in ossidi di ferro liberi, tessitura grossolana, evidenza di struttura lamellare e sottile crosta superficiale.
- Ombritic** che ha un regime idrico condizionato dalla falda (*solo negli Histosols*).

- Oxyaquic** saturato con acqua durante il disgelo e mancante di figure di ossidoriduzione entro 100 cm dalla superficie del suolo (*solo nei Cryosols*).
- Pachic** che ha un orizzonte *mollico* o un *umbrico* spesso più di 50 cm.
- Pellic** che ha nei primi 30 cm della matrice del suolo un *value* Munsell, umido, di 3,5 o meno e un *chroma* di 1,5 o meno (*solo nei Vertisols*).
- Petric** fortemente cementato o indurito entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Endopetric** fortemente cementato o indurito tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.
- Epipetric** fortemente cementato o indurito entro 50 cm dalla superficie del suolo.
- Petrocalcic** che ha un orizzonte *petrocalcico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Petroduric** che ha un orizzonte *petrodurico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Petrogypsic** che ha un orizzonte *petrogypsic* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Petroplinthic** che ha un orizzonte *petroplintico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Petrosalic** che ha entro 100 cm dalla superficie del suolo un orizzonte spesso 10 cm o più che è cementato con sali più solubili del gesso.
- Placic** che ha entro 100 cm dalla superficie del suolo un sottorizzonte dell'orizzonte *spodico* spesso 1 cm o più e che è cementato in modo continuo da un composto di sostanza organica e alluminio, con o senza ferro ("sottile strato indurito dal ferro") (*solo nei Podzols*).
- Plaggic** che ha un orizzonte *plaggico*; negli *Anthrosols* spesso 50 cm o più, negli altri suoli spesso meno di 50 cm.
- Planic** che ha un orizzonte eluviale sovrastante in modo abrupto un orizzonte a bassa permeabilità entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Plinthic** che ha un orizzonte *plintico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Epiplinthic** che ha un orizzonte *plintico* entro 50 cm dalla superficie del suolo.
- Hyperplinthic** che ha un orizzonte *plintico* nel quale un indurimento irreversibile lo ha trasformato in uno strato ferroso continuo ("ironstone").

- Orthiplinthic** che ha un orizzonte *plintico* nel quale un indurimento irreversibile lo ha trasformato in uno strato di noduli di ferro avente dimensione di ghiaia.
- Paraplinthic** che ha un orizzonte screziato con almeno il 10 % (in volume) di noduli di ferro, somigliante a un orizzonte *plintico*, ma che non indurisce irreversibilmente in seguito a ripetuti cicli d'inumidimento e disseccamento.
- Posic** che ha una carica zero o positiva ($\text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{acqua}}$) in uno strato spesso più di 30 cm entro 100 cm dalla superficie del suolo (*solo nei Ferralsols*).
- Profondic** che ha un orizzonte *argico* nel quale la distribuzione dell'argilla è tale che il contenuto non decresce di più del 20 % (relativo) dal suo massimo entro 150 cm dalla superficie del suolo.
- Protic** che non mostra alcuno sviluppo apprezzabile di orizzonte pedologico (*solo negli Arenosols*).
- Reductic** che ha condizioni anaerobiche prodotte da emissioni gassose (ad esempio metano, anidride carbonica, ecc...) (*solo negli Anthropic Regosols*).
- Regic** che manca di orizzonti sepolti riconoscibili (*solo negli Anthrosols*).
- Rendzic** che ha un orizzonte *mollico* che contiene o sovrasta direttamente materiali calcarei contenenti più del 40 % di carbonato di calcio equivalente (*solo nei Leptosols*).
- Rheic** che ha un regime idrico condizionato dalla presenza di acqua in superficie (*solo negli Histosols*).
- Rhodic** che ha un orizzonte B con uno *hue* Munsell più rosso di 5YR (3,5YR o più rosso) in tutte le parti (eccetto per orizzonti di transizione minori con gli orizzonti A e C), ed ha un *value* umido inferiore a 3,5 e un *value* asciutto di non più di un'unità più alto del *value* umido.
- Rubic** che ha un orizzonte B (o un orizzonte immediatamente sottostante l'orizzonte A) con uno *hue* Munsell dominante più rosso di 10YR e/o un *chroma* umido di 5 o più (*solo negli Arenosols*).
- Ruptic** che ha una discontinuità litologica entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Rustic** che ha un orizzonte *spodico* cementato con abbastanza ferro amorfo da diventare più rosso in seguito a combustione, sottostà ad un orizzonte *albico* e manca di un sottorizzonte dell'orizzonte *spodico* spesso 2,5 cm o più cementato in modo continuo da un composto di sostanza organica e alluminio, con o senza ferro ("sottile strato indurito dal ferro") (*solo nei Podzols*).

Salic che ha un orizzonte *salico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Endosalic che ha un orizzonte *salico* tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.

Episalic che ha un orizzonte *salico* tra 25 e 50 cm dalla superficie del suolo.

Hyposalic che ha una conducibilità elettrica dell'estratto saturo maggiore di 4 dS m⁻¹ a 25°C in almeno qualche sottorizzonte entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Hypersalic che ha una conducibilità elettrica dell'estratto saturo maggiore di 30 dS m⁻¹ a 25°C in almeno qualche sottorizzonte entro 100 cm di superficie del suolo.

Sapric che ha meno di un sesto (in volume) di materiale *organico* costituito da tessuti di piante riconoscibili²⁴ (dopo schiacciamento) (*solo negli Histosols*).

Silic che ha un orizzonte *andico* con un contenuto di silice estraibile (Si_{ox}) in ossalato acido (pH 3) dello 0,6 % o più, o un rapporto Al_{py}/Al_{ox} minore di 0,5 (*solo negli Andosols*).

Siltic che ha il 40 % o più di limo in un orizzonte spesso più di 30 cm entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Skeletal che ha tra il 40 e il 90 % (in peso²⁵) di ghiaie o altri frammenti grossolani fino a una profondità di 100 cm dalla superficie del suolo.

Endoskeletal che ha tra il 40 e il 90 % (in peso) di ghiaie o altri frammenti grossolani tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.

Episkeletic che ha tra il 40 e il 90 % (in peso) di ghiaie o altri frammenti grossolani tra 20 e 50 cm dalla superficie del suolo.

Sodic che ha più del 15 % di sodio scambiabile o più del 50 % di sodio più magnesio scambiabili sul complesso di scambio entro 50 cm dalla superficie del suolo.

Endosodic che ha più del 15 % di sodio scambiabile o più del 50 % di sodio più magnesio scambiabili sul complesso di scambio tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.

Hyposodic che è saturato per più del 6 % con sodio scambiabile in almeno qualche sottorizzonte spesso più di 20 cm entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Spodic che ha un orizzonte *spodico*.

²⁵ Rispettivamente, corrispondente a circa il 25 e 80 % in volume (ndt).

- Spolic** che ha un accumulo di materiale *antropogeomorfo* contenente più del 35 % (in volume) di rifiuti industriali (residui di miniera, dragaggio di fiumi, costruzione di autostrade, ecc.) (*solo negli Anthropic Regosols*).
- Stagnic** che ha proprietà *stagniche* entro 50 cm dalla superficie del suolo.
- Endostagnic** che ha proprietà *stagniche* tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.
- Sulphatic** che ha una soluzione del suolo (1:1 in acqua) con $SO_4 \gg HCO_3 > Cl$ (*solo nei Solonchaks*).
- Takyric** che ha un orizzonte *takyrico*.
- Tephric** che ha materiale *tefritico* fino a una profondità di 30 cm o più dalla superficie del suolo.
- Terric** che ha un orizzonte *terrigo*; negli *Anthrosols* spesso 50 cm o più, negli altri suoli spesso meno di 50 cm.
- Thionic** che ha un orizzonte *solforico* o materiale di suolo *solforeo* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Orthithionic** che ha un orizzonte *solforico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Protothionic** che ha materiale di suolo *solforeo* entro 100 cm dalla superficie del suolo.
- Toxic** che ha entro 50 cm dalla superficie del suolo concentrazioni di ioni, eccetto che alluminio, ferro, sodio, calcio o magnesio, tossici per la crescita delle piante.
- Turbic** che ha figure di crioturbazione (materiale di suolo rimescolato, orizzonti distrutti, convoluzioni (rimescolamenti circolari degli orizzonti), intrusioni organiche, cunei di gelo, separazione di materiali grossolani dalla parte fine del suolo, fessure, figure superficiali poligonali come cumuli di terra (“earth hummocks”), collinette gelate (“frost mounds”), cerchi di pietre, reticoli e poligoni), o alla superficie o entro 100 cm dalla superficie del suolo (*solo nei Cryosols*).
- Umbric** che ha un orizzonte *umbrico*.
- Urbic** che ha un accumulo di materiale *antropogeomorfo* contenente più del 35 % (in volume) di materiale terroso mescolato con calcinacci e manufatti (*solo negli Anthropic Regosols*).
- Vermic** che ha il 50 % o più (in volume) di canali di lombrico, escrementi di lombrico, canali di animali riempiti, nei primi 100 cm del suolo, o fino alla roccia, o fino ad un orizzonte *petrocalcico*, *petrodurico*, *petrogypico* o *petroplintico*, quale che sia il più superficiale.
- Vertic** che ha un orizzonte *vertico* entro 100 cm dalla superficie del suolo.

Vetic che ha meno di 6 c kg^{-1} argilla di basi scambiabili, più l'acidità scambiabile, in almeno qualche sottorizzonte dell'orizzonte B entro 100 dalla superficie del suolo.

Vitric che ha un orizzonte *vitrico* entro 100 cm dalla superficie del suolo e manca di un orizzonte andico soprastante un vitrico.

Xanthic che ha un orizzonte *ferralico* con colore da giallo a giallo pallido (il suolo pressato ha *hue* Munsell di 7.5YR o più gialli con un *value*, umido, di 4 o più e un *chroma*, umido, di 5 o più).

Yermic che ha un orizzonte *yermico* che include un pavimento del deserto.

Nudiyermic che ha un orizzonte *yermico* senza un pavimento del deserto.

I prefissi seguenti possono essere usati per indicare la profondità cui si manifestano proprietà o caratteristiche pedologiche, o per esprimerne l'intensità. Si combinano con una parola o con altri elementi, ad esempio Othicalci-. Una doppia combinazione, ad esempio Epihypercalci-, è pure permessa.

Bathi orizzonte, proprietà o materiale che parte tra i 100 e i 200 cm dalla superficie del suolo.

Cumuli che ha un accumulo ripetitivo di materiale per 50 cm o più in superficie o nell'orizzonte A.

Endo orizzonte, proprietà o materiale che parte a profondità più bassa, generalmente tra 50 e 100 cm dalla superficie del suolo.

Epi orizzonte, proprietà o materiale che parte entro 50 cm dalla superficie del suolo.

Hyper che ha una forte o eccessiva espressione di certe figure.

Hypo che ha una debole o moderata espressione di certe figure.

Orthi che ha un'espressione tipica di certe figure (tipica nel senso che non è possibile una ulteriore o significativa caratterizzazione).

Para che ha somiglianza con certe figure (ad esempio Paralithic).

Proto che indica una precondizione o uno stadio iniziale di sviluppo di certe figure (ad esempio Protothionic).

Thapto che ha un orizzonte sepolto entro 100 cm dalla superficie del suolo (si combina con l'orizzonte diagnostico sepolto, ad esempio Thaptomollic).

Note esplicative per l'uso e la definizione di alcuni nomi per i livelli inferiori

In relazione agli orizzonti diagnostici. La maggior parte degli orizzonti diagnostici può essere

utilizzata per il nome di sottounità pedologiche con le seguenti eccezioni e chiarimenti.

Argic horizon (“orizzonte argico”). Al livello inferiore, il nome *Luvic* deve essere utilizzato al posto di *Argic* per indicare la presenza di un orizzonte argico. Negli Arenosols il termine **Hypoluvic** va usato per gli intergradi con i Luvisols, anche se non è presente un orizzonte argico.

Cambic horizon (“orizzonte cambico”). L’uso del nome *Cambic* per una sottounità pedologica non è generalmente raccomandato.

Ferralic horizon (“orizzonte ferralico”). Il nome *Ferralic* non va usato per indicare la presenza di un orizzonte ferralico, perché potrebbe ingenerare confusione con il significato della proprietà diagnostica e il connotativo della unità pedologica "ferralic". E’ comunque usato per separare le sottounità pedologiche che hanno proprietà ferraliche entro 100 cm (ad esempio **Hypoferralic**).

Sulfuric horizon (“orizzonte solfureo”). L’uso del nome di sottounità *Sulfuric* non è raccomandato. Invece di Sulfuri-Thionic, dovrebbe essere usato Orthi-Thionic.

In relazione a proprietà diagnostiche e a materiali del suolo. La maggior parte dei criteri diagnostici possono essere usati senza cambiare la definizione o il connotativo corrispondente del livello di suddivisione inferiore. E’ comunque necessario sottolineare i seguenti criteri.

Colore. Il colore del suolo dell’orizzonte B può essere indicato in vario modo usando i termini *Rhodic*, *Rubic*, *Chromic* e *Xanthic*. L’uso di questi termini dovrebbe essere preferibilmente limitato ai suoli che hanno un orizzonte argico o un ferralico, oppure utilizzati nei Cambisols e Arenosols. Nei Vertisols il termine *Pellic* è usato per indicare i suoli scuri.

Dystric/eutric (“districo/eutrico”). Seguendo le regole per la definizione dei nomi delle sottounità pedologiche, *Dystric* ed *Eutric* hanno un significato univoco, ma non dovrebbero essere utilizzati per qualificare ulteriormente suoli che mostrano una chiara acidità (ad esempio **non usare** Dystri-Orthithionic Fluvisol) o basicità (ad esempio **non utilizzare** Eutri-Petric Calcisol).

Materiali di suolo fluvici. Il nome di sottounità pedologica *Fluvic* dovrebbe essere qualificante per i gruppi pedologici di riferimento dei Gleysols e Cambisols, al fine di indicare la presenza di proprietà fluviali. Una sottile copertura superficiale di nuovo materiale (spessa meno di 50 cm) dovrebbe essere indicata come una fase.

Proprietà sodiche. Il nome di sottounità pedologica *Sodic* può essere usato per indicare una percentuale di sodio scambiabile (ESP) maggiore di 15 entro 50 cm dalla superficie del suolo. Un ESP più alto di 6 può essere indicato con il termine **Hyposodic**.

Materiali solfurei. Il termine materiali solfurei è usato insieme all’orizzonte diagnostico solfureo per distinguere unità pedologiche *Thionic*. Se è richiesta una suddivisione tra sottounità pedologiche Thionic, si suggerisce l’uso del prefisso *Proto* per i suoli con solamente materiali solfurei. L’uso del termine Sulfic o Sulfidic per suddividere le unità pedologiche Thionic non è raccomandato.

Tonguing (“penetrazioni”). Una distinzione va operata tra due tipi di penetrazioni: la prima

relativa a quelle di un orizzonte albico all'interno di un orizzonte B (**Albiglossic**), l'altra si riferisce al caso più inusuale di penetrazioni di un orizzonte A all'interno di un B o un C (**Glossic**, **Molliglossic** e **Umbriglossic**).

Priorità nei gruppi pedologici di riferimento

La sequenza di priorità nei gruppi pedologici di riferimento è riportata in Tabella 4. Da sottolineare che la sequenza di priorità per uno specifico gruppo di riferimento considera tutte le possibili combinazioni connotative delle unità pedologiche appartenenti a quel gruppo pedologico di riferimento. Non tutti i termini della sequenza però sono applicabili ad ogni singola unità pedologica definita all'interno del gruppo, poiché le definizioni e le regole generali del sistema precludono la presenza di certe combinazioni.

TABELLA 4

Elenco delle priorità per le unità di livello inferiore dei gruppi pedologici di riferimento

HISTOSOLS	CRYOSOLS	ANTHROSOL	LEPTOSOLS	VERTISOLS
Cryic	Histic	Hydragric	Lithic	Thionic
Glacic	Lithic	Iragric	Gleyic	Salic
Salic	Leptic	Terric	Rendzic	Natric
Gelic	Turbic	Plaggic	Mollic	Gypsic
Thionic	Salic	Hortic	Umbric	Duric
Folic	Natric	Gleyic	Yermic	Calcic
Fibric	Gleyic	Stagnic	Aridic	Alic
Sapric	Andic	Spodic	Vertic	Gypsic
Ombric	Mollic	Ferralic	Gelic	Pellic
Rheic	Gypsic	Luvic	Hyperskeletal	Grumic
Alcalic	Calcic	Arenic	Humic	Mazic
Toxic	Umbric	Regic	Gypsic	Chromic
Dystric	Yermic		Calcaric	Mesotrophic
Eutric	Aridic		Dystric	Hyposodic
	Glacic		Eutric	Eutric
	Thionic		Haplic	Haplic
	Oxyaquic			
	Stagnic			
	Haplic			
FLUVISOLS	SOLONCHAK	GLEYSOLS	ANDOSOLS	PODZOLS
Histic	Histic	Histic	Vitric	Gelic
Thionic	Vertic	Thionic	Eutrisilic	Gleyic
Salic	Gleyic	Anthraquic	Silic	Stagnic
Gleyic	Sodic	Endosalic	Gleyic	Densic
Mollic	Mollic	Andic	Melanic	Carbic
Umbric	Gypsic	Vitric	Fulvic	Rustic
Arenic	Duric	Plinthic	Hydric	Histic
Takyric	Calcic	Sodic	Pachic	Umbric
Yermic	Petrosalic	Mollic	Histic	Entic
Aridic	Takyric	Gypsic	Mollic	Placic
Gelic	Yermic	Calcic	Duric	Skeletal
Stagnic	Aridic	Umbric	Umbric	Fragic
Humic	Gelic	Arenic	Luvic	Lamellic
Gypsic	Stagnic	Takyric	Placic	Anthric
Calcaric	Hypersalic	Gelic	Leptic	Haplic
Sodic	Ochric	Humic	Acroxic	
Tephric	Aceric	Alcalic	Vetic	
Skeletal	Chloridic	Alumic	Calcaric	
Dystric	Sulphatic	Toxic	Arenic	
Eutric	Carbonatic	Abruptic	Sodic	
Haplic	Haplic	Calcaric	Skeletal	
		Tephric	Thaptic	
		Dystric	Dystric	
		Eutric	Eutric	

Haplic

Haplic

Calcaric
Skeletal
Siltic
Vermic
Chromic
Haplic

Hypergyptic
Hypogyptic
Haplic

Haplic

TABELLA 4

Elenco delle priorità per le unità di livello inferiore dei gruppi pedologici di riferimento
(continuazione)

ALBELUVISOLS	ALISOLS	NITISOLS	ACRISOLS	LUVISOLS
Histic	Vertic	Andic	Leptic	Leptic
Gelic	Plinthic	Mollic	Plinthic	Vertic
Gleyic	Gleyic	Alic	Gleyic	Gleyic
Alic	Andic	Umbric	Andic	Andic
Umbric	Nitic	Humic	Vitric	Vitric
Arenic	Umbric	Vetic	Umbric	Calcic
Fragic	Arenic	Alumic	Arenic	Arenic
Stagnic	Stagnic	Rhodic	Stagnic	Stagnic
Alumic	Albic	Ferralic	Geric	Albic
Endoeutric	Humic	Dystric	Albic	Hyposodic
Abruptic	Abruptic	Eutric	Humic	Profondic
Ferric	Profondic	Haplic	Vetic	Lamellic
Siltic	Lamellic		Abruptic	Ferric
Haplic	Ferric		Profondic	Rhodic
	Hyperdystric		Lamellic	Chromic
	Skeletal		Ferric	Cutanic
	Rhodic		Alumic	Hyperochric
	Chromic		Hyperdystric	Dystric
	Haplic		Skeletal	Haplic
			Rhodic	
			Chromic	
			Hyperochric	
			Haplic	
LIXISOLS	UMBRISOLS	CAMBISOLS	ARENOSOLS	REGOSOLS
Leptic	Gelic	Gelic	Gelic	Gelic
Plinthic	Leptic	Leptic	Plinthic	Leptic
Gleyic	Gleyic	Vertic	Gleyic	Gleyic
Andic	Arenic	Fluvic	Hypoluvic	Thaptoandic
Vitric	Stagnic	Endosalic	Yermic	Thaptovitric
Calcic	Albic	Plinthic	Aridic	Arenic
Arenic	Humic	Gelistagnic	Ferralic	Takyric
Stagnic	Ferralic	Stagnic	Albic	Yermic
Geric	Skeletal	Gleyic	Gypsiric	Aridic
Albic	Anthric	Andic	Calcaric	Gelistagnic
Humic	Haplic	Vitric	Lamellic	Stagnic
Vetic		Mollic	Rubic	Anthropic
Abruptic		Takyric	Fragic	Aric
Profondic		Yermic	Hyposalic	Garbic
Lamellic		Aridic	Tephric	Reductic
Ferric		Sodic	Hypoduric	Spolic
Rhodic		Ferralic	Protic	Urbic
Chromic		Gypsiric	Dystric	Humic
Hyperochric		Calcaric	Eutric	Vermic

Haplic

Skeletal
Rhodic
Chromic
Hyperochric
Dystric
Eutric
Haplic

Haplic

Hyposalic
Hyposodic
Gypsic
Calcaric
Tephric
Skeletal
Hyperochric
Dystric
Eutric
Haplic

Bibliografia

- AFES (Association française pour l'étude du sol). 1995. *Référentiel Pédologique*. INRA, Paris.
- Berding F.R. 1997. *Third livello modifiers for the major soil groups of Andosols, Phaeozems e Podzols*. Working Paper. FAO/AGLS, Rome.
- Bennema J. e Camargo M.N. 1979. Some remarks on Brazilian Latosols in relation to the Oxisols. In: *Proceedings of the Second International Soil Classification Workshop. Part I*. Beinroth F.H. e Paramanathan S. (eds.) Malaysia, 28 August to 1 September 1978. Soil Survey Division, Land Development Department, Bangkok. pp. 233-261.
- Blakemore L.C., Searle P.L. e Daly. B.K. 1981. *Soil Bureau Laboratory Methods. A method for chemical analysis of soils*. N.Z. Soil Bureau Sci. Rep. **10A**. DSIRO.
- Brammer H., Antoine J., Kassam A.H. e van Velthuisen H.T. 1988. *Land Resources Appraisal of Bangladesh for Agricultural Development*. Report **3**, Land Resources Data Base, Volume II, Soil, Landform e Hydrological Data Base. UNDP/FAO, Rome.
- Brinkman R. 1979. *Ferrolysis, a Soil-forming Process in Hydromorphic Soils*. Thesis. Agricultural University Wageningen. PUDOC, Wageningen, The Netherlands.
- CEC (Commission of the European Communities). 1985. *Soil Map of the European Communities 1 : 1 000 000*. Directorate-General for Agriculture, Coordination of Agricultural Research, Luxembourg.
- CSTC (Chinese Soil Taxonomic Classification) Research Group. 1995. *Chinese Soil Taxonomic Classification System*. Revised Proposal. Chinese Agricultural Science e Technology Press, Beijing. (in Chinese).
- Dudal R. 1990. Progress in IRB preparation. In: *Soil Classification. Reports of the International Conference on Soil Classification, 12-16 September 1988, Alma-Ata, USSR*. Rozanov B.G. (ed.). Centre for International Projects, USSR State Committee for Environmental Protection., Moscow. pp 69-70.
- FAO. 1998. *Soil, Terrain e Crop Production Zones Database for Northeastern Africa*. FAO Land e Water Digital Media Series **2**. FAO, Rome. (in preparation)
- FAO. 1990. *Guidelines for Soil Profile Description*. Third edition (revised). Soil Resources, Management e Conservation Service, Land e Water Development Division, FAO, Rome.
- FAO. 1988. *Soil Map of the World. Revised Legend*. Reprinted with corrections. World Soil Resources Report **60**. FAO, Rome.
- FAO-UNESCO. 1974. *Soil Map of the World 1: 5 000 000. Volume I. Legend*.

UNESCO, Paris.

Fieldes M. e Perrott K.W. 1966. The nature of allophane soils: 3. Rapid field e laboratory test for allophane. *New Zeal. J. Sci.* **9**: 623 - 629.

Fischer G., de Pauw E., van Velthuisen H.T., Nachtergaele F.O. e Antoine, J. 1996. A provisional world climatic resource inventory based on the length of growing period concept. In: *Proceedings of a workshop on National Soil Reference Collections e Databases (NASREC)*. Vol. **3**. Papers e Country Reports. Batjes N.H., J.H. Kauffman e O.C. Spaargaren (eds.). ISRIC. Wageningen, The Netherlands. pp. 30-43.

FitzPatrick E.A. 1988. *Soil horizon designation e classification. A coordinate system for defining soil horizons e their use as the basic elements in soil classification for different purposes*. ISRIC Technical Paper **17**. Wageningen, The Netherlands.

Gong Z., Zhang X., Luo G., Shen H. e Spaargaren O.C. 1997. Extractable phosphorus in soils with a fimic epipedon. *Geoderma* **75**: 289 - 296.

Hewitt A.E. 1992. *New Zealand Soil Classification*. DSIR Land Resources Scientific Report **19**. Lower Hutt.

Honna, T.S., Yamamoto S. e Matsui, K. 1988. *A simple procedure to determine melanic index*. ICOMAND Circular Letter **10**: 76 - 77.

ISSS-ISRIC-FAO. 1994. *World Reference Base for Soil Resources*. Draft. Wageningen/Rome.

KIC (Kollmorgen Instruments Corporation). 1990. *Munsell Soil Color Charts*. Baltimore, USA.

Klamt E. e Sombroek W.G. 1988. Contribution of organic matter to exchange properties of Oxisols. In: *Proceedings of the Eighth International Soil Classification Workshop. Classification, characterization e utilization of Oxisols. Part 1: Papers*. Beinroth, F.H. Camargo M.N. Eswaran H. (eds.). Rio de Janeiro. pp 64 – 70.

Nachtergaele F.O. 1996. *From the Soil Map of the World to the Global Soil e Terrain Database*. AGLS Working Paper. FAO. Rome.

Nachtergaele F.O, A. Remmelzwaal, J. Hof, J. van Wambeke, A. Souirji e R. Brinkman. 1994. Guidelines for distinguishing soil sottounità. In: *Transactions 15th World Congress of Soil Science*. Volume **6a**, Commission V: Symposia. Etchevers, B.J.D. (ed.). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Mexico. pp 818 - 833

Northcote K.H. 1979. *A Factual Key for the Recognition of Australian Soils*. Fourth edition. Rellim Technical Publications, Adelaide.

Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe e L.A. Dean. 1954. *Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate*. USDA Circ. **939**.

United States Department of Agriculture, Washington D.C.

- Purnell M.F., Nachtergaele F.O, Spaargaren O.C. e Hebel.A. 1994. A practical topsoil classification - FAO proposal. In: *Transactions 15th World Congress of Soil Science*. Etchevers B.J.D. (ed.). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Mexico.
- Remmelzwaal, A. e Verbeek, K. 1990. Revised general soil legend of Botswana. AG:BOT/85/011. Field Document **32**. Ministry of Agriculture, Gaborone, Botswana.
- Ruellan A. e Dosso M. 1993. *Regards sur le Sol*. Foucher-Aupelf, Paris.
- Shoji S., Nanzyo M., Dahlgren R.A. e Quantin. P. 1996. Evaluation e proposed revisions of criteri for Andosols in the World Reference Base for Soil Resources. *Soil Sc.* **161**(9): 604 -615.
- Soil Classification Working Group. 1991. *Soil classification. A taxonomic system for South Africa*. Memoirs Agric. Nat. Res. South Africa **15**. Dept. Agricultural Development, Pretoria.
- Soil Survey Staff. 1996. *Keys to Soil Taxonomy*. Seventh edition. United States Department of Agriculture, Washington D.C.
- Sombroek W.G. 1986. Identification e use of subtypes of the argillic horizon. In: *Proceedings of the International Symposium on Red Soils*. (Nanjing, Nov. 1983). Institute of Soil Science. Academia Sinica. Science Press, Beijing, e Elsevier, Amsterdam. pp 159–166.
- Spaargaren O.C. 1992. *Framework for Characterization e Classification of Topsoils in the World*. AGLS Working Paper. FAO. Rome.
- Van Engelen V.W.P. e Wen T.T. (eds.). 1995. *Global e National Soils e Terrain Digital Databases (SOTER)*. Procedures Manual (revised edition). UNEP-ISSS-ISRIC-FAO. Wageningen, The Netherlands.
- Van Reeuwijk L.P. (ed.). 1995. *Procedures for Soil Analysis*. Fifth edition. ISRIC Technical Paper **9**. Wageningen, The Netherlands.
- Varghese T. e Byju.G. 1993. *Laterite soils. Their distribution, characteristics, classification e management*. Technical Monograph **1**, State Committee on Science, Technology e Environment. Thiruvananthapuram, Sri Lanka.

**Codici per i gruppi pedologici di riferimento
e per le sottounità pedologiche**

A. Codici per i gruppi pedologici di riferimento					
AC	Acrisol	DU	Durisol	NT	Nitisol
AB	Albeluvisol	FR	Ferralsol	PH	Phaeozem
AL	Alisol	FL	Fluvisol	PL	Planosol
AN	Andosol	GL	Gleysol	PT	Plinthosol
AT	Anthrosol	GY	Gypsisol	PZ	Podzol
AR	Arenosol	HS	Histosol	RG	Regosol
CL	Calcisol	KS	Kastanozem	SC	Solonchak
CM	Cambisol	LP	Leptosol	SN	Solonetz
CH	Chernozem	LX	Lixisol	UM	Umbrisol
CR	Cryosol	LV	Luvisol	VR	Vertisol
B. Codici per gli aggettivi delle unità pedologiche					
ap	Abruptic	dy	Dystric	gm	Grumic
ae	Aceric	dye	Epidystric	gy	Gypsic
ac	Acric	dyh	Hyperdystric	gyh	Hypergypsic
ao	Acroxic	dyo	Orthidystric	gyw	Hypogypsic
ab	Albic			gp	Gypsic
	abh	et	Entic		
	abg	eu	Eutric	ha	Haplic
ax	Alcalic	eun	Endoeutric	hi	Histic
al	Alic	euh	Hypereutric	hif	Fibrihistic
au	Alumic	euo	Orthieutric	his	Saprihistic
an	Andic	es	Eutrisilic	hit	Thaptohistic
	ana			ht	Hortic
	ans	fl	Ferralic	hu	Humic
aq	Anthraquic	flh	Hyperferralic	hum	Mollihumic
am	Anthric	flw	Hypoferralic	huu	Umbrihumic
ah	Anthropic	fr	Ferric	hg	Hydragric
ai	Aric	frh	Hyperferric	hy	Hydric
ar	Arenic	fi	Fibric	hk	Hyperskeletal
ad	Aridic	fo	Folic		
az	Arzic	fv	Fluvic	ir	Irragric
		fg	Fragic		
ca	Calcaric	fu	Fulvic	ll	Lamellic
cc	Calcic			le	Leptic
	cch	ga	Garbic	len	Endoleptic
	ccw	ge	Gelic	lep	Epileptic
	cco	gt	Gelistagnic	li	Lithic
cb	Carbic	gr	Geric	lip	Paralithic
cn	Carbonatic	gi	Gibbsic	lx	Lixic
ch	Chernic	gc	Glacic	lv	Luvic
cl	Chloridic	gl	Gleyic	lvw	Hypoluvic
cr	Chromic	gln	Endogleyic		
cy	Cryic	glp	Epigleyic	mg	Magnestic
ct	Cutanic	gs	Glossic	mz	Mazic
		gsm	Molliglossic	me	Melanic

dn	Densic		gsu	Umbriglossic	ms	Mesotrophic
du	Duric	gz	Greyic		mo	Mollic
na	Natric	pf	Profondic		st	Stagnic
ni	Nitic	pr	Protic		stn	Endostagnic
					su	Sulphatic
oh	Ochric	rd	Reductic		ty	Takyric
	ohh Hyperochric	rg	Regic		tf	Tephric
om	Ombric	rz	Rendzic		tr	Terric
or	Orthic	rh	Rheic		ti	Thionic
oa	Oxyaquic	ro	Rhodic		tio	Orthithionic
		ru	Rubic		tit	Protothionic
ph	Pachic	rp	Ruptic		tx	Toxic
pe	Pellic	rs	Rustic		tu	Turbic
pt	Petric					
	ptp Epipetric	sz	Salic			
pc	Petrocalcic		szn Endosalic	um	Umbric	
pd	Petroduric		szp Episalic	ub	Urbic	
pg	Petrogypsic		szw Hyposalic			
pp	Petroplinthic	sa	Sapric	vt	Vetic	
ps	Petrosalic	si	Silic	vm	Vermic	
pi	Placic	sl	Siltic	vr	Vertic	
pa	Plaggic	sk	Skeletal	vi	Vitric	
pn	Planic		skn Endoskeletal			
pl	Plinthic		skp Episkeletic	xa	Xanthic	
	plp Epiplinthic	so	Sodic			
	plh Hyperplinthic		son Endosodic	ye	Yermic	
	plo Orthiplinthic		sow Hyposodic			
	plr Paraplinthic	sd	Spodic			
po	Posic	sp	Spolic			
Codici per gli specificatori delle unità pedologiche						
d	Bathi	h	Hyper	r	Para	
c	Cumuli	w	Hypo	t	Proto	
n	Endo	o	Orthi	b	Thapto	
p	Epi					

Designazione degli orizzonti del suolo

I principali orizzonti e strati

Le lettere maiuscole H, O, A, E, B, C e R rappresentano i principali orizzonti e strati dei suoli. Le lettere minuscole sono i simboli di base ai quali gli altri caratteri sono aggiunti per completare la designazione. Alla maggior parte degli orizzonti e degli strati viene dato un unico simbolo di lettera maiuscola, ma qualcuno ne richiede due. Correntemente sono riconosciuti sette orizzonti e strati principali.

Gli orizzonti principali e le loro suddivisioni rappresentano sia i livelli che mostrano evidenze di cambiamento rispetto al materiale parentale, sia alcuni strati che non sono cambiati. Per la maggior parte sono orizzonti genetici e riflettono un giudizio qualitativo sul tipo di cambiamenti che sono avvenuti. Gli orizzonti genetici non sono equivalenti agli orizzonti diagnostici, benché possano essere identici nei profili di suolo, gli orizzonti diagnostici infatti hanno lineamenti quantitativamente definiti, che vengono usati per la loro classificazione¹.

Orizzonti o strati H: strati dominati da materiale organico, che si sono formati da accumuli di materiale organico indecomposto o parzialmente decomposto alla superficie del suolo, che può essere sommerso. Tutti gli orizzonti H sono saturi d'acqua per periodi prolungati, oppure lo sono stati in passato e adesso sono artificialmente drenati. Un orizzonte H può essere presente nella parte superiore di suoli minerali, o a qualsiasi profondità sotto la superficie, se sepolto.

Orizzonti o strati O: strati dominati da materiale organico, consistenti in lettiera indecomposta o parzialmente decomposta, come foglie, aghi, rametti, muschi e licheni, che si è accumulata sulla superficie. Gli orizzonti O possono essere presenti nella parte alta sia di suoli minerali che organici, ma non sono saturi d'acqua per periodi prolungati. La frazione minerale di tale materiale è solo una piccola percentuale del volume, ed è generalmente molto meno della metà del peso.

Uno strato O può essere alla superficie di un suolo minerale o a qualsiasi profondità sotto la superficie, se è sepolto. Un orizzonte formato da illuviazione di materiale organico in un sottosuolo minerale non è un orizzonte O, sebbene alcuni orizzonti formati in questa maniera contengano molta sostanza organica.

Orizzonti A: orizzonti minerali che si sono formati alla superficie o sotto un orizzonte O, nei quali l'originale struttura della roccia è stata completamente o per lo più obliterata, e che sono caratterizzati da una o più delle seguenti condizioni:

- un accumulo di sostanza organica umificata intimamente legata alla frazione minerale senza mostrare le proprietà caratteristiche di orizzonti E o B (vedi sotto);
- proprietà risultanti dalla coltivazione, pascolamento, o disturbi affini; o

¹ Gli orizzonti genetici, per essere definiti come diagnostici, devono aver raggiunto determinate soglie di evidenza, che consentano una determinazione il più possibile chiara e oggettiva, possibilmente già effettuabile in campagna, dei processi pedogenetici che hanno avuto luogo nel suolo (ndt).

- una morfologia che è differente dall'orizzonte B o C sottostante come risultato di processi riferiti alla superficie.

Se un orizzonte di superficie ha le proprietà sia di un orizzonte **A** sia di un **E**, ma la caratteristica dominante è un accumulo di sostanza organica umificata, è designato come orizzonte **A**. In alcuni ambienti, come nei climi caldi aridi, l'orizzonte di superficie indisturbato è meno scuro dell'orizzonte immediatamente sottostante e contiene solo piccole quantità di sostanza organica; ha una morfologia diversa dallo strato **C**, sebbene la frazione minerale possa essere inalterata o solo parzialmente alterata. Tale orizzonte è designato **A** perché è alla superficie. Esempi di suoli che possono avere una diversa struttura o morfologia dovuta a processi di superficie, sono i Vertisuoli, i suoli dei *pans*² o *playas*³ con poca vegetazione, e nei suoli dei deserti. Depositi alluvionali o eolici recenti, comunque, che abbiano mantenuto la stratificazione fine, non sono considerati un orizzonte **A**, a meno che non siano coltivati.

Orizzonti E: orizzonti minerali nei quali la caratteristica principale è la perdita d'argilla silicata, ferro, alluminio, o di alcune combinazioni di questi, che produce una concentrazione residuale di sabbia e limo, e nei quali l'originale struttura della roccia è stata completamente o per lo più obliterata.

Un orizzonte **E** è solitamente, ma non necessariamente, più chiaro di un orizzonte **B** sottostante. In alcuni suoli il colore è quello della sabbia e del limo, ma in molti suoli patine di ossidi di ferro o di altri composti mascherano la tinta delle particelle primarie. Un orizzonte **E** si differenzia generalmente da un orizzonte **B** sottostante nello stesso profilo da un *value* più alto o un *chroma* più basso, o da entrambi, da una tessitura più grossolana, o da una combinazione di queste proprietà. Un orizzonte **E** è comunemente vicino alla superficie, sotto un orizzonte **O** o un **A** e sopra ad un orizzonte **B**, ma il simbolo **E** può essere usato senza riguardo alla posizione nel profilo, per qualsiasi orizzonte che ne soddisfi i requisiti e che sia il risultato della pedogenesi.

Orizzonti B: orizzonti che si sono formati sotto un orizzonte **A**, **E**, **O** o **H**, e nei quali i lineamenti principali sono l'obliterazione di tutta o della maggior parte dell'originale struttura della roccia, insieme con una delle seguenti condizioni, o una loro combinazione:

- concentrazione illuviale di argilla silicata, ferro, alluminio, humus, carbonati, gesso o silice, soli o in combinazione
- evidenze di rimozione di carbonati;
- concentrazione residuale di sesquiossidi;
- rivestimenti di sesquiossidi tali da far sì che l'orizzonte sia notevolmente più basso in *value*, più alto in *chroma*, o più rosso in *hue* degli orizzonti soprastanti e sottostanti, senza illuviazione di ferro apparente;
- alterazione tale da produrre argilla silicata o liberare ossidi, oppure entrambi, e da creare una struttura granulare, o poliedrica, o prismatica se a cambiamenti in contenuto idrico si accompagnano cambiamenti di volume; oppure
- fragilità⁴.

² *Pan* in geomorfologia è il pavimento roccioso di un deserto, prodotto dalla erosione laterale dei rilievi circostanti il piano fluviale inferiore (ndt).

³ *Playa* (o *sebka*) in geomorfologia è il fondo piatto di un bacino interno desertico (ndt).

⁴ Consistenza tipica degli orizzonti fragici, o fragipan (ndt).

Tutti i tipi d'orizzonte **B** sono, o erano in origine, orizzonti sottosuperficiali. Da includere tra gli orizzonti **B** vi sono anche gli strati di concentrazione illuviale di carbonati, gesso o silice che sono il risultato di processi pedogenetici (questi strati possono o non essere cementati) e gli strati a consistenza fragile che abbiano anche altre evidenze di alterazione, come la struttura prismatica o accumulo di argilla illuviale.

Esempi di strati che non sono orizzonti **B** sono i livelli nei quali film d'argilla ricoprono frammenti di roccia, oppure sono posti su sottili sedimenti stratificati non consolidati, questo sia nel caso che i film provengano da illuviazione, sia quando formati in posto; gli strati nei quali i carbonati sono stati illuviati, ma che non sono contigui a un soprastante orizzonte genetico⁵; gli strati con gleyizzazione, ma senza altri cambiamenti pedogenetici⁶.

Orizzonti o strati C: orizzonti o strati, tranne la roccia dura, che sono poco interessati dai processi pedogenetici e mancano delle proprietà degli orizzonti **H, O, A, E, o B**. La maggior parte sono strati minerali, ma alcuni strati calcarei e silicei come le conchiglie, il corallo e la terra di diatomee sono inclusi. Il materiale costituente gli orizzonti **C** può essere sia simile che dissimile da quello dal quale il *solum* si è presumibilmente formato. Un orizzonte **C** può essere stato modificato anche se non c'è evidenza di pedogenesi. Le radici delle piante possono infiltrarsi negli orizzonti **C**, che costituiscono un importante mezzo di crescita.

Da intendersi come strati **C** sono i sedimenti, il saprolite, la roccia non consolidata e altri materiali geologici, i quali generalmente si disgregano in meno di 24 ore quando i loro frammenti, secchi all'aria o più secchi, vengono immessi nell'acqua, e quando umidi possano essere scavati con una vanga. Alcuni suoli si formano in materiale già molto alterato e questo materiale, che non soddisfa i requisiti degli orizzonti **A, E o B**, è designato come **C**. I cambiamenti non considerati come pedogenetici sono quelli non riferiti agli orizzonti soprastanti: gli strati che hanno accumuli di silice, carbonati, o gesso, anche se induriti, possono essere inclusi tra gli orizzonti **C** quando lo strato non è chiaramente interessato da processi pedogenetici, altrimenti è un orizzonte **B**.

Strati R: roccia dura sottostante il suolo.

Granito, basalto, quarzite e calcare o arenaria induriti sono esempi di roccia che viene designata **R**. Frammenti di uno strato **R** secchi all'aria o più secchi non si disgregano in meno di 24 ore quando immessi nell'acqua. Lo strato **R** è sufficientemente coerente quando è umido da rendere impraticabile lo scavo a mano con una vanga, benché possa essere scheggiato o grattato. Qualche strato **R** può essere inciso con macchinari molto potenti. La roccia può avere delle fessure, ma queste sono così rade e così piccole che poche radici possano infiltrarsi. Le fessure possono essere rivestite o riempite d'argilla o da altro materiale.

⁵ Nelle aree vallive di pianura, ad esempio, è possibile incontrare orizzonti calcici e petrocalcici di profondità in cui l'accumulo di carbonati è conseguente alla circolazione sottosuperficiale di acque ricche di carbonati provenienti dalla lisciviazione dei dossi circostanti; in questo caso il processo di accumulo è da considerarsi idrogeologico piuttosto che pedogenetico (ndt).

⁶ Ad esempio, materiali permanentemente sommersi, oppure affioramenti di sedimenti inalterati (ndt).