

CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI ALPINI CON IL WORLD REFERENCE BASE

A. Garlato, G. Sartori, D. Barbieri, R. Minelli, S. Obber

ARPAV Centro Agroambientale - Castelfranco Veneto

Abstract

Within the project "Soil Map of Veneto Region at 1:250.000 scale" (North-East Italy), several soil profiles have been described and sampled in alpine and pre-alpine areas. They are situated from hilly to alpine elevation belts and have issued from different parent materials, both carbonaceous and siliceous, on various morphologies and vegetation covers, chosen among the most typical ones of the surveyed area. All profiles have been classified by means of the World Reference Base (WRB) and the Soil Taxonomy.

In this paper the frequencies of the 9 Reference Soil Groups and the 141 lower level Units, defined with the WRB, have been analyzed and some critical remarks have been pointed out about the aptitude of the system to characterize mountain soils properly, from a taxonomical point of view. Further suggestions concern the introduction of new qualifiers and the use of some qualifiers in Soils Groups for which they had not been provided.

Key Words: Soil Classification, World Reference Base, Alpine Soils, Soil Typological Units

Riassunto

Nell'ambito del progetto Carta dei suoli del Veneto in scala 1:250.000, sono stati descritti e campionati numerosi profili di suolo in ambiente alpino e prealpino, evoluti da materiali parentali carbonatici o silicatici, su differenti morfologie caratteristiche di tali ambienti, sotto diverse tipologie vegetazionali, dal piano collinare a quello alpino. Tutti i profili sono stati classificati utilizzando il World Reference Base e la Soil Taxonomy. Nel presente lavoro si analizzano le frequenze dei 9 Gruppi pedologici di riferimento e delle 141 Unità di secondo livello del WRB individuate e si avanzano alcuni spunti critici sull'attitudine del sistema a inquadrare tassonomicamente i suoli di montagna. Si propone inoltre sia l'introduzione di nuovi qualificativi e l'utilizzo di alcuni qualificativi in Gruppi per i quali non sono previsti.

Parole chiave: Classificazione dei suoli, World Reference Base, suoli alpini, Unità tipologiche di suolo

Introduzione

Il World Reference Base, concepito inizialmente come sistema di correlazione ad una scala mondiale, si sta ora imponendo come un vero e proprio sistema di classificazione dei suoli (Deckers et al., 2001; Yli-Halla e Mokma, 2001). Nell'ambito delle verifiche metodologiche legate alla realizzazione della carta dei suoli in scala 1:250.000 della Regione Veneto, si è proceduto ad una valutazione dell'attitudine (Arnold e Eswaran, 2003) di tale recente sistema alla classificazione dei suoli delle Alpi e delle Prealpi Venete.

La montagna veneta, che si eleva dall'alta pianura fino a quote superiori ai 3300 metri delle più alte cime dolomitiche, è stata suddivisa in due macroambiti (Alpi e Prealpi) sulla base di evidenti differenze morfologiche, fitoclimatiche, litologiche e, di conseguenza, di uso del suolo. Le Prealpi venete sono caratterizzate dalla prevalenza di formazioni calcareo-marnose che conferiscono al paesaggio forme dolci ed arrotondate. L'ambiente alpino invece, profondamente rimodellato dal glacialismo, presenta forme aspre ad alta energia di rilievo dei massicci dolomitici e bassi versanti dove affiorano formazioni a minor competenza. Le differenze tra i due macroambiti si riflettono in fondamentali differenze nel tipo e nella distribuzione dei suoli dominanti.

Materiali e metodi

Sono stati descritti, campionati ed analizzati 369 profili di suolo, equamente suddivisi tra Prealpi ed Alpi. La localizzazione dei punti di campionamento ha cercato di coprire al meglio, data la scala di rilevamento, la variabilità dei suoli della montagna veneta.

Tutti i *pedon* sono stati classificati utilizzando il World Reference Base for Soil Resources (ISSS, ISRIC, FAO, 1998) e la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999), da ora WRB e ST, e definiti con la nomenclatura di Duchaufour (2001). Sulla base di tali dati, integrati con quelli delle osservazioni speditive e dei dati pregressi, sono state riconosciute circa 130 Unità tipologiche di suolo (UTS) utilizzate nella carta dei suoli del Veneto in scala 1:250.000, attualmente in fase di completamento.

Si è quindi proceduto all'elaborazione dei dati a disposizione verificando la presenza e la diffusione dei diversi Gruppi pedologici di riferimento e dei relativi qualificativi, confrontando il risultato con quanto ottenuto dall'uso della classificazione americana (ST).

Risultati e discussione

I 369 profili sono stati inquadrati in 9 Gruppi pedologici di riferimento del WRB, ma *Luvisols*, *Cambisols*, *Leptosols* e *Phaeozems* raggruppano circa il 90% dei *pedon* (fig. 1). *Luvisols* e *Cambisols* risultano essere i gruppi tassonomici più frequenti, con una netta dominanza dei primi in ambiente prealpino, in relazione alle caratteristiche delle litologie prevalenti e al ridotto impatto delle masse glaciali pleistoceniche, e dei secondi in quello alpino. I *Leptosols* mostrano una analoga frequenza nelle due zone, i *Phaeozems* sono lievemente più abbondanti nelle Prealpi mentre i *Podzols* (PZ) si ritrovano solo nell'area alpina.

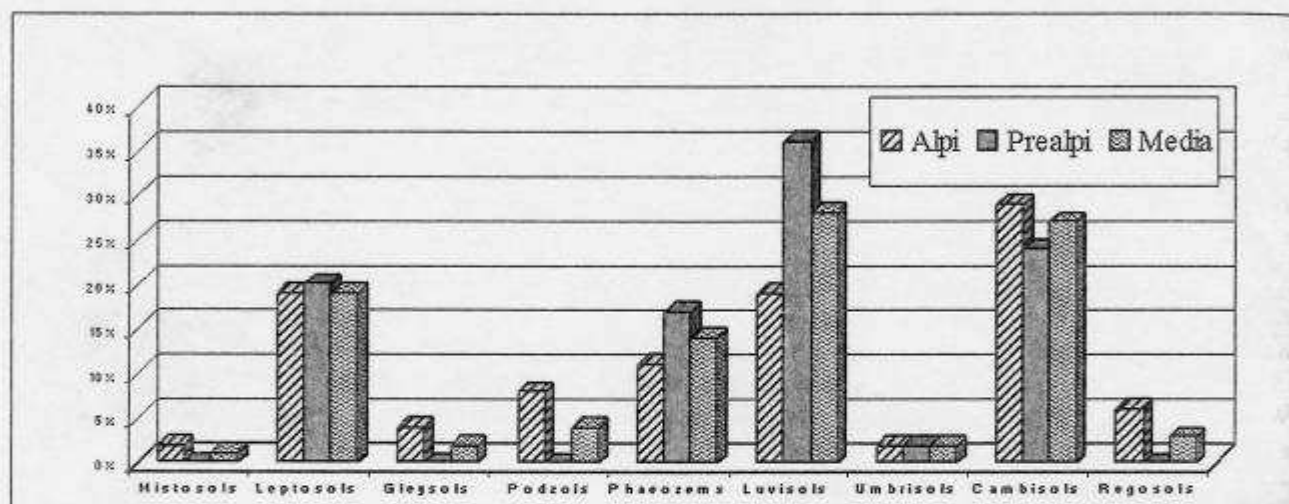


Figura 1. Distribuzione percentuale dei Gruppi pedologici di riferimento suddivisi per macroambiti geografici. L'ordine dei gruppi ricalca quello della chiave

Concentrandosi solo sui 5 Gruppi pedologici di riferimento più frequenti si è proceduto a una suddivisione altimetrica sulla base di 4 fasce fitoclimatico-ecologiche: le quote inferiori ai 600 metri (corrispondenti più o meno al limite di coltivazione della vite), le quote comprese tra i 600 e i 1450 metri (fascia delle latifoglie), le quote dai 1450 metri ai 2000 (fascia delle conifere), le quote al di sopra di tale limite (fascia degli arbusteti e delle praterie). Dalla figura 2 si nota la distribuzione antitetica dei *Luvisols* rispetto a quella dei *Leptosols*: i primi dominano alle basse quote e diminuiscono al crescere dell'altitudine, mentre i secondi dominano sopra il limite del bosco. Anche *Cambisols* e *Phaeozems* sono meno diffusi alle alte quote mentre i *Podzols* si trovano solo a quote superiori ai 1450 metri.

Nell'ambito dei 9 Gruppi di riferimento sono state definite, in base ai qualificativi predisposti, 141 Unità di secondo livello. Lo stretto legame della maggior parte dei qualificativi con la funzionalità dei suoli di montagna (scheletro, limitazioni di profondità per presenza della roccia, abbondanza della sostanza organica, presenza di calcare / caratteri eutrici o districi, caratteri gleyici), la possibilità di rendere conto di un dato carattere mediante l'aggiunta di un qualificativo e la possibilità di evidenziare il grado di espressione del carattere (*Hyper-* e *Hypo-*) e/o la profondità a cui si manifesta (*Epi-* e *Endo-*) danno una notevole elasticità al sistema. La relativa libertà data dalla scelta del numero di qualificativi (da 2 a 4) ai Gruppi del primo livello tassonomico e la possibilità di introdurre di nuovi ben si prestano a caratterizzare i suoli di montagna i quali presentano, all'interno di una stessa Unità tipologica di suolo una variabilità maggiore rispetto ai suoli di pianura (spessore degli orizzonti, scheletro, profondità, granulometria) (Sartori et al., 1997). Il sistema mostra quindi i caratteri di completezza, chiarezza, correlazione con limiti ecologici e flessibilità di un'efficiente tassonomia (Arnold e Eswaran, 2003).

Dei 369 profili classificati il 24% ha richiesto l'uso di un solo qualificativo, oltre il 50% è stato inquadrato con la combinazione di due, circa il 20% è stato classificato con l'uso di tre qualificativi mentre solo il 3% dei *pedon* ha richiesto l'uso di quattro; questo conferma che il numero massimo di qualificativi (4) da usare secondo il WRB è sufficiente a descrivere la variabilità riscontrata.

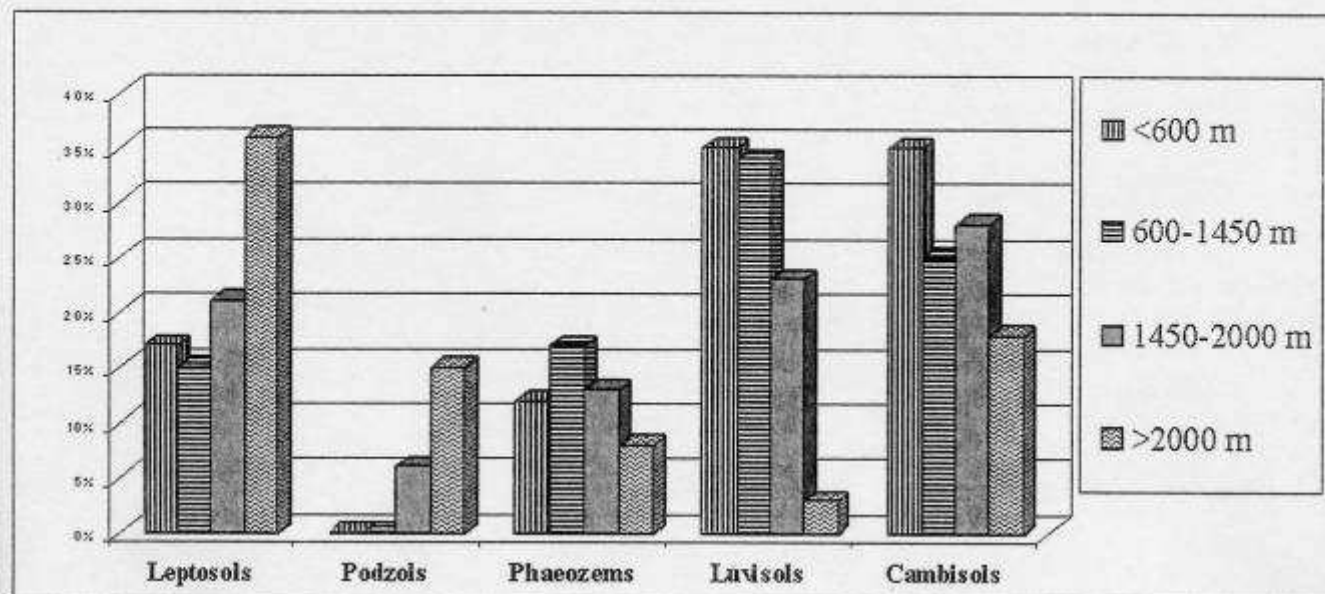


Figura 2. Distribuzione percentuale dei Gruppi pedologici di riferimento per fasce altimetriche. L'ordine dei gruppi ricalca quello della chiave

Tra i qualificativi del WRB che si sono dimostrati molto utili per caratterizzare le Unità tipologiche dei suoli di montagna possiamo citare:

- *Skeletal* per la presenza di scheletro, la relativa abbondanza (*Hyper-*) e la profondità (*Endo-* e *Epi-*);
- *Leptic* per la presenza del contatto litico e la relativa profondità (*Endo-/Epi-*);
- *Dystric*, *Eutric* per la presenza di caratteri districi o eutrici e la relativa profondità (*Endo-/Epi-*);
- *Calcaric* per la presenza di materiale di suolo calcareo;
- *Pachic* per la presenza di un orizzonte mollico o umbrico molto spesso;
- *Humic* per l'alto contenuto di carbonio organico;
- *Rendzic* con orizzonte mollico che sovrasta o contiene materiali estremamente calcarei.

Tabella 1. Numero di Unità di secondo livello riconosciute all'interno dei 5 Gruppi pedologici di riferimento più frequenti (322 profili)

n° Unità di secondo livello	Gruppo pedologico di riferimento				
	Leptosols	Podzols	Phaeozems	Luvisols	Cambisols
	10	9	14	40	37

La lista dei qualificativi per definire le classi tassonomiche al secondo livello si è rivelata in qualche caso incompleta; nei paragrafi che seguono si propone quindi l'impiego di un qualificativo in un Gruppo per il quale non è previsto e l'introduzione di due nuovi qualificativi.

Le 141 Unità di secondo livello corrispondono a 71 Sottogruppi (appartenenti a 8 Ordini, 18 Sottordini e 26 Grandi gruppi) della Soil Taxonomy (tab. 2). La comparazione numerica evidenzia il maggior dettaglio del WRB al secondo livello rispetto al quarto livello gerarchico (Sottogruppi) della ST. Il confronto tra i due sistemi è reso inevitabile dalla diffusione della Soil Taxonomy in Italia ma per essere rigoroso dovrebbe essere condotto in maniera sistematica per ciascun Tipo di suolo, analizzando il contenuto semantico dei differenti taxa in funzione dei diversi obiettivi: cartografia, archiviazione e utilizzo dei dati, comunicabilità delle informazioni (Arnold e Eswaran, 2003; Dudal, 2003).

Tabella 2. Numero di classi della ST (Ordini, Sottordini, Grandi Gruppi, Sottogruppi e Famiglie) in cui ricadono i profili appartenenti ai 5 Gruppi pedologici di riferimento del WRB più diffusi

	Gruppo pedologico di riferimento				
	Leptosols	Podzols	Phaeozems	Luvisols	Cambisols
Ordini	2	1	1	1	3
Sottordini	4	3	3	2	5
Grandi Gruppi	6	4	4	3	7
Sottogruppi	12	6	13	8	17
Famiglie	34	11	27	21	45

Luvisols

Il numero di profili eseguiti è di 102, suddivisi in 40 Unità di secondo livello (tab. 1). Tale suddivisione include il qualificativo Skeletic che non figura tra quelli previsti nel WRB ma è stato inserito come proposta nel Report 94 della FAO (Driessen et al., 2001). Nei suoli di montagna tale qualificativo risulta essere estremamente utile per separare i suoli bruni lisciviati con ridotto contenuto in scheletro da quelli con scheletro frequente che rappresentano quasi il 40% dei Luvisols investigati (fig. 3). I qualificativi più utilizzati risultano essere nell'ordine: Cutanic, Skeletic, Dystric, Chromic e Leptic (fig. 3). Le combinazioni più frequenti sono:

- *Endoskeleti-Cutanic*: suoli con orizzonte argico con evidenti rivestimenti di argilla e notevole contenuto in scheletro che inizia oltre i 50 cm di profondità;
- *Cutani-Chromic*: suoli con orizzonte argico con evidenti rivestimenti di argilla e colore arrossato;
- *Dystri-Cutanic*: suoli desaturati almeno in parte del profilo e con orizzonte argico che presenta evidenti rivestimenti di argilla;
- *Cutani-Leptic*: suoli con orizzonte argico con evidenti rivestimenti di argilla e contatto litico entro 100 cm.

La ST prevede nell'ordine degli *Alfisols*, un sottogruppo Inceptic che riunisce suoli con orizzonti argillici di spessore inferiore ai 35 cm. Tale sottogruppo sembra ben differenziare negli ambienti di montagna gradi di evoluzione diversi e/o suoli su determinati materiali di partenza (es. materiali poveri in matrice fine). Andrebbe quindi valutata l'opportunità di introdurre nel WRB un nuovo qualificativo che, in analogia con la ST, potrebbe chiamarsi Inceptic con uso limitato ai Luvisols. Se tale proposta venisse confermata il qualificativo verrebbe utilizzato nel 30% circa dei *pedon* investigati.

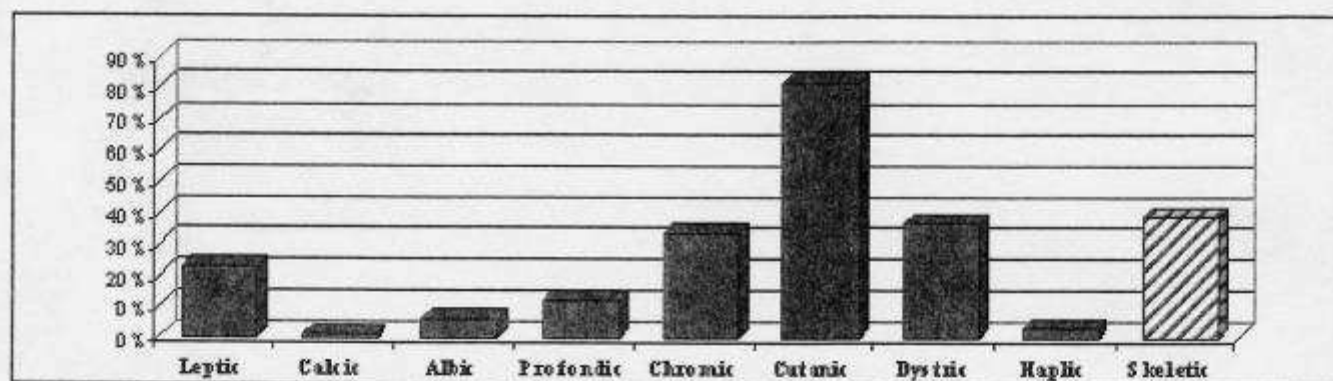


Figura 3. Percentuale di *pedon* per i quali sono stati utilizzati i differenti qualificativi di secondo livello, elencati rispettando l'ordine (da sinistra a destra), rispetto al totale dei Luvisols; il qualificativo Skeletic è proposto da Drissen et al. (2001) e ripreso dagli autori

Cambisols

I profili che ricadono nel Gruppo dei Cambisols sono 98 suddivisi in 37 Unità di secondo livello (tab. 1). Tale numero comprende il qualificativo Sesquic che gli autori propongono di aggiungere in analogia con il sottogruppo *Spodic* della ST. La definizione che si propone per il qualificativo *Sesquic* è la seguente: "che ha un orizzonte B di almeno 5 cm di spessore con saturazione in basi inferiore al 50% e:

- o con almeno 0,25% di Alos + ½ Feos ed almeno due volte di più di un sovrastante orizzonte umbrico, ocrico, albico o antropogenico
- o con un valore della densità ottica dell'estratto in ossalato (ODOE) di 0,12 o più la quale è anche due volte o più il valore degli orizzonti sovrastanti."

Il qualificativo *Sesquic* caratterizza i suoli in cui la geochimica dell'orizzonte B è dominata da composti minerali dell'alluminio nella soluzione del suolo, con debole traslocazione di sesquiossidi (in particolare dell'alluminio) in profondità (Souchier, 1984) ma senza traslocazione della sostanza organica (i requisiti di colore dell'orizzonte spodico non sono quindi raggiunti). Questi suoli presentano una struttura dell'orizzonte B "fluffy" o microgranulare e colori giallo ocre. Sono riconducibili alla definizione di Sols bruns ocreux di Duchaufour (2001) e agli Alocrisols ocriques del più recente *Référentiel Pédologique* (1995) e possono essere considerati degli intergradi tra i Cambisols (Dystric) e i Podzols. In ambiente alpino sono moderatamente diffusi, perlopiù nella fascia montana, e in Veneto rappresentano circa il 50% dei Cambisols su materiali parentali silicatici.

I qualificativi più usati per descrivere le Unità di livello inferiore sono: *Skeletal*, *Calcaric*, *Eutric*, *Leptic*, *Dystric* (Figura 4) con netta prevalenza della combinazione *Skeleti-Calcaric* (suoli calcarei almeno tra 20 e 50 cm e con presenza di scheletro) seguita da:

- *Sesqui-Skeletal*: suoli con scheletro e moderato accumulo di alluminio nell'orizzonte B;
- *Eutri-Skeletal*: suoli privi di carbonati ma con saturazione superiore al 50% e con notevole contenuto in scheletro.

Per quanto riguarda l'ordine dei qualificativi, problema già affrontato nell'ambito del gruppo di lavoro del WRB (Nachtergaele et al., 2001; Deckers et al., 2003), per i suoli esaminati sembrerebbe molto più razionale che i qualificativi *Dystric*, *Eutric* e, nel caso in cui venisse accettato, *Sesquic*, vista l'importanza dei caratteri che descrivono, fossero introdotti più in alto rispetto alla posizione attuale. L'eventuale eliminazione dell'ordine nell'attribuzione dei qualificativi, da più parti proposta (Nachtergaele et al., 2001; Deckers et al., 2003), rischierebbe peraltro di produrre un notevole incremento nel numero di Unità di secondo livello senza apportare un incremento del contenuto informativo, soprattutto nei casi in cui vengano usati tre o quattro qualificativi.

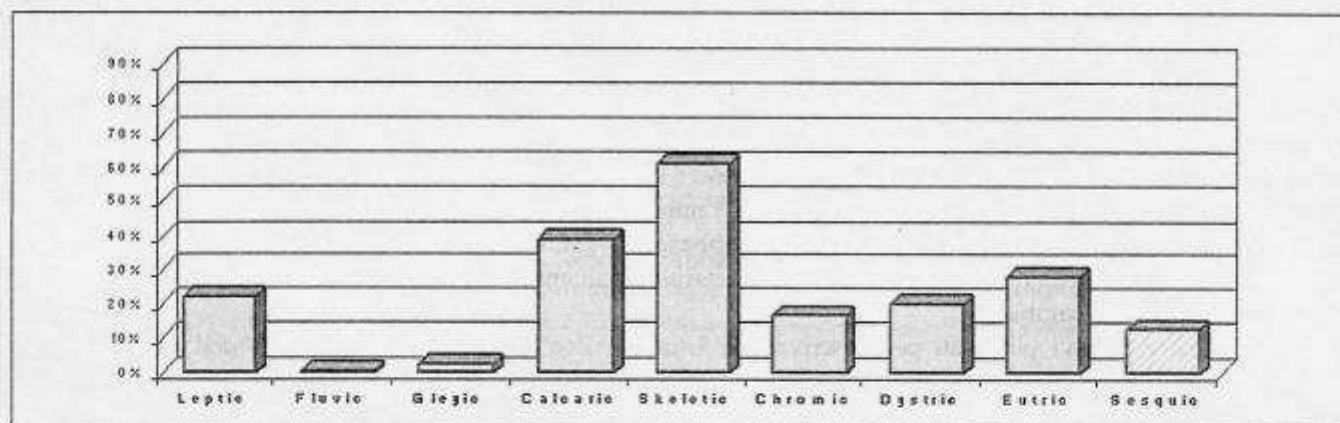


Figura 4. Percentuale di *pedon* per i quali sono stati utilizzati i differenti qualificativi di secondo livello, elencati rispettando l'ordine gerarchico (da sinistra a destra), rispetto al totale dei *Cambisols*; il qualificativo *Sesquic* è proposto dagli autori

Leptosols

I *pedon* classificati come *Leptosols* sono 71; di questi solo 20 sono limitati da roccia dura continua entro 25 cm dalla superficie del suolo mentre i restanti 51 poggiano su materiali con carbonato di calcio equivalente maggiore del 40% alla stessa profondità. Suoli diversi dal punto di vista funzionale vengono quindi attribuiti al medesimo Gruppo e potrebbero essere più razionalmente differenziati con l'introduzione di un nuovo qualificativo. Al contrario, suoli poco evoluti (A-C) sviluppatasi su materiali silicatici, non limitati da roccia entro 25 cm e che presentano notevoli similitudini morfologiche e funzionali con i suoli descritti sopra, rientrano negli *Umbrisols* o nei *Regosols*.

Le unità di secondo livello sono 10 (tab. 1), comprendendo l'uso del prefisso *Hyper-* davanti al qualificativo *Humic* (*Hyperhumic*) dagli autori usato per indicare un contenuto di carbonio organico maggiore al 5%.

Dalla figura 5 si evince che i qualificativi più utilizzati sono nell'ordine: *Rendzic*, *Humic*, *Calcaric*, *Mollic* e *Dystric*. Le Unità di secondo livello più frequenti sono:

- *Humi-Rendzic*: suoli con orizzonte mollico che contiene o sovrasta materiali con più del 40% di carbonato di calcio equivalente e con elevato contenuto di sostanza organica;
- *Rendzic*: suoli con orizzonte mollico che contiene o sovrasta materiali con più del 40% di carbonato di calcio equivalente;
- *Calcaric-Humic*: suoli con elevato contenuto di sostanza organica e calcarei tra 20 e 50 cm.

Una percentuale non marginale di *Leptosols*, legati di solito a superfici interessate da processi erosivi, presenta un orizzonte Bw o Bt di spessore inferiore a quello minimo richiesto per la definizione rispettivamente dell'orizzonte cambico (15 cm) e dell'orizzonte argico (7,5 cm) e che quindi non risulta diagnostico. Per identificare queste tipologie di suoli che ben si differenziano dal concetto centrale dei *Leptosols* per il basso contenuto di sostanza organica e di scheletro, sarebbe opportuno introdurre un appropriato qualificativo.

Le Unità di secondo livello utilizzano un solo qualificativo per circa la metà dei profili e due per i restanti, non risultando mai necessario l'uso un numero maggiore di qualificativi. Questa situazione evidenzia l'opportunità di introdurre i qualificativi proposti.

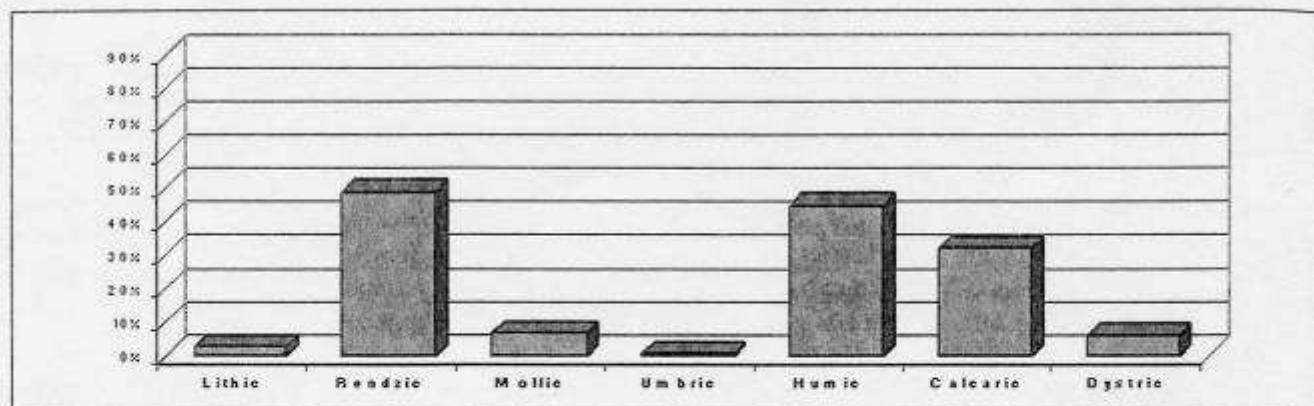


Figura 5. Percentuale di *pedon* per i quali sono stati utilizzati i differenti qualificativi di secondo livello, elencati rispettando l'ordine gerarchico (da sinistra a destra), rispetto al totale dei Leptosols

Phaeozems

I profili che ricadono in questo Gruppo sono 51, suddivisi in 24 Unità di secondo livello (tab. 1). È stato introdotto il qualificativo Cambic per caratterizzare i numerosi *pedon* che inferiormente all'orizzonte mollico presentano un orizzonte cambico. Questa introduzione, sebbene esplicitamente sconsigliata dal WRB, è in analogia con la ST che prevede già nella definizione del concetto centrale di alcuni sottogruppi dei Mollisuoli (es. *Hapludolls*) la presenza dell'orizzonte cambico.

I qualificativi più usati per descrivere le Unità di livello inferiore sono quindi nell'ordine: *Cambic*, *Skeletal*, *Calcaric*, *Leptic*, con netta dominanza della combinazione *Skeletal-Calcaric (Cambic)* prevalentemente con l'uso del prefisso *Epi-* per il qualificativo *Skeletal* (suoli con elevato contenuto in scheletro, calcarei tra 20 e 50 cm e orizzonte cambico al di sotto del mollico). Il qualificativo *Calcaric* è usato come suggerito nella nota della traduzione italiana del WRB (1999).

L'introduzione del qualificativo *Cambic* ha come conseguenza l'utilizzo di tre qualificativi in oltre il 50% dei suoli; in nessun caso sono stati necessari quattro qualificativi.

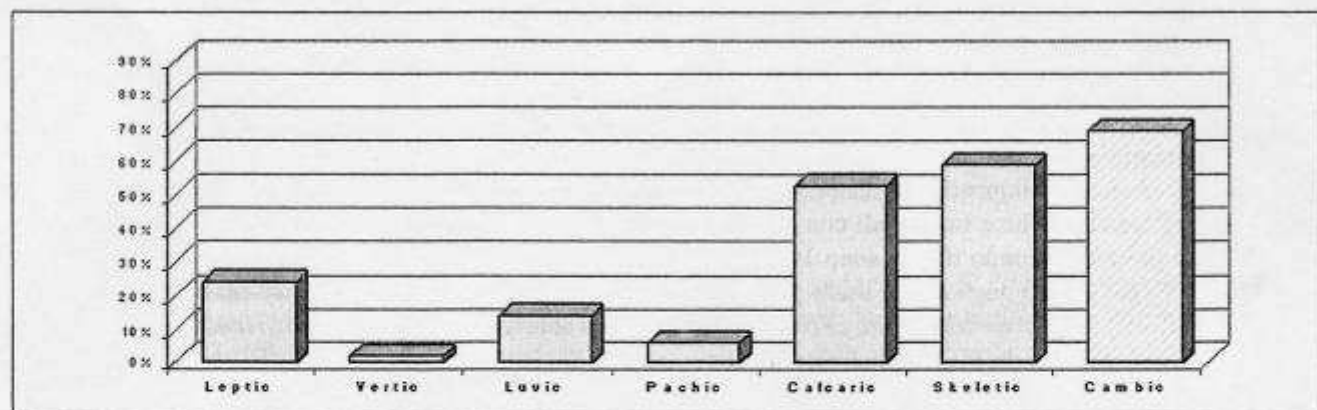


Figura 6. Percentuale di *pedon* per i quali sono stati utilizzati i differenti qualificativi di secondo livello, elencati rispettando l'ordine gerarchico (da sinistra a destra), rispetto al totale dei Phaeozems; il qualificativo Cambic è proposto dagli autori

Podzols

I profili che ricadono in questo Gruppo sono 14, suddivisi in 9 Unità di secondo livello (tab. 1). Nonostante l'esiguo numero di *pedon* non permetta un'analisi approfondita, si è constatato che il numero di qualificativi presenti sembra essere sufficiente a descrivere la variabilità riscontrata.

I qualificativi più usati per descrivere le Unità di livello inferiore sono nell'ordine: *Skeletal* e *Entic*.

Conclusioni

Nel complesso il WRB dimostra di permettere un semplice e razionale inquadramento della maggior parte delle tipologie di suoli di montagna. Per aumentare la sua "efficacia" nei riguardi dei suoli alpini e prealpini si auspica però l'introduzione di qualche nuovo qualificativo e l'utilizzo di alcuni già esistenti in altri Gruppi pedologici di riferimento.

Da un primo veloce confronto con la classificazione americana emerge la capacità del WRB di definire e rappresentare in maniera più precisa la variabilità estremamente elevata riscontrata nei suoli di montagna. Rimane comunque la necessità di approfondire il confronto tra i due sistemi di classificazione, che sono i più utilizzati e conosciuti dagli operatori in Italia. Il confronto dovrebbe essere condotto entrando nel dettaglio del contenuto semantico di ciascuna sottoclasse dei due sistemi valutando corrispondenze, differenze, vantaggi e inconvenienti.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare il Dott. Nicola Filippi dell'European Soil Bureau e la Dott.ssa Ialina Vinci per la lettura critica.

Bibliografia

- A.F.E.S., 1995. Référentiel Pédologique. I.N.R.A., Paris, pp.332.
- ARNOLD R. W., ESWARAN H., 2003. Conceptual basis for soil classification: lessons from the past. In: Soil classification: a global desk reference. Edited by Eswaran H., Rice T., Ahrens R., Stewart B. A.. CRC Press, pp. 27-42.
- DECKERS J., DRIESSEN P., NACHTERGAELE F.O., SPAARGAREN O., 2001. World Reference Base for Soil Resources – in a nutshell. Proceedings "Soil Classification 2001" October 8-12, 2001, Hungary, pp.173-182.
- DECKERS J., DRIESSEN P., NACHTERGAELE F.O., SPAARGAREN O., BERDING F., 2003. Anticipated developments of the World Reference Base for Soil Resources. In: Soil classification: a global desk reference. Edited by Eswaran H., Rice T., Ahrens R., Stewart B. A.. CRC Press, pp. 245-256.
- DRIESSEN P., DECKERS J., SPAARGAREN O., NACHTERGAELE F.O., 2001. Lecture notes on the major soils of the world. World Soil Resources. Reports n. 94, FAO UN, Roma, pp.152.
- DUCHAUFOR P., 2001. Introduction à la Science du Sol. Dunod, Paris, pp.324.
- DUDAL R., 2003. How good is our soil classification? In: Soil classification: a global desk reference. Edited by Eswaran H., Rice T., Ahrens R., Stewart B. A.. CRC Press, pp. 11-18.
- EUROPEAN SOIL BUREAU, 1998. Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of Procedures Version 1.0. European Soil Bureau, scientific Committee. EUR 18092 EN, pp.170
- ISSS, ISRIC, FAO, 1998. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources. Reports n. 84. FAO UN, Roma, pp. 88.
- ISSS, ISRIC, FAO, 1999. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources. Versione italiana a cura di Costantini E.A.C. e Dazzi C.. ISSDS, Firenze, pp. 98.
- NACHTERGAELE F.O., BERDING F., DECKERS J., 2001. Pondering hierarchical soil classification systems. Proceedings "Soil Classification 2001" October 8-12, 2001, Hungary, pp.71-80.
- SARTORI G., CORRADINI F., MANCABELLI A., WOLF U., 1997. Principali tipi di suoli forestali nella provincia di Trento. Studi Trent. Sci. Nat., Acta Geol., vol. 72, pp. 41-54.
- SOIL SURVEY STAFF, 1999. Soil Taxonomy, a basic classification for making and interpreting soil surveys. Agriculture Handbook 436, 2nd ed.. -N.R.S.C. Washington, DC, pp.869.
- SOUCHIER B., 1984. Le podzols et la podzolisation en climats tempérés et montagnards. Livre Jubil. Cinquant., AFES, Paris, pp. 77-96.
- YLI-HALLA M., MOKMA D.L., 2001. Problems encountered when classifying soils of Finland. Proceedings "Soil Classification 2001" October 8-12, 2001, Hungary, pp.183-190.