

DOMENICO D'ALESSIO* e FRANCO PREVITALI*

I PODZOLI DELLA VALLE CAMONICA (ALPI MERIDIONALI BRESCIANE)**

RIASSUNTO - Attraverso osservazioni morfologiche e determinazioni analitiche, chimiche e granulometriche, sono stati studiati e classificati alcuni profili di suoli ad evoluzione podzolica della Valle Camonica. I materiali che subiscono la podzolizzazione appartengono sia alle coltri moreniche e detritiche post-würmiane, sia al cristallino alpino, alle magmatiti del plutone terziario dell'Adamello e al complesso permo-carbonifero arenaceo-conglomeratico. Le coperture vegetali, sotto cui si svolge tale processo pedogenetico, sono costituite dalle conifere della zona montana superiore e dagli arbusteti ad ericacee e dalle praterie della zona subalpina.

Sono poi stati discussi i criteri di identificazione degli orizzonti diagnostici e sono stati esaminati alcuni aspetti dei rapporti evolutivi fra suoli, topografia, vegetazione e clima.

SUMMARY - *The podzols of Val Camonica (Southern Alps of Brescia)*. On the basis of the morphological observations and laboratory analyses, some soil profiles of Val Camonica which show a podzolic-type evolution, are described and classified according to taxonomic criteria. The lithological material affected by podzolisation both belong to the post-Würmian moraine and debris covers and to the alpine crystalline, to the Adamello Tertiary intrusive rocks and to the Permian-Carboniferous sandstones and conglomerates. The criteria of identification of the diagnostic horizons are discussed in detail. Some aspects of the evolutive relationships between soils, topography, vegetation and climate are also considered.

1. PREMESSA

Il lavoro intende presentare un primo specifico contributo alla conoscenza dei suoli podzolizzati e dei processi pedogenetici che ne presiedono la formazione, nel particolare ambiente fisico della Valle Camonica. Gli studi riferentisi a questo tipo di suoli e ad altri tipi pedologici diffusi nella vallata in questione sono ancora in corso e su di essi verrà data opportuna comunicazione in note successive.

I profili qui presentati sono stati scelti fra quelli più significativi posti in aree geografiche abbastanza ben distribuite.

* Facoltà di Agraria, Università degli Studi, Milano

** Ricerca svolta con il contributo del C.N.R., Progetto Finalizzato IPRA - Sottoprogetto 2 - Unità Operativa Idraulico-Geopedologica (Responsabile: F. Previtali). Pubblicazione N. 1454.

Gli Autori partecipano in ugual misura alla ricerca in oggetto, di cui il presente lavoro espone i primi risultati.

La dott.ssa I. Assi ha eseguito le analisi chimiche dei campioni del profilo N. 5 e il dott. F. Dugoni le estrazioni del ferro e dell'alluminio nei campioni dei rimanenti profili.

Le fotografie nel testo sono degli Autori.

2. STUDI PRECEDENTI

Gli studi sui suoli podzolizzati lombardi sono poco numerosi e frammentari. In particolare i suoli della Valle Camonica sono stati presi in esame in un Piano di Bonifica Montana (1963), nel quale è contenuta una schematica elencazione dei tipi pedologici ritenuti più diffusi nell'area, priva però di precise descrizioni morfologiche e di determinazioni analitiche, oltretutto di una rappresentazione cartografica della loro distribuzione.

La Carta dei Suoli d'Italia di MANCINI *et al.* (1966) forniva una prima descrizione dei probabili andamenti areali di numerose associazioni di suoli, entro le quali figuravano anche i Podzoli.

La Carta dei Suoli delle Comunità Europee (1985) ha ripreso, con alcune precisazioni e modifiche, quest'ultimo documento, ma, a causa della scala ridotta, non consente verifiche di dettaglio.

Un lavoro a carattere multidisciplinare, svolto nell'ambito del Progetto Finalizzato I.P.R.A. del C.N.R. (PREVITALI *et al.*, 1986), ha indicato, fra l'altro, una prima zonizzazione pedogenetica della valle, risultata poi, anche alla luce della presente nota, sostanzialmente accettabile.

BINI *et al.* (1984) hanno analizzato le caratteristiche morfologiche, chimiche e geochimiche di suoli in un ambiente alpino che, benché contraddistinto da una più marcata caratterizzazione climatica, mostra alcune interessanti analogie geolitologiche, fitoclimatiche e pedologiche con l'alta Valle Camonica.

Per l'elevato interesse scientifico e metodologico si segnalano, fra gli altri, i lavori di: MOKMA (1983), che propone nuovi criteri chimici per la definizione dell'orizzonte spodico; PADLEY *et al.* (1985), che sottopone ad esame critico i principi proposti dalla SOIL TAXONOMY (1975) nella classificazione degli Spodosols, sperimentati su una settantina di profili di suoli del Michigan; SOUCHIER (1984), che analizza approfonditamente l'ecologia e la diagnostica dei Podzols dei climi temperati e delle regioni montane.

3. MATERIALI E METODI

Le indagini sulla podzolizzazione sono state condotte sia attraverso il rilevamento diretto, con descrizione macromorfologica dei profili, sia attraverso analisi di laboratorio, compiute su campioni disturbati, prelevati sui singoli orizzonti e sotto-rizzonti.

Le analisi di laboratorio sono consistite nella misura della composizione granulometrica, chimica e biochimica (acidità, complesso di scambio, frazione organica) e nella identificazione delle differenti forme del ferro e dell'alluminio, allo stato libero e complessato.

In particolare, sono state effettuate le seguenti estrazioni per via chimica:

- Fe totale (Fe tot.);
- Fe e Al in Na ditionito-citrato-bicarbonato (Fe_d , Al_d), forme contenute negli ossidi cristallini, negli idrossidi amorfi e nei complessi organici;
- Fe in ossalato di ammonio acido (Fe_o), ossia legato agli ossidi e idrossidi amorfi e, in parte, ai composti organici;
- Fe e Al in Na pirofosfato (Fe_p , Al_p), corrispondenti alle frazioni legate alla sostanza organica con legame covalente o parzialmente polare.

Oltre ad alcuni profili esaminati individualmente, si è studiata una toposequenza

altimetrica di suoli posti a quote crescenti, al fine di valutare la correlabilità di questo parametro con il grado di podzolizzazione del profilo. È stata inoltre esaminata una bisequenza verticale.

4. IL SIGNIFICATO DEGLI INDICI DELLA PODZOLIZZAZIONE

Il grado di podzolizzazione di un suolo, o comunque le relazioni fra eluviazione ed illuviazione prodottesi al suo interno (BIRKELAND, 1984), sono definibili quantitativamente — e quindi in termini più oggettivi rispetto alla osservazione puramente morfologica di campagna — attraverso il calcolo di numerosi indici basati sul contenuto in Fe e Al, nelle diverse forme precedentemente citate, oltreché su quello in C organico e in argilla.

Fra gli altri, i sistemi tassonomici del U.S.D.A. (1975), della F.A.O. (1975, 1985) e della C.P.C.S. (1967) propongono l'utilizzazione di diversi indici, variamente combinati con altri parametri (cromatici, morfologici, tessiturali) ai fini della identificazione dell'*orizzonte spodico* Bs, riconosciuto il quale si risale all'Ordine (Spodosols), al Gruppo (Podzols) o alla Classe (Sols Podzolisés) nei tre rispettivi sistemi di classificazione.

Le tabelle allegate alla descrizione di ogni singolo profilo esaminato illustreranno i valori di tali indici, per ciascuno degli orizzonti campionati.

5. LINEAMENTI FISIOGRAFICI DELL'AREA

L'area studiata è posta fra i paralleli 45°50' e 46°20' N ed i meridiani 10°10' e 10°34' E di Greenwich. Le quote sono comprese fra la minima del fondovalle principale di 250 m circa e la massima di 3554 m del M. Adamello (fig. 1).

Le isoiete annue sono comprese fra 900 e 1600 mm, mentre le isoterme annue oscillano fra 10,5°C e 0°C. L'evapotraspirazione si mantiene generalmente su valori inferiori a quelli delle precipitazioni, con una eccedenza idrica che raggiunge il suo massimo intorno ai 1800 m di quota.

Le zone fitoclimatiche presenti sono quelle del Castanetum, Fagetum, Pictum e Alpinetum.

L'area si situa al bordo inferiore dell'edificio alpino ed appartiene, in prevalenza, alla «zona lombarda» delle Alpi meridionali, dove il «Cristallino alpino» è stato profondamente coinvolto nell'orogenesi terziaria. Questo basamento viene a contatto, verso est, con le granodioriti e le tonaliti del batolite terziario dell'Adamello, mentre a nord la «Linea insubrica» ne segna il passaggio al «Dominio austroalpino». Entrambi i complessi sono costituiti in prevalenza da scisti ad alto e medio grado di metamorfismo: gneiss, micascisti, filladi e quarziti. Cataclasiti e miloniti sono presenti lungo le linee delle maggiori dislocazioni tettoniche. Al substrato cristallino è sovrapposta, nel settore meridionale dell'area, una coltre sedimentaria costituita da arenarie, conglomerati e siltiti, calcari e dolomie, con locali intercalazioni piroclastiche («sedimentario sudalpino»).

I depositi detritici gravitativi, fluviali e glaciali coprono vaste estensioni del territorio in esame. I materiali morenici sono in parte di età würmiana ed in parte posteriori. La loro litologia è pressoché costantemente costituita da metamorfiti e magmatiti.

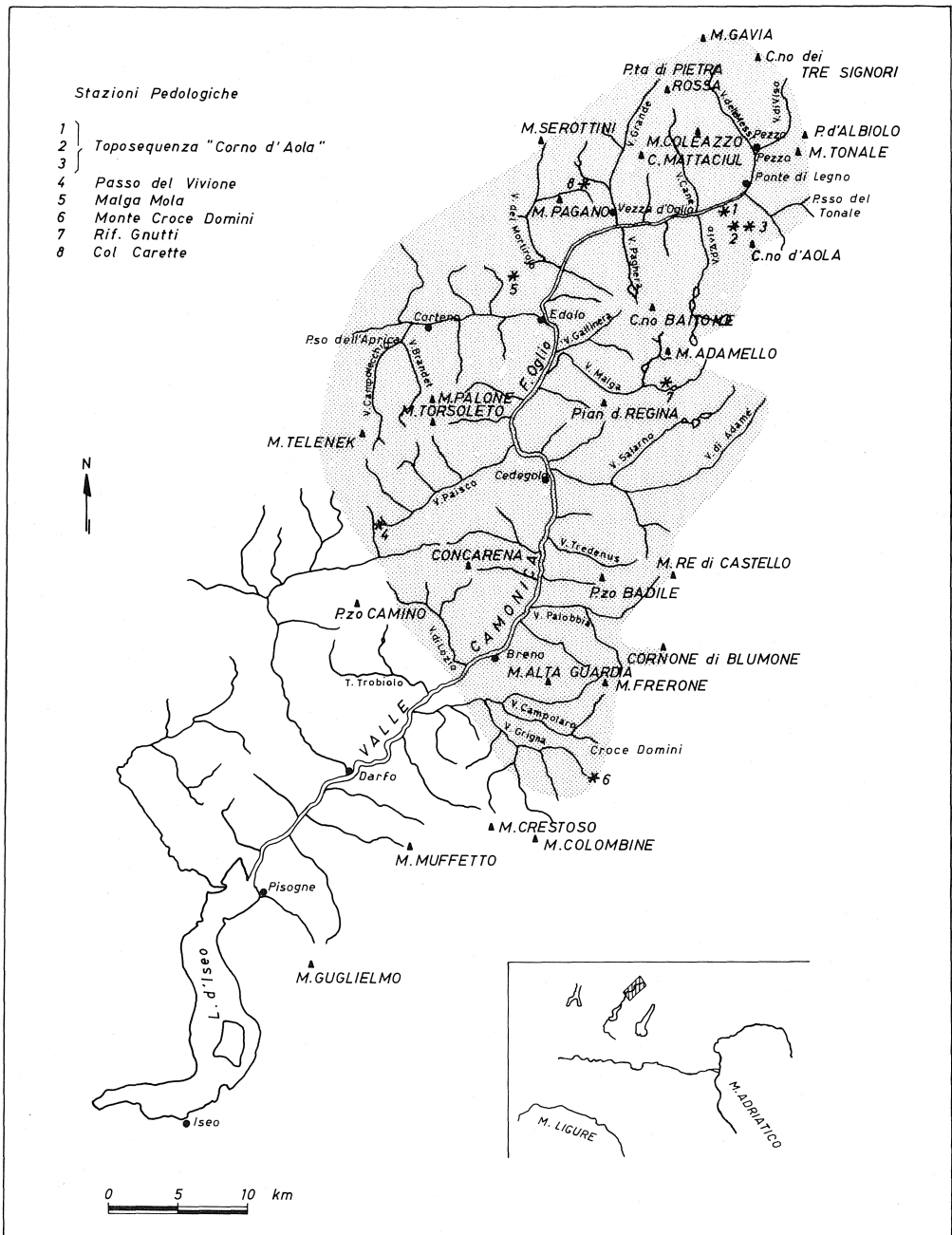


Fig. 1 - Localizzazione geografica dell'area studiata; con gli asterischi viene indicata l'ubicazione dei profili pedologici descritti.

6. LE STAZIONI PEDOLOGICHE

Seguono le descrizioni e le analisi degli 8 profili-tipo, dei quali 3 si riferiscono ad una toposequenza (n. 1, 2, 3) ed 1 (n. 7) ad una bisequenza.

PROFILO N. 1: TOPOSEQUENZA «CORNO D'AOLA»

Ferri-Haplic Podzol (F.A.O., 1985)

Localizzazione: Valbione NO (Ponte di Legno, Brescia).

Coordinate UTM: 32TPS 15692304.

Altitudine: 1450 m.

Fisiografia: medio versante acclive di prevalente deposito glaciale con detrito medio-grossolano. Esposizione N. Acclività 45%.

Drenaggio: regolare.

Materiale parentale: detrito fine e medio di scisti e granodioriti su scisti cristallini subaffioranti («Cristallino sudalpino»).

Vegetazione: pecceta con larice e sottobosco arbustivo a ericacee.

Pedoclima: regime di umidità udico; regime di temperatura frigidocryico.

Descrizione del profilo

O1	20-5 cm	Lettieria di aghi, rami, con indecomposti.
O2	5-0 cm	Lettieria piuttosto decomposta.
AE	0-8 cm	Bruno giallastro scuro (10YR4/6) inumidito, bruno giallastro (10YR5/8); secco franco sabbioso; mediamente umido; incoerente; radici fini comuni legnose; limite chiaro ondulato.
Bh	8-10 cm	Bruno molto scuro (10YR2/2); arricchito in humus; leggermente plastico; umido; franco sabbioso; limite chiaro discontinuo.
Bs	10-30 cm	Bruno giallastro scuro (10YR4/6); inumidito sabbioso franco; pochi ciottoli; umido; struttura assente; friabile; radici fini comuni legnose; limite graduale lineare.
BC	30-45/48 cm	Bruno giallastro scuro (10YR3.5/6) inumidito; franco sabbioso; ghiaia e ghiaietto frequenti; incoerente; radici fini comuni legnose; limite abrupto ondulato.
C	45/48-80+ cm	Colore oliva (5Y4/3.5); detrito angoloso ghiaioso e ciottoloso in matrice franco sabbiosa a elementi cristallini.

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria (mm) %			Frazione organica		
		Sabbia (2-0,02)	Limo (0,02-0,002)	Argilla (<0,002)	S.O. %	N %	C/N
O1	20-5						
O2	5-0						
AE	0-8	56,9	32,6	10,5	7,75	0,20	22
Bh	8-10						
Bs	10-30	78,7	14,7	6,6	6,13	0,17	21
BC	30-45/48	69,4	24,8	5,8	4,06	0,13	18
C	45/48-80+	81,3	14,5	4,2	1,33	0,06	14

Orizzonte	Basi di scambio meq/100 g					T.S.B.* %	pH H ₂ O	Al scamb.	H+ scamb. meq/100 g	Acidità di scamb.
	Ca	Mg	K	Na	C.S.C. **					
O1										
O2										
AE	0,75	0,19	0,04	0,01	24,9	4	3,8	0,70	5,60	6,30
Bh										
Bs	0,17	0,03	0,02	0,01	23,2	1	4,2	0,50	3,30	3,80
BC	1,00	0,34	0,04	0,01	11,4	11	4,6	0,30	1,50	1,75
C	0,42	0,09	0,05	0,01	5,4	10	4,6	0,10	0,40	0,50

* Tasso di saturazione basica; ** Capacità di scambio cationico.

Orizzonte	Fe tot. %	Fe _d %	Al _d %	Fe _p %	Al _p %	Fe _o %
O1						
O2						
AE	4,70	2,50	1,08	1,52	1,14	1,81
Bh						
Bs	5,10	2,60	1,25	1,34	1,50	1,70
BC	4,40	1,70	1,02	0,55	0,85	1,20
C	4,50	0,90	1,34	0,05	0,29	0,26

Fe_{tot.} = Fe totale estratto in acqua regia; Fe_d = Fe estratto in ditionito citrato bicarbonato; Al_d = Al estratto in ditionito citrato bicarbonato; Fe_p = Fe estratto in pirofosfato; Al_p = Al estratto in pirofosfato; Fe_o = Fe estratto in ossalato.

Orizzonte	Fe _o / Fe _d	Fe _p / Fe _o × 100	Fe lib. % C	Fe _p + Al _p % Argilla	Fe _p + Al _p Fe _d + Al _d
O1					
O2					
AE	0,7	84	0,55	0,25	0,74
Bh					
Bs	0,7	79	0,72	0,43	0,74
BC	0,7	46	0,71	0,24	0,51
C	0,3	19	1,17	0,08	0,27

Commento

La morfologia del profilo ed i valori degli indici di podzolizzazione consentono di classificare il suolo come un Ferri-Haplic Podzol, termine evolutivo piuttosto avanzato, nonostante la quota non particolarmente elevata. Ciò sembra favorito dalla esposizione verso nord e dalla presenza di una potente lettera a *mor*.

Comunque lo scarso arrossamento dell'orizzonte spodico e una certa difficoltà alla differenziazione dell'orizzonte E dall'A sembrano indicare la presenza di condizioni non completamente ottimali per una podzolizzazione totale.

PROFILO N. 2: TOPOSEQUENZA «CORNO D'AOLA»

Spodi-Dystric Cambisol (F.A.O., 1985)

Localizzazione: Valbione SE (Ponte di Legno, Brescia).

Coordinate UTM: 32TPS 16732200.

Altitudine: 1620 m.

Fisiografia: versante molto acclive in roccia subaffiorante con detrito molto grossolano sparso. Esposizione O. Acclività 70%.

Drenaggio: regolare.

Materiale parentale: detrito misto a morenico grossolano di scisti cristallini e granodioriti («Cristallino sudalpino»).

Vegetazione: bosco di abete rosso misto a larice, con ontani subordinati e sottobosco arbustivo a ericacee.

Pedoclima: regime di umidità udico; regime di temperatura cryico.

Descrizione del profilo

O1	7/8-5/6 cm	Lettiera di aghi, rami, foglie, indecomposti.
O2	5/6-0 cm	Lettiera parzialmente decomposta.
Ah	0-8/10 cm	Bruno scuro (10YR3/3) inumidito; franco sabbioso; mediamente umido; incoerente; radici legnose fini comuni; limite chiaro lineare.
Bw1	8/10-28/30 cm	Bruno giallastro scuro (10YR4/4) inumidito; franco sabbioso; incoerente; radici legnose abbondanti medie e fini; pietre medie abbondanti; limite chiaro lineare.
Bw2	28/30-30/32 cm	Bruno giallastro scuro (10YR3/7) inumidito; franco sabbioso; incoerente; radici legnose abbondanti medie e fini; pietre medie abbondanti; limite discontinuo.
C	30/32-60+ cm	Pietre abbondanti di scisti cristallini e magmatiti in matrice sabbioso-limoso.

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria (mm) %			Frazione organica		
		Sabbia (2-0,02)	Limo (0,02-0,002)	Argilla (<0,002)	S.O. %	N %	C/N
O1	7/8-5/6						
O2	5/6-0						
Ah	0-8/10	68,5	23,2	8,3	4,96	0,27	11
Bw1	8/10-28/30	53,7	37,9	8,4	3,36	0,11	18
Bw2	28/30-30/32	57,7	31,8	10,5	3,01	0,09	19
C	30/32-60+						

Orizzonte	Basi di scambio meq/100 g					T.S.B. %	pH H ₂ O	Al scamb.	H ⁺ scamb. meq/100	Acidità di scamb.
	Ca	Mg	K	Na	C.S.C.					
O1										
O2										
Ah	0,47	0,12	0,04	0,01	19,6	3	3,6	0,60	4,90	5,50
Bw1	0,60	0,18	0,04	0,01	11,8	7	3,7	0,50	4,00	4,50
Bw2	0,13	0,09	0,04	0,01	9,8	3	4,2	0,40	2,80	3,20
C										

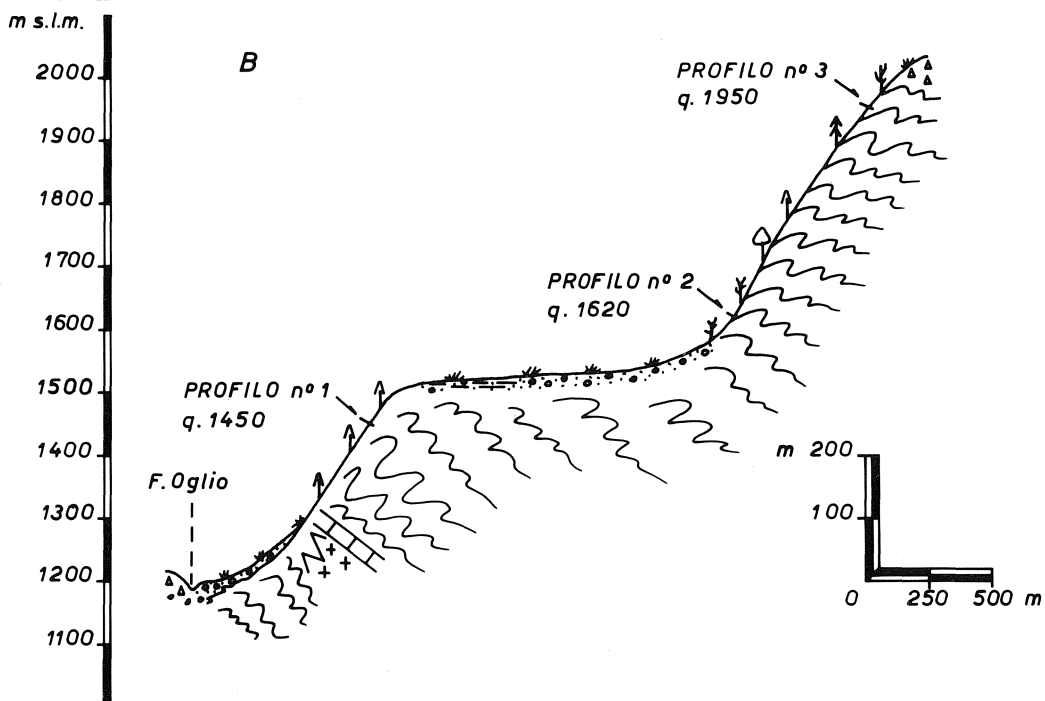
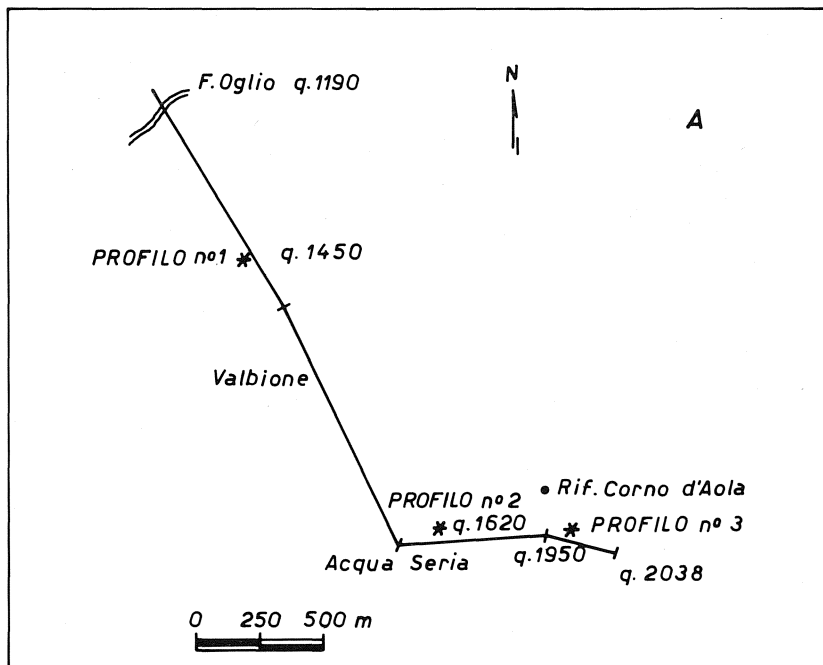


Fig. 2 - Ubicazione topografica (A) e successione altimetrica (B) dei profili pedologici della toposequenza «Corno d'Aola».

Orizzonte	Fe tot. %	Fe _d %	Al _d %	Fe _p %	Al _p %	Fe _o %
O1						
O2						
Ah	4,70	2,00	0,45	0,85	0,41	1,34
Bw1	4,90	2,40	0,40	1,15	0,37	1,65
Bw2	5,20	2,20	0,51	1,15	0,39	1,70
C						

Orizzonte	Fe _o / Fe _d	Fe _p / Fe _o × 100	Fe lib. % C	Fe _p + Al _p % Argilla	Fe _p + Al _p Fe _d + Al _d
O1					
O2					
Ah	0,7	63	0,69	0,15	0,51
Bw1	0,7	70	1,23	0,18	0,54
Bw2	0,8	68	1,26	0,15	0,56
C					

Commento

I valori di numerosi indici evidenziano una discreta tendenza alla podzolizzazione, verosimilmente ostacolata dalla esposizione intorno a sud e dalla relativamente alta intensità dell'attività biologica (humus del tipo *mor-moder*).

Il suolo si caratterizza come intergrado fra i Podzols e i Cambisols.

PROFILO N. 3: TOPOSEQUENZA «CORNO D'AOLA»

Brunic Podzol (F.A.O., 1985)

Localizzazione: Chiesetta dell'Aola (Ponte di Legno, Brescia).

Coordinate UTM: 32TPS17222206.

Altitudine: 1950 m.

Fisiografia: porzione sommitale di versante molto acclive presso la linea di cresta di erosione; roccia subaffiorante con detrito grossolano. Esposizione NO. Acclività 35%.

Drenaggio: regolare.

Materiale parentale: detrito di filladi e micascisti su roccia scistoso-cristallina subaffiorante («Cristallino sudalpino»).

Vegetazione: bosco rado di larice e abete rosso con sottobosco arbustivo ad ontano ed ericacee.

Pedoclima: regime di umidità udico; regime di temperatura cryico.

Descrizione del profilo

O1 7/6-3/2 cm Lettieria indecomposta di aghi, rami, radici, foglie; soffice; asciutta.

O2 3/2-0 cm Lettieria parzialmente decomposta; soffice; asciutta.

- Ah 0-7/8 cm Nero (5YR2.5/1); sabbioso franco; poco umido; soffice; poche radici fini legnose ed erbacee; poche pietre medie; limite abrupto lineare.
- E 7/8-10 cm Bruno grigiastro scuro (10YR4/2) inumidito; grigio chiaro (10YR6/1) secco; franco sabbioso; frequenti radici fini erbacee e legnose; limite discontinuo.
- Bs1 10-20 cm Bruno rossastro scuro (5YR3/4) inumidito; sabbioso franco; incoerente; frequenti radici fini legnose; limite chiaro ondulato.
- Bs2 20-40 cm Bruno rossastro scuro (5YR3/2.5) inumidito; sabbioso franco; incoerente; radici fini legnose molto frequenti; limite chiaro ondulato.
- CB 40-45 cm Bruno olivastro (2.5Y4/4) inumidito; franco sabbioso; incoerente; poche radici fini; pietre (filladi) piccole frequenti; limite chiaro ondulato.
- C 45-80 cm Detrito di filladi e micascisti su scisti cristallini in posto.

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria (mm) %			Frazione organica		
		Sabbia (2-0,02)	Limo (0,02-0,002)	Argilla (<0,002)	S.O. %	N %	C/N
O1	7/6-3/2						
O2	3/2-0						
Ah	0-7/8	77,8	14,8	7,4	32,35	0,52	28
E	7/8-10	51,8	37,3	10,9	7,40	0,20	21
Bs1	10-20	77,4	17,4	5,2	8,75	0,24	21
Bs2	20-40	83,1	12,9	4,0	8,26	0,26	18
CB	40-45	66,5	23,3	10,2	3,81	0,13	17
C	45-80						

Orizzonte	Basi di scambio meq/100 g					T.S.B. %	pH H ₂ O	Al scamb.	H + scamb. meq/100 g	Acidità di scamb.
	Ca	Mg	K	Na	C.S.C.					
O1										
O2										
Ah	4,96	0,93	0,22	0,02	38,1	16	4,0	0,40	4,80	5,15
E	1,60	0,36	0,17	0,02	31,1	7	3,7	1,50	13,30	14,80
Bs1	0,38	0,07	0,04	0,01	30,6	2	4,0	0,50	4,00	4,50
Bs2	0,67	0,16	0,04	0,02	28,0	3	3,9	0,45	3,60	4,05
CB	0,40	0,07	0,05	0,01	7,9	7	4,2	0,25	1,60	1,80
C										

Orizzonte	Fe tot. %	Fe _d %	Al _d %	Fe _p %	Al _p %	Fe _o %
O1						
O2						
Ah	0,90	0,80	0,28	0,35	0,38	0,30
E	1,90	1,20	0,34	0,55	0,28	0,70
Bs1	7,10	4,00	1,50	3,26	1,76	3,90
Bs2	6,60	3,90	2,00	2,51	1,90	3,60
CB	5,70	1,90	1,03	0,85	1,10	0,93
C						



Fig. 3 - *Brunic Podzol* su scisti cristallini, sotto pecceta e rodoreto-vaccinieto diradati. Profilo n. 3 (q. 1950, Chiesetta dell'Aola, Ponte di Legno).

Orizzonte	Fe_o / Fe_d	Fe_p / Fe_o $\times 100$	Fe lib. % C	$Fe_p + Al_p$ % Argilla	$Fe_p + Al_p$ $Fe_d + Al_d$
O1					
O2					
Ah	0,4	12	0,05	0,09	0,67
E	0,6	78	0,28	0,08	0,53
Bs1	1,0	84	0,78	0,97	0,91
Bs2	0,9	70	0,81	1,10	0,75
CB	0,5	91	0,86	0,19	0,66
C					

Commento

Tutti i principali indici della podzolizzazione presentano valori largamente superiori al minimo necessario per la classificazione fra i Podzols. L'assenza di un orizzonte Bh e la esiguità dell'orizzonte albico E qualificano il suolo come Brunic Podzol. L'humus è un *mor*, con alto valore C/N e basso pH.

I profili n. 1, 2, 3 costituiscono una *toposequenza altimetrica* (fig. 2), sebbene la loro collocazione in stazioni aventi diverse esposizioni e acclività complichino le correlazioni. Uniformità di litologia, di vegetazione e di esposizione complessiva verso nord, del versante della catena montuosa in cui si collocano, consentono comunque di effettuare un confronto significativo fra le loro proprietà. Rispetto ad una sequenza altimetrica «normale» il profilo n. 1 sembra mostrare un grado evolutivo assai spinto; il n. 2 è inaspettatamente «immaturo» (Cambisol), probabilmente per l'influenza di fattori stazionali locali; il n. 3 sembra avere raggiunto la condizione di «climax». In particolare sono assai significativi gli andamenti dei valori del Fe_p e dell'Al_p (forme complessate organicamente) nei tre profili. Nel Ferri-Haplic P. entrambi i valori sono alti nel Bs e quindi diminuiscono regolarmente; nello Spodi-Dystric P. si mantengono su valori pressoché costanti lungo il profilo; nel Brunic P. subiscono un netto incremento in corrispondenza degli orizzonti Bs1 e Bs2 per poi diminuire drasticamente.

PROFILO N. 4: STAZIONE «PASSO DEL VIVIONE»

Ferri-Haplic Podzol (F.A.O., 1985)

Localizzazione: Passo del Vivione (Schilpario, Bergamo).
Coordinate UTM: 32TNR 92869901.

Altitudine: 1828 m.

Fisiografia: ampia sella d'erosione glaciale con copertura morenica e detritica, da subpianeggiante a leggermente ondulata. Sui pendii, segni di erosione a rivoli in atto ed incipiente a fossi; locali depositi torbosi posteriori ai podzoli.

Drenaggio: da regolare a leggermente impedito.

Materiale parentale: detrito e ciottolame di arenarie e conglomerati («Verrucano» permo-carbonifero).

Vegetazione: prato pascolo parzialmente degradato passante a prateria acidofila di altitudine.

Pedoclima: regime di umidità udico; regime di temperatura cryico.

Descrizione del profilo

Ah	0-7/8 cm	Bruno rossastro scuro (5YR3/2); sabbioso franco; pietre piccole comuni; incoerente; umido; radici fini abbondanti; limite abrupto lineare.
E	7/8-19/20 cm	Bruno grigiastro (10YR5/2) inumidito, grigio brunastro chiaro (10YR6/2) secco; franco sabbioso; pietre piccole comuni; po-

che radici fini; limite chiaro lineare.

- Bh 19/20-21/22 cm Bruno scuro (7.5YR3/3) inumidito; franco sabbioso; pietre piccole scarse; limite chiaro ondulato.
- Bs 21/22-28/30 cm Bruno intenso (7.5YR4/6) inumidito; franco sabbioso; incoerente; pietre piccole comuni; limite chiaro discontinuo.
- BC 28/30-40 cm Bruno (7.5YR4/4) inumidito; franco sabbioso con pietre piccole e medie, arrotondate e angolari, di arenarie rosse.
- C 40-60+ cm Detrito di arenarie e conglomerati rossi.

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria (mm) %			Frazione organica		
		Sabbia (2-0,02)	Limo (0,02-0,002)	Argilla (<0,002)	S.O. %	N %	C/N
Ah	0-7/8	83,9	9,5	6,6	24,65	0,84	17
E	7/8-19/20	64,6	21,1	14,3	1,62	0,09	10
Bh	19/20-21/22	71,6	22,5	5,9	6,59	0,41	9
Bs	21/22-28/30	72,8	22,3	4,9	3,02	0,11	15
BC	28/30-40	66,2	20,9	12,9	0,84	0,04	12
C	40-60+						

Orizzonte	Basi di scambio meq/100 g					T.S.B. %	pH H ₂ O	Al scamb.	H + scamb. meq/100 g	Acidità di scamb.
	Ca	Mg	K	Na	C.S.C.					
Ah	2,17	0,43	0,33	0,04	31,1	10	3,6	0,40	4,10	4,50
E	0,36	0,07	0,16	0,01	13,6	4	3,8	0,60	4,40	5,00
Bh	0,37	0,03	0,05	0,01	28,6	2	3,9	0,75	6,50	7,25
Bs	0,55	0,07	0,08	0,02	24,7	3	4,0	0,55	3,70	4,25
BC	0,18	0,05	0,06	0,01	5,3	6	4,0	0,30	1,70	1,95
C										

Orizzonte	Fe tot. %	Fe _d %	Al _d %	Fe _p %	Al _p %	Fe _o %
Ah	1,60	1,10		0,31	0,14	0,46
E	1,60	1,00		0,06	0,09	0,08
Bh	6,30	2,80	0,42	0,79	0,25	1,20
Bs	6,50	3,10	0,48	1,52	0,31	1,70
BC	5,10	2,60		0,27	0,12	0,42
C						

Orizzonte	Fe _o / Fe _d	Fe _p / Fe _o × 100	Fe lib. % C	Fe _p + Al _p % Argilla	Fe _p + Al _p Fe _d + Al _d
Ah	0,4	67	0,08	0,07	
E	0,1	75	0,26	0,01	
Bh	0,4	66	0,74	0,18	0,32
Bs	0,5	89	1,82	0,37	0,51
BC	0,2	64	5,20	0,03	
C					



Fig. 4 - Ferri-Haplic Podzol. L'orizzonte albico ha un discreto sviluppo, mentre l'orizzonte spodico mostra una modesta accumulazione di humus nella sua porzione superiore. Profilo n. 4 (q. 1828, Passo del Vivione, Schilpario).

Commento

Il profilo consente un esame degli effetti della podzolizzazione su materiali arenaceo-conglomeratici. Il rallentamento della podzolizzazione — causato, nelle rocce arenacee, dalla presenza di minerali fortemente alterabili (segnalata, fra l'altro, da alti tenori in Fe totale) (SOUCHIER, 1984) — non sembra interessare la formazione del Verrucano, che, pur essendo ricca di Fe, possiede una elevata resistenza alla degradazione ed erosione atmosferica. Le forme organicamente complessate e amorfiche del Fe e Al sono largamente dominanti negli orizzonti B.

PROFILO N. 5: STAZIONE «MALGA MOLA»

Brunic Podzol (F.A.O., 1985)

Localizzazione: Malga Mola - Planazza (Edolo, Brescia).

Coordinate UTM: 32TPS 00851700.

Altitudine: 1720 m.

Fisiografia: altopiano ondulato di spartiacque con placche di deposito morenico e colluvio sui versanti minori.

Drenaggio: rallentato da compattazione dell'epipedon per pascolamento intenso.

Materiale parentale: depositi morenici ciottolosi misti a detrito colluviale (quarziti, gneiss, micascisti).

Vegetazione: pascolo.

Pedoclima: regime di umidità udico; regime di temperatura frigidocryico.

Descrizione del profilo

- Ah 0-10 cm Bruno molto scuro (10YR2/2); franco; feltro di radici erbacee sottili; limite abrupto lineare.
- ABh 10-33/34 cm Bruno scuro (10YR3/3); franco sabbioso; incoerente; pietre piccole comuni; aggregazione lamellare; radici erbacee sottili comuni; limite graduale.
- BAs 33/34-57/58 cm Bruno intenso (7.5YR5/8); franco sabbioso; incoerente; pietre piccole comuni; poche radici erbacee fini; limite graduale lineare.
- Bs 57/58-70/72 cm Bruno intenso (7.5YR5/7); franco sabbioso; pietre medie frequenti; poche radici fini; limite graduale lineare.
- BCs 70/72-85/87 cm Bruno grigiastro (10YR5/2); franco sabbioso; incoerente; pietre medie frequenti; limite graduale lineare.
- CB 85/87-110+ cm Bruno giallastro (10YR5/4); franco sabbioso con pietre molto abbondanti medie e grandi; limite sconosciuto.

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria (mm) %			Frazione organica		
		Sabbia (2-0,05)	Limo (0,05-0,002)	Argilla (<0,002)	S.O. %	N %	C/N
Ah	0-10	31,5	44,6	23,9	6,50	0,22	17
ABh	10-33/34	45,3	46,2	7,8	5,30	0,24	13
BAs	33/34-57/58	58,3	35,0	6,7	2,86	0,13	13
Bs	57/58-70/72	64,6	34,4	1,0	1,19	0,04	17
BCs	70/72-85/87	52,5	46,5	1,0	0,89	0,04	13
CB	85/87-110+	55,4	41,9	2,7	0,75	0,04	11

Orizzonte	Basi di scambio meq/100 g					T.S.B. %	pH H ₂ O	Al scamb.	H ⁺ scamb. meq/100 g	Acidità di scamb.
	Ca	Mg	K	Na	C.S.C.					
Ah	5,20	1,20	0,47	0,20	14,0	50	4,8			
ABh	1,15	0,33	0,08	0,12	17,7	9	4,3			
BAs	0,86	0,26	0,06	0,11	15,1	9	5,1			
Bs	0,84	0,26	0,04	0,12	7,7	16	5,6			
BCs	2,61	0,23	0,04	0,13	7,0	43	5,6			
CB	0,81	0,26	0,05	0,12	4,6	27	6,0			

Orizzonte	Fe tot. %	Fe _d %	Al _d %	Fe _p %	Al _p %	Fe _o %
Ah		1,60		0,53	0,28	
ABh		1,80		0,48	0,39	
BAs		1,40		0,52	0,41	
Bs		1,07		0,18	0,29	
BCs		1,06		0,19	0,24	
CB		1,08		0,12	0,15	

Orizzonte	Fe _o / Fe _d	Fe _p / Fe _o × 100	Fe lib.	Fe _p + Al _p	Fe _p + Al _p
			% C	% Argilla	Fe _d + Al _d
Ah			0,42	0,03	
ABh			0,58	0,11	
BAs			0,84	0,14	
Bs			1,55	0,47	
BCs			2,07	0,43	
CB			2,45	0,26	

Commento

La stazione è posta su un altopiano ondulato di spartiacque, con buona esposizione ed insolazione. L'intenso pascolamento stagionale altera numerose proprietà evolutive degli orizzonti superiori del profilo. I valori del rapporto fra Fe e Al, complessati organicamente, e argille raggiungono le soglie prescritte per la identificazione dell'orizzonte spodico. Anche il rapporto fra Fe libero e carbonio è alto rispetto ad altri analoghi profili. I valori del pH sono invece leggermente superiori alla media riscontrata negli altri suoli podzolici dell'area.

PROFILO N. 6: STAZIONE «MONTE CROCE DOMINI»

Ferri-Haplic Podzol (F.A.O., 1985)

Localizzazione: M. Croce Domini SO (Prestine, Brescia).

Coordinate UTM: 32TPR 08238308.

Altitudine: 2005 m.

Fisiografia: terrazzo di cresta secondaria su roccia subaffiorante in parte alta del versante. Esposizione O. Acclività stazione 15%; acclività versante 50%.

Drenaggio: regolare.

Materiale parentale: facies arenacea, microconglomeratica e siltitica del «Verrucano» (Permo-carbonifero).

Vegetazione: prateria alpina acidofila passante al rodoreto-vaccinieto.

Pedoclima: regime di umidità udico; regime di temperatura cryico.

Descrizione del profilo

- O1 11-2 cm Grigio molto scuro (5YR3/1); materia organica frammista a fibre vegetali parz. decomposte, con sabbia e limo; radici fini erbacee e legnose comuni; umido e soffice; limite abrupto lineare.
- O2 2-0 cm Nero (5YR5/1); fibre vegetali decomposte, con sabbia e poco limo; radici medie abbondanti; umido e soffice; limite abrupto lineare.
- Ah 0-8/11 cm Da bruno rossastro scuro (5YR3/2) a grigio rossastro scuro (5YR4/2); franco sabbioso; poche radici fini; incoerente; limite abrupto ondulato.

- Bsh 8/11-18/21 cm Bruno rossastro scuro (5YR3/4); sabbioso franco; concentrazioni minute rosso giallastre (5YR5/8) di sesquiossidi e, nere, poco nette, di humus; poche radici fini; umido ed incoerente; limite chiaro lineare.
- BC 18/21-23/25 cm Bruno rossastro scuro (5YR3/3); franco sabbioso; screziature bruno rossastre scure (5YR3/2); frammenti rocciosi comuni piccoli disgregati giallo-rossastri (5YR6/6); limite chiaro lineare.
- R 23/25-30+ cm Arenaria dura e compatta, con giacitura orizzontale; patine di alterazione giallo rossastre (5YR6/6).

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria (mm) %			Frazione organica		
		Sabbia (2-0,02)	Limo (0,02-0,002)	Argilla (<0,002)	S.O. %	N %	C/N
O1	11-2	83,7	9,2	7,1	62,25	1,52	24
O2	2-0	84,2	8,5	7,3	60,38	1,26	28
Ah	0-8/11	66,3	24,7	9,0	8,45	0,16	30
Bsh	8/11-18/21	78,5	15,9	5,6	8,10	0,25	18
BC	18/21-23/25	73,5	18,6	7,9	8,15	0,21	23
R	23/25-30+						

Orizzonte	Basi di scambio meq/100 g					T.S.B. %	pH H ₂ O	Al scamb.	H+ scamb. meq/100 g	Acidità di scamb.
	Ca	Mg	K	Na	C.S.C.					
O1	2,55	1,12	0,50	0,03	42,4	10	4,7	0,25	3,00	3,25
O2	2,05	0,87	0,47	0,04	42,5	8	3,6	0,45	5,30	5,75
Ah	0,90	0,19	0,12	0,01	20,3	6	3,7	0,65	6,80	7,40
Bsh	0,30	0,06	0,04	0,01	28,9	1	3,7	0,65	6,50	7,10
BC	0,18	0,04	0,03	0,01	28,4	1	3,6	0,55	5,70	6,25
R										

Orizzonte	Fe tot. %	Fe _d %	Al _d %	Fe _p %	Al _p %	Fe _o %
O1	0,70	0,40		0,18	0,26	0,22
O2	0,60	0,40		0,23	0,37	0,26
Ah	1,40	0,30		0,05	0,17	0,08
Bsh	3,90	1,90	0,73	1,02	0,52	1,30
BC	3,70	1,70	0,97	1,00	0,58	1,00
R						

Orizzonte	Fe _o / Fe _d	Fe _p / Fe _o × 100	Fe lib. % C	Fe _p + Al _p % Argilla	Fe _p + Al _p Fe _d + Al _d
O1	0,6	82	0,01	0,06	
O2	0,7	88	0,01	0,08	
Ah	0,3	62	0,06	0,02	
Bsh	0,7	78	0,40	0,27	0,58
BC	0,6	100	0,36	0,20	0,59
R					

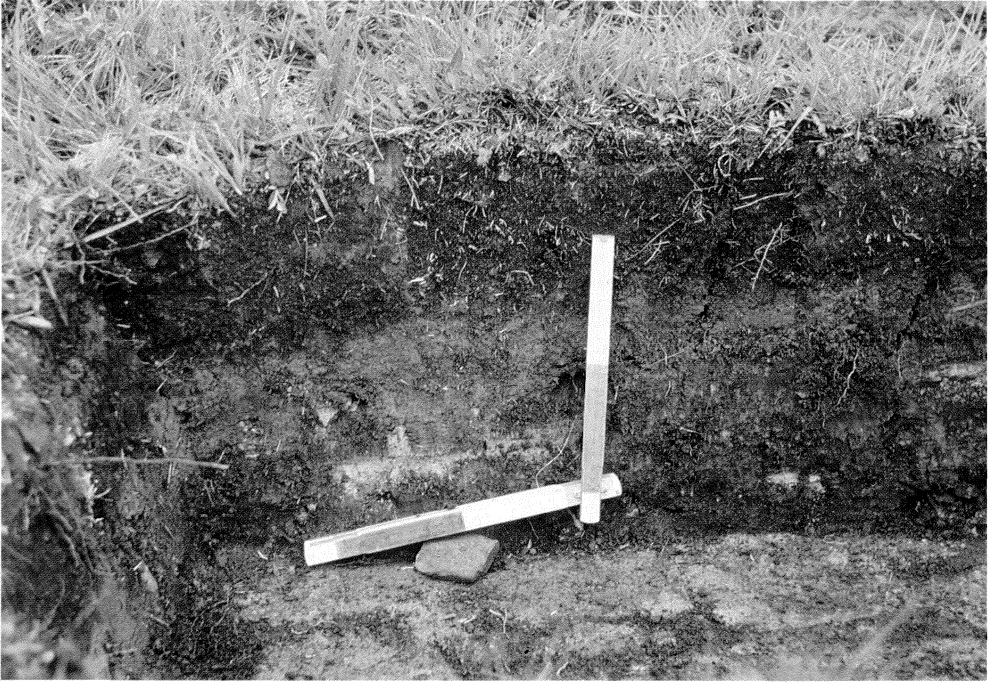


Fig. 5 - Ferri-Haplic Podzol su arenarie permo-carbonifere. Spessore ridotto del profilo, sottoposto ad intensa erosione idrometeorica a causa della posizione sommitale della stazione. Profilo n. 6 (q. 2005, Monte Croce Domini, Prestine).

Commento

Rispetto al profilo N. 4 (a sua volta sviluppatosi su materiali arenaceo conglomeratici permo-carboniferi, a quota vicina ai 2000 m, poco oltre il limite altimetrico superiore attuale delle conifere, con precipitazioni intorno ai 1500 mm/a e t medie annue intorno a 3-4°C), si può notare la presenza del *moder subalpino* al Passo del Vivione e del *moder alpino* al Monte Croce Domini, con discrete differenze nei valori del rapporto C/N (più basso nel primo tipo di humus). Si osserva una maggior quantità di Fe estraibile in ditionito nel profilo 4, cosicché il rapporto Fe lib/C raggiunge valori assai elevati in B, mentre l'Al estraibile in pirofosfato è più abbondante nel profilo 6. Inoltre, in questo ultimo, le tinte sono più intensamente rosse (Hue 5YR).

PROFILO N. 7: STAZIONE «RIFUGIO GNUTTI»

Ferri-Haplic Podzol su Orthi-Haplic Podzol (F.A.O., 1985)

Localizzazione: Rifugio Gnutti (Sonico, Brescia).

Coordinate UTM: 32TPS12400982.

Altitudine: 2170 m.



Fig. 6 - Bisequenza di un *Ferri-Haplic Podzol* su un *Orthi-Haplic Podzol*, sviluppatesi su granodioriti terziarie. Profilo n. 7 (q. 2170, Rifugio Gnutti, Sonico).

Fisiografia: tratto superiore di valle glaciale in rocce montonate, con localizzati accumuli crioclastici, grossolani e fini, nei tratti meno acclivi. Esposizione SSE. Acclività: 40%.

Drenaggio: rapido.

Materiale parentale: tonaliti (plutone terziario dell'Adamello).

Vegetazione: prateria alpina a graminacee.

Pedoclima: regime di umidità udico; regime di temperatura cryco.

Descrizione del profilo

O1/O2	3/4-0 cm	Grigio molto scuro (N3/0); lettiera intimamente mescolata a rete fitta di radici sottili; limite abrupto lineare.
OA	0-9/10 cm	Nero (N2/0); sabbioso franco; abbondanti radici fini erbacee; limite abrupto lievemente ondulato.
EA	9/10-12 cm	Bruno (7.5YR4/2) inumidito, bruno chiaro (7.5YR5/2) asciutto; franco sabbioso; poche radici fini erbacee; umido; limite abrupto ondulato.
Bh	12-16 cm	Nero (5YR2.5/1) inumidito; franco; radici fini erbacee comuni; leggermente plastico; limite chiaro lineare.

Bs	16-25/26 cm	Bruno rossastro scuro (5YR3/2) inumidito; franco sabbioso; radici fini e medie frequenti; incoerente; limite chiaro a tratti discontinuo.
BC	25/26-28 cm	Giallo rossastro (5YR7/6) inumidito; sabbioso franco; incoerente; rare radici; limite abrupto ondulato.
2Ob	28-30 cm	Nero (10YR2/1) inumidito; orizzonte organico; plastico; consistenza untuosa; resti vegetali irriconoscibili; limite abrupto ondulato.
2AEb	30-32 cm	Bruno (10YR4/3) macchiato nero (10YR2/1) inumidito, con caratteri di transizione; sabbioso franco; incoerente; limite abrupto lineare.
2Bhb	32-34 cm	Nero (N2.5/0) inumidito; poco espresso; discontinuo; soffice; limite ondulato irregolare sfumato.
2Bshb	34-40/42 cm	Rosso molto scuro (2.5YR2.5/2) inumidito; franco sabbioso; incoerente; poche radici fini legnose; limite graduale ondulato.
2BCb	40/42-44/46 cm	Rosso scuro (2.5YR3/2) inumidito; sabbioso franco con pietre medie frequenti; poche radici fini legnose; limite abrupto ondulato.
R	44/46-46/50+ cm	Tonaliti leggermente alterate e disgregate.

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria (mm) %			Frazione organica		
		Sabbia (2-0,02)	Limo (0,02-0,002)	Argilla (<0,002)	S.O. %	N %	C/N
O1/O2	3/4-0						
OA	0-9/10	78,8	13,1	8,1	49,90	1,31	22
EA	9/10-12	67,3	26,3	6,4	10,15	0,29	20
Bh	12-16						
Bs	16-25/26	73,9	17,4	8,7	14,53	0,30	28
BC	25/26-28						
2Ob	28-30						
2AEb	30-32	53,2	34,2	12,6	21,90	0,14	88
2Bhb	32-34						
2Bshb	34-40/42	72,5	18,6	8,9	17,80	0,35	30
2BCb	40/42-44/46						
R	44/46-50+						

Orizzonte	Basi di scambio meq/100 g					T.S.B. %	pH H ₂ O	Al scamb.	H+ scamb. meq/100 g	Acidità di scamb.
	Ca	Mg	K	Na	C.S.C.					
O1/O2										
OA	2,15	0,44	0,30	0,03	38,8	7	3,9	0,65	6,50	7,10
EA	2,00	0,10	0,09	0,03	25,2	9	4,2	0,50	5,30	5,80
Bh										
Bs	2,10	0,16	0,04	0,02	27,8	8	4,9	0,55	5,00	5,50
BC										
2Ob										
2AEb	1,60	0,30	0,04	0,02	13,0	15	5,4	0,35	2,70	3,05
2Bhb										
2Bshb	3,25	0,25	0,04	0,03	31,6	11	5,3	0,10	1,60	1,65
2BCb										
R										

Orizzonte	Fe tot. %	Fe _d %	Al _d %	Fe _p %	Al _p %	Fe _o %
O1/O2						
OA	1,20	0,50		0,24	0,45	0,29
EA	4,10	1,40		0,93	0,39	1,00
Bh						
Bs	6,40	3,00	1,64	2,56	1,25	6,20
BC						
2Ob						
2AEb	1,50	0,60		0,38	0,67	0,35
2Bhb						
2Bshb	4,50	1,80	0,51	1,25	3,46	1,30
2BCb						
R						

Orizzonte	Fe _o / Fe _d	Fe _p / Fe _o × 100	Fe lib.	Fe _p + Al _p	Fe _p + Al _p
			% C	% Argilla	Fe _d + Al _d
O1/O2					
OA	0,6	83	0,02	0,08	
EA	0,7	93	0,24	0,21	
Bh					
Bs	0,9	98	0,36	0,44	0,82
BC					
2Ob					
2AEb	0,6	108	0,05	0,08	
2Bhb					
2Bshb	0,7	96	0,17	0,53	2,04
2BCb					
R					

Commento

Il profilo presenta una notevole complessità, trattandosi di una bisequenza. I due suoli sovrapposti sono molto sottili ma la orizzontazione è assai accentuata, come dimostrano anche gli elevati valori degli indici della podzolizzazione negli orizzonti spodici.

PROFILO N. 8: STAZIONE «COL CARETTE»

Ferri-Haplic Podzol (F.A.O., 1985)

Localizzazione: SE di Col Carette di Val Bighera (Veza d'Oglio, Brescia).

Coordinate UTM: 32TPS05122362.

Altitudine: 2110 m.

Fisiografia: alto versante di modellamento glaciale, da piano a convesso, con sparsi depositi morenici. Esposizione NNE. Acclività 35%.

Drenaggio: regolare.

Materiale parentale: detrito morenico e colluviale di scisti cristallini.

Vegetazione: prato pascolo a cespugli radi del rodoreto-vaccinieto.

Pedoclima: regime di umidità udico; regime termico cryico.



Fig. 7 - *Ferri-Haplic Podzol* sotto prateria alpina. Gli orizzonti albico e spodico sono discretamente espressi. Profilo n. 8 (q. 2110, Col Carette di Val Bighera, Vezza d'Oglio).

Descrizione del profilo

O1	3-2 cm	Nero; resti erbacei fibrosi poco decomposti; limite abrupto lineare.
OA	2-0 cm	Bruno scuro e grigio molto scuro (7.5YR3/1); sabbioso franco; incoerente e soffice; radici fini abbondanti e fibre vegetali molto decomposte; limite chiaro lineare.
EA	0-5/10 cm	Bruno grigiastro (10YR5/2); franco sabbioso; pietre comuni piccole e medie; poche radici fini; limite chiaro ondulato.
Bs	5/10-18 cm	Bruno intenso (7.5YR4/5); franco sabbioso; incoerente; pietre comuni medie; radici fini comuni; limite abrupto ondulato.
BC	18-28/33 cm	Da bruno giallastro a bruno giallastro scuro (10YR4.5/6); franco sabbioso; incoerente; pietre fini e medie abbondanti; limite chiaro lineare.

CB 28/33-55 + cm sabbia e pietre medie e grossolane; radici fini localmente abbondanti.

Orizzonte	Profondità cm	Granulometria (mm) %			Frazione organica		
		Sabbia (2-0,02)	Limo (0,02-0,002)	Argilla (<0,002)	S.O. %	N %	C/N
O1	3-2						
OA	2-0	83,7	8,8	7,5	35,60	0,95	22
EA	0-5/10	64,9	25,7	9,4	4,32	0,16	16
Bs	5/10-18	71,1	19,2	9,7	5,40	0,18	17
BC	18-28/33	69,3	22,7	8,0	2,40	0,11	13
CB	28/33-55 +						

Orizzonte	Basi di scambio meq/100 g					T.S.B. %	pH H ₂ O	Al scamb.	H+ scamb. meq/100 g	Acidità di scamb.
	Ca	Mg	K	Na	C.S.C.					
O1										
OA	6,00	0,73	0,35	0,33	34,4	21	4,3	0,50	5,50	6,00
EA	1,05	0,23	0,07	0,03	15,4	9	4,8	0,50	4,80	5,30
Bs	1,60	0,38	0,05	0,02	13,1	15	4,2	0,30	2,70	3,00
BC	0,45	0,09	0,03	0,01	6,6	9	4,8	0,05	0,90	0,90
CB										

Orizzonte	Fe tot. %	Fe _d %	Al _d %	Fe _p %	Al _p %	Fe _o %
O1						
OA	1,50	0,80		0,26	0,27	0,30
EA	1,30	0,60		0,17	0,16	0,30
Bs	9,40	4,80	1,21	2,83	1,07	3,81
BC						
CB						

Orizzonte	Fe _o / Fe _d	Fe _p / Fe _o × 100	Fe lib. % C	Fe _p + Al _p % Argilla	Fe _p + Al _p Fe _d + Al _d
O1					
OA	0,4	87	0,04	0,07	
EA	0,5	57	0,24	0,03	
Bs	0,8	74	1,55	0,40	0,65
BC	0,5	61	1,43	0,19	0,48
CB					

Commento

Gli indici della podzolizzazione mostrano valori elevati, a testimonianza di una discreta evoluzione del profilo. La difficile distinzione fra un orizzonte A ed un orizzonte E sembra potersi imputare a pedoturbazioni o a recenti interventi antropici che avrebbero disturbato la porzione superiore del profilo.

7. PROPRIETÀ MORFOLOGICHE, CHIMICHE E BIOCHIMICHE DEI SUOLI

7.1 I colori degli orizzonti spodici

MOKMA (1983) ha osservato, dopo verifiche effettuate su un elevato numero di campioni, che un orizzonte, il quale possieda un colore, allo stato umido, 7.5YR4/4 o più rosso e/o più scuro, risulta alle analisi possedere i requisiti chimici dell'orizzonte spodico. Quando il colore è 10YR4/4 un orizzonte può non sempre risultare spodico, mentre se esso è 10YR5/4 o più chiaro si può già morfologicamente diagnosticare la mancanza dei requisiti chimici richiesti.

Nei profili esaminati tali correlazioni fra colore e chimismo sono risultate confermate. Il n. 2, infatti, presenta due sottorizzonti B con colori 10YR4/4 e 10YR3/6 che sono risultati poi, alle analisi, essere di tipo cambico, seppure con tendenze evolutive spodiche. Il n. 1 possiede un orizzonte di colore 10YR4/6 che è stato classificato, dopo le analisi, come spodico. Tutti i rimanenti profili podzolici hanno presentato orizzonti diagnostici di colori compresi fra 7.5YR e 2.5YR.

7.2 I tipi di humus

Gli humus, identificati e classificati secondo i criteri di DUCHAUFOUR (1977), risultano essere: dei *mor*, più o meno tipici, nei profili della toposequenza di Corno d'Aola; dei *moder alpini* nei profili del Monte Croce Domini (m 2005), di Rifugio Gnutti (m 2170) in Val Malga e del Col Carette (m 2110) di Val Bighera; dei *moder subalpini* al Passo del Vivione (m 1828) e alla Malga Mola (m 1720). Si può notare: come il *mor* sia diffuso anche a quote basse (m 1450) su versanti esposti a nord e sotto pecceta-lariceto; come il *moder alpino* domini alle alte quote (oltre m 2000) e sotto prateria; come il *moder subalpino* si sviluppi preferenzialmente sotto prato-pascolo, a quote minori (m 1700-1800), in stazioni in genere più soleggiate, di versante o cacuminali.

7.3 Forme del Fe e Al e indici di podzolizzazione

In accordo con i criteri proposti dalle tassonomie F.A.O. (1975, 1985) e U.S.D.A. (1975), sono stati identificati gli *orizzonti spodici* — diagnostici per la classificazione dei Podzols e degli Spodosols nei due rispettivi sistemi — verificando preliminarmente, in laboratorio, il tenore in Fe estraibile. Essendo quest'ultimo risultato sempre superiore allo 0,1%, si è controllato allora che il rapporto $\frac{Fe_p + Al_p}{\% \text{ Argilla}}$ fosse superiore a 0,2, requisito richiesto per inserire l'orizzonte fra quelli spodici.

Inoltre, come secondo requisito diagnostico, è stato verificato il rapporto $Fe_p + Al_p / Fe_d + Al_d$ negli orizzonti ritenuti spodici, constatandone valori costantemente superiori a 0,5 come richiesto.

È invece risultato poco significativo il cosiddetto *indice di accumulazione* (C.S.C., a pH 8,2, meno la metà della percentuale di argilla moltiplicata per lo spessore in cm dell'orizzonte), come anche PADLEY *et al.* (1985) hanno segnalato.

Il rapporto di attività del ferro Fe_o/Fe_d (BIRKELAND, 1984; S.I.S.S., 1985), assai vicino all'unità negli orizzonti diagnosticati come spodici, ha mostrato una elevata correlazione con gli altri indici calcolati.

Il rapporto Fe_{lib}/C è risultato sempre superiore allo 0,3 negli orizzonti spodici, ad eccezione del Podzol sepolto di Rifugio Gnutti, dove probabilmente le difficoltà di campionamento hanno causato un certo rimescolamento meccanico con l'orizzonte Bh soprastante e quindi un arricchimento fittizio in carbonio organico.

Il rapporto $Fe_p/Fe_o \times 100$ è risultato costantemente superiore a 60 negli orizzonti spodici, ma le sue variazioni all'interno dei diversi profili seguono andamenti non sufficientemente chiariti.

8. LE BISEQUENZE E LE TOPOSEQUENZE PEDOLOGICHE

Un *bisequum* (U.S.D.A., 1975) o *suolo bisequale* (BIRKELAND, 1984) è composto da una successione di orizzonti appartenenti a due distinti e successivi cicli pedogenetici, comprendenti ciascuno una fase di eluviazione ed una di illuviazione. Per esempio la ripetizione: orizzonte albico E su orizzonte spodico Bs.

Fra i profili descritti, il n. 7 rappresenta appunto un *bisequum*, esemplificativo di una caratteristica morfologica riscontrata in diverse stazioni pedologiche nella valle.

Diverse ipotesi possono spiegare il fenomeno, le più verosimili essendo: a) il podzolo inferiore è stato seppellito da materiali detritico-colluviali più recenti, successivamente coinvolti nel processo di podzolizzazione; b) il podzolo posto a monte sarebbe scivolato per distacco gravitativo, venendo a ricoprire il suolo sottostante.

La datazione radiometrica degli humus contenuti nei profili potrà consentire una spiegazione precisa.

Per quanto concerne le toposequenze altimetriche — di cui quella descritta sul versante nord-occidentale del Corno d'Aola costituisce un esempio, peraltro influenzato da talune interferenze stazionali — si è constatato quasi ovunque una regolare crescita del grado di espressione cromatica dell'orizzonte Bs e dei valori dei suoi indici del Fe-Al, oltreché una maggiore estrinsecazione dei caratteri albici dell'orizzonte E, in relazione all'aumento delle quote altimetriche.

Le sequenze che iniziano alle quote minori con degli Spodi-Dystric Cambisols e si concludono presso il limite inferiore degli affioramenti di roccia nuda con dei Ferri-Haplic Podzols o con dei Leptosols, sono le più frequentemente osservate. Non è invece possibile stabilire univocamente i valori assoluti di tali limiti altimetrici poiché, insieme ai consueti fattori stazionali (esposizione, acclività, vegetazione, drenaggio), intervengono fattori remoti legati alle diverse forme di insediamento umano, succedutesi nel tempo (disboscamenti, pascolamento, incendi).

A tal proposito i livelli a carboni, rinvenuti entro molti profili pedologici qui non contemplati, sembrano appunto risalire ad insediamenti umani antichi.

Rispetto alle segnalazioni di altri Autori, il limite altimetrico superiore della podzolizzazione sembra risultare più alto: al Passo del Gavia (m 2620) sono stati osservati dei podzoli a profilo O-Ah-E-Bh-Bs, con orizzonti ben espressi, anche se dotati di spessori piuttosto esigui. Ciò — se può in parte attribuirsi alla posizione



Fig. 8 - Profilo di un *suolo policiclico*: materiali colluviali recenti, a pedogenesi incipiente, ricoprono un Podzolo disturbato da pedoturbazioni (q. 2100, Col Carette di Val Bighera, Vezza d'Oglio).

relativamente meridionale della Valle Camonica, rispetto all'intero arco alpino (e quindi ad una minore incisività dei fattori climatici della podzolizzazione) — potrebbe però anche suggerire l'ipotesi di una progressiva sostituzione delle aghifoglie da parte della prateria alpina e del rodoreto-vaccinieto, a seguito sia di mutamenti climatici sia di un degrado connesso alla presenza umana.

B I B L I O G R A F I A

- BINI C., GHIARA E. e GRAGNANI R., 1984 - *Distribuzione degli elementi in traccia nei suoli. Pedologia e geochimica di una toposequenza sul versante occidentale della Cima Vertana (Gruppo del Cevedale, A. Adige)*. Rend. Soc. It. Min. Petrol., 39: 555-566.
- BIRKELAND P.W., 1984 - *Soils and Geomorphology*. Oxford Un. Press, New York.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1985 - *Soil Map of the European Communities, 1:1.000.000*. Dir. Gen. Agric., Coord. Agric. Res., Luxembourg.
- DUCHAUFOUR P., 1976 - *Atlas écologique des sols du Monde*. Masson, Paris.
- DUCHAUFOUR P., 1983 - *Pédogenèse et Classification*. 2^e éd., Masson, Paris.
- F.A.O., 1977 - *Guidelines for soil profile description*. II ed., Roma.
- F.A.O. - U.N.E.S.C.O., 1981 - *Soil Map of the World, Vol. V, Europe, 1:5.000.000*. U.N.E.S.C.O., Paris.
- F.A.O. - U.N.E.S.C.O., 1985 - *Soil Map of the World, 1:5.000.000. Revised Legend*. F.A.O.-U.N.E.S.C.O., Roma.
- MANCINI F. e COLL., 1966 - *Carta dei suoli d'Italia in scala 1:1.000.000, con nota illustrativa*. Coppini, Firenze.
- MOKMA D.L., 1983 - *New Chemical Criteria for Defining the Spodic Horizon*. Soil Sci. Soc. Am. J., 47: 972-976.
- PADLEY E.A., BARTELLI L.J. e TRETTON C.C., 1985 - *Spodic Horizon Criteria Applied to Soils of Northern Michigan*. Soil Sci. Soc. Am. J., 49: 401-405.
- PANIZZA M., 1985 - *Schemi cronologici del Quaternario*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 8: 44-48.
- PREVITALI F. e D'ALESSIO D., in stampa - *Land Evaluation in the Camonica Valley*. Atti Conv. «Rationalisierung der Boden in Gebirgs und Vorgebirgszonen», Int. Conf. Strbske Pleso (C.S.S.R.), 17-19 nov. 1986.
- PREVITALI F., ROSSETTI R., BORGHIS S., GHEZZI A., GREPPI M., D'ALESSIO D. e GALLI A., 1986 - *Studi climatologici, idraulici, geologici e pedologici sul bacino del fiume Oglio a nord di Darfo (Valle Camonica). Primi risultati*. Prog. Fin. C.N.R. - I.P.R.A., Ed. Teknos, Milano.
- SANESI G. (a cura di), 1977 - *Guida alla descrizione del Suolo*. C.N.R., Prog. Fin. Cons. Suolo, Pubbl. n. 11, Firenze.
- S.I.S.S., 1985 - *Metodi normalizzati di analisi del suolo*. Edagricole, Bologna.
- SOUCHIER B., 1984 - *Les podzols et la podzolisation en climats tempérés et montagnards*. Livre Jubil. Cinquanten., AFES, Paris.
- SUSMEL L., 1980 - *Ecologia Forestale*. CLEUP, Padova.
- U.S.D.A., 1975 - *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. SCS, Agric. Handbook n. 436, Baltimora.

Indirizzo degli Autori:

DOMENICO D'ALESSIO e FRANCO PREVITALI, Facoltà di Agraria, Università degli Studi,
via Celoria 2 - 20133 MILANO