

STUDIO PEDOLOGICO DELL'APPARATO VULCANICO DI VICO (LAZIO)

III - ANDISUOLI E SUOLI BRUNI ANDICI

L. LULLI*, D. BIDINI**, P. QUANTIN***,
P. LORENZONI****, M. RAGLIONE****

INTRODUZIONE

Sull'apparato di Vico le emissioni vulcaniche hanno avuto modalità articolate di fuoriuscita che, poco variabili nella composizione chimica, presentano caratteristiche morfologiche differenziate. L'apparato è composto da colate di lava, colate piroclastiche, depositi magmato freatici, depositi piroclastici e vulcanoclasti. Inoltre poiché lo stesso apparato si eleva sino ai 965 m s.l.m. dai 45 metri del livello base del fiume Tevere si verificano su di esso variazioni climatiche che influiscono in maniera determinante sui suoli.

In questo lavoro si tratterà di quei suoli che per natura dei sedimenti e posizione topografica esprimono caratteri di andicità, e di quelli che ne sono in parte privi. In questo modo avremo la possibilità di analizzare la variabilità dei pedotipi che si trovano in quel di Vico; pedotipi che possono essere trovati in buona parte nelle vulcaniti non più recenti in Italia. I suoli sono stati classificati secondo la proposta di classificazione dell'ICOMAND che istituisce per la Soil Taxonomy il nuovo Ordine degli ANDISOLS. La proposta di classificazione è stata riportata nella «Memoria dei suoli della caldera di Vico» (BIDINI et alii, 1985) che fa parte della stessa serie di lavori che tratta dei suoli vulcanici.

CARATTERI GENERALI DEGLI ANDISUOLI

Gli Andisuoli sono per la maggior parte suoli che si formano su rocce vulcaniche ricche in vetro e caratterizzati da un'evoluzione rapida della frazione

- * Sezione di Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo
- ** Sezione di Chimica del Suolo
- *** O.R.S.T.O.M. - Parigi
- **** Sezione di Conservazione del Suolo-Rieti

Fonds Documentaire ORSTOM



010010167

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: Bx10167 Ex: 1

minerale. Infatti l'alterazione dei vetri è rapida proprio a causa del loro stato amorfo e della loro elevata porosità. Materiali amorfi di neosintesi (silicati e idrossidi) compaiono molto rapidamente a partire dagli elementi disciolti; si formano così le allofani da soluzioni molto ricche in silice ed alluminio.

I fattori principali che favoriscono la formazione di sostanze minerali amorfe si possono riassumere in: rocce ricche in vetro, età recente, clima regolarmente umido.

La natura vetrosa e molto porosa della roccia madre ed il clima umido permettono un'idrolisi intensa e continua dei vetri vulcanici. È questo il processo iniziale e fondamentale della genesi degli Andisuoli.

Sono poi le condizioni di equilibrio suolo/soluzione, varianti con la natura delle rocce vulcaniche e del clima, evolventi con l'età del suolo o a seconda del ringiovanimento superficiale e dello sviluppo della cristallizzazione dei prodotti d'alterazione, che determinano una diversificazione nelle caratteristiche delle allofani e degli idrossidi e anche una diversa cristallizzazione di questi prodotti.

Al contrario di altri suoli, dove lo stato amorfo dei prodotti d'alterazione è breve nel tempo, negli andisuoli esso persiste per molto tempo, favorito da alcune condizioni quali la complessazione delle sostanze amorfe con la sostanza organica, la forte idratazione dei prodotti d'alterazione, l'abbondante presenza di metalli di transizione e della silice amorfa, fattori tutti che ne ritardano la cristallizzazione.

I materiali allofanici sono responsabili di alcune proprietà specifiche degli Andisuoli come: alto contenuto in sostanza organica, alta ritenzione in acqua, alta porosità, elevata carica variabile, elevata capacità di ritenzione degli anioni, specie per i fosfati, bassa densità apparente. L'ICOMAND, cioè la commissione internazionale per la classificazione degli andisuoli, definisce così il nuovo ordine: «Gli Andisuoli sono suoli minerali che non hanno un orizzonte argilloso, spodico o oxico, a meno che questo non sia sepolto ed abbia un limite superiore alla profondità di 50 cm o più. Questi suoli hanno proprietà andiche per uno spessore di 35 cm o più.» (circ. n. 6, 1984). Questa nuova definizione dell'ordine degli Andisuoli (che sarà ancora soggetta a modifiche e miglioramenti) è la sintesi e la conseguenza di studi effettuati in seguito alla proposta di Guy Smith (1978) per istituire questo nuovo ordine nella Soil Taxonomy.

Per rientrare nell'ordine degli Andisuoli, l'ICOMAND propone diverse combinazioni quali: la quantità di alluminio estratto in ossalato, la densità apparente, la ritenzione in fosforo, la percentuale in vetro.

- 1) a - l'Al estratto in acido ossalico deve essere del 2% o più, o in KOH 4M dell'1,5% o più.
 - b - la densità apparente della terra fine, misurata alla sua capacità di campo, deve essere $< 0,9 \text{ g/cm}^3$.
 - c - la ritenzione in fosfati deve essere più dell'85%.
- 2) a - l'Al estratto in acido ossalico deve essere dello 0,4% o più, o in KOH

4M dello 0,3% o più.

- b - 1) La frazione sabbiosa deve essere almeno il 30% della terra fine e contenere più del 30% in peso di vetro vulcanico (o di cristalli rivestiti da vetri) o
- 2) più del 60% in volume dell'intero suolo deve essere un materiale di dimensioni più grandi di 2 mm.
- 3) a - l'Al in ossalato deve essere compreso tra lo 0,4% e il 2% o in KOH 4M tra lo 0,3 e l'1,5%
- b - la frazione sabbiosa deve essere almeno il 30% della terra fine
- c - nella frazione sabbiosa si deve trovare vetro in quantità tale che in relazione alla quantità di alluminio estratto in ossalato cada all'interno dell'area tratteggiata del grafico proposto dalla circolare 6 dell'ICOMAND (BIDINI et alii, 1985).

MATERIALI E METODI

I campioni di suolo seccati all'aria e setacciati a 2mm sono stato sottoposti alle seguenti analisi:

- analisi granulometrica dopo distruzione della sostanza organica, dispersione in Na-esametafosfato e conteggio delle particelle fini con il Counter.
- pH(H₂O), pH(KCl) in rapporto suolo-soluzione 1:2,5
- pH(NaF) con rapporto suolo-soluzione 1:5 e lettura al pHmetro dopo 2'.
- sostanza organica determinata con il metodo Walkley-Black
- capacità di scambio cationica in soluzione di NH₄-acetato a pH7.
- alluminio (o) estratto in soluzione NH₄-ossalato-acido ossalico a pH3,5; alluminio (p) con una soluzione di Na-pirofosfato 0,1M e ambedue determinati con l'assorbimento atomico.
- ritenzione in fosforo eseguita con il metodo Blackmore già descritto da Bidini - De Carolis (1984).

L'AMBIENTE FISICO

Il clima è mediterraneo temperato umido secondo la classificazione di Köppen (1936).

Si distinguono due ambienti pedoclimatici con il variare dell'altitudine:

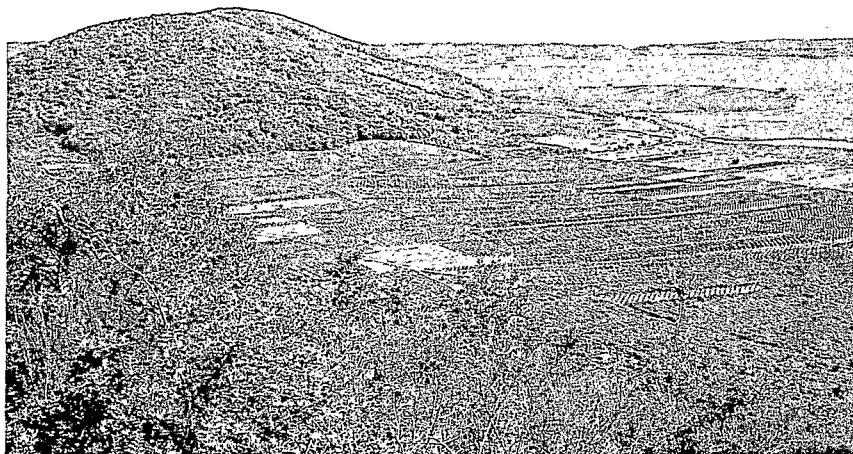


Fig. 1 — Particolare della caldera di Vico all'interno della quale, a causa di un ambiente particolarmente umido, dominano gli Andisuoli.

il primo più basso, *xerico*, con una aridità estiva più lunga di un mese e mezzo dopo il solstizio d'estate, e *termico*, con una temperatura media annuale del suolo a 50 cm di profondità superiore a 15°C, al disotto dei 350 m s.l.m. (questa fascia occupa buona parte del plateau formato dalla emissione della terza colata piroclastica). Ed un secondo ambiente, più alto (Fig. 1) con un regime idrico del suolo di tipo *udico*, ed un regime di temperatura sempre più *mesico*, quasi al limite del frigido, nella parte sommitale dell'apparato.

La composizione delle rocce varia da trachitica e tefritico-fonolitica con o senza leucite. Si hanno lave trachitiche poco estese e lave tefritico-fonolitiche molto estese nella porzione occidentale dell'apparato.

Abbiamo un affioramento limitato di una colata piroclastica trachitica (II), una colata piroclastica tefritico-fonolitica molto estesa (III) ed una colata piroclastica trachitico-fonolitica (IV). Vi sono inoltre scorie, limitate a piccoli affioramenti, tufi distribuiti in varie parti dell'apparato, depositi magmatofreatici e colate di fango lungo i barrancos. I vulcanoclasti chiudono la gamma delle rocce presenti.

Indicazioni più particolareggiate della natura, del clima e delle rocce, con informazioni sulla morfologia e sulla vegetazione, si trovano nella prima nota di questa serie (LORENZONI et alii, 1984).

I SUOLI SELEZIONATI

Alcuni lavori precedenti hanno dimostrato che esiste una relazione tra la quota e la natura del suolo anche per il vulcano di Vico (LULLI ed alii, 1984; LULLI ed alii, 1985). Questa relazione si concreta in una diminuita siccità estiva man mano che si sale verso la cima del monte Fogliano alla quale seguono cambiamenti nei processi principali dei suoli.

Sulla vetta del M. Fogliano le condizioni di umidità permanente nel suolo e le basse temperature medie, soprattutto invernali, danno vita a forme di evoluzione criptopodzoliche. L'Andisuolo che vi si trova può essere classificato, secondo la proposta dell'ICOMAND, come Allic Fulviudand. Questo suolo (pedon 12) è stato oggetto di uno studio particolare ed accurato (QUANTIN et alii, 1985).

Il pedon 12 (Fig. 2a) ha una tessitura tendenzialmente limosa ed ha un contenuto di materia organica superiore al 10% nei primi 25 cm. Il contenuto di alluminio in ossalato, cioè la frazione di alluminio legata principalmente alla frazione amorfa, è superiore al 2% nell'orizzonte A₁ e decresce in parallelo con la frazione organica. La densità apparente è inferiore a 0,9 g/cm³. La ritenzione in fosforo è attorno al 95-90%. Il suolo dimostra quindi tutte le caratteristiche richieste per l'andicità. Da uno studio precedente risulta anche che il suolo è ricco di Al e Fe complessati con la sostanza organica di modo che insieme alla natura andica presenta alcune caratteristiche podzoliche.

Essendo l'alluminio in gran parte sottoforma chelata, la formazione dell'allofane è ritardata. Soltanto nell'orizzonte C, scomparendo gli agenti complessanti, si ha la formazione di halloysite. Tutto ciò dovrebbe essere dovuto alle peculiari condizioni in cui il suolo si è formato: clima temperato-umido, con inverni freddi, sotto foresta di faggio, su una cenere trachitica quindi già ricca in silice ed alluminio. (QUANTIN et alii, 1985).

Queste sue particolarità lo rendono simile all'Andisuolo trovato alla sommità del Mt. Vulture e studiato da LULLI e BIDINI (1983), dove alle proprietà andiche si associavano anche quelle podzoliche.

Profile n. 12

<i>Classification</i>	Allic Fulviudand
<i>Location</i>	vulcano of Vico, monte Fogliano; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 647 902
<i>Topography</i>	summit, mountainous; sloping; W.; 940 m on sea level
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of beech (<i>Fagus sylvatica</i>)
<i>Parent material</i>	tephrite-phonolitic lava with leucite covered by ashes
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1930 mm mean annual temperature: 10.4°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

or. O1	5-0 cm	leaves
or. A1	0-24 cm	black (10YR2/1.5); loam; very friable; fine and medium crumb structure; many roots; clear, wavy boundary
or. A2	24-42 cm	very dark grayish brown (10YR3/2); silt loam; very friable; moderate, fine granular structure; many roots; gradual, wavy boundary
or. A3	42-83 cm	dark brown (10YR3/3); loam; very friable; weak, medium subangular blocky structure; many roots; gradual, wavy boundary
or. Bs	83-100 cm	yellowish brown (10YR5/4); sandy loam; loose; very frequent pumices; few roots; gradual, wavy boundary
or. C	100-113 cm	pumice deposit partially compacted; abrupt boundary to lava

ANALYTICAL DATA

Horizon	O ₁	A ₁	A ₂	A ₃	B _s
Depth (cm)	5-0	0-24	24-42	42-83	83-100 +
Texture (%)					
coarse sand	n.d.	33.1	22.6	32.4	45.5
fine sand	n.d.	12.2	13.4	17.7	19.0
silt	n.d.	39.3	56.2	29.2	24.8
clay	n.d.	15.4	7.8	20.7	10.7
pH (H ₂ O)	5.8	5.1	5.8	6.0	6.2
pH (KCl)	4.9	4.2	4.5	4.6	4.7
pH (NaF)	11	11	12	11	11
C (%)	15.61	8.41	5.81	5.62	1.21
O.M. (%)	26.95	14.52	9.94	9.61	2.10
N (%)	0.77	0.69	0.69	0.35	0.12
C/N	20	12	16	16	10
Ex. Bases (meq/100 g)					
Ca	10.7	5.8	7.3	2.5	1.8
Mg	2.0	1.4	2.2	1.2	1.3
Na	0.1	0.2	0.9	0.2	0.2
K	1.2	1.0	0.5	1.3	0.9
Ex. acidity (meq/100 g)	20.0	37.5	37.5	20.0	17.5
C.E.C. (meq/100 g)	34.0	45.9	48.4	25.2	21.7
Base sat. (%)	41.1	18.3	22.6	20.8	19.2
Al(KCl) (meq/100 g)	17.7	0.50	1.60	1.70	—
Al _d (%)	n.d.	n.d.	2.28	1.97	1.70
Al _p (%)	n.d.	n.d.	0.64	0.50	0.22
P ₂ O ₅ (%) (retention)	n.d.	n.d.	95	n.d.	90
Bulk density (gr/cm ³)	n.d.	0.83	0.80	1.06	n.d.

Lungo le pendici interne della caldera, dove l'ambiente pedoclimatico è più umido, si trovano Andisuoli con un evidente accumulo di materia organica. Anche in questo caso sono raggiunti e superati i valori richiesti per il rico-

noscimento dell'andicità (punto 1 della definizione dell'ICOMAND) e dal momento che la colorazione è molto intensa questi suoli possono essere classificati come Typic Melanudands.

Il pedon 111 rappresenta il caso più tipico di un suolo che ha acquistato i propri caratteri andici per una evoluzione in un ambiente favorevole alla genesi ed alla conservazione di argille allofaniche. Il contenuto di sostanza organica è elevato così come è elevato il contenuto di alluminio estraibile in ossalato. L'epipedon, potente più di 30 cm, il value ed il chroma di 2 indicano che la sostanza organica si accumula e che è sottoposta a solo sporadici disseccamenti estivi. La densità apparente negli orizzonti profondi sale sopra 1, come in genere si verifica nei suoli che si evolvono su lave leucitiche, dimostrando atipicità almeno in un carattere. La ritenzione in fosforo passa dal 96 all'87% dall'orizzonte superficiale all'orizzonte di alterazione, sempre rimanendo entro i limiti diagnostici per l'andicità.

Profilo n. 111

<i>Classification</i>	Typic Melanudand
<i>Location</i>	vulcano of Vico, caldera, croce di S. Matteo; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TB 644 934
<i>Topography</i>	edge of caldera, mountainous; steep; S.E.; 722 m on sea level
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of oak (<i>Quercus cerris</i>)
<i>Parent material</i>	tephirite-phonolitic lava with leucite, covered by ashes
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1670 mm mean annual temperature: 11.8°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

or. O ₁	3-0 cm	leaves
or. A ₁	0-6 cm	very dark brown (10YR2/2); loam; very friable; strong, fine granular structure; many roots; clear, smooth boundary
or. A ₂	6-41 cm	very dark brown (10YR2/2); loam; very friable; weak, medium subangular blocky structure to strong, fine and medium granular structure; many roots; gradual, wavy boundary
or. 2A ₃	41-57 cm	dark brown (10YR3/3); loamy sand; very friable; weak, medium subangular blocky structure to strong, fine granular structure; few roots; gradual, wavy boundary
or. 2B _w	57-86 cm	dark yellowish brown (10YR4/6); sandy loam; friable; weak, fine subangular blocky structure and strong granular structure round roots; common roots; gradual, irregular boundary
or. 2C	86-118 + cm	dark yellowish brown (10YR4/4); loamy sand; very few roots

ANALYTICAL DATA

Horizon	A ₁	A ₂	2A ₃	2Bw	2C
Depth (cm)	0-6	6-41	41-57	57-86	86-118 +
Texture (%)					
coarse sand	27.9	28.6	52.4	55.0	68.7
fine sand	17.5	20.2	22.1	20.1	16.0
silt	33.4	42.4	22.7	19.3	10.8
clay	23.1	8.7	2.8	5.6	4.5
pH (H ₂ O)	5.7	5.5	6.1	6.1	6.3
pH (KCl)	4.8	4.4	4.9	5.2	5.1
pH (NaF)	11	12	11	11	11
C (%)	8.24	7.67	3.36	1.48	0.82
O.M. (%)	14.22	13.24	5.80	2.55	1.41
N (%)	0.60	0.40	0.22	0.11	0.05
C/N	14	19	15	13	16
Ex. Bases (meq/100 g)					
Ca	15.3	6.7	5.8	2.4	2.2
Mg	3.0	0.9	0.8	0.4	0.3
Na	0.4	0.2	0.9	1.0	2.2
K	1.5	0.7	0.9	1.1	1.8
Ex. acidity (meq/100 g)	30.0	60.0	37.5	22.5	17.5
C.E.C. (meq/100 g)	50.2	68.5	45.9	27.4	24.0
Base sat. (%)	40.3	12.4	18.3	17.9	27.1
Al(KCl) (meq/100 g)	0.002	0.006	—	—	—
Al ₂ O ₃ (%)	2.14	3.91	4.48	3.88	2.75
P ₂ O ₅ (%)	96	96	90	83	81
Bulk density (gt/cm ³)	0.77	n.d.	n.d.	1.04	n.d.

Distribuiti lungo l'orlo della caldera, nella fascia sommitale dell'apparato e sul cono di monte Venere all'interno della caldera si trovano depositi piroclastici finemente suddivisi. Su questi materiali si sviluppano suoli con elevati caratteri di acidità. L'alluminio in ossalato è superiore al 2%; la densità apparente è inferiore allo 0,9 negli orizzonti superficiali. Il carbonio organico arriva all'8% (media ponderale dei primi 35 cm) e qualche volta lo supera dimostrando che i suoli in questo caso possiedono tutti i caratteri dei Typic Hapludands.

Caratteristica di questi suoli è una certa argillificazione negli orizzonti profondi, lontano dalla protezione che la materia organica esercita sui materiali vetrosi. Questo carattere è ben espresso nel pedon 13 di monte Venere, suolo che è stato studiato a fondo perché considerato tipico dell'ambiente di Vico (BIDINI et alii 1984; QUANTIN et alii 1985) e che non viene riportato per ragioni di spazio.

Si riporta invece il pedon 1 (Fig. 2b), il primo suolo descritto e campionato sull'apparato vicano, che non presenta argillificazione in profondità misura-

bile con i metodi di analisi tradizionali, ma che ha tutti i caratteri del Typic Hapludand.

Profile n. 1

<i>Classification</i>	Typic Hapludand
<i>Location</i>	volcano of Vico, Posto Montagna; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 686 951
<i>Topography</i>	slope, hilly; sloping; E.; 780 m on sea level
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	wood of chestnut (<i>Castanea sativa</i>)
<i>Parent material</i>	final tuffs
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1740 mm mean annual temperature: 11.4°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

<i>or. A1</i>	0-2 cm	very dark brown (10YR2/2); sandy loam; very friable; strong fine granular structure; common roots; abrupt, wavy boundary
<i>or. A2</i>	2-22 cm	very dark brown (10YR2/2); sandy loam; very friable; strong fine granular and crumb structures; cinders and lapilli of all size, few; many roots; clear, wavy boundary
<i>or. A3</i>	22-36 cm	very dark grayish brown (10YR3/2); sandy loam; very friable; strong fine granular structure; cinders and lapilli of all size, few; many roots; clear, irregular boundary
<i>or. Bw</i>	36-75 + cm	dark yellowish brown (10YR4/6); sandy; firm; massive; frequent lapilli; few roots

ANALYTICAL DATA

<i>Horizon</i>	<i>A</i> ₁	<i>A</i> ₂	<i>A</i> ₃	<i>Bw</i>
Depth (cm)	0-2	2-22	22-36	36-75 +
Texture (%)				
coarse sand	47.0	43.4	46.0	75.0
fine sand	18.1	17.3	17.7	17.2
silt	25.4	29.4	32.5	6.4
clay	9.5	9.9	3.8	1.4
pH (H ₂ O)	6.2	6.0	5.9	6.0
pH (KCl)	5.1	4.6	4.5	4.5
pH (NaF)	10.6	11.5	11.5	9.9
C (%)	9.48	7.26	4.68	0.88
O.M. (%)	16.37	12.54	8.08	1.52
N (%)	0.50	0.49	0.27	0.02
C/N	19	15	17	44
Ex. Bases (meq/100 g)				
Ca	2.5	8.1	1.8	0.9
Mg	0.8	2.8	0.9	0.2
Na	1.6	1.5	1.2	2.3
K	0.3	0.9	0.8	1.2
Ex. acidity (meq/100 g)	10.0	40.0	32.5	15.0
C.E.C. (meq/100 g)	15.2	53.3	37.2	19.6
Base sat. (%)	34.3	24.9	12.8	23.9
Al(KCl) (meq/100 g)	tr.	tr.	0.002	0.002
Al _o (%)	1.9	2.6	2.8	2.6
Al _i (%)	0.6	0.7	0.6	0.08
P ₂ O ₅ (retention %)	87	95	97	87
Bulk density (gr/cm ³)	0.77	0.80	0.88	0.95

Associati ai suoli con caratteri andici principalmente dovuti alla neogenesi di allofane ed imogolite prodotti da un effetto clima, vi sono degli Andisuoli, localizzati in prevalenza sulla scarpata orientale della caldera, che raggiungono la loro andicità con l'alto contenuto di elementi vetrosi nella frazione sabbiosa.

Questi suoli rientrano negli Andisuoli per il punto 3 dell'ICOMAND, infatti, pur avendo un contenuto in alluminio estratto con ossalato tra lo 0.4 ed il 2%, contengono una quantità sufficiente di elementi vetrosi nella frazione sabbiosa.

Si classificano come Typic Hapludands.

Il Pedon 118 è un tipico esempio dei suoli che si sono formati su materiali primari ancora ricchi di vetro, per ragioni molteplici quali: il ringiovanimento per erosione, la perdita di allofane per disseccamento del suolo o l'arrivo, probabile, di piroclastiti fresche in tempi recenti.

Profile n. 118

<i>Classification</i>	Typic Hapludand
<i>Location</i>	volcano of Vico, caldera; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 687 937
<i>Topography</i>	escarpment, mountainous; steep; S.W.; 790 m on sea level
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of oak (<i>Quercus cerris</i>)
<i>Parent material</i>	tuffs
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1780 mm mean annual temperature: 11.4°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

<i>or. O₁</i>	3-0 cm	leaves
<i>or. A₁</i>	0-13 cm	very dark brown (10YR2/2); loam; very friable; strong, fine crumb structure, many roots; clear, wavy boundary
<i>or. A₂</i>	13-35 cm	dark brown (7.5YR3/2); sandy clay loam; friable; moderate, medium subangular blocky structure and strong, fine crumb round roots; common roots; gradual, wavy boundary
<i>or. 2A₃</i>	35-46 cm	dark reddish brown (5YR3/2); sandy loam; friable; moderate, medium subangular blocky structure, common roots; clear, wavy boundary
<i>or. 2B_w</i>	46-58 cm	dark brown (7.5YR3/4); sandy loam; firm; strong, medium subangular blocky structure; few roots; gradual, irregular boundary
<i>or. 2C</i>	58-73 + cm	dark reddish brown (5YR3/4); sandy; few roots; altered tuffs

ANALYTICAL DATA

<i>Horizon</i>	<i>A₁</i>	<i>A₂</i>	<i>2A₃</i>	<i>2B_w</i>	<i>2C</i>
Depth (cm)	0-13	13-35	35-46	46-58	58-73 +
Texture (%)					
coarse sand	35.0	34.9	33.7	49.5	57.9
fine sand	8.4	25.0	38.2	30.1	31.0
silt	37.8	18.6	13.2	10.3	7.4
clay	18.7	21.5	14.9	10.1	3.7
pH (H ₂ O)	5.9	5.8	5.9	6.0	6.1
pH (KCl)	4.4	4.3	4.1	4.1	4.0
pH (NaF)	10	11	10	10	10
C (%)	11.25	4.58	2.28	1.88	1.48
O.M. (%)	19.42	7.91	3.93	3.24	2.55
N (%)	0.70	0.31	0.14	0.09	0.06
C/N	16	15	16	21	25
Ex. Bases (meq/100 g)					
Ca	16.5	7.2	6.5	5.1	4.6
Mg	4.1	3.2	4.5	4.1	4.0
Na	1.1	1.1	1.2	1.8	1.7
K	1.5	0.8	1.1	2.9	5.0
Ex. acidity (meq/100 g)	17.5	40.0	25.0	22.5	22.5
C.E.C. (meq/100 g)	40.7	52.3	38.3	36.4	37.8
Base sat. (%)	56.7	23.5	34.8	38.2	40.5
Al _o (%)	1.29	1.27	0.74	0.60	0.86

L'erosione delle pendici è un processo diffuso in tutto l'apparato. Infatti molti suoli con caratteristiche andiche hanno un limitato accumulo di materia organica nei primi 25 cm di suolo. Questi suoli sono intergradi entici agli Hapludands. Si trovano sia sui versanti acclivi, sia nelle aree di colluvionamento, in tutti quei casi insomma in cui il processo di versante supera la capacità di accumulo e penetrazione della sostanza organica nel profilo.

Non si riportano pedons relativi a questi tipi di suoli in quanto ininfluenti sulle considerazioni che si possono fare sulla genesi degli Andisuoli dell'apparato vulcanico di Vico.

Ma i processi morfologici possono condizionare i suoli al punto da far loro perdere le caratteristiche andiche che sono dipendenti dalla neogenesi di argille allofaniche o dai materiali amorfi ereditati dalla roccia.

Alla base delle pendici, sui depositi colluviali o sui con di deiezione (che per la loro forma molto appiattita chiameremo con il termine internazionale di «fan») e nei bassi morfologici, come possono essere le conche, o le superfici terrazzate del lago, i suoli hanno perso i caratteri andici. Ragioni di ciò sono innanzitutto la quasi scomparsa dei minerali allofanici, distrutti dalla dinamica geomorfica, e l'accumulo relativo di frazioni fini e grossolane operato dalle acque, per cui troviamo o suoli decisamente argillosi o suoli tendenzialmente scheletrici; rari sono i casi con tessiture equilibrate.

Il pedon 117 (Fig. 2c), sviluppato alla base di Monte Venere, ha un contenuto elevato di limo accompagnato a contenuti consistenti di argilla che riducono la frazione sabbiosa a meno del 30%, limite inferiore per entrare nei caratteri di andicità. Il basso tenore in sabbia può dipendere da un'azione selettiva operata dalle acque. La perdita di alcuni caratteri di andicità, come un rapporto abbastanza basso tra argilla misurata e capacità di scambio cationica o la densità apparente superiore ad 1, può dipendere da un certo periodo di sommersione in acqua del sedimento. Il suolo si classifica come Andic Haplumbrept.

Profile n. 117

<i>Classification</i>	Andic Haplumbrept
<i>Location</i>	volcano of Vico, caldera; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 688 926
<i>Topography</i>	terrace, rolling; gently sloping; N.; 577 m on sea level
<i>Drainage</i>	moderately well drained
<i>Vegetation</i>	hazel plantation (<i>Corylus avellana</i>)
<i>Parent material</i>	volcanoclastic deposits
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1580 mm mean annual temperature: 12.2°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

or. Ap1 0-9 cm very dark grayish brown (10YR3/2), loam; friable; moderate, fine granu-

or. Ap ₂	9-57 cm	lar structure; common roots; clear, smooth boundary dark reddish brown (5YR3/2); loam; friable; strong, coarse angular blocky structure; few roots; abrupt, smooth boundary
or. Bw	57-120 + cm	dark yellowish brown (10YR4/6); clay loam; friable; moderate, coarse subangular blocky structure; no roots

ANALYTICAL DATA

Horizon	Ap ₁	Ap ₂	Bw
Depth (cm)	0-9	9-57	57-120 +
Texture (%)			
coarse sand	15.8	14.7	7.6
fine sand	17.6	13.8	9.5
silt	41.6	43.8	44.8
clay	24.9	27.7	38.1
pH (H ₂ O)	5.6	5.7	6.3
pH (HCl)	4.6	4.7	4.8
pH (NaF)	11	11	11
C (%)	5.53	5.01	1.05
O.M. (%)	9.73	8.81	1.85
N (%)	0.40	0.40	0.10
C/N	17	13	10
Ex. Bases (meq/100 g)			
Ca	6.2	6.3	4.6
Mg	0.5	0.5	1.1
Na	1.0	1.0	1.2
K	1.6	0.8	2.9
Ex. acidity (meq/100 g)	30.0	30.0	20.0
C.E.C. (meq/100g)	39.3	38.6	29.8
Base sat. (%)	23.7	22.3	32.9
Al _d (%)	1.21	1.85	1.36
Al _p (%)	0.76	0.41	n.d.
P ₂ O ₅ (%) (retention)	86	79	81
Bulk density	1.23	1.12	1.01

Il pedon 104 è stato scelto perché ha un orizzonte profondo molto sabbioso. Il suolo si sviluppa sui terrazzi lacustri recenti e rappresenta una situazione media tra i suoli franchi, decisamente scarsi ed i suoli grossolani, che sono composti da vulcanoclasti di dimensioni superiori alla sabbia. La sua evoluzione lo avvicina agli Andisuoli ma il basso contenuto di alluminio estratto in osalato lo esclude dalla definizione di andicità come richiesta dalla proposta di classificazione dell'ICOMAND.

La selezione operata dalle acque ha inciso sul materiale fine vetroso per cui questo tipo di suolo può essere classificato come Dystrochrept.

Non si esclude che la perdita di andicità sia dipesa anche dall'azione desertificante delle pratiche agricole.

Profile n. 104

<i>Classification</i>	Typic Dystrachrept
<i>Location</i>	volcano of Vico, caldera; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 694 884
<i>Topography</i>	terrace, undulating; gently sloping; W.; 528 m on sea level
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	hazel plantation (<i>Corylus avellana</i>)
<i>Parent material</i>	volcanoclastic deposits
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1450 mm mean annual temperature: 13.0°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

or. Ap ₁	0-7 cm	dark brown (10YR3/3); sandy loam; very friable; strong, fine granular structure; common roots; clear, smooth boundary
or. Ap ₂	7-34 cm	dark yellowish brown (10YR4/4); sandy clay; firm; moderate, medium subangular blocky structure and strong, fine crumb round roots; few roots; gradual, smooth boundary
or. Bw	34-90 cm	dark yellowish brown (10YR3/4); sandy loam; firm; moderate, medium subangular blocky; abrupt, linear boundary
or. 2C	>90 cm	yellowish brown (10YR5/7) and strong brown (7.5YR5/8) stratified volcanoclasts; loose

ANALYTICAL DATA

Horizon	Ap ₁	Ap ₂	Bw	2C
Depth (cm)	0-7	7-34	34-90	>90
Texture (%)				
coarse sand	31.3	28.4	39.6	59.5
fine sand	26.3	22.7	21.4	23.3
silt	27.7	28.5	21.5	11.9
clay	14.8	20.3	17.5	5.3
pH (H ₂ O)	5.8	5.6	5.1	6.0
pH (KCl)	5.2	4.4	4.6	4.9
pH (NaF)	9	9	9	9
C (%)	2.10	1.42	1.10	0.53
O.M. (%)	3.70	2.50	1.94	0.93
N (%)	0.20	0.10	0.10	0.03
C/N	12	12	12	15
Ex. Bases (meq/100 g)				
Ca	10.3	5.3	6.0	3.7
Mg	0.8	0.9	0.9	0.4
Na	0.2	0.3	0.3	0.4
K	1.6	0.7	0.5	1.1
Ex. acidity (meq/100 g)	15.0	12.5	15.0	12.5
C.E.C. (meq/100 g)	27.9	19.7	22.8	18.1
Base sat. (%)	46.3	36.6	34.1	31.1
Al ₂ O ₃ (%)	0.3	0.2	0.2	n.d.

Al di fuori della caldera, lungo le pendici del vulcano, affiorano lave leucitiche, tufi e depositi magmatofreatici. Le condizioni di evoluzione sono caratterizzate da una stagione asciutta estiva che in qualche anno su dieci determina il distaccamento degli orizzonti superficiali. Si accompagnano al disseccamento estivo una qualche genesi di argilla cristallizzata, in genere halloysite, e in alcuni casi la sua traslocazione.

Si entra nel campo dei suoli che hanno caratteri andici meno sviluppati più per un effetto della natura della roccia e del clima che dei disturbi provocati dai processi di rideposizione, come abbiamo visto per i suoli del fondo della caldera. Tutti questi suoli sono stati definiti in passato da LULLI come Bruni Andici, anche se non era stata parametrizzato il limite tra gli Andisuoli ed i Suoli Bruni. Esclusi i suoli decisamente scheletrici i Suoli Bruni Andici sono quei suoli che rispecchiano caratteristiche dipendenti dalla presenza dominante di argille cristallizzate.

Caratteri diagnostici descrittivi principali sono: una struttura grumosa in superficie e la presenza di un orizzonte cambico con strutture poliedriche subangolari moderate. Caratteri analitici sono: una densità apparente che tende all'unità e sovente la supera, soprattutto nei livelli inferiori; elevati quantitativi di argilla misurata, che possono arrivare al 30% e in qualche caso superarlo; una C.E.C. collegata con il contenuto di argilla misurata; un pH in NaF intorno a 9; un contenuto di alluminio estratto in ossalato tra lo 0,4 ed il 2%; un carbonio organico inferiore all'8% nei primi 25 cm di suolo e che decresce rapidamente con la profondità. La presenza di pellicole di argilla sulle strutture o lungo le fessure, se non escludono i caratteri andici, indicano processi più propri dei suoli bruni.

Si associano ai suoli bruni con evidenze di genesi di argille cristallizzate tutti quei suoli che nello stesso ambiente siano esclusi dalle richieste relative alla andicità che sono state riportate all'inizio di questo lavoro e che sono state proposte dalla Commissione Internazionale degli Andisuoli. Anche questi suoli possono essere classificati come Bruni Andici se presentano evidenze di materiali amorfi, ricordando che la definizione di suolo bruno andico è comunque generica mancando una classificazione dei suoli italiani. Questi suoli nella Soil Taxonomy tendono ad essere intergradi agli Inceptisuoli, sempre che venga accettata la richiesta di Guy Smith di istituire il nuovo Ordine degli ANDISOLS.

Il pedon 64 che si evolve su lave leucitiche ad una quota di 620 m s.l.m. rappresenta un tipico esempio di suolo che ha caratteri andici meno evidenti.

Il pedoclima è udico con stagione asciutta e mesico. Si nota in questo suolo che l'argilla misurata sale al 30% nell'orizzonte Bw con un orizzonte di alterazione BC che ne presenta già un 27%. Pur avendo dei dubbi sull'effettiva natura argillosa della frazione inferiore a 2 microns non si può trascurare un dato tanto evidente.

La produzione di argilla è certamente favorita dalla permeabilità della roccia madre che esalta il disseccamento durante la stagione estiva con conseguente perdita di acqua dei possibili prodotti di alterazione vetrosi, favorendo la cristallizzazione dei minerali argillosi.

I caratteri di andicità sono tutti depressi, anche se l'alluminio in ossalato oscilla tra l'1 ed il 2% e il contenuto di vetro nella frazione sabbiosa supera il 30%.

Questo suolo si può classificare come Andic Dystrochrept. Ma si potrebbe classificare anche come Entic Hapludand per il fatto che contiene un alto contenuto di vetro nella frazione sabbiosa. Non si vede come potrebbe essere diversamente dal momento che il suolo si evolve su una colata essenzialmente vetrosa. È evidente che ci si sta allontanando dalle espressioni più tipiche di andicità (pedon 111) che possiamo trovare in questo ambiente, che in genere hanno bassa densità apparente, alta ritenzione in fosforo, alti tenori di alluminio amorfo.

Profilo n. 64

<i>Classification</i>	Entic Hapludand - Andic Dystrochrept S.T.
<i>Location</i>	volcano of Vico, La Pianaccia; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TB 630 908
<i>Topography</i>	slope, hilly; sloping; W.N.W.; 620 m on sea level
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of beech (<i>Fagus sylvatica</i>)
<i>Parent material</i>	thephrite-phonolitic lavas with leucite
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1550 mm mean annual temperature: 12.4°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

<i>or. O1</i>	1-0 cm	leaves
<i>or. A</i>	0-4 cm	dark brown (7.5YR3/2); loam; soft; moderate crumb structure; many roots; clear, wavy boundary
<i>or. Bw1</i>	4-30 cm	brown and dark brown (7.5YR4/3); loam; very friable; weak subangular blocky structure; very few fragments of lava; many roots; gradual wavy boundary
<i>or. Bw2</i>	30-60 cm	dark reddish gray (5YR4/2); clay loam; very friable; weak subangular blocky structure; few fragments of lava; few roots; clear, wavy boundary
<i>or. BC</i>	60-75 cm	brown (7.5YR5/4); loam; friable; weak subangular blocky structure; few fragments of lava; few roots; abrupt, irregular boundary.

ANALYTICAL DATA

Horizon	A	Bw ₁	Bw ₂	BC
Depth (cm)	0-4	4-30	30-60	60-75
Texture (%)				
coarse sand	18.9	17.1	13.6	14.5
fine sand	26.6	16.8	16.8	18.6
silt	31.6	38.4	39.4	39.7
clay	22.9	27.7	30.2	27.2
pH (H ₂ O)	5.9	6.0	6.2	6.3
pH (KCl)	4.9	4.8	5.0	5.0
pH (NaF)	10	10	10	10
C (%)	5.06	1.54	0.78	0.56
O.M. (%)	8.74	2.66	1.34	0.97
N (%)	0.30	0.10	—	—
C/N	16	14		
Ex. Bases				
(meq/100 g)				
Ca	8.3	4.2	4.7	5.2
Mg	2.5	2.0	3.0	3.5
Na	4.0	4.3	4.2	4.3
K	2.2	1.1	2.0	2.2
Ex. acidity				
(meq/100 g)	15.0	22.5	25.0	22.5
C.E.C.				
(meq/100 g)	32.0	34.2	38.9	37.7
Base sat. (%)	53.1	34.1	35.8	40.2
Al (KCl)				
(meq/100 g)	0.31	1.04	0.28	—
Al _s (%)	1.04	1.13	1.69	1.12
Al _p (%)	0.7	0.3	0.14	0.13
P ₂ O ₅ (%)				
(retention)	85	82	83	74
Bulk density				
(gt/cm ³)	0.92	0.74	1.23	1.10

Se si aggiunge alla produzione di argilla cristallizzata anche l'evidenza della traslocazione, i suoli possono essere considerati dei lisciviati.

Vediamo il pedon 53 classificabile come Andeptic Haplumult.

L'argilla è chiaramente in accumulo nell'orizzonte B ma nel sottostante BC abbiamo un valore di alluminio in ossalato del 6,33%. La ritenzione di fosforo arriva al 98,9%, la densità apparente è di 0,8 g/cm³ ed il pH di 0,3. Siamo passati ad un contenuto di argilla misurata del 20%, meno della metà di quella che si trova nel superiore orizzonte B, pur tuttavia gli altri caratteri restano andici. Convivono insieme due processi distinti e contrastanti.

Questo suolo è chiaramente un intergrado tra gli Humults (per la bassa saturazione del complesso di scambio dell'orizzonte argillico) e gli Andisuoli.

In questo suolo la presenza di argille e la sua migrazione sembrano vincolati alla natura della roccia madre, come indicato nel lavoro sull'evoluzione dei suoli sulle colate piroclastiche (LULLI et alii, 1985).

Profile n. 53

<i>Classification</i>	Andeptic Haplumult
<i>Location</i>	volcano of Vico, la Pianaccia; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 630 906
<i>Topography</i>	slope, hilly sloping; W.; 622 m on sea level
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of oak (<i>Quercus cerris</i>) and beech (<i>Fagus sylvatica</i>)
<i>Parent material</i>	final tuffs
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1550 mm mean annual temperature: 12.4°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

or. O1	2-0 cm	leaves
or. A	0-4 cm	brown and dark brown (7.5YR4/4); clay loamy; soft; evident, medium crumb structure; many fine roots; clear, irregular boundary
or. BA	4-16 cm	dark brown (7.5YR3/4); clay loam; hard; moderate, coarse subangular blocky structure; few, distinct argillans in pores and on peds; common pores; clear, wavy boundary
or. Bt	16-30 cm	strong brown (7.5YR5/6); silty clay; firm; moderate, coarse and medium subangular blocky; distinct argillans on peds and along cracks; few leucitic lava fragments; few roots; abrupt, smooth boundary
or. BC	30-75 + cm	yellowish brown (10YR5/6); loam; firm, platy pan; many leucitic lava fragments; many, yellowish red (5YR4/6) argillans on peds

ANALYTICAL DATA

Horizon	A	BA	Bt	BC
Depth (cm)	0-4	4-16	16-30	30-75 +
Texture (%)				
coarse sand	10.7	7.1	4.3	19.2
fine sand	27.6	21.5	7.2	12.5
silt	32.7	32.8	44.2	47.4
clay	29.0	38.6	44.3	20.8
pH (H ₂ O)	6.4	5.5	5.6	5.8
pH (KCl)	5.5	4.4	4.6	5.5
pH (NaF)	9	9	10	11
C (%)	8.52	4.71	2.30	1.53
O.M. (%)	14.56	8.28	4.04	2.69
N (%)	0.50	0.30	0.20	0.10
C/N	16	15	12	13
Ex. Bases (meq/100 g)				
Ca	13.1	5.0	5.3	2.5
Mg	5.1	3.5	4.1	1.8
Na	3.3	5.0	4.5	5.3
K	3.1	1.2	1.1	0.5
Ex. acidity (meq/100 g)	30	42.5	27.5	25
C.E.C. (meq/100g)	54.7	57.2	42.3	35.1
Base sat. (%)	45.1	25.7	35.1	28.8
Al(KCl) (meq/100 g)	0.03	5.56	1.87	0.09
Al _t (%)	1.52	1.36	2.22	6.33
Al _b (%)	0.80	0.34	0.28	0.21
P ₂ O ₅ (%) (retention)	80	92	96	99
Bulk density (gr/cm ³)	—	0.61	0.92	0.80

I suoli che si evolvono sui depositi magmato freatici, sempre sui 600 metri di quota, presentano separazione e migrazione di argilla cristallizzata.

Nei suoli che derivano da questi depositi però — al contrario di quelli che si trovano nelle stesse condizioni di evoluzione ma si evolvono su colate piroclastiche — quasi tutti i caratteri di andicità sono depressi, ad esclusione della densità apparente.

A meno delle evidenze di migrazione di argilla, si può classificare il profilo 51 come un Andic Dystrochrept, con un'argilla misurata che decresce, da un massimo del 30% in superficie, con la profondità.

Se invece si tiene conto della migrazione di argilla, che in questo caso sembra localizzata al solo orizzonte B, si può arrivare a classificare il suolo come Andic Ultic Hapludalf.

Siamo propensi ad inserire questo suolo tra gli Inceptisuoli, riconoscendo la presenza del fenomeno di lisciviazione di argilla.

Per la classificazione provvisoria dell'ICOMAND potrebbe essere un Entic

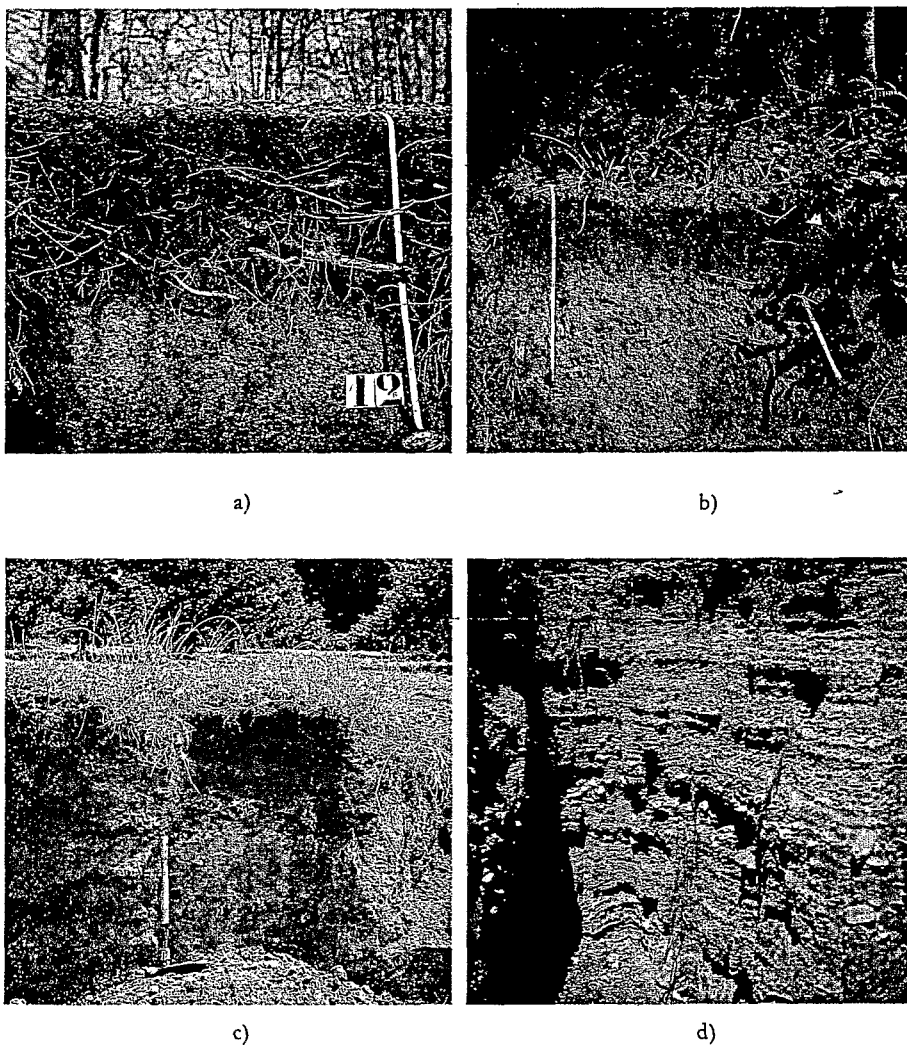


Fig. 2 — I principali tipi di suoli che si trovano sull'apparato di Vico e che rappresentano le più diffuse genesi dei pedoambienti *udici* italiani: a) Andisuolo con caratteri di podzolizzazione; b) Andisuolo tipico; c) Suolo Bruno Andico; d) Entisuolo in formazione sui depositi recenti.

Hapludand, escludendo la migrazione di argilla. Ma la quantità di argilla misurata in superficie, dove l'azione della sostanza organica come inibitore della cristallizzazione dei fillosilicati è più marcata, tende a far escludere questo suolo dal novero degli Andisuoli.

Profile n. 51

<i>Classification</i>	Andic Dystrochrept
<i>Location</i>	volcano of Vico, San Martino al Cimino; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 626 914
<i>Topography</i>	slope, hilly; moderately steep; W; 626 m on sea level
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	wood of chestnut (<i>Castanea sativa</i>)
<i>Parent material</i>	magmaphreatic deposits
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1560 mm mean annual temperature: 12.4°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

<i>or. O1</i>	1-0 cm	leaves
<i>or. A1</i>	0-3 cm	dark reddish brown (5YR3/2); clay loam; very friable; evident, fine crumb structure; many roots; clear, wavy boundary
<i>or. BA</i>	3-40 cm	dark brown and brown (7.5YR4/3), dark brown (7.5YR3/2) around roots; loam; friable; evident, fine crumb and moderate, fine subangular blocky; very few, altered, little lapille and pomicies; many roots; clear, wavy boundary
<i>or. Bw1</i>	40-65 cm	strong brown (7.5YR4/6); loam; firm; medium, subangular and angular blocky structure; few, little lapilli and cinders; patchy argillans; gradual, smooth boundary
<i>or. Bw2</i>	65-90 cm	strong brown (7.5YR5/6); sandy loam; firm; faint, subangular and angular blocky structure; common, little lapilli and cinders; patchy argillans; gradual, irregular boundary
<i>or. BC</i>	90-160 cm	brownish yellow (10YR6/6); sandy loam; friable; massive; common, little lapilli and cinders; few roots; gradual, irregular boundary
<i>or. C</i>	160-299 + cm	compact, friable level including lapilli and lava fragments

ANALYTICAL DATA

Horizon	A	BA	Bw ₁	Bw ₂	BC
Depth (cm)	0-3	3-40	40-65	65-90	90-160
Texture (%)					
coarse sand	16.2	18.4	13.7	30.0	26.7
fine sand	15.6	20.4	25.1	23.7	26.1
silt	39.1	36.4	41.1	31.4	34.4
clay	29.0	24.8	20.1	14.9	12.8
pH (H ₂ O)	6.8	6.3	6.3	6.3	6.5
pH (KCl)	5.6	4.9	4.7	4.8	4.5
pH (NaF)	9	9	9	9	9
C (%)	5.50	1.52	0.70	0.63	0.23
O.M. (%)	9.50	2.63	1.20	1.09	0.40
N (%)	0.36	0.11			
C/N	15	14			
Ex Bases					
(meq/100 g)					
Ca	12.4	7.5	8.2	8.5	9.4
Mg	11.2	8.6	8.5	6.4	4.0
Na	1.4	1.3	2.3	2.3	2.4
K	1.9	2.2	3.3	2.9	0.6
Ex. acidity					
(meq/100 g)	22.5	30.0	17.5	20.0	17.5
C.E.C.					
(meq/100g)	49.4	49.6	39.8	40.1	33.9
Base sat. (%)	54.5	39.5	56.0	50.1	48.4
Al(KCl)					
(meq/100 g)	—	—	—	—	—
Al _e (%)	0.62	0.56	0.59	—	—
Al _p (%)	0.49	0.36	0.26	0.19	—
P ₂ O ₅ (%)					
(retention)	78	68	69	62	66
Bulk density					
(gr/cm ³)	0.80	0.74	0.86	0.92	

Il pedon 54 combina i due processi espressi nei suoli precedenti: quello della brunificazione, espressa come argillificazione, e quello della migrazione di argilla. Tutto questo in un pedoambiente che favorisce l'andosolizzazione. Il suolo infatti si trova 790 m s.l.m. e si evolve su un deposito tufaceo che poggia su una colatina piroclastica.

Nella parte alta del profilo (orizzonti A1, A2, B) il suolo argillifica anche se ci sono chiari caratteri di andicità. Nel 2Bt permangono le caratteristiche andiche ma nelle fratture dell'orizzonte che si sviluppa sulla colata vi sono evidenti ferrargillans. I caratteri andici convivono con la migrazione dell'argilla cristallizzata, fenomeno questo che è diffuso su tutto l'apparato vicano quando affiorano le colate piroclastiche. Questo suolo può essere classificato come Andic Thapto-Ultic Haplumbrept.

Profile n. 54

<i>Classification</i>	Andic Taphto-Ultic Haplumbrept
<i>Location</i>	volcano of Vico, M. Fogliano; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 645 890
<i>Topography</i>	slope, hilly; moderately steep; S.S.E.; 791 m on sea level
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of beech (<i>Fagus sylvatica</i>) and oak (<i>Quercus cerris</i>)
<i>Parent material</i>	stratified tuffs
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1750 mm mean annual temperature: 11.4°C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

or. O1	1-0 cm	leaves
or. A1	0-3 cm	dark brown (7.5YR3/2); clay loam; friable; moderate, fine crumb structure; many roots; weavy, clear boundary
or. A2	3-30 cm	dark brown (7.5YR3/2); clay loam; friable; moderate, fine subangular blocky and medium crumb (around roots) structures; common, fine lapilli and cinders; many roots; irregular, gradual boundary
or. Bw	30-45 cm	strong brown (7.5YR4/6); loam; friable; medium, subangular blocky structure; common lapilli and cinders; few roots; smooth, abrupt boundary
or. 2Bt	45-60 cm	strong brown (7.5YR5/6); loam; friable; moderate, medium and coarse subangular blocky structure; many ferrargillans along fessures; smooth, gradual boundary
or. 2C	60-100 + cm	strong brown (7.5YR5/8); compact

ANALYTICAL DATA

Horizon	A ₁	A ₂	B	2Bt
Depth (cm)	0-3	3-30	30-45	45-60
Texture (%)				
coarse sand	19.4	17.9	9.7	15.0
fine sand	11.3	15.2	13.3	31.7
silt	39.9	37.5	49.0	40.6
clay	29.7	29.4	27.9	12.7
pH (H ₂ O)	5.8	5.7	5.7	5.7
pH (KCl)	5.0	4.7	4.9	4.5
pH (NaF)	9	9	10	10
C (%)	5.02	4.43	3.10	0.71
O.M. (%)	8.83	7.79	5.46	1.25
N (%)	0.30	0.30	0.10	—
C/N	16	16	23	—
Ex. Bases (meq/100 g)				
Ca	12.6	7.9	4.6	5.9
Mg	4.0	2.8	4.7	4.9
Na	2.9	2.6	3.4	4.0
K	1.8	1.2	3.8	4.8
Ex. acidity (meq/100g)	27.5	45.5	42.5	37.5
C.E.C. (meq/100g)	48.9	59.9	58.9	57.2
Base sat. (%)	43.8	24.1	27.8	34.4
Al(KCl)(meq)	tr.	1.26	0.21	2.2
Al _v (%)	1.04	1.62	1.06	1.04
Al _s (%)	0.4	0.7	0.3	—
P ₂ O ₅ (%) (retention)	89	93	93	92
Bulk density (gr/cm ³)	0.86	0.74	0.67	0.86

CONSIDERAZIONI GENERALI SUI SUOLI

Dall'analisi dei profili selezionati che per ragione di spazio sono stati ridotti al minimo, emergono alcune evidenze che si riferiscono ai processi genetici attualmente in atto sui suoli dell'apparato vicano.

Tratteremo in particolare dei processi di andosolizzazione e di brunificazione, intendendo per andosolizzazione tutti i fenomeni relativi alla presenza di materiale vetroso ereditato (primario) o di nuova formazione (secondario); e intendendo invece per brunificazione la genesi di argilla cristallizzata, senza evidenza di migrazione.

Alcuni caratteri dei suoli testimoniano la presenza e l'azione dei materiali

vetrosi finemente suddivisi che si riferiscono all'azione dell'alluminio non cristallizzato né imprigionato nei reticoli cristallini. L'alluminio, che si trova in condizioni di temperatura e pressione molto diverse dal magma originario, manifesta una grande capacità di fissare gli anioni e alcuni gruppi funzionali della sostanza organica. Il legame con la sostanza organica determina l'accumulo della stessa nel suolo con la formazione di strutture granulari; ed è così forte che le frazioni minerale ed organica non possono essere separate con i normali disperdenti. Ne consegue che la misura dell'argilla è decisamente falsata dalla genesi di pseudolimi e pseudosabbie praticamente indistruttibili. In questi suoli infatti l'argilla misurata è sempre molto minore del valore dedotto dalla capacità di scambio cationico.

Gli Andisuoli inoltre possono fissare notevoli quantità di fosforo, come è possibile vedere dalle curve di adsorbimento ottenute da Bidini e De Carolis (1984).

Infine la densità apparente è sempre inferiore ad 1.

Caratteri propriamente diversi presentano invece i suoli che brunificano. L'accumulo di sostanza organica è minore e decresce rapidamente con la profondità; le strutture sono grumose in superficie, poiché dominano i leganti prodotti dall'attività biologica, e poliedriche in profondità, perché dipendono dalla dinamicità delle argille cristallizzate; l'argilla misurata supera in valore la capacità di scambio cationico, compare l'alluminio di scambio Al_{KCl} e si abbassa quello amorfo Al_0 . Infine la densità apparente è intorno o supera 1.

A questi caratteri distintivi se ne legano altri, a volte importanti a volte no, come: la presenza dell'orizzonte cambico, il colore, l'argilla cristallizzata negli orizzonti profondi, l'entità del pH. Altri caratteri invece sono propri del sistema di classificazione e definiscono le soglie entro le quali si accetta o si rifiuta l'appartenenza di un suolo ad un gruppo tassonomico, come: valori di alluminio estratto in ossalato inferiori allo 0,4% o contenuti in sabbia inferiori al 30%, o contenuti di vetro nella frazione sabbiosa inferiori al 30% che indicano l'esclusione dei suoli con dominanza di caratteri di acidità.

In questo quadro tecnico dello studio dei suoli dell'apparato vulcanico di Vico (quadro tecnico espresso in sintesi dal nome che è stato dato ad ogni suolo) ci inseriremo esprimendo l'evidenza dei processi dominanti all'interno ed all'esterno del suolo secondo sequenze che prenderanno in prestito o il concetto di clima, espresso come pedoclima e quindi come carattere di suolo, o il concetto di roccia dalla quale il suolo eredita gran parte dei caratteri che gli sono propri, o il concetto di dinamica morfologica per la quale i suoli perdono o acquistano caratteri nell'erosione, nel trasporto e nella risedimentazione.

I legami tra suoli e clima sono facilmente comprensibili. Non a caso le relazioni presentate alle Canarie (BIDINI et alii 1984) ed ad Amburgo (LULLI et alii 1985) riferiscono in particolar modo sulle climosequenze trovate in quel di Vico. La climosequenza principale vede dominare i suoli con caratteri podzolici sulla sommità del Mt. Fogliano, gli Andisuoli sino ai 600 m s.l.m., i Suoli Bruni Andici tra i 600 ed i 300 m s.l.m. ed infine al di sotto dei 300 m i Suoli Bruni Lisciviati.

I suoli podzolici (LULLI et al. 1983; QUANTIN et alii 1985) così come i suoli

Bruni con scarsi caratteri di andicità e processi di lisciviazione di argilla (LULLI et al. 1985) sono argomenti di altri lavori, ma saranno ripresi in parte per definire con maggior precisione i limiti entro i quali dividere i suoli Andici dai suoli Bruni.

I legami tra suoli e rocce sono invece meno immediati, poiché presuppongono un livello di astrazione minore. L'influenza della combinazione dei fattori di genesi, propria di ogni suolo, può rendere difficile l'interpretazione della velocità e della direzione che prende ogni processo, perché la roccia qualche volta favorisce e qualche volta contrasta un fenomeno, rendendo problematica l'interpretazione dei caratteri e dei dati.

Infine i legami tra suoli e morfologia, compreso l'effetto delle falde acquifere temporanee, sembra più facile da capire ma rischia l'uso di luoghi comuni nell'interpretazione dei fenomeni.

Ad esempio, sembra scontata una selezione basata sulla dimensione dei clasti: ma quanto è vera nel caso di materiali a densità, forma e dimensione diverse? O ancora, il contenuto di argilla di un suolo evolutosi su una vulcanoclastite dipende dall'azione delle acque, ferme o in movimento, o dai processi di pedogenesi?

Impossibile poi definire la dimensione tempo dei processi in atto, visto che gran parte dei materiali affioranti hanno perduto le caratteristiche che avevano all'atto della deposizione.

Tenendo conto delle perplessità che abbiamo espresso, possiamo tentare l'analisi dei suoli che abbiamo trovato nell'apparato vulcanico di Vico.

Alle quote più alte, dove si associano processi di podzolizzazione (pedon 12) e di andosolizzazione (pedons 1, 111) possiamo affermare che il clima gioca il ruolo dominante. L'allofane e l'imogolite si formano e si conservano perché il suolo molto raramente si asciuga. Tutti i caratteri dei suoli indicano andicità, anche se i materiali depositati non sono recenti e possono avere subito processi di devitrificazione per disseccamento, in qualche momento della loro storia. Lo dimostra una certa presenza di halloysite nei suoli.

Come il pedoclima diventa meno udico perché si manifesta una stagione asciutta, abbiamo evidenze di argilla cristallizzata in profondità, al di fuori della protezione che la sostanza organica, inibitrice della cristallizzazione, esercita sui materiali vetrosi. Allora le pedogenesi prendono strade diverse influenzate dalla natura delle rocce di origine. Se il materiale è finemente suddiviso (pedon 13) rimangono caratteri andici legati ai materiali amorfi di neogenesi, mentre, se il materiale è compatto (pedon 118) l'andicità dipende dall'alto contenuto di vetro conservato nella frazione sabbiosa. Questi caratteri si conservano anche quando i suoli sono sottoposti a forte erosione.

Dunque esprimono caratteri andici quei suoli che si trovano in condizione di umidità permanente o che hanno una grande quantità di materiali vetrosi prontamente disponibili, dove l'umidità può mancare per brevi periodi. Giovano invece a favore della genesi di argilla cristallizzata, oltre alcuni caratteri propri dei depositi, tutti quei fattori che favoriscono il disseccamento del suolo.

Così la compattazione della roccia, l'eccesso di drenaggio, lo scarso spessore del suolo, la durata del periodo asciutto, l'insolazione dovuta a diboscamento o alle lavorazioni sono tutti fattori che giocano in favore della cristallizzazione delle argille, oltre al rimaneggiamento operato dalle acque o alla presenza di zeoliti nella roccia.

Infatti si nota che sui depositi del fondo della caldera troviamo suoli con alti contenuti di argilla cristallizzata (pedon 117) o troviamo suoli che pur avendo composizioni granulometriche equilibrate non presentano alluminio sotto forma amorfa (pedon 104); sia che siano su colluvi o con di deiezione o depositi lacustri i suoli non sono mai andici.

È problematico spiegare perché, ma è certo che i vulcanoclasti, sia fini che grossolani, dimostrano un collasso delle caratteristiche andiche che può dipendere anche dall'impatto che hanno subito questi suoli quando sono stati sottoposti alle coltivazioni.

Si nota anche che si deprimono i caratteri andici quando i suoli si trovano su colate di lava altamente porose (pedon 64) o su piroclastiti grossolane o su scorie ed il clima, ricordiamo, esprime una stagione asciutta.

Sembra, in questo caso, sia verosimile appellarsi al disseccamento più marcato del suolo dipendente da un eccessivo drenaggio. La capacità idrica diminuisce e, come nel caso delle fasi sottili su rocce meno drenanti, il suolo è più soggetto al disseccamento.

Alcuni suoli poi sembrano sentire molto l'effetto della natura della roccia madre, perché pur avendo evidenti caratteri di andicità (pedon 53) presentano migrazione di argilla cristallizzata. Questo fenomeno può anche essere accompagnato da una depressione dei caratteri andici (pedon 51) per fenomeni connessi alle modalità di deposizione, come nel caso dei depositi magmato freatici ricchissimi in acqua. Ma rimane evidente anche quando il suolo si trova sepolto, a quote decisamente elevate (pedon 54) dove è impensabile un disseccamento dell'intero profilo. Bisogna invocare in questi casi elementi della roccia non ancora ben chiariti. Certo è che questi suoli, se non hanno chiare evidenze di migrazione di argilla, debbono essere inseriti tra i suoli Bruni con caratteri andici.

Accettando quindi la definizione di andicità come definita dall'ICOMAND per gli Andisuoli, notiamo che sull'apparato vulcanico di Vico molti suoli si allontanano dal concetto centrale di Andisuolo soprattutto laddove i caratteri di xericità del pedoclima si manifestano.

Questi caratteri di xericità possono dipendere da una posizione relativamente più bassa, da un'esposizione più meridionale, da una maggior pendenza, da uno spessore limitato del suolo o da una maggiore insolazione indotta dall'attività dell'uomo, ma anche da una roccia relativamente compatta o eccessivamente drenante.

Se si aggiunge a ciò l'azione delle acque che rimaneggiano il materiale o la tendenza naturale alla genesi di argilla di alcune rocce, diventa molto delicata la conservazione dei caratteri di andicità nei suoli dell'apparato vulcanico di Vico.

RIASSUNTO

Sull'apparato vulcanico di Vico, che fa parte della Provincia Romana, si trovano suoli a diverso grado di andicità. Si passa, attraverso intergradi, da Andisuoli tipici, secondo le nuove norme proposte dall'ICOMAND, a Inceptisuoli, Spodosuoli ed Alfisuoli.

Gli Andisuoli dominano all'interno dell'unica caldera e nella fascia superiore dell'apparato tra i 600 ed i 965 m s.l.m.; mentre al disotto dei 600 m dominano i Suoli Bruni, come sono stati chiamati genericamente nel testo tutti gli Inceptisuoli presenti nell'area. Infine sul plateau formato dalla più grossa colata emessa dal vulcano si trovano suoli con lisciviazione d'argilla.

Dal punto di vista genetico, alla genesi di allofane si sostituisce la genesi di argilla cristallizzata quando si passa dagli Andisuoli ai Suoli Bruni, sino alla migrazione di argilla dove il clima diventa decisamente mediterraneo. Influisce anche sulla genesi dell'argilla cristallizzata il drenaggio interno del suolo.

RESUME

Sur l'apparat volcanique de Vico, qui appartient à la Province Romaine, on trouve des sols avec different degré d'andicité. On passe des Andisols typiques, selon les nouvelles propositions de l'ICOMAND aux Inceptisols, Spodosols et Alfisols.

Les Andisols dominent à l'antérieur de l'unique caldera et dans la bande entre 600 et 965 m; tandis que au dessous de 600 m dominant le Sols Bruns, comme nous avons appelé en général les Inceptisols trouvés. En fin sur le plateau formé par la plus grosse coulée émise par le volcan on trouve des sols avec lessivage d'argile.

La genèse de l'allophane est remplacée par la genèse d'argile cristallisée en passant des Andisols aux Sols Bruns, jusqu'à la migration de l'argile quand le climat devient méditerranéen. Aussi le drainage interne influence la genèse d'argile cristallisée.

SUMMARY

On the volcano of Vico, a member of Romane Province, there are soils with andic properties. According to the new requirements of ICOMAND, soils pass from typic Andisols to Spodosols, Inceptisols and Alfisols.

Andisols are dominant in the unique caldera and on highest climatic belt, between 600 and 965 meters; whereas below 600 m are prevalent the Brown Soils, as in generic terms have been called all the Inceptisols which are in the area. Finally on the plateau, made by the biggest pyroclastic flow emitted from volcano, we find soils with clay migration.

From a genetic point of view the genesis of crystallized clay replaces that of allophane when we pass from Andisols to Brown Soils as far as migration of clay where the climate gets decidedly mediterranean. The internal drainage also influences genesis of crystallized clay.

BIBLIOGRAFIA

- BIDINI D., DABIN B., DE CAROLIS M.G., LORENZONI P., LULLI L., MADONIA M., QUANTIN P., RAGLIONE M. (1985): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. V. Memorie della carta dei suoli della Caldera*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XVI: 227-246.

- BIDINI D., DABIN B., LORENZONI P., LULLI L., QUANTIN P., RAGLIONE M. (1984): *The soils of Vico an extinct volcano to the North of Rome, an example of the most typical italian pedogenesis on volcanic materials*. Atti Con. Int. Volcanic Soils. Tenerife (Islas Canarias).
- BIDINI D., DE CAROLIS M.G. (1984): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). II. Aspetti della ritenzione in fosforo in suoli a diverso grado di andicità*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XV: 111-120.
- ICOMAND (1984): *Circular letter n. 6*. New Zealand Soil Bureau, Lower Hutt.
- LORENZONI P., LULLI L., RAGLIONE M. (1984): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). I. Indagine preliminare sui fattori ambientali*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XV: 81-110.
- LORENZONI P., RAGLIONE M., QUANTIN P., BIDINI D., LULLI L. (1985): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. IV. I suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, vol. XVI: 199-226.
- LULLI L., BIDINI D., ARRETINI A. (1978): *Guida escursione-dibattito sui suoli dei vulcani Roccamonfina e Vulture*. Centro Studio Genesi, Cartogr. Classif., Univ. Firenze, C.N.R., pub. n. 51, pg. 96.
- LULLI L., BIDINI D. (1980): *A climosequence of soils from tuffs on slopes of an extinct volcano in southern Italy*. Geoderma, (24): 129-142.
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P. (1983): *Etude de deux sols andiques dérivés de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 1. Environnement, morphologie et caractères des constituents minéraux*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1:27-43.
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P. (1983): *Etude de deux sols andiques dérivés de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 2. Formes de la matière organique et du phosphore; interprétation générale*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1:45-61.
- LULLI L., QUANTIN P., BIDINI D., LORENZONI P., RAGLIONE M. (1985): *Soil climosequence on Vico, a volcano of the Roman Province (Italy)*. XIII Congress ISSS, Amburg, vol. III: 1198-1199.
- QUANTIN P., DABIN B., BOULEAU A., LULLI L., BIDINI D. (1985): *Characteristics and genesis of two Andosols in Central Italy*. Catena Supplement 7:107-117.
- U.S. SOIL SURVEY STAFF (1975): *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey*. Agriculture Handbook n. 246.

f

6

10

15

20

1

STUDIO PEDOLOGICO DELL'APPARATO VULCANICO DI VICO (LAZIO)

IV - I SUOLI DELLE COLATE PIROCLASTICHE

P. LORENZONI*, M. RAGLIONE*, P. QUANTIN**,
D. BIDINI***, L. LULLI****

PREMESSA

I suoli delle colate piroclastiche del vulcano di Vico si sviluppano in un intervallo di quota che va dai 700 metri circa dell'apparato centrale ai 100 metri dell'orlo del plateau sulla valle del Tevere. Entro questo intervallo le variazioni di clima sono sufficientemente importanti da condizionare la pedogenesi. Tuttavia si può notare un effetto altrettanto importante della roccia che può essere dimostrato con sufficiente oggettività. Il senso di questo lavoro è proprio quello di considerare l'incidenza della natura della roccia nel determinare le caratteristiche dei suoli.

Le colate piroclastiche rappresentano le emissioni più diffuse nell'area vicina. Come ampiamente riferito in una precedente nota (LORENZONI et al. 1984) le formazioni rocciose ascrivibili a questi tipi di effusioni sono quattro, ben differenziate tra loro sia dal punto di vista macroscopico che microscopico. La trattazione dei vari tipi di suolo si atterrà alla sequenza cronologica di emissione delle corrispondenti rocce madri.

I SUOLI DELLA PRIMA COLATA PIROCLASTICA (Ignimbrite I; Ignimbrite A del Locardi)

Gli affioramenti di questo tipo litologico, estremamente limitati sia nel numero che nell'estensione, si localizzano esclusivamente in corrispondenza di

* Sezione di Conservazione del Suolo - Rieti.

** O.R.S.T.O.M., Parigi.

*** Sezione di Chimica del Suolo.

**** Sezione di Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo.

profonde incisioni (barrancos). Le caratteristiche morfologiche dei siti di rinvenimento (pendenze molto ripide, spesso vicino alla verticale) non consentono l'evolversi di suoli rappresentativi (roccia affiorante) o sicuramente attribuibili a questo tipo di emissione (forti apporti colluviali o alluvionali di materiale eterogeneo).

I SUOLI DELLA SECONDA COLATA PIROCLASTICA

(Ignimbrite II; Ignimbrite B del Locardi)

La seconda colata piroclastica si rinviene in corrispondenza di alcune incisioni fluviali, in condizioni morfologiche di scarpata poco idonee allo sviluppo del suolo; ma nei pressi della Madonna del Barco, lungo il fosso Sassovolto, se ne osserva un esteso affioramento. In tale affioramento la roccia si presenta in facies semicoerente, di aspetto cineritico, con piccole pomici.

I suoli che ne derivano sono tendenzialmente poco profondi (50 cm), bruno grigiastri ed hanno un passaggio netto alla roccia (pedon 19). La differenziazione degli orizzonti del suolo si manifesta quando la struttura grumosa di superficie tende ad assumere forme poliedriche in profondità; tale caratteristica viene confermata dalle indagini tessiturali che mostrano nell'orizzonte profondo del profilo tipo un contenuto d'argilla del 40%, con un incremento più del doppio rispetto all'orizzonte superficiale. L'analisi mineralogica indica abbondanza di feldspati nella roccia, soprattutto potassici; mancano invece i minerali zeolitici.

Subacido, il suolo tende ad assumere valori di pH in KCl molto bassi, mentre più elevato è il valore del pH in acqua. La saturazione in basi è ridotta in tutto il profilo ed è probabilmente legata più ad una scarsità di cationi nella roccia che ad un impoverimento per lisciviazione.

I valori molto bassi assunti dall'alluminio in ossalato non permettono di includere questi suoli negli Andisuoli (ICOMAND 1984). Secondo la S.T. il suolo tipo si può classificare come Typic Xerumbrept.

Profile n. 19

<i>Classification</i>	Typic Xerumbrept
<i>Location</i>	volcano of Vico, Madonna del Barco; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 752 862
<i>Topography</i>	convex slope, hilly, sloping; S.W.; 300 m
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of oak (<i>Quercus Pubescens</i>)
<i>Parent material</i>	trachytic pyroclastic flow (II Ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1180 mm mean annual temperature: 14.4° C. soil moisture regime: xeric soil temperature regime: thermic

Description

or. A1	0-8 cm	very dark grayish brown (10YR3/2); loam; very friable; evident, fine crumb structure; many roots; clear, wavy boundary
or. A2	8-20 cm	dark brown (10YR3.5/2); loam; very friable; moderate, medium subangular bloky structure and medium crumb round roots; common roots; gradual, wavy boundary
or. Bw	20-45 cm	dark brown (10YR3/3); clay loam; friable; evident, angular and subangular bloky structure; very few fragments of lava; few roots; abrupt, smooth boundary
or. C	45-65 + cm	pyroclastic flow; some orgargillans in cracks

ANALYTICAL DATA

Horizon	A1	A2	Bw	C
Depth (cm)	0-8	8-20	20-45	45-65 +
Texture (%)				
coarse sand	30.5	25.8	22.4	38.7
fine sand	18.6	16.5	14.4	21.4
silt	31.7	31.5	23.1	26.3
clay	19.2	26.2	40.1	13.6
pH(H ₂ O)	5.9	5.6	5.7	6.4
pH(KCl)	4.4	4.0	4.0	4.2
pH(NaF)	9.6	8.9	9.8	9.1
C (%)	3.02	1.12	0.68	0.14
O.M. (%)	5.21	1.94	1.18	0.23
N (%)	0.2	0.08	0.06	0.01
C/N	15	14	11	14
Ex. Bases				
(meq/100 g)				
Ca	1.96	1.90	1.69	1.35
Mg	0.74	1.09	1.28	0.68
Na	1.03	1.04	1.03	1.57
K	0.54	0.58	0.99	0.48
Ex. Acidity				
(meq/100 g)	5.0	10.0	10.0	5.0
C.E.C.				
(meq/100 g)	9.3	14.6	15.0	9.1
Base Sat. (%)	46	32	33	45
Al (KCl)	0.27	0.75	0.63	0.25
Al _o (%)	0.31	0.26	0.23	0.11
Al _p (%)	0.25	0.28	n.d.	n.d.
P ₂ O ₅ (%)	67.5	68.1	70.1	48.0
Bulk Density				
(g/cm ³)	1.30	n.d.	1.24	n.d.

In condizioni morfologiche meno favorevoli, nelle quali è più marcato il fattore erosivo, il suolo si presenta meno sviluppato, a profilo AC.

Il pedon 23 rappresenta bene tali situazioni. Anche in questo caso si nota una forte carenza di basi scambiabili, una mineralizzazione molto lenta della

S.O., un leggero contenuto in materiali allofanici. In complesso questo suolo non si discosta dagli orizzonti A del pedon 19 e senz'altro ne costituisce la prima fase di sviluppo. Questo suolo è stato classificato secondo la S.T. come Dystric Xerorthent.

In base alle osservazioni di campagna ed alle analisi chimiche e mineralogiche disponibili, sembra che sulla seconda colata piroclastica, forse una vera ignimbrite, la pedogenesi proceda verso la formazione di argille cristallizzate. Il fenomeno non è evidente perché vi sono poche tracce di migrazione di argilla nonostante che il pedoclima *xerico* ne sia uno dei fattori predisponenti. Una logica spiegazione di ciò potrebbe essere ricercata nel ruolo svolto dall'alluminio nei confronti delle argille, attualmente non ben specificabile. La forte attività dello ione Al è indicata dai valori intorno a 4 assunti dal pH in KCl.

Profile n. 23

<i>Classification</i>	Dystric Xerorthent
<i>Location</i>	volcano of Vico, San Vanna; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 763 863.
<i>Topography</i>	escarpement, hilly, moderately steep; S.; 275 m
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of oak (<i>Quercus Pubescens</i>)
<i>Parent material</i>	trachytic pyroclastic flow (II Ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1150 mm mean annual temperature: 14.6° C soil moisture regime: xeric soil temperature regime: thermic

Description

or. A1	0-10 cm	grayish brown and dark grayish brown (10YR4.5/2); loam; loose; evident, fine and medium crumb structure; little fragments of lava; many roots; abrupt, irregular boundary
or. A2	10-25 cm	grayish brown (10YR5/2); loam; friable; moderate, fine subangular blocky structure; little fragments of lava; many roots; abrupt, irregular boundary
or. C	25-40 + cm	pyroclastic flow

ANALYTICAL DATA

Horizon	A ₁	A ₂	C
Depth (cm)	0-10	10-25	25 +
Texture (%)			
coarse sand	25.8	30.6	33.0
fine sand	20.7	16.5	15.9
silt	37.5	31.1	41.0
clay	16.0	21.8	10.1
pH (H ₂ O)	6.7	6.1	6.3
pH (KCl)	5.8	4.6	4.5
pH (NaF)	8.3	9.7	9.5
C (%)	7.19	2.43	0.16
M.O. (%)	12.41	4.20	0.27
N (%)	0.38	0.16	0.01
C/N	19	15	16
Ex. Bases			
(meq/100 g)			
Ca	3.01	3.16	1.81
Mg	2.67	1.19	0.68
Na	1.30	0.98	1.41
K	1.41	0.51	0.51
Ex. Acidity			
(meq/100 g)	5.0	7.5	10.0
C.E.C.			
(meq/100 g)	13.4	13.3	14.4
Base Sat. (%)	63	44	31

I SUOLI DELLA III COLATA PIROCLASTICA

(Ignimbrite III, Tufo litoide a scorie nere, Ignimbrite C del Locardi)

L'«ignimbrite» III costituisce la più importante unità tra i prodotti piroclastici di Vico coprendo un'area di 1250 kmq; nel settore sud-orientale forma un ampio plateau che da circa 300 metri scende lievemente per quasi 18 chilometri fino a 100 metri sul livello del mare, nella valle del Tevere (Fig. 1). L'aspetto più comune di questa colata (facies di plateau) è quello di una roccia compatta ed omogenea di colore giallo-rossiccio, fittamente vacuolata, caratterizzata dalla presenza di grosse pomice nere («scorie»). L'estrema compattezza è dovuta a processi di litificazione avvenuti in seguito alla formazione di cemento zeolitico in concomitanza con la messa in posto del materiale. Poiché in tale giacitura la roccia presenta caratteri chimico-mineralogici e strutturali sostanzialmente costanti sia verticalmente che orizzontalmente e poiché l'età della messa in posto risale a circa 135.000 anni ci si aspetterebbe di trovare ovunque suoli profondi e ben differenziati.

In realtà i suoli ben conservati sono relegati in zone piuttosto ristrette, mentre dominano suoli poco profondi (50-100 cm) e non di rado sottili e ai



Fig. 1 — Tipico aspetto del pianalto formato dalla terza colata piroclastica. Si nota al conformazione ondulata della superficie.

primi stadi di evoluzione.

La distribuzione spaziale di tali fasi non è sempre correlabile alla attuale morfologia di superficie. Più comunemente si rinvencono suoli mediamente profondi, differenziati, a profilo A-Bt-C (il pedon 11 ne è un esempio rappresentativo). Sono suoli tendenzialmente argillosi, profondi oltre 100 cm con fenomeni di idromorfia a partire da 60 cm circa. In essi spicca la presenza di abbondanti pellicole di argilla. Ma dall'analisi tessiturale del profilo 11 emerge un decremento del contenuto in argilla granulometrica con la profondità. L'anomalia può essere giustificata dall'esistenza di una discontinuità litologica tra gli orizzonti superiori e quello di accumulo.

Infatti le analisi mineralogiche, le descrizioni di campagna e le analisi fisico-chimiche sembrano accreditare l'ipotesi che questo profilo includa un antico suolo lisciviato con processi di illuviazione e di idromorfia, sepolto da un suolo più recente e formatosi a spese di un sottile deposito di prodotti piroclastici. Vi è infatti una netta differenziazione mineralogica tra la parte superiore e quella inferiore del profilo: in superficie (orizzonti Ap) il suolo è meno alterato, più ricco in minerali primari residuali quali quarzo e feldspato potassico (sanidino); mentre in profondità è più alterato, non contiene quarzo, ma feldspato plagioclasico e una zeolite, la chabasite.

Anche tra i minerali secondari si nota una certa differenziazione con metahalloysite e argille interstratificate nella parte superficiale e halloysite meglio definita e più idratata che si accompagna con una più forte proporzione di illiti-smectiti in profondità. Il trasporto e la rideposizione di materiali fini è

confermato anche dalla presenza nell'orizzonte C di numerosi noduli di argilla che riempiono vecchie cavità.

Leggermente acido in tutto il profilo questo suolo ha valori del ΔpH ($\text{pH}(\text{KCl}) - \text{pH}(\text{H}_2\text{O})$) che crescono con la profondità e ciò è in accordo con il maggior contenuto di halloysite negli orizzonti inferiori. La permanenza del pH in NaF su valori intorno a 9, indica la presenza di prodotti allofanici, anche se in quantità minime.

Dal nome complesso, questo suolo si classifica secondo la S.T. come Leptic Thapto-Alfic Xerochrept.

Profile n. 11

<i>Classification</i>	Leptic Thapto-Alfic Xerochrept
<i>Location</i>	volcano of Vico, Falerii Novi; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T.TG 815 868
<i>Topography</i>	plateau, undulating, flat; N.E.; 210 m
<i>Drainage</i>	moderately well drained
<i>Vegetation</i>	pasture
<i>Parent material</i>	tephrite-phonolitic pyroclastic flow (III Ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1070 mm mean annual temperature: 15.1° C soil moisture regime: xeric soil temperature regime: thermic

Description

<i>or. Ap1</i>	0-4 cm	brown and dark brown (7.5YR4/4); clay; soft; evident, fine platy with a very fine crumb structure in the top half centimeter; common roots; abrupt, smooth boundary
<i>or. Ap2</i>	4-40 cm	brown and dark brown (7.5YR4/4); silty clay loam; very hard; evident, medium angular blocky and coarse prismatic structures; few roots; abrupt, wavy boundary
<i>or. 2Bt</i>	40-95 cm	yellowish red (5YR5/8); clay loam; very hard; faint, subangular blocky structure to massive; continuous thick dark reddish brown (5YR3/3.5) argillans; patchy very dusky red (2.5YR2.5/1) mangans; no roots; clear, irregular boundary
<i>or. 2BC</i>	95-130+ cm	dark reddish brown (5YR3/3); silt loam; very firm; massive; subspheric cavities filled with dark reddish brown (5YR3/2) clay

ANALYTICAL DATA

Horizon	Ap1	Ap2	2Bt	2BC
Depth (cm)	0-4	4-40	40-95	95-130 +
Texture (%)				
coarse sand	16.9	6.0	5.4	5.4
fine sand	19.1	9.6	30.0	14.1
silt	18.5	45.5	31.3	55.9
clay	45.5	38.9	33.3	24.6
pH (H ₂ O)	6.6	6.1	6.3	6.6
pH (KCl)	5.3	4.6	4.4	4.4
pH (NaF)	9.1	9.3	9.4	9.1
C (%)	2.00	0.77	0.33	0.20
O.M. (%)	3.45	1.33	0.56	0.35
N (%)	0.21	0.09	0.02	0.03
C/N	10	9	16	7
Ex. Bases				
(meq/100 g)				
Ca	12.63	8.58	5.95	19.28
Mg	2.39	1.75	2.35	3.30
Na	0.92	0.76	2.17	2.12
K	3.49	1.99	3.30	6.89
Ex. acidity				
(meq/100 g)	10.0	10.0	12.5	10.1
C.E.C.				
(meq/100 g)	29.4	23.1	26.3	41.7
Base sat. (%)	66	57	52	76

In quelle aree del plateau ove l'erosione ha agito più intensamente, si rinvengono suoli sottili, a profilo A-C. Quasi sempre il limite fra i due orizzonti è netto ed ondulato: caratteristica propria, unitamente alla presenza di frammenti di roccia madre, dei suoli soggetti a periodiche lavorazioni.

Il pedon 32 (Fig. 3 e) ne rappresenta l'esempio tipico. Tendenzialmente franco, con un contenuto di argilla intorno al 22%; mostra fenomeni di migrazione di materiali fini, cioè rivestimenti lungo i canalicoli delle radici e riempimenti di cavità nella parte inferiore. Come nel profilo 11, precedentemente descritto, anche in questo suolo si ha un aumento del Δ pH in profondità; ma i valori del pH in NaF risultano piuttosto bassi. Elevato è il tasso di basi scambiabili nell'orizzonte C (108 meq/100 g) con valori molto alti per il Ca e K, che insieme rappresentano il 95% del totale. Una spiegazione logica può venire data dalla ricchezza in zeoliti (chabasite e phillipsite) che possono cedere grandi quantità di ioni Ca e K. Il tasso di saturazione in basi è di conseguenza molto elevato in tutto il profilo (86% ÷ 92%). Il suolo è secondo la S.T. un Typic Xerochrept.

Profile n. 32

<i>Classification</i>	Typic Xerochrept
<i>Location</i>	volcano of Vico, Civita Castellana; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 819 835
<i>Topography</i>	plateau, flat; N.E.; 219 m
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	pasture
<i>Parent material</i>	tephrite-fonolitic pyroclastic flow (III Ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1090 mm mean annual temperature: 15.0° C soil moisture regime: xeric soil temperature regime: thermic

Description

<i>or. Ap1</i>	0-5 cm	yellowish brown (10YR5/6); loam; soft; evident, fine and medium crumb structure; very few gravel; common roots; abrupt, wavy boundary
<i>or. Ap2</i>	5-50 cm	yellowish brown (10YR5/6); loam; hard; moderate, fine and medium subangular blocky structure; few little black pumices and lava fragments; few roots; abrupt, wavy boundary
<i>or. C</i>	50-80 + cm	very pale brown (10YR7/4); compact; some reddish brown (5YR7/4) argillans; black pumices with leucite; very few little cavities filled with clay

ANALYTICAL DATA

Horizon	Ap ₁	Ap ₂	C
Depth (cm)	0-5	5-50	50-80 +
Texture (%)			
coarse sand	22.4	24.3	25.6
fine sand	15.8	14.3	12.0
silt	36.9	42.8	42.4
clay	24.9	18.6	20.0
pH (H ₂ O)	6.2	6.6	7.0
pH (KCl)	5.0	4.8	4.7
pH (NaF)	8.4	8.6	8.6
C (%)	1.58	0.85	0.18
O.M. (%)	2.72	1.46	0.32
N (%)	0.13	0.09	0.01
C/N	12	9	18
Ex. Bases (meq/100 g)			
Ca	28.07	29.01	57.39
Mg	1.32	1.32	1.44
Na	1.09	1.09	4.35
K	16.67	14.74	44.87
Ex. acidity (meq/100 g)	5.0	7.5	10.0
C.E.C. (meq/100 g)	52.1	53.7	118.0
Base sat. (%)	90	86	92

Nelle zone più conservate del plateau, ove l'erosione ha agito meno intensamente, è possibile incontrare il massimo grado di evoluzione raggiunto dai suoli su questi materiali. Si tratta di pedon molto profondi e ben differenziati in cui ancora più evidenti sono quei processi di genesi e migrazione d'argilla ed in qualche caso di idromorfia, già riscontrati nelle fasi più sottili.

Il pedon 30 (Fig. 3f) rappresenta con chiarezza tale tipo di evoluzione. L'orizzonte di accumulo Bt risulta piuttosto spesso (100 cm) e notevole è l'accumulo di argilla e sesquiossidi. Appariscenti fenomeni di idromorfia cominciano a comparire dalla profondità di circa 40 cm sotto forma di patine nerastre di ferro e manganese e, specie nei sottorizzonti inferiori, come decolorazioni a forma di reticolo lungo le facce dei peds.

Anche questi suoli sembrano essere stati ricoperti da materiali più freschi. Come appare dalla tabella 1, risulta evidente una discontinuità mineralogica tra i primi tre ed i restanti orizzonti.

Profile n. 30

TAB. 1 — Composizione mineralogica del suolo totale (frazione < 2 mm)

	Minerali primari						Minerali secondari					
	F Sa	Pl	P	Q	Bi	An	Ch	Ph	Ma	H+ mH	Io	Go (He)
Stadio di Nepi												
Profilo 30												
A	+++	tr	tr	+++	++	ε			tr	++	+	tr
E	+++	tr	tr	+++	++	ε			tr	++	+	tr
BE	+++	tr	tr	++++	++				tr	++	tr	tr
Bt1	++	tr	tr	+++	+				tr	+++	tr	tr
Bt2	++	tr	tr	++	+				tr	+++	tr	tr
Bt3	+	tr	tr	++	tr	e?			tr	+++	tr	tr
BC	+	tr	tr	tr	tr				tr	++++	tr	tr
C1	+		tr	tr?	tr				tr	+++	tr	tr?
C2	+	tr	tr		tr		++		tr	+	tr	
R	+	+	+		tr		+	++	tr		tr	

F = feldspati. Sa = sanidino. Pl = plagioclasio. P = clinopirosseno. Q = quarzo. Bi = micabiotite. An = anfibolo. Ch = chabasite. Ph = phyllipsite. Ma = magnetite. H = halloysite. mH = netahalloysite. Io = illite «aperta». Go (He) = goethite (hematite). + + + + = molto abbondante. + + + = abbondante. + + = medio. + = scarso. tr = assai scarso. ε = tracce.
N.B. In questa tab. sono presenti gli orizz. C2 e R che non figurano nella descrizione del profilo.

Vi è una sensibile diminuzione dei minerali primari (sanidino, quarzo, biotite) nella parte inferiore del profilo; tendenza opposta invece manifestano i prodotti di alterazione (halloysite e metahalloysite). Mentre sanidino e biotite si rinvencono comunemente nei prodotti vicini, estranea risulta la presenza di quarzo: una spiegazione plausibile potrebbe essere la contaminazione da materiale alloctono.

Numerosi ritrovamenti di quarzo nella parte alta del suolo vengono segnalati da vari Autori ed il fenomeno è addebitato ad un inquinamento superficiale di origine eolica da sabbie di provenienza sahariana. Le dimensioni estremamente ridotte, della grandezza dei limi e delle argille, giustificherebbero anche la migrazione del quarzo negli orizzonti inferiori.

Nonostante l'episodio di troncamento ed il successivo arrivo di materiali diversi, la genesi e la migrazione di argilla sembrano essere i processi dominanti. A conferma di ciò intervengono anche i valori della densità apparente e del pH in NaF, che si stabilizzano rispettivamente intorno ad 1,4 ed a 8,7. Il pH in H₂O, neutro in superficie e leggermente acido nei due sottostanti orizzonti, tende a diminuire fino a raggiungere il minimo nel 2C (5,5). Il ΔpH assume valori pressoché costanti (~ 1,5) in tutto il profilo, mentre l'acidità di scambio aumenta con la profondità ed è in relazione con l'incremento relativo di halloysite.

Il valore di basi scambiabili (~ 40 meq/100g nell'A1) rappresentato quasi esclusivamente da ioni Ca e Mg, scende bruscamente negli orizzonti inferiori, pur rimanendo elevato e quasi costante, con netta prevalenza di Ca e Mg su Na e K. La saturazione in basi decresce regolarmente con la profondità a valori inferiori al 35%. Il suolo è classificato come Ultic Palexeralf.

Profile n. 30

<i>Classification</i>	Ultic Palexeralf
<i>Location</i>	volcano of Vico, Civita Castellana; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 813 825
<i>Topography</i>	plateau, flat; N.E.; 225 m
<i>Drainage</i>	imperfectly drained
<i>Vegetation</i>	forest of oak (<i>Quercus Pubescens</i> and <i>Quercus Cerris</i>)
<i>Parent material</i>	tephrite-phonolitic pyroclastic flow (III Ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1090 mm mean annual temperature: 15.0° C soil moisture regime: xeric soil temperature regime: thermic

Description

or.A	0-3cm	dark yellowish brown (10YR4/4); clay loam; soft; evident, fine and very fine crumb structure; many roots; abrupt, wavy boundary
or.E	3-15cm	dark yellowish brown (10YR4/6); clay loam; soft; weak, fine angular blocky structure to massive; very few gravel; common roots; clear, wavy boundary
or.BE	15-30cm	brown and dark brown (7.5YR4/4); silty clay; hard; moderate, fine and medium angular blocky structure; patchy, reddish brown (5YR4/3) argillans; common roots; abrupt, smooth boundary
or.Bt1	30-50cm	brown and dark brown (7.5YR4/4); silty clay; very hard; evident, medium prismatic structure; continuous reddish brown (5YR4/3) argillans; some mangans; soil materials on the roots pores; few roots on the external faces of peds; clear, wavy boundary
or.Bt2	50-90cm	brown and dark brown (7.5YR4/4); silty clay; very hard; evident, medium

		prismatic structure; few, little fragments of lava; continuous, thick reddish brown (5YR4/3) argillans; many, large mangans; brown (7.5YR5/4) soil materials between peds, reticular strong brown (7.5YR4/6) and yellowish red (5YR4/6) mottles; few roots; gradual, wavy boundary
or.Bt3	90-130cm	like the upper horizon, but the structure is moderate and the mottles are less; gradual, wavy boundary
or.BC	130-180cm	reddish brown (5YR4/4); silty clay loam; very hard; weak, coarse angular blocky structure; broken dark reddish brown (5YR3/4) argillans; very few roots; abrupt, broken boundary
or.C	180-220 + cm	strong brown (7.5YR4/6); silty clay; friable; massive; subspheric cavities filled with reddish brown clay; poorly drained

ANALYTICAL DATA

Horizon	A	E	BE	Bt ₁	Bt ₂	Bt ₃	BC	C
Depth (cm)	0-3	3-15	15-30	30-50	50-90	90-130	130-180	180-220 +
Texture (%)								
coarse sand	12.0	10.6	6.8	6.2	5.9	5.8	4.6	3.5
fine sand	15.3	13.8	8.1	5.8	5.7	2.5	2.5	2.7
silt	45.4	41.0	41.9	46.4	46.0	50.9	54.4	47.9
clay	27.3	34.6	43.2	41.6	42.4	40.8	38.5	45.9
pH (H ₂ O)	6.7	6.3	6.1	5.8	5.9	5.9	5.6	5.5
pH (KCl)	5.8	4.6	4.6	4.4	4.5	4.3	4.1	3.9
pH (NaF)	7.9	8.6	8.7	9.2	8.8	8.8	8.6	8.7
C (%)	6.63	1.18	0.85	0.61	0.63	0.47	0.37	0.66
O.M. (%)	11.44	2.04	1.47	1.05	1.10	0.81	0.64	1.14
N (%)	0.46	0.11	0.10	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04
C/N	14	11	8	7	8	8	7	16
Ex. Bases (meq/100 g)								
Ca	16.8	5.9	5.9	5.5	5.4	5.2	4.9	0.5
Mg	2.8	3.5	3.8	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5
Na	1.3	1.8	1.5	1.4	1.9	1.4	1.7	1.3
K	1.2	2.4	1.6	1.0	1.0	1.1	1.3	1.1
Ex. acidity (meq/100 g)	17.5	12.5	15.0	17.5	12.5	15.0	22.5	15.0
C.E.C. (meq/100 g)	39.6	26.1	27.8	27.0	22.3	24.2	31.9	19.4
Base sat. (%)	56	52	46	35	44	38	29	23
Fe ₂ O ₃ d (%)	0.95	1.38	1.61	1.73	2.16	2.03	0.97	0.87
Fe ₂ O ₃ o (%)	1.07	1.35	1.43	1.61	1.50	1.47	1.49	1.09
Fe _o /Fed	1.1	1.0	0.9	0.9	0.7	0.7	0.8	0.7
Al(KCl) (meq/100 g)	0.08	0.08	0.10	0.20	0.13	0.12	0.57	1.54
Al _o (%)	0.25	0.29	0.34	0.28	0.27	0.29	0.32	0.35
P ₂ O ₅ (%) (Retention)	61.1	61.3	68.8	65.3	68.3	70.3	74.7	74.7
Bulk density (g/cm ³)	n.d.	1.45	n.d.	1.46	n.d.	n.d.	n.d.	0.91

Lungo le pendici dell'apparato vulcanico affiora la facies agglomeratica della terza colata. I suoli che ne derivano hanno subito un'intensa erosione ed appaiono ridotti a livello degli orizzonti inferiori del profilo originario. Come già fatto presente negli esempi finora descritti, alla fase di troncamento ha fatto seguito la copertura con nuovi materiali; si tratta quindi di suoli complessi, anche se il termine non è pienamente rispondente in quanto la pedogenesi attuale sembra ricalcare le linee di quella passata.

Questo tipo di situazione è ben rappresentato dal pedon 8.

Come fanno supporre la presenza e la disposizione dello scheletro nell'orizzonte Ap2 e l'andamento del limite fra questo ed il sottostante orizzonte, il suolo è stato sicuramente soggetto a lavorazioni.

Il processo di genesi e migrazione d'argilla, evidente dall'esame morfologico del profilo, risulta mascherato nelle analisi tessiturali, forse per l'abbondanza delle frazioni minute dello scheletro. I dati chimici differiscono particolarmente da quelli degli altri suoli esaminati. I caratteri di idromorfia presenti nel B₆ sembrano ereditati poiché in disaccordo con la posizione morfologica attuale. Il suolo è classificato come Ultic Haploxeralf.

Profile n. 8

<i>Classification</i>	Ultic Haploxeralf
<i>Location</i>	volcano of Vico, via Cassia km 35; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 735 833
<i>Topography</i>	convex slope, rolling, gently sloping; E.; 300 m
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	pasture
<i>Parent material</i>	caotic fase of tephrite-phonolitic pyroclastic flow covered by pyroclastic deposits (III Ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1180 mm mean annual temperature: 14.4° C soil moisture regime: xeric soil temperature regime: thermic
Description	
or.Ap1	0-7cm dark yellowish brown (10YR4/4); sandy loam; soft; evident, fine granular structure; frequent lapilli; many roots; clear, wavy boundary
or.Ap2	7-45cm brown and dark brown (7.5YR4/4); clay loam; soft; moderate, medium subangular blocky structure; frequent lapilli; argillans in pores; common roots; abrupt, smooth, sometimes irregular boundary
or.2Bb	45-140+cm strong brown (7.5YR5/7); sandy loam; very hard; massive; very frequent stones and boulders; poorly drained; continuous dark reddish brown argillans; mangans along cracks

ANALYTICAL DATA

*Horizon	Ap1	Ap2	2Bb
Depth (cm)	0-7	7-45	45-140 +
Texture (%)			
coarse sand	42.4	15.5	14.6
fine sand	30.2	20.5	44.5
silt	15.6	35.4	21.4
clay	11.8	28.6	19.5
pH (H ₂ O)	5.9	5.7	6.1
pH (KCl)	4.5	4.1	3.7
pH (NaF)	9.4	9.7	9.8
C (%)	2.15	1.21	0.17
O.M. (%)	3.71	2.09	0.30
C/N	15	9	18
Ex. Bases			
Ca	8.6	6.1	6.4
Ng	2.7	1.8	2.7
Na	1.2	1.3	3.4
K	3.5	2.7	2.7
Ex. Acidity			
(meq/100 g)	15.0	12.5	12.5
C.E.C.			
(meq/100 g)	31.0	24.4	27.7
Base Sat. (%)	52	49	55

I SUOLI DELLA IV COLATA PIROCLASTICA

(Igrimbrite IV; Tufo bianco di Fabrica; Ignimbrite D del Locardi)

L'«ignimbrite IV» occupa esclusivamente il settore orientale del complesso vulcano. A differenza della III colata piroclastica, si rinviene comunemente anche sui fianchi dell'edificio vulcanico, a partire da una quota di circa 700 metri.

Di composizione trachitico-fonolitica, essa risulta inconfondibile per il suo colore bianco-grigiastro e può essere definita come un aggregato di piccole pomice e di ceneri, biancastre e grigie, contenente inclusi diversi di lave, ossidiane e frammenti del substrato sedimentario. La formazione comprende facies che si distinguono per il grado di compattezza, il numero e le dimensioni degli xenoliti e delle pomice.

La facies più compatta, simile per certe caratteristiche a quella tipica di plateau della III colata piroclastica, si rinviene lungo i fianchi dell'edificio vulcanico dove caratteristiche morfologiche dominanti sono le elevate pendenze e le profonde incisioni; la vegetazione è prevalentemente costituita da bosco ceduo di castagno (*Fig. 2*).

Esempio rappresentativo dei suoli che evolvono in questo contesto è il pedon n. 29 (*Fig. 3a*).

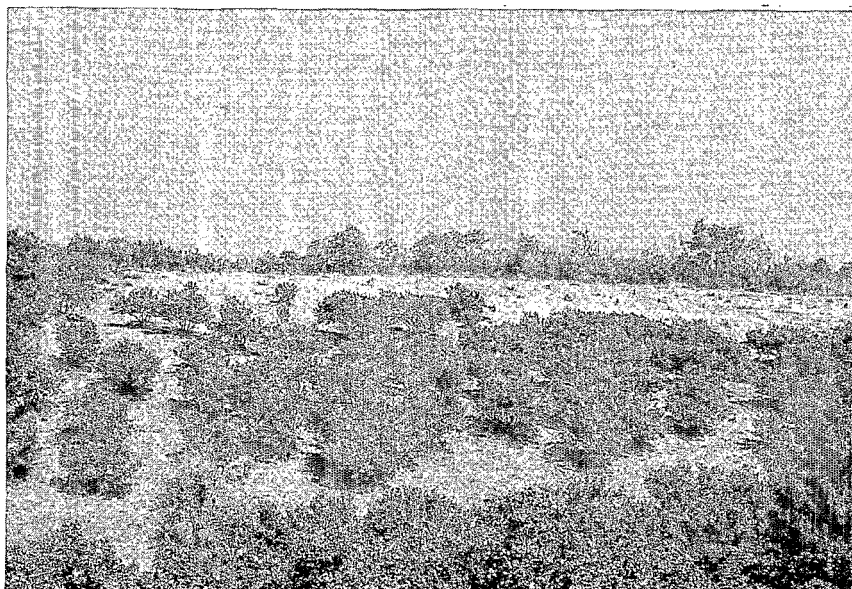


Fig. 2 — Il paesaggio ricorrente della quarta colata. La morfologia è in genere più mossa di quella della terza colata.

Da un rapido esame delle sue caratteristiche morfologiche appare, anche se non molto evidente, un certo movimento di materiali fini verso la parte inferiore del profilo; ipotesi che è confermata dalle risultanze delle determinazioni tessitureali. Il colore tra bruno e bruno scuro (10YR 4/3) delle pellicole che si osservano sulle facce degli aggregati nell'orizzonte Bt insieme all'alto contenuto di carbonio (1.13%) fanno supporre una concomitante migrazione di sostanza organica e di argilla. Il contatto con la roccia è irregolare e discontinuo; l'alterazione procede a tasche e chiazze, in concomitanza con le radici più grosse, isolando nuclei di materiale che vengono inglobati nella parte inferiore del suolo.

Le analisi mineralogiche mostrano un buon contenuto di zeoliti, chabasite e phillipsite, nell'orizzonte C e nella roccia, in accordo con quanto espresso dai dati chimici sul contenuto di calcio e potassio scambiabili e con la compattezza del materiale. Tra i minerali argillosi, l'halloysite-metahalloysite si ritrova in quantità non trascurabile, a convalida di quanto emerge dalle analisi granulometriche sul contenuto in argilla e dai valori piuttosto elevati assunti dal ΔpH . La presenza di quarzo nei primi orizzonti, unitamente all'aumento del sanidino in superficie, convalidano quanto già detto a proposito dell'inquinamento dovuto all'arrivo di materiale alloctono. Il valore elevato dell'alluminio in ossalato nell'orizzonte C non è indice di materiale allofanico, ma potrebbe essere piuttosto Al liberato dalle zeoliti; questo è in accordo con il basso valore del pH in NaF.

Dalle analisi chimiche risulta inoltre che il suolo è desaturato fino all'oriz-

zonte Bt (se si esclude il sottile orizz. A) e che il rapporto C/N è indicativo di una lenta mineralizzazione della S.O. Questo suolo può essere definito come: Ultic Hapludalf.

Profile n. 29

<i>Classification</i>	Ultic Hapludalf
<i>Location</i>	volcano of Vico, Caprarola; north of Rome, Italy; U.T.M. 33T TG 712 909
<i>Topography</i>	slope, mountainous, moderately steep; N.W.; 650 m
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of chestnut (<i>Castanea Sativa</i>)
<i>Parent material</i>	trachite-phonolitic pyroclastic flow (IV Ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1590 mm mean annual temperature: 12.2° C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

or.O1	2-0cm	leaves
or.A	0-4cm	dark brown (10YR3/3); clay loam; very friable; evident, fine and medium crumb structure; few little fragments of lava; common roots; abrupt, wavy boundary
or.BA	4-30cm	yellowish brown (10YR5/6); loam; friable; moderate, medium subangular blocky structure; common, little fragments of lava; some argillans in pores; many roots; gradual, wavy boundary
or.Bt	30-50cm	dark yellowish brown (10YR4/4); clay loam; friable; moderate, medium subangular blocky structure; few, little fragments of lava; few broken sanidine crystals; broken, brown and dark brown (10YR4/3) argillans; few roots; abrupt, irregular boundary
or.C	50-70cm	pale yellow (2.5Y7/4); loam; massive; white pumices and fragments of lava included; subspheric cavities filled with yellowish brown (10YR5/6) materials; no roots; abrupt, irregular boundary
or.R	>70cm	light gray (2.5Y7/3); compact pyroclastic flow

ANALYTICAL DATA

Horizon	A	BA	Bt	C	R
Depth (cm)	0-4	4-30	30-50	50-70	>70
Texture (%)					
coarse sand	20.0	20.6	14.4	30.7	49.8
fine sand	17.2	11.0	13.0	18.1	18.7
silt	39.2	29.7	37.3	37.2	22.0
clay	23.6	38.7	35.3	14.0	9.5
pH (H ₂ O)	6.8	6.5	6.8	7.2	7.2
pH (KCl)	5.6	4.7	4.7	4.4	4.8
pH (NaF)	9.5	9.6	9.3	8.6	8.6
C (%)	4.59	1.70	1.13	0.20	0.20
O.M. (%)	7.91	2.93	1.95	0.34	0.34
N (%)	0.32	0.11	0.09	0.01	0.01
C/N	14	15	13	20	20
Ex. Bases					
(meq/100 g)					
Ca	29.4	4.3	8.9	39.1	
Mg	7.7	3.1	3.5	3.8	
Na	0.9	1.1	1.1	2.6	
K	3.1	2.4	4.9	22.8	
Ex. acidity					
(meq/100 g)	15.0	20.0	17.5	12.5	
C.E.C.					
(meq/100 g)	56.01	30.9	35.9	80.8	
Base sat. (%)	73	35	51	84	
Fe _a (%)	0.80	1.46	1.01	0.43	
Fe _o (%)	1.01	1.06	1.03	3.40	
Al(KCl)					
(meq/100 g)	0.12	0.04	0.08	0.15	0.05
Al _o (%)	0.62	0.87	0.89	2.84	1.95
Al _p (%)	0.53	0.30			
Si _a (%)	0.04	0.03	0.04	0.04	
Si _o (%)	0.49	0.40	0.36	0.25	
P ₂ O ₅ (%)					
(retention)	70.7	78.1	70.1	22.7	29.8
Bulk density					
(g/cm ³)	n.d.	0.95	1.21	1.40	

La facies che caratterizza la IV colata piroclastica in giacitura di plateau differisce da quella di versante per la minor compattezza, la mancanza di grosse pomici e di bollosità, la comparsa di una certa stratificazione che facilita la penetrazione delle radici e di conseguenza l'alterazione della roccia. Come esempio di tali situazioni è stato scelto il pedon 16 (*Fig. 3 c*). Di spessore ridotto, macroscopicamente ben differenziato, questo suolo presenta evidenza di genesi e migrazione d'argilla fino in profondità; abbondanti pellicole sono osservabili anche lungo le linee di fluitazione della roccia, in concomitanza con densi feltri radicali.

Il dato mineralogico più interessante è costituito dall'assenza di zeoliti; ciò concorda con quanto a suo tempo detto in merito a questa facies della IV colata e, soprattutto, con i valori molto bassi assunti dalla concentrazione di io-

ni Ca e K. Anche in questo caso il rinvenimento di quarzo nel profilo conferma l'ipotesi, più volte espressa, di apporti di materiale alloctono. Per quanto concerne la presenza di halloysite e metahalloysite, questi minerali argillosi compaiono in abbondanza nel suolo ed in tracce nella roccia madre; la forte acidità di scambio, manifestata anche dai valori piuttosto elevati del ΔpH , ne è una conferma evidente.

Altra caratteristica significativa è rappresentata dall'assenza di materiali allofanici, come desumibile dai valori estremamente bassi assunti dal pH in NaF.

Il ridotto tasso di saturazione in basi sembra dipendere più da un'originaria scarsità di ioni calcio e potassio, soprattutto calcio, che da un'avvenuta desaturazione.

Questo suolo può essere classificato come: Lithic Ultic Haploxeralf.

Profile n. 16

<i>Classification</i>	Lithic Ultic Haploxeralf
<i>Location</i>	volcano of Vico, Bandita Fallarese; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 812 903
<i>Topography</i>	plateau, undulating, gently sloping; N.E.; 220 m
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of oak (<i>Quercus Pubescens</i>)
<i>Parent material</i>	trachite-phonolitic pyroclastic flow (IV ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1080 mm mean annual temperature: 15.0° C soil moisture regime: xeric soil temperature regime: thermic

Description

or.01	1-0cm	leaves
or.A	0-3cm	very dark brown (10YR2/2); sandy loam; friable; evident, fine granular structure; common sanidine crystals; many roots; abrupt, smooth boundary
or.BA	3-12cm	brown and dark brown (7.5YR4/4); loam; friable; evident, fine subangular blocky structure; few little fragments of lava; common roots; clear, smooth boundary
or.Bt	12-38cm	dark brown (7.5YR3.5/4); clay loam; friable; evident, medium subangular blocky structure; some little fragments of lava; some sanidine crystals; common dark reddish brown (5YR3/3) argillans; common roots; clear, smooth boundary
or.BC	38-46cm	strong brown (7.5YR4/6); clay loam; very friable; moderate, medium subangular blocky structure; few little fragments of lava; some little sanidine crystal; common dark reddish brown (5YR3/3) argillans; common roots; abrupt, smooth boundary
or.C	46-60 + cm	pyroclastic flow; platy structure; reddish brown argillans; felt roots

ANALYTICAL DATA

Horizon	A	BA	Bt	BC	C
Depth (cm)	0-3	3-12	12-38	38-46	46-60 +
Texture (%)					
coarse sand	32.3	25.7	17.2	18.8	45.6
fine sand	20.4	22.3	11.0	11.7	19.9
silt	32.8	31.3	41.0	38.8	20.6
clay	14.5	20.7	30.8	30.7	13.9
pH (H ₂ O)	6.5	6.1	6.5	6.6	6.9
pH (KCl)	5.6	4.6	4.8	4.9	4.7
pH (NaF)	7.0	7.0	6.9	8.1	8.4
C (%)	9.64	1.97	0.76	0.86	0.24
O.M. (%)	16.62	3.40	1.30	1.49	0.42
N (%)	0.57	0.17	0.08	0.08	0.02
C/N	17	15	9	11	12
Ex. Bases (meq/100 g)					
Ca	1.6	0.3	0.4	0.5	2.2
Mg	1.7	0.7	2.2	2.0	6.3
Na	1.2	1.2	1.4	1.5	1.7
K	0.9	0.4	1.3	1.9	8.7
Ex. acidity (meq/100 g)	20.0	17.5	20.0	12.5	15.0
C.E.C. (meq/100 g)	25.4	20.1	25.3	18.4	33.9
Base sat. (%)	21	13	21	32	56

Talora la IV colata piroclastica ha l'aspetto di un deposito omogeneo di piccole pomici, rotondeggianti e giallicce, immerse in una matrice biancastra; la roccia ha una consistenza più cineritica che nelle altre facies, non appaiono né grosse pomici, né tracce di stratificazione. I suoli che si formano su questi materiali sembrano risentire delle peculiari caratteristiche del deposito; un esempio di tale evoluzione è costituito dal pedon 9 (*Fig. 3a*). Estremamente irregolare come spessore, questo suolo penetra nella roccia a guisa di ampie tasche, nelle quali sono sempre presenti voluminosi fasci radicali o grosse radici e nuclei di materiale in alterazione. Talora a livello dell'orizzonte C compaiono zone isolate, di colore bruno pallido e di consistenza più friabile rispetto alla massa circostante, in cui si nota la presenza di numerose piccole radici; probabilmente esse costituiscono le prime fasi della formazione delle tasche.

L'osservazione mineralogica più interessante, sembra essere, anche in questo caso, l'assenza di minerali zeolitici nella roccia; dato da correlare con i bassi valori del contenuto in calcio e potassio scambiabili nel profilo.

Discrete quantità di prodotti d'alterazione, halloysite-metahalloysite, si rinvennero in tutti gli orizzonti, compresa la roccia madre. L'aumento di quarzo e sanidino in superficie ripropone l'ipotesi di una contaminazione da materiali successivi.

Mediamente acido (pH < 6), questo suolo, in accordo con il contenuto in halloysite-metahalloysite, presenta valori di Δ pH elevati e crescenti con la profondità; il pH in NaF superiore al valore di 9.4 indica la presenza di materiale

allofanici.

Come avviene anche negli altri suoli descritti e che evolvono su questa colata, i valori che assume il rapporto C/N suggeriscono una lenta mineralizzazione della S.O.. La capacità di ritenzione in P, la presenza di Al complessato con la sostanza organica, la densità apparente inferiore a 0,9 nell'orizzonte A1 e più elevata di 1,0 nell'orizzonte C, danno a questo suolo caratteristiche che si avvicinano a quelle degli Andisuoli. Invece la comparsa di una leggera struttura poliedrica e soprattutto la presenza di halloysite-metahalloysite indicano la tendenza alla genesi di argilla.

Il pedon 9 è stato classificato come Entic Xerumbrept.

Profile n. 9

<i>Classification</i>	Entic Xerumbrept
<i>Location</i>	volcano of Vico, Sano drain; north of Rome; Italy; U.T.M. 33T TG 777 888
<i>Topography</i>	convex slope, hilly, gently sloping; N.W.; 280 m
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of oak (<i>Quercus Pubescens</i> and <i>Quercus Cerrys</i>) with hazel (<i>Corylus Avellana</i>)
<i>Parent material</i>	trachite-phonolitic pyroclastic flow (IV Ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1150 mm mean annual temperature: 14.6° C soil moisture regime: xeric soil temperature regime: thermic

Description

or. A1	0-10 cm	brown (10YR5/3); sandy clay loam; soft; evident, medium crumb structure; many roots; clear, smooth boundary
or. A2	10-35 cm	brown (10YR5/3); loam; hard; moderate subangular blocky structure; few, little fragments of lava; common roots; clear, irregular boundary
or. AC	35-50 cm	brown (10YR5/3); sandy loam; soft; weak, subangular blocky to granular structure; few altered fragments of lava; clear, broken boundary
or. C	> 50	pyroclastic flow.

ANALYTICAL DATA

Horizon	A1	A2	AC
Depth (cm)	0-10	10-35	35-50
Texture (%)			
coarse sand	21.2	18.5	28.9
fine sand	32.8	23.2	36.1
silt	25.5	31.5	19.6
clay	20.5	26.8	15.4
pH (H ₂ O)	5.6	5.5	6.1
pH (KCl)	4.1	3.8	4.0
pH (NaF)	9.3	9.9	9.7
C (%)	4.06	1.37	0.45
O.M. (%)	6.99	2.37	0.77
N (%)	0.2	0.1	0.06
C/N	20	14	7
Ex. Bases (meq/100 g)			
Ca	4.9	4.2	4.1
Mg	1.3	1.2	2.3
Na	1.7	1.5	2.0
K	0.7	0.5	1.5
Ex. acidity (meq/100 g)	20.0	12.5	12.5
C.E.C. (meq/100 g)	28.6	19.9	22.4
Base sat. (%)	30	37	44.
Al(KCl) (meq/100 g)	0.001	0.002	0.001
Al _v (%)	0.01	0.005	0.003
P ₂ O ₅ (%) (retention)	74.5	74.5	63.5
Bulk density (g/cm ³)	0.87	1.27	1.01

Anche se di solo 10.000 anni più recente ($0,144 \pm 0,02$ m.a.) della III colata ed in complesso meno dura e compatta, la IV colata piroclastica presenta suoli poco profondi e la cui origine è sen'altro riconducibile a pedogenesi attuale. Solo occasionalmente, sulle pendici dell'apparato vulcanico, è possibile osservare testimonianze di un'antica evoluzione. Tra i pochi rinvenimenti è stato scelto il pedon 5.

Come più volte fatto notare a proposito dei profili della III colata piroclastica, anche in questo caso il suolo originario è stato oggetto di una forte troncatura, cui ha fatto seguito un ricoprimento di materiali alloctoni. Ben evidente risulta nel profilo la discontinuità litologica.

La parte superiore del profilo appare ben differenziata e le numerose pellicole che rivestono gli aggregati nell'orizzonte Bt testimoniano la genesi e la migrazione d'argilla. Anche nella parte inferiore, equivalente al suolo sepolto, si ha evidenza di argillificazione. Lo spessore dell'orizzonte BC_b e l'alterazione spinta fanno ritenere che la sua formazione sia da imputare ad una pedogenesi prolungata. L'alterazione è ancora in corso come lo dimostra la trasformazione

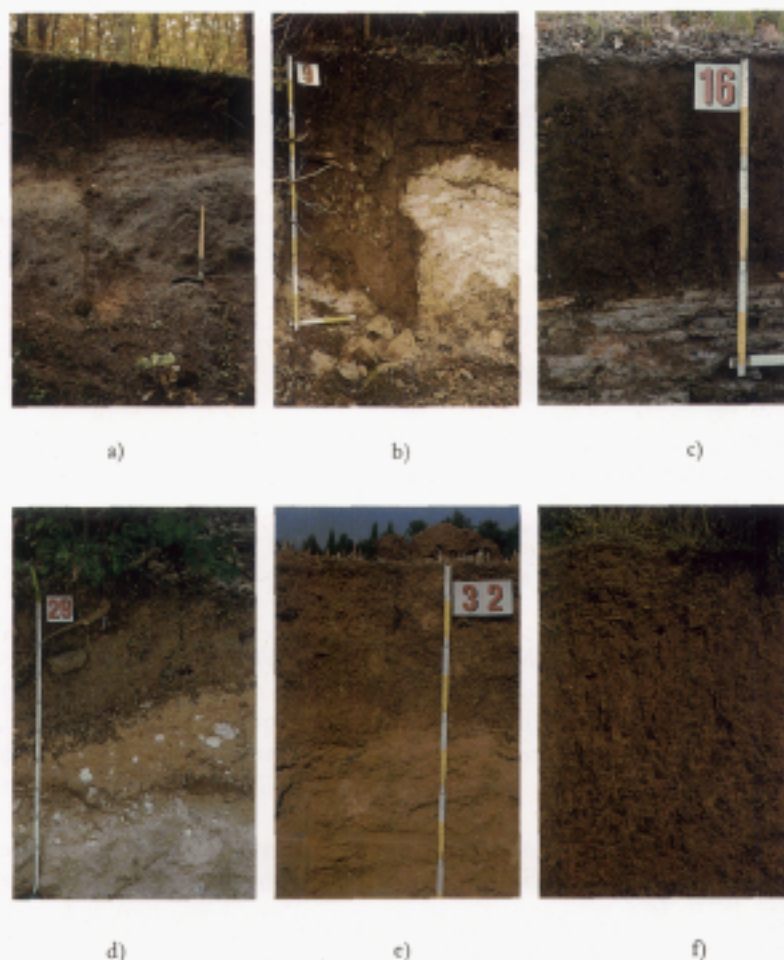


Fig. 3 — I suoli più tipici che si evolvono sulle colate piroclastiche dell'apparato vicano: a) suolo sottile sulla seconda colata con il tipico passaggio netto alla roccia madre; b) suolo a tasche sulla facies non litificata della quarta colata; c) suolo con processi di migrazione di argilla sulla facies stratificata della quarta colata; d) suolo con evidente genesi e migrazione di argilla sulla facies compatta della quarta colata; e) fase sottile sulla terza colata con evidenze di migrazione di argilla; f) paleosuolo sulla terza colata con marcati fenomeni di genesi e migrazione di argilla.

delle pomici. I prodotti di alterazione, che procedono dalla periferia verso l'interno lungo le filature del vetro, sembrano essere costituiti esclusivamente da materiali argillosi. È ipotizzabile la presenza di leggeri accumuli d'argilla nelle bollosità e lungo i setti vetrosi.

Anche in questo suolo «complesso» la genesi e la migrazione d'argilla sono stati e sono i motivi dominanti. I dati mineralogici costituiscono una conferma. Infatti esiste una discontinuità tra il suolo superficiale e quello profondo, sia per quanto riguarda i minerali primari, che quelli di neoformazione. I primi orizzonti sono ricchi di quarzo e sanidino, con halloysite ed argille interstratificate in parti uguali, e con un certo contenuto di allofane; in profondità (orizzonte BC_b) scarseggia il quarzo, predomina il plagioclasio tra i feldspati, abbondante è l'halloysite e pochi gli interstratificati, vi è inoltre presenza di allofane.

L'analisi tessiturale mostra un aumento sensibile della frazione argillosa con la profondità, a conferma delle osservazioni formulate nell'esame morfologico.

Per quanto riguarda le indagini chimiche, si riscontra un innalzamento del pH in H₂O in corrispondenza dello stacco litologico, valori intorno a 10 del pH in NaF in tutto il profilo. Il ΔpH assume valori fortemente negativi negli orizzonti inferiori, compiendo un brusco salto nel passaggio tra il Bt ed il BC_b. Tra le basi scambiabili si registra la netta prevalenza di Ca rispetto a K, Mg, Na, mentre il tasso di saturazione ha un andamento irregolare in accordo con le caratteristiche del profilo. Il contenuto in S.O., elevato in superficie, diminuisce progressivamente con la profondità ed il rapporto C/N è indice di una sua lenta mineralizzazione.

Particolarmente significativi risultano i dati relativi all'alluminio in ossalato alla base del suolo; gli alti valori raggiunti da questo elemento in corrispondenza del 2C1_b sono probabilmente da collegare con la presenza di allofane-halloysitica o con la presenza di zeoliti.

La particolare penetrazione colonnare nel substrato di questo suolo sembra favorita dalla presenza di nuclei meno litificati nella roccia. Il fenomeno è osservabile anche in altre località.

Secondo la Soil Taxonomy il pedon 5 può essere classificato come Ultic Hapludalf.

Profile n. 5

<i>Classification</i>	Ultic Hapludalf
<i>Location</i>	vulcano of Vico, Caprarola; north of Rome, Italy; U.T.M. 33T TG 711 904
<i>Topography</i>	slope, mountainous, moderately steep; N.W.: 650 m
<i>Drainage</i>	well drained
<i>Vegetation</i>	forest of chestnut (<i>Castanea Sativa</i>)
<i>Parent material</i>	trachite-phonolitic pyroclastic flow (IV Ignimbrite)
<i>Climate</i>	mean annual rainfall: 1590 mm mean annual temperature: 12.2° C soil moisture regime: udic soil temperature regime: mesic

Description

or.A1	0-4 cm	dark grayish brown (10YR4/2); clay loam; very friable; evident, fine crumb structure; common roots; irregular, clear boundary
or.A2	4-20 cm	yellowish brown (10YR5/4); clay loam; friable; evident, medium crumb and subangular blocky structure; few lapilli; many roots; clear, wavy boundary
or.Bt	20-40 cm	brown (7.5YR5/4); clay loam; firm; evident, medium subangular blocky structure; few lapilli; continuous brown and strong brown (7.5YR4/4) argillans; some mica and sanidine crystals; common roots; clear, smooth boundary
or.2BC _{tb}	40-130 cm	brown and light brown (7.5YR5.5/4); clay; massive; very firm; few fragments of lava; thick, dark brown (7.5YR3/4) and dark reddish brown (5YR3/4) argillans along cracks and in pores; few roots; gradual, irregular boundary
or.2C1 _b	130-160cm	brownish yellow (10YR6/6); sandy loam; friable; massive; weathered pumices; some root; diffuse boundary
or.2C2 _b	160-260cm	like C1; yellow (10YR8/6); very friable
or.2R	>260cm	trachite-phonolitic pyroclastic flow rich in pumices

ANALYTICAL DATA

Horizon	A1	A2	Bt	2BC _{tb}	2C1 _b	2C2 _b
Depth (cm)	0-4	4-20	20-40	40-130	130-160	160-260
Texture (%)						
coarse sand	14.4	18.8	17.1	10.4	53.9	50.1
fine sand	16.0	18.5	12.1	7.5	23.8	21.5
silt	38.3	35.1	39.8	36.5	15.0	25.9
clay	31.3	27.6	31.0	45.6	7.3	2.5
pH (H ₂ O)	6.4	5.7	6.4	6.7	6.4	6.2
pH (KCl)	5.3	4.1	4.6	4.5	4.0	4.5
pH (NaF)	9.9	9.9	10.0	10.3	9.5	10.9
C (%)	5.11	2.02	1.24	0.93	0.01	0.57
O.M. (%)	8.81	3.49	2.15	1.60	0.02	0.98
N (%)	0.52	0.22	0.15	0.12	n.d.	0.07
C/N	17	16	14	13	n.d.	14
Ex. Bases (meq/100g)						
Ca	12.2	5.4	6.0	6.5	24.1	1.6
Mg	7.0	4.0	4.8	4.0	6.9	0.7
Na	0.9	0.9	0.8	1.5	2.7	2.0
K	3.3	1.6	1.8	2.7	13.5	4.5
Ex. acidity (meq/100g)	15.0	15.0	10.0	15.0	7.5	20.0
C.E.C. (meq/100g)	38.4	26.9	23.3	29.7	54.7	28.8
Base sat. (%)	61	44	57	50	86	30
Fe _a (%)	n.d.	0.07	0.07	0.04	0.03	n.d.
Fe _s (%)	n.d.	0.07	0.71	0.35	0.41	n.d.
Al _s (%)	n.d.	0.28	0.24	0.68	2.30	n.d.
Al _p (%)	n.d.	0.06	0.28	0.05	0.08	n.d.

CONSIDERAZIONI GENERALI SUI SUOLI DELLE COLATE PIROCLASTICHE

Non essendoci suoli sulla prima colata piroclastica ed avendo una limitata estensione l'affioramento della seconda, l'interesse è concentrato sulle due colate che coprono, con le loro diverse facies, gran parte del territorio studiato.

La terza colata, la più estesa, presenta una maggiore uniformità di suoli, mentre la quarta, sebbene meno estesa, grazie ad una maggiore variabilità di facies, sostiene suoli abbastanza eterogenei.

Fatta questa premessa generale, definiremo i caratteri dei suoli delle colate in successione cronologica, partendo quindi dalla seconda, per tentare infine una sintesi degli effetti che la natura della roccia ha sulla pedogenesi.

La seconda colata è di composizione trachitica ed ha un aspetto che ricorda le ignimbriti. Poiché essa affiora in aree molto limitate e non si possono confrontare pedogenesi in condizioni climatiche differenziate, non si può escludere che i caratteri del suolo siano dovuti più all'azione del clima che alla natura della roccia.

I caratteri di andicità sono così poco evidenti che i suoli sono classificabili come Dystric Xerorthents, se molto erosi, o Typic Xerumbrepts se riescono a raggiungere e superare i 50 cm di profondità.

Poiché la roccia è molto povera in basi, i suoli mostrano bassi valori di saturazione. L'alluminio amorfo non raggiunge il valore di 0.4% sufficiente per entrare negli Andisuoli (Circolare n. 6 ICOMAND, 1984) e l'alluminio di scambio ha tenori decisamente bassi. L'argilla misurata è molto elevata nell'orizzonte profondo (40%) del typic Xerumbrept selezionato (pedon 19) e almeno il doppio dell'argilla misurata in superficie. Poiché l'evidenza di andicità è bassa (Al_c con valore di 0,49; strutture grumose in superficie e tendenti alla poliedrica angolare in profondità; S.O. che cala rapidamente con la profondità; pH elevato; presenza di Al scambiabile; bassa ritenzione in fosfati; densità apparente superiore a 1), si deve supporre che l'argilla sia migrata, ma mancano evidenze nel profilo che lo indichino.

Sebbene la roccia sia apparentemente molto porosa, il fronte di alterazione è netto; questa caratteristica si può imputare ad una bassa velocità di approfondimento del suolo non dipendente dalla compattezza della roccia.

Sulla terza colata piroclastica ci sono molti suoli erosi o fortemente erosi, ci sono suoli profondi e ci sono suoli sepolti da arrivi successivi, non necessariamente piroclastici, nei quali sono sempre evidenti la genesi e la migrazione di argilla.

La roccia è sempre compatta e contiene zeoliti, che danno rapidamente fillosilicati. Questo è l'effetto roccia più importante che si nota. L'effetto del clima dipende dalla durata del periodo asciutto, alla maggior lunghezza del quale corrispondono strutture prismatiche più evidenti. L'effetto della morfologia è particolarmente evidente sul plateau dove i suoli presentano idromorfia, un maggior spessore e limiti inferiori più gradualità.

Tutti i caratteri analitici e descrittivi dei suoli che si evolvono su questo tipo litologico indicano caratteri di andicità deboli anche a quote elevate, ma

sempre *genesi e migrazione di argilla*. Per cui le fasi erose sono state classificate come Xerochrepts e i profili tipo come Xeralfs.

I colori degli orizzonti argillici sono più rossi in substrati a facies caotiche, ma è probabile che ciò sia dovuto a fenomeni di litocromia; infatti la matrice dei lembi agglomeratici associati alla terza colata piroclastica è sempre più rossa che in tutti gli altri depositi dell'apparato.

Al contrario della terza colata piroclastica, che ha una morfologia pressoché tabulare, la quarta ha un aspetto superficiale ondulato. Quando le pendenze si attenuano è possibile trovare suoli con evidenti fenomeni di migrazione di argilla (pedon 16), mentre in genere essi sono sottili e con caratteri più legati alla penetrazione della sostanza organica che alla *genesi di argilla cristallizzata*.

I caratteri andici sono fortemente depressi e ciò potrebbe anche essere imputato al fatto che le facies più vetrose della quarta colata (pedon 9) si trovano in genere a quote molto basse e quindi soggette ad una stagione asciutta prolungata.

Ove la roccia è più compatta (pedon 29), come per i depositi della terza colata, si ha una forte produzione di argilla cristallizzata già nelle pomici (alcune di queste sono completamente trasformate in halloysite) ed i suoli manifestano migrazione di argilla.

Questi ultimi sono stati classificati come Ultic Hapludalfs o Ultic Haploxeralfs secondo che si trovino sopra o sotto i 500 metri circa di quota. I suoli sepolti della quarta colata (pedon 5), così come lo erano quelli della terza, sono sempre dei lisciviati in argilla.

Una cosa è certa, che i suoli sulle colate piroclastiche non presentano evidenze di andicità a meno che si trovino in situazioni rese dubbie da coperture piroclastiche ed oltre i 600 metri di quota (pedon 53 e 54, LULLI et al. 1985).

Nel pedon 54 si osserva che la colata sepolta manifesta migrazione di argilla lungo le fessure verticali, subito sotto il contatto litologico con i depositi piroclastici soprastanti. Il che sta ad indicare che la *genesi di argilla è imputabile al deposito anche quando il pedoambiente (790 m s.l.m., sottoforesta) tende ad esaltare i caratteri di andicità*. Il suolo infatti si trova entro la fascia degli Andisuoli.

In sintesi si può dire quindi che le colate piroclastiche indirizzano la pedogenesi verso una depressione dei caratteri di andicità. Nel caso delle facies più compatte (terza colata e parte della quarta) non ci sono dubbi. Le facies più tenere invece possono presentare delle difficoltà di interpretazione ma, anche quando quest'ultime si trovano in ambiente udico, i caratteri andici sono fortemente depressi. Tale fenomeno indica la naturale tendenza delle colate piroclastiche alla *genesi di argilla cristallizzata*.

Al contrario, quando le facies tenere sono in ambiente decisamente xerico, sono depresse le evidenze di migrazione di argilla anche se i caratteri di andicità non raggiungono i livelli richiesti per gli Andisuoli.

Tuttavia le composizioni granulometriche indicano un'alta concentrazione di argilla misurata e, in qualche caso lontano, dall'effetto di protezione della sostanza organica, traslocazione: come nel caso degli argillans del pedon 16

che si immergono nell'orizzonte di alterazione.

Allora si può pensare che l'effetto andico legato alle matrici vetrose delle colate piroclastiche più tenere sia dovuto all'azione della sostanza organica che rallenta in qualche modo la migrazione di argilla anche se non sembra impedirne la genesi. Se si tratta di un effetto andico, questo certamente non risulta evidente dai parametri misurati secondo i criteri diagnostici dell'ICOMAND.

Poiché la composizione delle colate piroclastiche della Provincia Romana si avvicina a molte rocce della stessa origine in altri vulcani italiani (Vulture, Roccamorfinna, ecc.) e poiché salvo rari casi, le colate piroclastiche si trovano in ambienti xerici e termici, le osservazioni fatte a Vico possono essere estese almeno a buona parte della penisola italiana.

Riassumendo, sulle colate piroclastiche l'effetto roccia si manifesta in due modi: se la roccia è compatta, genesi e migrazione di argilla cristallizzata; se invece la roccia è tenera, genesi di argilla senza evidenza di migrazione.

RIASSUNTO

L'apparato vulcanico di Vico comprende quattro colate piroclastiche di età e modalità di deposizione diverse. Su alcune di queste colate i suoli si sono formati entro un intervallo climatico, dai 100 ai 700 metri circa sul livello del mare, che determina variazioni di tipologia.

In questo lavoro si dimostra come sui suoli di queste colate piroclastiche si determini la neogenesi di argilla cristallizzata anche se variano le altre condizioni di evoluzione. E si ipotizza inoltre un effetto roccia nel condizionare la migrazione dell'argilla nel profilo.

SUMMARY

The volcano of Vico emitted four pyroclastic flows, each having different age and characteristics of deposition. On some of these flows the soils are forming between a climatic range, from 100 to 700 meters on sea level, which influence their typology.

The AA demonstrate that the soils developed on pyroclastic flows always have genesis of crystallized clay, also when the other condition of pedogenesis change. Moreover they suppose an effect of rock in the movement of the clay through the soil profile.

RESUME

Dans le volcan de Vico on trouve quatre coulées pyroclastiques d'âge et de façon de déposition différent: Sur certaines de ces coulées les sols se sont formés dans un intervalle climatique, entre 100 et 700 m, qui détermine des changements de typologie.

Dans ce travail on essay de montrer que dans les sols de ces coulées pyroclastiques on a la néogenèse d'argile même si on a des variations dans les conditions d'évolution et on suppose aussi un effet de la roche sur la migration d'argile dans les profiles.

BIBLIOGRAFIA

- BIDINI D., DABIN B., LORENZONI P., LULLI L., QUANTIN P., RAGLIONE M. (1984): *The soils of Vico, an extinct volcano to the North of Rome, and example of the most typical Italian pedogenesis on volcanic materials*. Atti Con. Int. Volcanic Soils. Tenetife (Islas Canarias).
- BIDINI D., DE CAROLIS M.G. (1984): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). II. Aspetti della ritenzione in fosforo in suoli a diverso grado di andicità*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XV: 111-120.
- BIDINI D., DABIN B., DE CAROLIS M.G., LORENZONI P., LULLI L., MADONIA M., QUANTIN P., RAGLIONE M. (1985): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. V. Memorie della carta dei suoli della Caldera*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XVI:xxx.
- ICOMAND (1984): *Circular letter n. 6*. New Zealand Soil Bureau, Lower Hutt
- LORENZONI P., LULLI L., RAGLIONE M. (1984): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). I. Indagine preliminare sui principali fattori ambientali*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XV: 81-110.
- LULLI L., BIDINI D., ARRETINI A. (1978): *Guida escursione-dibattito sui suoli dei vulcani Roccamonfina e Vulture*. Centro Studio Genesi, Cartogr. Classifi., Univ. Firenze, C.N.R., pub. n. 51, pg. 96.
- LULLI L., BIDINI D. (1980): *A climosequence of soils from tuffs on slopes of an extinct volcano in southern Italy*. Geoderma, (24): 129-142.
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P. (1983): *Etude de deux sols andiques dérivé de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 1. Environnement, morphologie et caractères des constituents minéraux*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1: 27-43.
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P. (1983): *Etude de deux sols andiques dérivé de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 2. Formes de la matière organique et du phosphore; interprétation générale*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1:45-61.
- LULLI L., BIDINI D., QUANTIN P., LORENZONI P., RAGLIONE M. (1985): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. III. Andisuoli e Suoli Bruni Andici*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. VXVI:xxx.
- QUANTIN P., DABIN B., BOULEAU A., LULLI L., BIDINI D. (1985): *Characteristics and genesis of two Andosols in Central Italy*. Catena Supplement 7:107-117.
- U.S. SOIL SURVEY STAFF (1975): *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey*. Agriculture Handbook n. 246.

STUDIO PEDOLOGICO DELL'APPARATO VULCANICO
DI VICO (LAZIO)

V - MEMORIE DELLA CARTA DEI SUOLI DELLA CALDERA

D. BIDINI*, B. DABIN**, M.G. DE CAROLIS***, P. LORENZONI****
L. LULLI*****, M. MADONIA***, P. QUANTIN**, M. RAGLIONE****

PREMESSA

Da diversi anni l'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, in collaborazione con l'ORSTOM svolge ricerche sui suoli dell'apparato vulcanico di Vico.

La Caldera di Vico è stata scelta per comprendere l'evoluzione e la distribuzione dei suoli in un ambiente geograficamente ben delimitato e caratterizzato da condizioni microclimatiche particolarmente umide.

L'ambiente naturale è relativamente conservato, infatti la quasi totalità dell'area presa in esame è tutelata da una Legge Regionale (n. 47 del 28/9/1982) che istituisce la Riserva Naturale «Lago di Vico». Per questa area è stato effettuato un rilevamento seguendo i criteri del free-survey. I suoli sono stati classificati secondo la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975, USDA) considerando la proposta ICOMAND (International Committee on the Classification of Andisols) che propone l'istituzione nella Soil Taxonomy dell'ordine degli Andisuoli, in sostituzione del sottordine degli Andepts. Le analisi, eseguite sui profili scelti, sono quelle richieste dalla Soil Taxonomy (Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Samples, 1972) e quelle proposte dall'ICOMAND (Circular Letters n. 5 del 1983; n. 6-7 del 1984).

In appendice è riportata l'ultima proposta di classificazione degli Andisuoli con la definizione di andicità che è stata usata in tutta questa serie di lavori sui suoli che derivano da materiali vulcanici. È riportata anche la metodologia per la definizione della quantità di vetro vulcanico nella frazione sabbiosa.

* Sezione di Chimica del Suolo

** O.R.S.T.O.M. - Parigi

*** Laureandi

**** Sezione di Conservazione del Suolo

***** Sezione di Genesi Classificazione e Cartografia del Suolo

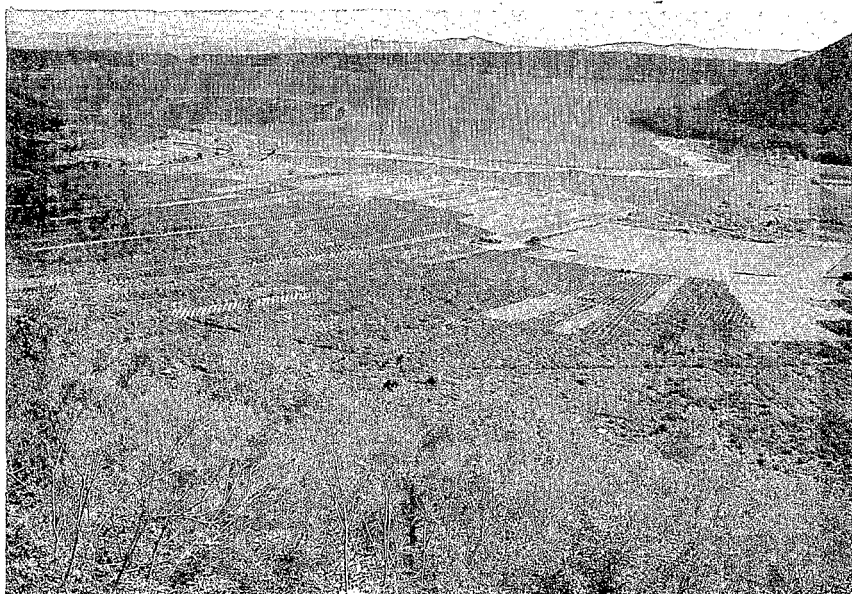


Fig. 1 — Il lago della caldera di Vico con la zona paludosa e gli ampi terrazzi lacustri occupati dai noccioleti.

L'AMBIENTE

Morfologia

La Caldera di Vico si colloca nell'alto Lazio e si estende tra $42^{\circ} 22' - 42^{\circ} 18'$ lat. Nord e $0^{\circ} 14' - 0^{\circ} 19'$ long. Ovest rispetto al meridiano di M. Mario. La parte più depressa è occupata dal lago omonimo (Fig. 1) con superficie di $12,1 \text{ km}^2$, quota a pelo d'acqua di 510 m s.l.m. , profondità massima di 50 m . Esso comunica con l'esterno per mezzo di un emissario artificiale, risalente al XVI secolo, che confluisce nel Fosso Vicano, affluente del F. Treia, facente parte del bacino del F. Tevere. L'edificio calderino raggiunge le quote più elevate a M. Fogliano (965 m s.l.m.) ed a Poggio Nibbio (869 m s.l.m.); le pareti interne si presentano piuttosto ripide ed incise in senso radiale. Alla base spessi depositi colluviali formano una fascia quasi continua di raccordo con i sottostanti terrazzi lacustri. L'origine di questi ultimi è da ricondurre a successivi affondamenti del livello del lago. Al di sotto dell'ultimo terrazzo sono presenti a tratti, ma specialmente nella zona verso nord, aree paludose la cui estensione è dipendente dalle variazioni altimetriche del pelo dell'acqua. All'interno della Caldera, verso nord-est, è presente l'edificio di costruzione di M. Venere, di forma pressoché conica, che raggiunge quota 838 m s.l.m. . Anch'esso presenta

versanti ripidi, ma debolmente incisi. Alla sua base sono riconoscibili caratteristici depositi radiali (fans) di sedimenti fini, in concomitanza con le principali incisioni.

Geologia

Vico è un tipico vulcano-strato con caldera centrale di sprofondamento. L'attività è iniziata circa 0,99 M.A. (dati AGIP inediti) con l'emissione di lave, a cui hanno fatto seguito episodi lavici, tufacei e piroclastici alterni, di composizione trachitico-fonolitica. Il ciclo effusivo principale è culminato con lo sprofondamento di parte dell'edificio vulcanico, con conseguente formazione di una caldera ed emissioni di prodotti di tipo magmato-freatico. Successivamente (< 0,09 M.A.) si è avuta una ripresa delle manifestazioni effusive con l'emissione di piccole colate laviche e prodotti piroclastici che hanno generato il cono intracalderico di M. Venere.

Clima e pedoclima

L'assenza di stazioni termopluviometriche all'interno della caldera di Vico ha comportato l'utilizzo di dati provenienti da aree esterne (LORENZONI ed Al. - 1984) opportunamente elaborati ed estrapolati per quote superiori a 500 m s.l.m.. In base a tali informazioni è stato possibile definire il clima della zona oggetto del rilevamento pedologico mediante la seguente formula climatica (THORNTHWAITE C.W., MATER J.R. - 1957): $A B' r b_4$; Perumido (A), Primo mesotermico (B'), senza deficienza idrica (r), con concentrazione estiva dell'efficienza termica relativamente bassa (b_4). Per quanto riguarda la stima del regime idrico dei suoli, necessario per la loro classificazione secondo la S.T., è stato usato il metodo proposto da P. Billaux (1978). Considerando valori di AWC prossimi ai 200 mm si sono avuti costantemente regimi di tipo «udico».

Vegetazione ed uso del suolo

La vegetazione presente sulla caldera è in diretta correlazione con l'esposizione dei versanti. Nelle aree esposte a Sud sono presenti cerrete coetanee abbastanza giovani, mentre in quelle rivolte ad Ovest predominano cedui castanili con fitto sottobosco. Quest'ultimi appartengono alla specie submontana mediterranea, tipicamente mesofila per temperature e umidità. I versanti rivolti a Nord e a Est sono occupati principalmente da boschi di faggio che qui rappresenta uno dei più cospicui relitti vitali della foresta oceanica mesofita che verso l'anno 600 a.C. si estendeva in continuo dalla Toscana sino alle porte di Roma (MONTELUCCI, 1956). I terrazzi lacustri più bassi sono quasi interamente coltivati a nocciolo, mentre su alcuni dei lembi più alti si rinviene il castagno da frutto (Fig. 2).

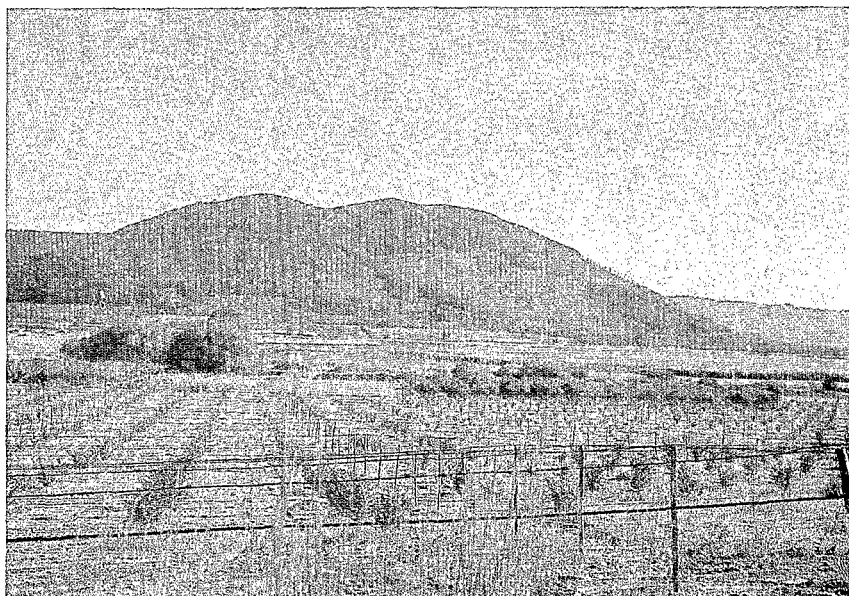


Fig. 2 — Uno dei nocciolieti specializzati diffuso all'interno della caldera di Vico. Sullo sfondo il monte Venere ricoperto da fagete e quercete.

LE UNITÀ PEDOLOGICHE

Unità A

Tra la valle di Vico (settore NW della caldera) e il lago si rinviene un'area palustre, che sino a 40 anni fa era permanentemente coperta dalle acque del lago.

Attualmente il periodo di sommersione si limita alla stagione invernale e in parte primaverile. La quota media corrisponde quasi a quella del livello del lago: circa 512 m s.l.m.

Depositi cineritici lacustri costituiscono il materiale originario di questi suoli che si presentano con un sottile orizzonte A (4 cm), un orizzonte B a gley e un orizzonte C permanentemente saturato d'acqua (Fig. 3, a). Il colore allo stato umido è bruno grigiastro, mentre l'orizzonte C, se asciutto, assume un tipico colore bianco (10 YR 8/1) dovuto alle cineriti. Profondi, a struttura grumosa, e tendente alla lamellare per compattazione da pascolo nell'orizzonte A e poliedrica angolare grossolana nel Bg, con alti contenuti in carbonio (3-6%) nel B, acidi e idromorfi, (Mg 4.98 meq/100 g nel C) questi suoli presentano deboli screziature, un pH in NaF intorno a 8.5, una percentuale di alluminio

in ossalato sempre inferiore a 0.4, un altissimo contenuto di argilla granulometrica (66.5% nel B, 62.9% nel C), anche se all'analisi microscopica si registrano contenuti in vetro maggiori del 30%.

I suoli sono stati classificati come ANDIC HAPLAQUEPTS.

Unità At

I suoli che si sono evoluti sui terrazzi lacustri si possono inserire in una unità che, come l'unità L e l'unità C, ha un andamento a fascia. Lungo i bordi del lago la larghezza di questa fascia non è costante, infatti da molto stretta sotto M. Fogliano si espande notevolmente nella Valle di Vico.

I limiti altimetrici vanno dai 510 m sino ai 540 m s.l.m.; l'uso del suolo è rappresentato essenzialmente da nocioleti specializzati.

In linea di massima i suoli si presentano a profilo AC vicino al lago e con B cambico nelle zone più distali.

I materiali originari sono costituiti da tufiti incoerenti che si presentano a volte grossolane (sabbie) a volte fini (cineriti) (Fig. 3, e, f).

L'unità è stata divisa in quattro sottounità (At_1 , At_2 , At_3 , At_4) per evidenziarne l'appartenenza ai vari episodi di terrazzamento.

I suoli più frequenti in questa unità sono di colore da bruno scuro a bruno giallastro scuro, profondi, a tessitura da sabbiosa a franco limosa, con struttura grumosa tendente talora a poliedrica angolare negli orizzonti più superficiali e poliedrica subangolare nell'orizzonte B. Il drenaggio da buono nei terrazzi alti diventa più lento in quelli bassi sino ad evidenziare una fase At_1 in cui si manifestano caratteri di idromorfia dove la falda si trova a scarsa profondità (circa un metro) anche in estate. Essi presentano liberazione di ferro; contenuto in carbonio negli orizzonti superficiali, dall'1 al 2%; subacidi; densità apparente superiore a 1; valori della capacità di scambio cationica non molto elevati, considerando che c'è una presenza di vetro che supera sempre il 30%; pH in NaF intorno a 9; percentuale di alluminio in ossalato inferiore a 0.4.

I suoli si classificano come ANDIC DYSTROCHREPTS e molto subordinatamente ANDIC HAPLUMBREPTS.

Unità Ati

Nelle piccole aree ove prevalgono depositi cineritici si sviluppano suoli a profilo ABC che si diversificano dai precedenti soprattutto per l'alto contenuto in argilla (27%-29%) lungo tutto il profilo; carattere quest'ultimo che influisce soprattutto sul drenaggio, che risulta più lento ed a conferma del quale intervengono gli alti valori del contenuto in magnesio trovati nell'orizzonte C.

I suoli sono stati classificati come ANDIC AQUIC DYSTROCHREPTS.

Unità C

Nelle aree di raccordo tra le pareti della caldera e i terrazzi lacustri si rileva un insieme di suoli con caratteri costanti. L'unità cartografica che ne deriva costituisce una stretta fascia quasi continua.

Il limite altimetrico inferiore è sui 530 m s.l.m., mentre quello superiore, è variabile ed è correlato direttamente alla acclività del versante; comunque esso si aggira intorno ai 600 m s.l.m..

La copertura vegetale è quasi sempre di tipo boschivo, con faggio nei versanti rivolti a Nord e ad Est, cerro in quelli a Sud e ceduo di castagno in quelli ad Ovest. Nelle aree meno acclivi sono presenti sia castagneti da frutto che nocioleti abbandonati.

I materiali su cui si originano questi suoli sono costituiti da depositi colluviali provenienti dalle soprastanti pareti.

Il regime idrico è sempre udico, ma con una stagione asciutta più marcata rispetto all'unità L.

L'abbassamento in quota ed il tipo di materiale danno luogo a suoli nei quali il processo di andisolizzazione si attenua, e in alcuni casi la brunificazione diventa il processo genetico predominante (pedon 102).

Questa unità quindi è comprensiva di tipi pedologici nei quali si possono conservare caratteri andici, perché composti soprattutto da materiali finemente suddivisi, unitamente ad altri con evidente argillificazione (Fig. 3, c).

Le fasi andiche presentano le seguenti caratteristiche: colore bruno scuro, buona profondità; tessitura tendenzialmente franca; struttura granulare degli orizzonti superficiali; drenaggio buono; contenuto in carbonio, che oscilla dall'1,5 all'11%; subacidi, densità apparente intorno a 0.8; buona capacità di scambio cationica; contenuto in vetri superiore al 30%, pH in NaF intorno a 10; percentuale di alluminio in ossalato intorno a 1 e percentuale di ritenzione in fosfato di circa il 77%.

I suoli sono stati classificati come TYPIC HAPLUDANDS.

Le fasi brune hanno: colore bruno scuro; buona profondità; tessitura franca argillosa; struttura grumosa negli orizzonti superficiali; drenaggio buono, contenuto in Carbonio che si aggira intorno al 2%; alta presenza di argilla (34% nell'A₁; 25% nel Bw); subacidità; densità apparente superiore a 1; buona capacità di scambio cationica; percentuale di vetri superiore al 30%; pH in NaF intorno a 8.

I suoli sono stati classificati come TYPIC DYSTROCHREPTS.

Unità F

Essa circonda la base di M. Venere e si protende a Sud verso il lago; i limiti altitudinali vanno da circa 516 m a 600 m s.l.m..

L'uso del suolo è costituito quasi interamente da nocioleti specializzati tranne qualche castagneto da frutto e una piccola area esposta a Nord ricoperta

da faggeta.

I suoli di questa unità si evolvono su materiali di tipo piroclastico eruttati da M. Venere e rimaneggiati da processi erosivi di versanti. In accordo con il loro meccanismo di deposizione i più lontani dal centro di emissione (M. Venere) sono più fini rispetto a quelli prossimi al monte.

Vi si individuano essenzialmente due tipi di suolo, il primo meno diffuso, si rinviene sotto copertura boschiva (faggio) e presenta caratteristiche spiccatamente andiche. Di colore bruno scuro; profondo; a tessitura franca; struttura grumosa negli orizzonti superficiali; a drenaggio rapido; ad alta capacità di ritenzione idrica; con contenuto in carbonio di circa il 5%; subacido; con densità apparente di 0.8; ad alta capacità di scambio cationica (50 meq/100 g di suolo all'orizzonte A; 30 meq/100 g di suolo all'orizzonte B) con pH in NaF intorno a 11; con percentuale di alluminio in ossalato tra 1.5 e 2.7; e ritenzione dei fosfati che oscilla dall'86% all'82%, con percentuale in vetri maggiore di 30, esso è stato classificato come TYPIC HAPLUDANDS.

Il secondo tipo, che giace sotto coltivi di nocchieleto specializzato, presenta un colore più chiaro, un contenuto in carbonio più basso (1%) ed una quantità di argilla molto più elevata. Quest'ultimo carattere in particolare mostra che questi suoli, pur conservando alcune proprietà andiche (elevate percentuali di vetro, bassa densità apparente, alluminio intorno al 2%) sono interessati da processi di brunificazione che li hanno fatti classificare come ANDIC HAPLUMBREPTS.

Nella rappresentazione cartografica al simbolo F dell'unità vengono fatti seguire numerazioni (1, 2, 3) non correlate con i tipi di suolo, ma indicanti unità morfologiche diverse.

Unità Fe

Comprende i suoli dell'unità F nei quali per vari motivi è stata distrutta la copertura vegetale, innescando vistosi fenomeni di erosione. In alcuni casi si nota la completa asportazione degli orizzonti superficiali.

I suoli sono classificati come ANDIC HAPLUMBREPTS.

Unità L

I suoli presenti sull'orlo e sui versanti interni della caldera, possono essere compresi in una grande unità che, ad eccezione del settore orientale, si estende su tutte le pareti. I limiti altimetrici dell'unità oscillano dai 600 m s.l.m. ai 965 m s.l.m. (sommità di M. Fogliano) e le coperture vegetali sono rappresentate da boschi di cerro e faggio.

Questi suoli di tipo ABC si sono formati su lave leucitiche, spesso ricoperte da materiale piroclastico. L'andisolizzazione, legata alla presenza di mate-

riali amorfi, è il processo genetico dominante e conferisce ai suoli le seguenti caratteristiche: colore nero o comunque molto scuro; elevato spessore; tessitura franco sabbiosa; struttura degli orizzonti superficiali di tipo granulare; drenaggio rapido; alta capacità di ritenzione idrica; alti contenuti in carbonio intorno all'8% lungo tutto il profilo; subacidi; densità apparente inferiore a 0.9; alta capacità di scambio cationica; pH in NaF superiore a 11; percentuale di alluminio in ossalato tra 2.2 e 4.4; ritenzione di P_2O_5 intorno al 90-96%.

In questo contesto i rapporti biunivoci tra assetto vegetazionale e tipo di suolo si trovano in un delicato equilibrio. Infatti l'andisolizzazione è possibile in ambienti permanentemente umidi o quando la copertura boschiva li protegge dal disseccamento. La permeabilità e la capacità idrica che ne conseguono consentono di avere suoli profondi nonostante le elevate pendenze e la facile erodibilità di questi materiali.

L'alta fertilità di questi suoli, insieme alle caratteristiche del luogo, consentono sia la presenza delle faggete a basse quote, sia i rapidi accrescimenti del cerro e soprattutto del castagno che qui raggiunge le massime produzioni legnose per l'Italia.

I suoli di questa unità sono stati classificati come TYPIC MELANUDANDS.

Unità Le

Questa Unità si presenta discontinua e si colloca per lo più nelle incisioni ad andamento radiale dei versanti, dovuta ad una severa erosione idrica incanalata.

Le caratteristiche dei suoli non si discostano da quelli dell'unità L se non per la minore profondità e minor contenuto in carbonio (5% negli orizzonti superficiali). Sono stati classificati come ENTIC MELANUDANDS.

Unità Ls

Si localizza nella parte sommitale di M. Fogliano, dove le piroclastiti dell'attività finale dell'apparato, date le lievi pendenze, si sono maggiormente conservate.

In quest'area il clima tende a diventare perumido con temperatura media annua di 10°C e piovosità di 1917 mm.

I suoli sono andosuoli «tipici» (Duchaufour), ma a causa delle condizioni climatiche fresche presentano processi di criptopodzolizzazione (*Fig. 3, a*) Sono stati classificati come ALLIC FULVIUDANDS.

Unità P

Si localizza sull'orlo orientale della caldera.

L'altitudine dei rinvenimenti oscilla dai 720 m s.l.m. agli 839 m s.l.m. (Poggio Gallesano) anche se in una piccola area del settore Nord della Caldera raggiunge i 560 m s.l.m.

Anche questa unità è solcata da profonde incisioni dovute alla naturale canalizzazione delle acque piovane causa le elevate pendenze dei versanti.

La vegetazione è per lo più a ceduo castanile con alcuni lembi a prato e altri a cerro misto a nocciolo.

Il suolo si evolve su piroclastiti cementate (tufi) che, anche se scarsamente rappresentate nella caldera, affiorano in vaste aree dell'apparato vicano.

L'andosolizzazione è il processo genetico preponderante, ma a differenza di quanto avviene nell'attigua unità L, esso non si manifesta con caratteri così netti. Le piroclastiti sembrano essere infatti meno ricche in materiali vetrosi rispetto alle lave leucititiche, ed è forse questo il motivo in cui non si riscontrano suoli con caratteri melanici (Fig. 3, b).

A profilo di tipo ABC, questi suoli hanno colore bruno scuro; sono profondi; presentano tessitura franca; struttura grumosa in superficie e poliedrica subangolare nell'orizzonte B; drenaggio rapido; buona ritenzione idrica; contenuto in carbonio che oscilla dal 2,5 al 6%; subacidi; densità apparente intorno a 1. L'alta capacità di scambio cationica è in accordo con le proprietà anche dei suoli, il pH in NaF è sempre superiore a 9, l'alluminio in ossalato è intorno all'1,2%, la percentuale dei vetri superiore al 30.

I suoli sono stati classificati come TYPIC HAPLUDANDS.

Unità Pe

Si individua in piccole aree particolarmente acclivi ed i suoli mantengono le stesse caratteristiche dell'unità P, ma hanno un minor contenuto in Carbonio (4%) e un minor spessore degli orizzonti superficiali.

I suoli sono stati classificati come ENTIC HAPLUDANDS.

Unità P-L - Complesso Poggio S. Rocco

Si localizza nei versanti interni della caldera esposti a Ovest ed è composta da suoli appartenenti sia all'unità L che all'unità P, non separabili cartograficamente.

Unità Pe-Le

Fase erosa del complesso Poggio S. Rocco.

Unità V

Essa si trova su gran parte delle pendici di M. Venere, ed è compresa tra i 600 e gli 836 m s.l.m. dalla sommità di M. Venere.

Può essere suddivisa dal punto di vista vegetazionale in due settori: il versante rivolto a Sud occupato da ceduo di cerro e il versante esposto a Nord ricoperto da faggeta.

I suoli di questa unità si rinvencono su pendenze elevate (40%-60%) e sono di tipo ABC.

Il loro processo pedogenetico è influenzato dal substrato, composto sia da lave che da materiale piroclastico, anche se è soprattutto a carico di quest'ultimo che i suoli si sono evoluti. Le piroclastiti di ricoprimento, emerse dal parossismo finale di M. Venere, sono ricchissime di materiali amorfi, come già è stato evidenziato nell'unità L.

I suoli si presentano profondi; di colore bruno giallastro; con tessitura tendenzialmente franca; a struttura grumosa negli orizzonti superficiali; subacidità con contenuti di carbonio che nelle aree dove il bosco non subisce interventi antropici (faggeta) raggiunge valori del 12% nei primi 7-8 cm, ma che mediamente è intorno al 5%. Essi hanno una densità apparente minore di 0.8; alta capacità di scambio cationico; pH in NaF sempre superiore a 9; percentuale di alluminio in ossalato tra 2,7 e 3,4; la ritenzione di fosfati è intorno all'82%; la percentuale in vetri superiore al 30, a conferma della presenza di materiali amorfi.

Il drenaggio è rapido, ma l'unità è soggetta ad incisioni piuttosto profonde dovute alla canalizzazione delle acque per l'elevata pendenza.

I suoli sono stati classificati come TYPIC HAPLUDANDS.

Unità Ve

Si localizza negli impluvi ed in generale sulle superfici più erose. Permangono i caratteri di andicità, come nell'unità V, ma scompare il carattere tipico a favore di forme entiche. Contenuto in Carbonio inferiore al 5%.

I suoli sono stati classificati come ENTIC HAPLUDANDS.

Unità Vs

Si estende alla sommità del cono di M. Venere in un'area che, benché si presenti inclinata, ha pendenze che raggiungono valori inferiori rispetto al resto dell'unità V. Ciò consente la formazione di suoli con orizzonti superficiali più profondi e questa è l'unica differenziazione rispetto ai precedenti, in quanto tutti gli altri caratteri permangono uguali.

I suoli sono stati classificati come TYPIC HAPLUDANDS.



a)



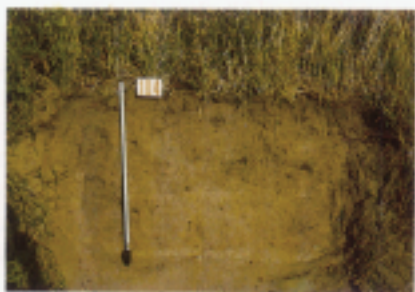
b)



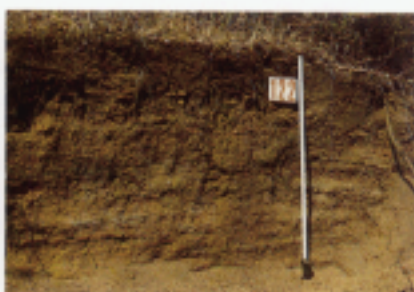
c)



d)



e)



f)

Fig. 3 — I suoli più importanti che si trovano nella caldera di Vico: a) l'Andisuolo con caratteri podzolici di Mt. Fogliano (unità L_a); b) l'Andisuolo sui tufi (unità P); c) Il Suolo Bruno Andico dei colluvi (unità C); d) Il Suolo Bruno Idromorfo delle aree palustri (unità A); e, f) I suoli Brunici dei terrazzi lacustri, sui quali dominano le fasi grossolane (e) con alternanza di fasi fini (f) unità At).

CONCLUSIONI GENERALI SUI SUOLI DELLA CALDERA

Le unità cartografiche descritte sono state suddivise in base alla morfologia e alla litologia in considerazione del fatto che i suoli della caldera di Vico si differenziano nei loro caratteri genetici principalmente in funzione della roccia e delle forme. Tuttavia altri fattori di genesi, quali l'uomo e la vegetazione, saranno messi in evidenza in quelle unità nelle quali essi acquistano particolare peso sulla genesi dei suoli.

I suoli che si evolvono in parete sono interessati dal processo genetico di andisolizzazione. Affinché si formi un Andisuolo è indispensabile un substrato pedogenetico ricco di materiali vetrosi ed un pedoclima costantemente umido. Condizioni queste che si ritrovano, con modalità di espressione diverse, nelle unità cartografiche delle pareti interne della caldera: unità L, unità P, unità P-L.

Le lave leucitiche e le ricoperture di piroclastiti dell'unità L risultano quelle che danno le forme di andisolizzazione più marcate; ciò è dovuto alla grande quantità di vetro contenuto nella matrice di questi materiali specialmente nelle piroclastiti che, finemente suddivise, risultano particolarmente sensibili alle variazioni climatiche. I suoli che ne derivano hanno un profilo di tipo ABC.

Gli Andisuoli dell'unità L, anche su pendenze elevate, sono sempre profondi. Ciò è conseguenza della loro tipica struttura granulata, che stabile per i legami humus-alluminio, conferisce al suolo un'alta porosità; il rapido drenaggio che ne deriva favorisce la penetrazione dell'acqua in profondità e limita gli effetti dell'erosione.

Nella fase di impluvio, dove maggiore è il potere erosivo delle acque (fase Le) manca la ricopertura di piroclastiti, ma si formano ugualmente Andisuoli, che differiscono da quelli tipici dell'unità L solo per il minore spessore.

Nella fase Ls una migrazione degli acidi fulvici negli orizzonti profondi si associa al processo di andisolizzazione. Tali acidi, essendo instabili e poco condensati, formano chelati con l'alluminio e migrano negli orizzonti inferiori, dando origine al fenomeno di criptopodzolizzazione (LULLI ed Al., 1983).

Nell'unità P il substrato pedogenetico è costituito da tufi che hanno in genere un contenuto in vetro inferiore a quello delle lave leucitiche prima considerate, per cui maggior importanza riveste la presenza di coperture di piroclastiti al fine della estrinsecazione dei caratteri di andicità. Infatti i suoli che si evolvono in questa unità presentano in generale, rispetto a quelli dell'unità L, caratteristiche andiche meno marcate, un contenuto inferiore in sostanza organica, una minore capacità di scambio cationico ed una densità apparente più elevata. Il complesso P-L combina i due tipi di suolo propri delle unità appena descritte.

L'unità V presenta caratteri simili all'unità L. In questo caso le piroclastiti finali sono più rappresentate e danno origine ad Andisuoli molto sviluppati anche nei versanti più «caldi» di M. Venere, dove il microclima più asciutto influisce negativamente sul processo di andisolizzazione.

La fase Ve si ritrova sulle superfici più acclivi dove evolvono forme entiche di Andisuoli.

La fase Vs è caratterizzata da una maggiore profondità del suolo, in relazione alla minore pendenza delle superfici.

Nell'unità C si rinvengono Andisuoli e Suoli Brunì in relazioni complesse. I primi sono localizzati nelle poche aree dove le piroclastiti hanno conservato quelle caratteristiche derivanti dai materiali vetrosi originari, mentre i Suoli Brunì si trovano sulle superfici dove il materiale colluviato è stato rimaneggiato dalle acque.

In queste situazioni la presenza di una breve stagione asiccata, e quindi l'alternarsi del disseccamento e dell'inumidimento del suolo, porta ad un'evoluzione irreversibile dei materiali amorfi verso forme cristalline: si ha così brunnificazione, con neogenesi di argilla di tipo halloysitico.

I suoli che compongono l'unità F si originano da materiali erosi provenienti da M. Venere e ridepositati alla base delle pendici. Questi colluvi si differenziano da quelli delle pareti della caldera (unità C) per la maggior presenza di materiali fini.

I Suoli Brunì sono dominanti e contengono elevate percentuali di argilla granulometrica, anche se permangono alcune caratteristiche andiche. Non si ha generalmente formazione di Andisuoli, anche se è possibile reperire degli esempi su quelle lave leucititiche su cui agisce un microclima particolarmente fresco in dipendenza della copertura vegetale a faggeta che, oltre a confermare la maggiore umidità del pedoambiente, protegge il suolo dal disseccamento superficiale.

L'unità At comprende Suoli Brunì e Suoli Brunì Lisciviati. L'azione rimaneggiatrice delle acque del lago e quella dell'uomo diventano in tale caso i fattori di genesi predominanti. I movimenti delle acque, selezionando i prodotti originari, hanno dato luogo ad un substrato costituito principalmente da depositi sabbiosi, talvolta intercalati a lenti cineritiche.

L'analisi microscopica dei suoli dell'unità At, mostra un elevato contenuto in vetri nella frazione sabbiosa, ma non si raggiungono i valori minimi di alluminio amorfo per definirli Andisuoli. Si può pensare quindi che l'uso agricolo del suolo con continue lavorazioni, favorisca la mineralizzazione della sostanza organica ed impedisca di fatto il processo di andisolizzazione.

Nell'unità At si individua una fase idromorfa Ati laddove la falda acquifera permane per una buona parte dell'anno vicino alla superficie.

I suoli dell'area palustre, unità A, sono poco evoluti e si generano su materiali fini, riconducibili alle lenti cineritiche dell'unità At. La quasi continua saturazione idrica del suolo si manifesta con presenza di Ferro allo stato ridotto; i contenuti di argilla superano il 50% anche se permangono alte quantità di vetri nelle sabbie.

Da quanto detto si può concludere che all'interno della caldera di Vico esiste una variabilità di tipi pedologici, che può essere correlata con una sequenza morfologica, tenendo conto che alla posizione dei suoli nello spazio corrispondono condizioni microclimatiche differenti.

Gli Andisuoli si trovano principalmente sulle pareti della caldera e lungo

le pendici di monte Venere; i Suoli Bruni Andici e i Suoli Bruni Acidi sui depositi colluviali; i suoli Bruni, qualche volta lisciviati, e gli Entisuoli sui terrazzi lacustri; i Suoli Bruni Idromorfi nelle aree depresse palustri.

BIBLIOGRAFIA

- BIDINI D., DABIN B., LORENZONI P., LULLI L., QUANTIN P., RAGLIONE M. (1984): *The soils of Vico, an extinct volcano to the North of Rome, an example of the most typical Italian pedogenesis on volcanic materials*. Atti Con. Int. Volcanic Soils. Tenerife (Islas Canarias).
- BIDINI D., DE CAROLIS M.G. (1984): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). II. Aspetti della ritenzione in fosforo in suoli a diverso grado di acidità*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XV: 111-120.
- ICOMAND (1984): *Circular letter n. 6*. New Zealand Soil Bureau, Lower Hutt.
- LORENZONI P., LULLI L., RAGLIONE M. (1984): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). I. Indagine preliminare sui fattori ambientali*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XV: 81-110.
- LORENZONI P., RAGLIONE M., QUANTIN P., BIDINI D., LULLI L. (1985): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). IV. I suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XVI: 199-226.
- LULLI L., BIDINI D., ARRETINI A. (1978). *Guida escursione-dibattito sui suoli dei vulcani Roccamonfina e Vulture*. Centro Studio Genesi, Cartogr. Classif., Univ. Firenze, C.N.R., pub. n. 51, pag. 96.
- LULLI L., BIDINI D. (1980): *A climosequence of soils from tuffs on slopes of an extinct volcano in southern Italy*. Geoderma, (24): 129-142.
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P. (1983): *Etude de deux sols andiques dérivé de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 1. Environnement, morphologie et caractères des constituents minéraux*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1: 27-43.
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P. (1983): *Etude de deux sols andiques dérivé de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 2. Formes de la matière organique et du phosphore; interprétation générale*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1: 45-61.
- LULLI L., BIDINI D., QUANTIN P., LORENZONI P., RAGLIONE M. (1985): *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. III. Andisuoli e Suoli Bruni Andici*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XVI: 169-198.
- QUANTIN P., DABIN B., BOULEAU A., LULLI L., BIDINI D. (1985): *Characteristics and genesis of two Andosols in Central Italy*. Catena Supplement 7: 107-117.
- U.S. SOIL SURVEY STAFF (1975): *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey*. Agriculture Handbook n. 246.

APPENDICE I

COMMISSIONE INTERNAZIONALE PER LA CLASSIFICAZIONE DEGLI ANDISUOLI (ICOMAND)

Circolare n. 6 - 2 aprile 1984

da: M.L. LEAMY, *New Zealand Soil Bureau*, D.S.I.R., Private Bag, Lower Hutt, New Zealand.

INTRODUCTION

ICOMAND No. 6 summarises the changes to the definition of Andisols, the definitions of andic and vitric soil properties, and the keys to suborders and great groups. For ease of examination, the definitions and keys are once again reproduced in full, but italic type is used to highlight the changes.

DEFINITION OF ANDISOLS

Andisols are mineral soils that do not have an *argillic, spodic or oxic horizon*, unless it is a buried *genetic horizon* having its upper boundary at a depth of 50 cm or more, and which have *andic soil properties throughout a continuous thickness of 35 cm or more beginning at or within 25 cm of the surface*.

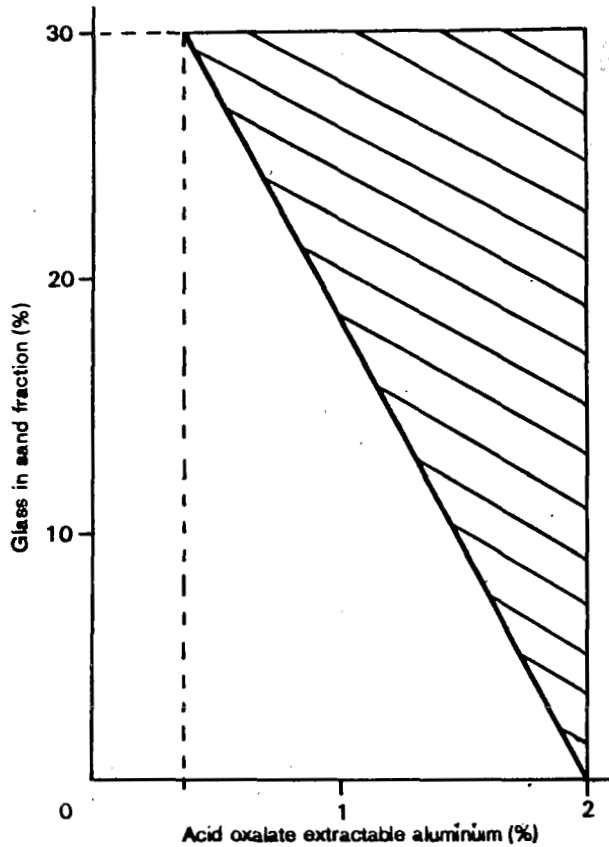
DEFINITION OF ANDIC SOIL PROPERTIES²

The soil material meets *one or more* of the following three requirements:

1. a. Acid oxalate extractable aluminium is 2% or more, or 4 M KOH extractable aluminium is 1.5% or more, and
b. Bulk density of the fine earth, measured in the field moist state, is less than 0.9 g/cm³, and
c. Phosphate retention is more than 85%.
2. a. Acid oxalate extractable aluminium is 0.4% or more, or 4 M KOH extractable aluminium is 0.3% or more, and
b. (1) The sand fraction is at least 30% of the fine earth and there is more than 30% by weight of volcanic glass (or crystals coated with glass) in the sand fraction, or
(2) More than 60% by volume of the whole soil is volcanoclastic material coarser than 2 mm.
3. a. Acid oxalate extractable aluminium is between 0.4% and 2%, or 4 M KOH extractable aluminium is between 0.3% and 1.5%, and
b. The sand fraction is at least 30% of the fine earth, and
c. There is enough glass in the sand fraction that the percentage of glass, when plotted against the percentage of acid oxalate extractable aluminium, gives a point within the shaded area of Figure 1.

1) As defined in Chapter 4 (p. 4-43) of the revised Soil Survey Manual, a buried genetic horizon exists «if the major features of the buried horizon had been established before it was buried. ... Genetic horizons may or may not have formed in the overlying material, which may be either like or unlike the assume parent material of the buried soils».

2) This replaces the previous separate definitions of andic and vitric soil properties.



KEY TO SUBORDERS

- A. Andisols that have an aquic moisture regime or artificial drainage and have one or *both* of the following:
1. a. A histic epipedon, *or*
 - b. At a depth of less than 50 cm or immediately below an epipedon that has colour values, moist, of 3 or less, dominant colours, moist, on ped faces, or in the matrix if peds are absent, as follows:
 - (1) If there is mottling, chroma of 2 or less;
 - (2) If there is no mottling, chroma of 1 or less, *or*
 - c. *Common or many, distinct or prominent, coarse or medium mottles due to segregation of iron, either*
 - (1) *Within or immediately below 18 cm of the surface, or*
 - (2) *Within or immediately below an Ap horizon thicker than 18 cm, or*
 - (3) *Immediately above a placic horizon or a duripan.*
 2. Were there are melanic³ properties throughout the upper metre, suffi-

3) Melanic properties are those conditions of colour and organic carbon used to define melanic great groups.

- cient active ferrous iron to give a positive α, α' -dipyridyl reaction within 50 cm of the surface at some time of the year. AQUANDS
- B. Other Andisols that have a mean annual soil temperature lower than 8°C. BORANDS
- C. Other Andisols that have a xeric moisture regime, or an aridic moisture regime that is tending towards xeric. XERANDS
- D. Other Andisols that have an ustic moisture regime, or an aridic moisture regime that is tending towards ustic. USTANDS
- E. Other Andisols that have a udic moisture regime. UDANDS

KEYS TO GREAT GROUPS

AQUANDS

- AA Aquands that have a duripan. DURAQUANDS
- AB Other Aquands that have a placic horizon within 1 m of the surface in half or more of each pedon. PLACAQUANDS
- AC Other Aquands that have 15-bar water retention of previously dried samples of less than 12% on the weighted average of all horizons with andic soil properties, and have less than 30% 15-bar water retention on undried samples of the same horizons. VITRAQUANDS
- AD Other Aquands that have an epipedon 30 cm or more thick with colour values, moist, of 2 or less and chromas of less than 2 throughout, or have a buried genetic horizon¹ that meets these requirements and has its upper surface within 1 m of the soil surface; and have 8% or more organic carbon as a weighted average throughout these thicknesses. MELANAQUANDS
- AE Other Aquands. HAPLAQUANDS

BORANDS

- BA Borands that have an epipedon 30 cm or more thick with colour values, moist, of 2 or less and chromas of less than 2 throughout, or have a buried genetic horizon¹ that meets these requirements and has its upper surface within 1 m of the soil surface; and have 8% or more organic carbon as a weighted average throughout these thicknesses. MELANOBORANDS
- BB Other Borands that have a cryic or pergelic soil temperature regime. CRYOBORANDS
- BC Other Borands that have a placic horizon within 1 m of the surface in half or more of each pedon. PLACOBORANDS
- BD Other Borands that have 15-bar water retention of previously dried samples of less than 12% on the weighted average of all horizons with andic soil properties, and have less than 30% 15-bar water retention on undried samples of the same horizons. VITRIBORANDS

BE Other Borands. HAPLOBORANDS

XERANDS

CA Xerands that have a duripan. DURIXERANDS

CB Other Xerands that have 15-bar water retention of previously dried samples of less than 12% on the weighted average of all horizons with andic soil properties, and have less than 30% 15-bar water retention on undried samples of the same horizons. VITRIXERANDS

CC Other Xerands. HAPLOXERANDS

USTANDS

DA Ustands that have a duripan. DURUSTANDS

DB Other Ustands that have 15-bar water retention of previously dried samples of less than 12% on the weighted average of all horizons with andic soil properties, and have less than 30% 15-bar water retention on undried samples of the same horizons. VITRUSTANDS

DC Other Ustands. HAPLUSTANDS

UDANDS

EA Udands that have a duripan. DURUDANDS

EB Other Udands that have a placic horizon within 1 m of the surface in half or more of each pedon. PLACUDANDS

EC Other Udands that have a 15-bar water retention of undried samples of 100% or more on the weighted average of all horizons throughout a continuous thickness of 35 cm or more within 1 m of the surface. HYDRUDANDS

ED Other Udands that have the following three properties:

1. Acid oxalate extractable silicon is less than 0.4% throughout the upper 35 cm, and
2. The ratio of pyrophosphate extractable aluminium to acid oxalate extractable aluminium is greater than 0.5 throughout the upper 35 cm, and
3. a. If there is no Ap horizon⁴, KCl extractable Al³⁺ is greater than 2 me./100 g soil throughout the upper 35 cm, or
b. If there is an Ap horizon⁴, there is a layer at least 10 cm thick between the base of the Ap horizon and 50 cm depth which has, throughout, a KCl extractable Al³⁺ value greater than 2 me./100 g. soil.

ALLUDANDS

4) Ap is here taken «to indicate disturbance of the surface layer by cultivation, pasturing or similar uses» (p. 4-45 of Chapter 4 in the revised Soil Survey Manual) and is understood to include the case where lime has been added and pasture established in the absence of mechanical cultivation or ploughing.

EE	Other Udands that have an epipedon 30 cm or more thick with colour values, moist, of 2 or less and chromas of less than 2 throughout; or have a <i>buried genetic horizon</i> ¹ that meets these requirements and has its upper surface within 1 m of the soil surface; and <i>have</i> 8% or more organic carbon as a weighted average throughout these thicknesses.	MELANUDANDS
EF	<i>Other Udands that have an epipedon that meets the thickness and organic carbon requirements for Melanudands but which do not meet the colour requirements.</i>	FULVIUDANDS
EG	Other Udands that have <i>15-bar water retention of previously dried samples of less than 12% on the weighted average of all horizons with andic soil properties, and have less than 30% 15-bar water retention on undried samples of the same horizons.</i>	VITRUDANDS
EH	Other Udands.	HAPLUDANDS

APPENDICE II

VOLCANIC GLASS FIELD LABORATORY TEST

This test has been devised as a quick field laboratory technique for assessing item 2 of andic properties in the currently circulated (1984) definition of Andisols - For a high precision method, see second footnote.

Necessary Materials

- Microscope or hand lens
- Dropper bottle of 50% NH₄OH
- 6 M HCl
- 1 x 100 ml polypropylene test tube with cap

Method

If «percentage of volcanic glass (or particles with attached glass)» needs to be determined accurately, then:

1. 5 g of field moist soil plus 2 drops of 50% NH₄OH should be added to a 100 ml polypropylene test tube and water added to 50 mm depth above the sample.
2. The test tube should then be stoppered and shaken vigorously for at least 30 sec and allowed to stand for 20 sec at 25°C (or 22 sec at 20°C) before decanting the suspension.
3. Repeat 5 times or until the suspension is clear*. (If difficulty with fine grained particles adhering to form aggregates is experienced, an ultrasonic treatment should be used if this equipment is available.)
4. Dry the sand fraction (a final acetone wash will hasten drying) and examine on a dark background under a microscope or with a hand lens.

* Alternatively if a 50 µm sieve is available, the sample can be wet sieved.

5. All particles of volcanic glass or particles with *any* glass attached should be counted. Count 300 grains, under a microscope or hand lens, which gives an accuracy of 5% at the 30% level. (A lower number of counts may be adequate where high concentrations of glass occur). For optimum precision, grains can be mounted in a suitable medium**.

For iron cemented or iron stained samples a pre-treatment of 5 ml 6 M HCl/1 g sample may be needed. Sample should then be left for 5 minutes before diluting with water, decanting after 30 sec and washing twice with water. (Warming the sample will hasten the dissolution of iron.)

Envoi

The test has been devised:

1. to establish a standard method of glass assessment.
2. to be possible in a field laboratory without a 50 μm sieve.
3. to overcome differing approaches to estimates of particles with glass attached. Detailed microscopic studies of mounted sand fractions show that where glass is obviously visible on loose grains there is a high probability that glass also occurs as a thin coating over most grains. This is usually only visible under high powered microscopy.

VOLCANIC GLASS TEST

5g of sample

Is there significant iron staining or cementation

No

Yes

Treat with 6M HCl add heat if necessary 1 x H₂O wash.
Repeat until iron removed

1. Add 2 drops of 50% NH₄OH
Add water to a depth of 50 mm
2. Shake vigorously for a minimum of 30 secs.
Stand 20 secs at 25°C
22 secs at 20°C

Decant

Suspension clear after standing?

Yes

No

3. Repeat up to 5 times

4. Dry - for speed do one or two washes with acetone and hold test tube in hot water
5. Count 300 grains for 5% accuracy.
(100 grains gives 9% accuracy)
- for transmitted light make a grain mount
- for hand lens or reflected light microscope spread grains on a dark background

Classify

** A high precision method for counting «volcanic glass shards and particles with glass adhering» using an epoxy-resin mounting medium and production of thin sections is available upon request from Department of Soil Science, Massey University.

STUDIO PEDOLOGICO DELL'APPARATO VULCANICO DI VICO.
VI. CARATTERISTICHE MINERALOGICHE DEI SUOLI
DELLE COLATE PIROCLASTICHE.

10506410

P. LORENZONI*, P. QUANTIN**, D. BIDINI***, L. LULLI****

INTRODUZIONE

L'apparato vulcanico di Vico, un vulcano strato con caldera sommitale, non più attivo, di età quaternaria, è stato scelto alcuni anni orsono come campo di indagine per approfondire la conoscenza delle caratteristiche dei suoli che derivano da substrati vulcanici in ambiente mediterraneo ed individuare le relazioni che intercorrono tra i suoli ed i principali fattori di genesi.

La tematica affrontata si è rivelata nel tempo piuttosto complessa per cui si è preferito suddividerla in argomenti specifici; in particolare la pedogenesi sulle colate piroclastiche ha già costituito l'oggetto di due note: una che ha riferito sui suoli da un punto di vista più generale, considerando soprattutto l'incidenza del fattore roccia sullo sviluppo di alcuni caratteri morfologici dei profili, ed una che ha indagato sulle caratteristiche fisico-chimiche (LORENZONI ed al., 1985; BIDINI ed al., 1986).

In questo lavoro vengono esaminate alcune caratteristiche mineralogiche per formulare qualche considerazione sulla genesi dei suoli che si formano sulle principali colate piroclastiche del complesso vicano.

METODI ANALITICI

L'analisi mineralogica qualitativa è stata effettuata mediante diffrazione ai raggi X (Co/K α) sulle polveri della frazione totale di suolo inferiore ai 2

- * Sezione di Conservazione del Suolo - Rieti
- ** O.R.S.T.O.M., Parigi
- *** Sezione di Chimica del Suolo
- **** Sezione di Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: Bx10167 Ex: 1

mm, della frazione limosa ($2 \div 50\mu$) e della frazione argillosa ($< 2\mu$). Per quest'ultima, al fine di mettere in luce la presenza eventuale di argilla del tipo 2:1, sono stati ottenuti alcuni diffrattogrammi partendo da differenti condizioni iniziali: polvere senza orientazione con argille saturate con Mg; polvere orientata e sottoposta a ciascuno dei seguenti trattamenti: riscaldamento a 100°C , contatto con glicerolo e disseccamento a 490°C . È stata eseguita una stima approssimativa di abbondanza dei minerali ben cristallizzati, sia primari che secondari, considerando l'altezza relativa della loro riga principale sul diffrattogramma.

RISULTATI ED INTERPRETAZIONE

La discussione dei risultati seguirà l'ordine cronologico di emissione delle principali colate piroclastiche per cui faremo prima alcune considerazioni sui suoli della seconda colata, poi su quelli della terza ed infine su quelli della quarta ed ultima colata.

I SUOLI DELLA SECONDA COLATA PIROCLASTICA

È stato analizzato il solo profilo 19 in quanto l'affioramento di questa colata, essendo limitato, ha una certa uniformità di suoli.

Profilo 19

Suolo totale (fraz. $< 2\text{ mm}$) (tabella 1.1.)

Tra i minerali primari sialici predominano i feldspati con netta prevalenza del sanidino sul plagioclasio di tipo basico (andesina-labradorite). La presenza dei sialici nel profilo tende ad essere irregolare. Il sanidino ha due massimi nella parte superiore del suolo e nell'orizzonte di transizione al regolite BC, ed un minimo nel Bw. Sembra vi sia una reciproca esclusione dei due tipi di feldspato nella sequenza degli orizzonti. Il quarzo è presente solo nei due orizzonti superficiali e in tracce nell'orizzonte Bw. Tra i femici, che sono subordinati ai sialici, compare un clinopirosseno di tipo augitico e la biotite con andamento uniforme lungo il profilo. In tracce figura la magnetite.

Tra i minerali secondari si osservano discrete quantità di halloysite disidratata (metahalloysite) con un incremento nell'orizzonte BC. Sono presenti in tracce interstratificati illite-clorite. Anche nella roccia madre ci sono tracce di interstratificati e di halloysite a 10Å .

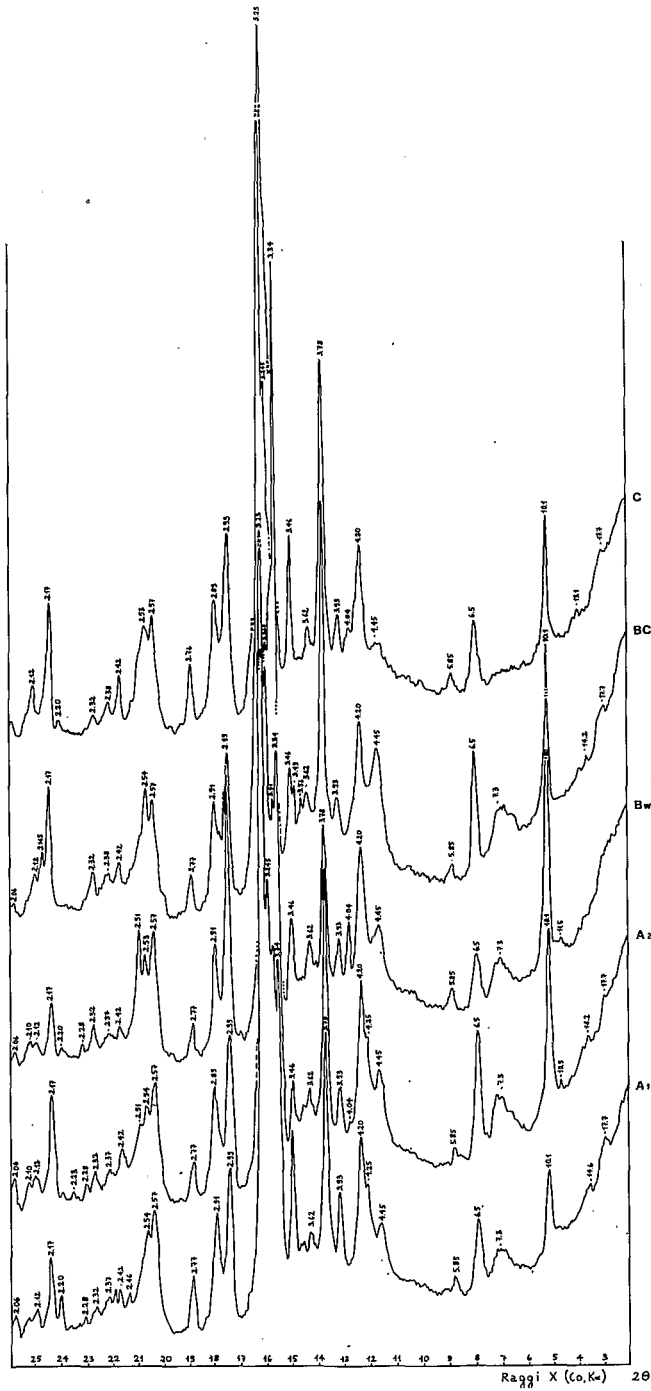


Fig. 1 — Profilo n. 19; suolo totale; diagramma dei raggi X; evoluzione nel profilo.

TAB. 1.1 — *Profilo 19 - Composizione mineralogica del suolo totale (frazione < 2mm)*

	Minerali primari						Minerali secondari		
	Sa	Pl	Q	P	Bi	Ma	H	mH	I-Ch
Madonna del Barco									
A1	++++	tr	++	+	+	tr		+	tr
A2	+++	+	++	+	+	tr		+	tr
Bw	++	++	tr	+	++	tr		+	tr
BC	++++	tr		+	+	tr		++	tr
C	+++	+		+	+	tr	tr	tr	tr

Sa = sanidino. Pl = plagioclasio. Q = quarzo. P = clinopirosseno. Bi = mica biotite. Ma = magnetite. H = halloysite. mH = metahalloysite. I-Ch = illite-clorite. + + + + = molto abbondante. + + + = abbondante. + + = medio. + = scarso. tr = tracce.

Frazione limosa (tabella 1.2)

L'analisi di questa frazione è stata eseguita solo per gli orizzonti Bw e BC. Compagno come nella frazione totale, sanidino, andesina e labradorite. Il quarzo è presente solo nell'orizzonte Bw. Per i femici sono presenti la biotite e forse l'augite. Nella frazione alterata la metahalloysite è più abbondante, come per il suolo totale, nell'orizzonte BC che nel Bw. Probabile la presenza di gibbsite nell'orizzonte Bw.

TAB. 1.2 — *Profilo 19 - Composizione mineralogica della frazione limosa (2 ÷ 50µ) degli orizzonti Bw e BC.*

	Minerali primari						Minerali secondari		
	Sa	Pl	Q	P	Bi	Ma	mH	I-Ch	Gi
Madonna del Barco									
Bw	++	tr	tr	tr?	++	tr	tr	tr	tr?
BC	++			tr?	+	tr	+	tr	

Legenda come in Tabella 1.1, inoltre Gi = gibbsite

Frazione argillosa (tabella 1.3)

Sono stati analizzati gli orizzonti A1, Bw e BC. Abbondante in questa frazione è la metahalloysite. Argille del tipo 2:1 sono presenti in tracce; si tratta di illite e di interstratificati illite-clorite e illite-smectite. Cospicua è la presenza di sanidino. Tracce di quarzo nell'A1.

Dall'esame dei dati risulta che la pedogenesi è avvenuta a spese di mate-

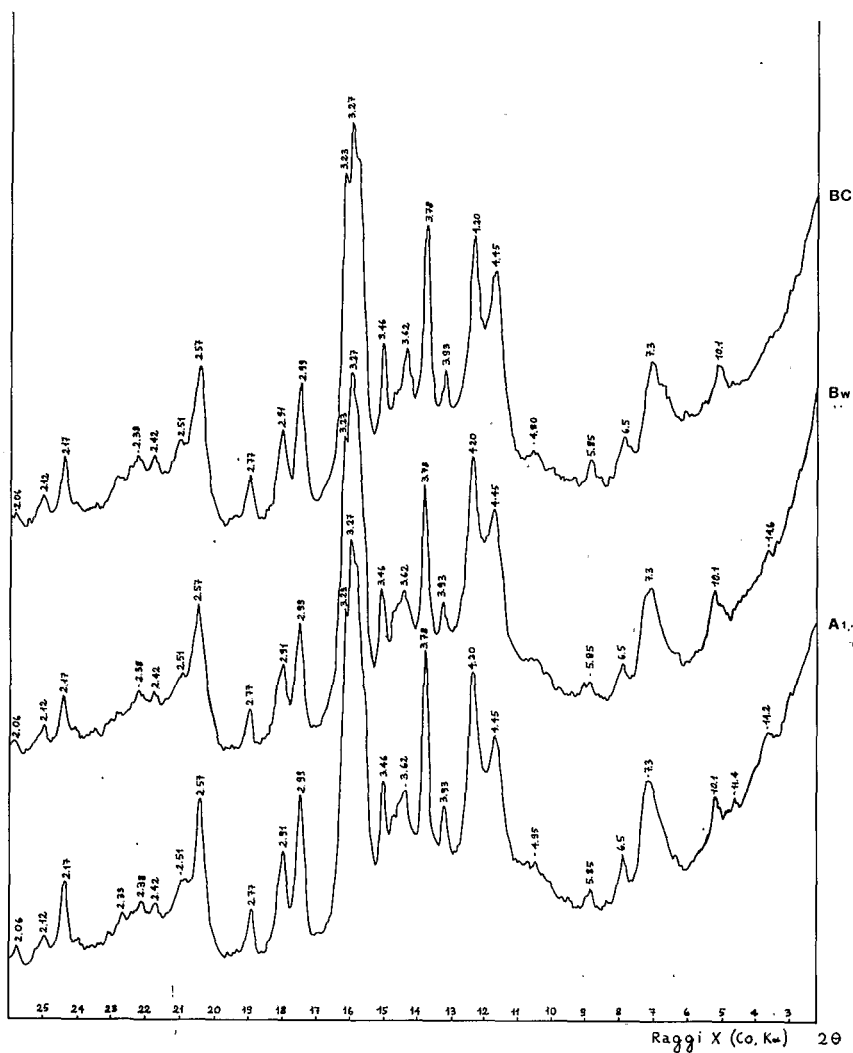


Fig. 2 — Profilo n. 19; frazione $< 2\mu$; diagramma dei raggi X degli orizz. A1, Bw, BC.

riali leggermente differenti dalla roccia madre. Il suolo può avere subito un ringiovanimento per apporto di materiali fini con quarzo incluso.

Difficile è stabilire la provenienza del quarzo e l'entità dell'apporto. E dato che il quarzo manca nelle vulcaniti vicane si propende per un'origine eolica piuttosto che piroclastica. In ogni caso la presenza nell'orizzonte BC di quantità maggiori di metahalloysite rispetto all'orizzonte Bw è un elemento a supporto del ringiovanimento del suolo nei confronti dell'alterite.

TAB. 1.3 — *Profilo 19 - Composizione mineralogica della frazione argillosa (< 2μ) degli orizzonti A1, Bw e BC*

	Minerali primari					Minerali secondari						
	Sa	Pl	Q	P	Bi	mH	I	I-Ch	I-Sm			
Madonna del Barco												
A1	+	+	+	tr?	tr?	tr	+	+	+	tr	tr	tr
Bw	+	+	+			tr	+	+	+	tr	tr	tr
BC	+	+	+			tr	+	+	+	tr	tr	tr

Legenda come in Tabella 1.1; inoltre: Gi = gibbsite. I-Sm = illite-smectite

I SUOLI DELLA TERZA COLATA PIROCLASTICA

Sono stati analizzati due profili, rappresentativi dei suoli che si sono formati sul plateau originato dalla messa in posto della terza colata piroclastica. Il primo, il profilo 30, sicuramente un paleosuolo ed il secondo, il profilo 11, un suolo lisciviato in parte ricoperto.

Profilo 30

Suolo totale (fraz. < 2mm) (tabella 2.1)

I minerali primari sono rappresentati principalmente da feldspati, quali il sanidino (il plagioclasio di tipo labradoritico è presente in tracce), dal quarzo (nella parte superiore e media del profilo) e subordinatamente da un clinopirrosseno di tipo egirino-augite, dalla biotite e da due zeoliti, una calcica, la chabasite, l'altra calcio-potassica, la phyllipsite (quest'ultime presenti solo negli orizzonti C2 e nella roccia R). Presente anche la magnetite in tracce.

La frazione alterata è dominata dall'hallowite-metahalloysite; nettamente subordinate sono l'illite e la goethite.

Interessante è analizzare l'andamento di alcuni di questi minerali nel profilo. Il sanidino, scarso nella roccia R e negli orizzonti BC e Bt3, aumenta gradualmente a partire dal Bt2 e diviene abbondante negli orizzonti superiori. Lo stesso andamento mostra la biotite, anche se la sua presenza nel suolo è piuttosto modesta. Il quarzo, assente nella roccia R e nell'orizzonte C2, compare in tracce nel C1 ed infine aumenta verso l'alto. Le zeoliti sono presenti solo nella roccia R e nell'orizzonte C2.

Tra i minerali secondari la metahalloysite, parzialmente idratata in hallowite, è scarsa nell'orizzonte C2, aumenta bruscamente nel C1 e domina nel BC con circa il 90% del totale della frazione argillosa, per poi diminuire gradualmente negli orizzonti superiori. Il contrario avviene per l'illite «aperta» d'alterazione che, seppure nettamente subordinata e in tracce in quasi tutto il

TAB. 2.1 — Profilo 30 - Composizione mineralogica del suolo totale (frazione < 2mm)

	Minerali primari								Minerali secondari			
	Sa	Pl	Q	P	Bi	An	Ch	Ph	Ma	H+mH	Io	Go(He)
Stadio di Nepi												
A	+++	tr	+++	tr	++	ε			tr	++	+	tr?
E	+++	tr	+++	tr	++	ε			tr	++	+	tr
BE	+++	tr	+++	tr	++				tr	++	tr	tr
Bt1	++	tr	+++	tr	+				tr	+++	tr	tr
Bt2	++	tr	++	tr	+				tr	+++	tr	tr
Bt3	+	tr	++	tr	tr	ε?			tr	+++	tr	tr
BC	+	tr	tr	tr	tr				tr	++++	tr	tr
C1	+		tr?	tr	tr				tr	+++	tr	tr?
C2	+	tr		tr	tr		++		tr	+	tr	tr
R	+	+		+	tr		+	++	tr	tr	tr	

Sa = sanidino. Pl = plagioclasio. Q = quarzo. P = clinopirosseno. Bi = mica biotite. An = anfibolo. Ch = chabasite. Ph = phyllipsite. Ma = magnetite. H = halloysite. mH = metaballoysite. Io = mica alterata. Go(He) = goethite (hematite). + + + + = molto abbondante. + + + = abbondante. + + = medio. + = scarso. tr = tracce. ε = microtracce.

profilo, appare più abbondante nella parte sommitale, dove rappresenta, insieme all'illite-smectite, almeno un terzo dell'argilla mineralogica.

Risulta dunque evidente una discontinuità litologica tra la parte superficiale del suolo e la parte profonda, di difficile collocazione con l'ausilio delle sole analisi mineralogiche; ma il limite netto alla base del Bt1 indica che il possibile ricoprimento sia avvenuto a quel livello. Il quarzo inoltre non sembra provenire da materiali piroclastici, ma piuttosto si può attribuire ad una contaminazione di origine eolica.

Un discorso a parte merita la distribuzione delle zeoliti. Questi silicati idrati di elementi alcalini ed alcalino-terrosi, peculiari di alcune rocce vulcaniche italiane e di poche altre nel mondo (Giappone, Russia), e presenti anche in alcuni sedimenti lacustri salini di età terziaria negli Stati Uniti, devono essere considerati dal punto di vista pedogenetico minerali primari. Infatti la loro cristallizzazione è avvenuta durante la litificazione della colata piroclastica, immediatamente dopo la messa in posto.

In letteratura si riferisce sulla probabile origine pedogenetica delle zeoliti in suoli che contengono carbonato di sodio libero (TRAVNIKOVA ed al., 1973). Un ambiente alcalino, che può sostenere un'alta concentrazione di alluminio e silice, sembra necessario per la genesi delle zeoliti. Al contrario un ambiente acido rende questi minerali instabili. Questa è la ragione che può spiegare la loro scomparsa già a partire dall'orizzonte C1 del profilo 30.

Frazione limosa (tabella 2.2)

L'analisi di questa frazione è stata effettuata per gli orizzonti E, Bt2, BC, C1.

Tra i minerali primari, prevalenti sono i feldspati ed il quarzo; subordinati sono la biotite, il clinopirosseno e la magnetite.

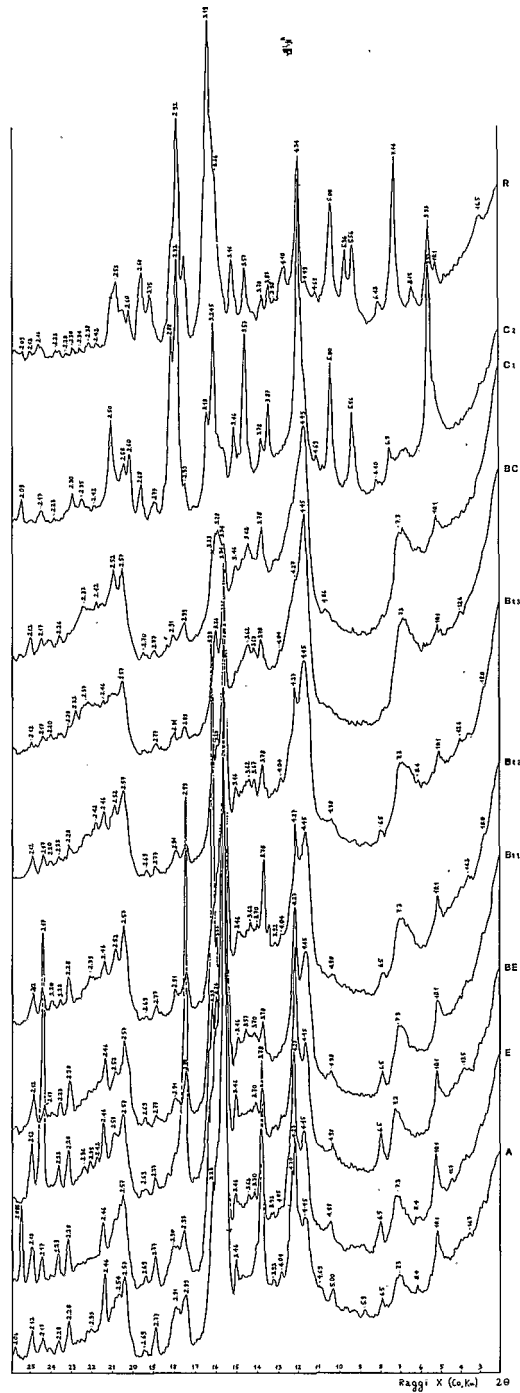


Fig. 3 — Profilo n. 30; suolo totale; diagramma dei raggi X; evoluzione nel profilo.

TAB. 2.2 — Profilo 30 - Composizione mineralogica della frazione limosa ($2 + 50\mu$) degli orizzonti E, Bt2, BC, C1

	Minerali primari									Minerali secondari				
	Sa	Pl	Q	P	Bi	An	Ch	Ph	Ma	mH	H	Io	I-Sm	Go(He)
Stadio di Nepi														
E	++	+	+++	tr	+				+	+		tr	tr	tr
Bt2	++	+	++	tr	+				tr	+		tr	tr	tr
BC	++		tr	tr	tr				tr	++		tr		tr
C1	+		tr	tr	tr				tr	++	+	tr		tr?

Legenda come in tabella 2.1

La presenza in questa frazione di metahalloysite, illite, illite-smectite e goethite è da imputarsi alla difficoltà di ottenere una buona dispersione delle particelle argillose.

Frazione argillosa (tabella 2.3)

L'analisi di questa frazione è stata effettuata per gli orizzonti E, Bt2, BC, C1.

Tra i minerali primari sono presenti il sanidino e la magnetite in tracce. Discrete quantità di quarzo sono presenti nell'orizzonte E e nell'orizzonte Bt2.

Tra i minerali argillosi predomina la metahalloysite sulla halloysite, sull'illite e sull'illite-smectite. I minerali argillosi del gruppo dell'illite sono in scarsa quantità nella parte medio superiore del suolo e solo in tracce nell'alterite. In tracce anche la goethite.

TAB. 2.3 — Profilo 30 - Composizione mineralogica della frazione argillosa ($< 2\mu$) degli orizzonti E, Bt2, BC, C1

	Minerali primari									Minerali secondari				
	Sa	Pl	Q	P	Bi	An	Ch	Ph	Ma	mH	H	Io	I-Sm	Go(He)
Stadio di Nepi														
E	tr		++						tr	++	+	+	+	tr
Bt2	tr		++						tr	++	+	+	tr	tr
BC	tr		tr						tr	+++	+	tr	tr	tr
C1	tr?								tr	+++		tr	tr?	tr?

Legenda come in tabella 2.1. Inoltre: I-Sm = illite-smectite

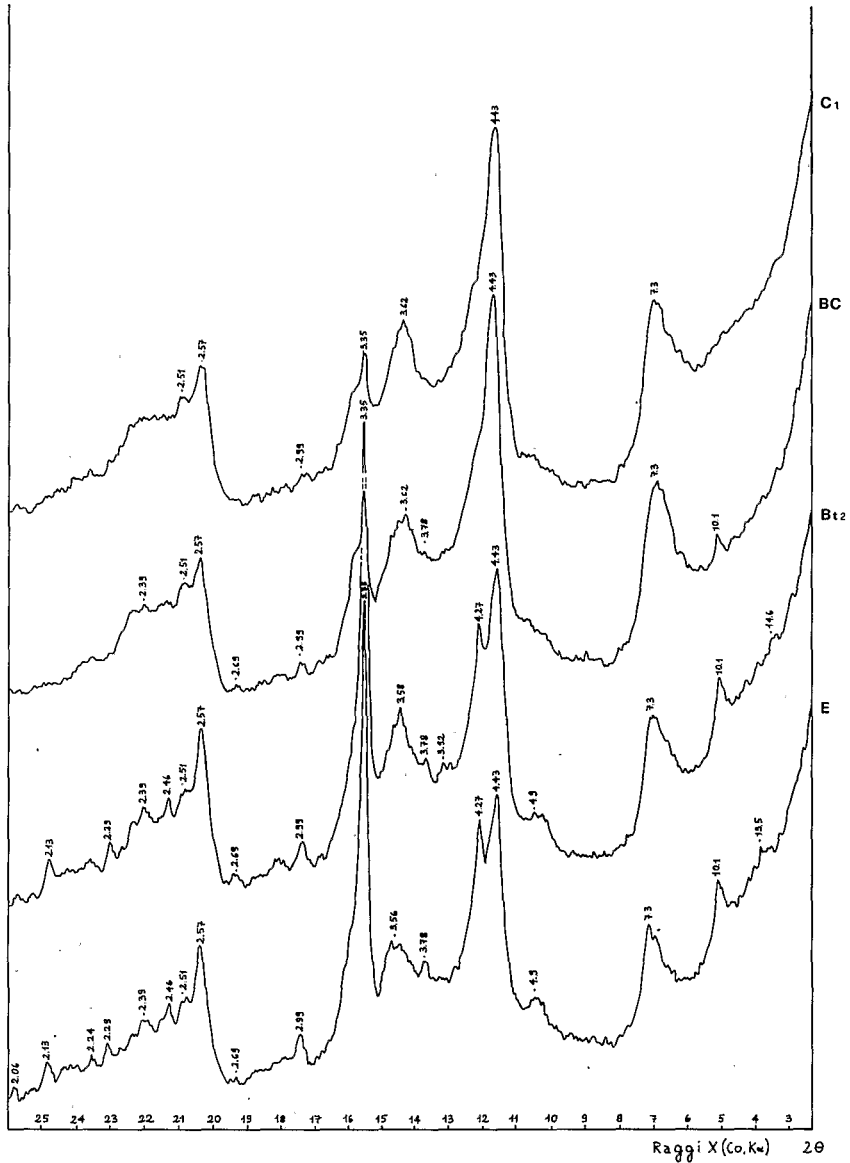


Fig. 4 — Profilo n. 30; frazione $< 2\mu$; diagramma dei raggi X degli orizzonti E, Bt2, BC, C1

Profilo 11

Del profilo 11 è stata eseguita solo l'analisi mineralogica del suolo totale.

Suolo totale (fraz. < 2mm)

Tra i minerali primari prevalgono il sanidino ed il quarzo negli orizzonti Ap, mentre in quelli profondi scompare il quarzo e compaiono un feldspato plagioclasio ed una zeolite, la chabasite.

Anche il complesso d'alterazione mostra una discontinuità mineralogica tra la parte sommitale e quella profonda del suolo. Nella prima abbiamo la metahalloysite ed argille interstratificate che derivano dalle miche, con tracce di goethite; nella seconda abbiamo halloysite a 10 Å ed una più cospicua porzione di smectite ed interstratificato illite-smectite, e l'ematite sembra sostituire la goethite.

Dall'analisi mineralogica si è dunque propensi a ritenere che questo suolo lisciviato ed idromorfo sia in realtà un suolo complesso, costituito da un antico suolo fersiallitico troncato, sul quale si sono sviluppati processi di illuviazione e di idromorfia, e da un suolo bruno, più recente, formatosi a spese di un sottile deposito di vulcanoclasti prodotti dall'attività finale del complesso vicano.

I SUOLI DELLA QUARTA COLATA PIROCLASTICA

La quarta colata si presenta con facies diverse che si differenziano per compattezza, presenza o assenza di pseudostratificazioni, quantità e dimensioni delle pomice. Di questa colata sono stati analizzati i profili 29, 16 e 9.

*Profilo 29 facies lapidea**Suolo totale (fraz. < 2mm) (tabella 3.1)*

I minerali primari sono più abbondanti nel suolo che nell'orizzonte C e nella roccia R. Tra i sialici i feldspati sono prevalenti e sono costituiti quasi esclusivamente da sanidino con tracce di plagioclasio (oligoclasio?) nella parte inferiore del suolo. Mentre quantità modeste di quarzo si osservano nel solum. Tra i femici troviamo scarse quantità nella parte superiore del profilo, ed in tracce altrove, di un clinopirosseno di tipo augitico e forse anche di tipo egirinaugitico. A partire dall'orizzonte Bt sino alla roccia compare anche un probabile ortopirosseno. La chabasite è abbondante nell'orizzonte C, nella roccia R e si trova in tracce nell'orizzonte Bt; scarse quantità di phillipsite si trovano nella roccia R. La magnetite è presente ovunque in tracce.

I minerali secondari sono rappresentati quasi esclusivamente dall'halloysite-metahalloysite, cui si aggiungono tracce di illite «aperta», vermiculite ed illite-smectite. L'halloysite è presente in tracce anche nella roccia R.

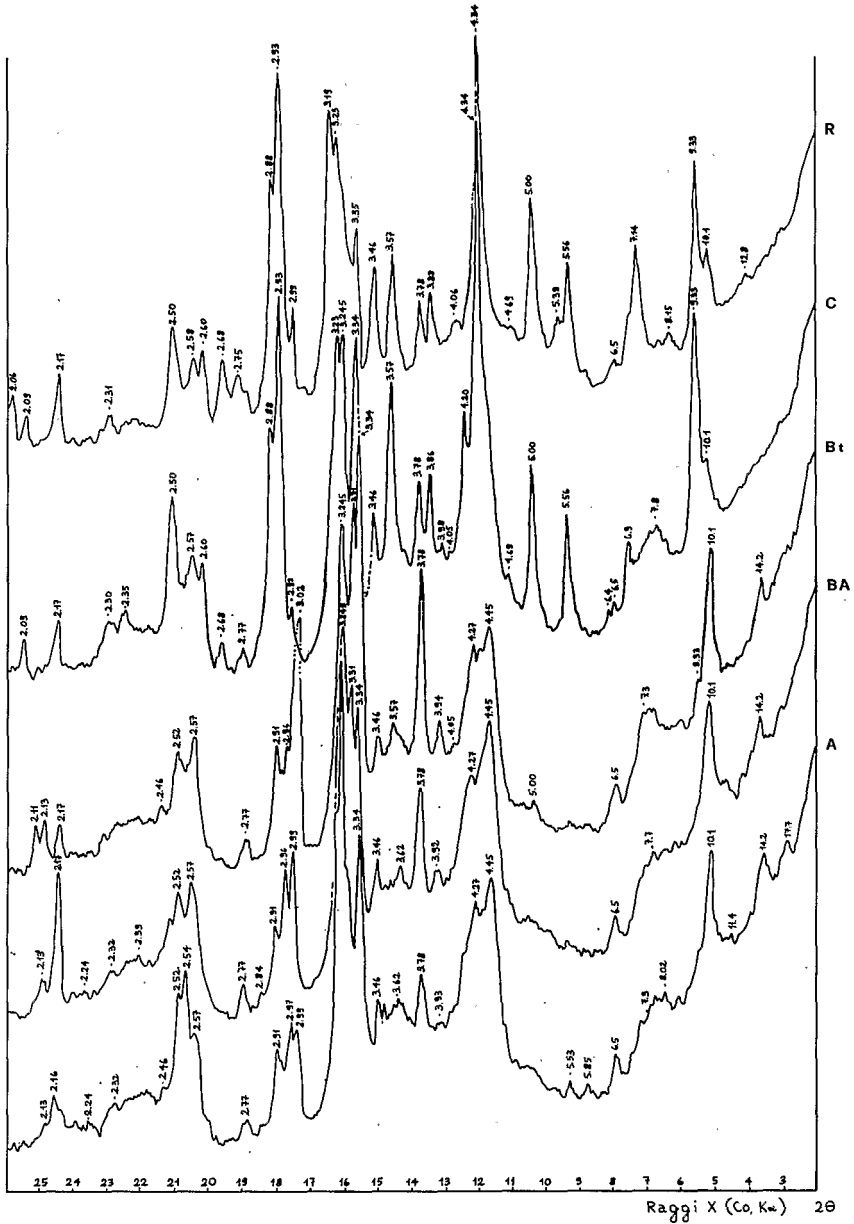


Fig. 5 — Profilo n. 29; suolo totale; diagramma dei raggi X; evoluzione nel profilo.

TAB. 3.1 — *Profilo 29 - Composizione mineralogica del suolo totale (frazione < 2mm)*

	Minerali primari										Minerali secondari			
	Sa	Pl	Q	P	Op	An	Bi	Ch	Ph	Ma	H	mH	V	Io + (I-Sm)
San Rocco														
A	+++		+	+		tr?	+			+	++	++	tr	tr?
BA	++		+	+			+			tr	++	++	tr	tr
Bt	++	tr	++	tr	++		+	tr		tr	++	++	tr	tr
C	++	tr	tr?	tr	+		tr	+++		tr	+	+		tr
R1	+	tr		tr	+		tr	++	+	tr	tr			
R2	+	tr		tr	+		+	+++	tr	tr	tr			

Sa = sanidino. Pl = plagioclasio. Q = quarzo. P = clinopirosseno. Op = ortopirosseno?. An = anfibolo?. Bi = mica biotite.
 Ch = chabasite. Ph = phyllipsite. Ma = magnetite. H = halloysite. mH = metahalloysite. V = vermiculite. Io + (I-Sm) = illite + illite-
 smectite. +++ = abbondante. ++ = medio. + = scarso. tr = tracce.

 TAB. 3.2 — *Profilo 29 - Composizione mineralogica della frazione limosa (2 ÷ 50 μ) degli orizzonti BA, Bt, C*

	Minerali primari										Minerali secondari			
	Sa	Pl	Q	P	Op	An	Bi	Ch	Ph	Ma	H	mH	V	Io + (I-Sm)
San Rocco														
BA	+++	tr	+	+	tr		+++			tr		++	tr?	
Bt	+++	tr	++	tr			++			tr?		++	+	
C	+++	tr	tr?	tr			+	+++		tr?		+		

Legenda come in tabella 3.1.

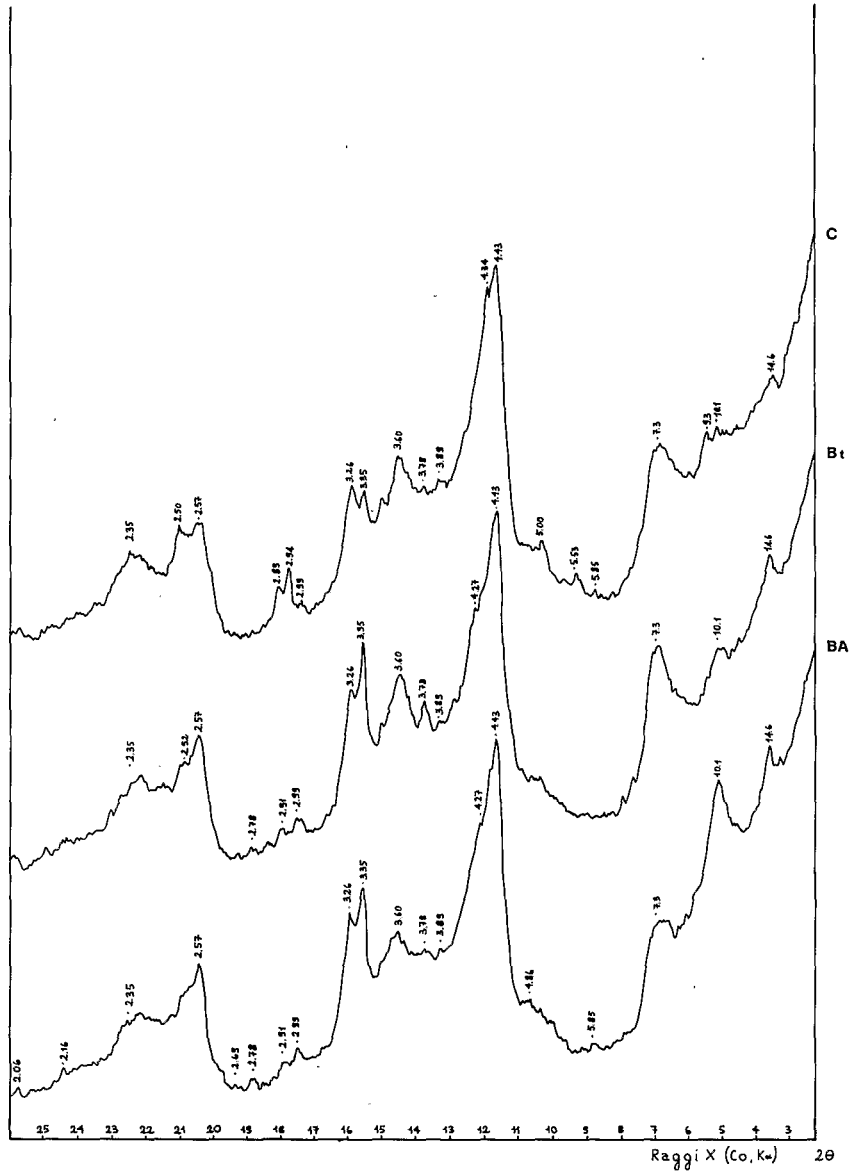


Fig. 6 — Profilo n. 29; frazione $<2\mu$; diagramma dei raggi X degli orizz. BA, Bt, C.

TAB. 3.3 — *Profilo 29 - Composizione mineralogica della frazione argillosa (<2μ) degli orizzonti BA, Bt, C*

	Minerali primari										Minerali secondari						
	Sa	Pl	Q	P	Op	An	Bi	Ch	Ph	Ma	H	mH	V	Io + (I-Sm)	Go		
San Rocco																	
BA	tr		tr							tr?	+	+	+	+	tr	tr	tr?
Bt	+	tr?	tr							tr?	+	+	+	+	tr	tr	tr?
C	tr							+		tr?	+	+	+	+	tr	tr	

Legenda come in tabella 3.1. Inoltre: Go = goethite

Frazione limosa (tabella 3.2)

Sono stati analizzati gli orizzonti BA, Bt e C. Nella frazione limosa ritroviamo gli stessi minerali della frazione totale. Quindi abbiamo sanidino, plagioclasio e quarzo nella parte superiore del suolo; abbiamo clinopirosseno e forse un ortopirosseno; abbiamo chabasite e phyllipsite nella parte inferiore del suolo; abbiamo magnetite.

La presenza di metahalloysite in questa frazione è da ricondurre alla cattiva dispersione delle argille nella fase di campionamento.

Frazione argillosa (tabella 3.3)

I minerali argillosi del gruppo dell'halloysite-metahalloysite sono dominanti. Si osservano anche probabili tracce di goethite nell'orizzonte BA. Tra i minerali primari sono presenti in tracce: il quarzo negli orizzonti BA e Bt ed il sanidino in tutto il profilo. La chabasite è presente nell'orizzonte C.

Profilo 16 facies pseudostratificata

La facies di plateau della quarta colata oltre ad essere pseudostratificata presenta una minore compattezza rispetto alla facies lapidea.

Suolo totale (fraz. < 2mm) (tabella 4.1)

Sono stati analizzati gli orizzonti BA, Bt e C. La composizione mineralogica ricalca sostanzialmente quella del profilo 29 della facies lapidea: dominanza di sanidino con un decremento nella roccia (in questo profilo definita con il simbolo C); discreta quantità di quarzo nel suolo che è assente nella roccia; scarsità di augite e di biotite che decresce con la profondità; tracce di magnetite.

Importanti differenziazioni sono l'assenza di zeoliti e la presenza di analcime nella roccia, da collegare alle inclusioni di frammenti di lava leucitica nella colata.

Tra i minerali secondari è abbondante nel suolo la metahalloysite-

TAB. 4.1 — *Profilo 16 - Composizione mineralogica del suolo totale (frazione < 2 mm)*

	Minerali primari							Minerali secondari	
	Sa	Pl	Q	A	P	Bi	Ma	mH + H	I-Sm
Bandita									
Fallarese									
BA	+++	tr	++		+	++	tr	+++	tr
Bt	++	tr	++		tr	+	tr	+++	tr
C	+		tr?	+	tr	tr	tr	+	tr

Sa = sanidino. Pl = plagioclasio. Q = quarzo. A = analcime. P = clinopirosseno. Bi = mica biotite. Ma = magnetite. mH + H = metahalloysite + halloysite. I-Sm = illite-smectite. +++ = molto abbondante. ++ = abbondante. + = medio. = scarso. tr = tracce.

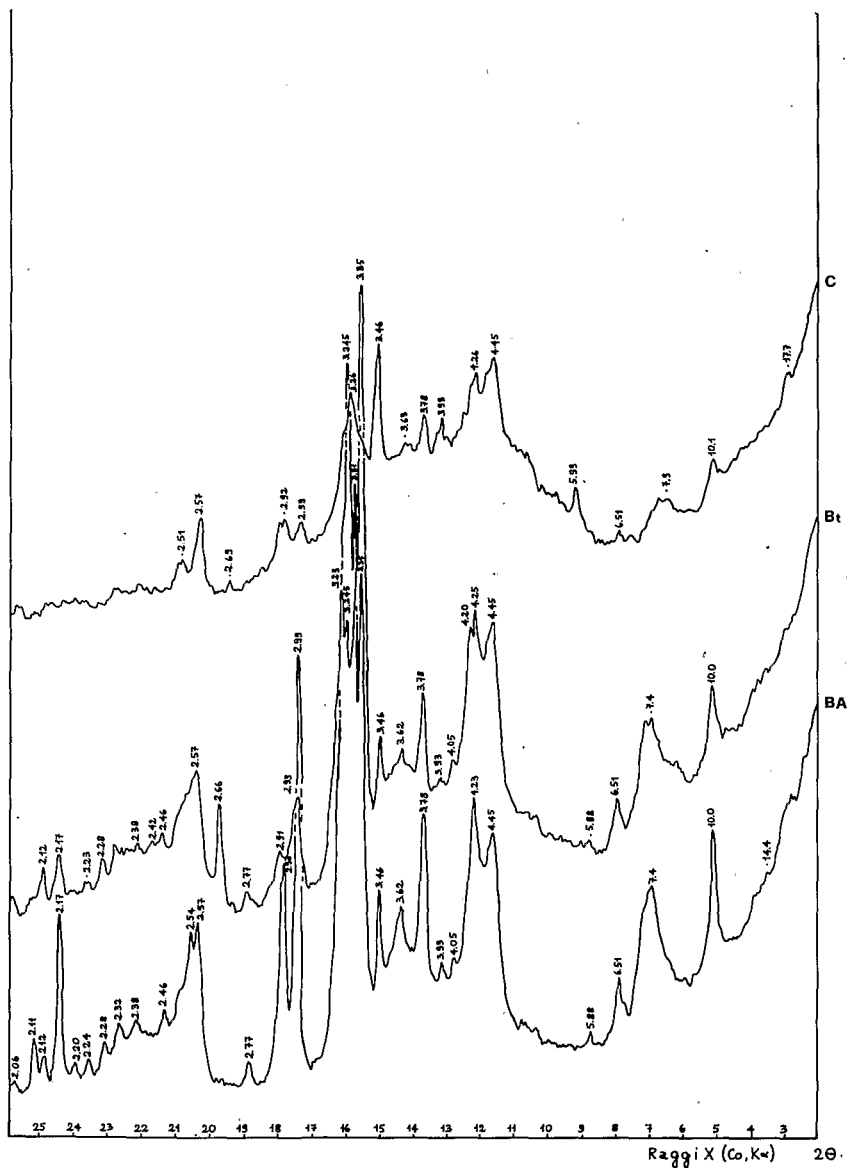


Fig. 7 — Profilo n. 16; suolo totale; diagramma dei raggi X; evoluzione nel profilo.

halloysite che si trova, sebbene in tracce, anche nella roccia madre; l'illite-smectite è presente in tracce.

Frazione limosa (tabella 4.2)

Della frazione limosa è stato analizzato solo l'orizzonte BA. Sono presenti in quantità decrescente sanidino, quarzo, biotite, augite e magnetite. Si trovano anche evidenze di minerali secondari quali la metahalloysite e l'illite-smectite.

TAB. 4.2 — Profilo 16 - Composizione mineralogica della frazione limosa ($2 \div 50\mu$) dell'orizz. BA

	Minerali primari					Minerali secondari		
	Sa	Pl	Q	P	Bi	Ma	mH	I-Sm
Bandita								
Fallarese								
BA	+++	tr?	++	+	++	tr	+	tr

Legenda come in tabella 4.1.

Frazione argillosa (tabella 4.3)

Anche della frazione argillosa è stato analizzato solo l'orizzonte BA. Dominano i minerali argillosi con netta prevalenza della metahalloysite sull'illite e sull'illite-smectite. Compaiono anche tracce di interstratificati illite-clorite. Tra i minerali primari si osserva il quarzo ed il sanidino.

TAB. 4.3 — Profilo 16 - Composizione mineralogica della frazione argillosa ($< 2\mu$) dell'orizz. BA

	Minerali primari						Minerali secondari				
	Sa	Pl	Q	P	Bi	Ma	H	mH	Io	I-Sm	I-Ch
Bandita											
Fallarese											
BA	tr		+				+	++++	+	+	tr

Legenda come in tab. 4.1. Inoltre: Io = mica alterata, I-Ch = illite-clorite

Profilo 9 facies a piccole pomici

La facies a piccole pomici si presenta meno compatta delle due precedenti.

Suolo totale (fraz. $< 2mm$) (tabella 5.1)

Compaiono gli usuali andamenti trovati nei profili precedenti. Sanidino

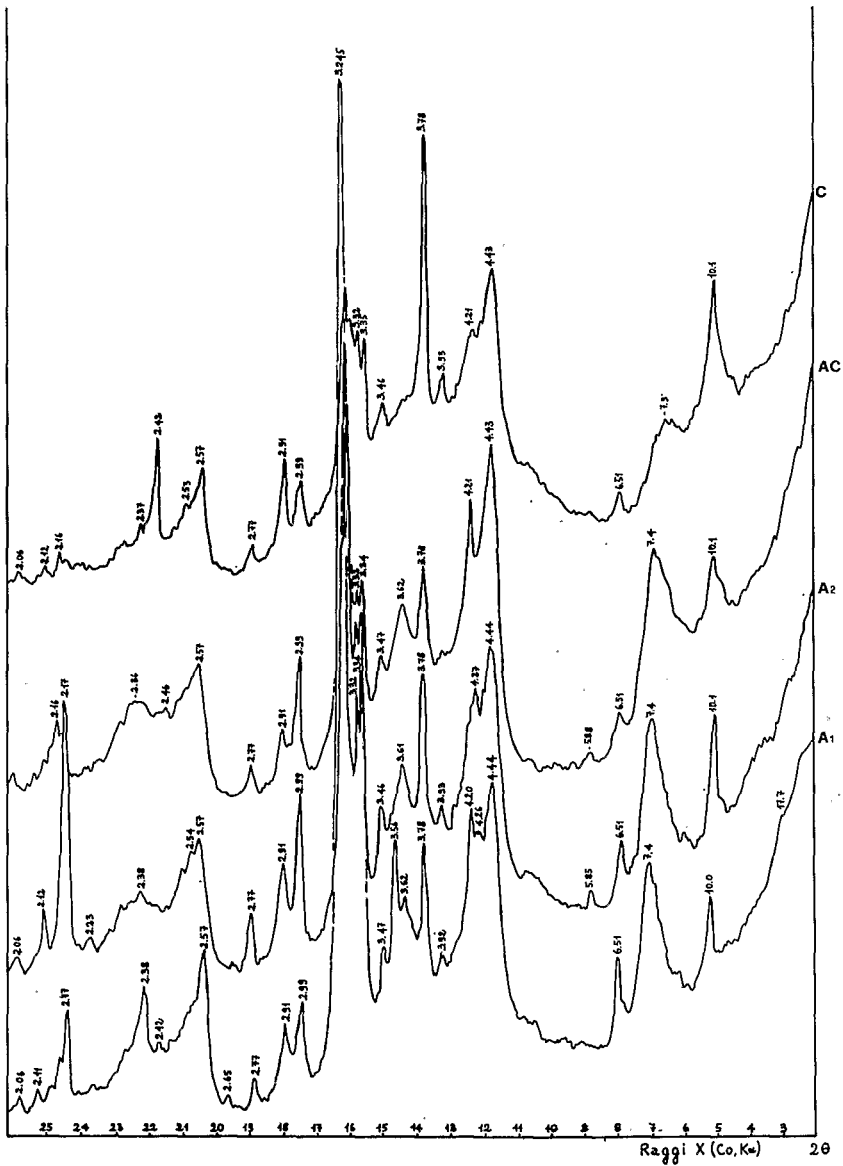


Fig. 8 — Profilo n. 9; suolo totale; diagramma dei raggi X; evoluzione nel profilo.

prevalente che diminuisce verso il basso; quarzo, scarso, che si trova solo nella parte superficiale; clinopirosseno scarso in tutto il profilo; biotite più abbondante nella parte superficiale, orizzonti A1 e A2, e che si ritrova in tracce nella roccia C. Sono assenti le zeoliti, come nella facies pseudostratificata del plateau.

Per i minerali secondari troviamo l'halloysite-metahalloysite che rappresenta quasi la totalità ed, in tracce, l'illite-smectite. Dato importante è la cospicua presenza di minerali argillosi nella roccia C.

TAB. 5.1 — Profilo 9 - Composizione mineralogica del suolo totale (frazione < 2mm)

	Minerali primari						Minerali secondari		
	Sa	Pl	Q	P	Bi	Ma	H	mH	I-Sm
Fosso del Sano									
A1	+++		+	+	+		+	++	tr
A2	+++	tr?	+	+	+	tr	++	++	tr
AC	++		tr?	+	tr		+	++	tr
C	++	tr		+	tr	tr	+++	+	

Sa = sanidino. Pl = plagioclasio. Q = quarzo. P = clinopirosseno. Bi = mica biotite. Ma = magnetite. H = halloysite. mH = metahalloysite. I-Sm = illite-smectite. +++ = molto abbondante. ++ = abbondante. + = medio. + = scarso. tr = tracce.

Frazione limosa (tabella 5.2)

L'analisi mineralogica è stata eseguita solo sugli orizzonti A1 e AC. Il sanidino è dominante tra i minerali primari, la biotite è presente in minor quantità ed il quarzo si trova in tracce. Tra i minerali secondari vi è una discreta presenza di metahalloysite e di illite-smectite in tracce.

TAB. 5.2 — Profilo 9 - Composizione mineralogica della frazione limosa (2 ÷ 50µ) degli orizz. A1 e AC

	Minerali primari					Minerali secondari	
	Sa	Pl	Q	Bi	Ma	mH	I-Sm
Fosso del Sano							
A1	+++		tr	++	tr?	+	tr
AC	++		tr?	+		++	

Legenda come in tabella 5.1.

Frazione argillosa (tabella 5.3)

L'analisi mineralogica è stata eseguita solo sugli orizzonti A1 e AC. La quasi totalità di questa frazione è costituita da metahalloysite con tracce di illite-smectite. Si rinvencono tra i minerali primari il sanidino in tracce e forse quarzo e magnetite.

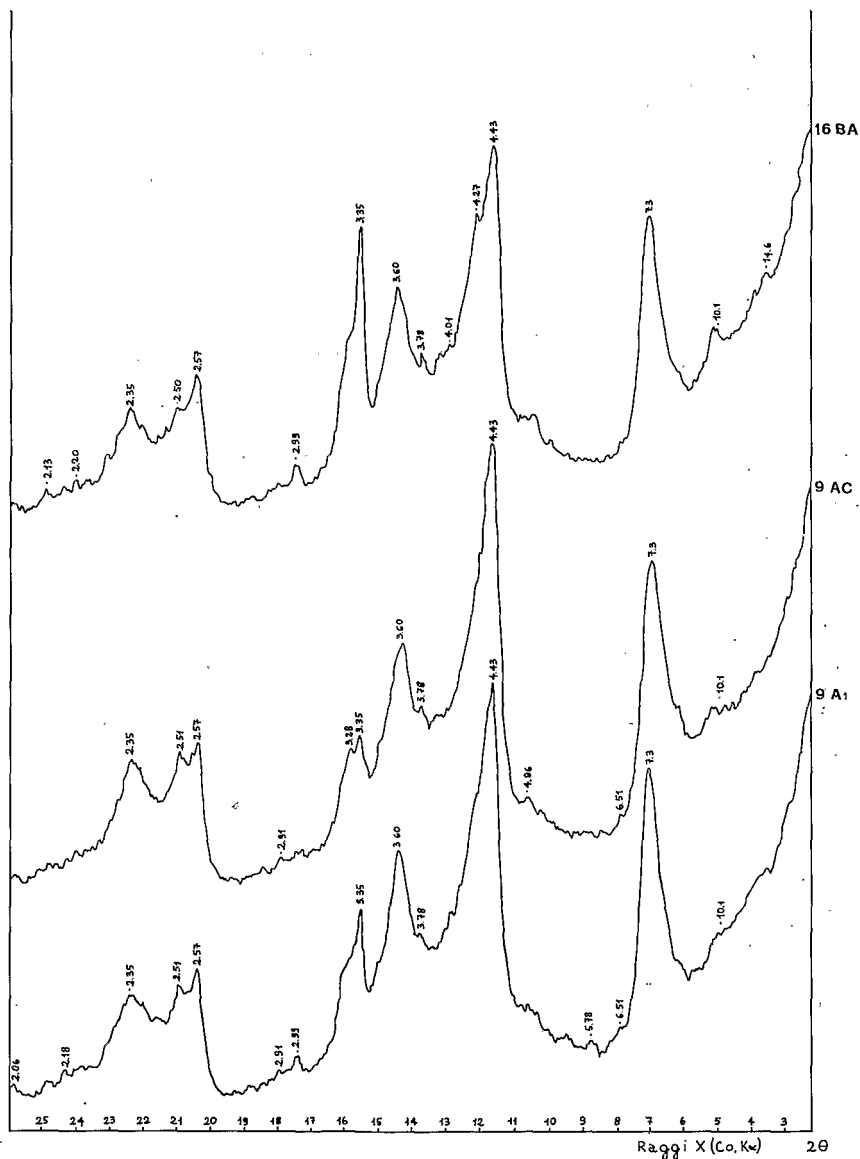


Fig. 9 — Profili n. 9 e 16; frazione $< 2\mu$; diagramma dei raggi X degli orizz. A1, AC (Prof. 9) e BA (Prof. 16).

TAB. 5.3 — Profilo 9 - Composizione mineralogica della frazione argillosa (< 2 μ) degli orizz. A1 e AC

	Minerali primari				Minerali secondari	
	Sa	Pl	Q	Ma	mH	I-Sm
Fosso del Sano						
A1	tr		tr?	tr?	+ + + +	tr
AC	tr		tr?	tr?	+ + + +	tr

Legenda come in tabella 5.1

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dall'esame dei risultati analitici e delle interpretazioni fornite per spiegare alcuni andamenti mineralogici nei profili è possibile trarre qualche conclusione sull'evoluzione mineralogica dei suoli che si sono formati sulle colate piroclastiche emesse dal vulcano di Vico.

I minerali primari sono ancora ben rappresentati nel suolo anche quando l'alterazione è piuttosto avanzata, come nel caso del paleosuolo della terza colata, il profilo 30. I minerali sialici sono prevalenti sui femici oltre che per una maggiore resistenza alla alterazione - se si eccettua il plagioclasio ricco in calcio - anche per il fatto che, nella roccia, i feno cristalli ed i microliti della pasta di fondo dei sialici sono più abbondanti. Questa seconda ragione è più evidente nel suolo della seconda colata, il profilo 19, data la natura trachitica, molto ricca in feldspato potassico, della roccia.

L'ordine decrescente di abbondanza del sanidino, quarzo e plagioclasio calcico riflette solo in parte la maggiore o minore alterabilità dei minerali ed il contenuto originario della roccia. Caratteristiche comuni infatti a tutti i profili sono l'aumento del sanidino verso l'alto e la comparsa del quarzo negli orizzonti superficiali.

Si può spiegare questo andamento dei minerali sialici attribuendolo ad un ringiovanimento per apporto di materiali piroclastici successivo alla messa in posto delle colate. Per il quarzo tuttavia si è più propensi ad ipotizzare un arrivo di materiale eolico.

Per i femici sono presenti un clinopirosseno di tipo augitico, in qualche caso egiraugitico, e la biotite. Per gli ossidi è presente la magnetite. Il pirosseno a causa dello scarso contenuto e della difficoltà ad essere rilevato con i diffrattogrammi non può costituire un indice dello stato di alterazione della roccia. La biotite, con la tendenza a essere più abbondante nella parte sommitale dei profili, rafforza, unitamente al sanidino, l'ipotesi del ringiovanimento dei suoli. La magnetite, sempre in tracce, rappresenta un minerale residuale di difficile alterabilità in ambiente temperato.

Le zeoliti, presenti solo nella terza colata piroclastica e nella facies lapidea della quarta, sono minerali facilmente alterabili quando si trovano in un pedoambiente acido. La forte alterabilità spiega la loro scomparsa già negli orizzonti di transizione alla roccia, senza che si possa escludere una disomogeneità dipendente dalle discontinuità litologiche.

Il complesso d'alterazione è dominato da argille di tipo halloysite-metahalloysite, cui si accompagnano in tracce l'illite e talora l'illite-clorite, l'illite-smectite e la vermiculite. Tra gli ossidi di ferro qualche volta è presente in tracce la goethite. È probabile tuttavia che la sua presenza sia sottostimata.

L'abbondanza della halloysite-metahalloysite dipende da un insieme di fattori. Il materiale vetroso delle pomice argillifica rapidamente in halloysite ben cristallizzata (QUANTIN et alii, in corso di stampa). Anche l'alterazione acida della matrice cineritica vetrosa e delle zeoliti conduce alla genesi di halloysite (LENZI e MATTIAS, 1978). Esiste dunque un fattore roccia che condiziona la genesi dell'argilla. Nondimeno la quantità dei prodotti secondari è legata alla durata dell'alterazione. In particolare nel paleosuolo (profilo 30) si osserva che il massimo di halloysite-metahalloysite degli orizzonti profondi indica un periodo di pedogenesi più lungo rispetto a quello degli orizzonti superficiali, al di là dell'effetto prodotto dalla traslocazione di argilla nel profilo.

L'illite «aperta», sempre in tracce, potrebbe provenire dall'alterazione progressiva della biotite. In alcuni casi l'illite è più abbondante nella parte superiore del profilo, così come lo è la biotite da cui proviene.

Anche la presenza in tracce dell'illite-smectite si può ricondurre alla trasformazione progressiva delle miche. Nei pedoambienti analizzati, infatti, l'aumento di concentrazione di calcio e silice delle soluzioni circolanti, combinato al disseccamento temporaneo dei suoli e/o al drenaggio in qualche modo rallentato (il confinamento dei francesi), crea le condizioni favorevoli alla formazione dei foglietti smectitici. Essendo tali condizioni intermittenti e limitate nel tempo si spiega la scarsità quantitativa di questi prodotti.

Nel suolo della seconda colata si forma l'interstratificato illite-clorite, sempre a partire dalle miche o per alterazione del foglietto smectitico. La presenza di questo prodotto dell'alterazione sembra associarsi a valori di pH inferiori a quelli normalmente presenti nei suoli delle altre colate che non sono trachitiche.

RIASSUNTO

In questa nota vengono esaminate le caratteristiche mineralogiche dei suoli delle più diffuse colate piroclastiche vicane.

L'analisi mineralogica qualitativa, effettuata mediante diffrazione ai raggi X su tre differenti frazioni (suolo globale < 2mm, frazione limosa, frazione argillosa) degli orizzonti dei profili considerati, mostra, tra i minerali primari, la prevalenza dei sialici sui femici.

Tra i sialici si rilevano, in ordine decrescente di abbondanza, il feldspato potassico (sanidino), il quarzo (presente solo negli orizzonti superficiali) ed un plagioclasio di tipo calcico. Tra i femici

sono presenti un clinopirosseno di tipo augitico e/o egirinaugitico e la mica biotite.

Tra gli ossidi, in tracce, è presente la magnetite. Inoltre negli orizzonti di transizione alla roccia, nella terza colata piroclastica e nella facies lapidea della quarta, si rinvennero le zeoliti.

Tra i minerali secondari i fillosilicati di tipo 1:1 (halloysite-metahalloysite) costituiscono la quasi totalità del complesso d'alterazione.

Le argille di tipo 2:1 sono presenti in scarsa quantità od in tracce e sono costituite da illite, illite-smectite, talora illite-clorite, e forse vermiculite. Tra gli ossidi-idrossidi di Fe qualche volta è presente in tracce la goethite.

Gli andamenti mineralogici nei profili esaminati mostrano un generale aumento del contenuto in sanidino e quarzo, e talora della biotite, negli orizzonti superficiali. Si ipotizza un ringiovanimento per apporto successivo alla messa in posto delle colate di materiali fini di natura piroclastica, non escludendo, però, per quanto riguarda il quarzo, che manca nelle vulcaniti vicane, una contaminazione di origine eolica.

L'abbondanza dell'halloysite-metahalloysite dipende da un complesso di fattori tra i quali è importante la roccia. Alla sua formazione contribuiscono infatti l'alterazione rapida delle pomice, della matrice cineritica vetrosa e delle zeoliti, se presenti. La quantità di questi prodotti è legata, nondimeno, alla durata dell'alterazione.

Alla trasformazione progressiva delle miche si può ricondurre la presenza dell'illite «aperta» e dell'illite-smectite. In quest'ultimo caso la realizzazione di particolari condizioni di drenaggio e/o di disseccamento temporaneo dei suoli che aumenta la concentrazione in calcio e silice della soluzione circolante, favorisce la formazione dei foglietti smectitici.

La presenza dell'illite-clorite, rilevata sui suoli della seconda colata piroclastica, sembra, invece, associata ad un pH particolarmente acido del pedoambiente.

SUMMARY

In this paper the mineral features of the soils of the main pyroclastic flows of Vico's volcano (Rome) are reported.

The qualitative mineral analysis, carried out by X-ray diffraction on the powder of three different fractions (total soil < 2mm. limon, clay) of the horizons of the considered profiles, shows among primary minerals, that the silic minerals are prevailing by comparison with the femic ones.

Among silic minerals, K-feldspar (sanidine), quartz (only into the top horizons) and a Calcic plagioclase are present in decreasing order of quantity. Among femic minerals, a clinopyroxene (augite and, sometimes, aegirine-augite) and biotite are present. Among the oxides, magnetite is present in traces.

Moreover we find zeolites into transitional horizons to the bedrock, in the third pyroclastic flow and in the stone facies of the fourth one. Among secondary minerals, the 1:1-type phyllosilicates (halloysite-metahalloysite) form almost all the weathering complex. The 2:1-type phyllosilicates are present in traces or in poor quantity and are made of illite and interlayered illite-smectite, sometimes illite-chlorite and perhaps vermiculite. Among iron oxyhydroxides goethite is sometimes present in traces.

The mineral trends in the examined profiles show a general increase of the content of sanidine and quartz and, sometimes, of biotite, in the surface horizons. We suppose a contribution of fine materials of pyroclastic nature which were placed soon after eruption of the pyroclastic flows. It cannot be excluded with regard to quartz, which is absent into the pyroclastic rocks of Vico, a pollution of eolic origin.

The abundance of halloysite-metahalloysite depends on a complex of factors, among them the rock nature is important: indeed the fast weathering of the pumices, of the vitric ash matrix and of the zeolites, if they are present, take part in its genesis. The amount of these products is linked, nevertheless, with the weathering period.

The presence of «open» illite and interlayered illite-smectite can be attributed, instead, to the progressive transformation of the micas. In this case, the achievement of particular conditions of drainage and/or temporary drying of the soils which increases the concentration in calcium and silice of the circulating solution supports the forming of the smectitic layer.

The presence of the illite-chlorite, found into the soil of the second pyroclastic flow, appears, instead, related to a particularly acid pH of the pedoenvironment.

RÉSUMÉ

Cette étude a pour objet les caractéristiques minéralogiques des sols des coulées pyroclastiques plus communes du volcan de Vico.

L'analyse minéralogique qualitative a été effectuée par diffraction de rayons X sur la poudre de trois fractions (sol total < 2 mm, fraction limoneuse, fraction argileuse) des horizons des profils étudiés. En ce qui concerne les minéraux primaire, l'analyse indique la prévalence des minéraux sialiques sur les minéraux phéniques.

Les minéraux sialiques sont représentés, en ordre d'abondance décroissante, par du feldspath potassique (sanidine), du quartz (présent seulement dans les horizons superficiels) et un plagioclase de type calcique.

Parmi les minéraux phéniques, on note la présence d'un clinopyroxène de type augite et/ou égyrinaugite) et de biotite. On relève aussi des traces d'oxydes (magnétite).

On trouve en outre des zéolites dans les horizons de transition à la roche de la troisième coulée pyroclastique et du faciès lithique de la quatrième coulée.

En ce qui concerne les minéraux secondaires, les minéraux phyllosilicés de type 1:1 (halloysite-metahalloysite) constitue la presque totalité du complexe d'altération. Les phyllosilicates de type 2:1 sont par contre très peu représentés; ils sont constitués par de l'illite, et par des argiles interstratifiées illite-smectite, parfois illite-chlorite et peut-être vermiculite.

Parmi les oxyhydroxydes de fer on trouve quelquefois des traces de goethite.

La variation de la composition minéralogique des profils examinés en fonction de la profondeur indique une augmentation générale du contenu en sanidine et quartz et, quelquefois, en biotite dans les horizons superficiels.

On a donc été amené à supposer un rajeunissement par apports successifs à la mise en place des coulées de matériaux fins de nature pyroclastique. On ne peut toutefois exclure que le quartz, absent dans les vulcanites de Vico, ne dérive d'apports éoliens.

L'abondance de l'halloysite-metahalloysite dépend d'un ensemble de facteurs, et en particulier, de la nature de la roche. En effet, l'altération rapide des ponces, de la matrice vitreuse et des zéolites, lorsque ces dernières sont représentées, contribue à sa formation.

La quantité de ces produits est liée, d'autre part, à la durée de l'altération.

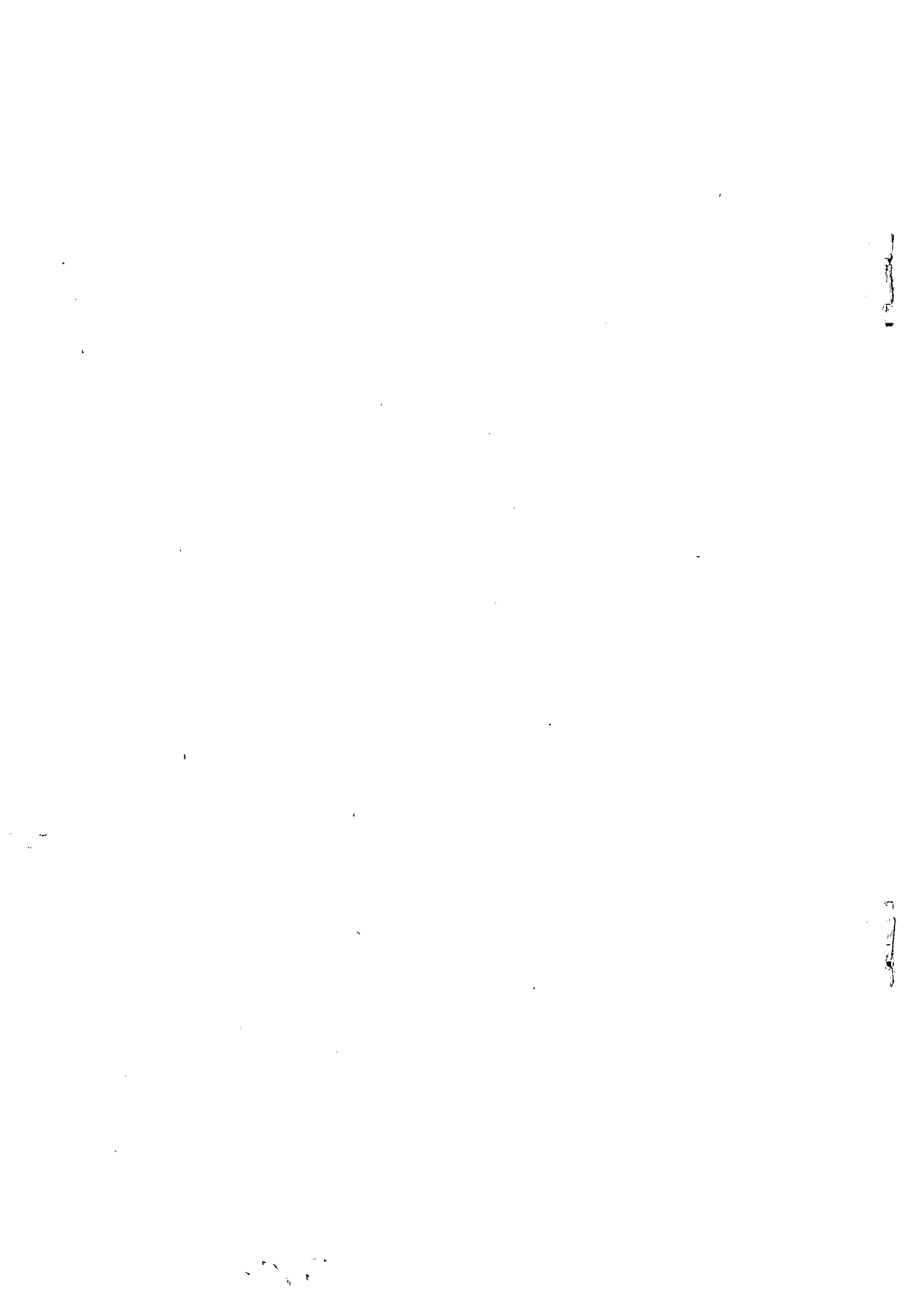
La présence d'illite «ouverte» et d'illite-smectite peut-être mise en relation avec la transformation progressive des micas. Dans ce dernier cas, des conditions particulières de drainage et/ou de dessèchement temporaire des sols favorisent la formation des feuillettes de smectite par concentration du calcium et de la silice dans la solution du sol.

La présence d'illite-chlorite dans les sols de la deuxième coulée pyroclastique, semble au contraire associée au pH particulièrement acide du milieu.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV.: *Minerals in soil environments*. Soil Sci. Soc. of America, Madison, Wisconsin, USA, 913 pp. (1977).
- BARON A. e altri: *L'analyse minéralogique des sols argileux*. Ed. Eyrolles, Paris, 93 pp. (1971).
- BIDINI D., DABIN B., DE CAROLIS M.G., LORENZONI P., LULLI L., MADONIA M., QUANTIN P., RAGLIONE M.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. V. Memorie della carta dei suoli della Caldera*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XVI: 227-246 (1985).
- BIDINI D., DABIN B., LORENZONI P., LULLI L., QUANTIN P., RAGLIONE M.: *The soils of Vico an extinct volcano to the North of Rome, an example of the most typical Italian pedogenesis on volcanic materials*. Atti Congr. Int. Volcanic Soils. Tenerife (Islas Canarias) (1984).
- BIDINI D., QUANTIN P., LORENZONI P., LULLI L.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). VII. Aspetti genetici dei suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo vol. XVII: 127-158 (1986).
- BRINDLEY G.W.: *Ethylene glycol and glycerol complexes of smectites and vermiculites*. Clay Mineralogy, 6: 237-259 (1966).
- BROWN G.: *The X-ray identification and crystal structures of clay minerals*. Miner. Society, London (1961).
- CAILLÈRE S., HÉNIN S., RAUTUREAU M.: *Minéralogie des argiles: 1. structure et propriétés physico-chimiques: 2. classification et nomenclature*. Masson ed., Paris, 374 pp. (1982)
- FISHER R.U., SCHMINCKE H.U.: *Pyroclastic rocks*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 472. (1984)
- FRIPIAT J.: *Advanced techniques for clay mineral analysis*. Elsevier. (1981).
- GRIM R.E.: *Clay mineralogy*. Mc Graw Hill Book Co. (1968).
- GUINER A.: *Théorie et technique de la radiocristallographie*. Dunod, Paris. (1956).
- INNOMINATO: *Mineral powder diffraction file search manual*. Inter. Centre for Diffraction Data 1601, Park Lane, Swarthmore, USA. (1982).
- LENZI G., MATTIAS P.: *Materiali «argillosi» della regione vulcanica sabatina. 1° argillificazione di formazioni piroclastiche*. Rendic. Soc. Ital. di Min. e Petr., 34 (1): 75-99 (1978).
- LOCARDI: *Tipi di ignimbrite di magmi mediterranei. Le ignimbriti del vulcano di Vico*. Atti Soc. Tosc.: Sc. Nat., Serie A, vol. 72:55-173 (1965).
- LORENZONI P., LULLI L., RAGLIONE M.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). I. Indagine preliminare sui principali fattori ambientali*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XV: 81-110 (1984).
- LORENZONI P., RAGLIONE M., QUANTIN P., BIDINI D., LULLI L.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. IV. I suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, vol. XVI: 199-226 (1985).
- LULLI L., BIDINI D., ARRETINI A.: *Guida escursione-dibattito sui suoli dei vulcani Roccamonfina e Vulture*. Centro Studio Genesi, Cartogr. Classif., Univ. Firenze, C.N.R., pub. n. 51, pg. 96 (1978).
- LULLI L., BIDINI D.: *A climosequence of soils from tuffs on slopes of an extinct volcano in southern Italy*. Geoderma, (24): 129-142 (1980).
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P.: *Etude de deux sols andiques dérivés de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 1. Environnement, morphologie et caractères des constituants minéraux*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1: 27-43 (1983).
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P.: *Etude de deux sols andiques dérivés de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 2. Formes de la matière organique et du phosphore: interprétation générale*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1: 45-61. (1983)
- LULLI L., BIDINI D., QUANTIN P., LORENZONI P., RAGLIONE M.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. III. Andisuoli e Suoli Bruni Andici*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XVI: 169-198 (1986).
- LULLI L., QUANTIN P., BIDINI D., LORENZONI P., RAGLIONE M.: *Soil climosequence on Vico, a vol-*

- cano of the Roman Province (Italy). XIII Congress ISSS, Amburg, vol. III: 1198-1199 (1986).
- LULLI L., BIDINI D., QUANTIN P.: *Soil climosequence on Vico, a volcano of the Roman-Campanian alkali potassic province (Italy)*. Cah. Pédol. vol. XXX, n. x:xxx (in corso di stampa) (1987).
- PEDRO G.: *La classification des minéraux argileux (phyllosilicates)*. Ann. agronomiques I.N.R.A., vol. 16, 108 pp. (1965).
- QUANTIN P., DABIN B., BOULEAU A., LULLI L., BIDINI D.: *Characteristics and genesis of two Andosols in Central Italy*. Catena Supplement 7:107-117 (1985).
- QUANTIN P., GAUTHEYROU J. and LORENZONI P.: *Halloysite formation through the «in situ» weathering of volcanic glass, from trachytic pumices, Vico's volcano, Italia*. (in corso di stampa).
- ROBERT M.: *Principes de détermination qualitative des minéraux argileux à l'aide des rayons X*. Ann. agronomiques I.N.R.A., 26 (4):363-399 (1975).
- ROBERT M., TESSIER D.: *Méthode de préparation des argiles des sols pour des études minéralogiques*. Ann. agronomiques I.N.R.A., 25 (6):859-882 (1974).
- SOLLEVANTI F.: *Geologic, volcanologic and tectonic setting of the Vico-Cimino area, Italy*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 17:203-217 (1983).
- THOREZ J.: *Phyllosilicates and clay minerals, a laboratory handbook for their X-ray diffraction analysis*. Ed. G. Lelotte (1975).
- TRAVNIKOVA L.S., GRADUSOV B.P., CHIZHINOVA N.P.: *Zeolites in some soils*. Sov. Soil Sci., 5:251 (1973).
- U.S. SOIL SURVEY STAFF: *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey*. Agriculture Handbook n. 246 (1975).
- WALKER G.F.: *Reactions of expanding lattice clay minerals with glycerol and ethylene glycol*. Clay Min. Bull., 3:302-313 (1958).
- WITTING L.D.: *X-ray diffraction techniques for mineral identification and mineralogical composition*. in *Methods of soils analysis part. 1*. Am. Soc. of Agronomy, n. 9, Madison Wisc., Black ed. (1965).



102 d. Ho

STUDIO PEDOLOGICO
DELL'APPARATO VULCANICO DI VICO (LAZIO).
VII. ASPETTI GENETICI DEI SUOLI DELLE COLATE PIROCLASTICHE.

D. BIDINI *, P. QUANTIN**, B. DABIN **, P. LORENZONI ***, L. LULLI ****

INTRODUZIONE

Le quattro principali colate piroclastiche del vulcano di Vico sono ben distinte tra loro sia per l'aspetto che per la composizione chimica e mineralogica. Occupano i fianchi dell'apparato e le due ultime, soprattutto la terza, formano un esteso pianalto che arriva sino al fiume Tevere. Si trovano a quote variabili tra i 700 metri circa dell'orlo della caldera sommitale sino ai 100 metri circa al bordo del pianalto, a strapiombo sulla piana alluvionale del Tevere.

Nel primo lavoro di questa serie (LORENZONI ed al., 1984) è stato ampiamente descritto l'ambiente fisico e morfologico dell'apparato vicano, assieme ai diversi tipi di rocce presenti. Altri lavori, sempre di questa serie hanno dimostrato che esistono all'interno del complesso vicano sequenze di suoli legate alle variazioni di clima (LULLI ed al., 1985; 1986; 1987), (QUANTIN ed al., 1985) e alle variazioni di altri fattori principali di genesi (BIDINI ed al., 1984).

In un'altra nota (LORENZONI et al., 1985) sono stati descritti e classificati, secondo i criteri della Soil Taxonomy, i principali tipi di suolo che si sviluppano su queste colate, di cui si riassume brevemente qualche carattere principale.

Gli affioramenti della I (prima) colata sono così limitati che non consentono l'evolversi di suoli rappresentativi.

La II (seconda) colata, di composizione trachitica, affiora solo in alcune località e, poiché i suoli che vi si sviluppano hanno caratteri di andicità poco evidenti, in genere si classificano come Inceptisuoli e, se erosi, Entisuoli.

La III (terza) colata, la più estesa, ha una maggiore uniformità di suoli, nei quali è sempre evidente la migrazione e la genesi d'argilla. Sono stati classificati come Alfisuoli e, se erosi, Inceptisuoli.

* Sezione di Chimica del Suolo

** O.R.S.T.O.M., Parigi.

*** Sezione di Conservazione del Suolo, Rieti.

**** Sezione di Genesi, Classificazione e Cartografia del Suolo.

Fondo Documentazione Ortofito
Cote: B* 10167 Ex: 1

TAB. 1 — *Classificazione, collocazione altimetrica e roccia madre dei suoli esaminati.*

Profilo	Classificazione (S.T. 1975)	Altitudine	Colata
19	Typic Xerumbrept	300	II
11	Leptic Thapto-Alfic Xerochrept	210	III
30	Ultic Palexeralf	225	III
5	Ultic Hapludalf	650	IV
29	Ultic Hapludalf	650	IV
9	Entic Xerumbrept	280	IV

La IV (quarta) colata ha un aspetto ondulato e, anche se è meno estesa della terza, sostiene suoli più eterogenei. Si va degli Alfisuoli delle facies più compatte agli Inceptisuoli delle facies non litoidi.

In questo lavoro si presentano sei suoli delle diverse colate piroclastiche. La classificazione, i principali caratteri morfologici dei profili e alcune loro proprietà fisiche sono riportate nelle rispettive tabelle 1,2 e 3.

Il gran numero di analisi, eseguite su suoli e campioni diversi, rappresenta un corredo notevole di informazioni che permettono di definire i principali processi genetici che caratterizzano i suoli delle più estese colate piroclastiche del complesso vulcanico di Vico.

MATERIALI E METODI

Oltre alle analisi chimiche e fisiche che definiscono le caratteristiche diagnostiche dei singoli suoli, sono state effettuate analisi più specifiche per evidenziare la presenza di materiale amorfo di neosintesi, cioè la CEC a pH variabile e l'estrazione di prodotti amorfi con HCl 2N.

L'analisi granulometrica è stata eseguita su campione setacciato a 2 mm, seccato all'aria, dopo trattamento con H₂O₂ e dispersione con esametfosfato di sodio, e determinazione delle frazioni limose ed argillose con il Counter e delle sabbiose con i setacci.

Il pH è stato determinato su suolo fresco setacciato a 2 mm dopo sospensione con H₂O, con KCl 2N e con NaF N (FIELDER e PERROT, 1972). Il Δ pH è lo scarto tra i valori del pH (H₂O) e del pH (KCl).

Le basi di scambio sono state determinate con l'assorbimento atomico dopo percolazione del suolo con una soluzione di NH₄-acetato e pH 7.

La capacità di scambio a pH variabile è stata determinata estraendo il suolo con una soluzione di NH₄-acetato a pH4 e con una soluzione di NH₄Cl, NH₄OH e TEA a pH9 (AOMINE, JACKSON, 1959). Ogni estrazione è stata ripetuta 5 volte. Dopo avere eliminato lo ione NH₄⁺ in eccesso con lavaggi ripetuti di alcool etilico tamponato a pH7, l'NH₄⁺ adsorbito è stato riportato in solu-

Tab. 2 — *Principali proprietà morfologiche dei profili di suolo.*

Orizzonte	Profondità (cm)	Colore	Tessitura	Struttura	Consistenza	Pellicole	Limite
<i>profilo 19 Typic Xerumbrept, seconda colata</i>							
A1	0-8	10YR3/2	L	grumosa f.	m. friabile	—	chiaro, ondulato
A2	8-20	10YR3.5/2	L	pol. sub. m.	m. friabile	—	graduale, ondulato
Bw	20-45	10YR3/3	Cl-C	pol. an. sub. m.	friabile	—	netto, lineare
C	>45	—	Sal	massiva	resistente	arg. in fessure	
<i>profilo 11 Leptic Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>							
Ap1	0-4	7.5YR4/4	C	lam. f., grum. m.f.	soffice	—	netto ondulato
Ap2	4-40	7.5YR4/4	Siel	pol. am. m., pri. g.	molto duro	—	netto, ondulato
2Bt	40-95	5YR5/8	Cl	pol. sub. g., mass.	molto duro	arg. com., mang.	chiaro, ondulato
2BC	>95	5YR3/3	Sil	massiva	m. resistente	arg. in cavità	
<i>profilo 30 Ultic Paleixeralf, terza colata</i>							
A	0-3	10YR4/4	L-Cl	grumosa f., m.f.	soffice	—	netto, ondulato
E	3-15	10YR4/6	Cl	pol. an. f. mass.	soffice	—	chiaro, ondulato
BE	15-30	7.5YR4/4	Sic	pol. an. f., m.	duro	pochi arg.	netto, lineare
Bt1	30-50	7.5YR4/4	Sic	prismatica m.	molto duro	arg. comuni	chiaro, ondulato
Bt2	50-90	7.5YR4/4	Sic	prismatica m.	molto duro	arg. multi, mang.	graduale, ondulato
Bt3	90-130	7.5YR4/4	Sic	prismatica m.	molto duro	arg. multi, mang.	graduale, ondulato
BC	130-180	5YR4/4	Siel	pol. an. m. g.	molto duro	pochi arg.	netto, spezzato
C	180-220	7.5YR4/1	Sic	massiva	friabile	a. in cavità	graduale, ondulato
<i>profilo 5 Ultic Hapludalf, quarta colata</i>							
A1	0-4	10YR4/2	Cl	grumosa f.	m. friabile	—	chiaro, irregolare
A2	4-20	10YR5/4	Cl	grum.m.pol.sub.m.	friabile	—	chiaro, ondulato
Bt	20-40	7.5YR5/4	Cl	pol. sub. m.	resistente	arg. comuni	chiaro, lineare
2BCtb	40-130	7.5YR5.5/4	C	massiva	m. resistente	arg. comuni	graduale, irregolare
2Cb1	130-160	10YR6/6	Sal	massiva	friabile	—	diffuso
2Cb2	160-220	10YR8/6	Sal	massiva	m. friabile	—	diffuso
<i>profilo 29 Ultic Hapludalf, quarta colata</i>							
A	0-4	10YR3/3	Cl	grum. f., m.	m. friabile	—	netto, ondulato
BA	4-30	10YR5/6	L	pol. sub. m.	friabile	pochi arg.	graduale, ondulato
Bt	30-50	10YR4/4	Cl	pol. sub. m.	friabile	pochi arg.	netto, irregolare
BC	50-70	2.5Y7/4	L	massiva	resistente	—	netto, irregolare
C	>70	2.5Y7/3	Sal	—	molto duro	—	
<i>profilo 9 Entic Xerumbrept, quarta colata</i>							
A1	0-10	10YR5/3	Sacl	grumosa m.	soffice	—	chiaro, lineare
A2	10-35	10YR5/3	L	pol. sub. f.	duro	—	chiaro, irregolare
AC	35-50	10YR5/3	Sal	pol. sub. f., gran.	soffice	—	chiaro, spezzato

Per le tessiture sono stati usati i simboli del Soil Survey Manual in accordo con le classi granulometriche dell'USDA usate per la classificazione dei suoli: C = argilla; L = franco; Sa = sabbia; Si = limo e combinazioni di questi.

TAB. 3 — Alcune proprietà fisiche dei suoli.

Profili	Profondità (cm)	Densità (gr/cm ³)	Sabbia (2000-50 μ)	Limo (50-2 μ)	Argilla (< 2 μ)
<i>profilo 19 - Typic Xerumbrept, seconda colata</i>					
A1	0-8	1,30	49,1	31,7	19,2
A2	8-20	n.d.	42,3	31,5	26,2
Bw	20-45	1,24	36,8	23,1	40,1
C	45-65 +	n.d.	60,1	26,3	13,6
<i>profilo 11 - Leptic Thapto - Alfic Xerochrept, terza colata</i>					
Ap1	0-4	n.d.	36,0	18,5	45,5
Ap2	4-40	1,30	15,6	45,5	38,9
2Bt	40-95	1,38	35,4	31,3	33,3
2BC	95-130 +	n.d.	19,5	55,9	24,6
<i>profilo 30 - Ultic Palexeralf - terza colata</i>					
A	0-3	n.d.	27,3	45,4	27,3
E	3-15	1,45	24,4	41,0	34,6
BE	15-30	n.d.	14,9	41,9	43,2
Bt1	30-50	1,46	12,0	46,4	41,6
Bt2	50-90	n.d.	11,6	46,0	42,4
Bt3	90-130	n.d.	8,3	50,9	40,8
BC	130-180	n.d.	7,1	54,4	38,5
C	180-220	0,91	6,2	47,9	45,9
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf - quarta colata</i>					
A1	0-4	n.d.	30,4	38,3	31,3
A2	4-20	0,90	37,3	35,1	27,6
Bt	20-40	1,18	29,2	39,8	31,0
2BCtb	40-130	n.d.	17,9	36,5	45,6
2Cb1	130-160	n.d.	77,7	15,0	7,3
2Cb2	160-220 +	n.d.	71,6	25,9	2,5
<i>profilo 29 - Ultic Hapludalf - quarta colata</i>					
A	0-4	n.d.	37,2	39,2	23,6
BA	4-30	0,95	31,6	29,7	38,7
BC	30-50	1,21	27,4	37,3	35,3
C	50-70	1,40	48,8	37,2	14,0
R	>70	n.d.	68,5	22,0	9,5
<i>profilo 9 - Entic Xerumbrept - quarta colata</i>					
A1	0-10	0,87	54,0	25,5	20,5
A2	10-35	1,27	41,7	31,5	26,8
AC	35-50	1,01	65,0	19,6	15,4

zione con KCl N. La quantità di NH_4^+ è stata determinata per via colorimetrica.

I prodotti amorfi o cripto-cristallini sono stati determinati sul suolo umido usando la cinetica di dissoluzione in HCl 2N (QUANTIN, 1975). La quantità di prodotti allofanici è stata dedotta usando la formula dell'imogolite (SiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) applicata alla quantità di SiO_2 solubile in HCl 2N e ricavata dalle curve di dissoluzione.

Campioni umidi di suolo, setacciati a 0,5 mm, sono stati trattati con soluzioni di Na-tetraborato a pH 9 e a pH 7; con Napirofosfato 0,1M; con NH_4 -ossalato a pH 3 (SCHWERTMANN, 1964); con Na-ditionito-citrato-bicarbonato (MEHRA e JACKSON, 1960).

L'analisi della composizione chimica elementare totale è stata fatta sulla frazione inferiore ai 2 mm, attaccando prima con gli acidi HCl, HNO_3 , H_2SO_4 concentrati su piastra riscaldante (dall'analisi degli elementi in soluzione si determina la composizione della frazione alterata) e poi con HF concentrato (l'analisi di questa frazione permette di ottenere la composizione del residuo).

Ogni volta i diversi elementi sono stati dosati per spettrofotometria ad assorbimento atomico.

Il frazionamento della sostanza organica è stato eseguito con il metodo DABIN (1974) che prevede più estrazioni successive con H_3PO_4 2M seguite da quelle con Na-pirofosfato 0.1M e con NaOH 0.1N a freddo. In ogni tipo di estratto è stato poi dosato il carbonio mediante ossidazione con bicromato di potassio. Sono stati successivamente precipitati gli acidi umici e quindi dosato il carbonio relativo. Il carbonio degli acidi fulvici è stato calcolato per differenza. Parte degli acidi umici sono stati poi ridisciolti in NaOH N per essere sottoposti ad analisi elettroforetica.

La ritenzione in fosforo è stata calcolata lasciando 5 gr di suolo in contatto per 24 ore con 25 ml di una soluzione di $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,01 M e contenente 5×10^{-3} moli di KH_2PO_4 e determinando per via colorimetrica la percentuale di fosforo che rimane in soluzione (BLAKEMORE, 1978).

Il fosforo totale è stato determinato previo attacco con H_2SO_4 conc. e HClO_4 al 60% sul suolo setacciato a 0,5 mm. Le differenti frazioni sono state estratte secondo il metodo di CHANG e JACKSON (1957). Il fosforo organico è stato dosato dopo un attacco con HCl conc. sul suolo calcinato e non calcinato. Il risultato è dato dalla differenza del fosforo dei due dosaggi.

Il fosforo assimilabile è stato determinato con il metodo OLSEN modificato DABIN (1967), utilizzando una soluzione estraente di Na-bicarbonato 0,5N e NH_4 -floruro 0,5N.

DISCUSSIONE

1. pH, CEC dipendente dal pH, ritenzione in fosforo.

Il pH dei suoli è in genere debolmente acido e solo in qualche caso raggiunge la neutralità (Tab. 4). I valori del ΔpH variano tra 0,9 e 1,5 negli orizzonti A e tendono a crescere sino a 2,2-2,8 negli orizzonti di transizione alla roccia. Il $\text{pH}(\text{NaF})$ si mantiene intorno a 9 nei suoli della seconda e della terza colata, con un abbassamento a 7,9 nell'orizzonte A del profilo 30. Tende ad essere superiore a 9 nei suoli della quarta colata; solo nel profilo 5 il valore si mantiene intorno a 10 per salire fino ad 11 nell'orizzonte più profondo.

Le basi di scambio e la saturazione hanno valori che in genere diminuiscono con la profondità per risalire negli orizzonti di alterazione. Nel profilo 30 sulla terza colata invece la saturazione diminuisce con la profondità passando dal 56% al 23%.

Valori più elevati del calcio si riscontrano negli orizzonti più superficiali di tutti i suoli e sono da mettere in relazione con la restituzione da parte della vegetazione. Valori alti di calcio e potassio si trovano anche alla base del profilo 11 della terza colata e dei profili 5, 29 della quarta colata.

Il valore del ΔCEC riportato nella tabella 4 è dato dalla differenza tra i valori ottenuti delle capacità di scambio a $\text{pH}9$ e a $\text{pH}4$ ed il tasso del ΔCEC è dato dalla formula: $\Delta\text{CEC}/\text{CEC}(\text{pH}9) \cdot 100$. È noto infatti che la CEC dei suoli con proprietà andiche dipende dal pH della soluzione estraente (AOMINE e JACKSON 1959).

Per il profilo 5 sulla quarta colata si nota un aumento passando dall'orizzonte Bt all'orizzonte Cb1, sia del ΔCEC sia del tasso del ΔCEC . Anche nel profilo 29, sempre della quarta colata, si ha un aumento del ΔCEC e del tasso del ΔCEC , nel passaggio tra il Bt ed il C. Indica questo che a livello degli orizzonti C i suoli contengono materiali a carica variabile. Il fenomeno inverso si nota sul suolo eroso della quarta colata, il profilo 9, nel quale il tasso di ΔCEC scende passando dall'orizzonte superficiale A2 al più profondo e meno alterato AC.

In generale i valori più elevati di CEC a pH variabile si riscontrano negli orizzonti di alterazione del profilo 5 sulla quarta colata; sono valori che raggiungono quasi quelli trovati negli Andosuoli del Vulture (LULLI et al., 1983). Questo fatto potrebbe suggerire che l'orizzonte C ha qualche carattere di andicità. Elevati si mantengono anche i valori del ΔCEC e del tasso del ΔCEC nel profilo 9 sulla quarta colata, tenendo conto che questo è un suolo nelle prime fasi di evoluzione nella fascia più mediterranea dell'apparato vulcanico di Vi-co.

Per evidenziare gli eventuali caratteri andici dei suoli è stato determinato su alcuni dei profili studiati anche la ritenzione in fosforo. È noto infatti che le allofani giocano un ruolo importante nell'adsorbimento del fosforo. In un lavoro precedente (BIDINI, DE CAROLIS, 1984) è stato correlato il grado di andici-

TAB. 4 — PH, basi scambiabili, capacità di scambio a pH variabile e ritenzione in fosforo.

Profili	pH			Δ pH	Basi scambiabili (mq/100 gr)					Sat %	C.E.C.			Δ CEC	Tasso Δ CEC %	Ritenz. P205 %
	H2O	KCl	NaF		Ca	Mg	Na	K	S		pH4	pH7	pH9			
<i>profilo 19 - Typic Xerumbrept, seconda colata</i>																
A1	5,9	4,4	8,6	1,5	1,96	0,74	1,03	0,54	4,27	46	—	—	—	—	—	67,9
A2	5,6	4,0	8,9	1,6	1,90	1,09	1,04	0,58	4,61	32	9	12	27	18	67	68,1
Bw	5,7	4,0	9,8	1,7	1,69	1,28	1,05	0,99	4,99	33	7	10	18	11	61	70,1
BC	5,9	4,5	9,1	1,4	1,35	0,68	1,57	0,48	4,08	45	—	—	—	—	—	48,0
C	6,0	5,0	8,9	1,0	1,40	0,89	1,36	0,36	4,01	42	—	—	—	—	—	—
<i>profilo 11 - Leptic Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>																
Ap1	6,6	5,3	9,1	1,3	12,63	2,39	0,92	3,49	19,43	66	—	—	—	—	—	—
Ap2	6,1	4,6	9,3	1,5	8,58	1,75	0,76	1,99	13,08	57	—	—	—	—	—	—
2Bt	6,3	4,4	9,4	1,9	5,95	2,35	2,17	3,30	13,77	52	53	73	79	26	33	—
2BC	6,6	4,4	9,1	2,2	19,28	3,30	2,12	6,89	31,59	76	62	92	99	37	37	—
<i>profilo 30 - Ultic Palexeralf, terza colata</i>																
A	6,7	5,8	7,9	0,9	16,81	2,78	1,30	1,20	22,08	56	—	—	—	—	—	61,1
E	6,3	4,6	8,6	1,7	5,93	3,54	1,85	2,37	13,66	52	—	—	—	—	—	61,3
BE	6,1	4,6	8,7	1,5	5,90	3,82	1,52	1,60	12,84	46	—	—	—	—	—	68,8
Bt1	5,8	4,4	9,2	1,4	5,51	1,56	1,41	1,03	9,50	35	17	21	29	12	41	65,3
Bt2	5,9	4,5	8,8	1,4	5,40	1,48	1,85	1,03	9,76	44	—	—	—	—	—	68,3
Bt3	5,9	4,3	8,8	1,6	5,22	1,40	1,41	1,15	9,16	38	—	—	—	—	—	70,3
BC	5,6	4,1	8,6	1,5	4,92	1,48	1,74	1,28	9,40	29	13	18	20	7	35	74,7
C	5,5	3,9	8,7	1,6	0,53	1,48	1,30	1,08	4,37	23	—	—	—	—	—	74,7
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>																
A1	6,4	5,5	9,9	1,1	12,18	6,99	0,89	3,30	23,36	61	—	—	—	—	—	—
A2	6,7	4,1	9,9	1,6	5,39	3,99	0,87	1,60	11,85	44	—	—	—	—	—	—
Bt	6,4	4,6	10,0	1,8	5,99	4,81	0,76	1,79	13,35	57	12	19	24	12	50	—
2BCtb	6,7	4,5	10,3	2,2	6,49	4,03	1,47	2,72	14,71	50	14	24	39	25	65	—
2Cb1	6,4	4,0	9,5	2,4	24,10	6,89	2,74	13,46	47,19	86	10	25	43	33	77	—
2Cb2	6,2	4,5	10,9	1,7	1,63	0,67	2,01	4,46	9,77	30	14	24	40	26	65	—
<i>profilo 29 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>																
A	6,8	5,6	9,5	1,2	29,40	7,70	0,87	3,08	41,05	73	—	—	—	—	—	70,7
BA	6,5	4,7	9,6	1,8	4,26	3,09	1,09	2,37	10,81	35	—	—	—	—	—	78,1
Bt	6,8	4,7	9,3	2,1	8,89	3,52	1,12	4,87	18,40	51	18	26	28	10	36	70,1
C	7,2	4,4	8,6	2,8	39,15	3,85	2,60	22,76	68,36	84	40	72	88	48	55	22,7
R	7,2	4,8	8,6	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,8
<i>profilo 9 - Entic Xerumbrept, quarta colata</i>																
A1	5,6	4,1	9,3	1,5	4,92	1,28	1,70	0,72	8,62	30	—	—	—	—	—	74,5
A2	5,5	3,8	9,9	1,7	4,21	1,20	1,53	0,48	7,42	37	12	15	35	23	66	74,5
AC	6,1	4,0	9,7	2,1	4,10	2,33	2,02	1,51	9,96	44	13	18	30	17	57	63,5
C	—	—	—	—	3,91	1,46	1,41	4,87	11,65	—	—	—	—	—	—	—

tà di alcuni suoli del complesso di Vico con l'entità della ritenzione in fosforo.

Nel caso dei suoli delle colate piroclastiche il valore della ritenzione risulta molto inferiore a quella trovata nei suoli andici (90-95%), variando tra il 70% e l'80% nella parte superiore dei profili della seconda e della quarta colata. I valori si abbassano notevolmente a livello dell'orizzonte di alterazione. Questo comportamento potrebbe indicare la presenza di materiale con caratteri di acidità nella parte superiore dei suoli.

Nel profilo 30, sulla terza colata, il valore della ritenzione in fosforo passa dal 60% circa degli orizzonti superficiali al 74% degli orizzonti più profondi, probabilmente per un incremento di materiali amorfi con la profondità.

2. Prodotti amorfi o criptocristallini

Nella tabella 5 sono riportati i valori di SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 derivati dalle curve di dissoluzione in HCl 2N (QUANTIN 1975) che rappresentano la percentuale amorfa e criptocristallina nei suoli (Fig. 1, 2, 3). La quantità di Al_2O_3 legata alla frazione amorfa è stata calcolata dalla formula dell'imogolite utilizzando la quantità di SiO_2 solubile in HCl 2N.

Le quantità di silice amorfa, espressa come percentuale di SiO_2 , si mantengono basse in tutti i suoli. Fanno eccezione gli orizzonti Cb1 del profilo 5 dove raggiunge il 2,6% e C del profilo 29 dove arriva allo 0,6%.

Andamento analogo manifesta l'alluminio amorfo, espresso come percentuale di Al_2O_3 , e calcolato dalla silice solubilizzata in HCl. Nell'orizzonte Cb1 del profilo 5 raggiunge il valore di 4,42% e nel C del profilo 29 arriva all'1%. Una risalita dei valori in silice ed alluminio amorfi si nota anche alla base del profilo 30 sulla terza colata, anche se i valori raggiunti sono inferiori a quelli dei suddetti suoli della quarta colata. Questi andamenti sono da mettere in relazione con la solubilizzazione delle zeoliti.

In corrispondenza degli orizzonti superficiali aumenta la frazione di alluminio legato alla sostanza organica, come risulta dagli incrementi dell'alluminio libero. Nell'orizzonte BC del profilo 11 sulla terza colata tuttavia si osserva un valore di alluminio libero decisamente più elevato di tutti gli altri campioni esaminati; questo aumento può essere imputato alla presenza di alluminio in qualche modo cristallizzato.

Nel profilo 30 si nota inoltre un contenuto di ferro solubile in HCl 2N maggiore di tutti gli altri profili, dovuto probabilmente alla dissoluzione di composti del ferro finemente cristallizzati.

L'alluminio, il ferro e la silice sono stati inoltre determinati con soluzioni di estraenti diversi per poter distinguere come tali elementi siano legati con i composti organico-minerali.

Osservando la tabella 6 si nota che, mentre sono molto bassi i valori dell'alluminio e trascurabili quelli del ferro e della silice chelati con la sostanza organica ed estratti in Na-tetaborato, più elevate sono le quantità complessate con la sostanza organica ed estratte con Na-pirofosfato negli orizzonti organico-minerali.

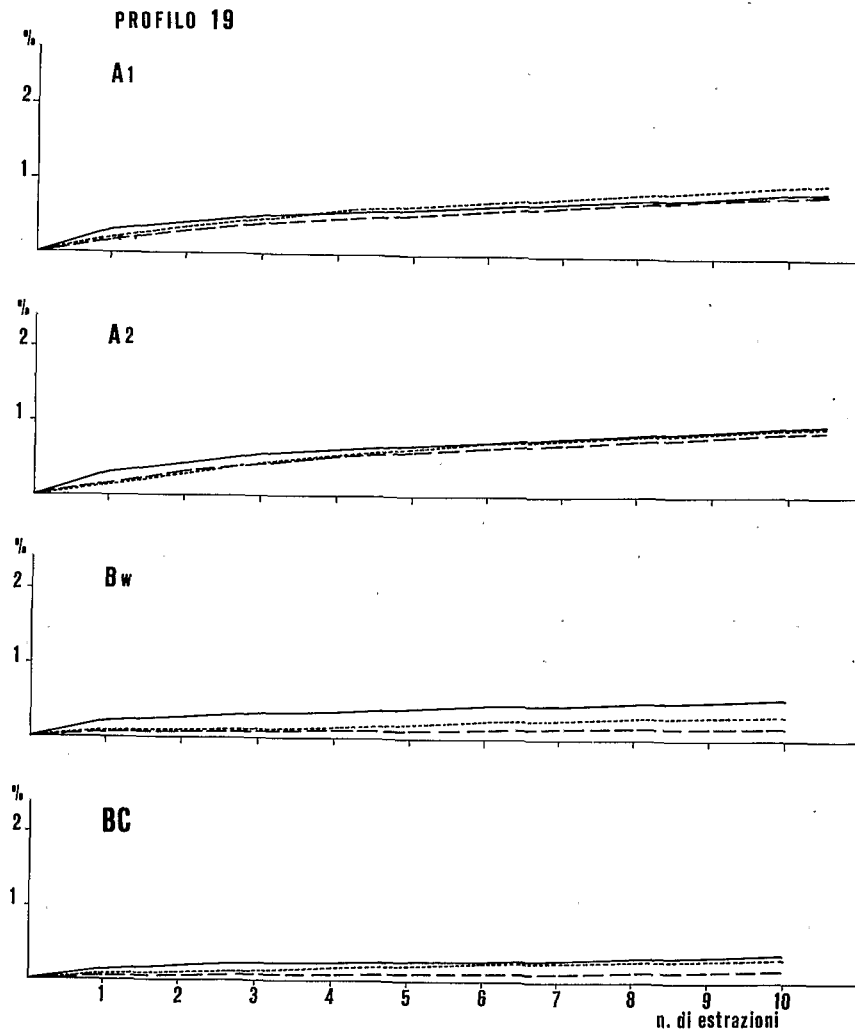


Fig. 1 — Curve cumulative di dissoluzione in HCl 2N per l'estrazione di prodotti amorfi o paracrystallini del profilo 19 della seconda colata piroclastica. — Al_2O_3 ; SiO_2 ; — Fe_2O_3 .

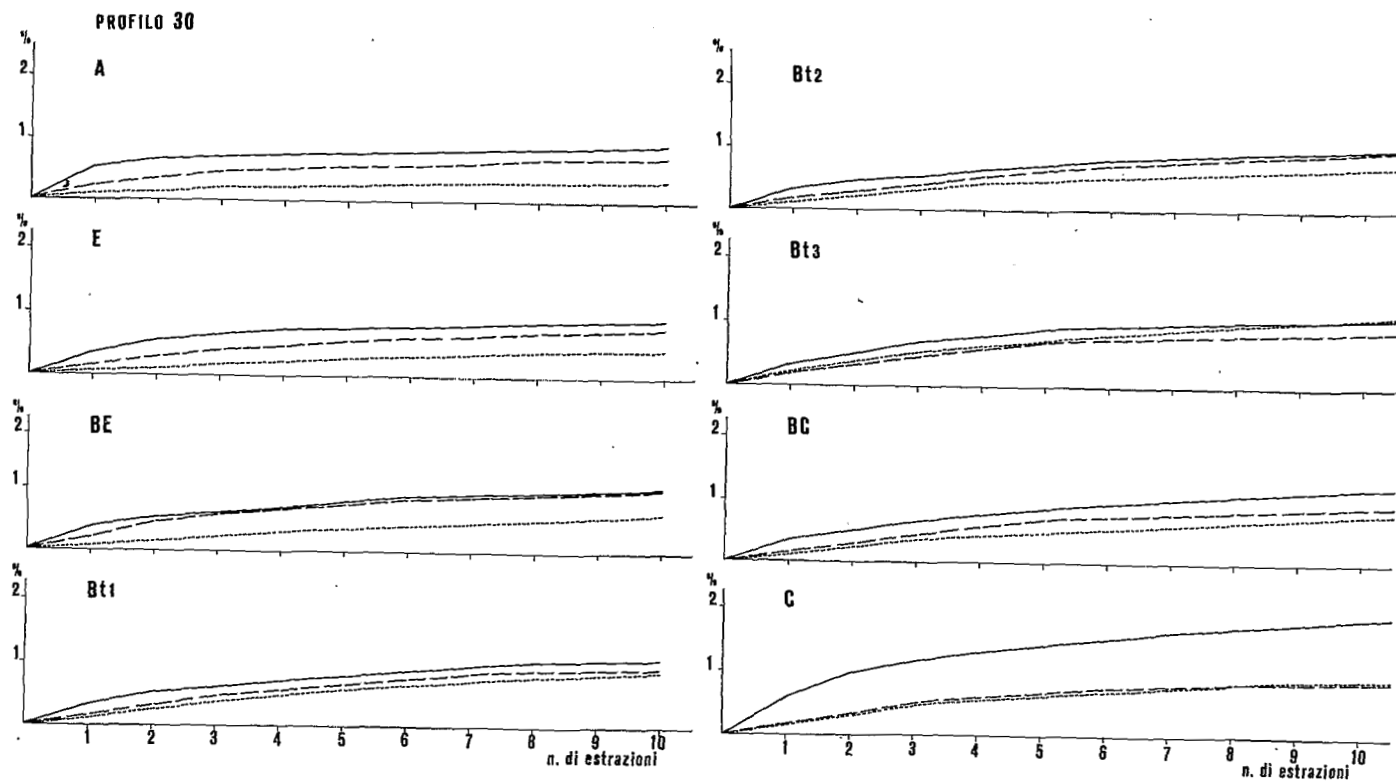


Fig. 2 — Curve cumulative di dissoluzione in HCl 2N per l'estrazione di prodotti amorfi o paracrystallini del profilo 30 della terza colata piroclastica. — Al₂O₃; SiO₂; — Fe₂O₃.

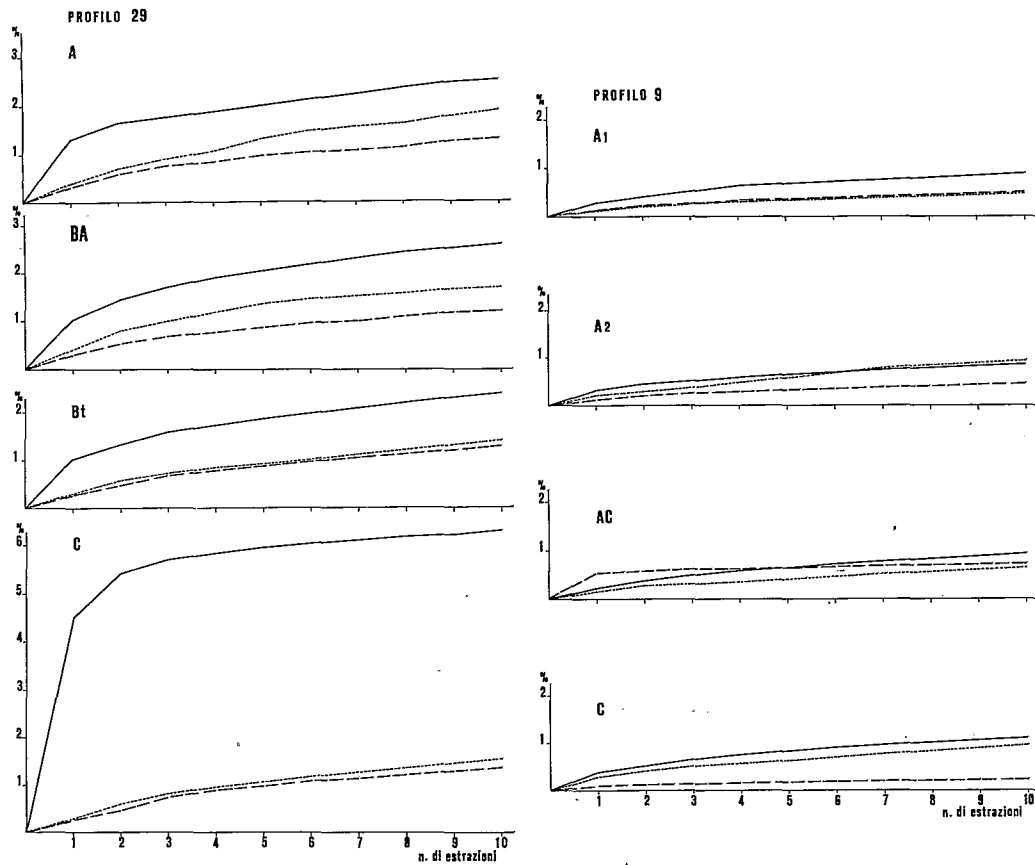


Fig. 3 — Curve cumulative di dissoluzione in HCl 2N per l'estrazione di prodotti amorfì o paracristallini dei profili 29 e 9 della quarta colata piroclastica. ——— Al_2O_3 ; SiO_2 ; - - - Fe_2O_3 .

TAB. 5 — *Composti amorfi e paracriscristallini solubili in HCl 2N, espressi come (%) di suolo.*

Profili	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ allof.	Al ₂ O ₃ libero	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ (mol.)
<i>profilo 19 - Typic Xerumbrept, secondo colata</i>						
A1	0,20	0,30	0,20	0,25	0,05	1,14
A2	0,15	0,30	0,20	0,20	0,10	0,86
Bw	0,10	0,25	0,10	0,18	0,07	0,70
C	0,10	0,20	0,10	0,18	0,02	0,86
<i>profilo 11 - Lepitic thapto - Alfic xerocrept, terza colata</i>						
Ap1	0,50	1,60	0,10	0,85	0,75	0,53
Ap2	0,20	1,00	0,10	0,34	0,66	0,34
2Bt	0,50	1,40	0,08	0,85	0,55	0,61
2BC	0,40	2,40	0,08	0,62	1,78	0,28
<i>profilo 30 - Ultic Palexeralf, terza colata</i>						
A	0,10	0,70	0,35	0,17	0,53	0,24
E	0,10	0,55	0,30	0,17	0,38	0,31
BE	0,20	0,35	0,30	0,34	0,01	0,98
Bt1	0,20	0,30	0,35	0,34	0,04	1,14
Bt2	0,30	0,40	0,35	0,51	0,11	1,28
Bt3	0,25	0,50	0,35	0,35	0,15	0,86
BC	0,20	0,40	0,45	0,34	0,07	0,92
C	0,35	0,65	0,30	0,60	0,05	
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>						
A1						
A2						
Bt	0,10	0,50	0,50	0,17	0,33	0,34
2BCtb	0,15	0,40	0,01	0,26	0,14	0,64
2Cb1	2,60	4,70	0,60	4,42	0,28	0,94
2Cb2	0,40	1,45	0,10	0,68	0,77	0,47
<i>profilo 29 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>						
A	0,24	1,45	0,20	0,48	0,97	0,28
BA	0,40	1,30	0,40	0,80	0,50	0,53
Bt	0,30	1,20	0,35	0,50	0,70	0,43
C	0,60	5,50	0,55	1,01		
<i>profilo 9 - Entic Xerumbrept, quarta colata</i>						
A1	0,10	0,45	0,10	0,17	0,23	0,38
A2	0,09	0,25	0,10	0,12	0,13	0,62
AC	0,10	0,20	0,50	0,10	0,10	0,86
C	0,25	0,50	0,10	0,40	0,02	0,86

TAB. 6 — *Quantità di alluminio, ferro e silice solubilizzate da differenti estraenti ed espresse come % di Al₂O₃, Fe₂O₃ e SiO₂ nel suolo.*

Profili	Tetraborato			Pirofosfato			Ossalato			Ditionito			Feo Fed
	Al	Fe	Si	Al	Fe	Si	Al	Fe	Si	Al	Fe	Si	
<i>profilo 19 - Typic Xerumbrept, seconda colata</i>													
A1	0,12	tr	tr	0,50	0,06	0,03	0,58	1,32	0,14	n.d.	0,74	0,06	1,8
A2	0,16	tr	tr	0,51	0,06	0,05	0,49	1,36	0,20	0,70	1,02	0,08	1,5
Bw	0,03	tr	tr	0,10	0,02	0,01	0,43	1,49	0,30	0,43	0,62	0,20	2,4
C	0,01	tr	tr	0,01	0,02	0,01	0,12	1,64	0,28	0,30	0,23	0,30	7,1
<i>profilo 11 - Leptic Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>													
Apr	0,01	tr	0,07	0,06	0,09	0,01	0,34	0,68	0,14	0,08	0,05	0,10	13,6
2Bt	0,01	tr	0,07	0,01	0,01	0,04	1,07	0,20	0,22	0,08	0,03	0,13	6,7
<i>profilo 30 - Ultic Palexeralf, terza colata</i>													
A	0,04	tr	tr	1,06	0,07	n.d.	0,47	1,22	0,27	n.d.	1,08	n.d.	1,1
E	n.d.	tr	n.d.	n.d.	n.d.	0,03	0,55	1,34	0,26	1,32	1,57	0,08	0,8
BE	n.d.	tr	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,64	1,48	0,32	n.d.	1,84	0,10	0,8
Bt1	0,02	tr	0,02	0,06	0,02	n.d.	0,53	1,84	0,39	n.d.	1,97	n.d.	0,9
Bt2	—	tr	—	—	—	0,02	0,51	1,71	0,28	1,58	2,46	n.d.	0,7
Bt3	—	tr	—	—	—	0,02	0,55	1,68	0,39	n.d.	2,31	0,10	0,7
BC	—	tr	—	—	—	0,03	0,60	1,70	0,39	2,12	2,07	n.d.	0,8
C	—	tr	—	—	—	0,04	0,66	1,24	0,54	2,48	1,86	0,20	0,7
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>													
A1	0,03	tr	tr	0,13	0,07	0,09	0,57	0,87	0,19	0,14	0,10	0,06	8,7
A2	0,02	tr	tr	0,07	0,04	0,07	0,48	0,91	0,21	0,11	0,10	0,08	9,1
Bt	0,02	tr	0,03	0,04	0,01	0,06	0,32	0,51	0,15	0,14	0,04	0,09	12,7
2BCtb	0,03	tr	0,02	0,10	0,03	tr	1,37	0,50	0,72	0,23	0,06	0,09	8,3
2Cb1	0,03	tr	0,01	0,16	0,01	tr	4,71	0,58	2,94	0,47	0,05	0,10	12,0
2Cb2													
<i>profilo 29 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>													
A	0,08	tr	tr	1,01	0,08	0,07	1,17	1,15	1,04	0,08	0,91	0,05	1,2
AB	0,12	tr	tr	0,70	0,05	0,06	1,64	1,21	0,86	0,10	1,67	0,07	0,7
Bt	0,08	tr	0,02	0,75	0,02	tr	1,68	1,17	0,77	0,21	1,15	0,08	1,0
C	0,02	tr	0,03	0,06	0,03	tr	3,63	3,88	0,53	0,36	0,49	0,08	8,0
R													
<i>profilo 9 - Entic Xerumbrept, quarta colata</i>													
A1	0,08	tr	tr	0,10	0,05	0,03	0,01	0,65	0,20	n.d.	0,73	0,05	0,9
A2	0,06	tr	0,03	0,08	0,06	0,02	0,005	0,70	0,32	0,85	0,89	0,06	0,7
AC	0,02	tr	0,05	0,03	0,02	0,02	tr	0,32	0,28	0,70	0,30	0,08	1,1

Si osserva anche che l' NH_4 -ossalato, capace di portare in soluzione l'alluminio allofanico, ne estrae quantità comparabili a quelle ottenute con la cinetica di dissoluzione in HCl.

Gli ossidi di alluminio e di ferro estratti in Na-ditionito del profilo 30 sulla terza colata hanno valori più elevati di quelli di tutti gli altri suoli, soprattutto a partire dall'orizzonte B. Questo fatto può essere imputato alla presenza di forme più o meno cristallizzate dei due elementi.

3. Composizione chimica totale

Per meglio prendere in esame questa parte si è ritenuto più agevole confrontare i risultati relativi alla composizione della frazione elementare totale (Tab. 7), della frazione alterata (Tab. 8) e del residuo (Tab. 9) per i suoli di ciascuna colata.

Seconda colata — Profilo 19 - L'analisi della composizione chimica totale è stata effettuata solo per l'orizzonte C.

Il valore del residuo e la sua composizione indicano che il suolo contiene ancora quantità evidenti di SiO_2 e di K_2O . Nella frazione alterata il rapporto molare $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ è circa 2, simile a quello dell'halloysite.

Terza colata — Profilo 11 - La composizione elementare totale dell'intero suolo evidenzia un contenuto pressoché uniforme della SiO_2 (47-49%), un contenuto piuttosto elevato di alluminio e di ferro che tendono a diminuire negli orizzonti 2Bt e 2BC. Anche i metalli alcalini sono abbondanti ma, mentre il potassio tende a diminuire, il calcio ed il magnesio aumentano con la profondità.

Il valore del residuo minerale passa da circa il 31,2% nell'Ap2 al 15,5% nel 2Bt.

La composizione del residuo indica una netta diminuzione della silice e dell'alluminio nel 2Bt rispetto alla parte sommitale del profilo. Quest'ultima si presenta dunque più ricca di silice, di potassio e di sodio derivanti da materiali primari quali il quarzo ed i feldspati potassici.

Anche l'esame della frazione alterata indica per gli orizzonti profondi una maggiore quantità di SiO_2 solubile, di calcio e di potassio. La parte inferiore del suolo è inoltre ricca in ossidi di ferro.

Il rapporto molare della frazione alterata $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ è di circa 2 negli orizzonti Ap, vicino al rapporto molare dell'halloysite. Il rapporto cresce poi a valori di 2,8-3,2 negli orizzonti 2Bt e 2C, indicando la probabile presenza di zeoliti.

Dall'analisi dei dati risultanti di questo profilo si conferma la discontinuità litologica descritta al passaggio tra gli orizzonti A e l'orizzonte B sottostante.

Profilo 30 - L'analisi totale mostra che la silice decresce con la profondità

TAB. 7 — *Analisi chimica elementare totale dei suoli sulla frazione < a 2 mm.*

Profili	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Perdita H ₂ O a 1000° %	SiO ₂ Al ₂ O ₃ (mol.)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (mol.)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
<i>profilo 19 - Typic Xerumbrept, seconda colata</i>													
C	51,40	25,00	5,46	0,63	0,115	0,83	1,14	1,40	5,30	0,093	7,55	3,80	3,05
<i>profilo 11 - Leptic Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>													
Ap1	49,49	23,87	7,10	0,80	0,164	0,91	1,14	1,04	3,29		12,20	3,54	3,00
Ap2	49,16	25,69	7,28	0,82	0,156	0,86	0,91	0,98	3,41		10,20	3,27	2,80
2Bt	47,98	25,40	6,32	0,72	0,140	1,18	2,43	0,91	1,97		12,65	3,23	2,50
2BC	49,75	22,63	5,87	0,66	0,175	1,34	3,39	0,83	2,76		11,50	3,76	3,26
<i>profilo 30 - Ultic Palexeralf, terza colata</i>													
E	55,71	20,40	7,69	1,00	0,325	1,15	0,63	1,03	3,25	0,108	8,95	4,67	3,71
Bt2	50,73	24,75	8,81	1,02	0,317	1,16	0,39	0,69	2,80	0,128	9,55	3,50	2,83
BC	44,87	30,02	8,34	0,88	0,195	0,76	0,26	0,37	1,56	0,098	12,60	2,56	2,19
C	44,45	29,79	8,05	0,88	0,177	1,26	0,34	0,33	1,68	0,130	12,60	2,53	2,20
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>													
A1	45,34	19,86	7,91	0,79	0,140	3,03	3,55	1,13	2,61		14,65	3,50	3,05
A2	49,33	19,30	8,20	0,86	0,159	3,55	4,33	1,37	3,19		9,15	4,24	3,28
Bt	44,61	30,22	7,50	0,81	0,136	0,79	2,48	0,90	1,96		11,95	2,52	2,21
2BCtb	45,56	28,84	6,38	0,73	0,122	0,88	1,17	1,14	2,58		12,40	2,70	2,42
2Cb1	45,53	29,63	5,47	0,70	0,113	0,84	1,28	0,93	3,17		12,20	2,63	2,42
2Cb2	55,31	19,84	3,51	0,43	0,122	0,78	2,54	1,79	3,85		8,90	4,77	4,43
2Rb	50,01	25,85	4,52	0,60	0,138	0,82	1,88	1,45	3,81		10,15	3,31	3,08
2R2	57,87	19,16	3,84	0,45	0,143	2,32	2,82	1,81	3,66		8,25	5,16	4,70
<i>profilo 29 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>													
Bt	46,65	25,75	7,03	0,85	0,135	1,23	1,56	0,72	2,82	0,075	12,50	3,00	2,66
C	47,59	25,00	5,19	0,58	0,214	1,11	2,78	0,38	2,49	0,061	14,10	3,25	2,95
P	52,20	22,77	4,30	0,54	0,277	0,67	2,96	1,51	4,47	0,075	8,55	3,99	3,61
P+	45,73	29,95	5,48	0,71	0,072	0,58	1,82	0,52	3,36	0,115	11,55	2,61	2,41
<i>profilo Entic Xerumbrept, quarta colata</i>													
AC	48,13	28,35	5,24	0,72	0,103	0,54	1,17	0,59	2,40	0,065	11,80	2,90	2,67

TAB. 8 — *Analisi chimica elementare della frazione alterata dei suoli sulla frazione < a 2 mm*

Profili	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MmO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	SiO ₂	Residuo
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	Al ₂ O ₃	R ₂ O ₃	%	
										(mol.)	(mol.)		
<i>profilo 19 - Typic Xerumbrept, seconda colata</i>													
C	23,15	18,00	5,20	0,59	0,105	0,65	0,28	0,30	0,70	0,088	2,24	1,87	43,3
<i>profilo 11 - Leptic Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>													
Ap1	24,85	19,00	6,95	0,77	0,160	0,81	0,72	0,27	0,77		2,22	1,79	32,50
Ap2	26,75	21,00	7,15	0,79	0,151	0,75	0,53	0,23	0,67		2,16	1,77	31,25
2Bt	37,35	28,75	6,10	0,69	0,130	1,00	1,95	0,53	1,00		2,78	2,37	15,59
2BC	37,00	19,50	5,60	0,62	0,165	1,05	2,65	0,29	1,23		3,21	2,71	19,30
<i>profilo 30 - Ultic Palexeralf, terza colata</i>													
E	22,70	16,25	7,60	0,97	0,325	1,10	0,41	0,13	1,25	0,108	2,37	1,82	40,40
Bt1	29,60	21,75	8,75	1,00	0,317	1,14	0,27	0,09	1,20	0,128	2,31	1,83	26,50
BC	37,25	28,50	8,30	0,87	0,195	0,75	0,19	0,08	0,67	0,098	2,21	1,86	10,45
C	39,30	28,50	8,00	0,87	0,177	1,22	0,22	0,06	0,91	0,130	2,34	1,98	7,70
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>													
A1	22,90	15,75	7,00	0,70	0,138	1,41	1,06	0,31	0,79		2,48	1,88	34,35
A2	20,50	14,75	7,00	0,75	0,156	1,53	1,04	0,29	0,85		2,38	1,76	44,05
2Bt	34,60	27,75	7,40	0,80	0,136	0,69	0,41	0,23	0,62		2,13	1,84	15,05
2BCtb	32,85	25,75	6,15	0,70	0,121	0,66	0,85	0,42	0,85		2,18	1,92	19,35
2Cb1	29,25	25,75	5,15	0,66	0,112	0,50	0,67	0,39	0,77		1,94	1,77	24,65
2Ch2	43,30	16,75	3,25	0,40	0,121	0,53	1,91	1,28	2,09		4,42	4,05	18,55
2Rb	33,30	22,00	4,20	0,55	0,138	0,50	1,18	0,92	1,51		2,59	2,38	24,85
2Rr	44,55	16,00	3,60	0,40	0,143	0,55	2,15	1,36	1,89		4,76	4,25	19,90
<i>profilo 25 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>													
Bt	29,05	22,00	6,70	0,80	0,135	0,85	0,60	0,11	0,80	0,075	2,24	1,87	25,70
C	41,55	23,50	5,10	0,57	0,214	1,04	2,53	0,13	1,60	0,061	3,00	2,63	9,10
P	40,70	20,25	4,00	0,50	0,267	0,38	2,10	1,20	2,45	0,075	3,41	3,02	17,85
P+	35,35	26,75	5,20	0,70	0,062	0,35	1,25	0,21	1,20	0,115	2,34	1,99	17,15
<i>profilo 9 - Entic Xerumbrept, quarta colata</i>													
AC	33,75	25,00	5,15	0,70	0,102	0,45	0,77	0,09	0,48	0,065	2,23	2,02	20,81

passando dal 55,7% dell'orizzonte E al 44,4% dell'orizzonte C; l'alluminio segue l'andamento opposto, passando dal 20,4% al 29,8%. L'intero profilo risulta più ricco in ossidi di ferro di tutti suoli considerati, raggiungendo valori intorno all'8%. La parte superiore del suolo è più ricca in elementi alcalini rispetto agli orizzonti di alterazione.

I rapporti $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ relativi all'analisi globale diminuiscono nella parte bassa del profilo.

Il valore del residuo totale, molto elevato nell'orizzonte E dove raggiunge il 40%, scende a valori del 10-7% in profondità. La silice e l'alluminio subiscono una forte diminuzione a partire dall'orizzonte BC. La silice passa dal 33,0% nell'orizzonte E al 5,2% dell'orizzonte C, l'alluminio invece passa dal 4,2% all'1,3%. I valori del ferro variano da 0,09 a 0,04%, indicando che questo componente è stato quasi totalmente solubilizzato dall'attacco triacidico.

La silice e l'alluminio della frazione alterata aumentano con la profondità, mentre il ferro tende a rimanere costante, con valori molto vicini a quelli dell'analisi totale. Il rapporto molare $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ di questa frazione si aggira intorno a 2,2-2,3 indicando la presenza di argilla di tipo halloysitico.

Dall'analisi dei dati risultanti da questo profilo si deduce che il suolo ha una probabile discontinuità litologica a livello dell'orizzonte di transizione BC. Si deduce anche che è molto probabile un arrivo di materiali freschi di ricoprimento sino a livello dell'orizzonte Bt1. Non è escluso anche che l'incremento di silice dipenda da quarzo e feldspati di origine eolica.

Quarta colata — Profilo 5 - la composizione chimica totale ci mostra che nella parte superiore del profilo e nella roccia meno alterata il suolo è ricco di potassio, calcio e magnesio. Il residuo, più elevato nella parte superiore (34-44%), diminuisce bruscamente nel Bt (15%) e risale di poco negli orizzonti inferiori.

L'analisi del residuo indica una presenza importante di quarzo e di feldspati potassici nella parte superiore. A partire dall'orizzonte Bt la silice residua diminuisce bruscamente, evidenziando, insieme alle precedenti variazioni, la presenza di una discontinuità litologica.

La frazione alterata nella parte superiore del profilo, ricca in silice e in ossidi di ferro e di alluminio, ha rapporti molari $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ che variano tra 2,5 e 2,1 e rapporti $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ che variano tra 1,9 e 1,8. Questi valori tendono ad aumentare negli orizzonti profondi.

Nell'orizzonte 2Cb2 si ha un aumento degli ossidi alcalini che possono essere messi in relazione con la solubilizzazione delle zeoliti.

Dall'analisi dei dati sembra che le discontinuità siano due della quale, anche se poco riconoscibile in campagna, la più importante è quella tra gli orizzonti A ed il sottostante B. In questo caso la successione degli orizzonti dovrebbe essere: A1, A2, 2Bt, 3BCtb, 3Cb1, 3Cb2, 3R.

Profilo 29 - Per questo profilo è stata eseguita l'analisi triacidica solo per gli orizzonti Bt e C e sulle pomici più (P^+) e meno alterate (P).

Dall'analisi chimica totale risulta che il suolo ha un leggero arricchimento

TAB. 9 — Analisi chimica elementare del residuo effettuata sulla frazione < a 2 mm

Profili	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	MmO ₂ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	SiO ₂ Al ₂ O ₃ (mol.)	SiO ₂ R ₂ O ₃ (mol.)
<i>profilo 19 - Typic Xerumbrept, seconda colata</i>												
C	28,25	8,00	0,26	0,04	0,01	0,18	0,86	1,10	4,60	0,005	6,04	6,40
<i>profilo 11 - Leptic Thapto-Alfic Xerochromept, terza colata</i>												
Ap1	24,64	4,87	0,15	0,03	0,004	0,10	0,42	0,77	2,52		8,65	9,18
Ap2	22,41	4,69	0,13	0,03	0,005	0,12	0,38	0,75	2,74		8,20	8,69
2Bt	10,63	2,65	0,22	0,03	0,010	0,18	0,48	0,38	0,97		6,86	6,93
2BC	12,75	3,13	0,27	0,04	0,010	0,29	0,74	0,54	1,53		6,97	7,01
<i>profilo 30 - Uitic Palixeralf, terza colata</i>												
E	33,01	4,15	0,09	0,03	<0,001	0,05	0,22	0,90	2,00		13,60	14,56
Bt2	21,13	3,00	0,06	0,02	<0,001	0,02	0,12	0,60	1,60		12,04	12,91
BC	7,62	1,52	0,04	0,01	<0,001	0,01	0,07	0,29	0,89		8,57	9,13
C	5,15	1,29	0,05	0,01	<0,001	0,04	0,12	0,27	0,77		6,83	7,19
<i>profilo 5 - Uitic Hapludalf, quarta colata</i>												
A1	22,44	4,11	0,91	0,09	0,02	1,62	2,49	0,82	1,82		9,34	8,36
A2	28,83	5,15	1,20	0,11	0,03	2,02	3,29	1,08	2,34		9,57	8,49
2Bt	10,01	2,47	0,10	0,01	0,005	0,10	0,32	0,67	1,34		6,93	7,28
2BCtb	12,71	3,09	0,23	0,03	0,01	0,22	0,61	0,72	1,73		7,03	7,16
2Cb1	16,28	3,88	0,32	0,04	0,01	0,34	0,84	0,54	2,40		7,17	7,25
2Cb2	12,01	3,09	0,26	0,03	0,01	0,25	0,63	0,51	1,76		6,45	6,70
2Rb	16,71	3,85	0,32	0,05	0,01	0,32	0,76	0,53	2,30		7,42	7,49
2Rr	13,32	3,16	0,24	0,05	0,005	1,77	0,67	0,45	1,77		7,21	7,33
<i>profilo 29 - Uitic Hapludalf, quarta colata</i>												
Bt	16,70	3,75	0,33	0,05	<0,001	0,38	0,96	0,61	2,02	0,004	8,02	7,65
C	6,04	1,50	0,09	0,01	<0,001	0,07	0,25	0,25	0,89	<0,001	6,88	7,10
P	11,50	2,52	0,30	0,04	0,01	0,29	0,86	0,31	2,02	<0,001	7,80	7,63
P+	10,38	3,20	0,28	0,01	0,01	0,23	0,57	0,31	2,16	<0,001	5,55	5,58
<i>profilo 9 - Entic Xerumbrept, quarta colata</i>												
AC	14,38	3,35	0,14	0,02	<0,001	0,09	0,40	0,50	1,92		7,34	7,70

della SiO_2 nell'orizzonte C e soprattutto nella pomice meno alterata (P), la quale contiene anche quantità più elevate di metalli alcalini e quantità inferiori di ferro ed alluminio.

Il valore del residuo totale passa da 25,7% dell'orizzonte Bt a 9,1% dell'orizzonte C. L'analisi del residuo indica anche che l'orizzonte Bt è più ricco in silice ed in basi dell'orizzonte C.

Dall'analisi della frazione alterata risulta un alto valore della silice colloidale e degli ossidi di calcio, magnesio e potassio dell'orizzonte C, il che può essere effetto della dissoluzione delle zeoliti. Il rapporto $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ passa da 2,2 nel Bt a 3 nel C con un andamento contrario all'entità del residuo.

Nella pomice più alterata (P*) il valore del residuo è leggermente più basso di quello trovato per la pomice meno alterata (P) con un rapporto molare $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ della frazione alterata prossimo a 2, vicino a quello dell'halloysite.

In questo suolo è probabile una discontinuità litologica, tra l'altro poco evidente in fase di descrizione del profilo, tra l'orizzonte Bt ed il sottostante C.

Profilo 9 - L'analisi della composizione chimica totale è stata effettuata solo per l'orizzonte AC.

La composizione totale evidenzia un contenuto di SiO_2 che raggiunge il 48% ed un alto valore di potassio. Il residuo è di circa il 21% con un valore di SiO_2 di circa il 14% ed un contenuto di metalli alcalini basso. Il rapporto molare $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ della frazione alterata è prossimo a 2, vicino a quello dell'halloysite.

4. Sostanza organica

Il contenuto in sostanza organica varia tra il 5 e l'8% negli orizzonti A dei suoli della seconda e della quarta colata, con un abbassamento al 4% circa nell'Ap del profilo 11 della terza colata. Il valore nell'orizzonte A1 del profilo 30 vicino all'11% può dipendere dalla presenza di materia organica fresca, frammezzata alla frazione minerale. Generalmente il valore decresce abbastanza bruscamente intorno al 2-3% nel passaggio dagli orizzonti di superficie ai sottostanti. Nel profilo 5 il contenuto di sostanza organica torna a salire negli orizzonti C, dopo un flesso nell'orizzonte di transizione BC (*Tab. 10*).

Per i profili 11 e 5, appartenenti rispettivamente alla terza ed alla quarta colata piroclastica, è stato eseguito anche il frazionamento della sostanza organica secondo il metodo DABIN (1974).

Profilo 11 - Con il 3,73% il profilo 11 è quello che ha il più basso contenuto di sostanza organica nell'orizzonte superficiale. Osservando il grafico (*Fig. 4a*) ed i valori riportati nelle tabelle 11 e 12 si può notare che le frazioni organiche più importanti nel suolo sono costituite dall'umina e dagli acidi fulvici estratti in soda; tutte le frazioni subiscono consistenti abbassamenti passando all'orizzonte Ap2 ed al sottostante 2Bt, nel quale assumono valori molto bassi.

TAB. 10 — Distribuzioni della sostanza organica e dell'azoto totale sui suoli.

Profili	profondità cm	S.O. %	C %	N %	C/N
<i>profilo 19 - Typic Xerumbrept, seconda colata</i>					
A1	0-8	5,21	3,02	0,20	15
A2	8-20	1,94	1,12	0,08	14
Bw	20-45	1,18	0,68	0,06	11
C	45-65 +	0,23	0,14	0,01	14
<i>profilo 11 - Leptic Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>					
Ap1	0-4	3,73	2,17	0,21	10
Ap2	4-40	1,32	0,77	0,09	8
2Bt	40-95	0,27	0,16	0,02	8
2BC	95-130 +	0,12	0,07	0,03	2
<i>profilo 30 - Ultic Palexeralf, terza colata</i>					
A	0-3	11,44	6,33	0,46	14
E	3-15	2,04	1,18	0,11	11
BE	15-30	1,47	0,85	0,10	8
Bt1	30-50	1,05	0,61	0,09	7
Bt2	50-90	1,10	0,63	0,08	8
Bt3	90-130	0,81	0,47	0,06	8
BC	130-180	0,64	0,37	0,05	7
C	180-220	1,14	0,66	0,04	16
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>					
A1	0-4	7,03	4,09	0,52	8
A2	4-20	2,59	1,49	0,22	7
Bt	20-40	1,90	1,11	0,15	7
2BCtb	40-130	0,50	0,29	0,12	2
2Cb1	130-160	1,36	0,79	0,07	11
2Cb2	160-220	1,20	0,70	0,07	10
<i>profilo 29 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>					
A	0-4	7,93	4,59	0,32	14
BA	4-30	2,93	1,70	0,11	15
Bt	30-50	1,95	1,13	0,09	13
C	50-70	0,34	0,20	0,01	20
<i>profilo 9 - Entic Xerumbrept, quarta colata</i>					
A1	0-10	6,99	4,06	0,20	20
A2	10-35	2,37	1,37	0,10	14
AC	35-120	0,77	0,45	0,06	7

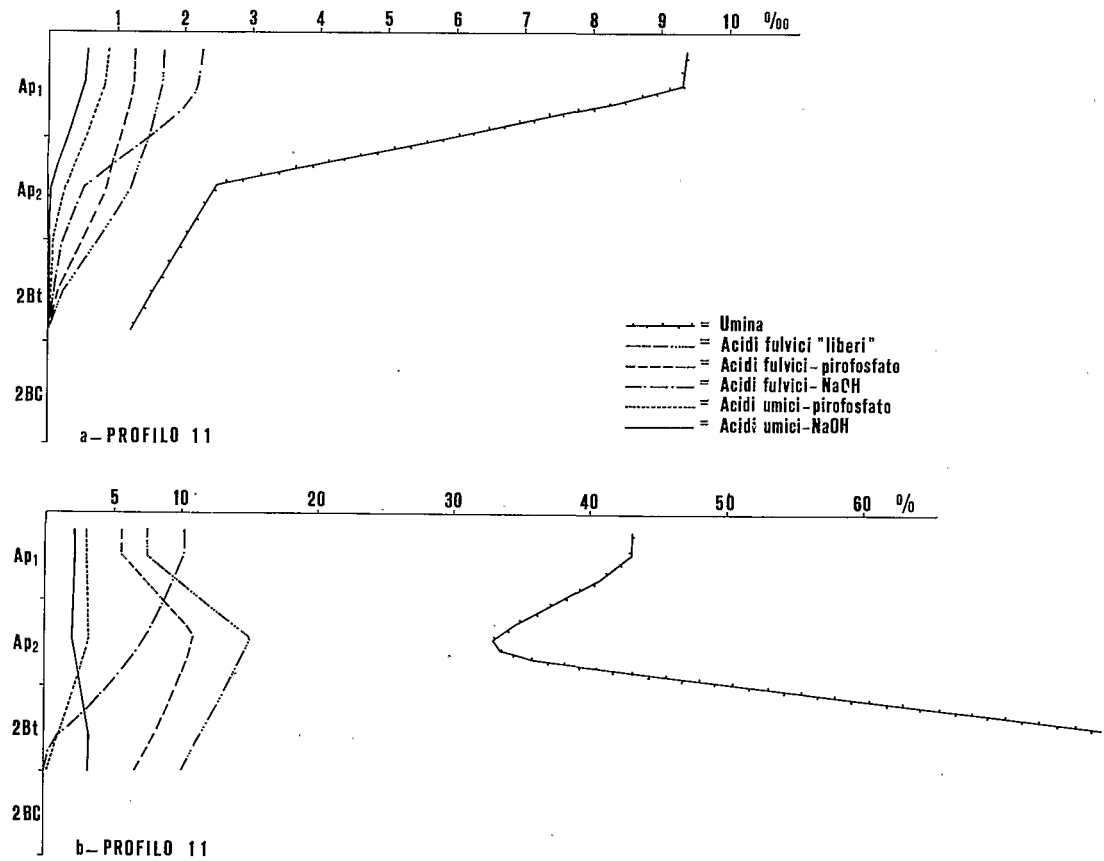


Fig. 4 — Distribuzione delle frazioni organiche nel profilo 11 della quarta colata espresse come C‰ nel suolo (a), e come % del C totale (b).

TAB. 11 — Carbonio totale e frazioni organiche dei profili 5 e 11 espresse come (%) di C nel suolo

Profili	C tot. %	C-AF Ac. fosf. %	C-AF piro %	C-AF soda %	C-AU piro %	C-AU soda %	C-AU tot. %	C-ML %	C-U %
<i>profilo 11 - Leptic Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>									
Ap1	21,7	1,63	1,24	2,22	0,81	0,51	1,32	1,38	8,31
Ap2	7,69	1,17	0,84	0,57	0,27	0,14	0,41	0,17	2,54
2Bt	1,64	0,19	0,14	0,03	0,04	0,06	0,10	0,01	1,20
2BC	0,68								
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>									
A1	40,9	2,98	2,26	3,80	2,57	2,85	5,42	2,01	19,66
A2	14,9	2,15	1,04	1,87	0,98	0,64	1,62	0,70	5,80
Bt	11,1	1,85	0,75	1,07	0,70	0,28	0,98	0,32	4,41
2BCtb	2,93	0,44	0,24	0,16	0,06	0,01	0,07	0,01	1,83
2Cb1	7,95	1,79	0,85	0,52	0,35	0,18	0,53	0,06	2,37
2Cb2	6,28	<0,01	0,34	0,33	0,14	0,09	0,23	0,26	2,51

TAB. 12 — Frazioni organiche dei profili 5 e 11 espresse come (%) del C totale

Profili	C totale %	AFI Ac. fosf. %	AF piro %	AF soda %	AU piro %	AU soda %	M.L. %	U %	Tasso d'est. %
<i>profilo 11 - Leptic Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>									
Ap1	21,70	7,51	5,71	10,2	3,73	2,35	6,08	42,9	41,98
Ap2	7,69	15,2	10,9	7,41	3,51	1,82	5,33	33,0	46,42
2Bt	1,64	11,6	8,54	1,83	2,44	3,66	6,10	73,2	34,76
2BC	0,68	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>									
A1	40,9	7,29	5,53	9,29	6,28	6,97	4,91	48,1	46,18
A2	14,9	14,4	6,92	9,19	6,58	4,29	4,70	31,9	57,05
Bt	11,1	16,7	7,12	9,64	6,31	2,52	2,88	39,7	53,96
2BCtb	2,93	15,0	8,19	5,46	2,05	0,34	0,34	45,4	37,80
2Cb1	7,95	22,5	10,1	6,54	4,40	2,26	0,75	29,8	53,21
2Cb2	6,28	0,16	5,42	5,25	2,23	1,43	4,14	40,0	22,29

La sostanza organica della parte superficiale del suolo è caratterizzata da composti poco ossidati e condensati legati all'umina di insolubilizzazione e quindi provenienti da prodotti organici poco trasformati. Il suolo risulta perciò povero di acidi umici ossidati e capaci di formare complessi con i metalli.

L'analisi elettroforetica dell'orizzonte Ap1 mette in risalto che la frazione umica è costituita per quasi il 60% da acidi umici grigi, cioè da composti ad alto peso molecolare, poco mobili e stabili (Tab. 13).

TAB. 13 — *Analisi elettroforetica dei composti umici dei profili 5 e 11 negli estratti in Na-pirofosfato e soda.*

Profili	AUG	AUI	AUB	AUG	AUI	AUB
	%	%	%	%	%	%
Estratti in pirofosfato			Estratti in Na-OH			
<i>profilo 11 - Lepto Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>						
Ap1	56	10,5	33,5	/	/	/
Ap2	/	/	/	/	/	/
2Bt	/	/	/	/	/	/
2BC	/	/	/	/	/	/
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>						
A1	59,5	7,0	33,5	74	6,0	20,0
A2	60,0	9,5	30,5	71	8,0	20,5
Bt	59,0	11,0	30,0	/	/	/
2BCtb	/	/	/	/	/	/
2Cb1	59,0	13,5	32,5	/	/	/
2Cb2	/	/	/	/	/	/

A livello dell'Ap2 si nota che le frazioni a più basso peso molecolare aumentano in corrispondenza di una diminuzione dei composti più condensati e complessi. Ciò sta ad indicare che in questo orizzonte si ha un arrivo di acidi fulvici provenienti dall'orizzonte superiore.

Nel Bt2 tutte le frazioni diminuiscono bruscamente per dare umina di precipitazione. Si ha quindi un processo generalizzato di condensazione verso la formazione di sostanze poco mobili.

Profilo 5 - Le frazioni organiche di questo profilo, hanno una distribuzione irregolare con un notevole decremento nell'orizzonte 2BCtb, ed una risalita di tutte le frazioni nell'orizzonte 2Cb1 del profilo da imputarsi ad infiltrazioni di radici (*Fig. 5a*).

Le frazioni più importanti nell'orizzonte A sono, insieme all'umina, gli acidi fulvici-soda e gli acidi fulvici liberi, frazioni a basso peso molecolare derivanti dalla decomposizione della materia vegetale e capaci di formare complessi con i metalli. Gli acidi fulvici liberi, pur seguendo l'andamento delle altre frazioni, si mantengono sempre più elevati.

Il frazionamento per elettroforesi degli acidi umici estratti nel pirofosfato (*Tab. 13*) indica che fino all'orizzonte Bt dominano gli acidi umici grigi sui bruni e gli intermedi rispettivamente, mentre nell'orizzonte 2Cb1 gli acidi umici intermedi e bruni denotano un lieve incremento a scapito degli acidi grigi.

Nell'insieme il profilo 5 dimostra che in questo suolo di ambiente fresco, che si trova a circa 700 m s.l.m., si ritrovano le diverse frazioni organiche sino agli acidi umici altamente polimerizzati. La genesi dei quali può essere imputata anche al disseccamento del suolo in qualche periodo dell'anno.

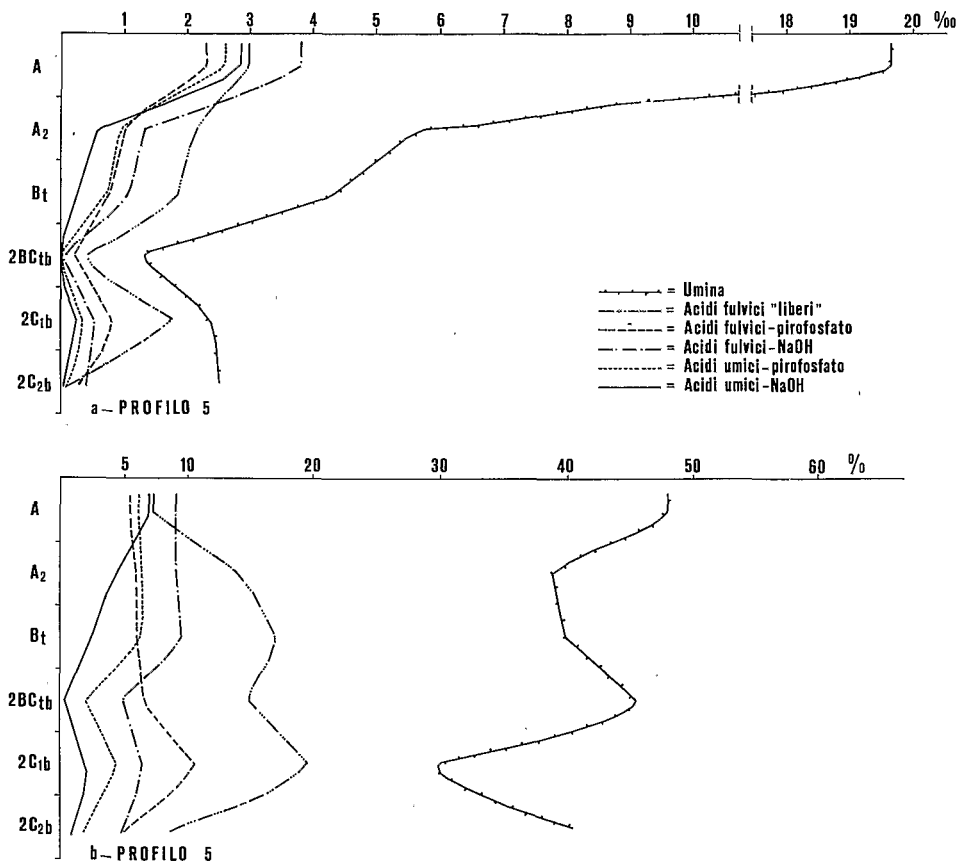


Fig. 5 — Distribuzione delle frazioni organiche nel profilo 5 della terza colata espresse come C‰ nel suolo (a), e come % del C totale (b).

5. Forme del fosforo

In tutti i suoli è stato determinato il contenuto in fosforo totale e per i suoli tipo di ogni colata piroclastica è stato eseguito anche il frazionamento delle differenti forme del fosforo.

Seconda colata — Profilo 19 - Il fosforo totale ha un valore di 1603 ppm nell'orizzonte A1 e 1145 ppm nell'orizzonte C. Nella parte superiore del profilo le frazioni più importanti sono il fosforo legato alla sostanza organica e all'alluminio; nella parte mediana assume importanza il fosforo legato agli ossidi di ferro (Fig. 6a). Nel livello di alterazione assume una certa importanza la frazione legata al calcio.

Il fosforo di inclusione ha un valore che si aggira sulle 450 ppm negli oriz-

zonti A, e che sale bruscamente a 750 ppm nel Bw e nel C. Questo comportamento fa supporre la presenza di una discontinuità litologica all'interno del profilo.

Terza colata — Profilo 30 - Nel profilo 30, che appartiene alla terza colata piroclastica, il contenuto di fosforo totale passa da 1816 ppm nella parte superficiale a 2715 ppm nell'orizzonte C, con un cambiamento piuttosto repentino a livello del Bt1. Esso è distribuito principalmente nelle forme legate all'alluminio e al ferro in accordo con l'andamento dei valori di questi due elementi ottenuti dalle soluzioni di pirofosfato e di ditionito (Fig. 6b).

Il fosforo organico è più importante negli orizzonti superficiali. La frazione legata al calcio, più elevata nell'orizzonte A, si mantiene pressoché costante in tutto il profilo per risalire nell'orizzonte C.

Il fosforo di inclusione aumenta bruscamente a partire dall'orizzonte Bt1 e può essere l'indice della presenza di un ricoprimento nella parte superiore.

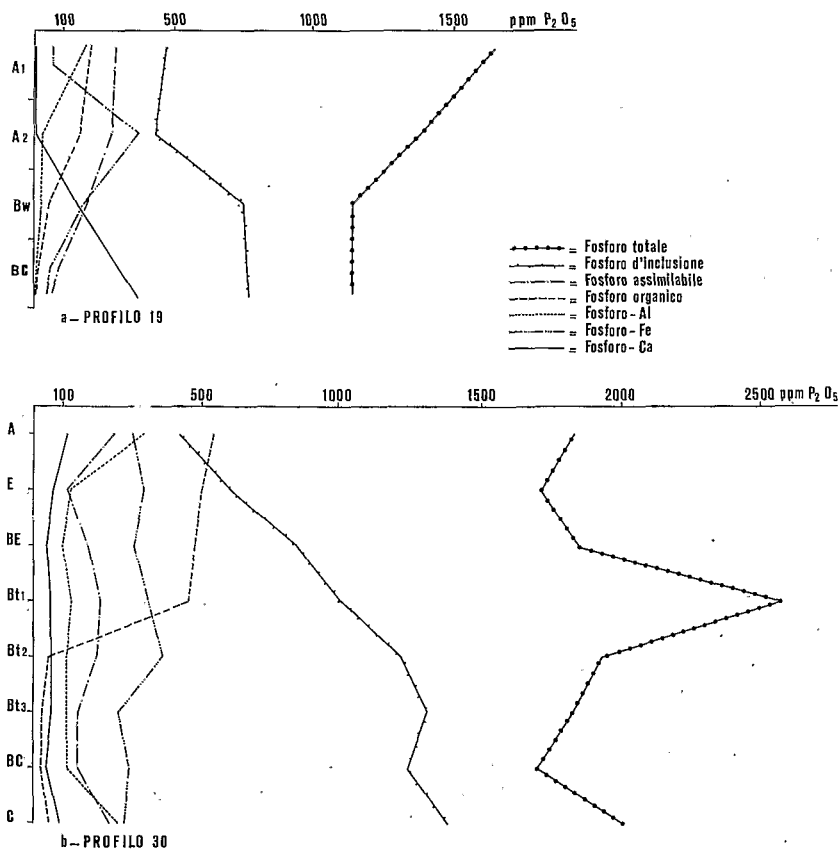


Fig. 6 — Distribuzione del fosforo totale e delle sue frazioni nel profilo 19 della seconda colata (a) e nel profilo 30 della terza colata (b).

Dal grafico inoltre si nota che il fosforo assimilabile ha una curva che assomiglia molto a quella delle frazioni di fosforo legate al ferro e all'alluminio.

Quarta colata — Profilo 29 - Analizzando la tabella 14 si nota che nel profilo 29 il fosforo totale ha un valore di circa 1950 ppm nella parte superiore che scende sino a 970 ppm nella parte inferiore. Questo comportamento potrebbe essere il segno di qualche discontinuità nel materiale.

TAB. 14 — Fosforo totale e frazioni del fosforo espresse come ppm di P₂O₅.

Profili	P ₂ O ₅ ass.	P ₂ O ₅ tot.	P ₂ O ₅ sol.	P ₂ O ₅ Al	P ₂ O ₅ Fe	P ₂ O ₅ Ca	P ₂ O ₅ org.	P ₂ O ₅ incl.
<i>profilo 19 - Typic Xerumbrept, seconda colata</i>								
A1	286	1603	tr.	149	74	tr	904	476
A2	269	1374	tr.	29	286	tr	618	441
Bw	166	1145	tr.	29	165	148	53	750
C	92	1145	tr.	11	63	303	12	756
<i>profilo 11 - Lepto Thapto-Alfic Xerochrept, terza colata</i>								
Ap1	102	1300						
Ap2	76	1020						
2Bt	43	1000						
<i>profilo 30 - Ultic Palixeralf, terza colata</i>								
A	286	1832	tr.	394	353	120	547	418
E	143	1717	tr.	137	395	74	503	608
BE	195	1854	tr.	103	360	46	480	844
Bt1	240	2576	tr.	137	412	63	452	1036
Bt2	229	1926	tr.	120	469	63	54	1220
Bt3	160	1832	tr.	121	303	63	33	1312
BC	154	1708	tr.	120	340	46	28	1240
C	269	2175	tr.	303	337	92	54	1385
<i>profilo 5 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>								
A1	86	1020						
A2		750						
Bt	46	730						
2BCtb	120	1110						
2Cb1		1040						
<i>profilo 29 - Ultic Hapludalf, quarta colata</i>								
A	469	1946	tr.	163	149	46	389	1184
AB	177	1545	tr.	46	349	tr.	417	733
Bt	160	1316	tr.	69	240	tr.	77	930
C	160	973	tr.	29	46	29	18	851
<i>profilo 9 - Entic Xerumbrept, quarta colata</i>								
A1	286	1480	tr.	203	360	63	190	214
A2	240	1497	tr.	258	254	45	166	774
AC	223	1230	tr.	103	257	36	42	692
C	74	1250	tr.	103	474	63	12	898

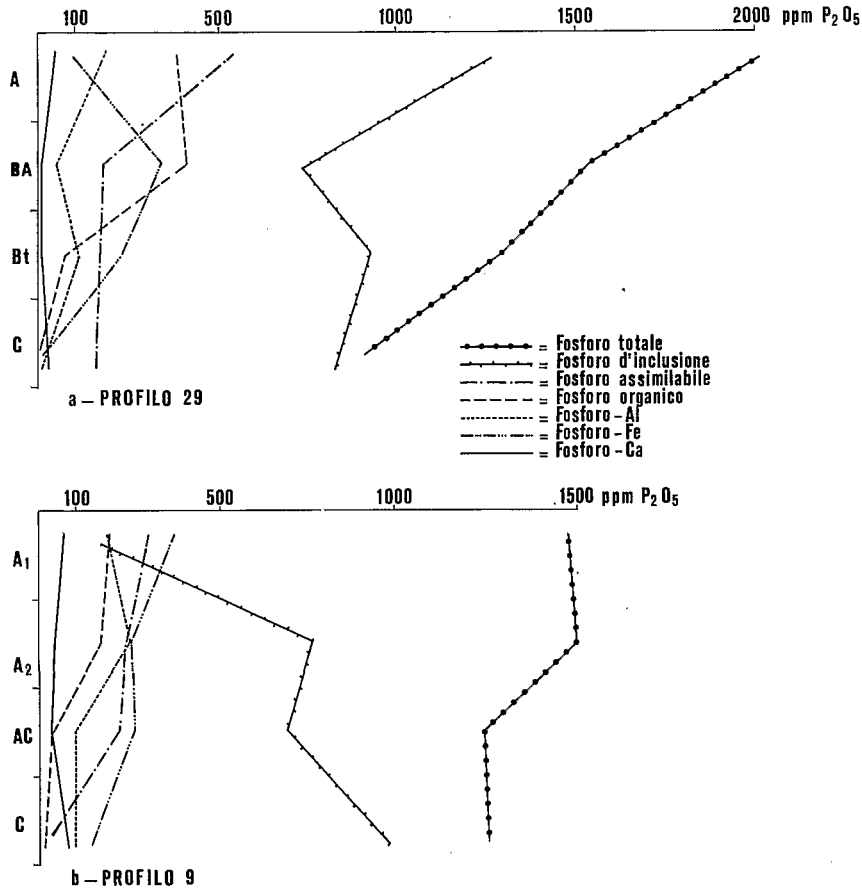


Fig. 7 — Distribuzione del fosforo totale e delle sue frazioni nel profilo 29 (a) e nel profilo 9 (b) della quarta colata.

Esaminando poi le diverse frazioni si vede che il fosforo legato alla sostanza organica è praticamente localizzata nella parte superiore del profilo e decresce con il contenuto del materiale umico, scomparendo quasi in profondità.

Il fosforo assimilabile diminuisce regolarmente con la profondità ed ha un andamento simile a quello delle frazioni legate all'alluminio nel materiale umico, scomparendo in profondità.

Il fosforo assimilabile diminuisce regolarmente con la profondità ed ha un andamento simile a quello delle frazioni legate all'alluminio e al ferro (Fig. 6a).

Il fosforo legato all'alluminio passa bruscamente da un valore di 163ppm nell'orizzonte A alle 46 ppm dell'orizzonte sottostante BA, mantenendosi intorno a questi valori per la restante parte del profilo.

Il fosforo legato al ferro è più abbondante nella parte centrale del profilo

raggiungendo le 349-240 ppm di P205 ed il suo andamento è analogo a quello del ferro libero estratto in Na-ditionito.

Il fosforo legato al calcio ha invece valori più bassi e mentre le 46 ppm di P205 trovate alla superficie sono da mettere in relazione con la restituzione della vegetazione, le 29 ppm trovate per l'orizzonte C sono probabilmente di origine minerale.

Il fosforo di inclusione costituisce circa il 70% del fosforo minerale negli orizzonti A e B e raggiunge il 90% circa nell'orizzonte C. Questo andamento può indicare una discontinuità litologica all'interno del profilo.

Profilo 9 - Nel profilo 9, che appartiene sempre alla quarta colata piroclastica, il valore del fosforo totale scende con la profondità.

Il fosforo organico, abbondante nei primi due livelli si abbassa con la profondità seguendo l'andamento della sostanza organica.

Il fosforo legato all'alluminio assume valori più elevati rispetto al profilo 29, soprattutto negli orizzonti organici ed assieme al fosforo legato al ferro è la frazione più importante.

Anche la frazione legata al calcio è più abbondante di quella del profilo 29 e rimane praticamente costante con la profondità.

Il fosforo di inclusione cresce irregolarmente con la profondità (*Fig. 6b*).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I profili esaminati sulle colate piroclastiche del complesso vulcanico di Vico indicano alcune tendenze evolutive abbastanza chiare e generalizzate.

Innanzitutto i suoli manifestano genesi di argilla cristallizzata, che troviamo abbondante sui suoli più evoluti della terza colata piroclastica (profilo 30), ma che è consistente nei suoli nelle prime fasi di evoluzione (profilo 9). Questo fenomeno si verifica in maniera evidente anche nei suoli che si sviluppano ad altitudini, 700 metri circa, che favoriscono i processi di andisolizzazione (profili 5 e 29). L'argilla dominante è l'halloysite.

Altro fenomeno generalizzato è la trasformazione delle zeoliti a livello degli orizzonti di alterazione. Zeoliti che sono state indicate in letteratura sempre presenti nelle colate piroclastiche e che inoltre sono state individuate con analisi mineralogiche che fanno parte di un precedente lavoro di questa stessa serie (LORENZONI ed al., 1986). Si trovano a questo livello fasi amorfe e cristalline.

La sostanza organica tende ad essere mineralizzata, le componenti umiche più condensate hanno la prevalenza sulle frazioni fulviche e su quelle intermedie. L'analisi di questo fenomeno è stata verificata su due suoli rispettivamente indicativi di pedoclimi udici e xerici (profili 5 e 11).

Evidente per quasi tutti i suoli è la presenza di discontinuità litologiche, dimostrate da un incremento della silice e da un arricchimento notevole di residuo insolubile nella parte superiore dei profili che non può essere imputato

solo ad una maggiore alterazione e lisciviazione degli orizzonti superficiali.

Oltre che da materiali piroclastici di copertura, l'arricchimento è prodotto anche dal probabile arrivo di materiali eolici di origine non vulcanica. Qualche volta il fenomeno può essere ipotizzato da un incremento di fosforo di inclusione nella parte profonda del profilo.

Vediamo ora quali considerazioni specifiche si possono fare sulle diverse colate:

- La seconda colata sostiene suoli che hanno sviluppato un orizzonte B cambico, anche se ci sono evidenze di traslocazione alla base del profilo. Gli affioramenti si collocano esclusivamente nella fascia climatica di tipo mediterraneo con pedoclimi xerici e termici.

Sebbene la colata contenga sufficiente materiale vetroso primario i suoli non rivelano caratteristiche di andicità nemmeno al contatto suolo roccia. Ciò può essere imputato ad un clima con marcata stagione asciutta e alla limitata profondità del suolo comune a quasi tutti i suoli del plateau.

- La terza colata presenta suoli che hanno come principale fenomeno la migrazione di argilla cristallizzata. I suoli hanno un'alta produzione di argilla e presentano caratteristiche differenziate secondo che manifestino una qualche idromorfia. Infatti le quantità di ossidi di ferro libero sono elevate nel profilo 30 mentre sono molto basse nel profilo 11 che non presenta apparenti fenomeni di idromorfia. È un fenomeno questo dipendente anche dal diverso grado di alterazione dei due profili presi come esempio.

La presenza delle zeoliti nella parte profonda del profilo 11, definita dall'analisi mineralogica, si manifesta con un rapporto $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ intorno a 3 e da una forte risalita del valore della somma dei cationi del complesso di scambio e dell'alluminio libero. Questa è molto meno evidente nel paleosuolo, il profilo 30, sebbene le zeoliti ricompaiano nei livelli più profondi.

Il paleosuolo inoltre ha quasi tutto il ferro sotto forma di ossidi liberi; fenomeno che si può attribuire principalmente a processi di alterazione favoriti soprattutto dal ristagno temporaneo di acqua nel profilo.

- La quarta colata presenta suoli che hanno, come quelli della terza, genesi e migrazione di argilla, ma hanno anche evidenze di andicità al passaggio suolo roccia.

L'andicità è indicata da un pH in NaF superiore a 9,4; da una capacità di scambio a pH variabile (ΔCEC) superiore a 50 e da un incremento della quantità di alluminio allofanico. Caratteristiche queste che si ritrovano in profondità nei profili più differenziati, ma che risalgono alla superficie nei suoli erosi, quali il profilo 9, sviluppatosi in ambiente xerico su una facies particolarmente vetrosa della quarta colata.

L'abbondanza di pomici è forse la ragione principale della rapida alterazione dei materiali vetrosi e della presenza contemporanea di fasi minerali primarie, in genere zeoliti, assenti peraltro nel profilo 9 dove abbonda il sanidi-

no, di fasi amorfe e di fillosilicati di neogenesi, soprattutto costituiti da halloysite e metahalloysite.

In sintesi possiamo dire che i suoli sulle colate piroclastiche hanno la forte tendenza a generare argille cristallizzate dal momento che essendo compatte non favoriscono la rapida alterazione dei materiali primari se non a livello suolo roccia dove si ha una rapida alterazione delle pomici.

Il processo si manifesta indipendentemente dalle condizioni pedoclimatiche, sempre nell'ambito di ambienti di tipo mediterraneo, dimostrando un effetto roccia marcato ed evidente su tutta l'area sottesa dalle colate di tipo piroclastico, non solo per il complesso vicano, ma anche per altre emissioni dello stesso tipo, come risulta dagli studi effettuati precedentemente sui vulcani di Bracciano, del Vulture e di Roccamonfina.

RIASSUNTO

Dalle analisi chimiche e geochimiche, effettuate sui suoli delle principali colate piroclastiche del complesso vulcanico di Vico, risultano delle precise tendenze evolutive.

I suoli di tutte le colate presentano geni di argilla cristallizzata indipendentemente dal loro ambiente pedoclimatico, evidenziando un effetto della natura della roccia sulla pedogenesi. Collegato a questo processo la sostanza organica tende ad essere mineralizzata e predominano nei suoli i composti umici più condensati sulle frazioni a basso peso molecolare.

I suoli della terza colata esprimono tuttavia una certa acidità al contatto suolo roccia, che diventa più evidente nei suoli della quarta colata. Questi ultimi manifestano in maniera più evidente anche la neogenesi di argilla cristallizzata dalla alterazione dei vetri e delle zeoliti.

Infine fenomeno importante in tutti i suoli è la presenza di discontinuità litologiche a vari livelli che, con le loro caratteristiche, indicano probabili arrivi di materiali di copertura.

SUMMARY

Chemical and geochemical analysis, carried out on soils developed on main pyroclastic flows on the volcanic complex of Vico, showed a precise evolutive trend.

Soils on all the flows exhibited crystallized clay genesis; this was independent from the pedoclimatic environment, pointing out the effect of parent material on pedogenesis. Connected to this phenomenon, organic matter tends to be mineralized and more condensed humic components prevail.

Nevertheless, soils of the third flow expressed a certain andic degree at the contact with the rock, that become more evident in soils of the fourth flow. These had also crystallized clay neogenesis coming from the weathering of vitreous materials and zeolites.

Finally, an important phenomenon present in all soils was the lithological discontinuity at different levels showing the presence of cover materials.

RESUME

Les A.A. ont étudié les processus d'évolution génétique de six profils de sol sur les coulées piroclastiques de l'apparat volcanique de Vico.

Tous les sols présentent la genèse d'argile cristallisée, au delà de leur milieu pedo-climatique et ils présentent aussi un effet de la roche-mère sur la pedogenèse. La matière organique est surtout polymérisée avec composés humiques condensées. Les sols sur la coulée III expriment quelques caractères d'andacité au contact sol-roche. Ce caractère est plus évident dans les sols sur la coulée IV qui sont bien plus riches en argile cristallisées dérivées de l'alteration des verres et des zéolites.

Dans tous les sols on peut observer des discontinuités lithologiques qui peuvent indiquer la présence de matériaux de couverture.

BIBLIOGRAFIA

- BIDINI D., DABIN B., LORENZONI P., LULLI L., QUANTIN P., RAGLIONE M.: *The soils of Vico an extinct volcano to the North of Rome, an example of the most typical italian pedogenesis on volcanic materials*. Atti Congr. Int. Volcanic Soils. Tenerife (Islas Canarias) (1984).
- BIDINI D., DE CAROLIS M.G.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). II. Aspetti della ritenzione in fosforo in suoli a diverso grado di andicità*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, vol. XV: 111-120 (1984).
- DABIN B.: *Sur une méthode d'analyse du phosphore dans les sols tropicaux*. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, Tanarive (Madagascar). Publ. IRAT: 95-115 (1967).
- LORENZONI P., LULLI L., RAGLIONE M.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). I. Indagine preliminare sui fattori ambientali*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XV: 81-110 (1984).
- LORENZONI P., QUANTIN P., BIDINI D., LULLI L.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico (Lazio). VI. Caratteristiche mineralogiche dei suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, vol. XVII: 99-126 (1986).
- LORENZONI P., RAGLIONE M., QUANTIN P., BIDINI D., LULLI L.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. IV. I suoli delle colate piroclastiche*. Ann. Ist. Sper. Studio Difesa Suolo, vol. XVI: 199-226 (1985).
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P.: *Etude de deux sols andiques dérivé de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 1. Environnement, morphologie et caractères des constituents minéraux*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1:27-43 (1983).
- LULLI L., BIDINI D., DABIN B., QUANTIN P.: *Etude de deux sols andiques dérivé de roches volcaniques d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulture) à caractère cryptopodzolique. 2. Formes de la matière organique et du phosphore: interprétation générale*. Cah. Pédol. vol. XX, n. 1: 45-61 (1983).
- LULLI L., BIDINI D., QUANTIN P., LORENZONI P., RAGLIONE M.: *Studio pedologico dell'apparato vulcanico di Vico. III. Andisuoli e Suoli Bruni Andici*. Ann. Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XVI: 169-198 (1985).
- LULLI L., QUANTIN P., BIDINI D., LORENZONI P., RAGLIONE M.: *Soil climosequence on Vico, a volcano of the Roman Province (Italy)*. XIII Congress ISSS, Amburg, vol. III: 1198-1199 (1986).
- LULLI L., BIDINI D., QUANTIN P.: *Soil climosequence on Vico, a Volcano of the Roman-Campanian alkali potassic province (Italy)*. Cah. Pédol. vol. XXX, (in corso di stampa) (1987).
- QUANTIN P.: *Problème de la détermination des substances minérales amorphes*. Communication

Semaine Pédologie ORSTOM, Centre ORSTOM Bondy (1975).

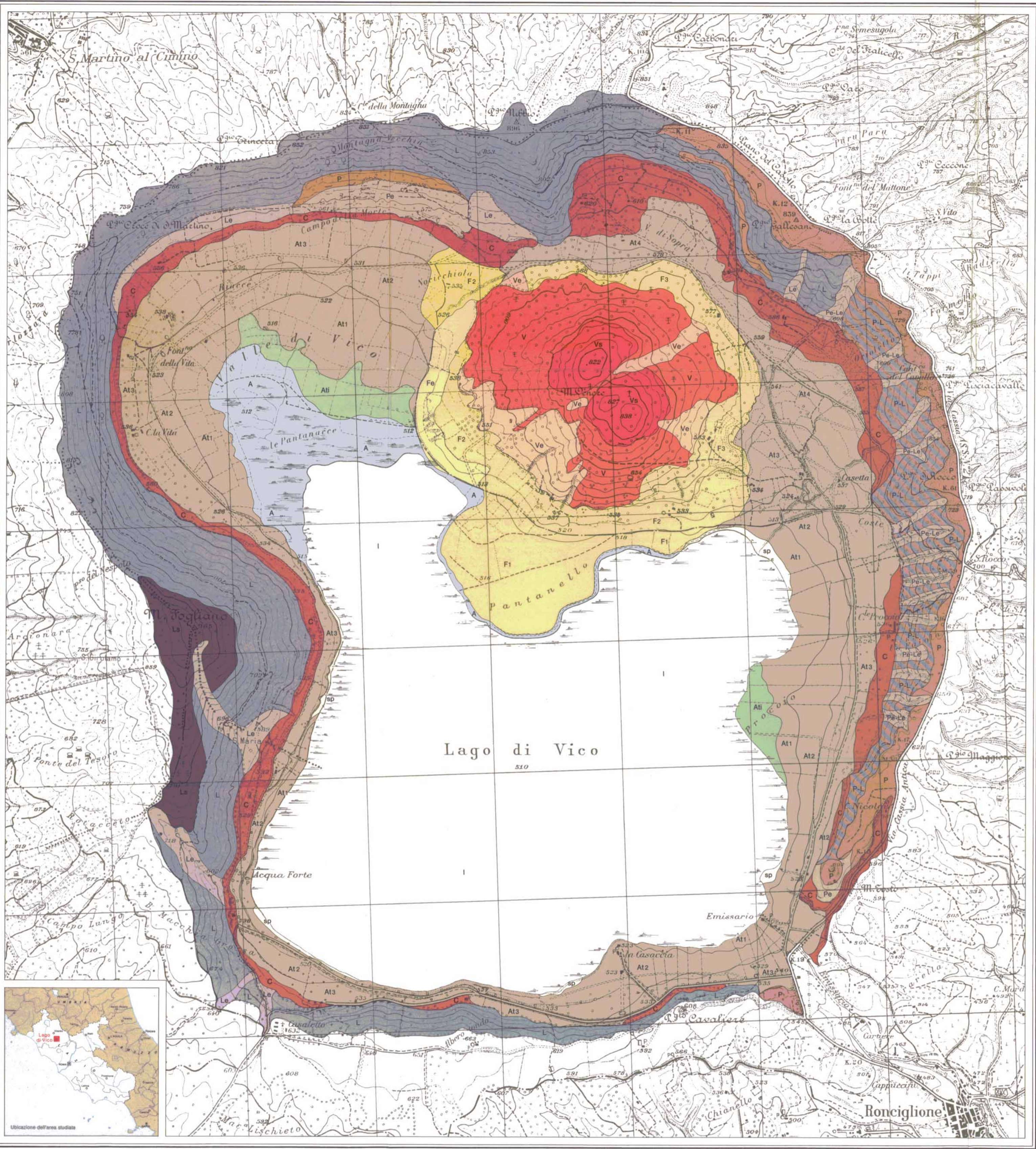
QUANTIN P., DABIN B., BOULEAU A., LULLI L., BIDINI D.: *Characteristics and genesis of two Andosols in Central Italy*. Catena Supplement 7:107-117 (1985).

U.S. SOIL SURVEY STAF: *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey*. Agriculture Handbook n. 246 (1975).

CARTA DEI SUOLI DELLA CALDERA DI VICO (Lazio) SOIL MAP OF VICO CALDERA (Latium)

Rilevatori: Donatella BIDINI, Bernard DABIN, Gloria DE CAROLIS, Alberto DESIDERI, Giuseppina DOWGIALLO, Giovanni FERRARI, Paolo LORENZONI, Luciano LULLI, Massimo MADONIA, Marco MARCHETTI, Massimo PAOLANTI, Paul QUANTIN, Marcello RAGLIONE
Coordinatore: Luciano LULLI

Scala 1:20.000 Scale
l'equidistanza fra le curve è di m.25



- A** Suoli sui depositi lacustri depressi. Profondi. Tendenzialmente argillosi. Acidi. Idromorfici. Contengono più del 30% di vetro nella frazione sabbiosa e meno dello 0,4% di alluminio amoro.
Andic Haplaquepts
Soils on lacustrine deposits. Deep. Clay. Acid. Hydromorphic. Have more than 30% of glass in the sandy fraction and less than 0,4% of amorphous aluminium.
Andic Haplaquepts
- At 1,2,3,4** Suoli sui depositi lacustri terrazzati. Profondi. Da grossolani a franco limosi. Subacidi. Contengono dall'1 al 2% di carbonio negli orizzonti superficiali. Manifestano segregazione di ferro. La Densità Apparente è in genere superiore ad 1. Contengono più del 30% di vetro nella frazione sabbiosa e meno dello 0,4% di alluminio amoro.
Andic Dystrachrepts e Andic Haplubrepts
Soils on terraced lacustrine deposits. Deep. Skeletal to silt loam. Have a carbon content ranging from 1 to 2% in surface horizons. Subacid. Have iron segregation. Generally bulk density is more than 1. Have more than 30% of glass in the sandy fraction and less than 0,4% of amorphous aluminium.
Andic Dystrachrepts and Andic Haplubrepts
- Ati** Suoli sui depositi lacustri terrazzati. In molti caratteri simili a At, presentano evidenze di idromorfia.
Andic Aquic Dystrachrepts
Soils on terraced lacustrine deposits. In many characters like At, are hydromorphic.
Andic Aquic Dystrachrepts
- C** Suoli sui depositi colluviali alla base delle pareti interne della caldera. Profondi. Franco argillosi con scheletro o franchi. Subacidi. Contengono dall'1,5 all'11% di carbonio secondo che bruni o andici. La Densità Apparente varia da 1,2 a 0,8. Contengono più del 30% di vetro nella frazione sabbiosa. Il contenuto di alluminio amoro è minore di 0,4 per i suoli bruni ed intorno ad 1 per i suoli andici. La Retenzione dei Fosfati è intorno al 77% per i suoli andici.
Typic Dystrachrepts e Typic Hapludands
Soils on colluvia. Deep. Clay loam with rock fragments or loam. Subacid. Have a carbon content ranging from 1,5% to 11%. Bulk density varies from 1,2 to 0,8. Have more than 30% of glass in the sandy fraction. Amorphous aluminium content is less than 0,4% in Inceptisols and about 1 in Andisols. The latter have a phosphate retention of about 77%.
Typic Dystrachrepts and Typic Hapludands
- F 1,2,3** Suoli sulle vulcanoclastiti di Mt. Venere (colluvia, con di deiezione). Profondi. Franchi. Subacidi. Contengono dall'1% sino al 5% di carbonio se sotto copertura vegetale continua. La Densità Apparente è intorno a 1. Contengono più del 30% di vetro nella frazione sabbiosa e dal 2,6% all'1,3% di alluminio amoro. La Retenzione dei Fosfati oscilla dall'86% all'82%.
Andic Haplubrepts, Typic Hapludands e Intergrads
Soils on volcaniclastic deposits of Mt. Venere (fans, colluvia). Deep. Loam. Subacid. Have a carbon content ranging from 1% to 5% if under continuous forest cover. Bulk density is about 1. Have more than 30% of glass in the sandy fraction. Amorphous aluminium content ranges from 2,6% to 1,3%. Phosphate retention varies from 86% to 82%.
Andic Haplubrepts, Typic Hapludands and Intergrads
- Fe** Suoli sulle vulcanoclastiti di Mt. Venere. In molti caratteri simili a F, sono soggetti ad erosione incanalata.
Andic Haplubrepts
Soils on volcaniclastic deposits of Mt. Venere (colluvia). In many characters like F, have a moderate gully erosion.
Andic Haplubrepts
- L** Suoli sulle lave leucitiche. Profondi. Franco sabbiosi. Subacidi. Contengono intorno all'8% di carbonio negli orizzonti superficiali. La Densità Apparente è intorno a 0,7. Contengono dal 4,4% al 3% di alluminio amoro. La Retenzione dei Fosfati è intorno al 96%.
Typic Melanudands
Soils on leucitic lavas. Deep. Sandy loam. Subacid. Have a carbon content of about 8% in surface horizons. Bulk density is about 0,7%. Have amorphous aluminium ranging from 4,4% to 3%. Phosphate retention is about 96%.
Typic Melanudands
- Le** Suoli sulle lave leucitiche. In molti caratteri simili a L, contengono meno del 5% di carbonio negli orizzonti superficiali.
Entic Melanudands
Soils on leucitic lavas. In many characters like L, have less than 5% of carbon in surface horizons.
Entic Melanudands
- La** Suoli sulle lave leucitiche della parte sommitale di Mt. Fogliano. In molti caratteri simili a L, presentano fenomeni di criptopodzizzazione.
Allic Fulvudands
Soils on leucitic lavas of Mt. Fogliano summit. In many characters like L, have cryptopodzic phenomena.
Allic Fulvudands
- P** Suoli su materiali tufacei. Profondi. Franchi. Subacidi. Contengono dal 6% al 2,5% di carbonio negli orizzonti superficiali secondo che sia presente o no una copertura vegetale continua. La Densità Apparente è intorno a 1. Contengono più del 30% di vetro nella frazione sabbiosa e intorno all'1,2% di alluminio amoro.
Typic Hapludands e Entic Hapludands
Soils on pyroclastic deposits. Deep. Loam. Subacid. Have a carbon content in surface horizons ranging from 6%, if there is continuous forest, to 2,5%. Bulk density is about 1. Have more than 30% of glass in sandy fraction. Amorphous aluminium is about 1,2%.
Typic Hapludands and Entic Hapludands
- Pe** Suoli su materiali tufacei. In molti caratteri simili a P, contengono meno del 5% di carbonio negli orizzonti superficiali.
Entic Hapludands
Soils on pyroclastic deposits. In many characters like P, have less than 5% of carbon in surface horizons.
Entic Hapludands
- P-L** Complesso di Poggio San Rocco.
Poggio San Rocco complex.
- Pe-Le** Fase erosa del complesso di Poggio San Rocco.
Eroded phase of Poggio San Rocco complex.
- V** Suoli su depositi piroclastici di Mt. Venere. Profondi. Tendenzialmente franchi. Subacidi. Contengono intorno al 5% di carbonio negli orizzonti superficiali. La Densità Apparente è sempre inferiore a 0,8. Contengono dal 3,4% al 2,7% di alluminio amoro. La Retenzione dei Fosfati è intorno all'82%.
Typic Hapludands ed Entic Hapludands
Soils on pyroclastic deposits of Mt. Venere. Deep. Loam. Subacid. Have a carbon content of about 5% in surface horizons. Bulk density is less than 0,8. Have an amorphous aluminium content ranging from 3,4% to 2,7%. Phosphate retention is about 82%.
Typic Hapludands and Entic Hapludands
- Ve** Suoli sui depositi piroclastici di Mt. Venere. In molti caratteri simili a V contengono meno del 5% di carbonio negli orizzonti superficiali.
Entic Hapludands
Soils on pyroclastic deposits of Mt. Venere. In many characters like V, have less than 5% of carbon in surface horizons.
Entic Hapludands
- Vs** Suoli sui depositi piroclastici della parte sommitale di Mt. Venere. A causa del loro maggiore spessore presentano caratteri andici più accentuati.
Typic Hapludands
Soils on pyroclastic deposits of Mt. Venere summit. In many characters like V, are generally deeper.
Typic Hapludands
- I sp** Lago (I); spiaggia (sp).
Lake (I), beach (sp).
- 1, 2, 3, 4** Unità morfologiche distinte incluse nella stessa unità pedologica.
Different morphological units included in the same pedological unit.

Nota - La classificazione usata si riferisce ad una circolare COMAND del 1984 per cui qualche nome di suolo potrà avere delle modifiche in futuro, ma non modificheranno i limiti cartografici. In attesa di un prossimo ordine della Soil Taxonomy, probabilmente quello degli ANDISOLS, abbiamo pensato di utilizzare la nuova nomenclatura alla quale sono collegate metodologie di analisi più idonee a definire le caratteristiche dei suoli.
Dal tip dell'Istituto Geografico Militare (autorizzazione n. 2555 in data 11-3-1987)
Controllato ai sensi della Legge 2-2-1960 n. 68. Nulla osta alla diffusione n. 137 in data 23-4-1987
SELCA, Via R. Giuliani 153 - Firenze - 1987