APLICACION DE DIFERENTES CRITERIOS PARA IDENTIFICAR DISCONTINUIDADES LITOLOGICAS PARTIDO DE CARLOS TEJEDOR, PROVINCIA DE BUENOS AIRES *

Perla A. Imbellone y María C. Camilión (1)

Instituto de Geomorfología y Suelos. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, Calle 532 - Nº 949, (1900) La Plata, Buenos Aires (2)

RESUMEN

Se analiza un Argiudol ubicado en el Partido de Carlos Tejedor (Provincia de Buenos Aires, Argentina), desarrollado sobre materiales loéssicos de naturaleza mineralógica semejante, y que posee una capa de ceniza volcánica intercalada.

Se integran datos de campo con criterios analíticos mineralógico-granulométricos: índice de diferenciación relativa de horizontes, cualicuantificación de especies minerales, relación entre fracciones inmóviles del suelo, cálculos que incluyen densidad aparente y análisis estadístico (sedimentológico e índice comparativo de distribución granulométrica). Todos los criterios resultaron igualmente sensibles ante la presencia de la capa de ceniza volcánica. En su aplicación a los sedimentos loéssicos se obtuvieron resultados contrastantes: los mineralógicos arrojaron pautas escasamente significativas y los basados en datos de campo y granulométricos señalaron en total coincidencia una discontinuidad litológica. Asimismo, los granulométricos marcan cambios adicionales que sugerirían otras posibles discontinuidades litológicas.

La valoración comparativa de los diferentes criterios indica que los relacionados a propiedades granulométricas son los más sensibles; la heterogeneidad de los materiales se vincularía prin-

cipalmente a las proporciones relativas de las subfracciones de limo.

Más allá del ámbito específico del perfil analizado, se estima que para identificar discontinuidades litológicas en materiales provenientes de áreas de aporte similar y con variaciones mineralógicas cuali-cuantitativas escasas, como muchos depósitos loéssicos del Pleistoceno reciente de la Argentina, es posible obtener resultados satisfactorios mediante la elaboración de datos emergentes del análisis granulométrico detallado.

Palabras Clave: discontinuidades litológicas, sedimentos loéssicos, análisis granulométrico.

APPLICATION OF DIFFERENT CRITERIA TO IDENTIFY LITHOLOGICAL DISCONTINUITIES. CARLOS TEJEDOR DEPARTMENT. BUENOS AIRES PROVINCE, ARGENTINE

ABSTRACT

An Argiudoll profile from Carlos Tejedor department (Buenos Aires province, Argentina), with a volcanic ash layer intercalated, developed from loessic materials of similar mineralogy is analyzed.

- * Trabajo presentado al X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, 1983.
- 1) Becaria del CONICET.
- Integrado al CISAUA. Convenio U.N. La Plata M. A. Agrarios Provincia de Buenos Aires.

Field data are correlated with analytical, mineralogical and particle -size criteria such as: relative horizon disticness, qualitative and quantitative determination of mineral species, relation between soil immobile fractions, calculations on bulk density and statistical analysis (sedimentological and comparative index particle size distribution). All criteria were equally sensitive to detect the volcanic ash layer. When they were applied to loessic sediments, contrasting results were obtained: on one hand, mineralogical criteria showed scarcely significative results. Conversely, field and particle size data indicated the presence of one lithological discontinuity. Besides, the particle size parameters mark additional changes which suggest other possible lithological discontinuities.

The comparative evaluation of the different criteria indicates that those related with particle size properties are the most sensitive, and that the material heterogeneity would be linked to the relative proportions of silt sub-fractions.

In order to characterize lithological discontinuities in materials from similar areas with scarce qualitative and quantitative mineralogical changes -such as many loess deposits of recent Pleistocene age in Argentina- it is posible to obtain satisfactory results through the elaboration of data from detailed particle - size analyses.

Key words: lithological discontinuities, loessic sediments, particle-size analyses.

INTRODUCCION

Son numerosos los perfiles del Partido de Carlos Tejedor que sugieren la presencia de discontinuidades litológicas y/o suelos enterrados a través de su morfología (Hurtado, Giménez, Cardenal y Castillo, man. en preparación).

En ese sentido, diferentes autores han recomendado determinaciones que apuntan a confirmar la presencia de discontinuidades litológicas. Brewer (1964) y Arnold (1968) sugieren que si el material originario no es uniforme, las funciones profundidad de algunas propiedades muestran curvas con marcadas desviaciones, que se corresponden con cambios en la naturaleza de los materiales. Barshad (1955) refiere criterios tales como: análisis mineralógico total, patrón de distribución en fracciones de minerales resistentes, distribución de tamaño de partículas sobre base no arcillosa, relación de dos minerales resistentes en una fracción y distribución de arcilla. Wang y Arnold (1973) puntualizan que la heterogeneidad debería estimarse sobre un conjunto de evidencias, incluyendo observaciones de campo; más modernamente Arnold (1979) insiste en la importancia que revisten los cálculos con densidad aparente en la diferenciación de sedimentos loéssicos.

El objeto de este trabajo es evaluar un conjunto de parámetros (de campo, mineralógicos, granulométricos) y mediante un criterio de convergencia de los mismos caracterizar la heterogeneidad de los materiales en los casos evidentes en el campo, como asimismo confirmar aquellas discontinuidades litológicas no tan rotundamente visibles.

Con ese fin se analizan en forma integral algunos criterios ya utilizados en el país (Scoppa y Pazos, 1981) conjuntamente con otros menos frecuentes, a los efectos de definir los más promisorios a ser aplicados

a estos materiales. Un trabajo sobre este tema se presentó recientemente (Morrás, 1983).

MATERIALES Y METODOS

Se analiza un Argiudol desarrollado sobre sedimentos loéssicos que posee una capa de ceniza volcánica intercalada, cuyos materiales constituyentes fueron analizados oportunamente (Camilión e Imbellone, 1984)

Para la identificación de discontinuidades litológicas mediante parámetros morfológicos se calculó el índice de diferenciación relativa de horizontes (Bilzi y Ciolkosz, 1977). Para los cálculos sustentados en la granulometría se utilizaron los datos texturales en intervalos sedimentológicos, recalculados sobre base no arcillosa menor de 4 µm (Tabla 1). El análisis estadístico se efectuó mediante el índice comparativo de distribución granulométrica (Langhor et al., 1976) y la interrelación de parámetros sedimentológicos gráficos de Folk y Ward (1957): media (Mz), mediana (Md), asimetría gráfica inclusiva (Sk), desviación standard (6) y curtosis gráfica (K).

RESULTADOS

Durante el levantamiento de suelos, se reconoció una superficie de erosión separando el suelo actual del enterrado (Gardenal, comunicación personal), que en el perfil estudiado se halla a los 43 cm de profundidad.

Adicionalmente, en otros suelos del área se han observado discontinuidades litológicas, que en este perfil se manifiestan dubitativamente por lo cual no se registran al describir la morfología.

Tomando como punto de partida estas consideraciones se analizaron los siguientes criterios tendientes a identificar discontinuidades litológicas:

Intervalos (am)	1000 -710	710 -500	500 -420	420 -300	300 -250	$\frac{250}{-177}$	177 - 125	- 125 -88	88 -74	74 -63	63 -44	44 -31	$\frac{31}{-22}$	$^{22}_{-16}$	16 -8	8 -4
Horizontes																
A11	0,21	0,22	0,23	0,14	0,51	1,22	10,00	31,50	0,64	2,64	18,16	9,36	8,91	4,95	3,01	8,30
ceniza	0,03	0,11	0,11	0,78	0,26	0,87	6,78	24,30	0,25	3,36	10,17	12,95	12,30	8,03	12,63	7,10
A12	0,03	0,16	0,21	0,21	0,47	1,08	11,60	33,09	0,87	2,94	16,20	7,90	6,53	4,30	8,33	4,93
AC	0,06	0,19	0,24	1,56	0,47	1,49	11,50	31,17	0,87	1,80	16,62	11,84	3,85	7,43	5,67	1,26
C1	0,16	0,25	0,24	1,50	0,10	2,02	13,87	33,64	0,85	3,40	18,18	10,35	4,68	2,60	3,41	4,74
IIB21tb	0,05	0,17	0,20	1,33	0,51	1,38	14,81	31,61	1,82	1,63	15,30	13,57	4,92	5,14	4,79	4,01
IIB22tcab	0,05	0,16	0,18	1,36	0,49	1,62	15,62	34,87	0,72	1,52	15,73	9,44	7,46	3,50	2,54	4,75
IIB3cab	0,04	0,18	0,21	1,47	0,51	1,34	20,76	36,65	0,71	1,95	9,08	9,79	6,97	3,52	1,76	5,04
IIC2cab	0.05	0.19	0.17	1,29	0.43	1.48	18,06	28,81	0.70	2,59	19,35	12,69	5,54	1,94	5,13	1,58

Indice de diferenciación relativa de horizontes (IDRH)

Por estar las discontinuidades litológicas generalmente reflejadas en cambios morfológicos, este criterio se basa en otorgar un valor numérico a cada variación morfológica registrada entre horizontes sucesivos, obteniéndose el índice de la sumatoria de dichos valores. Las propiedades consideradas son: color, textura, estructura, consistencia, barnices y límite entre horizontes (Tabla 2).

En la Figura 1 se muestran los índices obtenidos, cuyos valores máximos, 20,5; 20,0 y 16,5 se registran a los 18, 20 y 43 cm de profundidad, respectivamente.

Valores superiores a 10 pueden indicar diferencias de carácter geológico más que pedológico (Meixner y Singer, 1981), y en tal sentido este criterio se muestra sensible ante la presencia de la capa de ceniza volcánica (18-20 cm) y de la superficie de erosión (43 cm).

Cuali-cuantificación de especies minerales (M)

La caracterización mineralógica de los materiales indica homogeneidad cuali-cuantitativa, a excepción de la capa de ceniza volcánica que varía principalmente en las proporciones relativas de sus componentes. Sólo merecen destacarse los elevados tenores de vitroclastos y escasos lito y cristaloclastos (Camilión e Imbellone, op. cit.).

En los materiales loéssicos la única variación observada se vincula a los porcentajes de minerales pesados, que a los 55 cm de profundidad duplican sus tenores.

Relación entre fracciones inmóviles (RFI)

Se ha establecido un conjunto de relaciones entre las subfracciones del suelo consideradas inmóviles. Las más satisfactorias han surgido de aquellas que vinculan la subfracción limo modal (44-63 µm) con: esqueleto (22-1.000 µm), limo grueso (22-63 µm) y limo total (4-63 µr.). Ellas son: limo modal/esqueleto

y limo modal/limo grueso, incluyéndose a modo ilustrativo limo modal/limo total (Fig. 2) La relación limo modal/esqueleto muestra una inflexión marcada a los 18 cm, y otras menores a los 43 y 135 cm de profundidad; estos cambios se ven acentuados en la relación limo modal/limo grueso donde además, se registran otros adicionales a 55 y 78 cm de profundidad, a los que se les otorga un valor dubitativo.

La tendencia de las curvas a través del perfil sugeriría la presencia de varios materiales superpuestos, diferenciados entre sí por las proporciones relativas de la fracción limo: un material superior con una potencia de 43 cm, en el que media a los 18 cm una intercalación de ceniza volcánica; otro material infrayacente de 92 cm de potencia, y un tercer material sin base visible, que excede el límite inferior de la calicata (194 cm).

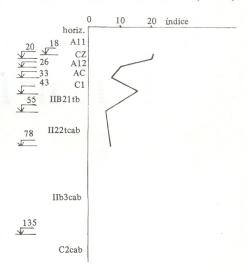


Fig. 1: Indice de diferenciación relativa de horizontes

Horizontes	Color (h)	Color (s)	Textura	Estructura		Consistencia		Barnices	Limite
A11	10YR3/2	10YR5.5/2	Franco	Bloques subangulares finos débiles	lig. duro	friable	lig. plástico lig. adhesivo	1	abrupto
	7	4.5	0	2	1	1	2		3
ceniza	N 8/0	N 8/0	Franco	Suelto	blando	muy friable	no plástico		abrupto
	∞	5	0	2	0	1	1		3
A12	10YR2/2	10YR5/2	Franco	Bloques subangulares	blando	friable	no plástico	1	claro
	3	2	1	1	0	0	ng. auntesivo		7
AC	7.5YR4/2	7.5YR6/2	Franco	Bloques subangulares finos v medios débiles	blando	friable	no plástico no adhesivo	1	claro
	1	2	0	2	0	0	0		2
C1	7.5YR4/3	7.5YR7/3	Franco	Masivo	blando	friable	no plástico	1	abrupto
	1	2.5	arenoso 1	2	7	1	no adnesivo	1	8
IIB21tb	7.5YR4/4	7.5YR5.5/4	Franco	Bloques subangulares	duro	firme	lig. plástico	escasos	claro
	2	1.5	0	0	0	0	0	0	7
IIB22tcab	7.5YR5/5	7.5YR6/6	Franco	Bloques subangulares	duro	firme	lig. plástico	escasos	gradual
	0	1	1	1	1	0	2	1	1
IIB3cab	7.5YR5/5	7.5YR7/5	Franco	Bloques subangulares finos moderados	lig. duro	firme	no plástico lig. adhesivo	1	gradual
		2	0	2	0	1	0		
IIC2cab	7.5YR5/4	7.5YR7/3	Franco	Masivo	lig. duro	friable	no plástico lig. adhesivo	1	

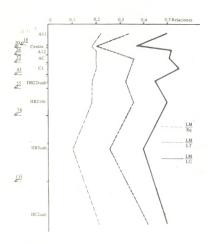


Fig. 2: Relación entre fracciones inmóviles del suelo (RFI). Limo modal (LM) 44-63 µm, 44-31 µm esqueleto (EQ) -22-100 µm. Limo grueso (LG) 22-63 µm. Limo total (LT) 4-63 µm.



En base a la hipótesis del volumen constante, que sostiene que los cambios de volumen durante la formación del suelo son mínimos, es posible utilizar los valores de densidad aparente para calcular el peso por unidad de volumen de fracciones índices. La ruptura de la línea de tendencia de dicha fracción índice, significaría un cambio deposicional o un hiatus temporal (Arnold, op. cit.). En la Figura 3 la fracción limo modal ha sido multiplicada por la densidad aparente para obtener la fracción índice.

Si bien para establecer la tendencia interna de cada capa, sería necesaria una densidad de muestreo a lo largo del perfil considerablemente mayor que la presente, es posible visualizar algunos cambios a través de la función profundidad de la FI. En primer lugar, uno abrupto a los 18 cm y otros no tan espectaculares, pero significativos, a los 43 y 135 cm de profundidad.

Parámetros sedimentológicos estadísticos (PSE)

Se han calculado los parámetros sedimentológicos gráficos de Folk y Ward (op. cit.) (Tabla 3). De su interrelación se ha observado, en muchos de los casos, una tendencia coincidente. En la Figura 4 se visualiza

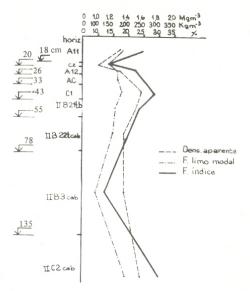
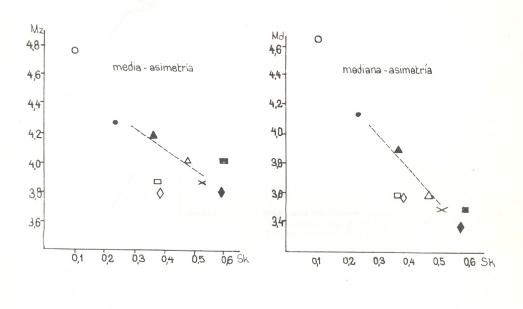


Fig. 3: Fracción índice (FI).

una alineación de los horizontes que integran los primeros 43 cm del perfil (A11, A12, AC y C1), acorde con su secuencia natural en el mismo. Esta disposición indujo a pensar en un parentesco textural entre los horizontes involucrados en el lineamiento. La capa de ceniza volcánica aparece muy distante. Los restantes horizontes mantienen una ubicación relativa constante entre sí y con respecto al mencionado lineamiento, pero sin ningún parentesco entre ellos.

TABLA 3: Parámetros sedimentológicos estadísticos en unidades phi (PSE).

Parámetros	Media (Mz)	Mediana (Md)	Desviación standard (5)	Asimetría (SK)	Curtosis (K)
Horizontes					
A11	4,28	4,15	1,29	0,24	1,04
ceniza	4,77	4,65	1,44	0,10	0.78
A12	4,17	3,90	1,30	0,37	1,17
AC	4,00	3,60	1,16	0,48	1,01
C1	3,83	3,50	1,18	0.53	1,23
IIB21tb	3,83	3,60	1,09	0.38	1,07
IIB22tcab	4,00	3,50	1,32	0,60	1,11
IIB3cab	3,80	3,40	1,22	0,59	1,05
IIC2cab	3,80	3,60	1,04	0,39	0,92



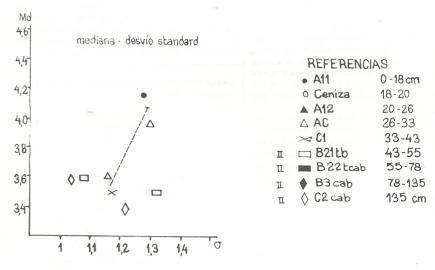


Fig. 4: Relación entre parámetros sedimentológicos estadísticos (PSE).

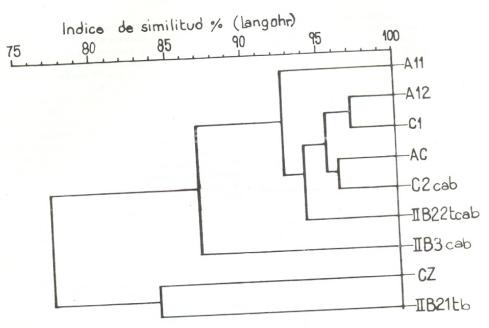


Fig. 5: Dendrograma de similitud. Fracción entre 22-1.000 um (CPDS).

Indice comparativo de similitud granulométrica (CPDS) o Indice de similitud de Langohr

En la Figura 5 se grafica este índice obtenido del dendrograma ponderado de agrupamiento por pares basado en 6 fracciones entre 22-1.000 µm.

La mayor similitud está entre el A12 (20-26 cm) y el C1 (33-43 cm) con un valor de 97 por ciento. Entre el AC y el IIC2cab (135-194 cm) existe un 96 por ciento. En el tercer nivel de agrupamiento se forma un par (A12 - AC) resultante de los dos primeros niveles con 95,4 por ciento de similitud. El grupo anterior constituído por los horizontes A12, AC, C1, IIC2cab forma un par con el IIB22tcab que ingresa, a un nivel de similitud de 94 por ciento. Este último se une con el A11 a 92 por ciento de similitud.

Así, se hallan integrados todos los horizontes A, AC y C, independientemente de su posición en el perfil, con el IIB22tcab a un nivel de similitud mayor del 92,5 por ciento. Los horizontes IIC2cab y IIB22tcab por asemejarse a los materiales de la porción superior del perfil difieren de su inmediato suprayacente (IIB3cab y IIB21tb, respectivamente) por el principio de superposición.

Luego ingresa el IIB3cab, que se une al grupo anterior a 87 por ciento de similitud. Finalmente se forma un par independiente constituido por la capa de ceniza volcánica y el IIB21tb a un nivel de 84 por ciento que se conecta con los anteriores a 77 por ciento de similitud.

Los materiales más disímiles serían la capa de ceniza volcánica y los correspondientes al horizonte

Este criterio estaría indicando diferencia de materiales a 18, 43, 55, 78 y 135 cm de profundidad.

DISCUSION

La validez de los métodos utilizados para identificar discontinuidades litológicas queda evidenciada por la respuesta positiva de todos ellos, ante la presencia de un material disímil del resto del perfil como lo es una capa de ceniza volcánica intercalada. Asimismo, los criterios con sustento morfológico y granulométrico registran la diferencia en el contacto entre el suelo actual y el enterrado, vista marcadamente en el campo.

Paralelamente, aquellos criterios que surgen de la caracterización granulométrica de los sedimentos, in-

dican tendencias adicionales que permiten confirmar algunas observaciones sugeridas en el campo diferencias antre los distintes contra la convergencia de criterios, otorga la certeza que las diferencias entre los distintes confirmar algunas observaciones sugeridas en el campo diferencias entre los distintes confirmar algunas observaciones sugeridas en el campo diferencias entre los distintes confirmar algunas observaciones sugeridas en el campo diferencias entre los distintes confirmar algunas observaciones sugeridas en el campo diferencias entre los distintes confirmar algunas observaciones sugeridas en el campo diferencias entre los distintes confirmar algunas observaciones sugeridas en el campo diferencias entre los distintes confirmar algunas observaciones sugeridas en el campo diferencias entre los distintes confirmar en el campo distinte el campo di

Haciendo una comparación entre los distintos criterios utilizados (Fig. 6) se observa que:

— La M señala una discontinuidad litológica a los 18 cm de profundidad, correspondiente al nivel de ceniza volcánica, y sugiere dubitativamente alguna pequeña diferencia de materiales a los 55 cm de profundidad.

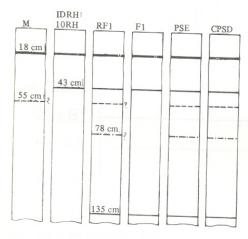


Fig. 6: Respuesta comparativa de los diferentes criterios utilizados.

- El IDRH no expresa más que lo fehacientemente indicado en el campo: a 18 cm (correspondiente al nivel de ceniza volcánica) y a 43 cm (contacto suelo actual-suelo enterrado).
- La RFI resultan satisfactorias en señalar diferencia de materiales a 18 y 43 cm; a 135 cm (contacto IIB3cab-IIC2cab) y cambios probables a 55 cm (contacto IIB21t-IIB22tcab) y 78 cm (contacto IIB22tcab-IIB3cab).
- La FI indica en forma adecuada cambios a los 18, 43 y 135 cm de profundidad.
- Los PSE y los índices CPSD señalan cambios coincidentes en ambos casos a 18, 43, 55, 78 y 135 cm de profundidad.

Cada uno de los criterios analizados no constituye por sí mismo una evidencia rotunda que permita indicar discontinuidades litológicas, entre materiales que presentan variaciones de escasa magnitud dentro de depósitos loéssicos. Pero las tendencias sugeridas por la convergencia de criterios, otorga la certeza que las diferencias entre los distintos segmentos del perfil se vincularían a cambios granulométricos de los sedimentos acaecidos durante su depositación.

En base a lo expuesto, el perfil quedaría caracterizado por el esquema de la Figura 7.

Los números romanos en la columna de materiales originarios (A) marcan la secuencia de cambios detectados en los materiales loéssicos, señalando con interrogación aquellos dubitativamente identificados. El sedimento indicado por I, incluye los horizontes del suelo actual y la intercalación téfrica (T). Entre las capas I y II media una superficie de erosión que ha decapitado los horizontes superiores del suelo enterrado, con la táctica implicancia de un lapso de tiempo geológico.

En el perfil de suelo descriptivo (B), los números romanos que preceden la designación de los horizontes indican las discontinuidades litológicas correspondientes a dichos cambios. Las mismas señalarían el contacto entre dos materiales diferentes superpuestos (sensu Ruhe, op. cit.) sobre cuyo conjunto se habría desarrollado un ciclo pedológico. Quedaría así diferenciado un suelo enterrado constituido por capas múltiples separadas por discontinuidades litológicas y un material superpuesto de 43 cm de potencia sobre el que se está desarrollando la pedogénesis actual.

La capa de ceniza volcánica posee distribución areal discontinua en el Partido de Carlos Tejedor y no ha sido considerada horizonte debido a su escasa potencia. Si bien sus propiedades físicas, físicoquímicas y mineralógicas son apreciablemente diferentes a las del sedimento que la incluye, las mismas se "diluyen" en muchos casos por efecto de las labores culturales, razón por la cual se estima que su influencia no es significativa bajo las condiciones de pedogénesis actual.

Si la capa de ceniza volcánica alcanzara espesores mayores al descripto, sería necesario considerarla un horizonte, y en ese caso se obtendría una secuencia como la que se muestra en el perfil de suelo teórico (C).

CONCLUSIONES

- Todos los métodos brindan una respuesta igualmente positiva ante un material totalmente disímil del resto, como es la capa de ceniza volcánica.
- En los materiales loéssicos, el método basado en la mineralogía aporta muy poco para señalar discontinuidades litológicas.
- Todos los criterios sustentados en datos de campo y granulométricos coinciden en separar al perfil en dos porciones, a los 43 cm de profundidad.

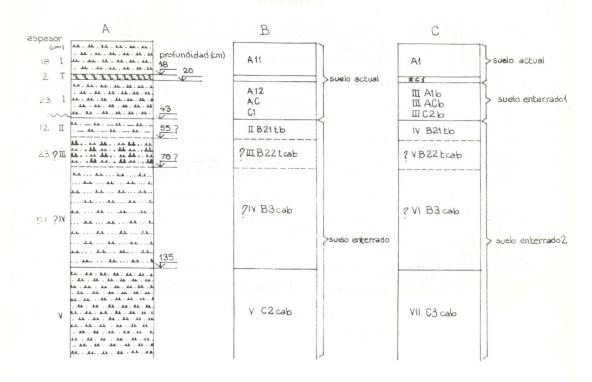


Fig. 7: Representación esquemática del perfil estudiado. A: materiales originarios; B: perfil del suelo descriptivo y C: perfil de suelo interpretativo.

Las líneas horizontales contínuas indican coincidencia de todos o la mayoría de los criterios analizados.

- Aquellos basados en la granulometría marcan cambios adicionales, considerando significativo aquel ubicado a los 135 cm de profundidad por ser el más fuertemente indicado por los parámetros granulométricos. Al resto de la evidencia se le asigna un carácter dubitativo, sirviendo de advertencia sobre posibles discontinuidades litológicas, al describir perfiles del área.
- Ninguno de los criterios analíticos utilizados aporta individualmente una evidencia rotunda que permita identificar discontinuidades litológicas entre materiales loéssicos que presentan variaciones de escasa magnitud, pero las tendencias sugeridas por la convergencia de criterios indicaría que las diferencias entre los distintos segmentos del perfil se vincularían a cambios granulométricos de los sedimentos, acaecidos durante la deposición de los mismos.
- Por las evidencias convergentes de diferentes criterios confirmamos la presencia de dos discontinui-

- dades litológicas, a los 18 y 43 cm de profundidad, y señalamos una tercera a los 135 cm.
- Más allá del ámbito específico del perfil estudiado, se estima que para identificar discontinuidades litológicas en materiales mineralógicamente cualicuantitativamente similares, como muchos de los sedimentos loéssicos del Pelistoceno reciente de la República Argentina, es posible obtener resultados promisorios mediante la elaboración de los datos provenientes del análisis granulométrico detallado. Asimismo, a fin de reafirmar estas primeras apreciaciones serían necesarios otros estudios que permitieran extrapolarlos regionalmente.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen particularmente a Jorge Eloy Giménez y Elsa Muro por la colaboración brindada, como asimismo el apoyo del CISAUA y CONICET.

REFERENCIAS

- Arnold, R. W., 1968. Pedological significance of lithologic discontinuities. Trans. 9th. Int. Cong. Soil Sci. IV: 595-603. Arnold, R. W., 1979. Concept of the argillic horizon and problems of its identification. Proc. of 2nd Int. Soil Classification Workshop. Part II 21-33. Thailand.
- Barshad, I., 1967. Chemistry of Soil development. En: Bear, F. E. (Ed.) Chemistry of the soil. Am. Chem. Soc. Monograph 126. Reinhold, N. Y. 1-63.
- Bilzi, A. F. y E. J. Ciolkosz, 1977. A field morphology rating scale for evaluating pedological development. Soil Sci. 124: 45-48.

- 124: 45-48.

 Brewer, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. Wiley. N. York. 470 p.

 Camilión, M. C. y P. A. Imbellone, 1984. Caracterización de los materiales constituyentes de algunos suelos del Partido de Carlos Tejedor (Prov. de Bs. As.). Ciencia del Suelo 2: 137-146.

 Folk, R. L. y W. C. Ward, 1971. Mathematical treatment of size distribution data. En: Carver, R. (Ed.). Procedures in sedimentary petrology. Wiley-Interscience. N. J. 109-127.

 Langohr, R.; C. Scoppa y A. van Wambeke, 1976. The use of comparative particle size distribution index for the numerical classification of soil parent materials; Application to Mollisols of the Argentinian Pampa. Geoderma 15: 305-312 305-312.
- Meixner, E. E. y M. J. Singer, 1981. Use of field morphology rating system to evaluate soil formation and discontinuities. Soil Sci. 131: 114-123.
- Morrás, H. J., 1983. Evaluación de algunos métodos de identificación de discontinuidades litológicas. Su aplicación en suelos del norte de la Provincia de Santa Fé (Argentina). Res. de trabajos y comunicaciones X Congr. Arg. y
- VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata.
 Ruhe, R. V. y R. B. Daniels, 1958. Soils, paleosols, and soil horizon nomenclaure. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 22: 66-69.
 Scoppa, C. O. y M. S. Pazos, 1981. Caracterización integral y análisis pedogenético de molisoles del borde sur de la
- Pampa deprimida. RIA 16: 43-92.
 Wang, C. y R. W. Arnold, 1973. Quantifying pedogenesis for soils with discontinuities. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 37 271-278.