

SEDIMENTOS CUATERNARIOS SUPERFICIALES DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE SANTA FE, ARGENTINA: CARACTERÍSTICAS Y PROCEDENCIA

Hugo Guillermo Marengo.

Licenciado en Ciencias Geológicas. Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y Convenio Geológico Argentino Alemán (SEGEMAR-BGR). J. A. Roca 651 (1322), Buenos Aires, Argentina. hmaren@minproduccion.gov.ar

RESUMEN

La superficie del centro de la provincia de Santa Fe está dominado por extensos depósitos de loess y limos loessoides muy homogéneos, con muy bajos contenidos de fracción arena, siendo muy difícil diferenciar los diferentes tipos según sus características macroscópicas. Asociados a éstos se encuentran los depósitos fluviales, más arenosos, de los ríos Salado y Paraná. Un intensivo programa de muestreo y de análisis mineralógicos y texturales, ayudó a definir diferentes tipos de loess retrabajados derivados del loess primario o típico. Los procesos fluviales y palustres que actuaron en el retrabajo del loess original, favorecieron principalmente la remoción de una parte del vidrio volcánico y de la fracción arcillosa, produciendo depósitos empobrecidos en estos componentes, pero que conservaron sus características macroscópicas.

La composición mineralógica, tanto de la fracción arenosa como de la arcillosa, indica claramente que los sedimentos detríticos del Cuaternario de la región, fueron aportados principalmente desde el oeste o sudoeste, con una muy escasa contribución de materiales procedentes del Macizo Brasileño transportados por el río Paraná.

ABSTRACT

The surface of central Santa Fe Province is dominated by large deposits of homogeneous loess and loess like sediments, with very low percentage of sand; therefore is very difficult to distinguish between them according to their macroscopic features. Also, there are fluvial sandy deposits from the Salado and Paraná rivers. An intensive program of sampling and mineralogical and textural analysis help to define different kinds of reworked loess deposits, derived from the typical or primary loess. Fluvial and lacustrine processes that reworked the original loess, led to the partial wasting of the volcanic glass shards and the clay fraction.

The mineralogic composition of the sandy and clay fraction, show that the Quaternary detrital sediments of the region were mainly provided from the west or the southwest, with a very low contribution of sediments from the Brazilian Shield, transported through the Paraná river.

Palabras-Clave: sedimentos pampeanos, loess retrabajado, mineralogía

1. INTRODUCCION

Este trabajo es parte de las tareas realizadas por el Convenio Geológico Argentino Alemán para el mapeo geológico a escala 1:250.000, de las hojas 3160 I (San Justo) y III (Santa Fe), localizadas en el centro-este de la provincia de Santa Fe

La región de estudio (figura 1) se ubica en el sector norte de la Llanura Pampeana. Sus depósitos superficiales son mayormente loess y limos loessoides castaño rojizos, masivos y muy homogéneos; asociados a éstos se encuentran los depósitos fluviales limo arenosos de los ríos Paraná y Salado.

La geología de la llanura Pampeana presentó diversos problemas a los investigadores que la estudiaron, debido principalmente a la homogeneidad de los depósitos loésicos, y a la escasez de indicadores estratigráficos confiables para realizar correlaciones a gran escala, como bancos guía o faunas abundantes con una buena resolución bioestratigráfica. El sector estudiado refleja muy bien estos problemas, a los que se suma la extrema dificultad para identificar depósitos de loess típico y de loess retrabajado, según los criterios de campo señalados por Frenguelli (1955).

La división estratigráfica se basó en la definición previa de unidades morfoestructurales a partir de la interpretación de imágenes satelitales, y un posterior programa intensivo de muestreo, tendiente a obtener una completa caracterización sedimentológica de dichas unidades. No se hallaron antecedentes de estudios similares en la llanura Pampeana; los trabajos realizados en la región, como los

de Iriondo (1984 y 1987), Iriondo y Kröhling (1996) y Kröhling (1999), propusieron una división estratigráfica basada en criterios geomorfológicos y paleoclimáticos, con numerosas dataciones radimétricas, pero sin una caracterización completa de los sedimentos; Bertoldi de Pomar (1969), Morrás y Delaune (1981 y 1985) y de Petre y Perman (1985) analizaron la mineralogía de diversos perfiles de suelo. En sus trabajo, Bertoldi de Pomar (1969) propuso dos áreas principales de aporte de los sedimentos detríticos de la región, basadas fundamentalmente en las variaciones relativas de los minerales pesados: un área occidental, proveniente de las Sierras Pampeanas y con abundante material volcániclastico, y un área oriental, con sedimentos aportados principalmente desde el Macizo Brasileño, a través del río Paraná. Morrás y Delaune (1981), realizaron un muestreo más detallado, y definieron una zona de mezcla entre ambas. Teruggi e Imbellone (1983) destacaron las variaciones mineralógicas verticales producidas en los perfiles de suelo, como producto de los procesos edafogénicos, relativizaron la utilidad de los índices de madurez mineralógica basados en minerales pesados, y atribuyeron gran importancia a las variaciones en el contenido de vidrio volcánico, principalmente en relación al cuarzo. En la misma línea, de Petre y Perman (1985) mencionaron importantes porcentajes de arcillas noformadas, a partir de la meteorización de algunos minerales

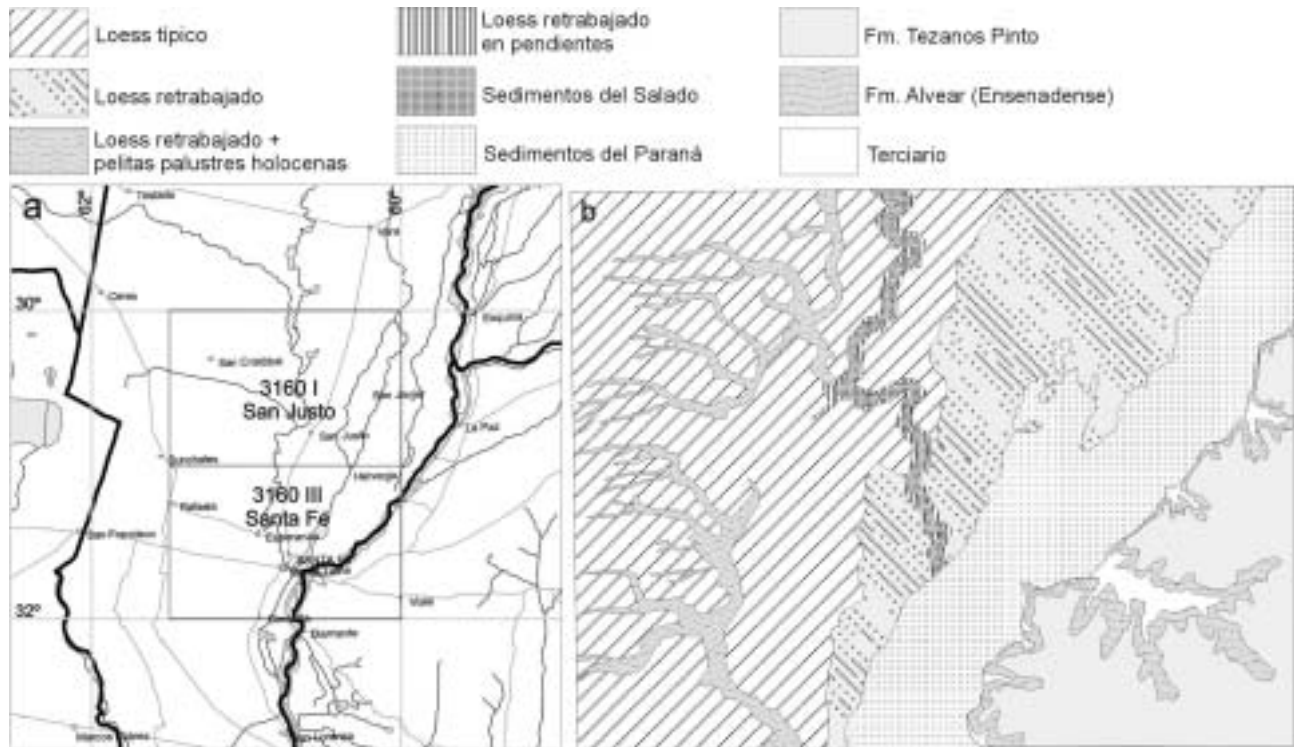


Figura 1 – a) localización de las hojas 3160 I y III, Santa Fe y San Justo; b) geología superficial esquemática de la hoja 3160 III Santa Fe.

detríticos de los suelos del centro de Santa Fe. Por último, Iriondo y Kröhling (1996) y Kröhling (1999), sobre la base de las características mineralógicas y granulométricas del loess de la Fm. Tezanos Pinto, propusieron que los sedimentos loésicos fueron aportados por vientos SSW-NNE, y que el aporte realizado por el río Paraná fue muy limitado.

2. METODOLOGÍA

Para el mapeo se utilizaron imágenes satelitales al 250.000 y 100.000, y mapas topográficos a varias escalas; las unidades fueron previamente definidas en gabinete sobre la base de las características geomorfológicas observadas en las imágenes, y luego controladas en el campo durante 5 campañas realizadas durante los años 2000 y 2001, en las que se obtuvieron más de 200 muestras.

Con el objeto minimizar los efectos de la edafización, las muestras fueron tomadas a profundidades mayores a 1,30m, en afloramientos naturales o artificiales, en calicatas, o mediante perforaciones realizadas con barrenos manuales.

Los análisis mineralógicos en preparados de grano suelto fueron realizados según las técnicas habituales, sobre las fracciones de arena fina y muy fina; en todas las muestras se contabilizó un mínimo de 300 granos de la fracción de los minerales livianos. Los análisis texturales fueron realizados en el laboratorio del INTEMIN, según los procedimientos habituales, utilizando tamices estándar para la fracción arena; las poblaciones de finos fueron analizadas con un sedígrafo. Los estudios mineralógicos de arcillas por difracción de rayos x, fueron realizados en el laboratorio del INTEMIN; en todas las muestras se realizaron mediciones sobre muestras normales, calcinadas y glicoladas.

3. RESULTADOS

Sobre la base del estudio de imágenes satelitales y de los trabajos de campo, se diferenciaron cinco unidades principales de paisaje en el sector santafecino de la Hoja 3160 III: 1, la planicie loésica, en el sector oeste; 2, arroyos y bajos internos de la planicie loésica; 3, planicie deprimida con lagunas y paleocauces, al este de la planicie loésica; 4, planicie aluvial del Salado; y 5, la zona de albardones y meandros del Paraná, en el este. Las unidades 1, 2 y 3 poseen litologías muy similares y bastante homogéneas, principalmente limos loesoides castaño rojizos. Las unidades 4 y 5 están compuestas por sedimentos fluviales laminados a masivos, arenosos a arcillosos, de tonos castaños, y son fácilmente diferenciables de las tres primeras.

No es posible diferenciar las unidades 1, 2 y 3 por sus características macroscópicas ni texturales, ya que las curvas granulométricas acumulativas son muy similares; mediante el análisis de los minerales livianos de la fracción arena se separaron claramente los sedimentos de la unidad 1, de los de las unidades 2 y 3, sobre la base de las variaciones porcentuales de los contenidos de vidrio volcánico, cuarzo, y de la fracción arena. A continuación se exponen las principales características de las litologías de las unidades; los valores corresponden a promedios sobre el total de la población estudiada (figuras 1, 2 y 3).

- Unidad 1: loess típico, muy bajo contenido de arena (1,5%), y una relación vidrio volcánico/cuarzo (v/c) de 23,6. Las curvas granulométricas son muy similares entre sí y típicas del loess. La illita es la arcilla predominante, con muy escasa caolinita.

- Unidades 2 y 3: loess removilizado, bajo contenido de arena (8,8%), aunque muy superior a la unidad 1, y una relación v/c de 0,9. La relación v/c disminuye progresivamente hacia el este, hasta pasar en forma aparentemente transicional, a los valores de la unidad 4. En la figura 3 se observan las diferencias entre las unidades 2 y 3; la relación plagioclasa zonal/cuarzo del loess retrabajado en la unidad 2 es muy similar a la correspondiente al loess típico, en tanto que para la unidad 3 esta relación es muy similar a la de los sedimentos fluviales del Paraná, a partir de lo cuál se deduce un grado de retrabajo más avanzado, y asociado a procesos fluviales para la unidad 3. Las curvas granulométricas son muy similares a las del loess, aunque levemente desplazadas hacia las fracciones más gruesas, ocasionalmente son bi o multimodales. La illita es la arcilla predominante, con un muy escaso porcentaje de caolinita.

Dentro de este grupo se incluyeron las pelitas palustres holocenas, que se diferencian por su color verdoso y su altísimo contenido de trizas, superando en ocasiones el 90%. La composición de la fracción arcillosa es muy similar a las de las unidades 1, 2 y 3.

- Unidades 4 y 5: sedimentos fluviales, alto contenido de arena (41,5%), y una relación v/c de 0,05. Las curvas granulométricas muestran una gran dispersión, reflejo de los diversos subambientes fluviales presentes; son generalmente bi o multimodales. La illita es el mineral de arcilla predominante en la unidad 4, con esmectitas como minerales secundarios, y caolinita como accesorio; en la unidad 5, en cambio, si bien la illita es predominante, se observa un importante incremento de caolinita y esmectitas.

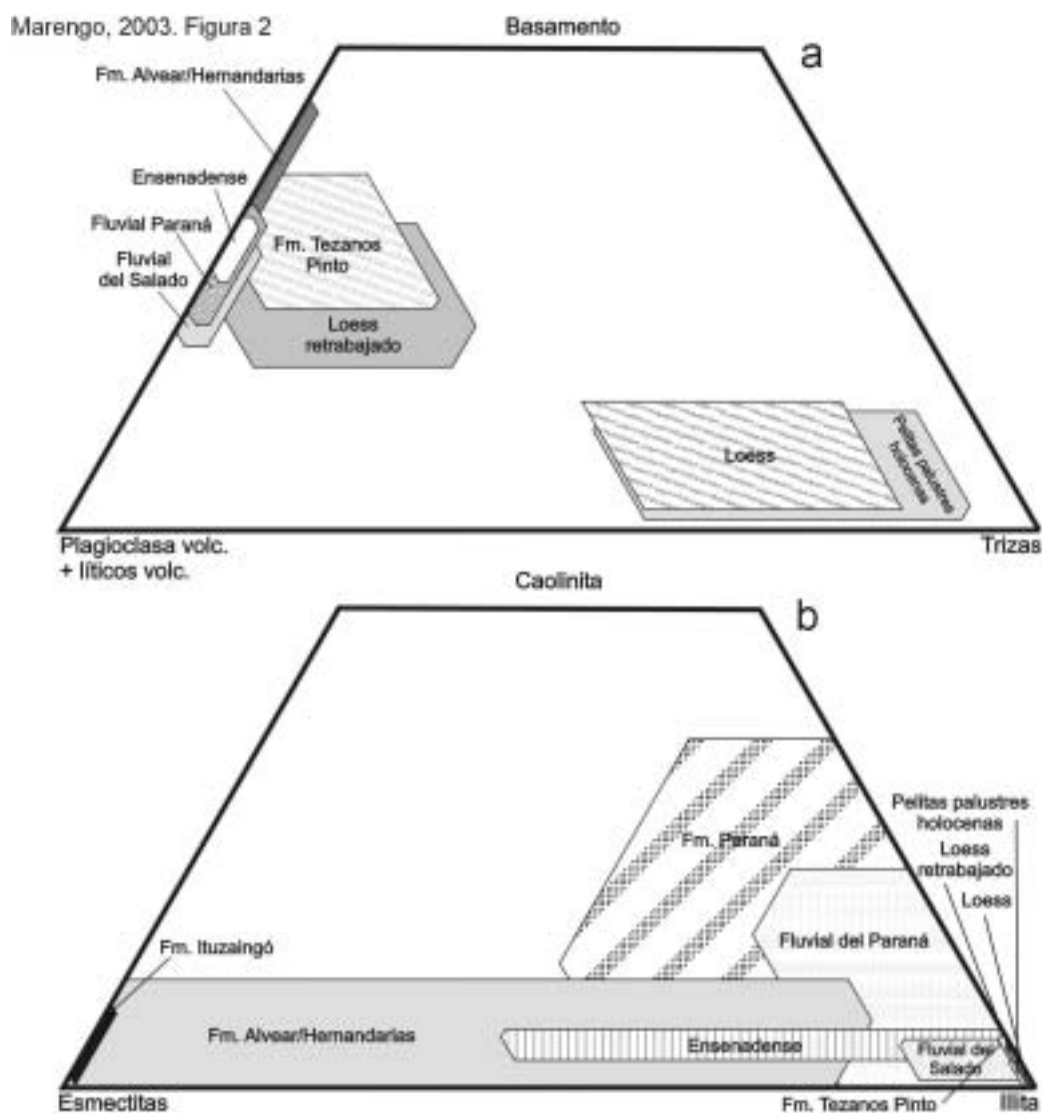


Figura 2 – Triángulos composicionales; los campos representan la dispersión de los datos, y corresponden a las unidades mapeadas. a) fracción arena; b) minerales de arcilla

4. DISCUSIÓN

En la figura 2a se graficaron los campos correspondientes a las diferentes unidades mapeadas, según la compo-

sición de minerales detríticos livianos; se verificó una clara separación entre el loess típico depositado en la planicie loésica, y los loess retrabajados, depositados en sectores

asociados a valles fluviales, lagunas, pendientes y paleo-cauces. El componente fundamental para la distinción entre estos tipos de sedimentos es el vidrio volcánico, que en el loess típico alcanza valores siempre superiores al 40%, y en los loess retrabajados inferiores al 20%; es necesario aclarar que el estado de preservación de las trizas es siempre muy bueno, no pudiendo atribuirse a la disolución la causa de su importante variación. No se conocen antecedentes sobre procesos sedimentológicos que permitan explicar estas variaciones mineralógicas tan pronunciadas; el detallado muestreo realizado en algunos sectores sumado a las observaciones de campo permitieron formular dos mecanismos hipotéticos que habrían actuado para remover las trizas de los sedimentos originales; Marengo et al. (2002): explicaron estos mecanismos, de los que se expone una síntesis:

i) Remoción por suspensión. En los arroyos de la planicie loésica, se localizaron las pelitas palustres holocenas (unidad 2), delgados lentes pelíticos verdosos correspondientes a antiguos sedimentos palustres discordantes sobre el loess. La fracción arenosa posee una cantidad anómala de trizas, superando en ocasiones el 90%. El loess habría sido parcialmente removilizado por procesos fluviales de baja intensidad que extrajeron parte de las trizas y de las

fracciones arcillosas, que luego fueron transportadas en suspensión fuera de la región. El material original habría sido empobrecido en trizas y finos, sin un cambio textural apreciable. Por otro lado, se analizó el material arenoso llevado en suspensión por el arroyo Colastiné, luego de fuertes precipitaciones, y se comprobó la presencia casi exclusiva de vidrio volcánico, con una muy escasa participación de los otros minerales característicos del loess. Esta selección se explicaría por las diferencias de flotabilidad entre las trizas, y el resto de los minerales del loess.

Este proceso fue observado solamente en los pequeños arroyos de la planicie loésica, pero podría explicar el marcado empobrecimiento en el porcentaje de trizas del sector oriental, modelado principalmente por la acción fluvial, y sometido a periódicas inundaciones.

ii) Remoción en pendientes. En las pendientes de algunos valles fluviales se verificó una disminución en el contenido de trizas, a favor del gradiente. Aunque las pendientes son de muy bajo ángulo, se habría producido un lento desplazamiento gravitacional del material; las trizas y los finos habrían sido parcialmente removidos durante el transporte laminar, y llevados fuera del sistema como carga en suspensión, tal como fue explicado previamente.

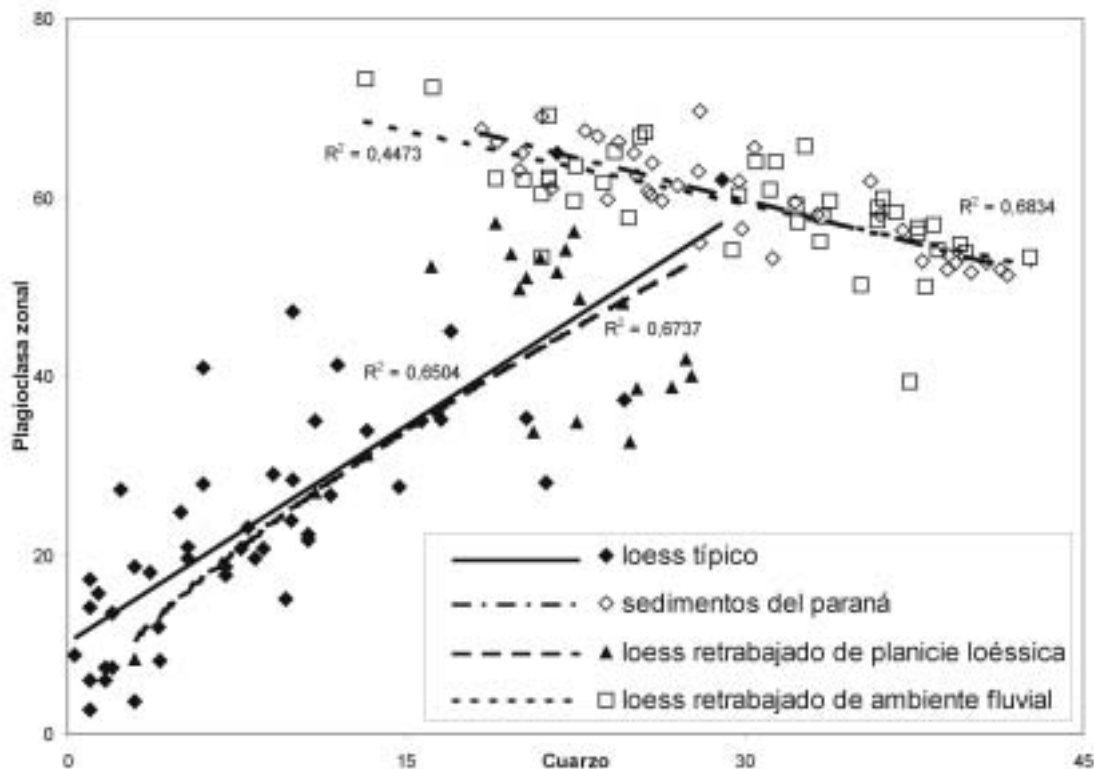


Figura 3 – Relación entre el cuarzo y la plagioclasa zonal, para muestras de loess típico, retrabajado, y sedimentos fluviales del Paraná.

La composición mineralógica del loess retrabajado (figuras 2 a y b) es bastante uniforme, sin embargo la relación Plagioclasa zonal/Cuarzo (figura 3) permite separar claramente los tipos correspondientes a las unidades 2 y 3, en consecuencia los materiales removilizados dentro de la planicie loésica presentan una relación directa entre los

dos componentes, mientras que los depositados en ambientes con mayor influencia fluvial presentan una relación inversa, reflejo del mayor retrabajo.

La composición de los minerales de arcilla de las unidades 1, 2 y 3 es muy similar (figura 2 b); en consecuencia, las diferencias mineralógicas halladas en la fracción

arena de los sedimentos loéssicos es debida a procesos de selección post depositacional, según fuera indicado previamente. Más aún, las diferencias mineralógicas entre la fracción arcillosa de los depósitos loéssicos y los depósitos del río Paraná, indican claramente que los loess retrabajados proceden principalmente de los depósitos de loess localizados al oeste, con escaso o nulo aporte de material desde el Paraná, que hubiera registrado un incremento en el contenido de esmectitas y caolinita. Las diferencias halladas con los trabajos de Bertoldi de Pomar (1969) y Morrás y Delaune (1981), se atribuyen principalmente a que estos autores trabajaron sobre perfiles de suelo, donde las variaciones mineralógicas dentro de un mismo perfil, son muy superiores a las variaciones laterales reconocidas entre diferentes unidades depositacionales, aún a distancias regionales. Evidentemente, los procesos de edafización produjeron un enriquecimiento relativo del cuarzo, por la disolución parcial del vidrio y de las plagioclasas volcánicas, produciendo la errónea "impresión" de un aumento en el aporte del Paraná; por otro lado el aumento de esmectitas verificado hacia el este por Morrás y Delaune (op. cit.) se podría deber a su neoformación a partir del vidrio volcánico, proceso reconocido en los niveles B2 de los suelos de la región por de Petre y Perman (1985).

En la figura 2 se observa, además, la mineralogía de las unidades del sector entrerriano de la Hoja 3160 III, donde se destacan las siguientes características: las arenas fluviales de la Fm. Ituzaingó (depósitos del Paraná durante el Plioceno), poseen un dominio de esmectitas, con caolinita subordinada, indicando posiblemente climas más cálidos que los actuales, en las cabeceras del Paraná en el Plioceno; la similitud mineralógica entre las Formaciones Alvear y Hernandarias, de Entre Ríos, y los depósitos "ensenadenses" hallados en varias localidades de Santa Fe, apoyarían la previa correlación hecha entre ambas unidades; la similitud mineralógica de la fracción arena de los loess retrabajados santafesinos y la Fm. Tezanos Pinto de Entre Ríos, indica que esta última está compuesta principalmente por loess retrabajado, hecho por otra parte probable en el campo, por sus características macroscópicas (importantes superficies de retrabajo fluvial o coluvial, principalmente en la base de la unidad).

5. CONCLUSIONES

La ejecución de un detallado programa de muestreo y análisis sedimentológicos y mineralógicos de muestras no alteradas significativamente por procesos de edafización, es una eficaz herramienta para el estudio de las llanuras dominadas por sedimentación loéssica, especialmente en la Llanura Pampeana, donde los elementos de correlación estratigráfica convencionales son muy escasos. Específicamente, en el centro de Santa Fe, donde los sedimentos poseen una gran homogeneidad, es posible discriminar varios tipos litológicos, claramente asociados a procesos eólicos, fluviales y palustres.

Se identificaron con más precisión las áreas de aporte de los materiales detríticos, donde se observó una predominancia muy marcada del aporte volcánico sobre el de basamento, casi exclusivamente reducido al sector de la planicie de i-

nundación actual del Paraná. Los procesos de edafización producen cambios mineralógicos muy importantes en los sedimentos de la región, dominados por componentes lábiles, por lo que se recomienda no utilizar muestras de los perfiles de suelo para estudios de procedencia.

Los elementos que mostraron mayor utilidad para diferenciar las unidades son: el contenido total de fracción arena, el contenido total de vidrio volcánico en la fracción arena, el índice vidrio volcánico/cuarzo (v/c), y la relación plagioclasa zonal/cuarzo, que brindaron criterios numéricos objetivos. Los análisis texturales y de arcillas resultaron un excelente complemento de los análisis de grano suelto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTHOLDI DE POMAR, H. (1969). Notas preliminares sobre la distribución de los minerales edafógenos en la provincia de Santa Fe. V Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, Actas, 716-726.
- DE PETRE, A. A. Y PERMAN, S. (1985). Incidencia de la variabilidad mineral sobre la pedogénesis de algunos molisoles. Ciencia del Suelo, 3 (1-2), 152-156.
- FRENGUELLI, J. (1955). Loess y limos pampeanos. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Serie Didáctica, n°7, 88 pp.
- IRIONDO, M. (1984). Geomorfología y Cuaternario del norte santafesino. IX Congreso Geológico Argentino, Actas 3, 608-623.
- (1987). Geomorfología y Cuaternario de la Provincia de Santa Fe (Argentina). D'Orbignyana, 4, 1-54.
- IRIONDO, M. H. Y KRÖHLING, D. M. (1996). Los sedimentos eólicos del noreste de la Llanura Pampeana (Cuaternario superior). XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas, 4, 27-48.
- KRÖHLING, D. M. (1999). Sedimentological maps of the typical loessic units in North Pampa, Argentina. Quaternary International, 62, 49-55.
- MARENGO, H. G., BAUMANN, V., TCHILINGUIRIAN, P., COPPOLECCHIA, M. Y BAYARSKY, A. (2002). Minerales detríticos de los sedimentos superficiales del centro de la provincia de Santa Fe. IX Reunión Arg. de Sedimentología, Resúmenes, 101.
- MARENGO, H. G., BAUMANN, V., TCHILINGUIRIAN, P. Y BAYARSKY, A. (2002). Procesos de remoción del vidrio volcánico en el loess santafesino. IX Reunión Arg. de Sedimentología, Resúmenes, 102.
- MORRÁS, H. J. M. Y DELAUNE, M. (1981). Composición mineralógica de la fracción arena de algunos suelos de los bajos submeridionales. VIII Congreso Geológico Argentino, Actas, 4: 343-352.
- (1985). Caracterización de áreas sedimentarias del norte de la provincia de Santa Fe en base a la composición mineralógica de la fracción arena. Ciencia del Suelo, 3 (1-2): 140-151.
- TERUGGI, M. E IMBELLONE, P. A. (1983) Perfiles de estabilidad mineral en suelos desarrollados sobre loess de la región pampeana septentrional, Argentina. Ciencia del Suelo, 1 (1): 65-74.