

TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA EN GEOLOGÍA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA**

**Reconocimiento estratigráfico y geomorfológico de los depósitos eólicos y
fluviales en los alrededores de Ayacucho, provincia de Buenos Aires.**

Virgilio Leonel Haroldo

Directores: Dres. Enrique Eduardo Fucks y Nicole Pommarés.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi familia, por haber hecho el esfuerzo durante todos estos años para darme la posibilidad de llegar a donde hoy estoy. Por el apoyo incondicional y marcarme, con su ejemplo, el camino para nunca desanimarme en mis estudios.

A mis amistades nacidas en la facultad, por la buena onda, los días de trabajo prácticos, estudio y pasadas de largo y el apoyo mutuo que nos brindamos. Por haberme aguantado y haberme aconsejado cuando lo necesitaba.

A mis directores Enrique Fucks y Nicole Pommarés, por haberme acompañado en el desarrollo de este trabajo, por estar a disposición en todo momento que lo necesite, por todos sus consejos, su experiencia y conocimientos.

A aquellos que de alguna u otra manera aportaron su granito de arena.

¡Gracias!

RESUMEN

Se propuso realizar una caracterización de los depósitos cuaternarios en los alrededores del partido de Ayacucho, cuyo paisaje está ambientalmente relacionado con procesos de erosión y acumulación eólica. Se realizó un relevamiento de campo donde fueron descritos numerosos afloramientos naturales y artificiales en función de su accesibilidad. Éstos, permitieron determinar unidades litológicas de génesis eólica, fluvial y edafoestratigráficas, tanto enterradas como actuales, en base a las que pudieron realizarse inferencias paleoclimáticas, fluctuando sus extremos entre las condiciones actuales (cálido húmedas) y pasadas (áridas a semiáridas), atestiguando los diferentes paleosuelos la ciclicidad de las condiciones ambientales durante el Cuaternario. Por otro lado, se realizó un análisis de imágenes satelitales del área que constituyó una importante herramienta para la identificación, mapeo e interpretación de geoformas, donde se reconocieron rasgos similares a los que encontramos en toda la pampa deprimida: cubetas/hoyos de deflación, *lunettes*, lagunas y paleodunas longitudinales. A partir del análisis estratigráfico-geomorfológico se puede concluir que las condiciones dominantes que le imprimieron estas características al paisaje fueron mayormente áridas o de déficit hídrico, encontrándose en desequilibrio con las condiciones climáticas actuales, hecho que queda evidenciado en la gran cantidad de áreas anegadas o con déficit de escurrimiento, cuencas de drenaje poco integradas, cursos de muy escaso desarrollo y una gran cantidad de canales artificiales construidos para favorecer la evacuación de la aguas fuera de la región.

ABSTRACT

It was proposed to conduct a characterization of the quaternary deposits in the surroundings of the Ayacucho district, which landscape is environmentally related to processes of erosion and deposition by wind. A field survey was carried out where numerous natural and artificial outcrops were described depending on their accessibility. These, allowed to determine lithological units related to eolian and fluvial genesis and edaphostratigraphic ones, both past and recent, based on which paleoclimatic inferences could be made. Their extremes fluctuate between current (warm humid) and past (arid to semi-arid) conditions and the different paleosols testify the cyclical nature of environmental conditions during the Quaternary. On the other hand, an analysis of satellite images of the area was implemented, which constituted an important tool for the identification, mapping and interpretation of geoforms and through which features similar to those found throughout the depressed pampa were recognized: deflation buckets / holes, *lunettes*, lagoons and longitudinal paleodunes. From the stratigraphic-geomorphological analysis it can be concluded that the

dominant conditions that gave the landscape these characteristics were mostly arid or water deficit conditions, being in imbalance with current climatic conditions. This is evidenced by large flooded areas or with runoff deficit, poorly integrated drainage basins, very little development courses and a large number of artificial channels built to facilitate the evacuation of water outside the region.

ÍNDICE

<u>INTRODUCCIÓN</u>	6
<u>OBJETIVOS DEL TRABAJO</u>	6
<u>UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO Y CONSIDERACIONES GENERALES</u>	6
-Partido de Ayacucho	8
-Vegetación	12
-Clima	13
<u>METODOLOGÍA</u>	14
-Actividades de gabinete	14
-Actividades de campo	15
<u>RESULTADOS</u>	16
-Aspectos geomorfológicos	16
-Aspectos estratigráficos	27
<u>CONCLUSIONES</u>	56
-Inferencias paleoambientales	56
-Conclusiones finales	59
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	60

Introducción

El Trabajo Final de Licenciatura (TFL), forma parte de uno de los requisitos para la obtención del título de Licenciado en Geología, según lo establece el actual Plan de Estudios de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo dependiente de la Universidad Nacional de La Plata. La elección del tema propuesto se sustenta en que los depósitos cuaternarios situados en los alrededores de la localidad de Ayacucho, SE de la provincia de Buenos Aires, no han sido prácticamente estudiados hasta la actualidad, lo que genera un desbalance en la información disponible en comparación con otras áreas de la región pampeana, constituyendo este aspecto, un atractivo interesante a ser parcialmente resuelto con este trabajo de investigación. Este proyecto presenta una excelente oportunidad para contribuir al conocimiento científico de la región desde un enfoque estratigráfico y geomorfológico, con el objetivo de realizar inferencias paleoambientales y paleoevolutivas en función de los rasgos geomorfológicos y unidades estratigráficas identificadas.

Objetivos del trabajo

- Identificar y caracterizar la geomorfología del área.
- Reconocer y caracterizar a los depósitos cuaternarios de génesis eólica y fluvial.
- Realizar inferencias paleoambientales en base a características litológicas y geomorfológicas.
- Comparar la información obtenida en este estudio con la disponible para cuencas vecinas.

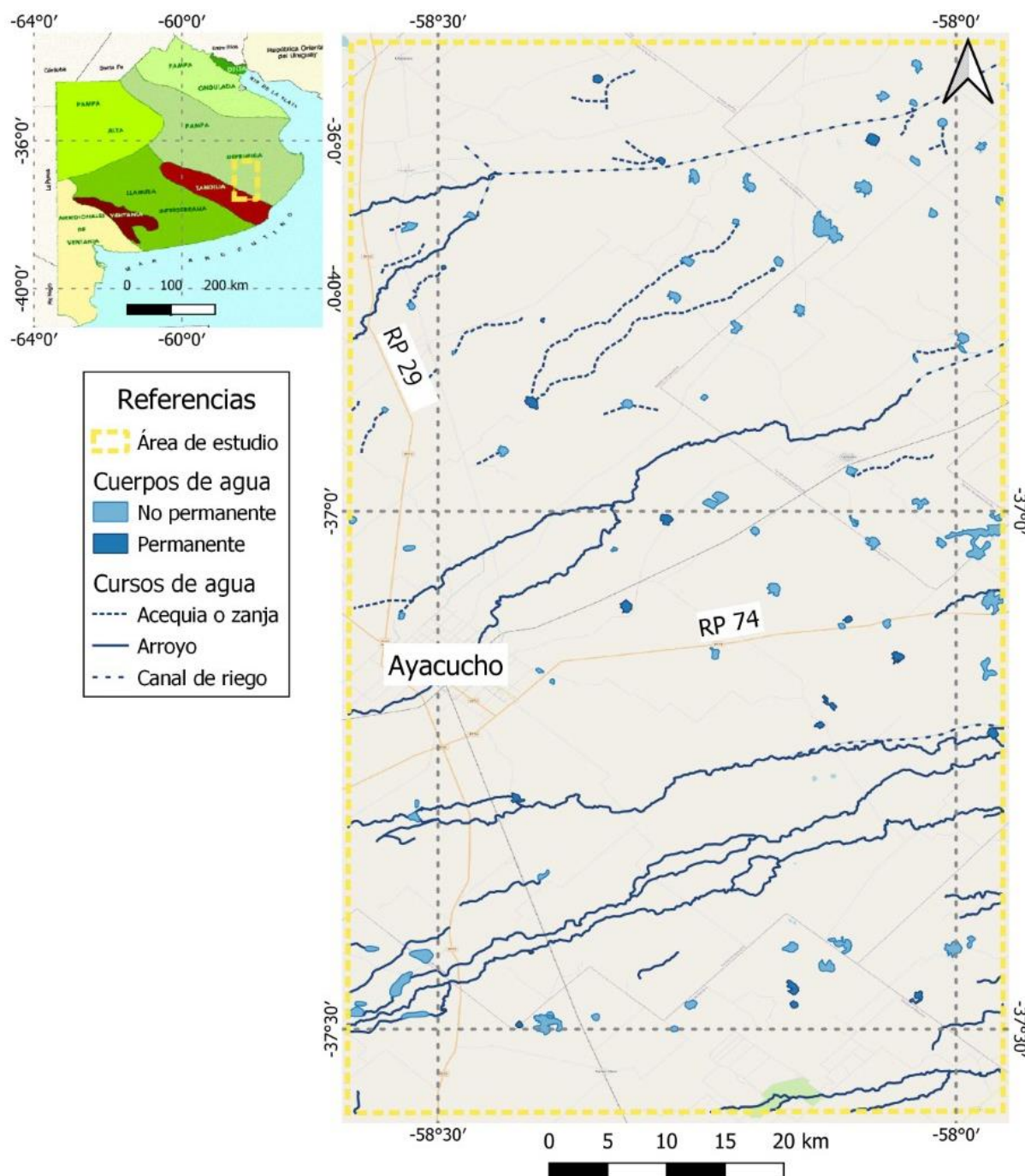
Ubicación del área de estudio y consideraciones generales

El área de estudio se encuentra en la denominada Llanura Pampeana, específicamente en la Pampa deprimida (en el centro-este de la provincia de Buenos Aires), al noreste de las Sierras de Tandilia (Fig. 1) .

La llanura pampeana es el producto de la colmatación de una cuenca de plataforma intracrátónica con dos direcciones tectónicas predominantes que corresponden a fracturas y flexuras de pequeña curvatura (Pasotti y Canoba, 1979). El basamento cristalino sobre el que se asienta consta de rocas cratonizadas, fracturadas y

dislocadas, aflorantes en el norte (isla Martín García en el Estuario del río de La Plata) y en el sur (sierra de Tandilia), alcanzando los 6000 m de profundidad en la cuenca del Salado (Dalla Salda, 1975).

La evolución geomorfológica de esta región fue escasamente estudiada, excepto por Tricart (1973), quien analizó en detalle los procesos geomorfológicos presentes en la Pampa Deprimida, sobretodo en su parte más oriental. Algunos rasgos eólicos fósiles de la región (cubetas de deflación, *lunettes*, dunas parabólicas y longitudinales) fueron descritos por este autor y posteriormente en sectores del N y NW de la región por Dangavs (1979), Dillon, *et.al.*, (1985), Fucks *et al.*, (2012, 2105). Estos autores, además de describir e interpretar las geoformas, señalaron su influencia sobre el control del escurrimiento y la distribución de los suelos. Martinez (2001) realizó un estudio geomorfológico al SE del área de estudio, en lo que denomina la Planicie Fluvio Eólica (PFE), que se extiende desde el nivel del mar hasta los 60 msnm aproximadamente, quedando alrededor de las Sierras de Tandilia la denominada Franja Eólica Periserrana. En la PFE describe, además de cubetas de deflación y *lunettes*, dos juegos de paleodunas más modernos (datados en 700 ± 150 AP) asociados, por sus direcciones predominantes (N 45° E y N 82° E), a paleovientos del SW y W, respectivamente.



Partido de Ayacucho (Fig. 2)

Este Partido limita al norte con el Partido de Pila, al noreste con el de General Guido, al este con el de Maipú, al sudeste con el de Mar Chiquita, al sur con el de Balcarce, al oeste con el de Tandil y al noroeste con el Partido de Rauch (Fig. 3).

Las principales vías de acceso son las Rutas Provinciales 29, 50 y 74; Ruta Nacional 2, siendo las distancias a La Plata de 285 km.; a Buenos Aires de 330 km.; a Mar del Plata de 160 km; a Bahía Blanca de 480 km y a Tandil de 80 km.

La ruta 29 atraviesa en el tramo seleccionado varios cursos fluviales, presentando sus barrancas excelentes afloramientos naturales de diferentes depósitos. Asimismo, en este sector puede observarse un gran número de canteras y afloramientos artificiales (canales, caminos), los cuales constituyeron la base para la realización de las múltiples observaciones y descripciones de perfiles litológicos.

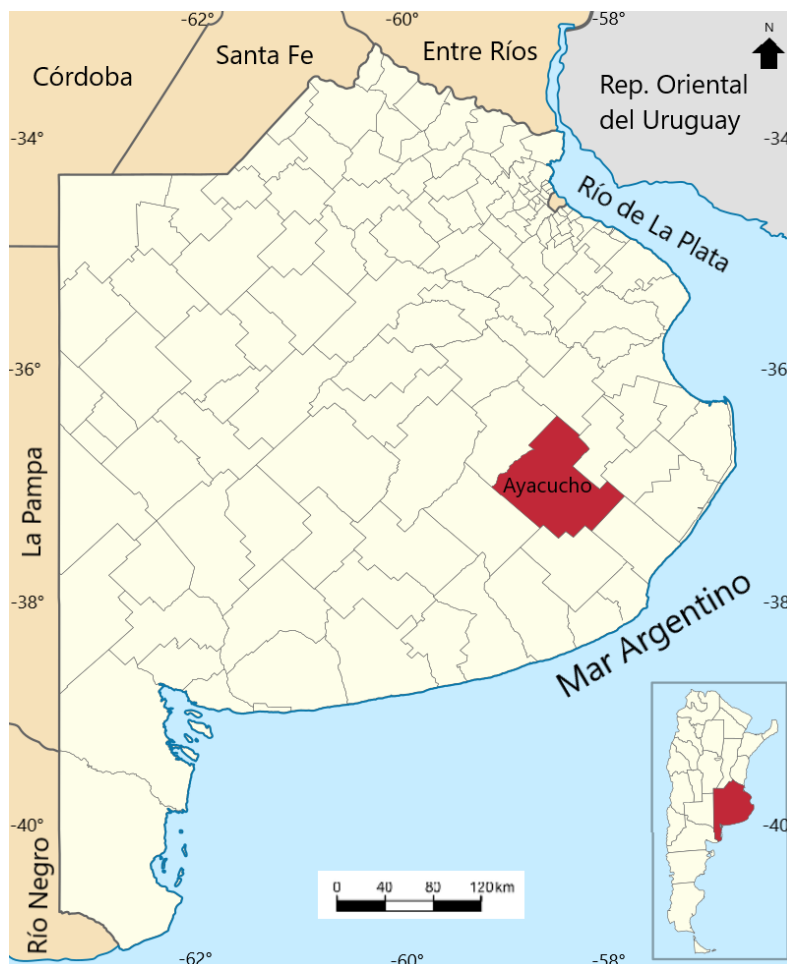


Figura 2: Ubicación del partido de Ayacucho.

El Partido de Ayacucho se encuentra ubicado en la Pampa deprimida, en un paisaje de relieve llano y extendido. Sólo el sector SW del partido está caracterizado por un relieve más irregular y con pendientes importantes, ya que se asociaría a la región ambiental de las Sierras Septentrionales. En el sector de llanura las pendientes topográficas son muy bajas, entre 1,10% a 3,5%.

Según la región, encontramos alturas topográficas variadas. Las máximas alturas están presentes en el sector W-SW, en las cercanías de las Sierras de Tandilia, con unos 125 msnm, en cambio, ubicándonos en la parte NE del partido, correspondiente a la Pampa Deprimida, las mínimas se sitúan en los 20 msnm. En el paisaje mayormente llano se desarrollan depresiones subredondeadas, más abundantes hacia el NE del partido, donde la pendiente topográfica disminuye. El partido está surcado por una serie de arroyos cuyas nacientes se ubican, en su mayoría, en el faldeo nororiental de las sierras de Tandilia. Algunos tienen sus cabeceras en la llanura periserrana, dentro del partido de Ayacucho. La dirección de escurrimiento de todos estos cursos hídricos es en sentido SW - NE. También existen lagunas y bañados dispersos, tanto de carácter transitorio como permanente, siendo más abundantes en el sector NE del partido, donde la pendiente del terreno es menor. Los arroyos más importantes (Fig. 3) corresponden al Tandileofú (que cruza entubado la ciudad cabecera); al N los arroyos Chelforó, El Perdido y el Languyú (único que nace en el partido), pertenecientes a la cuenca hidrográfica Río Salado; y hacia el S los arroyos Las Chilcas, Las Piedras y Chico, pertenecientes a la cuenca hidrográfica Arroyo Grande y Arroyo Dulce. La cuenca media del arroyo Tandileofú atraviesa parte del partido de Ayacucho, a lo largo de la llanura periserrana, y confluye en el arroyo Manantiales, tomando el nombre de Chelforó, el cual, canalizado a través del Canal 2, desemboca en la Bahía de Samborombón (Fig. 4). Es importante mencionar la presencia de canales aliviadores hacia las dos márgenes del arroyo, en el tramo correspondiente a su entubamiento para atravesar el casco urbano de Ayacucho. Se trata de canales aliviadores a cielo abierto, que conducen parte del agua de este curso, especialmente ante excesos hídricos. Son los canales Arata y Jorge Newbery, ubicados al NW y al SW, respectivamente.



Figura 3: Red de drenaje del partido de Ayacucho.

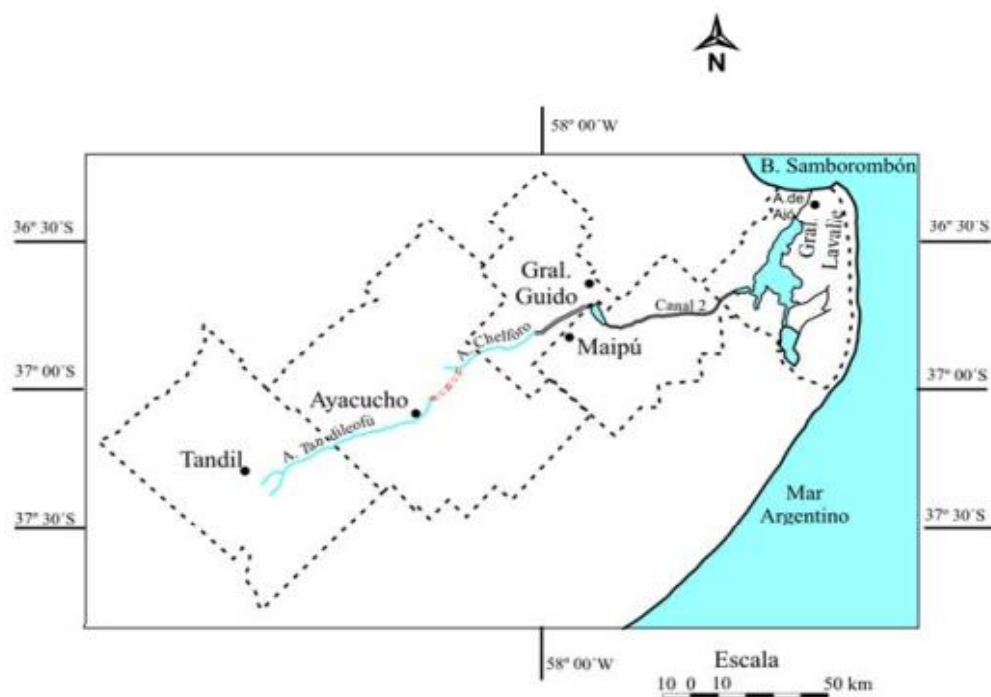


Figura 4: Cuenca del arroyo Tandileufú.

Vegetación

Biogeográficamente la zona de estudio se localiza en la Provincia Pampeana - Distritos Pampeanos Austral y Oriental (Cabrera, 1976). Según este autor, la unidad presenta una vegetación dominante de estepa o pseudoestepa de gramíneas que forman matas de 60 cm a un metro de altura, entre las cuales crecen numerosas especies herbáceas y algunos sufrútices y arbustos. En la mayor parte de la superficie del partido la fisonomía de la comunidad vegetal nativa dominante es el pastizal, representativo de la Pampa Deprimida, el cual está conformado por un mosaico de diferentes comunidades asociadas al tipo de suelo y a cambios locales en la forma del terreno. Para los suelos del partido, las diferencias en cuanto al contenido de humedad y de concentración de sales, influye en el tipo de comunidades vegetales que se pueden encontrar, entre las cuales se destacan: pastizales graminosos de los géneros *Stipa*, *Piptochaetium*, *Melica*, *Briza*, *Bromus*, *Eragrostis*, *Poa*, entre los que también abundan *Paspalum*, *Panicum*, *Bothriochloa* y *Schizachirium* (Cabrera, 1976), las comunidades hidrófilas que están dominadas por *Glyceria* y *Solanum*, y se presentan también comunidades monoespecíficas de “juncales” de *Scirpus*, “españadales” de *Zizaniopsis*, “totorales” de *Typha* (Soriano et al., 1992). Las comunidades halófilas son dominadas por géneros como *Spartina*, *Distichlis*, *Chloris* y hierbas latifoliadas como *Salicornia* y *Limonium* (Vervoorst, 1967). Asociadas a las matas de gramíneas se pueden encontrar géneros herbáceos o arbustivos, tales como *Margyricarpus*, *Baccharis*, *Heimia*, *Berroa*, *Vicia*, *Chaptalia*, *Oxalis*, *Adesmia* (Cabrera, 1976). Son pocos los árboles nativos, dadas las particularidades del clima, las formas del terreno y el tipo de suelos, existiendo sectores más elevados y de buen drenaje con presencia de tala (*Celtis tala*) y sombra de toro (*Jodinia rhombifolia*), entre otros. También se observan especies arbóreas exóticas asociadas fundamentalmente a riberas de cursos de agua superficial, las cuales se encuentran en proceso de expansión de su nueva área de distribución, fundamentalmente mediante la dispersión de semillas a través de animales que comen sus frutos. Entre ellos se menciona a la corona de cristo (*Gleditsia triacanthos*), con gran capacidad adaptativa.

Clima

El área de estudio presenta un clima templado húmedo, con heladas en invierno y primavera. La estación con mayores precipitaciones en general corresponde a la primavera, mientras que los menores registros se presentan en el invierno. Los valores promedio de precipitación se encuentran entre los 850 y los 900 mm anuales. La temperatura media anual es de unos 14°C. La temperatura mínima es de 1°C, con un promedio invernal cercano a los 10°C, mientras que la máxima aproximada en el verano ronda los 28°C con un promedio de 23°C durante esta estación (Fig. 5).

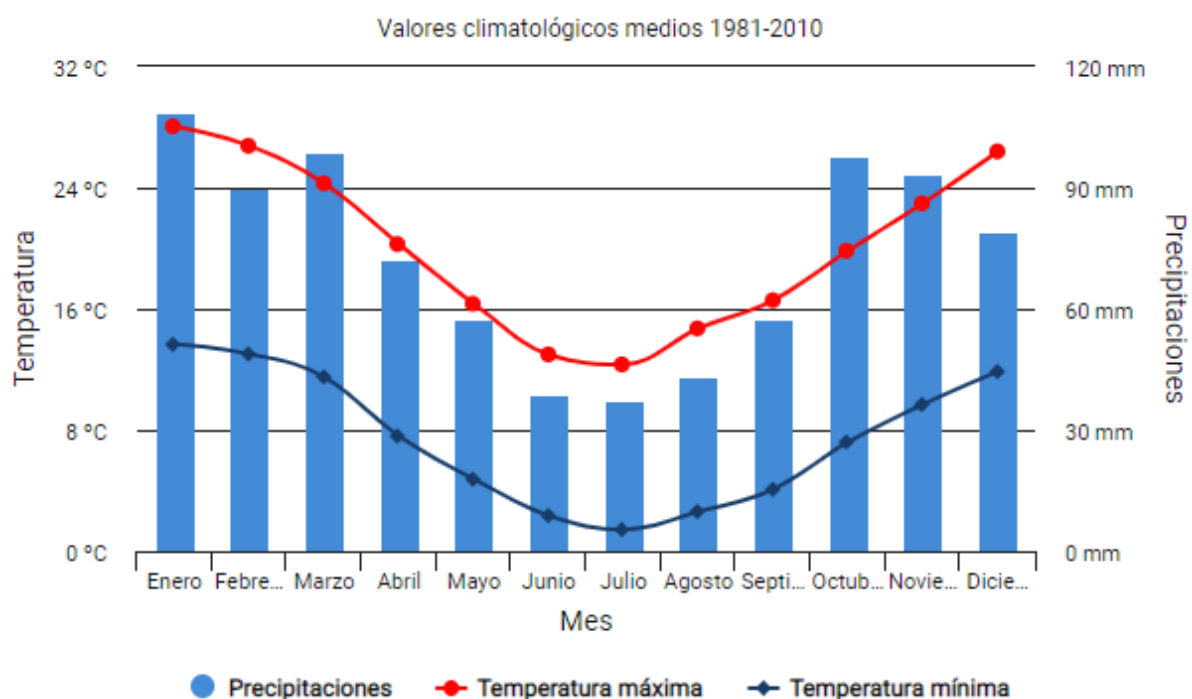


Figura 5: Estadística de las precipitaciones y temperaturas medidas en el período 1981-2010 de la Estación Tandil. (Servicio Meteorológico Nacional <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>).

Los vientos predominantes son de los cuadrantes norte - sudoeste – sudeste. El área de estudio pertenece a la región hídrica subhúmeda-húmeda mesotermal con nulo o pequeño déficit de agua. El balance hídrico arroja un exceso de agua que ronda los 150 mm durante el período junio-octubre, y un déficit hídrico de 19 mm en la época estival.

Metodología

La ejecución de este trabajo comprendió actividades de gabinete y campo fundamentalmente, minimizadas en gran medida las tareas de laboratorio por la situación pandémica.

Actividades de gabinete

En gabinete se recopiló información bibliográfica sobre los aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos, paleoambientales, paleontológicos y tectónicos, entre otros, de la región, señalando nuevamente la escasa o nula información del área de estudio específica. La recopilación y análisis de material cartográfico, fotográfico y satelital permitieron realizar un reconocimiento geomorfológico preliminar del área de estudio así como identificar sitios de fácil acceso para realizar las observaciones y descripciones estratigráficas, tales como arroyos, canteras, canales, etc.

Asimismo, se realizaron procesamiento de imágenes satelitales ópticas de distintos estados hidrológicos con el fin de reconocer rasgos geomorfológicos de gran magnitud, no visibles en el campo. Se utilizaron productos Landsat 8 - Nivel 1 (Tabla 1) que fueron descargados desde el sitio de la USGS (Earth Explorer). Los productos Landsat 8 poseen 11 bandas y una resolución radiométrica de 16 bits y vienen proyectados en Universal Transversal Mercator (UTM) con datum WGS 84 (EPSG 32621). Se seleccionaron productos con fecha 14 de agosto del 2017, ya que se corresponde con un momento de excesos hídricos, lo cual a nivel regional realza los rasgos eólicos y de relieve en general, sobre todo en zonas con pendientes tan suaves como la estudiada. Se utilizaron composiciones color real e infrarrojo color (para Landsat 8, RGB 432 y 543, respectivamente) y aplicando un realce de contraste de media ± 2 desvíos estándar, para aprovechar mejor la resolución radiométrica de estas imágenes (16 bits).

Resolución	Inicio de adquisiciones	2013
	Sensores	OLI y TIRS
	Radiométrica	16 bits
	Espectral	11 bandas: • Sensor OLI: 9 bandas (1-9) - Multiespectral: - 1: Aerosol costero (0,431-0,451 μm) - 2: Azul (0,452-0,512 μm) - 3: Verde (0,533-0,590 μm) - 4: Rojo (0,636-0,673 μm) - 5: Infrarrojo cercano – NIR (0,851-0,879 μm) - 6: SWIR 1 (1,566-1,651 μm) - 7: SWIR 2 (2,107-2,294 μm) - 9: Cirrus (1,363-1,384 μm) - Pancromática: 8 (0,503-0,676 μm) • Sensor TIRS (Termal - Infrarrojo térmico): 2 bandas (10 y 11) - 10: TIRS 1 (10,60-11,19 μm) - 11: TIRS 2 (11,50-12,51 μm)
	Espacial	30 m (bandas 1-7 y 9) 15 m (banda 8, pancromática) 100 m remuestreado a 30 m (bandas 10 y 11)
	Temporal	16 días

Tabla 1: Características de los productos Landsat 8.

Actividades de campo

El trabajo de campo permitió el relevamiento en diferentes puntos dentro del área de estudio con la confección de perfiles estratigráficos representativos, toma de muestras, coordenadas, alturas topográficas y otros datos que se consideraron esenciales para la caracterización de las unidades presentes en el área. Las unidades reconocidas fueron caracterizadas a partir de distintos atributos como: textura, consistencia, tipo de contacto entre ellas, espesor, color y presencia de concreciones. La presencia de fósiles vertebrados e invertebrados permitió realizar inferencias paleoambientales, sobre todo cuando los materiales presentaban aspectos muy similares, aunque el agente geomorfológico podía diferir parcial o totalmente.

Resultados

Aspectos geomorfológicos

Regionalmente la morfodinámica eólica que actuó durante el Cuaternario, dio lugar a un paisaje relictual donde, las formas heredadas de origen eólico, no están en equilibrio con las condiciones climáticas actuales. Se observan grandes lineaciones este-oeste (depresiones y elevaciones) conformadas por acumulaciones eólicas longitudinales alternadas por depresiones de la misma orientación, sobre las cuales se encauzan las líneas de drenaje provenientes del sistema de Tandilia (Fig. 6). En general, las elevaciones constituyen los suelos de mayor producción, pertenecientes a la serie Maipú (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria <http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/3757/Ayacucocho>) y en las zonas interdunas, bañados y suelos de pastoreo extensivos.

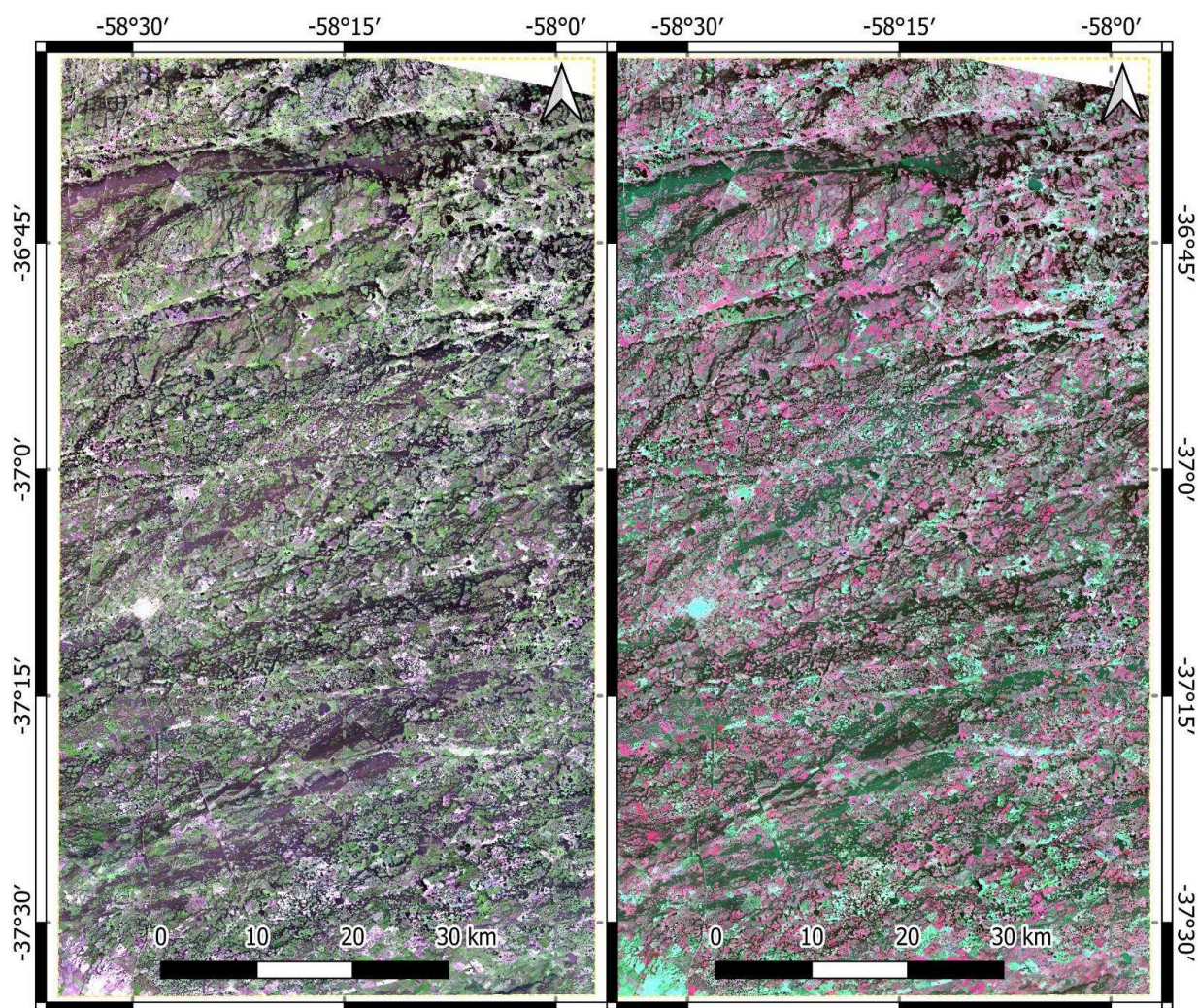


Figura 6: Recorte de imagen Landsat 8 del área de estudio utilizando dos composiciones color, color real (izquierda) e infrarrojo color (derecha), utilizando realce de media ± 2 desvíos estándar. Ambos procesamientos, junto a la elección de una fecha correspondiente a excesos hídricos (14/08/2017), ayudan a resaltar los rasgos lineales indicados.

El análisis de imágenes satelitales y la observación mediante la plataforma Google Earth del área constituyeron una importante herramienta para la identificación, mapeo e interpretación de las diferentes geoformas presentes.

En general se pudieron identificar las siguientes (Fig. 7):

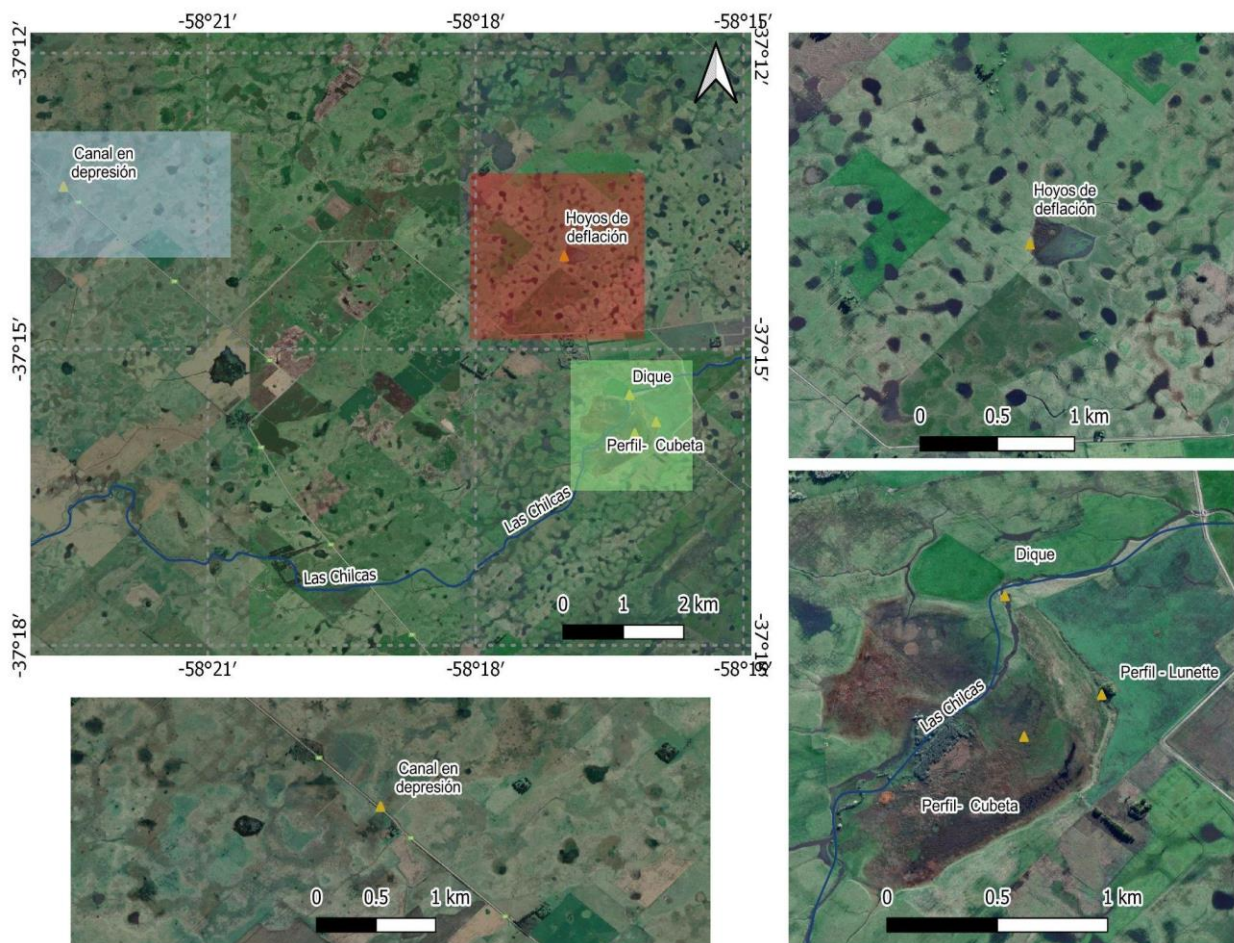


Figura 7: Geoformas descritas en el área de estudio.

Cuencas de deflación, bajos o playas lake: En la zona de estudio se han desarrollado innumerables depresiones, de formas y tamaños muy variables, generadas por procesos de deflación. Estas depresiones son labradas sobre los sedimentos

loéssicos, muchas de las cuales, debido a las condiciones climáticas actuales, están ocupadas por agua constituyendo lagunas de manera casi permanente.

Las dimensiones son muy variables, pudiendo presentar diámetros cercanos al km o ser más pequeñas, variando su profundidad en una amplia gama, entre 1 m a 15 m, dependiendo mayormente del estado hidrológico, mejorando su individualización principalmente, cuando están ocupadas por agua.

La formación de estas cuencas de deflación está asociada a un conjunto de procesos, destacándose la deflación eólica, de gran intensidad, como lo demuestran las innumerables elevaciones (*lunettes*) y depresiones (cuencas de deflación) de diferentes dimensiones. Otro proceso relacionado con la génesis de estas depresiones es la haloclastia, ya sea disgregando materiales o peletizando partículas de arcilla para formar agregados que son fácilmente transportables por el viento a través de la traslación, saltación y suspensión (Dangavs y Blasi, 2002; Gutiérrez Elorsa *et al.*, 2006; Fucks *et al.*, 2012). El carbonato de calcio constituye un freno a la erosión, por lo que el sedimento con tosca es resistente a la deflación y da lugar a depresiones pequeñas y poco profundas. Además, para que la deflación sea intensa es necesario que la cobertura vegetal sea abierta y baja (Tricart, 1973).

Las cubetas presentan diferencias geomorfológicas entre sí, presentándose algunas en parte bordeadas por cordones de material eólico de una altura que puede llegar a los 3 y 4 m, y a veces mayores. Al pie de estos cordones, sus bordes siempre se destacan por su nitidez y el desarrollo de una barranca. El relieve de los cordones es ondulado, redondeado, con lomadas irregulares, característico de acumulaciones eólicas.

En otras, las orillas son suaves y de contorno irregular, con pendientes poco marcadas pasando a las lomas sin prácticamente resaltos. Constituyen cuencas de diseño anárquico, resolviéndose el agua de escurrimiento a través de la infiltración o evaporación, o por algunos canales artificiales creados para que ésta escurra. En algunos sectores se puede observar el corte de estas depresiones presentando litologías oscuras en el fondo de ellas (Fig. 8).



Figura 8: Canal realizado en la depresión. Coordenadas: 37°13'21"S 58°22'37"W.

Lunettes/Dunas de limo: Son depósitos acumulados a sotavento de las depresiones que le dieron su origen, su génesis se vincula a cubetas de deflación, que actualmente funcionan como bajos/lagunas. Están constituidos por limo y pellets de arcilla castaños claros a amarillentos, floculados en partículas de tamaño arena y limo grueso, que le confieren al sedimento consistencia friable y pseudotextura limo arenosa. En algunos casos estas morfologías tienen más de 15 m de altura en relación al piso de las lagunas (Fucks *et al.*, 2012), observándose en esta región depósitos de 4 m de altura en la laguna Los Hinojales. Si bien en la zona de estudio no se han podido observar afloramientos importantes, en otros ambientes se han podido individualizar varios ciclos erosivos-sedimentarios (Tricart, 1973; Dangavs, 2005a) evidenciando la alternancia de las condiciones paleoclimáticas, cuyas intensidades dependieron del tiempo de acción y de lo extremo de éstas.

En las figuras 9, 10, 11 y 12, puede observarse un *lunette* que tiene aproximadamente 1,2 km de longitud, un ancho aproximado de 500 m, y una cota de 61 m aunque esto es poco preciso ya que las alturas decrecen paulatinamente hasta alcanzar el paisaje regional. En este caso, el borde del *lunette* fue cortado por el arroyo Las Chilcas, endicado en tiempos históricos (Fig. 12).

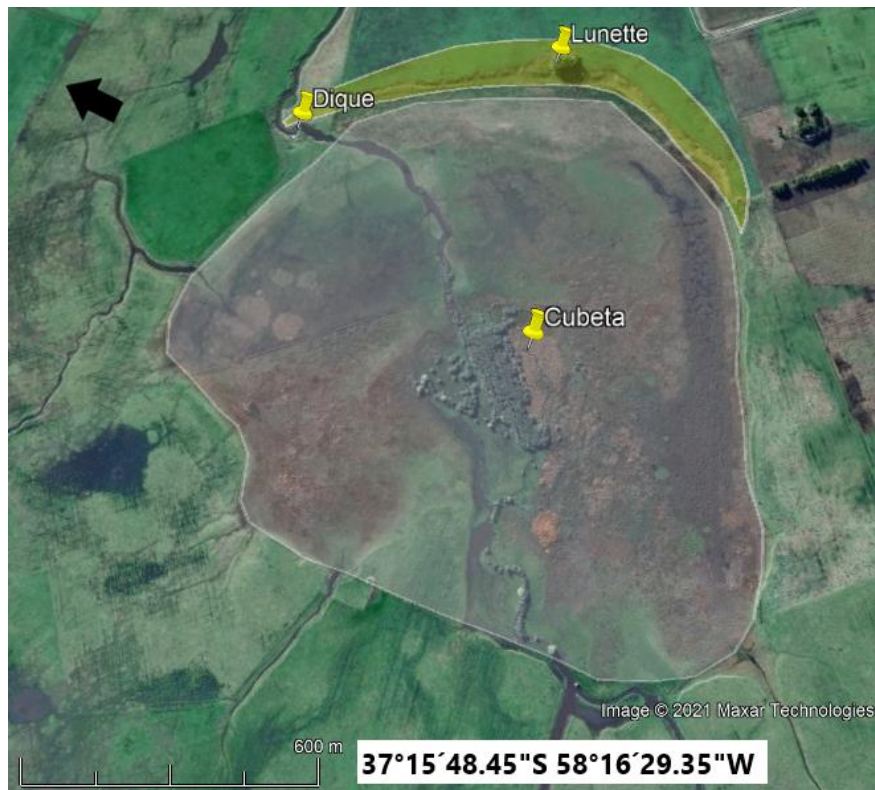


Figura 9: Cuenca de deflación y *lunette*.



Figura 10: Vista del frente del *lunette* desde la cubeta.



Figura 11: Vista paralela y desde encima del *lunette*.



Figura 12: Dique sobre arroyo Las Chilcas en el extremo norte del *lunette* construido como reservorio de agua para el ganado.

Se realizó una perforación sobre el *lunette* (Fig. 13) hasta llegar al material original a 1 m de profundidad conformado por un sedimento limoso a limo arcilloso, color castaño claro a grisáceo, friable, sobre el que se desarrolla el suelo actual, que pertenece a la serie Maipú. Este último es pardo oscuro, profundo, de aptitud agrícola, y se encuentra en un paisaje de lomas acordonadas y lomas planas extendidas, con relieve normal en la subregión geomorfológica Pampa Deprimida Sector Oriental, en posición de loma, moderadamente bien drenado, con horizontes Bt, fuertemente textural y características vérticas, no alcalino, no salino, con pendientes de 0,5-1 % (<http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/3757/Ayacucho>). La ubicación del perfil se puede observar en la figura 7.



Figura 13: Perfil sobre el *lunette*. Coordenadas: 37°15'44"S 58°15'58.70"W

Una perforación en la cubeta (Figs. 7 y 14) asociada al *lunette*, permitió apreciar una unidad superficial arcillosa, negra, muy húmeda, plástica y adhesiva, periódicamente inundable en tiempos actuales, y permanentemente durante el funcionamiento del dique artificial. Por encima tiene presente el desarrollo de unos pocos centímetros de vegetación, con escasos rasgos edafológicos, ya que se encuentra en una zona anegada. La ubicación de este perfil se puede observar en la figura 7. En el arroyo, puede observarse que los sedimentos lacustres descansan sobre secuencias limo arcillosas amarillas, con abundantes precipitados de carbonato de calcio, observándose algunos restos de moluscos en ésta y en la secuencia superior (Fig. 15).



Figura 14: Perfil sobre la cubeta. Coordenadas: 37°15'51"S 58°16'13"W



Figura 15: Sedimentos lacustres sobre secuencia limo arcillosa.

Lagunas: Debido a las condiciones templado–húmedas actuales de la zona de estudio, algunas cuencas de deflación han sido ocupadas en forma casi permanente por agua, constituyéndose las lagunas (Figs. 16 y 17) en una de las morfologías más características de la Pampa Deprimida. Presentan profundidades escasas (0,5-2 m), controladas esencialmente por los niveles freáticos y las precipitaciones locales. Se encuentran distribuidas a lo largo y ancho de toda la Pampa Deprimida, con tamaños y formas variables, relacionadas o no a los cursos de agua (Fucks *et al.*, 2012).

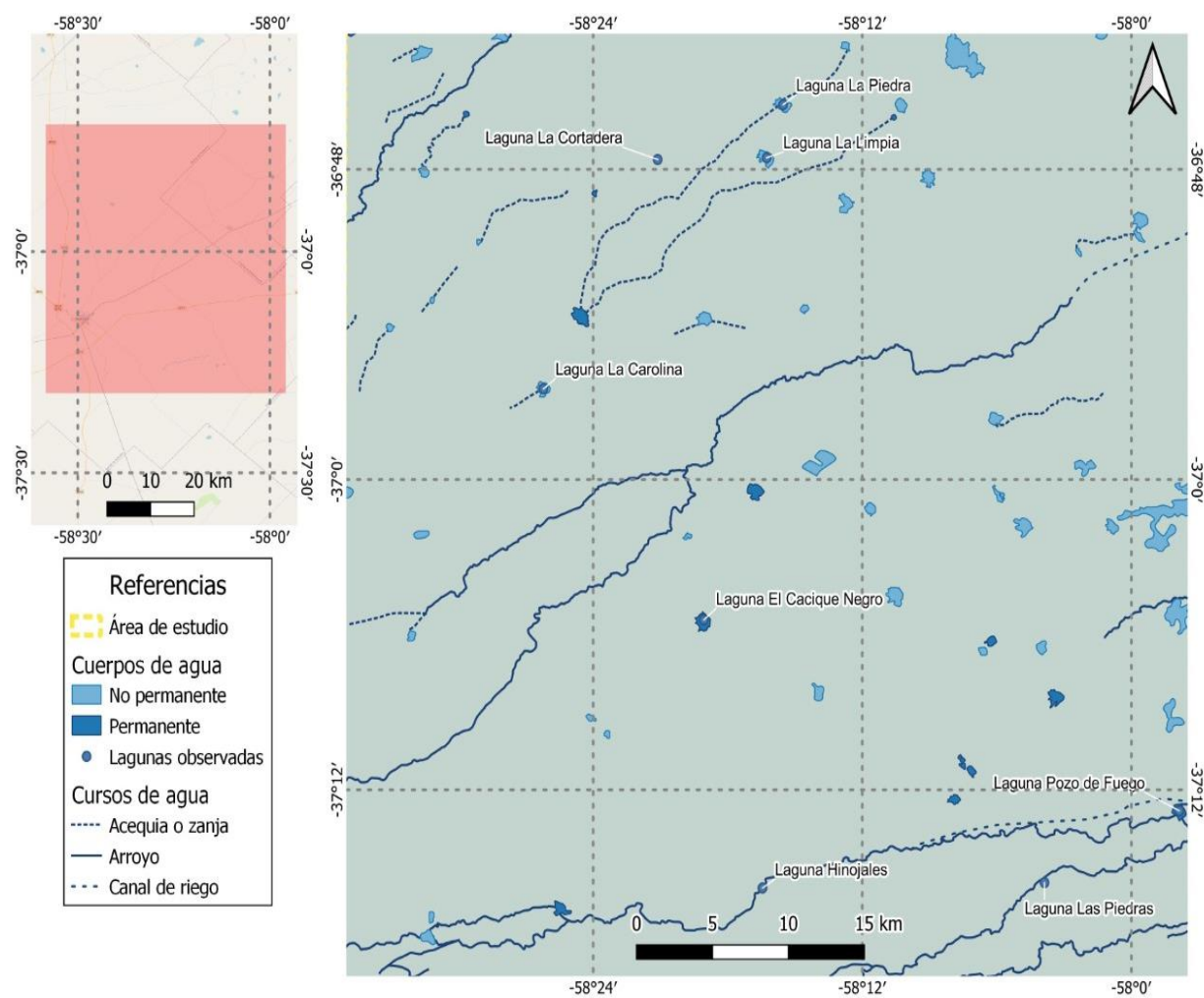


Figura 16: Diferentes lagunas en la zona de estudio.

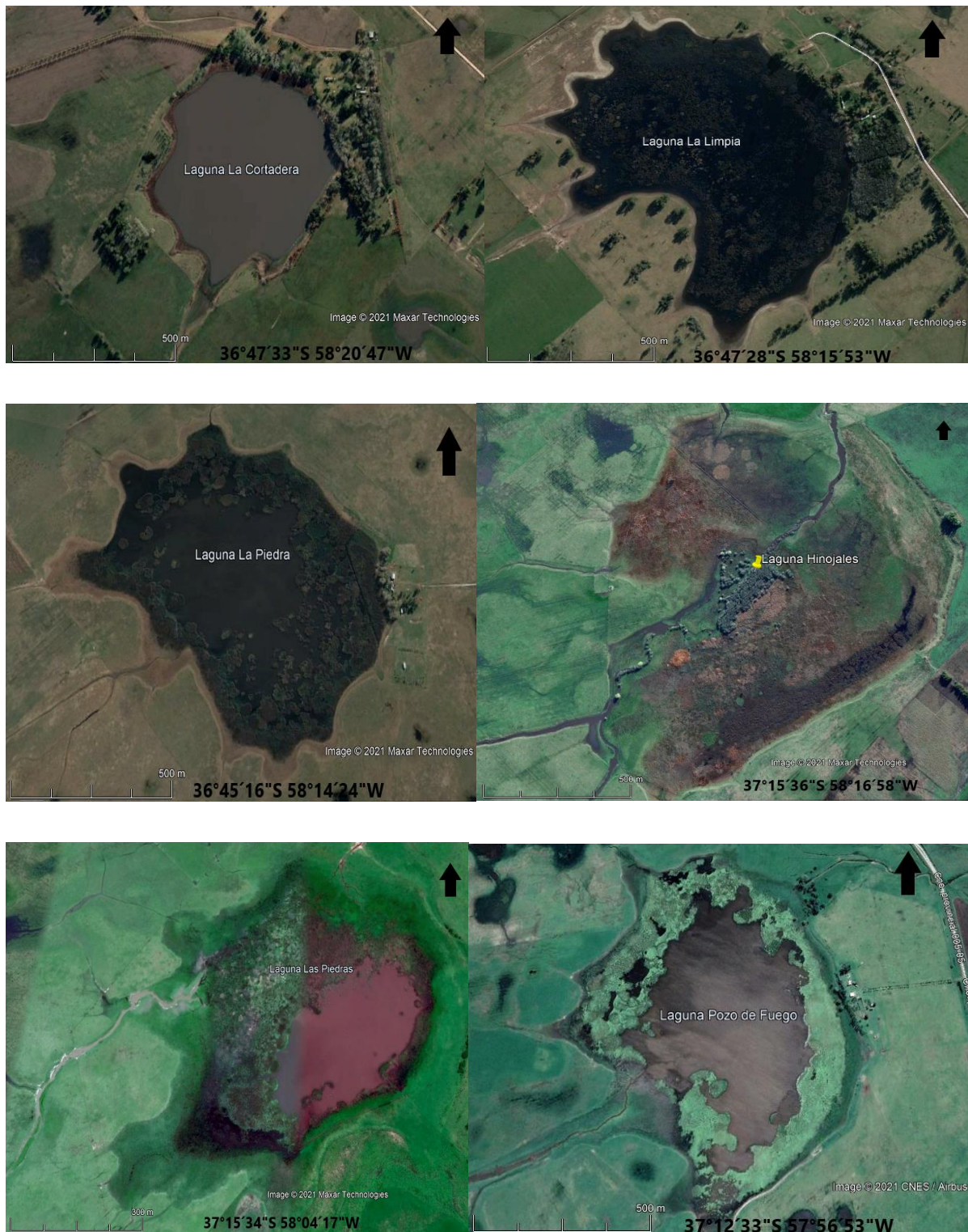


Figura 17: Detalle de lagunas de la zona de estudios.

Aspectos estratigráficos

Descripción de los afloramientos reconocidos

Numerosos afloramientos han sido descritos en la zona de estudio (Fig. 18), los que en mayor medida corresponden a sedimentos de origen eólico y fluvial y son expuestos a continuación:

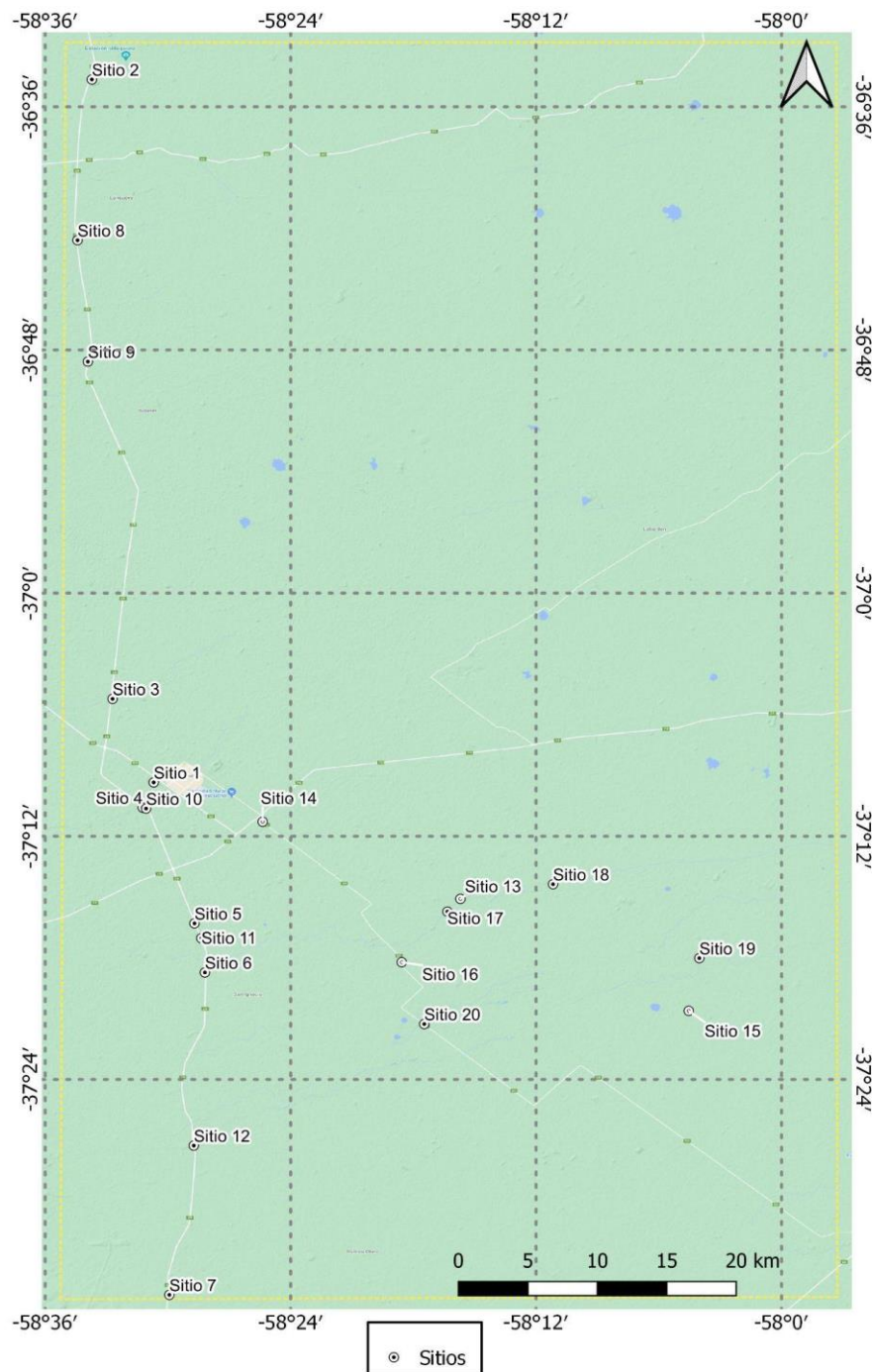


Figura 18: Afloramientos descritos en la zona de estudio.

Sitio 1: En las afueras del casco urbano de Ayacucho se encuentra una cantera (Figs. 18 y 19, 37°09'22"S 58°30'39"W), parcialmente en actividad, y también usada en algunas ocasiones como circuito de carreras. Presenta unos 350 m de largo por 250 m de ancho, y una profundidad de unos 10 m, constituyendo una superficie de 87.500 m² y un volumen explotado de 875.000 m³.

Dada la variabilidad de las características litológicas, fueron relevados tres perfiles en diferentes sitios de la cantera (Fig. 19).



Figura 19: Imagen satelital de la cantera.

Perfil 1: Con un espesor aproximado de 6 m, se observa un afloramiento conformado por la alternancia de diferentes componentes litológicos (Fig. 20). En la base (A), unos 2 m de sedimentos limosos, castaño amarillento, fuertemente entoscado con carbonatos de calcio (tosca), muy compacta y resistente, blanquecina, que en su base presenta concreciones de Fe y Mn (Fig. 21). Por encima (B), unos 0,8 m de espesor promedio de un sedimento limoso, masivo, resistente, homogéneo, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio. Por encima (C), de forma

transicional le continúa un nivel arcilloso, muy estructurado en bloques, de color castaño oscuro, plástico, con muñecos de tosca de algunos centímetros, de unos 0,5 m de espesor. Por encima (D), de forma abrupta, se desarrolla un nivel de sedimento limoso, masivo, castaño amarillento, de unos 1,4 m de espesor, hacia cuyo techo encontramos rizoconcreciones de decímetros de longitud. Inmediatamente por encima, se presenta un nivel arcillo limoso, con abundante carbonato de calcio, de coloraciones gley, lo que indicaría una zona de encharcamiento, la cual se puede observar de forma más clara, en la lateral, a unos 25 m aproximadamente al sur (Fig. 22). Por encima, se desarrolla un nivel (E) de unos 0,8 m de espesor de sedimento limoso, castaño amarillento, masivo, que pasa transicionalmente a un nivel arcilloso (F), muy estructurado en bloques, de color castaño oscuro, plástico, con concreciones de tosca, de unos 0,3 m. Por último, en la zona más superficial del perfil, un sedimento (G) castaño amarillento, de unos 0,4 m de espesor, con un importante nivel de tosca en la base, muy homogéneo hacia el techo, donde se desarrolla el suelo actual.



Figura 20: Perfil 1.



Figura 21: Concreciones de Fe y Mn (base de unidad A).

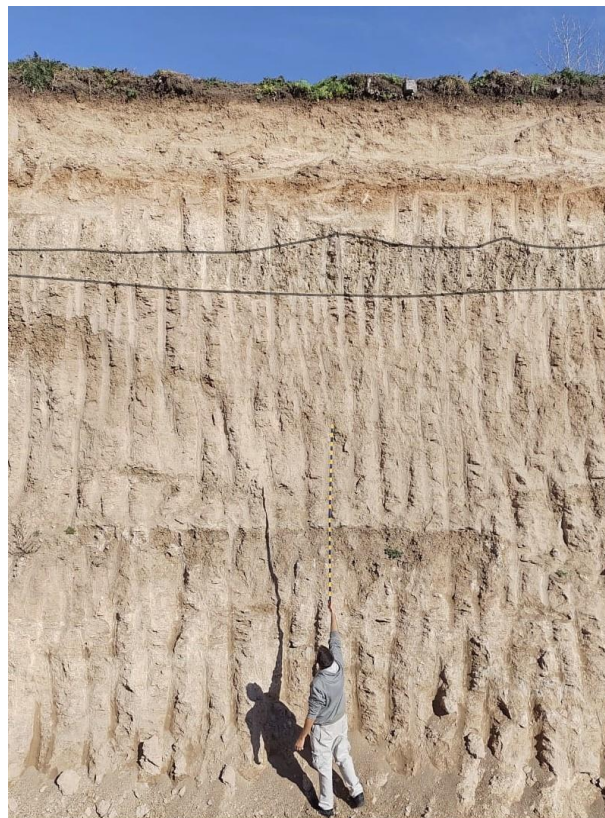


Figura 22: Techo de la unidad D.

Perfil 2: Con un espesor aproximado de 7,5 m, se puede observar la secuencia más completa y con mayores intercalaciones de niveles loésicos y paleosuelos de la zona de estudio (Fig. 23). Se observa en la base (A) del perfil, unos 0,7 m de un sedimento limoso, castaño amarillento a grisáceo, masivo, que presenta concreciones de tosca. Por encima (B), un sedimento arcillo limoso, muy estructurado en bloques, de color castaño oscuro, plástico, con concreciones de tosca, de unos 0,3 m de espesor, se presenta en forma de media caña y está cortado a lo largo del afloramiento por superficies de erosión ocupadas por un sedimento limoso (C) homogéneo, castaño claro, de unos 0,8 m de espesor promedio, que por encima tiene un nivel (D) de sedimento arcilloso, muy estructurado en bloques, de color castaño oscuro, plástico, de unos 0,5 m de espesor, también en forma de media caña. Se repite este orden de alternancia, con iguales descripciones, para las unidades E (loess) y F (paleosuelo). Vale aclarar que la unidad F, de unos 0,5 m, presenta una gran concentración de tosca y que, lateralmente, unos 4 metros hacia el oeste, (Fig. 24) presenta una paleosuperficie con forma de cárcavas, las cuales fueron rellenadas por el sedimento superior (G). Este último se presenta en un nivel de unos 1,2 m, es limoso, castaño amarillento a grisáceo, con concreciones de tosca, masivo. Por encima, nuevamente un nivel de sedimento arcilloso (H), muy estructurado en bloques, de color castaño oscuro, plástico, con concreciones de tosca, de unos 0,6 m de espesor promedio, de similares características que las unidades B, D y F. Sucediendo a este nivel, se observa la unidad I, de 1 m de espesor, de iguales características que las unidades A, C, E, G. Por encima (J) se presenta un nivel de sedimento arcillo limoso, muy estructurado, de color castaño oscuro, plástico, con rizoconcreciones, de similares características que las unidades de sedimento arcilloso previamente descritas. Por último (K), en la zona más superficial del perfil, un sedimento castaño, de unos 0,8 m de espesor, con un importante nivel de tosca en la base, sobre el cual se desarrolla el suelo actual.



Figura 23: Perfil 2.



Figura 24: Unidad G cubriendo el paleorelieve de Unidad F del perfil 2.

Perfil 3: En la Fig. 25, con un espesor aproximado de 6 m, se observa un afloramiento conformado por varias facies. En la base (A), unos 2 m de un sedimento limoso, muy resistente en la base, castaño claro, con muñecos de tosca de unos 10 cm de largo por 5 cm de ancho en promedio. Por encima (B), un nivel de sedimento arcillo limoso, muy estructurado en bloques, de color castaño oscuro, plástico, con concreciones de tosca, de unos 0,6 m de espesor. Luego, un nivel de sedimentación limosa (C), de un metro de espesor en promedio, depositado de forma mantiforme, presenta venas de tosca verticales y, en menor proporción, horizontales. Es una unidad importante en este trabajo, ya que contiene restos fósiles (Fig. 26). Se trata de un gran trozo de coraza invertida de *Neosclerocalyptus*, cuyo biocrón va desde el Plioceno más tardío hasta el Pleistoceno más tardío. Se observan parte de los laterales, y parece tratarse de un ejemplar juvenil a juzgar por la cavidad que aparece en las figuras centrales y el grado de erosión que tiene la zona que rodea a la figura central (A. Zurita, com. pers. 2021). Por encima (D), se observa un nivel de sedimento arcilloso, muy estructurado en bloques, de color castaño oscuro, plástico, con concreciones de tosca, con un espesor de 0,5 m. Este sector se presenta en forma de media caña y cortado a lo largo del afloramiento por superficies de erosión ocupadas por un sedimento limoso (E) homogéneo, castaño claro amarillento de un metro de espesor. Le continúan un nivel sedimentario (F) de espesor irregular, 0,5 m en promedio, que presenta colores gley, y muy estructurado. Por encima se encuentra la última unidad (G), de un metro de espesor, donde también por encima de la tosca, se desarrolla el suelo actual. Debido a sus características, se correlaciona con la unidad superficial descrita en los perfiles 1 y 2.

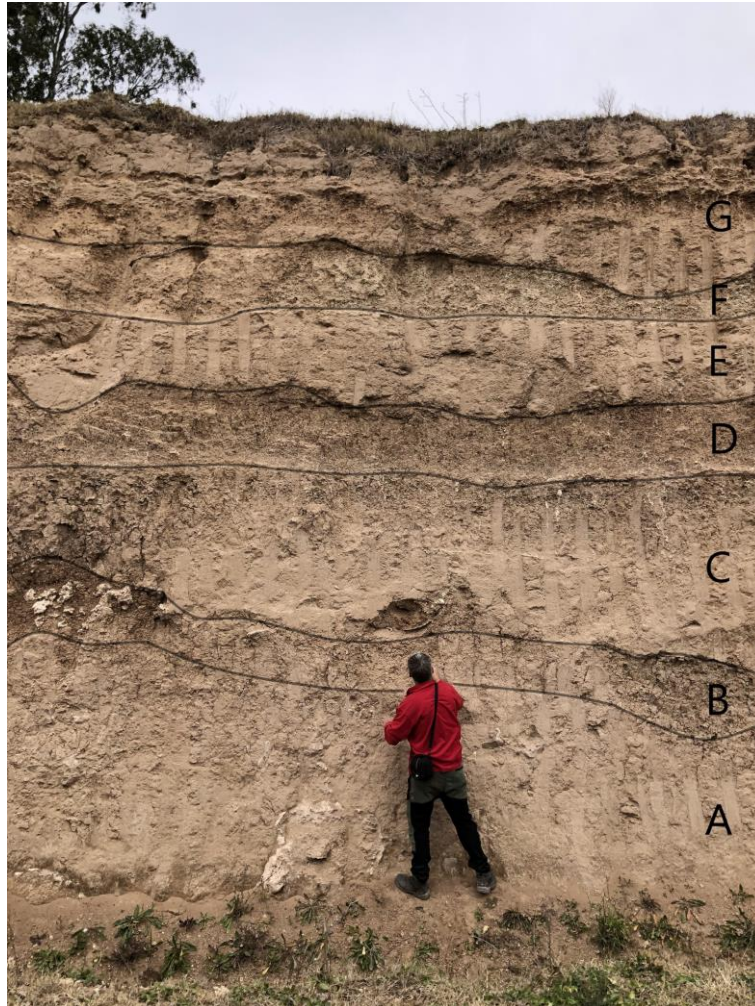


Figura 25: Perfil 3.



Figura 26: Fotografía del resto fósil en su posición original y coraza de *Neosclerocalyptus*.

Interpretación: Depósitos loéssicos, de origen eólico, en base a su distribución de tipo mantiforme, de considerable extensión areal. Facies sedimentarias predominantemente limolíticas, acompañadas por contenidos variables de material arenoso y arcilloso, cuerpos masivos, carentes de estructuras mecánicas internas y de planos de estratificación. Con nódulos calcáreos que van desde milímetros a varios decímetros con morfologías tabulares, tabiques y costras horizontales de tosca. Nódulos de Fe y Mn. Frecuentes estructuras de bioturbación vegetal y presencia de fósiles. Que alternan con diferentes niveles de paleosuelos, donde está evidenciado que los procesos pedogenéticos (argiluvación, estructuración, entre otros) se repiten sistemáticamente con mayor o menor intensidad, y están evidenciados por medias cañas, enriquecimientos en arcilla, barnices, alta estructuración, y los ya mencionados nódulos y costras carbonáticas. Por último, ya hacia la superficie, desarrollo pedológico actual.

Sitio 2: En la entrada de Udaquiola, sobre la ruta 29, tenemos un canal artificial, el cual nos permitió la observación y levantamiento de un perfil (Fig. 27; 36°34'39"S 58°33'43"W), con un espesor aproximado de 1,3 m. En la base afloran unos 0,4 m de sedimento limo arcilloso, masivo, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de unos 0,4 m. Inmediatamente por encima encontramos material de destape de 0,5 m de espesor.

Interpretación: En base a las principales características de estas unidades, reflejadas en su distribución regional de tipo mantiforme, de considerable extensión areal, homogéneo en lo que respecta a su tamaño de grano, es decir, están bien clasificados, ya que el medio por el cual se transportan es bastante selectivo, por lo general, son partículas de tamaños menores a 0,25 mm, desde arenas finas hasta limos y arcillas, donde el componente principal es el cuarzo, cuerpos masivos, carentes de estructuras mecánicas internas y de planos de estratificación, se interpreta que estamos ante depósitos loéssicos, de origen eólico, con presencia de desarrollo pedológico, y por encima, material de destape generado en la concreción del canal.

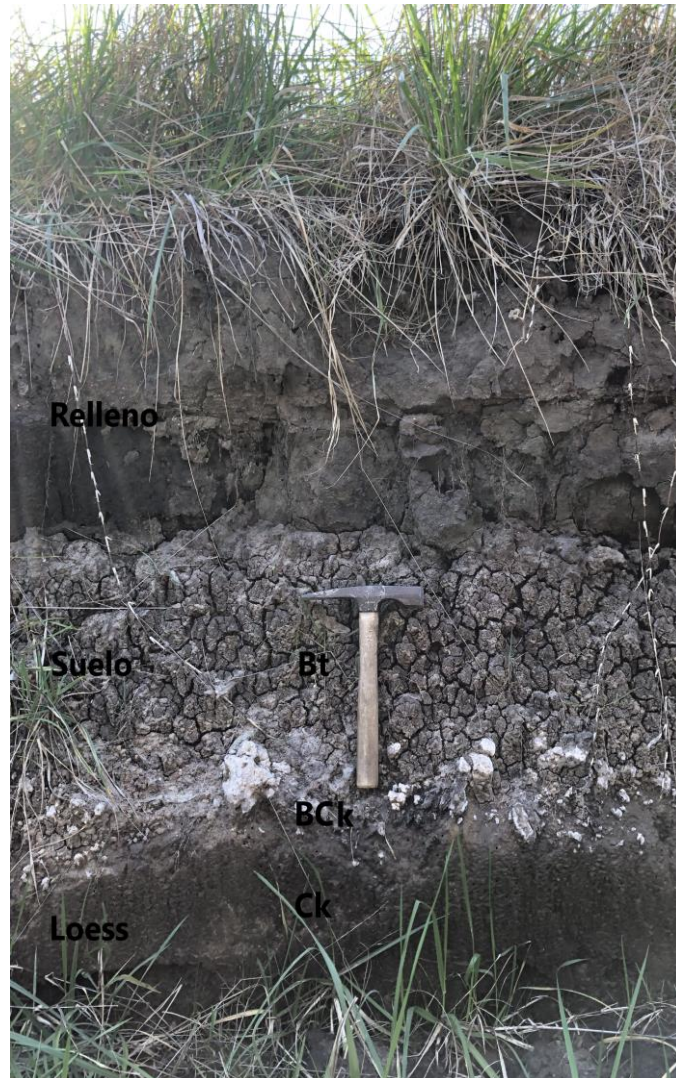


Figura 27: Entrada Udaquiola, sobre ruta 29 (Sitio 2). ($36^{\circ}34'39''\text{S}/58^{\circ}33'43''\text{W}$).

Sitio 3: Sobre la ruta 29 se encuentra una cantera, la cual nos permitió el relevamiento de un perfil (Fig. 28; 37°05'11"S 58°32'48"W) con un espesor aproximado de 1,5 m. En la base afloran unos 0,7 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio dispersas y de pequeño tamaño en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de unos 0,8 m de espesor.

Interpretación: Depósitos loéssicos, de origen eólico, en base a su homogeneidad en el tamaño de grano, facies sedimentarias predominantemente limolíticas, acompañadas por contenidos variables de material arcilloso, cuerpos masivos, carentes de estructuras mecánicas internas y de planos de estratificación, con nódulos calcáreos que van desde milímetros a varios decímetros, donde por encima presenta desarrollo pedológico actual.

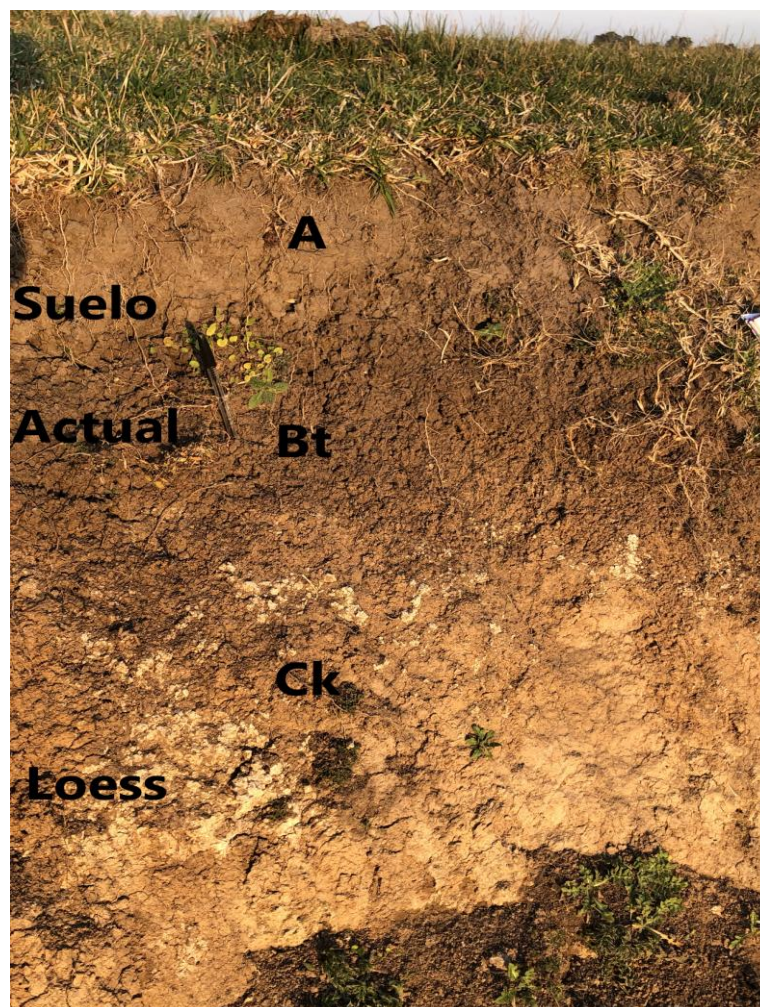


Figura 28: Cantera sobre ruta 29 (Sitio 3). Coordenadas: 37°05'11"S/58°32'48"W.

Sitio 4: Sobre la ruta 29, se encuentra una cantera, la cual nos permitió el relevamiento de un perfil (Fig. 29; 37°10'35"S 58°31'14"W) con un espesor aproximado de 2,8 m. En la base afloran unos 2,5 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, amarillento a castaño claro, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de 0,3 m de espesor.

Interpretación: Depósitos de origen eólico, en base a su homogeneidad en lo que respecta a su tamaño de grano, es decir, están bien clasificados, ya que el medio por el cual se transportan es bastante selectivo, por lo general, son partículas de tamaños menores a 0,25 mm, desde arenas finas hasta limos y arcillas, donde el componente principal es el cuarzo, cuerpos masivos, carentes de estructuras mecánicas internas y de planos de estratificación, con nódulos calcáreos que van desde milímetros a varios decímetros con morfologías tabulares, tabiques y costras horizontales de tosca, con desarrollo pedogenético en superficie.



Figura 29: Cantera sobre ruta 29 (Sitio 4). Coordenadas: 37°10'35"S 58°31'14"W.

Sitio 5: Sobre la ruta 29, otra cantera permitió realizar el levantamiento de un perfil (Fig. 30; 37°16'18"S 58°28'42"W) con un espesor aproximado de 1,2 m. En la base afloran unos 0,6 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de unos 0,6 m de espesor.

Interpretación: Depósitos loésicos, de origen eólico, definido bajo los criterios mencionados en los sitios anteriores, con desarrollo pedogenético en superficie.

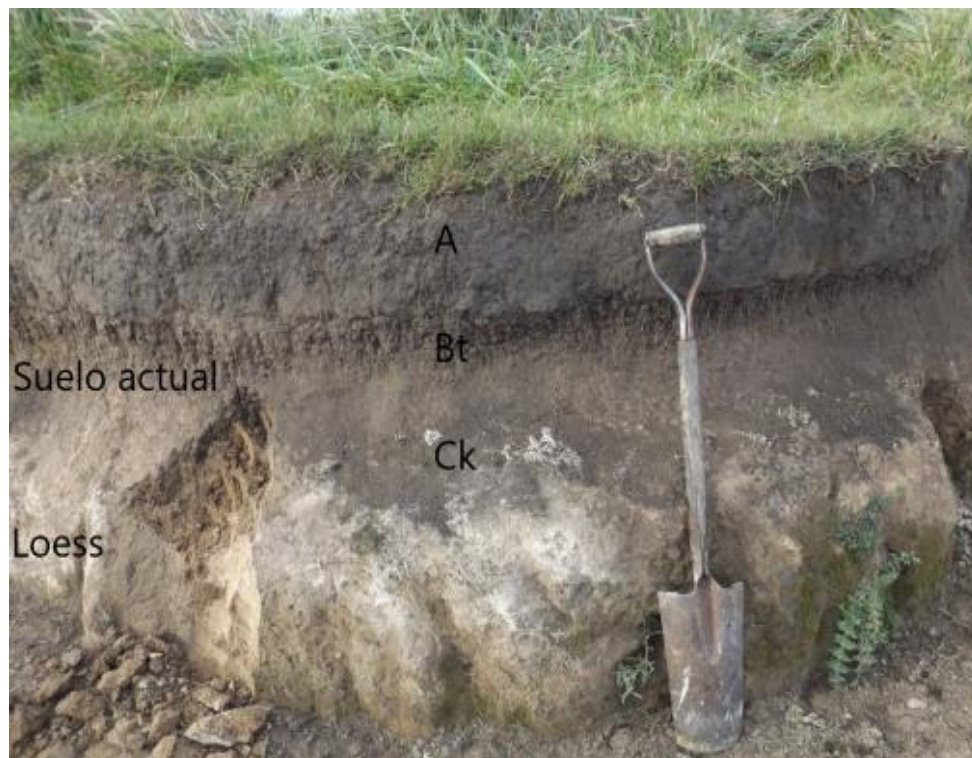


Figura 30: Cantera, sobre ruta 29 (Sitio 5). Coordenadas: 37°16'18"S 58°28'42"W.

Sitio 6: Sobre la ruta 29, se encuentra otra cantera, la cual nos permitió el relevamiento de un perfil (Fig. 31; 37°18'54"S 58°28'09"W) con un espesor aproximado de 1,4 m. En la base afloran unos 0,9 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de unos 0,5 m de espesor.

Interpretación: Depósitos loésicos, de origen eólico, definido bajo los criterios mencionados en los sitios anteriores, con desarrollo pedológico actual en superficie.

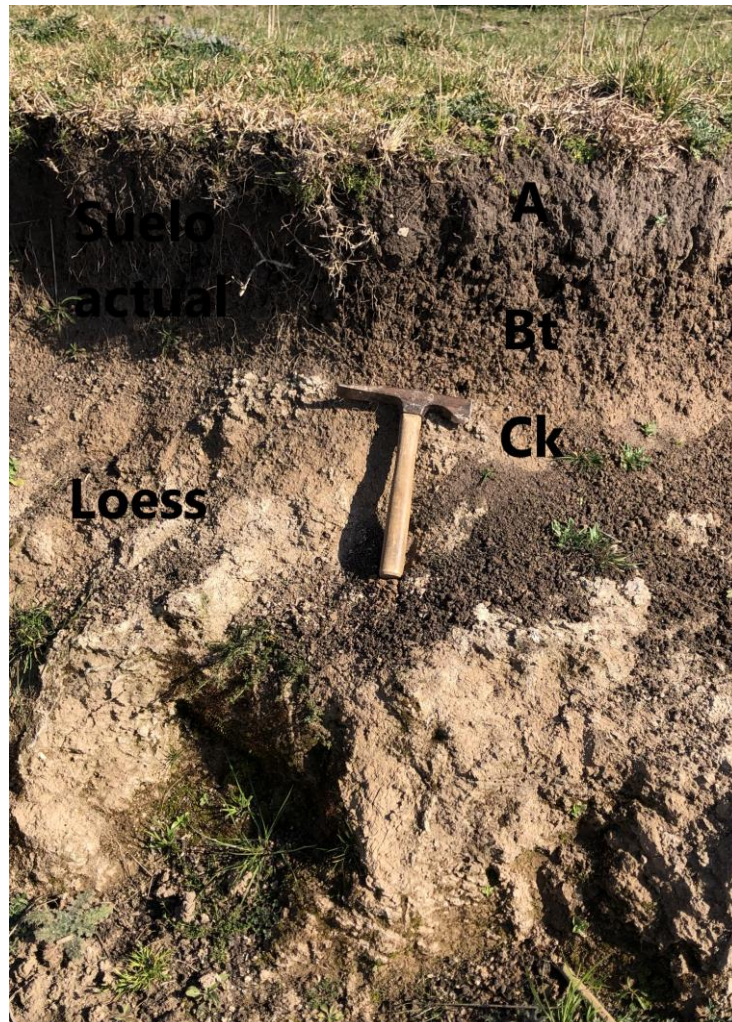


Figura 31: Cantera, sobre ruta 29 (Sitio 6). Coordenadas: 37°18'54"S/58°28'09"W.

Sitio 7: Sobre la ruta 29, partido de Balcarce, se observa un afloramiento, el cual nos permitió el relevamiento de un perfil (Fig. 32; 37°34'38"S 58°29'56"W) con un espesor aproximado de 2,4 m. En la base afloran unos 1,4 m de limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de un metro de espesor.

Interpretación: Depósitos loésicos, de origen eólico, definido bajo los mismos criterios mencionados en los sitios anteriores, con buen desarrollo pedológico en superficie.



Figura 32: Afloramiento sobre ruta 29 (Sitio 7). Coordenadas: 37°34'38"S 58°29'56"W (partido de Balcarce).

Sitio 8: Sobre la ruta 29, el arroyo Languayú presenta en sus barrancas excelentes afloramientos naturales, los cuales nos permitieron relevar un perfil (Fig. 33; 36°42'35"S 58°34'25"W) con un espesor aproximado de 2,4 m. En la base afloran unos 1,5 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual descansan unos 0,9 m de sedimento arcillo limoso, coloración castaño oscuro, con presencia de restos de conchillas re TRABAJADAS, es decir, fueron arrastradas por el agua y sedimentadas, que no pudieron ser determinadas.



Figura 33: Arroyo Languayú (Sitio 8). Coordenadas: 36°42'35"S 58°34'25"W.

Unos 100 m aguas arriba (Fig. 34), la unidad fluvial fangosa presenta en la base una lente de conglomerados de tosca en discordancia sobre sedimentos limosos, castaños y homogéneos.



Figura 34: Arroyo Languyú. 100 m aguas arriba del Sitio 8.

Interpretación: Depósitos de origen fluvial, en base a su textura, presencia de restos de conchillas re TRABAJADAS indicándonos el ambiente, y debido a que se encuentran acotadas a las barrancas de estos cursos, la alta selección granulométrica y la madurez mineralógica que presentan estas unidades indican una primera selección eólica antes de ser transportada por acción fluvial, en discordancia sobre depósitos loésicos, de origen eólico, definido bajo los mismos criterios mencionados en sitios anteriores.

Sitio 9: Sobre la ruta 29, el Arroyo El Perdido presenta en sus barrancas excelentes afloramientos naturales, el cual nos permitió relevar un perfil (Fig. 35; 36°48'37"S 58°33'55"W) con un espesor aproximado de 2,2 m. En la base afloran unos 1,2 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, presenta concreciones de Fe y Mn en la base y concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual descansa sedimento arcillo limoso, de un metro de espesor y coloración castaño oscura, con rodados de tosca en la base y, al igual que el perfil anterior, con presencia de conchillas re TRABAJADAS, es decir, fueron arrastradas por el agua y sedimentadas, que no pudieron ser determinadas.

Interpretación: Depósitos de origen fluvial, definido en base a los mismos criterios descritos para las unidades del sitio anterior, por encima de los depósitos de origen eólico, definido bajo los mismos criterios mencionados en sitios anteriores.



Figura 35: Arroyo El Perdido (Sitio 9). Coordenadas: 36°48'37"S 58°33'55"W.

Sitio 10: Sobre la ruta 29, el Arroyo Tandileufú, presenta en sus barrancas excelentes afloramientos naturales, los cuales nos permitieron relevar un perfil (Fig. 36; 37°10'38"S 58°31'04"W) con un espesor aproximado de 1,5 m. En la base afloran unos 0.7 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual descansan unos 0,8 m de sedimento arcillo limoso de coloración castaño oscuro y al igual que los sitios anteriores, con presencia de restos de conchillas re TRABAJADAS, es decir, fueron arrastradas por el agua y sedimentadas, que no pudieron ser determinadas.

Interpretación: Depósitos de origen fluvial, definidos bajo los mismos criterios explícitos en los sitios anteriores, en discordancia sobre depósitos loésicos, de origen eólico.



Figura 36: Arroyo Tandileufú (Sitio 10). Coordenadas: 37°10'38"S 58°31'04"W.

Sitio 11: Sobre la ruta 29, el Arroyo Las Chilcas, presentaba en sus barrancas excelentes afloramientos naturales, los cuales nos permitieron relevar un perfil (Fig. 37; 37°17'02"S 58°28'22"W) con un espesor aproximado de 1,5 m. En la base afloran unos 0.7 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual descansan unos 0,8 m de sedimento arcillo limoso, coloración castaño oscuro, con presencia de conchillas (*Pomácea sp.*).

Interpretación: Depósitos loésicos, de origen eólico, infrayaciendo a depósitos fluviales, definidos por los mismos criterios ya descritos, a diferencia en este caso que las conchillas se pudieron determinar debido a que han estado sometidas a menos transporte.



Figura 37: Arroyo Las Chilcas (Sitio 11). Coordenadas: 37°17'02"S 58°28'22"W.

Sitio 12: Sobre la ruta 29, el Arroyo Napaleofú, presenta en sus barrancas excelentes afloramientos naturales, los cuales nos permitieron relevar un perfil (Fig. 38; 37°27'16"S 58°28'44"W) con un espesor aproximado de 0,8 m. En este caso, el sedimento era limo arenoso, masivo, con presencia de valvas y de unos 0,6 m de espesor, sobre un nivel de sedimento arcillo limoso de color castaño oscuro, muy estructurado, plástico, con presencia de cutanes, de unos 0,2 m de espesor.

Interpretación: Depósitos de origen fluvial, definido bajo los criterios mencionados en los sitios anteriores, en discordancia sobre un paleosuelo desarrollado en sedimentos loésicos.



Figura 38: Arroyo Napaleofú (Sitio 12). Coordenadas: 37°27'16"S 58°28'44"W.

Sitio 13: Afloramiento a unos 1500 m al NE de la Laguna Hinojales, que permitió relevar un perfil (Fig. 39; 37°15'3.18"S 58°15'44.65"W) con un espesor aproximado de 1,2 m. En la base afloran unos 0,7 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de unos 0,5 m de espesor.

Interpretación: Depósitos loésicos, de origen eólico, definido bajo los mismos criterios que ya se utilizaron para sitios anteriores, con desarrollo pedológico actual.



Figura 39: Perfil en sitio 13. Coordenadas: 37°15'3.18"S 58°15'44.65"W.

Sitio 14: Afloramiento a unos 500 m de la ruta 74. (Fig. 40; 37°11'17"S 58°25'22"W) de un espesor aproximado de 1,1 m. En la base afloran unos 0,8 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio y por encima de éste se desarrolla el suelo actual de unos 0,3 m de espesor.

Interpretación: Depósitos loésicos, de origen eólico, definido bajo los mismos criterios que ya se utilizaron para sitios anteriores, en este caso, la generación de concreciones de carbonato de calcio podría estar asociado a periodos de ascenso del nivel freático, con desarrollo pedológico en superficie.



Figura 40: Perfil en sitio 14. Coordenadas: 37°11'17"S 58°25'22"W.

Sitio 15: Afloramiento a unos 1000 m al NE de la laguna Loma Alta, en un sitio de fácil acceso que nos permitió relevar un perfil (Fig. 41; 37°20'37"S 58°04'32"W) con un espesor aproximado de un metro. En la base afloran unos 0,8 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de unos 0,2 m de espesor.

Interpretación: Depósitos loésicos, de origen eólico, definido bajo los mismos criterios que ya se utilizaron para sitios anteriores, con desarrollo pedológico actual.



Figura 41: Perfil en sitio 15. Coordenadas: 37°20'37"S 58°04'32"W.

Sitio 16: Afloramiento a unos 6 km al SW de la Laguna Hinojales, donde fue estudiada la cuenca de deflación y el *lunette*, y dado que es un sitio de fácil acceso nos permitió relevar un perfil (Fig. 42; 37°18'13"S 58°18'34"W) con un espesor aproximado de 1,2 m. En la base afloran unos 0,9 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de unos 0,3 m de espesor.

Interpretación: Depósitos loésicos, de origen eólico, definido bajo los mismos criterios que ya se utilizaron para sitios anteriores, con desarrollo pedológico actual.



Figura 42: Perfil en el sitio 16. Coordenadas: 37°18'13"S 58°18'34"W.

Sitio 17: Perfil relevado a unos metros del *lunette* (Fig. 9), sobre Arroyo Las Chilcas (Fig. 43; 37°15'43"S 58°16'20"W) con un espesor aproximado de 0,8 m. En la base, se observan unos 0,6 m de sedimento arcillo limoso de color castaño oscuro, con presencia de Gasterópodos (*Pomácea sp.*) y otras valvas (Fig. 43). Por encima se desarrolla el suelo actual de unos 0,2 m de espesor.

Interpretación: El suelo presente, corresponde al mismo que se describió en la cubeta de la Fig. 14, en este caso desarrollado sobre los sedimentos de origen fluvial, definidos bajo los mismos criterios que ya se utilizaron para sitios anteriores.



Figura 43: Arroyo Las Chilcas y gasterópodos de la unidad fluvial. (*Planorbis sp.*) En el Sitio 17. Coordenadas: 37°15'43"S 58°16'20"W.

Sitio 18: Perfil relevado sobre el canal 5 (Fig. 44; 37°14'22"S 58°11'10"W) con un espesor aproximado de 1,5 m. En la base afloran unos 1,1 m de sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con concreciones de carbonato de calcio en el techo, sobre el cual se desarrolla el suelo actual de unos 0,4 m de espesor.

Interpretación: Depósitos loésicos, de origen eólico, definido bajo los mismos criterios que ya se utilizaron para sitios anteriores, con desarrollo pedológico actual.



Figura 44: Canal 5 (Sitio 18). Coordenadas: 37°14'22"S 58°11'10"W.

Sitio 19: Perfil relevado sobre Arroyo Chico (Fig. 45; 37°18'07"S 58°04'01"W) donde observamos un nivel con un espesor promedio de 0,8 m de un sedimento arcillo limoso de color castaño oscuro, con presencia de restos de conchillas re TRABAJADAS, es decir, fueron arrastradas por el agua y sedimentadas, que no pudieron ser determinadas, el cual se encuentra por encima de un sedimento limo arcilloso, masivo, resistente, castaño amarillento, con unos 0,7 m de espesor.

Interpretación: Depósitos de origen fluvial, definido bajo los mismos criterios que ya se utilizaron para sitios anteriores, en discordancia sobre depósitos loésicos, de origen eólico.



Figura 45: Fotografía de las unidades aflorantes en el Arroyo Chico (Sitio 19).

Coordenadas: 37°18'07"S 58°04'01"W.

Sitio 20: Perfil relevado sobre el Arroyo Las Piedras (Fig. 46; 37°21'16"S 58°17'28"W) con un espesor aproximado de un 1,2 m. Se observa un sedimento areno limoso, homogéneo, castaño grisáceo, resistente, con restos de *Pomácea sp.*

Interpretación: Depósitos de origen fluvial, definido bajo los mismos criterios que ya se utilizaron para sitios anteriores, en los márgenes del Arroyo Las Piedras.



Figura 46: Arroyo Las Piedras (Sitio 20). Coordenadas: 37°21'16"S 58°17'28"W.

Conclusiones:

Inferencias paleoambientales en base a características litológicas, paleontológicas y geomorfológicas

Dada la ciclicidad de las condiciones ambientales que se produjeron durante el Cuaternario en la Región Pampeana, la alternancia de depósitos loésicos y paleosuelos constituyen una característica insoslayable (Tonni y Fidalgo, 1978; Imbellone y Cumba, 2003; Fucks y Deschamps, 2008; entre otros). La gran mayoría de los suelos se formaron en ambientes distintos a los actuales (paleosuelos) que, si bien generalmente se los encuentra sepultados, pueden hallarse en algunos casos exhumados. Éstos son buenos indicadores paleoclimáticos y contribuyen a reconstruir los paisajes del pasado geológico, ya que registran las condiciones climáticas en que se formaron (Retallack, 2001). Por su parte, Birkeland (1999) agrega que los paleosuelos son aquellos que exhiben evidencias de un ambiente pedológico que ya no existe. Las sucesiones de loess cuaternarios, caracterizadas por la presencia de suelos enterrados, se estudiaron con gran detalle por su significado climático ambiental. Fidalgo (1973) propuso la utilización de los mismos como unidades pedoestratigráficas. Partiendo de la idea de que los paleosuelos se forman durante períodos de estabilidad del paisaje, Teruggi *et al.* (1974) los asociaron con la presencia de paleosuperficies y propusieron su utilización como horizontes guía.

De esta manera, los paleosuelos de la Región Pampeana han sido referidos a condiciones húmedas y cálidas, en tanto los depósitos eólicos (loess) a condiciones frías y secas (Tonni *et al.*, 1999).

Si bien los depósitos loésicos se depositaron bajo condiciones áridas a semiáridas, la presencia de diferentes niveles de paleosuelos, algunos de estos con rasgos hidromórficos, secuencias fluviales y lacustres, revelan condiciones temporarias y/o locales más benignas asociadas a condiciones cálidas y húmedas (Tonni y Fidalgo, 1978; Imbellone y Cumba, 2003; Fucks, 2005; Fucks y Deschamps, 2008). Durante el Pleistoceno la depositación-deflación de loess y la pedogénesis han sido los procesos más importantes, asociados fundamentalmente a los periodos glaciares-interglaciares, que dan origen a la morfología característica de la Región Pampeana.

El hallazgo del resto fósil en el Perfil 3 del Sitio 1 es de gran importancia para esta parte del trabajo, permitiéndonos tener un conocimiento paleoambiental más preciso. Deben destacarse que las principales características del hábitat en donde se encontraba esta especie de gliptodonte incluía extensas zonas de vegetación mixta y húmeda, así como también pastizales, cuya temperatura era un poco más fría y, el ambiente, más seco. Es importante acotar que el gliptodonte se encontraba en sitios en los que abundaba la vegetación tipo gramíneas, la cual constituía su principal alimento. Entre el Pleistoceno y el Holoceno, el planeta experimentó una serie de cambios climáticos que afectó en gran medida a la gran variedad de especies de animales que existían en aquel entonces. Si bien, las condiciones climáticas jugaron un papel muy importante en la extinción de la fauna megamamífera, se cree que el stress producto de la acción del hombre debe haber influido en gran medida (Tonni *et al.*, 1999).

Geomorfológicamente, a partir del reconocimiento de los perfiles estudiados y de los rasgos del paisaje actual, constituido por paleoformas de origen eólico, se infiere que las condiciones paleoambientales responsables de las mismas se corresponden con eventos de mayor aridez. Estas condiciones implican una disminución de las precipitaciones y una intensificación de los paleovientos efectivos provenientes del cuadrante Oeste (Fig. 47). La reducción en las precipitaciones habría sido suficiente como para provocar una importante disminución en la densidad y tipo de vegetación, permitiendo la intensificación de los procesos de deflación y depositación eólica.



Figura 47: inferencia de la dirección de paleovientos efectivos en sentido W-E.

Con referencia a las cubetas de deflación y *lunettes* asociados, para que se produjera el proceso de deflación que les dio origen, probablemente durante los periodos secos, las condiciones hidrológicas debieron ser deficitarias para el desarrollo de cobertura vegetal y estancamiento de agua, provocando una superficie susceptible de ser deflacionada. En un ciclo húmedo, como el actual, las condiciones hidrológicas favorecen el crecimiento de la vegetación en pantanos, mientras que, en un ciclo seco, el agua se estanca y se evapora más rápidamente, aumentando su contenido de sales disueltas. Así, las zonas que se inundan periódicamente, mal protegidas por una vegetación halófila muy abierta, fueron intensamente afectadas por la deflación, cuando los sedimentos se encontraban susceptibles de ser movilizados. La precipitación de CaCO_3 inhibe la deflación, mientras que la cristalización de sales, disminuye la coherencia del material, facilitando la deflación. Las sales, además, inhiben el crecimiento de vegetación, tal como ocurre en los suelos solonetz, siendo el horizonte superior muy susceptible a la deflación.

Según Dangavs (1979), las dunas de limo se encuentran en regiones de clima cálido y seco, aunque también se las halla en climas semi-húmedos, pero siempre en presencia de un ambiente propicio. Señala que la particularidad climática es el predominio de la evaporación sobre las precipitaciones, con desecación periódica, alta salinidad y una pendiente que permita el estancamiento temporal de las aguas.

Weiler y González (1988) remarcan la necesidad de una marcada estacionalidad climática, con una estación húmeda y una seca bien definida. Durante la estación húmeda, se acumula agua formando lagunas. En la estación seca siguiente, el agua se evapora y la eflorescencia de sales del sustrato afloja los sedimentos pelíticos del mismo. Éstos son arrastrados por el viento y depositados a sotavento de la cubeta. De este modo, cada depresión se exhonda y paralelamente se eleva la respectiva duna. Ésta se ve imposibilitada de migrar por la rápida estabilización que experimenta debido a la intercalación de una estación húmeda anual que, por un lado, cohesiona las arcillas al humedecerlas y, por otro lado, favorece los procesos edáficos. Otros sectores responden a procesos de erosión-acumulación menos definidos, caracterizados por bajos y altos topográficos en una zona poco drenada.

Conclusiones finales:

- Las unidades descritas en este trabajo y que representan el basamento geomorfológico de las unidades más recientes, podrían relacionarse con las formaciones presentes en el área de Tandil, correspondientes a las formaciones Vela y Barker (Rabassa, 1973; Gomez Samus, 2014) e inclusive a unidades más antiguas. Por las características litológicas observadas, son de origen esencialmente eólicas (loess) con niveles edáficos intercalados.
- La unidad más reciente de origen eólico asignada a la Formación “Las Animas”, podría corresponder con la unidad más superficial observada en prácticamente todos los afloramientos observados en el área de trabajo, aunque depósitos eólicos más recientes también pueden estar presentes, sobre todo aquellos asociados a los *lunettes* y morfologías medanosas.
- En los cursos de agua, sobre los depósitos de loess, se desarrolla la unidad de origen fluvial, que podría corresponder al Aluvio reciente (Rabassa, 1973) o al Mb. Puente Las Gaviotas de la Fm. Luján (Fucks, *et al.*, 2015) con edades inferiores a los 3 ka, asociados a condiciones climáticas similares a las actuales (Pommarés *et al.*, 2021).
- Geomorfológicamente, el área de estudio presenta un paisaje dominado por innumerables depresiones y elevaciones, de formas y tamaños muy variables, generadas por procesos de deflación y acumulación eólica. El desarrollo de importantes *lunettes* han sido observados, compuestos por depósitos con forma de media luna, generados por la deflación y acumulación en los bordes E y NE de las lagunas, debido a las condiciones templado–húmedas actuales, se hallan estabilizados, constituyendo los mejores suelos de la región. Las cubetas de deflación asociadas a ellos, han sido ocupadas en forma casi permanente por agua constituyéndose en lagunas, una de las morfologías más características de la región.
- Diferentes arroyos surcan la región proveniente de las sierras de Tandilia con drenaje hacia la bahía Samborombón y el océano Atlántico, cortando el relieve llano, prácticamente sin desarrollo de planicie de inundación, reflejando el poco desarrollo geomorfológico de estas geoformas en la zona de estudio y también reflejado por el escaso espesor de las secuencias fluviales.

BIBLIOGRAFÍA

Birkeland, P. 1999. Suelos y Geomorfología. Tomo 41, n° 2: 121.

Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia de Agricultura y Jardinería. Tomo 2, fasc.1.

Dalla Salda, L. H. 1975. Geología y petrología del basamento cristalino en el área del cerro El Cristo e isla Martín García, provincia de Buenos Aires, Argentina (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Dangavs, N. 1979. Presencia de dunas de arcilla fósiles en la Pampa Deprimida. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 34(1), 31-35.

Dangavs, N.V., y Blasi, A.M. 2002. Los depósitos de yeso intrasedimentario del arroyo El Siasgo, partidos de Monte y General Paz, Provincia de Buenos Aires. Rev. Asoc. Geol. Arg. 57 (3): 315-327.

Dangavs, N.V. 2005. Los ambientes acuáticos de la Provincia de Buenos Aires. Cong. Geol. Arg. Cap XIII: 219-236.

Dillon, A. A., Hurtado, M. A., Jiménez, J. E., Castillo, R. J. 1985. Consideraciones geomorfológicas y estratigráficas como base del carteo de suelos en un sector de la Pampa Arenosa (Pcia. de Buenos Aires). 1° Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas: 737-749, Tandil.

Fidalgo, F., Colado, U., y De Francesco, O. 1973a. Sobre ingresiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena (prov. de Buenos Aires). Actas V Congr. Geol. Arg., III: 227-240, Buenos Aires.

Fidalgo, F., Colado, U., y De Francesco, O. 1973b. Geología superficial en las Hojas Catelli, J. M. Cobo y Monasterio (prov. de Buenos Aires). Actas V Congr. Geol. Arg., IV: 27-39, Buenos Aires.

Fucks, E. 2005. Estratigrafía y Geomorfología en el ámbito del curso inferior del Río Luján, Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata 857, (inédita), 239 p., La Plata.

Fucks, E., y Deschamps, C.M. 2008. Depósitos continentales Cuaternarios en el noreste de la Provincia de Buenos Aires. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* 63 (3): 326-343.

Fucks, E., Pisano, F., Carbonari, J., Huarte, R. 2012. Aspectos geomorfológicos del sector medio e inferior de la Pampa deprimida, Provincia de Buenos Aires. *Rev. Soc. Geol. Esp.* 25 (1-2).

Fucks, E., Pisano, M.F, Huarte, R.A., Di Lello, C.V, Mari, F., Carbonari, J.E. 2015. Stratigraphy of the fluvial deposits of the Salado river basin, Buenos Aires Province: Lithology, chronology and paleoclimate .

Gardenal, L.M. 1988. Geomorfología del partido Salliqueló, provincia de Buenos Aires. CIC. Informe Inédito. 60 págs.

Gómez Samus, M., Rico, Y., Bidegain, J.C. 2014. Estratigrafía y Magnetoestratigrafía de la cobertura Neógeno-Cuaternaria del sector central de Tandilia.

Gutiérrez-Elorza. 2006. Erosión e influencia del cambio climático. *Rev. C & G.*, 20 (3-4), 45-59.

Imbellone, P. y Cumba, A. 2003. Una sucesión de paleosuelos superpuestos del Pleistoceno medio-tardío, Holoceno. Zona sur de la Plata, Provincia de Buenos Aires. *Revista Asociación Argentina de Sedimentología* 10(1): 3-21.

Malagnino, E. C. 1988. Evolución del sistema fluvial de la provincia de Buenos Aires desde el Pleistoceno hasta la actualidad. *Segundas Jornadas de Geología Bonaerense*, 201-211.

Martínez, G.A. 2001. Geomorfología y geología del Cenozoico Superior de las cuencas de los arroyos Los Cueros y Seco, vertiente nororiental de las Sierras Septentrionales, provincia de Buenos Aires. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. 2 tomos. 348 pp.

Pasotti, P., & Canoba, C. A. (1979). Estudio de la llanura pampeana con imágenes Landsat.

PMI, 1999. Informe Plan Maestro Integral Cuenca del Río del Salado. Informe de tirada reducida. Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires-Halcrow-Banco Mundial, 1999, La Plata, Buenos Aires, Argentina, 1300.

Pommarés, N. N., Fucks, E. E., Pisano, M. F., Luengo, M. S., Ramos, N. A., Di Lello, C. V. 2021. Late Pleistocene-Holocene paleoenvironments in the middle basin of the Salado river, province of Buenos Aires, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 105, 103001.

Rabassa, J. 1973. Geología superficial en la Hoja "Sierras de Tandil", provincia de Buenos Aires. *LEMIT. Anales, serie II*, 240: 115-150, La Plata.

Retallack, G.J. 2001. *Soils of the past: an introduction to paleopedology* (2nd edition). 520pp.

Soriano A., León R. J. C., Sala O. E., Deregibus V. A., Cauhépé M.A., Scaglia O.A., Velázquez C. A. y J. H. Lemcoff. 1992. Río de La Plata Grasslands. En: R. Coupland (ed.) *Natural Garsslands. Introduction and Western Hemisphere*, pp. 367-407. Elsevier.

Teruggi, M.E., Andreis, R.H., Mazzoni, M.N., Dalla Salda, L.H., Spalletti, L.A. 1974. Nuevos criterios para la estratigrafía de las barrancas de Mar del Plata - Miramar. *LEMIT, Anales, Serie II* (268): 133-184. La Plata.

Tonni, E.P. y Fidalgo, F., 1978. Consideraciones sobre cambios climáticos durante el Pleistoceno tardío-reciente en la Provincia de Buenos Aires. Aspectos ecológicos y zoogeográficos relacionados. *Ameghiniana* 15 (1-2): 235-253. Buenos Aires.

Tonni E, Cione A, Figini A. 1999 Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene.

Tricart, J. L. F. 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Colección Científica 12: 1- 202, Buenos Aires.

Vervoorst, F.B. 1967. Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado. La Vegetación de la República Argentina, Serie Fitogeográfica N° 7. Buenos Aires INTA. 259 p.

Weiler, N & M. Gonzalez. 1988a. Evolución ambiental de la laguna de Sotelo (Provincia de Buenos Aires) y regiones adyacentes durante el Pleistoceno tardío y Holoceno. *Asoc.Geol.Arg., Rev.*, XLIII (4): 529-543.

Weiler, N & M. Gonzalez. 1988b. Evidencias paleoeustáticas del Pleistoceno tardío y Holoceno en el área de la laguna de Sotelo (Provincia de Buenos Aires). *Seg.Jorn.Geol.Bom. Actas*: 453-461. Bahía Blanca.

Zubiaurre, P. (22 de junio de 2016). *Municipalidad de Ayacucho*. Obtenido de https://www.ayacucho.gob.ar/sites/default/files/1._portada_y_seccion1.pdf