



Naturalis

Repositorio Institucional
<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar>

Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo



Estudio de suelos para la generación de cartografía temática del área de influencia estuárico-marina del Gran La Plata

Martegani, Lucía

Licenciado en Geología

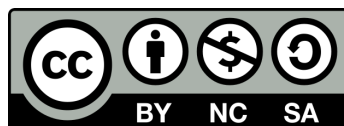
Dirección: Boff, Laura Daniela

Co-dirección: Muntz, Daniel Eduardo

Facultad de Ciencias Naturales y Museo
2019

Acceso en:

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/id/20190828001687>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



Naturalis

Repositorio Institucional
FCNyM - UNLP

Estudio de suelos para la generación de Cartografía Temática del Área de Influencia Estuárico- marina del Gran La Plata

ALUMNA: Lucía Martegani

DIRECTORA: Lic. Laura Daniela Boff

CODIRECTOR: Lic. Daniel Eduardo Muntz

Trabajo Final de la Licenciatura en Geología de la Facultad de
Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata,
Argentina.

RESUMEN

El presente Trabajo Final de Licenciatura constituye un aporte al estudio de los suelos de la Planicie costera del Río de la Plata, especialmente al área de influencia estuárico-marina. Los extensos depósitos marinos y costeros que la conforman son el resultado de las fluctuaciones del mar producidas luego de la última glaciación holocena, que originaron un conjunto de geoformas genéticamente vinculadas durante el ciclo regresivo.

El objetivo general consiste en la caracterización morfológica y analítica de los suelos, el análisis de los principales factores intervinientes en su génesis y procesos pedogenéticos predominantes y la generación de cartografía temática.

Para ello se tuvieron en cuenta trabajos previos de la zona, consistentes en antecedentes bibliográficos y cartográficos y se realizaron tareas de campo, laboratorio y gabinete. El trabajo de campo consistió en el reconocimiento de las geoformas en el terreno y la identificación y descripción de los suelos a través de un muestreo orientado en seis calicatas (tres en la unidad Cordones conchiles, dos en la Llanura aluvional y una en la Llanura de fango), desde una perspectiva geopedológica. En laboratorio se efectuaron análisis de rutina de los parámetros físicos y químicos básicos para poder clasificar a los suelos a nivel de Subgrupo (Soil Survey Staff, 2014). Finalmente, en gabinete se ajustó, completó y actualizó la cartografía temática existente a escala de semidetalle (1:50000).

Como resultado, los suelos analizados sobre los cordones conchiles se clasificaron como Haprendoles típicos, los desarrollados sobre la Llanura aluvional como Fluvacuentes típicos y el correspondiente a la Llanura de fango como Epiacuert típico. En cuanto a la cartografía, con el aporte de estudios previos de la zona, elaborados por el Instituto de Geomorfología y Suelos, se obtuvieron cuatro mapas temáticos: geomorfológico, básico de suelos, de aptitud de uso y de uso actual de la tierra. Estos permitieron determinar que los suelos dominantes en el área de influencia estuárico-marina corresponden a Natracuertes típicos y Epiacuertes típicos y sódicos, localizados fundamentalmente en las unidades Llanura de fango, Bañado y Cordón litoral. Le siguen en abundancia los Fluvacuentes típicos, en la Llanura aluvional, y los Haprendoles típicos, sobre los Cordones conchiles.

De acuerdo con la Capacidad de Uso, las subclases que ocupan la mayor superficie del área de estudio corresponden a VIIws y VIIIws, lo que significa que los suelos poseen limitaciones por exceso de agua, elevados valores de sodio intercambiable y texturas muy finas desde la superficie.

El mapa de Uso actual de la tierra, por su parte, revela que alrededor de un 80% de los suelos están ocupados por actividades agropecuarias extensivas, urbanas y forestales. El caso

de las urbanizaciones resulta de particular interés debido a que su continuo crecimiento genera que éstas constituyan zonas cada vez más vulnerables a anegamiento e inundación al desplazarse hacia el bañado, además de los conflictos de uso que genera con otras actividades, tales como la agropecuaria y la extractiva.

De esta manera se evidencia la utilidad de un estudio integral de la zona, que permita establecer criterios adecuados en la toma de decisiones para un correcto ordenamiento territorial.

ABSTRACT

The present Final Degree Project constitutes a contribution to the study of the Rio de la Plata coastal plain soils, especially the estuarine-marine influence area. The extensive marine and coastal deposits that form it are the result of sea level fluctuations produced after the last Holocene glaciation, which originated a set of genetically linked geoforms during the regressive cycle.

The general aim of this work consists in the morphological and analytical characterization of these soils, the analysis of the main factors involved in their genesis and predominant pedogenetic processes and finally the generation of thematic cartography.

Previous works of the area consisting of bibliographic and cartographic background were taken into account and field, laboratory and desktop tasks were carried out. The fieldwork comprised the recognition of the geoforms and the identification and description of the soils through a oriented sampling in six soil pits (three in the Shell ridges unit, two in the Alluvial plain and one in the Mudflat), from a geopedological perspective. In the laboratory, routine analysis of basic physical and chemical parameters were carried out in order to classify the soils at a Subgroup level (Soil Survey Staff, 2014). Finally, the existing thematic cartography was completed and updated at a 1: 50,000 scale.

As a result, the soils analyzed on the Shell ridges were classified as typic Haprendols, the ones on the Alluvial plain as typic Fluvacuents and the corresponding to the Mudflat as a typic Epiacuert. As for the cartography, with the contribution of previous studies of the area developed by the Instituto de Geomorfología y Suelos (Geomorphology and Soils Institute), four thematic maps were obtained: geomorphological, basic soil distribution, land capacity and current land use. These allowed to determine the dominant soils in the area: typic Natracuerts and sodium and typic Epiacuerts, located mainly in the Mudflat and Coastal Ridge units. They are followed in abundance by typic Fluvacuents in the Alluvial plain, and the typic Haprendols on the Shell ridges.

According to the land capacity, the subclasses that occupy the larger surface on the study area correspond to VIIws and VIIIws, which means that the soil limitations are related to water excess, high exchangeable sodium values and very fine textures from the surface.

The map of current land use reveals that about 80% of the land is occupied by extensive agricultural, urban and forestry activities. The urbanizations are of particular interest. Due to its continuous growth, the areas are increasingly vulnerable to flooding as they occupy lower lands. Conflicts of use are also generated with other activities, such as agriculture and extractive mining.

To conclude, the usefulness of a complex study of the area is demonstrated, which allow to establish appropriate criteria for a correct land policy planning.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ANTECEDENTES GENERALES	8
3. ÁREA DE ESTUDIO	12
3.1 Características generales actuales del área de estudio	12
3.1.1 Ubicación y vías de acceso	12
3.1.2 Clima	13
3.1.3 Topografía e hidrología	14
3.2 Marco geológico	20
3.3 Marco geomorfológico	24
3.3.1 Área de influencia fluvio-estuárica	26
3.3.2 Área de influencia marina	27
3.3.3 Área de influencia mixta	29
3.3.4 Área de influencia continental	30
3.4 Suelos	32
4. METODOLOGÍA	35
5. RESULTADOS	41
5.1 Caracterización y clasificación de los suelos	41
5.1.1 Cordones conchiles (3000 años A.P.)	41
5.1.2 Llanura aluvional	47
5.1.3 Llanura de fango	51
5.1.4 Cordones conchiles (6000 años A.P.)	56
5.1.5 Datos analíticos	58
5.2 Cartografía temática	61
5.2.1 Mapa geomorfológico	61
5.2.2 Mapa básico de suelos	61
5.2.3 Mapa de Capacidad de Uso	62
5.2.4 Mapa de Uso actual de la tierra	63
6. CONSIDERACIONES FINALES	67

7. AGRADECIMIENTOS	70
8. BIBLIOGRAFÍA	71
9. ANEXOS	78
9.1 Anexo 1	78
9.2 Anexo 2	79
9.3 Anexo 3	80
9.4 Anexo 4	81

1. INTRODUCCIÓN

La unidad geomorfológica denominada Planicie Costera por Fidalgo y Martínez (1983) o Llanura Costera por Cavallotto (1995) constituye el rasgo más conspicuo del sector litoral del noreste de la provincia de Buenos Aires. Si bien esta zona ha estado sometida a una compleja evolución a través del tiempo, su configuración morfológica actual se encuentra principalmente influenciada por el lapso correspondiente al Plioceno-Holoceno (Cavallotto y Violante, 2005). Durante este período, el nivel relativo del mar se vio intensamente afectado por sucesivas etapas glaciales e interglaciales, asignadas a diferentes Pisos Isotópicos Marinos o MIS, del inglés Marine Isotope Stage (Richiano *et al.*, 2012).

Los extensos depósitos marinos y costeros que conforman esta unidad son el resultado de una serie de procesos que comprenden la intensa sedimentación inducida por las enormes descargas del Río de la Plata, el transporte litoral y su ubicación en la zona central más deprimida de la cuenca del Salado (Violante *et al.*, 2001). Dichos factores interactuaron con las fluctuaciones del mar producidas luego de la última glaciación del Holoceno, originando una serie de geoformas genéticamente vinculadas entre sí durante el ciclo regresivo ocurrido en este período, tales como cordones conchiles, llanuras de fango, bañados, llanuras de mareas y canales de mareas (Cabral *et al.*, 2016).

El sector de la Planicie costera, ubicada aproximadamente entre la cota de 5 m y el nivel del mar, se encuentra limitado hacia el sur por la Llanura alta (Cavallotto, 1995), rasgo topográfico relictos desarrollado durante el Pleistoceno sobre sedimentos loésicos y modelado por procesos de gradación. El límite entre ambas unidades se manifiesta mediante un escalón o cambio de pendiente que marca el máximo transgresivo.

El área de influencia estuárico-marina del Gran La Plata (Hurtado *et al.*, 2006), objeto del presente Trabajo Final de Licenciatura, se halla dentro de la Planicie o Llanura costera, abarcando principalmente los partidos de Berisso y Ensenada. Además, se incluye el estudio de un pequeño sector del partido de La Plata correspondiente a la Llanura alta, cuya importancia radica en la interacción y contraste existentes con la unidad anterior, lo que facilitará un mejor entendimiento de las características y el desarrollo de los suelos allí presentes.

Las distintas texturas y composiciones de los materiales originarios y las características topográficas presentes en la zona hacen que ésta constituya un ambiente adecuado para el desarrollo de variados tipos de suelos, que comprenden desde Molisoles y Vertisoles hasta Entisoles. En la mayor parte de los suelos de la Planicie costera, las

condiciones hídricas y climáticas, sumadas a la topografía plano-cóncava y la vegetación generan un sistema con marcados procesos de hidromorfismo (Imbellone y Mormeneo, 2011), lo que se traduce en la presencia de una importante cantidad de rasgos redoximórficos.

Los principales objetivos del presente Trabajo Final de Licenciatura comprenden la caracterización de estos suelos y el análisis de los factores de formación, procesos pedogenéticos principales y su relación con las propiedades físico-químicas, otorgando especial relevancia a los materiales originarios. Además, se propone la generación de cartografía temática e incorporación de la información obtenida a un proyecto SIG (Sistema de Información Geográfico).

Como objetivos específicos, por otra parte, pueden mencionarse la realización de descripciones morfológicas y micromorfológicas de perfiles de suelos, técnicas de muestreo y análisis de laboratorio estándar. Se pretende también efectuar una clasificación de los mismos según diferentes criterios que se volcarán en la cartografía, tales como tipo de suelo, aptitud de uso y uso actual de la tierra.

Es importante destacar que la elección de la zona de trabajo se basó principalmente en el interés de unificar, actualizar y ajustar la información cartográfica y analítica existente del área. Además se valoró la necesidad de contribuir con herramientas cartográficas para establecer criterios en la toma de decisiones orientadas a un mejor ordenamiento territorial y a una óptima utilización del suelo en una zona de pequeña superficie pero con gran heterogeneidad espacial.

2. ANTECEDENTES GENERALES

La evolución plio-holocena de las secuencias sedimentarias y los rasgos geomorfológicos originados por las fluctuaciones del nivel del mar en el ámbito del Río de la Plata han sido considerados y analizados desde hace ya varias décadas.

Uno de los primeros trabajos corresponde a Frenguelli (1950), quien le atribuye un origen tectónico cuaternario a las grandes depresiones presentes en la provincia de Buenos Aires. Según este autor, en gran parte del territorio, la extensión de las fases tectónicas ascendentes habría equilibrado la amplitud de las descendentes con excepción de dos momentos: uno al comienzo del Holoceno y otro en épocas más recientes. Esto habría ocasionado la formación de dos órdenes de terrazas, a las que denominó Terraza alta o pampiana y Terraza baja o postpampiana, respectivamente.

En su análisis de la zona urbana y suburbana de la ciudad de La Plata y sus alrededores Fidalgo y Martínez (1983) reconocen dos zonas con un relieve claramente diferenciable, denominándolas Planicie costera y Zona interior. Caracterizan a la primera como un área integrada por depresiones y zonas positivas, mientras que a la segunda la dividen en un conjunto de cuencas de drenaje regularmente integradas. Estos autores rechazan el uso de los términos Terraza alta y Terraza baja de Frenguelli (1950) debido a la ausencia de terrazas fluviales en el paisaje, reemplazándolos por los mencionados anteriormente. Destacan además que el principal proceso geomorfológico que tiene lugar en el desarrollo del mismo en la actualidad es la pedogénesis. En lo referente a la Zona interior, distinguen tanto en las divisorias principales como en las secundarias a la Formación Pampiano con sus miembros inferior y superior. Las formaciones Destacamento Río Salado, Las Escobas y La Postrera, por otro lado, son mencionadas para la Planicie Costera.

Un exhaustivo estudio de la evolución geomorfológica de la Llanura Costera es llevado a cabo por Cavallotto (1995, 2002, 2005) en su tesis doctoral y sucesivos trabajos relacionados. Allí define a esta unidad como el ambiente marginal subaéreo del margen sur del Río de la Plata caracterizada por una sucesión de geoformas de agradación generadas durante el ciclo transgresivo-regresivo holoceno. Incluye a la Llanura costera en el ámbito de una unidad geomorfológica mayor denominada Río de la Plata junto con la Planicie Deltaica y precisa su límite suroeste con la Llanura alta a través del acantilado. Efectúa además una descripción de la secuencia estratigráfica correspondiente al Cenozoico superior, caracterizada por una sucesión de unidades de ambientes continentales y marinos en la cual se diferencia una unidad basal de edad plio-pleistocena y otras superiores de edad holocena. Su estudio del registro

sedimentario holoceno basado en el reconocimiento de las distintas facies condujo a agruparlas de acuerdo a sus interrelaciones ambientales.

Otros autores como Giménez *et al.* (2005) y Cabral *et al.* (2016) identifican cuatro grandes áreas en el sector noreste de la provincia de Buenos Aires teniendo en cuenta una serie de criterios de análisis geomorfológico. En la Planicie costera definen dos de ellas de acuerdo al origen de sus materiales, la fluvio-estuarina y la marina, mientras que Hurtado *et al.* (2006) las unifica bajo el nombre de estuarino-marina. Un área de origen mixto separa según estos autores a la Planicie Costera de lo que ellos denominan como Llanura interior, en la cual se desarrolla el área de origen continental.

A modo de síntesis se presenta a continuación la **Tabla 1** con las tentativas equivalencias de las unidades morfológicas propuestas por los diversos autores, teniendo en especial consideración aquellas que resultarán de importancia para este trabajo.

Frenguelli (1950)	Fidalgo y Martínez (1983)	Cavallotto (1995)		Giménez <i>et al.</i> (2005)	
Terraza alta o pampeana	Zona interior	Llanura alta		Llanura Interior	Interfluvio convexo
					Cauces de arroyos y planicies de inundación
Escalón	-	Acantilado		Paleoacantilado o antigua franja costera	
Terraza baja o postpampeana	Planicie costera	Llanura costera	Cordones interiores	Planicie costera	
			Playa interior		
			Llanura de fango interior		Llanura de fango
			Llanura interior de mareas		Bañado
			Llanura con cordones de playa		Llanura de mareas interior
			Microacantilado		Antiguos canales de marea
			Albardón costero		Cordones conchiles
					Cordones litorales
	Escalón costero				
	Llanura aluvional				

Tabla 1. Equivalencias de las unidades morfológicas propuestas por Frenguelli (1950), Fidalgo y Martínez (1983), Cavallotto (1995) y Giménez *et al.* (2005).

Las anteriormente mencionadas son sólo algunas de las investigaciones orientadas a explicar la evolución geológica y geomorfológica de las áreas vinculadas al Río de la Plata. En ellas se consideran aspectos como estratigrafía, morfología, sedimentología, fluctuaciones del nivel del mar y dinámica costera. Además, pueden mencionarse los trabajos publicados por: Riggi *et al.* (1986), Cavallotto (1987, 1988), Parker *et al.* (1987), Parker (1990), Violante *et al.* (1992), Giménez *et al.* (1992), Parker y Marcolini (1992), Parker y Violante (1993), Parker *et al.* (1994), Cavallotto (1996), Cavallotto *et al.* (1999), Martínez *et al.* (2000), Cabral *et al.* (2002) y Fucks *et al.* (2010).

En el sector a estudiar son pocos los relevamientos cartográficos de suelos específicos, siendo estos tratados en la mayoría de los casos dentro de estudios regionales de muy pequeña escala que abarcan toda la provincia de Buenos Aires o la Región Pampeana (Cappannini y Domínguez, 1961; Miaczynski y Tschapek, 1965; Bonfils, 1966; Etchevehere, 1976). El único estudio de suelos que incluye el Conurbano Bonaerense corresponde a Cappannini y Mauriño (1966), quienes realizaron una cartografía de escaso detalle de la región litoral del Río de la Plata, a escala de reconocimiento (1:250000), entre las ciudades de Buenos Aires y La Plata. Más recientemente, el INTA (1989) elaboró el mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires en base a estudios de semidetalle en escala 1:50000. Sin embargo, el área a estudiar no ha sido incluida en el relevamiento por considerarse zonas urbanas pertenecientes al Gran Buenos Aires.

En los últimos años se destacan los aportes al estudio cartográfico de los suelos de la Planicie Costera y parte de la Llanura interior realizados por Giménez *et al.* (2005), Hurtado *et al.* (2006) y Cabral *et al.* (2016), además de aquellos referidos a la caracterización de los mismos llevados a cabo por Camilión *et al.* (2003), Imbellone *et al.* (2009), Imbellone y Mormeneo (2011), Montes (2013), Manassero *et al.* (2013) y Gómez Samus *et al.* (2017), entre otros. Estos autores analizaron en detalle distintos perfiles de suelos del sector en estudio, llevando a cabo numerosos análisis como los de rutina en Pedología, mineralogía de las fracciones arena y arcilla, difracción de rayos X, parámetros magnéticos, caracterización de minerales portadores de hierro y análisis químicos.

No obstante, para el área de influencia estuárico-marina del Gran La Plata se plantea la necesidad de un estudio integral y actualizado de la información existente de los distintos suelos y materiales originarios allí localizados.

En el presente trabajo se utilizarán las denominaciones de las unidades geomorfológicas propuestas por Giménez *et al.* (2005) debido a la estrecha relación que guardan con la clasificación de los suelos propuesta para esta zona (Giménez *et al.*, 2005;

Hurtado *et al.*, 2006 y Cabral *et al.*, 2016). En cuanto a las unidades litoestratigráficas, se tendrá en cuenta lo propuesto por Cavallotto (1995).

3. ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Características generales actuales

3.1.1 Ubicación y accesos

La zona de estudio (**Figura 1**) se localiza en el sector NE de la provincia de Buenos Aires, abarcando una franja paralela a la costa de aproximadamente 10 km de ancho sobre el margen sur del Río de la Plata. Comprende los partidos de Ensenada y Berisso, pertenecientes a la Planicie costera, y un pequeño sector del partido de La Plata ubicado en la Llanura interior, que en conjunto conforman el área denominada Gran La Plata. Limita al NE con el Río de la Plata, al NO con el partido de Berazategui y al SE con el de Magdalena.

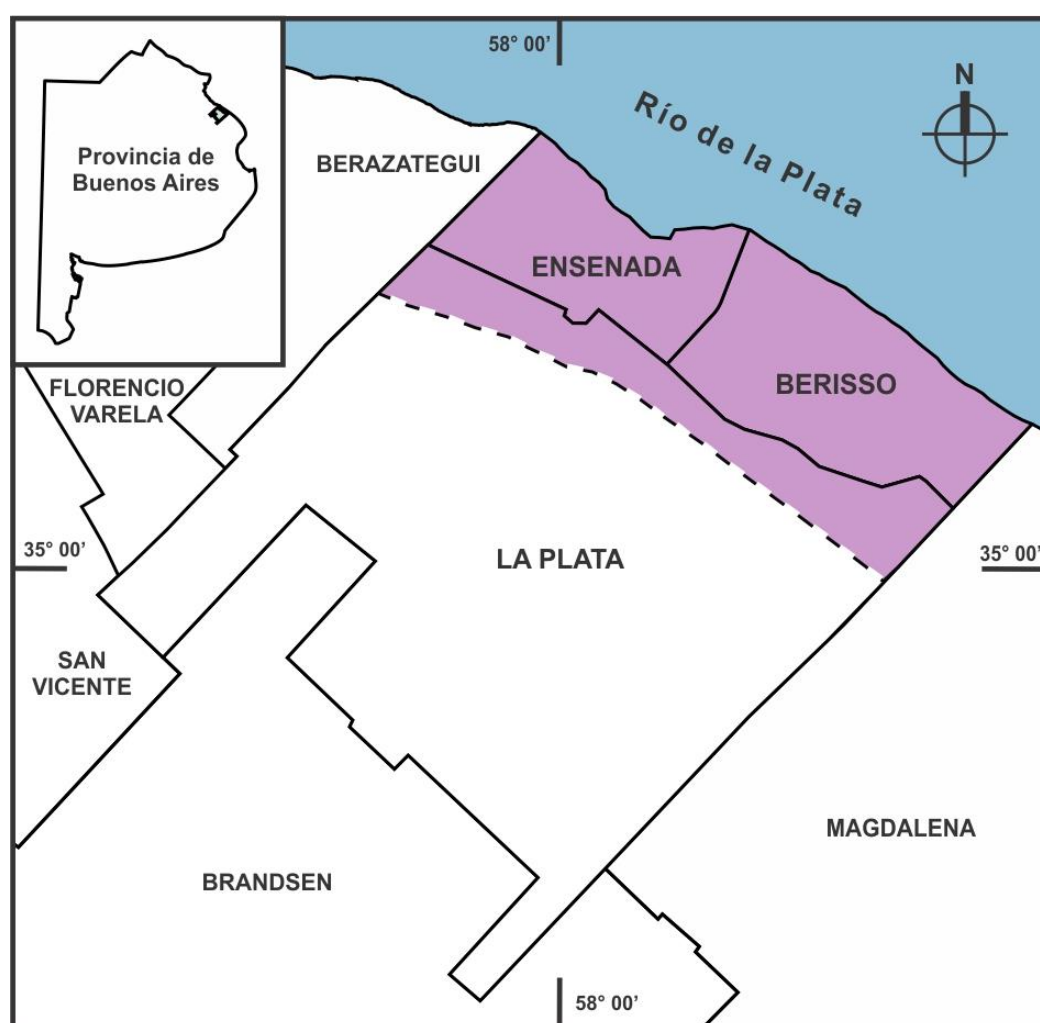


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Tomado y modificado de Giménez *et al.* (2005).

Se encuentra interconectada por medio de numerosas vías de comunicación urbanas e interurbanas, destacándose en Ensenada los caminos Rivadavia y Gobernador Vergara y la

Avenida del Petróleo Argentino en Berisso, mediante los cuales se accede al partido de La Plata (Hurtado *et al.*, 1997b). Las calles Bossinga y Montevideo, paralelas a la línea de costa, permiten vincular el sector urbano con el costero a través de numerosos accesos de variada transitabilidad, que van desde huellas temporarias hasta caminos asfaltados. Por otra parte, la Calle 122, que hacia el sur se convierte en la Ruta Provincial N° 11, funciona como límite entre los partidos de Berisso y Ensenada con el de La Plata, es decir entre la Planicie Costera y la Llanura interior.

3.1.2 Clima

Las características climáticas del área fueron determinadas a partir de los datos aportados por la Estación Climatológica La Plata, dependiente del Departamento de Sismología e Información Meteorológica de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas (UNLP). Dicha estación, ubicada en la latitud 34° 55' S y longitud 57° 57' O sobre la cota de 15 m s.n.m., cuenta con el mayor registro continuado de la zona, correspondiente a los últimos cien años (Hurtado *et al.*, 2006). El valor medio de las precipitaciones anuales para el período considerado es de 1040 mm, con una distribución estacional homogénea (verano: 27.8%, otoño: 27.8%, invierno: 18.8% y primavera: 25.6%). El mes de Marzo se registra como el más lluvioso (111 mm), mientras que Junio corresponde al menos lluvioso (63 mm). La temperatura media anual presenta valores de 16,2° C, siendo Enero el mes más cálido con 22,8°C y Julio el más frío con 9,9°C. Según el método establecido por Thornthwaite adaptado para la República Argentina por Burgos y Vidal (1951), le corresponde a la región un clima subhúmedo mesotermal con variación estacional de la eficiencia hídrica nula o pequeña y baja concentración estival de la eficiencia térmica.

En base al balance hídrico mensual realizado por Giménez *et al.* (2005) con los datos obtenidos durante este período, se determinó el régimen de humedad de acuerdo a la Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 2014). El mismo resulta údico para los suelos bien drenados que sólo ocupan una pequeña superficie cerca del límite con el partido de La Plata, mientras que los regímenes más extendidos en la Planicie costera son el ácuico y el perácuico. Además del agua proveniente de las precipitaciones, otros aportes son recibidos por escurrimiento superficial desde zonas más elevadas, por agua freática cercana a la superficie y por inundaciones periódicas del Río de la Plata, lo que determina que estos suelos se encuentren saturados con agua durante períodos prolongados. A aquellos suelos situados en ambientes muy deprimidos como es el caso de bañados y canales de marea, les corresponde el régimen de humedad perácuico.

El régimen de temperatura, por otra parte, puede calificarse como térmico. Para estimarlo, fue necesario recurrir a la medición de la temperatura del aire según lo propuesto por la Taxonomía de suelos (Soil Survey Staff, 2014). De acuerdo a la misma, se estableció que la temperatura media anual del suelo a los 50 cm de profundidad es de 17,2°C, alcanzando temperaturas de 24,1°C en verano y de 11°C en invierno.

Otro factor de importancia en la caracterización del área de estudio es el viento. Su intensidad media anual alcanza los 12 km/h, predominando la proveniencia desde el este y en forma secundaria desde el noreste y noroeste. Las mayores intensidades, de entre 15 y 17 km/h se dan en Octubre, Diciembre y Enero (Giménez *et al.*, 2005). El viento ejerce una fuerte influencia en los procesos de gradación del Río de la Plata y la Planicie costera provocando, entre otras cosas, un aumento del nivel de las aguas (Cavallotto, 2002). El estuario del Río de la Plata se encuentra periódicamente sujeto a inundaciones a causa del fenómeno meteorológico conocido localmente como “sudestada” (Imbellone *et al.*, 2009). Se trata de fuertes vientos provenientes del sureste, acompañados por precipitaciones débiles a moderadas, que se dan con mayor frecuencia en invierno y principios de primavera. Estos persistentes vientos elevan la cota del Río de la Plata y generan inundaciones en la zona ribereña. Si bien las poblaciones allí localizadas resultan las más afectadas, debiendo llevar a cabo evacuaciones en ciertos casos, las de la Llanura interior pueden verse indirectamente importunadas cuando la sudestada coincide con lluvias intensas. La principal consecuencia de la suma de dichos eventos es la inversión del flujo del drenaje en arroyos y canales que desaguan en el Río de la Plata (Hurtado *et al.*, 2006). También debe tenerse en cuenta que, debido a la cercanía del Polo Petroquímico de Ensenada y al Relleno Sanitario del CEAMSE, los vientos con dirección noreste-suroeste provocan la llegada a los distintos puntos de la Planicie costera de malos olores, ruidos y polución (Hurtado *et al.*, 1997a).

3.1.3 Topografía e hidrología

En concordancia con la caracterización geomorfológica, es posible diferenciar en el sector en estudio dos zonas con rasgos topográficos e hidrológicos contrastantes (**Figura 2**).

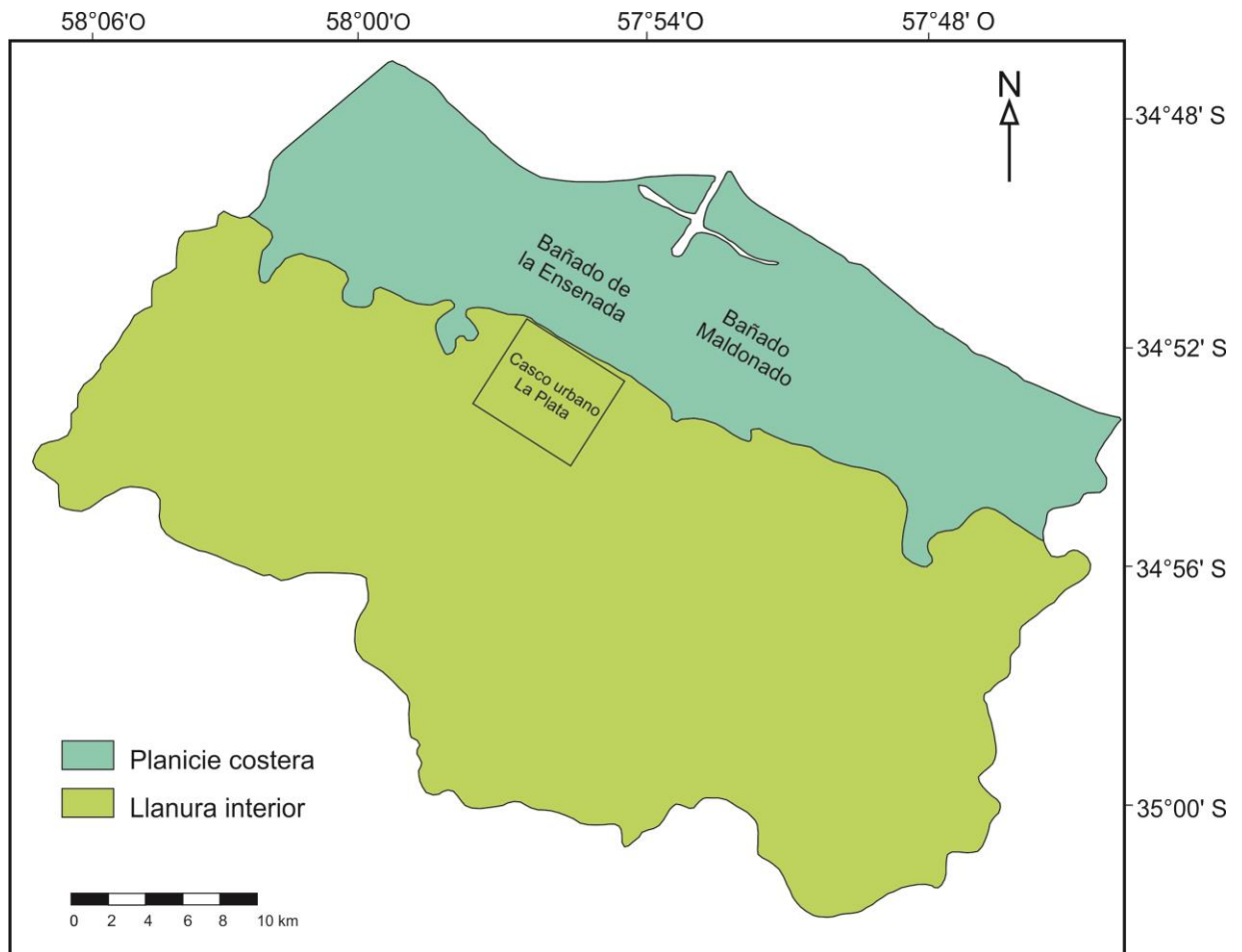


Figura 2. Áreas ocupadas por la Planicie costera y la Llanura interior. Tomado y modificado de Fucks et al. (2017).

La Llanura interior constituye la primera de estas zonas, donde el relieve es suavemente ondulado, con cotas superiores a los 5 m s.n.m. y gradientes longitudinales de pendiente que varían desde 0,4 a 0,1% (Camilión *et al.*, 2003). El diseño de drenaje puede definirse como paralelo a dendrítico, con colectores principales que reciben tributarios de diferente jerarquía. Un interfluvio principal ubicado en el partido de La Plata, aproximadamente entre las cotas de 30 y 20 m s.n.m. y con rumbo noroeste-sureste, actúa como divisoria de aguas entre las dos vertientes principales presentes en la Llanura interior (**Figura 3**): la del Río de la Plata, hacia el norte y la del Río Samborombón, al sur (Hurtado *et al.*, 2006). La vertiente del Río de la Plata, parte de la cual abarca el área de estudio, se caracteriza por poseer interfluvios anchos y valles amplios (Kruse *et al.*, 2014). Los numerosos arroyos y cursos de agua que drenan la Llanura interior, lo hacen con una marcada orientación hacia el noreste, desaguando en la mayor parte de los casos en la Planicie costera y no en el Río de la Plata debido al leve cambio de pendiente regional presente en esta unidad (Giménez *et al.*, 2005). La vertiente del Río de la Plata se encuentra atravesada por numerosos cursos fluviales con sus respectivas cuencas: en forma parcial las de los arroyos Pereyra y San Juan y en forma

total las de los arroyos Carnaval, Martín Rodríguez, Don Carlos, Del Gato, Pérez, Regimiento, Jardín Zoológico, Circunvalación, Malonado, Garibadi y El Pescado (**Figura 4**).

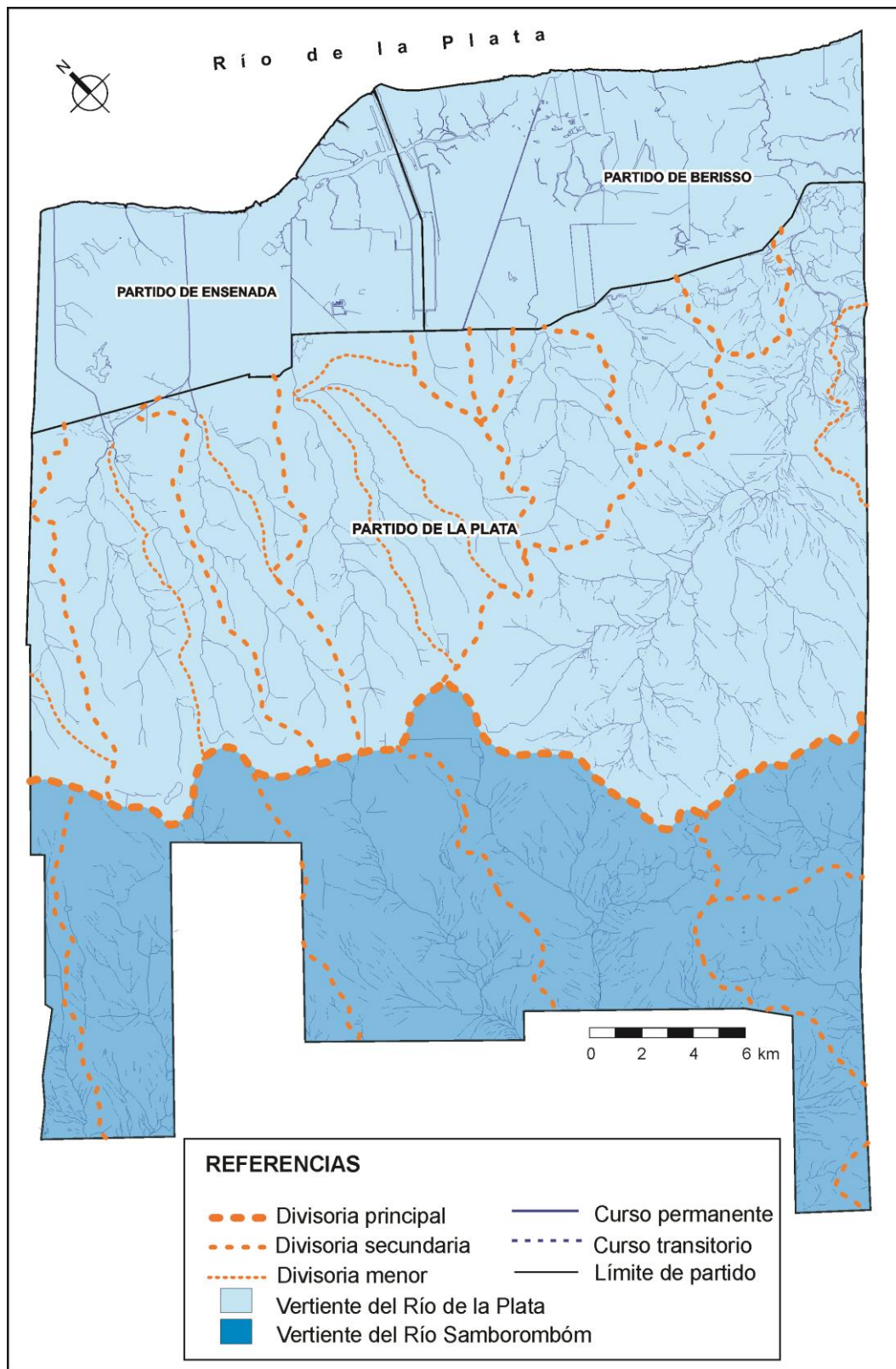


Figura 3. Vertientes del Río de la Plata y del Río Samborombón. Tomado y modificado de Giménez *et al.* (2005).

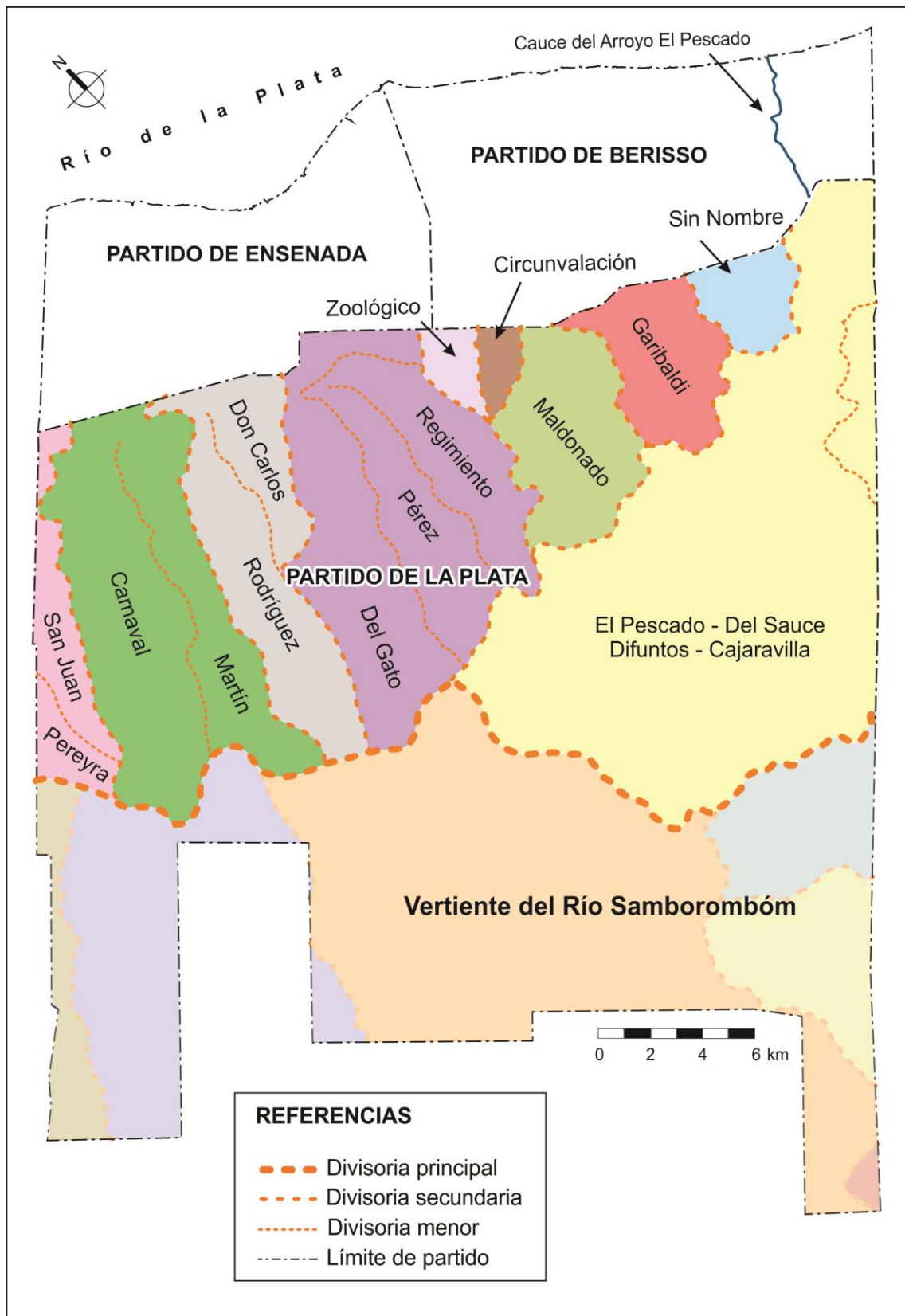


Figura 4. Cuencas de la vertiente del Río de la Plata en la Llanura interior (partido de La Plata). Tomado de Ronco *et al.*, 2016.

La Planicie costera, que comprende la segunda de las zonas mencionadas, se extiende aproximadamente entre la cota de 0 m s.n.m., correspondiente a la costa del Río de la Plata, y la de 4,5 m s.n.m. alrededor del límite con el partido de La Plata (Cabral *et al.*, 2016). Sin embargo, un porcentaje superior al 70% de su superficie se encuentra por debajo de los 2,5 m s.n.m. (Fidalgo y Martínez, 1983). Está vinculada a la unidad anterior a través de un brusco escalón o antiguo paleocantilado cuya pendiente oscila en general entre 1 y 2 %, que en la actualidad se halla disimulado por la erosión y la actividad antrópica (Hurtado *et al.*, 2006) y que determina el cambio desde procesos predominantemente erosivos a procesos predominantemente despositacionales (Camilión *et al.*, 2003). Se trata de una zona con topografía plano-cóncava, con una pendiente regional hacia el noroeste que decrece marcadamente con respecto a la de la Llanura interior, exhibiendo en general valores inferiores a 0,03%. Esto hace que la presencia de cuerpos de agua lénticos representados por bañados de amplia extensión y otros sectores deprimidos y mal drenados sea característica (Hurtado *et al.*, 1997a). En dichos espacios, en parte pantanosos, se depositan los sedimentos en transporte y crece una vegetación típica de zonas con anegamiento frecuente (Fidalgo y Martínez, 1983). Por lo tanto, a diferencia de la Llanura interior, resulta inapropiado hablar de la existencia de una red de drenaje bien diferenciada, con zonas de interfluvio o divisorias que permitan definir apropiadamente una cuenca. De esta manera el diseño de drenaje, esencialmente anárquico, queda definido tanto por la geomorfología de la región como con las mareas que afectan al estuario del Río de la Plata y los derrames provenientes de los arroyos ubicados en los partidos de La Plata y Magdalena (Giménez *et al.*, 2005).

En el área de la Planicie costera el nivel freático se encuentra a escasa distancia de la superficie, habitualmente a menos de un metro, e incluso aflorando durante extensos períodos en algunos sectores. Si a dicha situación se le añaden las características topográficas mencionadas previamente y el hecho de que la zona funciona como el principal ámbito de descarga subterránea natural de la región, esto produce que el flujo superficial se encuentre significativamente condicionado provocando prolongados anegamientos (Hurtado *et al.*, 1997b). Como consecuencia, gran parte de los cursos provenientes de la Llanura interior pierden energía y se insumen en los bañados Maldonado y de la Ensenada, ubicados en los partidos de Berisso y Ensenada, respectivamente (**Figura 5**). Dicha condición, por lo tanto, dificulta la llegada natural de las aguas hasta el nivel de base regional, constituido por el Río de la Plata (Kruse *et al.*, 2014). Debido a ello, ha sido necesaria la realización de canalizaciones destinadas a facilitar el drenaje hacia el Río de la Plata o el Río Santiago, uno de los principales cursos naturales que fluye paralelo al primero. Ambos se encuentran conectados mediante el Canal de Acceso al puerto de La Plata, además de por una red de cursos naturales modificada

casi en su totalidad con el objetivo vehiculizar las aguas con mayor eficacia (Cabral *et al.*, 2016). Una de las excepciones más significativas la constituye el arroyo El Pescado, cuyo curso excava su cauce en la Planicie costera debido a su importante caudal originado en una extensa cuenca de drenaje, alcanzando el río a través de la unión con el arroyo La Maza y en parte a través de un canal artificial (Giménez *et al.*, 2005).

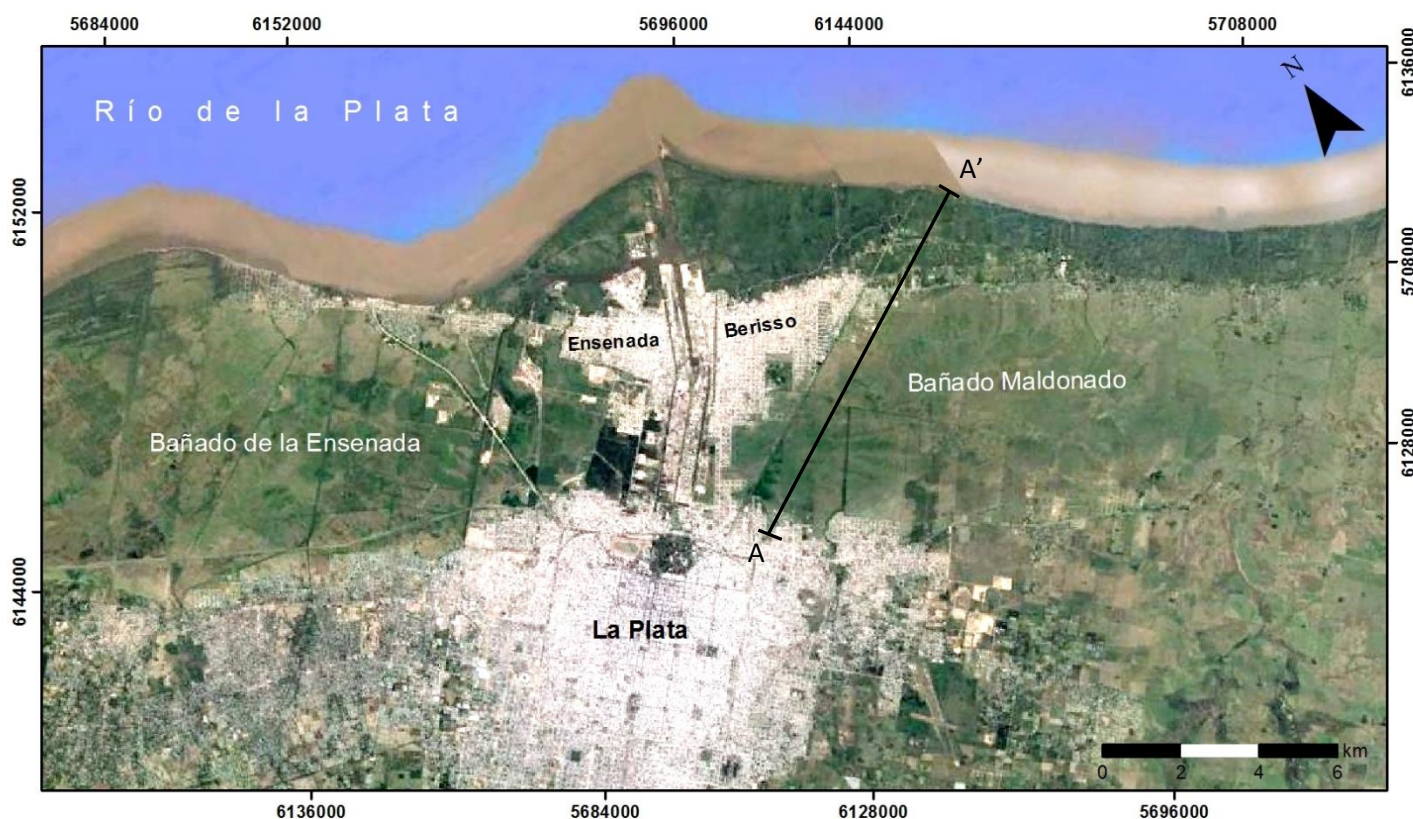


Figura 5. Bañados de la Ensenada y Maldonado en los partidos de Ensenada y Berisso, respectivamente.

En el partido de Berisso, el bañado Maldonado se encuentra hidráulicamente conectado al Río de la Plata por los canales artificiales Oeste, Menna, Castelli, Delgado, Napoleone y La Bellaca, que atraviesan la zona urbanizada, al igual que el bañado de la Ensenada en el partido homónimo. De forma complementaria, en los últimos años se han construido obras hidráulicas de protección, tales como un murallón costero en el partido de Berisso. El objetivo de dicha obra consiste en evitar que las aguas provenientes de mareas y sudestadas, que entorpecen el normal escurrimiento hacia la costa, penetren en el continente y generen graves inundaciones (Cabral *et al.*, 2016).

Cabe destacar que estas zonas deprimidas constituyen importantes áreas reguladoras de eventos de precipitaciones extremas, puesto que funcionan como áreas de almacenamiento temporario de grandes volúmenes de agua escurridos desde la Llanura interior (Kruse *et al.*, 2014).

3.2 Marco geológico

El sector en estudio se encuentra ubicado en el borde septentrional de la Provincia Geológica denominada como Cuenca del Salado (ver Cavallotto, 1995). Su registro estratigráfico comienza con un basamento de edad premesozoica constituido por rocas ígneas plutónicas ácidas y efusivas básicas y por rocas metamórficas, al cual se le superponen sedimentos cretácicos y terciarios atribuidos tanto a ambientes continentales como marinos (ver Cavallotto, 2002). Los depósitos que culminan la secuencia corresponden a sedimentos transgresivos-regresivos de edad cuaternaria, cuyo origen se relaciona con las marcadas fluctuaciones del nivel del mar en respuesta a eventos climáticos al menos desde el Pleistoceno (Fidalgo *et al.*, 1973; Fucks *et al.*, 2010).

Si bien el desarrollo de la Planicie costera tuvo lugar durante la regresión holocena, los factores intervinientes en su modelado comenzaron a manifestarse con anterioridad (Cavallotto, 2002). Luego del Último Máximo Glacial (18-20 ka A.P.), un cambio en las condiciones climáticas dio lugar al inicio de la deglaciación, a partir de la cual comenzó un ascenso eustático con una velocidad estimada de 1 cm/año (Fucks *et al.*, 2010). Hacia los 5,5 a 6 ka A.P. tuvo lugar el máximo transgresivo, durante el cual las aguas habrían alcanzado cotas de 6,5 m (Cavallotto, 1995) o bien de 3-4 m (Fucks *et al.*, 2010) sobre el nivel medio actual. Este último evento coincidió con las mayores temperaturas registradas en diferentes partes a lo largo de todo el planeta, lo cual llevó a establecer el llamado Óptimo climático del Holoceno medio (Richiano *et al.*, 2012). Posteriormente, el mar comenzó su descenso hasta su posición actual, lo que generó un proceso de fuerte progradación costera que dio origen a la secuencia regresiva (Cavallotto, 1996).

La descripción de la columna estratigráfica plio-pleistocena y fundamentalmente holocena resulta de particular interés en el presente trabajo. El motivo radica en que son éstas las unidades que actuaron como materiales originarios de los suelos que hoy en día se desarrollan en los sectores a estudiar de la Llanura interior y la Planicie costera, respectivamente (**Figura 6**).

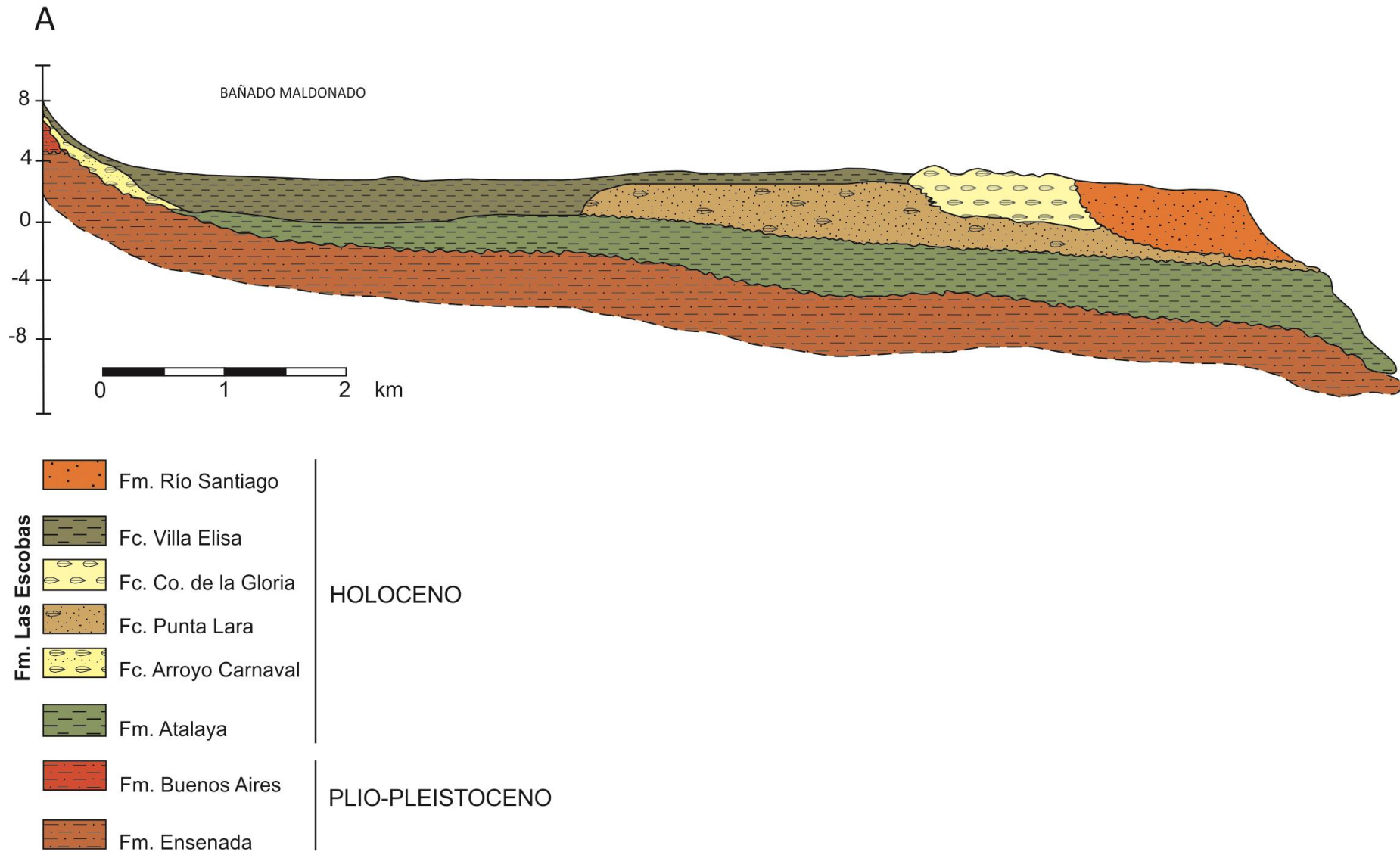


Figura 6. Perfil y columna estratigráfica Plio-Pleistocena y Holocena de la Planicie Costera del Río de la Plata. La sección elegida se muestra en la figura anterior. Tomado y modificado de Cavallotto (1995).

La unidad aflorante más antigua en la zona corresponde a la Formación Ensenada (Riggi *et al.*, 1986). Esta unidad loésica castaña rojiza, de edad pliocena tardía a pleistocena tardía (Bobbio *et al.*, 1986) aflora en toda la Llanura interior. Por encima, y cuando no se encuentra erosionada, se dispone la Formación Buenos Aires (Riggi *et al.*, 1986) en discordancia erosiva, tratándose en general de sedimentos limo arcillosos loessoides de color castaño rojizo (Bidegain y Rico, 2004). Ambas conforman el sustrato de origen continental pre-holoceno de la Planicie costera, donde se depositaron en discordancia erosiva los sedimentos asociados a la denominada ingresión marina del Piso Isotópico Marino 1 o MIS 1. Según Cavallotto (1995), estos últimos comienzan con las facies transgresivas de la Formación Atalaya (Parker, 1990). En la Planicie costera su presencia fue detectada en subsuelo, tratándose mayormente de arcillas a arcillas limosas verde oliva de ambiente estuárico. A esta unidad se le asigna una edad que oscila entre los 7 y 6 ka A.P. (Cortelezzi, 1977; Fidalgo *et al.*, 1981; Cavallotto, 1995; Fucks *et al.*, 2010).

Por encima se encuentra la Formación Las Escobas (Fidalgo y Martínez, 1983), la cual fue interpretada por Cavallotto (1995) como integrante del cortejo de mar alto, mientras que para Richiano *et al.* (2012), en el área costera de la Bahía de Samborombón, constituiría parte de los cortejos regresivo y de caída. Esta unidad, que abarca desde aproximadamente los 8 ka A.P. hasta los 3 ka A.P. (Violante *et al.*, 2001; Violante y Parker, 2004) está conformada por diferentes facies (Cavallotto, 1995), dentro de las cuales se mencionará a las consideradas más relevantes por lo expuesto anteriormente. La Facies Arroyo Carnaval se presenta en superficie como cordones discontinuos de pequeño tamaño que abarcan desde las inmediaciones del Arroyo Carnaval hasta el Arroyo El Pescado. Los mismos se encuentran compuestos por valvas de moluscos enteras y fragmentadas con diferente grado de cementación e intercalaciones de arena correspondientes a un ambiente de playa generada por olas de tormenta. Su edad varía entre 5140 ± 140 años A.P. (Cortelezzi *et al.*, 1992) y 6090 ± 90 años A.P. (Cavallotto, 1995). Depósitos de aspecto semejante caracterizados por la presencia de valvas de moluscos enteras y fragmentadas desarticuladas y rodados de tosca, dispuestas en capas con una inclinación aproximada de 5° , fueron descriptos por este último autor como Facies Cerro de la Gloria. Las concentraciones esqueléticas corresponden principalmente a gastrópodos y bivalvos, dentro de los cuales se destacan los taxa *Littoridina australis* y *Mactra isabelleana*, respectivamente (Aguirre, 1993). Spalletti *et al.* (1987) atribuye estos depósitos a un ambiente de playa con rompiente de alta energía, mientras que Fucks *et al.* (2010), para depósitos similares en la Bahía de Samborombón, interpretan un ambiente de playa de alta energía afectada por eventos de tormenta (sudestadas). Esta facies cuenta con numerosos datos radiocarbónicos que la ubican en el Holoceno superior. En las localidades de Los Talas y Palo Blanco, Cigliano

(1966) obtuvo edades de 4250 ± 70 años A.P. y de 4760 ± 120 años A.P., respectivamente. Cortelezzi y Lerman (1971), por su parte, determinaron un valor de 2990 ± 40 años A.P. en el último de estos lugares. Las facies Arroyo Carnaval y Cerro de la Gloria en conjunto podrían ser equivalentes al Miembro Cerro de la Gloria descrito en primer término en el partido de La Plata por Fidalgo y Martínez (1983), y por Fucks *et al.* (2010) y Richiano *et al.* (2012) en la Bahía de Samborombón.

Hacia el sector noreste se destaca la Facies Punta Lara, asignada al Holoceno superior, la cual se extiende en el subsuelo de toda la zona de estudio. Se trata de arenas finas a muy finas de color castaño con valvas de moluscos diseminadas, que exhiben intercalaciones arcillosas. Esta facies es interpretada por Cavallotto (1995) como un depósito de ambiente de playa abierta de baja energía que desde el inicio de la regresión holocena evolucionó formando una espiga. Hacia el suroeste de la zona de trabajo se disponen los depósitos denominados como Facies Villa Elisa por Cavallotto (1995). Se trata de arcillas limosas muy plásticas y adhesivas de color castaño oscuro, principalmente esmectíticas (Gómez Samus *et al.*, 2017) asignadas mediante relaciones estratigráficas al Holoceno superior (entre los 3,5 y 2,5 ka A.P.). Es destacable la abundante presencia de óxi-hidróxidos de hierro, muchas veces en constituyendo concreciones o glébulas (Imbellone y Zárate, 1983). A partir de la litología y el contenido fosilífero se interpreta un ambiente generado bajo condiciones de poca profundidad y muy baja energía (Cavallotto, 1995). Éste habría estado sometido a la acción de las mareas en la zona de mezcla de aguas dulces y salobres, donde como consecuencia se habría producido la floculación los sedimentos finos aportados esencialmente por la descarga de ríos y arroyos (Cavallotto y Violante, 2005).

Los depósitos más recientes, por su parte, pertenecen a las formaciones Río Santiago y Playa Honda, ubicados en posición subaérea y subácea, respectivamente (Cavallotto, 1995). Según dicho autor, la primera de ellas aflora a lo largo del borde externo de la Planicie costera y constituye el último evento en el desarrollo evolutivo de la misma. En base a su composición litológica la Formación Río Santiago se encuentra dividida en dos facies: una arenosa, compuesta por arenas finas a muy finas de color castaño claro y otra arcillosa a arcillo limosa. A pesar de no contar con dataciones radiocarbónicas, la reciente edad de esta unidad es confirmada por su carácter de depósitos en equilibrio con la dinámica depositacional del estuario del Río de la Plata. Se la interpreta como la continuación sedimentaria subaérea del Delta del Paraná, cuyos procesos formadores continúan operando hoy en día (Cavallotto, 1995).

3.3 Marco geomorfológico

Como se expuso previamente, en base a criterios geomorfológicos que incluyen origen y tipo de materiales de cobertura, geformas y sus procesos generadores, Giménez *et al.* (2005) y Cabral *et al.* (2016) identifican en el sector noreste de la provincia de Buenos Aires cuatro grandes áreas (**Figura 7**). En la Planicie costera definen dos de ellas teniendo en cuenta fundamentalmente el origen de sus materiales: la fluvio-estuárica y la marina, denominadas en conjunto por Hurtado *et al.* (2006) como área de influencia estuárico-marina, principal objeto de estudio de este trabajo. Los partidos de Ensenada y Berisso se encuentran en su mayor parte dentro de las mismas, que contienen una sucesión de formas de agradación originadas durante el proceso relacionado con el ciclo regresivo del mar holoceno. Un área de origen mixto separa según estos autores a la Planicie Costera de la Llanura interior, en la cual se desarrolla el área de origen continental, que abarca el partido de La Plata.

Asimismo, cada uno de los sectores anteriores fue dividido por los mismos autores en unidades geomorfológicas de menor jerarquía, caracterizadas por presentar rasgos geomorfológicos, topográficos y erosivos homogéneos (**Tabla 2**).

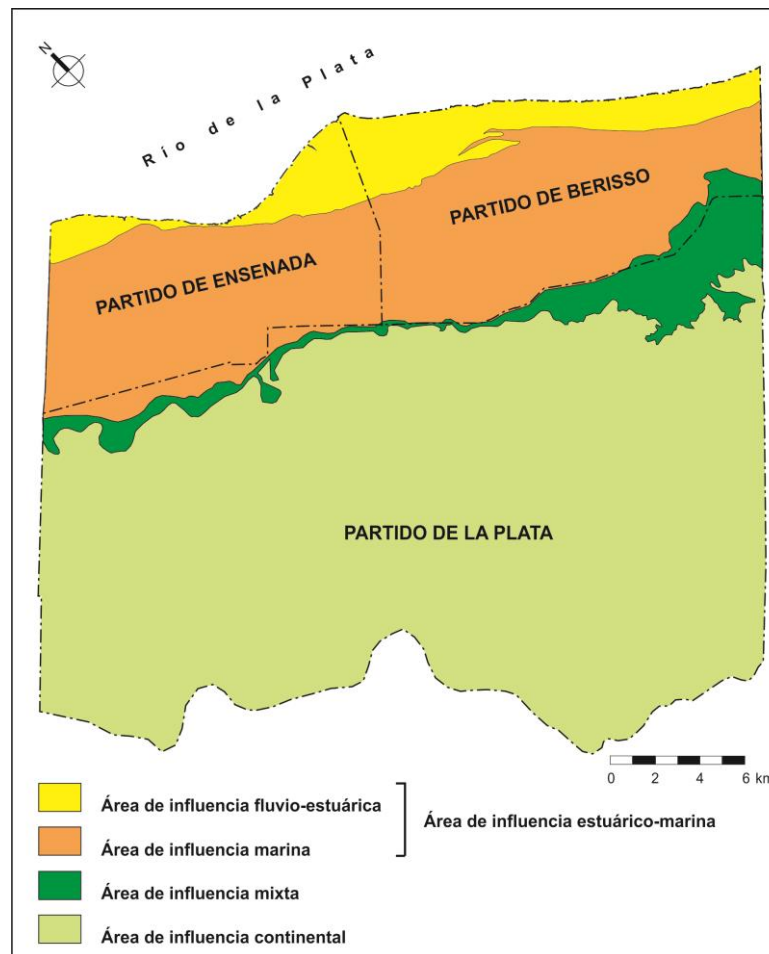


Figura 7. Áreas de influencia según Giménez *et al.* (2005), Cabral *et al.* (2016) y Hurtado *et al.* (2006).

ORIGEN DEL ÁREA	UNIDAD	LOCALIZACIÓN TOPOGRAFICA	MATERIAL	PROCESOS FORMATIVOS	EROSIÓN ACTUAL		HIDROLOGÍA		ANEGABILIDAD
					EÓLICA	HÍDRICA	SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	
FLUVIO-ESTUARICO	Playa	0 (cero) msnm	arena fina	aluvional estuárico	nula	elevada	anegamiento permanente	sin incidencia	máxima
	Llanura aluvional (antigua y reciente)	baja	arcilla/limo/arena fina	aluvional estuárico	nula	elevada	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
MARINO	Cordón conchil	aprox. cota 5 m	valvas marinas	acumulación marina	nula	mínima	control del escurrimiento	sin incidencia	mínima
	Cordón litoral	baja	arena fina estratificada/arcilla	estuárico marino	nula	elevada y con mínima infiltración	anegamiento esporádico	freática salinizada cercana a la superficie	media
	Llanura de fango	baja	arcilla/limo/arena fina	aluvional estuárico	nula	moderada y con mínima infiltración	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
	Bañado	baja	arcilla	estuárico	nula	elevada	anegamiento permanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
	Llanura de mareas interior	baja	arcilla	estuárico	nula	elevada y con mínima infiltración	anegamiento semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
	Antiguos canales de mareas	baja	arcilla/limo/arena fina	aluvional estuárico	nula	máxima	drenaje semipermanente	freática salinizada cercana a la superficie	máxima
MIXTO	Antiguo estuario interior	entre cotas de 3 y 5 m	arcilla/limo	fluvial - estuario marino	nula	máxima	area desagüe de arroyos	zona de descarga	máxima
	Interfluvio de origen mixto	media	arcilla/limo/loess	fluvial estuárica	nula	moderada	anegamiento esporádico	freática salinizada cercana a la superficie	media
	Paleoacantilado o Antigua franja costera	entre cotas de 3 y 5 m	loess	erosión marina	nula	moderada	drenaje en manto	freática salinizada cercana a la superficie	media
CONTINENTAL	Interfluvio convexo	alta	loess	erosión hídrica	nula	mínima	nacimiento de afluentes	zona de recarga	mínima
	Planicie de inundación	área baja	arcilla/limo	acumulación fluvial	nula	elevada	áreas de desbordes periódicos	esporádicamente mantiene caudal de base	máxima
	Planicie de inundación mayor	área baja	arcilla/limo	acumulación fluvial	nula	moderada	áreas de desbordes eventuales	zona de conducción hacia el cauce	media
	Área con Pendiente	media	loess	erosión hídrica	nula	elevada	drenaje en manto	zona de recarga	media
	Cañadas	área levemente deprimida	loess/limo/arcilla	erosión fluvial incipiente	nula	moderada	drenaje incipiente	zona de recarga	media
	Cubetas de deflación	media-alta	limo/arcilla	erosión eólica e hídrica	mínima	elevada	drenaje centrípeto esporádico	cuerpos alternativamente influentes o efluentes	media

Tabla 2. Unidades geomorfológicas y sus principales características. Tomado y modificado de Cabral *et al.*

(2016).

3.3.1 Área de influencia fluvio-estuárica

Se dispone ocupando una franja paralela a la costa actual de aproximadamente 3 km de ancho, limitando al sur con una antigua línea de costa que la separa de los materiales de origen marino (Cabral *et al.*, 2016). Esta zona, permanentemente influenciada por la acción de las mareas, está compuesta por material arenoso suelto y se encuentra conectada con el río a partir de numerosos cursos de agua (Giménez *et al.*, 2005). Posee geformas relacionadas a un aparato deltaico desarrollado en un medio fluvio-estuárico que ocupan el borde externo de la Planicie costera (Cavallotto, 1995).

A su vez, en el área de origen fluvio-estuárica pueden diferenciarse dos zonas:

Playa actual: se trata de una sucesión de suaves crestas y canales generalmente de arena fina que se disponen en forma continua en el borde litoral de la totalidad del área de estudio (Cabral *et al.*, 2016). Su ancho depende de la amplitud de las mareas, por lo cual habitualmente presenta valores que oscilan entre los 100 y 150 metros, aunque pueden variar (Cavallotto, 1995).

Llanura aluvional: esta unidad está representada por una suave lomada, la cual limita al noreste con la Playa actual y al suroeste con el Cordón litoral y el Cordón conchil. Una discontinuidad que se manifiesta topográficamente como un “escalón costero” (Giménez *et al.*, 2005) o “microacantilado” (Cavallotto, 1995), de menos de un metro de altura, separa a la Llanura aluvional de las unidades marinas. Dicha discontinuidad se considera producto de un retroceso momentáneo de la línea de costa en respuesta a cambios en las condiciones dinámicas (Cavallotto, 1995). El hecho de que las cotas alcanzadas sean ligeramente superiores a los 3 metros, hace que la Llanura aluvional sea en ocasiones sobrepasada por el agua durante mareas extraordinarias. Desde el punto de vista hidráulico esta unidad representa una zona altamente comprometida debido a su permanente inundación (Cabral *et al.*, 2016). El sistema de drenaje está compuesto por cursos paralelos bien definidos y con escurrimiento neto hacia el norte, dentro de los cuales se destacan el Río Santiago, el Arroyo La Maza y el Arroyo La Balandra, los que a su vez actúan como canales de mareas (Cavallotto, 1995). Sin embargo, las condiciones hidrológicas de esta unidad han sido marcadamente modificadas por la presencia de canales artificiales y caminos costaneros.

Las características litológicas y topográficas le confieren condiciones propicias para el desarrollo de una densa vegetación parcialmente relacionada con la comunidad de la selva marginal, que se extiende además por los ríos Uruguay y Paraná (Cavallotto, 1995). Esta unidad se corresponde con la Formación Río Santiago (Giménez *et al.*, 2005).

De acuerdo a la evolución geomorfológica del área, Giménez *et al.* (2005) distinguen una **Llanura aluvional antigua** y una **Llanura aluvional reciente**. La primera se relaciona a la acumulación de material arenoso provocado por corrientes litorales paralelas a la costa, dando origen a un cordón litoral que encerró por detrás un área baja e inundable (Cavallotto, 2002). Los depósitos de esta subunidad se observan principalmente en el partido de Berisso. La segunda, por otra parte, se asocia con la colmatación de la antigua laguna costera y el incremento en la zona ribereña de material aluvional más reciente, y está representada tanto en el partido de Berisso como en el de Ensenada.

3.3.2 Área de influencia marina

Ocupa una faja de 5 a 8 km de ancho, dispuesta de forma paralela a la anterior, con cotas menores a los 5 m s.n.m., aunque la gran mayoría de su superficie no supera los 2,5 m s.n.m. Es destacable la presencia de áreas bajas e inundables, a veces de considerables dimensiones como es el caso de los Bañados Maldonado y de la Ensenada, en los cuales desaguan gran parte de los arroyos provenientes de la Llanura Interior (Giménez *et al.*, 2005). Las subunidades geomorfológicas presentes son las siguientes:

Cordón conchil: comprende georformas positivas cordoniformes dispuestas de manera paralela a subparalela entre sí y a la actual costa (Cavallotto, 2002). Su mejor expresión se da en el partido de Berisso, en la zona de Los Talas, donde también exhiben su mayor superficie. Los cordones aquí localizados poseen edades de alrededor de 3000 años A.P., alcanzando alturas de aproximadamente 2,5 m s.n.m. A ambos lados de la Ruta Provincial Nº11, entre las calles 605 y el Arroyo El Pescado y en las inmediaciones del Arroyo Carnaval, abarcando el borde interno de la Planicie Costera, existe otra serie de cordones más angostos y discontinuos (Cavallotto, 1995). Además de ser más antiguos que los primeros (alrededor de 6000 años A.P), sus alturas aproximadas son mayores, rondando los 5 m s.n.m. (Giménez *et al.*, 2005). En el primer caso se trataría de depósitos pertenecientes a la Facies Cerro de la Gloria, mientras que en el segundo los cordones podrían corresponderse con la Facies Arroyo Carnaval, ambas integrantes de la Formación Las Escobas (Cavallotto, 1995).

Los sucesivos cordones conchiles alternan con áreas de relieve más deprimido denominadas comúnmente como “intercordones”. En ellas, los contenidos de arcilla son más importantes, haciendo que las condiciones de drenaje sean más restringidas y, por lo tanto, que la vegetación asentada en uno y otro sitio difiera en cortas distancias. Así, los cordones conchilles se caracterizan por la presencia de grandes árboles como los de las especies *Celtis*

tala y *Acacia caven* (espinillo), mientras que los espacios intercordón presentan vegetación típica de zonas de drenaje deficiente, como es el caso de *Solanum glaucophyllum* o duraznillo.

Debido a la alta permeabilidad de las conchillas, que favorece la recarga autóctona directa a partir de la infiltración de la lluvia, es característica en estas geoformas el desarrollo de lentes de agua dulce (Carol y Kruse, 2012). En ocasiones estos lentes funcionan como fuente de abastecimiento de agua dulce para la población, que las explota a partir de perforaciones someras (Roig *et al.*, 2014). Además, su rol en la preservación ambiental de las especies vegetales autóctonas que albergan resulta significativo, dado que les suministran aguas de baja salinidad

La acción antrópica ha provocado una importante alteración de esta unidad debido a las extracciones de material calcáreo destinadas principalmente a la industria de la construcción. A partir del Paraje La Florida (partido de Berisso) y en dirección oeste, esta unidad comienza a disminuir su extensión, pasando lateralmente a depósitos del Cordón Litoral, los cuales continúan en el partido de Ensenada.

Cordón litoral: al igual que la unidad anterior, el cordón litoral se dispone de forma elongada, continua y paralela a la costa, con una importante distribución areal, comprendiendo parte de los partidos de Berisso y Ensenada (Giménez *et al.*, 2005). Sus cotas elevadas, mayores a los 2,5 m s.n.m., han provocado el asentamiento en esta unidad de gran parte de la zona urbanizada. Los depósitos que la componen se corresponden con la Facies Punta Lara de la Formación Las Escobas (Cavallotto, 1995), a la cual le subyace la Formación Atalaya y le sobreyacen sedimentos arcillosos de la Facies Villa Elisa, también integrante de la Formación Las Escobas (**Figura 6**).

Llanura de fango: se trata de una zona de relieve plano a plano cóncavo con cotas medias que oscilan entre 1,25 y 2,5 m s.n.m., ampliamente desarrollada tanto en el partido de Berisso como en el de Ensenada. Su ancho máximo se manifiesta frente a la localidad de Punta Lara, donde alcanza los 8 km, para luego comenzar a estrecharse hacia el noroeste (Cavallotto, 1995). Los depósitos que componen esta unidad presentan una marcada heterogeneidad litológica, que varía desde un material sumamente arcilloso en la superficie correspondiente con la Facies Villa Elisa (Gómez Samus *et al.*, 2017), hasta sedimentos loésicos masivos en profundidad, atribuidos a la Formación Ensenada (Cavallotto, 1995; Giménez *et al.*, 2005). Debido al leve cambio de pendiente de la Llanura de fango, los numerosos cursos de agua que drenan la Llanura Interior dispersan sus aguas sin la posibilidad de labrar cauces bien definidos.

Bañado: comprende áreas deprimidas de topografía levemente plano-cóncava, pobremente drenadas y anegadas de manera casi permanente, que se encuentran rodeadas por la unidad anterior (Cabral *et al.*, 2016). Dichas zonas bajas y anegables constituyen pantanos o bañados no integrados, en los cuales se ve favorecido el crecimiento de vegetación hidrófila. Son estas características topográficas las que determinan que los arroyos que se extienden desde la Llanura interior desagüen en esta zona o bien lo hagan en el río a través de canales artificiales (Cavallotto, 1995). Los ejemplos más significativos los constituyen el Bañado Maldonado y el Bañado de la Ensenada (**Figura 5**). Desde el punto de vista estratigráfico, la secuencia sedimentaria resulta similar a la descrita para la Llanura de Fango (Giménez *et al.*, 2005).

Llanura de mareas interior: está representada por un área suavemente deprimida compuesta por material arcilloso aportado por las elevaciones del nivel del mar producto de las mareas (Cabral *et al.*, 2016). Se localiza en el sector sureste del partido de Berisso, sobre la margen derecha del Arroyo El Pescado, continuando en el partido de La Plata y esencialmente en el de Magdalena. Si bien actualmente esta unidad ha quedado desconectada de los procesos mareales, conserva las formas de canales de marea que la atraviesan (Giménez *et al.*, 2005), los cuales constituyen la siguiente subunidad.

Antiguo canal de mareas: sobre la superficie de la Llanura interior de mareas se desarrolla un complejo sistema de canales de marea de diseño meandroso o localmente sinuoso (Cavallotto, 1995). Dichos canales representan relictos de una zona afectada por los procesos mareales durante el máximo transgresivo holoceno, que quedaron desactivados al depositarse en su frente los cordones conchiles (Cavallotto, 1995). Posteriormente los mismos fueron rellenados con depósitos aluviales debido a la actuación de los agentes subaéreos. Tanto en esta unidad como en la anterior, los sedimentos se asemejan a los de la Llanura de fango.

3.3.3 Área de influencia mixta

Antiguo estuario interior: comprende un conjunto de georformas constituidas por sedimentos de la Planicie Costera que penetran hacia la Llanura interior a través de los tramos inferiores de cursos de agua principales tales como los arroyos El Pescado, Garibaldi y Maldonado (Giménez *et al.*, 2005). Estas extensiones inundables, que durante la última ingresión marina holocena se desempeñaron como estuarios, pueden identificarse por sus formas que asemejan embudos, con vértices apuntando hacia el sur, aguas arriba (Cabral *et al.*, 2016) principalmente en el partido de La Plata. Los sedimentos poseen características texturales y de coloración similares a las descritas para la Llanura de fango, pero rematando

las secuencias aparecen depósitos de origen fluvial derivados de los cursos de agua mencionados.

Interfluvio de origen mixto: se trata pequeños sectores ligeramente sobreelevados en el paisaje deprimido circundante, ubicados en la desembocadura hacia la Planicie Costera del Arroyo El Pescado (Cabral *et al.*, 2016). Su origen se relacionaría con la significativa erosión hídrica generada por la llegada de dicho arroyo desde la Llanura interior y por sus desbordes permanentes. La composición de esta unidad es predominantemente loésica, asentada sobre material marino (Hurtado *et al.*, 2006).

Paleocantilado o antigua franja costera: el límite exterior de la Llanura interior, correspondiente al área de influencia continental, se manifiesta mediante un escalón o cambio de pendiente que lo separa de la Planicie costera (Giménez *et al.*, 2005). En la zona de estudio, dicho escalón se localiza aproximadamente entre las cotas de 5 y 7,5 m s.n.m., bordeando la ciudad de La Plata, de forma paralela a la Calle 122 y con un desnivel medio del orden de los 2 metros (Cavallotto, 1995). Su origen se relaciona con los procesos desarrollados durante el máximo avance de la transgresión holocena, señalando el límite más interno de erosión retrocedente alcanzado durante este evento (Cabral *et al.*, 2016). Los sedimentos plio-pleistocenos que lo conforman poseen una componente de origen continental, como es el caso de la Formación Ensenada y en parte una componente de origen marino correspondiente a la Formación Pascua (Fidalgo *et al.*, 1973).

3.3.4 Área de influencia continental

Este sector está formado por sedimentos loésicos de origen continental, derivados principalmente de rocas basálticas y andesíticas y depósitos de toba provenientes de la Cordillera de los Andes (Morrás y Moretti, 2016). Aunque inicialmente se pensaba en un transporte directo a través del viento desde estas áreas fuente (Teruggi 1957; Sayago 1995), varios autores propusieron diferentes alternativas considerando una primera etapa de transporte fluvial (González Bonorino, 1965; Zárate y Blasi, 1993; Iriondo, 1990; Iriondo y Kröhling, 2007).

El área de influencia continental presenta un relieve con suaves ondulaciones, con cotas mayores a los 5 m s.n.m. que se incrementan hacia el sur hasta alcanzar valores máximos de 35 m s.n.m, para luego descender hacia el Río Salado (Cavallotto, 1995). Ha sido incluido por diversos autores dentro de la Pampa Ondulada (Tricart, 1973; Fidalgo y Martínez, 1983). Cabral *et al.* (2016), por su parte, afirman que la vertiente del Río de la Plata presenta rasgos

morfológicos que pueden asemejarse con los de dicha unidad, evidenciados en las sinuosidades producidas por la alternancia de interfluvios y planicies de inundación. Hacia la vertiente del Río Samborombón, el relieve se torna más plano, lo cual podría indicar una transición hacia la Pampa Deprimida.

En el área de estudio ocupa un pequeño sector hacia el suroeste, en el partido de La Plata, el cual fue tenido en cuenta debido a sus características topográficas, litológicas y pedológicas contrastantes con las de la Planicie Costera. Las unidades morfológicas son las siguientes:

Interfluvio convexo: corresponden a zonas elongadas plano-convexas, con una orientación suroeste-noreste, que funcionan como divisorias de aguas entre los arroyos y afluentes de la Llanura interior (Cabral *et al.*, 2016). Están compuestos por los sedimentos continentales de las formaciones Ensenada y Buenos Aires, además de limos de color castaño claro atribuibles a la Formación La Postrera (Fidalgo *et al.*, 1975).

Planicie de inundación: esta unidad, delimitada en base a criterios hidrológicos, comprende las zonas adyacentes a los arroyos y afluentes sujetas a frecuentes inundaciones. En la zona de estudio muchas de ellas han sufrido un intenso proceso de urbanización, lo que por un lado provoca perjuicios a la población allí asentada y por otro constituye un obstáculo para el normal escurrimiento de las aguas (Cabral *et al.*, 2016).

Planicie de inundación mayor: esta unidad fue definida por Cabral *et al.*, (2016) en las cuencas de los arroyos de la vertiente del Río de la Plata luego de la excepcional tormenta del 2 de abril del 2013, con un registro de precipitaciones en la Estación Climatológica La Plata de 394 mm en un período de 24 horas. El motivo de su creación radica en que la enorme cantidad de agua precipitada superó las planicies de inundación natural, abarcando un área de mayor extensión **(Figura 8)**.

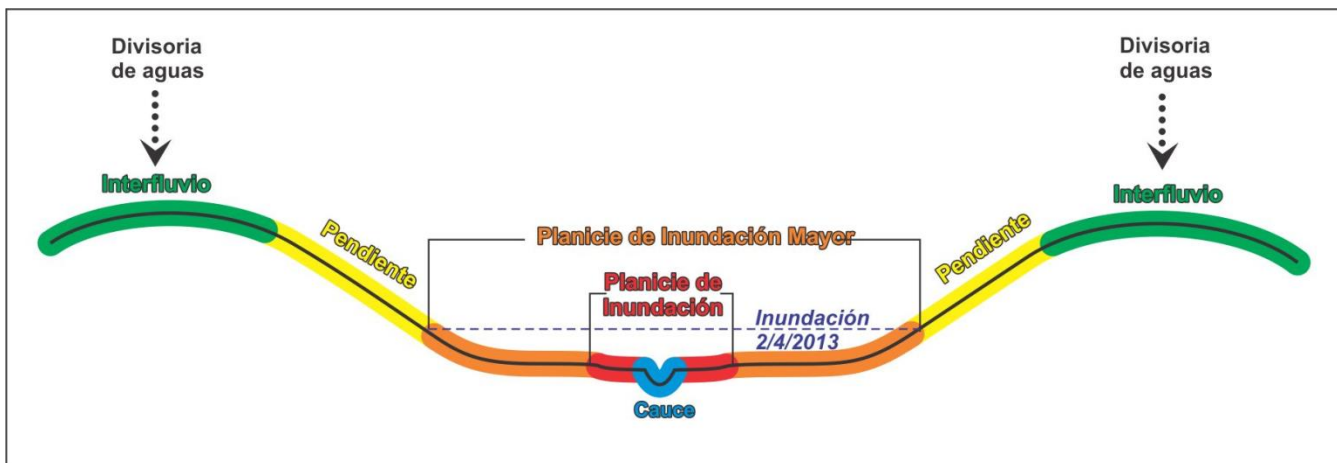


Figura 8. Delimitación de la unidad geomorfológica Planicie de inundación mayor. Tomado de Cabral *et al.*, (2016).

Área con pendiente: comprende las zonas localizadas entre las planicies de inundación de los arroyos y los interfluvios convexos, que constituyen las paredes de los antiguos valles fluviales (Cabral *et al.*, 2016).

Cañada: abarca depresiones elongadas y poco profundas ubicadas en las nacientes de los arroyos donde el movimiento del agua no sigue un curso definido o bien bajos inundables que corresponden a antiguas conexiones de los bañados con el río.

Cubeta de deflación: se trata de depresiones en general subcirculares poco profundas y de pequeño tamaño (menos de 50 metros de diámetro) originadas por deflación épocas de mayor aridez. No obstante, actualmente funcionan como depresiones anegadas en forma casi permanente (Cabral *et al.*, 2016).

3.4 Suelos

Los trabajos realizados en el área de estudio por diversos autores (Giménez *et al.*, 2005; Hurtado *et al.*, 2006; Imbellone *et al.*, 2009; Imbellone y Mormeneo, 2011; Manassero *et al.*, 2013, Cabral *et al.*, 2016 y Gómez Samus *et al.*, 2017, entre otros) concuerdan en que la misma presenta una variedad de tipos de suelo cuyo origen está relacionado a la depositación de materiales originarios de diferente composición durante el Cuaternario, modificados por pedogénesis en grado variable. Es así que en consonancia con la caracterización geológica y geomorfológica, los suelos han sido divididos por algunos de estos autores en áreas de influencia fluvio-estuarina, marina, mixta y continental (**Figura 7**).

La mayor parte de los suelos de la Planicie Costera corresponden a aquellos con sustrato de origen marino, los cuales, en orden decreciente de importancia, fueron clasificados por Giménez *et al.* (2005) y Hurtado *et al.* (2006) dentro de los órdenes Vertisol y Molisol (Soil Survey Staff, 2010). En el primer caso predominan los materiales originarios de granulometría muy fina, principalmente argilominerales, representados por esmectitas, illita y de forma secundaria caolinita e interestratificados illita/esmectita. De considerable significancia resulta el contenido de hierro total en estos materiales, que en ocasiones alcanza valores de alrededor de 10%, con una visible preponderancia del Fe^{3+} sobre el Fe^{2+} (Gómez Samus *et al.*, 2017). La participación de procesos pedogenéticos como vertisolización, alcalinización, salinización y argiliturbación es variable, resultando de importancia según el sector analizado. Los Molisoles de la Planicie costera, por su parte, se desarrollan a partir de las acumulaciones conchiles, lo que les otorga características particulares y bien diferentes de los Vertisoles (Giménez *et al.*, 2005).

En el sector costero de origen fluvo-estuarino los suelos han sido clasificados a nivel de Orden como Entisoles. Los materiales originarios exhiben texturas gruesas con alternancia de capas de granulometría fina. Su característico pobre desarrollo es causado tanto por la juventud y composición de los materiales originarios como por el exceso de agua por endo y episaturación. Esto último se debe a la presencia del nivel freático cercano a la superficie y al anegamiento superficial, respectivamente (Cabral *et al.*, 2016). En la mayoría de los casos resulta imposible distinguir entre endo y episaturación, por lo que se los describe como parte de un mismo proceso.

Las condiciones de hidromorfismo que presentan la vasta mayoría de estos suelos de la Planicie costera, generados por la conjunción de las condiciones hídricas y climáticas, sumadas a la topografía plano-cóncava y a la vegetación, se ven expresadas a través de rasgos redoximórficos diferentes y usualmente bien desarrollados.

Los suelos formados a partir de sedimentos de origen mixto, correspondientes a los órdenes Alfisol, Molisol y Entisol y ubicados en el límite entre los que se desarrollan en materiales marinos y los que lo hacen en materiales continentales, exhiben una intrincada distribución, con sustanciales modificaciones de sus atributos en acotados espacios del terreno (Giménez *et al.*, 2005). Además, debido a su naturaleza, son habituales las discontinuidades litológicas en las que alternan horizontes con mezclas de materiales marinos y continentales. El desarrollo del perfil resulta en la mayor parte de los casos moderado debido a la diferenciación con respecto al material originario, con condiciones de drenaje por lo general deficientes y con contenidos variables de sodio intercambiable (Cabral *et al.*, 2016).

A diferencia de los suelos de génesis fluvio- estuárica y marina de la Planicie Costera, los de la Llanura interior continental, formados a partir de sedimentos eólicos, muestran en general texturas medias de tipo franco arcillo limosa, franco arcillosa o franco limosa; además de menores contenidos de arcilla y materia orgánica y un mayor desarrollo del perfil (Camilión *et al.*, 2003). Comprenden mayormente Molisoles, Alfisoles y Vertisoles bien drenados que cubren interfluvios y pendientes. En los suelos restringidos a las planicies de inundación de los arroyos de la vertiente del Río de la Plata, las condiciones de drenaje sufren modificaciones a causa de la existencia de un régimen de humedad ácuico local (Cabral *et al.*, 2016).

4. METODOLOGÍA

Para la confección del presente Trabajo Final de Licenciatura se llevaron a cabo tareas de gabinete, campo y laboratorio.

TAREAS DE GABINETE INICIALES

Como etapa previa a los trabajos de campo se recabó información correspondiente a bibliografía y cartografía existente del área de estudio. De esta manera, con el apoyo de imágenes satelitales, fotografías aéreas y mapas de la zona, se efectuó un primer reconocimiento y mapeo preliminar a escala de semidetalle (1:50.000) de las distintas unidades geomorfológicas y unidades básicas de suelo, además de los sectores abocados a diferentes usos actuales de la tierra. Adicionalmente, y teniendo en consideración la información adquirida con anterioridad, se diagramaron las actividades de campo a realizar.

TAREAS DE CAMPO

El método de campo tuvo por objeto reconocer las geoformas en el terreno e identificar y caracterizar los suelos y usos de la tierra de la Planicie Costera y un pequeño sector de la Llanura interior. Además, se llevó a cabo la verificación y ajuste de las unidades definidas de forma preliminar en gabinete.

Teniendo en cuenta la extensión del área de estudio y su diversidad de geoformas y materiales parentales, para caracterizar y conocer la diversidad de los suelos se decidió efectuar un muestreo orientado, siguiendo un enfoque geopedológico (Zinck, 2012 y Zinck *et al.*, 2016). Es decir que los sitios a muestrear fueron pre-seleccionados en base a criterios geomorfológicos dentro de las unidades delimitadas en gabinete por interpretación de fotos aéreas, imágenes satelitales y mapas de la zona. Con dicho objetivo, se realizaron seis calicatas dentro de la Planicie costera en los partidos de Berisso, Ensenada y La Plata (**Figura 9**). Tres de ellas se ubicaron en la unidad de cordones conchillos (abarcando los más antiguos y los más jóvenes), dos en la Llanura aluvional y una en la Llanura de fango (**Tabla 3**). Su profundidad máxima, de alrededor de 85 cm, estuvo determinada por el objetivo del trabajo, la herramienta utilizada (manual), el grado de consolidación del terreno y la profundidad del nivel freático. Cuando resultó necesario se recurrió además a cortes naturales y artificiales del terreno.

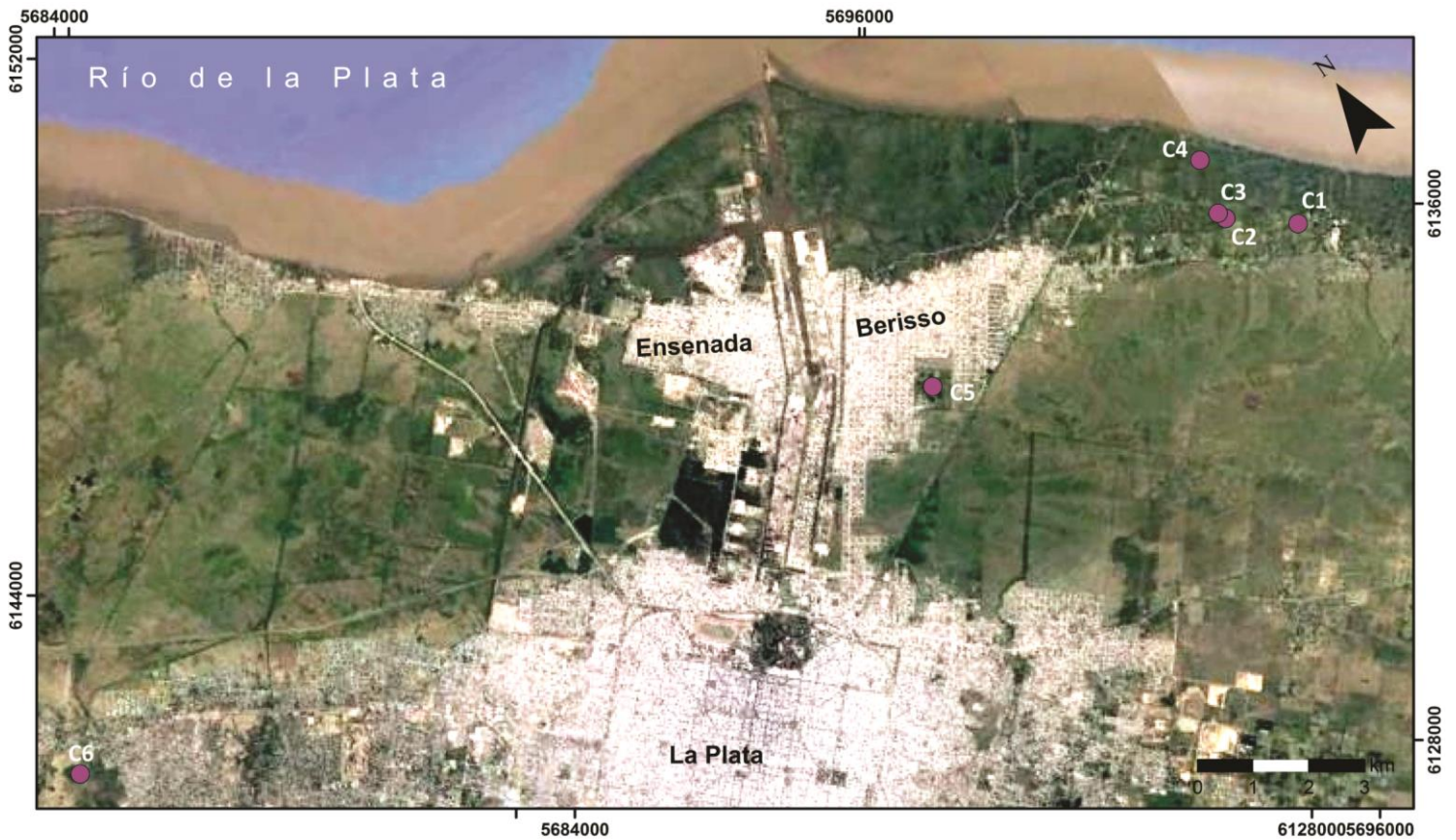


Figura 9. Detalle del área de estudio indicando la ubicación de las calicatas realizadas.

	COORDENADAS	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
Calicata 1	5.426.414 Norte - 6.138.736 Este	Cordón conchil (3000 años A.P.)
Calicata 2	5.425.330 Norte - 6.139.612 Este	Cordón conchil (3000 años A.P.)
Calicata 3	5.699.604 Norte - 6.137.699 Este	Llanura aluvional
Calicata 4	5.699.826 Norte - 6.138.822 Este	Llanura aluvional
Calicata 5	5.693.547 Norte - 6.138.014 Este	Llanura de fango
Calicata 6	5.676.789 Norte - 6.140.655 Este	Cordón conchil (6000 años A.P.)

Tabla 3. Ubicación geográfica de las calicatas y unidad geomorfológica abarcada.

En cada una de las calicatas se realizó una descripción morfológica detallada de las propiedades pedológicas salientes y se definieron los distintos horizontes de los perfiles de suelo modales (Schoeneberger *et al.*, 2000). En dicha descripción se consignaron propiedades tales como: secuencia y espesor de horizontes, tipo y forma de límites, color, estructura, textura al tacto, consistencia, reacción del suelo (pH), presencia de rasgos hidromórficos, carbonatos y raíces. Asimismo se determinó relieve, pendiente, drenaje natural, presencia de sales y álcalis, profundidad del nivel freático y permeabilidad. Las descripciones se efectuaron de acuerdo a la Soil Survey Division Staff (2014). Se tomaron muestras disturbadas representativas de los diferentes horizontes, procurando extraerlas en la parte central de cada

uno, para su ulterior caracterización física y química en laboratorio. Adicionalmente, en uno de los sitios se extrajeron muestras no disturbadas del horizonte superficial utilizando cajas de Kubiena con tamaños de 7 x 5 x 4 cm para la realización de cortes delgados con el objetivo de llevar a cabo un análisis micromorfológico.

De forma complementaria, se identificaron comunidades vegetales de carácter natural y dominante asociadas a cada ambiente, tratando de establecer una relación con las condiciones físicas y químicas de los suelos en los que crecen para, de esta manera, poder identificar plantas consideradas indicadoras.

TAREAS DE LABORATORIO

En laboratorio se analizaron los parámetros físicos y químicos básicos para poder clasificar a los suelos a nivel de Subgrupo de acuerdo a las reglas vigentes (Soil Survey Staff, 2014). Las técnicas analíticas se efectuaron sobre un total de 17 muestras secas al aire por medio de las siguientes metodologías estandarizadas, en la fracción pasante del tamiz de 2 mm:

Análisis granulométrico: se llevó a cabo por medio de las técnicas de tamizado en húmedo y en seco y pipeteo (Gee y Bauder, 1986) a intervalos de 1 phi (ϕ). Previamente fue necesario realizar una serie de pretratamientos con el propósito de lograr la remoción de cementantes y la dispersión de las partículas. El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) fue utilizado para eliminar aglutinantes orgánicos. La dispersión física y química de las partículas, por su parte, se realizó a través de métodos convencionales (hexametáfosfato de sodio y agitación mecánica). Los resultados de estos análisis fueron expresados mediante gráficos triangulares que definen clases texturales de acuerdo al Sistema USDA (United States Department of Agriculture).

Humedad higroscópica: se calculó por diferencia de peso entre las muestras de suelo secas al aire y secadas en estufa (Alcalá del Olmo, 1995).

Resistencia eléctrica: la determinación se efectuó en una pasta de suelo saturado con agua para cada una de las muestras, colocada en una copa estándar conectada a un resistímetro (Richards, 1973).

Conductividad eléctrica: se realizó en una muestra con valores bajos de resistencia eléctrica (<200 ohms) en el extracto de pasta de suelo saturado a través de un conductímetro Orion (Richards, 1973).

pH: se determinó sobre una pasta de suelo saturado para cada muestra mediante un peachímetro (Peech, 1965).

Materia orgánica: se empleó para su determinación el método de combustión húmeda de Walkley y Black (1934).

Cationes de intercambio (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ y K^+): se determinaron en 10 gramos de cada una de las muestras por saturación con acetato de amonio 1N a pH 7 y posterior desplazamiento (Black, 1965). La determinación del Ca^{++} y el Mg^{++} se llevó a cabo por complejometría con EDTA, mientras que el Na^+ y el K^+ por fotometría de llama.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): se obtuvo a continuación del análisis anterior por saturación de cada muestra con cloruro de sodio, cuyos cationes actuaron desplazando al amonio (Black, 1965). Su determinación se llevó a cabo por valoración de amonio de Kjeldhal.

Por otro lado, el color se determinó en muestras no molidas tanto húmedas como secas al aire mediante comparación visual con la Tabla Munsell de Colores para Suelos.

Por último, la expansión libre se estableció mediante el Ensayo de Expansión Libre (Abete y Sánchez, 1970) por diferencia de volumen entre la muestra de suelo seco (tamizada en malla 40) y saturada con agua.

La descripción de las secciones delgadas obtenidas a partir de las muestras no disturbadas para análisis micromorfológico se efectuó de acuerdo a lo establecido por Bullock *et al.* (1985), Stoops (2003) y Stoops *et al.* (2010). Para llevar adelante esta tarea, se utilizó un microscopio petrográfico Nikon Eclipse E-200. Las secciones delgadas fueron estudiadas con la finalidad de verificar el tamaño de grano medio, la composición mineralógica de la fracción arena, la porosidad y establecer la microestructura, los pedregos, y la microfábrica.

TAREAS DE GABINETE FINALES

En base a la interpretación de las descripciones morfológicas y análisis fisicoquímicos, además de las observaciones de campo y de otros numerosos estudios previos de la zona elaborados por el Instituto de Geomorfología y Suelos, se ajustó, completó y actualizó la cartografía temática existente a escala de semidetalle (1:50000). El sistema de proyección cartográfica utilizado fue Gauss Krüger, Faja 6 con Datum WGS84. La cartografía temática

adjunta en este trabajo se presenta a una escala de menor detalle con el objetivo de adaptarla al software utilizado y respetar el formato de presentación.

Como resultado, se obtuvieron cuatro mapas temáticos: geomorfológico, básico de suelos, de aptitud de uso y de uso actual de la tierra. Los mismos abarcan desde mapas básicos del medio natural fundados en datos objetivos (como los primeros dos) hasta los que señalan alguna cualidad significativa del medio (como el de aptitud de uso) y los que describen características del medio antropizado (como el de uso actual de la tierra).

Los parámetros físicos y químicos y las descripciones morfológicas permitieron clasificar taxonómicamente a los suelos a nivel de Subgrupo según la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014) para confeccionar el mapa básico de suelos. En algunos casos se utilizaron unidades cartográficas (sectores reales del paisaje con una distribución característica de suelos) denominadas puras, donde cada una de las áreas delimitadas en el mapa incluyó un solo tipo de suelo (o unidad taxonómica). En otros casos, se utilizaron unidades cartográficas compuestas tales como asociaciones, complejos y grupos indiferenciados. Dichas unidades, que agrupan o a dos o más unidades taxonómicas, fueron asignadas en razón de la distribución más intrincada de los suelos o cuando la escala no permitió representar unidades cartográficas puras.

A su vez, a partir de la interpretación de las características de los suelos para el uso agrícola, ganadero o forestal, se los clasificó por su Capacidad de Uso según el Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU (Klingebiel y Montgomery, 1960). Dicha clasificación está integrada por ocho clases (I a VIII), que indican un grado creciente de limitaciones de los usos mencionados (**Figura 10**). Cada una de las clases, a excepción de la clase I, se subdivide en subclases en las que se destaca el tipo de limitación dominante mediante una letra minúscula. En el mapa confeccionado en el presente trabajo, los suelos fueron clasificados a nivel de subclase.

CLASE DE CAPACIDAD DE USO	VIDA SILVESTRE Y/O RECREACIÓN	FORESTACIÓN Y PASTOREO			CULTIVOS			
		LIMITADO	MODERADO	INTENSIVO	LIMITADOS	MODERADOS	INTENSIVOS	MUY INTENSIVOS
I								
II								
III								
IV								
V								
VI								
VII								
VIII								

 Subutilización del suelo
  Utilización óptima
  Sobreutilización del suelo

Figura 10. Usos adecuados del suelo según su Clase de Capacidad de Uso. Tomado y modificado de (Klingebiel y Montgomery, 1960).

Finalmente, una tercera clasificación se realizó de acuerdo al uso actual de la tierra en la que se desarrollan los suelos de la zona, de acuerdo a las categorías propuestas por Giménez *et al.* (2005) y Cabral *et al.* (2016). Es así que se diferenciaron los siguientes usos: urbano, portuario, reserva natural, baldío, recreativo, servicios, enterramiento de basura, industrial, agrícola intensivo, agrícola intensivo bajo cubierta, agrícola experimental, forestal, agropecuario extensivo, residencial rural, comercial rural, avícola y extractivo.

Los mapas correspondientes fueron elaborados a través de un Sistema de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés), utilizando el programa ArcGis. Esta herramienta resultó de gran utilidad a la hora de almacenar, analizar y representar los datos en el espacio, organizándolos en distintas capas de información, además de constituir una ventaja frente a los mapas en papel debido a su dinamismo. Debe destacarse también la posibilidad que ofrece este tipo de sistema informático para trabajar e integrar datos de distintas fuentes y para crear nueva información a partir del cruce o superposición de sus capas.

5. RESULTADOS

5.1 Caracterización y clasificación de los suelos

De acuerdo al muestreo orientado propuesto, se decidió agrupar a las calicatas (**Figura 9**) según su ubicación en las distintas unidades geomorfológicas para la descripción morfológica y analítica y posterior clasificación de los suelos. Al final de la sección se adjuntan las tablas de datos analíticos de cada una.

5.1.1 Cordón conchil (3000 años A.P.)

Las muestras fueron tomadas en los cordones más recientes localizados en la zona de Los Talas (partido de Berisso), los cuales se reconocieron geomorfológicamente debido a su relieve en general convexo y a la vegetación arbórea circundante.

La Calicata 1, cuyo perfil de suelo fue A-C (**Figura 11 y Tabla 4**), se llevó a cabo en una zona del cordón conchil con una posición topográfica relativamente baja, menor a 2,5 m s.n.m. El suelo se caracterizó por poseer un drenaje interno (vinculado a las propiedades intrínsecas del perfil como porosidad y permeabilidad) bueno, debido a la presencia de conchillas de grano suelto en el horizonte subsuperficial.

La cobertura vegetal, de alrededor del 95%, presentó ejemplares de *Celtis tala* (tala), *Acacia caven* (espinillo), *Cynara cardunculus* (cardo de Castilla), *Jodina rombifolia* (sombra de toro), además de gramíneas y pastizales en general (**Figura 12 A, B y C**). En todo el perfil las conchillas se observaron altamente fragmentadas, con prácticamente ningún ejemplar entero. En el horizonte C, que en forma general se observó levemente teñido por óxidos de Fe-Mn, se distinguieron lentes de conchillas con una mayor concentración de los mismos (**Figura 13**) pero sin continuidad. Además, fue común la presencia de material arenoso mezclado con las conchillas.

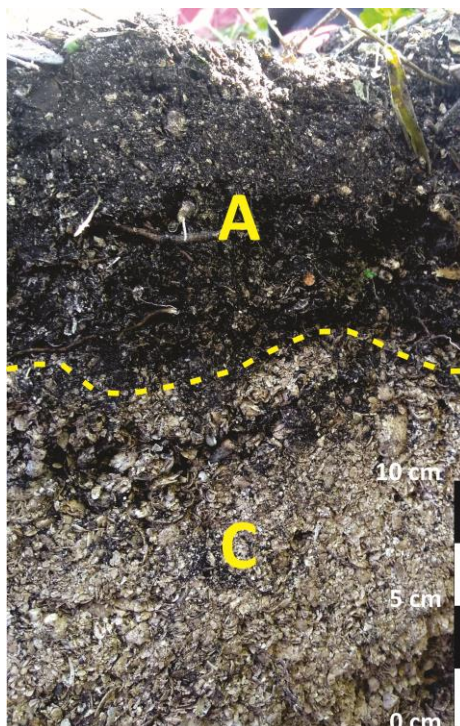


Figura 11. Perfil de la Calicata 1.

Horizonte	Profundidad	Características
A	0 - 14 cm	Gris muy oscuro (10 YR 3/1) en seco y negro (10 YR 2/1) en húmedo; franco arenosa; granular a migajosa fina fuerte; blando, friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; reacción ligeramente ácida; húmedo; raíces abundantes; límite neto e irregular.
C	14 - 44+ cm	Castaño rojizo claro (2,5 YR 7/3) en seco y castaño rojizo claro (2,5 YR 6/4) en húmedo; conchillas enteras y fragmentadas en una matriz arenosa; sin estructura (grano suelto); blando, friable, no plástico y no adhesivo; reacción ligeramente alcalina; nivel de 3 cm de espesor de conchillas fuertemente teñidas con óxidos de hierro (5 YR 6/4 en seco y 5 YR 5/6 en húmedo); húmedo, raíces abundantes.

Tabla 4. Características morfológicas de la Calicata 1.

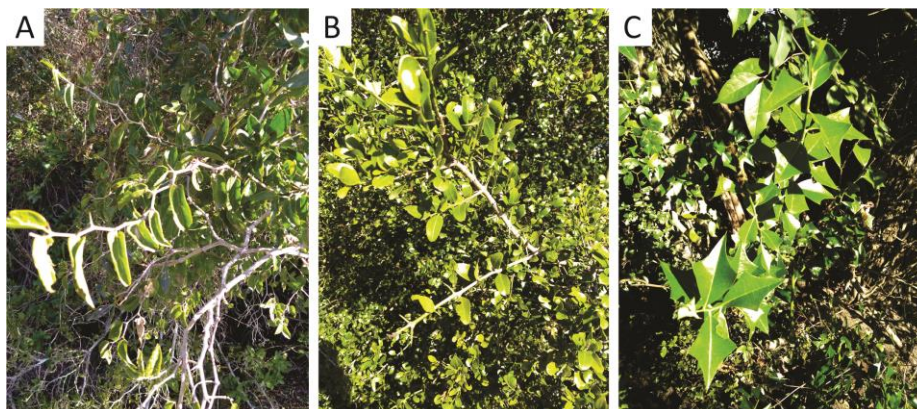


Figura 12. Plantas indicadoras de buen drenaje. A. *Celtis tala*. B. *Acacia caven*. C. *Jodina rombifolia*.

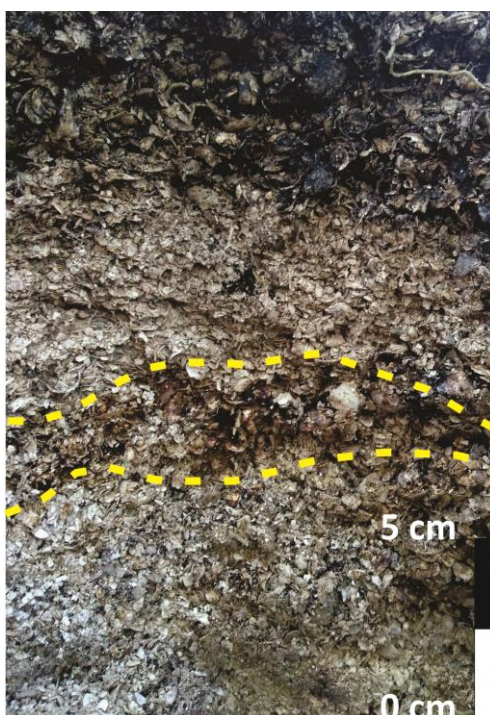


Figura 13. Lente teñido con óxidos de hierro-manganeso.

El perfil A-C de la Calicata 2 (**Figura 14 y Tabla 5**), si bien similar en muchos aspectos, se desarrolló sobre una zona con drenaje pobre y menor permeabilidad. Esto se debió principalmente a la posición topográfica más baja de esta calicata con respecto a la primera y no a los materiales del suelo. La capa freática se localizó cercana a la superficie y la anegabilidad resultó alta y frecuente. Tanto en el horizonte A como en el C se distinguieron concreciones de Fe-Mn y moteados de Fe muy abundantes (**Figura 15 A y B**). En base a estas características se determinó que el régimen de humedad correspondiente a este suelo es el ácuico

En la vegetación circundante se destacaron árboles de la especie *Carya illinoensis* (nuez pecán), cuyos individuos presentaron diversos tamaños de acuerdo a su ubicación en el paisaje. Los árboles localizados sobre la unidad del cordón conchil mostraron un mayor desarrollo que los de zonas cercanas más bajas (**Figura 16 A, B y C**), donde las condiciones para su crecimiento resultaron menos favorables.

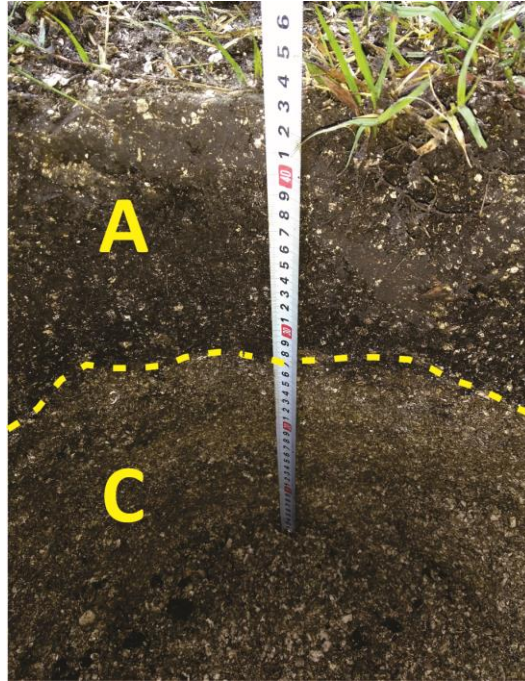


Figura 14. Perfil de la Calicata 2.

Horizonte	Profundidad	Características
A	0 - 17 cm	Gris muy oscuro (10 YR 3/1) en seco y negro (10 YR 2/1) en húmedo; arcillo arenosa; granular media fuerte; duro, firme, muy plástico y muy adhesivo; concreciones de hierro (7,5 YR 6/8 en seco y 7,5 YR 5/8 en húmedo) comunes, redondeadas, finas; húmedo; raíces comunes; límite neto y suave.
C	17 - 43+ cm	Castaña rojizo claro (2,5 YR 6/3) en seco y castaña rojizo (2,5 YR 4/3) en húmedo; conchillas enteras y fragmentadas; sin estructura (grano suelto); blando, friable, no plástico y no adhesivo; concreciones de hierro (7,5 YR 6/8 en seco y 7,5 YR 5/8 en húmedo) abundantes, redondeadas y alargadas, gruesas y concreciones de manganeso (N 1,5/0 en seco) escasas, redondeadas; moteados de hierro (7,5 YR 6/8 en seco y 7,5 YR 5/8 en húmedo) abundantes, gruesos, sobresalientes; húmedo.

Tabla 5. Características morfológicas de la Calicata 2.

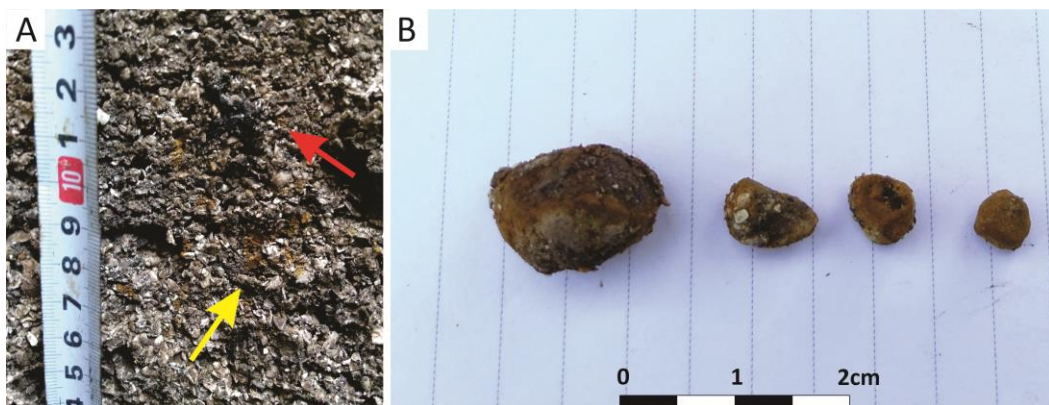


Figura 15. A. Moteados de hierro (flecha amarilla) y concreción de manganeso (flecha roja). B.

Concreciones de hierro.

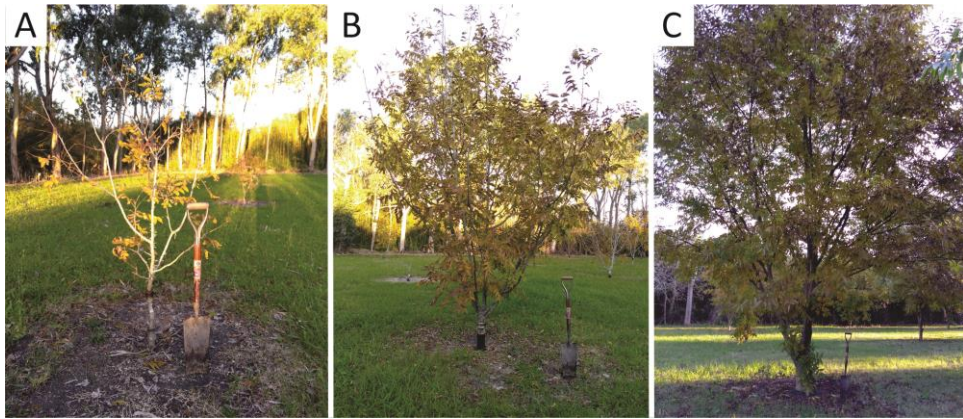


Figura 16. A, B y C. árboles de de *Carya illinoensis*. Los ejemplares localizados en el cordón conchil (C) mayor desarrollo que los de zonas más bajas (A y B).

A partir de las dos calicatas realizadas en esta unidad, resulta evidente que los suelos existentes en los cordones conchiles son poco profundos, de escaso desarrollo, pudiendo presentar perfiles A-C. En ambos casos mostraron un horizonte A oscuro con tenores moderados a altos de materia orgánica bien humificada y abundantes fragmentos finos de conchilla diseminados. La textura resultó areno franca a arcillo arenosa (**Figura 17**) y la estructura, granular a migajosa. El horizonte C subyacente, por su parte, constituido por conchillas en distinto grado de fragmentación que alternaron con arenas, se observó sin estructura y con tenores bajos de materia orgánica.

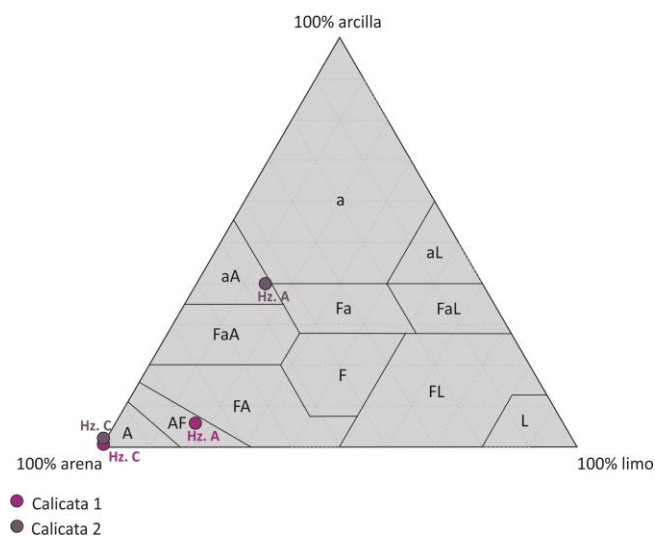


Figura 17. Clases texturales de los horizontes de las Calicatas 1 y 2.

A lo largo de los perfiles el pH mostró valores entre 7,5 y 7,92 indicando una leve alcalinidad, la resistencia resultó alta y la capacidad de intercambio catiónico, baja. Debido a la presencia de carbonato de calcio en abundancia, el perfil se encontró sobresaturado, provocando la floculación de los coloides en el horizonte A, de ahí los elevados valores de materia orgánica observados.

La gran abundancia de conchillas teñidas con óxidos de hierro y la presencia de concreciones y lentes con concentración de estos mismos óxidos podrían denotar el movimiento oscilante de la tabla de agua, provocando ciclos de humedecimiento y secado a lo largo del perfil. Sin embargo, no se descarta que la abundante presencia de carbonato de calcio presente haya generado una floculación de los óxidos de hierro en estado coloidal a través de un aumento del pH hasta valores cercanos a su punto isoeléctrico, que fluctúa entre 7,1 y 8,5 (van Schuylenborgh y Arens, 1950; Martínez Gasca *et al.*, 1982), de acuerdo a lo propuesto por Gómez Samus (2016).

Las características anteriormente mencionadas permiten distinguir a estos suelos de los desarrollados en el intercordón o sector ubicado entre cordones. En esta zona de relieve plano y textura arcillosa desde la superficie, la permeabilidad resultó prácticamente nula. Se destacó la presencia de hierbas como las del género *Eriyngium*, indicadoras de drenaje deficiente (**Figura 18**).



Figura 18. Hierba del género *Eriyngium*

De acuerdo a la descripción previa, y otorgando especial relevancia al material parental, el suelo de la Calicata 1 podría clasificarse como Haprendol según la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014). Sin embargo, no existe en la taxonomía la posibilidad de caracterizarlo teniendo en cuenta la presencia de óxidos de hierro, ya sea como rasgos de hidromorfismo o como productos de iluviación.

El suelo de la Calicata 2, por otra parte, debido a las condiciones ácuicas en las cuales se desarrolla, se clasificaría estrictamente como un Endoacuol típico. No obstante, esta clasificación no refleja el origen rendzico de este suelo.

Debe tenerse en cuenta que las Calicatas 1 y 2 representan sólo dos observaciones en un área de gran extensión, donde la mayor parte de los suelos estudiados por el Instituto de Geomorfología y Suelos fueron clasificados como Haprendoles típicos. Por lo tanto, se opta por tomar esta última clasificación para los suelos de la unidad Cordón conchil, resaltando la importancia del material que les dio origen, el cual estaría constituido por las conchillas de la Facies Cerro de la Gloria, correspondiente a la Formación Las Escobas.

En cuanto a la Capacidad de Uso (Klingebiel y Montgomery, 1960), estos suelos pueden asignarse a la subclase IVs. Si bien las condiciones de drenaje resultan en general mejores que las de los suelos vecinos debido principalmente a su posición topográfica y a su buena permeabilidad, se trata de suelos de escasa profundidad efectiva y sobresaturados por el exceso de calcio.

5.1.2 Llanura aluvional

En esta unidad geomofológica las calicatas fueron realizadas en el partido de Berisso, una de ellas en las proximidades de los cordones conchiles (Calicata 3) y la otra en las cercanías de la playa actual (Calicata 4).

Ambas calicatas se llevaron a cabo en zonas con relieve cóncavo a subnormal, pobremente drenadas, con permeabilidad baja y anegabilidad alta y muy frecuente.

La Calicata 3 (**Figura 19 y Tabla 6**), cercana a la unidad de los cordones conchiles, presentó un perfil A-C1-C2, donde pudieron observarse pequeños fragmentos de valvas, especialmente en los horizontes más superficiales. La mayor cantidad de la cobertura vegetal del suelo de este sector se correspondió con hierbas del género *Erygium* y pasturas (plantas de mal drenaje).

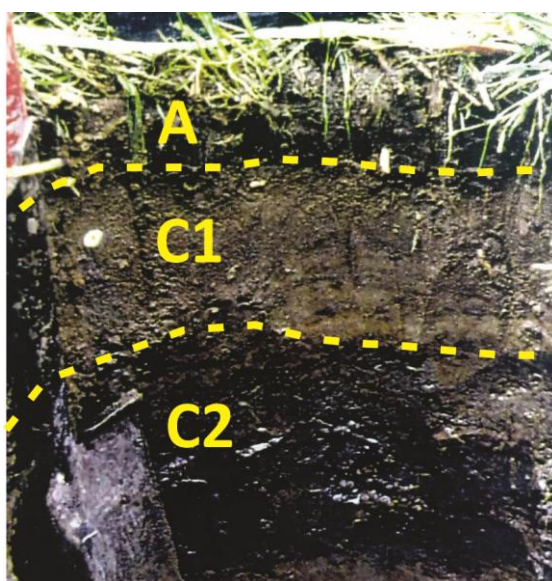


Figura 19. Perfil de la Calicata 3.

Horizonte	Profundidad	Características
A	0 - 7 cm	Gris oscuro (10 YR 4/1) en seco y gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; arcillosa; presencia de pequeños fragmentos de valvas; granular, media, débil con tendencia a masivo; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; muy húmedo; raíces comunes; límite neto y plano.
C1	7 - 28 cm	Castaño grisáceo (10 YR 5/2) en seco y gris oscuro (10 YR 4/1) en húmedo; arcillosa; presencia de pequeños fragmentos de valvas; masivo; duro, firme, plástico y adhesivo; muy húmedo; límite neto y plano.
C2	28 - 50 cm	Gris castaño claro (10 YR 6/2) en seco y castaño grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo; arcillosa; presencia de pequeños fragmentos de valvas; masivo; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; muy húmedo.

Tabla 6. Características morfológicas de la Calicata 3.

Por su parte, la Calicata 4, localizada en las proximidades de la playa actual, exhibió un perfil más desarrollado y de peor drenaje, con una secuencia de horizontes Oi-A-C1-2C2-3C3 (Figura 20 y Tabla 7). La capa freática fue observada a aproximadamente 60 cm de profundidad, cercana a la superficie, y la vegetación se caracterizó por presentar ejemplares de plantas hidrófilas (Figura 21 A) tales como *Echinonorus argentinensis* (cucharero), *Cortaderia selloana* (cortadera) y especies del género *Juncus* (junco). Además, resultó de importancia la presencia de rasgos redoximórficos como moteados de hierro (Figura 21 B) y concreciones de manganeso, principalmente en los horizontes más profundos.

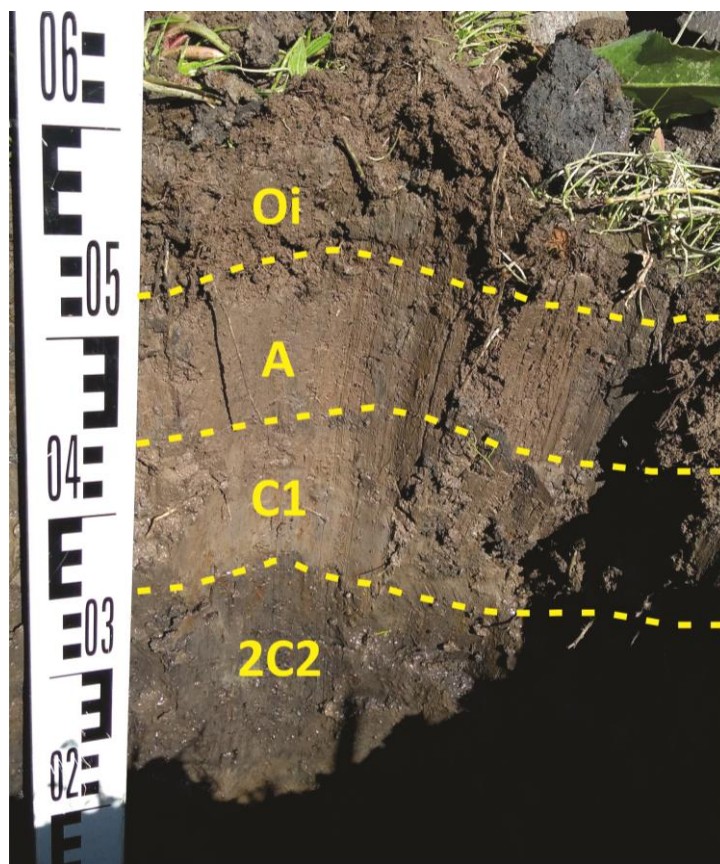


Figura 20. Perfil de la Calicata 4.

Horizonte	Profundidad	Características
Oi	0 - 5 cm	Castaño grisáceo (10 YR 5/2) en seco y castaño grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; arcillosa; migajosa, media, moderada; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; muy húmedo; raíces abundantes; límite neto y plano.
A	5 - 15 cm	Castaño (10 YR 5/3) en seco y castaño grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo; arcillosa; masivo con tendencia a granular; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; reacción ligeramente ácida; muy húmedo; raíces comunes; límite claro y plano.
C1	15 - 27 cm	Gris castaño claro (10 YR 6/2) en seco y castaño grisáceo (10 YR 5/2) en húmedo; arcillosa; masivo; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; reacción ligeramente ácida; moteados de hierro (5 YR 5/8 en seco y 5YR 4/6 en húmedo) abundantes, gruesos, sobresalientes; concreciones escasas de manganeso (N 1,5/0), redondeadas, finas; muy húmedo; límite neto y plano.
2C2	27 - 45 cm	Gris oscuro (10 YR 4/1) en seco y gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; arcillosa; masivo; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; reacción ligeramente ácida; moteados de hierro (5 YR 5/8 en seco y 5YR 4/6 en húmedo) abundantes, gruesos, sobresalientes; concreciones de manganeso (N 1,5/0) escasas, redondeadas, finas; muy húmedo; límite neto y plano.
3C3	45 - 57+ cm	Gris (10 YR 5/1) en seco y gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; arcillosa; masivo; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; reacción ligeramente ácida; moteados de hierro (5 YR 5/8 en seco y 5YR 4/6 en húmedo) abundantes, gruesos, sobresalientes; concreciones de manganeso (N 1,5/0) escasas, redondeadas, finas; muy húmedo.

Tabla 7. Características morfológicas de la Calicata 4.



Figura 21. A. Vegetación hidrófila en las cercanías de la Calicata 4. B. Moteados de hierro en el horizonte C1.

A partir del análisis de las calicatas puede decirse que estos suelos, formados a partir de materiales depositados por sucesivos desbordes del Río de la Plata, exhiben un desarrollo relativamente bajo, con variaciones verticales dentro de sus horizontes. Predomina la

componente arcillosa (**Figura 22**), con estructura migajosa a granular en los horizontes superficiales y masiva en los subsuperficiales.

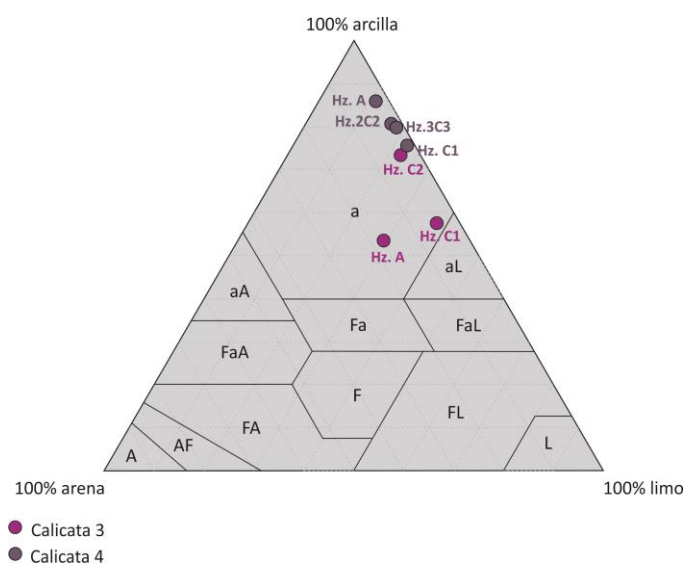


Figura 22. Clases texturales de los horizontes de las Calicatas 3 y 4.

A lo largo del perfil la reacción (pH) alcanzó valores que oscilaron entre 7,7 y 7,9 en la Calicata 3, lo que se debe a su relación con la unidad de los cordones conchiles. Por su parte, en la Calicata 4 el pH resultó ligeramente ácido desde la superficie, disminuyendo progresivamente en profundidad. El contenido de materia orgánica arrojó valores desde bajos hasta altos, variando en forma irregular en profundidad, propiedad característica de los suelos desarrollados en material aluvional (Giménez *et al.*, 2005).

Los horizontes más profundos se observaron casi permanentemente saturados. En los horizontes suprayacentes, la presencia de rasgos redoximórficos como moteados de hierro y concreciones de manganeso indica saturación y estado reducido intermitente, con condiciones de oxidación en algún período del año. En la superficie, por su parte, el anegamiento prolongado actúa impidiendo la mineralización apropiada de los restos vegetales, provocando su acumulación para formar el horizonte Oi. Por lo tanto, resulta evidente que el agua proveniente de distintos orígenes (precipitaciones, agua freática e inundaciones por sudestadas), que provocan los procesos de epi y endosaturación, genera que estos suelos evolucionen en condiciones de hidromorfismo.

Según la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014), los suelos analizados de la Llanura aluvional pueden clasificarse como Fluvacuente típicos. El material originario de los suelos aquí presentes corresponderían a las facies más finas de la Formación Río Santiago, que representan los sedimentos más recientes de la dinámica del Río de La Plata.

A pesar de las condiciones de hidromorfismo a las que estos suelos están sometidos toda o gran parte del año, sus propiedades son más favorables que las de los suelos vecinos de origen marino. Además de la vegetación mencionada para las zonas de las calicatas, en otros sectores con cotas topográficas más altas se encuentran especies de árboles y arbustos tales como *Ocotea acutifolia* (laurel blanco), *Allophyllus edulis* (chal-chal), *Sebastiania brasiliensis* (lecherón), entre otros (Vervoost, 1967), lo cual evidencia un importante desarrollo de vegetación natural. En vista de las diferencias en el drenaje resultantes de pequeñas variaciones en la topografía, y con el aporte de calicatas realizadas por el Instituto de Geomorfología y Suelos, se determina que una única subclase de aptitud no resulta suficiente para clasificar a los suelos de esta unidad geomorfológica. En consecuencia, de acuerdo a la Capacidad de Uso (Klingebiel y Montgomery, 1960), a los suelos de la Llanura aluvional les corresponden subclases que pueden variar de la IVw a VIIw, según su posición en el terreno.

5.1.3 Llanura de fango

En esta unidad se llevó a cabo la Calicata 5 (**Figura 23 y Tabla 8**) en el área del Vivero Municipal de Berisso, localizado el partido homónimo. Dicha calicata se realizó en una zona de relieve cóncavo a subnormal sobre un material altamente arcilloso. El drenaje natural se caracterizó como muy pobremente drenado, la permeabilidad muy baja y la anegabilidad, muy alta y muy frecuente. En cuanto a la vegetación, se observaron ejemplares de gramíneas, *Solanum glaucophyllum* (duraznillo) y especies de los géneros *Mentha* y *Tripholium* (trébol) cubriendo completamente el suelo de los alrededores.

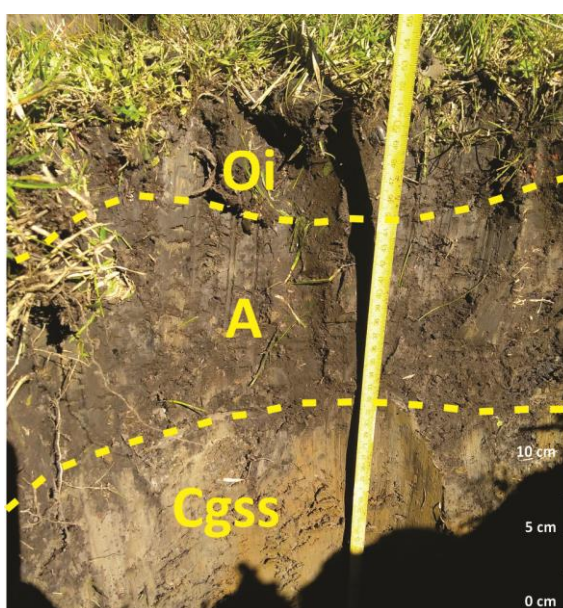


Figura 23. Perfil de la Calicata 5.

Horizonte	Profundidad	Características
Oi	0 - 4 cm	Gris muy oscuro (10 YR 3/1) en seco y negro (10 YR 2/1) en húmedo; arcillo limosa; bloques subangulares medios, moderados; duro, firme, plástico y adhesivo; reacción ligeramente ácida; muy húmedo; raíces muy abundantes; límite neto y plano.
A	4 - 15 cm	Gris oscuro (10 YR 4/1) en seco y gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo; arcillo limosa; prismas medios, moderados a bloques subangulares medios, moderados; muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; reacción ligeramente ácida a neutra; muy húmedo; raíces abundantes; límite claro y plano.
Cgss	15 - 52+ cm	Gris castaño claro (2,5 Y 6/2) en seco y castaño oliva claro (2,5 Y 5/3) en húmedo; arcillosa; sin estructura (masivo); muy duro, muy firme, muy plástico y muy adhesivo; reacción ligeramente ácida a neutra; concreciones de hierro (7,5YR 5/8 en seco y 7,5 YR 4/6 en húmedo) comunes, redondeadas, medias; moteados de hierro (7,5YR 5/8 en seco y 7,5 YR 4/6 en húmedo) abundantes, gruesos, sobresalientes; slickensides muy abundantes; muy húmedo; raíces abundantes; límite claro y plano.

Tabla 8. Características morfológicas de la Calicata 5.

Un rasgo distintivo en el perfil analizado es la clara predominancia de la fracción arcilla (**Figura 24**). Gómez Samus *et al.* (2017) llevaron adelante un estudio específico de los suelos y materiales de esta zona atribuidos a la Facies Villa Elisa de la Formación las Escobas. Según estos autores, los argilominerales, constituidos en su mayor parte por esmectitas, illita y de forma secundaria por caolinita e interestratificados illita/esmectita, representan aproximadamente el 60 % de dicha fracción. Esta particular mineralogía, por un lado, le otorga al suelo elevados valores de capacidad de intercambio catiónico. Las muestras analizadas presentaron valores de entre 22 y 19 cmolc kg⁻¹, algo menores a los obtenidos por Manassero *et al.* (2005) de alrededor de 35 cmolc kg⁻¹ y por Giménez *et al.* (2005) de 37 cmolc kg⁻¹ para la misma zona. Por otro lado, también favoreció que los valores de expansión libre resultaran medianos para los horizontes superficiales y altos para el horizonte Cgss, lo cual se corresponde con el porcentaje de arcilla en cada uno de ellos. A macroescala, la presencia de minerales expansivos quedó evidenciada por la repetida ocurrencia de rasgos vérticos tales como *slickensides* con diferente grado de expresión (de 1 a 5 cm) en el horizonte Cgss (**Figura 25 A**) que forman la superficie de los agregados.

Un aspecto a destacar en este suelo es la abundancia de rasgos redoximórficos, principalmente en el horizonte Cgss. Además de su coloración castaño oliva con matiz 2,5 Y, se observaron moteados (**Figura 25 B**) y concreciones de hierro muy conspicuos, que dieron cuenta de las condiciones ácidas en las cuales se desarrolla, con procesos de epi y endosaturación actuando en conjunto debido al anegamiento de origen pluvial y a la cercanía del nivel freático, respectivamente, durante prolongados períodos de tiempo. El característico color glei de la matriz de estos materiales (como el que presenta el horizonte Cgss) fue atribuido por Gómez Samus *et al.* (2017) a minerales con Fe⁺³ en su estructura cristalina, en particular a esmectitas ricas en hierro del tipo nontronita/Fe-beidellita.

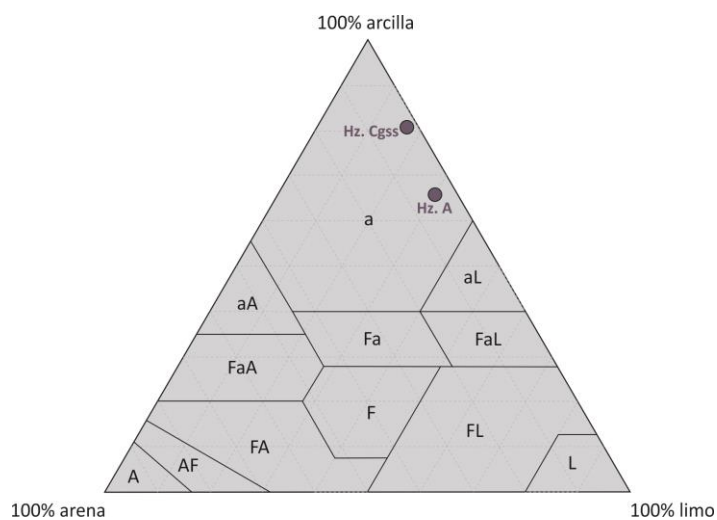


Figura 24. Clases texturales de los horizontes de la Calicatas 5.

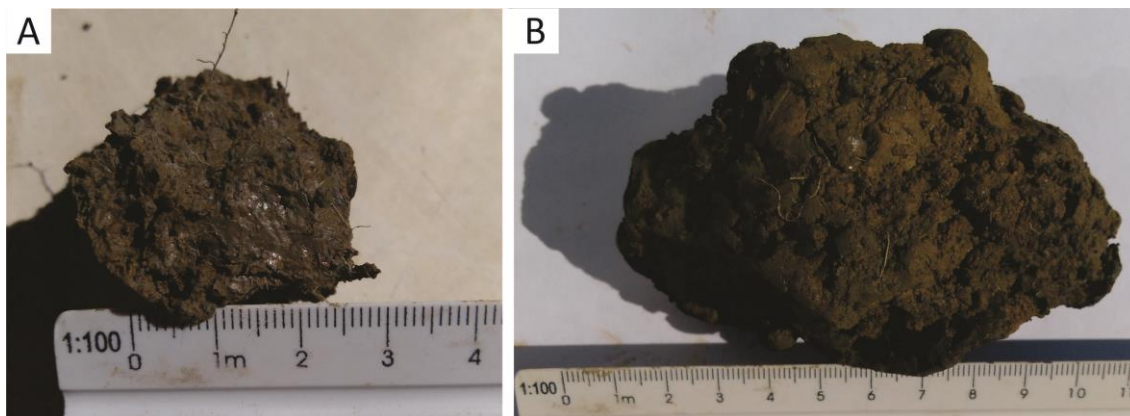


Figura 25. A. Slickenside en el horizonte Cgss. B. Moteados de hierro en el horizonte Cgss.

En el campo no se detectaron evidencias de la presencia de sales, pero en laboratorio el horizonte Cgss arrojó valores de conductividad eléctrica de 6,4 dS/m. En consecuencia se caracterizó al suelo como salino, ya que en al menos uno de sus horizontes la conductividad fue igual o superior a 4 dS/m. Esto resulta lógico si se tiene en cuenta el carácter marino del material parental, además de su ubicación en cotas deprimidas del terreno.

Analizando el contenido y distribución de materia orgánica, se observaron elevados tenores en los horizontes superficiales, disminuyendo marcadamente en el horizonte Cgss, lo cual estaría relacionado a la posición que este suelo ocupa en el terreno y a las condiciones ácidas (Imbellone y Mormeneo, 2011).

En el horizonte A se realizó un análisis micromorfológico de detalle de manera de verificar la composición mineralógica de la fracción arena, la porosidad y establecer la microestructura, los pedregos, y la microfábrica. La gran abundancia de minerales expansivos presentes en el horizonte Cgss impidió llevar a cabo dicho análisis.

A microescala, el horizonte A se caracterizó por poseer microestructura en bloques subangulares, con moderado a fuerte grado de pedalidad y superficies planas parcialmente acomodadas entre sí (**Figura 26 A**). Se observaron vacíos predominantemente de empaquetamiento compuesto, separando agregados en ángulos más o menos rectos, además de abundantes canales y cavidades.

El límite gruesos a finos (g/f) fue 0,031mm, con una relación gruesos a finos (g/f) de aproximadamente 25/75. De esta manera, se corroboró que la mayor parte del material corresponde a la fracción fina. Los componentes minerales de la fracción gruesa, que alcanzaron granulometrías de hasta arena media, comprendieron abundantes trizas vítreas, cuarzo, líticos sedimentarios y opacos predominantemente, con menor contenido de plagioclasas y feldespatos potásicos con bajo grado de alteración (**Figura 26 B**). El abundante componente vítreo de estos suelos también fue registrado por Imbellone y Mormeneo (2011). Estas autoras le atribuyen una posible procedencia tanto a partir de aerosoles como de materiales retrabajados por cursos de agua desde el área continental.

En cuanto a los componentes orgánicos de la fracción gruesa se distinguieron secciones de raíces vivas y restos de tejidos muy abundantes (**Figura 26 C y D**).

La fábrica de birrefringencia del material fino se distinguió como indiferenciada para este horizonte. Resulta importante destacar que para el horizonte Cgss, por su parte, se podría esperar una fábrica de birrefringencia orientada de tipo estriada, debido al comportamiento dinámico de los materiales expansivos durante los procesos de expansión-contracción estacional, de acuerdo a lo expresado por Imbellone y Mormeneo (2001) y a las observaciones realizadas a macroescala que denotaron la presencia de rasgos vérticos.

En cuanto a los pedorasgos pueden mencionarse nódulos agregados de hierro-manganeso, órticos, moderadamente impregnados (**Figura 26 E**) y rellenos sueltos discontinuos de masa basal (**Figura 26 F**), pellets y tejidos orgánicos.

De esta manera, el análisis micromorfológico confirma lo determinado a macroescala, donde predominan los rasgos que indican movimientos de expansión-contracción y los rasgos redoximórficos, además de la importante componente orgánica a causa de la superficialidad del horizonte.

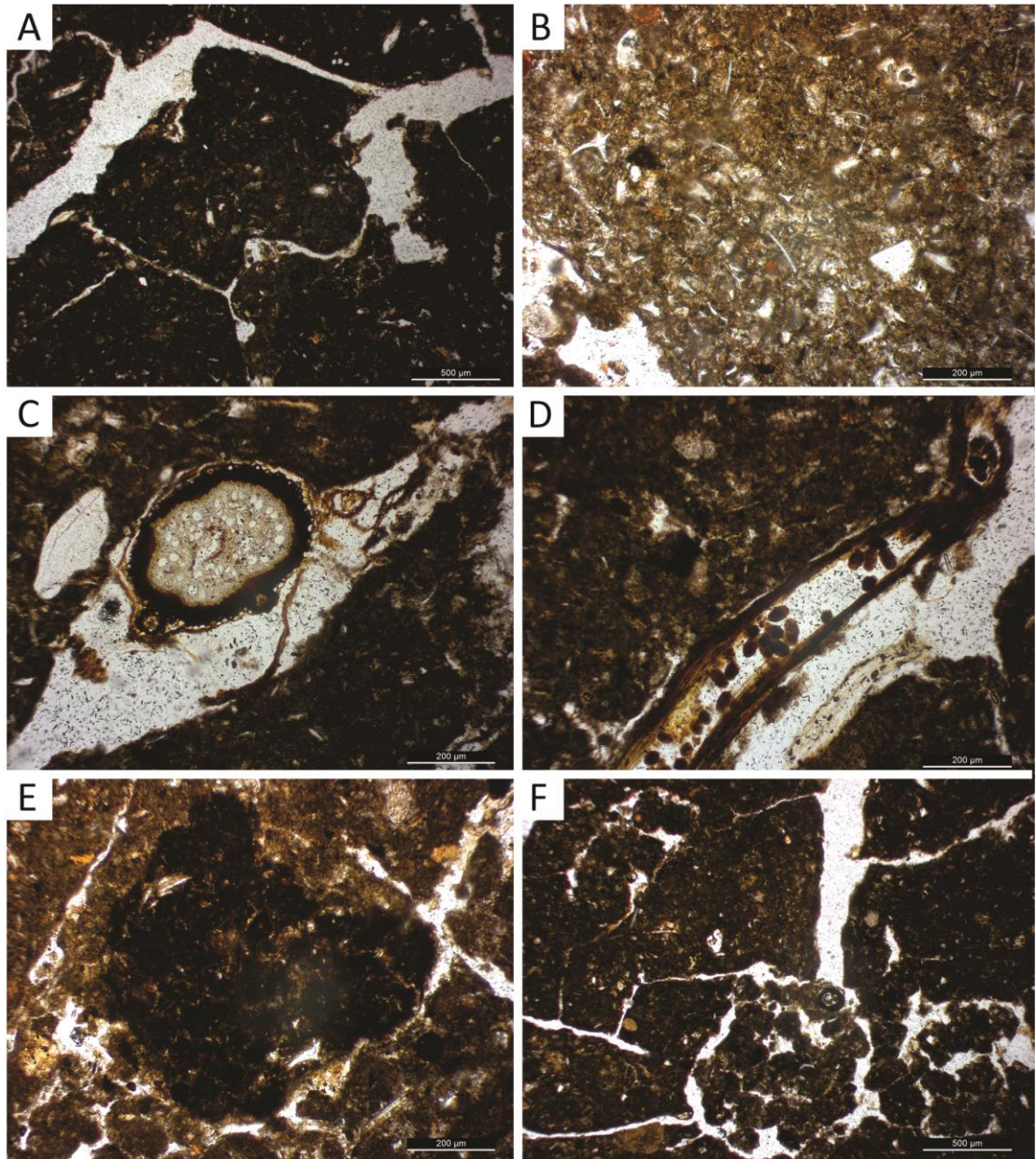


Figura 26. A. Microestructura en bloques subangulares. B. Componentes de la fracción gruesa, donde se destacan las trizas vítreas. C y D. Secciones de raíces vivas. E. Nódulo agregado de hierro-manganeso, moderadamente impregnados F. Relleno suelto discontinuo de masa basal.

Seguindo las normas de la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014), el suelo analizado correspondiente a la unidad Llanura de fango se clasifica como Epiacuert típico. Sin embargo, a diferencia del anterior, gran parte de los perfiles proporcionados por el Instituto de Geomorfología y Suelos mostraron contenidos elevados de sodio intercambiable (>15 %), generados por sus materiales parentales marinos, la lenta permeabilidad de los suelos y la topografía deprimida, y se clasifican como Natracuertes típicos.

En cuanto a la Capacidad de Uso (Klingebiel y Montgomery, 1960), teniendo en cuenta consideraciones anteriores tales como el exceso de agua en el perfil y la presencia de sodio

ocasionalmente de sales, puede asignarse a los suelos de esta unidad las subclases VIIws a VIIIws.

5.1.4 Cordón conchil (6000 años A.P.)

La Calicata 6 (**Figura 27 y Tabla 9**) se realizó en el área del Parque Ecológico Municipal, partido de La Plata, en la unidad correspondiente a los cordones conchiles más antiguos de la zona de estudio lindantes con la Llanura interior, en las inmediaciones del Arroyo Carnaval.

Se trata de un suelo con perfil A-2Ckm-3Ck, ubicado sobre una loma convexa, bien drenado si se tienen en cuenta sus condiciones externas pero con permeabilidad lenta a muy lenta y muy baja. Esto último se debe a que, si bien el relieve positivo favorece el escurrimiento superficial, el material del horizonte 2Ckm se encuentra totalmente cementado, generando un impedimento en la permeabilidad del perfil (**Figura 28 A**). El horizonte 3Ck, sin cementación, se caracterizó por la presencia de una estructura lenticular y moteados de hierro (**Figura 28 B**). La cobertura vegetal, por su parte, exhibió ejemplares de *Laurus nobilis* (laurel), *Celtis tala* (tala), *Cynara cardunculus* (cardo de castilla), *Acacia melanoxylon* (acacio negro) y gramíneas. En el horizonte más profundo se observaron escasos moteados de hierro. Esto se debe a que probablemente el nivel freático se encuentre cercano a la superficie, alterado la base del perfil. La sección superior, en cambio, a causa del relieve convexo y del límite de cementación, no posee rasgos hidromórficos.

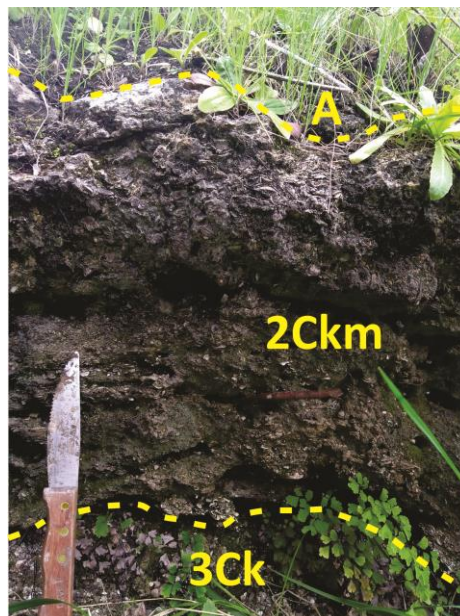


Figura 27. Perfil de la Calicata 6.

Horizonte	Profundidad	Características
A	0 - 28 cm	Gris muy oscuro (10 YR 3/1) en seco y negro (10 YR 2/1) en húmedo; franco arcillo limoso; migajosa, media, fuerte; blando, friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; húmedo; raíces abundantes; límite neto y ondulado.
2Ckm	28 - 84 cm	Gris claro (2,5 Y 7/2) en seco y gris castaño claro (2,5 Y 6/2) en húmedo; totalmente cementado por carbonato de calcio; límite neto y plano.
3Ck	84 - 100+ cm	Gris claro (2,5 Y 7/2) en seco y gris castaño claro (2,5 Y 6/2) en húmedo; limo arenosa; lenticular, media, moderada; blando, friable, no plástico y no adhesivo; fuerte reacción en la masa por presencia de carbonatos separando los lentes de la estructura; moteados de hierro (7,5YR 5/8 en seco y 7,5 YR 4/6 en húmedo) escasos, gruesos, precisos; húmedo.

Tabla 9. Características morfológicas de la Calicata 6.

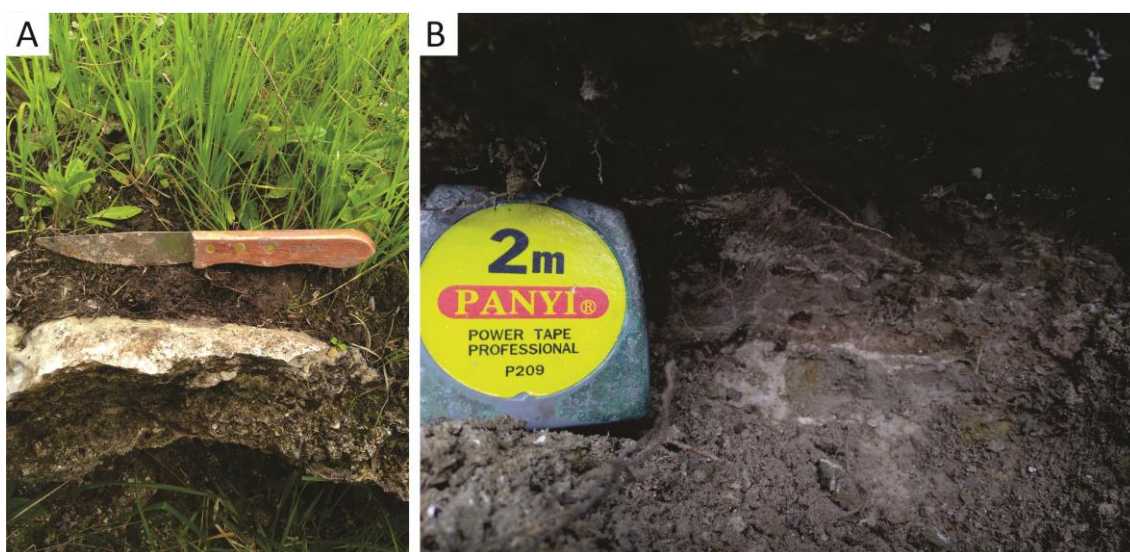


Figura 28. A. Límite de cementación que provoca un impedimento en la permeabilidad del perfil. B. Estructura lenticular y moteados de hierro en el horizonte 3Ck.

Los valores de materia orgánica en el horizonte A resultaron muy elevados (8,05 %). Dicho valor, sumando a la cementación del horizonte subyacente, podrían constituir evidencias de que la parte superior del perfil se pudo haber desarrollado a partir de material eólico reciente. Sin embargo, resultaría útil realizar análisis más exhaustivos para confirmar dicha hipótesis.

En base a la descripción previa, el suelo analizado puede clasificarse como Haprendol típico según la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014). En cuanto al material originario, de acuerdo a su localización y composición, podría tratarse de la Facies Arroyo Carnaval perteneciente a la Formación Las Escobas.

La principal limitación que presentan estos suelos a la hora de clasificarlos según su Capacidad de uso (Klingebiel y Montgomery, 1960) es su escasa profundidad efectiva debido a la cementación del horizonte 2Ckm. Con el aporte de perfiles por parte del Instituto de

Geomorfología y Suelos se pudo determinar, además, que la extensión areal de los mismos es restringida, por lo que se los clasifica dentro de la subclase VI.

5.1.5 Datos analíticos

Calicata 1:

HORIZONTE	A	C	
Profundidad (cm)	0 - 14	14 - 44+	
pH (pasta)	7,61	7,92	
Resistencia (Ω cm ⁻¹)	980,4	2622	
Arcilla < 2 μ m (%)	6,64	-	
Limo 2-50 μ m (%)	16,61	-	
Arena 50-2000 μ m (%)	76,74	74,26	
Grava > 2000 μ m (%)	-	25,74	
Clase textural	AF	AG	
Carbono orgánico (%)	10,1935	0,4245	
Materia orgánica (%)	17,5736	0,7318	
Bases de intercambio (cmolc kg ⁻¹)	Ca ⁺⁺	10,5677	-
	Mg ⁺⁺	2,3177	-
	Na ⁺	0,1317	-
	K ⁺	0,2634	-
Suma de bases (cmolc kg ⁻¹)	-	-	
Saturación con bases (%)	-	-	
Acidez de intercambio (cmolc kg ⁻¹)	-	-	
CIC (cmolc kg ⁻¹)	13,2805	-	
PSI (%)	0,9916	-	
Expansión libre (%)	20	-	

Calicata 2:

HORIZONTE	A	C	
Profundidad (cm)	0 - 17	17- 43+	
pH (pasta)	7,5	7,9	
Resistencia (Ω cm ⁻¹)	655,5	1390,8	
Arcilla < 2 μ m (%)	39,09	-	
Limo 2-50 μ m (%)	15,30	-	
Arena 50-2000 μ m (%)	45,62	39,78	
Grava > 2000 μ m (%)	-	60,22	
Clase textural	aA	AG	
Carbono orgánico (%)	1,3684	0,3541	
Materia orgánica (%)	2,3592	0,6104	
Bases de intercambio (cmolc kg ⁻¹)	Ca ⁺⁺	7,5749	-
	Mg ⁺⁺	0,5289	-
	Na ⁺	0,1851	-
	K ⁺	0,1587	-
Suma de bases (cmolc kg ⁻¹)	-	-	
Saturación con bases (%)	-	-	
Acidez de intercambio (cmolc kg ⁻¹)	-	-	
CIC (cmolc kg ⁻¹)	8,4476	-	
PSI (%)	2,1913	-	
Expansión libre (%)	40	-	

Calicata 3:

HORIZONTE		A	C1	C2
Profundidad (cm)		0 - 7	7 - 28	28 - 50
pH (pasta)		7,67	7,94	7,78
Resistencia (Ω cm ⁻¹)		444,6	387,6	376,2
Arcilla < 2 μ m (%)		52,98	57,61	71,63
Limo 2-50 μ m (%)		29,80	36,60	22,47
Arena 50-2000 μ m (%)		17,22	5,89	5,90
Clase textural		a	a	a
Carbono orgánico (%)		3,4679	1,1985	0,5038
Materia orgánica (%)		5,9787	2,0663	0,8686
Bases de intercambio (cmolc kg ⁻¹)	Ca ⁺⁺	15,1984	17,9835	17,0844
	Mg ⁺⁺	1,5164	4,3687	3,7953
	Na ⁺	0,5541	0,1771	0,2013
	K ⁺	0,4374	0,1476	0,1725
Suma de bases (cmolc kg ⁻¹)		-	-	-
Saturación con bases (%)		-	-	-
Acidez de intercambio (cmolc kg ⁻¹)		-	-	-
CIC (cmolc kg ⁻¹)		17,7063	22,6769	21,2535
PSI (%)		3,1291	0,7810	0,9470
Expansión libre (%)		50	70	90

Calicata 4:

HORIZONTE		Oi	A	C1	2C2	3C3
Profundidad (cm)		0 - 5	5 - 15	15 - 27	27 - 45	45 - 57+
pH (pasta)		6,46	6,24	6,74	5,41	5,35
Resistencia (Ω cm ⁻¹)		866,4	478,8	387,6	478,8	296,4
Arcilla < 2 μ m (%)		-	85,40	74,53	79,19	78,94
Limo 2-50 μ m (%)		-	11,14	21,13	19,20	18,22
Arena 50-2000 μ m (%)		-	3,47	4,34	1,61	2,84
Clase textural		-	a	a	a	a
Carbono orgánico (%)		-	6,5067	2,4757	3,6514	5,3175
Materia orgánica (%)		-	11,2175	4,2680	6,2950	9,1673
Bases de intercambio (cmolc kg ⁻¹)	Ca ⁺⁺	-	14,5379	5,9644	8,7886	12,4721
	Mg ⁺⁺	-	7,0999	1,3254	6,2299	0,8676
	Na ⁺	-	0,1409	0,0828	0,1391	0,1085
	K ⁺	-	0,1409	0,0828	0,1391	0,1085
Suma de bases (cmolc kg ⁻¹)		-	21,9195	7,4555	15,2966	13,5566
Saturación con bases (%)		-	90,1214	48,4705	63,1313	73,1251
Acidez de intercambio (cmolc kg ⁻¹)		-	2,4027	7,9260	8,9332	4,9823
CIC (cmolc kg ⁻¹)		-	24,3222	15,3814	24,2299	18,5389
PSI (%)		-	0,5792	0,5386	0,5739	0,5850
Expansión libre (%)		50	60	70	60	50

Calicata 5:

HORIZONTE	Oi	A	Cgss
Profundidad (cm)	0 - 4	4 - 15	15- 52+
pH (pasta)	6,19	6,86	7,61
Resistencia ($\Omega \text{ cm}^{-1}$)	456	342	91,2
Arcilla < 2 μm (%)	-	65,29	80,48
Limo 2-50 μm (%)	-	28,88	17,89
Arena 50-2000 μm (%)	-	5,83	1,63
Clase textural	-	a	a
Carbono orgánico (%)	-	4,4522	0,4416
Materia orgánica (%)	-	7,6756	0,7614
Bases de intercambio (cmolc kg^{-1})	Ca ⁺⁺	-	10,4199
	Mg ⁺⁺	-	2,3155
	Na ⁺	-	0,7526
	K ⁺	-	0,6078
Suma de bases (cmolc kg^{-1})	-	14,0958	19,6436
Saturación con bases (%)	-	72,6259	87,6338
Acidez de intercambio (cmolc kg^{-1})	-	5,3130	2,7720
CIC (cmolc kg^{-1})	-	19,4089	22,4155
PSI (%)	-	3,8774	5,7506
Expansión libre (%)	60	70	140

Calicata 6:

HORIZONTE	A	2Ckm	3Ck
Profundidad (cm)	0 - 28	28 - 84	84 - 100+
pH (pasta)	7,58	-	7,96
Resistencia ($\Omega \text{ cm}^{-1}$)	592,8	-	-
Arcilla < 2 μm (%)	61,69	-	-
Limo 2-50 μm (%)	14,24	-	-
Arena 50-2000 μm (%)	24,07	-	-
Clase textural	a	-	-
Carbono orgánico (%)	4,6697	-	-
Materia orgánica (%)	8,0506	-	-
Bases de intercambio (cmolc kg^{-1})	Ca ⁺⁺	23,8142	-
	Mg ⁺⁺	0,8987	-
	Na ⁺	0,7863	-
	K ⁺	0,6178	-
Suma de bases (cmolc kg^{-1})	-	-	-
Saturación con bases (%)	-	-	-
Acidez de intercambio (cmolc kg^{-1})	-	-	-
CIC (cmolc kg^{-1})	17,4967	-	-
PSI (%)	4,4941	-	-
Expansión libre (%)	20	-	-

5.2 Cartografía temática

5.2.1 Mapa geomorfológico (Anexo 1)

Las unidades geomorfológicas descritas en el apartado Marco Geomorfológico fueron ajustadas de acuerdo a las observaciones de campo, poniendo especial atención en la posición topográfica que ocupa en el paisaje y el material por el que estaban compuestas. De esta manera, las unidades Llanura de fango y Bañado, caracterizadas por sus cotas bajas y su material arcilloso, abarcan la mayor parte del área de estudio, seguidas por la Llanura aluvional y el Cordón litoral, con posiciones también bajas en el terreno y materiales de diversa granulometría, y los cordones conchiles, localizados en cotas de alrededor de 5 m s.n.m. y compuestos por conchillas enteras y fragmentadas. Las restantes unidades abarcan superficies mucho menores y resultan heterogéneas con respecto a su composición y topografía.

5.2.2 Mapa básico de suelos (Anexo 2)

Como se detalló previamente, los suelos de la Planicie costera y parte de la Llanura interior fueron clasificados en unidades cartográficas puras o bien compuestas (complejos y grupos indiferenciados), dependiendo de la homogeneidad de su distribución y de la escala de trabajo. Además del aporte de los perfiles analizados en el presente trabajo, para la confección del mapa básico de suelos, así como para los mapas restantes, se tuvieron en cuenta las calicatas relevadas por los investigadores del Instituto de Geomorfología y Suelos en su exhaustivo estudio de la zona.

En el mapa se puede observar que los suelos dominantes en el Área de influencia estuárico-marina corresponden a Natracuertes típicos y Epiacuertes típicos, sódicos y hálicos con diferentes fases de drenaje, que se encuentran fundamentalmente en las unidades geomorfológicas Llanura de fango, Bañado, Cordón litoral, Llanura de mareas interior y Antiguo canal de mareas. Le siguen en abundancia los Fluvacuertes típicos, desarrollados sobre la Llanura aluvional, en la franja más cercana a la costa y los Haprendoles típicos, que se desarrollan sobre cordones conchiles.

Ocupando extensiones menores sobre las zonas de origen mixto y continental aparecen Natracuoles vérticos, Argiacuoles, Argialboles, Hapludoles oxiácuicos, Argiudoles vérticos, ácuicos y acuérticos, Natrudalfes acuérticos, Udortentes ácuicos, Hapludertes típicos, Albacualfes vérticos y Epiacuertes típicos. También se asignó una unidad a las Tierras urbanas (zonas densamente pobladas donde gran parte de los suelos se hallan cubiertos por material de relleno, edificaciones y pavimentos) y una a las Planicies de inundación, que incluyen suelos como Epiacuertes mólicos, Natracualfes vérticos y típicos, Epiacualfes típicos y vérticos.

5.2.3 Mapa de Capacidad de Uso de suelos (Anexo 3)

A partir de la interpretación del mapa básico de suelos, y teniendo en cuenta la clasificación de Capacidad de Uso de Klingebiel y Montgomery (1960), a cada uno de las unidades cartográficas se le asignó a una o varias subclases de acuerdo a su aptitud.

Debe tenerse en consideración el caso de las zonas urbanas e industriales y aquellas ocupadas por canteras y por rellenos sanitarios. En las primeras, la clasificación sólo puede aplicarse cuando los suelos no hayan sido alterados ni soterrados con material de relleno, por lo que en algunos casos no fueron evaluadas. Las canteras y los rellenos sanitarios, por su parte, no se incluyeron en la clasificación debido a la extracción de los suelos necesaria para su construcción y a la acumulación de residuos sobre los suelos, respectivamente.

Las clases y subclases determinadas fueron las siguientes:

CLASE I: suelos con muy leves limitaciones para el uso agrícola

- **Subgrupo I-2:** suelos moderadamente bien drenados aunque con drenaje interno algo lento resultante de las texturas finas de los horizontes subsuperficiales.

CLASE II: suelos con leves limitaciones para el uso agrícola

- **Subclase IIs:** suelos que presentan texturas finas desde la superficie que restringen en alguna medida el movimiento del agua y el crecimiento de las raíces.

CLASE III: suelos con moderadas limitaciones para el uso agrícola

- **Subclase IIIw:** suelos imperfectamente drenados ubicados en áreas planas o plano-cóncavas que permanecen anegadas durante períodos significativos generalmente con nivel freático cercano a la superficie.

CLASE IV: suelos con graves limitaciones para el uso agrícola

- **Subclase IVs:** suelos con restricciones para los cultivos en razón de la escasa profundidad efectiva y el exceso de calcio.

CLASE IV A VIIw: suelos cuya aptitud agrícola-forestal varía en función de pequeñas variaciones en el relieve

- **Subclase IV a VIIw:** suelos con aptitud desde restringida para cultivos adaptados a exceso de agua hasta suelos no aptos para agricultura y aptos para forestación con especies adaptadas.

CLASE VI: suelos no aptos para cultivos por limitaciones excesivamente graves, sólo aptos para uso pecuario o forestal

- **Subclase VIs:** suelos con escasa profundidad efectiva y extensión areal restringida.

CLASE VII: suelos no aptos para cultivos, por limitaciones excesivamente graves, sólo aptos para uso pecuario o forestal con restricciones

- **Subclase VIIws:** suelos pobremente drenados por anegamiento o inundación muy frecuentes, o nivel freático elevado y tenores muy elevados de sodio intercambiable y en ocasiones de sales solubles.

CLASE VIII: suelos no aptos para ningún uso agrícola, pecuario o forestal rentable en la mayoría de los casos.

- **Subclase VIIws/VIIIws:** suelos pobres y muy pobremente drenados por anegamientos muy frecuentes y agua freática muy cercana a la superficie. En ocasiones tenores muy elevados de sodio intercambiable y sales solubles. Contenidos muy elevados de arcilla desde la superficie. Los sectores con mejores condiciones en los que se puede desarrollar alguna actividad pecuaria extensiva o forestal pertenecen a la subclase VIIws.

Sobre la base de lo analizado, resulta evidente que la superficie abarcada por suelos con condiciones adecuadas para el desarrollo de cultivos agrícolas, es decir aquellos con clases de Capacidad de Uso entre I y IV, es limitada con respecto a los correspondientes a las clases restantes. Estos sólo abarcan pequeñas áreas dentro de la zona de estudio, que conciernen a algunos de los suelos de origen continental y mixto, como los desarrollados sobre los interfluvios convexos y los interfluvios de origen mixto en la vertiente del Río de la Plata, respectivamente. También quedarían incluidos hasta cierto punto algunos de los suelos de la Llanura aluvional que, por su ubicación ligeramente más elevada con respecto a áreas circundantes, poseen mejores condiciones de drenaje y los suelos de los cordones conchiles.

Por otro lado, los suelos clasificados dentro de las clases VI a VIII, no aptos para las labores agrícolas, ocupan una amplia superficie de la Planicie costera del Río de la Plata. Sus limitaciones se relacionan principalmente al exceso de agua por anegamiento, inundaciones y nivel freático cercano a la superficie, a elevados valores de sodio intercambiable, a texturas muy finas desde los horizontes más superficiales y en, algunas ocasiones, a la elevada salinidad. Los suelos de las clases VI y VII resultan adecuados para forestación con especies adaptadas a las restricciones mencionadas y para ganadería extensiva sobre pastos naturales, mientras que los correspondiente a la clase VIII sólo resultan apropiados para usos recreativos y de vida silvestre.

5.2.4 Mapa de Uso actual de la tierra (Anexo 4)

En este mapa se clasificó a los suelos de la zona de acuerdo a su uso actual. Es así que utilizando las categorías propuestas por Giménez *et al.* (2005) y Cabral *et al.* (2016), se diferenciaron los siguientes usos:

- Urbano:** incluyen zonas donde se desarrollan actividades administrativas, comerciales, residenciales de alta y baja densidad ocupacional, además de clubes e institutos educativos y sanitarios.
- Baldío:** comprende parcelas aún no urbanizadas que generalmente ya han sido amanzanadas.
- Recreativo:** incluye parques, plazas estadios, hipódromos, canchas, campos de deportes, áreas litorales recreativas, de actividades náuticas y balnearios.
- Servicios:** incluye rutas, estaciones de transporte público, cementerios, penitenciaría, áreas militares, usinas termoeléctricas, plantas de tratamiento de agua y residuos sólidos urbanos, estaciones de bombeo y almacenamiento de efluentes, entre otros.
- Portuario:** abarca la zona del puerto.
- Industrial:** se incluyen fábricas y parques industriales.
- Depósito de autos:** comprende un playón de vehículos incautados en el partido de Ensenada.
- Agrícola intensivo:** se trata de zonas con desarrollo de actividades de horticultura, floricultura y fruticultura.
- Agrícola intensivo bajo cubierta:** incluye áreas de invernaderos.
- Agropecuario extensivo:** abarca pastoreo sobre pastos naturales y artificiales. En ocasiones se desarrollan cultivos de soja, trigo, maíz, girasol y lino.
- Agrícola experimental:** incluye estaciones experimentales como la Estación Ingeniero Agrónomo Julio Hirschhörn, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Forestal:** desarrollada fundamentalmente en la unidad Llanura aluvional, incluye la zona de explotación tanto del monte nativo como del implantado para el aprovechamiento de madera, junco y caña.
- Reserva natural:** zona reservada para la protección de sus características naturales e investigación científica.
- Residencial rural:** abarca quintas o chacras de superficies no menores de dos hectáreas, sin actividad productiva.
- Comercial rural:** comprende galpones de almacenamiento, acopio y venta de materiales de construcción, corralones y madereras.
- Avícola:** comprende criaderos de pollos localizados en su mayoría en el sector rural.
- Extractivo:** se incluyen cavas tanto abandonadas como en explotación de arena, tosca y conchilla.
- Enterramiento de basura:** comprende el predio del CEAMSE en el partido de Ensenada y cavas rellenas de basura en los partidos de Berisso y La Plata.

Teniendo en cuenta los usos antes mencionados, se calculó la superficie y el porcentaje del área de estudio ocupada por cada uno de ellos (**Tabla 10**).

Uso de la tierra	Superficie (km²)	Porcentaje del área de estudio
Agropecuario extensivo	166,13	45,89
Urbano	69,71	19,26
Forestal	39,01	10,78
Reserva natural	20,12	5,56
Recreativo	16,28	4,5
Baldío	15,58	4,3
Servicios	10,1	2,79
Industrial	7,78	2,15
Agrícola intensivo	6,24	1,72
Extractivo	4,19	1,16
Residencial rural	3,31	0,92
Enterramiento de basura	1,6	0,44
Portuario	1,2	0,33
Comercial rural	0,42	0,12
Agrícola intensivo bajo cubierta	0,16	0,04
Avícola	0,14	0,04
Agrícola experimental	0,03	0,01
Depósito de autos	0,01	-

Tabla 10. Superficie en km² y porcentaje del área de estudio cubierta por cada uso.

De esta manera, queda evidenciado que cerca de un 80% de los suelos de la zona de estudio son soporte de actividades agropecuarias extensivas, urbanas y forestales. A este respecto debe mencionarse que los suelos abocados a dichos usos presentan en su mayoría baja calidad, con susceptibilidad natural al anegamiento e inundación evidenciada por su clasificación dentro de las subclases VIIws y VIIIws de Capacidad de Uso. En consecuencia, su óptimo aprovechamiento debería estar restringido fundamentalmente a actividades de vida silvestre y recreación, y en forma limitada a pastoreo y forestación.

En el caso de las actividades agropecuarias extensivas, éstas se enfocan mayormente en el pastoreo con una muy baja carga animal, por lo que no existe una significativa sobreutilización del suelo. La localización de las urbanizaciones en suelos de tales características y su constante crecimiento hacia áreas deprimidas en las unidades Bañado y Llanura de fango, por otra parte, provoca que éstas constituyan zonas vulnerables a anegamiento e inundación, con un serio riesgo de afectación a la población. La expansión de la mancha urbana hace necesario que las zonas anegables deban rellenarse para elevar su cota y así evitar inundaciones, además de generar conflictos de uso de la tierra por la competencia con actividades desarrolladas a su alrededor, como las agropecuarias extensivas e intensivas. Por último, el uso forestal está restringido a la zona de la Llanura aluvional, donde en las zonas más altas, o albardones, se desarrollan diversas especies de árboles que son aprovechadas la

para la obtención de madera, mientras que en las zonas con cotas topográficas más bajas se obtiene junco y caña. En este caso el aprovechamiento de los suelos resulta correcto, no advirtiéndose conflictos de uso apreciables.

6. CONSIDERACIONES FINALES

La evolución holocena de la Planicie costera y la Llanura interior ha determinado que a lo largo de su extensión los materiales parentales de los suelos difieran marcadamente. Esto se debe a que durante la etapa regresiva del mar se depositaron sedimentos de distintas composiciones en una franja de costa relativamente pequeña. Otro elemento de relevancia lo constituyen las geoformas generadas por este ciclo regresivo, las cuales son responsables de las pequeñas pero fundamentales variaciones topográficas del área de estudio. Estas características hacen que la Planicie costera, principalmente, y la Llanura interior, en menor medida, constituyan ambientes propicios para el desarrollo de variados tipos de suelos, con distinto grado de desarrollo, donde el material originario y el relieve actúan como los principales factores formadores. Debido a la fuerte influencia de ambos, estos suelos se pueden caracterizar como intrazonales. En las calicatas analizadas de la Llanura de fango y la Llanura aluvional los suelos, correspondientes a Epiacuertes típicos y Fluvacuertes típicos, pertenecen al Orden Intrazonal, Suborden suelos hidromórficos (Thorp y Smith, 1949), debido a sus condiciones ácuicas y drenaje deficiente. Los Haprendoles típicos de los Cordones conchiles, por otra parte, se incluyen dentro de la categoría Intrazonal, Suborden suelos calcimórficos, donde el material original juega un rol preponderante en el desarrollo sus propiedades.

En el área de la vertiente del Río de la Plata o Llanura interior, en cambio, si bien existe cierta influencia de los sedimentos finos a partir de los cuales se desarrollaron los suelos, el clima y la vegetación resultan más significativos en su génesis, por lo que en esta zona predominan los suelos zonales.

En cuanto a los procesos pedogenéticos, se observa una clara predominancia del hidromorfismo. La topografía y la textura de los materiales determinan el tiempo de residencia del agua en superficie y en subsuelo y afectan diferencialmente la estabilidad de los horizontes así como la de los rasgos redoximórficos presentes. En la Planicie costera abundan zonas bajas y los materiales que componen los suelos son predominantemente de granulometría fina, lo cual determina que el régimen de humedad sea ácuico o incluso perácuico y que los suelos se encuentren saturados con agua una parte significativa del año tanto por epi como por endosaturación. La primera se produce por anegamiento superficial de estas áreas deprimidas luego de precipitaciones intensas (especialmente en las unidades de Llanura de fango y Bañado) o por inundaciones debido a crecientes del Río de la Plata (sobre todo en la Llanura aluvional). La endosaturación, por su parte, afecta a la base del perfil debido al ascenso del

nivel freático. La influencia de estos procesos se manifiesta a través de la abundancia y coloración de rasgos macro y micromorfológicos como concreciones, moteados y nódulos de hierro-manganeso, cuyas características difieren según el grado de hidromorfia de cada suelo.

Otro proceso que puede mencionarse, con una participación secundaria, es el de vertisolización, que afecta principalmente a los suelos de la Llanura de Fango, Bañado, Llanura de mareas interior y Antiguos canales de marea a causa de la predominancia de argilominerables expandibles en su composición.

En relación con la cartografía temática elaborada, el estudio integral en capas realizado, partiendo desde mapas básicos del medio natural como los de geomorfología y tipos de suelo hasta un análisis interpretativo en los mapas de Capacidad de Uso y Uso actual de la tierra, resulta necesario para comprender la dinámica de la zona costera. Un aspecto que debe resaltarse es la utilización del enfoque geopedológico (relación paisaje-suelo). La abundancia y diversidad de las geoformas presentes en la Planicie costera hace necesaria una visión integrada entre las disciplinas de Pedología y Geomorfología para, de esta manera, comprender más claramente la formación y evolución de los suelos.

Un estudio de estas características resulta de especial significancia para el Área de Influencia Estuárico-marina del Gran La Plata. El conocimiento de su natural susceptibilidad a anegamiento e inundación debido a la presencia de suelos que en su mayoría pertenecen a las clases de capacidad de uso VIIws y VIIIws, permite poseer las herramientas para establecer criterios adecuados en la toma de decisiones orientadas a un correcto ordenamiento territorial. De esta manera, de acuerdo a las características de cada suelo, se podrán proponer las actividades óptimas, evitando tanto una sobreutilización como una subutilización de los mismos, que pueda comprometer a las poblaciones allí asentadas. A este respecto debe mencionarse que por su categoría de uso, los suelos de la zona no poseen aptitud suficiente para desarrollar sobre ellos actividades intensivas, sino que están limitados para usos de esparcimiento y reserva. La creciente expansión demográfica e industrial, principalmente hacia áreas ocupadas por actividades agrícolas extensivas sobre estos suelos arcillosos con drenaje deficiente correspondientes a las unidades Llanura de Fango y Bañado, constituye un importante conflicto de uso. La localización en dichas zonas requiere de la elevación de la cota para evitar inundaciones, lo que genera, por un lado, alteraciones en el drenaje natural. Debe tenerse en cuenta que el área de los bañados acumula las aguas provenientes de la Llanura interior y retarda el flujo del agua en caso de crecidas, contribuyendo de este modo a atenuar los efectos negativos aguas abajo y actuando como reservorio natural. Por otro lado, deben tomarse especiales recaudos en cuanto a la procedencia de la tierra utilizada para levantar la

cota topográfica, debido a que en ocasiones ésta proviene de movimientos de suelos continentales aptos para la agricultura provocando su degradación.

A su vez, también existen conflictos de uso en áreas que, debido a sus propiedades favorables tales como relieve positivo y consolidación del material, podrían ser utilizadas para el asentamiento de urbanizaciones pero que en cambio poseen un uso completamente diferente. Este es el caso de los cordones conchiles y la actividad extractiva, que ha provocado la eliminación de una importante superficie de territorio apto para actividades urbanas

De esta manera queda claro que la actividad antrópica modifica continuamente la dinámica del sistema natural de la Planicie costera y la Llanura interior, por lo que estudios de estas características deben ser continuamente desarrollados y actualizados para evitar consecuencias no deseadas sobre la población.

7. AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermana, sin quienes hoy no estaría acá, por su apoyo desde el primer día.

A mis tíos, por su ayuda incondicional.

A mis amigos de toda la vida y los que me dio la Facultad, por estar siempre.

A mis directores Laura Boff y Daniel Muntz, por la paciencia, la confianza y las ganas con las que me acompañaron en la realización de este Trabajo Final de Licenciatura.

A Mauro Gómez Samus, por la revisión del manuscrito y sus correcciones, aportes y sugerencias que resultaron muy enriquecedoras.

A todos aquellos que de alguna u otra manera estuvieron conmigo en estos últimos meses, por sus palabras de aliento.

Al Instituto de Geomorfología y Suelos y al Centro de Investigaciones Geológicas, por brindarme todos los recursos necesarios para llevar a cabo mi Trabajo Final de Licenciatura.

Por último, pero no por eso menos importante, a la Universidad pública, gratuita y de calidad que me permitió llevar adelante mis estudios.

8. BIBLIOGRAFÍA

Abete, L.A. y M. Sánchez. 1970. Relación entre las constantes de Atterberg y su estimación rápida mediante el ensayo de expansión libre. Memoria de la Primera Reunión Argentina de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones. LEMIT y Sociedad Argentina de Mecánica de Suelos. La Plata. 241-250.

Aguirre, M.L. 1993. Caracterización faunística del Cuaternario marino del noreste de la Provincia de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina 47:31-54.

Alcalá del Olmo, L. 1995. "Ensayos para la caracterización físico-química de las muestras en contaminación de suelo". En: Contaminación y Depuración de Suelos: 119-133. Instituto Tecnológico de España, Madrid.

Bidegain, J.C y Rico, Y. 2004. Mineralogía magnética y registros de susceptibilidad en sedimentos cuaternarios de polaridad normal (Brunhes) y reversa (Matuyama) de la cantera de Juárez. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59(3): 451-461.

Black, C. A. 1965. Methods of soil analysis. Agronomy Nº 9. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U.S.A. 1-170 pp.

Bobbio, M.L.; Devincenzi, S.M.; Orgeira, M.J. y Valencio, D.A. 1986. La Magnetoestratigrafía del "Ensenadense" y "Bonaerense" de la ciudad de La Plata (excavación nuevo teatro Argentino): su significado geológico. Revista de la Asociación Geológica Argentina 41: 7-21.

Bonfils, C.G. 1966. Rasgos principales de los suelos pampeanos. Instituto de Suelos y Agroecología, CIRN, INTA. Publicación No. 97. Buenos Aires. 66 p.

Bullock, P.; Fedoroff, N.; Jongerius, A.; Stoops, G. y Tursina, T. 1985. Handbook for Soil Thin Section Description. Waine Research Publications, pp. 152.

Burgos, J.J. y Vidal, A.L. 1951. Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. Meteoros I (1): 3-32.

Cabral, M.G.; Hurtado, M.A.; Giménez, J.E.; Sánchez, C.A.; Muntz, D. y da Silva, M.M. 2002. Índices de afectación territorial en la planificación estratégica del partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas IV Coloquio de Transformaciones Territoriales. Asociación Universidades Grupo Montevideo-Universidad de la República. Montevideo, Uruguay 21-23 de agosto de 2002.

Cabral, M.; Muntz, D.; Giani, E.; Hurtado, M.A.; da Silva, M.; Boff, L.; Palma, J.C. y Sánchez, C. 2016. Capítulo 1: Las inundaciones en la región capital: cartografía temática para el planeamiento. En: PIO (Proyecto de Investigación Orientado) - Las inundaciones en La Plata, Berisso y Ensenada. Análisis de Riesgos y Estrategias de Intervención. Hacia la construcción de un observatorio ambiental.

Camilión, C.; Manassero, M.; Hurtado, M.A. y Ronco, A. 2003. Copper, Lead and Zinc distribution in soils and sediments of the South- Western coast of the Rio de la Plata estuary.

Argentina. *Journal of Soils and Sediments*, Scientific Journals, Ecomed Verlag, Germany. 3(3): 213-220.

Cappannini, D.A. y Domínguez, O. 1961. Los principales ambientes geoedafológicos de la provincia de Buenos Aires. IDIA. No. 163 y Publicación No. 76 del Instituto de Suelos y Agrotecnia. INTA. Buenos Aires.

Cappannini, D.A. y Mauriño, V.A. 1966. Suelos de la zona litoral estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al norte y La Plata al sur (Provincia de Buenos Aires). INTA, 2. Colección Suelos. 45 p.

Carol, E. y Kruse, E. 2012. Hydrochemical characterization of the water resources in the coastal environments of the outer Río de la Plata estuary, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 37: 113- 121.

Cavallotto, J. L. 1987. Morfología y dinámica sedimentaria del Río de la Plata. Informe Final de Beca de Estudio. C.I.C - S.H.N. Buenos Aires, 87 p. (Inédito).

Cavallotto, J. L. 1988. Interpretación morfológica del Río de la Plata. Simposio Internacional sobre el Holoceno en América del Sur, Paraná, Entre Ríos, Resúmenes expandidos: 65-68.

Cavallotto, J.L. 1995. Evolución geomorfológica de la llanura costera ubicada en el margen sur del Río de la Plata. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, 237 pp. (Inédito).

Cavallotto, J. L. 1996. Estratigrafía del Holoceno de la Llanura costera del margen sur del Río de la Plata. 13 Congreso Geológico Argentino - 3 Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Buenos Aires, 4: 51-68.

Cavallotto, J. L.; Violante, R. A. y Parker, G. 1999. Historia evolutiva del Río de la Plata durante el Holoceno. 14 Congreso Geológico Argentino. Salta, 1: 508-511.

Cavallotto, J.L. 2002. Evolución holocena de la llanura costera del margen sur del Río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57:376-388.

Cavallotto, J.L. y Violante, R. A. 2005. Geología y Geomorfología del Río de la Plata. En: de Berrío, R.E., Etcheverry, M.F., Caballé, M.F., Llambías, E. (Eds.), *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*, La Plata, pp. 237–254.

Cigliano, E. M. 1966. Contribución a los fechados radiocarbónicos argentinos (I), Extracto de la *Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie)*, Sección Antropología, Tomo VI: 1-16.

Cortelezzi, C. y Lerman, J. 1971. Estudio de las formación marinas de la costa atlántica de la provincia de Buenos Aires. *LEMIT, Serie II* 178: 133-164, La Plata.

Cortelezzi, C. 1977. Datación de las formaciones marinas en el Cuaternario de las proximidades de La Plata-Magdalena, Provincia de Buenos Aires. *Anales del Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT)*, Serie 2:75-93, La Plata.

Cortelezzi, C. R.; Pavlicevic, R. E.; Pittori, C. A. y Parodi, A. V. 1992. Variaciones del nivel del mar en el Holoceno de los alrededores de La Plata y Berisso. Cuarta Reunión Argentina de Sedimentología. *Actas II*; 131-138.

Etchevehere, P. 1976. Normas de reconocimiento de suelos. Publ. No. 152. Departamento Suelos, INTA. Castelar. 169 p. 202 p.

Fidalgo, F.; Figini, A.; Gómez, G.; Carbonari, J. y Huarte, R. 1981. Dataciones radiocarbónicas en las Formaciones Las Escobas y Destacamento Río Salado, provincia de Buenos Aires. 8° Congreso Geológico Argentino Actas 4:43-56, San Luis.

Fidalgo, F.; Colado, U.R. y De Francesco, F.O. 1973. Sobre ingresiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena (Provincia de Buenos Aires). V Congreso Geológico Argentino Actas 4:225-240, Villa Carlos Paz.

Fidalgo, F. y Martínez, O. R. 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del partido de La Plata (Provincia de Buenos Aires). *Asoc. Geol. Arg. Rev.* , XXXVIII (2): 263-279.

Frenquelli, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la provincia de Buenos Aires. *Anales del Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT)*, Serie 2:1-72, La Plata.

Fucks, E.; D'ámico, G., Pisano, M. F. y Nucetelli, G. 2017. Evolución geomorfológica de la región del Gran La Plata y su relación con eventos catastróficos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 74 (2): 141-154 (2017).

Fucks, E.E.; Schnack, E.J. y Aguirre, M.L. 2010. Nuevo ordenamiento estratigráfico de las secuencias marinas del sector continental de la Bahía Samborombón, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 67:27-39.

Gee, G.W. y Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis. En: Klute, A. (ed.), *Methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods*, págs. 383-411. N°9 en *Agronomy, ASA, ASSA, Inc., Publisher, Madison, Wisconsin, USA*.

Giménez J.E.; Hurtado M.A.; Cabral M. y da Silva M. 1992. Estudio de suelos del partido de La Plata. Etapa I: Sector Oeste-Noroeste. Convenio Consejo Federal de Inversiones-Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. 180 p. y mapas.

Giménez, J.E.; Cabral, M.; Hurtado, M.A.; Martínez, O.R.; Sanchez, C.A.; Da Silva, M.; Forte, L.; Crincoli, A.C. y Muntz, D. 2005. Elaboración y Transferencia de Cartografía Temática e Implementación de un Sistema de Información Geográfica para el Planeamiento (Partido de Berisso). Trabajo Inédito. Comisión de Investigaciones Científicas, Provincia de Buenos Aires, 70 pp.

Gómez Samus, M. L. 2016. Magnetoestratigrafía y parámetros magnéticos en sedimentos del Cenozoico tardío del sector Tandil-Balcarce-Mar del Plata. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata, 448 pp. (Inédito).

Gómez Samus, M. L.; Comerio, M.; Boff, L.D.; Montes M.L.; Ontivero, P.E.; Mercader, R.C. y Bidegain, J.C. 2017. Minerales con hierro en arcillas vinculadas a la ingesión marina holocena en la Llanura costera del Estuario del Río de la Plata (Argentina): implicancias

paleoambientales. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*. Volume 24 (1) 2017, 61-83. ISSN 1851-4979.

González Bonorino, F. 1965. Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la ciudad de Buenos Aires. *Rev Asoc Geol Argent* XX(1):67–148.

Hurtado, M.A.; Giménez, J.E.; Cabral, M.G.; da Silva, M.; Martínez, O.R.; Reynaldi, J.M. y Sánchez, C.A. 1997a. Caracterización geomorfológica y de suelos en la zona de influencia del Poliducto La Plata- Dock Sud y del Oleoducto La Plata- Shell (Provincia de Buenos Aires). Informe técnico para YPF S.A.

Hurtado, M.A.; Giménez, J.E.; Cabral, M.G.; da Silva, M.; Martínez, O.R.; Reynaldi, J.M. y Sánchez, C.A. 1997b. Caracterización geomorfológica y de suelos en la zona de influencia de la Petroquímica La Plata y Refinería La Plata (Provincia de Buenos Aires). Informe técnico para YPF S.A.

Hurtado, M.A.; Giménez, J.E. y Cabral, M. 2006. Análisis ambiental del partido de La Plata. Aportes al ordenamiento territorial. Consejo Federal de Inversiones. 124 pp.

Imbellone, P. y Zárate, M.A. 1983. Glébulas sesquioxídicas en un Argialbol: Gral Mansilla, Pcia. de Buenos Aires. *CIENCIA DEL SUELO*, 1 (2):73-82.

Imbellone, P.A., Guichon, B.A. y Giménez, J.E. 2009. Hydromorphic soils of the Río de la Plata Coastal Plain, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 16:3-18.

Imbellone, P. y Mormeneo, L. 2011. Vertisoles hidromórficos de la planicie costera del Río de la Plata, Argentina. *Ciencias del Suelo* 29:107-127.

INTA. 1989. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000.

Iriondo, M. 1990. Map of south American plains – its present state. *Quat S Am Antarctic Peninsula* 6:297–308.

Iriondo, M. y Kröhling, D. 2007. Geomorfología y sedimentología de la cuenca superior del Río Salado (sur de Santa Fe y noroeste de Buenos Aires, Argentina). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 14(1):1–23.

Klingebliel, A. y Montgomery, P. 1960. Land Capability Classification. U.S. Department of Agriculture. *Agriculture Handbook* Nº 10. Washington, D.C.

Kruse, E., Braga, F., Tosi L., Carol, E., Laurencena, P., Deluchi, M., 2014, Respuesta hidrológica del Bañado de Maldonado en la planicie costera del Río de la Plata: eventos extremos de abril de 2013. In: *Memorias del II Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras*. Venturini, V. et al. eds. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, e-book ISBN 978-987-692-039-1.

Manassero, M.J.; da Silva, M.M.; Boff, L.D. y Hurtado, M.A. 2013. Metales pesados en suelos de la Planicie Costera del Río de la Plata, partidos de Ensenada y Berisso. *Ciencia del suelo*, 31(2), 253-264.

Martínez, O.R.; Hurtado, M.A.; Cabral, M.; Giménez, J.E. y da Silva, M. 2000. Geología, geomorfología y suelos de la planicie costera en los partidos de Ensenada y Berisso (Provincia de Buenos Aires). XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. 11-14 de abril del 2000.

Martínez Gasca, R.; Cornejo, J. y de Arambarri, P. 1982. Estudio electroforético del punto isoelectrico de diversos oxidos de hierro. *Anales de edafologia y agrobiología*, XLI(3-4) : 661-667p.

Miaczynski, C.R.O. y Tschapek, M. 1965. Los suelos de estepa de la región pampeana. *Revista de Investigaciones Agropecuarias. Serie 3, Clima y Suelo* 2, 35-79.

Montes, M.L. 2013. Estudio radiológico gamma de suelos de la zona aledaña a la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires: modelado de perfiles de actividad y correlaciones con las propiedades del suelo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, 190 pp. (Inédito).

Morrás, H.J.M.; Moretti, L.M. 2016. A New Soil-Landscape Approach to the Genesis and Distribution of Typic and Vertic Argiudolls in the Rolling Pampa of Argentina. In: Zinck J.A., Metternicht G., Bocco G., Del Valle H.F. (eds) *Geopedology*.

Parker, G. 1990. Estratigrafía del Río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 45 (3-4): 193-204.

Parker, G. y Marcolini, S. 1992. Geomorfología del delta del Paraná y su extensión hacia el Río de la Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47 (2): 243-250.

Parker, G. y Violante, R. A. 1993. Río de la Plata y regiones adyacentes. En: M. Iriondo (Ed.): *El Holoceno en la Argentina*, CADINQUA, 2: 163-230.

Parker, G.; Marcolini, S.; Cavallotto, J. L. y Violante, R. A. 1987. Modelo esquemático de dispersión de sedimentos en el Río de la Plata. *Revista Ciencia y Tecnología del Agua*, Santa Fe, 1 (4): 68-80.

Parker G.; Paterlini, M. C. y Violante, R. A., 1994. Edad y génesis del Río del Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49 (1-2): 11-18.

Peech, M. 1965. Hidrogen-ion activity. En C. A. Black (ed.). *Methods of Soil Analysis*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, U.S.A. 2, 914-916.

Richards, L. A. 1973. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual 60. Ed. Limusa. México, D. F. 172 p.

Richiano, S.; Varela, A.N.; D'Elia, L.; Bilmes, A. y Aguirre, M. 2012. Evolución paleoambiental de cordones litorales holocenos durante una caída del nivel del mar en la Bahía Samborombón, Buenos aires, Argentina. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 19:105-124.

Riggi, J.C.; Fidalgo, F.; Martínez, O.R. y Porro, N. 1986. Geología de los "sedimentos pampeanos" en el partido de La Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 4:316-333.

Roig, A.; Carol, E. y Kruse, E. 2014. Análisis de la variación de espesor de agua dulce en cordones de conchillas del humedal de Bahía de Samborombón, Argentina. En: *Agua subterránea, recurso estratégico - Tomo II*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). ISBN: 987- 1985- 04- 5.

Sayago, J. 1995. The Argentine neotropical loess: an overview. *Quaternary Science Reviews*. 14:755–766.

Schoeneberger, P.J.; Wysocky, D.A; Benham, E.C. y Broderson, W.D. 2000. Libro de campaña para descripción y muestreo de suelos. Versión 1.1. Instituto de Suelos, Centro de Recursos Naturales, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. Traducción en español del «Field Book for Describing and Sampling Soils», 1998. Centro Nacional de Relevamiento de Suelos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales, Dto. de Agricultura EE.UU., Lincoln, Nebraska 9 (10) p.

Soil Survey Staff. 2014. *Keys to Soil Taxonomy*, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

Spalletti, L.; Matheos, S. y Poiré, D. 1987. Sedimentology of the Holocene littoral ridge of Samborombón Bay (Central Buenos Aires Province, Argentina). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 5:11-132.

Stoops, G. 2003. *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections*. Wisconsin, Soil Science Society of America, Madison, pp. 184.

Stoops, G.; Marcelino, V. y Mees, F. 2010. *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths*. Elsevier, Amsterdam, pp. 720.

Teruggi, M.E. 1957. The nature and origin of Argentine loess. *Journal of Sedimentary Petrology*. 27(3):322–332.

Thorp, J. y Smith, G.D. 1949. Higher categories of soil classification. *Soil Science* 67, 117-126.

Tricart, J. 1973. *Geomorfología de la Pampa Deprimida. Base para los estudios edafológicos y agronómicos*. Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación. INTA, Colección Científica XII. Buenos Aires.

van Schuylenborgh, J. y Arens, P.L. 1950. The electrokinetic behaviour of freshly prepared γ - and α -FeOOH. *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*. Volume 69, Issue 12, pages 1557–1565.

Vervoost, F.B. 1967. La vegetación de la República Argentina VII. Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado (Provincia de Buenos Aires). Serie Fitogeográfica Nº 7. Instituto de Botánica Agrícola. CIRN, INTA. Buenos Aires, 262 pp.

Violante, R. A.; Parker, G. y Cavallotto, J.L. 2001. Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre la bahía Samborombón y la laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56: 51-66.

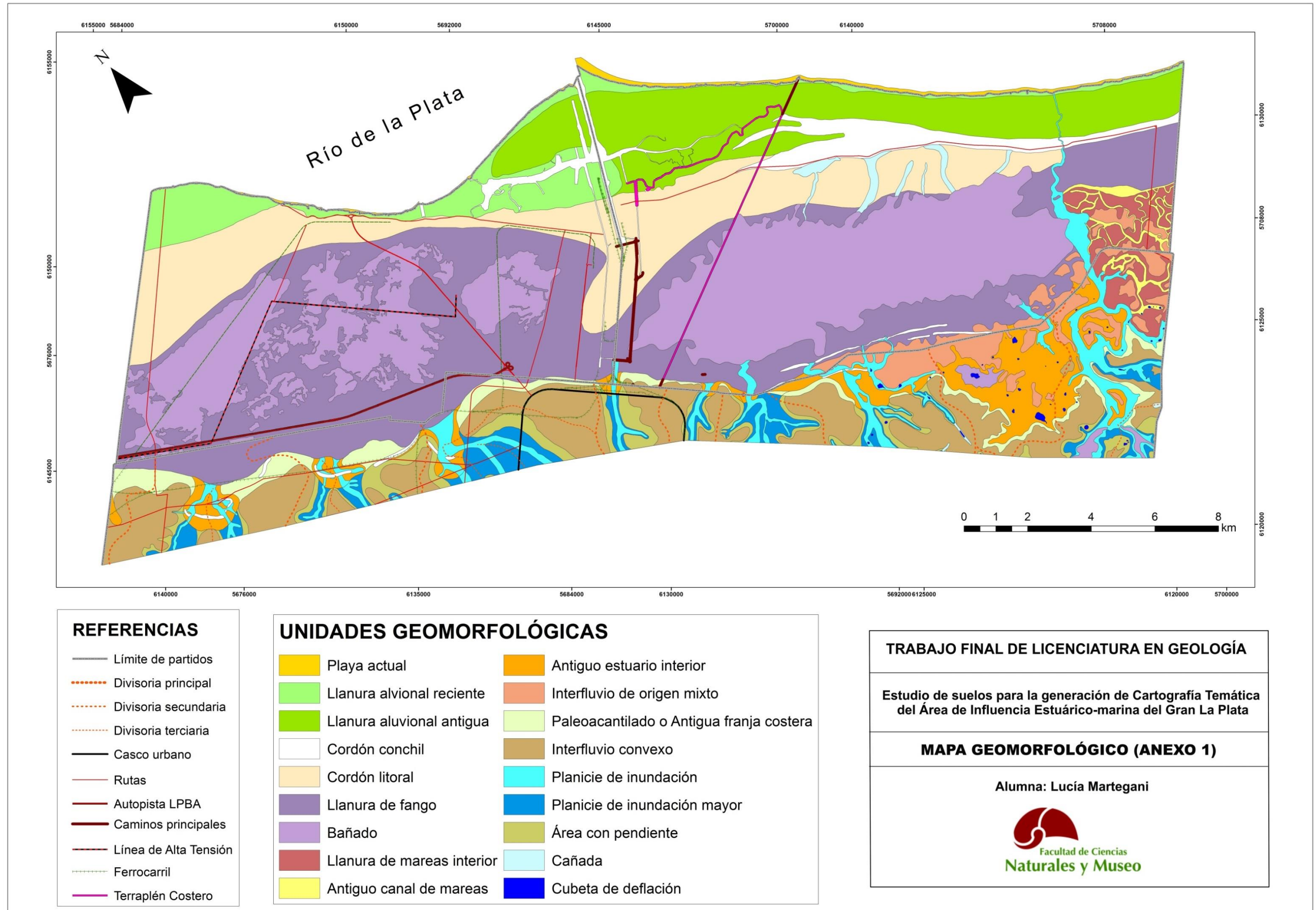
Violante, R. A. y Parker, G. 2004. The post-last glacial maximum transgression in the de la Plata River and adjacent inner continental shelf, Argentina. *Quaternary International* 114:167-181.

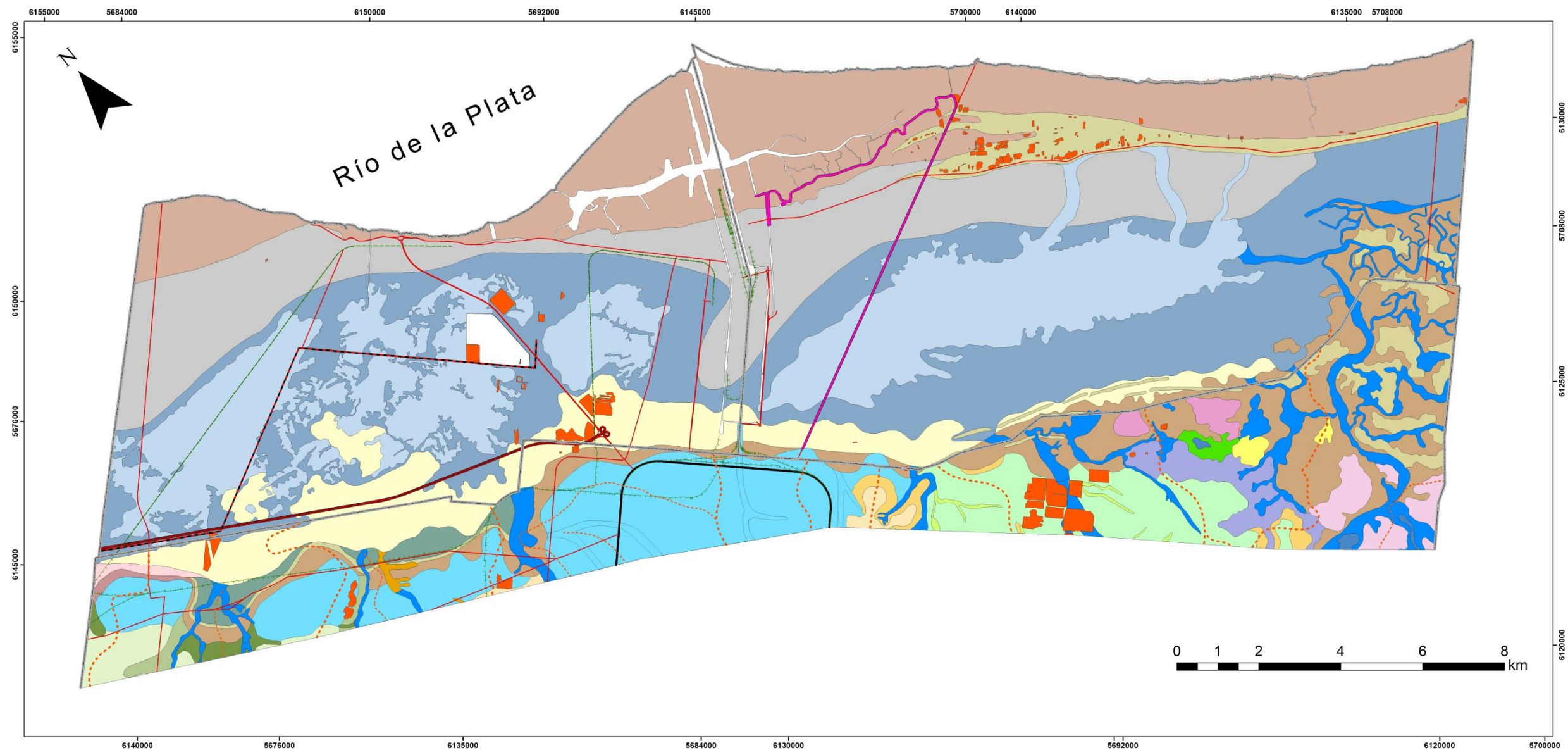
Walkley, A. y I.A. Black, 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37:29-37.

Zárate, M. y Blasi, A. 1993. Late Pleistocene-Holocene eolian deposits of the southern Buenos Aires Province, Argentina: a preliminary model. *Quat Int* 17:15–20.

Zinck, J. A. 2012. *Geopedología: Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales*. ITC Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation Enschede, The Netherlands. 123p.

Zinck, J. A., Metternicht, G., Bocco, G. y Del Valle, H. F. 2016. *Geopedology: An Integration of Geomorphology and Pedology for Soil and Landscape Studies*. Springer International Publishing. DOI 10.1007/978-3-319-19159-1.





- ### REFERENCIAS
- Límite de partidos
 - Divisoria principal
 - Divisoria secundaria
 - Divisoria terciaria
 - Casco urbano
 - Rutas
 - Autopista LPBA
 - Caminos principales
 - Línea de Alta Tensión
 - Ferrocarril
 - Terraplén Costero

Suelos desarrollados sobre sedimentos de origen estuárico-marino

Unidad Cartográfica	Unidades Taxonómicas
F	Consociación de Fluvacuents típicos

Suelos desarrollados a partir de sedimentos marinos

M1a	Complejo de Natracuents típicos, fase imperfectamente drenada/ Epiacuents sódicos (Sustrato arenoso)
M1b	Complejo de Natracuents típicos, fase imperfectamente drenada/ Epiacuents sódicos (Sustrato loésico)
M2	Consociación de Natracuents típicos, fase pobremente drenada
M3	Complejo de Natracuents típicos, fase muy pobremente drenada/ Epiacuents típicos y hálicos
M4	Consociación de Hapluentes típicos

Suelos desarrollados sobre sedimentos de origen mixto

Aa	Consociación Argiudoles ácuicos
Aac	Consociación Argiudoles acuérticos
Ho	Consociación Hapludoles oxiácuicos
Na	Consociación Natrudalles ácuicos
Nt	Complejo de Natracualles y Natracuoles típicos (80%) y Udipsamientos y Hapluentes (20%). Incluye Tierra Urbana

Nv5	Complejo de Natracualles vérticos (80%) y Natracuoles, Argiacuoles y Argialboles (20%). Incluye Tierra Urbana
Ua	Udortentes ácuicos
Ua1	Udortentes ácuicos, fase inclinada

Suelos desarrollados sobre sedimentos de origen continental

Albv	Complejo de Albacualles vérticos, Epiacuents típicos y Natracualles vérticos
AS	Consociación Argiudoles vérticos
AS1	Consociación Argiudoles vérticos, fase inclinada
AS2	Consociación Argiudoles vérticos, fase imperfectamente drenada
AS3	Complejo de Argiudoles vérticos (60%) y Hapludertes típicos (40 %)
AS4	Complejo de fases imperfectamente drenadas de Argiudoles vérticos (60%) y Hapludertes típicos (40 %)
Go	Consociación Hapludertes típicos
Go1	Complejo de fases inclinadas de la unidad cartográfica Go
Go2	Consociación Hapludertes típicos, fase imperfectamente drenada

Nv4	Complejo de Natracualles vérticos (60 %) y Argiudoles acuérticos (40 %)
U	Complejo de Tierras Urbanas
Gl	Grupo indiferenciado de suelos de planicies aluviales

Áreas Misceláneas

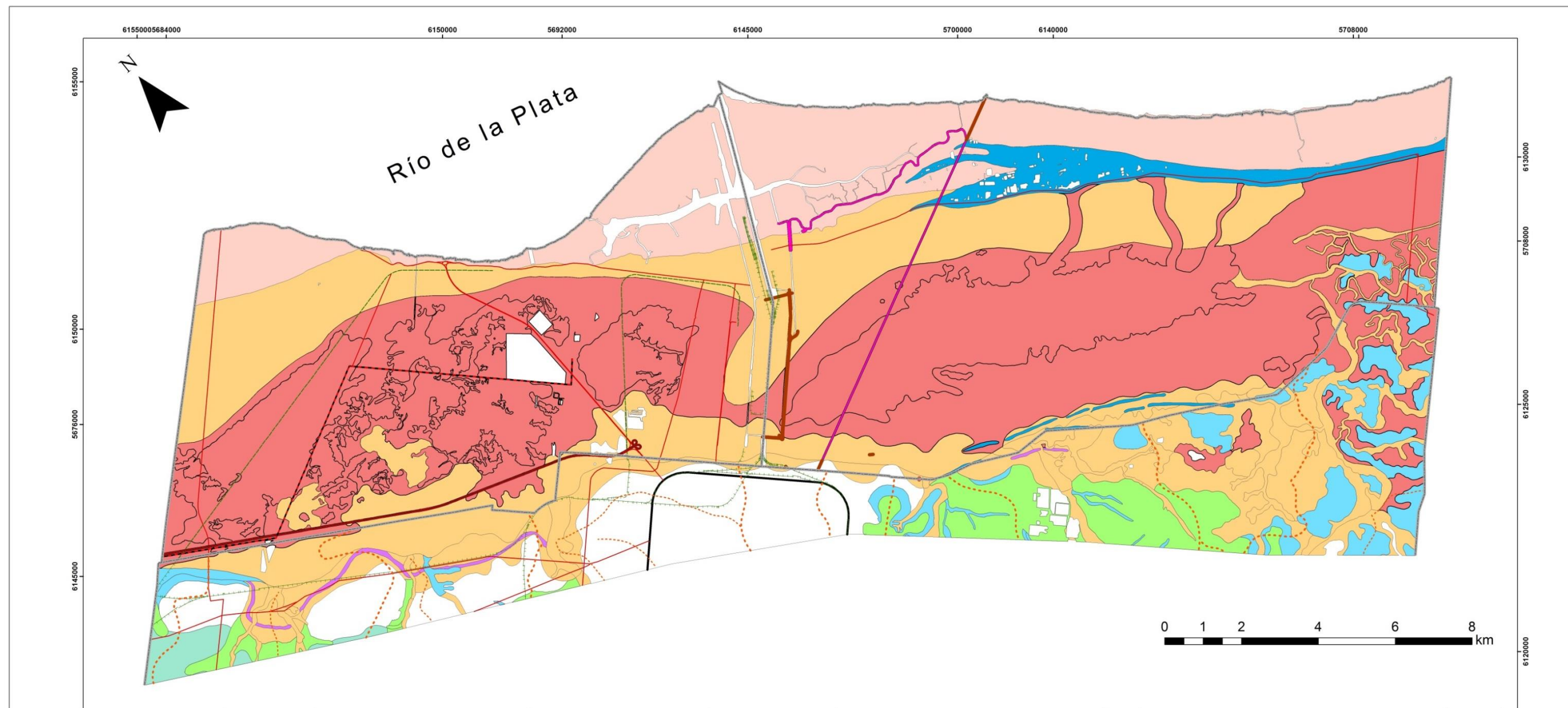
L	Laguna
C	Cantera
RS	Relleno sanitario

TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA EN GEOLOGÍA

Estudio de suelos para la generación de Cartografía Temática del Área de Influencia Estuárico-marina del Gran La Plata

MAPA BÁSICO DE SUELOS (ANEXO 2)

Alumna: Lucía Martegani



REFERENCIAS

- Límite de partidos
- - - Divisoria principal
- - - Divisoria secundaria
- - - Divisoria terciaria
- Casco urbano
- Rutas
- Autopista LPBA
- Caminos principales
- Línea de Alta Tensión
- - - Ferrocarril
- Terraplén Costero

Subclases de Capacidad de Uso

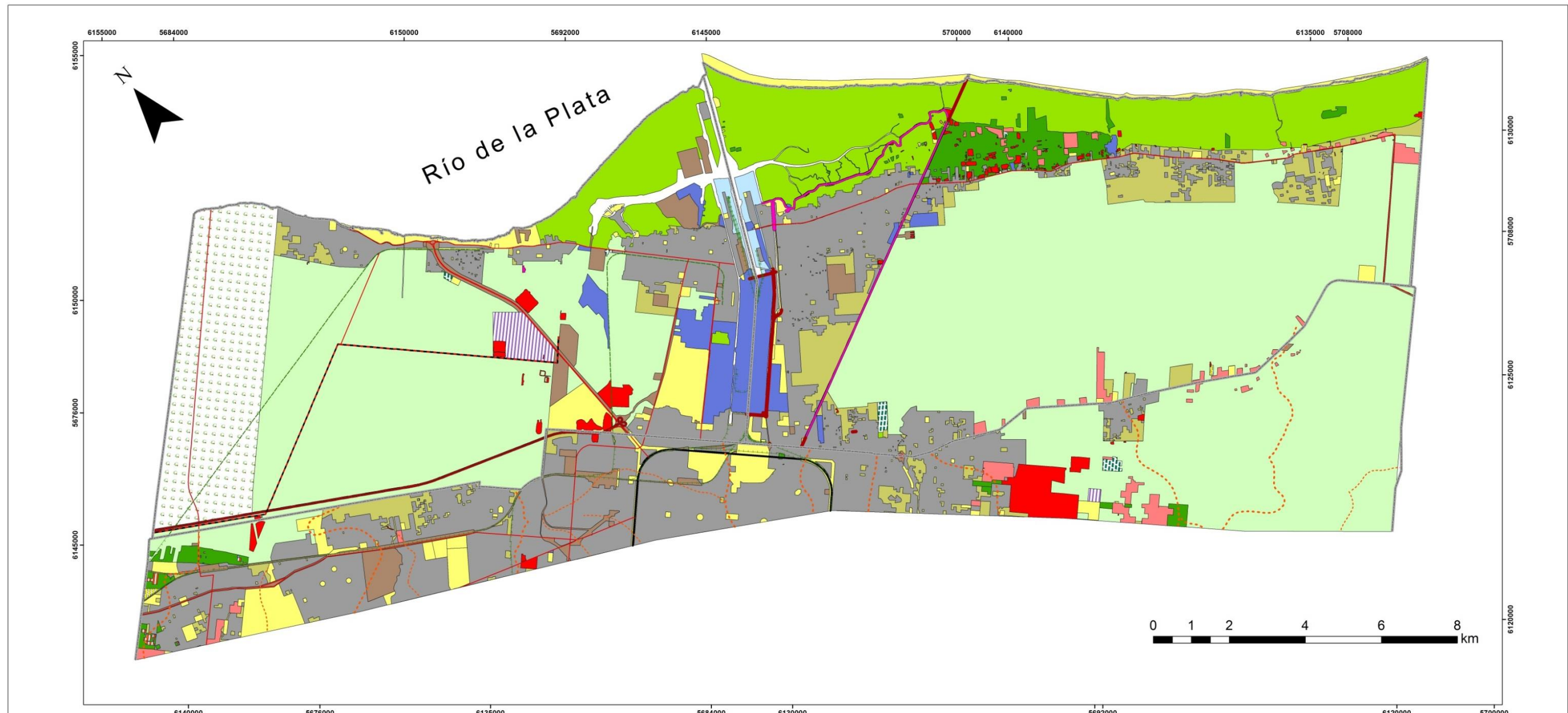
- I-2
- IIs
- IIIw
- IVs
- IVw- VIIw
- VI s
- VIIws
- VIIws - VIIIws
- Areas no evaluadas

TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA EN GEOLOGÍA

Estudio de suelos para la generación de Cartografía Temática del Área de Influencia Estuárico-marina del Gran La Plata

MAPA DE CAPACIDAD DE USO (ANEXO 3)

Alumna: Lucía Martegani



REFERENCIAS

- Límite de partidos
- Divisoria principal
- Divisoria secundaria
- Divisoria terciaria
- Casco urbano
- Rutas
- Autopista LPBA
- Caminos principales
- Línea de Alta Tensión
- Ferrocarril
- Terraplén Costero

Uso actual de la tierra

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| Urbanos | Agropecuario extensivo |
| Baldío | Agrícola experimental |
| Recreativo | Forestal |
| Servicios | Reserva natural |
| Portuario | Residencial rural |
| Industrial | Comercial rural |
| Depósito de autos | Avícola |
| Agrícola intensivo | Extractivo |
| Agrícola intensivo bajo cubierta | Enterramiento de basura |

TRABAJO FINAL DE LICENCIATURA EN GEOLOGÍA

Estudio de suelos para la generación de Cartografía Temática del Área de Influencia Estuárico-marina del Gran La Plata

MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA (ANEXO 4)

Alumna: Lucía Martegani

