

## ASPECTOS SEDIMENTOLOGICOS Y ESTRATIGRAFICOS DE LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS DE LA COSTA PLATENSE DEL DEPARTAMENTO DE CANELONES (URUGUAY)

*César GOSO AGUILAR*

Departamento de Evolución de Cuencas - Facultad de Ciencias. Universidad de la República.  
Iguá 4225. CP 11400. Montevideo. goso@fcien.edu.uy

**Resumen:** Esta contribución brinda elementos sedimentológico-estratigráficos de los depósitos cuaternarios que aparecen en los acantilados y plataformas en la costa rioplatense del Departamento de Canelones, Uruguay. Se constató la presencia de depósitos regresivos e ingresivos cuaternarios, materializados por los sedimentos pleistocénicos transicionales de la Formación Chuy y los continentales de las formaciones Libertad y Dolores, así como los transicionales holocénicos de la Formación Villa Soriano. Se caracteriza litológicamente cada unidad, se interpretan los procesos actuantes y se hacen inferencias acerca de los ambientes de sedimentación involucrados.

### EXTENDED ABSTRACT

*Sedimentologic and stratigraphic aspects of the Quaternary deposits along the Plata Coast on the Departamento de Canelones (Uruguay)*

The Uruguayan Quaternary record has been studied by several authors in the last four decades. The Quaternary glacial and interglacial record shows a few tens meters of thickness and is integrated by both sediments and non-depositional surfaces. The sedimentary package is better exposed in the southern region and coastal area of Uruguay. The non-depositional surfaces (iron crust) and paleosoils are better exposed in the north and eastern region. The Lithostratigraphic column proposed by Goso (1965, 1972) focuses the Quaternary record with a precursor genetic point of view, integrating lithologic, geomorphologic and climate conditions. However, this stratigraphic proposal was partially adopted and understood by some scientists.

Transitional sediments of the Pleistocene Chuy Formation and continental deposits of Libertad and Dolores formations are present. Also, transitional Holocene sediments of Villa Soriano Formation were shown and are described (Fig. 1).

The goal of this paper is to contribute to the knowl-

edge of a part of this record especially towards some sedimentologic and stratigraphic features of the Quaternary deposits exposed along Rio de la Plata coast in the Canelones Department, Uruguay (Figure 2).

The Chuy Formation is very well exposed in Villa Argentina and Las Vegas - La Floresta beaches. It is integrated mainly by white conglomerates and coarse to fine sandstones with current and wave traction structures and trace fossils. Also contains fossiliferous green clay deposits. It looks with variable thickness since a few meters to twenty five meters (Figs. 3 and 5). It was deposited during an interglacial period in transitional sedimentary environment, predominantly the shoreface portion in a barrier island and lagoon systems, into tidal conditions. The top of this lithofacies sequence shows a thin (few centimetres) iron crust in the area. This non-depositional surface was also observed in others inner Canelones localities (several Santa Lucia river sections).

The Libertad and Dolores Formations can be observed in several localities along the studied area. They are composed mainly of brownish fangolites and silt-clay sediments. Massive, parallel lamination, incised lobes and tabular deposition are the main structures and geometries exposed of these units (Figs 4-8). They were deposited during a Pleistocene glacial period with

the alternance of semiarid and temperate conditions and materialize a continental sedimentation (gravity flows, reworked eolian deposits). These units show a few meters of thickness.

The Villa Soriano Formation is present in La Floresta beach, Sarandí creek mouth, and is composed mainly by grey fangolites and black fossiliferous clays containing molluscs valves (Figs 3e and 9). This unit was deposited during the current interglacial period and materializes the last ingressive sea-level conditions. Considering both the coastal outcrops and subsurface distribution in Uruguay the Villa Soriano Formation represents the last holocenic embayments and shorelines. The thickness of this unit in the area is less than six meters.

The coast of Canelones Department along Río de la Plata shows several meters of quaternary sequences in many locations. In these combined sections two transgressive-regressive cycles were observed and analyzed. The former is composed by sediments of the Libertad II (continental) and Chuy III (transitional) Formations deposited since Medium to Upper Pleistocene, while the latter is constituted by a few meters thickness of sediments that belongs to both Dolores (continental) and Villa Soriano (transitional) formations during the time interval Upper Pleistocene - Holocene.

**Palabras Clave:** Cuaternario, estratigrafía, costa de Canelones, Uruguay

**Keywords:** Quaternary, stratigraphy, Canelones coast, Uruguay

## INTRODUCCION

El registro sedimentario cuaternario uruguayo muestra la sucesión de un conjunto de eventos o procesos sedimentarios depositacionales y no-depositacionales, que estuvieron signados por una relativa variedad de facies producto de la conjugación de factores fisiográficos, climáticos, glacio-eustáticos y de subsidencia particulares imperantes en dicho período en esta región Suroriental de Sudamérica. En particular, la mayor dificultad estriba en que se registran ciclos transgresivos - regresivos compuestos por sedimentos que poseen las mismas o muy similares características litológicas, por repetirse, con algunos matices, las condiciones paleoambientales y los procesos sedimentarios actuantes. Por esto, si bien es relativamente escaso el espesor de las unidades cuaternarias en el Uruguay (algunas decenas de metros), ellas muestran un complejo arreglo

o cortejo sedimentario que ha dificultado su entendimiento y ha promovido diferentes propuestas litoestratigráficas (Martínez y Ubilla, 2004), lo que no es objeto de discusión aquí.

Si bien este trabajo atiende a los aspectos descriptivos de las unidades cuaternarias en un sector de la Cuenca del Plata, se entiende necesario realizar aquí una breve reseña del registro Cenozoico del Sur de Uruguay para contextualizar el trabajo regionalmente. La constitución geológica cenozoica del Sur y Sureste de Uruguay muestra, en la base, el registro de la sedimentación fluvial, eólica y flujos gravitacionales, con presencia constante de paleosuelos con intensa calcetización. Los cuales integran los depósitos de la Formación Fray Bentos (Goso, 1965) de edad Oligoceno superior. Se la correlaciona con la unidad homónima de las provincias argentinas de Corrientes y Entre Ríos (Herbst, 1980). Esta unidad habría controlado de una manera importante la fisiografía a la que se superimpuso la ingresión marina ("mar entrerriense") del Mioceno superior materializada por la Formación Camacho, correlacionable a las formaciones Paraná y Marambaia, en Argentina y Brasil, respectivamente (del Río y Martínez, 1998; Ojeda, 1982). Estudios de subsuelo en Canelones tienen entre sus objetivos evidenciar la presencia de la Formación Camacho en el área, debido a que aparece aflorante a +15 m en el Departamento de Colonia (Oeste del Río de la Plata), a 1 m en Arazatí (centro del Río de la Plata en el Departamento de San José), y a -115 m en la perforación Chuy (Departamento de Rocha, en el límite con Brasil). Esta situación se debe a que la región está sometida a la evolución tectónica y sedimentaria relacionada con el margen continental Atlántico, e incluso en parte a la existencia de un importante proceso subsidente provocado por el peso de la probable acumulación de espesos derrames basálticos en la Cuenca de la Laguna Merín. Este hundimiento del sector oriental del territorio uruguayo también explica la existencia de los grandes cuerpos lagunares costeros integrantes del complejo isla barrera - laguna costera en los departamentos de Rocha y Maldonado (lagunas Merín, Negra, Rocha, Garzón y José Ignacio, entre otras). Posteriormente, se registra en el Sur del país el último gran evento constructor de relieve en el Cenozoico, materializado por las sedimentación predominantemente de origen fluvial, transicional y aluvial de las formaciones Raigón y Malvín (Goso, 1965), correlacionable con la Formación Puelches en Argentina.

En particular, en el sector oriental del Departamento de Canelones (este estudio abarca la porción costera

del mismo) se destaca el trabajo que realizó a mediados de la década del cincuenta el geólogo inglés Gordon Jones, contratado por el Instituto Geológico del Uruguay y cuyos resultados posteriormente publicara dicho organismo (Jones, 1956). En esa obra, se presentan y recopilan varias secciones, datos de antiguas perforaciones de estudio con fines de abastecimiento de agua, se documenta fotográficamente una serie de localidades, afloramientos y vistas aéreas, que tienen un gran valor científico y testimonial. El autor trata aspectos descriptivos básicos de las diferentes unidades estratigráficas presentes en la región, pero también aborda aspectos paleontológicos, la potencialidad de los recursos minerales y también puntos que hoy tienen que ver con la Geología Ambiental (procesos litorales: erosión - sedimentación).

A comienzos de la década del sesenta con motivo de un Programa de Levantamiento y Estudio de Suelos (PELS) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), se pudo conocer en detalle la conformación geológica de los sectores Sur y Suroeste del país. Estos fueron los primeros estudios sistemáticos sobre el registro cuaternario uruguayo. En particular ese trabajo sustenta las propuestas litoestratigráficas de Goso (1965, 1972); Antón y Goso (1974), en las que se establecieron con criterios litológicos, geomorfológicos y climáticos, la división estratigráfica y evolución sedimentaria del Cenozoico y, en particular, del Pleistoceno y Holoceno. Constituyeron las primeras contribuciones que abordaron con criterios genéticos y con una óptica precursora de lo que hoy se conoce como Estratigrafía Genética y de cortejos sedimentarios. Esas propuestas sintéticamente presentadas en Goso (1985, 1986) muestran el cuadro estratigráfico-evolutivo para el Cuaternario uruguayo en el Sur del país (Fig. 1).

Con motivo de un relevamiento geológico con fines cartográficos iniciado a fines de la década del 90, retomado y culminado en 2003, se creyó oportuno brindar elementos para comprender una parte de la evolución geológica de la costa, en particular en la porción del Departamento de Canelones de la Cuenca del Plata. Esto además motivado por la dificultad nomenclatural litoestratigráfica, que desde hace más de dos décadas hasta el presente se ha encontrado en la mayoría de las publicaciones que involucran a los sedimentos de la costa platense y oceánica uruguayo.

En este trabajo se hará énfasis únicamente en los aspectos sedimentológicos y estratigráficos de esos depósitos cuaternarios en la zona costera del Departamento de Canelones. De esta forma, se presentarán las características de las facies (litologías, estructuras sedimentarias, geometrías y fósiles) de las secciones estratigráficas locales y combinadas situadas de Oeste a Este, en los balnearios: Villa Argentina, Las Vegas-La Floresta, desembocadura del arroyo Sarandí, San Luis, Biarritz-Cuchilla Alta, Sierra del Mar, Santa Ana y Paraíso Suizo.

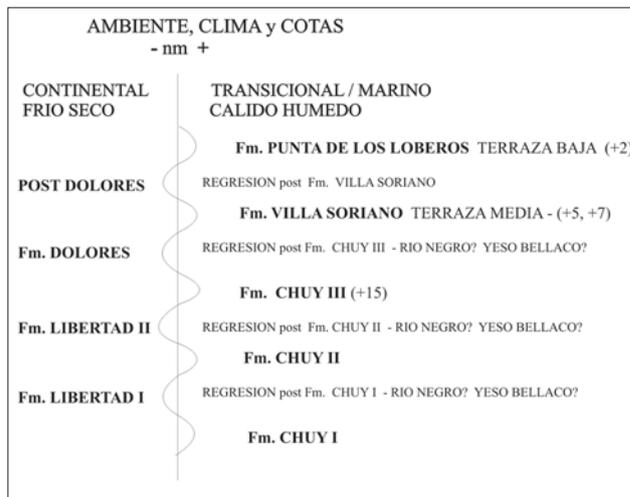


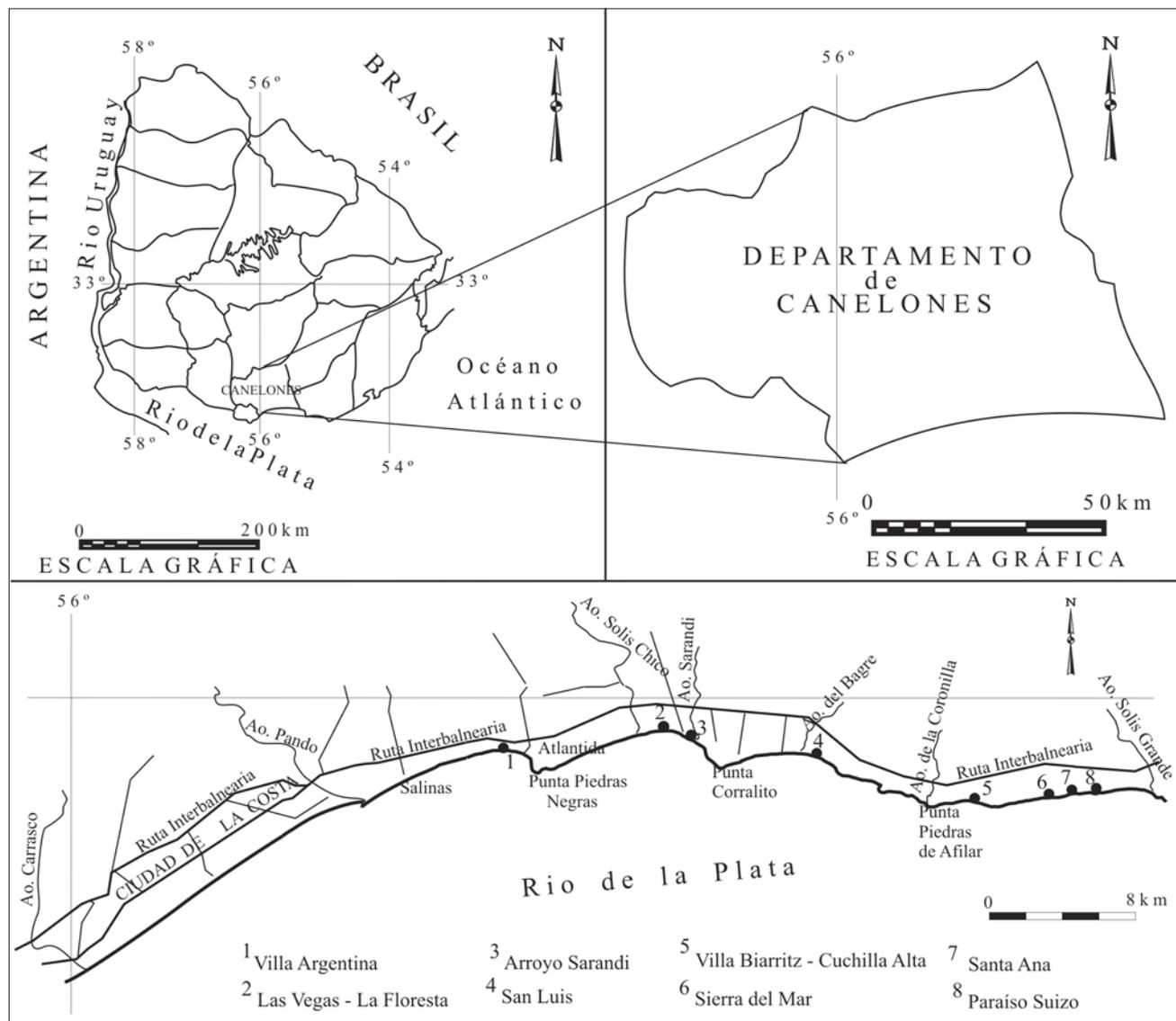
Figura 1. Oscilaciones eustáticas y unidades litoestratigráficas del Cuaternario en el Sur de Uruguay (modificado de Goso, 1986).

Figure 1. Eustatic sea level changes and Quaternary lithostratigraphic units in southern Uruguay (modified from Goso, 1986).

## LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GENERALES

El Departamento de Canelones se localiza en el Sur de Uruguay. Posee una zona costera al Río de la Plata de aproximadamente 58 km de longitud, que limita al Oeste con el Departamento de Montevideo en el arroyo Carrasco y al Este con el Departamento de Maldonado en el arroyo Solís Grande (Fig. 2). El área de estudio se localiza en la porción Sur-oriental del Departamento de Canelones. Las principales puntas rocosas son de Oeste a Este: Punta Piedras Negras (Atlántida), Punta Corralitos (Costa Azul), Punta Piedras de Afilar (Cuchilla Alta) y Punta Solís (margen izquierda del arroyo Solís Grande).

Geomorfológicamente, el área de estudio es una planicie costera en donde se destacan los arcos de playas o franjas arenosas, limitadas por puntas rocosas.



**Figura 2.** Mapa de ubicación de las secciones estudiadas.  
**Figure 2.** Localization map of the studied sections.

Esa planicie mayormente está cubierta por médanos actuales y, en ocasiones, expone plataformas y acantilados con alturas variables (2 a 16 m) constituidos casi exclusivamente por sedimentos cuaternarios. En algunos sectores aparecen zonas con relieve ondulado que muestra laderas más o menos largas y acentuadas, cuando el sustrato corresponde al basamento o cuando éste está muy próximo.

En ocasiones, los afloramientos muestran depósitos con una relativamente importante continuidad lateral, por lo que pueden observarse sus geometrías, así como sus relaciones laterales y verticales. Así, fue posible identificar alternancia de depósitos predominantemente

areno-conglomerádicos y arcillosos, en los que se pudo interpretar algunos de los procesos sedimentarios actuantes en los diferentes escenarios cuaternarios en esta porción de la Cuenca del Plata.

### ASPECTOS GEOLOGICOS

En las costas del Departamento de Canelones afloran rocas de basamento cristalino proterozoico correspondientes a la Formación Montevideo (sensu Oyhançabal *et al.*, 2002), como así de la Formación Piedras de Afilar de edad cámbrica (Preciozzi *et al.*, 1985), que componen las puntas rocosas o cabos.

En particular, interesa enfocar aquí las secciones estratigráficas presentes en la costa canaria (Costa de Oro), en donde fue constatada la presencia de sedimentos cuaternarios de las formaciones Chuy, Libertad, Dolores y Villa Soriano. La columna geológica cuaternaria de la costa platense del Departamento de Canelones, así como sus litologías dominantes en el área, se ilustran en la Tabla 1.

En el Sur del país el registro sedimentario cenozoico oscila los 150 m de espesor. En diferentes secciones estratigráficas de subsuelo se pudo observar que los depósitos cuaternarios no superan los 40 o 50 m.

fina, de buena selección, macizos, que presentan una textura porosa, con geometrías tabulares. Podría tratarse de depósitos de tipo loésicos o eventualmente eolianitos retrabajados. En algunas secciones fueron observados rizolitos rellenos de materia orgánica y grietas de desecación (Figs. 3a y f). En otras secciones se la detectó apoyada en contacto discordante con la Formación Fray Bentos, por ejemplo en San Luis (Fig. 3a). En particular en la playa Las Vegas - La Floresta esta unidad aparece aflorante como restos de una plataforma que está cubierta discordantemente por depósitos de la Formación Chuy. La parte correspondiente a esta uni-

UNIDAD	LITOLOGIAS DOMINANTES	EDAD
Depósitos de playas, médanos y esteros	Arenas de distintas granulometrías y arcillas grises a negras	ACTUAL
Formación Villa Soriano	Arenas cuarzosas de variadas granulometrías; arcillas negras y grises oscuras con restos de moluscos	HOLOCENO
Formación Dolores	Limos arcillosos, fangos y wackes marrones	PLEISTOCENO TARDÍO
Formación Chuy III	Arenas cuarzosas de variadas granulometrías y conglomerados cuarzo-feldespáticos, blanco-amarillentos con icnofósiles, arcillas gris-verdosas con moluscos	PLEISTOCENO
Formación Libertad II	Arcillas limosas, fangos y diamictitos marrones, con abundantes restos de vertebrados	PLEISTOCENO MEDIO TEMPRANO

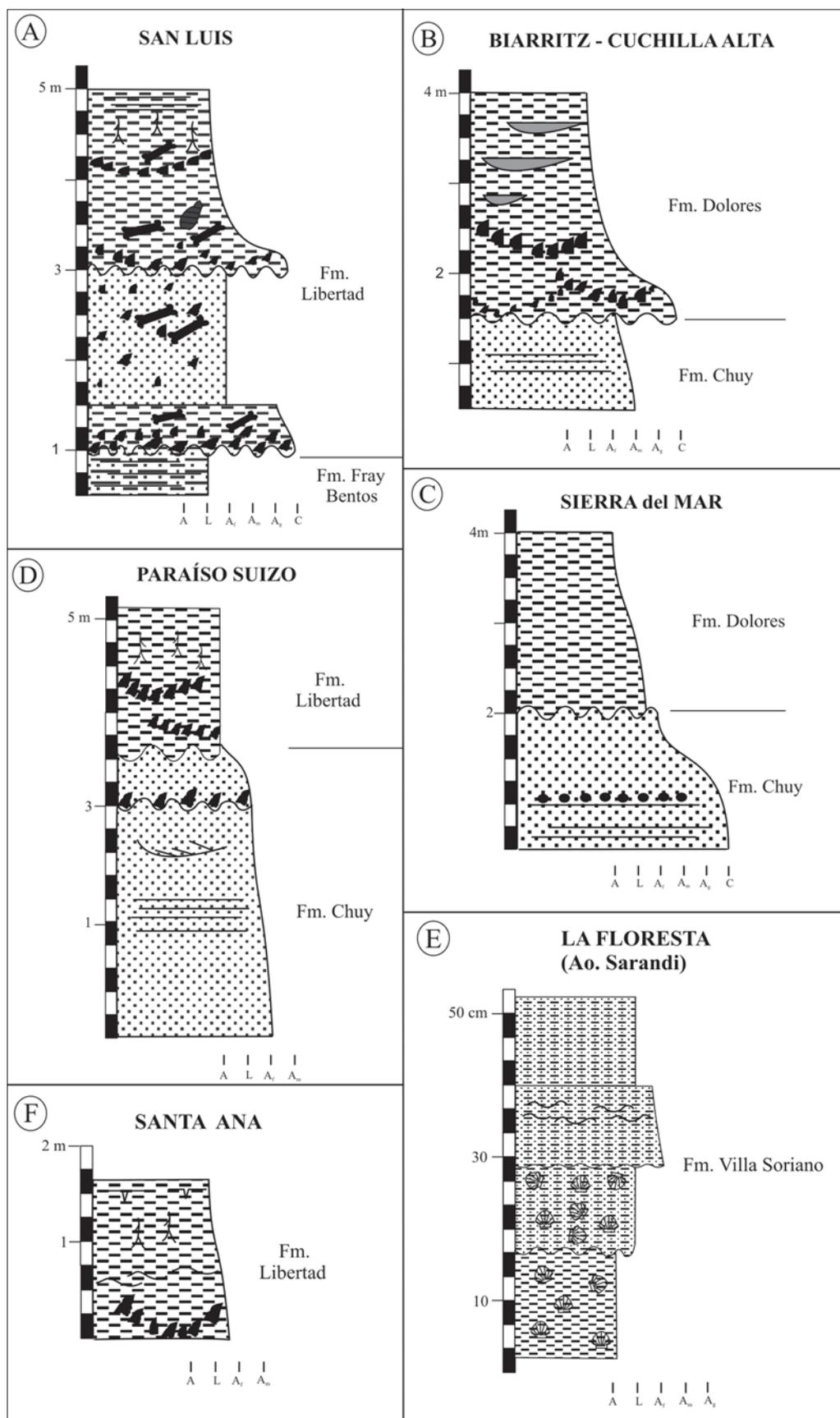
**Tabla 1.** Columna litoestratigráfica y principales litologías cuaternarias en las costas de Canelones.

**Table 1.** Lithostratigraphic column and main Quaternary lithologies of Canelones coast.

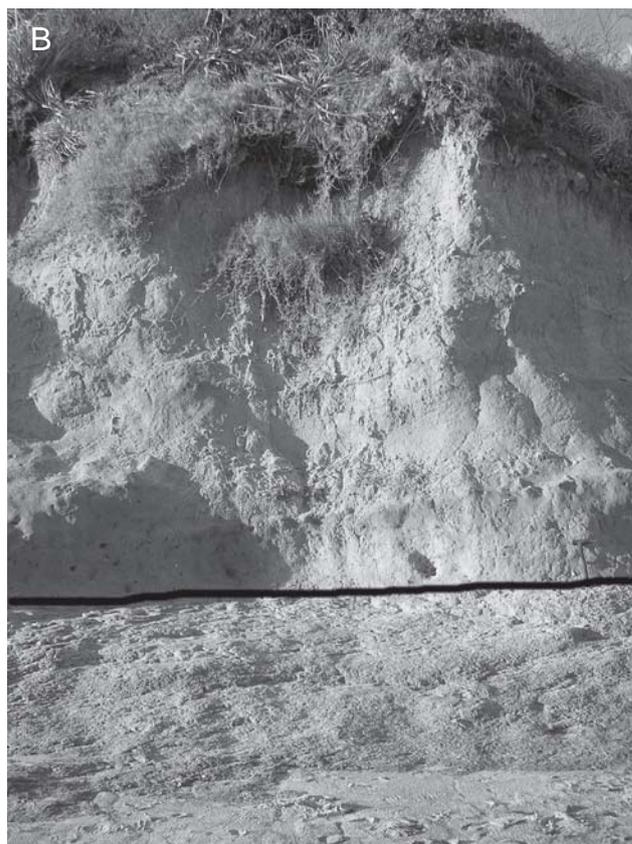
### Descripción de las unidades cuaternarias

**Formación Libertad II.** Sedimentos de la Formación Libertad II (Goso, 1985) fueron reconocidos en algunas de las secciones estudiadas. Litológicamente esta unidad está integrada en la base por sedimentos diamictíticos y fangos, con un contenido variable de clastos mayores (cantos, gravas, arenas) de composición cuarzo feldespática, angulosos y subangulosos, que están inmersos en ocasiones en niveles centimétricos y en otras dispersos al azar en la matriz fina de color marrón, que muestran una base erosiva y una gradación granulométrica normal. Las geometrías en la base presentan formas acanaladas, que junto a los aspectos litológicos permiten inferir la actuación de flujos gravitacionales del tipo flujos de fango. Por encima, con relaciones de contacto transicional pudieron observarse sedimentos de espesor métrico, predominantemente limosos con algo de arena

dad en la sección de San Luis ha presentado un interesante contenido de restos paleontológicos. Especialmente en la porción inferior (flujos de barro) fueron descritos por Rinderknecht (1998) y Rinderknecht y Claramunt (2000) fragmentos de grandes mamíferos pertenecientes a los órdenes Xenarthra (géneros Glyptodon y Lestodon), Artiodactyla (Cervidae indet. y Tayassu sp.), Perissodactyla (Equidae indet.) y Notoungulata (Toxodon sp.). En la mitad y hacia el tope de la sección (probablemente eolianitos retrabajados) se encontraron casi exclusivamente restos óseos de microvertebrados de anfibios leptodáctilidos, reptiles de la familia Colubridae y aves de los órdenes Caviidae (género Galea), Cricetidae (género Akodon) y Furnariidae según consignaron Ubilla y Pardiñas (1998), Ubilla y Rinderknecht (2001) y Claramunt y Rinderknecht (2005), respectivamente. Los restos fosilíferos encontrados y atribuibles a esta unidad han



**Figura 3.** Secciones combinadas de seis localidades costeras en el Departamento de Canelones (modificado de Goso y Spoturno, 2004).  
**Figure 3.** Six different combined coastal sections from Canelones Department (modified from Goso and Spoturno, 2004).



**Figura 4.** Detalle (a) y vista parcial (b) del contacto discordante (línea negra) entre limolitas laminadas de la Formación Fray Bentos y diamictitos marrones de la Formación Libertad (Balneario San Luis).

**Figure 4.** Detail (a) and partial view (b) of discordant contact (black line) between laminated siltstones of Fray Bentos Formation and brownish diamictites of Libertad Formation (San Luis Beach).

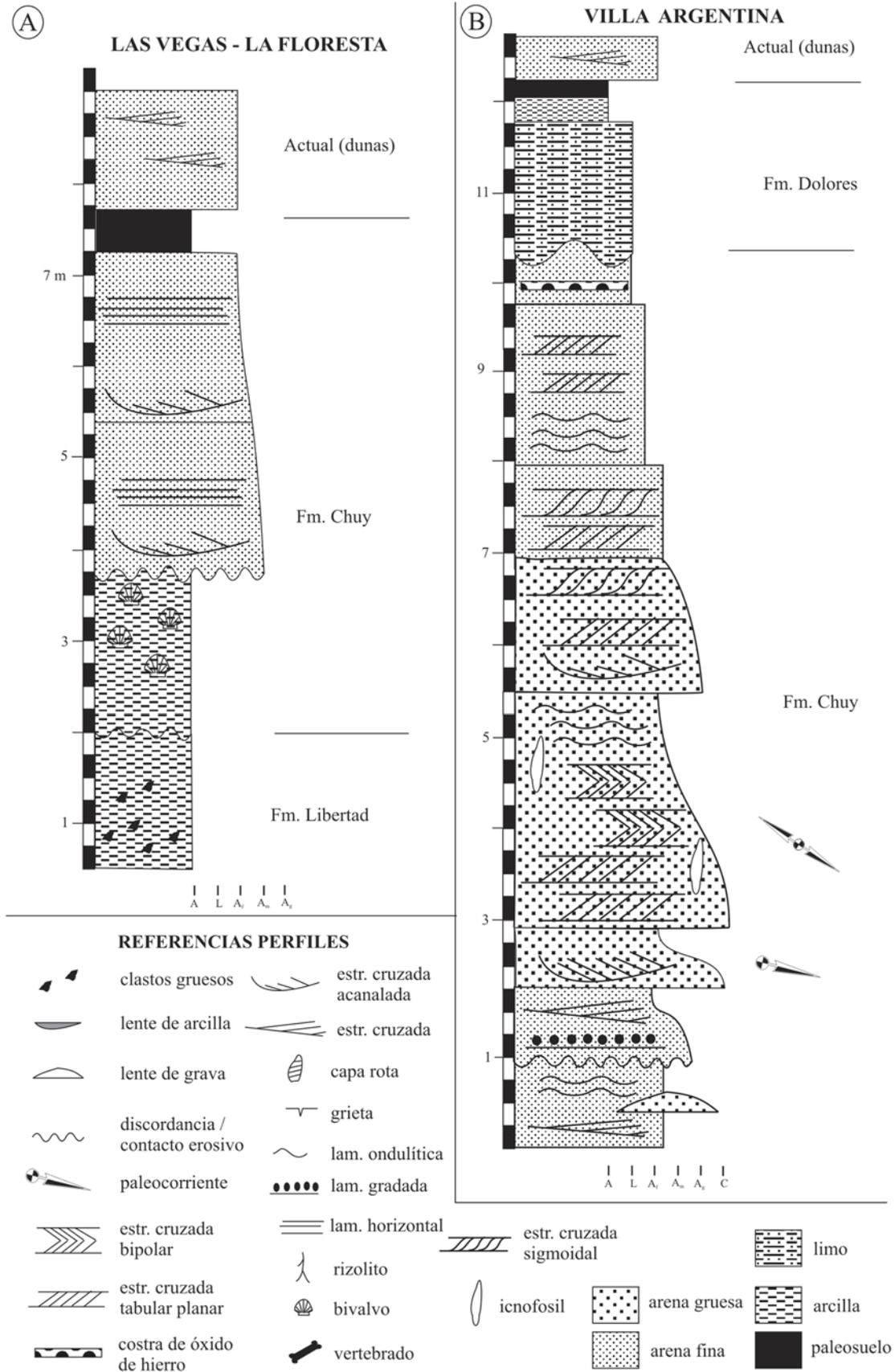
permitido vincularla con el Piso-Edad Ensenadense (Plioceno Tardío - Pleistoceno medio temprano según Cione y Tonni, 1999).

**Formación Chuy.** La Formación Chuy (Goso, 1972) aparece expuesta en casi todas las secciones estratigráficas estudiadas. Está integrada por una gran variedad granulométrica de sedimentos. Dominan las arenas desde finas a gruesas y los conglomerados, de colores blancos, anaranjados a veces algo amarronados. Se trata de niveles decimétricos tabulares y algunos canaliformes de conglomerados y arenas gruesas, cuarzo-feldespáticas, de regular selección, subangulosas, y con matriz de arena fina, con variadas estructuras sedimentarias, estratificación cruzada planar, bidireccionales (de tipo herringbone) con dirección N 110°/280°, sigmoidal, granodecreciente, horizontal plano-paralela, macizas y laminación ondulosa (Figs. 3b, c y d; Figs. 5a y b; 6a). Se suceden paquetes decimétricos de arenas finas a muy finas, bien seleccionadas, cuarzosas, relativamente redondeadas, macizas y con estratificación horizontal de color blanco amarillentas, que muestran el retrabajo de olas. En estos niveles arenosos se observó bioturba-

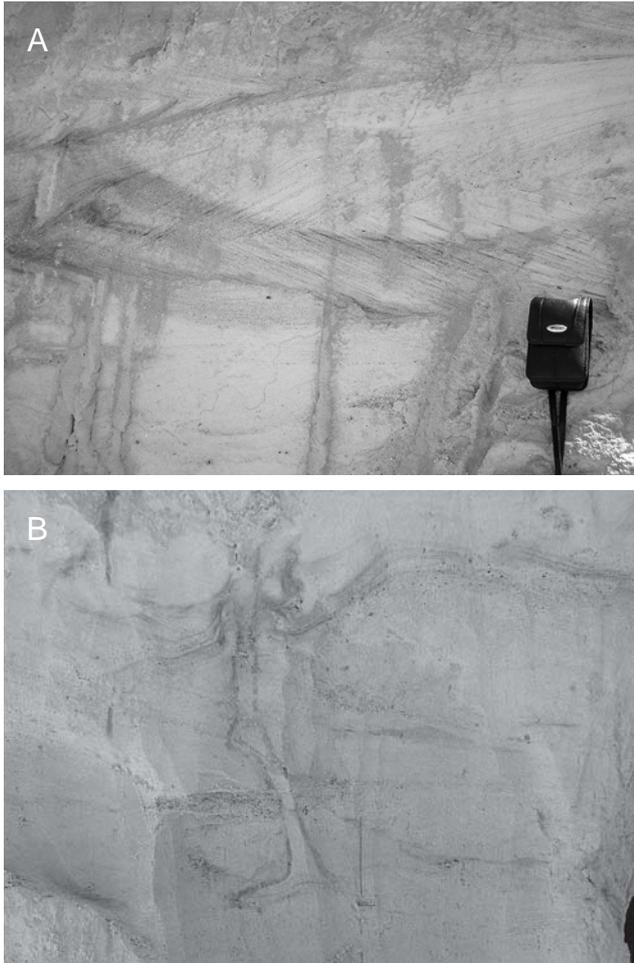
ción (icnofósiles) de *Ophiomorpha nodosa* producida por crustáceos (Fig. 6b; Verde, com. pers.). Al tope de la sección en Villa Argentina se observaron sedimentos arenosos finos, cuarzosos, redondeados, de un alto grado de selección, con laminación ondulante y estratificación cruzada. Allí, se presenta una costra ferruginosa de espesor centimétrica, que impregnó a los niveles arenosos inferiores dándoles cierto grado de cementación y coloración marrón claro. También ha sido reconocido un nivel de espesor métrico de arcillas verdes, macizas y con moldes de bivalvos y tubos rellenos (rizolitos?), que presentan fracturas rellenas por óxido de hierro (sección Las Vegas - Floresta, Fig. 7a).

Esta unidad en la zona de estudio está cubierta discordantemente por sedimentos de la Formación Dolores (Figs. 3b y c) y por los sedimentos actuales de médanos. Las perforaciones muestran que los espesores máximos para esta unidad oscilan los 25 m.

**Formación Dolores.** La Formación Dolores (Goso, 1972) fue reconocida en el tope de las secciones de Villa Argentina, Biarritz-Cuchilla Alta, Paraíso Suizo y en Sierra del Mar. Se trata de sedimentos fundamentalmente



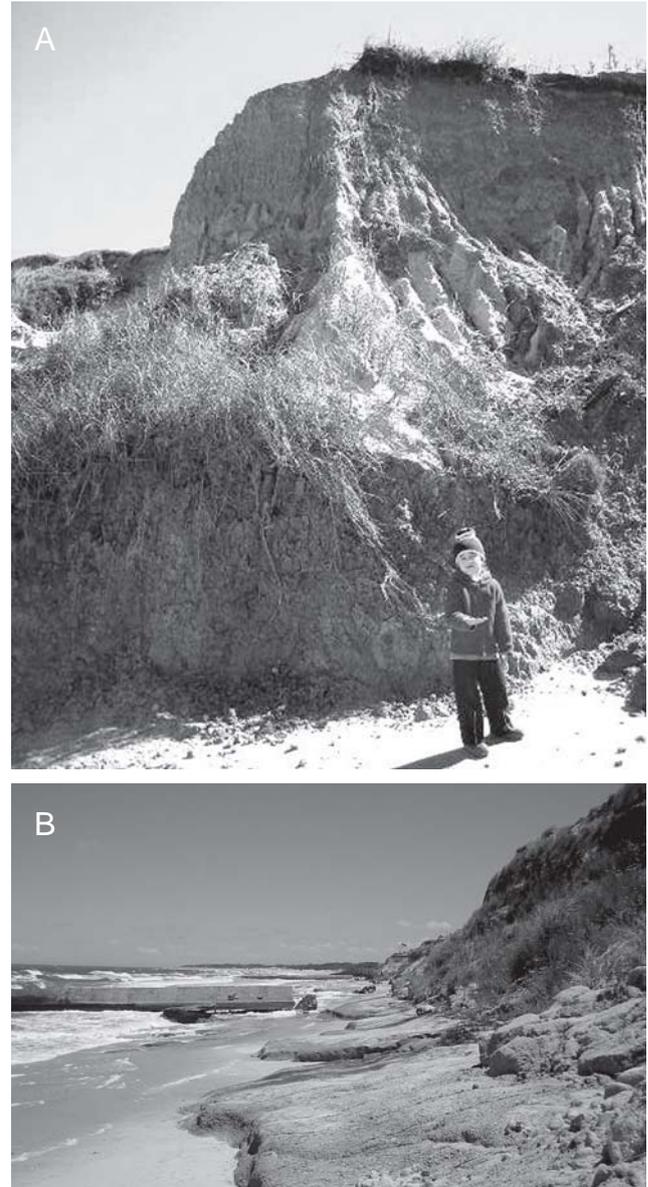
**Figura 5.** Secciones combinadas de acantilados en Las Vegas-La Floresta y Villa Argentina (modificado de Goso y Spoturno, 2004).  
**Figure 5.** Combined cliff sections in Las Vegas-La Floresta and Villa Argentina (modified from Goso and Spoturno, 2004).



**Figura 6.** Evidencias de bidireccionalidad de flujos (a) y bioturbaciones de *Ophiomorpha nodosa* (b) en depósitos litorales de la Formación Chuy en Villa Argentina (tamaño: 0.40 m).

**Figure 6.** Sandstones with evidences of bidirectional flows (a) and ichnofossils of *Ophiomorpha nodosa* (b): in littoral deposits of Chuy Formation Villa Argentina beach (size: 40 cm).

pelíticos marrones, arcillo-limosos, de moderada selección, macizos a finamente laminados, que hacia el tope resultan predominantemente arcillosos con moteados verdosos y de geometrías tabulares que colmatan planicies (Fig. 8). En Villa Argentina se apoya discordantemente sobre sedimentos de la Formación Chuy y expone wackes marrones macizos y con gradación normal, con rizolitos. En el contacto entre las dos unidades se expone una costra centimétrica de óxido de hierro de color rojiza (Fig. 5b). A partir de éstos y otros depósitos reconocidos en muchos otros sectores del país, es posible inferir la actuación de flujos de barro con variaciones en el grado de viscosidad. Los fósiles de tortugas, mamíferos y moluscos de agua dulce encon-



**Figura 7.** Acantilados de Las Vegas - La Floresta mostrando una sucesión de arcillas verdes con moluscos, arenas conglomerádicas de la Formación Chuy (a). En la base plataforma parcialmente erosionada compuesta por fangos y diamictitos marrones de la Formación Libertad (b).

**Figure 7.** Cliffs in Las Vegas - La Floresta showing from the basis to the top: fossiliferous green clay; sandstones and conglomerates from the Chuy Formation (a). An eroded platform with fangolites and diamictites of Libertad Formation is exposed (b).

trados en otras regiones de Uruguay en esta unidad han permitido asignarle una edad Pleistoceno tardío (Ubilla y Perea, 1999).

**Formación Villa Soriano.** Un pequeño afloramiento del



**Figura 8.** Vista de plataforma erosionada con wackes macizos y con laminación cruzada en depósitos de la Formación Dolores (Balneario Sierra del Mar).

**Figure 8.** Eroded platform view showing massive and little through cross lamination in wackes deposits of Dolores Formation (Sierra del Mar beach).



**Figura 9.** Lecho del arroyo Sarandí en su desembocadura en el Río de la Plata constituido por fangos y arcillas negras con restos de moluscos de la Formación Villa Soriano, en la Playa La Floresta.

**Figure 9.** Mouth of the Sarandí Creek showing fossiliferous black fangolites and black clays of Villa Soriano Formation (La Floresta beach).

registro ingresivo Holoceno, correspondiente a la Formación Villa Soriano (Goso, 1972; Goso y Antón, 1974) fue observado en La Floresta, frente al Hotel Casino (Fig. 9). Se trata de un delgado nivel de arcillas negras, con un alto contenido de moluscos, muchos de ellos con las valvas desarticuladas; con algunos ejemplares en posición de vida (*Tagelus plebeius*) con un muy buen estado de preservación (Rojas, com.pers.). Este nivel pasa a fangos con la misma matriz arcillosa gris verdosa y granos de arena fina a muy fina cuarzosa. Este afloramiento se expone en el cauce y margen derecha del arroyo Sarandí junto a la desembocadura en el Río de la Plata y en una plataforma relictual en esa playa (Fig. 3e). A su vez, fue constatada su presencia también en un pequeño afloramiento costero en el Balneario Argentino (Martínez, com. pers.) y en la orilla derecha del arroyo Pando bajo el puente de Ruta Interbalnearia. En el punto 3 se realizó sobre una muestra de *Macra isabelleana* una datación <sup>14</sup>C que resultó en  $4790 \pm 80$  años AP (Martínez y Ubilla, 2004). Esta unidad se la puede correlacionar en parte con el "Platense", "Querandinense" o Formación Las Escobas de Argentina (Goñi y Hoffstetter, 1964; Aguirre y Whatley, 1995) A su vez, Forti-Esteves (1974) y Martínez (1990) correlacionaron a la Formación Villa Soriano (sensu lato) con el Grupo Patos de Río Grande do Sul (Brasil).

Considerando los antecedentes, las características y arreglos de otras litofacies de esta formación, pueden

asimilarse estos sedimentos en parte a la depositación en ámbitos litorales de tipo bahías o cuerpos de agua restringidos, junto al cordón de playa y conectados al mar durante el Holoceno (Goso, 1986). En este caso, las temperaturas de agua habrían sido algo superiores a las actuales y con un frente salino rioplatense desplazado unos 300 km al Oeste (Martínez y Ubilla, 2004; Martínez *et al.*, 2006).

## DISCUSION E INTERPRETACION

En relación con las unidades cuaternarias, en los afloramientos descritos pudo constatar la ciclicidad glacial - interglacial en dos ciclos TR, materializada a través de las formaciones pleistocénicas Libertad II (continental), Chuy III (litoral), Dolores (continental) y la holocénica Villa Soriano (litoral).

En efecto, en los acantilados de Las Vegas-La Floresta (punto 2, Fig. 2) se observó en la base y como parte de una plataforma erosionada, diamictitos y fangos marrones, con estructuras de flujos de barro pertenecientes a la Formación Libertad de probable edad Pleistoceno medio temprano. Esta unidad tal como fuera propuesto por Goso (1965, 1986) evidencia la actuación de procesos sedimentarios de flujos más o menos viscosos en masa. También la sedimentación de facies que denotan el retrabajo en parte por el agua de depósitos eólicos de tipo loésicos. Estos procesos habrían ocurrido probablemente durante uno de los períodos glaciales

del Pleistoceno.

Sobre la Formación Libertad se apoyan discordantemente sedimentos arcillosos verdes con moluscos y areniscas desde finas a gruesas y también conglomeráticas de la Formación Chuy, con abundantes estructuras sedimentarias tractivas, que evidencian flujos uni y bidireccionales, y también bioturbaciones que sustentan una asignación de ambiente costero para esta sedimentación. Se entiende que estas litofacies representan el pasaje de cordones arenosos, en particular pudo interpretarse la porción de costa correspondiente al frente de costa, con bioturbación (*Ophiomorpha nodosa*) en Villa Argentina (Fig. 2, punto 1) y la presencia de cuerpos lagunares (arcillas verdes con moluscos) en Las Vegas-La Floresta. Se ha propuesto en base a las relaciones estratigráficas que esta sedimentación costera habría ocurrido en el Pleistoceno (sentido amplio) y durante un período interglacial.

En Villa Argentina fue posible observar a sedimentos pelíticos marrones de la Formación Dolores suprayaciendo discordantemente los areno-conglomeráticos de la Formación Chuy. En este caso, se trata de una sedimentación en condiciones continentales con flujos en masa de sedimentos, durante un nuevo período glacial en el Pleistoceno tardío. En la base de esta unidad fue observada una costra ferruginosa de espesor centimétrico, que tiene una gran continuidad lateral y que marcaría el pasaje de condiciones climáticas húmedas a más áridas (interglacial a glacial). Lo mismo pudo observarse en sedimentos fluviales crono-correlacionables a la Formación Chuy en el río Santa Lucía, también en el contacto con la Formación Dolores. Esta superficie podría tener una importante connotación temporal (isócrona) y ambiental para el Cuaternario.

A cotas muy bajas (0 a +1 m) en la costa (Fig. 2, en el punto 3 sobre la desembocadura del arroyo Sarandi, margen derecha del arroyo Pando sobre Ruta Interbalnearia y en Balneario Argentino) fue posible observar la presencia de sedimentos pelíticos, arcillas grises oscuras a negras con abundantes moluscos, de origen transicional pertenecientes a la Formación Villa Soriano, que corresponden a la sedimentación en un período interglacial durante el Holoceno. En función de estos afloramientos y otras litofacies arenosas en otras localidades del Sur de Uruguay, se interpreta a estos últimos depósitos como parte de una acumulación en un complejo costero, posiblemente asociables a bahías o sedimentos de laguna costera. Cabe consignar, que de acuerdo a la columna estratigráfica propuesta por Goso (1985, 1986) y en función de la cota altimétrica

que tienen estos afloramientos (1 m), estos sedimentos también podrían integrarse en la Formación Punta de los Loberos.

Es importante señalar la existencia de una costra ferruginosa centimétrica localizada en el tope de la Formación Chuy, que estaría marcando una superficie no depositacional. Se constata en diferentes afloramientos costeros la presencia de dos ciclos T-R representados por las formaciones Libertad II - Chuy III (continental - litoral) y Dolores - Villa Soriano (continental - litoral) en Canelones, tal como lo propusiera Goso (1972) en su modelo para el Cuaternario uruguayo. Estudios de afloramientos con sedimentos cuaternarios en el río Santa Lucía, han permitido caracterizar a unidades correlacionables temporalmente con las litofacies litorales de la Formación Chuy con los de origen fluvial de la Formación Barrancas definidos por Spoturno *et al.* (2004), en un cortejo sedimentario de mar alto.

Por otro lado, si bien en el Sur de Uruguay una parte de los depósitos que integran la Formación Raigón (Goso, 1965) son de origen deltaico con influencia mareal (Spoturno *et al.*, 1993), la similitud litológica entre parte de los sedimentos que integran la Formación Chuy ha llevado a algunos como Cardellino y Ferrando (1969) y MTOP (1979), a incluir a los depósitos estudiados en este trabajo y otros correlacionables en otras zonas de Uruguay, como pertenecientes a la Formación Raigón. Esto ocurrió tal vez porque no se contó con un adecuado control estratigráfico de subsuelo y por no considerar por completo el arreglo lateral de litofacies.

Cabe consignar que en el perfil del Balneario San Luis, muy característico por su gran contenido faunístico en su porción media y superior correspondiente a la Formación Libertad, no se expone en la base la Formación Camacho tal como lo postulan Loureiro *et al.* (2002), tratándose en este caso de limos de la Formación Fray Bentos (Oligoceno tardío). Tampoco se atribuyen allí a los sedimentos diamictíticos y fangos amarrados que sobreyacen, como pertenecientes a la Formación Chuy, como lo hicieran los autores señalados anteriormente.

## CONCLUSIONES

La costa del Departamento de Canelones guarda una buena parte del registro sedimentario Cenozoico y del Cuaternario en particular, que en algunos casos lo expone en superficie con secciones de varios metros de espesor. En sus afloramientos costeros fue posible identificar en varias localidades la sucesión parcial de las

formaciones Libertad II (origen continental: flujos de barro, eolianitos retrabajados), Chuy III (litoral: frente de costa), Dolores (continental: flujos de barro) y en plataformas a la Formación Villa Soriano (litoral: bahía), que materializan dos ciclos transgresivos - regresivos que ocurrieron durante el Pleistoceno medio - Holoceno.

Se postula que en la sección de la playa San Luis afloran en la base sedimentos limosos de la Formación Fray Bentos, de edad Oligoceno superior, y diamictitos, fangos y limos de la Formación Libertad. Se entiende que allí no se exponen sedimentos de las Formaciones Camacho y Chuy como sostuvieran Loureiro *et al.* (2002).

En los acantilados de Villa Argentina el arreglo vertical de facies se interpreta como depositado en un paleoambiente transicional de frente de costa, con la actuación de corrientes mareales para los sedimentos de la Formación Chuy allí expuestos, y no fluviales como interpretarían Loureiro *et al.* (2002).

La sección de Las Vegas-La Floresta muestra en su base sedimentos diamictíticos de la Formación Libertad II sobre la que se apoyan arcillas verdes con moluscos, arenas y conglomerados de la Formación Chuy.

## Agradecimientos

A Martín Ubilla por la lectura y sugerencias al primer manuscrito. A Andrés Rinderknecht por el suministro de la bibliografía paleontológica. Al Dr. Rodolfo Angulo y demás correctores por los aportes finales que mejoraron sustancialmente el manuscrito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, M. y R. Whatley, 1995. Late Quaternary marginal marine deposits and paleoenvironments from northeastern Buenos Aires Province, Argentina: a review. *Quaternary Science Reviews* 14: 223-254.
- Antón, D. y H. Goso, 1974. Estado actual de los conocimientos sobre el Cuaternario en el Uruguay. *XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Anais*:1-7, Porto Alegre.
- Cardellino, R. y L. Ferrando, 1969. Carta geológica del Uruguay a escala 1:100.000. 2º Segmento Montevideo, XCVII. *Departamento de Publicaciones, Universidad de la República*, 82 pp. Montevideo.
- Cione, A. y E. Tonni, 1999. Biostratigraphy and chronological scale of Upper-most Cenozoic in Pampean area, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 12:23-51.
- Claramunt, S. y A. Rinderknecht, 2005. A new fossil furnariid from the Pleistocene of Uruguay, with remarks on nasal type, cranial kinetics and relationships of the extinct genus *Pseudo-seisuropsis*. *The Condor* 107: 114-127.
- del Río, C. y S. Martínez, 1998. El Mioceno marino en la Argentina y en el Uruguay. En CJ del Río (Ed.), *Moluscos marinos Miocenos de la Argentina y del Uruguay*: Monografías de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de Buenos Aires, 15:5-25.
- Forti-Esteves, I. E., 1974. Bioestratigrafía e Paleocología (Mollusca) do Quaternário da Planície costeira do Rio Grande do Sul (Brasil). *28º Congresso Brasileiro de Geologia, Anais*:133-149, Porto Alegre.
- Goñi, J.C. and R. Hoffstetter, 1964. Uruguay. *Lexique Stratigraphique International, 5 Amérique Latine*, 9a. CNRS. Paris, 200 pp.
- Goso, H., 1965. *El Cenozoico en el Uruguay*. Instituto Geológico de Uruguay, Ed. Mimeogr., 36 pp.
- Goso, H., 1972. *El Cuaternario uruguayo*. Proyecto Estudio Levantamiento de Suelos. Ed. Mimeogr., 12 pp.
- Goso, H., 1985. El Cuaternario en el Uruguay. Estratigrafía y Geología Histórica. *Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología* 2:10-20.
- Goso, H., 1986. El Cuaternario en el Uruguay. Estratigrafía y Geología Histórica. *Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología* 3:12-17.
- Goso, C. y H. Goso, 2004. Medio ambiente, riesgos geológicos y los registros cenozoicos de Uruguay. En Veroslavsky, G., Ubilla, M. y Martínez, S. (Eds.), *Cuencas Sedimentarias de Uruguay. Geología, paleontología y recursos minerales. Cenozoico*. DIRAC-FCIEN, 297-314. Montevideo.
- Goso, C. y J. Spoturno, 2004. Geología cenozoica de la costa del Departamento de Canelones (Uruguay). *IV Congreso Uruguayo de Geología*, CD Resúmenes, Montevideo.
- Herbst, R., 1980. Consideraciones estratigráficas y litológicas sobre la Formación Fray Bentos (Oligoceno inf.- medio) de Argentina y Uruguay. *Revista Asociación Geológica Argentina* 35:308-317.
- Jones, G., 1956. Memoria explicativa y mapa geológico de la región oriental del Departamento de Canelones. *Boletín Instituto Geológico Uruguay* 34, 192 pp.
- Loureiro, J., Sánchez Betucci, L. y A. Rinderknecht, 2002. Análisis de la mineralogía magnética en unidades del Cenozoico del Uruguay. *II Jornadas Uruguayas del Cenozoico*, Actas:7-62, Montevideo.
- Martínez, S., 1990. Taphonomy and Paleocology of Holocene mollusks from the western margin of the Merin Lagoon (Villa Soriano Fm., Uruguay). *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 7:121-135.
- Martínez, S. y M. Ubilla, 2004. El Cuaternario de Uruguay. En Veroslavsky, G., Ubilla, M. y Martínez, S. (Eds.), *Cuencas Sedimentarias de Uruguay. Geología, paleontología y recursos minerales. Cenozoico*. DIRAC-FCIEN, 195-228, Montevideo.
- Martínez, S., Rojas, A., Ubilla, M., Verde, M., Perea, D. y G. Piñeiro, 2006. Molluscan assemblages from the marine Holocene of Uruguay: composition, geochronology, and paleoenvironmental signals. *Ameghiniana* 43 (2). (en prensa).
- MTOP 1979. Conservación y mejoras de playas. PNUD-UNESCO, 593 p.
- Preciozzi, F. J. Spoturno, W. Heinzen y P. Rossi, 1985. Memoria explicativa de la carta geológica del Uruguay a escala 1:500.000. *DINAMIGE*, 72 p.
- Ojeda, H., 1982. Structural framework, stratigraphy, and evolution of Brazilian marginal basins. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 66:732-749.
- Oyhantçabal, P., Spoturno, J., Aubet, N., Cazaux, S. y S. Huelmo, 2002. La Formación Montevideo y los granito-neises asociados. *II Taller del Precámbrico del Uruguay*, Actas 11-17, Montevideo.
- Rinderknecht, A., 1998. Nuevos microvertebrados fósiles para el Pleistoceno Superior del Uruguay (Amphibia, Reptilia, Aves). *Comunicaciones Paleontológicas Museo Historia Natural Montevideo II* (30):133-144.

- Rinderknecht, A. y S. Claramunt**, 2000. Primer registro de colaptes vigors, 1986, para el Pleistoceno del Uruguay (Aves: Piciformes: Picidae). *Comunicaciones Paleontológicas Museo Historia Natural Montevideo II* (32):157-160.
- Spoturno, J., de Santa Ana, H., Goso, C. y S. de Souza**, 1993. Análise faciológica e paleogeográfica da seqüência Mio-pleiocênica do setor occidental da Bacia Santa Lucia (Uruguai). *V Simposio Sul-brasileiro de Geologia*, Resumos:33-34. Curitiba.
- Spoturno, J., Oyhançabal, P., Goso, C., Arrighetti, R., Techera, J., Aubet, N., Cazaux, S., Huelmo, S., Morales, E. y J. Loureiro**, 2004. *Carta geológica y de recursos minerales del Departamento de Canelones a escala 1:100.000*. DI.NA.MI.GE. CD. Montevideo.
- Ubilla, M. y S. Pardiñas**, 1998. Sigmondontinos (Mammalia, Rodentia) fósiles de Uruguay. *VII Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Resúmenes:147, Bahía Blanca.
- Ubilla, M. y D. Perea**, 1999. Quaternary vertebrates of Uruguay: biostratigraphic, biogeographic and climatic overview. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 12: 75-90.
- Ubilla, M. y Rinderknecht, A.**, 2001. Consideraciones sobre el género Galea Meyen, 1831 (Rodentia, Caviidae), su registro en el Pleistoceno de Uruguay y descripción de una nueva especie extinguida. *Boletín Real Sociedad Española Historia Natural* 96:111-122.