

**EVOLUCIÓN MORFOSEDIMENTARIA DECADAL EN PLAYA LAS VEGAS
(CANELONES, URUGUAY)**

**LAST DECADAL MORPHOSEDIMENTARY EVOLUTION IN LAS VEGAS BEACH
(CANELONES, URUGUAY)**

Goso Aguilar, C. ¹ & Olivera, A.¹

(1) Instituto de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias, UDELAR
goso@fcien.edu.uy

RESUMEN

Un análisis temporal de los cambios morfológicos y sedimentarios ocurridos en la pasada década y que fueron producidos por la acción erosiva en la playa Las Vegas en el Departamento de Canelones, son presentados en este estudio. Esta playa forma parte de una porción de costa erosiva del Río de la Plata exterior y está sujeta al retroceso de acantilados a rangos del orden métrico anualmente, que comprometen bienes públicos y privados. Debido a estas afectaciones se hace necesario su estudio desde el punto de vista dinámico, por las consecuencias económicas que puede traer aparejado tanto para las autoridades municipales en su gestión, como para los propietarios que deben adaptarse a este proceso. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de un estudio morfosedimentario, considerando un seguimiento de sus perfiles, cambios en la línea de costa para establecer la evolución de los acantilados y analizar las características granulométricas en un período decadal. La metodología empleada consistió en la medición de perfiles de playa periódicamente en ciclos estacionales durante los años 2006 y 2015, con recolección de muestras en pie de acantilado, berma y rompiente para su análisis granulométrico y descripción textural. Los resultados indican que desde la zona de lavado hasta el pie del acantilado la pendiente oscila en el entorno del 5% y la granulometría varía desde arenas bi- a unimodales, finas a gruesas y pobres a moderadamente bien seleccionadas, siendo constante esta tendencia. A su vez, los perfiles muestran que el sector de playa Las Vegas viene sufriendo erosión a un rango anual promedio estimado de hasta 1 metro por año.

Palabras claves: geología costera, erosión, Playa Las Vegas, Canelones

ABSTRACT

In this study last decade morphological and sedimentary changes in Las Vegas beach (Canelones) are shown. This beach is part of a portion of an erosive coast of the outer de la Plata River with annually evidences of metric sea-cliffs regression, which compromise both public and private infrastructure and properties. Due to these affectations, it is necessary to study the dynamic processes, due economic consequences bringing both for municipal authorities and the owners adaptation measures to try control this process. This work presents the results of a morphological and sedimentary study, considering topographic profiles changes, coastal line evolution and and analyze the granulometric beach sediment characteristics in a decadal period. The methodology used was the measurement of beach profiles periodically in seasonal cycles during 2006 and 2015, collecting sediment samples of cliff foot, berms and out wash zone for particle size analysis and textural description. The results indicate that from the outwash zone to the sea-cliff sand varies from bi- to unimodal, fine to coarse and poor to moderately well selected, without significant changes. Besides, erosion with an annual average range of metric order is shown by beach profiles.

Keywords: coastal geology, erosion, Las Vegas Beach, Canelones

EVOLUCIÓN MORFOSEDIMENTARIA DECADAL EN PLAYA LAS VEGAS
(CANELONES, URUGUAY)

INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras son ambientes en lo que se da la conjunción de factores naturales (de origen marino y continental) y antrópicos (urbanización, forestación) que interactúan sobre su configuración. En particular de la comparación del estado de las playas en una década se puede contribuir a determinar si el sector está estable o está sufriendo erosión o acreción. Las transformaciones morfológicas tridimensionales conllevan transporte de sedimentos lo que origina variaciones también en la distribución granulométrica de las playas (Medina et al. 1995), a lo largo del tiempo. Los balnearios Las Vegas y La Floresta se localizan a unos 52 km de Montevideo en el Departamento de Canelones. Lindan al Este con el A° Solís Chico y al Oeste con el A° Sarandí, respectivamente (Figura 1). Esa parte de la costa muestra evidencias erosivas que vienen actuando intensamente en las últimas décadas,

tal como lo demuestran diversas contribuciones (Goso et al 2007; Goso et al 2014). A inicios de la década de los setenta en La Floresta –segundo balneario más importante de Canelones luego de Atlántida- corría peligro estructural la rambla frente al Hotel Casino, punto emblemático de ese balneario. Ello motivó la construcción de un muro de contención y una batería de cinco espigones. Posteriormente, a comienzos de los ochenta fueron agregados tres espigones más al Oeste en Las Vegas (Figura 2).

Desde hace algunos años el retroceso de los acantilados en Las Vegas ha afectado seriamente los terrenos de los propietarios de fincas. Desde hace casi una década que el sector occidental de esa playa, tanto su escalera de acceso, cordón cuneta y rambla pavimentada (en ese orden) fueron progresivamente destruidos por los continuos derrumbes. Han sido muchas las acciones de vecinos y del municipio a lo largo del tiempo con distinto tipos de intervenciones

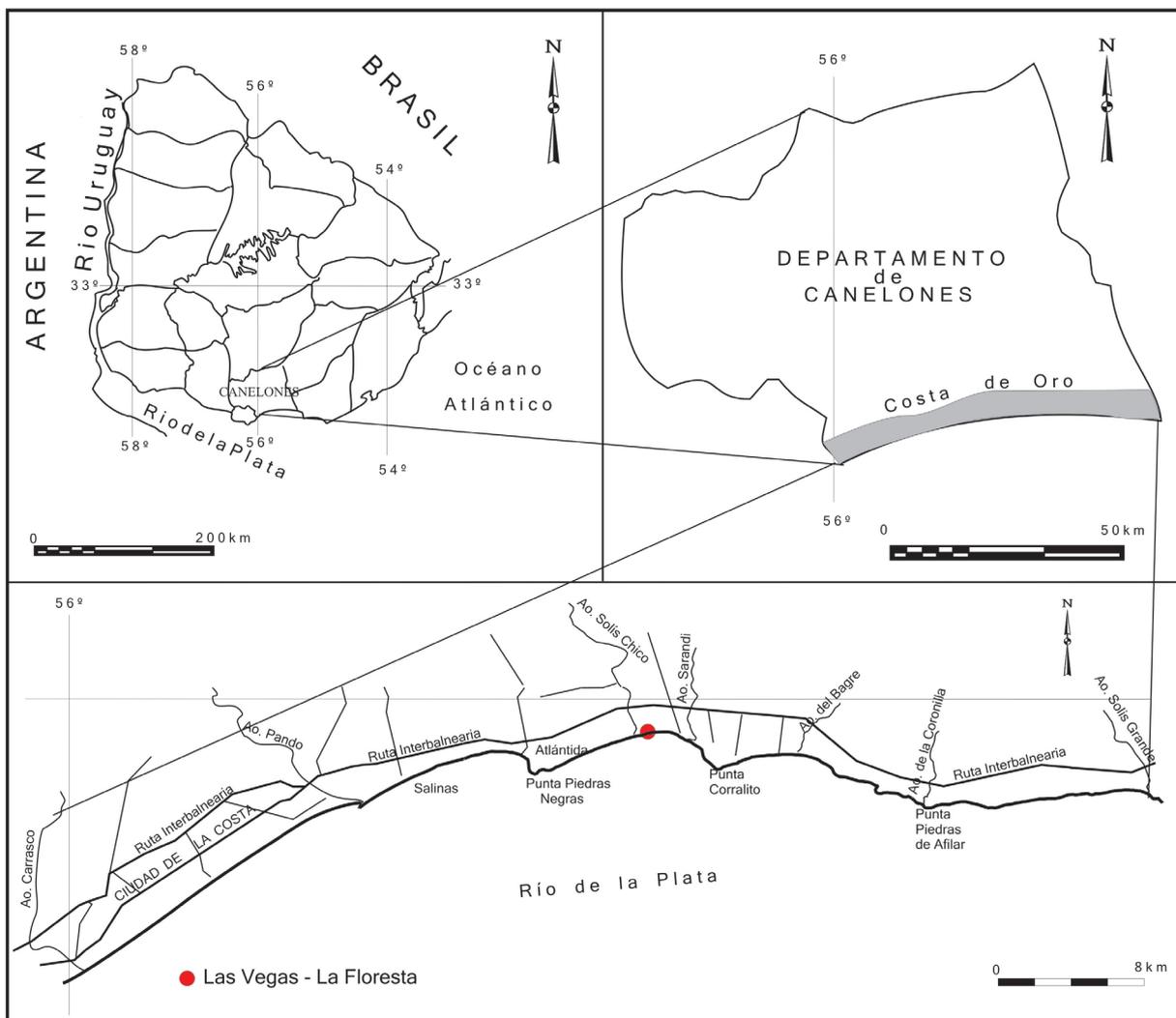


FIGURA 1. Ubicación de Playa Las Vegas en el Departamento de Canelones.
FIGURE 1. Localization map of Las Vegas beach in Canelones Department.

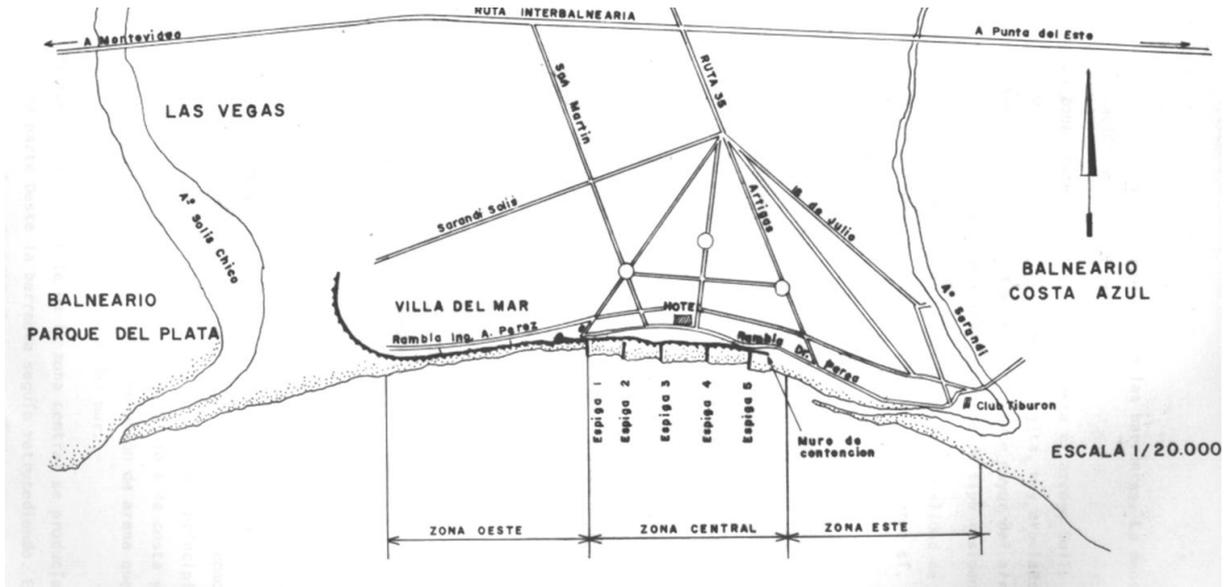


FIGURA 2. Proyecto original de construcción de cinco espigones en La Floresta (MTOF 1979), en la zona Oeste se construyeron 3 espigones más (6, 7 y 8).

FIGURE 2. Original project to construct five groynes in La Floresta beach (MTOF 1979), in West side were constructed three more (6, 7 and 8).

para contener a este proceso erosivo. Escombros de variados tamaños, restos de podas, troncos y raíces de grandes eucaliptus, grandes fragmentos de rocas, viajes de arena traídos desde la rambla de Parque del Plata y las propias lozas del pavimento, son testigos aislados y semienterrados de esos infructuosos esfuerzos ante la incontenible acción erosiva (Figuras 3, 4 y 5). Mucha dificultad tienen los propietarios de las viviendas para vender esas propiedades ya que progresivamente han ido perdiendo valor los inmuebles.

A fines de 2006 un recurso de amparo fue interpuesto por algunos vecinos de Las Vegas afectados, para que el Estado diera una solución al problema allí planteado. En atención a los reclamos, el municipio respondió con la ejecución de una obra de readecuación del drenaje de las pluviales que terminó de construirse en 2009.

En 2008, se presenta un estudio realizado por el IMFIA (Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental) de la Facultad de Ingeniería, cuyos objetivos fueron a partir de una caracterización morfodinámica de ese sector costero, recomendar acciones para contener los efectos de la erosión acuciante de la zona. Dicho estudio introdujo estimaciones de retroceso entre 0.67 y 1.56 m/año, de acuerdo a ecuaciones con diversas variables, resultando en proyecciones de casi 80 metros de retroceso en cinco décadas, en el peor de los casos. Cabe consignar, que en el estudio de los procesos sedimentarios y geomorfológicos, la aplicación

de modelos con variables fijas y las proyecciones temporales deben ser consideradas con extrema precaución, ya que la naturaleza de los procesos no es de comportamiento lineal. Por lo tanto, la utilización de funciones para pronosticar comportamientos sedimentarios a largo plazo debe tomarse con precaución. En ese estudio además se calcularon costos de expropiaciones de inmuebles, llegando a cifras del orden de los U\$S 2.000.000 (IMFIA 2008). También allí se explicitan una serie de recomendaciones entre las que se incluyen: a) construcción de un rompeolas de 100 m de extensión, a 60 m de la orilla y 2.0 m por encima del nivel del agua, formado por geotubos de 20 m de largo rellenos de arena, localizado entre los espigones 7 y 8; b) recargar con arena el espacio entre los espigones; y c) construir una protección con enrocado frente a una saliencia arcillosa, asignada allí como de la Formación Fray Bentos (Oligoceno), la que en realidad es de la Formación Villa Soriano (Holoceno). Goso et al. (2014) consideran oportuna la solución planteada y recomiendan construir la prolongación de los espigones existentes hasta la base del acantilado para el cierre y conseguir el entrapamiento de arena. Por su parte, investigadores de Facultad de Ciencias y la Facultad de Agrimensura, desarrollaron trabajos de perfilaje de playa sistemáticos allí entre 2005 y 2010, en donde se localizan los dos últimos espigones deriva abajo. Goso et al. (2007) estimaron un rango de retroceso promedio de 1,1 m/año y calcularon que de mantenerse constante en el tiempo,

EVOLUCIÓN MORFOSEDIMENTARIA DECADAL EN PLAYA LAS VEGAS
(CANELONES, URUGUAY)



FIGURA 3. Vista panorámica del Espigón Oeste (8) en Las Vegas (foto Diciembre 2006).
FIGURE 3. Panoramic view of western groyne (# 8) in Las Vegas (photo December 2006).



FIGURA 4. Vista en detalle de espigón Oeste (8) en Las Vegas mostrando evidencias de erosión (fotografía Octubre 2016).

FIGURE 4. Western groyne (# 8) in Las Vegas showing erosional evidences (photo October 2016).

el aporte de sedimentos al sistema por parte de los acantilados sería de unos 33.000 m³/

año. A ese valor le agregan lo calculado por erosión del prisma de playa a lo largo de 200



FIGURA 5. Vista en detalle de acantilado frente a espigón 8 y fragmentos de rocas luego de temporal. Fallas de deslizamiento a unos 50 cm del borde de acantilado en Abril 2008 y Octubre 2016.

FIGURE 5 Sea-cliff detail view near groyne # 8 and rock fragments distributed by a storm. Sea-cliff border faults in April 2008 and October 2016.

m y resulta como mínimo en unos 5.000 m³. Según esos autores los análisis granulométricos presentados entre los espigones (7 y 8) no mostraron significativas variaciones en el tiempo. Desde la rompiente al pie de acantilado, las arenas varían desde medias a finas, bi a unimodales y desde pobre a moderadamente bien seleccionadas, (Goso et al. op. cit.). Cabe consignar que el desvío estándar en distintas épocas se situó entre valores extremos 2,18 y 1,4.

En este trabajo se presentan los resultados comparativos de los estudios desarrollados en 2006 y 2015, como manera de conocer la evolución en la década en ese sector de

playa, y un insumo para contribuir a la solución de uno de los puntos más problemáticos de Canelones, en relación a la gestión costera.

Contexto geológico

El sustrato que constituye los principales afloramientos rocosos de la costa uruguaya corresponde a diferentes porciones del denominado Basamento Cristalino, que posee una gran diversidad de rocas ígneas y metamórficas con diferentes grados de evolución y deformación (Goso et al 2006). De acuerdo con las diferentes historias evolutivas, el basamento ha sido subdividido en tres grandes terrenos

**EVOLUCIÓN MORFOSEDIMENTARIA DECADAL EN PLAYA LAS VEGAS
(CANELONES, URUGUAY)**

tectonoestratigráficos que son: Terreno Piedra Alta (TPA), Terreno Nico Pérez (TNP) y Terreno Cuchilla Dionisio (TCD) (Bossi et al. 1998). Unidades que forman parte del TPA son las que componen las tres puntas rocosas o cabos e islotes presentes en la costa del Departamento de Canelones, y son los extremos de una serie de arcos de playa de longitudes variables. Las litologías que afloran en esa costa corresponden a gneises anfibólicos, granitos a dos micas y esquistos biotíticos de la Formación Montevideo (sensu Oyhantçabal et al. 2003), así como también cuarcitas (metasamitas) y metaconglomerados de la formación Piedras de Afilar de edad cámbrica (Preciozzi et al. 1985). Asu vez, el departamento de Canelones presenta aproximadamente 18 km de costa con acantilada donde es posible ver sucesiones estratigráficas que mayormente exponen sedimentos

cuaternarios. El registro sedimentario Cenozoico en Canelones desarrolla una potencia de 50 km de espesor. En esos acantilados se observan los rasgos sedimentarios correspondientes a las formaciones Chuy, Libertad, Dolores y Villa Soriano (Goso et al. 2011). Además, 52 km de esa costa presentan dunas tanto móviles como fijas (Goso et. al. 2011). La transgresión posglacial en el intervalo Pleistoceno Tardío-Holoceno es la responsable de la evolución sedimentaria y la dinámica litoral que dio lugar a la conformación morfológica de la costa, condicionada además, por los cambios climáticos y el paleorrelieve existente. Ellos hace que existan distintos ambientes morfológicos siendo el pre-holoceno y el Holoceno los que se han distinguido (Goso 2011). El pre-Holoceno está representado en la costa del departamento de Canelones por

UNIDAD	Edad	Litologías dominantes	Ambiente de sedimentación
Fm. Villa Soriano	Holoceno	Arcillas negras algo arenosas	Bahía microestuarial
Fm. Chuy	Pleistoceno	Gravas y arenas de variadas granulometrías anaranjadas. Arcillas verdes con moldes de bivalvos	Playa - lagoon
Fm. Libertad	Pleistoceno	Fangos y paraconglomerados marrones oscuros	Continental de removilización en masa
Fm. Fray Bentos	Oligoceno	Fangos y parconglomerados rosados oscuros	Continental de removilización en masa

TABLA I. Estratigrafía del área de estudio y principales características de las unidades.

TABLE I. Stratigraphy of study area and main characteristics.

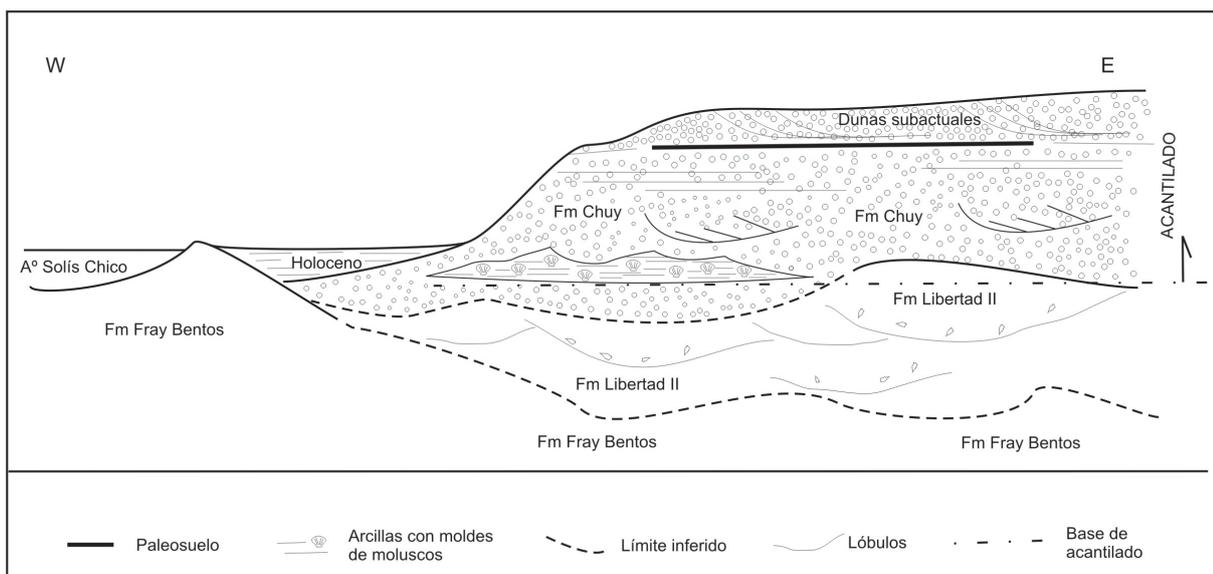


FIGURA 6. Corte geológico esquemático (sin escala) en Las Vegas.

FIGURE 6. Las Vegas geological cross section (without scale).

llanuras costeras que modelan un paleorrelieve ondulado, correspondiente a valles de ciclos fluviales de dirección NNW-SSE, los que son relativamente ortogonales a la estructuración de las rocas proterozoicas como en el caso de los arroyos Carrasco, Pando, Solís Chico y Solís Grande. En el Holoceno se generan una serie de formas típicas de mar alto como llanuras costeras de ambiente subestuárico integrados por complejos barreras-lagunas, con sus cordones de dunas y playas recortados por canales que conectan paleolagunas costeras (Bañados de Carrasco) o subestuarios (arroyos Pando y Solís Grande) (Goso 2011). El Frente Marítimo exterior del estuario del río de la Plata presenta playas arenosas con perfiles de baja pendiente, disipativas e intermedias (Goso et al 2015). La distribución de los sedimentos muestra que el transporte de los materiales finos (limos y arcillas) tienden a localizarse predominantemente hacia la costa, mostrando a su vez una disminución progresiva en la granulometría desde el río hacia el océano (Goso et al. 2014). En particular, este tramo de costa es el que muestra la mayor intervención antrópica sobre el sistema duna-playa de todos los sectores estudiados. La urbanización y forestación más o menos intensa que presenta, como lo atestiguan la Ciudad de la Costa y todas las urbanizaciones de los balnearios de Canelones, así como la modificación en el sistema dunar producto de la intensa forestación han dejado, por ejemplo en Canelones apenas un 0,6% de dunas activas del total de la superficie ocupada por los médanos.

Esta significativa reducción de la disponibilidad de arenas libres para el transporte eólico en el sistema litoral, ha provocado un déficit de material en el balance sedimentario lo que trae como consecuencia la presencia de geformas erosivas como acantilados, plataformas de abrasión a rangos de aproximadamente un metro por año. Otro elemento geomorfológico de relevancia lo constituye los materiales del Complejo Sierra de Ánimas, que explica la existencia en Las Vegas de algunos rodados de pocos centímetros. Las costas acantiladas por decenas de kilómetros en este tramo pueden explicarse por el déficit de sedimentos provocado por la intensa forestación que sufrieron los campos dunares a lo largo del mismo.

En la playa Las Vegas, se exponen acantilados con alturas que varían entre 8 y 17 metros que muestran las relaciones verticales y laterales, de las formaciones Libertad en la base, cubierta por la Formación Chuy y un afloramiento de

la Formación Villa Soriano (Tabla I y Figura 6), asociado a la planicie del Arroyo Solís Chico. Afloramientos de la Formación Fray Bentos se pueden observar en la margen derecha del arroyo bajo el puente de Ruta Interbalnearia. Los rasgos sedimentológicos de las unidades que conforman el acantilado fueron presentados por Goso (2006).

TRABAJOS EFECTUADOS

Para la comparación de la evolución de los perfiles de playa fueron realizados tres secciones transversales a la costa (LV1, LV2 y LV3, ver Figura 7). Los relevamientos topográficos se extendieron desde la zona de lavado hasta el pie de acantilado en cada uno de ellos. Para ello, se utilizó nivel automático óptico marca Leica JoggerX32 en distintos momentos del año para conocer los cambios en períodos estacionales). Los relevamientos se llevaron a cabo en marzo, agosto y diciembre del año 2006, y en enero, setiembre y diciembre del año 2015. Para poder comparar los perfiles entre sí, hubo que adoptar un punto de referencia, por lo que en cada caso se procedió a elegir in situ puntos fijos en cada uno de los perfiles. Esos puntos fijos fueron seleccionados en función de criterios de visibilidad y perdurabilidad para cada caso. En las ocasiones que se realizaron los trabajos de campo, también se procedió a determinar el período del oleaje, estimar la altura de las olas, registrar el nivel máximo de pleamar cuando era posible observar la resaca, y la documentación fotográfica.

El estudio se complementó con la colecta de muestras de arenas en los distintos sub-ambientes (rompiente, bermas, playa distal y/o pie de acantilado) del sistema playa para realizar ensayos granulométricos en el Laboratorio de Sedimentología del Instituto de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias. Los muestreos fueron de tipo puntual y de superficie, colectándose unos 500 gr. de muestra en cada perfil y en cada oportunidad relevada. En el Laboratorio las muestras tuvieron el tratamiento preliminar que corresponde antes de efectuarles el ensayo granulométrico por la técnica del tamizado. Aquellas que presentaban humedad o saturación en agua fueron secadas a 50°C en horno eléctrico. Posteriormente, se cuartearon para llegar a la cantidad necesaria a efectos de su ensayo, aproximadamente unos 250-300 gr para estos sedimentos. Los resultados de los ensayos granulométricos se procesaron en planillas electrónicas que fueron utilizadas para obtener los gráficos y parámetros

**EVOLUCIÓN MORFOSEDIMENTARIA DECADAL EN PLAYA LAS VEGAS
(CANELONES, URUGUAY)**

estadísticos texturales mediante el empleo del software GRADISTAT. La escala granulométrica utilizada es la de Folk & Ward (1957).

que en la zona del espigón 8 entre Agosto 2006 y Diciembre 2015 resultó en 66 cm/año, mientras que frente al espigón 7 entre Marzo 2006 y Diciembre 2015 resultó en 100 cm/año.



FIGURA 7. Localización de los perfiles de playa (líneas blancas) y los espigones (6, 7 y 8).
FIGURE 7. Localization of beach profiles (white lines) and groynes (6, 7 and 8).

RESULTADOS OBTENIDOS

Los perfiles de playa analizados son por lo general rectilíneos con escaso desarrollo de bermas. La pendiente total de estas playas varía aproximadamente de 29 a 38 grados en 2006 y de 26 a 27 grados en 2015. La ausencia de la berma en algunas secciones puede corresponder al escaso espesor (algunos decímetros) de prisma de playa, constatado a partir de un evento extremo el que dejó expuesta una amplia plataforma constituida por los sedimentos pelíticos marrones de la Formación Libertad.

La movilidad de la línea de costa se determinó por comparación de las imágenes Google Earth de los años 2006, 2012, 2013 y 2015. De dicho análisis puede constatar y visualizarse un retroceso del borde del acantilado activo (Figura 8). Este retroceso costero ha afectado el terreno particular de las viviendas ubicadas en las intersecciones de las calles Gaboto y Diagonal Juan Díaz de Solís con la rambla Dr. Adolfo Perea. A su vez, las medidas de campo de las distancias sucesivas en el tiempo tomando como referencia los espigones 7 y 8 permiten conocer el rango promedio anual en la década estudiada (ver Tabla II). De esta forma pudo establecerse que se produjeron retrocesos entre 5,50 y 8,50 m frente a espigón 8 y 7, respectivamente. En los períodos medidos esto representa una velocidad de retroceso del pie acantilado

Producto de los análisis granulométricos efectuados a 24 muestras correspondientes a la zona de lavado, 18 muestras correspondientes a bermas, 22 muestras pertenecientes a la playa distal, de los sedimentos arenosos en las ocasiones que se hicieron los perfiles, se obtuvieron los parámetros estadísticos texturales que se presentan en las Tablas III y IV. Realizados los cálculos de los parámetros estadísticos de los ensayos granulométricos efectuados a todas las muestras (Tablas III y IV), las medianas (ϕ_{50}) mostraron una variación entre 192 y 1580 μm en la zona de lavado; entre 193 y 422 μm en la zona de berma; y se obtuvieron valores extremos entre 174 y 320 μm en las muestras analizadas de playa distal. Los valores de selección (sorting) varían entre 1,2 y 2,4 en la zona de lavado lo que representa sedimentos pobremente a muy pobremente seleccionados; entre 1,4 y 2,2 en las muestras de bermas lo que representa sedimentos pobremente a muy pobremente seleccionados; y entre 1,3 y 2 en la playa distal que representa sedimentos pobremente seleccionados. A su vez, la asimetría varía entre -0,4 y 0,7 μm en la zona de lavado resultando entre muy asimétricas positivas y muy asimétricas negativas; entre -0,3 y 0,3 en la zona de berma resultando entre asimétricas negativas y asimétricas positivas; y entre -0,3 y 0,5 en playa distal resultando entre asimétricas



FIGURA 8. Imágenes Google Earth históricas de la última década que muestran la erosión del acantilado en Las Vegas y las afectaciones en rambla (línea blanca) y propiedad privada.
FIGURE 8. Last decade Google Earth historic images showing sea cliff erosional evolution in Las Vegas.

**EVOLUCIÓN MORFOSEDIMENTARIA DECADAL EN PLAYA LAS VEGAS
(CANELONES, URUGUAY)**

Fecha	Distancia espigón 8 (m)	Distancia espigón 7 (m)
02/03/2006	-----	12,50
03/08/2006	12,50	13,25
18/08/2008	12,82	-----
11/10/2008	-----	12,50
30/10/2008	-----	14,30
28/03/2009	12,97	13,25
01/05/2009	-----	14,60
19/04/2010	13,40	-----
21/01/2015	17,60	18,80
29/12/2015	18,00	21,30

TABLE II. Medidas a pie de acantilado desde los espigones en la última década.
TABLE II. Distances from groynes to sea-cliff during last decade.

FECHA	PERFIL	SUBAMBIENTE	MEDIA (μm)	SELECCIÓN	ASIMETRÍA	CURTOSIS	MEDIANA (μm)
Mar-06	LV1	Playa distal	305	1,5	0,3	1,1	320
			277	0,6	0,2	0,8	293
		Berma	550	1,2	-0,3	0,7	422
	LV2	Berma	281	0,6	0,2	0,8	298
		Zona de lavado	316	0,7	0,03	1,4	333
	LV3	Playa distal	254	0,7	-0,02	0,7	252
Berma		289	0,6	0,2	0,9	307	
Ago-06	LV1	Playa distal	232	0,6	-0,2	0,8	221
			216	0,6	-0,3	0,9	203
		Berma	281	0,6	0,2	0,8	298
		Zona de lavado	272	0,6	0,2	0,8	287
			265	0,6	0,1	0,8	276
			270	0,6	0,2	0,8	284
	LV2	Zona de lavado	232	0,6	-0,2	0,8	221
	LV3	Playa distal	231	0,6	-0,2	0,8	220
		Berma	241	0,6	-0,09	0,7	234
		Zona de lavado	250	0,6	0,002	0,7	250
			226	0,6	-0,2	0,8	213
	Dic-06	LV1	Playa distal	304	0,6	0,3	1,1
294				0,6	0,3	1,0	312
Berma			354	0,5	-0,02	1,3	354
LV2		Playa distal	292	0,6	0,2	0,9	310
		Berma	320	0,5	0,2	1,1	328
		Zona de lavado	490	0,7	0,06	0,8	493
			434	0,9	-0,2	1,2	396
LV3		Playa distal	254	0,6	0,04	0,7	258
			225	0,6	-0,2	0,8	211
		Berma	268	0,6	0,2	0,8	281
		Zona de lavado	287	0,6	0,2	0,9	305
			350	0,5	0,03	1,2	350

TABLE III and IV. Granulometric statistical parameters in all sand samples of Las Vegas beach.

FECHA	PERFIL	SUBAMBIENTE	MEDIA (m)	SELECCIÓN	ASIMETRÍA	CURTOSIS	MEDIANA (m)
Ene-15	LV1	Playa distal	194	0,5	-0,2	1,1	190
			201	0,6	-0,2	1,1	192
		Berma	253	0,6	-0,006	0,7	252
			219	0,6	-0,2	0,9	206
	LV2	Playa distal	174	0,4	0,1	1,0	174
		Berma	201	0,5	-0,3	1,1	193
		Zona de lavado	239	0,6	-0,2	0,7	228
			1351	0,3	-0,7	-1,3	1580
			201	0,9	-0,4	2,2	188
	LV3	Playa distal	186	0,5	-0,2	1,1	186
		Berma	217	0,6	-0,3	0,9	204
		Zona de lavado	235	0,6	-0,1	0,8	225
Set-15	LV1	Playa distal	232	0,6	-0,2	0,8	222
		Berma	323	0,6	0,2	1,2	333
		Zona de lavado	274	0,6	0,2	0,8	289
	LV2	Playa distal	204	0,5	-0,3	1,1	194
		Berma	241	0,6	-0,08	0,7	235
		Zona de lavado	240	0,7	-0,3	0,9	223
	LV3	Playa distal	229	0,6	-0,2	0,8	218
		Berma	239	0,6	-0,1	0,8	231
		Zona de lavado	271	0,7	-0,03	0,9	276
	Dic-15	LV1	Playa distal	236	0,6	-0,1	0,8
226				0,6	-0,2	0,8	214
Berma			245	0,6	-0,05	0,7	241
Zona de lavado			252	1,0	-0,4	1,2	227
LV2		Playa distal	216	0,6	-0,2	1,0	203
		Berma	230	0,6	-0,2	0,8	219
		Zona de lavado	471	1,3	-0,2	0,7	383
			230	0,6	-0,2	0,8	218
			257	0,8	-0,3	1,0	241
			574	1,2	0,4	0,4	663
			226	1,0	-0,5	1,8	198
LV3		Playa distal	235	1,0	-0,5	1,6	211
		Berma	211	0,6	-0,3	1,0	199
		Zona de lavado	200	0,5	-0,2	1,1	192

negativas y muy asimétricas positivas. Por su parte la curtosis varía entre 0,4 y 2,2 en la zona de lavado resultando en muy platicúrticas hasta muy leptocúrticas; 0,7 y 1,2 en zona de berma resultando entre platicúrticas a leptocúrticas; y 0,7 y 1,6 en la playa distal resultando entre platicúrticas a muy leptocúrticas. Las curvas acumulativas elaboradas con las muestras de los tres perfiles exhiben una gran similitud granulométrica, tal como se ilustra en la Figura 9, a excepción de algunas del perfil LV2 que muestran una mayor dispersión.

Los perfiles topográficos realizados han permitido caracterizar las geoformas presentes en la Playa Las Vegas. En los tres perfiles, la playa muestra perfiles variables con tendencia a la acreción y con pendientes que varían entre 4,3 y 5,4% (ver Figura 10).

Cabe destacar que en el período de enero-diciembre de 2015, se ha detectado un retroceso costero activo en los perfiles Lv1 y Lv2, siendo prácticamente nulo en LV3. Es posible que la defensa de rocas colocada en este sector por los vecinos de la zona, haya resistido la acción erosiva del oleaje evitando la degradación del frente del acantilado. Puede observarse que el mayor retroceso medido hasta el momento corresponde al período enero-diciembre 2015 en Lv2, siendo éste de unos 2.5 metros, aproximadamente.

A su vez, en el perfil LV 3 se observa una tendencia a la acreción del perfil de playa. Por ejemplo, en la zona de playa frontal se pudo ver un incremento de 1,0 m aproximadamente; mientras que en playa distal fue de unos 40 cm. Una tendencia similar aunque de menor magnitud se observa en los perfiles LV 2 y LV3.

**EVOLUCIÓN MORFOSEDIMENTARIA DECADAL EN PLAYA LAS VEGAS
(CANELONES, URUGUAY)**

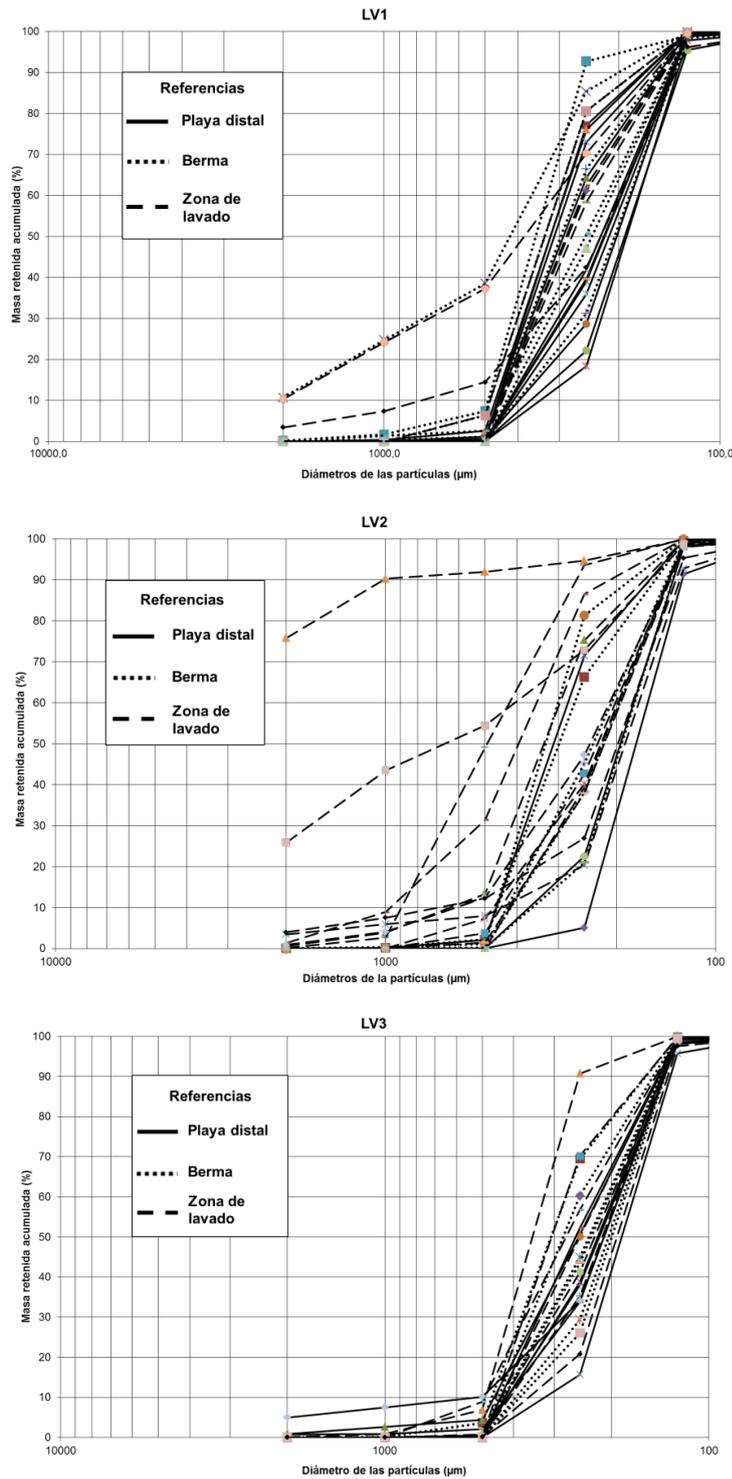


FIGURA 9. Curvas de frecuencia acumulativa para muestras del perfil LV1 (superior), LV2 (medio) y LV3 (inferior) por subambiente de playa.

FIGURE 9. Cumulative frequency curves of samples in LV1 (upper), LV2 (medium) and LV3 (lower) for each beach portion.

De la comparación de los perfiles de playa en LV2 surge un incremento de la zona de berma de 50 cm de altura por unos 6,00 m de ancho en el período analizado. No se observaron

cambios significativos en el perfil LV2 que se ha mantenido relativamente estable. Esto quiere decir que el retroceso del acantilado se manifiesta fundamentalmente en LV2.

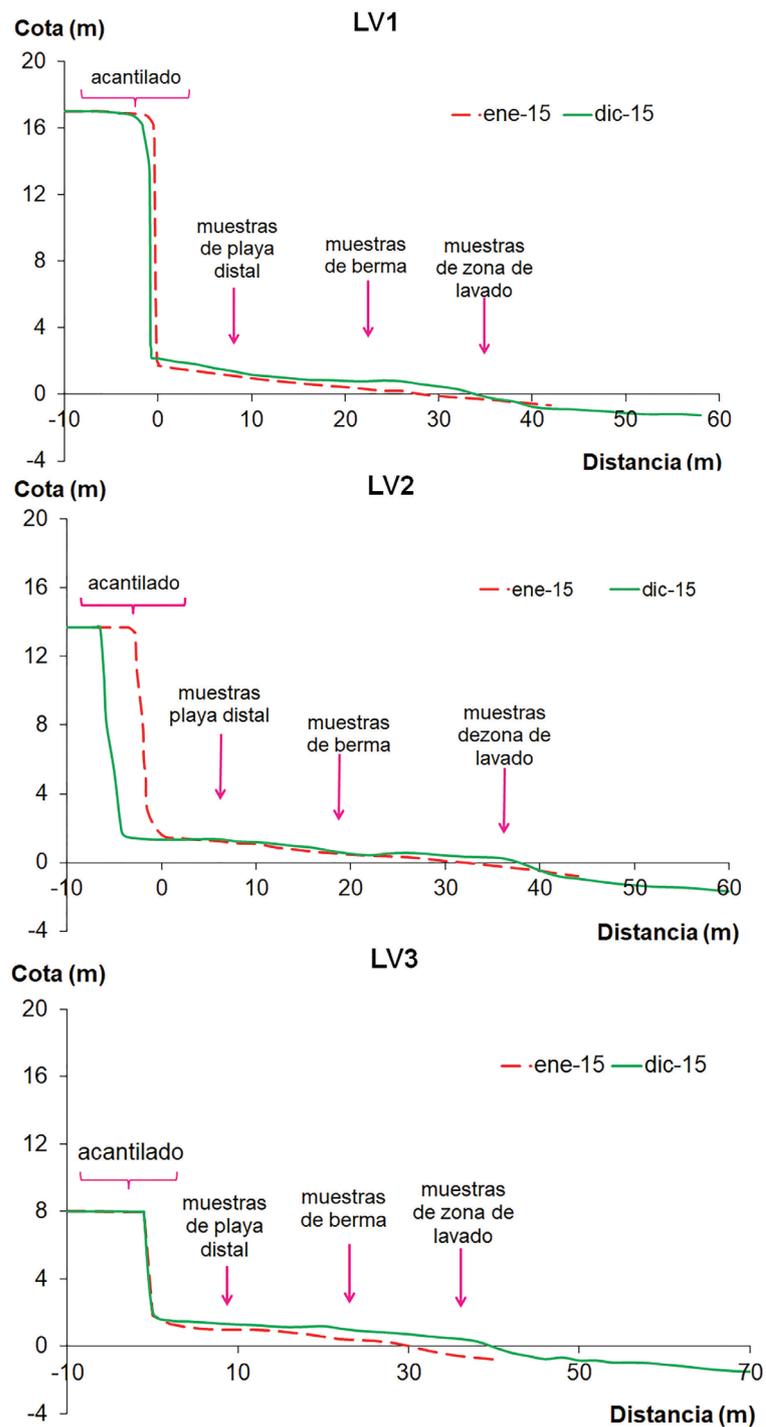


FIGURA 10. Perfiles topográficos de playa Las Vegas en 2015.
 FIGURE 10. Las Vegas beach topographic profiles in 2015.

CONCLUSIONES

Playa Las Vegas es uno de los puntos en la costa del Departamento de Canelones con mayores problemas de erosión litoral debido a que ya ha destruido infraestructura vial en parte

de su rambla y ha llegado a predios privados. Sus acantilados al encontrarse frente a los últimos espigones que están descalzados y que se sitúan corriente abajo de la deriva litoral, han sido objeto de un continuo proceso de erosión, fundamentalmente en momentos de tormentas.

**EVOLUCIÓN MORFOSEDIMENTARIA DECADAL EN PLAYA LAS VEGAS
(CANELONES, URUGUAY)**

En los acantilados de altura decamétrica se exponen sedimentos pleistocenos. En la base arcillas y diamictos marrones de la Fm. Libertad. Sobre éstos se apoyan arcillas verdes, arenas de variadas granulometrías y gravas de la Fm. Chuy con desarrollo al tope de paleosuelos. Sobre estos últimos arenas finas eólicas actuales. Este trabajo cuantifica esa realidad erosiva a través de levantamientos sistemáticos que han sido realizados en la última década. Por un lado, el análisis de imágenes satelitales y la medición de distancias a puntos fijos permiten determinar rangos de erosión que en promedio alcanzan el orden métrico anualmente. No obstante, se constató en un punto un retroceso de 4,0 m en un año. Este retroceso ha afectado bienes privados e infraestructura (rambla, drenaje de pluviales). Es a esperar que por la conformación geológica de los acantilados de materiales arcillosos y arenosos no consolidados, si no se toman medidas de contención apropiadas, como por ejemplo la fijación mediante empleo de alguna solución rígida o semi-rígida, seguirá retrocediendo hasta un momento en que el sistema entre en un perfil de equilibrio. También los levantamientos de perfiles topográficos han demostrado algunas modificaciones en el perfil de playa, haciendo que en momentos de tormenta aparecieran plataformas de abrasión de la Formación Libertad. No obstante lo anterior, es posible concluir que los cambios en los perfiles de playa se dan al Este con una acreción por la movilidad de barras de lavado y bermas, con pendientes en promedio de 29 grados que oscilan el 5%. Granulométricamente los mayores valores de Media se corresponden a la zona de lavado y berma, llegando en ocasiones a arenas gruesas, si bien existe un predominio en las Medias correspondientes a arenas finas a lo largo de todos los perfiles. Cabe consignar, que en alguna ocasión fue recargado el perfil del acantilado desde la rambla, con arenas eólicas provenientes de las dunas que invaden permanentemente la rambla de Parque del Plata, en un manejo efectuado por la Intendencia Departamental, aparentemente sin resultados medibles ni interesantes. Un aspecto a considerar por su relativa importancia en el proceso erosivo es la presencia de flujos subterráneos de agua que propician la removilización de los sedimentos arenosos en el acantilado. Particularmente, se dan vertientes de agua en los contactos de los sedimentos arenosos con los arcillosos que se presentan en el perfil del acantilado.

La metodología empleada a lo largo del tiempo,

se muestra como una herramienta eficaz para el conocimiento de los rangos de erosión, para cuantificar los cambios morfológicos que tienen los sistemas costeros y entender la dinámica en cortos períodos de tiempo, a efectos de contribuir a su gestión en planes de adaptación.

Agradecimientos

A los Ing. Agrim. Dante Pratto y Jorge Faure (Instituto de Agrimensura – Facultad de Ingeniería) por su colaboración en los perfiles de playa al inicio de los trabajos. A los estudiantes de la Licenciatura en Geología Sofía Novoa y Hernán Silva, al Licenciado Raúl Ugalde y al Msc Gustavo Piñeiro, que colaboraron en las tareas de campo y/o laboratorio. A la Dra. Silvia Marcomini (Universidad de Buenos Aires) por la revisión crítica del manuscrito y por sus sugerencias que mejoraron sustancialmente la versión original.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVEZ, C. & GOSO, C. (2014): Sedimentación dunar y vulnerabilidad a la erosión en la costa atlántica uruguaya. En: Goso, C. (compilador y revisor): **Nuevas miradas a la problemática de los ambientes costeros. Sur de Brasil, Uruguay, Argentina.** p. 173-196. DIRAC, Montevideo, Uruguay.
- DRAGANI W.C. & ROMERO, R.I. (2004). Impacts of a possible local wind change on the wave climate in the upper Río de la Plata. **International Journal of Climatology**, 24 (9), p.1149-1157.
- FRANCO, P., BURONE, L., DE MELLO, C., MAHIQUES, M., MUÑOZ, A., ORTEGA, L., MARÍN, Y., ALFAGEME, V., FONTAÁN, A., JIMÉNEZ, P., IGUAL, T., CARRANZA, A., MASELLO, A., BÉCARES, M., GOMEZ, R., RUBIO, L. (2011). Caracterización ambiental del margen continental uruguayo (200 – 1000 m de profundidad) un enfoque multiproxy: resultados preliminares. En Actas do XIII **Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. Brasil.
- FOLK, R. & WARD, C. (1957). Brazos River bar, a study in the significance of grain size parameters: **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, p. 3-26.
- GOSO, C. (2006). Aspectos sedimentológicos y estratigráficos de los depósitos cuaternarios de la costa platense del departamentos de Canelones (Uruguay). **Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis**, 13 (1), p. 77-89.
- GOSO, C.; FAURE, J.; PRATTO, D.; BARRETO, L.; PICCHI, D.; SCAGLIA, F.; PARIS, A.; SAMANIEGO, L.; UBILLA, D.; GARCÍA, G. (2014): Vulnerabilidades geoambientales de la costa del departamento de Canelones.

- En: Goso, C. (compilador y revisor): **Nuevas miradas a la problemática de los ambientes costeros. Sur de Brasil, Uruguay, Argentina.** p. 173-196. DIRAC, Montevideo, Uruguay.
- GOSO, C.; PRATTO, D.; FAURE, J., SCAGLIA, F.; ARBALLO, V.; PARIS, A. (2007). Estudio de dinámica costera en Canelones (Uruguay): primeros resultados. **V Congreso Uruguayo de Geología**, Resumen. CD Actas. Montevideo.
- IMFIA (2008). **Estudio de la zona costera de La Floresta. Informe Final.** Disponible en <[http://www.dnh.gub.uy/dnh/Documentos/Licitaciones/LP 14-2012 La Floresta/ANEXO 1/Informe Final La Floresta.pdf](http://www.dnh.gub.uy/dnh/Documentos/Licitaciones/LP_14-2012_La_Floresta/ANEXO_1/Informe_Final_La_Floresta.pdf)> [Fecha de acceso: 22.03.2012].
- MARCOMINI, S. & LÓPEZ, R. (2006). Geomorfología costera y explotación de arena de playa en la Provincia de Buenos Aires y sus consecuencias ambientales. **Revista Brasileira de Geomorfología**, Año 7 (2), p. 61-71.
- MEDINA, R.; LOSADA, I.; LOSADA, M.; VIDAL, C (1995): Variabilidad de los perfiles de playa: Forma y distribución. En: **Ingeniería del Agua**. Vol. 2 Número Extraordinario. p. 133-142.
- MTOP (1979). Conservación y mejora de playas. PNUD/ URU 73-007, 593 pp. UNESCO. Montevideo
- SHORT A.D. & WRIGHT L.D. (1984). Morphodynamics of high energy beaches –an Australian perspective. In **Coastal geomorphology in Australia** (ed. B: Thom), p.43-68.