

## *Villa Gesell: un desequilibrio sedimentario inducido por fijaciones de médanos.*

Federico I. ISLA \*<sup>+</sup>, Germán R. BÉRTOLA <sup>+</sup>, Marcelo O. FARENGA <sup>+</sup>,  
Susana B. SERRA \* y Luis C. CORTIZO #

\* CONICET. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

<sup>+</sup> Centro de Geología de Costas y del Cuaternario (UNMDP) C. C. 722,  
7600 Mar del Plata, República Argentina

# CIC. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

**Resumen.** Villa Gesell fue construida sobre una barrera de médanos transversales a los vientos del SO. La fijación de estas dunas (plantaciones y forestaciones) alteró la morfología original y la dinámica eólica, principalmente a partir de una disminución de la disponibilidad de arena que transformó, en ciertos sectores, los médanos transversales en parabólicos. Parte de la arena litoral fue a colmar las depresiones intermedanasas dispuestas perpendicularmente a la línea de costa.

A partir de fotografías aéreas se constató que en el centro de Villa Gesell la línea de ribera no ha retrocedido significativamente en 24 años. Sólo hacia el sur del partido, se reconoce la erosión litoral debido indirectamente a la fijación de la barrera que produjo médanos frontales ("foredunes") subalimentados.

A través de balances sedimentarios de cinco playas se reconocieron zonas de diferente dinámica. Las playas del norte poseen intercambios volumétricos significativamente menores que los del sur.

Las arenas gruesas se deben a procesos de retrabajamiento de depósitos litorales fósiles del sur. El transporte eólico selectivo, desde la playa hacia la barrera (inducido por las forestaciones), es también causante de que en la playa dominen las granulometrías gruesas.

**Palabras clave:** Villa Gesell, Médanos, Manejo de barreras, Erosión litoral

**Key words:** Villa Gesell, Dunes, Management of barriers, Littoral erosion

### EXTENDED ABSTRACT

The city of Villa Gesell was urbanized on a coastal barrier of transverse dunes. In plan view, these dunes are also transverse to the coast oriented NE-SW. The fixation, forestation and urbanization of these dunes caused a change on the eolic sediment-transport pattern. The consequent sand scarcity induced a change in dune morphology: in certain places transverse dunes became parabolic. Littoral drift is to the north and of the order of 400,000 to 700,000 m<sup>3</sup>/year. Littoral fine sand moved dominantly landwards by wind action and was trapped in interdune depressions. The forested and urbanized dunes prevent that the winds from the west ("pamperos") to return this sand to the coastal system.

This microtidal coast has waves of 1,08 m average height and 9 seconds period. On the inner shelf, a sand-ridge field is composed of banks (5-7 m altitude) oriented in the direction of the storms originated in the south. These sand ridges cause the refraction of long-period waves, and the formation of littoral cells; along the shoreline the breaker wave height could vary inducing sectors of erosion and deposition (cusped coast).

Vertical aerial photographs from 1957, 1967 and 1981 were used to recognize the shoreline behaviour. The foot of the dunes was stable at Villa Gesell city, but it receded at the south of the county (Mar Azul and Mar de las Pampas). This is explained by a selective aeolian transport of fine sand to the north (induced by the

stronger winds from the south), where it is trapped at the vegetated dunes. The southern foredunes became therefore misfitted.

Sedimentary budgets obtained from seasonal topographic surveys (from March, 1994 to August, 1997) recognize beaches of different dynamics (although we consider same beach lengths). The beaches from the north have less volume interchanges; the beaches from the south (Mar Azul and Mar de las Pampas) have a higher sediment dynamics.

Coarse sands (shells and gravels) dominate in Villa Gesell beaches. They accumulate due to the reworking of Holocene littoral deposits (beaches and washovers) from the south. After episodic storms (usually coming from the south), shelly ridges move to the beach; linear shoals are supplying part of these shells. The selective and biased transport of fine sand towards the vegetated dunes would have also caused this dominance of coarse lag sediments.

## INTRODUCCIÓN

El Partido de Villa Gesell (Fig. 1) tiene su origen en las visionarias forestaciones de dunas realizadas por Carlos Idaho Gesell, que con dificultad convirtió un estéril campo de médanos en la pujante ciudad turística de nuestros días. Durante los años sesenta, la demanda de lotes originó un vertiginoso crecimiento urbano hacia el sur y en menor medida hacia el interior. La fijación de médanos se realizó a través de enquinchados paralelos al rumbo de los médanos (transversales a los vientos dominantes del SO). El secreto estuvo en la siembra de forrajeras (centeno, *Melilotus alba*, alfalfa) y la introducción de especies arbóreas de rápido crecimiento ("acacia trinervis") que protegían pinos, álamos, cipreses, eucaliptus, tamariscos y sauces. Esta alteración del equilibrio sedimentario barras-playas-médanos no tuvo las consecuencias de erosión de médanos litorales y la destrucción de construcciones balnearias que hoy se reconoce en el Municipio de Pinamar (Schnack et al., 1997). Las calles transversales a la playa se trazaron sobre las depresiones intermedanasas y esto originó los actuales problemas de anegamientos y avenidas durante las episódicas y copiosas lluvias del verano. En los paseos del centro de la ciudad, por ejemplo en el Balneario Atlántico (Paseo 107), se han construido difusores de la velocidad de escurrimiento del agua de lluvia

Si bien actualmente en el municipio de Villa Gesell se ha prohibido la extracción de arena, en la zona del Faro Querandí, y hasta 1993, funcionó una arenera que tuvo intensa actividad en la explotación de áridos gruesos (conchilla y grava). La presencia de arenas gruesas ya fue detectada por Spalletti y Mazzoni (1979), quienes refirieron que al norte de Mar Chiquita las playas frontales eran

de arena fina con la única excepción de Villa Gesell. Schnack et al., (1982) y posteriormente Violante y Parker (1992) e Isla (1997a), indican que la formación de la barrera medanosa sobre la que se asienta Villa Gesell se originó por una deriva litoral hacia el sur durante el Holoceno. Marcomini & López (1997) describieron las playas del centro de Villa Gesell utilizando una terminología de playas macromareales (intermareal alto, medio, bajo y submareal). Las arenas que muestrearon en los sectores supra e intermareales fueron medias a finas.

En el presente trabajo se analiza a través de fotografías aéreas verticales el comportamiento de los médanos de Villa Gesell así como el de su línea de ribera. Por otro lado, se analizan los resultados de perfiles de playa realizados en cinco playas del municipio entre 1994 y 1997 (Bértola et al., en prensa). De los muestreos de las arenas mayormente gruesas se han reconocido los procesos que condicionan estas playas, diferenciándose granulométricamente de aquellas playas donde dominan los procesos de transporte selectivo. Este transporte selectivo hacia el norte es evidente en la costa sur de Mar Chiquita y a partir de Pinamar hasta la Bahía de Samborombón.

## DINÁMICA COSTERA

En esta zona el régimen de mareas es de desigualdades diurnas, con un rango medio de 0,74 m para sicigias y 0,50 m para cuadraturas (datos de Pinamar, Servicio de Hidrografía Naval, 1996). Los vientos más frecuentes son los del norte, en tanto que los más intensos son los del SE, S y SO. Los valores más frecuentes para las corrientes litorales (entre la rompiente y la orilla) son de 0,30 a 0,50 m/seg (Caviglia, 1993). Estas playas poseen una deriva litoral hacia el norte de 400.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/año, dependiendo de las condiciones climáticas para cada año (Framiñan, 1990, Caviglia et al., 1992). Este transporte litoral hacia el norte se incrementa durante los meses de invierno (Isla, 1997b), con una inversión de la deriva (hacia el sur) durante primavera-verano.

De acuerdo a observaciones visuales en Pinamar, las alturas de ola varían entre 0,30 y 2,85 m, con un valor medio de 1,08 m (Caviglia, 1993). Las direcciones de ataque de las olas fluctúan entre 40 y 140°. El período de ola es de 8,7 seg (Lanfredi et al., 1992). Debido a la pendiente de la playa submarina (1:33), las rompientes son de volteo.

Entre Mar Chiquita y Punta Médanos (norte de Pinamar), se extiende un campo de dorsales de arena ("sand ridges"), bancos submareales conformados por arenas no consolidadas finas, con una orientación N20° a N45°, y conectados a la costa en su sección septentrional (Parker et al., 1978). Las longitudes de onda (distancia cresta-cresta) son inferiores a 4 km con alturas de 5 a 7 m. Poseen longitudes de 9 a 30 km; los surcos son de de 2 a

*Villa Gesell: un desequilibrio sedimentario inducido por fijaciones de médanos.*

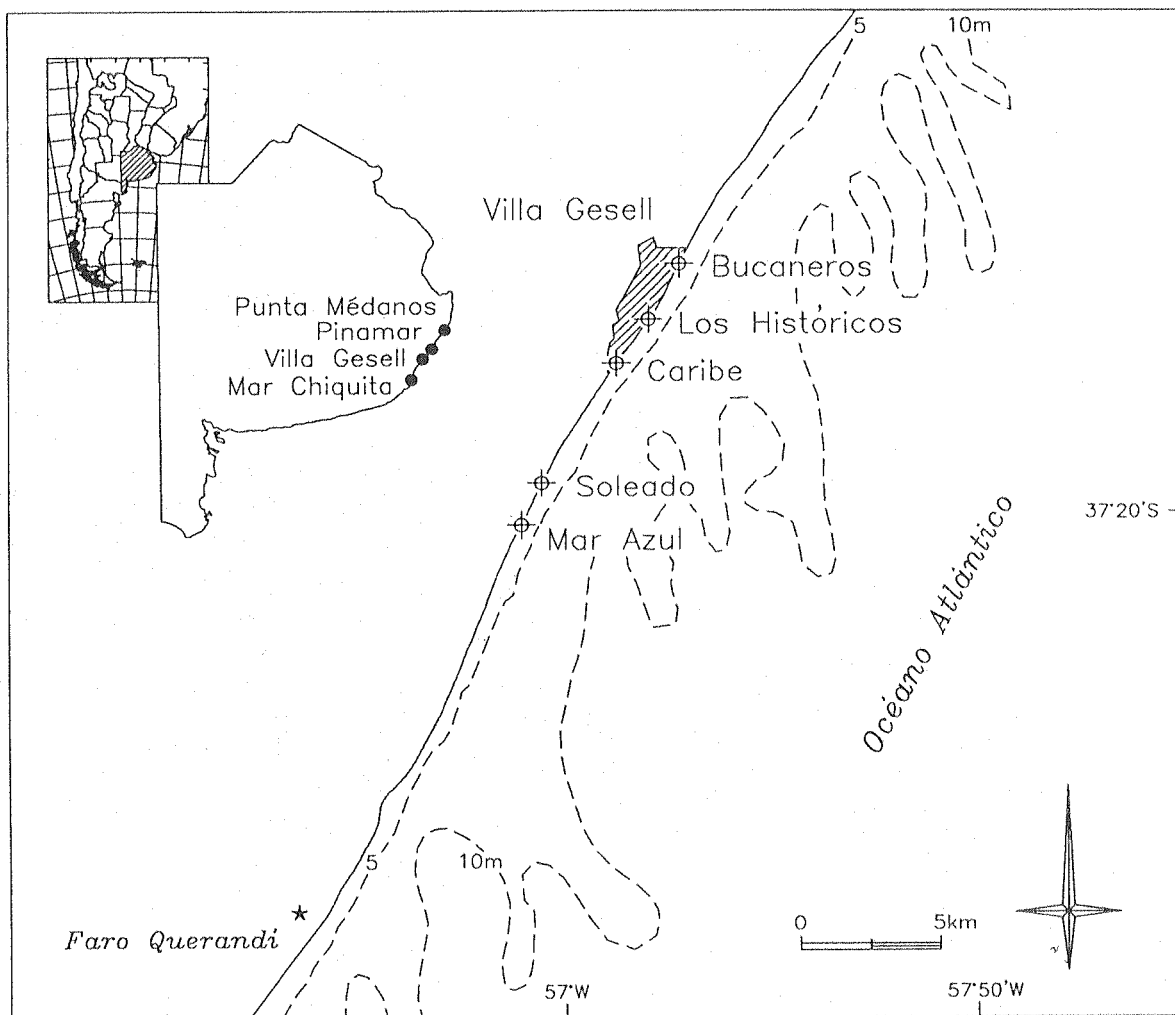


Figura 1. Ubicación del Partido de Villa Gesell y los perfiles relevados.  
Figure 1. Location of Villa Gesell County and surveyed beaches.

2,5 km de anchura. La pendiente de sus flancos es de aproximadamente  $0.0034^\circ$ , con sedimentos más finos en su flanco oriental, y más gruesos en los canales que en las crestas. Su dinámica registra en la zona de Punta Médanos movimientos del orden de  $22 \text{ cm/km}^2$ , con características erosivas en los valles y depositacionales en las crestas. Hay más erosión al sur que al norte, y hacia ese lado los sedimentos son más finos, por lo que se considera que el transporte es hacia el N y E. En cuanto a su génesis, se considera que los bancos se forman por flujos helicoidales independientes. La arena provendría del excedente en el transporte por deriva litoral, así como por aporte eólico (Parker et al., 1978). De acuerdo a estudios geológicos, entre Mar Chiquita y Villa Gesell habría ocurrido una inversión de la deriva durante el Holoceno (Schnack et al., 1982; Violante & Parker, 1992; Isla & Espinosa, 1995). De acuerdo a una caracterización morfológica de los espaldones (límite

entre la playa y los médanos) realizada por Isla et al. (1996), la región de Villa Gesell se ubica entre médanos en erosión hacia el sur (Mar Chiquita) y subalimentadas hacia el norte (Pinamar).

## METODOLOGÍA

### Cambios morfológicos en médanos y en la línea de costa.

Utilizando fotografías aéreas verticales se analizaron los cambios morfológicos reconocibles tanto en la morfología de médanos (inducidos por forestación) y en la evolución de la línea de costa. Las fotografías utilizadas corresponden a 1957 (1:15.000; Dirección de Geodesia de la Provincia de Buenos Aires), 1967 (1:10.000; INTA) y 1981 (1:20.000; DGPBA). Para calcular las variaciones

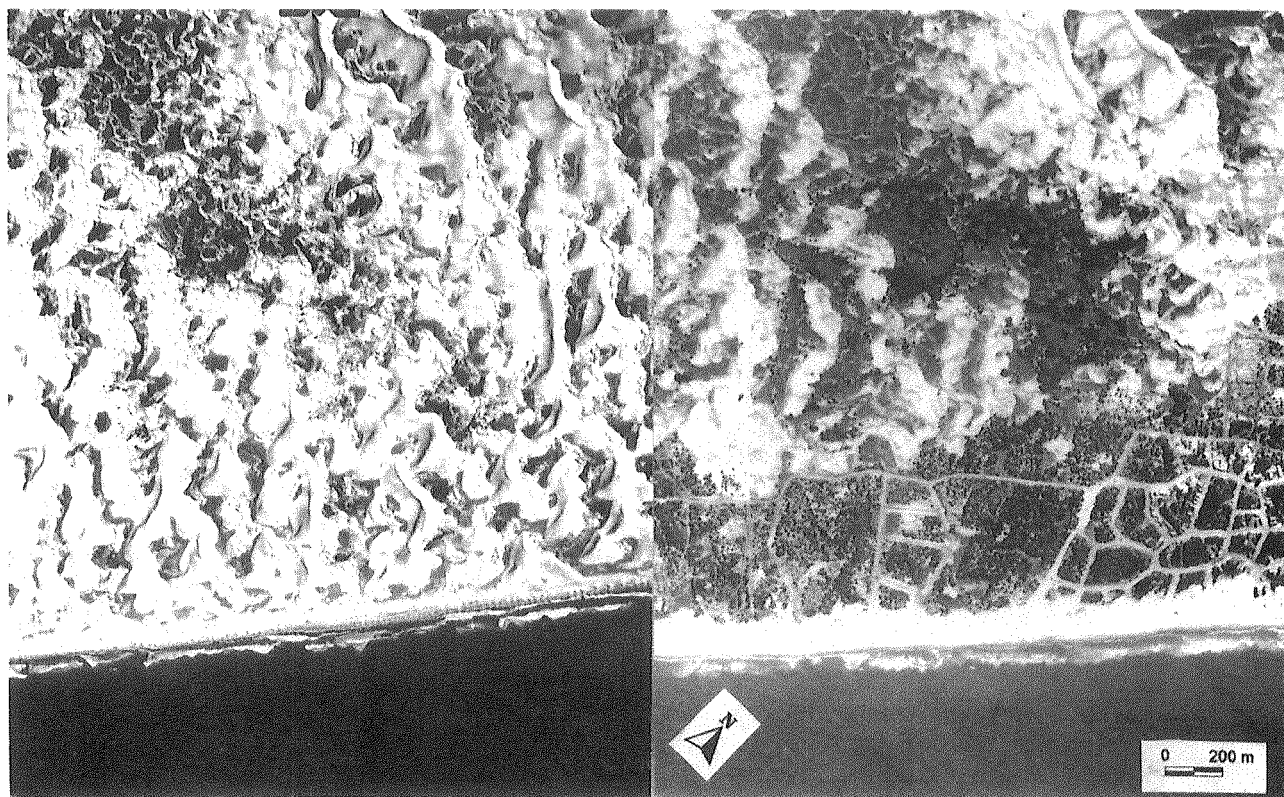


Figura 2. a) Originalmente, el límite entre Villa Gesell y Mar de las Pampas era un campo de médanos transversales (fotografía aérea de 1957). b) Luego de la fijación de los médanos y de las depresiones intermedanasas la dinámica eólica disminuyó para conformar médanos parabólicos (fotografía de 1981).

Figure 2. a) Originally, the boundary between Villa Gesell and Mar de las Pampas was a transverse dune field (aerial photograph from 1957). b) After the fixation of the dunes and interdune depressions the aeolian dynamics diminished to change the bedforms into parabolic dunes (aerial photograph from 1981).

fáciles de distinguir en fotografías aéreas verticales.

#### Variaciones morfológicas entre 1994 y 1997.

Cada 4 meses, se realizaron 3 perfiles topográficos por playa, separados cada 100 m. Se tomaron cotas cada 5 m respecto a puntos fijos referidos a un nivel de referencia convencional. La metodología utilizada, así como el análisis detallado de las variaciones morfológicas de las playas forma parte de otro trabajo (Bértola et al., en prensa). De la comparación de los perfiles relevados, se obtuvieron mapas de erosión-depositación, y se determinaron los desplazamientos de arena (sentido y volumen de transporte).

Los perfiles de playa fueron, de norte a sur:

1. Balneario Bucaneros (calle 303, Villa Gesell); 37° 15,132' S; 56° 57,376' O.
2. Balneario Atlántico, ex-Los Históricos (Paseo 107, Villa Gesell); 37° 15,38' S; 56° 58,02' O.
3. Balneario Caribe (Paseo 137, Villa Gesell); 37° 17,054'

S; 56° 59,141' O.

4. Balneario Soleado (Mar de las Pampas); 37° 19,481' S; 57° 01,099' O.

5. Balneario Mar Azul (Mar Azul); 37° 20,355' S; 57° 01,407' O.

Los trabajos topográficos fueron realizados los días 6 de marzo y 8 de noviembre de 1994, 15 de marzo y 26 de setiembre de 1995, 25 de marzo, 18 de julio y 15 de noviembre de 1996, y 22 de abril de 1997. En los balnearios Los Históricos y Mar Azul se continuaron los trabajos durante 1997 (26 de agosto) y 1998 (17 de febrero).

#### Granulometría de playas

De cada perfil central, se colectaron muestras superficiales de arena en marzo de 1994 y julio de 1996. Los muestreos fueron realizadas por simple extracción con pala, o utilizando potes de plástico de boca ancha y poca profundidad. Los modelos seleccionados para las caracterizaciones morfodinámicas de las playas son exclusivos

*Villa Gesell: un desequilibrio sedimentario inducido por fijaciones de médanos.*

		1957 (m)	1967 (m)	1981 (m)	TASA 81-57 (m/año)
Paseo 104	*	97	110	130	1,37
Paseo 119	*	240	170	230	-0,42
Paseo 128	*	217	210	230	0,54
Paseo 137	*	225	270	320	3,96
Paseo 146	*	285		315	1,25
Paseo 148	*	337		320	-0,71
Paseo 152	#	1410		1240	-7,08
Mar de las P.	#	630		620	-0,42
Mar Azul	#	645		580	-2,71

Tabla 1. Variaciones de la línea de costa (pie de médano) en el Partido de Villa Gesell. \*. distancia a cruce de calles; #. Distancia a una depresión estable.

Table 1. Coast line variations (dune foot) in the Villa Gesell County.

	Bucaneros	Atlántico	Caribe	Mar de las P.	Mar Azul
MAR94 - JUL94	-644	6215	-3455	-3165	-1727
JUL94 - NOV94	1876	-2415	17005	-13967	1805
NOV94 - MAR95	-4438	-5892	-12630	5902	8715
MAR95 - SET95	-4635	14457	-2446	-1683	-2545
SET95 - MAR96	6847	8143	-13064	-6324	-7310
MAR96 - JUL96	-1329	-12493	10500	1139	5571
JUL96 - NOV96	303	-675	-4850	2949	2419
NOV96 - ABR97	-4065	-9907	-2225	-2055	9416
ABR97 - AGO97		-25070			-2485

Tabla 2. Variaciones volumétricas calculadas en m<sup>3</sup> para cada intervalo.

Table 2. Volumetric variations calculated in m<sup>3</sup> for each interval.

para playas micromareales donde dominan los perfiles disipativos (Short, 1978, 1979; Short & Wright, 1984; Short & Aagaard, 1993). Las zonas de playa seleccionadas para estos muestreos fueron:

1. playa distal, porque registra posibles aportes eólicos y por sobrelavado al sistema costero, es común que posean bermas de tormentas,
2. berma de mareas, porque normalmente posee acumulaciones de minerales pesados, o el material que se recupera por procesos de sobrelavado, y
3. playa frontal, porque su pendiente y la granulometría están íntimamente ligados a la energía de las olas.
4. zona de surf, porque representa las granulometrías más gruesas capaces de ser transportadas por las olas.
5. zona de rompiente, porque normalmente está compuesta por la arena que se transporta a lo largo de la costa inducido por corrientes costeras y conforma las acumulaciones (barras) que nutren a las playas desde el mar.

En laboratorio, las arenas fueron tamizadas cada 0,5 unidades phi, y de la graficación de las curvas granulométricas acumulativas en papel probabilístico se obtuvieron los parámetros estadísticos sugeridos por Folk y Ward (1957).

## RESULTADOS

### Cambios morfológicos en médanos y en la línea de costa.

De la comparación de las fotografías de 1957 y 1981 para el sector transicional entre Villa Gesell y Mar de las Pampas surge un cambio significativo en la morfología de los médanos. En las dunas de 1957 se puede reconocer un extenso campo de dunas transversales a los vientos dominantes del SO (de corta extensión en sentido transversal). El distanciamiento regular entre crestas era de 200 m en Mar de las Pampas (Fig. 2a) y de unos 160 m hacia el interior de Villa Gesell (Paseo 113). En cambio, en 1981, el mismo sector de Mar de las Pampas había sido fijado, pero aún no había sido urbanizado. Los médanos del interior de la barrera habían devenido en parabólicos con un distanciamiento no regular de 250 m (Fig. 2b). Estos cambios en la morfología de dunas (transversales a parabólicos) se producen cuando disminuye la disponibilidad de arena capaz de ser transportada. Se supone que esta disminución en los aportes habría afectado las playas inmediatamente al sur que se transformaron en única fuente de aporte desde el sistema litoral hacia la barrera.

Zona de playa		B. Bucaneros	B. Atlántico	B. Caribe	B. Soleado	B. Mar Azul
playa distal	MAR 94	1,80	1,90	1,13	-1,26	1,15
playa frontal	MAR 94	0,50	0,35	1,15	-0,83	0,25
zona de surf	MAR 94	-1,27	-1,20	-0,43	-1,33	-1,07
rompiente	MAR 94	-1,97	-,156	-0,47	-1,23	-0,62
playa distal	JUL 96	1,60	1,22	1,81	1,56	1,05
berma	JUL 96	1,91	1,01	1,60	0,86	0,61
playa frontal	JUL 96	1,96	0,53	2,30	2,08	2,03

Tabla 3a. Valores de media granulométrica de las playas del Partido de Villa Gesell, expresadas en unidades phi.  
Table 3a. Phi mean values, beaches of Villa Gesell County.

		B. Bucaneros	B. Atlántico	B. Caribe	B. Soleado	B. Mar Azul
playa distal	MAR 94	0,572	0,748	1,029	1,431	1,223
playa frontal	MAR 94	1,220	0,540	0,911	0,894	0,548
zona de surf	MAR 94	0,864	0,683	1,045	0,879	0,832
rompiente	MAR 94	1,275	1,103	1,276	1,395	1,189
playa distal	JUL 96	0,70	0,92	0,68	0,70	1,25
berma	JUL 96	0,61	1,03	0,85	1,15	1,43
playa frontal	JUL 96	0,34	1,15	0,39	0,46	0,43

Tabla 3b. Valores de desvío estándar de las playas del Partido de Villa Gesell, calculados a partir de unidades phi.  
Table 3b. Phi standard deviation values, beaches of Villa Gesell County.

A su vez, en ese sector los aportes a estas playas se originan en la erosión litoral de playas fósiles holocénicas reconocidas al sur del Faro Querandí (canibalización; Isla, 1997a).

Las variaciones observadas en las líneas de pie de médano (en las fotografías aéreas de 1957, 1967 y 1981) existen efectos estacionales dependientes de las condiciones imperantes los días anteriores a la obtención de la fotografía (efectos verano-invierno, efectos de tormentas, alteraciones inducidas por concesionarios de playas). Minimizando estos errores a través de la comparación de fotografías muy distantes en el tiempo, se pueden obtener tasas de erosión o acumulación concluyentes (Tabla 1):

1. En el sector de Villa Gesell, en general, los saldos indican estabilidad de las playas, o leve acumulación.
2. Al sur de Villa Gesell, en Mar de las Pampas y Mar Azul, hubo una erosión generalizada.
3. Se considera que en el límite entre Villa Gesell y Mar de las Pampas (aproximadamente el Paseo 152) se ubica la transición entre una costa erosiva al sur y acumulativa o estable hacia el norte. En este límite se da a su vez la transición entre los sectores más urbanizados (Villa Gesell) y donde las dunas mantienen su movilidad.

Las variaciones en el ritmo de erosión a lo largo de la línea de costa pueden ser atribuidas a fenómenos de refracción de olas de tormenta inducidas por las dorsales de arena. Estos fenómenos ya han sido descriptos para una costa con morfología semejante como es la de Delaware (EEUU; Kraft et al., 1975).

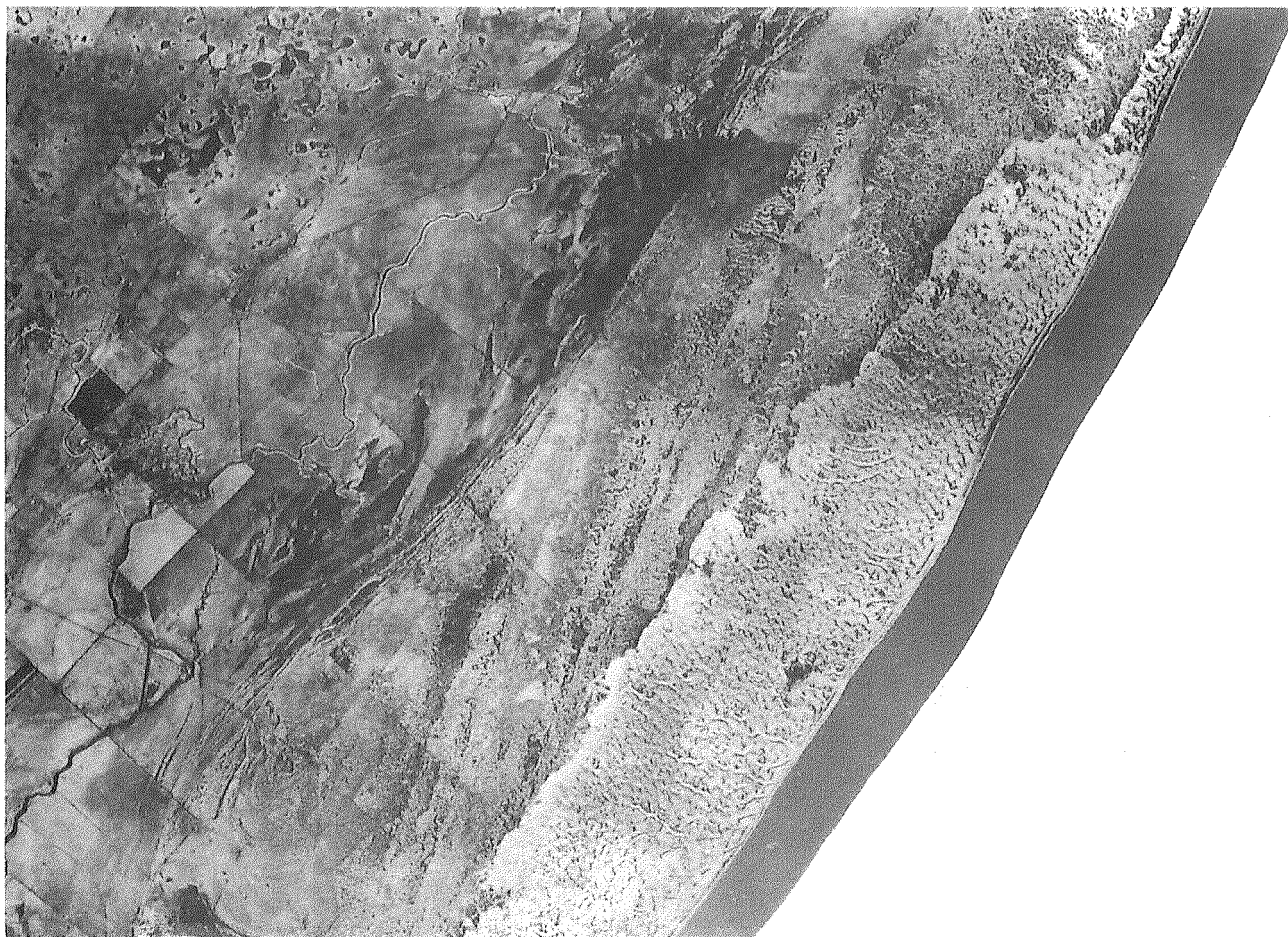
#### Variaciones morfológicas entre 1994 y 1997.

De la comparación de los perfiles topográficos practicados en las 5 playas del Partido de Villa Gesell surge (Tabla 2):

1. El Balneario Bucaneros posee una dinámica sedimentaria restringida: con variaciones volumétricas del orden de pocos miles de metros cúbicos.
2. En el Balneario Atlántico, los cambios morfológicos son mayores y muy influenciados por las descargas episódicas de agua drenada por el Paseo 107.
3. En el Balneario Caribe (S de Villa Gesell), el saldo fue erosivo (11.000 m<sup>3</sup>).
4. En Mar de las Pampas, el saldo erosivo fue mayor (14000 m<sup>3</sup>) aunque las variaciones no fueron muy significativas.
5. La playa de Mar Azul tuvo un saldo netamente acumulativo durante los relevamientos realizados.

#### Granulometría de playas.

De los muestreos realizados, se obtuvieron granulometrías medias, gruesas y muy gruesas, tanto para los sectores supralitorales y del mesolitoral superior (playa distal y frontal; tabla 3a); tanto en verano de 1994 como en invierno del 1996. Las granulometrías finas se ubicaron sólo en las playas frontales del sur del partido. Las granulometrías de julio de 1996 fueron más finas que las de marzo de 1994 (Tabla 3a). Estas granulometrías medias



**Figura 3.** Fotomosaico de la región del Faro Querandí (forestación dentro de la barrera de médanos). Las lineaciones NNE-SSW corresponden a antiguas líneas de playas, que fueron cubiertas por dunas transversales.

**Figure 3.** Photographic composition of the area of Querandí Lighthouse (forest in the middle of the barrier). The features oriented NNE are ancient beaches covered by transverse dunes.

a muy gruesas se diferencian significativamente de las finas reconocidas por Spalletti & Mazzoni (1979) e Isla (1987) en el vecino Partido de Pinamar.

En los sectores submareales (zonas de deslizamiento y rompiente), las arenas muestreadas fueron muy gruesas a sábulos (normalmente compuestas por conchas de pelecípodos), de muy pobre selección (Tabla 3b). Estas granulometrías medias a gruesas y de poca selección se originarían en el retrabajamiento de playas fósiles por la acción de olas. De acuerdo a observaciones de campo y fotografías aéreas verticales (Fig. 3), al sur de Villa Gesell la erosión de acumulaciones medanosas en la playa descubre viejas crestas de playa o sobrelavados no operativos compuestas por arena con conchillas y gravas. El 20 de junio de 1996, se reconoció al sur del Faro Querandí (370 31,176' S; 570 09,363' O) la diferencia composicional entre depósitos de sobrelavados no operativos y operativos en menos de 100 m (Isla, 1997a; Fig. 4). Se entiende por sobrelavados operativos a aquellos depósitos que pueden ser alcanzados por tormentas actuales

provocando acumulaciones que elevan la playa distal ("overtopping") o afectan depresiones intermedanosas. Los sobrelavados no operativos son los depósitos que no están sujetos al alcance de tormentas en la actualidad, porque un cordón litoral medanoso los separa de la playa actual.

A su vez, estas granulometrías gruesas están acompañadas por aumentos en las pendientes mesolitorales de las playas (Fig. 5), de acuerdo a las relaciones ya reconocidas por Bascom (1951) y Sunamura (1984). A través de un análisis a lo largo de la costa de las granulometrías y las pendientes mesomareales, es posible reconocer los efectos de la configuración costera (respecto a las tormentas del sur), la dispersión selectiva (efecto del transporte por deriva) y los aportes por sobrelavado o canibalización de playas más viejas (Fig. 5).

#### **Modelo conceptual.**

A partir de observaciones de campo y comparación de fotografías aéreas, se confeccionó el siguiente modelo

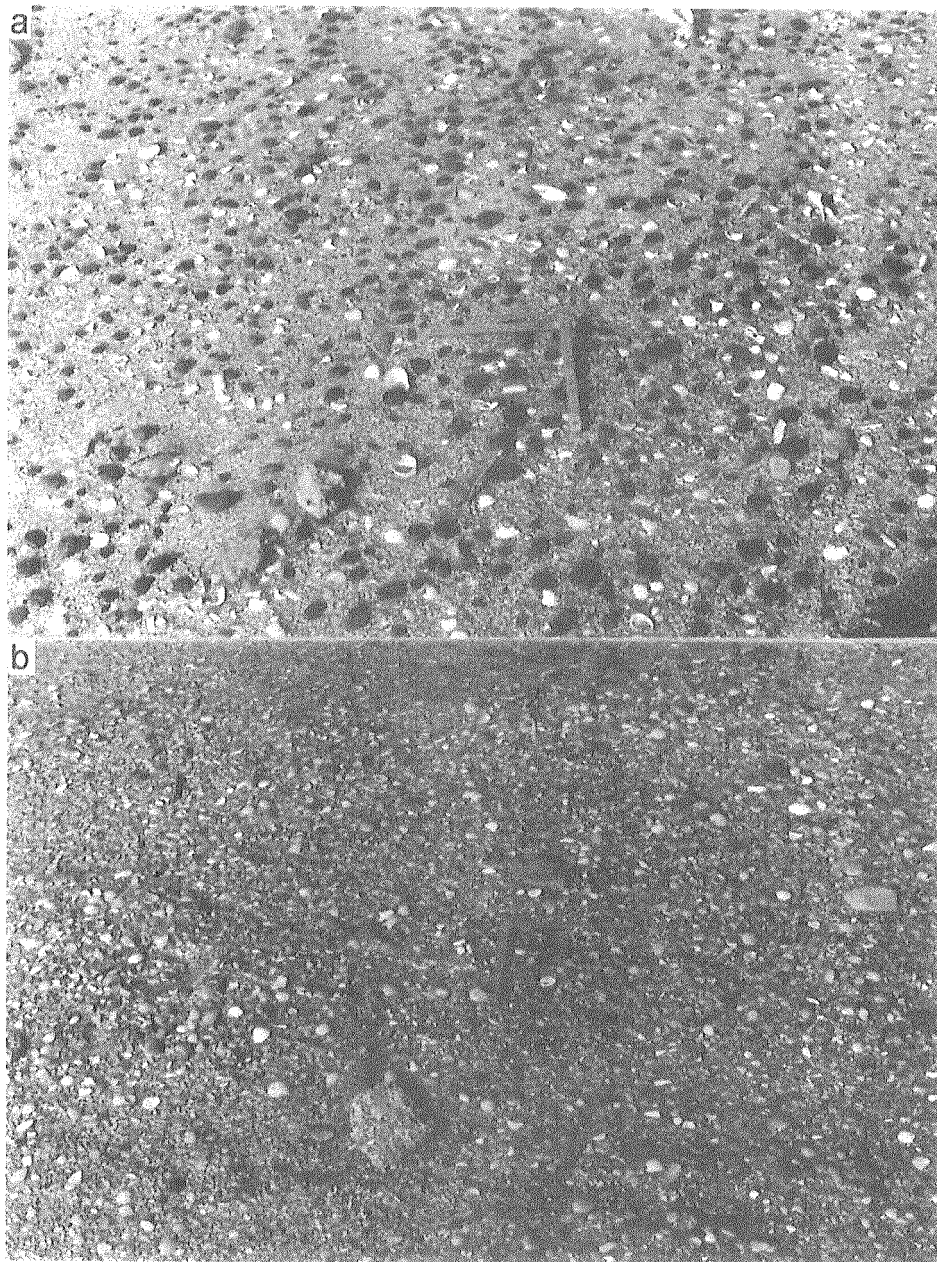


Figura 4. a) Superficie característica de un depósito de sobrelavado no operativo con alto contenido de gravas volcánicas de origen patagónico. b) A escasos 100 m hacia el mar, la superficie de los sobrelavados operativos está compuesta por conchas (*Glycimeris longior*) y clastos oblatos de "beachrock".

Figure 4. a) Characteristic surface of a non-operating washover deposit composed dominantly of patagonian volcanic pebbles. b) Not far from it, 100 m to the sea, the surface of operating overwash is composed of shells (*Glycimeris longior*) and oblate beachrock clasts.

conceptual (Fig. 6):

1. Con anterioridad al impacto antrópico, existía un equilibrio dinámico entre barras, playas y médanos litorales. Las episódicas tormentas provocaban sobrelavados que se depositaban sobre las depresiones intermedanasas como hoy sucede al sur del Faro Querandí (Isla, 1997a). Hacia el interior, el transporte por médanos transversales era muy significativo, sepultando rápidamente depresiones

intermedanasas.

2. La fijación, forestación y urbanización de los médanos provocó una depositación diferencial de arena fina. Esta provenía tanto de las playas cercanas como de médanos que se encontraban inmediatamente al sur. El ritmo de migración de los médanos transversales disminuyó significativamente y zonas parcialmente vegetadas se transformaron en campos de médanos parabólicos (Fig. 6).



Villa Gesell: un desequilibrio sedimentario inducido por fijaciones de médanos.

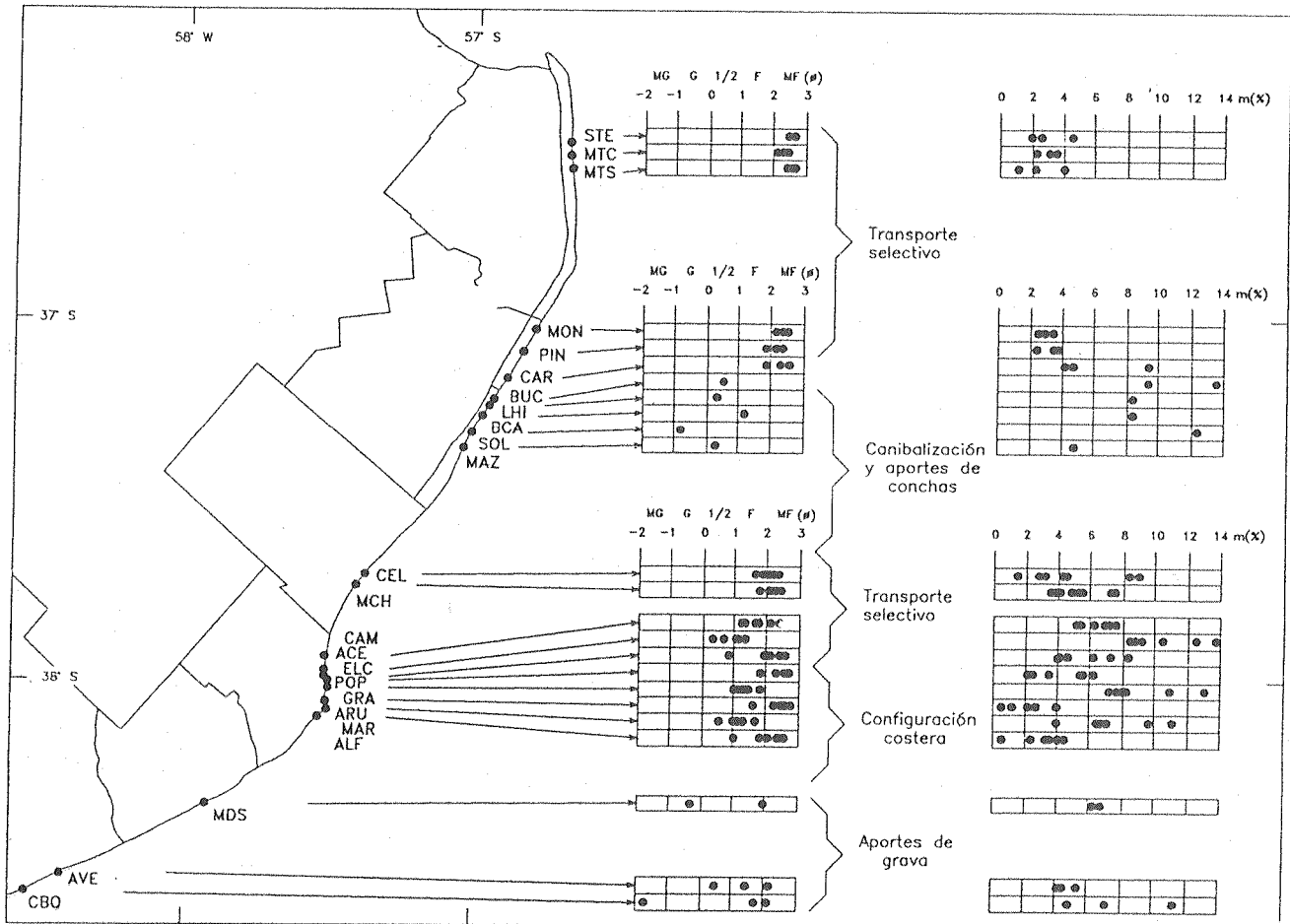


Figura 5. A través de un análisis de las granulometrías y pendientes de las playas, podemos reconocer procesos de selección inducidos por la configuración costera, por la dispersión litoral y originados por la canibalización de la barrera medanosa.

Figure 5. By the mean of a grain-size and beach-slope analysis, we can recognize selection processes. Some of these processes were induced by the coastal configuration, while others are caused by selective transport and the canibalisation of the barrier.

DISCUSIÓN

Las tasas de cambio de la línea de costa para Villa Gesell difieren de las calculadas por Marcomini y López (1995). Estos autores comparando las fotografías de 1967 y 1981 (14 años) obtuvieron ritmos de erosión entre 1,23 y 2,35 m/año (Marcomini & López, 1995). Según nuestros datos, basados en intervalos más prolongados (1957, 1967 y 1981) y para el sector urbanizado de Villa Gesell, no existe erosión significativa. El retroceso de la línea de costa se ubica al sur afectando las localidades de Mar de las Pampas y Mar Azul (siempre por encima de los 0,5 m/año).

La erosión de la costa sur de Villa Gesell ha sido explicada por fenómenos de canibalización de la barrera original: la erosión de viejos depósitos litorales permite que se mantenga la provisión de sedimento a la deriva (Isla, 1997a). Los procesos de canibalización de barreras son muy conocidos para playas de gravas (Orford et al., 1991) y se han reconocido tanto a partir de fotografías

aéreas como con la simple observación visual en la Península El Páramo (Isla & Bujalesky, 1995).

Los sobrelavados inducidos por tormentas se acumularían en las depresiones intermedanasas. A través de experimentos de remoción de la vegetación típica de médanos en la barrera oriental de la costa de EEUU, se ha reconocido que la diversidad florística en los abanicos de sobrelavado se recupera en unos 11-12 meses, y que pueden existir cambios significativos en la composición de estas comunidades psamófilas (Lonard & Judd, 1993).

Por otro lado, son muy conocidos los problemas litorales inducidos por la estabilización de médanos costeros. La erosión de la barrera arenosa de los Outer Banks ha sido atribuida a la estabilización de médanos en gran escala (Dolan & Lins, 1987). Estos programas causaron un angostamiento de la playa activa y un aumento del perfil de la playa (Fisher et al., 1984). En Algoa Bay (Port Elizabeth, Sudáfrica), la erosión costera aumentó debido a la estabilización de las médanos y obras de defensa que alteraron el transporte litoral (Illenberger, 1993). En la

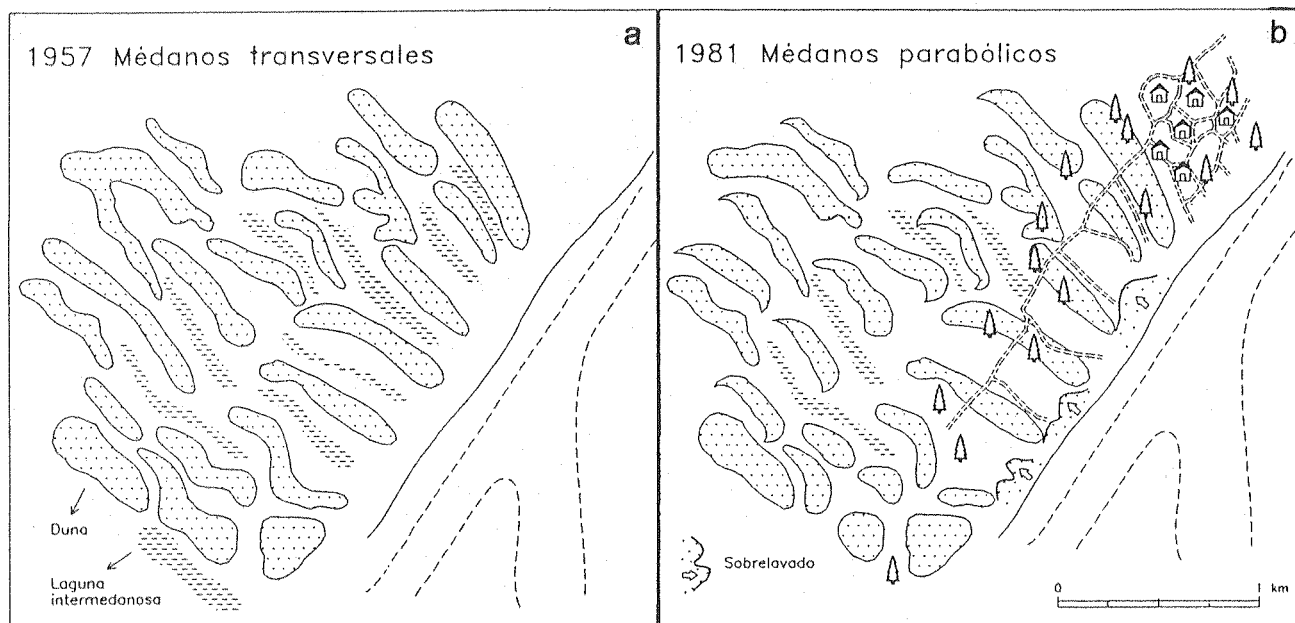


Figura 6. Modelo conceptual de evolución de la barrera de Villa Gesell en el sector de Mar de las Pampas. Las forestaciones y urbanizaciones han provocado un transporte diferencial de arena fina hacia el interior de la barrera. La disminución de la disponibilidad de arena produjo la transformación de médanos transversales en parabólicos. Las depresiones intermedanosas han sido rellenas por la construcción de calles o la depositación de abanicos de sobrelavado.

Figure 6. Conceptual model for the evolution of Villa Gesell barrier at the area of Mar de las Pampas. The forests and urban growth have provoked a net sediment transport of fine sand landwards. Less fine-sand availability caused the transformation of transverse dunes into parabolic dunes. Littoral interdune depressions have been filled by the construction of streets or the deposition of washover fans.

costa de Sefton, Inglaterra, la demanda de sitios de recreación y la falta de métodos paliativos han causado la destrucción de la vegetación de los médanos litorales y el desarrollo de extensos "blowouts". Esto ha causado que la arena se mueva preferentemente hacia el interior y así aumenten los problemas de retroceso costero (Pye & Neal, 1994). En Dinamarca, la sobreforestación ha provocado significativas disminuciones de los volúmenes transportados por deriva. Tal es este efecto que se ha evaluado la desforestación de zonas con pinos para ser "recuperadas" como áreas naturales y de valor paisajístico (Jensen, 1994).

### CONCLUSIONES

1. Las fijaciones de médanos practicadas en la barrera medanosa alteraron la distribución de arena, originando que médanos transversales sean transformados en formas de disponibilidad de sedimento más restringida (médanos parabólicos).
2. La fijación de los médanos indujo así, indirectamente, la erosión de la línea de costa al sur de Villa Gesell, y la canalización de playas muy modernas emplazadas al sur del Faro Querandí.
3. Las arenas gruesas de las playas del Partido de Villa Gesell provienen del retrabajamiento de depósitos litorales fósiles al sur del Faro Querandí, que se distribuyeron de

acuerdo a los procesos de refracción de ola (inducidos por la batimetría rítmica).

4. Los procesos eólicos son responsables de la segregación de arenas: las arenas finas son transportadas hacia los médanos litorales, mientras que en la playa queda el material más grueso (conchillas y gravas).
5. En futuras forestaciones costeras, se deben contemplar sus impactos en la dinámica litoral y en la distribución de arenas hacia el interior de la barrera.

**Agradecimientos:** V. Juárez y M. Isla gestionaron la adquisición de las fotografías aéreas. El Sr. Carlos Constantini de la Dirección de Geodesia de la Provincia de Buenos Aires colaboró en la realización y envío de las fotografías aéreas. C. Raedeke, M. Reed, E. Nápoles Fernández y M. Cabrera Castellanos colaboraron en las tareas de campo. El Dr. Perillo y otro revisor anónimo ayudaron a mejorar la versión original.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASCOM, W. N., 1951. The relationship between sand-size and beach face slope. *Transactions American Geophysical Union* 32: 866-874.
- BERTOLA, G. R., M. O. FARENGA, L. C. CORTIZO & F. I. ISLA, en prensa. Dinámica morfológica de las playas de Villa Gesell (1994-1996), Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 15 pp.

*Villa Gesell: un desequilibrio sedimentario inducido por fijaciones de médanos.*

- CAVIGLIA, F. J., 1993. Estudio de las corrientes a lo largo de la costa en Pinamar, Argentina. *Revista Pesquisas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre* 20(2): 141-145.
- CAVIGLIA, F. J., J. L. POUSA & N. W. LANFREDI, 1992. Transporte de sedimentos: una alterantiva de cálculo., *II Congreso de Ciencias de la Tierra, Memorias*: 413-422. Santiago, Chile.
- DOLAN, R. & H. LINS, 1987. Beaches and barrier islands. *Scientific American* 255(7): 68-77.
- FISHER, N., R. DOLAN & B. P. HAYDEN, 1984. Variations in large-scale beach amplitude along the coast. *Journal Sedimentary Petrology* 54(1): 73-85.
- FRAMIÑAN, M., 1990. Transporte de sedimentos en Pinamar, Provincia de Buenos Aires. *XVI Reunión de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas*: 15. Bahía Blanca.
- ILLENBERGER, W. K., 1993. Variations of sediment dynamics in Algoa Bay during the Holocene. *X<sup>th</sup> SASQUA Conference* 89: 187-196.
- ISLA, F. I., 1987. Sensibilidad ambiental y temporal de estadísticos granulométricos en playas de Buenos Aires, Argentina. *Thalassas* 5: 37-44.
- ISLA, F. I., 1997a. Procesos de canibalización de la barrera medanosa entre Faro Querandí y Mar Chiquita, Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 52(4): 539-548.
- ISLA, F. I., 1997b. Seasonal behaviour of Mar Chiquita tidal inlet in relation to adjacent beaches, Argentina. *Journal of Coastal Research* 13(4): 1221-1232.
- ISLA, F. I. & G. G. BUJALESKY, 1995. Tendencias evolutivas y disponibilidad de sedimento en la interpretación de formas costeras: Casos de estudio de la costa argentina. *Revista Asociación Argentina de Sedimentología* 2(1-2), 75-89.
- ISLA, F. I., L. C. CORTIZO & E. J. SCHNACK, 1996. Pleistocene and Holocene beaches and estuaries along the Southern Barrier of Buenos Aires. *Quaternary Science Reviews* 15(8-9): 833-841.
- ISLA, F. I. & M. A. ESPINOSA, 1995. Environmental changes associated to the Holocene sea-level fluctuation: Southeastern Buenos Aires, Argentina. *Quaternary International* 26: 55-60.
- ISLA, F. I., G. WITKIN, G. R. BERTOLA & M. O. FARENGA, 1994. Variaciones morfológicas decenales (1983-1993) de las playas de Mar del Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49(3-4): 55-70.
- JENSEN, F., 1994. Dune management in Denmark: Application of the Nature Protection Act of 1992. *Journal of Coastal Research* 10(2): 263-269.
- KRAFT, J. C., E. A. ALLEN, D. F. BELKNAP, Ch. J. JOHN & E. M. MAURMEYER, 1975. Delaware's changing shoreline. *Delaware coastal zone management program, Technical Report* 1. 319 pp. Newark, Delaware
- LANFREDI, N. W., J. L. POUSA, C. A. MAZIO & W. C. DRAGANI, 1992. Wave-power potential along the coast of the Buenos Aires Province, Argentina. *Energy* 17(11): 997-1006.
- LONARD, R. I. & F. W. JUDD, 1993. Recovery of vegetation of barrier island washover zones. En O. T. Magoon (Ed.), *Coastal Zone '93. 8<sup>th</sup> Symposium on Coastal and Ocean Management*: 2332-2342. New Orleans.
- MARCOMINI, S. C. & R. A. LOPEZ, 1995. Strategies for the coastal management of Villa Gesell, Argentina. *International Conference on "Coastal change 95" Proceedings*: 819-831.
- ORFORD, J. D., R. W. G. CARTER & S. C. JENNINGS, 1991. Coarse clastic barrier environments: evolution and implications for Quaternary sea-level interpretation. *Quaternary International* 9: 87-104.
- PARKER, G., G. M. E. PERILLO & R. A. VIOLANTE, 1978. Características geológicas de los bancos alineados ("linear shoals"), frente a Punta Médanos, Provincia de Buenos Aires. *Acta Oceanographica Argentina* 2(1): 11-50.
- PYE, K. & A. NEAL, 1994. Coastal dune erosion at Formby Point, North Merseyside, England: causes and mechanisms. *Marine Geology* 119: 39-56.
- SCHNACK, E. J., J. L. FASANO & F. I. ISLA, 1982. The evolution of Mar Chiquita lagoon, Province of Buenos Aires, Argentina. En D. J. Colquhoun (Ed.), *Holocene Sea-Level Fluctuations: Magnitudes and Causes*. IGCP 61: 143-155. Columbia.
- SCHNACK, E. J., J. L. POUSA & F. I. ISLA, 1997. Olas, tormentas y playas. *Revista Museo* 2(10): 85-90.
- SERVICIO DE HIDROGRAFIA NAVAL, 1996. Tabla de Mareas. H-610. Buenos Aires.
- SHORT, A. D., 1978. Wave power of beach-stages: a global model. *16<sup>th</sup> Coastal Engineering Conference. Proceedings*: 1145-1162. Hamburgo
- SHORT, A. D., 1979. Three dimensional beach-stage model. *Journal of Geology* 87: 553-571.
- SHORT, A. D. & T. AAGAARD, 1993. Single and multi-bar change models. *Journal of Coastal Research, Special Issue* 15: 141-157.
- SHORT, A. D. & L. D. WRIGHT, 1984. Morphodynamics of high energy beaches: an australian perspective. En B. G. Thom (Ed.), *Coastal geomorphology in Australia*. Academic Press Australia: 43-68.
- SPALLETTI, L. A. & M. M. MAZZONI, 1979. Caracteres granulométricos de arenas de playa frontal, playa distal y médano del litoral bonaerense. *Revista de Asociación Geológica Argentina* 34(1): 12-30.
- SUNAMURA, T., 1984. Quantitative predictions of beach-face slopes. *Bulletin Geological Society of America* 95: 242-245.
- VIOLANTE, R. A. & G. PARKER, 1992. Estratigrafía y rasgos evolutivos del Pleistoceno medio a superior-Holoceno en la llanura costera de la región de Faro Querandí (Provincia de Buenos Aires). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 47(2): 215-227.

**Federico I. ISLA**  
**Germán R. BÉRTOLA**  
**Marcelo O. FARENGA**  
**Susana B. SERRA**  
**Luis C. CORTIZO**  
**Centro de Geología de Costas y del Cuaternario**  
**Universidad Nacional de Mar del Plata**  
**C. C. 722**  
**7600 MAR DEL PLATA**  
**República Argentina**  
**Teléfono: 54-223-4754060**  
**Fax: 54-223-4753150**

Recbido: 12 de junio de 1998.

Aceptado: 22 de febrero de 1999.