

EVOLUCIÓN DEL PERFIL DE PLAYA EN ZONAS URBANAS Y PERIURBANAS EN EL PARTIDO DE VILLA GESELL, BUENOS AIRES, ARGENTINA.

BEACH PROFILE EVOLUTION IN URBAN AND PERI-URBAN AREAS IN THE VILLA GESELL DISTRICT, BUENOS AIRES, ARGENTINA.

Sr. Germán R. Bértola^{1,2,4}, Sr. Leonardo Sánchez Caro^{3,4} Sr. Pedro Garzo^{1,2,4}

RESUMEN

Las localidades costeras con mayor afluencia turística de la provincia de Buenos Aires, Argentina, se asientan sobre la Barrera Medanosa Oriental. Las características de las playas de Villa Gesell, han sido estudiadas anteriormente pero no se cuenta con datos recientes. Este trabajo representa una actualización del estado de sus las playas, comparando datos de sus perfiles y balances sedimentarios entre 1994 y 2004 con mediciones esporádicas realizadas hasta el año 2010. En el año 2021 se realizaron cuatro perfiles de playa transversales distribuidos a lo largo del municipio y cubriendo zonas urbanas y periurbanas. Se observó que las playas en zonas urbanas, donde las dunas costeras han sido deterioradas o eliminadas producto del avance urbano y algunas prácticas antrópicas (enquinchados, movimiento de bermas con maquinaria), presentaron menores anchos de playa y menores pendientes. Las playas de zonas periurbanas, con menor ocupación edilicia sobre el frente costero, presentaron mayores anchos de playa y pendientes, así como mayores volúmenes y balances sedimentarios. Se han podido identificar a los ciclos estacionales invierno/verano, a los ciclos episódicos de tormentas y a la acción antrópica como procesos modificadores de estas playas. La urbanización costera y las prácticas ligadas al turismo de sol y playa afectan a la dinámica costera, modificando la pendiente y el ancho de playa. De esta manera, un monitoreo sostenido en el tiempo es una herramienta necesaria para evaluar cambios y preservar las playas que representan un recurso turístico fundamental para estas localidades.

Palabras clave: Dinámica costera. Erosión. Impacto antrópico. Barrera Medanosa Oriental.

ABSTRACT

The coastal villages with the greatest touristic affluence of the province of Buenos Aires, Argentina, are located on the Eastern Sand Barrier. The characteristics of the beaches of Villa Gesell, one of the most visited districts, have been studied before but there is no recent data available. This work represents an update of the state of its beaches, comparing beach profile and sediment balances data collected between 1994 and 2004 with sporadic measurements taken up to 2010. In 2021, four cross-shore beach profiles were carried out, distributed throughout the district and covering urban and peri-urban areas. It was observed that beaches in urban areas, where coastal dunes have been deteriorated or eliminated as a result of urban development and some anthropic practices, presented smaller beach widths and lower slopes. Beaches in peri-urban areas, with less building occupation on the waterfront, had greater beach widths and slopes, as well as larger volumes and sediment balances. Seasonal winter/summer cycles, episodic storm cycles and anthropogenic action have been identified as modifying processes of these beaches. Coastal urbanization and practices linked to sun and sea tourism affect coastal dynamics (modifying beach width and profiles). Thus, sustained monitoring over time is a necessary tool to evaluate possible changes and preserve the beaches that represent a fundamental tourist resource for these localities.

Keywords: Coastal dynamics. Erosion. Anthropic impact. Eastern Sand Barrier

¹ Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCC / UNMDP - CIC)

² Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC / CONICET - UNMDP)

³ Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE / UNLP - CONICET)

⁴ Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Recibido 31 de julio de 2021

Aprobado 30 de septiembre de 2021

INTRODUCCIÓN

El litoral atlántico de la provincia de Buenos Aires, Argentina, abarca una franja costera de casi 1300 km de longitud que bordea al Mar Argentino. En su sector septentrional se ubica la Barrera Medanosa Oriental (Figura 1), desarrollada con posterioridad a la fluctuación holocena del nivel del mar (Violante y Parker, 1993). Allí abundan los depósitos de dunas y playas que ocupan un ancho de costa variable de hasta 5 km (Isla, 2017). Estas geoformas no tienen más de 540 años de antigüedad (Isla *et al.*, 1996).

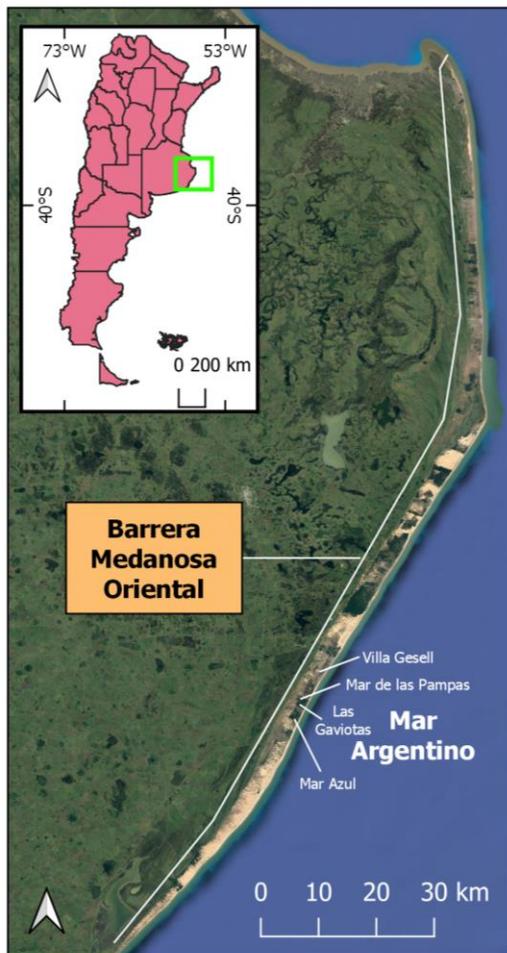


Figura 1. Provincia de Buenos Aires, Argentina, y su Barrera Medanosa Oriental. Elaboración propia.

Dicho sector presenta un régimen de mareas de desigualdades diurnas, con una amplitud media de sicigias de 0,74 m. La onda de marea se propaga desde el sur, a una velocidad de 0,13 m/h,

dependiendo en gran medida de los vientos (SHN, 2021). Sus playas poseen un continuo aporte de arenas por deriva litoral desde el sur del orden de 400.000 m³/año, que puede aumentar a 700.000 m³/año durante las episódicas sudestadas que causan importantes daños a la infraestructura litoral (Verón y Bértola, 2014). De acuerdo con observaciones visuales realizadas en la localidad de Pinamar, la altura de ola promedio es de 0,89 m (máxima de 2,30 m), su período promedio es de 8,7 s (de 7 a 14 s) y la rompiente preponderante es del tipo de volteo (Lanfredi *et al.*, 1992).

El partido de Villa Gesell, ubicado sobre la Barrera Medanosa Oriental, presenta playas abiertas y de arenas finas a medianas, en una costa rectilínea de ancho variable entre 50 y 200 m. Se han reconocido médanos transversales, parabólicos, barjanoides e incluso médanos en estrella al norte del partido (Isla, 1997 y 2017). Estas geoformas se caracterizan por presentar principalmente arenas medias en los sectores de médanos y arenas finas en las depresiones intermedanosas. En su interior se ubica la lente de agua que constituye el principal recurso hidrogeológico local (Carretero y Kruse, 2014). Los vientos más frecuentes provienen del norte, en tanto que los más intensos son los del sudeste, sur y sudoeste.

Sedimentológica y mineralógicamente no se han detectado cambios relevantes a lo largo de este municipio costero, aunque sí variaciones texturales en sentido transversal (playa distal, frontal y duna costera), con un mayor diámetro de arenas hacia los ambientes topográficamente inferiores y un aumento de la selección hacia la playa frontal (Bértola, 2006). Spalletti y Mazzoni (1979) registraron sutiles cambios regionales en lo referente a los minerales pesados.

Por otro lado, Violante y Parker (1993) y Bértola *et al.* (2002) describieron detalladamente la estratigrafía de un sector costero del partido, idealizando un paleocabo en Villa Gesell causante de una antigua divergencia de las corrientes litorales hacia el sur y el norte, actualmente desaparecidas. De acuerdo a una caracterización morfológica de los espaldones, este sector costero se ubica entre una zona de médanos en erosión hacia el sur y una zona de médanos subalimentados hacia el norte (Isla *et al.*, 1996).

Las playas de Villa Gesell, naturalmente disipativas, se han transformado en un sector de playas con mayor energía y, por ende, reflectivas a partir de las afecciones antrópicas (Bértola, 2006). En las localidades de Mar Azul y Mar de las Pampas se han observado procesos de erosión generalizada (Isla et al., 1998). Asimismo, Isla y colaboradores (2018) han estimado una evolución de la línea de costa que responde a un proceso erosivo con un ritmo de retroceso de 0,4 a 0,7 m/año para este municipio.

2). Desde mediados del siglo pasado, el auge del turismo de sol y playa promovió el crecimiento de las urbanizaciones costeras previa estabilización del sustrato arenoso mediante la implantación de especies leñosas exóticas de crecimiento rápido (Juárez e Isla, 1999). Estas forestaciones artificiales generaron una disminución en la disponibilidad de arena, alterando la morfología original y el equilibrio sedimentario playa-médano e induciendo problemas de erosión costera (Isla et al., 1998). A su vez, la implantación de especies alóctonas ha generado cambios en el ciclo hidrológico en el partido vecino de Pinamar, pudiendo comprometer así al recurso hídrico local (Rodríguez Capítulo et al., 2018).

El partido de Villa Gesell cuenta con cuatro localidades: Villa Gesell (cabecera del partido), Mar de Las Pampas, Las Gaviotas y Mar Azul (Figura

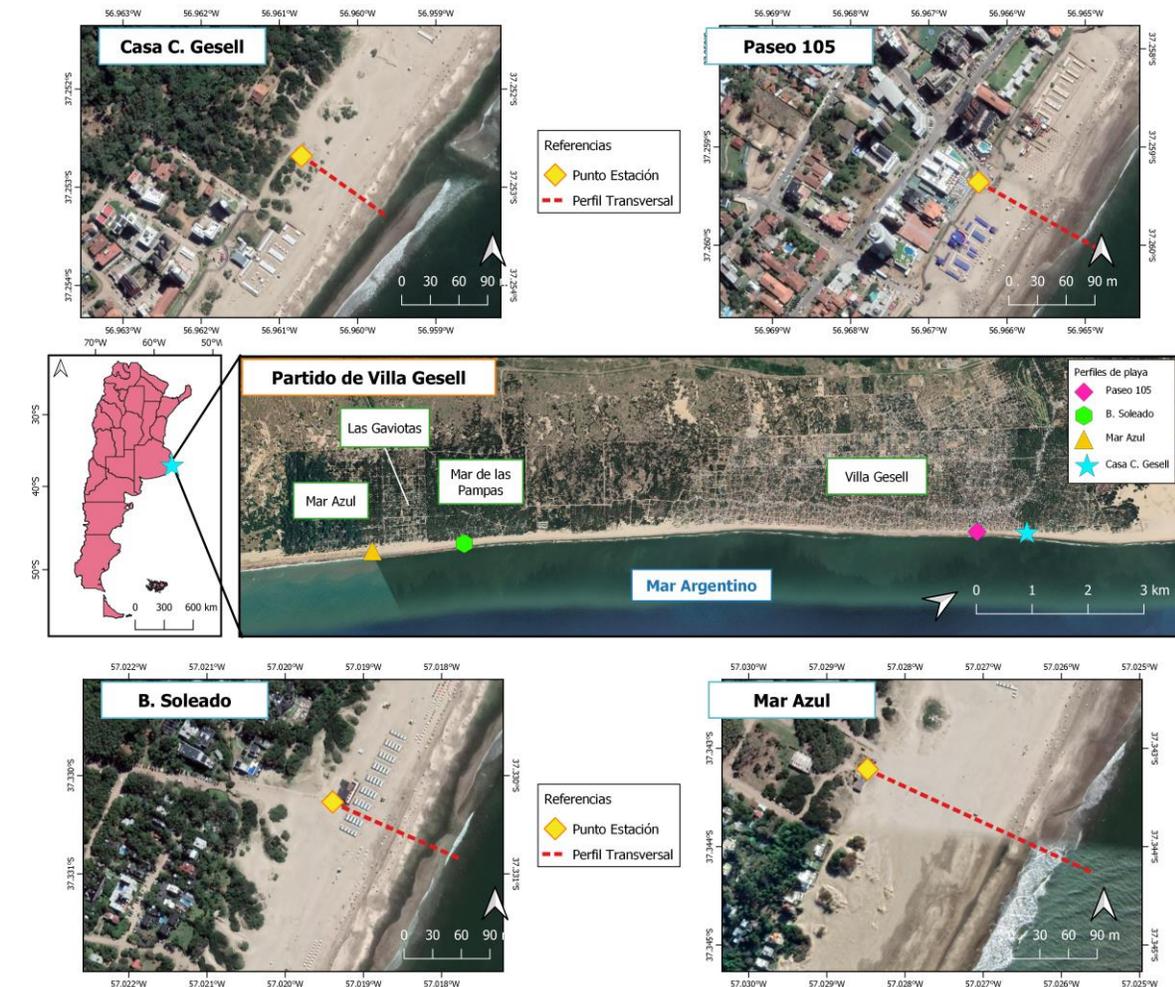


Figura 2. Ubicación del partido de Villa Gesell, sus localidades costeras y los cuatro sectores de playa relevados con sus puntos estación. Fuente: Elaboración propia.

Estas localidades han desarrollado un patrón de avance urbano atípico debido a su rápido crecimiento vinculado al turismo, con calles trazadas sobre las depresiones intermedanasas y la implantación de coberturas urbanas impermeables sobre el suelo arenoso costero (Isla *et al.*, 1998). Este tipo de cambios en la cobertura ha promovido incrementos de la escorrentía superficial, la generación de nuevas zonas de erosión a partir de desagües pluviales hacia la costa y la disminución en la recarga de los acuíferos superficiales en el partido de La Costa (Carretero y Kruse, 2014), que comparte las características geomorfológicas, geológicas y climáticas del partido de Villa Gesell.

Las ciudades costeras orientadas al turismo de sol y playa presentan una estratificación muy marcada con franjas paralelas a la costa donde se diferencian usos, actividades e infraestructura balnearia, entre otras (Dadon, 1999). Esto favorece generalmente un avance urbano lineal y paralelo a la costa. La localidad de Villa Gesell, a diferencia de las restantes, ha presentado un crecimiento urbano lineal muy acelerado principalmente en los primeros 300 m de la línea de costa sobre terrenos ocupados por médanos, alcanzando entre los años 1974 y 1975 los índices de crecimiento urbano más altos del país (Juárez e Isla, 1999).

Al igual que para otras zonas de la costa bonaerense, el proceso de urbanización mencionado se dio bajo una deficiente planificación y bajo ausencia de políticas de manejo costero,

derivando en modelos de gestión ambiental deficientes (Dadon, 2011). A su vez, las actividades turísticas y la urbanización se extienden gradualmente desde los entornos urbanos hacia las playas más alejadas y conservadas, e incluso hacia las zonas de reserva, generando así un gradiente de impacto antrópico (Dadon, 2002).

El objetivo del presente trabajo fue analizar la evolución de las playas del partido de Villa Gesell y su relación con la actividad antrópica, para el período 1994-2021. Para ello se seleccionaron cuatro sectores de playas correspondientes a entornos urbanos y periurbanos, con distinto grado de alteración en las localidades de Villa Gesell, Mar de las Pampas y Mar Azul. Los resultados de este trabajo representan el punto de partida para la realización de un plan de manejo costero en el municipio de Villa Gesell.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las tareas de campo consistieron en la ejecución de relevamientos topográficos a partir de perfiles de playa en cuatro puntos del partido de Villa Gesell (Figura 2; Tabla 1). Los datos fueron relevados entre los años 1994 y 2021. De 1994 a 1999 los perfiles fueron realizados con frecuencia cuatrimestral, mientras que entre 2000 y 2010 de forma anual o bianual. Por último, se realizaron dos campañas en marzo y julio de 2021.

Tabla 1. Detalle y ubicación de los cuatro perfiles de playa relevados. Elaboración propia.

Perfil de playa	Localidad	Coordenadas
Mar Azul	Mar Azul	37°20'37,15"S - 57°01'39,29"W
Balneario Soleado	Mar de las Pampas	37°19'49,54"S - 57°01'07,99"W
Paseo 105	Villa Gesell	37°15'34,29"S - 56°57'56,74"W
Casa Carlos Gesell	Villa Gesell	37°15'09,93"S - 56°57'37,67"W

Cada relevamiento consistió en la realización de perfiles transversales a la playa desde un punto fijo georeferenciado (o Punto Estación) hasta unos 0,5 m de profundidad durante bajamareas de sicigia. Las variaciones de cota que se pudieran observar en los Puntos Estación se deben a cambios en la playa producidas por actividad antrópica o por la acumulación eólica, cuyo efecto es puramente local, y no a erosión o acumulación marina.

Desde el Punto Estación se tomaron cotas equidistantemente cada 5 m y los balances sedimentarios se calcularon exclusivamente para los límites en que se tomaron los desniveles. Se obtuvieron las diferencias volumétricas entre perfiles de diferentes relevamientos considerando la longitud del perfil menor, según métodos convencionales (Bértola, 2006).

De esta manera, se estimó el volumen sedimentario de cada playa según:

$$Vol\ playa = \Sigma [Cota * 50\ m * 5\ m]$$

Siendo el volumen de playa la sumatoria para todos los puntos equidistantes del producto de la cota del punto n, la distancia del radio de influencia del perfil considerada (arbitrariamente 50 m; 25 m a cada lado) y la distancia entre el punto n y el punto n+1 (5 m). Finalmente se obtuvieron los balances sedimentarios a partir de la diferencia entre los volúmenes de un relevamiento y el anterior.

Se estimó la pendiente porcentual de cada perfil de playa según:

$$P\% = [cota\ PE - cota\ PF] / L$$

Siendo cota PE la cota del Punto Estación; cota PF la cota del punto final del perfil; y L la longitud del mismo. A su vez, se estimó la pendiente porcentual de la playa frontal considerando la misma expresión, pero comprendida entre la cota del punto de pleamar (berma de mareas) y la cota del punto final, sobre la distancia entre ambos.

De cada perfil se obtuvieron muestras superficiales (no más de 3 cm de profundidad) de sedimento de la playa distal (comprendida entre la berma de mareas y el médano), la playa frontal y del médano. Estos fueron tamizados en laboratorio cada 0,5 unidades phi, obteniendo y comparando sus parámetros estadísticos según Folk y Ward (1957). A partir de la superposición de los perfiles relevados se obtuvieron series de erosión-depositación, mientras que de su comparación se determinaron los desplazamientos netos del material (sentido y volumen de transporte).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron los parámetros estadísticos correspondientes al balance sedimentario, ancho de playa, pendiente total y pendiente de playa frontal obtenidos en los cuatro perfiles bajo estudio (Tabla 2).

Tabla 2. Pendiente de la playa frontal y del total de la playa, ancho de playa y balance sedimentario de los cuatro perfiles analizados. Elaboración propia.

		Mar Azul	B. Soleado	Paseo 105	Casa Gesell
Pendiente Total de la Playa [%]	Media	3,21	5,15	4,13	5,15
	Mediana	3,02	5,00	4,35	4,93
	Máximo]	7,17	6,39	5,43	7,34
	Mínimo	1,08	4,33	2,82	3,07
	Desv. Est.	1,02	0,67	0,88	1,19
Pendiente de	Media	6,99	7,21	4,32	7,71

la Playa Frontal [%]	Mediana	7,10	7,29	4,15	8,48
	Máximo	13,00	12,12	6,10	12,54
	Mínimo	2,47	2,44	2,90	2,33
	Desv. Est.	2,87	2,80	1,17	3,23
Ancho de Playa [m]	Máximo	120,00	150,00	90,00	105,00
	Mínimo	45,00	55,00	35,00	50,00
	Media	79,09	88,04	65,00	71,25
	Desv. Est.	37,50	47,50	27,50	27,50
Balance Sedimentario [m³]	Máximo	5538,67	3016,90	1300,00	3940,75
	Mínimo	-7609,60	-4008,00	-3172,25	-3108,00
	Media	-229,43	-668,00	-944,00	18,00
	Desv. Est.	3582,00	2117,00	1733,00	1656,00

Asimismo, se obtuvo la evolución temporal del balance sedimentario (Figura 3) y la sumatoria y promedios por estación climática para cada perfil en el período 1994-2021 (Tabla 3). Para algunos períodos, se observa simultáneamente erosión en algunos perfiles y acumulación en otros. Esto

responde a la presencia de bancos submareales que afectan la dinámica de estas playas por efectos de refracción y difracción diferencial, causando que en pocos cientos de metros, exista episodios de acumulación o erosión, bajo los efectos de una misma tormenta (Bértola, 2006).

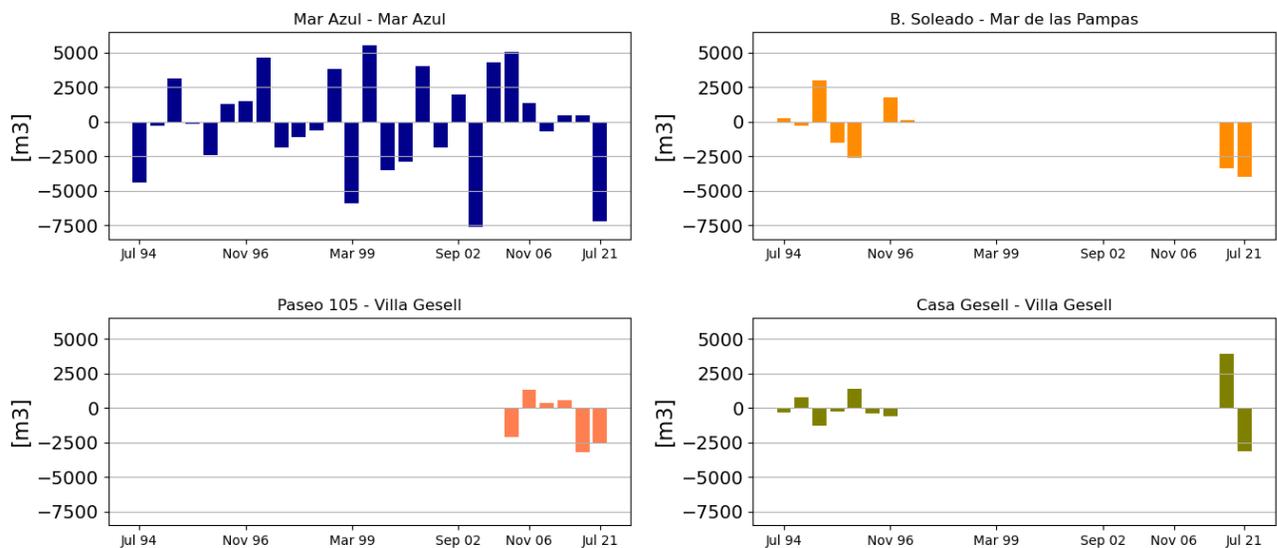


Figura 3. Evolución temporal de los balances sedimentarios para los cuatro perfiles de estudio. Elaboración propia.

Tabla 3. Sumatoria de los balances sedimentarios y promedios por estación climática para los cuatro perfiles. Elaboración propia.

		Mar Azul	B. Soleado	Paseo 105	Casa Gesell
Sumatoria de balances sedimentarios por estación climática [m³]	Total	-3212,00	-6880,50	-5663,75	198,97
	Invierno	-7391,75	-3760,89	-2618,00	-1275,23
	Primavera	4501,97	-1500,85	Sin datos	-107,00
	Verano	-362,27	1497,61	1300,00	108,00
	Otoño	40,05	-2916,38	-1086,40	804,50
Balances sedimentarios promedio por estación climática [m³]	Invierno	-1231,96	-1253,63	-2618,00	-3825,70
	Primavera	750,3	-1500,80	Sin datos	-213,93
	Verano	-90,6	748,80	1300,00	216,06
	Otoño	3,3	-583,30	-4345,75	4022,55

MAR AZUL - MAR AZUL

El ancho de la playa medio se estimó en 86 m (con desvío de +/- 47 m), de los cuales los primeros metros, fuertemente antropizados por la construcción de un balneario, y los últimos, fueron los que tuvieron mayor variabilidad topográfica. En relación a la pendiente de la playa, siempre fue mayor en la playa frontal y con mayores cambios en los sucesivos relevamientos que en el total del perfil (Figura 4). Los valores arrojaron una media de 3,21% en la pendiente general de la playa (máximo: 7,2% y mínimo: 1,1%) y una media de 6,8% en la pendiente de la playa frontal (máximo: 13% y mínimo: 2,5%). En relación a los balances entre 1998 al 2003 las variaciones fueron muy marcadas, para luego amortiguarse en los restantes años analizados. El perfil de invierno de 2021 presentó un balance sedimentario significativamente negativo respecto del realizado en otoño del mismo año. En general se aprecia una pérdida de arena de casi 3200 m³ en 26 años de mediciones. Se destaca a la primavera como la

estación acumulativa y al invierno como la época con mayores pérdidas para este perfil.

BALNEARIO SOLEADO - MAR DE LAS PAMPAS

El ancho de la playa se estimó en aproximadamente 75 m (con desvío de +/- 25 m), con la mayor variabilidad topográfica comprendida entre los 30 y 60 m del perfil (Figura 5). La pendiente de la playa, siempre fue mayor en la playa frontal y con mayores cambios en los sucesivos relevamientos que en el total del perfil. Los valores arrojaron una media de 5,2% en la pendiente general de la playa (máximo: 6,4% y mínimo: 4,3%) y una media de 7,5% en la pendiente de la playa frontal (máximo: 12,1% y mínimo: 2,4%). Los balances sedimentarios entre 1994 y 1995 presentaron variaciones muy marcadas, mientras que para el año 2021 se observaron pérdidas en ambos relevamientos. Se estimó una pérdida neta de sedimentos de 2600 m³ para el período de estudio. Asimismo, el verano fue identificado como la estación acumulativa y el invierno como la estación con mayores pérdidas.

Figura 4. Perfiles de playa para el sector Mar Azul, localidad de Mar Azul. Elaboración propia.

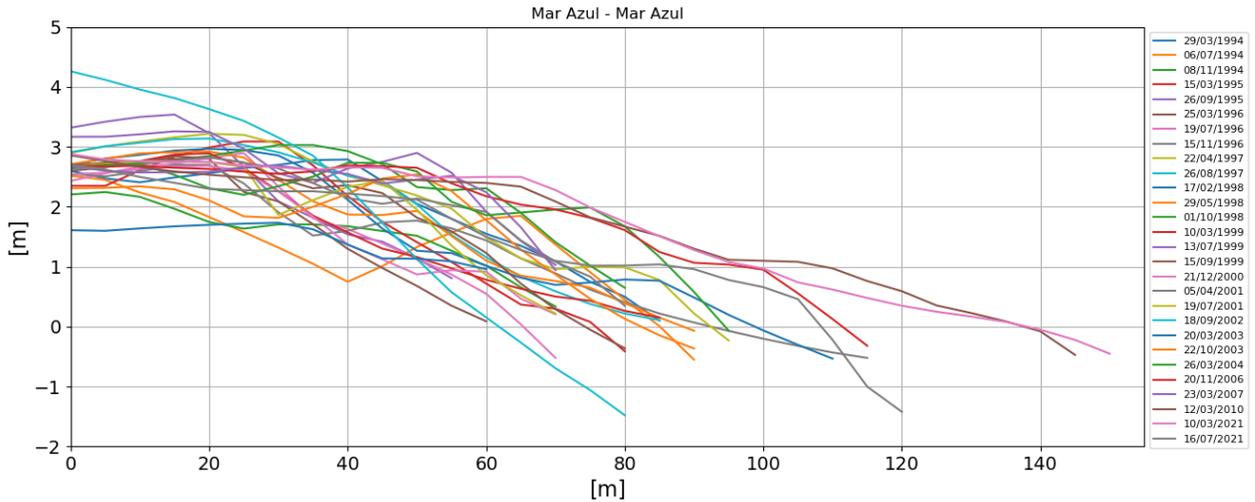
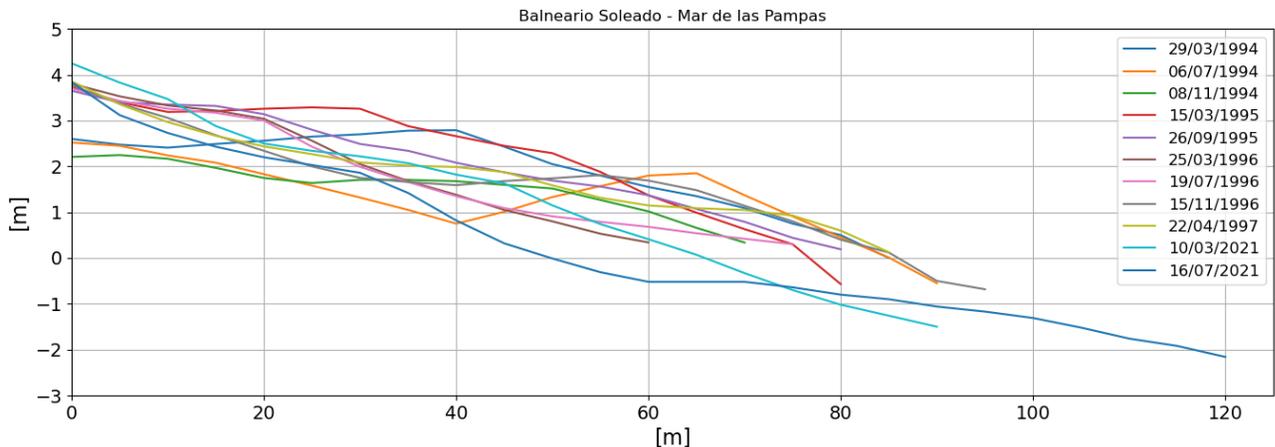


Figura 5. Perfiles de playa para el sector Balneario Soleado, localidad de Mar de las Pampas.



PASEO 105 - VILLA GESELL

El ancho de la playa se estimó en aproximadamente 61 m (con desvío de +/- 27 m), con la mayor variabilidad topográfica comprendida entre los 25 y 50 m del perfil (Figura 6). Se obtuvieron pendientes semejantes en la playa frontal y en el total del perfil. Los valores arrojaron una media de 4,1% en la pendiente general de la playa (máximo: 5,4% y mínimo: 2,8%) y una media de 4,4% en la pendiente de la playa frontal (máximo: 6,1% y mínimo: 2,9%). Los primeros relevamientos y los últimos presentaron la mayor variabilidad volumétrica, con una pérdida de más de 3000 m³ en los 16 años de mediciones. Para el

año 2021 se presentaron balances negativos en ambos relevamientos. Es importante destacar que este perfil, siendo el ubicado en la zona céntrica y más urbanizada del partido, se encuentra a menos de 20 m de un aliviador pluvial construido a fines de 1998. Se destaca al verano como la estación climática acumulativa y al invierno como aquella con mayores pérdidas sedimentarias.

CASA CARLOS GESELL - VILLA GESELL

El ancho de la playa se estimó en casi 70 m (con desvío de +/- 27 m), con la mayor variabilidad topográfica comprendida entre los 40 y 60 m del perfil. La pendiente siempre fue mayor en la playa

frontal que en el total del perfil (Figura 7). Se estimó una media de 5,3% en la pendiente general de la playa (máximo: 7,3% y mínimo: 3,1%) y una media de 8,1% en la pendiente de la playa frontal (máximo: 12,5% y mínimo: 2,3%). El relevamiento correspondiente al otoño de 2021 fue el que presentó la mayor variabilidad volumétrica de la serie, con una pérdida neta de más de 3000 m³. Hasta el año 2004 se emplazaba una construcción correspondiente a un balneario en la zona del médano, la cual fue demolida por finalizar su contrato de concesión. El verano es la estación acumulativa más destacada, mientras que el invierno es aquella con mayores pérdidas sedimentaria.

87 m. Las playas de la localidad de Villa Gesell, donde la urbanización es más densa y las zonas de médanos han sido deterioradas o eliminadas producto de la colonización urbana, presentan los menores anchos de playa del municipio, siendo la correspondiente a la Paseo 105 la menor de ellas. Las playas del sur del partido, más agrestes y con una menor ocupación edilicia sobre el frente costero, presentan los mayores anchos de playa así como la mayor variabilidad respecto de su balance sedimentario y volúmenes de playa. La zona costanera del sector céntrico se encuentra a una cota menor que para las playas del norte y sur del partido. Es importante destacar que las playas relevadas son abiertas, sin estructuras de defensa costera ni infraestructura de magnitud que impida el transporte sedimentario propio de la deriva litoral.

Del análisis de los resultados obtenidos se destaca que el ancho promedio de las playas no supera los

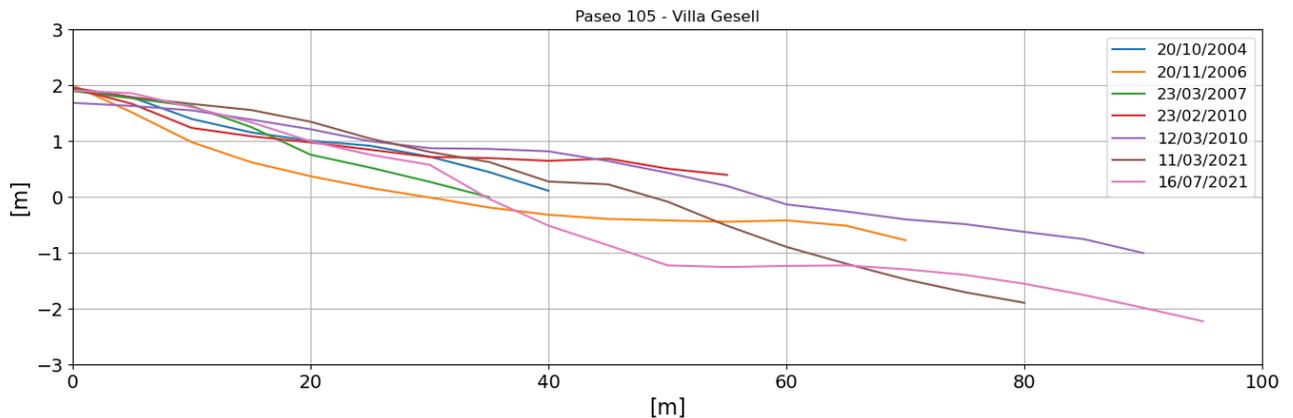


Figura 6. Perfiles de playa para el sector Paseo 105, localidad de Villa Gesell. Elaboración propia.

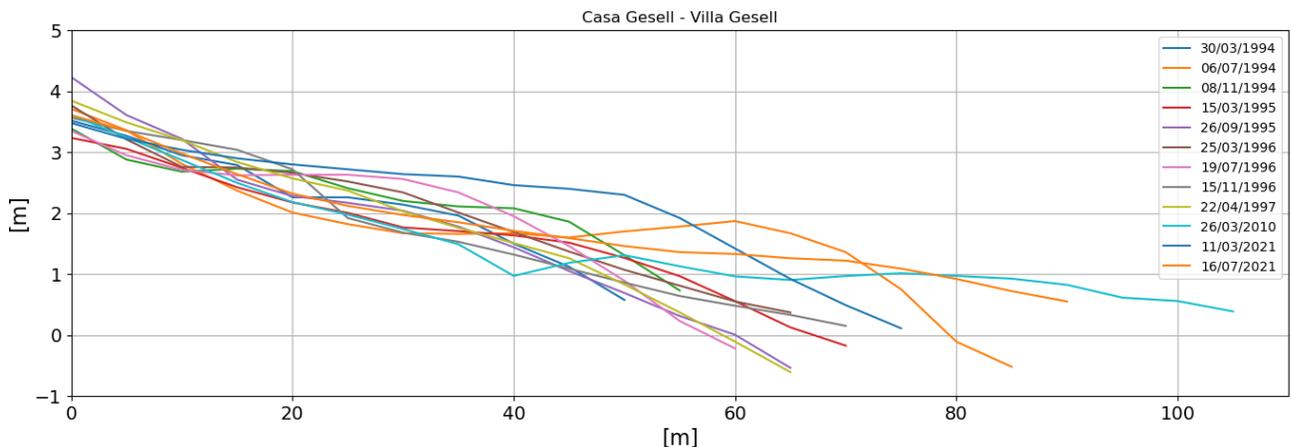


Figura 7. Perfiles de playa para el sector Casa Gesell, localidad de Villa Gesell. Elaboración propia.

Se cuantificó para todo el municipio una acumulación neta de 1.600 m³ de arena durante casi 28 años de relevamientos. Se observaron ciclos de erosión y depositación a lo largo del año, en correspondencia con las variaciones estacionales. Los mayores volúmenes transportados de la serie fueron registrados en el perfil Mar Azul (13.148 m³), en tanto que las menores variaciones en Paseo 105 (4.472 m³).

Las menores pendientes de playa se han registrado en el Paseo 105, mientras que las mayores para el perfil de Mar Azul. Para este último, se identificaron las mayores pendientes durante el invierno y la primavera, mientras que para el Balneario Soleado los mayores valores de pendiente se han dado entre el verano y el otoño. El Paseo 105 no registró variaciones estacionales en cuanto a sus pendientes y Casa Gesell mostró los mayores valores de pendiente durante el invierno.

En general, el ancho de playa ha tenido un incremento sostenido en todos los puntos relevados, más allá de las variaciones estacionales observadas. Para los cuatro sitios, el verano es la estación climática que presentó las playas más anchas. La época otoño/invierno se relaciona con períodos mayormente erosivos, mientras que verano/otoño aparece como la época de recuperación de las playas. Durante los períodos invierno/primavera y primavera/otoño los balances no indicaron tendencias netas erosivas ni acumulativas dominantes.

En algunos sectores se identificaron diferencias de hasta 1 metro en la cota del Punto Estación. Estas pueden atribuirse a orígenes eólicos, *washovers* o bien alteraciones antrópicas. Tal es el caso de la playa de Mar Azul, donde fue difícil establecer condiciones de borde de los perfiles, ya que el espaldón natural es sistemática y artificialmente eliminado. De esta manera, la zona distal de esta playa sufre alteraciones morfológicas producto del manejo antrópico llevado a cabo por las concesiones balnearias.

Se detectaron dos alteraciones antrópicas principales en los cuatro sitios de playa analizados a lo largo del municipio. Por un lado, la canalización de caudales en episodios de tormenta por medio de desagües pluviales hacia los sectores de playa

genera zonas de erosión (Figura 8). Las calles transversales a la costa, hoy asfaltadas o consolidadas, fueron trazadas sobre antiguas depresiones y lagunas intermedanasas. De esta manera, las intensas lluvias de verano se encauzan por estas arterias, provocando canales y escarpas en los sectores de playa. En el año 1998, la municipalidad de Villa Gesell construyó disipadores de la escorrentía con el objetivo de minimizar los efectos erosivos originados por los desagües pluviales.

Por otro lado, los movimientos de arena son comunes y muy frecuentes en estas playas. Los concesionarios de balnearios y la municipalidad utilizan la topografía de las bermas, nivelando las playas con maquinaria pesada durante el inicio de la temporada estival. De esta manera se aseguran la menor pendiente de playa posible, con el objetivo de ubicar las diferentes atracciones y actividades vinculadas al turismo de sol y playa. Muchas veces se explotan médanos cercanos para compensar la falta de arena. De esta manera, las zonas de préstamo son susceptibles de sufrir erosión por causas no naturales.



Figura 8. Desagüe pluvial hacia la playa en la localidad de Villa Gesell. Fuente: archivo propio

De los muestreos realizados se obtuvieron granulometrías arenosas desde finas a gruesas (Tabla 4). Las más gruesas se identificaron en la playa frontal del perfil Casa Gesell, en tanto que las más finas fueron halladas a lo largo de todo el perfil Balneario Soleado. La selección fue, en general, moderada. Se observó una buena selección en la zona de médano del Balneario Soleado y una pobre selección en la playa distal de Mar Azul. La asimetría fue casi en su totalidad negativa, con un

sólo valor de sesgo positivo en la zona de médano del perfil de Mar Azul.

Tabla 4. Análisis granulométrico para los cuatro perfiles de playa estudiados. Elaboración propia.

		Mediana (Phi)	Media (Phi)	Selección	Asimetría
Casa C. Gesell	Playa Distal	1,9	1,8	0,63	-0,21
	Playa Frontal	0,4	0,4	0,81	-0,03
Calle 105	Playa Distal	1,7	1,6	0,87	-0,18
	Playa Frontal	1,5	1,5	0,66	-0,01
Soleado	Playa Distal	2,0	2,0	0,52	-0,62
	Playa Frontal	2,0	1,9	0,54	-0,11
	Médano	2,4	2,4	0,35	-0,02
Mar Azul	Playa Distal	1,1	1,0	1,22	-0,08
	Playa Frontal	1,4	1,3	0,74	-0,16
	Médano	1,6	1,7	0,49	0,16

La erosión del sector costero sur de Villa Gesell ha sido explicada por fenómenos de canibalización de la barrera medanosa original. De esta manera la erosión de viejos depósitos litorales permite que se mantenga la provisión de sedimento a la deriva (Isla, 1997). Los sobrelavados inducidos por tormentas se acumularían en las depresiones intermedanas. A través de experimentos de remoción de la vegetación de médanos en la barrera oriental de la costa de EEUU, se ha reconocido que la diversidad florística se recupera en unos 11 meses en los abanicos de sobrelavado, pudiendo existir cambios significativos en la composición de estas comunidades psamófilas (Lonard y Judd, 1993).

Los problemas litorales inducidos por la estabilización de médanos costeros han sido

extensamente estudiados. La erosión de la barrera arenosa de los Outer Banks ha sido atribuida a la estabilización de médanos en gran escala (Dolan y Lins, 1987). Estos programas causaron un angostamiento de la playa activa y un aumento del perfil de la playa (Fischer *et al.*, 1986). En Algoa Bay (Port Elizabeth, Sudáfrica), la erosión costera aumentó debido a la estabilización de los médanos y obras de defensa que alteraron el transporte litoral (Illenberger, 1993). En la 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 y 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 deforestación de zonas con pinos para ser recuperadas como áreas naturales y de valor paisajístico (Jensen, 1994).

Si bien las forestaciones inducidas han provocado una disminución en la disponibilidad de arena y problemas de erosión costera en Villa Gesell (Isla et al., 1998), la aplicación de estas medidas puede resultar inviable. Los médanos forestados tienen un valor paisajístico muy importante para este municipio, siendo valorados como patrimonio de la comunidad e incluso encontrándose muy arraigados como parte de la identidad cultural local (Dadon, 2002). De esta manera es menester prever y considerar la expansión de los bosques por fuera de los límites estrictos de las localidades a partir de su capacidad de dispersión (Faggi y Dadon, 2010). Esta creciente fijación de los médanos costeros podría tener impactos negativos sobre la dinámica litoral de las playas del partido, siempre que no haya una gestión adecuada del ambiente. A partir de los resultados del presente trabajo se pretende fortalecer directamente aquellos aspectos vinculados a la información y el conocimiento de las playas del municipio. A la vez, se busca aportar indirectamente a algunos instrumentos operativos como lo es el Plan Estratégico Villa Gesell (MVG – UNLP, 2002), el cual busca promover la implementación de medidas de preservación del frente costero y el sostenimiento del cordón dunícola.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ancho promedio de las playas relevadas no supera los 87 metros. Las playas de la localidad de Villa Gesell, con mayores niveles de urbanización, presentan los menores anchos del municipio, siendo la de Paseo 105 la menor de ellas. Las playas de Mar Azul y Mar de las Pampas (periurbanas) presentaron mayores anchos de playa y mayor variabilidad en sus balances sedimentarios.

Las menores pendientes de playa se registraron para el Paseo 105, mientras que las mayores para Mar Azul. Los perfiles presentaron variaciones en sus pendientes respecto de la estación climática y cada perfil presentó una estación climática distinta con valores máximos de pendiente.

Durante el período relevado, se constató un leve saldo sedimentario acumulativo, aunque sesgado por la presencia de procesos erosivos en los sectores del Balneario Soleado (Mar de las Pampas) y el Paseo 105 (Villa Gesell.)

El análisis de los balances sedimentarios de cuatro de las playas del partido de Villa Gesell permitieron reconocer la existencia de zonas con diferente dinámica, con una distancia relativamente corta entre estos puntos.

Se han podido identificar como procesos modificadores de estas playas a los ciclos estacionales invierno/verano, a los ciclos episódicos de tormentas y a la acción antrópica (urbanización, forestaciones inducidas, desagües pluviales hacia sectores de playa y cambios artificiales en los perfiles de playa). El primero de ellos se evidencia mediante la recuperación sedimentaria de las playas en verano y la pérdida durante el invierno.

El Paseo 105, ubicado en la zona céntrica de Villa Gesell, presenta un problema erosivo generalizado, originado por el drenaje de los desagües pluviales hacia la playa. Mientras tanto, el perfil Casa Gesell, ubicado en un sector cercano al anterior, mantiene un médano frontal aún activo y evidenció una leve acumulación sedimentaria.

Es menester considerar los impactos a la dinámica litoral y en la distribución de arenas hacia el interior de la barrera de las futuras forestaciones costeras. Es recomendable especialmente impedir la expansión de los bosques hacia el sur de la zona de estudio ya que se promovería la fijación de dunas en la dirección de la cual proviene la deriva litoral, pudiendo impactar negativamente en los balances sedimentarios de las playas de todo el municipio

FINANCIAMIENTO

El presente trabajo forma parte de los proyectos de trabajo de las becas de realización de doctorado del Lic. Garzo y el Lic. Sánchez Caro, financiadas por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de la República Argentina. A su vez, forma parte del Proyecto EXA926/19 “Evolución y dinámica de las costas areno-gravosas de la provincia de Buenos Aires y norte de Patagonia” de la Facultad de Ciencias

Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

REFERENCIAS

BÉRTOLA, G., FARENGA, M., FÉRNANDEZ, J., TAVERNA, B., ANTENUCCI, D. y DEL RÍO, J. 2020. Aprovechamiento sustentable de áridos dunarios en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. En Actas del XII Congreso Argentino de Geología Económica. De Barrio (ed). CABA. Asociación Argentina de Geólogos Economistas (AAGE).

BERTOLA, G. R., ISLA, F. I., CORTIZO, L. C., y TURNO ORELLANO, H. 2002. Modelo sedimentario de la barrera medanosa a1 norte de Villa Gesell (provincia de Buenos Aires)-de aplicación hidrogeológica.

BERTOLA, G. R. "Morfodinámica de playas del sudeste de la provincia de Buenos Aires (1983 a 2004)". *Latin American journal of sedimentology and basin analysis*, vol 13 n 1, 2006, p. 31-57.

CARRETERO, S., y KRUSE, E. "Impacto de la urbanización en la infiltración en un área costera, Argentina". *Tecnología y ciencias del agua*, vol 5, n 6, 2014, p. 5-24.

DADON, J. R.. "El impacto del turismo sobre los recursos naturales costeros en la costa pampeana". En: Dadon, J.R y Mateucci, S.D. (Eds.). Zona Costera de la Pampa Argentina. Lugar Editorial, Buenos Aires, 2002, p. 101-121.

FISHER, J.S., OVERTON, M.F. y CHISHOLM, T.. 1986. Field measurements of dune erosion. Proceedings of the 20th Coastal Engineering Conference, ASCE. 1. p. 1107-1115.

DADON, J. R. 1999. Gestión de sistemas con baja biodiversidad: Las playas arenosas del Noreste de la provincia de Buenos Aires. En: Matteucci, S.D., Solari, O.T., Morello J. y Halffter, G. (Eds.). Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplos de Latinoamérica. Buenos Aires: EUDEBA-UNESCO, p. 529-548.

DADON, J.R. 2011. La gestión ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras. En: Dadon, J.R.

(Ed.). Ciudad, paisaje y turismo: frentes urbanos costeros. Buenos Aires: Ed. Nobuko, 313-329.

DOLAN, R., y LINS, H. "Beaches and barrier islands". *Scientific American*, vol 257, n 1, 1987, p. 68-77.

FAGGI, A. M. y DADON, J. 2010. Vegetation changes associated to coastal tourist urbanizations. *Multequina*, 19, p. 53-75.

FOLK, R. L., y WARD, W. C. "Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters". *Journal of sedimentary research*, vol 27, n 1, 1957, p. 3-26.

ILLENBERGER, W. K. "Variations of sediment dynamics in Algoa Bay during the Holocene". *South African Journal of Science*, vol 89, n 4, 1983, p. 187-196.

ISLA, F., BÉRTOLA, G. R., FARENGA, M., SERRA, S., y CORTIZO, L. C. "Villa Gesell: un desequilibrio sedimentario inducido por fijaciones de médanos". *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología*, vol 5, 1998, p. 41-51.

ISLA, F. I., CORTIZO, L., MERLOTTO, A., BÉRTOLA, G., ALBISETTI, M. P., y FINOCCHIETTI, C. "Erosion in Buenos Aires province: Coastal-management policy revisited". *Ocean & Coastal Management*, vol 156, 2018, p. 107-116.

ISLA, F. I., CORTIZO, L. C., & SCHNACK, E. J. "Pleistocene and Holocene beaches and estuaries along the Southern Barrier of Buenos Aires, Argentina". *Quaternary Science Reviews*, vol 15, n 8-9, 1996, p. 833-841.

ISLA, F. I. "Seasonal behaviour of Mar Chiquita tidal inlet in relation to adjacent beaches, Argentina". *Journal of Coastal Research*, 1997, p. 1221-1232.

ISLA, F. I. "Coastal barriers from Argentina: Buenos Aires, Patagonia and Tierra del Fuego". *Quaternary and Environmental Geosciences*, vol 8, n 1, 2017, p. 1-9.

JENSEN, F. 1994. Dune management in Denmark: application of the nature protection act of 1992. *Journal of Coastal Research*, p. 263-269.

JUÁREZ, V., e ISLA, F. "Evolución histórica del núcleo urbano de Villa Gesell". *Revista Geográfica*, 1999, p. 49- 60.

LANFREDI, N. W., POUSA, J. L., MAZIO, C. A., y DRAGANI, W. C. "Wave-power potential along the coast of the province of Buenos Aires, Argentina". *Energy*, vol 17, n 11, 1992, p. 997-1006.

LONARD, R. I., y JUDD, F. W. 1993. Recovery of vegetation of barrier island washover zones. In *Coastal Zone '93*, p. 2332-2342

PYE, K., y NEAL, A. "Coastal dune erosion at Formby Point, north Merseyside, England: causes and mechanisms". *Marine Geology*, vol 119, n 1-2, 1994, p. 39-56.

RODRÍGUEZ Capítulo, L., CARRETERO, S. C., y KRUSE, E. E. "Impact of afforestation on coastal aquifer recharge. Case study: eastern coast of the Province of Buenos Aires, Argentina". *Environmental earth sciences*, vol 77, n 3, 2018, p. 74.

SHN 2021. Servicio de Hidrografía Naval de la República Argentina. Previsiones de mareas.

SPALLETTI, L. A., y MAZZONI, M. M. "Caracteres granulométricos de arenas de playa frontal, playa distal y médano litoral atlántico bonaerense". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol 34, n 1, 1979, p. 12-30.

VERÓN, M. J., y BÉRTOLA, G. R. "Aplicación del método de flujo de energía en el litoral de la provincia de Buenos Aires, Argentina". *Latin American journal of sedimentology and basin analysis*, vol 21, n 1, 2014, p. 17-23.

VIOLANTE, R. A., y PARKER, G. 1993. Evidencias de una ingresión marina intercalada entre el Interensenadense y el Belgranense (" Pampeano") en las áreas costeras y marinas del noreste bonaerense. En XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, p. 252-259.