



Las reservas de dunas de Buenos Aires: una actualización ante la reversión del nivel del mar

Federico Ignacio ISLA, Pedro GARZO y Luis Camilo CORTIZO

CONICET-UNMDP, Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, 7600 Mar del Plata; fisl@mdp.edu.ar; pgarzo@agro.uba.ar;

Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (CIC-UNMDP); lcortiz@mdp.edu.ar

Editor: Francisco E. Córdoba

Recibido: 22 de diciembre de 2021

Aceptado: 23 de mayo de 2022

RESUMEN

Las barreras medanosas de Buenos Aires se originaron por una oscilación del nivel del mar del Holoceno medio. La abundancia de arena fina y los vientos hacia el continente construyeron la Barrera Medanosa Oriental mientras que en el sur las dunas treparon viejos acantilados. El aumento de las lluvias y la forestación inducida transformaron los campos de dunas en villas balnearias y posteriormente en ciudades dedicadas al turismo de sol y playa. No obstante ello, las reservas hidrogeológicas siempre limitaron algunas localidades. El crecimiento terminó por establecer municipios urbanos limitados al ancho de estas barreras medanosas. La forestación de las dunas litorales originó desbalances de las playas, incrementados por episódicas tormentas provenientes del SE. Esto obligó a prohibir las extracciones de arena de playa (ley 8758/77). El crecimiento urbano obligó a establecer áreas de amortiguamiento (decreto ley 8912/77) y promover reservas de dunas para compensar la ampliación de núcleos urbanos a lo largo de la costa (decreto 3202/06). En los años 80 y 90 algunos municipios promovieron la fijación de dunas litorales a través de vallados ("enquinchados"), contruidos con ramas secas, pero no tuvieron planes de manejo de la arena. Actualmente el retroceso de las escarpas de dunas litorales promedia 1 m/año; aunque en algunos sectores se incrementan por algunas prácticas fomentadas por las municipalidades (desagües pluviales, defensas costeras contraproducentes, concesiones balnearias). Ante las previsiones recientes de aumento del nivel del mar (0.4-0.8 m para el año 2100) y de la frecuencia e intensidad de las tormentas extratropicales estos problemas de erosión costera de dunas se incrementarán irremediablemente. El objetivo de este trabajo es actualizar la información a fin de plantear nuevas medidas y planes de manejo de la arena.

Palabras clave: reservas dunícolas, erosión costera, manejo de la arena, crecimiento urbano.

ABSTRACT

Buenos Aires dunes reservations in relation to the sea level reversal.

Buenos Aires coastal barriers originated by the Holocene fluctuation of the sea level. The fine sand abundance and the onshore winds constructed the Eastern Barrier while at the south dunes climbed to old cliffs. The increase in precipitation and the afforestation transformed sand dune fields into resort villages, and later to cities devoted to the "sun and beach" tourism. Notwithstanding that, hydrogeologic water reserves always limited some localities. The urban sprawl led to implement urban cities that were limited to the widths of these barriers. Dune forestation led to beach unbalances, that increased triggered by extratropical storms arriving from the southeast. Sand mining from the beaches was forbidden (law 8758/77). Urban growth caused the proposal of buffer areas (statement 8912/77) and to promote reserves to compensate the urban expansion along the coast (statement 3202/06). During the eighties and nineties, some coastal counties promote foredune fixation with fences (locally called "enquinchados") constructed by branches, but without a proper sand management. Today, foredune retreat is 1 m/year averaged, although at some counties it could be higher caused by some activities (stormwater patterns, coastal defences, bathing facilities). Considering the present forecasts of a higher sea level (0.4-0.8 m for the year 2100) and the increase in the frequency and intensity of extratropical storms, it is clear that these dune

problems would be worse. The objective of this paper is to update this information in order to propose new initiatives and management policies of the sand volumes involved.

Keywords: dunes reservations, coastal erosion, sand management, urban sprawl.

INTRODUCCIÓN

Las barreras medanosas de la provincia de Buenos Aires se ubican en ambientes únicos, determinados por las características distintivas de su sustrato, su diversidad biológica y su desarrollo socio-económico intenso y muy reciente. No obstante, no son consideradas en las evaluaciones nacionales como una ecorregión particular (Brown et al. 2005). Barreras, medanosas y de grava, han sido inventariadas desde el punto de vista físico en la República Argentina (Isla 2017). Los municipios costeros bonaerenses surgieron por la presión del crecimiento urbano a ritmos inéditos (Fig. 1a). Algunos sectores de estas barreras medanosas fueron forestados hace años (Turno Orellano e Isla 2004) y han sido propuestos como reservas naturales; sin embargo, pocos de ellos han llegado a disponer de un plan de manejo.

En esta contribución se analizan y sintetizan los resultados obtenidos en estas barreras medanosas por diferentes autores desde diferentes disciplinas (Isaach 2001, Caballé y Bravo Almonacid 2006, Bravo Almonacid 2010, Kruse y Carretero 2010, Monserrat 2010, Mora y Mapelli 2010, Carretero et al. 2014, Celsi 2016, Marcomini et al. 2017, Rodríguez Capítulo et al. 2018), con la finalidad de proponer premisas de manejo de estos ambientes que fueron forestados y posteriormente transformados en las áreas urbanas de mayor crecimiento demográfico y urbanístico en la provincia de Buenos Aires. Por otro lado, es necesario actualizar las actuales tendencias para prever la evolución que tendrán con relación al cambio climático, el aumento antropogénico del nivel del mar y el aumento en magnitud y recurrencia de eventos episódicos.

Origen de las barreras medanosas

Las barreras medanosas actuales se originaron por una fluctuación del nivel del mar durante el Holoceno medio (Isla 1997, 1998, 2010). En la provincia de Buenos Aires se se definió una Barrera Medanosa Oriental extendida desde Punta Rasa hasta el sur del Partido de Mar Chiquita (Fig. 1). La Barrera Medanosa Austral se extiende desde Miramar hasta el Partido de Coronal Rosales. La Barrera Medanosa de Patagones desde San Blas a la desembocadura del Río Negro (Cortizo e Isla 2012). El emplazamiento de estas barreras

medanosas depende de la disponibilidad de material arenoso en las playas, pero además, de la pendiente original de las planicies en que se emplazan (Isla et al. 1996, Fig. 1b).

Erosión de dunas litorales

Las barreras medanosas, al estar compuestas mayormente de arena fina, son particularmente vulnerables a la acción de olas y tormentas extratropicales. Si bien la disponibilidad de arena en playas y la dinámica de los vientos incidieron significativamente en los últimos cientos de años, la llegada de los primeros pobladores a mediados del siglo XX y las modificaciones antrópicas desarrolladas objetivos de recreación (turismo de sol y playa), originaron cambios aún más importantes que incrementaron los problemas de erosión costera. El *boom* económico de principios del siglo XXI ha incrementado estos problemas derivados de la demanda turística de áreas litorales (Cooper y McKenna 2010)

Para evitar ello, se recurrió originalmente a defensas “duras” poco sofisticadas (muros, espigones, pedraplenes); posteriormente se recurrió a defensas “blandas”, probadas en otros países (Isla 2006, Fig. 2). No obstante ello, en la Barrera Medanosa Oriental de Buenos Aires el retroceso de las escarpas de dunas es de aproximadamente 1 m/año en los intervalos 1957-1985 y 1985-2009 (Isla et al. 2018).

MÉTODOS

Con la finalidad de analizar el potencial erosivo que tienen se revisaron los antecedentes que afectan estas reservas duniticas, principalmente fotografías antiguas e imágenes satelitales. La relación de estas dunas litorales con las playas ha sido monitoreada de acuerdo a relevamientos morfológicos ejecutados desde 1980 (Isla y Schnack 1989, Isla et al. 1994, Isla 1997, Isla et al. 1998, Bértola et al. 1999, Isla et al. 2001, Bértola et al. 2009, Isla et al. 2022). Por otro lado, se analizó la vulnerabilidad de las barreras medanosas de acuerdo a su emplazamiento de acuerdo al nivel del mar. La barrera medanosa oriental se construyó con relación a las variaciones del nivel del mar durante el Holoceno, mientras que la barrera austral está emplazada sobre antiguos acantilados (Isla et al. 1996). Esta última posee entonces mayor potencial de preser-

vacación con relación al aumento antropogénico (desde 1990) del nivel del mar. (previsto en 0.4-0.8 m sobre el 0 actual para el año 2100) y al aumento en magnitud y recurrencia de los procesos episódicos a que estarán sometidas de acuerdo al IPCC (Oppenheimer et al. 2019)

RESULTADOS

Las reservas dunícolas de los municipios costeros están sujetas a alteraciones vinculadas con diferentes propósitos. Algunos relacionados a las restricciones de uso establecidas en las diferentes normativas provinciales (vallados y enquin-

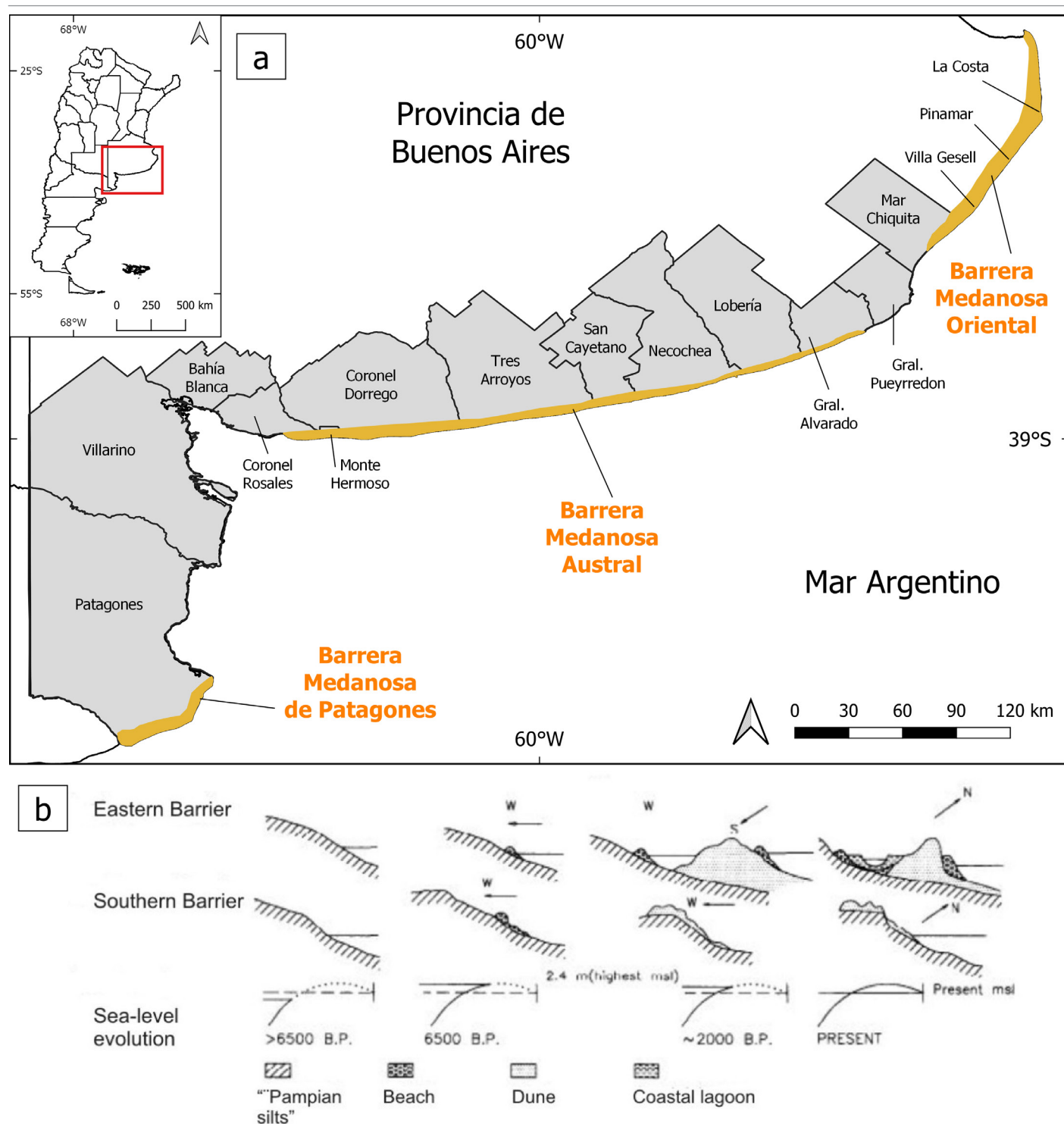


Figura 1. a) Partidos costeros de Buenos Aires y extensión de las barreras medianosas; b) Evolución de las barreras medianosas de Buenos Aires en relación a la fluctuación del nivel del mar durante el Holoceno.

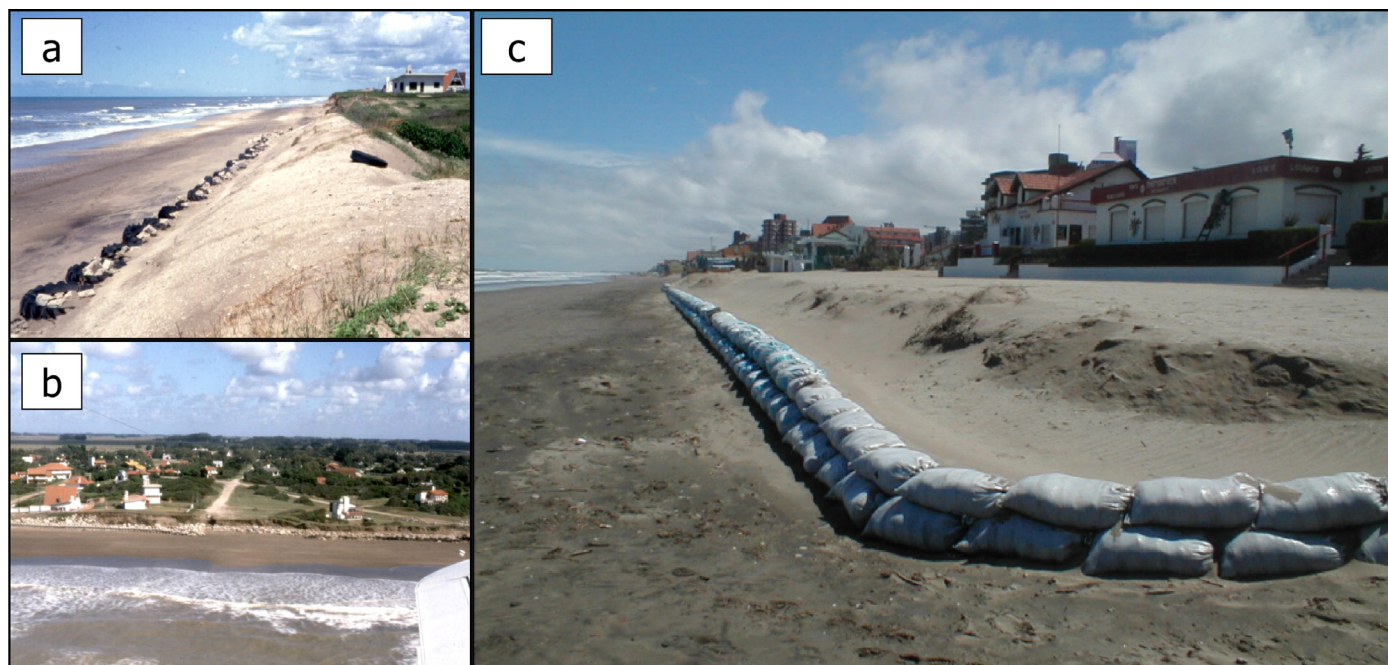


Figura 2. Experimentos de defensa del pie de las dunas litorales. a) Mar Chiquita (1980); b) Tetrápodos alineados en Villa Parque Mar chiquita (1987). c) Santa Teresita (1988).

chados, ampliación de núcleos urbanos), a la fijación de dunas (forestaciones), a la defensa costera (enquinchados), a las necesidades de la construcción de obras civiles (pluviales), extracciones mineras, o a las estrategias municipales de conservación.

Vallados y enquinchados

Particularmente, en las barreras medanosas se recurrió tanto a vallas (tablas de madera) como a la alineación de ramas con postes y alambres (denominados enquinchados). Se han usado recientemente telas resistentes (denominadas “media sombra”, Fig. 3c).

Los enquinchados implementados desde los años 50, se promovieron durante los años 80 y 90, pero no tuvieron mantenimiento. Se transformaron en trampas de arena que hicieron que las dunas litorales sean más altas (agradación) y posteriormente, al fijarse con vegetación desequilibraron las playas (Isla et al. 1998, Fig. 4a).

Forestación y urbanización de barreras

La urbanización de las barreras medanosas de Buenos Aires se inició con los trabajos pioneros de los inmigrantes belgas en Ostende, la familia Guerrero y los hermanos Gesell (Juárez y Mantobani 2006, Bravo Almonacid 2010). Carlos Idaho Gesell se propuso en los años ‘20 forestar el campo de dunas del Partido de General Madariaga. Villa Gesell fue fundada el 14 de diciembre de 1931 y Don Carlos se estableció definitivamente en 1936. Recién en 1941 se construyeron los

14 km que unían la villa con la ruta 11 (Juárez y Mantobani 2006). Los enquinchados que disminuían el transporte de arena se disponían en las caras de menor pendiente (barlovento) cada 15 m aproximadamente (Fig. 5).

Una buena porción de las barreras se forestó con diversas especies de plantas, algunas no autóctonas: *Cakile marítima* (rábano de mar), *Panicum racemosum* (pasto dibujante), *Spartina ciliata* (espartillo), *Senecio crassiflorus* (senecio), *Cortadeira selloana* (cola de zorro), *Tamarix chinensis* (tamariscos), *Carpobrotus edulis* (uña de gato) (Celsi 2016, Marcomini et al. 2017). Pero las que aumentan el valor de la tierra son y han sido las variedades de pinos: *Pinus radiata* y *P. pinaster*; *P. halepensis*, *P. pinea* y *P. thumbergii* fueron menos utilizados (Turno Orellano e Isla 2004).

La fijación de dunas y posteriormente el mejorado de calles de las incipientes villas veraniegas provocó desbalances en las dunas litorales, aumento de la erosión y la deposición de abanicos de sobrelavado en las depresiones intermedanosas (Isla 2010, Fig. 6). En el centro de Villa Gesell se utilizaron las depresiones intermedanosas como calles que después se asfaltaron (Fig. 6a), Esto aumentó el caudal de los excesos hídricos hacia la playa (Isla 2013).

Extracciones de arena de playa

Durante la segunda mitad del siglo XX se intensificaron las extracciones de arena en la costa bonaerense en relación al aumento de la construcción de villas balnearias. Desde los años 70 algunas concesiones se prohibieron (Leyes 8072/73



Figura 3. Enquinchados y vallas como defensa de espaldones. a) Alfár (1990; General Pueyrredón); b) Cariló (2019, Pinamar); c) Costa Esmeralda (2020, Partido de la Costa); d) Villa Gesell (1996).

y 87587/77) y otras se limitaron (Caballé y Bravo Almonacid 2006); en la transición hubo mucha extracción furtiva (Fig. 7). En 1997 se justificó el accionar de una extracción de arena en la base de la escollera sur del Puerto de Mar del Plata con el propósito de minimizar los costos de dragado en la punta de la misma.

La extracción furtiva en el Partido de la Costa aún se justifica por motivos sociales. Si bien la extracción de arena fue prohibida (Caballé y Bravo Almonacid 2006) durante mucho tiempo se ha continuado con extracciones furtivas que escapan al principio de conservación de playas. La arena acumulada en avenidas costaneras es extraída y no se retorna a la playa con la excusa de que es arena “sucia”. Los concesionarios de balnearios realizan movimientos de arena en las playas sin control municipal al iniciarse la temporada estival (Fig. 8).

Las extracciones mineras en barreras medianosas no se permiten si los sectores son “colindantes” con las playas marítimas. Este término surge en la legislación minera de la

provincia de Buenos Aires (Ley 8758, 4 de abril de 1977). Como esta ley no tenía un glosario que definiera ese término se redactó el decreto 10392/87 que establecía como colindantes a las “dunas, móviles o fijas, aledañas a la playa y que conforman una unidad geomorfológica en equilibrio dinámico (playa-duna)”. Este decreto, supuestamente aclaratorio, introdujo una contradicción: las dunas fijas no pueden estar en equilibrio dinámico con la playa, sencillamente porque no hay dinámica eólica. Por otro lado, no aclara si la dinámica refiere exclusivamente al transporte de arena o si incluye a los recursos hidrogeológicos (aguas subterráneas) que es el recurso más importante a los fines sociales. El término “colindante” puede entonces asumir una relación de proximidad, o funcionalidad, con respecto a las playas marítimas. Normalmente, las playas marítimas limitan hacia el interior con una duna litoral (del inglés “*foredune*”, en algunos municipios denominada “antiduna”). Esta duna litoral queda definida perfectamente cuando su diseño en planta es paralelo a la línea de ribera; en estos casos las crestas de estas dunas no se extienden más

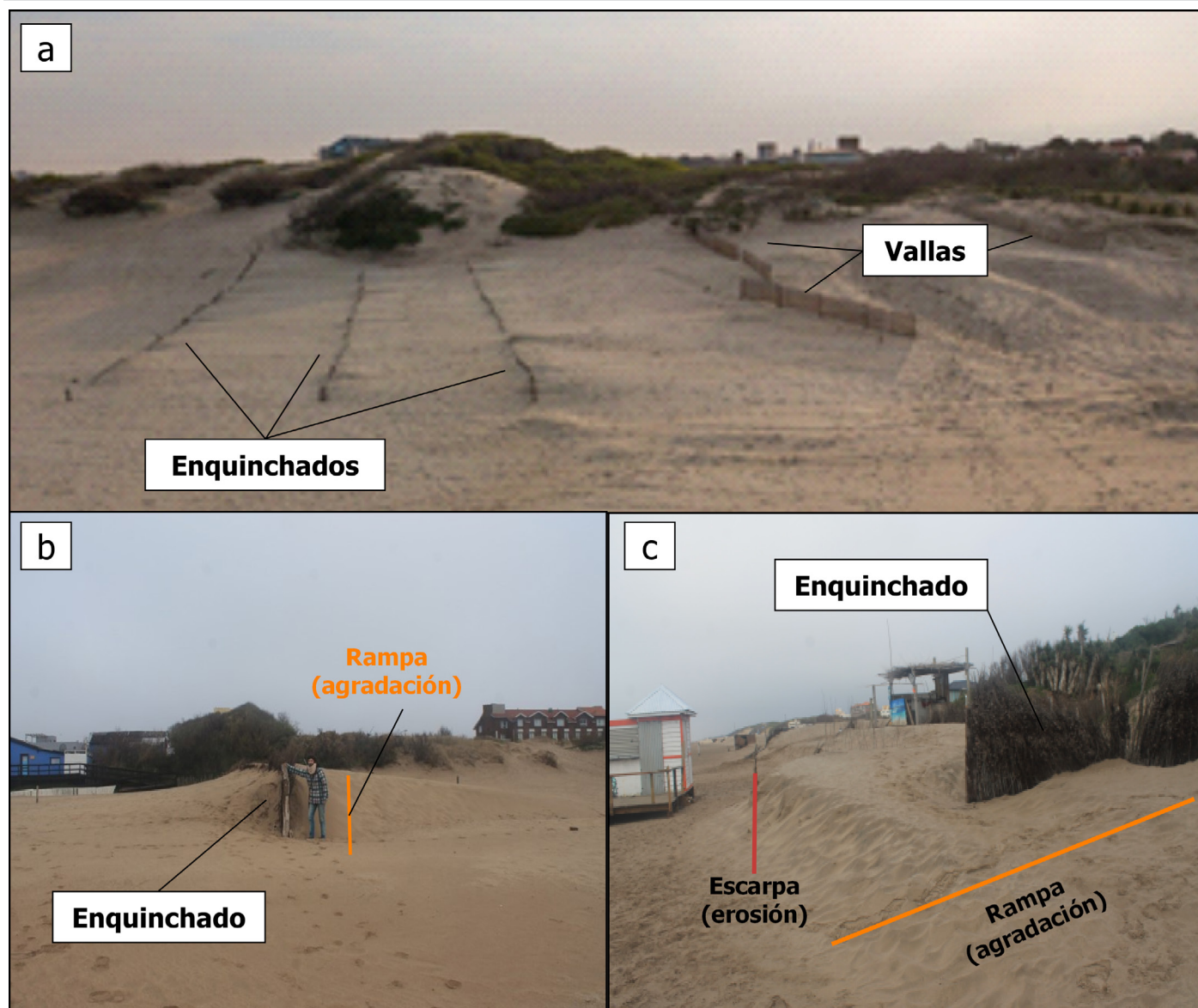


Figura 4. a) Enquinchados que provocan la agradación de los médanos litorales (rampas) pero desequilibran la playa (2019, Cariló); b-c). Rasgos de acumulación y erosión superpuestos. Las rampas construidas artificialmente a través de enquinchados son sujetas a escarpas por el impacto de tormentas (2021, Ostende).

de 50 m de la playa. En otras barreras medanosas, las dunas son de diseño transversal a la costa, pudiendo extenderse hasta 3 km de la playa (Isla et al. 2001). En estos casos, la duna barjanoide es una unidad geomorfológica, pero en su mayor parte sin relación funcional con la playa (Fig. 9a).

Se debe acotar que puede haber una relación en cuanto al transporte de arena y otra en cuanto a la dinámica de las aguas subterráneas, que es un recurso indispensable para el abastecimiento de las villas balnearias en la barrera medanosa.

En Buenos Aires hay campos de dunas en que existe un intercambio de arena con la playa. Ese transporte puede ser en una dirección, o tener variaciones estacionales. Los vientos hacia el interior originan un transporte por tracción,

saltación (dunas rampantes) y/o suspensión. Algunas dunas litorales pueden tener un ancho de apenas 40 m donde domina la saltación (Bértola y Cortizo 2005). Las inversiones estacionales se dan cuando el viento sopla hacia el mar, y es por ello que se recomienda no fijar totalmente las dunas litorales que interrumpen la dinámica original (Turno Orellano et al., 2003, Choi et al. 2013).

Este transporte de arena hacia el interior no se cumple cuando las gramíneas van colonizando naturalmente antiguos campos de dunas (Cortizo 2010; Fig. 10). La relación funcional con la playa se extingue al momento que no existe equilibrio dinámico alguno. Las dunas se transformaron por aumento de las precipitaciones en trampas de arena minimizando el transporte de la duna a la playa.

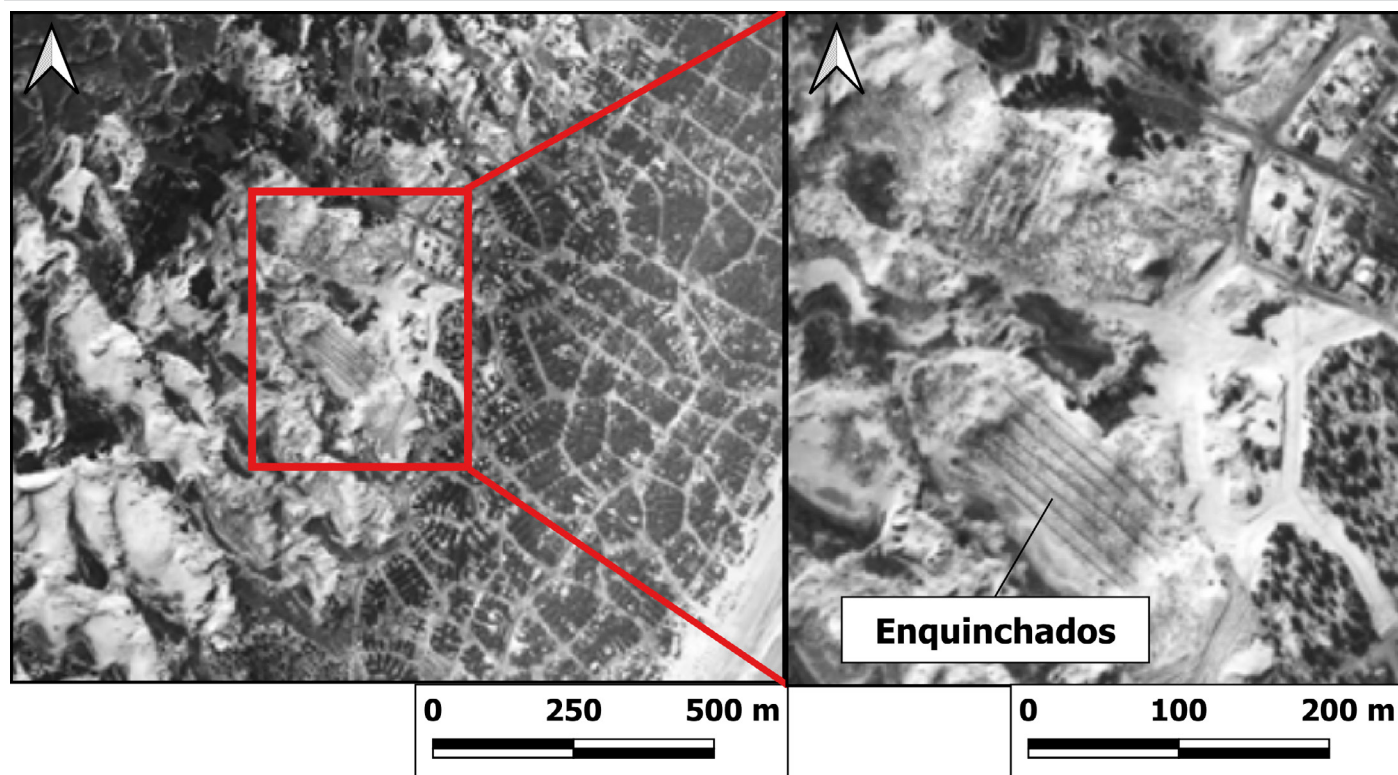


Figura 5. Enquinchados localizados al O de la zona ya forestada de Villa Gesell (1967).

El principio precautorio (Ley General del Ambiente 25675/02) indicaría que las extracciones de arena no deben perjudicar los recursos hidrogeológicos por su fin social, establecido en Argentina para con las aguas susceptibles de explotación por su potabilidad. En dunas costeras existe un equilibrio dinámico de los niveles freáticos. Las explotaciones mineras pueden inducir descensos de los niveles freáticos que se deben minimizar. Esos descensos originan cambios en la interfase agua dulce-agua salada establecidas en las aproximaciones de Ghyben-Herzberg. Cuanto mayor es la excavación, mayor serán los volúmenes de agua potable afectados.

Por otro lado, los sectores de barrera fijados con forestaciones poseen niveles freáticos más deprimidos que los que no están forestados. En Pinamar los niveles freáticos se ubican a unos 5 m de profundidad mientras en los sectores forestados lo están a 7.5 m (Rodríguez Capítulo et al. 2018).

Las barreras medanosas de Buenos Aires tienen un ancho máximo de 3 km (Isla et al. 2001) y constituyen el principal recurso de agua potable para muchas localidades balnearias (Carretero et al. 2014). Estas barreras son cuerpos arenosos alargados con dos pendientes diferenciadas en sus niveles freáticos: una hacia el mar, normalmente más pronunciada, y la otra más suave hacia las planicies costeras (Fig. 11, Bértola et al. 2002) abarcando cuerpos de dunas de menores dimensiones y volúmenes, caracterizados por arenas marrones

con proporciones significativas de materia orgánica (*"back-barrier"*, Isla 2017). Estos sectores, alejados de las playas marítimas y sin vinculación al transporte de arena o aporte de aguas subterráneas hacia el mar, son los que se han explotado para extracción de arena en Mar Chiquita, General Madariaga, y Lobería.

La disponibilidad de agua potable en sectores de la costa bonaerense está limitada a lentes en estas barreras medanosas y a procesos de salinización de acuíferos por intrusión salina (Bértola et al. 2002, Kruse y Carretero 2010). Las explotaciones a partir de pozos más profundos normalmente no poseen estas limitaciones.

Por todo lo expuesto, se recomienda introducir las siguientes consideraciones para facilitar la explotación de arena en barreras medanosas:

1. Establecer que no haya relación sedimentaria que pudiera perjudicar a las playas marítimas. Esto equivale a habilitar dunas fijas sin relación dinámica (transporte de arena) con las playas.
2. Considerar los recursos hidrogeológicos que pudieran ser afectados. Las ondulaciones conocidas como de postbarrera (*"backbarrier"*) son las ideales para explotación en razón de que minimizan los cambios en la interfase agua dulce-agua salobre y poseen menor contenido de sales que las obtenidas de la playa.

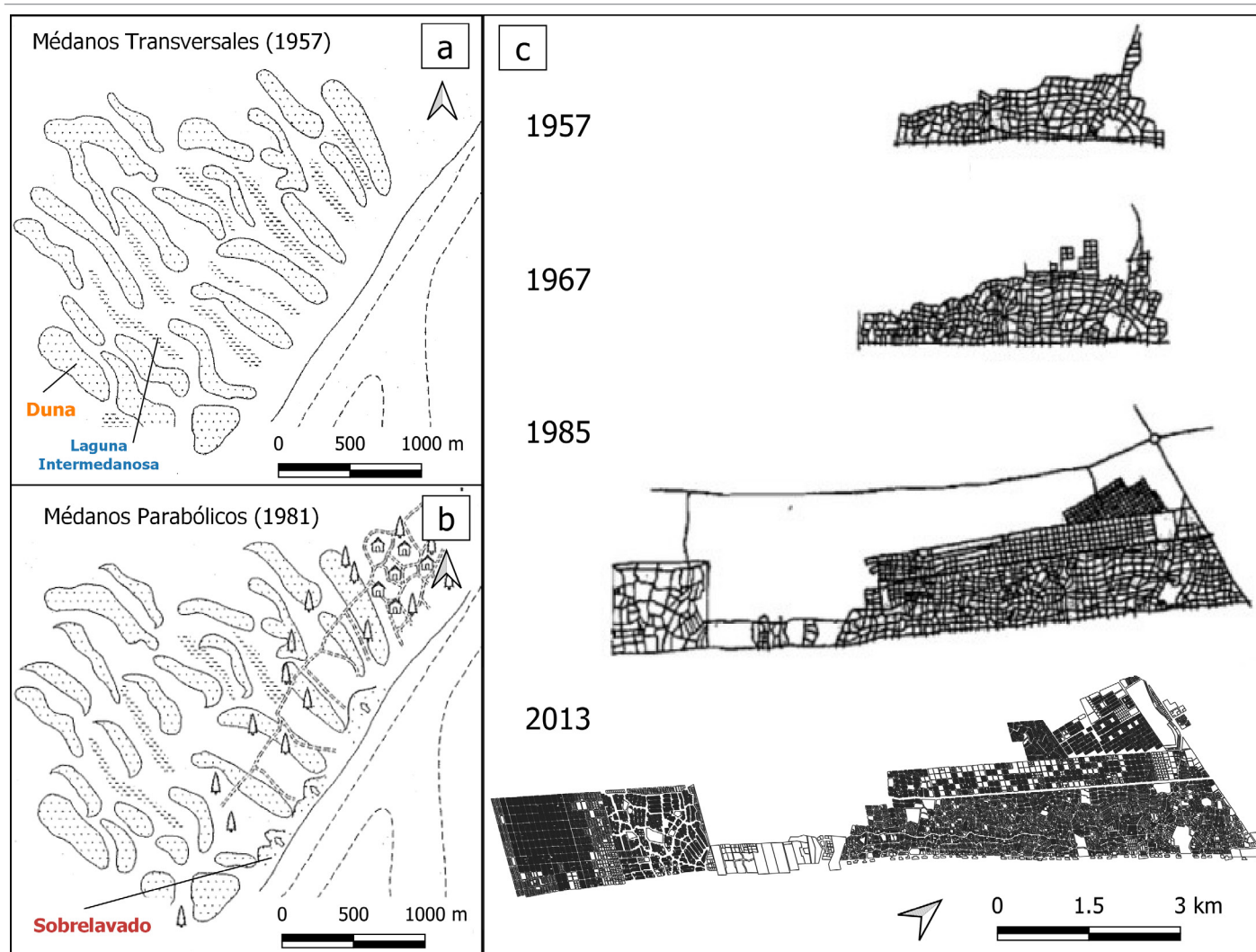


Figura 6. a) Fijación y urbanización de dunas litorales (modificado de Isla 2010); b) Expansión del área urbana de Villa Gesell (Isla 2017).



Figura 7. Extracciones clandestinas de arena en Mar de Cobo (1980, Mar Chiquita).

Ampliación de núcleos urbanos

Las dunas del sector sur de Villa Gesell también se fijaron artificialmente. La expansión del área urbana se orientó a lo

largo de la costa con nuevos loteos como Las Gaviotas, Mar de las Pampas y Mar Azul (Fig. 6b), con mayor valor de la tierra a unos 200 m de la playa, específicamente en la calle 3 (Juárez e Isla 1999, Isla 2017) y desarrollo de áreas de servicios hacia los sectores de postbarrera (Isla e Isla 2020).

Dados los ritmos de erosión que afectaron y afectan la costa bonaerense, para la ampliación de núcleos urbanos se impusieron restricciones de ocupación libre de construcciones en el Decreto ley 8912/77 de uso del suelo. El decreto 3202/06 fue optativo para las municipalidades que adhirieran. El otorgamiento de solicitudes de ampliaciones urbanas de localidades costeras estaba relacionado con la disposición de áreas de reservas de dunas. El frente costero urbanizable (FCU) debía ser menor a la semisuma del 25% del frente costero consolidado (FCC), y el 20% del frente costero libre (FCL) antes del 30 de mayo del 2006.

$$FCU (m) < [(0,25 FCC) + (0,2 FCL)] / 2$$

La creación de loteos con fines recreativos originó con-



Figura 8. a) Movimiento de arena en Punta Mogotes previo a la temporada estival (1990); b) Limpieza de avenida costanera en Pinamar; c) Movimiento de arena en Playa Grande (agosto de 2018, General Pueyrredon); d) Movimiento de arena en balneario de playa La Perla (setiembre 2018, General Pueyrredon).

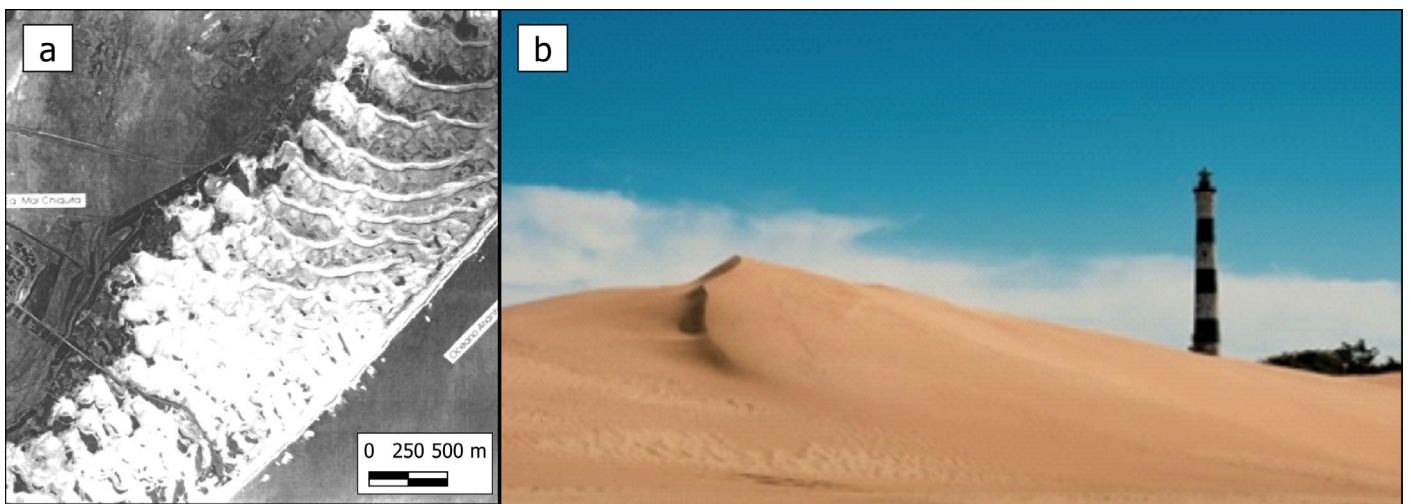


Figura 9. a) Dunas barjanoides de 3 km de largo a través de la barrera medanosa oriental (Estancia Mar Chiquita); b) Duna reversible en el Faro Querandí (Villa Gesell).

flictos en relación a restricciones o reglas provinciales en diferentes partidos: La Costa (Costa Esmeralda), Mar Chiquita (Lagos de Mar), General Alvarado (Vivero Florentino Amegh-

no), Necochea (Barrio Médanos), Tres Arroyos (Dunamar), especialmente en la delimitación de la línea de ribera, en el deslinde entre el dominio público (playa) y privado. Nuevos

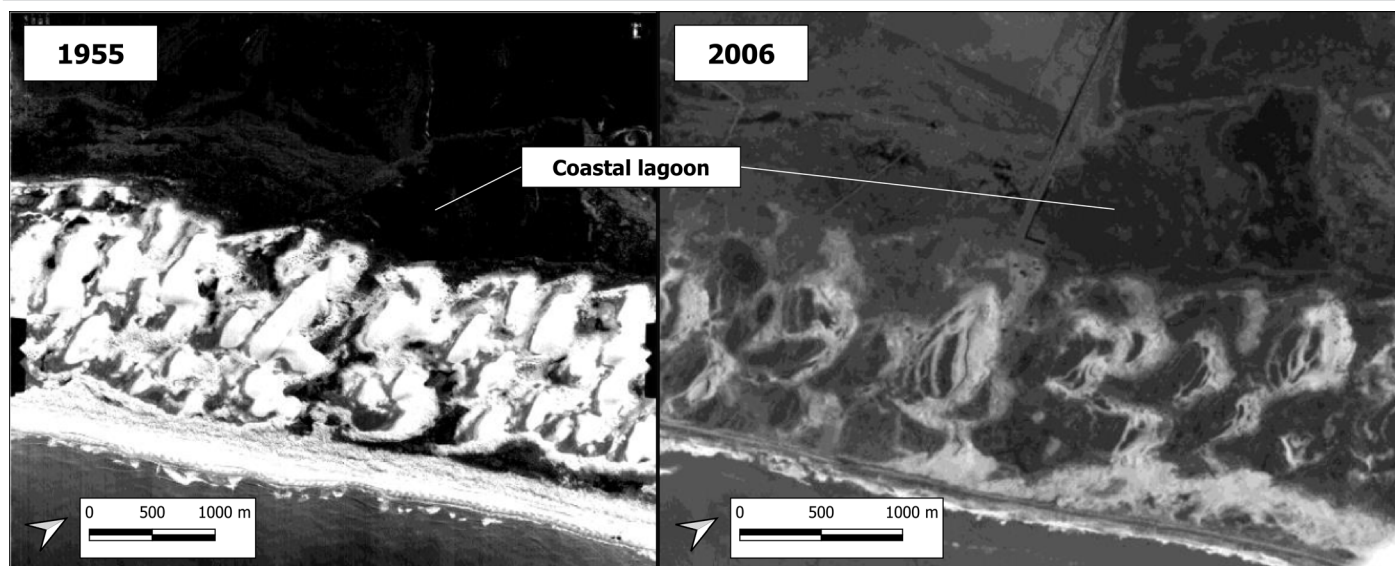


Figura 10. Fijación de dunas transversales por vegetación natural herbácea (intervalo 1955-2006) en Mar Chiquita (Isla 2017).

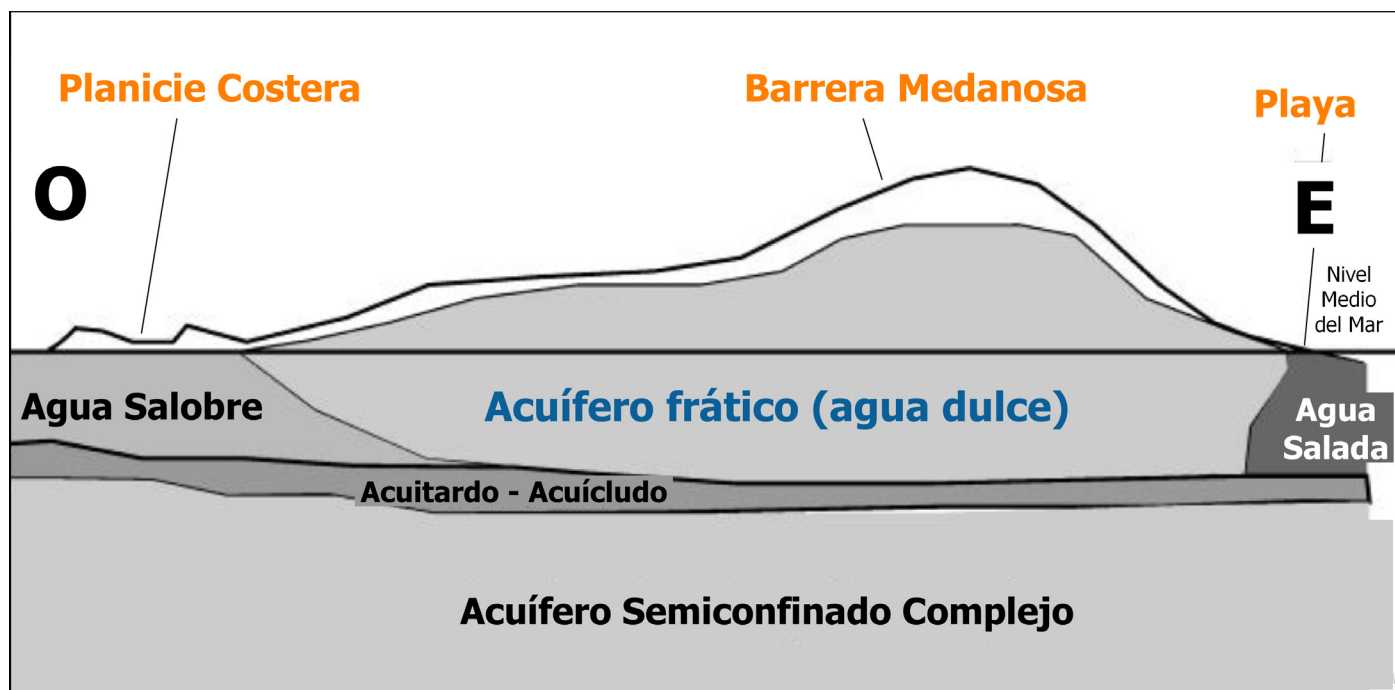


Figura 11. Perfil hidrogeológico de la barrera en Villa Gesell (modificado de Bértola et al. 2002, Isla 2017).

modelos de ampliación de urbanizaciones se orientaron hacia los barrios cerrados (Decreto 27/98) y los clubes de campo (Decreto 9404/86). Actualmente los estados de tramitación de cada loteo se pueden consultar a través de URBASIG.

Reservas y viveros dunícolas

Diversas reservas dunícolas se postularon y aprobaron en años recientes, especialmente con relación a los requerimientos del decreto 3202/06 (Cuadro 1). Originalmente se pretendía defender el paisaje costero o las forestaciones logradas. Sin embargo, y debido a la intensa urbanización con relación

al turismo de “sol y playa”, florecieron villas balnearias que pronto evolucionaron a “ciudades con turismo”, en las que la población estable es más numerosa que la estival (Isla 2017, Isla e Isla 2020). Los loteos residenciales se aprobaron en barreras donde el recurso de agua potable subterránea era escaso, y donde los pozos negros (sépticos) están comprometiendo a futuro la calidad de ese recurso (Isla et al. 2018b). Así los nuevos loteos se proponen considerando el porcentaje de longitud de costa preservado con relación a la longitud de costa consolidada (Dec. 3202/06).

Cuadro 1. Reservas y viveros dunícolas de Provincia de Buenos Aires.

Reserva	partido	Sup Ha.	Legislación	dunas	flora	fauna	link
Punta Rasa	PC	522	Ord 1023/91 Ley 12016/97	Bertola 1998 Kruse y Carretero 2010	Blanco et al 1988	Blanco et al 1988	
Faro Querandi	VG	5570	Ord 1282/96	Isla 1997 Marcomini et al 2017	Marcomini et al 2017		
Mar Chiquito	MCh	45.000	Ord 029/16	Isla 1997	Isaach et al 2010	Isaach et al 2010	
Dragones de Malvinas	MCh	1753	Convenio marco Min Defensa-APN 2009	Isla 1997	Isaach et al 2010	Isaach et al 2010	
Natural Puerto Mar del Plata	MGP		Ord 7927/90 11038/97 Ley 14688/14		De Marco et al. 2011	De Marco et al. 2011	
Paseo Costanero Sur	MGP		Ord 10011/95	Bertola y Cortizo 2005			
Vivero Ameghino	GA			Isla 2003	Turno e Isla 2004		
Centinela del Mar	GA		Ord 203/08	Isla et al 2010			
Parque Lillo	PN	640			Turno e Isla 2004		
Arroyo Zabala	PN-SC	2820	Ley 12743			Mora y Mapelli 2010	reservanaturalarroyozabala@ yahoo.com.ar
Claromeco	3A	1119	Ord 7086/17	Cortizo e Isla 2007	Taraborelli et al 2018	Taraborelli et al 2018	
PP Micro Albufera de Reta	3A	50	Dec 3133/04 Ord 14487/13	Cortizo e Isla 2007		Mora y Mapelli 2010	
Los Gauchos	Dorr	6849	Ord 2588/06 Dec P 469/11		Celsi et al 2006 Montserrat 2010		anp@opds.gba.gov.ar
Pehuen Co-MOH	Ros- MOH	2000				Mora y Mapelli 2010	Reserva Geológica, Paleontológica y Arqueológica Pehuen Có - Monte Hermoso OPDS - Autoridad Ambiental (gba.gov.ar)
Defensa Baterias-Ch. Darwin	Ros	1000				Mora y Mapelli 2010	
Bahia Blanca, Ba. Falsa Y Ba. Verde	Ros-BB- PV	260.000	Ley 12101				
Bahia San Blas	Pat	315.000	Ley 12788	Cortizo e Isla 2012			

Previsiones futuras

Las previsiones formuladas de aumento del nivel del mar y en la frecuencia y magnitud de impactos episódicos provocarán mayores trastornos en la Barrera Oriental que se originó en relación al nivel del mar. Actualmente todas las playas de esta barrera están sujetas a impactos por la recurrencia de sudestadas (Isla et al. 2022). Las reservas dunícolas desarrolladas en relación a humedales (Mar Chiquita) serán también impactadas por el aumento de los niveles freáticos. Lamentablemente, los planes de manejo esbozados no contemplan estos impactos previsibles.

En cambio, gran parte de la Barrera Medanosas Austral se

ha desarrollado sobre antiguos acantilados consolidados (dunas colgadas) y son de este modo sus reservas dunícolas son menos vulnerables al aumento del mar. El aumento de los niveles freáticos solo afectará a las dunas asociadas a antiguos estuarios que atravesaban la planicie sobre la que se emplazó la barrera medanosas.

DISCUSION

El manejo de la arena

La recurrencia de tormentas extratropicales (Collins et al. 2019), y en menor medida el aumento antropogénico del ni-

vel del mar (Oppenheimer et al. 2019) han sido previstas en los informes periódicos del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), respecto al cambio climático en curso. Actualmente se prevé un aumento de 0.4-0.8 m para el año 2100 por encima del nivel del mar actual. Mientras en algunos países ya se identifican incrementos estadísticamente comprobables en el aumento del nivel del mar (Church et al. 2006, Boon 2012, Gehrels y Woodworth 2013, Horton et al. 2014, Ezer et al. 2016), en los países del Hemisferio Sur se prevé una reversión de las tendencias descendentes heredadas del Holoceno (Isla et al. 1996). Si bien en Australia se distinguieron intervalos de ascenso y estabilidad del nivel del mar -algunos atribuidos a efectos de El Niño-Oscilación del Sur (ENSOs)-, la tendencia desde los años 90 es al aumento del nivel del mar (White et al. 2014).

Ambos procesos (recurrencia de tormentas y aumento del nivel del mar) causan la paradoja de escarpas de rampas de dunas creadas artificialmente en los años 60 y 70 (Fig. 4b). Surge entonces la necesidad de implementar planes de manejo de la arena. Esto significa cambios diametralmente opuestos a las políticas de mantenimiento del frente costero implementadas en varios municipios costeros durante los años 90 (Isla 2013). Este cambio de paradigma requiere de un cuidado detallado y especial por parte de las autoridades de aplicación, ya que resulta necesario entonces mapear las dunas litorales que se han construido artificialmente para suplir el desbalance perfectamente establecido de algunas playas, y plantear al mismo tiempo controles cuidadosamente monitoreados. Estos trabajos deberán estar previamente acompañados de talleres y medios de difusión que comuniquen y alerten sobre la necesidad de alimentar artificialmente las playas con arena de dunas litorales fijadas artificialmente.

CONCLUSIONES

Las actividades humanas han provocado desbalances sedimentarios en barreras medanosas, principalmente en los sectores vecinos a las playas.

No obstante, la fijación natural de las barreras con herbáceas y las forestaciones de dunas litorales desequilibraron las playas.

Los pluviales de drenaje de algunas calles orientadas hacia las playas aumentan su erosión.

Los “enquinchados” intentaron paliar estos desequilibrios, pero en muchos casos fallaron por falta de mantenimiento.

Resulta necesario entonces establecer planes de manejo de la arena en zonas litorales, cuidadosamente implementados y sujetos a revisión de acuerdo a indicadores previamente establecidos y/o revisados.

El aumento de la recurrencia e intensidad de tormentas extratropicales que afectan las playas, y el aumento previsto del nivel del mar, requieren urgencia en establecer evaluaciones, controles y monitoreos.

AGRADECIMIENTOS

Numerosos profesionales participaron de campañas y relevamientos de playas. Los tomadores de decisión de diferentes municipalidades contribuyeron aportando información de acuerdo a las particularidades de cada partido. Rubén Medina y los editores propusieron modificaciones que mejoraron el manuscrito.

REFERENCIAS

- Bértola, G. R. y Cortizo, L. C. 2005. Transporte de arena en médanos litorales activos y colgados del sudeste de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60 (1): 174-184.
- Bertola, G., Cortizo, L. e Isla, F., 2009. Dinámica litoral de la costa de Tres Arroyos y San Cayetano, Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64, 4: 657-671.
- Bertola, G. R., Farenga, M. O., Cortizo, L.C. e Isla, F. I., 1999. Dinámica morfológica de las playas de Villa Gesell (1994-1996), Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54(1): 23-35.
- Bertola, G., Isla, F. Cortizo, L., Turno, H. y Farenga, M. 2002. Modelo sedimentario de la barrera medanosa al norte de Villa Gesell (Prov. de Buenos Aires) de aplicación hidrogeológica. *Revista AAS* 9(2): 109-126.
- Blanco, D. H., Rodríguez Goñi, H. y Pugnali, G., 1988. Punta Rasa: su importancia en la conservación de aves migratorias. Informe ICPB-PACs, Buenos Aires.
- Boon, J. D. 2012. Evidence of sea level acceleration at U.S. and Canadian tide stations, Atlantic Coast, North America. *Journal of Coastal Research* 28(6): 1437-1445.
- Bravo Almonacid, R. C. 2010. El proceso de urbanización del Partido de Pinamar. Desafíos hacia un desarrollo sustentable. En Isla, F. I., Lasta, C. A. (eds.) *Manual de manejo de barreras medanosas de la Provincia de Buenos Aires*. EUDEM, 49-87, Mar del Plata.
- Brown, A., Martínez Ortiz, U., Acerbi, M. y Corcuera, J. 2005. La situación ambiental argentina 2005. Fundación Vida Silvestre Argentina, 587 p., Buenos Aires.
- Caballé, M. y Bravo Almonacid, M. 2006. Minería costera. En: Isla, F.I. y Lasta, C.A. (eds.), *Manual de manejo costero para la Provincia de Buenos Aires*. EUDEM, 113-124, Mar del Plata.
- Carretero, S., Braga, F., Kruse, E. y Tosi, L. 2014. Temporal analysis of the changes in the sand-dune barrier in the Buenos Aires Province, Argentina, and their relationship with the water resources. *Applied Geography* 54: 169-181.

- Celsi, C. E. 2016. La vegetación de las dunas costeras pampeanas. Proyecto Costas Bonaerenses. En: Athor, J. y Celsi, C. E. (eds.), La costa atlántica de Buenos Aires – naturaleza y patrimonio cultural. Fundación de Historia Natural Félix de Azara - Universidad Maimónides, 116-138; Buenos Aires.
- Choi, K.H., Kim, Y.M. y Jung, P.M. 2013. Adverse effect of planting pine on coastal dunes, Korea. *Journal of Coastal Research* 51: 1045-1050.
- Church, J. A., White, N. J. y Hunter, J. R. 2006. Sea-level rise at tropical Pacific and Indian ocean islands. *Global and Planetary Change* 53: 155-168.
- Collins, M., Sutherland, M., Bouwer, L., Cheong, S. M., Frölicher, T., Jacot Des Combes, H., Koll Roxy, M., Losada, I., McInnes, K., Ratter, K., Rivera-Arriaga, E., Susanto, R. D., Swingedouw, D. y Tibig, L. 2019: Extremes, abrupt changes and managing risk. En: Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegría, A., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B. y Weyer, N.M. (eds.), IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Cambridge University Press, 589-655, Cambridge, New York.
- Cooper, J.A.G. y McKenna, J. 2010. Boom and bust: the influence of macroscale economics on the World's coasts. *Journal of Coastal Research* 25 (3): 533-538.
- Cortizo, L.C. 2010. Los médanos del Partido de San Cayetano y Tres Arroyos, Buenos Aires. En: Isla, F.I. y Lasta, C.A. (eds.), Manual de manejo de barreras medanosas de la Provincia de Buenos Aires. EUDEM, 183-196, Mar del Plata.
- Cortizo, L. C. e Isla, F. I. 2012. Dinámica de la barrera medanosa e islas de barrera de Patagones (Buenos Aires, Argentina). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 19(1): 47-63.
- Ezer, T., Haigh, I.D. y Woodworth, P.L. 2016. Nonlinear sea-level trends and long-term variability on western European coasts. *Journal of Coastal Research* 32(4):744-755.
- Gehrels, W. R. y Woodworth, P. L. 2013. When did modern rates of sea-level rise start? *Global and Planetary Change* 100: 263-277.
- Horton, B. P., Rahmstorf, S., Engelhart, S. E. y Kemp, A. C. 2014. Expert assessment of sea-level rise by AD 2100 and AD 2300. *Quaternary Science Reviews* 84: 1-6.
- Isaach, J. P. 2001. Mapa de vegetación de la Reserva Mar Chiquita y áreas circundantes. En: Iribarne, O. (ed.) Reserva de Biósfera Mar Chiquita. Características físicas, biológicas y ecológicas. ORCYT, UNMDP, Fundación Antorchas, 79-81, Mar del Plata.
- Isla, F. I. 1997. 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. 1998. Holocene coastal evolution of Buenos Aires. *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula*, A. A. Balkema 11: 297-321.
- Isla, F.I. 2006. Erosión y defensa costeras. En: Isla, F.I y Lasta, C.A. (eds.), Manual de Manejo costero para la Provincia de Buenos Aires, EUDEM, 125-147, Mar del Plata.
- Isla, F.I. 2010. Erosión de médanos litorales de Villa Gesell y Mar Chiquita. En: Isla, F.I y Lasta, C.A. (eds.), Manual de Manejo costero para la Provincia de Buenos Aires, EUDEM, 89-104, Mar del Plata.
- Isla, F.I. 2013. From touristic villages to coastal cities: The costs of the big step in Buenos Aires. *Ocean and Coastal Management* 77: 59-65.
- Isla, F.I. 2017. Coastal barriers from Argentina: Buenos Aires, Patagonia and Tierra del Fuego. *Quaternary and Environmental Geosciences* 07(1): 1-9.
- Isla, F.I., Cortizo, L.C. y Schnack, E. J. 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., Bertola, G.R., Farenga, M.O., Serra, S.B. y Cortizo, L.C. 1998. Villa Gesell: un desequilibrio sedimentario inducido por fijaciones de médanos. *Revista Asociación Argentina de Sedimentología* 5 (1): 41-51.
- Isla, F.I., Cortizo, L. C., Merlotto, A., Bertola, G., Pontrelli Albisetti, M. y Finocchietti, C. 2018a. Erosion in Buenos Aires province: Coastal-management policy revisited. *Ocean and Coastal Management* 156: 107-116.
- Isla, F.I., Cortizo, L.C. y Turno Orellano, H. 2001. Dinámica y evolución de las barreras medanosas, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Geomorfologia. Uniao da Geomorfologia Brasileira*, 2(1): 73-83.
- Isla, F.I., Dondas, A. y Taglioretti, M. 2010. Médanos relícticos intrapampeanos en Daireaux y Centinela del Mar, Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68 (1): 58-64.
- Isla, F.I. e Isla, M. del P. 2020. Coastal urbanization strategies for resort locations, Argentina. *Revista Geográfica del Sur* 9(11): 57-66.
- Isla, F., Prario, B., Maenza, R., Bértola, G., Cortizo, L., Lamarchina, S., 2022. Las Sudestadas del sudeste y del sur en la provincia de Buenos Aires, Argentina y el aumento antropogénico previsto del nivel del mar. *Revista Universitaria de Geografía* 31(1): 11-37.
- Isla, F., Quiroz Londoño, O. M. y Cortizo, L. C. 2018b. Groundwater content within loessic deposits: the coastal springs of Los Acanilados, Mar del Plata, Argentina. *Environ. Earth Sciences* 77: 610.
- Isla, F.I. y Schnack, E. J., 1989. Variabilidad granulométrica estacional en playas de Mar del Plata: 1983 1984. 1as. Jornadas Geol. Prov. Bs. As., Actas: 175 187, Tandil.
- Isla, F.I., Witkin, G., Bertola, G. R. y Farenga, M. O., 1994. Variaciones morfológicas decenales (1983-1993) de las playas de Mar del Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 49(3-4): 55-70.
- Juarez, V. e Isla, F. 1999. Evolución histórica del núcleo urbano de Villa Gesell. *Revista Geográfica* 125: 49-60.
- Juarez, V. I. y Mantobani, J. M. 2006. La costa bonaerense; un territorio particular. En: Isla, F. I., Lasta, C. A. (eds.), Manual de manejo costero para la Provincia de Buenos Aires. EUDEM, 41-69, Mar del Plata.
- Kruse, E. y Carretero, S. 2010. Aguas subterráneas en el sector norte del Partido de la Costa. En: Isla, F.I., Lasta, C.A. (eds.), Manual de manejo de barreras medanosas de la Provincia de Buenos Aires. EUDEM,

- 27-38, Mar del Plata.
- Marcomini, S., López, R., Picca, P., Madanes, N. y Bertolín, L. 2017. Natural coastal dune-field landforms, plant communities and human intervention along Buenos Aires northern aeolian barrier. *Journal of Coastal Research* 33(5): 1051-1064.
- Monserat, A.L. 2010. Conservación en médanos: La vegetación de la costa bonaerense en Coronal Dorrego, Monte Hermoso y Coronel Rosales. En: Isla, F.I., Lasta, C.A. (eds.), *Manual de manejo de barreras medanosas de la Provincia de Buenos Aires*. EUDEM, 197-225, Mar del Plata.
- Mora, M. S. y Mapelli, F. J. 2010. Conservación en médanos: fragmentación de hábitat y dinámica poblacional del tuco-tuco de las dunas. En: Isla, F.I., Lasta, C.A. (eds.), *Manual de manejo de barreras medanosas de la Provincia de Buenos Aires*. EUDEM, 161-181, Mar del Plata.
- Oppenheimer, M., B.C. Glavovic, J. Hinkel, R. van de Wal, A.K. Magnan, A. Abd-Elgawad, R. Cai, M. Cifuentes-Jara, R.M. DeConto, T. Ghosh, J. Hay, F. Isla, B. Marzeion, B. Meyssignac y Sebesvari, Z. 2019. Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. En: Pörtner, H.-O., Roberts, D.C. Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegría, A., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B. y Weyer, N.M. (eds.), *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*. Cambridge University Press, 321-445, Cambridge, New York.
- Rodríguez Capitulo, L., Carretero, S. C. y Kruse, E. E. 2018. Impact of afforestation on coastal aquifer recharge. Case study: eastern coast of the Province of Buenos Aires, Argentina. *Environmental Earth Sciences* 77-74.
- Spagnuolo, J. 2005. Evolución geológica de la región costera-marina de Punta Alta, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur: 269 p.
- Turno Orellano, H. e Isla, F.I. 2004. Developing sinks for CO2 through forestation of temperate coastal barriers: an environmental business. *Regional Environmental Change* 4(1): 70-76.
- URBASIG: www.urbasig.gob.gba.gob.ar/urbasig/
- White, N. J., Haigh, I. D., Church, J. A., Koen, T., Watson, C. S., Pritchard, T. R., Burgette, R. J., Mc Innes, K. L., You, Z. J., Zhang, X. y Tregouing, P. 2014. Australian sea levels—Trends, regional variability and influencing factors. *Earth-Science Reviews* 136: 155-174.