

HUELLA GEOMORFOLÓGICA DE ACTIVIDADES MINERAS EN LAS DUNAS DE LA BARRERA ORIENTAL DE LA COSTA ATLÁNTICA BONAERENSE: RELACIÓN CON OTRAS ACTIVIDADES

**Del Río, J. L.¹; Piantanida, F.²; Antenucci, D.³; Molina, H.
D.⁴; Ciccino, A.⁵; Denisienia, N.²; Martínez, G. A.¹;
Taverna, B. D.¹; Farenga, M.¹; y Lupo, S.⁵**

¹ Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (UNMdP-CIC). Funes 3350, 7600,
Mar del Plata. julioluisdelrio@gmail.com

² Dirección Provincial de Minería de la Provincia de Buenos Aires.

³ Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (UNMdP-CONICET).

⁴ Organismo para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Buenos Aires.

⁵ Grupo de Entomología Edáfica Bonaerense Sur Oriental.

Palabras claves: dunas costeras, areneras, huella geomorfológica.

Resumen

Una de las preocupaciones centrales referidas al futuro del planeta ronda en torno al incremento de la población y a la presión que ésta puede generar sobre el subsistema natural. Si consideramos que la población mundial se concentra predominantemente en las ciudades y que la mayor parte de estas se encuentran en zonas litorales, nos encontramos en un escenario complejo y adverso en zonas caracterizadas por su dinámica y fragilidad.

En los municipios costeros de la provincia de Buenos Aires una parte muy significativa de los áridos que se consumen proviene de la explotación de las arenas de dunas litorales que conforman la denominada Barrera Oriental de la costa atlántica bonaerense que se extiende desde Punta Rasa hasta la desembocadura de la albufera de Mar Chiquita.

Esta barrera, es asiento de 18 centros urbanos que se han desarrollado a partir de la mitad del siglo XX con un perfil netamente turístico. Estudios en curso determinan que la huella geomorfológica de las actividades mineras en la barrera oriental es relativamente minoritaria respecto a otras intervenciones antrópicas.

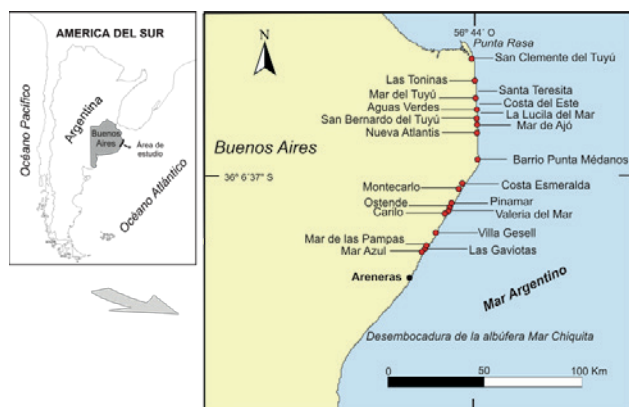


Fig. 1. Mapa de Ubicación

1. Introducción

El presente aporte representa un aspecto parcial e inicial de un trabajo mayor desarrollado en una interacción sinérgica entre el Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, el OPDS, La Dirección Provincial de Minería de la Provincia de Buenos Aires con la colaboración del Grupo de Entomología Edáfica Bonaerense Sur Oriental, bajo la coordinación y financiamiento de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

Distintos autores reconocen tres barreras medianosas que pueden ser individualizadas en el litoral bonaerense: la Barrera Medianosa Oriental; la Barrera Medianosa Austral y la Barrera Medianosa de Patagones [1].

El cordón medianoso que se extiende desde Punta Rasa al Norte hasta la desembocadura de la albufera de Mar Chiquita, es una unidad geomorfológica continua de 3 o 4 km de ancho adyacente a la playa que no presenta interrupciones en casi 180 km. En conjunto corresponde a la Fm Punta Médanos [2] de edad Holocena. Este cordón medianoso es un elemento constituyente principal de la denominada Barrera Oriental [3].

La barrera oriental tiene una dirección predominante NNE - SSO [4] y se desarrolló en sentidos opuestos, a partir de un paleocabo situado aproximadamente en lo que hoy es Villa Gesell [5].

La morfología de los médanos o dunas no se presenta siempre perfectamente definida, lo que se hace más dificultoso cuando están fijadas por vegetación. Spalletti y Mazzoni [6] manifiestan que los médanos del área pueden clasificarse como de tipo compuesto, piramidal y si bien se forman a expensas de la playa, no adoptan geometrías lineales a causa de la variabilidad de la dirección y frecuencia de los vientos generadores.

Por su parte Isla y colaboradores [7] reconocen entre Mar Chiquita y Faro Querandí, dunas transversales que se ubican en la zona y de transición entre geoformas parabólicas a barjanoides, y que hacia el norte, pasan a dunas en estrella. Este autor establece sobre la base de dataciones radiocarbónicas una edad máxima 1400 años AP, para la barrera medianosa que se desarrollaban sobre lagunas costeras.

En cuanto a las especies vegetales dominantes que conforman las comunidades de las dunas del Noreste de la provincia de Buenos Aires, las mismas han sido forestadas con árboles de acacia (*Acacia* spp) no solamente para estabilizar las dunas sino además con un propósito paisajístico [8]. Como resultado, en los últimos 70 años, la estructura de la vegetación de algunos lugares en las costas dunícolas ha cambiado de un ambiente abierto a uno relativamente cerrado, deteriorando la calidad de la vegetación natural y afectando la dinámica del ecosistema natural [9].

El área de la arenera de Faro Querandí presenta algunos parches que mantienen la estructura natural de comunidad de plantas nativas que incluyen *Poa lanuginosa*, *Panicum racemosum*, y *Androtrichum trigynum*; matas de *Cortaderia selloana*; subarbustos como *Senecio crassiflorus*, *Achyrocline satureioides*; y arbustos de *Discaria americana*, *Tessaria absinthioides*, y *Baccharis notoserigila*. Otros sitios están estructuralmente modificados por la presencia de plantas exóticas como por ejemplo árboles de *A. longifolia*, creando parche de bosques y praderas con la misma comunidad de plantas nativas [10].

Estos ambientes presentan comunidades animales autóctonas. Una especie típica asociada a los médanos es *Ctenomys talarum*, un roedor subterráneo asociado a los suelos arenosos, así como otras introducidas, por ejemplo la libre europea (*Lepus europaeus*), se ensamblan en estos ambientes de pastizales característicos [11].

Desde fines del siglo XIX y principios del siglo XX hasta la actualidad las dunas costeras fijas o semi fijas con pastizales autóctonos o implantados de la barrera han sido receptoras de actividades como la ganadería extensiva. Pero a partir de la mitad del siglo XX se sumaron urbanizaciones destinadas principalmente al turismo y la recreación asociadas al modelo de sol y playas. Estas urbanizaciones se desarrollaron ligadas a procesos de fijación de dunas por forestación con especies exóticas.

La urbanización y la excesiva fijación de médanos frontales, la extracción de arena y la construcción de defensas costeras han sido considerados como factores fundamentales en la erosión costera inducida antrópicamente [12], [13]. Así, Bertola [14] concluye que los procesos antropogénicos de alteración de playas superan a las variaciones morfodinámicas originadas por procesos naturales.

En las dunas semifijas se ha desarrollado la minería de áridos. Caballé y Bravo Almonacid [15], destacan la importancia de la minería de áridos que se desarrolla en la región costera bonaerense como zona productora de áridos naturales.

2. Materiales y métodos

El trabajo fue realizado en una secuencia clásica iniciada con trabajos de campo, seguida de tareas de laboratorio y gabinete.

Los trabajos de campo consistieron en recorrer las principales ciudades costeras del Barrera Oriental y

el reconocimiento de las areneras activas y donde ya ha cesado la explotación en la zona de estudio. Allí se obtuvieron muestras sedimentarias para caracterizar el material objeto de la explotaciones mineras, cuyo estudio detallado, en el laboratorio, será objeto de otros trabajos más específicos.

Como tareas de gabinete y eje central del presente aporte se realizó un mapeo de escala regional de la barrera oriental mediante imágenes Google Earth®. Este mapeo permitió definir la superficie total para la barrera medanesosa desde Punta Rasa hasta la desembocadura de la albufera de Mar Chiquita.

Seguidamente se mapeó la superficie transformada por urbanizaciones, fijación de dunas mediante forestaciones intensivas, áreas de médanos vivos, semifijos, fijos, médanos colindantes (de acuerdo con el concepto general establecido en el decreto provincial 8758/77) y las areneras tanto en actividad como pasivas.

Como trabajo de gabinete se analizaron las relaciones entre la superficie de cada uno de los usos y actividades detectados en la faja medanesosa y la población a fin de establecer la huella geomorfológica de la minería de áridos en relación con las otras actividades presentes a escala regional.

3. Resultados y discusión

El análisis realizado sobre imágenes Google Earth®, permitieron definir para la totalidad de la Barrera Oriental una superficie 521 km², desde Punta Rasa hasta la desembocadura de la albufera de Mar Chiquita. Esta superficie incluyó tanto los médanos vivos como aquellos que presentan distintos tipos de coberturas, ya fuesen estas de génesis natural o antrópica.

Los médanos o dunas que conservan su estado más natural, entendiendo por tal a aquellos dominados por procesos de transporte y deposición eólicos, se reducen a un 11% de dunas vivas (58,6 km²) y casi 2.5% (12,3 km²) corresponde a las dunas colindantes.

El concepto de dunas colindantes surge del Decreto-Ley 8758/77, que en su Artículo 1º. Expresa que - Las extracciones de arena que se realicen tanto en playas marítimas como en los terrenos colindantes con ellas, deberán permitir la reposición natural del árido en lapsos prudenciales; a ese efecto, la autoridad minera dictará las normas particulares de extracción para cada caso.

A los fines de clarificar este concepto el decreto 10392/87, establece que se considerarán como tales, a todas las fajas de terrenos, independientemente de su dominio catastral, dentro de las que se ubiquen las dunas, móviles o fijas, aledañas a la playa y que conforman una unidad geomorfológica en equilibrio dinámico (playa-duna).

Ni el decreto ley, ni su decreto reglamentario son lo suficientemente claros para establecer un criterio geomorfológico mapeable, toda vez que las variables temporales implícitas (expresadas en los términos lapsos prudenciales o equilibrio dinámico) aluden a un proceso dinámico y no a una geoforma definida y consecuentemente no permiten establecer un límite

físico. Así se ha aplicado un criterio conservador, aunque no conservacionista, para establecer los límites de este cuerpo de dunas dinámico. El límite considerado se sitúa hacia el E en el deslinde entre la playa distal y el cuerpo medanesoso, zona equivalente al espaldón de la playa. En el caso del límite continental se ha establecido un criterio variable en función de la presencia de urbanización y/o forestación, en los casos de dunas transformadas antrópicamente; y en el caso de dunas no transformadas antrópicamente, el límite oriental son los humedales intermedanosos, depósitos de overwash o desarrollo de crestas de dunas transversales a la costa.

Los médanos vivos presentan en general una morfología dominada por el transporte de sedimentos de los cuadrantes S, SE y SW que definen formas que se transforman de sur a norte desde médanos parabólicos de brazos cortos a dunas barjanoides y transversales a dunas en estrella.

El resto de la Barrera oriental se encuentra dividida o fragmentada por diversas ocupaciones territoriales y actividades antrópicas que coexisten con esas otras zonas cuya dinámica geomorfológica y ecosistémica conservan condiciones de mayor naturalidad.

En efecto, la Barrera Oriental presenta en la actualidad su mayor superficie transformada por las urbanizaciones que se han desarrollado a lo largo de siglo XX y que predominan en la porción central y septentrional de la Barrera [16]. Las mediciones realizadas arrojan que unos 141,85 km² corresponden a urbanizaciones en distinto grado de consolidación, desde ciudades plenamente establecidas y desarrolladas como Villa Gesell y Pinamar hasta nuevos asentamientos en pleno proceso de desarrollo y ocupación como costa Esmeralda o Montecarlo.

Estas urbanizaciones son seguidas en importancia espacial por las forestaciones de distinta envergadura que alcanzan casi 54 km² y en general anteceden a procesos de urbanización. Independientemente de que estas forestaciones se desarrollen posteriormente como emplazamientos urbanos o no, implican una drástica y permanente transformación artificial del sistema dunario aun cuando puedan recibir por parte de la sociedad de una alta valoración.

Los médanos fijos por pasturas naturales, que constituyen un ecosistema complejo y diverso de unos 199 km², son en general objeto de un tipo de intervención productiva signada por el desarrollo ganadero extensivo. Esta actividad, que en líneas generales no ha sido particularmente considerada por la mayoría de los autores que han estudiado el grado de transformación del sistema dunario de la Barrera Oriental, ha presentado un importante desarrollo durante todo el siglo XX y ha generado una alteración ecosistémica con la instalación de grandes estancias como Medaland o Establecimiento Querandí en particular en la zona sur de la Barrera.

En el contexto del presente trabajo hemos considerado que la categoría que denominamos médanos semifijos son aquellos cuerpos que, a escala de mapeo regional, presentan una cobertura vegetal entre un 50 y un 70% de su superficie por pastizales tipo natural. Esta categoría

de dunas llega a unos 54,38 km², lo que representa algo más del 10 % de la Barrera Oriental.

Las actividades extractivas lícitas, entendiendo por tales a las explotaciones reconocidas y verificadas por los organismos de control provinciales, ocupan menos de 1 km². En la actualidad los organismos provinciales de control de la actividad minera y ambiental sólo tienen como presentadas tres establecimientos mineros en la barrera Oriental, de los cuales sólo uno se encuentra en plena actividad (Fig. 2).



Fig. 2. Foto de arenera en producción.

Estas explotaciones mineras se han desarrollado fundamentalmente en áreas caracterizadas por médanos semifijos por pasturas y vegetación natural parcialmente alterada por la ganadería extensiva bovina (Tabla 1). Las explotaciones se encuentran a una distancia de la playa del orden de los 3 km, separados de estos por cuerpos medanosos semifijos y vivos.

	km ²	Porcentaje
Barrera Oriental	521	100
Forestaciones	53,82	10,3
Urbanizaciones	141,85	27,2
Areneras	0,82	0,2
Médanos vivos	58,6	11,2
Médanos semifijos	54,38	10,4
Colindantes	12,283	2,4
Fijos	199,247	38,2

Tabla 1. Superficies de categorías en médanos

Si bien los asentamientos más antiguos en la Barrera Oriental datan de fines del siglo XIX (como San Clemente del Tuyú), las ciudades costeras comienzan una etapa de desarrollo importante a partir de la década de 1930. Desde aquel momento la población permanente ha ido incrementándose lentamente, llegando en la actualidad a unos 128.000 habitantes distribuidos entre todas las poblaciones (Fig. 3).



Fig. 3 Imagen Google Earth® mostrando zonas urbanizadas y forestadas en las proximidades de las areneras.

El concepto de huella geomorfológica humana se relaciona con “huella ecológica” propuesto por [17], implica de algún modo las contribuciones humanas a la transformación de la superficie terrestre y se refleja en las superficies y volúmenes implicados en la extracción, transporte y re-depositación de materiales geológicos, urbanizaciones, desarrollo de infraestructuras, etc., que producen efectos sobre el territorio.

Rivas y colaboradores [18], en un estudio comparativo entre distintas zonas de América Latina y España establecieron que la “huella geomorfológica humana (HGF)”, expresada en unidades de superficie/persona/año ocupados por geoformas antrópicas y/o volumen/persona/año movilizados por esas actividades y que puede asociarse al crecimiento del PBI o PGI, puede tomarse como un indicador de la intensidad de la influencia humana sobre el medio físico.

La población global en la barrera medanosa oriental se ha incrementado en unos 26000 habitantes permanentes en casi una década. La densidad poblacional de la Barrera Oriental ha pasado del 2001 al 2010 de 2 hab/año a 2,5 hab/año (Tabla 2 EN LA PRÓXIMA PÁGINA).

Las nuevas superficies urbanizadas en ese lapso que se

desarrollaron predominantemente en la zona centro y norte de la Barrera transformaron unas 1871 has. Este incremento, considerando el aumento poblacional global de la barrera Oriental, implica una huella geomorfológica urbana del orden de los 5.400.000 ha.hab/año. En ese mismo lapso la variación de las superficies afectadas por las areneras declaradas y registradas pasó de casi 0,65 ha a 82 ha lo que implica una huella geomorfológica del orden 230.000 ha.hab/año. Lo significativo de este dato es que la relación entre la huella geomorfológica de las areneras representa cerca de un 4% respecto a la de las urbanizaciones

La única arenera activa y habilitada abastece a todas las poblaciones costeras y ciudades de los municipios lindantes con la costa y llega su zona de influencia hasta la ciudad de Mar del Plata. Es decir que si se contemplaran estos otros sectores urbanos externos a la Barrera su aporte relativo a la huella geomorfológica sería aún menor.

4. Conclusiones

La relación que se evidencia entre la superficie de las areneras y el resto de las actividades que se desarrollan en las distintas zonas que comprenden la Barrera Oriental, denota que la actividad minera es minoritaria.

Su posición alejada de la costa y desarticulada funcionalmente de los procesos de intercambio sedimentario directo entre la playa y el cuerpo medanoso revela una insignificante participación en la génesis de los

procesos erosivos costeros que aquejan a gran parte de la zona ocupada en la Barrera Oriental

La relación entre la huella geomorfológica de la actividad extractiva respecto a la directamente relacionada de las urbanizaciones demuestra que la actividad minera esta subrepresentada en la distribución de actividades en esta barrera.

Esto último puede ser el resultado de las autorizaciones, existentes en muchos municipios, respecto a la posibilidad de re-uso de arenas con fines a las construcciones que se desarrollen in situ, la existencia de explotaciones clandestinas en la zona o el uso comercial (y por ende ilegal) del re-uso de las arenas generadas por movimientos de suelos y construcción local.

5. Referencias

- [1] F.I. Isla, F.I. y G.R. Bertola, G. R. 2005. Litoral Bonaerense. Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires, Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. 2005.Cap. XVI. 265-276.
- [2] G. Parker. Geología de la planicie costera entre Pinamar y Mar de Ajó. Prov. De Buenos Aires Rev. Asoc. Geol.Arg. XXXV, 3 (167-183) 1979
- [3] E.J. Schnack, E., Alvarez, J. y J. Cionchi,. El carácter erosivo de la línea de costa entre Mar Chiquita y Miramar, Provincia de Buenos Aires. UNMdP (ed.). Oscilaciones del nivel del mar durante el último hem ciclo deglacial en la Argentina. Actas: 118-129. 1983

PARTIDO	LOCALIDAD	POBLACIÓN 2001	POBLACIÓN 2010
PARTIDO DE LA COSTA	San Clemente del Tuyú	11.174	12.126
	Las Toninas	3.550	5.278
	Santa Teresita	12.950	15.213
	Mar del Tuyú	6.916	8.070
	San Bernardo	6.966	28.466
	La Lucila del Mar	1.477	
	Costa Azul	104	
	Aguas Verdes	355	
	Mar de Ajó	13.769	
	Nueva Atlantis	100	
PARTIDO DE PINAMAR	Pinamar	9810	25.397
	Ostende	6073	
	Valeria del Mar	3156	
	Cariló	1553	
PARTIDO DE VILLA GESELL	Villa Gesell	23.257	31.730
	Mar Azul	825	1.797
	Mar de Las Pampas		
Variación inter-censal		102.035	128.077

Tabla 2. Habitantes por localidades

- [4] E.J. Schnack, J. L. Fasano, y F.I. Isla. The evolution of Mar Chiquita lagoon, Province of Buenos Aires, Argentina. En Colquhoun, D. J. (ed.) Holocene Sea-Level Fluctuations: Magnitudes and Causes. IGCP 61, Univ. S. Carolina, Columbia, SC, 143-155. (1982)
- [5] Violante, R.A. Ambientes sedimentarios asociados a un sistema de barrera litoral del Holoceno en la llanura costera al sur de Villa Gesell. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 47, 2, 201-214. (1992)
- [6] L. A. Spalletti, y M. Mazzoni. Caracteres Granulométricos de Arenas de Playa Frontal, Playa Distal y Médano del Litoral Bonaerense. Revista de la Asociación Geológica Argentina 34 (1): 12-30. Buenos Aires. 1979.
- [7] F. I. Isla, L C. Cortizo y H A. Turno Orellano. Dinámica y Evolución de las Barreras Medanosas, Provincia de Buenos Aires, Argentina Revista Brasileira de Geomorfologia, Volume 2, N° 1 73-83. 2001.
- [8] S.M. Zalba, y C.B. Villamil. Woody plant invasion in relict grasslands. 2002 Biological Invasions 4:55-72.
- [9] C. Block, O. A. Stellatelli, G.O. García, L. E. Vega y J.P. Isacch. Factors affecting the thermal behavior of the sand lizard *Liolaemus wiegmanni* in natura land modified grassland softemperate coastal dunes from Argentina. 2013 Journal of Thermal Biology 38:560-569.
- [10] C.D. Antinuchi, y C. Busch. Burrow structure in the subterranean rodent *Ctenomys talarum*. Zeitschrift fur Säugetierkunde. 1992, 57(3):163-168.
- [11] O. Stellatelli, C. Block; L., E. Vega; J. P. Isacch; F. B. Cruz, Factors affecting the spatial ecology of the lizard *Liolaemus wiegmanni* in the pampasic coastal dunes of Argentina. 2016. Herpetological Journal. Montrose, Angus, UK; vol. 26 p. 11 - 19.
- [12] A. Merlotto y G. R. Bértola. Evolución Urbana y Su Influencia en la Erosión Costera en El Balneario Parque Mar Chiquita, Argentina. Papeles de Geografía., 47-48; pp. 143-158. 2008
- [13] C. Lasta, L. Ezpeleta, E. González y D. Roselli. Estrategia de fijación de dunas costeras: Evaluación Metodológica y Económica en el Partido de La Costa., D. En Manual de Manejo de Barreras Medanosas de la Provincia de Buenos Aires. EUDEM. 2010.
- [14] G. R. Bertola. Morfodinamica de Playas del Sudeste de la Provincia De Buenos Aires (1983 A 2004). Latin American Journal Of Sedimentology And Basin Analysis | Vol. 13 (1), 31-57. Asociación Argentina de Sedimentología -ISSN 1669 7316 2006.
- [15] Caballe, M. y M. Bravo Almonacid. Minería Costera. En Manual de Manejo Costero para la Provincia de Buenos Aires. Isla /Lasta Edit. 2006. Eudem. pp.113-123.
- [16] V.I. Juárez y J.M. Mantobani. La Costa Bonaerense. Un territorio Particular. En Manual de Manejo Costero para la Provincia de Buenos Aires. Isla /Lasta Edit. 2006 Eudem. pp.41-69.
- [17] M. Wackernagel y W. Rees. 1996. Our ecological footprint; reducing human impact on the earth. New Society Publishers, Gabriola Island, BC. Canada.
- [18] V. Rivas, A. Cendrero, M. Hurtado, M. Cabral, J. Giménez, L. Forte, J.L. del Río, M. Cantú, A. Becker 2006. Geomorphic consequences of urban development and mining activities; an analysis of study areas in Spain and Argentina. Geomorphology; 73(3-4): 185-206