

## APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE ÁRIDOS DUNARIOS EN EL SUDESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Germán R. BÉRTOLA<sup>1,2\*</sup>, Marcelo FARENGA<sup>1</sup>, Juan M. FERNÁNDEZ<sup>4</sup>, Bernardo TAVERNA<sup>1,3</sup>, Daniel ANTENUCCI<sup>2</sup> y Julio L. del RÍO<sup>1</sup>

1: Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (Universidad Nacional de Mar del Plata-CIC) - Funes 3350, (7600) Mar del Plata.

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

3: Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires (CIC-PBA).

4: Municipalidad de Necochea.

\*e-Mail: gbertola@mdp.edu.ar

### ABSTRACT

**SUSTAINABLE EXPLOITATION OF DUNE AGGREGATES IN THE SOUTHEAST OF BUENOS AIRES PROVINCE:** The coastal dunes are part of the coast that is made up of the beach and the dune itself. It is an ecological system in constant natural change and evolving on a human time scale. In the municipalities of Lobería and Necochea there are human settlements, extraction of aggregates, tourism and other anthropic activities that modify the natural mobility of the dunes, affecting the urban areas of Arenas Verdes and Costa Bonita towns, generating the loss of a significant number of public and private lots, with the consequent economic damages. This document offers mechanisms that will provide the necessary aggregates to support the construction industry in southeast Buenos Aires and, at the same time, reduce the geomorphological risk caused by migrant dunes in vulnerable urban areas and minimize the prejudices related to the extractive mining activity. The proposal is backed by an environmental sustainability exploitation scheme, with a resource renewal rate generated by transportation and mobility of the dune field over an urbanized area, allowing a reasonable extraction of aggregates from the front of the transversal dunes, with minimal damage to both, coastal ecosystems and the beach environment.

**Keywords:** DUNES – AGGREGATES – SUSTAINABLE – URBAN RISK

### INTRODUCCIÓN

Las dunas costeras son parte del sistema arenoso litoral, compuesto por la playa altamente dinámica y la duna propiamente dicha, más estable. Son un sistema ecológico en constante cambio y evolución que manifiesta un alto grado de susceptibilidad ante intervenciones antrópicas como el desarrollo de urbanizaciones, extracciones de áridos, turismo y otras actividades conexas. En los municipios de Lobería y Necochea se encuentran desarrolladas todas estas actividades. Además son municipios donde tradicionalmente se ha concentrado la explotación de dunas costeras para la provisión de áridos para la construcción (Fig.1).

La movilidad de la faja medanosa en estos municipios afecta a las tramas urbanas de las localidades de Arenas Verdes y Costa Bonita. En el primer caso, ha generado a lo largo de estos años la pérdida de un número apreciable de lotes, con el consecuente perjuicio económico tanto a los poseedores privados, como al erario público. En el caso de Costa Bonita la afectación patrimonial es menos definida, pero significativa: se han llegado a trasladar edificaciones para que no queden bajo las arenas de las dunas.



Fig. 1: Mapa de ubicación del área de trabajo.

En el presente trabajo se presentan herramientas que permitirán localizar zonas de extracción o aporte de los áridos necesarios para sostener la industria de la construcción en el sudeste bonaerense y, a la vez, reducir el riesgo geomorfológico provocado por las dunas migrantes sobre las áreas urbanas vulnerables mediante la extracción selectiva de arenas, minimizando sus aspectos negativos, así como los prejuicios respecto a la actividad minera extractiva.

Hay que tener en cuenta que en esta zona de la provincia de Buenos Aires, por la litología de la llanura interserrana, la existencia de áridos de calidad para la construcción es muy limitada. Por ello su obtención proviene de las cadenas medanosas costeras (del Río et al., 2017). Teniendo en consideración los reparos ambientales respecto a los efectos negativos de las actividades extractivas sobre los ecosistemas, se analizó la relación de la dinámica geomorfológica y sedimentaria junto con las implicancias ecológicas en los cordones medanosos, para aportar criterios que permitan la provisión de áridos para la construcción, así como sostener un paisaje dunario equilibrado, siempre teniendo como premisa no comprometer la capacidad ambiental del ecosistema (Taverna et al., 2018). La propuesta se basa en un esquema de aprovechamiento sustentable desde el punto de vista ambiental, con una tasa de renovabilidad del recurso generada por el transporte y movilidad del campo de médanos sobre un área urbanizada, permitiendo una extracción sustentable de áridos del frente de avance de dunas transversales, con una mínima afectación de los ecosistemas costeros y del ambiente de playa.

## METODOLOGIA

Las tareas consistieron en la identificación y geoposicionamiento de las áreas medanosas móviles que se desplazan hacia y sobre zonas pobladas en los sectores orientales del partido de Necochea y la zona costera del municipio de Lobería. En la localidad de Arenas Verdes, se mapearon las áreas de mayor movilidad de los frentes de avance mediante el uso de un drone Phantom 4 Pro, y en el caso del sector comprendido entre Bahía de los Vientos y Costa Bonita, mediante comparación de fotografías aéreas (1960 y 1984), e imágenes satelitales Quickbird y Digital Globe de alta resolución (2004, 2011, 2017 y 2019).

Se realizó el cálculo de superficies y volúmenes, así como la determinación de la velocidad de migración de las dunas y la afectación sobre la trama urbana de los frentes de avance de los médanos transversales, documentándose cuantitativamente la pérdida de lotes por el fenómeno de migración de los mismos. Conjuntamente con el relevamiento de campo, se obtuvieron muestras superficiales de sedimentos de los médanos, que fueron tamizadas con Ro-Tap y se

analizaron sus parámetros estadísticos con el software GRADISTAT® 8.0 (Blott y Pye, 2001). También se realizó el análisis de la composición mineralógica de estas arenas, mediante una separación bromofórmica. Los minerales pesados fueron tratados con un imán permanente. La determinación de los carbonatos se realizó microscópicamente.

En el caso de Arenas Verdes fue posible calcular los volúmenes de transporte de arena sobre el campo de médanos mediante la aplicación de algoritmos de dinámica de médanos (Bagnold, 1941; Zingg, 1952 y Hsu, 1974), obteniéndose parámetros como el coeficiente de rugosidad, la velocidad de fricción, tensión de corte en la superficie, velocidad de iniciación de movimiento, coeficiente de arrastre y tasa de transporte del sedimento. La continuidad de estos trabajos en Costa Bonita, permitirá cuantificar las tasas de transporte eólico en esa localidad.

## MARCO GEOLÓGICO

El área objeto de este estudio se ubica en la Barrera Medanosa Austral, cuya extensión es del orden de los 390 km, desde Miramar hasta Punta Alta (Fig.2). El Municipio de Lobería posee una población significativamente menor que la de los municipios aledaños, pero con sus 3 canteras activas es uno de los principales proveedores de áridos naturales de la provincia de Buenos Aires, abasteciendo con este recurso estratégico al desarrollo urbano de las ciudades de los partidos que lo circundan. Hasta hace 10 años, la zona costera de Quequén (donde pertenece Bahía de los Vientos) y Costa Bonita, tenían más de 5 canteras en funcionamiento que abastecían los mercados de las ciudades de Necochea, Quequén, Lobería, Mar del Sud, Mechongué, Miramar, Mar del Plata e inclusive, Balcarce.



Fig. 2: Provincia de Buenos Aires y sus Barreras Medanosas.

El partido de Lobería tiene una superficie de 475.500 ha, de los que 169 ha corresponden a Arenas Verdes. Esta localidad está conformada por 950 parcelas de 1.000 m<sup>2</sup> promedio cada una (Aguilar, 2009). En el 2003, 32 parcelas estaban invadidas por el médano, que

se habían incrementado a 36 durante el 2019. Por otro lado, el partido de Necochea posee 479.200 ha, de las que 208 ha pertenecen a Costa Bonita. Aquí hay 4600 parcelas, de las que más de 70 están bajo el médano. En ambas localidades, despejar estas parcelas obliga tanto al municipio como a los particulares a una intervención constante con altos costos del erario público.

## RESULTADOS

En el caso de la costa de Quequén si bien en la actualidad no hay areneras activas, en el pasado fue una de las zonas extractivas más importantes, con 5 areneras instaladas en dicho sector. Sus extracciones conjuntas llegaban al orden de los 250.000 m<sup>3</sup>/año (comunicación oral de Lic. F. Pintanida, Dirección Provincial de Minería).

Por comparación de las imágenes satelitales, entre el 2004 y 2019 se verificó un avance general de los frentes de las dunas hacia el ENE (Fig.3). Si bien las superficies de médanos vivos parecen disminuir en el tiempo, resulta importante el sector 13 que es el que se interna en la zona urbanizada de Costa Bonita.

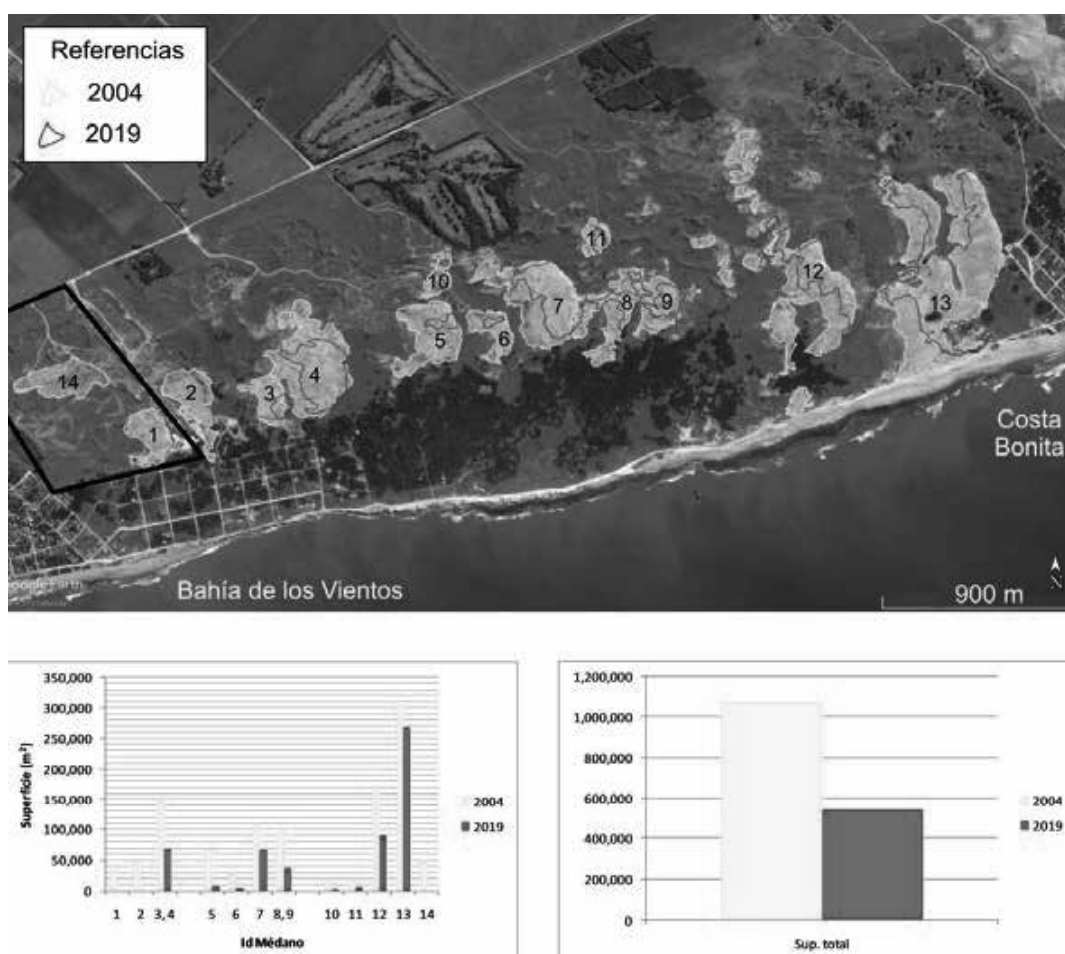


Fig. 3: Evolución temporal de los campos medanosos y cuantificación de superficies entre el 2004 y el 2019 entre Bahía de los Vientos y Costa Bonita.

En el caso de Costa Bonita, desde la década de 1980 se advierte un constante avance de las dunas en dirección al ENE sobre un sustrato *pampeano* situado aproximadamente en la

cota de 5 m.s.n.m. Un punto de singular importancia social es la Gruta de la Virgen, que tuvo que ser relocalizada por el avance de los médanos, cuya cresta llega a más de 15 m.s.n.m. El volumen de arena que avanzó sobre la urbanización y ocupó parte de lotes urbanos desde 2004 a la fecha, es del orden de los 400.000 m<sup>3</sup>, equivalente a unas 640.000 toneladas de arena (Fig.4).

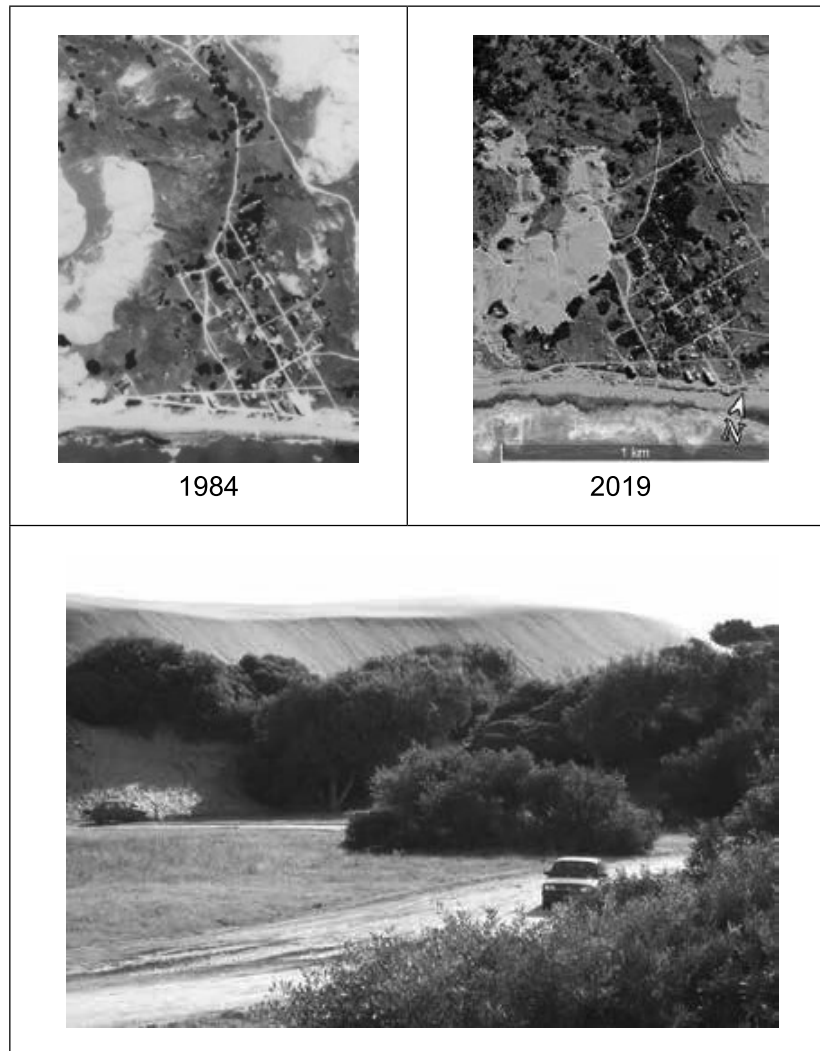


Fig. 4: Sector SSO de Costa Bonita. Fotos históricas del médano avanzando sobre la trama urbana de la localidad. El punto rojo es la ubicación de la Gruta de la Virgen antes de 1999. El punto amarillo indica su posición actual. En la foto inferior, la flecha amarilla coincide con la de la imagen superior y muestra el frente de avance del médano.

En Arenas Verdes por su parte, dominan las dunas transversales cuyas crestas principales están orientadas N-S y con sus crestas retrabajadas en dirección E-O (Teruggi et al., 2004). Forman un mosaico complejo de dunas móviles, semi-móviles y estabilizadas, que intercalan con sectores de acantilados sobre los que se apoyan dunas bajas y de reducida expresión que migran en dirección al NE avanzando sobre la trama urbana de la localidad balnearia y generando un problema ambiental y patrimonial para los propietarios de los terrenos y parcelas afectadas (Bértola et al., 2018). Sobre la base de los trabajos de campo y las comparaciones de imágenes Google Earth® del 2003, se han definido dos zonas estabilizadas: una al NO de Arenas Verdes y otra más próxima a la costa. Entre ambas hay un sector central con mayor

velocidad de avance del frente del médano (Fig.5). En esta zona de mayor movilidad del cuerpo medanoso, se ha cuantificado un volumen de 1.540.000 m<sup>3</sup> de arenas de médano, que ocupa unas 17 parcelas, tanto urbanas como rurales. Para esta zona, se ha calculado una tasa de transporte del cuerpo medanoso de 91 m<sup>3</sup>/m en promedio.

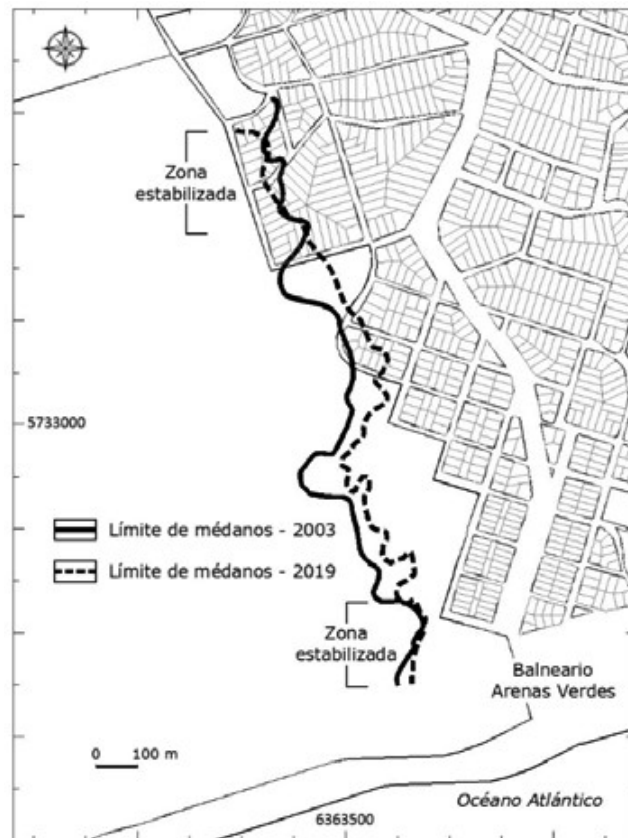


Fig. 5: Límite del frente de médano en el 2003 y en el 2019. Se aprecian tres zonas: dos estabilizadas (en los extremos) y una con mayor variación, en el centro.

Considerando un piso de explotación a cota de 10 m.s.n.m. y un peso específico del material del orden de 1,6 ton/m<sup>3</sup>, se alcanza un potencial extractivo del orden de 2.464.000 toneladas. Comparando este valor con las casi 230.000 toneladas extraídas en el año 2016 por las tres canteras activas del municipio de Lobería, es equivalente a más de 10 años de explotación, con la ventaja que se rehabilitarían parcelas urbanas y se extraería ese material de la zona de movilidad de la duna que actualmente se interna en la zona urbana.

Las distribuciones de la fracción psamítica de las muestras recolectadas fueron de arenas medianas (0,295 phi). Solo una muestra posee fracción pefita (sábulo de 2,38 phi). En relación al percentil 1, todas las arenas fueron muy gruesas (1,14 phi). Los valores de desvío estándar indicaron que las muestras son pobremente seleccionadas (1,02) y con asimetría negativa (-0,09). En lo que respecta a su composición mineralógica, las arenas están compuestas mayoritariamente por un 83% de minerales livianos y 17% de minerales pesados (con 1,5% de magnetita). Los minerales livianos están distribuidos del siguiente modo: 22,5% de cuarzo, 35,5% de plagioclasas, 7% de ortosa, 19% de vidrio volcánico, 11,5% de minerales alterados y 4,5% de carbonatos.

Luego de la extracción de esas arenas que actualmente interactúan con la trama urbana, el sostenimiento de la línea de médanos habilitaría un programa de explotación más

sustentable que consistiría en extraer exclusivamente del frente de avance, representado por la cara de sotavento de las dunas transversales y barjanoides.

En el 2020 el precio de la tonelada de arena en cantera está en el orden de los U\$S 2,5.-, por lo que la extracción y venta del material que han obliterado los predios urbanos, arrojaría un monto estimado en unos 8.215.000 U\$S para ambas localidades.

Siguiendo el criterio general de Jungerius y van der Meulen (1988), un frente de avance de la duna móvil sería un sector de relativamente baja complejidad edáfica y ecológica, y máxima dinámica geomorfológica ya que carece de vegetación y concomitantemente no hay muchos organismos que residan en forma permanente en este ambiente. Aquí, la propia movilidad de arena es una condición permanente, que impide los procesos edáficos, por lo que es un sector de mínima vulnerabilidad ambiental.

Si asumimos un esquema más conservador, y consideramos la extracción sólo de una parte del material en tránsito correspondiente al frente de la duna de unos 10 m de ancho por 850 m de largo y 3 m de altura del frente de médano para Arenas Verdes, y de 1100 m x 10 m x 3 m para Costa Bonita, que evitaría el avance de la duna sobre la trama urbana, permitiría una extracción posible anual de 25.500 m<sup>3</sup> (Arenas Verdes) y 33.000 m<sup>3</sup> (Costa Bonita), o que permitirá un ingreso bruto del orden de los 234.000 U\$S anuales para los dos municipios, y que no tendría efectos negativos significativos sobre el ecosistema dunario, dado que es arena en tránsito.

## CONCLUSIONES

Una mínima afectación ambiental se presentaría en una situación de máxima actividad geomorfológica y un reducido desarrollo edáfico y ecosistémico. Esta condición se expresaría donde encontramos dunas transversales o barjanoides migrantes sobre terrenos continentales, dado que los componentes bióticos del ecosistema dunario están mínimamente desarrollados en las arenas móviles del frente de avance. Evaluando esto, podemos inferir que la extracción limitada de las arenas móviles del frente de avance de las dunas migrantes, reflejaría la mejor condición ambiental para la localización de una arenera. En los sectores de Arenas Verdes y Costa Bonita se verificarían esas condiciones al existir un riesgo geomorfológico cierto sobre la zona urbanizadas, por ello es imprescindible que las dunas no avancen sobre los loteos.

El conocimiento y el estudio de las geoformas permiten comprender qué áreas de un sector de dunas pueden ser pasibles de explotación. Una adecuada gestión de los recursos, se traduce en una utilización racional y sustentable de los mismos, minimizando el riesgo de la pérdida de ambientes por la actividad antrópica.

Dado que una de las principales actividades económicas actuales del partido de Lobería es la minería de áridos de médanos, limitar esta industria representaría una disminución en los ingresos del municipio. Sin embargo, una extracción no planificada, tendría consecuencias negativas a nivel ambiental de difícil proyección.

Bajo este escenario, una industria minera bien gestionada, solucionaría dos problemas de distinta índole: por un lado evita una problemática ambiental urbana -conteniendo el avance de la duna sobre las edificaciones de ambas localidades- y por otro lado, mantiene el aporte de material a la construcción –respondiendo así a la necesidad de desarrollo de la población-. En efecto, esa extracción adecuadamente programada, permitiría a los municipios mantener su rol de proveedor significativo de áridos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, abasteciendo las demandas de las ciudades de Necochea, Quequén, Lobería, Mar del Sud, Mechongué, Miramar, Mar del Plata e inclusive, Balcarce.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue elaborado en el marco del Proyecto de Innovación y Transferencia en Áreas Prioritarias de la Provincia de Buenos Aires (PIT-AP-BA) durante el 2018, y financiado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Los

autores agradecen al IGCyC (UNMDP-CIC) por la logística y la posibilidad de realizar este proyecto en sus instalaciones.

## REFERENCIAS

- Aguilar, M., 2009. Programa Multisectorial de Pre inversión III - Préstamo BID 1896/OC-AR. Plan de desarrollo local para el municipio del Partido de Lobería. Estudio 1.EE.292. Informe Final Inédito. 185 pp.
- Bagnold, R. A., 1941. The Physics of Blown sand and desert dunes. London: Methuen (Ed.) Reprinted in 1960.
- Bértola, G., Leggiero, J., Martínez, G. y del Río, L., 2018. La provisión de arenas en la costa atlántica de la Provincia de Buenos Aires (Argentina): áridos naturales y de trituración. V Congreso Nacional de Áridos. Santiago de Compostela. 12 pp.
- Blott, S. y Pye, K., 2008. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth surface processes and Landforms*, 26(11):1237-1248.
- del Río, J., Piantanida, F., Antenucci, D., Molina, H., Cicchino, A., Denisienia, N., Martínez, G., Taverna, B., Farenga, M. y Lupo, S., 2017. Huella geomorfológica de actividades mineras en las dunas de la barrera oriental de la costa atlántica bonaerense: relación con otras actividades. III Congreso Argentino de Áridos. Córdoba.
- Hsu, S., 1974. Computing aeolian sand transport from routine weather data. *Proceedings of the XIV Conference on Coastal Engineering*:1619-1626.
- Jungerius, P. y Van der Meulen, F., 1988. Erosion processes in a dune landscape along the Dutch coast. *Catena* 15(3-4):217-228.
- Taverna, B., del Río, J., Antenucci, D., 2018. Patrón de micro distribución de *Ctenomys Talarum* en su rol como bioindicador en un pasivo de explotación de arenas en dunas costeras. I Congreso Argentino de Geología Aplicada a la Ingeniería y al ambiente.
- Teruggi, L., Martinez, G., Billi, P. y Preciso, E., 2004. Geomorphologic units and sediment transport in a very low relief basin: Río Quequén Grande, Argentina. *IAHS Publication Vol. 299*. Cataluña, España.
- Zingg, A., 1952. A study of the characteristics of sand movements by wind. M.S. Thesis. Dept. of Agricultural Engineering, Kansas State College. Kansas (USA).