

Vista parcial de la playa Varese,
ubicada entre aproximadamente la
altura de avenida Colón y la de la calle
Bernardo de Irigoyen. Foto Esteban
Zárate, Wikimedia Commons.



Rubén A Medina

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

Cambios de las playas por la construcción del puerto de Mar del Plata

Es sabido que Mar del Plata, fundada en 1874, es una de las principales ciudades portuarias del país. Desde antes de esa fecha, el sitio costero de Punta Iglesia era conocido como puerto Laguna de los Padres. El puerto actual, ubicado al sur del centro urbano, es una obra de ingeniería que permite atender tráfico de ultramar y tiene a la pesca como principal actividad, acompañada en menor medida por el movimiento de contenedores. Incluye también una modesta terminal para combustibles líquidos y un limitado atraque de cruceros de turismo. Desde hace varios años está fuera de servicio la antigua instalación para embarque de cereales.

El puerto fue y sigue siendo relevante en la historia, la economía y la cultura marplatenses. No obstante, su construcción a principios del siglo XX tuvo como

consecuencia la erosión de las playas cercanas, pues la estructura modificó sustancialmente la dinámica de la circulación de las aguas costeras. En la época no se había tomado conciencia –como comenzó a suceder hacia 1960– de la magnitud de los cambios ambientales que pueden provocar las grandes obras públicas, y de la necesidad de preverlos y controlarlos, por lo que el tipo de efecto que comentamos es común en todo el mundo.

Alteración de la dinámica litoral

En la costa bonaerense en la que se estableció la ciudad de Mar del Plata, como en muchos otros sectores costeros, un conjunto de factores entre los que se pro-

¿DE QUÉ SE TRATA?

Consecuencias beneficiosas e indeseadas del progreso y de las obras de ingeniería que lo permiten y acompañan.



Sector de costa afectado a partir de 1911, después de la construcción del puerto de Mar del Plata. Hacia el norte de la obra, predominaron los procesos de erosión marina; hacia el sur, los de acumulación.

ducen complejas interacciones, como los ríos o arroyos que desembocan en el mar, el viento y las olas marinas, generan corrientes litorales paralelas a la costa, denominadas *corrientes de deriva*, que trasladan sedimentos, un fenómeno conocido por *deriva litoral*. Los ríos y arroyos solo aportan sedimentos a las aguas costeras, pero los restantes factores pueden tanto proporcionarlos como sustraerlos, con el resultado neto de que las olas y las corrientes los depositan en la costa o los extraen de ella. Ese resultado neto depende de cuáles factores prevalezcan y, para cualquier sector de costa, el balance que resulta puede ser positivo si la cantidad de sedimentos que ingresa es superior al que sale, con lo que la costa tiende

a avanzar sobre el mar; o puede ser negativo si sucede lo inverso y el mar tiende a avanzar sobre el sector costero. Si el balance es nulo, la costa tiende a mantenerse en equilibrio.

La interrupción artificial de la deriva litoral por obras de ingeniería altera el balance anterior a ellas. En la costa del sudeste bonaerense, los vientos del sur y sudeste crean secuencias o *trenes de olas* dominantes en dirección oblicua a la línea de costa, con una deriva litoral que se desplaza de sur a norte, según la dinámica que muestran los gráficos de la página 16, de entre unos 200.000 y 700.000m³ de sedimentos por año, volumen nada despreciable que equivaldría al de un edificio de entre 7 y 23 pisos de alto que ocupase enteramente una hectárea.

En Mar del Plata, con la interrupción parcial de la deriva litoral preexistente en la zona por la construcción del puerto, parte del material transportado por las olas, al no poder seguir con su recorrido hacia el norte, se depositó antes de la escollera sur del puerto y, por eso, generó allí las amplias playas del balneario Punta Mogotes. A su vez, la deriva litoral que siguió su rumbo tomó material de la costa al norte de la otra escollera, en la que no dejó similar cantidad en compensación, pues el que hubiese trasladado sin el puerto, con la presencia de este había quedado en las playas del sur. Por consiguiente, se produjo una erosión y un retroceso de las playas de la zona norte, en forma parcialmente simétrica al avance de las de la zona sur.

Otra alteración ocasionada por la construcción del puerto fue la recurrente formación de un banco de arena en su boca, provocado por el cambio de dirección o *difracción* del tren de olas que causa la escollera sur. La difracción se produce cuando un obstáculo o pantalla retiene las olas y el resultado es que aquellas que pasan por los costados sufren cambios de dirección y pérdidas de energía que provocan el depósito de parte de los residuos sólidos que venían arrastrando. El mencionado banco es un impedimento para la navegación, el cual se morigera a cierto costo dragando y transportando la arena mar adentro, lejos de las corrientes litorales, o aprovechándola como material de construcción en la ciudad.

Otro efecto de la construcción portuaria es el transporte de sedimentos por corrientes perpendiculares a la costa que se dirigen hacia el mar, denominadas *corrientes de retorno* (*rip currents*). En el sector del puerto, estas se generan debido a que la escollera sur obstruye las corrientes litorales paralelas a la costa. Durante las tormentas —las denominadas *sudestadas*—, al llegar las olas con mayor energía a la costa, esas corrientes de retorno transportan sedimentos mar adentro, los cuales por lo general no vuelven a la costa llevados por las olas normales cuando regresa el buen tiempo, y resultan así sustraídos de la deriva litoral, con la consiguiente repercusión en el balance sedimentario final.

Por la suma de estos efectos, Mar del Plata registró una erosión costera que se extendió de las playas céntricas a los acantilados sitios más al norte. La razón por la cual lo último se produjo es que disminuyó allí la arena de las playas debido a que, luego de la construcción del puerto, las corrientes litorales llegan con menos sedimentos —pues estos quedaron retenidos más al sur— y en consecuencia toman de las playas parte de la arena faltante. Con ello, disminuye la arena de las playas y se produce un embate más frecuente del oleaje sobre los acantilados, que da lugar al incremento de su erosión.

Desde que comenzaron las obras del puerto en 1911 se produjo un retroceso promedio que en el siglo XX alcanzó 1 a 6m anuales en los acantilados ubicados al norte del casco urbano, y aproximadamente 2 a 6m/año en Santa Clara del Mar (1958-1975), 2m/año en Camet Norte (1958-2009), 1,5m/año entre el balneario anterior y Mar de Cobo (1965-2012) y 5m/año en el balneario Mar Chiquita (1949-2007), con retrocesos locales mayores. Estos datos surgen de mediciones realizadas en las últimas décadas tanto directamente en el área como sobre mapas, fotografías aéreas e imágenes satelitales por diferentes investigadores, incluido el autor de este artículo.

Obras de defensa costera

A partir de la construcción del puerto se fueron realizando, primero en la ciudad y luego en los restantes balnearios, diversas obras de ingeniería para contrarrestar la erosión. En algunos sectores se intentó mitigar o incluso revertir la situación, y recuperar total o parcialmente la playa perdida, mediante la construcción de espigones de diversas formas y de rompeolas. En otros sectores se buscó limitar la erosión por medio de paredones verticales e inclinados, montículos y revestimientos de bloques de roca y, en menor proporción, de hormigón armado.

En diversa medida estas obras lograron cumplir localmente con su cometido, pero no solucionar el problema general. La solución para unos significó el traslado magnificado del trastorno a otros. La razón de que esto suceda es que los espigones perpendiculares a la costa interrumpen la deriva litoral en forma similar a lo que hace la escollera del puerto. Incluso es posible que el conjunto de espigones genere un mayor traslado de sedimentos hacia el mar durante las tormentas, debido a las corrientes de retorno. Por su parte, los rompeolas dispuestos en forma paralela a la orilla a cierta distancia



El color de las aguas, debido a la arena u otros sedimentos que transportan, denuncia la existencia de deriva litoral, la cual corre por una franja que sigue a la línea de costa y más allá de la cual el mar toma su color normal.

de esta acumulan material por detrás, a causa de la difracción de los trenes de olas. A su vez, se incrementa la pendiente de las playas situadas frente tanto a los rompeolas como a los paredones, debido al cambio brusco en la dirección de propagación de los trenes de olas —fenómeno conocido como *reflexión de las olas*—, con el consiguiente traslado de sedimentos hacia el mar.

Dada la dinámica litoral explicada, en las defensas costeras, igual que en el puerto, los procesos de erosión se producen al norte de las obras y la acumulación de arena tiene lugar por lo general al sur de ellas. Así, para tomar un ejemplo, en noviembre de 2011 se construyó un espigón de 56m de longitud al norte del balneario Camet Norte, con el fin de proteger un predio privado de la erosión costera. En poco tiempo se observó acumulación de arena al sur de la estructura, con lo que se logró así la protección buscada, pero también se verificó la carencia de arena del lado norte del espigón, donde

la playa nunca recuperó el nivel de arena que tenía antes de la obra. Con menos playa, las olas comenzaron a llegar con más frecuencia, mayor altura y por ende más energía a los acantilados, los que resultaron erosionados en mayor medida que antes.

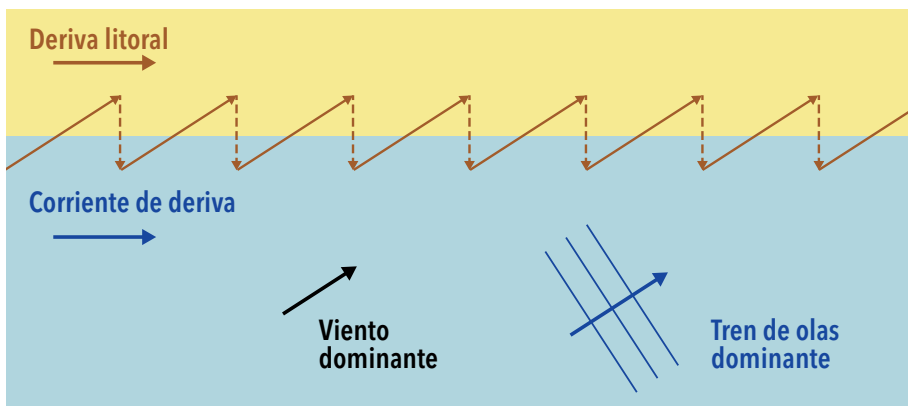
Un posible remedio

Hasta alrededor de 1960 prevalecieron en todo el mundo las obras de ingeniería de protección del tipo de las descritas, denominadas genéricamente técnicas duras. El mayor conocimiento gradualmente adquirido acerca del transporte litoral de sedimentos, junto con las evidentes desventajas de esas técnicas, posibilitó que, a partir de las décadas siguientes, se impusieran de manera paulatina las llamadas técnicas blandas, más armónicas con el medio y carentes de estructuras rígidas.

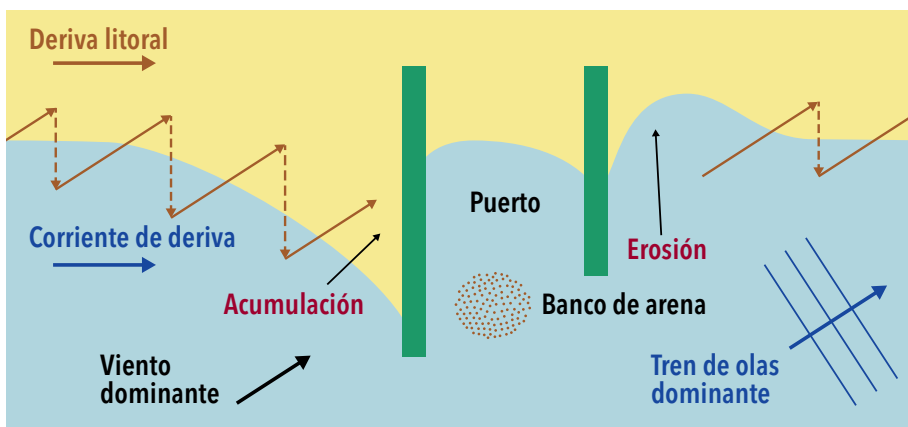
Una de las más utilizadas es la recarga artificial de las playas, que emplea arena de la calidad apropiada obtenida de sitios en los que su extracción no debería generar demasiados trastornos al ambiente. Se la puede extraer, por ejemplo, del fondo marino cercano a la costa, del que se recoge por dragado de materiales sólidos para su envío a la playa por cañerías en una emulsión con agua, un procedimiento que se conoce como *refulado hidráulico*. A diferencia de las obras de ingeniería dura, las de este tipo no obstruyen la deriva litoral y, en consecuencia, no trasladan la erosión a sectores ubicados aguas abajo (para usar la expresión habitual en ríos) de las corrientes costeras, como lo hacen los mencionados espigones, rompeolas y otras defensas.

La recarga artificial de playas solo mitiga la erosión que se produce en las playas que se tratan, pero no garantiza la estabilidad permanente de ellas, pues cada tormenta elimina parte del material incorporado. Por tal razón, es necesario repetir la recarga periódicamente, lo cual constituye una de las principales desventajas del método, dado que a lo largo del tiempo se generan significativos costos de mantenimiento.

Entre noviembre de 1998 y abril de 1999 se realizó un *refulado hidráulico* en las playas marplatenses, con una in-



Esquema del característico movimiento en zigzag de los sedimentos, en especial arena, transportados a lo largo de la costa por la corriente de deriva. Al romper las olas sobre la playa, trasladan la arena en dirección perpendicular al tren de olas, y cuando estas se retiran el agua con arena cae hacia el mar en la dirección de máxima pendiente de la playa, perpendicular a la línea de costa.



Esquema de los cambios en la dinámica de los sedimentos costeros producidos por la construcción de un puerto con dos escolleras (en verde) como el de Mar del Plata. Corriente arriba del puerto se acumula arena, corriente abajo de él se produce erosión y retroceso de la playa, mientras que la boca del puerto se embanca. Si el esquema se aplicase al puerto nombrado, el norte estaría del lado derecho del croquis.

versión de unos 30 millones de dólares. Se extrajeron unos 2,5 millones de m³ de arena, principalmente de la boca del puerto, y se los volcó mediante un sistema de cañerías sobre las playas céntricas de la ciudad. Debido a la magnitud y a las características de la obra, esta significó un cambio importante con relación a las distintas medidas de manejo que se venían aplicando en ese sector costero.

Si bien el refulado hidráulico se generalizó en las últimas décadas, sobre todo en los países desarrollados, también puede ocasionar problemas ambientales que no deberían ignorarse. Así, la extracción de arena de la boca del puerto de Mar del Plata dispersó contaminantes sobre las playas céntricas de la ciudad. También, en el lugar del que se saca la arena pueden producirse perjuicios a los peces y demás variadas formas de vida que habitan en el agua o residen en el fondo, tanto por la acción mecánica de la draga y por el aumento de la turbidez del medio debido a la succión de las cañerías, como por la expulsión de seres acuáticos a la playa seca. Problemas equivalentes, con sus repercusiones sobre la vida vegetal y animal (o biota), se presentan si el material se extrae del continente, por ejemplo, de un campo de médanos.

Otra técnica empleada, sobre todo para evitar las perturbaciones de la deriva litoral causadas por obras portuarias, es una variante de refulado hidráulico llamada *by-pass de sedimentos* (*sand by-passing*). Consiste en el traslado artificial de la deriva litoral de una manera que eluda dichas obras, lo que impide que se acumule arena aguas arriba y se erosionen las playas aguas abajo. También facilita que se mantenga la profundidad en canales navegables de acceso portuario que atraviesan dicha deriva. En otras palabras, aplicado a Mar del Plata sería el traslado de arena en forma controlada de un lado al otro de la boca del puerto mediante bombeo y un sistema de tuberías. Con esto se aseguraría el mantenimiento del canal de acceso al puerto y se lograría normalizar en buena medida la deriva litoral, lo cual mitigaría los problemas de erosión. En términos económicos, un sistema de *by-pass* requiere una inversión inicial muy importante, si bien en el largo plazo sus costos rondarían el 25% del dragado tradicional con efecto equivalente.

A fin de la década de 1950, una comisión integrada por funcionarios nacionales y provinciales consideró la posibilidad de establecer un *by-pass* de sedimentos frente al puerto marplatense. El proyecto no se logró llevar a la práctica debido a múltiples razones, entre ellas las diversas vicisitudes políticas y económicas de la historia reciente del país. En la actualidad, dada la experiencia recogida sobre ventajas y desventajas de obras de ingeniería duras y blandas, se practica un manejo costero híbrido que combina ambas técnicas.

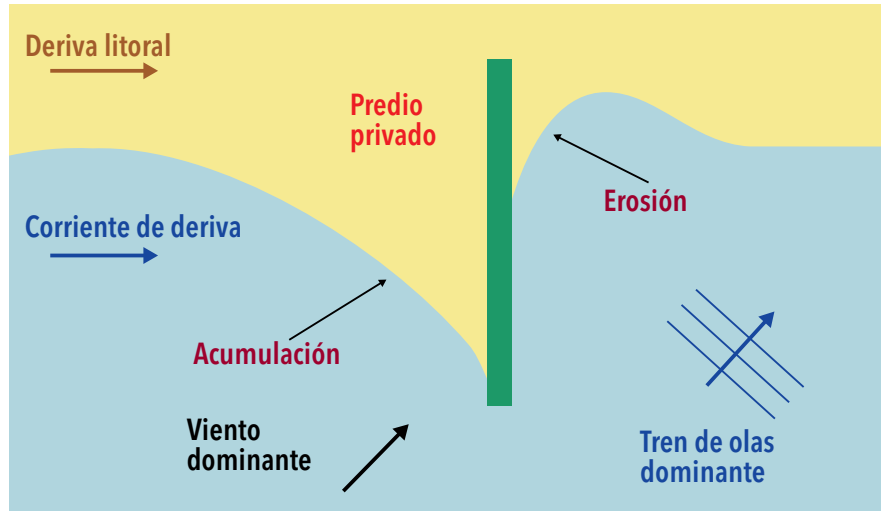


Erosión sufrida en el transcurso de un año por una saliente del acantilado de 10m de largo y 3m de ancho ubicada en Camet Norte. La primera fotografía fue tomada en julio de 2013 y permite apreciar, a la derecha del personaje, el arco horadado en la roca por las olas, que en la segunda foto, tomada cuatro días después, se ve considerablemente crecido. Dos meses y medio después, el sector de la saliente en que apareció el arco se había derrumbado, como se ve en la tercera foto, y para julio de 2014 había desaparecido todo lo que quedaba en pie de la saliente, según lo muestra la cuarta fotografía.

Arriba. Esquema (dibujado con el norte del lado derecho del croquis) del resultado de la construcción de un espigón de unos 56m de largo (en verde) en Camet Norte con el propósito de expandir la playa frente a un predio privado. Al sur del espigón, donde está la playa que se buscó aumentar, se acumula arena; hacia el norte se produce el efecto contrario y la playa resulta intensamente erosionada.

Centro. Fotografía de la playa acrecentada al sur del espigón tomada en invierno en 2014 mirando al norte.

Abajo. Fotografía de la playa erosionada al norte del espigón tomada en la misma fecha que la anterior mirando al sur.





Playas céntricas de Mar del Plata en 1999 (izquierda) y en 2016. El espigón más cercano de la fotografía de la derecha mide unos 115m. El edificio alto en primer plano está en la esquina del bulevar Patricio Perálta Ramos y la avenida Pedro Luro. La arena faltante en la segunda vista se incorporó a la deriva litoral y mitigó la erosión en las playas ubicadas más al norte.

A modo de conclusión

La erosión del sector de las costas del sudeste bonaerense del que nos hemos ocupado es un proceso natural que en gran medida fue potenciado por la construcción del puerto de Mar del Plata y por los manejos de defensa costera posteriores. Un fenómeno similar ocurre en el puerto de Necochea. Las soluciones viables a este problema de ingeniería costera tienen que surgir, indefectiblemente, de estudios multidisciplinarios que trasciendan los límites impuestos por las jurisdicciones administrativas, los compartimentos académicos y las prácticas profesionales. Además, es necesario someter cada variante técnica posible a un análisis económico, es decir, relacionar los beneficios de todo tipo que se obtendrían con todos los costos en que se incurriría, ambos a lo largo de la vida de la obra.

En los asentamientos urbanos, esa clase de estudios debe tener en cuenta las múltiples necesidades que resultan de la historia y las características de la ciudad. En Mar del Plata, esas necesidades incluyen la actividad portuaria, las emisiones de efluentes cloacales e industriales, las descargas de aguas pluviales, de las cuales una parte importante se vierte en aguas portuarias, y los requerimientos urbanos y del turismo. Las obras en sectores costeros siempre significan inversiones elevadas y gastos de operación y mantenimiento no menores, los que recaen en gran medida en el erario público. Dado que las soluciones de ingeniería y urbanismo tienen por lo general prolongados tiempos de construcción y vidas útiles que se extienden por décadas, es necesario concebirlas y ejecutarlas en el marco de una planificación global de largo plazo, y asignar prioridades a cada uno de sus componentes. **CH**

El autor agradece a Andrea L. Martínez su colaboración en el trabajo de campo y sus comentarios que han enriquecido el manuscrito.

LECTURAS SUGERIDAS

CIARLOTTI OJ, 1966, *Mar del Plata frente a un doble reclamo. Las defensas de sus playas y su puerto*, Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires.

ISLA FI, 2006, 'Erosión y defensas costeras', en ISLA FI y LASTA CA (eds.), *Manual de manejo costero para la provincia de Buenos Aires*, EUEM, Mar del Plata.

LAGRANGE AA, 1993, *Mar, playas y puerto*, Fundación Bolsa de Comercio de Mar del Plata.

MARCOMINI SC y LÓPEZ RA, 2014, *Geología y manejo costero*, Eudeba, Buenos Aires.

MEDINA RA et al., 2016, 'Cambios morfosedimentarios causados por la construcción de un espigón en Camet Norte', *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 73, 2: 273-282.

SVITSKI JPM et al., 2005, 'Dynamics of the coastal zone', en Crossland CJ et al. (eds.), *Coastal Fluxes in the Anthropocene*, Springer, Berlín.



Rubén A Medina

Licenciado en geología, FCEN, UBA.

Licenciado en geografía, FFYL, UBA.

Jefe de trabajos prácticos,
Facultad de Ingeniería, UBA.

medinaruben01@yahoo.com.ar