

COMENTARIOS SOBRE ARTICULOS PUBLICADOS EN MESES ANTERIORES

Contestación a los comentarios de Manuel Díaz-Marta, referentes a mi artículo sobre "El rozamiento y la estabilidad de las playas"

Por CARLOS GARAU Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Introducción.

Vaya por delante mi agradecimiento a Manuel Díaz-Marta por la sinceridad con que enjuicia mi artículo, por sus palabras de elogio sobre el ingenio y la dedicación con que he enfrentado los problemas de las costas, y por los conceptos que vierte en sus comentarios.

A través de lo que comenta en los párrafos iniciales y en las "Anotaciones para investigar la formación de las bahías" observo varias interpretaciones que, si pueden deberse a una deficiente exposición de mis artículos, quisiera alejar de la mente de quien desee profundizar el tema. Una de ellas la expresa al decir: "Para descubrir, comprender e interpretar el complejo fenómeno de la formación de playas es necesario emplear varias herramientas. No basta el único fundamento de un método para estudiar la propagación del oleaje, aunque éste sea tan meritorio y fecundo en aplicaciones como el de Iribarren". Comparto con tal intensidad esta idea, que no comprendo cómo puede exponerla en sentido crítico sobre mi artículo, cuando yo no pretendía con él nada más que expresar la concepción de una herramienta que, una vez puesta a punto su técnica de aplicación, podrá añadirse las que normalmente se utilizan para el estudio de los problemas de estabilización y creación de playas o de sus peligros de regresión. Además, mis teorías no son el resultado de la aplicación del método de los planos de oleaje; se basan únicamente en los principios o hechos fundamentales en que dicho método se basa. Precisamente para evitar este error de interpretación la segunda parte del artículo se publicó con el título de "El rozamiento y la estabilidad de las playas".

Planteamiento.

Aunque Díaz-Marta no entra directamente a discutir los razonamientos de mis artículos, limitándose con carácter general a expresar una mezcla de esperanza en la utilidad de mis trabajos y cierto escepticismo respecto a mis ilusiones, me brinda su ensayo sobre las bahías como formas de estabilidad, el cual, además de su propio valor intrínseco, me permite centrar un tema de discusión.

En dicho ensayo se sugiere una teoría sobre la configuración en planta de la playa que considero muy interesante para explicar algunos fenómenos, como, por ejemplo, el de la formación de las pequeñas ondulaciones de una playa festoneada. Pero no creo que justifiquen la curvatura general de una bahía. Para centrar esta discusión partiré de los siguientes conceptos.

a) *Forma de equilibrio de una bahía ante un temporal.*—Es la forma final que adopta la orilla o isóbata cero de la superficie de la masa de arena que constituye la playa, ante la acción indefinida de un determinado temporal que mantiene constantes su características y dirección a lo largo del tiempo. A dicha superficie corresponden, naturalmente, unas isóbatas y unos perfiles de equilibrio.

Esta definición teórica tiene una correspondencia clara con determinados tipos de ensayos en modelo reducido. A escala natural existen bahías que, debido a las características de sus arenas y a su tamaño en relación a la duración y persistencia de algunos temporales, experimentan grandes deformaciones de la playa en circunstancias que se repiten en períodos de varios años. Tal es el caso de la playa de Lloret

y de la playa de Fanals, ambas en Lloret de Mar, de la provincia de Gerona (Costa Brava), cuya velocidad de adaptación sugiere que las formas adoptadas responden a la definición expuesta, y se deben probablemente a la duración y persistencia de un fuerte temporal que ataca después de la acción de temporales sucesivos de la misma componente.

b) *Estabilidad volumétrica de una bahía.*—Diremos que una bahía es volumétricamente estable cuando el volumen de materiales sueltos que constituye la playa se mantiene constante a lo largo del tiempo, aunque sus formas, bajo acciones de temporales de componente contraria, experimenten variaciones que no tengan el carácter de irreversibilidad.

Estabilidad volumétrica no es sinónimo de inmovilidad de la orilla ni de equilibrio de la playa. En general, una bahía volumétricamente estable constituye una unidad fisiográfica en la cual existen unas aportaciones pequeñas en relación al total de sedimentos que constituyen la playa, que compensan las pérdidas por desgaste.

c) *Estabilidad formal de una bahía.*—Diremos que una bahía es formalmente estable cuan-

do las formas de equilibrio ante temporales de componente contraria son similares y, en consecuencia, la orilla de la playa es prácticamente invariable.

Es preciso añadir que estamos contemplando bahías cuyos fondos están constituidos por materiales sueltos en su totalidad. Por ello es muy probable que a pesar de la invariabilidad de la orilla, los fondos sufran una movilidad importante. En el ejemplo anteriormente indicado de las playas de Lloret de Mar podremos decir que se trata de dos playas volumétricamente estables pero formalmente inestables. Véase la figura 1, en la que se recoge la situación de dichas playas según fotografías aéreas de 1962 y 1973. Como ejemplo de bahía formalmente estable es interesante la playa de San Pol, de San Feliu de Guixols, la cual aparece invariante en las fotos aéreas de los mismos vuelos de 1962 y 1973 (fig. 2), a pesar de estar situada a 19 kilómetros de Lloret de Mar.

Es importante aclarar estos conceptos para esta discusión, puesto que evidentemente pueden darse otros tipos de equilibrio y de estabilidad, motivados por otros condicionantes distintos de los de contorno, que constituyen el marco principal de mi artículo.

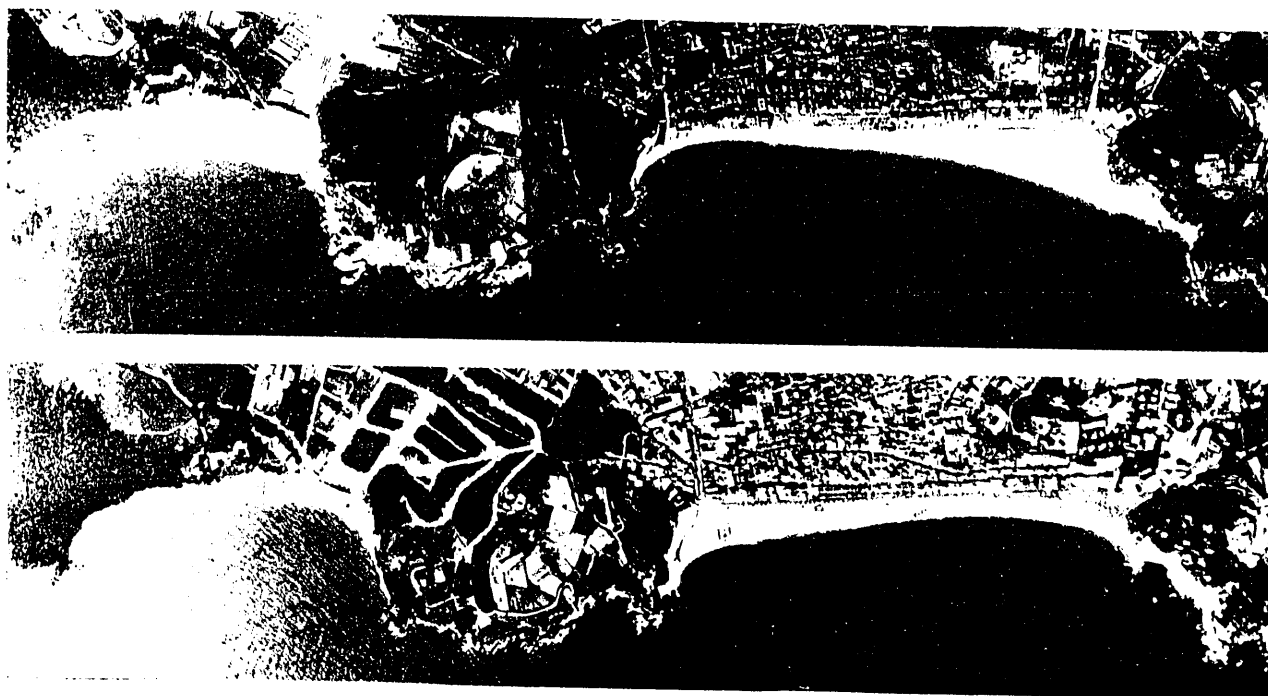


Fig. 1.—Fotografías de las playas de Fanals y Lloret, en Lloret de Mar (Gerona). (E 1:10.000). Ejemplo de inestabilidad formal. Arriba, año 1962. Abajo, año 1973.

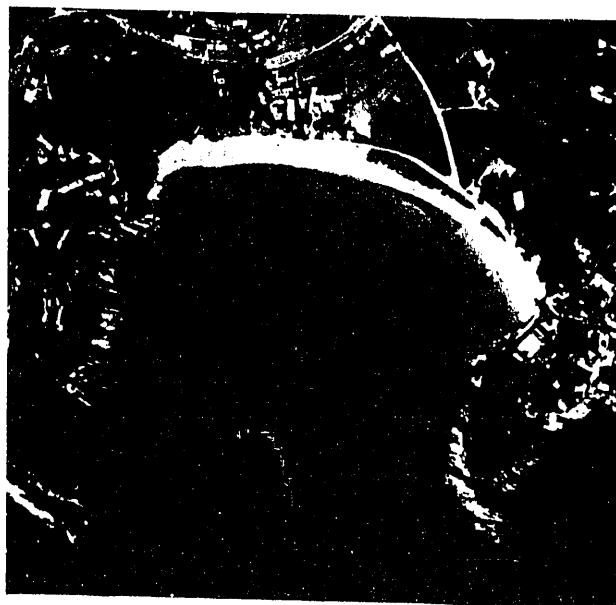
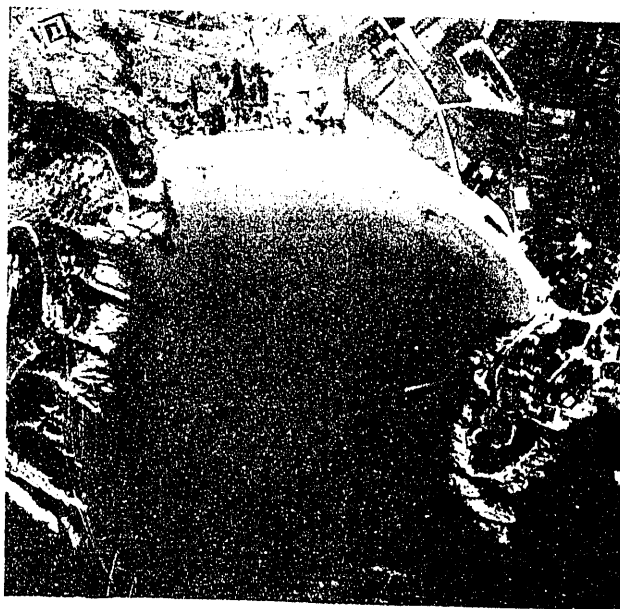


Fig. 2.—Fotografías de la playa de San Pol, en San Feliu de Guixols (Gerona). (E 1 : 10.000). Ejemplo de estabilidad formal. Izquicida, año 1962. Derecha, año 1972.

Discusión.

Díaz-Marta plantea la naturaleza de la forma cóncava como consecuencia de un movimiento de agua desde los costados al centro de la bahía. Aunque tal expresión tenga únicamente el carácter de un símil no puede corresponder a la realidad en el caso de una bahía de dimensiones del orden de varias longitudes de onda del temporal máximo, toda vez que las corrientes de fondo no serían capaces de compensar la acción directa del oleaje sobre la franja comprendida entre el punto de rotura y la orilla.

La afirmación de que "la acumulación de arena por la variación del ángulo de incidencia se equilibra con el arrastre de material sólido hacia el fondo" (inicio de la segunda columna de la página 284) presupone una compensación del ciclo horizontal que al llegar al *equilibrio de la bahía ante un temporal* podrá darse de dos formas:

1.^a Ciclo de transporte horizontal abierto.

a) En el centro de la bahía se produce una pérdida constante hacia el fondo.

b) En los extremos se produce una aportación externa que compensa dicha pérdida.

Esta posibilidad se escapa del marco que contemplamos. No estaríamos en el caso de *ba-*

hía volumétricamente estable. Tal vez podría darse un fenómeno de este tipo en los primeros tiempos de la formación geológica de alguna playa naciente.

2.^a Ciclo de transporte horizontal cerrado.

a) En el centro del entrante, el material es arrastrado hacia el mar por la acción predominante de las corrientes ("undertow o rip-currents").

b) El material es llevado por el fondo paralelamente a la orilla hacia los salientes por la acción combinada de las corrientes y de la acción directa del oleaje.

c) El material es transportado hacia tierra en los salientes por la acción directa del oleaje (lo que los franceses llaman "flot de fond"), sumada a las corrientes de traslación que acompañan a las ondas progresivas y que aumenta al alcanzar profundidades reducidas.

d) El material es arrastrado paralelamente a la orilla desde los salientes hacia el entrante, debido a la componente oblicua del oleaje.

Este esquema puede muy bien corresponder al fenómeno de la formación de las ondulaciones de una playa festoneada. A mi juicio, la teoría expuesta por Díaz-Marta explica muy claramente su naturaleza según el esquema de la fi-

gura 3, aunque no creo que estén justificadas las distinciones que hace de los tres tipos, a), b) y c), relacionando el proceso de llenado o de vaciado con las dimensiones relativas de entrantes y salientes. En realidad, en mi opinión, estas ondulaciones se forman siempre en momentos

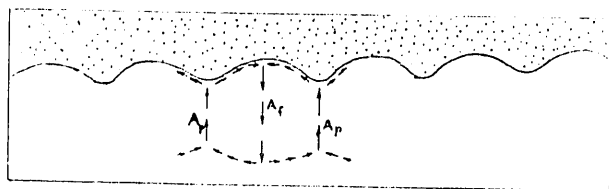


Fig. 3.—Efectos de equilibrio dinámico horizontal que dan origen a una playa festoneada.

que el tramo de playa está en proceso de llenado lateral o bien de accesión o regresión frontal; es decir, bajo la acción de oleajes, que mueren paralelos a la playa; en proceso de vaciado lateral tenderán a desaparecer.

No sólo justifica las ondulaciones de la orilla, sino también la formación de las barras festoneadas con dientes opuestos a los de la orilla (fig. 4), que responden a fenómenos de "rip-currentes" como los descritos. Dicho festonea-

do se forma en los grandes temporales, pudiendo ocurrir que los pequeños oleajes hagan desaparecer las ondulaciones de la orilla sin llegar a destruir las barras. Esta explicación sobre el origen de las "crescentic submarine bars" se ajusta más a la realidad, en mi opinión, que la que se indica en el diagrama de las figuras 12 y 22 (pág. 340) del libro "Beaches and Coasts de Cuch Laine", de A. M. King.

En este sentido es realmente interesante su estudio; pero, como ya he dicho, difícilmente podría explicar la curvatura general de una *bahía formalmente estable* o de la *forma de equilibrio de una bahía ante un temporal*.

A excepción de estos fenómenos locales, la afirmación de Hans Albert Einstein sobre la nulidad de la componente en dirección perpendicular a la playa es igualmente válida para los tramos rectos como para los tramos curvos de una bahía.

No obstante, la curva descrita por Díaz-Marta en su figura 2, cuyo radio de curvatura es máximo en el centro y decreciente hacia los extremos, presentará fáciles coincidencias, ya que su centro no precisa correlación con algún punto físicamente definido ni su radio está determinado.

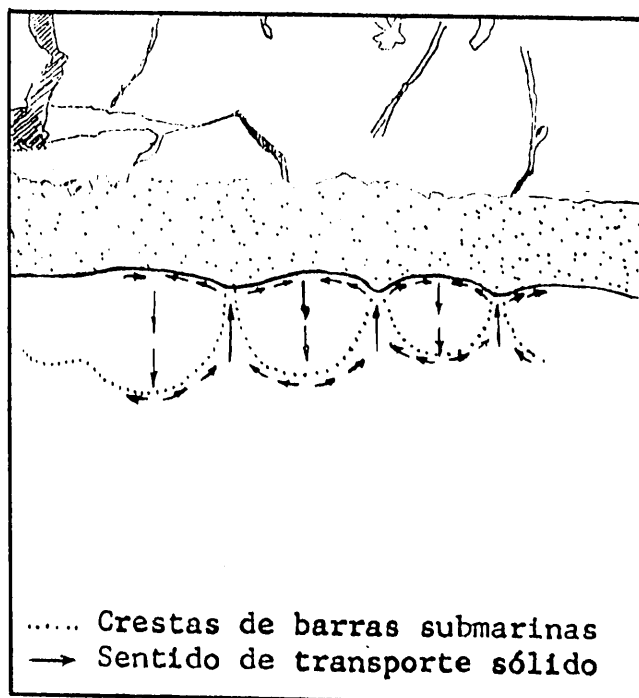
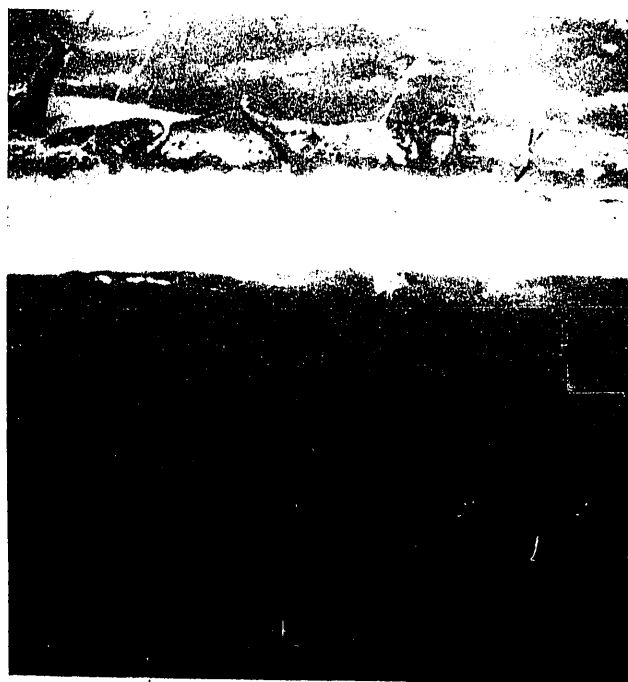


Fig. 4.—Fotografía y esquema gráfico de una formación de barra submarina festoneada (crescentic submarine bar), en la bahía de Rosas (Gerona). Escala aproximada, 1 : 12.000.

Observaciones.

Creo que por la tónica general de mi primer artículo y el contenido del que se refiere a la reflexión del oleaje sobre la playa, así como por la forma de encuadrar el ámbito de aplicación de la tesis de Díaz-Marta, queda claro que mi planteamiento no es el de un modelo matemático, que sólo tiene en cuenta la propagación horizontal del oleaje, olvidando los otros factores que intervienen en la construcción de la playa, sino todo lo contrario.

Voy a resaltar ahora el punto en que mis teorías ofrecen motivo fundamental de controversia.

Es normalmente aceptado el concepto de equilibrio de una playa, aplicado al hecho de que la orilla se mantiene prácticamente indeformable a lo largo del tiempo, gracias a la existencia de un caudal de arenas que circula paralelamente a la orilla. En este caso se admite que el equilibrio se establece cuando la playa queda orientada, formando un determinado ángulo con el temporal dominante o con el temporal de mayor "fetch". Esta teoría tiene su fundamento en los ensayos de M. G. Sauvage de Saint Marc, M. G. Vincent, y en los estudios de Putman, Munk y Traylor, que relacionan el ángulo de ataque del oleaje con el caudal de materiales sólidos.

Nada tengo que oponer a tal concepto ni a tal teoría. Los resultados de los ensayos son incuestionables y no creo que sean incompatibles con mis postulados. No obstante, la falta de un conocimiento exacto de la forma de realizar dichos ensayos y de matización de su significado conduce fácilmente a la idea de que no es posible el equilibrio de la playa con caudal longitudinal nulo, manteniendo un ángulo con el oleaje de origen. Ello conduciría a una inadmisibilidad a priori de la posibilidad de "equilibrio en el límite de vaciado lateral", que presupone mi segundo postulado.

Ante esta posible objeción creo necesario matizar lo siguiente:

1.º Para que pueda darse el equilibrio con caudal nulo y ángulo de ataque del temporal de origen distinto a cero es imprescindible que exista la función polar aguas arriba, ejercida generalmente por algún saliente rocoso. (Condición necesaria aunque no suficiente.)

2.º En teoría podemos considerar una rebanada de una playa de longitud infinita, pero en el ensayo sólo podemos simular la longitud indefinida hacia aguas arriba mediante algún dispositivo que ejerza la función polar.

3.º En los ensayos mencionados no se adoptó ningún dispositivo de este tipo. En consecuencia era imposible que obtuvieran un resultado que no buscaban ni creían, probablemente, que pudiera darse.

4.º Es muy posible que en los resultados de los ensayos tuviese mucha influencia la reflexión del oleaje sobre la misma arena, según lo que se indica al final de mi artículo sobre dicho tema.

5.º "La curva límite de vaciado lateral alcanzada al final del proceso" equivale a un tramo de la *forma de equilibrio de una bahía ante un temporal*, pero dicho equilibrio requerirá además que los perfiles cumplan también las condiciones exigidas por las demás características del oleaje y de las arenas. Con perfiles distintos es posible que se alcance otro tipo de equilibrio con la misma forma de la orilla y un caudal de materiales sólidos adecuado.

Con estas observaciones no pretendo demostrar la veracidad de mis interpretaciones de algunos fenómenos de movimiento de arenas. Quisiera únicamente eliminar su inadmisibilidad a priori, postura que puede tender a adoptar quien lea mi artículo, sin el suficiente detenimiento para captar unas ideas innovadoras que si son difíciles de concebir, más difícil es expresarlas, y nada fácil comprenderlas.