

Playas y obras costeras en España (*)

Por E. COPEIRO DEL VILLAR

Doctor Ingeniero de Caminos,
Canales y Puertos

En dos artículos anteriores (1, 2) he comentado algunos aspectos del impacto que ciertas intervenciones en el medio litoral han originado en las playas de la costa peninsular española. En uno de ellos (2) se trató particularmente de los problemas planteados por la intercepción de los circuitos sedimentarios litorales por parte de un buen número de obras marítimas, y por la retención en los embalses continentales. El presente artículo es una reconsideración de esta problemática bajo el punto de vista de la calidad ambiental del medio costero.

PLAYAS Y OBRAS MARITIMAS

Bajo la perspectiva planteada en (2), la situación de las principales unidades fisiográficas de las costas peninsulares cuya planta de equilibrio natural depende de un transporte sólido neto apreciable, es muy poco halagüeña: Como consecuencia de las obras-barrera (sobre todo puertos), y de la adopción de escolleros longitudinales y espigones como medio universal de defensa contra la erosión producida por aquéllas, grandes sectores de litoral playero mediterráneo han sufrido una degradación ambiental profunda. Este proceso continúa extendiéndose. En las figuras 1 y 2 se señalan obras costeras que constituyen, o han constituido en el pasado, antes de que la corriente sólida neta fuese bloqueada «aguas arriba» por otra obra, barreras sedimentarias costeras dignas de mención. La lista no es exhaustiva, pero sí señala lo más significativo del conjunto de barreras litorales. En las figuras se indica también, mediante flechas, el sentido del transporte sólido neto en las zonas correspondientes, anteriormente a las obras.

En las fotografías figuras 3 a 12 se muestran los efectos de algunas de estas obras: La acumulación de arena a un lado y la erosión desencadenada en el lado opuesto, o las obras de defensa correspondientes. En (2) se inclu-

yen fotografías del mismo tipo de efecto originado por los puertos de Premiá de Mar (Barcelona), Masnou (Barcelona), Adra (Almería) y Motril (Granada), de modo que el conjunto permite hacerse una impresión visual bastante ajustada de este tipo particular de problema costero en España.

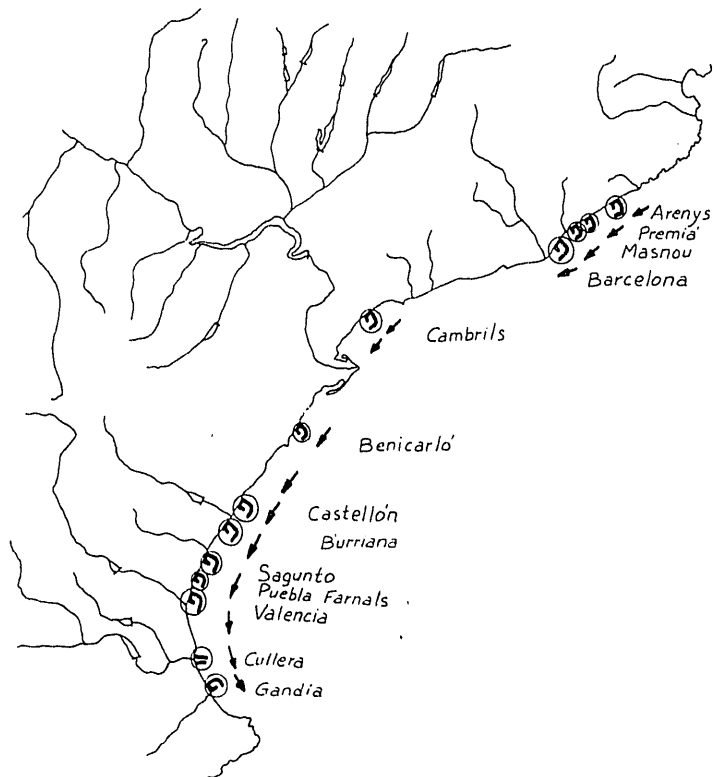


Fig. 1.—Principales harreras litorales artificiales.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de octubre de 1982.

Fig. 2.—Principales barreras litorales artificiales.

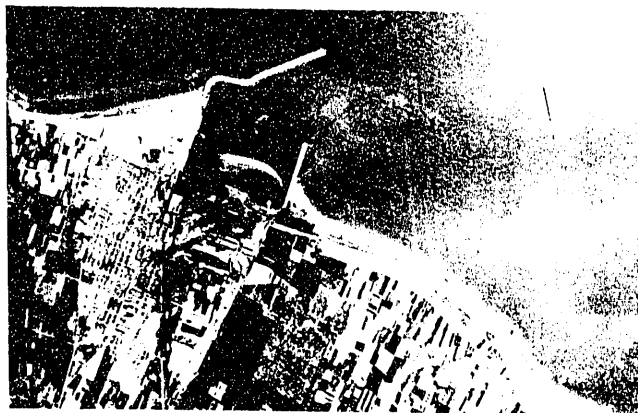
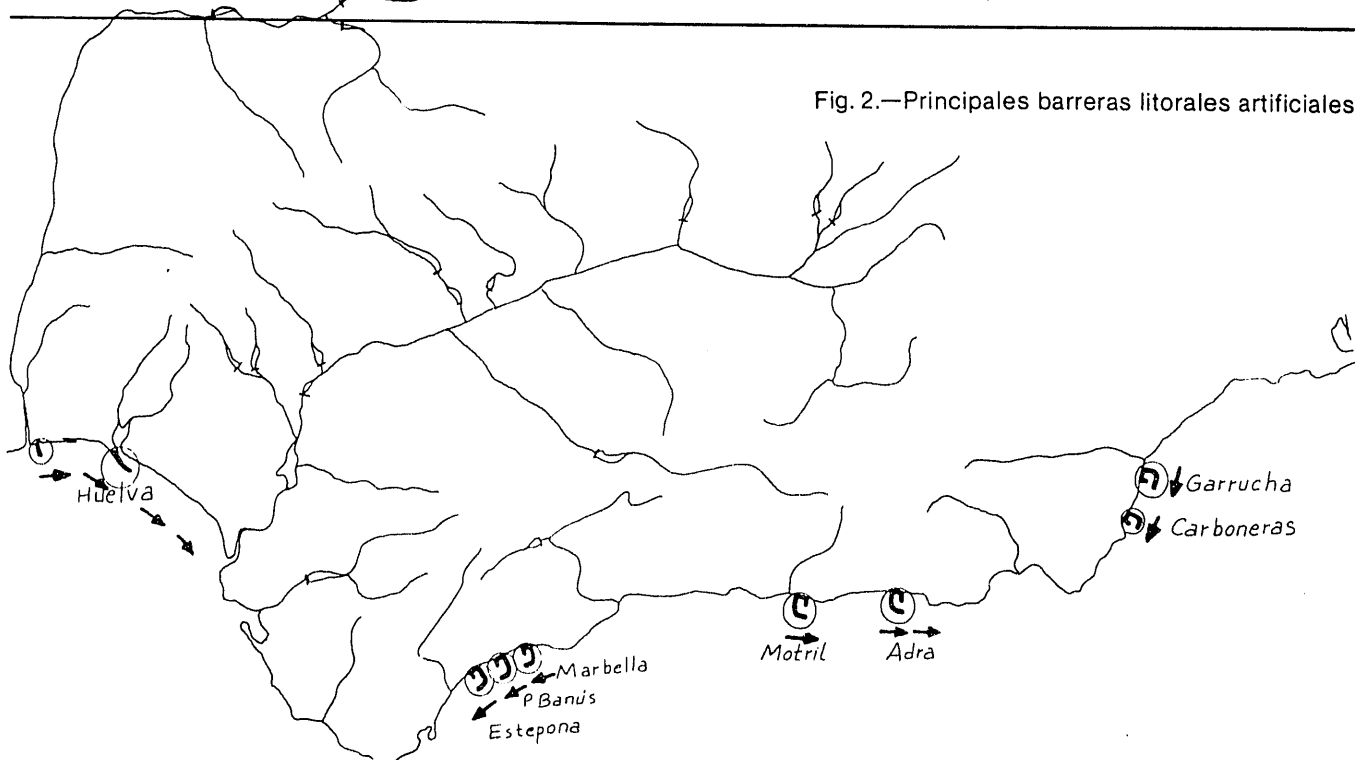


Fig. 3.—Puerto de Sagunto: Acumulación al Norte y erosión al Sur.



Fig. 4.—Puerto de Valencia: Acumulación al Norte y gran arco de erosión al Sur.

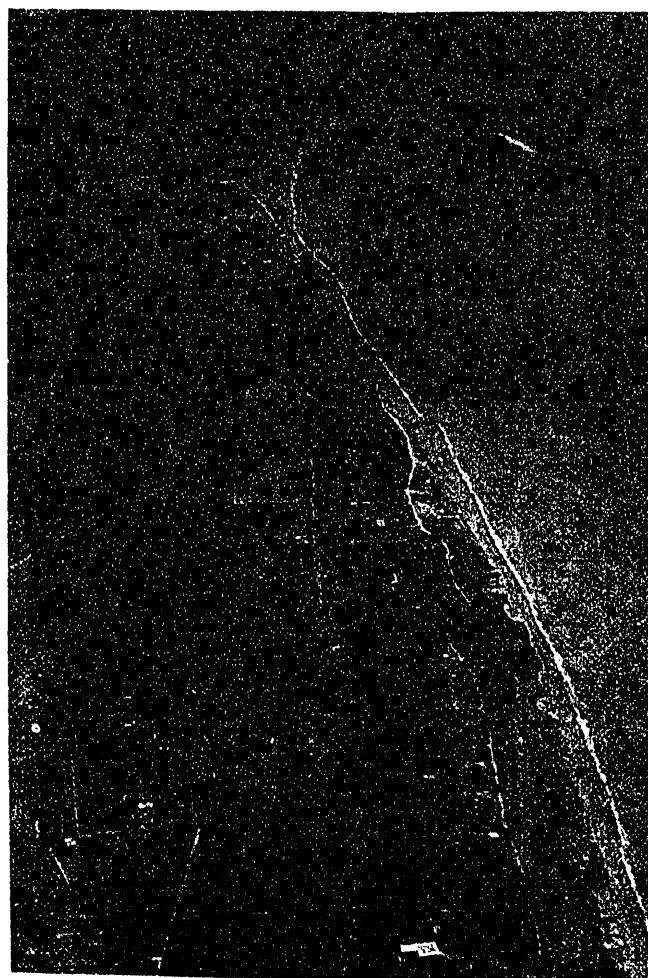


Fig. 5.—Puerto de Burriana: Gran acumulación al Norte y arco de erosión al Sur.

PLAYAS Y OBRAS COSTERAS EN ESPAÑA

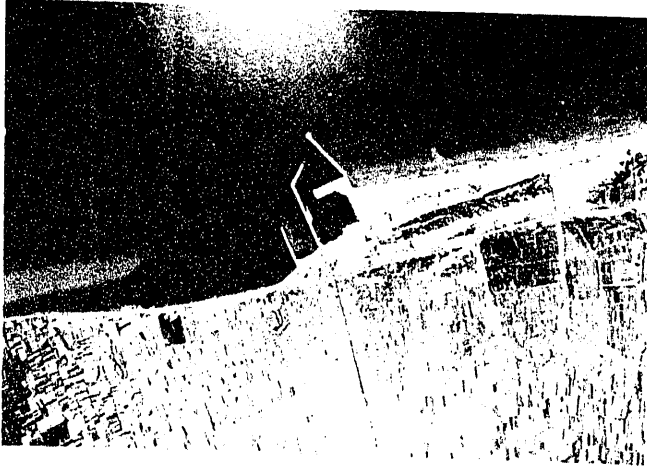


Fig. 6.—Puerto de Castellón: Gran acumulación al Norte y erosión al Sur.



Fig. 7.—Escollera en la zona erosionada junto al puerto de Castellón por el Sur.

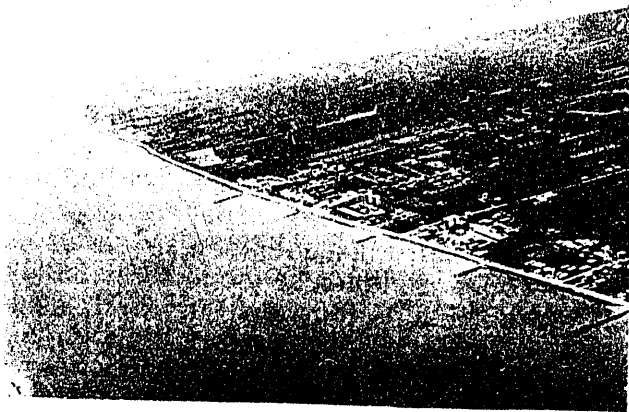


Fig. 8.—Cinturón de escollera de playa con espigones al Sur del Puerto de Castellón.

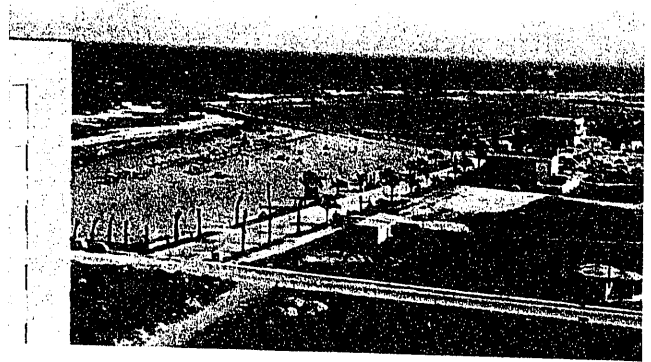


Fig. 9.—Puerto de Puebla Farnals (Valencia), 1971: Acumulación al Norte.

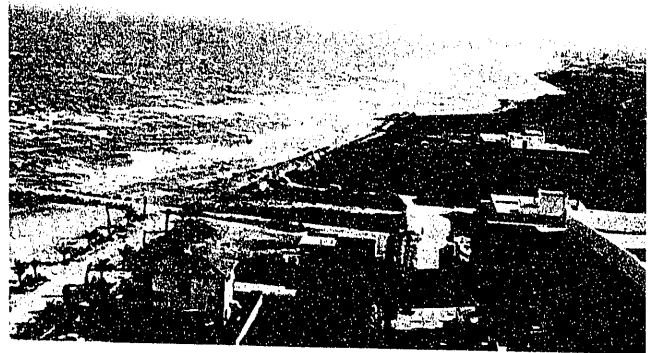


Fig. 10.—Puerto de Puebla de Farnals (Valencia), 1971: Costa erosionada al Sur.

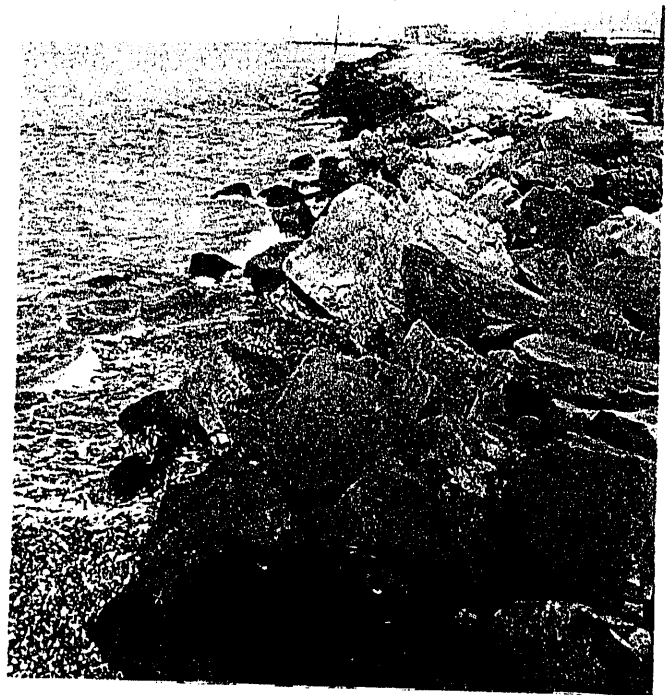


Fig. 11.—Escolleros en la zona erosionada, al Sur del Puerto de Puebla de Farnals (en 1981).

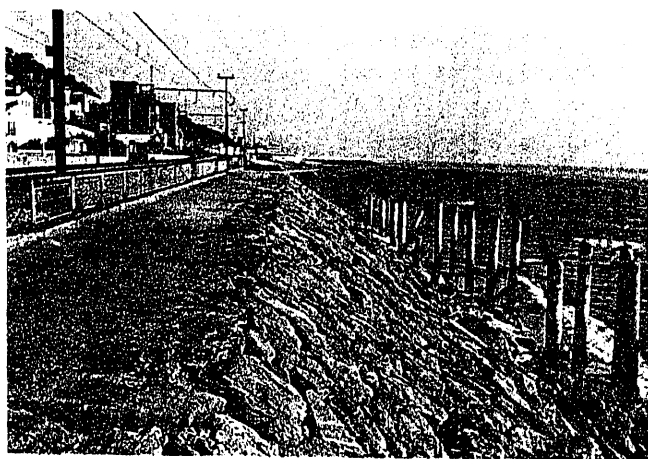


Fig. 12.—Escollerados en la zona erosionada, al Sur del puerto de Masnou (Barcelona).

Las figuras 13 y 14 ilustran el estado actual de ocupación de playas por escolleras y espigones en dos grandes unidades fisiográficas: El Maresme barcelonés y el óvalo valenciano. En el Maresme, los 40 km. de playas entre Arenys de Mar y Barcelona están tan densamente escolleradas y espigonadas que estas áreas son ya la principal componente del paisaje litoral. En el óvalo valenciano, los 74 km. que separan los puertos de Burriana y Valencia siguen al Maresme encuancto a intensidad de ocupación por el mismo tipo de obras de defensa, con una clara perspectiva de llegar a una ocupación prácticamente completa en breve. En el sector Sur de esta misma unidad han comenzado también a extenderse los escollerados. Y en el sector Norte del Maresme, que hasta hace poco estaba en condiciones saludables, las playas de la zona

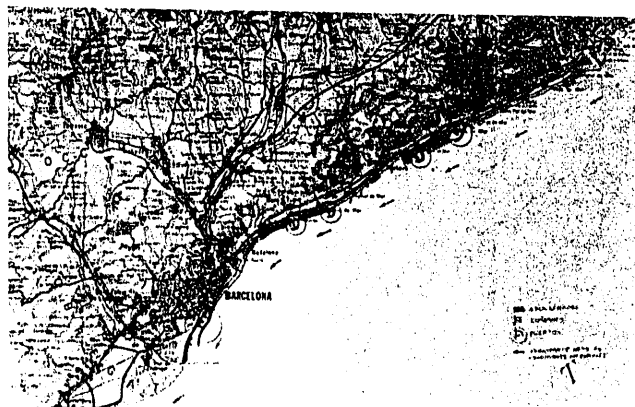


Fig. 13.—Ocupación de playas por escollerados y espigones en el Maresme (Barcelona).

situadas entre el delta del Tordera y Arenys de Mar están seriamente amenazadas por los espigones que han surgido a la altura de Santa Susana, si es que, como se hace habitualmente, son extendidos hacia el Sur a medida que la erosión causada por ellos mismos se propague en esa dirección.



Fig. 14.—Ocupación de playas por escollerado y espigones en el óvalo valenciano.

EL CONTROVERTIDO MARESME (BARCELONA)

En cuanto a la dinámica sedimentaria del Maresme, se ha argumentado en (4) y (33) que la influencia de los aportes sedimentarios del río Tordera es muy reducida en el espacio, de modo que apenas llega a Arenys de Mar. Creo conveniente insistir, volviendo a este tema que ya fue discutido (quizá con un exceso de apasionamiento) en (3) y (5), en que el delta del Tordera constituye la principal fuente sedimentaria del Maresme y que continuar planificando obras sin tenerlo en cuenta seguirá produciendo deterioros en las ya muy maltratadas playas de la zona. El análisis presentado en (4) adolece de confundir ritmos transversales y longitudinales de las playas con fenómenos de transporte neto longitudinal, organizando la mezcla resultante mediante un modelo de estabilidad de playas que pivota sobre el desgaste de la arena por la acción del mar. Más adelante se darán las razones que invalidan ese modelo. En (33), un estudio del Laboratorio de Puertos basa la misma conclusión [según se cita en (4)], en que en los últimos años el puerto de Arenys no parece haber retenido suficiente cantidad de arena, a juzgar por algunas fotografías aéreas examinadas.

PLAYAS Y OBRAS COSTERAS EN ESPAÑA

Esta conclusión del estudio (33) es curiosa. Desde el comienzo de la construcción del puerto de Arenys fueron notorios tanto la gran acumulación de arena bloqueada por el dique de Levante como la desaparición de playas a Poniente. El efecto barrera no pudo ser más claro, y no hay a Levante de Arenys otra fuente sedimentaria importante que el delta del Tordera. Es más, el mismo puerto de Arenys se vio amenazado por la invasión de la arena acumulada, hasta que la prolongación del dique principal le puso relativamente a salvo. Este fenómeno ha venido siendo característico tanto en el Maresme como en el óvalo valenciano, y también en algunas zonas del Sureste: Un buen número de puertos han tenido graves problemas sedimentarios a partir del momento en que la acumulación de arena junto al dique principal era lo suficientemente notable para que el sedimento contornease el puerto e irrumpiese en la bocana. La historia del puerto del Barcelona, como la de los de Valencia, Castellón, Burriana, Adra, etcétera, ha sido en buena parte una lucha contra las arenas que ellos bloqueaban. A menudo la prolongación del dique de estos puertos ha tenido como un objetivo de primer orden el contener más la corriente sedimentaria. Los espigones transversales construidos en los diques de los puertos de Burriana y Adra tienen esa misma misión. Puertos menores, como los deportivos de Premiá (Maresme) y Puebla de Farnals (Valencia) han sido rebasados con rapidez por la corriente sólida hasta dejarlos casi inutilizados. El de Premiá se mantiene precariamente con dragados, y el de Puebla de Farnals hubo de ser ampliado, tras haber sido invadido por la arena. Hoy protege a este último una serie de espigones hacia el Norte.

El caso del puerto de Arenys de Mar es uno más de esa misma serie. La defensa contra la invasión de arenas desde Levante fue llevada a cabo no sólo prolongando el dique, sino también construyendo, a poca distancia «aguas arriba» de éste, el espigón de La Catell. Según el propio proyecto del espigón, en 1953, este espigón «tenía por objeto provocar una acumulación de arenas por su parte de Levante para defender, por una parte, la escollera longitudinal contra los descalces de su repié, e impedir, por lo menos parcialmente, el tránsito litoral de las arenas del Tordera hacia el cercano puerto de Arenys de Mar». Como puede verse en la fotografía figura 15, el

espigón de La Catell cumplió este propósito satisfactoriamente, reteniendo una ancha playa a Levante. La evidencia visual difícilmente puede ser más clara. Hace pocos años se ha construido otro espigón en San Pol, a Levante de La Catell, ocasionando el mismo efecto (figura 16). Es decir, la arena proveniente del Tordera ha llegado cada vez menos a Arenys, pero no porque su importancia como fuente sedimentaria se haya esfumado (continuará, al menos mientras dure el saliente deltaico), sino porque estos espigones han atrapado arena y creado unas condiciones de transporte sólido disminuido.

Estos hechos, junto con las demás consideraciones morfológicas y mineralógicas formuladas en (5), (6) y (7), y los datos de oleaje de la zona, proporcionan un diagnóstico inequívoco de la situación, de modo que sólo es posible concluir que el citado estudio del Laboratorio de Puertos ha realizado una interpretación inadecuada de los datos con que contaba. Al estudiar la secuencia de fotografías aéreas debe tenerse bien presente que a partir de cierta fecha la obra-barrera no es sólo el puerto de Arenys, sino también el cercano espigón de La Catell (hoy también el de San Pol). Además de esto debe saberse distinguir entre basculaciones de la playa apoyada en las obras, demás ritmos naturales de anchura de la playa, y fenómenos de transporte neto longitudinal, especialmente entre fotografías cercanas en el tiempo. Esta



Fig. 15.—Acumulación originada por el espigón de La Catell. Al fondo, puerto de Arenys de Mar y su acumulación correspondiente.



Fig. 16.—Acumulación en el espigón de San Pol (al fondo, espigón de la Catell y Arenys).

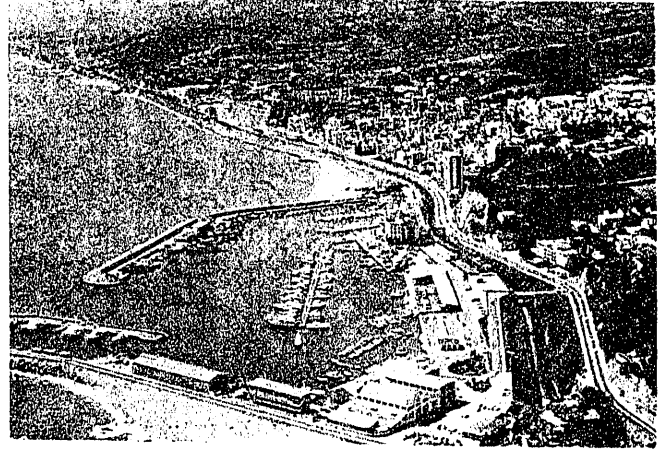


Fig. 17.—Puerto de Arenys de Mar. Acumulación al Norte y larga zona de erosión, escollerada, al Sur.

discriminación sólo puede hacerse «con números» a partir del talud sumergido de la playa en cada fotografía, información con la que no contaba el Laboratorio y que, por tanto, obliga a un cuidado especial en la interpretación del conjunto de datos.

Parece difícil que se cuestione, después de examinar secuencias de fotografías aéreas del Maresme en los últimos treinta años, que las obras han actuado como barreras litorales sobre un transporte neto hacia Barcelona.

Cada uno de los puertos y espigones construidos ha producido una acumulación progresiva a Levante y una erosión, también progresiva, a Poniente: Puertos de Arenys (figura 17), de Premiá [ver (2)], de Masnou [ver (2)] y también el de Barcelona, en el extremo Sur de la zona; espigones de San Pol (figura 16), La Catell (figura 15), Mataró (figura 18), primero de Vilassar (figura 19) y primero de Premiá. Solamente los que se construyeron inmediatamente «aguas abajo» de otra obra-barrera anterior no han producido, como es natural, efecto alguno apreciable: Puerto de El Balís, segundos espigones de Vilassar y Premiá.

Es muy difícil imaginar un mecanismo sedimentario que sea capaz de explicar estos efectos de forma verosímil sin recurrir a la corriente sólida neta. Por lo demás, esa corrien-

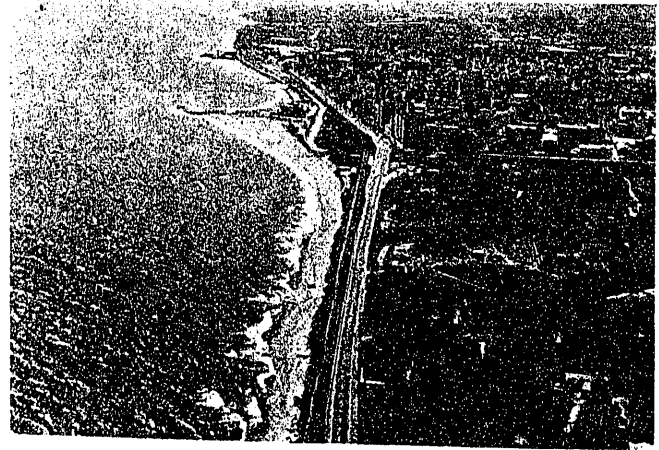


Fig. 18.—Acumulación originada por el espigón de Mataró.



Fig. 19.—Acumulación en el espigón de Vilassar.

te. existe, o al menos existía necesariamente antes de la proliferación de puertos y espigones, por el hecho de que la resultante energética del oleaje se dirige siempre hacia el Suroeste a lo largo de todo el litoral del Maresme. El recurso que se hace en (4) a un hipotético desgaste rápido de la arena para deshacer la continuidad del flujo sedimentario en la zona no es válido porque, como se verá más adelante, la arena granítica del Maresme no sufre desgaste digno de mención en los recorridos y en la escala temporal que son relevantes en este problema. No existen en la época actual otros sumideros naturales de material de envergadura apreciable a lo largo del Maresme. Por lo tanto, los intentos que se hace en (4) y (33) para explicar las erosiones de playa a Poniente de las obras-barrera soslayando la continuidad del transporte sólido neto y los problemas sedimentarios que ésta trae consigo, carecen de base física.

Las especulaciones que se realizan en (4) sobre la base de una casi increíble coincidencia entre $60.810 \text{ m}^3/\text{año}$ calculados por el Laboratorio de Puertos en (33) para el transporte sólido neto en Calella, con $60.660 \text{ m}^3/\text{año}$ obtenidos mediante el peculiar sistema ideado en (4), sólo demuestran lo que puede ocurrir cuando se utilizan números fuera de contexto. La fórmula empleada en (33) para obtener los 60.810 m^3 no sólo no permite precisar « 810 m^3 », sino ni siquiera la primera cifra significativa. El coeficiente empírico de esa fórmula fue obtenido ajustando con una curva una serie de datos cuyos valores son a menudo más del doble o menos de la mitad de los correspondientes a la curva ajustada, de forma que cuando se emplea la fórmula sólo puede tratarse el resultado en plan de aproximación muy amplia. Además de ello, la fórmula puede usarse en conexión con unos u otros modelos estadísticos de oleaje, lo que aumenta aún más el rango de imprecisión del resultado. Utilizando como datos brutos observaciones del oleaje dominante en cada momento (que en el Mediterráneo, donde el oleaje cruzado secundario tiene pequeña entidad, es una aproximación aceptable), y utilizando la misma fórmula que (33) con un modelo exponencial de oleaje cuya selección y ajuste se justifican en (28) y (29), he obtenido transporte litoral en la zona central del Maresme una cifra dos veces y media superior a la obtenida en (33). Esto no quiere decir que

este tipo de cálculo sea inútil, pero sí que deben emplearse «cum grano salis», sin olvidar lo que realmente representan, y siempre en paralelo con las evidencias geomorfológicas y, cuando las tenemos, mineralógicas.

La potencia sedimentaria del río Tordera, principal fuente sedimentaria del Maresme en condiciones naturales, se revela en su conspicuo saliente deltaico (figura 20), cuya forma se reproduce hasta los 30 m. de profundidad. La batimétrica -40 m. , que justo fuera del delta, en Malgrat, se encuentra a 1,4 km. de la orilla, sólo dista 400 m. de ésta en la punta del delta. Es decir, un talud sumergido tres veces y media superior. Esto es consecuencia no sólo de la relativa extensión de la cuenca tributaria del río, sino también de la desforestación y puesta en cultivo del valle fluvial y sus aledaños. El resto de las cuencas del Maresme no sólo tienen una extensión conjunta considerablemente inferior, sino que además en época histórica los montes litorales que los componen han estado sujetos a cultivo menos extensivamente y mucho más irregularmente que el valle del Tordera. Las pequeñas ramblas que hay entre el Tordera y el Besós son estrictamente de montaña. Esos montes contienen hoy sobre todo pinares y monte bajo, tras haber pasado por diversas vicisitudes en los últimos siglos. Esto tiene implicaciones muy importantes en cuanto a sedimentación. En (2) se presentaron datos tomados en Washington D.C. (E.E.UU.) según los cuales un régimen normal de cultivos aumenta la erosionabilidad de un terreno antes

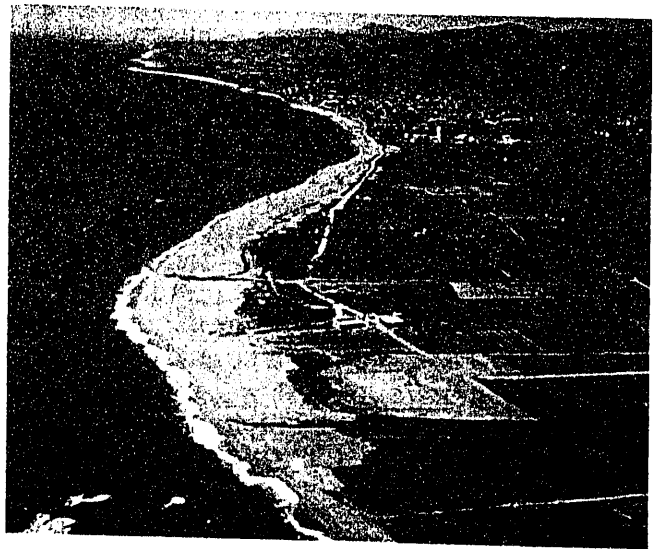


Fig. 20.—Delta del río Tordera.

boscoso en alrededor de dos órdenes de magnitud. Datos tomados más al Sur, en Mississippi (32), dan cifras aún superiores, de modo que un régimen de lluvias torrencial extremado como el mediterráneo debe producir un efecto aún más acusado.

Un examen de la plataforma costera situada entre el Tordera y la cordillera litoral, en Calella, sugiere cómo los aportes de aquel río fueron elaborando la parte exterior de esa planicie a medida que el oleaje de Levante los arrastraba hacia el Suroeste, para terminar detenidos por la barrera que representaba aquella cordillera. Una vez superado el obstáculo que formaba la avanzada rocosa de Calella, dejando apoyada en ésta la gran playa que hoy se extiende entre Calella y el Tordera, la corriente sólida pudo continuar hacia Poniente, contribuyendo poderosamente a empastar las faldas de la cordillera litoral. El profesor Oriol Riba, en la reciente «Geografía dels Països Catalans» (34), ha captado bien esas señales morfológicas al describir: «La costa del Maresme es mucho más madura por el hecho de haberse desarrollado una "plana" de pie de monte y de haber recibido aluviones más importantes, especialmente los del Tordera, que han sido transportados hacia Poniente por la corriente de deriva litoral».

RIOS Y PLAYAS

La principal fuente de sedimento que mantiene nuestras playas está en los aportes fluviales. Esto ha sido también discutido formalmente en (4) con la cita de dos publicaciones (8, 9), aunque por otra parte el mismo artículo lo apoya de hecho cuando propone evaluar la estabilidad de las playas, a nivel universal, mediante un índice que representa el tamaño de las cuencas fluviales tributarias a la costa, relativo a la longitud de línea de playa. Con base a ese índice, C. Garau propone dar cuenta del balance total de arena litoral mediante el efecto combinado de los aportes fluviales y de las pérdidas originadas por la abrasión de la arena de playa. Vamos a considerar ambos puntos por separado.

Respecto al índice de estabilidad basado en aportes-abrasión, qué duda cabe que disponer de un indicador universal de este tipo, sencillo y compacto, sería una bendición para la ingeniería de costas. La estabilidad de playas sería diagnosticable con una enorme facili-

dad, de forma casi mecánica y sin necesidad de las habituales investigaciones geomorfológicas. Sin embargo, abundan los datos sobre el comportamiento de la arena de playa que determinan de forma concluyente la invalidez de esa propuesta.

El tema no es nuevo. Hace ya varias décadas que se ha trabajado para responder a la pregunta de en qué medida se desgasta la arena en las playas por la remoción originada por el oleaje. Hace casi cuarenta años, Twenhofel resumió en un artículo (10) un buen número de resultados obtenidos por varios investigadores que realizaron medidas de campo en lugares y condiciones diversas, así como experiencias de laboratorio en que se hacía girar arena en cilindros. Todos los estudios indicaron un grado de desgaste que, en la arena de tamaño y constitución habituales en la mayoría de las playas, es muy bajo, despreciable en la práctica. Solamente los tamaños mayores, gravas y cantos, sufren abrasión digna de mención en sus choques mutuos. Y algunos tipos de arena, relativamente poco frecuentes, como la basáltica de terrenos volcánicos o la caliza elaborada con caparazones y valvas de animales marinos, tienen también más propensión al desgaste. Pero la arena de playa corriente, no. Tras examinar el trabajo de Twenhofel y algunos otros más recientes, P. Komar concluye en 1976 que «la abrasión de arena de cuarzo es tan lenta que resulta despreciable en la mayoría de los estudios de playas» (11). Ese es precisamente el tipo de arena del Maresme y el Golfo de Rosas, donde C. Garau ha calibrado en (4) su «índice de abrasión».

En realidad esa abrasión es inapreciable frente a otros fenómenos litorales que originan pérdida de arena para la playa. La arena perdida del Golfo de Rosas es sólo mínimamente producto del desgaste por el oleaje; en su gran mayoría hay que ir a buscar detrás de la playa propiamente dicha, en las dunas y en los terrenos de lo que fueron grandes lagunas litorales, cuyos restos son los «aiguamolls» que aún quedan hoy en varias zonas del Golfo. Cuando gran playa-barrera ovalada cerró las zonas lacustres interiores a la acción directa del oleaje, la arena de playa siguió viajando hacia las albuferas, contribuyendo a colmarlas por vía eólica (sin que obste para ello que la dirección fundamental de avance de las dunas sea paralela a la orilla). La colmatación de albuferas es la última etapa del

relleno de la fosa tectónica ampurdanesa por los aportes de los ríos Fluviá, Muga, Ter y Daró, llegados bien directamente, bien indirectamente, vía oleaje u oleaje-viento. En el Maresme se dio en el pasado un fenómeno parecido pero a escala mucho más reducida, limitada a desembocaduras de rieras. Por otra parte, en el óvalo valenciano, donde también se utiliza el «índice abrasivo» de (4), ha vuelto a tener gran importancia en época histórica el fenómeno de pérdida de arena playera hacia campos de dunas y relleno de albuferas. Tenemos testimonios escritos de la gran cadena de lagunas litorales que festoneaban el óvalo valenciano a comienzos de la colonización romana (12) y que han sido progresivamente colmatadas por aportes fluviales directos y los mecanismos sedimentarios litorales (en las últimas épocas, con la ayuda de agricultores, deseosos de cultivar terrenos nuevos).

En definitiva, el balance de arena en el litoral cuenta con una serie de sumideros como campos de dunas, albuferas, extracciones artificiales, pérdidas en cañones submarinos y otros factores de la morfología costera y de las actividades humanas cuya importancia supera habitualmente en varios órdenes de magnitud a los desgastes abrasivos de material. Por tanto, no hay índice universal posible que nos libre de la tarea de ir desvelando uno a uno aquellos factores en cada estudio costero específico.

Por otra parte, el mismo artículo (4) sugería que, en virtud del postulado alto desgaste de la arena, el alcance a lo largo del litoral de los aportes sedimentarios fluviales es muy reducido. Este tema tiene una gran relevancia en planificación litoral, por lo cual vale la pena detenerse en él para indicar que la realidad es muy otra. Para gestionar adecuadamente el litoral de Huelva, por ejemplo, es crucial tener en cuenta que los aportes del Guadiana llegan hasta más allá del estuario del Odiel. Tanto (llegaban, en las condiciones naturales anteriores a la construcción del dique de acceso al puerto de Huelva) y constituyen la fuente principal que mantiene el equilibrio de las playas hasta por lo menos ese estuario.

Quizá como ejemplo ilustrativo de sus tesis, C. Garau argumenta en (4) que las arenas del Ebro nunca han salido de su delta. Esto es imposible. La inclinación de la resultante energética del oleaje tiene sobre la línea costera una proyección que se dirige siempre hacia el Cabo San Antonio a lo largo de toda la gran

costa levantina, desde bastante más al Norte que el delta del Ebro hasta los confines meridionales del óvalo valenciano. Una vez que el Ebro hubo rellenado suficientemente el amplio estuario en que desemboca (y que aún no había sido eliminado por completo en los comienzos de la época histórica), su arena tuvo necesariamente que ser arrastrada hacia el Sur por el oleaje, aunque, como es natural, los tamaños más gruesos del material quedaban retenidos en los primeros obstáculos parciales. P. Suárez Bores opina en (13) que la influencia sedimentaria del Ebro ha llegado de forma significativa hasta el Cabo Cullera. Distingue dos fases en la evolución del litoral del óvalo valenciano: «Durante la primera existe un importante aporte de materiales finos, que, como han demostrado Pérez Mateos y Alonso Pascual, provienen en gran parte del Ebro. Este aporte permite la formación de la Dehesa y el cierre de la albufera de Valencia, hace unos tres mil quinientos años, y contribuye a la formación del aparato litoral aguas arriba de Cullera. En esta fase los depósitos formados en las inmediaciones de las desembocaduras de los ríos y ramblas son alternantes, con capas en donde predominan los aportes locales —generalmente de gruesa granulometría— y mantos de arena provenientes del Norte. En la segunda fase la preponderancia de los aportes locales es en muchos casos absoluta, desapareciendo prácticamente el elemento fino».

En efecto, cuando hacia los siglos XV y XVI la potencia sedimentaria del Ebro lanza su saliente deltaico mar afuera, llegando rápidamente hasta profundidades considerables con una forma enormemente apuntada, el flujo de arena hacia el Sur es estrangulado y el oleaje elabora las dos flechas que hoy vemos en el frente deltaico. La asimetría de la pareja de flechas revela bien el predominio del oleaje con componentes hacia Valencia. Como consecuencia inmediata de la pérdida de contacto sedimentario con el Ebro, las playas vecinas al Delta se ven erosionadas profundamente. En la zona de Casas de Alcanar y alrededores, junto al extremo Sur del delta, el oleaje sigue aún excavando en la costa, proceso que ya había observado Cavanilles hace dos siglos (12).

La arena proveniente de los ríos puede recorrer grandes longitudes de litoral con muy poco desgaste. Mac Carthy no encontró evidencia alguna de redondeo de los granos en

un transporte a lo largo de 210 km. «netos» de costa (es decir, un recorrido real muy superior). En la misma publicación se citan otros trabajos de campo con igual conclusión. Esto significa que la zona de plena influencia litoral de un cierto río puede tener cientos de kilómetros. Puede también salvar obstáculos costeros considerables. Por ejemplo, en la costa californiana, donde predomina el oleaje de largo período, P. Trask encontró, por medio de estudios mineralógicos, que de la arena que circula por las playas de Santa Bárbara a razón de unos 300.000 m³/año netos, un 5-10 % proviene de un río que desemboca a 160 km. de distancia. El interés particular de este caso está en que para llegar a Santa Bárbara esa arena tenía que contornear promontorios rocosos de hasta 9 m. de profundidad. en esas condiciones, el 5-10 % de 300.000 m³/año es una cifra elocuente.

ALGUNAS OPINIONES DISPARES SOBRE EL PAPEL DE LOS RÍOS

Por último, comentar el tema de la importancia de la sedimentación fluvial en la estabilidad costera actual. Las dos citas presentadas por C. Garau en su artículo (4) que consideran mínimo el papel de los aportes fluviales actuales en la dinámica de playas, pertenecen a un libro de J. Larras (8) y al Manual de Protección Costera del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU. (9). En este aspecto concreto, ambos difieren radicalmente del resto de los textos modernos y de la gran masa de evidencias acumuladas por un gran número de investigadores de varios países. Para evitar las confusiones que pudieran originar esas dos citas vale la pena examinarlas brevemente.

J. Larras, en el párrafo citado en (4) estima que «los movimientos de arena a lo largo de las costas resultan mucho menos de la aportación local de aluviones constantemente renovados y destruidos que de las idas y venidas de masas casi invariables de origen muy antiguo, que van de un punto a otro de determinadas áreas». Si el movimiento de arena litoral se limita a vaivenes sin resultante neta apreciable, la estabilidad de las formaciones sedimentarias podría explicarse sin recurrir a fuentes importantes de material en la actualidad, sobre todo desde que sabemos que la tasa de desgaste de la arena es habitualmente insignificante frente a otros procesos. Sin

embargo, tenemos ya demasiadas pruebas de que en muchos litorales la planta de equilibrio actual se mantiene en función de un transporte sólido neto considerable. El veterano ingeniero francés, que en otros temas portuarios ha hecho aportaciones brillantes, quizá pensaba en las grandes acumulaciones de arena de las costa Sur y Suroeste de su país cuando escribió el párrafo citado. Pero su compatriota P. Sireyjol, por ejemplo, en un estudio de más de 4.000 km. de litoral playero en el Golfo de Guinea (15), concluyó que en toda esa costa la arena se mueve con un sentido neto dominante (que es distinto en unos y otros subsectores costeros) en cantidades que van desde unos 200.000 m³/año en la flecha de Lobito a 700.000-1.500.000 metros cúbicos/año en Cotonou, pasando por unos 800.000 m³/año en Lagos, 500.000-6.000 metros cúbicos/años en Point-Noire y 700.000 m³/año en Abidjan. El Manual (9) citado anteriormente indica 30 lugares de la costa estadounidense donde se han medido transportes netos de arena que llegan a alcanzar los 760.000 m³/año en playas del Pacífico. En nuestro país el transporte neto medio de las costas del Maresme, óvalo onubense y óvalo valenciano está en el orden de los cientos de miles de m³/año, con el Maresme dando las cifras más pequeñas y Valencia las mayores.

Por lo tanto, la arena de las playas de muchas costas se mueve de forma que sus «idas y venidas» son asimétricas, resultando en una «ida» neta bien significativa. Si la costa en cuestión es estable, es necesario suponer fuentes actuales de sedimento con importancia adecuada para que se mantenga la continuidad de masa.

La gran fuente permanente de material sólido al litoral es la fracción arenosa de los aportes fluviales. Aquí nos encontramos sin embargo con el párrafo del Manual americano (9) citado en (4), que minusvalora ese papel clave de los ríos en el equilibrio de muchos litorales playeros. El párrafo sorprende por su contraste con las publicaciones elaboradas en las Universidades de ese mismo país. Por ejemplo, el profesor R. Wiegel (Universidad de California, Berkeley), en su libro (11, página 353): «El principal efecto de ríos y arroyos en una costa es que a menudo suministran la mayor parte de los sedimentos que forman las playas»; o el profesor P. Komar (Universidad de Oregón) en (17, página 229):

«La principal fuente de sedimentos playeros en la mayoría de las costas están en las corrientes fluviales, que transportan grandes cantidades de arena directamente al océano». Por añadidura, la zona de influencia litoral de varios ríos americanos es excepcionalmente grande. En el Golfo de México la arena aportada por el Mississippi viaja hacia el Oeste a lo largo de las playas tejanas a lo largo de unos pocos cientos de kilómetros. Algo similar ocurre en el mismo Golfo con los aportes del Río Grande, seguidos por Hsu mediante análisis mineralógicos (18, 19, 20).

En la costa del Pacífico, donde la abrupta y cercana cordillera dorsal americana drena grandes cantidades de sedimentos, estudios llevados a cabo en universidades californianas (21, 22) han demostrado que el represamiento de cuencas fluviales en Baja California ha originado un retroceso de playas que consideran alarmante. La situación, tal como la describe R. Norris (21), es así: «Está claro que nuestras playas dependen de suministros fluviales de arena, y como las playas son un recurso importante, sus necesidades deben ser consideradas en los planes de control de ríos. Hasta hoy hay poca evidencia de que se les haya dado esa consideración. De forma ideal, probablemente el mejor modo de servir las necesidades de las playas sería eliminar todas las presas y obras de control fluvial. Pero como esto es imposible e irrealista, parece que lo mejor que cabe esperar es una modificación de la actitud mental actual para incluir una consideración de suministro de arena a las playas en todos los programas nuevos de control fluvial. Incluso los proyectos actuales deberían ser revisados teniendo en cuenta las necesidades de las playas. Quizá tengamos tanto como veinte años para emprender remedio; puede que tengamos hasta cuarenta años. Pero, a menos que estudiemos pronto todos los aspectos del problema —geología, hidrología, meteorología y oceanografía—, podemos legar a nuestros hijos y nietos playas profundamente erosionadas y un programa de reconstrucción tremendamente caro.»

Los problemas de las playas californianas originados por el represamiento extensivo de las cuencas fluviales tributarias han sido comentados en varias publicaciones. Siguen siendo objeto de preocupación (22). Este tipo de problemas, junto con efectos secundarios de obras marítimas y otras intervenciones en

litoral que han originado degradación del medio costero, han creado en las últimas décadas un clima de opinión en EE.UU. que ha dado origen a un buen número de congresos sobre el medio litoral y la significativa aparición de «Shore and Beach», revista de la «Asociación Americana para la Preservación de Playas y Riberas». La siguiente frase de D. Inman (Universidad de California, La Jolla) en el congreso «Coastal Zone'78» es representativa de una inquietud cada vez más extendida sobre el deterioramiento de los litorales arenosos: «Las arenas de playa y duna... proveen un elemento esencial de la protección de la costa contra la acción erosiva del oleaje. Más aún, la arena es un valioso recurso recreativo que resulta hoy muy escaso. Es un recurso natural que debería ser protegido como lo son los bosques, los ríos y los montes» (23).

Es evidente que este clima de opinión constituye, entre otras cosas, una apelación a los organismos que gestionan y planifican las obras fluviales para que tomen en consideración los problemas sedimentarios que comienzan «aguas abajo» de los ríos, es decir en la costa, como consecuencia de la intervención sobre los acarros fluviales. En EE.UU. el organismo público responsable de la mayor parte de las obras de regulación fluvial es el Cuerpo de Ingenieros del Ejército, en su División de Obras Hidráulicas. Y precisamente el organismo responsable de la mayor parte de obras de defensa costera es el mismo Cuerpo de Ingenieros del Ejército, en su División de Ingeniería de Costas. El Manual de Protección Costera (9) citado en (4) constituye la «opinión oficial» del Cuerpo de Ingenieros en esa materia, y en el párrafo que estamos discutiendo encontramos con sorpresa que esa opinión parece ser que los sedimentos fluviales afectan a las playas tan sólo en escasos lugares. Sólo hace excepción explícita de la inevitable Baja Californiana, ya demasiado estudiada y discutida como para ignorarla. No cabe duda de que si tal opinión correspondiera a la realidad, el Cuerpo de Ingenieros se habría librado de un problema de gran envergadura. Para apoyar esa tesis en términos generales sólo se menciona el texto ruso de litogénesis «Principles of Lithogenesis» (N. Strakhov, 1962). Pero si examinamos la obra maestra de la geología costera rusa, «Process of Coastal Development» (V. Zenkovich, 1967) encontramos que aquella hipótesis de Stra-

kho está ausente de la opinión de los especialistas costeros rusos.

Aunque en la confección del Manual (9) participaron un gran número de especialistas, el texto es anónimo, de manera que se desconoce el autor del párrafo en cuestión. Pero, sea de quien fuere, contrasta totalmente con lo que se piensa en las propias universidades norteamericanas. Por añadidura, en el Manual no encontramos fuente sedimentaria alguna capaz de sustituir a los aportes fluviales para mantener el transporte litoral neto en muchas de las costas mundiales.

La erosión de acantilados, cuyo papel se supervalora en el Manual, no es capaz de dar cuenta del problema. Desde luego no en España. En nuestro litoral ésta sólo alcanza entidad considerable en los 50 km. de Playa Castilla (Huelva), y este es ya un caso notable en el continente. En cuanto a la migración de grandes depósitos sumergidos, en el mismo Manual se reconoce su ineffectividad actual. Este fenómeno parece haber sido importante a mediados del Holoceno, como consecuencia de procesos transgresivos, pero hoy resulta despreciable (16, página 248). Sólo los sedimentos situados a baja profundidad, que a todos efectos forman parte del perfil sumergido activo de la playa, entran de forma significativa en el balance sedimentario de playas con un transporte sólido neto apreciable. Los bancos arenosos de la costa oriental de EE.UU. y del Norte de Holanda son un ejemplo típico. Las «islas-barrera» del Wadden Sea holandés están tan conectadas a tierra que en marea baja se puede llegar a ellas andando. Forman un todo dinámico. Pero los bancos arenosos que quedaron a mayor profundidad son prácticamente inaccesibles a las playas. En los años cincuenta se vertieron grandes cantidades de arena frente a la playa de New Jersey (EE.UU., costa atlántica) a 12 m. de profundidad, con el propósito de que fueran incorporándose a la playa seca poco a poco. Pero esa arena no se ha movido apreciablemente de donde la pusieron (30), (9). Por lo tanto, el sedimento marino transgresivo «porque es fósil y ya no sigue siendo suministrado a las playas... sólo habrá seguido siendo importante allí donde haya sido retenido de una u otra forma y no movido lateralmente a otra parte» (16, página 103).

En definitiva, el equilibrio de las costas peninsulares abiertas con transporte neto apreciable depende de los aportes fluviales

(con la excepción ya indicada de Playa Castilla en Huelva). Y según puede apreciarse en el mapa de cuencas fluviales represadas que se presentó en (2), los sectores costeros más comprometidos por la retención de arena en los embalses son el Delta del Ebro, el óvalo valenciano y el óvalo onubense.

El Ebro está represado en la práctica totalidad de su cuenca y ello destina al Delta a la erosión progresiva, como está ocurriendo con el delta del Nilo, si no se actúa acertadamente sobre él. D. Inman ha llegado a calificar a la presa de Aswan como «una gran catástrofe, por las extensas erosiones que origina en el delta del Nilo» (23). El problema del retroceso del delta del Nilo es tan grave que se ha propuesto construir un canal para restituir al río parte de la carga sedimentaria retenida en Aswan (31). Sin embargo, esa parte que se intenta recuperar está en la categoría de limos y poco puede contribuir a estabilizar el frente abierto deltaico. El Delta del Ebro, que contiene unas 28.000 ha. de terreno agrícola de primera calidad, se encuentra ante una perspectiva análoga.

En el caso de los óvalos valenciano y onubense (Guadiana-Odiel) cuya configuración de equilibrio dinámico actual está en función de un transporte sólido bien apreciable, sus cuencas respectivas están represadas aproximadamente en un 74 % (Turia, Júcar y ríos menores de la zona) y un 77 % (Guadiana).

PRESAS, PUERTOS Y TRASVASES DE ARENA

La perspectiva adoptada en (2) en cuanto a la búsqueda de soluciones a la problemática situación planteada por el sistema de puertos y de presas, era la de restituir las condiciones naturales de circulación sedimentaria a aquellas unidades fisiográficas cuya configuración actual de equilibrio depende de un transporte sedimentario neto. En cuanto a las obras costeras esto implicaría trasvasar la arena bloqueada por los puertos-barrera y dismantelar los campos de espigones intermedios. Respecto a las presas, trasvasar una parte suficiente de la arena retenida en los embalses que afectan a aquellos sectores específicos de litoral. La operación es de una escala notable.

Una segunda reflexión sobre la misma problemática me lleva a pensar que esa pro-

puesta pertenece a la clase de soluciones ideales, de «desideratums» que tienen una ínfima probabilidad de resultar aceptables en la práctica debido a un buen número de razones, algunas de las cuales pertenecen al ámbito de la sociología de la ingeniería y de la administración, en mezcla más o menos heterogénea con consideraciones geológicas y técnicas. A la vista de las tendencias dominantes no parece que todavía estemos sintomatizados, como conjunto social, con una actitud de afrontar plenamente los problemas ambientales que produce nuestra relativamente reciente capacidad tecnológica elevada. Este juicio tiene carácter general. Existen abundantes problemas de compartimentación inadecuada de competencias, de rigidez de estructuras administrativas, de aversión por echar las cuentas completas de los costos indirectos de nuestras intervenciones en el medio (especialmente cuando en un principio no se contaba con ellas y aparecen inesperadamente en el momento más inoportuno), etc. Es indudable que alguien tendrá que correr con los gastos de enmendar en el futuro mucho de lo que estamos desequilibrando y/o deteriorando, y en ese sentido la decisión de pasar la factura a quienes nos sucedan está ya implícitamente tomada en muchos aspectos. Contando con esto como algo inevitable, es sin embargo positivo el tratar de idear formas de disminuir la carga deletérea de ciertas de nuestras actuaciones, aun restringiéndose a propuestas modestas que no exijan mucho. Desde este punto de vista pueden hacerse las siguientes consideraciones sobre la problemática sedimentaria costera referida en los apartados anteriores:

Quizá los embalses que vayan quedando en situación precaria por la acumulación de sedimento se conviertan en futuros grandes centros del mercado de áridos para la construcción y de tierra agrícola. Pero en cualquier caso parece poco probable que, si en la planificación de ciertas presas se había contado ya con la pérdida progresiva de embalse, vaya ahora a considerarse seriamente un programa de trasvase de arena en función de las remotas playas. Por añadidura flota en el ambiente el argumento de que estos tiempos de crisis económica con horizonte incierto no son propicios para tocar problemas costosos. E incluso habría que dar la razón a alguien que plantease que, si jamás se gana la batalla

a los incendios forestales y además se repueblan al menos los 4.000.000 de ha. que la C.I.M.A. ha recomendado recuperar a plazo medio (24), y que son parte de los 13.770.000 de ha. de superficie «forestal» desarbolada existente, la erosión de muchas cuencas disminuiría y el litoral acabaría por recibir menos aportes de arena, aun si las presas no la interceptasen.

Por otra parte, a medida que los campos de espigones se extienden por el Maresme y el óvalo valenciano, por ejemplo, llegando hasta las cercanías de los diques septentrionales de los puertos-barrera, esos puertos van quedando libres de su principal atosigamiento sedimentario y con ello desaparece una poderosa presión directa para la instalación de un travase de arena. Además bastantes puertos han sido ampliados no hace mucho, alargando sus diques lo suficiente como para tener por delante un buen número de años sin peligro de ser rebasados por la acumulación de arena correspondiente, en cualquier caso. Por tanto sus propios intereses están de momento fuera de peligro.

La debilidad o parcialidad de la serie de argumentos contenidos en estos párrafos es tan evidente como el probable alto peso real de al menos algunos de ellos.

En estas condiciones es poco probable que los puertos de las dos grandes unidades fisiográficas mencionadas vayan a decidirse a trasvasar arena y retirar simultáneamente los espigones pertinentes. Un problema adicional a este respecto es que, en los sectores costeros con transporte sólido neto considerable afectados por el bloqueo de sedimento fluvial por las presas, la disminución de aportes se hará sentir con fuerza creciente y deberá abordarse, de todos modos, alguna forma de disminuir la capacidad de transporte neto en sus playas, so pena de presenciar un retroceso de la línea de costa entre las barreras portuarias. En definitiva, aunque no hay que desesperar que el trasvase sea adoptado en barreras portuarias como Adra y Motril, que con esa sola medida resolverían sendos graves problemas de erosión en tierras de cultivo muy fértiles; o Huelva, donde se aliviaría notablemente el retroceso de la costa a poniente de su estuario, no parece realista contar con que en la costa barcelonesa, castellonense y valenciana vaya a recurrirse al trasvase para resolver el serio problema sedimentario global en que se encuentran.

Partamos pues del supuesto de que en puertos y presas los trasvases de arena sólo van a ser aceptados en contados casos singulares y que en los grandes sectores-problema la solución escogida sigue siendo la de construir obras fijas que disminuyan en mayor o menor grado el transporte litoral de arena. Y que en esto se está dispuesto a llegar, en su caso, hasta las profundidades necesarias para mantener la planta actual de los litorales en cuestión. Esto significa emprender la remodelación sustancial del aspecto físico de más de dos centenares (para empezar) de kilómetros de costa playera. Lo cual constituye un tema que merece ser discutido bajo el punto de vista de la calidad ambiental de la solución adoptada.

OBRAS DE DEFENSA DE COSTAS Y PAISAJE LITORAL

Hasta bajo una perspectiva estrictamente económica hay que reconocer la importancia del atractivo especial que posee la franja litoral para una gran parte de la población. Los casi 6.500 millones de dólares que dejaron en nuestro país unos 40 millones de turistas extranjeros en 1979 (25) lo atestiguan. La inmensa mayoría de ellos pasaron sus vacaciones junto al mar, como también lo hicieron muchos españoles no contabilizados en estas cifras. A casi todos nos gusta «ir al mar» y uno de los componentes principales de este hecho es el encanto particular que tiene el paisaje costero. Hace ya tiempo que este aspecto de la franja marítima tiene una importancia social de primer orden, tanto en su vertiente económica como cultural en la acepción más amplia de esta última palabra. En España, como en muchos otros países, esa importancia se ve acentuada por la notable concentración de población a lo largo de la costa, independientemente del flujo turístico. Más del 30 % de los españoles vive en municipios litorales (26). Para ellos la franja costera constituye el entorno natural de asueto al aire libre por excelencia.

En un congreso internacional de planeamiento marítimo (27) el japonés I. Tanizake se quejaba de que la destrucción de la naturaleza costera «causa la pérdida del aroma de las playas, el tacto de la arena y otros aspectos de la naturaleza que traen a los cinco sentidos del ser humano». Es una poética forma oriental de poner sobre el tapete de las discu-

siones ingenieriles un aspecto fundamental de nuestra actividad profesional: somos modificadores del medio. Pero modificar no tiene que implicar siempre, necesariamente, deteriorar.

Ningún arquitecto supone terminado su trabajo cuando comprueba que el edificio que proyecta no va a caerse y que dentro caben todas las cosas y personas previstas. Se espera de él, como parte igualmente importante de su proyecto, que trate de lograr una armonía de formas tanto en el edificio en sí como de éste respecto a su entorno. Otro tanto puede decirse del ingeniero que proyecta un puente. El impacto paisajístico de un puente es grande y se le reconoce su importancia. Pero no menor, sino habitualmente superior aún, es el impacto de las obras denominadas de «defensa de costas» sobre el paisaje litoral.

En los litorales playeros abiertos la estructura del paisaje viene condicionada fundamentalmente por unas pocas líneas: El horizonte marítimo, el borde del agua y el contorno interior de la playa llana (bien como límite de la cadena dunar, de la laguna o marisma interior, del arbolado, etc.). El impacto de una serie de obras que cortan o reemplazan repetidamente esas líneas básicas es decisivo. Pero sobre ese impacto estático tenemos uno dinámico que da un carácter muy especial a las obras en el medio costero. Esas obras, al interferir en el equilibrio dinámico sedimentario, hacen cambiar la propia forma de las playas. Esto es a la vez una fuente de problemas y de posibilidades bajo el punto de vista paisajístico. *Los ingenieros de costas están haciendo arquitectura del paisaje en un grado máximo*, y este aspecto de su actuación requiere la debida atención. Muy especialmente cuando se tiene en cuenta que la franja litoral es, a la vez que de gran importancia ambiental, de una magnitud total escasa debido a su estructura casi unidimensional.

Por desgracia los textos de ingeniería de costas tienen la costumbre general de terminar el tratamiento de las obras de defensa de costas con los cálculos de resistencia y los intentos de evaluación del comportamiento sedimentario de las obras. Probablemente esta es una de las razones que explican la degradación paisajística que han sufrido una gran cantidad de zonas litorales en todo el mundo. El caso español es uno más de dete-

rioramiento extensivo de costa, particularmente en el Mediterráneo. En concreto las hileras de espigones que cuadrículan lo que fue la línea de playa, a menudo acompañada por escolleros traseros y seguidas por escolleros no ya «detrás de», sino «en vez de» la playa, han producido una destrucción grave de la calidad ambiental de muchos litorales playeros. El efecto paisajístico negativo se ha visto aún incrementado por la mezcla heterogénea de intervenciones, que en general no han obedecido a planes conjuntos de unidades fisiográficas sino más bien a intentos parciales de resolver localmente los problemas según y allí donde iban cobrando gravedad. Son ya muchos los sectores costeros donde los folletos de propaganda turística (por poner un índice familiar) tendrán que recurrir cada vez más a fotografías antiguas o hacer auténticos maquiavismos fotográficos para presentar un paisaje atractivo.

Sin embargo, aún aceptando en principio que muchos litorales playeros deben ser modificados o «defendidos», puede tratarse de ofrecer a la población algo mejor que encajonarlos entre paredes de escollera cuando van a disfrutar del mar. Aunque desde luego es preferible un conjunto de espigones conteniendo playa ancha a los desprovistos o casi desprovistos de playa que abundan hoy en la costa, el espigón no es el único tipo de obra capaz de disminuir el transporte sólido litoral. El escoger entre unos u otros tipos debería ser una cuestión tanto estética como funcional y económica. A la hora de diseñar la defensa de un sector costero puede darse el debido estudio a la disposición y formas playeras inducidas de modo que se originen configuraciones armónicas. La solución a adoptar no tiene por qué ser automáticamente la más barata. Este es un aspecto de la problemática litoral que podría producir suficiente consenso independientemente de compartir o no las opiniones de los apartados anteriores.

TÓMBOLOS Y HEMITÓMBOLOS

En cuanto a tipos concretos de obras de defensa con calidad ambiental, personalmente encuentro que ofrecen las más amplias posibilidades las obras frontales que originan tómbolos y hemitómbolos. Estos son, por otra parte, formaciones que en estado natural son relativamente abundantes en nuestras costas

y que cumplen el papel de formación-barrera en menor o mayor grado. Hay tómbolos espectaculares como los de Ifach, Peñíscola o Trafalgar. Abundan los pequeños tómbolos en las calas de la Costa Brava y en las playas cantábricas. Un tómbolo de dimensiones medianas es el de Blanes (figura 21), que divide playa de esa localidad en dos unidades sedimentarias disminuyendo con ello considerablemente sus basculaciones. *Es el mismo trabajo que podría hacer un espigón, pero el tómbolo lo lleva a cabo con una belleza de formas incomparablemente superior.*



Fig. 21.—Tómbolo de Blanes.

En general los tómbolos, tanto en playas encajadas como en litorales abiertos, constituyen irregularidades marcadamente armónicas del paisaje playero. A menudo son precisamente el origen del atractivo peculiar de un lugar, como ocurre en Blanes.

Es cierto que un factor importante en la estética de estos tómbolos naturales es un contraste especialmente afortunado entre la dimensión vertical del roqueado o la roca frontal y la lengua plana de arena doblemente convexa, a su pie. Quizá sólo en tómbolos artificiales pequeños sea poco importante el costo de abordar un tratamiento pleno de la dimensión vertical. Pero, reservando ese tratamiento para zonas de interés especial, aun prescindiendo de la verticalidad pueden formarse conjuntos marcadamente armónicos, por ejemplo disponiendo sucesiones rítmicas de tómbolos de dimensiones variadas. Una fuente de posibilidades particularmente económica es el arrecife sumergido artificial, que

queda oculto a la vista pudiendo originar un saliente sedimentario limpio a su abrigo. Estas formaciones pueden ser combinadas de múltiples maneras.

Hasta ahora se han construido unas pocas defensas frontales, en forma de diques rectilíneos solitarios o rematando un espigón convencional, en alguna playa artificial o en la zona de erosión inmediata a algún puerto-barrera como Puerto Banús y Cambrils. Seguramente lo más ambicioso que se ha intentado en este campo dentro de nuestro país es el proyecto de remodelación de la playa de la Barceloneta por el profesor Suárez Bores. A lo que me refiero aquí es al tatamiento global en gran escala, con un énfasis particular en el aspecto paisajístico, de decenas de kilómetros de litoral playero que de otro modo van a ser cubiertos de los habituales escolladeros y espigones. Y también a la remodelación de otras decenas de kilómetros de litoral degradado.

Por ejemplo, en el caso de los 74 km. de playas del sector septentrional del óvalo valenciano (entre los puertos-barrera de Burriana-Castellón-Sagunto-Puebla de Farnals-Marina Saplaya-Valencia) puede imaginarse, en lugar de los cinturones de escollera y las hileras de espigones que le van cubriendo, un litoral atractivo sembrado de tómbolos y hemitómbolos artificiales dispuestos de formas variadas. *Las características paisajísticas de la costa rectilínea primitiva habrían cambiado, pero para ser sustituidos por un nuevo tipo de paisaje con armonía propia.*

Los materiales de las escolleras de playa y los espigones actuales podrían ser empleados en la construcción de las nuevas defensas frontales de los tipos que sean. Quizá el costo del conjunto remodelado fuese superior al de lo anterior, pero en todo caso no descabelladamente superior. A este respecto es el momento de recordar que los ingresos por turismo son uno de los principales recursos de la economía nacional y que carece de sentido gestor al tratar a uno de los pilares básicos de ese sector, la calidad ambiental de la costa, con una cicatería estricta cuando podemos ver que está quedando en un estado lamentable.

En cuanto a unidades fisiográficas aún poco tocadas, puede mencionarse la onubense. Las playas de la provincia de Huelva tienen una de las perspectivas más espléndidas de nuestras costas abiertas. También tienen un

talud de playa marcadamente tendido que las hace, como en el caso del óvalo valenciano, particularmente aptas al tratamiento con tómbolos. El día que las presas del Guadiana (posiblemente ayudadas por los espigones de encauzamiento del Oeste de la provincia) hagan sentir la disminución de aportes litorales a las playas de Isla Cristina hacia el Odiel-Tinto, una forma de reducir el transporte sólido de equilibrio de esa zona sería festonearla con pequeños tómbolos a baja profundidad. Lo mismo puede decirse del sector meridional del óvalo valenciano, cuando la construcción de aportes fluviales se haga sentir y sea preciso disminuir el transporte neto de equilibrio. Sería una alternativa pausable y amable a la creciente «frontera» de escollerados y espigones.

REFERENCIAS

1. COPEIRO, E.: «Los ritmos naturales de nuestras playas». R.O.P., mayo 1978.
2. COPEIRO, E.: «Sobre la progresiva ruina de nuestras costas arenosas». R.O.P., abril 1980.
3. GARAU, C.: Comentario a (2). R.O.P., octubre 1980.
4. GARAU, C.: «Hacia una valoración del papel que juegan los condicionantes de caudales sólidos en la estabilidad de una playa». R.O.P., mayo 1981.
5. COPEIRO, E.: Contestación a (3). R.O.P., octubre 1980.
6. GIRESE, P.: «Exemples de transport côtier sur le littoral catalan espagnol». Cahiers oceanographiques, febrero 1965.
7. GIRESE, P.: «Les limites de la province sédimentaire littoral du delta du Llobregat». Cah. Ocean., 1970.
8. LARRAS, J.: «Plages et côtes de sable». Eyrolles, 1957.
9. ANONIMO: «Shore Protection Manual». U. S. Army Coastal Engineering Research Center, 1973.
10. TWENHOFEL, W.: «The rounding of sand grains». Journ. Sedim. Petrol., 15, 1945.
11. KOMAR, P.: «Beach processes and sedimentation». Prentice Hall, 1976.
12. ROSSELLO, V.: «Notas preliminares sobre la morfología litoral del Norte de Valencia». Saitabi, 1963.
13. SUAREZ BORES, P.: «Formas litorales estables y playas artificiales». Coloquio. II Curso Análisis Planeamiento y Gestión del Medio Litoral. Colegio Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1974.
14. TRASK, P.: «Movement of sand around Southern California promontories». TM-76, Beach Erosion Board, 1955.
15. SIREYJOL, P.: «Houle et transit littoral. Leur influence sur la construction des ports». Ann. Ponts. et Chauss., 1964.
16. DAVIES, J.: «Geographical variation in coastal development». Oliver and Boyd, 1972.
17. WIEGEL, R.: «Oceanographical Engineering». Prentice-Hall, 1964.

PLAYAS Y OBRAS COSTERAS EN ESPAÑA

18. DAVIS, R.: «Coastal sedimentary environments». Springer-Verlag, 1978.
19. SORESEN, R.: «Basic coastal engineering». Wiley, 1978.
20. HSU, K.: «Texture and mineralogy of the recent sands of the Gulf Coast». Journ. Sedim. Petroi., 30, 1960.
21. NORRIS, R.: «Dams and beach-sand supply in Southern California». Papers in Marine Geology, Mac Millan, 1964.
22. BRONLIE, W., y BROWN, W.: «Effects of dams on beach sand supply». Proc. Coastal Zone'78, ASCE, 1978.
23. INMAN, D.: «The impact of coastal structures on shorelines». Proc. Coastal Zone'78, ASCE, 1978.
24. C.I.M.A. (Comisión Interministerial del Medio Ambiente): «Medio Ambiente en España». 2.ª ed., 1978.
25. I.N.E.: Anuario estadístico 1980.
26. GONZALEZ PAZ, J.: «Alternativas del uso litoral. Objetivos y factores condicionantes». I Curso de Análisis, Planeamiento y Gestión del Medio Litoral. Colegio de Ing. de C. C. y P., 1973.
27. TANIZAKI, T.: «Regional development and coastal space use». 3rd Int. Conf. Ocean. Devel., 1975.
28. COPEIRO, E.: «Estima de función de distribución a partir de una muestra aleatoria». R.O.P., marzo 1979.
29. COPEIRO, E.: «Regímenes de oleaje y temporales a partir de registros». R.O.P., julio 1979.
30. HARRIS, R.: «Restudy of test shore nourishment by offshore deposition of sand, Long Branch, New Jersey». Beach Erosion Board, Tech. Mem. 62, 1955.
31. KASHEF, A.: «Technical and ecological impacts of the High Aswan Dam». Journ. Hydrology, 53, 1981.
32. URSIC, S., y DENDY, F.: «Sediment yields from small watersheds under various land uses and forest covers». U. S. Dept. Agriculture, Misc. Pub., 970, 1965.
33. LABORATORIO DE PUERTOS Y COSTAS RAMON IRIBARREN: «Estudio de la dinámica litoral en la costa peninsular mediterránea y onubense». Citado en (4).
34. RIBA, O., y otros: «Geografía Física dels Països Catalans». Katres, 1979.