



Investigaciones Geográficas (Mx)  
ISSN: 0188-4611  
edito@igg.unam.mx  
Instituto de Geografía  
México

Roig i Munar, Francesc Xavier; Martín Prieto, José Ángel  
Efectos de la retirada de bermas vegetales de Posidonia oceanica sobre playas de las islas Baleares:  
consecuencias de la presión turística  
Investigaciones Geográficas (Mx), núm. 57, agosto, 2005, pp. 40-52  
Instituto de Geografía  
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56905704>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

## Efectos de la retirada de bermas vegetales de *Posidonia oceanica* sobre playas de las islas Baleares: consecuencias de la presión turística\*

Francesc Xavier Roig i Munar\*\*  
José Ángel Martín Prieto\*\*\*

Recibido : 13 de enero de 2004  
Aceptado en versión final: 17 de mayo de 2005

**Resumen.** Se ha analizado el comportamiento del perfil de una playa natural con acumulación de hojas muertas de *Posidonia oceanica* (berma vegetal) ante la actuación de maquinaria de limpieza. Se realizaron dos perfiles, uno anterior a la retirada mecánica de la berma, y otro posterior a ésta, coincidiendo con un episodio de temporal de SW que incidió de forma directa sobre la playa desprotegida de la berma. El resultado obtenido fue una pérdida de superficie de playa y *foredune*.

**Palabras clave:** *Posidonia oceanica*, berma, retirada mecánica, perfil playa, erosión.

## Effects of the retreat of vegetable berms of *Posidonia oceanica* on beaches of the Balearic Islands: consequences of the touristic pressure

**Abstract.** The behaviour of the accumulation of dead leaves of *Posidonia oceanica* (vegetal berm) over the backshore has been analized. Two beach profiles, before and after its mecanical elimination, were made. After that, SW a stormy episody took place, giving as a consequence the erosion of both backshore and foredune, due to the elimination of the vegetal berm. The final result was a loss of beach and foredune surface.

**Key words:** Es Perengons, *Posidonia oceanica*, vegetal berm, beach profiles, erosion.

\* Una primera versión de este trabajo fue presentada en la II Reunión Nacional de Geomorfología Litoral celebrada los días 19 al 22 de junio de 2003 por la Universidade de Xeografía de Santiago de Compostela, Galicia (España).

\*\*Servicio de Gestión Litoral del Área de Medio Ambiente, Consell Insular de Menorca y Universidad de les Illes Balears. E-mail: xrm.mamb@cime.es

\*\*\*Universidad de les Illes Balears. E-mail: xrm.mamb@cime.es

## INTRODUCCIÓN

La interacción de factores ambientales que se da en los ámbitos litorales determina una gran variedad de procesos que hace de estos espacios áreas de elevada fragilidad ambiental (Andrés y Gracia, 2000). En las últimas décadas, la continua ocupación litoral por parte de la sociedad humana y el desarrollo de actividades y usos ajenos a este medio han alterado su dinámica natural (Paskoff, 1998), incrementando gravemente su fragilidad y causando modificaciones en su dinámica y evolución (Nordstrom, 2002), que en muchos casos ha llevado a su desaparición. En este sentido el litoral arenoso, y sus sistemas naturales asociados, han sido reclamo para el asentamiento de actividades e infraestructuras turísticas (Nonn, 1987).

Las islas Baleares no han sido ajenas a estos procesos en donde la oferta turística se ha centrado básicamente en la demanda del espacio físico, teniendo hasta el momento un claro dominio el litoral. Los espacios litorales, playas y calas constituyen un importante recurso turístico y económico, sobre el cual gravita la mayor parte de la economía de las islas Baleares. La presión turística y recreativa que soportan, concentrada en períodos estivales, genera importantes impactos ambientales. Un elevado porcentaje de estos impactos nace de la falta de conocimiento por parte de agentes económicos y sociales y de los organismos políticos que gestionan estos espacios litorales y desconocen sus características y su dinámica natural (Roig, 2002).

La situación de degradación a la que actualmente se ha llegado en algunos espacios litorales de las islas, se fundamenta básicamente en dos factores, según Rodríguez-Perea *et al.* (2000): el primero de ellos, considerar a las playas, su parte emergida, como un espacio independiente genética y dinámicamente de los factores de sus sectores sumergidos y emergidos, entendiendo que estos dos no guardan una relación directa. El segundo de ellos, no tener presente la especificidad gené-

tica de las playas de Baleares respecto a las del litoral continental. Por tanto, se ha de entender que la playa sumergida, la playa subárea y el campo dunar constituyen tres espacios estrechamente ligados (genética y dinámicamente), y en donde los intercambios sedimentarios son de vital importancia para el funcionamiento y equilibrio de todo el sistema.

Entre los impactos destaca la extracción sistemática de restos de hojas muertas de *Posidonia oceanica* acumuladas sobre la playa, también llamadas comúnmente algas. Estas extracciones son motivadas por la gran afluencia de usuarios, turistas y residentes, que interpretan la presencia de restos vegetales como suciedad y molestia, y transmiten sus quejas a los gestores de servicios turísticos, que a su vez las hacen llegar a la administración encargada de la gestión de la limpieza litoral (Roig *et al.*, 2001). Gran parte de estas quejas vienen fundamentadas por el desconocimiento de los valores ambientales del litoral de las Baleares y por una venta del producto turístico litoral de arenas blancas y libres de restos naturales, obviando en todo momento la presencia natural de acumulaciones de *Posidonia oceanica* sobre las playas y calas de la mayoría del litoral, hecho que desconoce el usuario que visita la isla por falta de información del producto ofertado tanto en origen como en destino.

La retirada sistemática de estas acumulaciones genera impactos a corto y medio plazo. Como resultado de estas actuaciones en las últimas décadas, se ha dado un retroceso de la línea de costa, así como de la superficie y del volumen de playa (Servera y Martín, 1996, Rodríguez-Perea *et al.*, 2000), y se han visto afectadas morfologías dunares delanteras, *foredune*, y comunidades vegetales asociadas.

## OBJETIVOS

El objetivo básico de este trabajo es aportar una valoración numérica, basada en diferentes perfiles de playa, que refuerce las teorías

aportadas por diferentes autores sobre la pérdida de sedimento, superficie de playa y volumen asociada al efecto directo de los temporales ante playas que han sido objeto de actuación mecánica de retirada de *Posidonia oceanica*. Así mismo, el trabajo da a conocer metodologías aplicadas de minimización del impacto en la retirada de estas plantas sobre playas sometidas a una fuerte presión turística, y posibles usos y destinos del material de las bermas retiradas como base de recuperación sedimentaria sobre espacios con procesos de degradación geomorfológicos.

#### *Posidonia oceanica*

La *Posidonia oceanica* es una fanerógama marina endémica del mar Mediterráneo que habita preferentemente sobre sustrato blando, a una profundidad variable entre 0 y 40 m. Su desarrollo horizontal sobre el sustrato es tal, que da lugar a lo que se conoce como praderas, siendo su extensión de decenas de kilómetros cuadrados, los cuales se extienden por todo el litoral, pero de forma especial frente a playas arenosas de las islas Baleares.

Esta planta marina pierde una parte importante de sus hojas en otoño, estimada entre 10 y 20 ton/ha (Medina *et al.*, 2001), coincidiendo con el inicio más importante de temporales, y las sustituye a inicios de la primavera por hojas nuevas. De esta pérdida de hojas, una parte es arrastrada por el oleaje a las zonas más profundas de la plataforma continental, aunque la mayor parte (entorno del 70%) se encuentra entre la zona de pradera sumergida y el límite de la zona infralitoral o zona de *swash* (Rodríguez-Perea *et al.*, 2002), a partir de esta situación se da una acumulación de hojas sobre la playa por transporte del oleaje, que representa entre un 10 y un 25% de la producción anual de esta planta (Medina, *et al.*, 2001).

Las hojas de *Posidonia oceanica* presentan una gran densidad de epífitos, básicamente fauna perteneciente a las comunidades de neófitos y rodófitos incrustantes que dan lugar

a una elevada producción de carbonatos (Romero, 1988), que a su vez dan una densidad ligeramente superior al agua marina debido a los minerales de componente carbonatado adheridos; por tanto, la facilidad de transporte hacia la zona de playa emergida o ecosistemas adyacentes es mayor. Estas praderas conforman el hábitat del ecosistema con la producción neta de sedimento arenoso más importante del litoral Balear. Pero, además, debido a la escasez de aportes sedimentarios de origen fluviotorrencial, su composición sedimentológica es eminentemente bioclástica, con porcentajes superiores al 85% (Jaume y Fornós, 1992).

Como las mareas no son significativas como elemento morfodinámico, el oleaje y las corrientes que juegan un papel básico como agentes modeladores de la costa, hacen llegar a ésta la producción sedimentaria carbonatada procedente de las praderas de *Posidonia oceanica*. La acumulación de restos de *Posidonia oceanica* es un fenómeno común en playas, ya sea de forma puntual o de forma completa en toda su extensión (Chesa *et al.*, 2000). Al ser el Mediterráneo un mar sin rango mareal importante (oscilando entre los 15 y 25 cm), se produce un fenómeno característico: la acumulación de las hojas muertas de *Posidonia oceanica* sobre la playa, formando una bermá vegetal (Figura 1).

En este artículo se consideró apropiada la utilización del término geomorfológico bermá (depósito de sedimento situado en la playa que presenta una sección triangular con una superficie superior plana o suavemente inclinada hacia tierra (techo de bermá o "berm top") y una superficie de mayor inclinación hacia el mar), en lugar del término francés *banquette*, para la definición de estas acumulaciones, ya que se entiende que esta deposición vegetal en la zona de playa aérea lleva consigo de forma natural la transferencia sedimentaria entre la parte emergida y sumergida de la playa, así como una interferencia en el transporte eólico hacia la zona dunar.

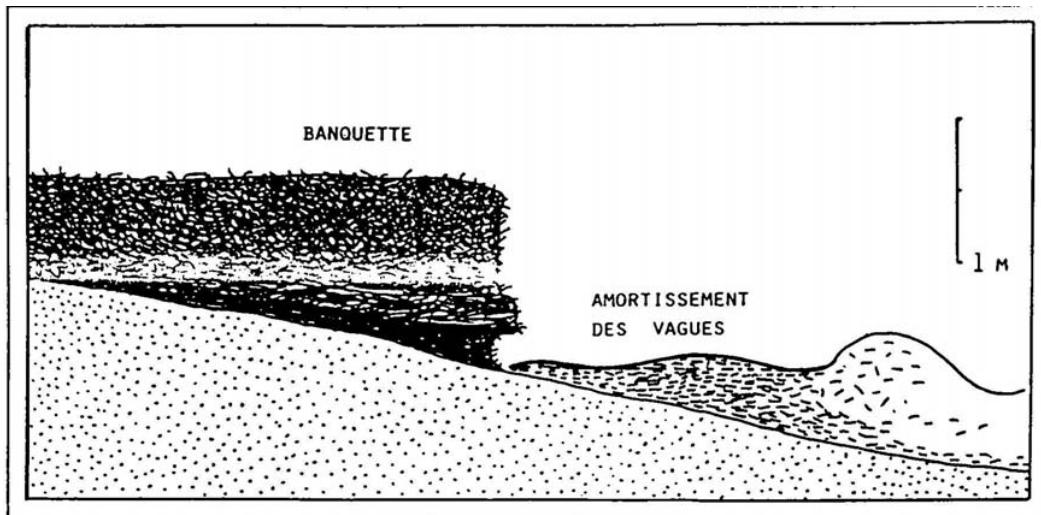


Figura 1. Esquema de funcionamiento deposicional de las hojas de *Posidonia oceanica* acumuladas sobre la playa (Bouderesque, 1982).

La bermas vegetales llegan a alcanzar alturas superiores a los 2 m, por una anchura que oscila entre una o varias decenas de metros que se extienden hacia tierra, formando una compacta y espesa capa de arena, materia orgánica (entorno al 90%) y agua. Estas acumulaciones contribuyen al mantenimiento de la línea de costa reduciendo la fuerza del oleaje y favoreciendo los procesos de sedimentación frente a los erosivos (Hemminga y Nieuwenhuize, 1991). La persistencia de estas bermas favorece las condiciones de protección costera (Mateo *et al.*, 2002), y se relacionan las abundancias de bermas a los ciclos naturales de caída de hoja condicionadas por mecanismos hidrodinámicos locales de carácter deposicional y multianual. La bermá tiene una triple función morfodinámica. En primer lugar, ejerce una protección sobre la playa subaérea frente a la incidencia de los temporales, en segundo lugar, una reducción en la velocidad y turbulencia de ola rota debido a la elevada viscosidad del agua mezclada con restos de hojas, que amortiguan el impacto de ésta sobre la bermá y, en tercer lugar, acumula-

la sedimento entre sus hojas (Rodríguez-Perea *et al.*, 2002). Desde el punto de vista sedimentológico representan la llegada de importantes cantidades de sedimento que se encuentra intercalados de forma irregular en la potencia acumulada o bien adheridos a los haces de las hojas.

Actualmente, y a causa de la afluencia turística litoral, estas bermas son retiradas sistemáticamente. En el período estival son retiradas básicamente por una concepción equivocada del término limpieza y estética de playas (Roig, 2002), debido a la venta fraudulenta del producto litoral, ofreciendo imágenes publicitarias propias de playas caribeñas, hecho que da lugar a la confusión y queja por parte del visitante que desconoce la función de estas acumulaciones. En el período invernal son retiradas para el aprovechamiento ganadero. Esta retirada se realiza con maquinaria pesada, generalmente tractores, excavadoras o retroexcavadoras, provocando, por una parte, la destrucción del pie de la duna, tanto por las maniobras de la propia máquina como por la acción del oleaje, que debido a

la desprotección de la playa, es capaz de erosionar la morfología dunar. Por otra parte, se pierde una importante cantidad de sedimento que sale del sistema playa-duna dando lugar a unos balances negativos al estar éste intercalado con los restos de *Posidonia*. Esto se debe a la forma en que se produce su retirada (perpendicular a la línea de costa y mediante mecanismos compactos, generalmente palas sin porosidad, para la percolación del sedimento intercalado en la berma), transporte y lugar de deposición, generalmente más allá del propio sistema playa-duna, en donde con los años se acumulan grandes cantidades de sedimento. Igualmente se da un proceso de desestructuración de la berma, y ésta es retirada sin previo desmonte y "lavado" mar adentro. Otros aspectos negativos directamente relacionados con este tipo de extracción, son la destrucción de las primeras comunidades vegetales formadoras y conservadoras de los sistemas dunares, que conlleva una fuerte salinización de la primera línea vegetal y la retirada de la fuente más importante de materia orgánica de estas comunidades, llevando consigo la reducción de las poblaciones de algunas especies nitrófilas típicas de la *foredune* (Gil, 1998).

### La influencia de berma sobre el perfil playa-duna

Los efectos de protección de las bermas de *Posidonia oceanica* sobre la playa han sido descritos en el sur de Francia por autores como C. F. Boudouresque, A. Meinesz o A. Jeudy de Grissac en los años ochenta. Estos autores evidenciaron el importante papel protector de defensa frente a los oleajes.

Servera y colaboradores (2002) proponen un modelo de secuenciación de deposición y retirada natural de estas bermas acumuladas sobre las playas de las islas Baleares teniendo presentes las zonificaciones de playa emergida y sumergida, así como los diferentes sectores dentro de éstas (Figura 2). Estos autores parten de una situación inicial de

buen tiempo (A), en que la aparición e incremento del oleaje provoca la puesta en suspensión y transporte de hojas muertas de la pradera y playa sumergida hacia la playa aérea (B). Al mismo tiempo, se da una erosión natural de la línea de costa donde las corrientes naturales de resaca construyen la primera berma o barra sumergida.

En un nuevo estadio de mayor oleaje (C) los restos de *Posidonia oceanica* llegan a la línea de costa, y comienza la deposición y posterior acumulación en el límite superior de la zona de *swash*. Desde este momento, y mientras el oleaje supera la potencia de la nueva acumulación, la berma presenta una acreción a la vertical y horizontal en sentido tierra mar, reduciendo la zona de *swash* y, por ende, la erosión de la playa aérea. Paralelamente en la acumulación se dan diferentes episodios deposicionales de sedimento intercalado en la potencia de berma. En este mismo estadio de construcción se da la erosión del sedimento situado en la parte frontal de la berma, que es transportado por las corrientes de resaca hacia la zona más profunda en forma de barra, dando lugar a una disminución de la profundidad y ampliación de la zona de *surf*. Todo este proceso provoca el alejamiento de la zona de rompiente, reduciendo considerablemente la energía del oleaje incidente. Las características de este estadio se repiten a medida que incrementa el oleaje (D). No obstante, las formas y procesos van ganando mayor magnitud, llegando la berma vegetal a unas dimensiones que superan en horizontal la posición inicial de la línea de costa, y la aparición de una segunda barra sumergida de sedimento.

Una vez que todo el volumen de hojas disponibles se encuentran sedimentadas como berma, se pueden dar dos estadios evolutivos diferentes (E y F). El estadio de una primera situación evolutiva (E), en que la magnitud del oleaje es constante en un mismo nivel, o que éste se incremente en dimensiones. En este caso, y en primera instancia, se sigue produ-

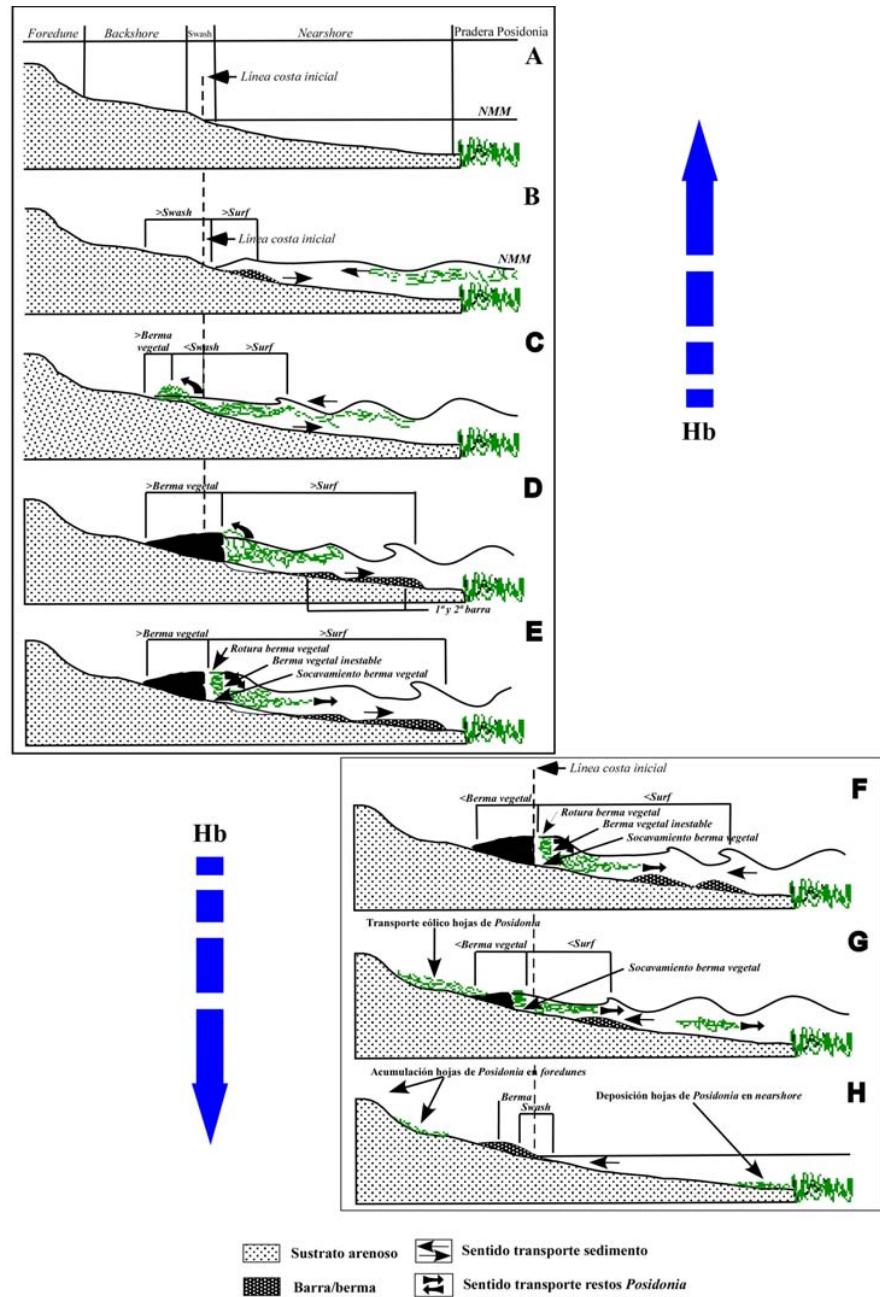


Figura 2. Modelo secuencial de construcción y desmonte de las bermas de *Posidonia oceanica* acumuladas sobre la zona de *swash* (fuente: Servera *et al.*, 2002).

ciendo erosión sedimentaria en la base frontal de la berma, que provoca una morfología *notch* de ésta, y el desmonte parcial por desplome de su parte superior. Este proceso pone en suspensión una importante cantidad de materia orgánica y sedimento que se encontraba intercalado, y que a la vez amortiguarán la energía del oleaje incidente disipando temporalmente la erosión por el efecto de las barras sumergidas y la viscosidad creada en el agua por las hojas de *Posidonia*. No obstante, la resaca evacuará progresivamente una parte de hojas sueltas hacia zonas más profundas, disminuyendo la viscosidad del agua e incrementando la erosión del sedimento hasta provocar de nuevo un *notch* de base y posterior colapso de la berma. El segundo estadio posible implica una progresiva disminución de la magnitud del oleaje, en el cual tiene lugar un proceso de socavón y colapso de la berma, igual que en la situación anterior. La reducción progresiva de la energía del oleaje durante este período implica dos aspectos: *a)* existe una mayor evacuación de hojas muertas hacia las zonas más profundas por debajo de la base de ola, y *b)* se inicia un retorno de las barras sumergidas de sedimento hacia la zona aérea de playa. Esta última situación, y con igual tendencia, marca el proceso de desaparición total o parcial de la berma acumulada (**G**), para acabar el estadio de acoplamiento de barras arenosas al perfil de playa aérea (**H**).

Con base en el modelo descrito cabe tener en cuenta que un porcentaje indeterminado de materia orgánica y sedimento, ya sea adherido a los haces o suelto, pasará a formar parte del sistema aéreo por dinámica eólica, o bien, por la acción de oleajes de fuerte intensidad entre los estadios **C** y **F**, que serían al sistema como fuente de alimentación sedimentaria y de aportes de nitratos.

Al carecer las Baleares de procesos mareas, las playas tienen una menor variabilidad en su perfil a corto plazo, ya que la superficie de playa aérea (cuando la berma permanece

sobre la playa) se mantiene más o menos constante a lo largo del año, excepto con ocasión de temporales. Esta ausencia de mareas, es uno de los motivos por los que la berma se acumula y deposita en la zona límite de acción del *swash*, extendiéndose en dirección hacia tierra. Por tanto la presencia o ausencia de éstas va a resultar determinante en la configuración del perfil de la playa. De este modo, se obtiene como resultado dos perfiles teóricos (Figura 3), en función de si la acumulación de hojas es o no retirada de las playas de forma sistemática y a lo largo de un año.

El primero de los perfiles (**A**) corresponde a un perfil típico de acreción-erosión de la estación estival e invernal, respectivamente, pudiéndose observar en cualquier playa donde el volumen de sedimento implicado entre ambos perfiles permanece relativamente constante en un balance sedimentario estable. Entre las consecuencias más inmediatas de la extracción de la berma están, en primer lugar, la desprotección de la playa frente a la presencia de temporales y, en segundo, la producción de un importante *output* en el balance natural sedimentario del sistema, al ser ésta una extracción indiscriminada.

El segundo perfil (**B**) correspondería a ambos perfiles (acreción-erosión), manteniendo la acumulación de hojas sobre la playa a lo largo de todo el año. Este sería el estado de equilibrio de cualquier playa en las Baleares, en que la berma protege la playa subaérea frente a los temporales. En ocasiones, esta berma, sobre todo al poco tiempo de su construcción, puede ser objeto de desmantelación natural por oleaje de alta energía (Figura 2, estadios **E** y **F**), arrastrando las hojas hacia la playa sumergida, o bien si la acumulación es de poca potencia se puede dar un proceso de sedimentación sobre ésta, dando lugar a intercalaciones estratigráficas de materia orgánica y sedimento sin berma aparente sobre la línea de *swash* y la playa emergida. Si esta berma vegetal permanece, su efectividad de protección frente la fuerza del oleaje puede

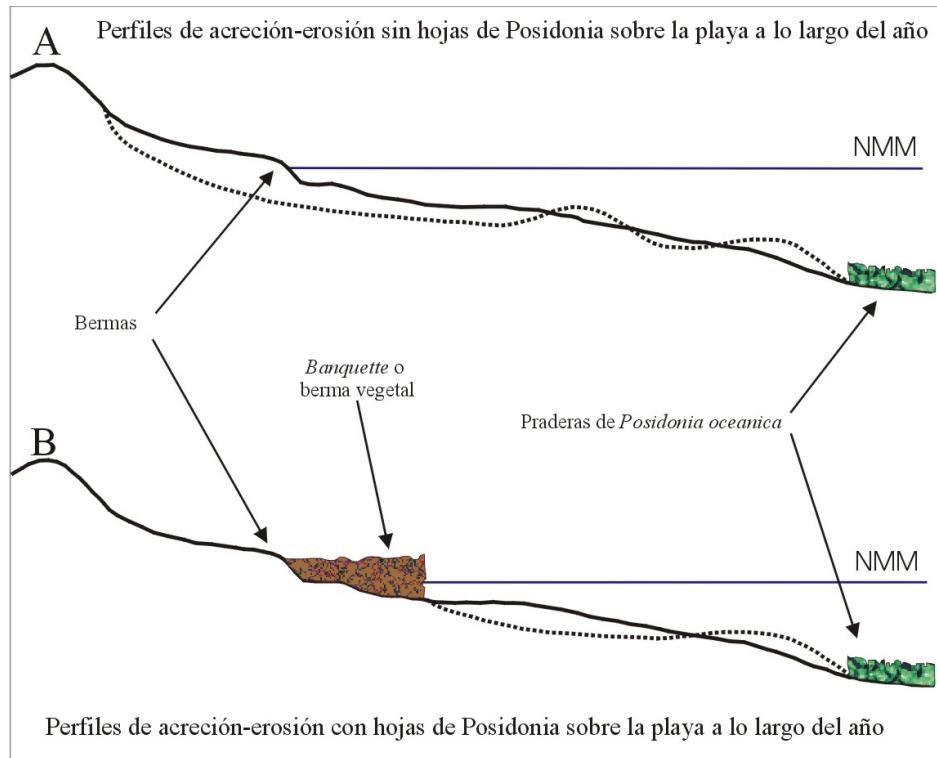


Figura 3. Perfiles teóricos de playa con y sin acumulación de hojas de *Posidonia oceanica* sobre la zona de swash.

suponer la protección de la *foredune*.

La diferencia más importante entre los dos tipos de perfiles descritos estriba en que el perfil de erosión en el segundo ejemplo (B) se inicia desde el borde del talud de berma, siendo un perfil más suave, puesto que el sedimento queda intercalado en un espacio menor, con un movimiento reducido entre el *swash* y el límite superior de la pradera de *Posidonia oceanica*.

#### Efectos erosivos de la retirada mecánica de la berma de *Posidonia oceanica* sobre la playa. El ejemplo de es Perengons (SE de Mallorca)

Se demuestra la efectividad de protección de la línea de costa de las bermas vegetales de

*Posidonia oceanica* a partir de dos perfiles de playa realizados en el sistema playa-duna d'Es Peregons (SE de Mallorca); el primero de ellos, realizado el 19 de octubre, y el segundo el 26 de noviembre del 2000 (Figura 4). En el primero se puede observar una berma acumulada sobre la playa aérea, en la zona de batida de olas, con una potencia de 60 cm que se extiende aproximadamente 12 m hacia tierra. Se trata de un perfil de acreción, con dos bermas bien desarrolladas. El segundo perfil, realizado el 26 de noviembre, muestra un perfil de erosión, con ausencia de bermas y con una barra incipiente en la zona sumergida más inmediata.

Entre el levantamiento de ambos perfiles, la berma acumulada en la playa fue retirada el día 14 de noviembre con maquinaria pesa-

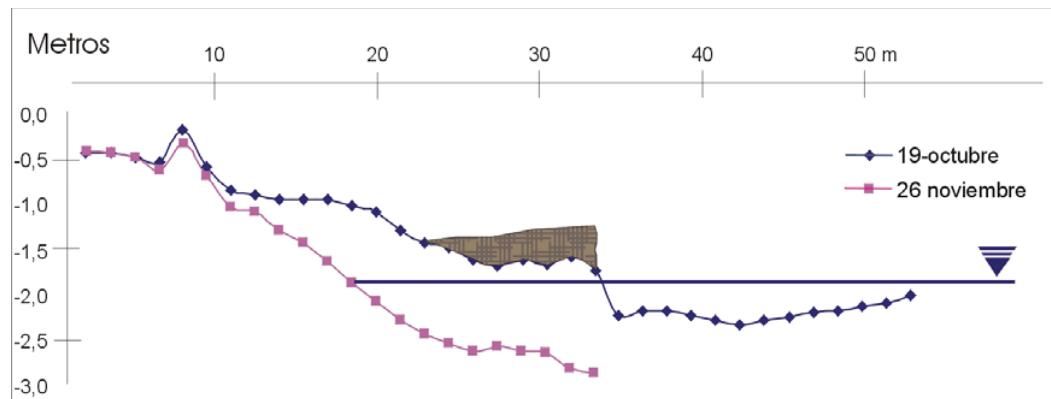


Figura 4. Variabilidad de perfiles de playa con y sin acumulación de hojas de *Posidonia oceanica* después de un temporal de incidencia directa sobre la playa de es Perengons (Mallorca).

da con finalidades de “limpieza de playa” y para su uso y aprovechamiento agrario y, posteriormente, el 20 de noviembre tuvo lugar el temporal más importante de ese año, registrando una  $H_s$  (altura significante correspondiente al valor medio del tercio superior de las alturas de ola obtenidas en un registro) de 5.4 m, y un  $T_s$  (período significante) de 8.7 s, y con una componente WSW, que incidió de forma directa con un ángulo de 90° sobre la playa objeto de estudio.

## RESULTADOS

El resultado final observado en el perfil resultante del 26 de noviembre, donde el oleaje alcanzó hasta el pie de la *foredune*, es la consecuencia de una pérdida de 33 m<sup>3</sup> de sedimento y materia orgánica a lo largo del perfil, la pérdida de vegetación de playa y *foredune*, y la modificación del perfil natural de playa, resultando más inclinado, y con un retroceso temporal de la línea de costa de 15 m.

Si bien es cierto que ante un temporal de esta magnitud es probable que la dimensión de la berma no hubiera resultado en una barrera natural eficaz contra la acción erosiva del temporal. No obstante, en condiciones de un temporal normal (el 62 % de  $H_s$  es inferior a 2 m), sí hubiera resultado un freno y un

rompeolas eficaz, ya sea por la configuración de la propia berma, como por la acción de la espesa capa de materia orgánica suspendida en el agua, hecho que ocurrió el 11 de noviembre; otro temporal con olas de 3.6 m de  $H_s$  tuvo lugar con la misma componente que el temporal del día 20; sin embargo, no fue suficiente para eliminar por completo la berma de la playa, de forma natural, ya que la acumulación de *Posidonia* ejerció una efectiva protección de la playa subárea. Por tanto, el mantenimiento de esta berma sobre la playa hubiera dado como resultado la conservación de un perfil de acreción similar, morfológicamente, al que muestra el perfil del 19 de octubre, que con toda probabilidad se hubiera mantenido hasta la temporada turística del año siguiente, y evitar un balance sedimentario negativo inducido por una acción de retirada mecánica de berma.

Mediante los resultados obtenidos en la playa de es Perengons, válidos y extrapolables a todo litoral balear, por sus características geomorfológicas, se puede decir que las actuaciones mecánicas sistemáticas realizadas de forma indiscriminada sobre las playas en las últimas décadas han provocado, y provocan aún hoy, en espacios del litoral balear, el deterioro mediante la pérdida de superficie y volumen de playa, así como la alteración y

desestabilización de los procesos naturales de intercambio sedimentario entre playa sumergida y emergida. En la Figura 5 queda reflejado de forma esquemática el proceso erosivo descrito a lo largo de este trabajo, en el que se distinguen dos efectos principales de su retirada mecánica: la modificación del perfil de playa y la pérdida de sedimento. En ambas situaciones la playa queda desprotegida, acelerándose los procesos erosivos por un lado y los desequilibrios en los balances por el otro. Al final de varios años, el saldo es la pérdida paulatina de volumen y superficie de playa.

Por tanto, y con base en lo explicado anteriormente, en el litoral de las islas Baleares se puede definir el grado de sensibilidad o fragilidad morfodinámica de los sistemas playa-duna, mediante tres curvas de sensibilidad (Figura 6): la primera de ellas, y común a los sistemas dunares continentales, es la debilitación, erosión y desaparición de los primeros cordones dunares, básicos para la estabi-

lización del sistema aéreo de playa, ya establecida por Brown y McLachan (1990); la segunda, y aplicada a sistema playa-duna de Baleares por Rodríguez-Perea *et al.* (2002), se sitúa sobre la pradera de *Posidonia oceanica* como espacio productor de sedimento carbonatado del sistema, estabilizador de la playa sumergida y el campo de barras sumergidas. Como tercera curva sensible del sistema es oportuno, con base en lo explicado anteriormente, establecerla también sobre las bermas acumuladas de *Posidonia oceanica*, por su importancia como sector de transferencia sedimentaria entre sectores playa-duna, y como aporte de materia orgánica entre la playa y las comunidades vegetales de duna, básicas para la estabilización de éstas, así como elemento amortiguador de la fuerza de los temporales. De este modo se pueden diferenciar tres puntos críticos en el grado de sensibilidad y fragilidad del perfil teórico de playa-duna balear, a la vez que tres puntos

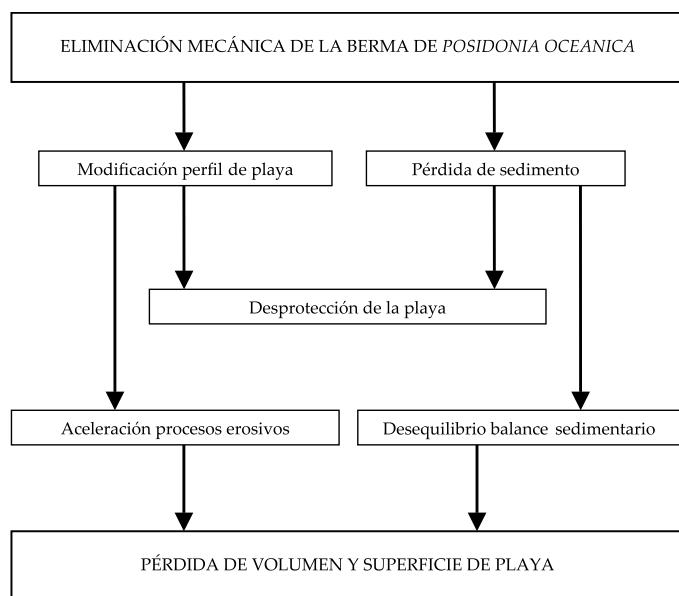


Figura 5. Consecuencias geomorfológicas de la retirada sistemática de las bermas acumuladas de *Posidonia oceanica*.

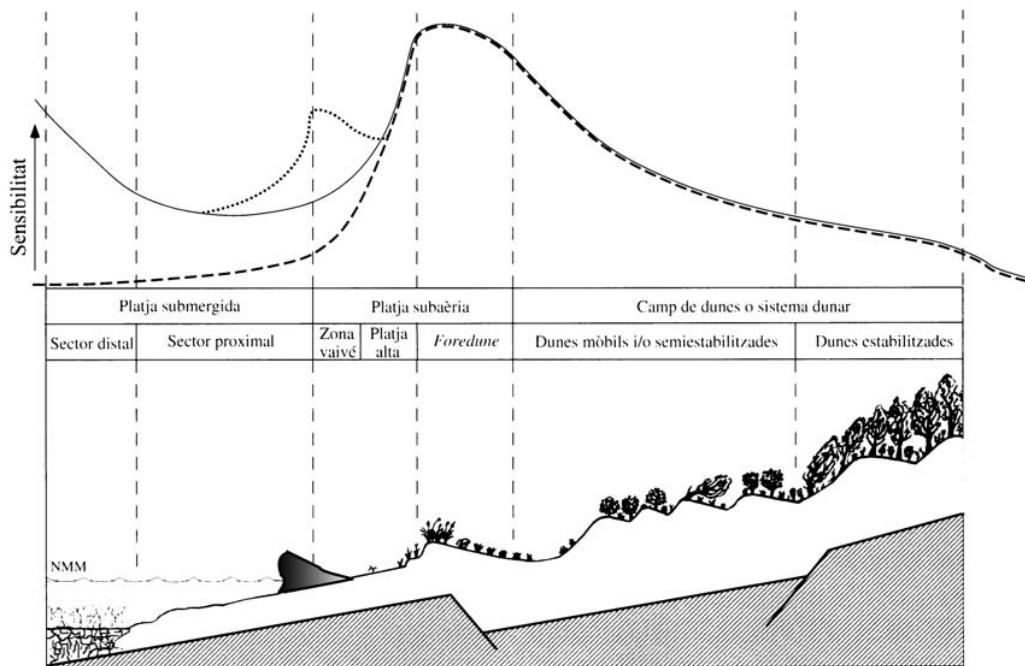


Figura 6. Sectores playa-duna con diferentes grados de sensibilidad y fragilidad (modificado de Brown y McLachan (1990) y de Rodríguez-Perea *et al.* (2002)).

en donde incidir mediante sistemas de gestión con base en la minimización de sus impactos.

#### Propuestas de gestión para minimizar el impacto de su retirada

Con base en los resultados obtenidos en el ejemplo del litoral de Mallorca, se ha planificado en la isla de Menorca, y dentro del Plan de Gestión Integral del Litoral (Roig, 2003), la retirada de las bermas acumuladas de *Posidonia oceanica* únicamente en playas urbanas, y entre los meses de junio y mediados de septiembre. Son dos las razones que justifican la retirada en este período: por un lado, la influencia del sector turístico sobre playas urbanizadas, y, por otro, la coincidencia con la época en que las playas están expuestas a menores temporales. De este modo se man-

tienen los perfiles naturales, la fuente de nutrientes de las primeras morfologías vegetales y los balances sedimentarios de playa, mientras que en playas situadas en espacios naturales se mantienen permanentemente las acumulaciones, evitando de este modo la antropización por efectos mecánicos.

Para la retirada de estas bermas se han adaptado unas pinzas con porosidad superior al 95% y una capacidad de retirada unitaria de 2.8 m<sup>3</sup> a una máquina hidráulica con un brazo telescopico de dos secciones y una longitud de 3.7 m, y con altos niveles de flexibilidad, hecho que permite la retirada de la berma a una distancia de la línea de mar que facilita el desmonte y posterior "lavado" de ésta. Se establece su retirada con base en una fase de destrucción de la berma mar adentro mediante el brazo telescopico, con la finalidad de rea-

lizar un "lavado" de éstas en el agua, que facilite la deposición del sedimento intercalado en la berma hacia la zona de barras sumergidas, y una segunda fase de retirada de restos de materia orgánica, básicamente. El destino de estas retiradas se establece en función de la disponibilidad de espacio sobre el sistema playa-duna para la creación de "bancos de sedimento" en el propio sistema.

La deposición acumulada con el paso de tiempo será de nuevo incorporada al sistema, mediante su cribado para realizar una separación de material arenoso de fibras de *Posidonia oceanica*. En sistemas playa-duna con presencia de morfologías erosivas tipo *blowout* o con superficies de deflación se utiliza la *Posidonia oceanica* como elemento de interferencia eólica aumentando la rugosidad del sustrato, incorporando directamente las acumulaciones sobre la base erosiva, emulando la forma y altura de la morfología y dando continuidad al sistema. Estas actuaciones favorecen la retención sedimentaria por interferencia eólica, así como la rápida colonización de primeras comunidades vegetales por al aporte de materia orgánica. Esta técnica, considerada blanda, fue adaptada en 2002 en algunos sistemas de la isla de Menorca, y consiste en la deposición de material retirado sobre discontinuidades morfológicas de *foredune* con potencias de 1.5 m y longitudes variables. Fueron aplicadas en el sistema playa-duna con resultados a corto plazo, más óptimos que los obtenidos con la aplicación de técnicas de interferencia eólica mediante trampas sedimentarias (cañizo, barreras y vegetación) aplicados en los mismos sistemas.

## CONCLUSIONES

Las técnicas utilizadas actualmente para la retirada de bermas son un factor erosivo puntual que se agrava mediante las realizaciones sistemáticas en el tiempo y el espacio, creando de forma constante una pérdida sedimentaria al sistema, el cual depende de los aportes biogénicos producidos en las pra-

deras de *Posidonia oceanica* y que llegan mediante acumulaciones de bermas en algunos sistemas playa-duna, así como una desprotección del sistema. Seguir con la retirada de estas bermas puede llegar a suponer la regeneración artificial de algunos sistemas de reducidas dimensiones por la creación continua de balances sedimentarios negativos. En este sentido, las bermas representan un factor de estabilización y equilibrio importante, configurándose como una adicción más a las curvas de sensibilidad establecidas por diferentes autores.

Los motivos que han justificado durante décadas la retirada mecanizada hay que buscarlos en el desconocimiento de los valores ambientales y naturales de los espacios litorales. Estas retiradas se han convertido a lo largo del tiempo en un problema de transformación del medio litoral por parte de usuarios, políticos y empresarios de las islas Baleares, que han buscado con ellas una imagen irreal de las playas más frecuentadas. La reiterada retirada con criterios puramente conyunturales ha llevado a una erosión de la mayoría de sistemas playa-duna con altos niveles de frecuentación.

Es necesario que cualquier planteamiento de gestión turística y litoral incluya directrices de educación ambiental, con procedimientos educativos de carácter añadido y vinculado a la planificación, esta educación tendrá como objetivo final el uso sostenible del recurso natural. Entendemos que la interpretación, difusión y educación de los valores litorales es una parte más de la gestión que como último fin tendrá la conservación del espacio frecuentado y gestionado. Según Griest y Mullins (1984) es posible conseguir un apoyo por parte de los usuarios del espacio, evitando de este modo su progresiva degradación por la falta de conocimiento. En este caso, el usuario, en general, debe disponer de la información adecuada para comprender las razones y las consecuencias de las diferentes medidas de gestión (Wagar, 1978), en nuestro caso el man-

tenimiento de las bermas acumuladas sobre las playas. Así lo demuestran Nielsen y Buchnan (1986) quienes encontraron que la interpretación puede ser utilizada para educar a los usuarios e incrementar de este modo su apoyo a las técnicas y medidas de gestión.

## REFERENCIAS

- Andrés, J. R. y F. J. Gracia (2000), *Geomorfología litoral*, Procesos activos Madrid, Monografías de la Sociedad Española de Geomorfología, 7.
- Boudouresque, C. F. and A. Meinesz (1982), *Découverte de l'herbier de Posidonia*, Parc National de Port-Cros, Parc Naturel Regional de la Corse i G.I.S. *Posidonia*, Marseille. 77.
- Brown, A. C. and McLachlan (1990), *Ecology of sandy shores*, Elsevier.
- Chesa, L. A., V. Fustier, C. Fernández, F. Mura, A. Pais, G. Pergent, S. Serra and L. Vitale (2000), "Contribution to the knowledge of "banquettes" of *Posidonia oceanica* (L) deline in Sardinia Island", *Biol. Mar. Medit.*, 7(2):35-38.
- Gil, Ll. (1998), *Els sistemes dunars de Mallorca: biología reproductiva de las comunidades vegetales características*, Universitat de les Illes Balears (inédito).
- Griest, L. and G. Mullins (1984), "Managing conflict: a process for increasing use of interpretation as a management tool", *Journal of Interpretation* 9(1):6-8.
- Hemminga, M. A. and J. Nieuwenhuize (1991), "Transport, deposition and *in situ* decay of seagrasses in a tropical mudflat area (Banc d'Arguin, Mauritania) in Netherlands", *Journal of Sea Research*, 27(2):183-190.
- Jaume, C. and J. J. Fornós (1992), "Composició i textura de platja del litoral mallorquí", *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35:93-110.
- Jeudy de Grissac, A. (1984), "Effects des herbiers à *Posidonia oceanica* sur la dynamique marine et la sedimentologie littorale", en Boudouresque, C., A. Jeudy de Grissac et J. Olivier (eds.), *International Workshop Posidonia oceanica Beds*, GIS Posidonia Publ., vol. 1, pp. 437- 443.
- Jeudy de Grissac, A. and C. F. Boudouresque (1985); "Rôles des herbiers de phanérogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers: les herbiers à *Posidonia oceanica*", en *Colloque Franco-Japonais d'Oceanographie*, Marseille, pp. 143-151.
- Mateo, M. A., J. L. Sánchez-Lizao and J. Romero (2002), "*Posidonia oceanica* "banquettes": a preliminary assessments of the relevant for Meadow carbon and Nutrients Budget", in *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56:000-000.
- Medina, J. R., J. Tintoré and C. M. Duarte (2001), "Las praderas de *Posidonia oceanica* y la regeneración de playas", *Rev. de Obras Públicas*, núm. 3.409, pp. 31-43.
- Nielsen, C. and T. Buchnan (1986), "A comparison of effectiveness of two interpretive programs regarding fire ecology and fire management", *Journal of Interpretation* 11(1):1-10.
- Nonn, H. (1987), *Geografía de los litorales*, Ariel, Madrid.
- Nordstrom, K. F. (2002), "The role of human in transforming coastal landscape", *Journal Coastal Research*, Special Issue 36.
- Paskoff, R. (1998), *Les littoraux. Impacts des aménagements sur leurs évolution*, Armand Colín, París.
- Rodríguez-Perea, A., J. Servera and J. A. Martín-Prieto (2000), "Alternatives a la dependencia de les platges de les Balears de la regeneració artificial", *Informe Metadona*, Universitat de les Illes Balears, Collecció Pedagogia Ambiental no. 10.
- Roig, F. X. (2001), "El conocimiento de la *Posidonia oceanica* y sus funciones ecológicas como herramienta de gestión litoral. La realización de encuestas a los usuarios de playas y calas de la isla de Menorca", en *Papeles de Geografía*, núm. 34, pp. 271-280.
- Roig, F. X. (2002), "El Pla de neteja integral del litoral de Menorca. Aspectos geomórficos, ambientales i socials", *Boll. Geograf. Apl.*, vol. 3-4, pp. 51-64.

Roig, F. X. (2003), "Identificación de variables útiles para la clasificación y gestión de calas y playas. El caso de la isla de Menorca (I. Balears)", *Boletín de la AGE*, vol. 35, pp. 175-190.

Romero, J (1988), "Epifitos de las hojas muertas de *Posidonia oceanica*: variaciones estacionales y batinétricas de biomasa en la pradera de las islas Medas", *Ecología acuática*, 9:19-25.

Servera, J. y J. A. Martín-Prieto (1996), "Análisis y causa del retroceso de línea de costa el arenal de Sa Rapita, Mallorca", *IV Reunión de Geomorfología*, A Coruña, pp. 877-890.

Servera, J., J. A. Martín-Prieto y A. Rodríguez-Perea (2002), "Forma y dinàmica de les acumulacions de fulles de *Posidonia oceanica*. El seu paper com a protector de la platja subaèria", *III Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*, libro de ponencias y resúmenes 91-93, Palma de Mallorca.

Wagar, J. A. (1978), "Why interpretation? Meeting the Challenge", *Journal of Interpretation*, 3(1)6-10.