

## Anexo 10. Gestión de arribazones

### ÍNDICE

1. Introducción y problemática .....	2
2. El origen y dinámica de las acumulaciones de restos vegetales en las playas .....	3
2.1 Biología de las fanerógamas marinas <i>Posidonia oceanica</i> y <i>Cymodocea nodosa</i> .....	3
2.2 Relación de las praderas de fanerógamas marinas con el sedimento .....	5
2.3 Formación de los arribazones .....	5
2.4 Efectos de la retirada de arribazones .....	7
2.4.1. Efectos en la cantidad de sedimentos de las playas.....	7
2.4.2. Cambios morfológicos sobre la superficie libre de las playas de arena .....	9
2.4.3. Efectos debidos a la reducción de la materia orgánica natural.....	11
3. Recomendaciones para la reducción del impacto en las labores de limpieza de playas .....	11
4. Zonas de acopio para los arribazones .....	12
5. Procedimientos de devolución de arribazones a las playas .....	13
6. Conclusiones y recomendaciones .....	14

## 1. Introducción y problemática

Las grandes acumulaciones de fanerógamas marinas y algas en las orillas de las playas, arrojadas por el mar tras desprenderse de forma natural del sustrato rocoso o arenoso, reciben distintos nombres, tales como banquetas o arribazones. Estas arribadas de plantas y algas marinas son fenómenos naturales causados generalmente por el efecto de grandes oleajes y temporales en la franja costera. Suelen favorecer el saneado de las poblaciones de macroalgas y plantas marinas y actuar como barreras naturales contra la erosión marina. Funcionan a modo de dunas embrionarias, aportando materia orgánica y nutrientes a la flora autóctona, y conforman el soporte alimentario de muchos invertebrados, que a la vez constituyen el alimento de juveniles de peces, insectos, aves marinas, etc.

Los procesos de putrefacción asociados a la descomposición de estas grandes cantidades de material biológico que arriban a las playas pueden afectar a las condiciones del uso recreativo de la zona, así como causar un mal aspecto y olor. Las quejas que transmiten los turistas y usuarios, que desconocen su importancia ecológica y medioambiental, propician que la administración local encargada de la limpieza de su litoral retire y transporte a vertederos estos arribazones. En este sentido, el carácter súbito y masivo del depósito de fanerógamas marinas y algas en las playas plantea serios inconvenientes con relación a la planificación de los servicios de limpieza para su eliminación. Esta situación ha provocado la limpieza sistemática con medios mecánicos de estos espacios naturales que, realizada de forma exhaustiva y sin aplicar criterios geomorfológicos y ambientales de gestión, reduce la biodiversidad costera, altera los perfiles de playa, y provoca una pérdida de sedimentos.

A pesar de ello, *la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*, en su artículo 57 de "Prohibiciones y garantía de conservación para las especies incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial" especifica en su letra c) la prohibición de "poseer, naturalizar, transportar, vender, comerciar o intercambiar, ofertar con fines de venta o intercambio, importar o exportar ejemplares vivos o muertos, así como sus propágulos o restos, salvo en los casos en los que estas actividades, de una forma controlada por la Administración, puedan resultar claramente beneficiosas para su conservación, en los casos que reglamentariamente se determinen". Por tanto, su retirada debe estar regulada por la Administración.

Además, su retirada incrementa la problemática ambiental existente en los sobreutilizados vertederos, en los cuales no se ha establecido hasta el momento ningún protocolo o sistema de eliminación de los arribazones de bajo impacto. Tampoco existe, a fecha de hoy, un sistema unitario y específico de retirada de estos arribazones vegetales o un registro histórico que permita el desarrollo de un plan de revalorización y aprovechamiento de este tipo de residuos.

Por tanto, se hace indispensable llevar un control y valorar la necesidad y el efecto de la retirada de los arribazones. Por otra parte, los diferentes estudios del fenómeno natural de los arribazones vegetales sirven como bioindicadores del estado de las poblaciones naturales de fanerógamas marinas y macroalgas, particularmente amenazadas por el crecimiento urbanístico en las zonas turísticas; son así mismo óptimos indicadores de la calidad ambiental del litoral.

En el proceso de retirada de los arribazones, se retiran a la vez grandes cantidades de arena; así, año tras año, la playa va disminuyendo, y debe regenerarse añadiendo arena nueva, o translocándola de otras ubicaciones. Por esta razón, se está extendiendo cada vez más la práctica de no retirar los arribazones durante el invierno, y proceder a su retirada en verano, cuando los turistas hacen un uso

masivo de las zonas costeras.

## 2. El origen y dinámica de las acumulaciones de restos vegetales en las playas

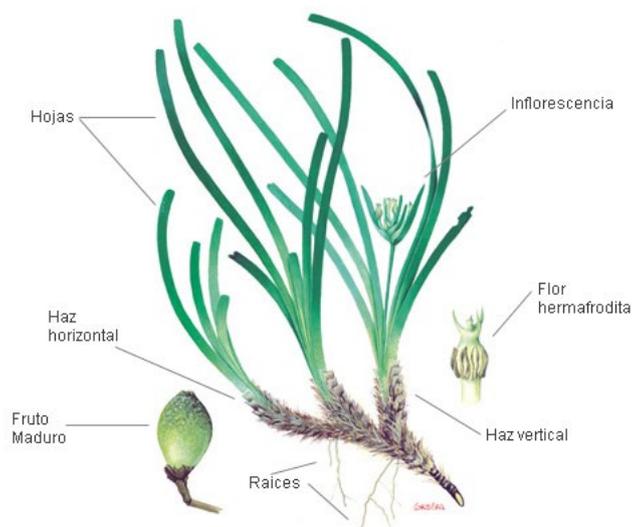
### 2.1 Biología de las fanerógamas marinas *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*

Las fanerógamas marinas en el litoral forman extensas praderas desde las zonas más someras hasta una profundidad variable, en función del límite al que la intensidad lumínica permite su función fotosintética (Pergent *et al.*, 1995). Como el resto de las fanerógamas, presentan hojas, raíces, tallo - o rizoma-, flores y frutos. Las hojas son de forma acintada y surgen de forma dística. Forman un haz en cada uno de los rizomas y crecen a partir de un meristemo basal durante un tiempo variable de entre cuatro a once meses. Tras este período, las hojas pierden su función, y tras retirar los nutrientes esenciales para la planta se desprenden, si bien pueden quedar fijadas a la planta durante algún tiempo. La intensidad con la que se dan estos procesos presenta un cierto carácter estacional: la renovación de las hojas se produce a finales de verano y principios de otoño, principalmente (Ott, 1980; McComb *et al.*, 1981; Kirkman & Cook, 1982; Orth & Moore, 1986).

En particular, la importancia de las praderas de *P. oceanica* se debe a que es uno de los ecosistemas marinos más productivos del planeta: son fuente directa o indirecta de alimento, ya que sobre sus hojas crecen gran variedad de organismos (Battiato *et al.*, 1982). Además, para muchos animales sirven como refugio y lugar para la freza y cría. Las praderas, además, constituyen un elemento de primer orden en el ciclo de nutrientes del ecosistema litoral y en la dinámica litoral de sedimentos.



**Imagen 1.** Pradera de *Posidonia oceanica*.  
Fuente: Instituto de Ecología Litoral.



**Figura 1.** Distintas partes de una planta de *Posidonia oceanica*.  
Fuente: Jordi Corbera, extraído del libro “Praderas y Bosques Marinos de Andalucía”.

Por su parte, la fanerógama *Cymodocea nodosa* se asienta sobre biocenosis de arenas finas bien calibradas y arenas fangosas, constituyendo auténticos oasis dentro de las áreas arenosas, donde se concentran gran número de especies, muchas de ellas de extraordinario valor económico. Por lo tanto, el valor de estas praderas es altísimo para la pesca local.



**Imagen 2.** Pradera de *Cymodocea nodosa* sobre arenas finas.  
Fuente: Instituto de Ecología Litoral.

Su distribución en todas las superficies arenosas es posible gracias a su sistema de estolones y raíces. Debido a su morfología, presenta una biomasa inferior a las praderas de *P. oceanica*, y alberga una menor biodiversidad. Aun así, desempeña un papel fundamental en la ecología y estructuración de los fondos marinos.

## 2.2 Relación de las praderas de fanerógamas marinas con el sedimento

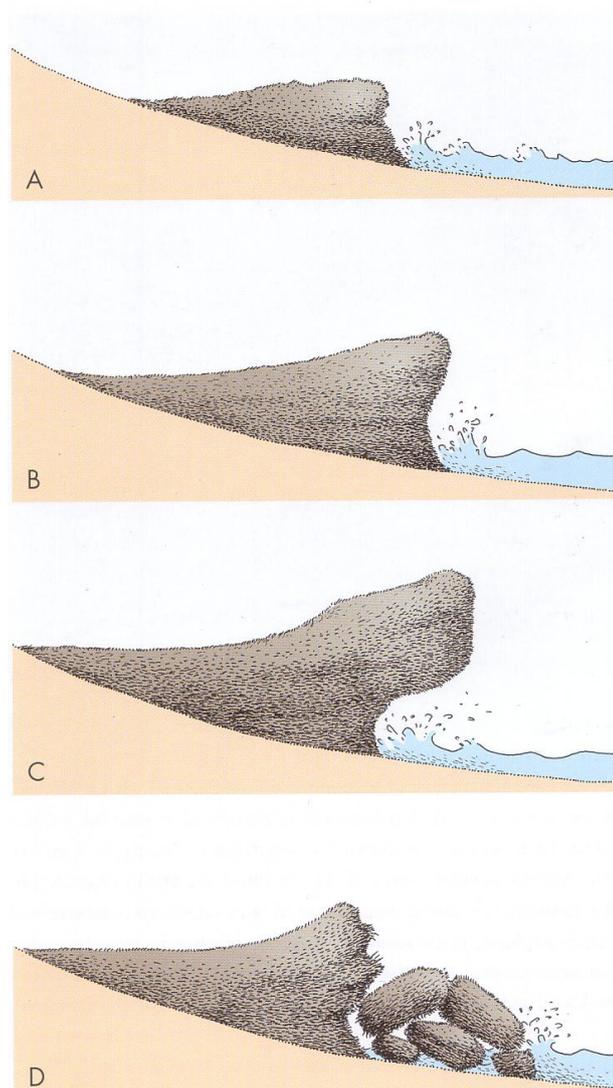
Las praderas submarinas son ecosistemas costeros de alta productividad que tienen fuertes interacciones con los procesos de sedimentación (Boudouresque & Jeudy de Grissac, 1983; Jeudy de Grissac & Boudouresque, 1985; Blanc & Jeudy de Grissac, 1989; Madsen *et al.*, 2001). Varios estudios han enfatizado sobre el papel de las plantas marinas en la modificación del hidrodinamismo (Amos *et al.*, 2004) al favorecer la deposición de sedimentos finos y para amortiguar los efectos de la resuspensión de sedimentos (Gambi *et al.*, 1990; Fonseca, 1996; Komatsu, 1996; Gacia *et al.*, 1999). Las praderas submarinas, además proporcionan partículas de carbonato biogénico al sustrato, contribuyendo a la producción de sedimentos carbonatados.

Por otro lado, en particular *P. oceanica* es capaz de adaptar su tasa de crecimiento y el ángulo de sus tallos y rizomas a la tasa de deposición de sedimentos (Boudouresque & Jeudy de Grissac, 1983). De esta manera, *P. oceanica* crea una estructura escalonada (mata), que consiste en un entrelazamiento de raíces, rizomas y sedimentos atrapados, que amortigua la energía de las olas y afecta a la composición de los sedimentos del fondo, evitando la resuspensión de finos (Gacia *et al.*, 1999) y su enriquecimiento en residuos biogénicos (Mateo *et al.*, 1997).

## 2.3 Formación de los arribazones

*P. oceanica* es una planta de hoja caduca que desprende sus hojas de forma natural al final de la época estival; en ese momento, las hojas son viejas y han alcanzado su máxima longitud. Consecuentemente, se encuentran totalmente colonizadas por otros organismos animales y vegetales. El fin del vigor de las hojas, debido a que se encuentra en la fase final de su ciclo vital, unido al mayor peso por la colonización de otros organismos epífitos, favorecen el desprendimiento natural de la hoja. Pero las hojas pueden aparecer en la orilla de la playa en cualquier época del año si ocurren temporales intensos, con alturas de ola superiores a 2,2 m (IEL, 2012). Tras un intenso temporal, entre los restos pueden encontrarse, además de las hojas, matas vivas, raíces y rizomas arrancados debido a la fuerza del oleaje. Consecuentemente, las labores de eliminación y transporte se pueden extender a lo largo de todo el año, intensificándose tras temporales de cierta intensidad, coincidan o no con los ciclos biológicos de renovación de hojas.

Parte de las hojas que se desprenden de las plantas se reciclan en la propia comunidad de la pradera, y otra parte se exporta, bien hacia zonas más profundas, bien hacia la costa, donde llegan a la orilla. Las acumulaciones de hojas y restos de *P. oceanica* se encuentran comúnmente a lo largo de las costas mediterráneas, formando en las orillas unas estructuras desde unos pocos centímetros a varios metros de espesor, cuya principal composición son hojas, rizomas y sedimentos (Boudouresque & Meisnesz, 1982; Jeudy de Grissac, 1984; Jeudy de Grissac & Audoly, 1985). Según estudios realizados por Duarte (2004), la deposición anual de restos de *P. oceanica* por metro de playa es de unos 125 kg de materia seca por kilómetro de pradera.



**Figura 2.** Evolución de un arribazón de *Posidonia oceanica* en la costa.

Fuente: Mateo et al., 2003.

A pesar de que los arribazones han sido a menudo citados por tener un papel en la protección de las playas frente a la erosión (Boudouresque & Jeudy de Grissac, 1983; Mateo *et al.*, 2003), estos depósitos son retirados con elevada frecuencia de las playas y calas, con el fin de favorecer la explotación de las actividades turísticas en general la región mediterránea (Duarte, 2004). La retirada de los arribazones puede afectar de forma negativa tanto a la geomorfología de la playa como al funcionamiento de los ecosistemas costeros, a raíz de la pérdida permanente de nutrientes.

La acumulación de restos vegetales en la arena está estrictamente relacionada con la acción de las olas. Mateo *et al.* (2003) propusieron una secuencia teórica de la formación y destrucción de arribazones que implica una fase inicial de la deposición de restos, con posterior aumento de tamaño hasta la altura máxima. Después de la deposición de los arribazones, la erosión por la acción de las olas se produce en la base formando un escarpe, hasta que se produce el colapso de la banqueta. Los mismos autores informaron de que las dimensiones máximas se alcanzan durante el invierno, a raíz de las severas condiciones de tormenta (Mateo *et al.*, 2003).

Según Simeone (2008), la deposición de los restos vegetales y sedimentos se produce cuando la energía de onda de las olas comienza a disminuir. El límite hacia tierra de los arribazones marca la ola máxima o “run-up”, y la deposición en las banquetas o arribazones se produce hacia el mar a raíz de la disminución de aceleración. El material más pesado de estos restos lo constituyen los rizomas y sedimentos, que se depositan en la trasplaya, con mayor concentración y biomasa de rizomas en la trasplaya ( $82,2 \pm 55,7 \text{ kg m}^{-3}$  y desviación  $0,15 \pm 0,07 \text{ kg m}^{-3}$ , respectivamente) en comparación con la playa ( $20,3 \pm 21,9 \text{ kg m}^{-3}$  y desviación  $0,05 \pm 0,02 \text{ kg m}^{-3}$ , respectivamente). Los rizomas se encuentran principalmente en las playas de alta energía. La pérdida de rizomas en las praderas requiere condiciones de tormenta (Preen *et al.*, 1995).

## 2.4 Efectos de la retirada de arribazones

### 2.4.1. Efectos en la cantidad de sedimentos de las playas

Uno de los principales impactos en las playas debido a la recogida de arribazones es la extracción del sedimento adherido a la materia orgánica. Autores como Simeone (2008) estiman una concentración de sedimentos en los arribazones de *P. oceanica* de  $92,8 \text{ Kg m}^{-3}$ . En otro estudio realizado en las costas de Ibiza (Roig i Munar & Martín Prieto, 2010) se obtuvieron contenidos medios de sedimentos en los arribazones del 81,8 %. En consecuencia, estos autores afirman que las extracciones de los arribazones de *P. oceanica* tienen consecuencias muy negativas debido al elevado volumen de sedimento eliminado. Estos efectos se manifiestan en el balance sedimentario anual, donde estiman unas pérdidas de 4.000 toneladas de sedimentos entre los años 2004 y 2009.

Según Yepes & Medina (2007), las labores de limpieza en playas arenosas del levante español suponen una retirada de arena involuntaria estimada en unos  $500 \text{ m}^3$  por kilómetro y año. Estos estudios fueron realizados en playas con una carga de limpieza no muy intensiva y con un sistema de gestión relativamente bien organizado.



**Imagen 3.** Grandes cantidades de arena presentes en acumulaciones de *Posidonia oceánica*.

Fuente: Instituto de Ecología Litoral.



**Imagen 4.** En acumulaciones de *Cymodocea nodosa* las cantidades de arenas retenidas suelen ser superiores incluso a las de *Posidonia oceanica*.

Fotografía: Instituto de Ecología Litoral.

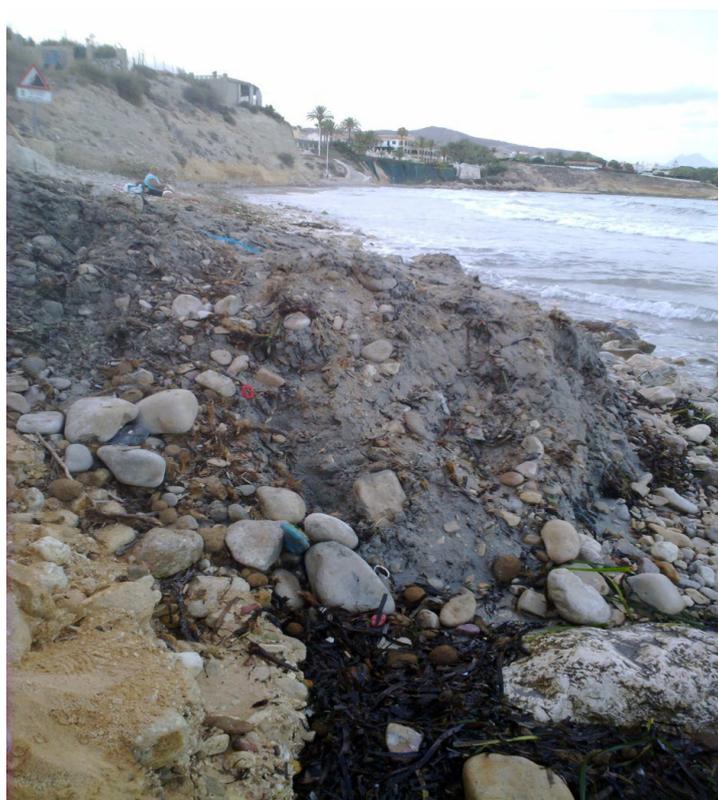
En conjunto, las operaciones de limpieza pueden significar, en el caso de la inexistencia de aportes de sedimentos, como en playas encajadas, un retroceso medio sostenido a largo plazo de la línea de orilla del orden de 10 cm/año (Yepes & Medina, 2007). A corto plazo el efecto es imperceptible, pero a largo plazo las consecuencias son significativas.

Ariza *et al.* (2008) recogen cifras proporcionadas por el *Servei de Prevenció i Medi Ambient* de Catalunya de una retirada superior a 163 toneladas de arena en la limpieza de las playas de Barcelona en la temporada de junio a septiembre de 2005. En algunos casos se retiraron, junto con los residuos, más de 50 kg de arena por hora de trabajo, suponiendo ésta un 80% en peso del total del material recogido.

Según Simeone (2008), la extracción de 1000 m<sup>3</sup> de arribazones implica la pérdida de 19-44 m<sup>3</sup> de sedimentos. La eliminación se lleva a cabo principalmente con máquinas pesadas sin sistemas de rejilla, que permiten la eliminación de los sedimentos en la base de banquetas. Por consiguiente, la retirada de los arribazones puede conducir a la eliminación de volúmenes importantes de sedimentos en las playas durante varios años, y puede desequilibrar sustancialmente el balance de sedimentos, especialmente para aquellas playas caracterizadas por una baja entrada sedimentaria.

Las playas compuestas por granulometrías gruesas de cantos y gravas suelen ser indicativas de áreas con alta hidrodinámica marina, significando un lavado de materiales finos. Sin el debido cuidado, las actividades de retirada de arribazones en este tipo de playas pueden eliminar parte de la base de cantos y gravas tan necesarios para frenar eficientemente el oleaje y ofrecer protección a la costa. El traslado y amontonamiento arbitrario de los cantos y arenas en la playa provocan desequilibrios en su distribución y disminuyen su capacidad natural para frenar el oleaje. Los cantos y arenas gruesas

constituyen la base fuerte y estable de la playa, siendo el material que protege al acantilado de la erosión frente al impacto del oleaje. En condiciones normales, en periodos de estabilidad, la arena se deposita lentamente sobre la base de cantos y piedras, cubriéndolos. En situaciones de temporales parte de la arena es barrida de la zona y depositada mar adentro en los primeros metros de profundidad entre la costa y la profundidad límite para el transporte sedimentario. Pero los cantos, debido a su mayor densidad, siguen ocupando la misma posición, sirviendo como defensa para próximos temporales. En playas con labores intensas de limpieza, con el paso de los años la situación se agrava por el déficit de arenas, especialmente de cara al turismo que, generalmente, prefiere playas sin piedras. Consecuentemente, con la retirada de arribazones es inevitable también eliminar las arenas, cantos y gravas que hay debajo de ellos.



**Imagen 5.** Acumulación de cantos, gravas y arenas tras las operaciones de limpieza.  
Fuente: Instituto de Ecología Litoral.

#### 2.4.2. Cambios morfológicos sobre la superficie libre de las playas de arena

Además, debido a las operaciones de limpieza, se produce una compactación de la arena por efecto de la maquinaria utilizada a tal efecto. Esta compactación cambia la rugosidad natural y elimina geomorfologías efímeras de la playa (*ripples* y *shadow tongues*), acrecentando el ángulo de incidencia del viento, y con ello, su erosión. A estas actuaciones se suman los apilamientos y redistribuciones de arenas que se realizan durante las operaciones de limpieza.



**Imagen 6.** *Redistribuciones de la capa superficial de arenas durante las operaciones de limpieza.*  
*Fuente: Instituto de Ecología Litoral.*

En la zona húmeda de la playa (swash) aumenta la probabilidad de retirada de las arenas por su grado mayor de cohesión; al mismo tiempo, la compactación favorece la entrada del oleaje, incrementando los procesos erosivos. En la parte alta de la playa seca, la limpieza mecanizada descalza el pie de talud de las dunas, con la consiguiente eliminación vegetal; todo ello facilita la acción directa del viento en su proceso erosivo. Es posible reducir esta compactación de la arena si la maquinaria empleada utiliza un tipo de neumáticos adaptados.



**Imagen 7.** *Aspecto de la playa de Muchavista tras el paso de la maquinaria de limpieza. La playa seca presenta una morfología llana por la que el mar puede ascender sin dificultad.*  
*Fuente: Instituto de Ecología Litoral.*

Si la morfología de la playa seca es transformada en un área más llana y sin arribazones vegetales, el

oleaje penetrará tierra adentro con mayor facilidad, alcanzando las zonas más altas de la playa. En este sentido, se ha comprobado cómo en situaciones de bajas presiones atmosféricas y altura de oleaje superior a 2,5 m, el agua de mar progresaba una media de 20 -25 m en playas del levante español (IEL, 2011).

#### 2.4.3. Efectos debidos a la reducción de la materia orgánica natural

La disminución de la materia orgánica natural producida con la retirada de los arribazones disminuye tanto el desarrollo de microorganismos y fauna intersticial como la cantidad de nutrientes necesarios para las comunidades vegetales (Llewellyn & Shackley, 1996; Gheskiere *et al.*, 2006).

### 3. Recomendaciones para la reducción del impacto en las labores de limpieza de playas

Autores como Yepes & Cardona (2008) proponen una serie de medidas preventivas que deberían introducirse como requisitos en las normas de calidad y en los manuales de gestión de las playas turísticas. Entre ellas destacan la adopción de zonas de reserva en sistemas dunares y la adopción de indicadores que midan, de forma objetiva, la efectividad de la maquinaria para evitar la retirada excesiva de arena junto con los residuos; otra medida pasa por incrementar los programas de educación ambiental dirigidos a los usuarios, lo que, sin duda, redundaría en una reducción importante de los residuos generados en estos espacios. Las distintas recomendaciones se exponen a continuación:

- La limpieza mecánica sólo se permitirá si la superficie (7-10 cm) se encuentra seca. La limpieza en la zona húmeda se centrará en los residuos antrópicos.
- Se evitará la limpieza mecánica cuando exista previsión de viento fuerte, con el fin de reducir el transporte eólico.
- No se aceptarán prácticas de roturación y arado en profundidad de la playa.
- En playas con sistemas dunares se establecerán franjas de reserva (3-5 m) donde la limpieza será manual y selectiva.
- En playas de granulometrías gruesas se deben extremar las precauciones en las labores de limpieza de la playa, manteniendo la precaución de no arrastrar la capa de cantos y arenas. En caso de ser inevitable, se deberán separar posteriormente los restos de fanerógamas de los cantos y arenas, y volverlos a depositar en su lugar.
- No se deben acumular arbitrariamente los cantos y arenas, dejando al oleaje este papel.
- Aprovechar al máximo el uso de cantos y arenas, sin que sean tratados como material de desecho que acabe en vertedero.
- Restituir la base de cantos de la playa aumentando su grosor, de forma que se proteja la parte inferior de acantilados y costas llanas.
- Se asegurará un sistema de control de las operaciones de limpieza para evitar las extracciones de arena para usos no autorizados.
- Se realizarán periódicamente pruebas *in situ* con las máquinas de limpieza mecánica que midan el volumen de arena retirada, con la elaboración de indicadores de seguimiento. Este será un criterio que prime a la hora de adquirir nuevos equipos.
- Los conductores de los equipos de limpieza realizarán cursos de formación, pues su pericia influye decisivamente en la reducción de la arena retirada.

- Se limitará la frecuencia de retirada de restos naturales de fanerógamas marinas, depositando los restos dentro de la propia playa (zona dunar).
- Se adecuará el diseño de paseos marítimos y rampas de acceso a playas para minimizar las pérdidas debidas al transporte eólico.

Como recomendación final se debería incluir el incremento de las actividades de educación ambiental. En efecto, Rodríguez-Santos *et al.* (2005) comprobaron que el comportamiento del usuario afecta a la cantidad de basura generada en las playas. Se trata de una medida cualitativa con un gran efecto cuantitativo.

#### 4. Zonas de acopio para los arribazones

Actualmente, la mayor cantidad de los arribazones vegetales retirados se almacenan temporalmente en una superficie acondicionada para, posteriormente ser repuestos en la costa, o bien enviados a vertedero para su empleo como material de compost u otros usos. La zona de acopio se utiliza para el almacenamiento y secado temporal de los arribazones. Con la pérdida del agua, el residuo vegetal pierde volumen y peso, con lo que se facilita significativamente su manipulación para el transporte.



**Imagen 8.** La zona de acopio se utiliza para el secado de los arribazones. La pérdida de agua disminuye el peso del residuo y facilita su manipulación.  
Fuente: Instituto de Ecología Litoral.



**Imagen 9.** Obsérvese la elevada cantidad de arena retirada de las playas, mezclada entre los restos vegetales.  
Fuente: Instituto de Ecología Litoral.

Es recomendable que el área de acopio tenga una serie de características que la hagan idónea para estos fines, tales como:

- Que se localice en una zona fuertemente antropizada (diques artificiales...), para evitar el impacto sobre áreas de valor ecológico.
- Que la densidad de población alrededor no sea muy elevada.
- Que la zona tenga una superficie que permita almacenar elevadas cantidades de arribazones y proceder a su secado y acopio. El agua escurrida puede distribuirse por una gran superficie, con lo que se acelera su evaporación al expandirse en una fina lamina, y que se permita el fácil acceso de camiones y maquinaria.

## 5. Procedimientos de devolución de arribazones a las playas

En la costa española existen pocas experiencias previas en este sentido. A partir del 2010, este sistema de gestión ha sido asumido, con gran éxito, en la mayoría de los municipios costeros de Ibiza.

El arribazón, al entrar en contacto con el mar, se irá fraccionando y disminuyendo su apelmazamiento. La fracción de arena se separará de la vegetal, precipitando hacia el fondo. Las hojas y rizomas que mantengan adheridas cantidades significativas de arenas también precipitarán hacia el fondo para continuar su degradación natural. La fracción vegetal estará totalmente seca, debido a su permanencia por largos periodos de tiempo a la intemperie en las zonas de acopio. Debido a la rigidez de la hoja, es previsible que progresivamente se vaya fraccionando en trozos más pequeños, y se acelere su degradación, siendo esta mayor en el medio marino que en el aéreo. Tras un periodo de tiempo, esta materia orgánica quedará perfectamente integrada en un su medio original.

En los casos en que se opte por la solución de la devolución de arribazones a las playas, es recomendable elaborar un protocolo específico que tenga en cuenta:

- Los vertidos de arribazones a las playas deberían realizarse entre los meses de noviembre y febrero. Este periodo queda fuera de la época estival y no coincide con el ciclo de liberación normal de las hojas, de tal forma que su aportación no se sumaría a la que ocurre naturalmente. También sería previo a la época de mayor frecuencia de temporales (marzo-mayo).
- Es preferible que la devolución de arribazones se realice en condiciones de relativa agitación del oleaje, de forma que facilite la fragmentación y separación de los restos vegetales frente a los de arena. En caso de predicción de un gran temporal, es preferible adelantar la devolución de los arribazones, para que de esta forma ayuden a frenar el impacto del oleaje en la línea de costa.
- Los arribazones deben verterse en diversas zonas a lo largo de la playa y no concentrarlos en un único punto, para favorecer una distribución homogénea de los mismos. El vertido debe ser escalonado, respetando unos periodos de tiempo en función del comportamiento observado de los arribazones para cada lugar específico.
- Debe conocerse la dirección del transporte sedimentario, y en función de la dirección del oleaje incidente, la formación de corrientes de retorno que alejarían parte del material vertido de la orilla, transportándolo hacia mayores profundidades.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

Los arribazones cumplen una importante función medioambiental en las playas que, a parte de los aportes de nutrientes, contribuyen de forma muy eficaz al equilibrio sedimentario de las playas, muy especialmente en aquellas que están sujetas a fenómenos de erosión. De entre las distintas especies vegetales que conforman estos arribazones, en el Mediterráneo destaca por su gran capacidad de producción la fanerógama marina *Posidonia oceanica*, que genera importantes acumulaciones de restos vegetales en las playas.

La importancia socioeconómica de los usos turísticos en las costas de España es la causa de que los ayuntamientos retiren todos los arribazones de sus playas, incluso en ocasiones fuera de la temporada estival, incurriendo en cuantiosos gastos económicos; además se incrementan los procesos erosivos al retirar estos arribazones, y extraer grandes cantidades de arena en el proceso de su retirada (500 m<sup>3</sup> por kilómetro de playa y año; Yepes & Medina, 2007), y compactar las arenas por el uso de maquinaria pesada, disminuyendo, por tanto su porosidad, y provocando, en consecuencia, una mayor vulnerabilidad a la erosión marina.

Respecto al destino final de los materiales retirados de las playas, en su gran mayoría, van a vertederos, donde son enterrados. Se produce la colmatación de grandes volúmenes de estos vertederos, disminuyendo su capacidad y acortando el período de vida de estas infraestructuras. Por tanto, se considera conveniente adoptar medidas y protocolos para la limpieza, usos y destino final de los arribazones de las playas que, siguiendo la experiencia de otras zonas geográficas, se puede establecer en:

- La eliminación debe evitarse durante el invierno y la primavera, cuando los temporales tienen mayor probabilidad de ocurrir.

- El uso de maquinaria pesada debe ser limitado, y se debe regular el acceso de vehículos, limitándose a la superficie seca de la playa. Estas medidas minimizarán el impacto en la geomorfología de la playa.
- En cuanto al vertido de los restos de *P. oceanica*, es preferible crear sitios temporales en que se almacenará la hojarasca para descomponerla, y con posterioridad, darle el mejor uso posible.
- El reciclaje de los restos de *P. oceanica* se debe compensar, en parte, con los gastos de transporte, evitando los costes de vertedero en la planta de R.S.U.

En la gestión de los arribazones, la primera opción siempre sería el preservar las acumulaciones de fanerógamas marinas en las playas. Cuando los usos turísticos lo aconsejen, siempre y cuando no se trate de playas con problemas de erosión y las playas se limpien durante la temporada alta (primavera – verano), tras la separación de los residuos antrópicos (tales como plásticos y envases), la siguiente opción a considerar es a) bien su vertido de nuevo al mar, o b) bien su empleo para la restauración de dunas (bien en la propia zona o *in situ* [opción prioritaria], o bien por ausencia de éstas, en otras playas [*ex situ*]), o c) contribuir a la fabricación de compost. Si esto no fuera posible, la cuarta opción es su empleo como materiales para fabricar paneles en la construcción u otros usos (tales como mantas de retención de suelos, mejorador de suelos para la agricultura, ganadería, etc.), siempre que sea autorizado previamente por la Administración.

En caso de optar por la devolución de estos restos a las playas, sería recomendable elaborar un estudio específico que desarrolle aspectos como: las mejores condiciones oceanográficas para realizar la devolución en costa, determinar toneladas de restos vegetales por playa, periodicidad de los vertidos y los lugares idóneos dentro de cada playa, según criterios medioambientales.

La opción de eliminación en vertederos es la última opción y, por tanto, tendente a ser descartada.

Por otro lado, es importante resaltar la necesidad de profundizar en la adopción de actividades de educación ambiental para fomentar un cambio en la percepción de los usuarios de las playas respecto a la presencia de arribazones en las playas, ya que la gran mayoría lo perciben como “basura”. Por tanto, se recomienda estudiar el diseño de una campaña de este tipo en la que se incluyan acciones tales como:

- Carteles o paneles informativos en las playas objeto de la actuación
- Exposiciones itinerantes que se puedan instalar en las propias playas donde van a tener lugar las actuaciones
- Difusión a través de portales web y redes sociales, de forma que el mensaje se traslade al mayor número de usuarios posible.

Finalmente, siempre debe tenerse en cuenta que buena parte de las fanerógamas marinas son especies incluidas en el LESRPE y, alguna de ellas en el CEEA como vulnerables, y, por tanto, afectadas por las prohibiciones del art. 57 de la Ley 42/2007. Por tanto, su retirada debe estar regulada por la Administración competente. En concreto, el Decreto 15/2018 de protección de *P. oceanica* del Govern de Las islas Baleares en su art. 6 permite su extracción de forma manual y para usos tradicionales, aunque con el conocimiento de la Administración, y en su Anexo II, establece un código de buenas prácticas para la gestión de los arribazones que indica el periodo de recogida, condiciones

meteorológicas, tipo de maquinaria y condiciones, básicamente coincidentes con las recomendaciones incluidas en este documento

La adopción de este conjunto de medidas conseguirá minimizar el impacto ambiental que se está produciendo en la actualidad. También se contribuirá al desarrollo sostenible de las economías turísticas, al preservar el principal recurso: las playas, y se conseguirán importantes ahorros económicos en los costes de la limpieza de las mismas.