

Ventajas Ambientales del uso de Arribazones de *Posidonia oceanica*



Mayo 2014

Índice

1. Introducción y Problemática.....	3
2. El origen y dinámica de las acumulaciones de restos vegetales en las playas alicantinas.	4
2.1. <i>Biología de las fanerógamas marinas Posidonia oceanica y Cymodocea nodosa</i>	
2.2. <i>Relación de las praderas de Posidonia oceanica con el sedimento.</i>	
2.3. <i>Formación de los arribazones</i>	
2.4. <i>Impacto de la retirada de arribazones</i>	
2.4.1. <i>Efectos en la cantidad de sedimentos de las playas</i>	
2.4.2. <i>Cambios morfológicos sobre la superficie libre de las playas de arena</i>	
2.4.3. <i>Impactos debidos a la reducción de la materia orgánica natural</i>	
2.4.4. <i>Recomendaciones para la reducción del impacto en las labores de limpieza</i>	
3. Estudio detallado por tramos litorales. Presencia de arribazones en las principales playas de Alicante.....	18
3.1. <i>Playa de San Juan</i>	
3.2. <i>Calas de Cabo de las Huertas, Playa de La Almadraba y la Albufereta</i>	
3.3. <i>Calas de Rocafel, La Cantera y el Postiguet</i>	
3.4. <i>Agua Amarga y Urbanova</i>	
4. Playas de Alicante con problemas de erosión.....	29
4.1. <i>Playa de San Juan. Problemática y situación actual</i>	
4.2. <i>Playa del Postiguet</i>	
4.3. <i>Playa de Urbanova</i>	
5. Estrategias de Gestión de los arribazones de fanerógamas marinas en el municipio de Alicante.....	35
5.1. <i>Datos obtenidos en la recogida de arribazones de las playas de Alicante</i>	
5.2. <i>Zonas de Acopio para los arribazones</i>	
6. Devolución de los arribazones al medio marino.....	41
6.1. <i>Localización de áreas receptoras de arribazones</i>	
6.1.1. <i>Playa de San Juan</i>	
6.1.2. <i>Playa de la Almadraba y cala Club Náutico Costa Blanca</i>	
6.1.3. <i>Playa de la Albufereta</i>	
6.1.4. <i>Playa del Postiguet</i>	
7. Procedimientos de devolución de arribazones a las playas.....	43
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	45
Bibliografía.....	48

1.Introducción y Problemática

Las grandes acumulaciones de algas y fanerógamas marinas en las orillas de las playas, arrojadas por el mar tras desprenderse de forma natural del substrato 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, conforman el soporte alimentario de muchos invertebrados, que a la vez constituyen el alimento de juveniles de peces, insectos, o 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 algas y plantas marinas en las playas plantea serios inconvenientes en relación a la planificación de los servicios de limpieza necesarios 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.

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 otro lado, los propios sistemas de retirada podrían estar planteando serios problemas en las playas, ya que

pueden estar alterando la dinámica sedimentaria del litoral o los propios procesos naturales del mismo.

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

Los arribazones, a menudo son vistos como una molestia ambiental, ya que esta biomasa puede emitir olores desagradables. Los ayuntamientos de las zonas costeras con el objeto de mantener unas óptimas condiciones turísticas, proceden a su retirada y eliminación. Sin embargo, en este proceso también se retiran grandes cantidades de arena así, año tras año, la playa va disminuyendo y, debe regenerarse añadiendo arena nueva. Por esta razón, actualmente la práctica más extendida consiste en dejar los residuos de algas en las costas en invierno y 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 alicantinas.

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

La *Posidonia oceanica*, es una fanerógama marina, endémica del mar mediterráneo. En el litoral forma 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 presenta 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 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; Orth & Moore, 1986; Kirkman & Cook)



Fotografía 1: Pradera de *Posidonia oceanica*

La importancia de las praderas de *Posidonia 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 crece una variedad de organismos (Battiato *et al.*, 1982). Además para muchos animales sirven como refugio, 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.

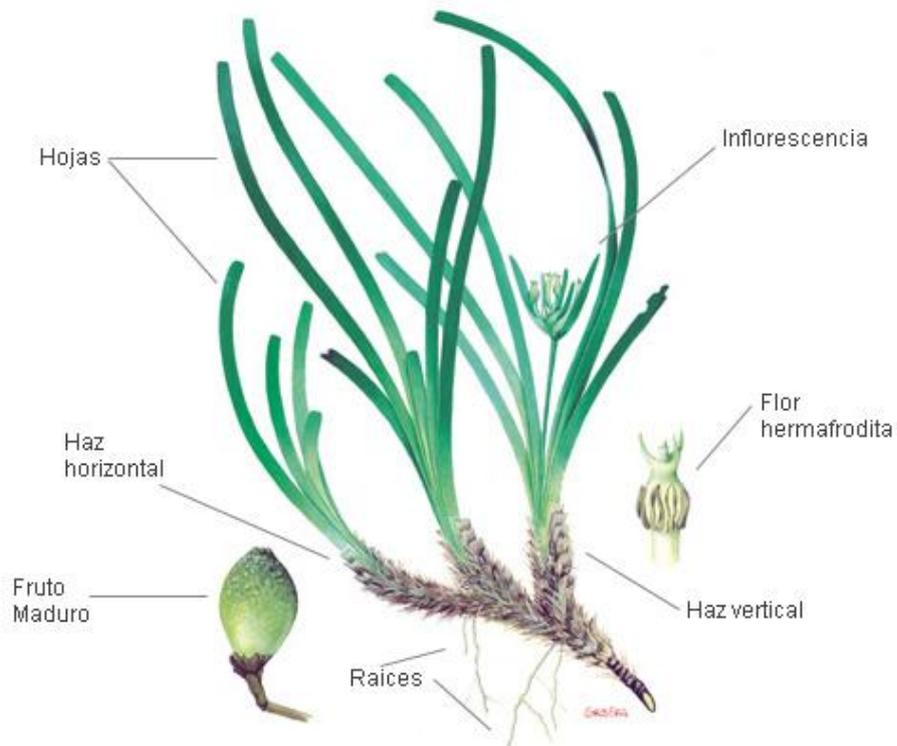


Figura 1: Distintas partes de una planta de *Posidonia oceanica*

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



Fotografía 2: Pradera de *Cymodocea nodosa* sobre arenas finas

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 *Posidonia oceanica*, y alberga una menor biodiversidad. Aún así desempeña un papel fundamental en la ecología y estructuración de los fondos marinos.

2.2. Relación de las praderas de *Posidonia oceanica* 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 & de 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, y contribuyen a la producción de sedimentos carbonatados.

Por otro lado, *Posidonia 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, *Posidonia 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

Posidonia 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 1,5 m (Instituto Ecología Litoral, 2012). Tras un intenso temporal, entre los restos pueden encontrarse, además de las hojas, matas vivas, raíces y rizomas, arrancadas 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 de *Posidonia oceanica* se reciclan en la propia comunidad de la pradera, otra parte se exporta, bien hacia zonas más profundas, bien hacia la costa donde llega a la orilla. Las acumulaciones de hojas y restos de la fanerógama marina *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 (Figura 4) (Jeudy de Grissac, 1984 ; Jeudy de Grissac & Audoly,

1985; Boudouresque & Meisnesz, 1982). Según estudios realizados por Duarte (2004), la deposición anual de restos de *Posidonia oceanica* por metro de playa es de unos 125 kg de materia seca por kilómetro de pradera..

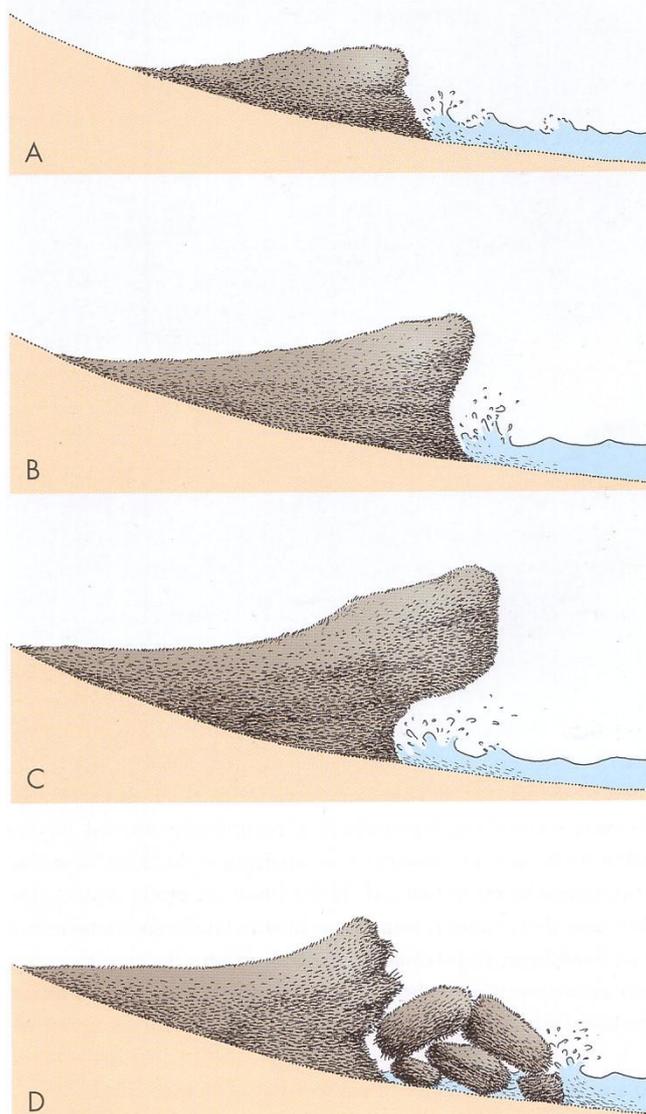


Figura 2: Evolución de un arribazón de *Posidonia oceanica* en la costa

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 (Mateo *et al.*, 2003, Boudouresque & Jeudy de Grissac, 1983), muy pocos estudios se han publicado sobre este tema, y de forma

generalizada éstos son retirados de las playas y calas con el fin de favorecer la explotación de las actividades turísticas en general la región del Mediterráneo (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) propuso 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 el colapso de la banqueta. Los mismos autores informaron 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. Impacto 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 *Posidonia oceanica* de $92,8 \text{ Kg m}^{-3}$. En otro estudio realizado en las costas de Ibiza, (Roig i

Munar, X., Martín Prieto J.A. 2010), se obtienen contenidos medios de sedimentos en los arribazones de 81,8 %. Consecuentemente 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 4009 toneladas de sedimentos entre los años 2004 a 2009.

Según Yepes y Medina (2007), las labores de limpieza en playas arenosas del levante español, suponen una retirada de arena involuntaria estimada en unos 500 m³ por kilómetro y año. Estos estudios fueron recogidos en playas con una carga de limpieza no muy intensivas y con un sistema de gestión relativamente bien organizado.



Fotografía 3: Grandes cantidades de arena presentes en acumulaciones de *Posidonia oceanica*



Fotografía 4: En acumulaciones de *Cymodocea nodosa*, las cantidades de arenas retenidas suele ser superiores incluso a las de *Posidonia oceanica*

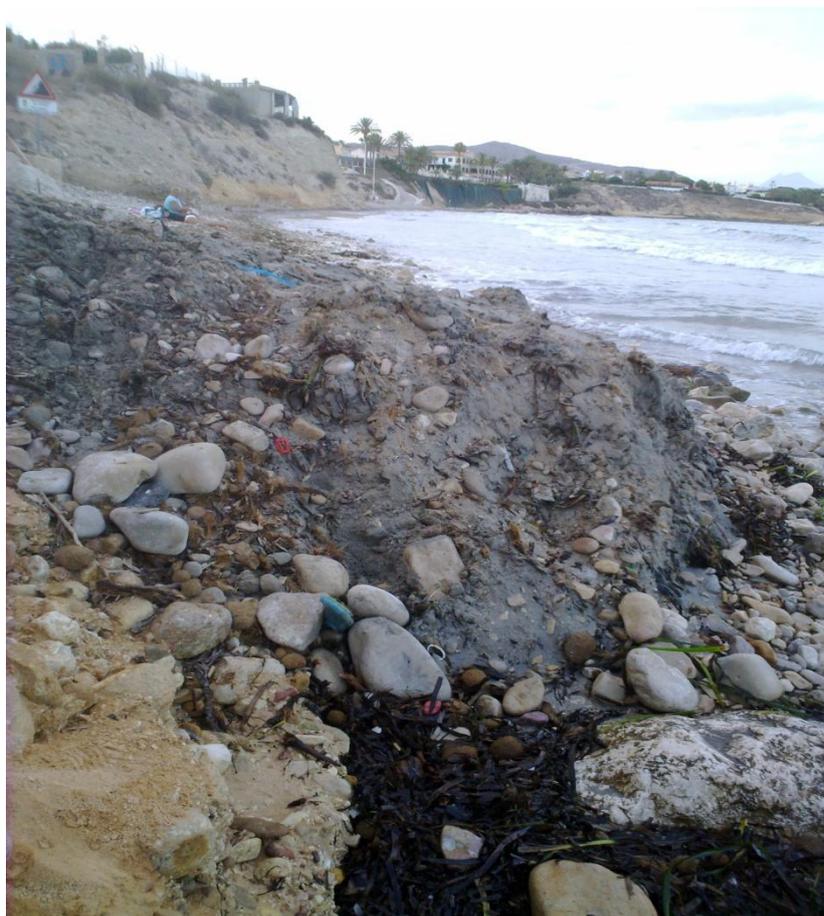
En conjunto, las operaciones de limpieza pueden significar, en el caso de la inexistencia de aportes de sedimentos, como en playas encajadas, un retroceso medio sostenido a largo plazo de la línea de orilla del orden de 10 cm/año (Yepes y Medina, 2007). A corto plazo el efecto es imperceptible pero a 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 m³ de arribazones implica la pérdida de 19-44 m³ 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 indicar 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, esperando a realizar su función ante el próximo temporal. 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.



Fotografía 5: Acumulación de cantos, gravas y arenas tras las operaciones de limpieza

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

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



Fotografía 6: Redistribuciones de la capa superficial de arenas durante las operaciones de limpieza.

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; ello facilita la acción directa de viento en su proceso erosivo. Es posible reducir esta compactación de la arena si la maquinaria empleada utiliza un tipo de neumáticos adaptados.



Fotografía 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

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 diversos estudios realizados por el Instituto de Ecología Litoral (Monitorización de la erosión costera 2011), se pudo comprobar como 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, tierra adentro en la playa de San Juan- Muchavista.

2.4.3. Impactos 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).

2.4.4. Recomendaciones para la reducción del impacto en las labores de limpieza

Autores como Yepes & Cardona (2008) proponen una serie de medidas correctoras 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. Todo ello se debería completar con un incremento de la educación ambiental de los usuarios que, sin duda, redundaría en una reducción importante de los residuos generados en estos espacios naturales. Estas propuestas deberían introducirse como requisitos en las normas de calidad y en los manuales de gestión de las playas turísticas. Las distintas recomendaciones se exponen a continuación;

- La limpieza mecánica sólo se permitirá si la superficie se encuentra seca (7-10 cm). 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, separar posteriormente los restos de fanerógamas y algas 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 de 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 el fraude y las extracciones sistemáticas 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 adiestramiento, pues su pericia influye decisivamente en la reducción de la arena retirada.
- Se limitará la frecuencia de retirada de restos naturales (*Posidonia oceanica*), 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.
- En playas de uso masivo, se colocarán duchas o lavapiés que eliminen los sedimentos adheridos a los bañistas. El volumen estimado de arena que retira cada usuario de forma involuntaria (dependiendo de la granulometría, unos 20 gramos/bañista/salida) supone una pérdida del orden de $10 \text{ m}^3 \text{ km}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

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.

3. Estudio detallado por tramos litorales. Presencia de arribazones en las principales playas de Alicante

3.1. Playa de San Juan

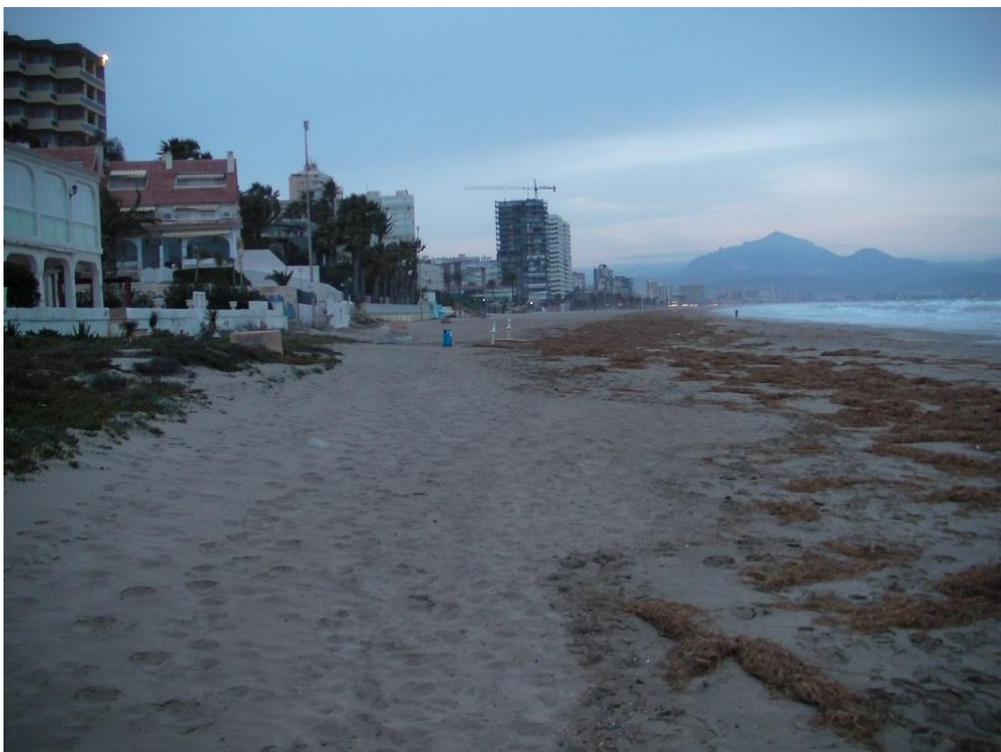
En la playa de San Juan se recoge la mayor cantidad de arribazones de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* de Alicante. La aportación de la playa de San Juan al conjunto total de residuos vegetales recogidos asciende al 40 % (datos proporcionados por INUSA). Esto es debido a que frente a la Playa de San Juan-Muchavista se extiende una amplia pradera de *C. nodosa* y especialmente *P. oceanica* (ver figura 3). Esta última genera más biomasa y por tanto más residuos vegetales

que *Cymodocea nodosa*, pero también se presenta a una mayor distancia de costa, a partir de los 11-12 m de profundidad.

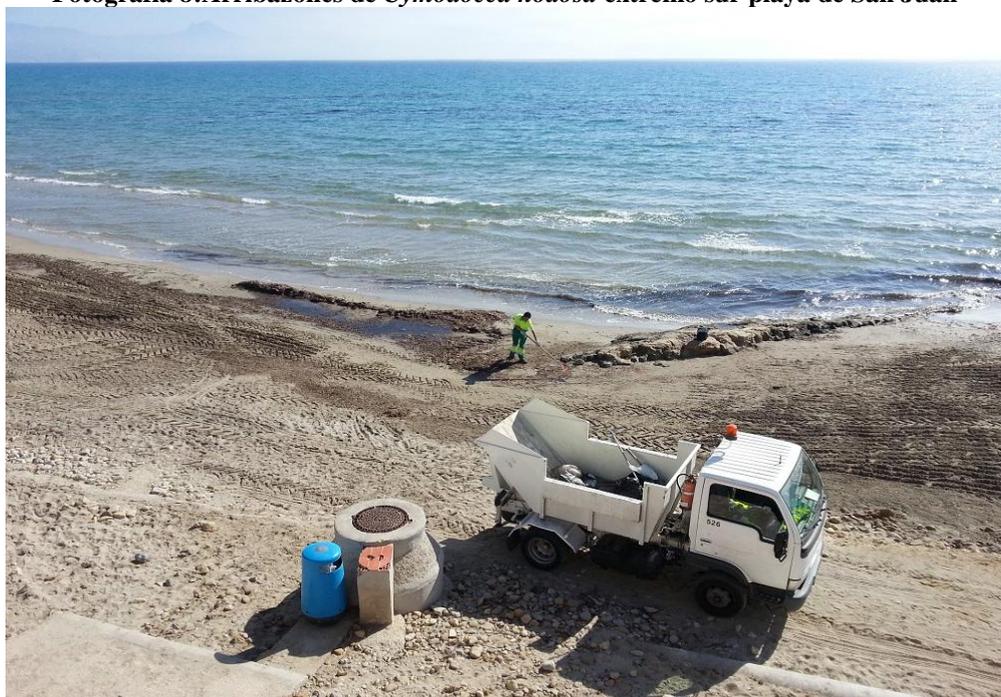


Figura 3: Plano bionómico de la playa de San Juan. En color amarillo claro, aparece la pradera de *Cymodocea nodosa* y en verde la pradera de *Posidonia oceanica* en óptimo estado de conservación

En la parte sur de la playa, la pradera se sitúa muy cerca de costa, y es precisamente por este motivo por lo que es más frecuente observar en esta zona los arribazones en la orilla de la playa. En esta ubicación, la distancia que deben recorrer las hojas y rizomas hasta llegar a la orilla de la playa, es menor que más al norte o en la parte central de la playa de San Juan.



Fotografía 8: Arribazones de *Cymodocea nodosa* extremo sur playa de San Juan



Fotografía 9: Labores de limpieza al sur de la playa de San Juan

3.2. Calas de Cabo de las Huertas, Playa de La Almadraba y la Albufereta

La costa del cabo de las Huertas es eminentemente rocosa. La pradera de *Posidonia oceanica* de mayores dimensiones y mejor estado de conservación se localiza en los fondos someros y rocosos que rodean al cabo. Frente a la playa de la Albufereta también se localiza una pequeña pradera, pero con síntomas de degradación, debido a los históricos aportes de aguas residuales en la zona (ver figura 4). Comparativamente la pradera de *Cymodocea nodosa* ocupa más área marina en este tramo litoral, extendiéndose a partir de los 5 m de profundidad



Figura 4: Distribución de las praderas de *Posidonia oceanica* (color verde) y *Cymodocea nodosa* (color amarillo) entre Cabo de las Huertas y la Albufereta

Presenta varias calas entre las que destacan (de este a oeste), Cala de los Judíos, Cala de la Palmera, Cala Cantalar y La Calita. La que más restos vegetales acumula en el Cabo Huertas es La Calita. Un 5 % de los restos recogidos en las playas de Alicante proceden de esta cala (datos proporcionados por INUSA). El mayor porcentaje de estos residuos se mantienen en la zona durante gran parte del año, sin generar grandes molestias ni quejas entre los vecinos. El resto de calas tienen un acceso complicado para la maquinaria de limpieza.

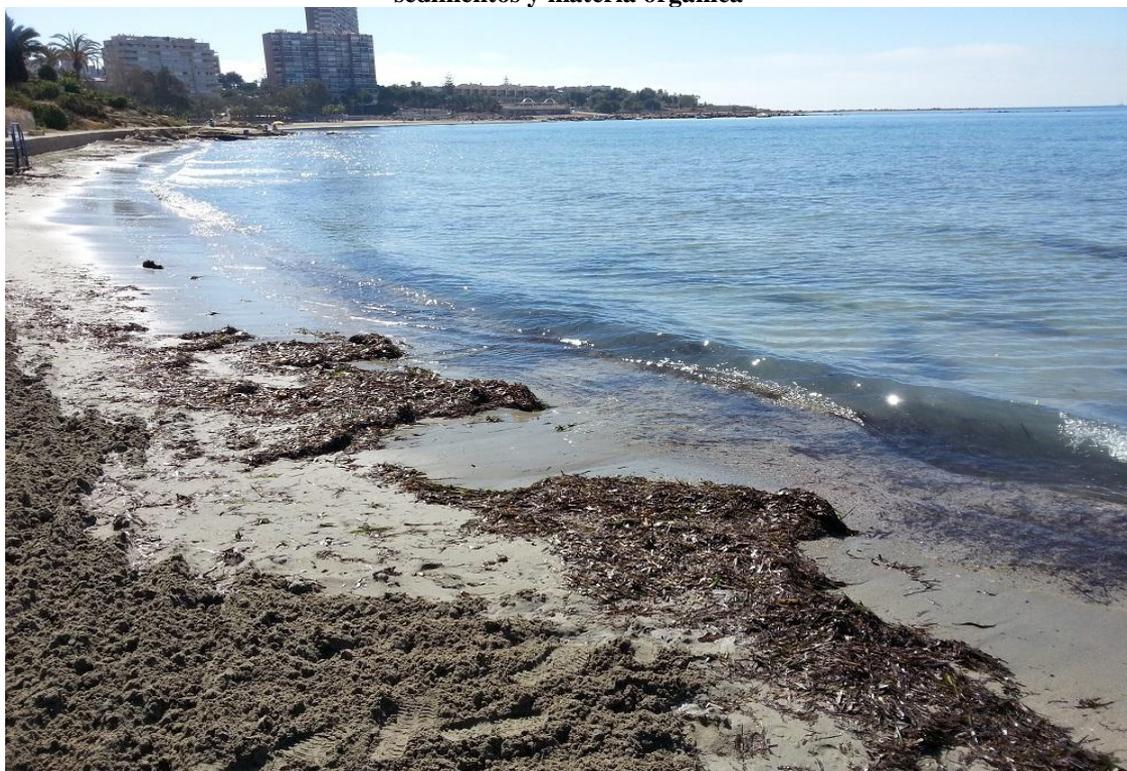


Fotografía 10: Vista de La Calita, donde se acumula la mayor cantidad de arribazones de *Posidonia oceanica*, de entre todas las calas encajadas de Cabo de las Huertas

Debido a la particular orientación de la costa del Cabo de las Huertas (este-oeste) y la presencia de los espigones de Puertoamor, con vientos de levante, la hidrodinámica disminuye en esta zona y tienden a acumularse sedimentos y materia orgánica entre la playa de la Almadraba y el Club Náutico Costa Blanca. Este tramo de costa aporta un 10 % de los restos vegetales recogidos en las playas de Alicante (datos proporcionados por INUSA), mientras que un 15 % provienen de la Albufereta.



Fotografía 11: Aguas calmadas de la Playa de la Almadraba, donde se favorece la deposición de sedimentos y materia orgánica



Fotografía 12: Restos de *Posidonia oceanica* en la playa apoyada en el espigón del Club Náutico

3.3. Calas de Rocafel, La Cantera y el Postiguet

La morfología litoral del tramo costero comprendido entre la Albufera y el Postiguet, está compuesto principalmente por acantilado bajo y calas encajadas, siendo eminentemente rocoso. No se localiza ninguna pradera de *Posidonia oceanica* cerca de costa (a menos de 5 m de profundidad), hasta las proximidades de la playa del Postiguet. Por el contrario la pradera de *Cymodocea nodosa* sí se extiende en una banda más o menos continua, en profundidades someras a lo largo de todo este tramo litoral.

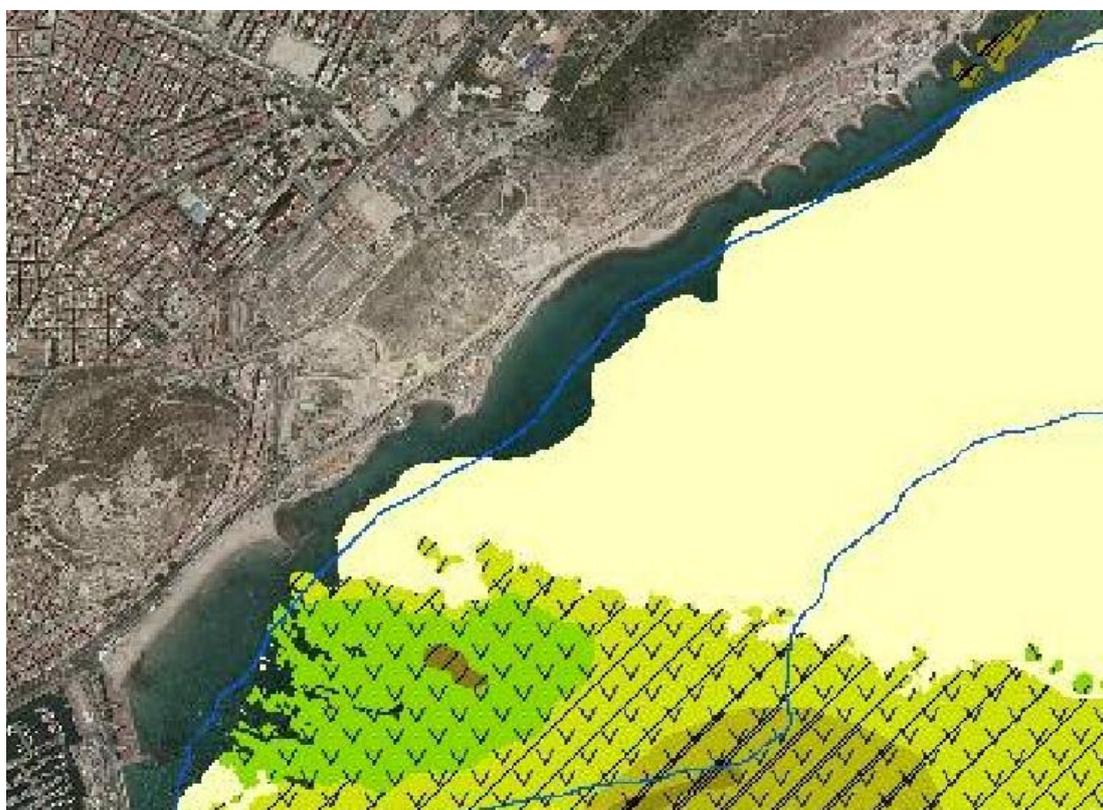
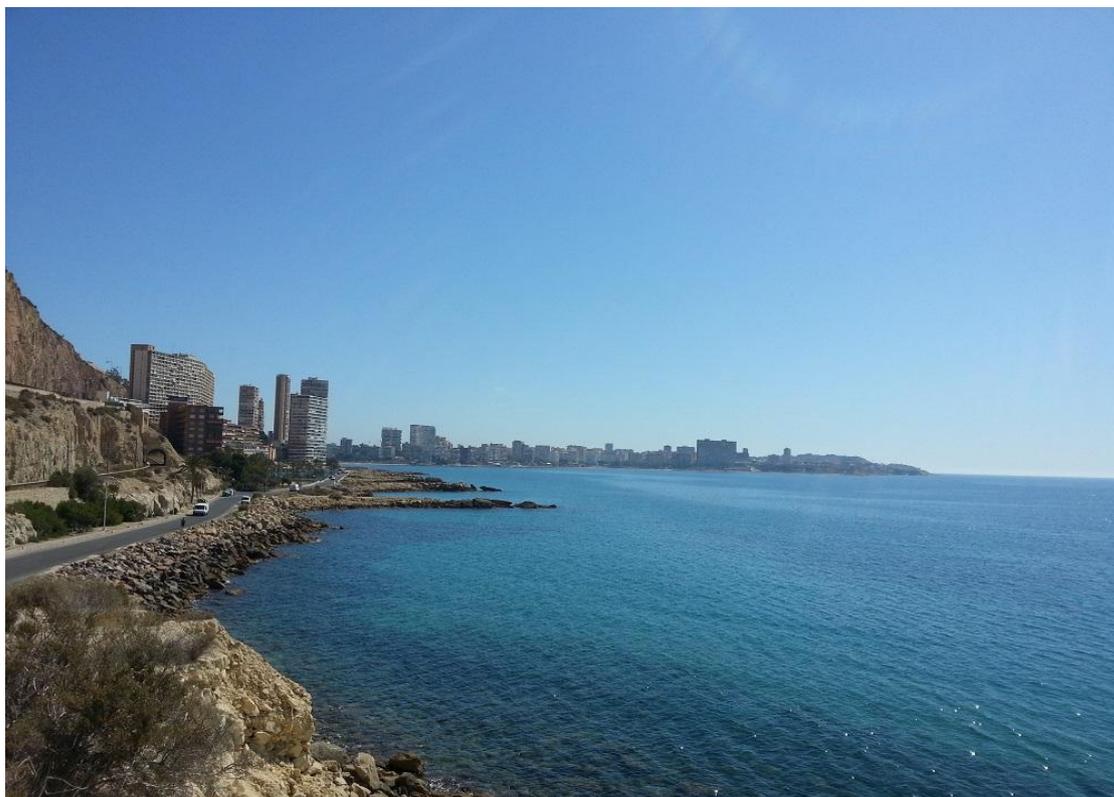


Figura 5: Distribución de las praderas de fanerógamas marinas en el tramo litoral al norte del Puerto de Alicante

Debido al complicado acceso de las calas de Rocafel y la menor presencia de restos vegetales, no se realizan acopios significativos de estos residuos.



Fotografía 13: Vista del tramo litoral de Rocafel

Frente a la playa del Postiguet se extiende una pradera de *Posidonia oceanica*, cuyo límite superficial queda cerca de la costa, a menos de 5 m de profundidad. Este aspecto sumado al apoyo de la playa en el dique del puerto, crean un cierto confinamiento de los residuos y materia orgánica transportada por la dinámica marina. Consecuentemente esta playa contribuye con un aporte del 25 % de los restos vegetales recogidos en las playas alicantinas (datos proporcionados por INUSA). En la zona del Cocó, y el Club de Regatas hay varios aliviaderos de aguas pluviales, que también arrastran al mar residuos orgánicos, plásticos, polucionantes de origen urbano, etc. Frecuentemente estos residuos quedan mezclados con los restos vegetales de las playas, dando como resultado una acumulación que debe ser eliminada con celeridad de la costa debido al impacto visual y los posibles efectos de insalubridad en las aguas de baño.



Fotografía 14: Vista del tómbolo situado en la playa del Postiguet. Se aprecian en la superficie del mar, la presencia de algas nitrófilas (manchas color verde) que indican síntomas de eutrofización de las aguas. Se debe al confinamiento de las aguas provocado por el dique exento y los aportes de nutrientes procedentes de los aliviaderos urbanos



Fotografía 15: Arribazones de *Posidonia oceanica* junto a plásticos y demás residuos en el tómbolo de la playa del Postiguet.

3.4. Agua Amarga y Urbanova

El tramo litoral al sur del puerto de Alicante se compone de una costa rocosa con pequeñas calas encajadas. Históricamente en esta parte de la costa se han instalado industrias y actividades que han generado un fuerte impacto sobre el medio marino, como los vertidos en el barranco de las Ovejas y el de San Gabriel, que tras episodios de lluvias llegan finalmente al mar. Estos provenían de la fábrica de Aluminio, industrias fertilizantes, vertidos de aguas residuales y más recientemente los aportes de salmuera procedentes de la Desaladora. Estos aportes durante décadas, sumados al efecto de alteración de la hidrodinámica marina del puerto de Alicante, han conducido a un grave impacto en la antigua pradera de *Posidonia oceanica* que se instalaba en la zona (ver figura 6).



Figura 6: Plano bionómico de la distribución de la pradera de *Posidonia oceanica* entre el puerto de Alicante y Urbanova. Se trata de una pradera con graves síntomas de degradación (verde oscuro)

Actualmente el límite superior de la pradera de *Posidonia oceanica* se localiza a más de 15 m de profundidad y presenta graves síntomas de degradación. Consecuentemente la llegada de arribazones en esta parte de la costa no es muy elevada (especialmente al sur de la playa de Urbanova). En Urbanova no se realiza recogida de arribazones, (en parte por las dificultades técnicas que entraña), mientras que Agua Amarga contribuye con un 5 % de los restos vegetales obtenidos en el conjunto de playas de Alicante. Es altamente recomendable que no se realice retirada de arribazones en la playa de Urbanova, debido al apelmazamiento que se produce naturalmente entre las arenas de la playa y las hojas de *Posidonia oceanica*. Este aspecto incrementa el riesgo de pérdidas de arenas debido a la imposibilidad física de separarlas de los residuos vegetales.



Fotografía 16: Restos de *Posidonia oceanica* en la playa de Urbanova. Se puede observar la fuerte cohesión entre las hojas y la arena de la playa

4. Playas de Alicante con problemas de erosión

4.1. Playa de San Juan. Problemática y situación actual

Aunque pertenece a dos municipios distintos, Alicante (playa de San Juan) y Muchavista (El Campello), desde el punto de vista fisiográfico, se trata de la misma playa. Es de grandes dimensiones, unos 6 Km de longitud, encajada entre el frente deltaico de la punta del río Seco al norte y el cabo de las Huertas al sur. En 1992 fue realimentada con 4 millones de m³ de arenas procedentes del yacimiento submarino de Sierra Helada (Benidorm), ya que los problemas de erosión provocaron masivas pérdidas de sedimento. Esta erosión fue causada por la eliminación del sistema dunar de la playa y la regulación del río seco. Con la ocupación total del frente dunar, por parte de las urbanizaciones, se alteró el transporte eólico tierra-mar y consecuentemente el equilibrio sedimentario provocando una irreversible pérdida de arenas. Así mismo la disminución progresiva de sedimentos provenientes del río seco, disminuyó la reserva de arenas de esta playa para hacer frente a los temporales. El estado final fué la regresión de la playa.



Fotografía 17: Vista de la playa de San Juan antes de su realimentación, donde se observa la reducida anchura de la playa seca, especialmente al sur de la misma (MOPT 1991)



Fotografía 18: *Vista de la playa de San Juan – Muchavista tras su realimentación. Año 1992*

Aunque ha perdido arenas desde que se realizó su realimentación, parece haber encontrado un cierto equilibrio sedimentario ya que continúa siendo operativa más de dos décadas después de la actuación. Los mayores problemas de erosión se registran en su parte sur, junto al Cabo de las Huertas.

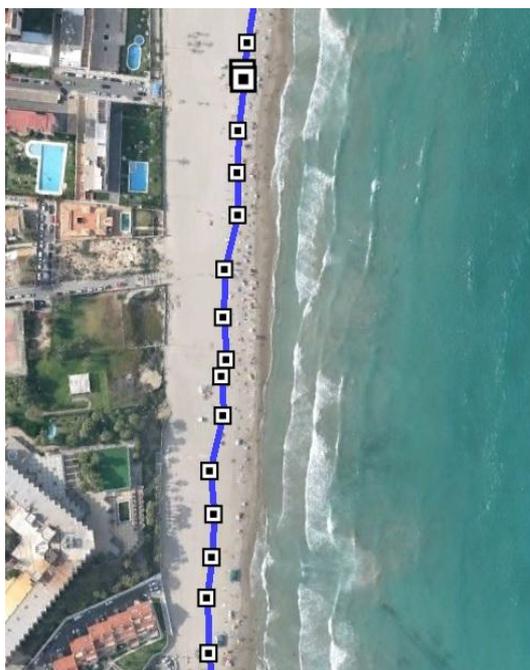


Fotografía 19: Vista de la parte sur de la Playa de San Juan. La línea negra marca la posición aproximada de la línea de costa tras la realimentación de la playa en el año 1992 (ver fotografía 18). Actualmente, en esta zona, la playa seca se ha reducido en unos 25 m aproximadamente.

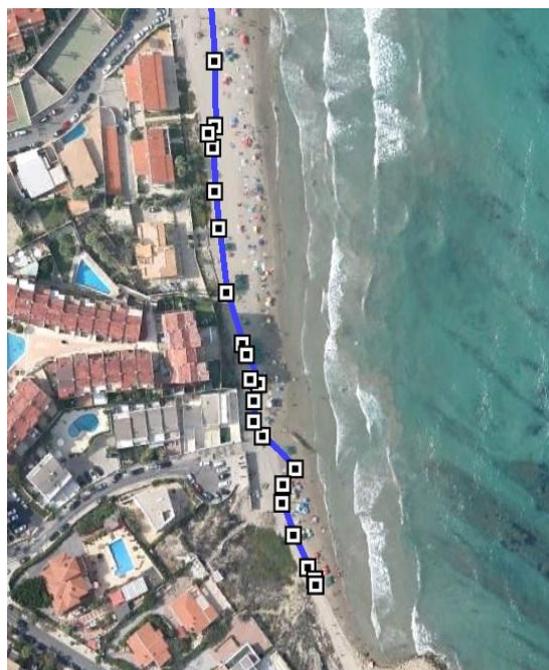
Actualmente en la parte sur de la playa, en condiciones de bajas presiones atmosféricas y fuerte oleaje, el mar cubre un gran porcentaje de la playa seca, como se puede observar en las fotografías siguientes 23, 24 y 25. A lo largo del año sufre cambios constantes en función del régimen de temporales. A pesar de ello se mantiene lista para la temporada de baño. Esto es debido a que el mayor porcentaje de arenas que faltan en la playa permanecen en forma de barras sumergidas conformando un suave perfil de profundidad, que disminuye gradualmente el oleaje que incide en la playa (Monitorización de la erosión costera. IEL 2011). A este aspecto se suma su gran anchura media y la elevada cantidad de arena disponible para realizar una autoregulación propia del ciclo de arenas.



Fotografía 20: *En temporales, como el de la imagen, registrado el 12 de Octubre de 2010, el mar ocupa la totalidad de la playa seca llegando hasta las construcciones que invaden el dominio público*



Fotografía 21: La línea marca el nivel de ascenso del mar en condiciones de bajas presiones.



Fotografía 22: Línea de ascenso nivel del mar al final de la playa de San Juan

A lo largo del año sufre cambios constantes en función del régimen de temporales. A pesar de ello se mantiene lista para la temporada de baño. Esto es debido a que el

mayor porcentaje de arenas que faltan en la playa permanecen en forma de barras sumergidas conformando un suave perfil de profundidad, que disminuye gradualmente el oleaje que incide en la playa (Monitorización de la erosión costera. IEL 2011). A esto se suma su gran anchura media y la gran cantidad de arena disponible para realizar una autoregulación propia del ciclo de arenas. Por tanto, en determinados tramos, la playa de San Juan con el paso de los años viene experimentando una pérdida de arenas en su playa seca, especialmente en la parte sur, aunque la velocidad de esta es muy inferior a la pronosticada en el proyecto de realimentación de la playa.

4.2. Playa del Postiguet. Problemática y situación actual

Anteriormente al año 1989 se hizo una regeneración en la zona Sur de la Playa del Postiguet. Con esta aportación de arenas se ganaron unos 50 m de playa seca. Después de la primera realimentación, la erosión marina ha ido eliminando la arena de estos primeros metros de playa seca.



Fotografía 23: Sobre una fotografía de 2008 se han trazado las líneas de costa existentes en 1989 y 1978

Posteriormente a 1994 se realizó otra actuación en la zona norte de la playa, por la parte del Cocó. Se construyó un dique exento generando un tómbolo, que posteriormente propició la formación de una pequeña playa a su alrededor. Esta estructura puede que haya acumulado parte de la arena que le falta a la playa en otras zonas como al sur.

Consecuentemente la playa del Postiguet viene sufriendo con el paso del tiempo una pérdida progresiva de sedimentos, lo que ha obligado a la Administración a plantear nuevos proyectos de realimentación de la playa.

4.3. Playa de Urbanova

Las dunas del Saladar cubren la costa hacia el Norte desde la playa de Los Arenales del Sol. Por el Sur se componen de dos cordones dunares con un surco interdunar. El cordón más al interior aparece fijado por vegetación de gramíneas y algunas manchas

de pinar, mientras que el exterior es de dunas vivas. El surco interdunar va estrechándose hasta desaparecer en las urbanizaciones de Los Arenales del Sol y de Urbanova. En ellas las dunas fijas se eliminaron bajo las construcciones, y las móviles han sido explanadas o bien modificadas en su dinámica. En este tramo litoral, la deriva hacia el sur del transporte litoral es clara, aunque existen pequeñas contracorrientes discontinuas entre las distintas playas. Existe también migración de arenas eólicas hacia el Sur y hacia tierra dentro en un proceso que parece constante en el tiempo, ya que las playas fósiles pleistocenas tienen el mismo aspecto. Ambas playas se encuentran en equilibrio dinámico, alimentadas por los materiales erosionados del tramo situado más al Norte en tanto que se producen ligeras pérdidas por el extremo Sur. En el extremo meridional existen unos importantes campos de dunas con transporte neto hacia tierra adentro, aunque estacionalmente pueden producirse aportes hacia la playa

5. Estrategias de Gestión de los arribazones de fanerógamas marinas en el municipio de Alicante

5.1. Datos obtenidos en la recogida de arribazones de las playas de Alicante

Según la información proporcionada por INUSA, entre los años 2011-2013, se recogieron en las playas alicantinas un total de 18.773 toneladas de residuos vegetales, principalmente de las fanerógamas *Posidonia oceanica*, seguida de *Cymodocea nodosa*. En 2011 se extrajeron 11933 Tn, 1.743 Tn en 2012 y 5.096 Tn en 2013. En 2011 y 2013, se extrajeron de las playas grandes cantidades de arribazones, debido a una serie de fuertes temporales de levante acaecidos esos años. Durante estos sucesos, se alcanzaron alturas de ola de 4 m, generando una gran capacidad erosiva del mar. En estos años, los meses de mayor acopio de arribazones se concentraron entre marzo y mayo, coincidiendo con la mayor frecuencia de temporales.

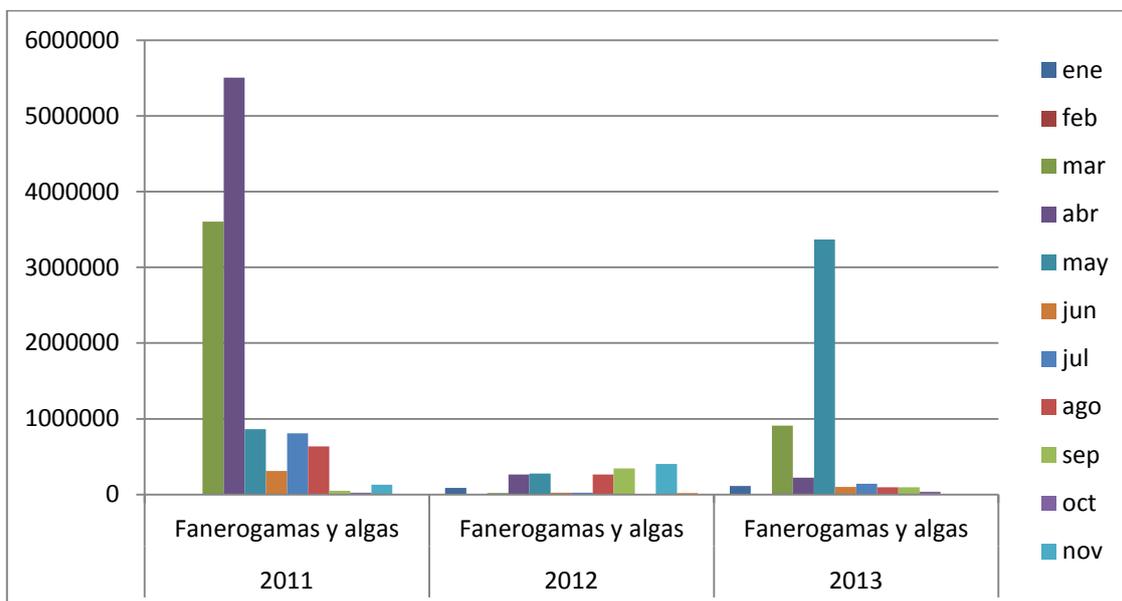


Figura 7: Gráfico donde se muestran los Kg de restos vegetales recogidos (fanerógamas y algas) en las playas de Alicante entre los años 2011-2013

En el año 2014, entre los meses de enero y abril, se han recogido de las playas alicantinas cerca de 181 Toneladas de fanerógamas y algas. Cerca del 90 % de esta cantidad ha sido extraída en el mes de abril, coincidiendo una vez más con la dinámica de temporales.

Según la información proporcionada por INUSA, hay tres destinos para el tratamiento y/o eliminación de algas y fanerógamas; cobertura de vertedero, parque de fermentación y planta de compostaje. Sin embargo, gran parte de lo recogido se envía a vertedero, ya que el compost resultante de la mezcla de RD o Residuo Vegetal con alga tiene unos valores altos de cadmio, imposibilitando la comercialización del producto final.

- Cobertura de vertedero:

El 21,58 % de las entradas en 2014 han sido eliminadas en vertedero debido a la gran cantidad de arena que tenían las algas, ya que imposibilitaba una buena valorización para poder obtener un subproducto final óptimo.

- Parque de fermentación:

El 61,88 % de las entradas en 2014 han sido depositadas en el parque de fermentación para compostarlas con la fracción de 0-80 mm procedente del tratamiento del Residuo Doméstico (RD) y así poder obtener un compost de RD óptimo.

- Planta de compostaje:

El restante 16,54 % de dichas entradas se ha direccionado a la zona de tratamiento de poda para poder compostar dicho material con los residuos vegetales que entran en el CETRA y obtener un compost vegetal óptimo.

5.2. Zonas de Acopio para los arribazones

Actualmente la mayor cantidad de los arribazones vegetales retirados se almacenan temporalmente en una superficie acondicionada de Puertoamor. Estos proceden, en su mayoría, de las playas que más toneladas aportan, Albufereta, Almadraba, calas de Cabo Huertas y en especial, el Postiguet y playa de San Juan.



Fotografía 24: Vista de la zona de acopios al final de la playa de la Almadraba



Fotografía 25: Zona de acopio de los arribazones

Esta zona 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.



Fotografía 26: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.



Fotografía 27: En la imagen se puede observar la elevada cantidad de arena, retirada de las playas, mezclada entre los restos vegetales

El área utilizada para el almacenamiento y secado de los arribazones de fanerógamas y algas, tiene una serie de características que la hacen idónea para estos fines;

- Se localiza en una zona fuertemente antropizada (diques artificiales de Puertoamor), con lo que el impacto sobre áreas de valor ecológico es inferior al de otras zonas próximas.
- Aún estando cerca de diversas urbanizaciones, la densidad de población alrededor del área es inferior a la de otras zonas circundantes (como la Albufereta), ya que en su mayoría se trata de chalets y viviendas unifamiliares de pocas alturas. A diferencia de otras zonas próximas, no se localizan grandes edificios residenciales, con gran número de viviendas. Esto puede suponer un factor positivo.
- Se trata de un área de grandes dimensiones, con lo que es posible 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.

- Así mismo, es de fácil acceso para camiones y maquinaria, con lo que se simplifican las labores de almacenaje y transporte.

6.Propuesta de devolución de los arribazones al medio marino

6.1.Localización de áreas receptoras de arribazones

6.1.1.Playa de San Juan

De entre todas las localizaciones estudiadas, la playa de San Juan posee unas cualidades que la hacen apropiada como zona receptora de los arribazones. Destaca entre otras playas, por las siguientes características;

- El mayor porcentaje de arribazones de las playas de Alicante se extraen de esta playa (40 %). Por tanto, al devolver los arribazones se estaría aportando un recurso natural propio de la zona, con lo se reduciría el potencial impacto.
- A excepción de la parte sur de la playa de San Juan, cerca de costa no existe ninguna biocenosis especialmente sensible a un posible enterramiento por materia orgánica ni el sedimento que almacenan los arribazones. El límite inferior de la pradera de *Posidonia oceanica*, de media, se localiza a 1 Km de la orilla, a partir de los 12-15 m de profundidad, según zonas. El límite inferior de la *Cymodocea nodosa* se sitúa a menor distancia de costa, entre 500-700 m, según zonas. Estas biocenosis de praderas de fanerógamas son las más sensibles a procesos de enturbiamiento, sedimentación y alteración en la composición de nutrientes del agua.
- La considerable distancia desde costa a las biocenosis de interés ambiental es un factor muy positivo a la hora de disminuir el posible impacto en la actuación. Teniendo en cuenta que en esta playa, el perfil activo del transporte de sedimento se extiende principalmente hasta los primeros 5,5 m de profundidad, la distancia a la que se localizan parece suficiente para garantizar la salvaguarda de estas biocenosis.

6.1.2.Playa de la Almadraba y cala Club Náutico Costa Blanca

La pradera de *Posidonia oceanica* se distribuye a cierta distancia de estas playas, fundamentalmente entre el espigón de Puertoamor y Cabo de Huertas. Sin embargo en ellas se recoge un 10 % del total de arribazones obtenidos en las playas de

Alicante. Esto es debido a que el transporte inducido por la dinámica marina conduce hasta estas playas las hojas y rizomas liberados de las plantas, desde las zonas limítrofes donde se extienden las praderas. La ubicación de espigones que flanquea estas playas produce un confinamiento de las masas de agua que atrapa los restos vegetales junto a una cantidad importante de sedimento. Prueba de ello es el progresivo enfangamiento de la playa de la Almadraba, que actúa como sumidero de sedimentos, especialmente con dinámicas de oleaje de componente este.

Este tramo litoral posee una orientación prácticamente Norte-Sur. Gracias a la presencia del Cabo de las Huertas queda muy resguardada de los vientos y oleajes dominantes a lo largo del año (especialmente entre marzo y octubre), como son los de Levante. Este particular confinamiento no hace a las playas muy apropiadas como zona receptora de los arribazones. Es probable que un vertido de los arribazones incrementara significativamente la situación de enfangamiento que ya se da en determinadas zonas y se produjera una escasa movilidad de los restos vegetales.

6.1.3. Playa de la Albufereta

En esta playa se obtienen más cantidad de arribazones (15 %) que en la Almadraba. Es debido a que frente a esta playa se extiende una pequeña pradera de *Posidonia oceanica* con síntomas de degradación.

Esta zona tampoco reúne unas características óptimas para el vertido de grandes cantidades de arribazones. Habría que valorar la conveniencia de depositar pequeñas cantidades de arribazones y de forma escalonada. Debido a su forma encajada y localización entre el Club Náutico y las calas de Rocafel, también se produce un cierto confinamiento de las masas de agua. A este aspecto también se debe sumar las reducidas dimensiones de la playa.

6.1.4. Playa del Postiguet

Tras la playa de San Juan es la zona que más arribazones aporta de Alicante (25 %), debido a la presencia de una importante pradera de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* en sus inmediaciones. Por su orientación, queda más expuesta a los oleajes

de levante y fruto de ello son los problemas de erosión que históricamente ha venido sufriendo en las últimas décadas. Debido al déficit de sedimentos, sería beneficioso para la playa recibir los arribazones por el impacto positivo que podría tener los aportes de arenas contenidas en ellos. Consecuentemente la zona presenta buenas características para albergar vertidos de arribazones, pero con los siguientes condicionantes;

- No deberían realizarse aportes de arribazones al norte del tómbolo situado frente a la estación del TRAM, debido al confinamiento que produce esta estructura (actualmente tiene problemas de eutrofización). Estos se llevarían a cabo en la zona comprendida entre el dique del puerto y al sur del tómbolo artificial.
- Se trata de una playa que no posee grandes dimensiones, y el límite inferior de la pradera de *Posidonia oceanica* se sitúa a unos 200 m de la línea de costa. Por tanto, siguiendo el principio de precaución, los aportes se deberían realizar de forma escalonada y en mucha menor cantidad de los recogidos durante el año (menos del 25 %).

7. Procedimientos de devolución de arribazones a las playas

En la costa española, existen pocas experiencias previas en este sentido. En los últimos años, especialmente a partir del 2010, este sistema de gestión ha sido asumido, con gran éxito, en la mayoría de 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 adherido 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 interperie 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, superior en el medio marino que en el aéreo. Tras un periodo de tiempo, esta materia orgánica quedará perfectamente integrada en un su medio original.

Finalmente, en caso de optar por la solución de la devolución de arribazones a las playas, sería recomendable elaborar un protocolo específico que englobara estos aspectos;

- Los vertidos de arribazones a las playas deberían realizarse entre los meses de Noviembre y Febrero. Este periodo quedaría fuera de la época estival y no coincidiría 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), en el cual se produce la mayor llegada de arribazones a las playas alicantinas.
- 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 de verterse en diversas zonas a lo largo de la playa y no concentrarlos en un único punto, para favorecer una distribución homogénea del mismo. El vertido debe ser escalonado respetando unos periodos de tiempo en función del comportamiento observado de los arribazones, para cada lugar específico.

En caso de seleccionar la Playa de San Juan como la principal zona receptora de arribazones, se deben de tener en cuenta los siguientes aspectos;

- La playa presenta una la distribución batimétrica mayoritariamente paralela a costa con una orientación prácticamente N-S. El balance neto anual del transporte sedimentario, es predominantemente hacia el sur. Pero debido a la orientación y en función de la dirección del oleaje incidente, también es frecuente la formación de importantes corrientes de retorno que alejarían de la orilla, transportándolo hacia mayores profundidades, parte del material vertido.
- En esta playa el perfil activo del sedimento para una altura de ola significativa 3,4 m (régimen medio con una probabilidad de ser excedida 12 horas al año) se extiende hasta los 5,4 m de profundidad. Esta isóbata se distribuye a una

distancia media, entre 250-300 m de la orilla a lo largo de toda la playa. En esa franja de profundidad se producirá el mayor transporte de sedimento. Con oleajes extremales, el perfil activo se extendería a más profundidad.

En caso de optar por una solución de este tipo, sería recomendable elaborar un estudio más específico que desarrolle estos aspectos, en función de las mejores condiciones oceanográficas para realizar la devolución de arribazones, así como los lugares idóneos, dentro de cada playa, según criterios medioambientales.

8. Conclusiones y Recomendaciones

Los arribazones de algas cumplen una importante función medioambiental en las playas, que a parte de los aportes de nutrientes, contribuyen de forma muy eficaz en el equilibrio sedimentario de las playas, muy en especial de 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 del Mediterráneo, son causa de que los ayuntamientos retiren todos los arribazones de algas de sus playas, incluso en ocasiones, fuera de la temporada estival, incurriendo en cuantiosos gastos económicos, además de incrementar los procesos erosivos, al retirar estos arribazones, y extraer grandes cantidades de arena en el proceso de retirada de las algas (500 m³ por kilómetro de playa y año) (Yepes & Medina, 2007), y compactar por el uso de maquinaria pesada las arenas, 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.

Este informe apunta hacia la conveniencia de 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 regular el acceso de vehículos, limitándose a la superficie seca de la playas. Estas medidas minimizan el impacto en la geomorfología de la playa, y en general la adopción de las medidas expuestas.
- En cuanto al vertido de los restos de *Posidonia 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 algas / *Posidonia oceanica* 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, envases, la siguiente opción a considerar es bien su vertido de nuevo al mar, o 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 la fabricación de compost; si esto no fuera posible, la tercera 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). La opción de eliminación en vertederos es la última opción y por tanto, a descartar.

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 de algas en las playas, ya que, la gran

mayoría lo perciben como basuras. 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.

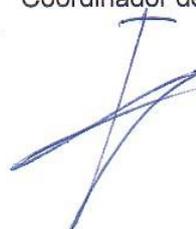
En caso de optar por la devolución de estos restos a las playas, sería recomendable elaborar un estudio específico que desarrolle aspectos como; las mejores condiciones oceanográficas para realizar la devolución en costa, determinar toneladas de restos vegetales por playa, periodicidad de los vertidos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

La adopción de estas medidas conseguirá minimizar en gran medida 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 importante ahorros económicos en los costes de la limpieza de las mismas.

Fdo. Juan E. Guillén Nieto
Dr. En Biología. Colegiado nº 17538-V
Investigador



Fdo. Joaquin Martinez Vidal
Lcdo Ciencias del Mar
Coordinador del Estudio



Vbº Gabriel Soler Capdepón
Dr En Biología
Director Instituto d'Ecología Litoral

Bibliografía

- Albentosa, L. M., 2003. Morfología litoral, en Costas y fondos marinos, Carroggio, pp 43-128.
- Amos, C.L., Bergamasco, A., Umgieser, G., Cappucci, S., Cloutier, D., DeNat, L., Flindt, M., Bonardi, M., Cristante, S., 2004. The stability of tidal flats in Venice Lagoon – the results of in-situ measurements using two benthic, annular flumes. *Journal of Marine Systems* 51, 211-241.
- Ariza, E.; Sardá, R.; Jiménez, J.A.; Mora, J.; Ávila, C., 2008. Beyond performance assessment measurements for beach management: Application to Spanish Mediterranean beaches. *Coastal Management*, núm. 36, pp. 47-66.
- Barragán, J. M., 2003. Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales. Universidad de Cádiz, 301 pp.
- Basterretxea, G., Orfila, A., Jordi, A., Casas, B., Lynett, P, Liu, P.L.F., Duarte, C.M., & Tintoré, J. 2004. Seasonal Dynamics of a Microtidal Pocket Beach with *Posidonia oceanica* Seabeds (Mallorca, Spain). *Journal of Coastal Research* 20(4), 1155- 1164.
- Battiato, A., Cinelli, F., Cormaci, M., Furnari, G. & Mazzella, L., 1982. Studio preliminare della macroflora epifita della *Posidonia oceanica* (L.) Delile di una prateria di Ischia (Golfo di Napoli). *Nat. Sicil.*, 1: 15-27.
- Blanc, J.J., Jeudy de Grissac, A., 1989. Reflexion sur la regression des herbiers a Posidonies (Departements du var e des bouches di Rhone). International workshop on *Posidonia oceanica* Meadows. GIS Posidonie Publisher, France, 2, pp. 273-285.
- Bovina, G., Cappucci, S., & Pallottini, E. 2007. La gestion des biomasses vegetales de plage. In: La gestion stratégique de la défense des littoraux pour un développement soutenable des zones côtières de la Méditerranée. PHASE B Cahier Technique. Mesure 3.4:le Systèmes de défense naturels POSIDUNE Interactions de Posidonia Oceanica et Sable avec l'Environnement des Dunes Naturelles (127 pp): 37-54.
- Boudouresque, C.F., Jeudy de Grissac, A., 1983. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée: les interactions entre le plant et le sediment. *Journal de Recherche Océanographique*, 8(2-3), 99-122.
- Boudouresque, C.F., Meisnesz, A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. *Cahiers Parc National de Port-Cros*, 4, 79 pp.
- CHL – Coastal and Hydraulics Laboratory, U.S. Army Engineer Research and Development Center (2002b). *Coastal Engineering Manual*, Part IV – Chapter 3: Coastal Morphodynamics 93 pp. (<http://chl.erdc.usace.army.mil/chl.aspx>).
- Dean RG (1991) Equilibrium beach profiles: characteristics and applications. *Journal of Coastal Research* 7, 53-84.
- De Falco, G., Ferrari, S., Cancemi, G., Baroli, M., 2000. Relationships between sediment distribution and *Posidonia oceanica* seagrass. *Geo marine letters* 20, 50-57.
- De Falco, G., Molinaroli, E., Baroli, M., Bellacicco, S., 2003. Grain size and compositional trends of sediments from *Posidonia oceanica* meadows to beach shore, Sardinia, Western Mediterranean. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 58 (2), 299-309.
- De Falco, G., Simeone, S., Baroli, M., 2007. Management of Beach-Cast *Posidonia oceanica* Seagrass on the Island of Sardinia (Italy, Western Mediterranean). *Journal of Coastal Research*, 24
- Detox Biogas AB. 2010. Technological Solutions for the Collection and Removal of Algae from the Beach, Sea and Coastal Strip in Trelleborg Municipality. Technical Report. 50pp.
- Di Carlo, G., Badalamenti, F., Jensen, A.C., Kock, E.W., Riggio, S., 2005. Colonisation process of vegetative fragments of *Posidonia oceanica* (L.) Delile on rubble mounds. *Marine Biology* 147, 1261-1270.

- Duarte, C. M., 2004. How can beaches be managed with respect to seagrass litter? In Borum, J., Duarte, C. M., Krause-Jansen, D. and Greeve T. M., (eds), *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*. The M&MS project publisher, ISBN 87-89143-21-3, pp. 83-84.
- EEA, 2005. Gis Dataset. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/geomorphology-geology-erosion-trends-and-coastal-defence-works>
- EuroSION, 2005. Reports published in euroSION.org
- Fonseca, M., 1996. The role of seagrasses in nearshore sedimentary processes: a review. In Nordstrom, K., Roman, C.T. (Eds.) *Estuarine shores: Evolution, Environment and Human Alterations*. John Wiley & Sons, London, pp. 261-286.
- Gacia, E., Duarte, C.M., Marba, N., Terrados, J., Kennedy, H., Fortes, M.D., Tri, N.H., 2003. Sediment deposition and production in SE-Asia seagrass meadows. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56, 909–919.
- Gacia, E., Granata, T.C., Duarte, C.M. 1999. An approach to measurement of particle flux and sediment retention within seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows. *Aquatic Botany* 65 (1-4), 255-268.
- Gambi, M. C., Nowell, A. R., Jumars, P. A., 1990. Flume observations on flow dynamics in *Zostera marina* (eelgrass) beds. *Marine Ecology Progress Series* 61, 159–169.
- Gheskiere, T., Magda, V., Greet, P. and Steven, D. 2006. Are strandline meiofaunal assemblages affected by a once-only mechanical beach cleaning? Experimental findings. *Marine Environmental Research*, 61: 245–264.
- Gokce G., Haznedaroglu M.Z. 2008. Evaluation of antidiabetic, antioxidant and vasoprotective effects of *Posidonia oceanica* extract. *Journal of Ethnopharmacology* 115(2008) 122-130 pp.
- Griffiths. C.L., Stenton-Dozev. I.M.E., Koop. K., 1983 Kelp wrack and the flow of energy through a sandy beach ecosystem. In; McLanhan, A., Erasmus, T. (Eds.), *Sandy Beaches as Ecosystems*. Developments in *Hydrobiology*, vol, 19, Junk, The Hague, pp. 547-556.
- IEL, 1999. Los restos vegetales en las playas de Dénia (Alicante, España). Inf. Téc. 66 pp.
- Jedy de Grissac, A., Audoly, G., 1985. Etude préliminaire des banquettes de feuilles mortes de *Posidonia oceanica* de la region de Marseille (France). *Rapports de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 29 (5).
- Jedy de Grissac, A., Boudouresque, C.F. 1985. Rôles des herbiers de phanérogames marines dans les mouvements des sédiments côtiers: les herbiers à *Posidonia oceanica*. *Colloque franco-japonais Oceanographie*. Marseille 16-21. Sept. 1985, 1, 143-151.
- Jedy de Grissac, A. 1984 Effects des herbiers à *Posidonia oceanica* sur la dynamique marine et la sédimentologie littorale. *International workshop on Posidonia oceanica Meadows* (Boudouresque, C.F., Jedy de Grissac, A. & Oliver, J. eds). GIS Posidonie Publisher France, 1, 437-443.
- Kirkman, H., and Kendrick, G. A., 1997. Ecological significance and commercial harvesting of drifting and beach-cast macro-algae and seagrasses in Australia: a review. *Journal of Applied Phycology*, 9, pp. 311–326.
- Komatsu, T., 1996. Influence of *Zoostera* Bed on the spatial distribution of water flow over a broad geographic area. In *Seagrass biology: proceeding of an international workshop*. Kuo, J., Phillips, R.C., Walker, D.I., Kirkman, H. (Eds.). Rottneest Island, W. Australia, 15-29 January 1996, pp. 111-116.
- Lecca, L., De Muro, S., Cossellu, M., Pau, M., 2005. Modern terrigenous carbonate sediments of the continental shelf of the Gulf of Cagliari. *Italian Journal of Quaternary Science* 18(2), 201-221.
- Lenanton, R.C.J., Robertson, A.I., Hansen, J. A., 1982. Nearshore accumulations of detached macrophytes as nursery areas for fish. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 9, 51-57.
- Liu, J.T., Huang, J.S., Hsu, R.T., Chyan, J.M., 2000. The coastal depositional system of a small mountainous river: a perspective from grain-size distribution. *Marine Geology* 165, 63-86.
- Llewellyn, P.J. & Shackley, S.E., 1996. The effects of mechanical beach cleaning on invertebrate populations. *British Wildlife*, 7, 147–155.

- Madsen, J.D., Chambers, P.A., James, W.F., Koch, E.W. & Westlake, D.F., 2001. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia* 444, 71-84.
- Mateo M.A., Sanchez-Lizaso J.L., Romero J. (2003) *Posidonia oceanica* 'banquettes': a Preliminary Assessment of the Relevance for Meadow Carbon and Nutrients Budget. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 56 (1): 85-90.
- Mateo, M.A., Romero, J., Pérez, M., Littler, M.M., Littler, D.S., 1997. Dynamics of Millenary Organic Deposits Resulting from the Growth of the Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44, 103–110.
- MOPU, 1989. Guía de las costas de España. *Revista MOPU* nº367, 206 pp.
- Ncibi M.C., Jeanne-Rose V., Mahjoub B., Ehrhardt J.J., Bercion Y., Seffen M., Gaspard S. 2009. Preparation and characterization of raw chars and physically activated carbons derived from marine *Posidonia oceanica* fibres. *Journal of Hazardous Materials* 165 (2009) 240-249 pp.
- Ochieng, C.A., and Erftemeijer, P. L. A., 1999. Accumulation of seagrass beach cast along the Kenyan coast: a quantitative assessment. *Aquatic Botany*, 65, pp. 221-238.
- Orfila, A., Jordi, A., Basterretxea, G., Vizoso, G., Marba, N., Duarte, C.M., Werner, F.E., Tintore, J. 2005. Residence time and *Posidonia oceanica* in Cabrera Arcipelago National Park, Spain. *Continental Shelf Research* 25, 1339-1352.
- Ott, J.A. 1980. Growth and production in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.* 1:47-64.
- Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Clabaut, P., Pergent, G., 1998. Mapping of *Posidonia oceanica* using aerial photographs and side scan sonar: application off the island of Corsica. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 47 (3), 359-368.
- Pergent, G., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mesogée* 54, 3-27.
- Perry, C.T., Beavington-Penney, S.J., 2005. Epiphytic calcium carbonate production and facies development within sub-tropical seagrass beds, Inhaca island, Mozambique. *Sedimentary Geology* 174, 161-176.
- P.I.R.S.A. Primary Industries and Resources South Australia, 2003. *Ecological assessment of the South Australia Beach-cast Seagrass and Marine Algae Fishery*. Agriculture, Food and Fisheries Division of Primary Industries & Resources South Australia. Adelaide SA, 64 pp. (Available on line www.pir.sa.gov.au).
- Pomar, L., 2001. Ecological Control of sedimentary accommodation: evolution from a carbonate ramp to rimmed shelf, Upper Miocene, Balearic islands. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology* 175, 249-272.
- Portillo, E. 2008. Arribazones de algas y plantas marinas en Gran Canaria: características, gestión y posibles usos. Proyecto CosCo. Instituto Tecnológico de Canarias: 88 pp.
- Preen, A.R., Lee Long, W.J., Coles, R.G., 1995. Flood and cyclone related loss, and partial recovery, of more than 1000 km² of seagrass in Herver Bay, Queensland, Australia. *Aquatic Botany*, 52: 3-17.
- Roig, F.X. & Martín, J.A. 2010. Quantificació dels balanços sedimentaris erosius per la gestió de la retirada de restes de *Posidonia oceanica*. En: Criteris de gestió de restes acumulades de *Posidonia oceanica* a les platges d'Eivissa per minimitzar l'impacte geoambiental. Consell Insular d'Eivissa. Inf. Técn. 12pp. http://www.conselldeivissa.es/portal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/4_5416_1.pdf
- Roig, F.X. & Martín Prieto, J.A. 2005. Efectos de la retirada de bermas vegetales de *Posidonia oceanica* sobre playas de las islas Baleares: consecuencias de la presión turística. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM, Núm. 57, pp. 40-52.
- Simeone, S. 2008. *Posidonia oceanica* banquettes removal: sedimentological, geomorphological and ecological implications. PhD Thesis. Università degli studi di Viterbo, Italy: 127 pp.

- Wahab M., Rafik B. H., Salah J. 2011. Removal of phosphorus from aqueous solution by *Posidonia oceanica* fibers using continuous stirring tank reactor. University of Carthage, Water Research and Technologies Centre (CERTe), Wastewater Treatment and Recycling Laboratory, B.P. 273, 8020 Soliman, Tunisia b International Environmental Green Technology (IGET), Tunisia. *Journal of Hazardous Materials* 189, 577–585 pp.
- Yepes, V. y Cardona, A. 2008. Incidencia de la limpieza mecánica en la pérdida de arena de las playas. *Actas del X Congreso y Exposición Internacional de Playas*. Concello de Vigo, 15-17 octubre.
- Yepes, V. & Medina, J.R., 2007. Gestión de playas encajadas de uso intensivo, *Libro de Resúmenes de las IX Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos*, pp. 175-176.