
ANEJO 8.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

INDICE

.....	1
1. INTRODUCCIÓN	4
2. CRITERIOS DE VALORACIÓN	5
2.1. Criterio funcional (C.F.)	5
2.2. Criterio estético (C.E.)	5
2.3. Criterio Medioambiental (C.M.)	5
2.4. Criterio Económico (C.Eco.)	6
2.5. Valoración final.....	6
3. SOLUCIONES GENERALES DE PROTECCIÓN Y REGENERACIÓN DE PLAYAS	7
3.1. Defensas longitudinales	8
3.1.1. Muros	8
3.1.2. Revestimiento	8
3.1.3. Regeneración dunar	9
3.2. Defensas transversales.....	10
3.3. Defensas exentas	11
3.3.1. Diques exentos	11
3.3.2. Diques arrecifales.....	12
3.3.3. Islas plataforma	12
3.3.4. Conos de difracción	13
3.3.5. Algares artificiales	13
3.4. Alimentación artificial	13
3.5. Retirada	14
3.6. Otras metodologías.....	14
3.6.1. Algas Artificiales	14
3.6.2. Drenaje de playas	14
3.6.3. Revegetación	14
4. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE SOLUCIONES APLICABLES	15
4.1. Muros, pantallas y revestimientos	15
4.2. Dunas.....	15
4.3. Espigones transversales	16
4.4. Diques exentos	17
4.5. Islas plataforma, conos de difracción y algares artificiales	17
4.6. Alimentación artificial	17

5. ALTERNATIVAS PROPUESTAS	19
6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA	20
6.1. Alimentación artificial	20
6.2. Alternativa 0: No actuación.....	20
6.3. Alternativa 1: Espigones + Alimentación artificial.....	21
6.4. Alternativa 2: Dique arrecifal + Alimentación artificial	23
6.5. Alternativa 3: Diques exentos + Alimentación artificial+ Eliminación de espigones ..	25
6.6. Solución óptima.....	26

1. INTRODUCCIÓN

Las playas de la Comunidad Valenciana son uno de los elementos más importantes en la zona, ya que vienen acompañadas de una demanda turística importante. El Ayuntamiento de Valencia desde hace décadas asigna un gran valor al turismo, por lo que los esfuerzos para promoverlo deben completarse con elementos como son las playas para que la oferta turística, tanto nacional como extranjera siga creciendo.

El presente anejo tiene como objeto plantear una serie de alternativas y entre ellas estudiar la solución óptima para la regeneración de la playa de Pinedo, tras haber estudiado la problemática existente y los condicionantes en anejos anteriores. Se aplicarán una serie de criterios de valoración a cada una de las alternativas propuestas, obteniendo una puntuación que jerarquice las distintas alternativas con objeto de seleccionar la más óptima.

En primer lugar, se deben tener en consideración los siguientes principios básicos para cualquier actuación costera, estos serán:

- La zona litoral próxima y la playa que estudiar debe considerarse como una unidad morfológica única, puesto que cualquier intervención sobre ella tendrá sus efectos sobre la playa.
- Tener en cuenta los efectos negativos que pueden ocasionarse en las zonas cercanas al área de estudio.
- La playa son un bien público que aporta un amplio valor tanto social y económico. Es por eso por lo que las obras que se van a realizar sobre la playa deben ser de calidad y sumar valor a la misma.

La metodología que se ha seguido para llegar a la solución óptima de la regeneración de la Playa de Pinedo se subdivide en cinco fases, que se explicarán en el presente anejo.

- 1) Fase 1:** Explicación de las normas sobre las actuaciones en las playas, publicadas por la Dirección General de Costas. En estas normas se explican las diferentes funciones que tienen las playas en el territorio, así como sus condicionantes.
- 2) Fase 2:** Explicación de las soluciones generales de protección y de regeneración de las playas sin considerar la situación en la que se encuentra la Playa de Pinedo.
- 3) Fase 3:** Analizar, estudiar y seleccionar las soluciones que pueden ser aplicables para la Playa de Pinedo. Se descartarán las soluciones que no son técnicamente factibles, y se tratará de un análisis cualitativo.
- 4) Fase 4:** Se elaboran alternativas partiendo de las soluciones seleccionadas anteriormente. Se pueden mezclar diferentes métodos de regeneración para generar una única alternativa.
- 5) Fase 5:** Se analizarán las alternativas y se seleccionará la solución óptima según un análisis multicriterio de las alternativas estudiadas, obteniendo una calificación general de cada una.

2. CRITERIOS DE VALORACIÓN

Como se ha comentado anteriormente, para la elección de la alternativa más viable, se procederá con un análisis multicriterio, en el que a cada uno de los factores se les atribuirá un porcentaje. Los criterios de valoración son:

- Funcionalidad
- Estética
- Medio Ambiente
- Economía

2.1. Criterio funcional (C.F.)

Las alternativas propuestas y la alternativa optima seleccionada, se evaluarán según la eficiencia con la que se soluciona la problemática existente. Para la valoración del criterio funcional se adoptará una escala del 0 a 100, de la siguiente forma:

VALOR	CRITERIO FUNCIONAL (C.F.)
100	Solución óptima al problema
60	Solución buena pero afecta a un condicionante
30	Solución parcial al problema
0	No resuelve el problema

2.2. Criterio estético (C.E.)

La solución propuesta y adoptada, debe ser atractiva para los usuarios de la playa. El principal factor que afecta es el material sedimentario que se escoge para realizar la alimentación artificial y, a la disposición final de la obra.

VALOR	CRITERIO ESTÉTICO (C.E.)
100	Muy agradable para el usuario
60	Aceptable pero escasa calidad visual
30	Indiferente
0	Desagradable para el usuario

2.3. Criterio Medioambiental (C.M.)

Partiendo del Estudio de Impacto Ambiental ejecutado en el 'Anejo 11.-Estudio de Impacto Ambiental (EIA)', se evalúa cuantitativamente el impacto producido por cada alternativa.

VALOR	CRITERIO MEDIOAMBIENTAL (C.M.)
100	Muy poco impactante
60	Poco impactante
30	Muy impactante
0	Inadmisible

2.4. Criterio Económico (C.Eco.)

La ejecución de la solución óptima debe estar comprendida dentro de un presupuesto razonable. En cada solución se deben sugerir los costes de construcción, debido a la escasez de los recursos disponibles y también se deben añadir los costes de explotación de la infraestructura.

VALOR	CRITERIO ECONÓMICO (C.E.)
100	No necesita inversión
60	Inversión moderada
30	Inversión elevada
0	Excesiva inversión

2.5. Valoración final

En la valoración final y partiendo de los criterios anteriormente expuestos, se obtiene una ponderación para cada uno atribuyéndoles unos pesos determinados. En el presente estudio se procederá valorando según los siguientes pesos:

- Criterio funcional (C.F.): 35%
- Criterio estético (C.E.): 20%
- Criterio medioambiental (C.M.): 25%
- Criterio económico (C.Eco.): 20%

Por lo que la valoración final (V.F) se calculara a través de la siguiente expresión planteada:

$$V.F=0.35*C.F.+0.2*C. E. + 0.25*C.M.+0.2*C.Eco.$$

Según lo obtenido en la formula anterior se obtiene la siguiente clasificación para las distintas alternativas:

VALORACIÓN FINAL	CLASIFICACIÓN
≥ 90	Óptima
$70 \leq V.F. < 90$	Buena
$40 \leq V.F. < 70$	Mejorable
< 40	Deficiente

3. SOLUCIONES GENERALES DE PROTECCIÓN Y REGENERACIÓN DE PLAYAS

Los diferentes tipos de obra que se pueden ejecutar para solucionar los problemas que aparecen en la costa se van a describir en este apartado. Estas obras tienen como objeto proporcionar diferentes formas de defender, proteger y regenerar el litoral.

Las obras de defensa y protección ayudan a mantener el tramo de costa de la acción del oleaje y tienen como objetivo principal la defensa. Por otro lado, las obras de regeneración tienen como objeto la recuperación de una situación pasada, es decir, volver a tener las condiciones existentes que por unos motivos u otros se han perdido.

La clasificación de las obras es blandas o duras, según la rigidez de las estructuras. Se definen de la siguiente manera:

- **Obras duras:** Son irreversibles y su desmantelamiento es bastante complicado, si una vez construidas no ofrecen los resultados esperados, la costa puede quedar más dañada de lo que ya estaba inicialmente. Se emplean elementos rígidos para su construcción como bloques de hormigón o escollera.
- **Obras blandas:** Son reversibles y una vez construidas en el caso de no ser eficientes, no empeoran el estado original de la costa. No se emplean elementos rígidos para su construcción (arenas...)

No obstante, las actuaciones pueden ser mixtas y tener estructuras rígidas y flexibles. De la misma forma, se puede elaborar una clasificación de las distintas alternativas estructurales:

- **Técnicas estructurales:** Son aquellas en las que se utilizan estructuras rígidas con el objeto de frenar la regresión de la costa y/o forzar el asentamiento de sedimentos. Son estructuras que se posicionan en la línea de costa o en frente de ella o apoyándose en ella. Son:
 - Defensas longitudinales: malecones, muros, revestimientos.
 - Defensas transversales: espigones.
 - Defensas exentas: diques exentos, diques arrecifales, diques isla, diques de pie.
- **Técnicas no-estructurales:** No son estructuras que se utilicen para frenar la recesión de la costa y/o forzar el asentamiento de los sedimentos. Son obras que pueden encontrarse apoyadas con otras estructuras, que no son de defensa o retención, y que no se apoyan en la costa. Son:
 - Regeneración dunar: escarpe, campo dunar.
 - Alimentación artificial.
 - Transvase de arenas.
 - Retirada estratégica.
 - Otras: algas artificiales, drenaje de playa etc...

Se procederá con una descripción de los distintos métodos de actuación comentados:

3.1. Defensas longitudinales

Son obras que se construyen en la línea de costa o en paralelo a la misma. Tienen como objeto proteger del oleaje, frenar la recesión y actuar algunas veces como muro soporte de los sedimentos que se sitúan en el trasdós. Evita la acumulación de sedimentos, puesto que el oleaje incide y se refleja provocando agitación y erosionando la base de la estructura.

Consisten en obras marítimas que conectan el mar con la tierra, de tal forma que impiden en la medida de lo posible la acción directa del oleaje sobre el terreno, como se ha mencionado anteriormente. Estas obras interfieren en el transporte transversal de sedimentos principalmente.

Habitualmente se suele recurrir a este tipo de obras si el mar ya está atacando a las edificaciones cercanas y es por lo tanto la única opción frente al deterioro de la playa.

En las defensas longitudinales se destaca que se consideran obras duras, los muros, los malecones y los revestimientos. Pero también se tiene un caso de obra blanda, los cordones dunares.

3.1.1. Muros

Son estructuras verticales cuyo objetivo principal es proteger y contener los terrenos, no obstante, este tipo de estructuras no frenan la erosión. Una de las características más significativas es su poder reflexivo. Los muros pueden ser de hormigón, de escollera o de tablestacas, y según su resistencia se tiene la siguiente clasificación:

- **Muros bulkheads:** Son muros resistentes, con retención de rellenos.
- **Diques seawalls:** Son diques resistentes, que son más fuertes que los bulkheads.

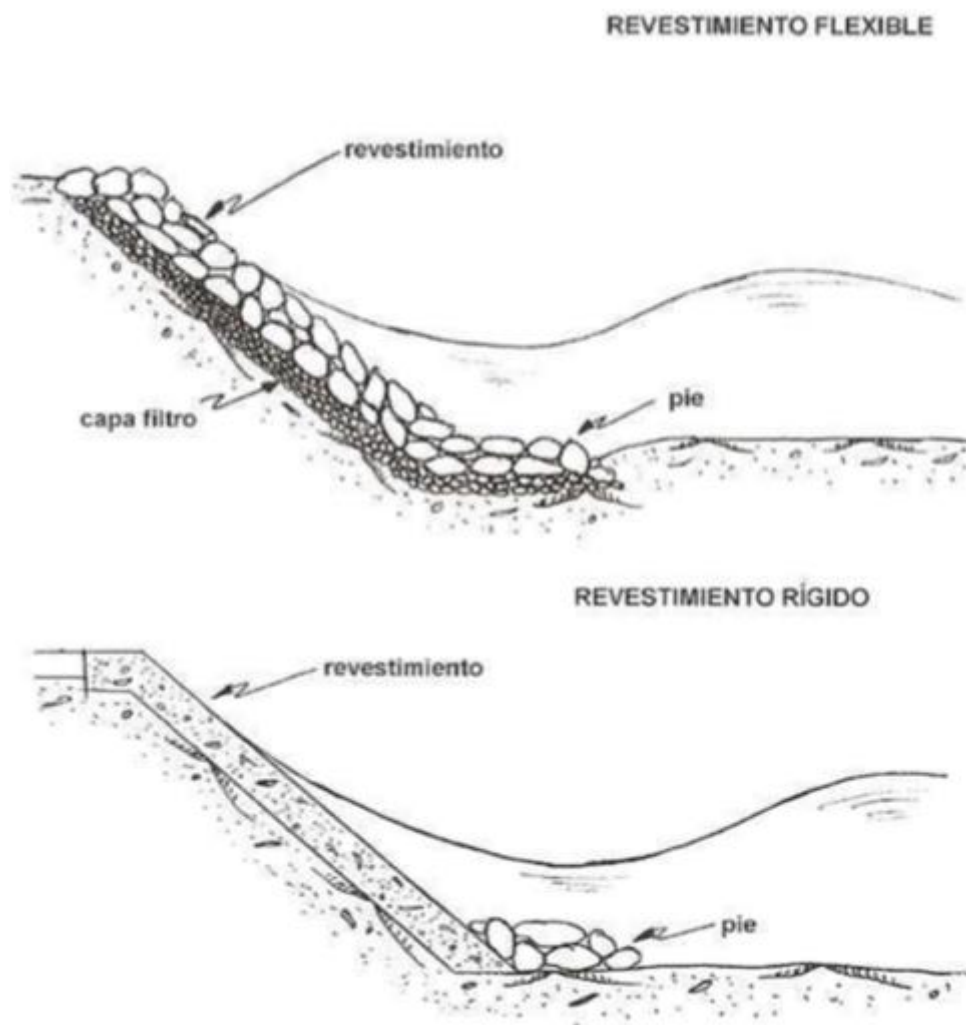
La cara exterior del muro puede estar en vertical o inclinada y tienen un cierto grado de rugosidad para dispersar la energía del oleaje. No obstante, debe tenerse en consideración los problemas de fallo que pueden producirse en el muro como por ejemplo la socavación, que favorecería al hundimiento o vuelco del muro, ya que se tienen problemas de erosión que dañan el cimiento. Es por eso que los paseos marítimos se posicionan sobre el muro y no lo hacen las edificaciones más cercanas.

3.1.2. Revestimiento

Son revestimientos inclinados contruidos con material resistente para proteger de la erosión. Son estructuras provisionales que se construyen con gran rapidez y que ofrecen una rápida sujeción de la línea de costa. Se clasifican en rígidos y flexibles.

Los revestimientos están formados por varias partes: cara de protección, filtro y protección de pie. Normalmente los materiales que se utilizan para construir estas capas es la escollera de mayor tamaño y de menor según su posición.

A largo plazo es una estructura poco eficiente, pero también poseen un poder reflexivo, no regeneran la costa ni frenan la erosión. No es aconsejable su instalación en zonas turísticas debido a los materiales que se utilizan.



3.1.3. Regeneración dunar

Las dunas forman parte de la playa, constituyen la mayor parte de la zona emergida de la playa. Es decir, constituyen las reservas de arena de la playa desde un punto de vista funcional, son las zonas que cuando se producen temporales o mareas excepcionales, el mar mueve la arena necesaria para que el perfil transversal se aclimate a las condiciones de oleaje extremo.

La regeneración dunar se realiza en zonas donde el cordón dunar ha desaparecido, total o parcialmente.

Se distinguen dos métodos de regeneración dunar, por un lado, está la reconstrucción con captadores y por el otro esta la reconstrucción con maquinaria.

El primer sistema es el más empleado para la reconstrucción de un cordón dunar. En él se sustituye y se acelera el proceso que, de forma natural ejerce la vegetación en la formación de dunas. Es económico y no daña el medioambiente, pero es un proceso constructivo muy lento.

Por otro lado, la reconstrucción recurriendo a la maquinaria, es un sistema muy mecánico, sencillo y rápido que se recurre a él cuándo las condiciones de degradación son muy altas o la topografía es muy irregular. Este método es más caro, y se obtienen resultados morfológicos poco naturales y genera más daños al medio.

3.2. Defensas transversales

Se les reconoce con el nombre de espigones, son estructuras marítimas que parten de la línea de costa generalmente ortogonal al mar. Puede actuar de barrera total o parcial, es decir, interrumpiendo el transporte de sólidos, donde a barlomar acumula material y crea playas que se apoyan en la estructura y a sotamar provoca fuertes erosiones. Su principal objetivo es crear y estabilizar un tramo de playa, actúa de barrera al transporte de sólidos, pero al mismo tiempo permite un paso limitado de material.

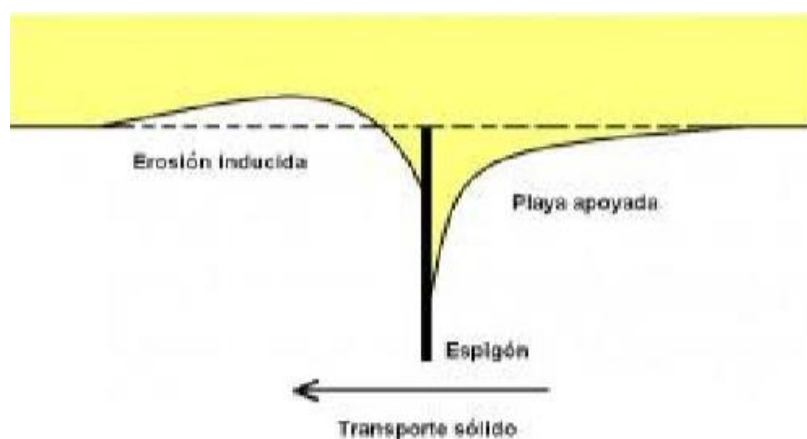


Ilustración 1. Defensa transversal. Fuente: Blog Victos Yepes.

Los espigones están contruidos generalmente con escollera, hormigón o de geotextiles. Se puede realizar una clasificación atendiendo diferentes factores:

- Forma en planta: curvos, T, L, I o Y.
- Rebasabilidad: Según la altura a la que se construya, algunos pueden encontrarse sumergidos.

- Permeabilidad: Según el material que se coloque en el núcleo del espigón.
- Materiales: Escollera, arena, piezas de hormigón.

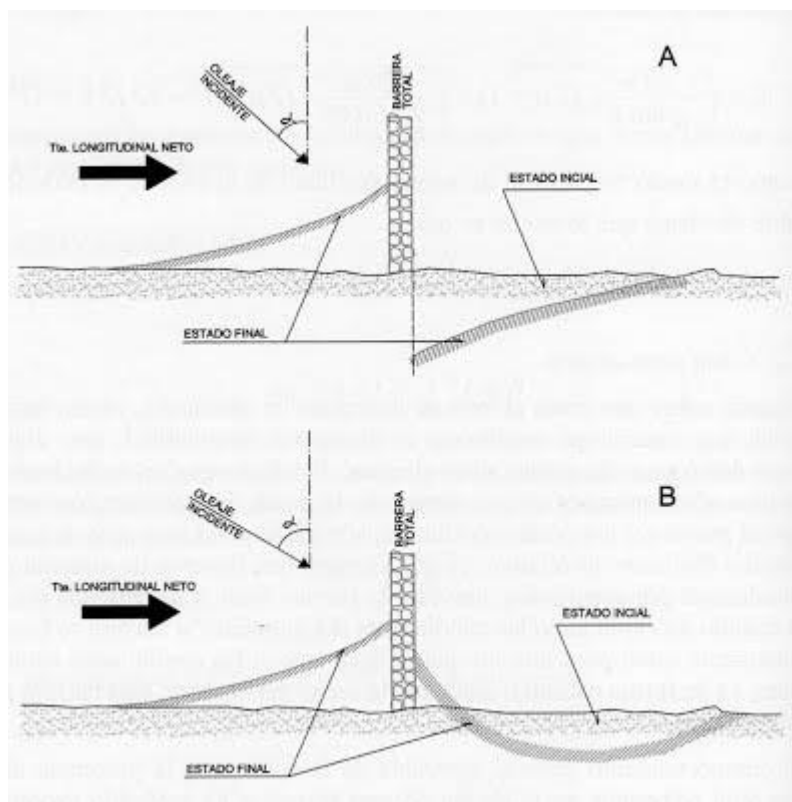


Ilustración 2. Defensas transversales.

3.3. Defensas exentas

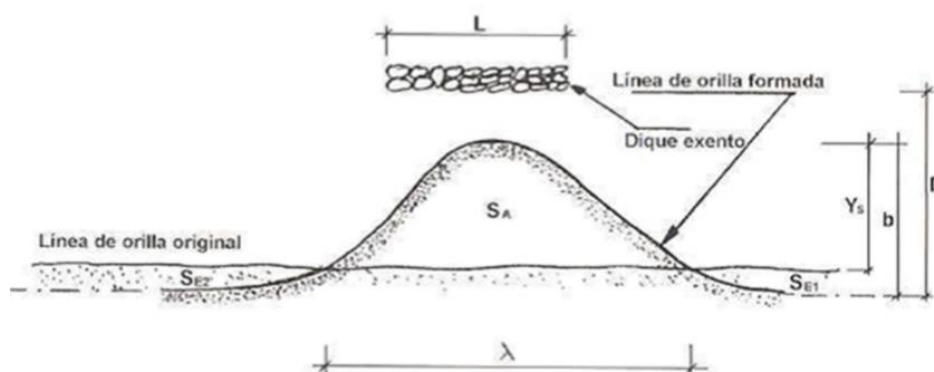
Son protecciones lineales ubicadas frente la costa a bajas profundidades y generalmente paralelas a la línea de costa. Durante su proceso constructivo están unidos a tierra, pero una vez finalizada la construcción del dique exento el enlace tierra-dique se dismantela. Su objetivo es modificar la dinámica litoral en un tramo de costa concreto, ser un obstáculo para el oleaje, generar un área abrigada y retener los materiales del transporte de sólidos.

Para la construcción de estos diques se utilizan geotextiles, escollera, tablestacas, pilotes y piezas de hormigón.

3.3.1. Diques exentos

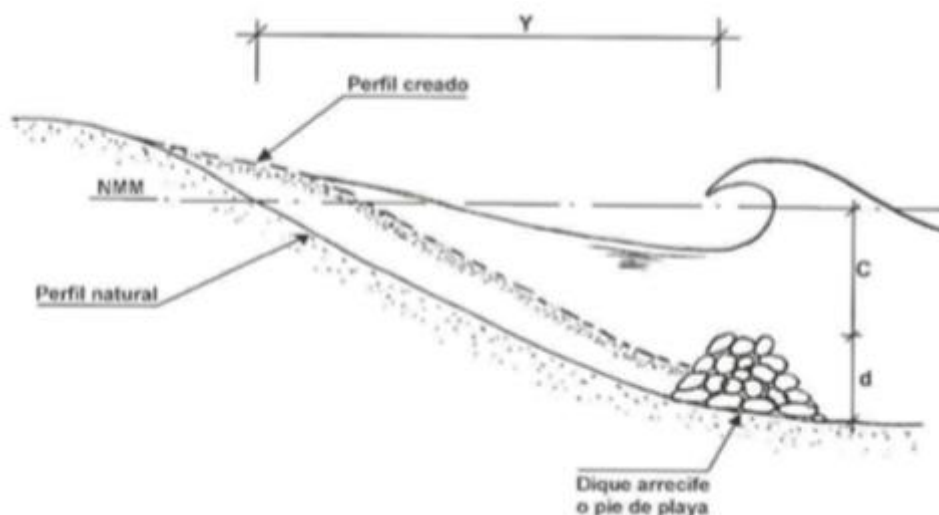
Son estructuras que normalmente se construyen paralelo a la costa y a bajas profundidades. Su objetivo principal es modificar la dinámica litoral, afectando al perfil de la playa tanto en planta como en alzado, es decir, la construcción de estos diques supone una barrera para el oleaje, provocan su difracción y reducen la altura de ola. La unión de estos factores crea en el trasdós del dique una acumulación de sedimentos, dando lugar a tómbolos o hemitombolos. Este tipo

de diques alcanzan a trabajar como una defensa transversal natural. Cabe destacar que este tipo de diques pueden encontrarse tanto emergidos como sumergidos.



3.3.2. Diques arrecifales

Este tipo de estructuras actúan como pie de playa, es decir, son obras que están mar adentro y se extienden en paralelo a la costa con una cota de coronación del dique muy baja respecto a las profundidades donde se ubican. Con estas estructuras se consigue reducir la energía que genera el oleaje y sirve de apoyo al perfil de la playa, manteniendo la arena que en época de temporales habría emigrado. Otro objetivo por el cual se construyen este tipo de diques es porque en él se crean áreas de repoblación marina y protección de los fondos marinos.



3.3.3. Islas plataforma

Este tipo de islas artificiales circulares están construidas generalmente de escollera y tienen como función la disipación de la energía del oleaje, su comportamiento es parecido al de los

diques exentos y en ellas también se crean hemitombolos y tómbolos. Lo único con que se diferencia de los diques exentos es que en ellos se pueden formar superficies para diferentes usos.

3.3.4. Conos de difracción

Son elementos circulares que se instalan a cierta distancia de la costa. Su principal función es cambiar la dirección dominante del oleaje por difracción. Reducen la energía del oleaje y son de gran utilidad cuando el oleaje es oblicuo o paralelo a la costa.

3.3.5. Algaes artificiales

Se forman campos artificiales de algas, principalmente de material plástico. El objetivo es reducir la energía que lleva el oleaje.

3.4. Alimentación artificial

La alimentación artificial está considerada como obra blanda, donde se realiza una aportación considerable de material a una zona determinada del litoral con el objetivo de alcanzar la situación original y mantener la playa en equilibrio, es decir, definir el diseño de esta, aumentando su ancho o servir de protección y refuerzo a los terrenos ubicados tras la playa.

Los materiales para utilizar en la alimentación artificial pueden ser de origen natural, proceder del medio marino, fluvial o terrestre o de origen artificial a partir del machaqueo de áridos en una cantera.

Se encuentran dos tipos de alimentación artificial:

- Alimentación directa: Los materiales que se utilizan provienen del medio marino o terrestre.
- Transvase de arena: Arena que se acumula en otros puntos de la costa, por ejemplo, esta opción no sería viable ya que no podrían realizarse aportes de material de las Playas del Norte del puerto de Valencia puesto que la arena no tiene la misma granulometría que las playas del Sur del Puerto, y tampoco podría realizarse un aporte de material de las playas que se localizan al Sur de la Playa de Pinedo porque es una zona que también está fuertemente dañada por los problemas de la regresión. Solamente podrían realizarse transvases de arena si se realizarán desde la zona Norte de la Playa de Pinedo que está en acreción y se transvasara a las playas del Sur.

3.5. Retirada

Se reubican de las instalaciones o infraestructuras que están en la línea de costa a una nueva ubicación donde ya no corren peligro de erosión. Es un método económico muy caro y inviable para el presente proyecto.

3.6. Otras metodologías

3.6.1. Algas Artificiales

Minimiza la energía del oleaje sobre la playa para reducir la erosión que provoca. Se posicionan en el fondo marino, no provoca impacto visual y son fáciles de desmantelar.

3.6.2. Drenaje de playas

Se instalan tubos perforados a varios metros de profundidad y paralelos a la línea de costa, que llevan el agua por gravedad. Estos sistemas de drenaje reducen el nivel freático de la playa, favoreciendo así la sedimentación de los materiales.

3.6.3. Revegetación

Puede realizarse en distintos puntos de la playa: en el cordón dunar, para reforzar su fijación o en la playa sumergida. La vegetación es una de las responsables de sujetar las dunas, evitando que el viento le afecte directamente.

4. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE SOLUCIONES APLICABLES

En el presente apartado se continuará con un análisis de las distintas soluciones descritas anteriormente, así como la supresión de las soluciones que no se aplicarán en el proyecto.

4.1. Muros, pantallas y revestimientos

- **Objetivos:**
 - Proteger la costa de temporales.
 - Proteger áreas industriales, autopistas o vías próximas a la costa.
- **Recomendaciones:** Que entre el mar y la estructura exista un ancho de playa.
- **Soluciones complementarias:**
 - **Espigones:** Ayudan a mantener la playa.
 - **Alimentación artificial**

VENTAJAS
Rápida protección frente una situación de emergencia
Rigidez y estabilidad a medio-corto plazo
Económico en zonas puntuales
INCONVENIENTES
Aspecto estético deficiente
No corrige la erosión, sino que es ligeramente perjudicial
Lento hundimiento en la playa sumergida
No ayuda en el proceso de regeneración ni mantenimiento de la playa

Esta solución no sería aceptable para solucionar los problemas de regeneración que se quieren corregir en la Playa de Pinedo, por lo que queda descartada como solución en este proyecto.

4.2. Dunas

- **Objetivos:**
 - Reserva natural de arena en las playas, a la que se puede recurrir para corregir procesos erosivos generados por el oleaje sobre el litoral.
- **Recomendaciones:**
 - Entre el mar y el cordón dunar existente es recomendable la existencia de un ancho de playa.
 - Su presencia indica que es una zona que debe protegerse y no debe permitirse su ocupación ni destrucción.
- **Soluciones complementarias:**
 - **Alimentación artificial**
 - **Espigones:** Ayudan a mantener la playa.

VENTAJAS
Sistema de protección económico, estético y durable, sin ningún impacto ambiental
Las dunas acaban actuando como ultima barrera de protección frente a los temporales
Contribuyen de forma positiva a la recuperación de valores ecológicos
INCONVENIENTES
La extracción de arena para su formación genera fuertes impactos en el fondo marino
Las edificaciones próximas a la costa pueden verse perjudicadas por la movilidad de estas
Escasez de sedimentos apropiados para la regeneración de la playa (más caro)

Se busca una solución que sea capaz de ofrecer una estabilidad lo más natural posible al litoral. No obstante, esta opción queda descartada puesto que el construir el cordón dunar significa un encarecimiento del proyecto, donde no se aporta ninguna ventaja.

4.3. Espigones transversales

- **Objetivos:**
 - Actúa como defensa en las playas en las que se ha empezado o se espera una reducción de aportes.
 - Regeneración o apoyo de nuevas playas donde el transporte litoral es suficiente.
- **Recomendaciones:**
 - Procurar no construir un gran número de espigones en grandes longitudes de playa.
 - Cuidar el aspecto estético de las obras.
 - Prolongar el campo de espigones hasta el final de la unidad fisiográfica o bien dejar sin protección las playas a sotamar.
- **Soluciones adicionales:**
 - **Defensas exentas:** Protegen la playa frente temporales fuertes y mejoran el aspecto estético del litoral.
 - **Alimentación artificial:** Rápido aumento del ancho de la playa protegida y evita futuras erosiones de la playa a sotamar.

VENTAJAS
Sencillo y rápido de construir
Mantenimiento económico
INCONVENIENTES
Genera erosiones a sotamar al actuar como barrera al transporte de solidos
Provoca un impacto estético en el litoral costero

La construcción de los espigones transversales debe estar acompañada por una alimentación artificial, ya que no existe una dinámica litoral suficiente como para regenerar de forma natural la playa. No obstante, es una solución que no debe descartarse ya que retienen el material.

4.4. Diques exentos

- **Objetivos:**
 - Proteger el litoral y disipar el oleaje que incide en la playa.
 - Regeneración o creación de playas.
- **Recomendaciones:**
 - Construcción paralela a la costa.
 - Cotas de coronación bajas para mejorar la calidad estética.
 - Vigilar los efectos que se generan a sotamar.
 - Necesario ensayar previamente en un modelo reducido.
- **Soluciones complementarias:**
 - **Espigones:** Ayudan a retener la arena en las playas artificiales.
 - **Alimentación artificial:** Evita las erosiones a sotamar y aumenta el ancho de la playa.

VENTAJAS
Influye parcialmente en el transporte sólido litoral
Forma áreas aptas para el baño
Mantenimiento económico
INCONVENIENTES
Construcción cara
Provoca erosiones a sotamar
Modifica la morfología natural de la playa y disminuye el campo de visión del bañista

Esta opción solamente debe considerarse con una alimentación artificial simultáneamente. No obstante, no debe descartarse esta opción puesto que evita la emigración de los materiales sedimentarios.

4.5. Islas plataforma, conos de difracción y algares artificiales

Son soluciones exageradamente caras y que se aplican muy poco, por lo que este tipo de construcciones se descartaran directamente para este Proyecto.

4.6. Alimentación artificial

- **Objetivos:**
 - Creación de nuevas playas
 - Estabiliza y protege playas en proceso de erosión
- **Recomendaciones:**
 - Aporte de arena con un tamaño y peso específico que no sea inferior al de la arena natural existente.

- **Camiones:** Se necesita un numero desmesurado de camiones para mover el volumen necesario, por lo que es una solución muy cara.
- **Gánguiles:** Al igual que los camiones es una solución muy cara.
- **Tubería:** Permite el transporte de grandes cantidades de arena a distancias grandes. Es una solución económica, rápida y fácil de mantener.
- **Soluciones complementarias:**
 - **Espigones:** Retienen arena en la zona alimentada
 - **Defensas exentas:** Favorecen al mantenimiento de la playa
 - **Defensas longitudinales:** Apropriadas para zonas frágiles frente a grandes temporales

VENTAJAS
Aporta valor estético
No genera efectos perjudiciales en otras áreas
Mejora el aspecto de las playas ubicadas a sotamar del sector que ha sido alimentado
INCONVENIENTES
Necesita un mantenimiento constante
El mantenimiento es caro
Requiere un seguimiento frecuente
Provoca impactos ambientales negativos sobre los fondos marinos

Esta actuación debería plantearse en todas las soluciones propuestas para la regeneración de la Playa de Pinedo, no solo porque necesite aumentar su ancho sino porque al mismo tiempo en las playas ubicadas al sur existe una fuerte regresión. Deberá estudiarse la fuente de suministro de la que se extraerá el material necesario, si bien será de canteras o material que proviene del fondo marino o material de playas cercanas.

5. ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Conociendo ya las diferentes metodologías de regeneración de una playa, se ha elaborado una serie de alternativas que se presentan a continuación:

- Alternativa 0: No actuación.
- Alternativa 1: Espigones + Alimentación artificial.
- Alternativa 2: Dique arrecifal + Alimentación artificial
- Alternativa 3: Diques exentos + Alimentación artificial

6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA

En el presente apartado se elegirá de forma objetiva la solución óptima para la resolución de la problemática existente en la Playa de Pinedo. No se describirá cada una de las alternativas expuestas en este Proyecto, sino que solamente se desarrollará la solución escogida detallando cada uno de los parámetros que la conforman, para el diseño de esta.

Excepto en la primera, cada una de las alternativas va acompañada de una alimentación artificial en la zona de actuación. Este estudio será similar para el análisis de cada alternativa que contenga este tipo de metodología.

6.1. Alimentación artificial

Cuando se va a efectuar una aportación de volúmenes considerables de material a una playa, se deben conocer los parámetros de calidad y durabilidad en la zona en la que se van a verter. Por lo que esos parámetros para tener en cuenta son la anchura de la playa seca, longitud de la playa a alimentar, perfil de diseño de la playa, arena que se aportara a la playa etc...

Según estudios realizados, los usuarios consideran que una playa es estrecha cuando su anchura máxima se encuentra entre los 20-30 metros, y cuando esta tiene un ancho entre los 75-100 metros se considera demasiado ancha. Por lo que una anchura aceptable en una playa es que se encuentre entorno a los 60 metros, permitiendo localizar en la playa diversas actividades públicas, vegetación, zona dunar etc...

Partiendo de la información que se obtiene de la batimetría, se procederá a la ampliación del ancho de la playa mar a dentro, es decir, adelantando la línea de costa. Por lo que una vez determinado el ancho deseado de la playa que se quiere conseguir y la forma en planta que va a tener, se necesitará un volumen de arena para realizar la alimentación y este vendrá determinado por el perfil transversal que los sedimentos adquieren tras su posicionamiento, lo que realza la importancia del perfil de la nueva playa.

Se conocen varios modelos teóricos de perfiles de equilibrio, que se han ido desarrollando a partir de investigaciones, estudios y ensayos en canales, siendo los más frecuentes a la hora de emplear para conseguir la regeneración de una playa, los de Vellinga, CUR y Dean.

6.2. Alternativa 0: No actuación

La no actuación es una solución que considerar en los problemas de regeneración de una playa, ya que muchas veces al intervenir lo único que se puede conseguir es empeorar la situación. Esta opción consiste en dejar las playas en el estado actual en el que se presentan, por lo que no se resolverían los problemas existentes y posiblemente con los años estos problemas irían creciendo.

- **Criterio funcional:**

El no realizar ninguna intervención en las playas, la problemática existente de regresión cada vez iría creciendo y reduciría el ancho de la playa.

- **Criterio estético:**

La playa en algunas zonas en su estado actual está muy dañada. La no intervención supone un aumento en la degradación de la playa, y, por lo tanto, visualmente cada vez estaría peor estéticamente.

- **Criterio medioambiental:**

La no actuación en la playa no supondría fuertes impactos en el medio ambiente. No obstante, la regresión seguiría avanzando, haciendo desaparecer los cordones dunares que separan la Albufera del mar y esta acabaría desapareciendo junto a su ecosistema.

- **Criterio económico:**

El coste por lo tanto es nulo, pero el deterioro de la playa vendría acompañado de una disminución del turismo, lo que acabaría afectando económicamente a la zona.

- **Valoración final**

ALTERNATIVA 0		
CRITERIO	VALORACIÓN	OBSERVACIONES
C.F.	0	No arregla el problema
C.E.	0	Aumenta la erosión
C.M.	40	Muy impactante a largo plazo
C.Eco	70	Sin costes, pero cada vez se explota menos
V.F	24	DEFICIENTE

6.3. Alternativa 1: Espigones + Alimentación artificial

Esta alternativa viene complementada con la alimentación artificial. En ella se realizará la construcción de los espigones, perpendiculares a la línea de costa, con el objetivo principal de contener los sedimentos dentro de la zona de actuación. De tal forma que con esta solución se crea una barrera al transporte de sólidos y al mismo tiempo a la arena de aportación para conseguir la regeneración de la playa. No obstante, esta solución no garantiza una protección total frente a los temporales.

Los principales parámetros que deben conocerse a la hora de construir este tipo de defensas son:

- Ubicación de los espigones
- Sección transversal
- Planta de la defensa
- Longitud y cota de coronación de la defensa
- Fondos sobre los que asentara

- Permeabilidad
- Tipo de arena que retendrá
- Tipos y materiales de construcción

La localización y separación que se dispondría entre los espigones está condicionada por la zona en la que se está desarrollando la problemática, la dinámica litoral, tipo de actuación y tipo de defensa. Teniendo en consideración el problema que se está desarrollando en la Playa de Pinedo y las playas que se sitúan al sur de esta, podría construirse un sistema de espigones para intentar corregirlo, no obstante, acabaría afectando al proyecto no solo económicamente, sino que también estéticamente y podría acabar generando un aumento de la regresión al sur del sistema de espigones que se construyera.

La utilización de esta opción por lo tanto debería reducirse a la construcción de dos espigones en la playa de Pinedo, pero no acabaría solucionando a largo plazo los problemas de las playas del sur.

La construcción de las defensas debería realizarse en sección en talud, ya que si se hiciera en vertical provocaría problemas de reflexión del oleaje, lo que generaría una gran agitación en la zona y derivaría en más problemas como por ejemplo pérdidas de arena.

La forma en planta se debe considerar más de forma estética que técnica y la longitud del espigón dependerá de la barrera que se quiera generar en la línea de costa, y cuanto material se espera retener. Pero es importante no construirlos excesivamente largos porque podría derivar en problemas como aislar la zona de la playa a la que influencia, provocando el efecto de barrera total al paso de los sedimentos impidiendo que lleguen a otras playas. Por otro lado, la cota de coronación debería construirse relativamente baja para evitar generar un impacto visual, más del que ocasiona la construcción en la playa.

Por último, cabe destacar que en esta tipología de construcciones la permeabilidad debe ser bastante elevada para reducir las reflexiones y permitir la continuidad de las corrientes para mantener en movimiento constante el movimiento de las playas. Es por eso por lo que la construcción de los espigones debería realizarse con escollera y en una sección en talud.

- ***Criterio funcional:***

Esta alternativa podría ser una solución para la regeneración de la playa de Pinedo. Pero en este caso se tendrán en consideración las playas que se ubican al sur de la playa de Pinedo, por lo que la construcción de este tipo de los espigones podría derivar en problemas en las playas del sur dando como resultado el deterioro de las playas y por lo tanto la obligatoriedad de construir más diques. Además, que la construcción de los espigones en este tipo de playa podría generar molestias a los bañistas.

- ***Criterio estético:***

La construcción de los espigones en la línea de costa supone una barrera no solo para el transporte de sólidos, sino que también es una barrera visual para los turistas. Al mismo tiempo, como se ha comentado anteriormente puede provocar problemas de erosión o de interrupción para las corrientes marinas.

- **Criterio medioambiental:**

Durante el proceso de construcción de la estructura afecta al medio tanto acuático como terrestre, generando impacto ambiental debido a la turbidez en el agua y a la contaminación acústica.

Es una alternativa que durante su fase constructiva provoca numerosos impactos, pero una vez finalizada se reducen.

- **Criterio económico:**

La construcción de los espigones supone una fuerte inversión, ya que requiere el uso de mucha maquinaria y materiales.

Sin embargo, es una opción que acaba añadiendo valor puesto que ayuda a aumentar la superficie de la playa. Pero se sigue corriendo el riesgo a largo plazo de que aparezcan erosiones en las zonas colindantes.

- **Valoración final**

ALTERNATIVA 1		
CRITERIO	VALORACIÓN	OBSERVACIONES
C.F.	30	Resuelve la problemática, pero puede generar problemas en las zonas colindantes.
C.E.	30	Barrera tanto visual como física
C.M.	30	Impactos ambientales en su proceso constructivo y a largo plazo
C.Eco	30	Inversión elevada
V.F	30	DEFICIENTE

6.4. Alternativa 2: Dique arrecifal + Alimentación artificial

Es una solución parecida a la alternativa 3 propuesta en el presente documento, ya que los diques arrecifales son parecidos a los diques exentos. Pero existen entre ellos diferencias funcionales, ya que morfológica y estructuralmente son similares.

El dique arrecifal está considerado una barrera con una cota de coronación muy baja y paralelo a la línea de costa, que tiene como objeto funcionar como apoyo para la alimentación artificial e impide que la playa sumergida se extienda.

A la hora de diseñar es necesario tener en consideración tanto para los diques arrecifales como los diques exentos, parámetros como:

- La separación a la que se encontraran de la costa
- La forma en planta que van a tener
- La sección transversal, permeabilidad, cota de coronación y pie del dique
- Tipo de fondos sobre los que se apoyara

Elaborando una comparativa con otros proyectos, una de las opciones más utilizadas es la de los diques de escollera, ya que permiten su construcción con mayor rapidez, facilidad y es económico de construir. Es un material fácil de encontrar, que ofrece la permeabilidad deseable y contribuye a la circulación de las corrientes marinas en vez de actuar como barrera de estas, sirviendo de filtro a las arenas de aportación. Pero también se han llegado a construir diques con piezas prefabricadas de hormigón.

La función principal de la estructura es contener la arena, actuando desde el límite inferior de la playa creada. Es por lo tanto esencial conocer el perfil teórico de la playa para poder saber a qué distancia de la costa se va a construir, que cota de coronación va a tener, entre otros parámetros que se estudiarían detalladamente en caso de ser esta la solución óptima.

- **Criterio funcional:**

Se consigue la playa artificial gracias a la aportación que se realiza de material, pero en esta solución el volumen de aportación sería inferior puesto que el dique arrecifal trabaja de contención de las arenas limitando el perfil de la playa.

Pero como ventajas se encuentran en que no afecta a la dinámica litoral de forma considerable, y la renovación del agua continuaría teniéndose constantemente. El único inconveniente es que se podrían tener problemas funcionales como fugas de arena, lo que acabaría derivando en trabajos de dragados y realimentaciones periódicas. Por lo que podría ser una opción que podría fallar a largo plazo o que debería tener un mantenimiento.

- **Criterio estético:**

Es una solución similar a la de los diques exentos. La construcción de estos diques sería un factor muy positivo estéticamente ya que no se tendrían obstáculos visuales en el litoral, y sería más atractivo a los turistas.

- **Criterio medioambiental:**

Generaría impactos en la fase constructiva, pero a largo plazo acaba mimetizándose en el entorno.

- **Criterio económico:**

Requiere una fuerte inversión, pero es una alternativa viable.

- **Valoración final**

ALTERNATIVA 2		
CRITERIO	VALORACIÓN	OBSERVACIONES
C.F.	60	Resuelve el problema, pero podría tener fallo a largo plazo si no se tiene un mantenimiento
C.E.	100	No provoca impacto visual
C.M.	60	Fase de construcción
C.Eco	40	Inversión elevada
V.F	64	MEJORABLE

6.5. Alternativa 3: Diques exentos + Alimentación artificial+ Eliminación de espigones

La construcción de los diques exentos sumergidos o a nivel del mar, vendría complementada con la alimentación artificial y con la eliminación de los dos espigones ya existentes en la playa.

Los diques tienen como función principal la contención de arenas y la alimentación ayuda a regenerar con mayor rapidez la playa, mientras que los diques funcionan de contención a este aporte de material, formándose así una planta estable de la playa.

La alimentación artificial se ha explicado en apartados anteriores por lo que en el presente punto se procederá con la explicación de los diques exentos. Los parámetros que deben considerarse son:

- Tipo de fondo sobre el que se apoyaran
- Sección transversal, permeabilidad de los materiales, cota de coronación y pie de dique
- Localización, forma en planta y separación entre diques

Esta opción supondría la construcción de dos diques exentos en la zona de actuación, la eliminación de los dos espigones ya existentes y la alimentación artificial en la playa para crear un perfil estable de la misma.

A pesar de ser un proyecto costoso debe considerarse donde deben localizarse los dos diques exentos para conseguir los mejores resultados y solucionar lo mejor posible los problemas en la zona de estudio. La construcción de ambos diques se realizaría en talud para evitar problemas de reflexión y en la planta se deben tener en consideración varias variables como son: la longitud, la orientación y la distancia entre la línea de costa y los diques.

La cota de coronación será muy parecida a la cota del nivel del mar. En este caso se posicionará a -0,5 metros del NMM, donde el impacto visual que se genera es más pequeño, si que protegiendo y cumple con las expectativas deseadas.

- **Criterio funcional:**

Funcionalmente es una alternativa viable para solucionar los problemas existentes a pesar de ser un proyecto costoso, retendría los sedimentos, protegería y reduciría la energía del oleaje incidente. Evita que se generen grandes pérdidas de volumen de arena, de tal forma que ayuda a aumentar el ancho de la playa seca, resultando un gran beneficio para los turistas de la playa.

- **Criterio estético:**

No genera prácticamente impacto visual porque o no se ve al estar sumergido o tiene prácticamente la misma cota que la del nivel del mar. Al mismo tiempo consigue crear una playa artificial más estable y mejora el estado de esta.

- **Criterio medioambiental:**

Se generarán impactos durante la fase de construcción debido al empleo de maquinaria y al vertido de los materiales que acabarán afectando al entorno debido al movimiento, ruidos y molestias que se genera en las obras y aumentara la turbidez de las aguas marítimas.

Pero una vez finalizadas las obras, es un proyecto que ayudara a mejorar el estado de la playa, evitara que la Albufera conecte con el mar y a largo plazo no generaría impactos.

- **Criterio económico:**

Este tipo de proyecto requiere elevadas inversiones, es un proceso muy largo y a la vez muy costoso. No obstante, como se espera que haga su función y mejore el estado de la playa no se requerirá realizar aportaciones de sedimentos cada cierto tiempo, luego a la larga es una obra rentable.

- **Valoración final**

ALTERNATIVA 3		
CRITERIO	VALORACIÓN	OBSERVACIONES
C.F.	90	Resuelve prácticamente en su totalidad la problemática
C.E.	90	No genera impacto visual
C.M.	70	Fase constructiva y aporta cambios en el litoral
C.Eco	40	Proyecto costoso
V.F	75	BUENA

6.6. Solución óptima

Una vez estudiadas las diferentes vías por las que se podría abordar el presente proyecto, para conseguir una regeneración de la playa en la que aportaría un mejor aspecto y siguiendo con la metodología expuesta, la valoración final que se ha obtenido es que la mejor alternativa con la que se debería seguir es la Alternativa 3: Diques Exentos+ Alimentación Artificial+ Eliminación de espigones.