

ANEJO 7. ESTUDIO DE SOLUCIONES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS 3

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 3

3. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS PARA LA DEFENSA, PROTECCIÓN Y REGENERACIÓN DE COSTAS 4

3.1 Obras longitudinales 4

3.1.1 Muros..... 4

3.1.2 Revestimientos 4

3.1.3 Regeneración Dunar 5

3.2 Defensas transversales 5

3.3 Defensas exentas 6

3.4 Alimentación artificial..... 6

3.5 Retirada..... 6

3.6 Otras metodologías..... 6

3.6.1 Algas Artificiales..... 6

3.6.2 Regeneración de Praderas de Posidonia 6

3.6.3 Drenaje de playas 6

4. SELECCIÓN PREVIA DE ALTERNATIVAS..... 7

4.1 Obras longitudinales 7

4.1.1 Muros y revestimientos..... 7

4.1.2 Regeneración dunar 7

4.2 Defensas transversales (espigones)..... 7

4.3 Defensas exentas 7

4.4 Alimentación artificial..... 7

4.5 Retirada estratégica 8

4.6 Otras metodologías..... 8

4.6.1 Algas Artificiales..... 8

4.6.2 Regeneración de Praderas de Posidonia 8

4.6.3 Drenaje de playas 8

5. CRITERIOS DE VALORACIÓN 8

6. ALTERNATIVAS POSIBLES 9

7. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	12
8. ALTERNATIVA 5	13
9. BIBLIOGRAFÍA	13

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La mayoría de las costas españolas presentan graves problemas de erosión. Las causas son múltiples y variadas, aunque todas ellas coinciden en alterar el delicado equilibrio del sistema litoral.

Las máximas variaciones de la costa se producen como consecuencia de la urbanización de la misma. Así, se interrumpe, total o parcialmente, el transporte de sedimentos debido a la construcción, de modo que se destruye el equilibrio dinámico de la playa.

Las dunas son las encargadas de mantener el equilibrio del perfil de la playa y evitar la erosión. Debido a la fuerte urbanización de finales de siglo XX, desaparecen las dunas y con ellas ese equilibrio. Las obras de ingeniería directamente ligadas a los procesos de urbanización como pueden ser los puertos o los espigones, alteran los parámetros de la dinámica marina. En costas en donde la corriente litoral longitudinal es unidireccional, como es el caso de las costas de la provincia de Valencia, se produce sedimentación a un lado del obstáculo y erosión al otro.

El boom urbanístico de la zona litoral ha supuesto un elevado coste medioambiental debido a la desaparición de las dunas y a su vez un alto coste económico, debido a la necesidad de regeneración de las playas más erosionadas.

Por todo lo expuesto anteriormente, queda claro que el motivo principal del deterioro del litoral es la acción del hombre, aunque también influyen causas naturales.

Si nos centramos en la zona de estudio de nuestro proyecto, cabe destacar que en la provincia de Valencia, la erosión avanza con fuerza. Por ello, es necesario que se cumplan una serie de medidas como pueden ser permitir el flujo de sedimentos para mantener el equilibrio de las costas, un mayor control de la planificación de la ordenación de la misma o la implantación de un sistema de seguimiento de playas.

Ha de tenerse en cuenta que la fachada litoral posee un alto interés turístico que conlleva un alto impacto económico en los municipios costeros. De ahí la importancia de su conservación. Por ello se hace necesario defender, proteger y regenerar la línea de costa para mantener el equilibrio de la misma.

Este anejo de estudio de soluciones nos facilita la elección de una solución adecuada al problema que se presenta en la playa de La Goleta, tras realizar una evaluación funcional, económica, ambiental y estética de las distintas alternativas posibles.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La playa objeto de este proyecto es la playa de La Goleta, cuya longitud aproximada es de 770 metros. Está situada en el término municipal de Tavernes de la Valldigna. Delimita al norte con la acequia de la Ratlla y al sur con la acequia de Tavernes. Dicho tramo de playa está en clara regresión por lo que se plantea la necesidad de regenerarlo, con el fin de evitar posibles efectos como pueden ser la inundación de las casas adyacentes a la línea de costa.

Una de las causas principales por la que se ha llegado a este estado de regresión es la alta urbanización de la zona, con edificaciones construidas encima del cordón dunar, y que han provocado la interrupción del mismo, y por tanto, el equilibrio de la franja litoral.



3. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS PARA LA DEFENSA, PROTECCIÓN Y REGENERACIÓN DE COSTAS

En este epígrafe vamos a describir las distintos tipos de obra posibles para solucionar los problemas que se pueden presentar en las costas. Estos tipos de obras nos proporcionan distintas formas de defender, proteger y regenerar las playas. La defensa y protección costera conllevan la conservación del tramo de costa de la acción del oleaje y tiene como objetivo único la defensa o amparo. En cambio, las obras de regeneración de una playa tienen como objetivo la restitución de una situación pasada, es decir, volver a disponer de las condiciones existentes que por unas razones u otras se habían perdido.

Las distintas obras pueden clasificarse en blandas o duras, atendiendo a la rigidez de las estructuras. Las obras duras son generalmente irreversibles o de difícil desmantelamiento y una vez colocadas, en el caso de no ser efectivas, la costa puede quedar peor de lo que estaba originalmente. Por otro lado, las obras blandas sí son reversibles y una vez dispuestas, en el caso de no ser efectivas, no empeoran el estado original de la costa.

Asimismo, las actuaciones pueden ser mixtas y poseer estructuras rígidas y flexibles.

Del mismo modo, podemos realizar una clasificación de las distintas alternativas desde el punto de vista estructural:

- Técnicas estructurales
 - Defensas longitudinales: malecones, muros, revestimientos.
 - Obras transversales: espigones.
 - Obras exentas: diques exentos, diques arrecifales, diques isla, diques de pie.
- Técnicas no estructurales
 - Regeneración dunar: escarpe, campo dunar.
 - Alimentación artificial.
 - Traspase de arenas.
 - Retirada estratégica.
 - Otras: algas artificiales, regeneración de praderas de Posidonia, drenaje de playas, etc.

A continuación, se realizará una descripción de los distintos métodos de actuación:

3.1 Obras longitudinales

Se construyen a lo largo de la costa a partir de diferentes soluciones estructurales. Consisten en obras marítimas de interposición entre la tierra y el agua, de forma que impiden la acción directa del oleaje sobre el terreno.

Normalmente se utilizan cuando el mar ataca ya las edificaciones colindantes y es la única solución posible a la degradación de la playa. Asimismo, la utilización de este tipo de actuaciones es consecuencia del fracaso de las medidas de protección del litoral.

3.1.1 Muros

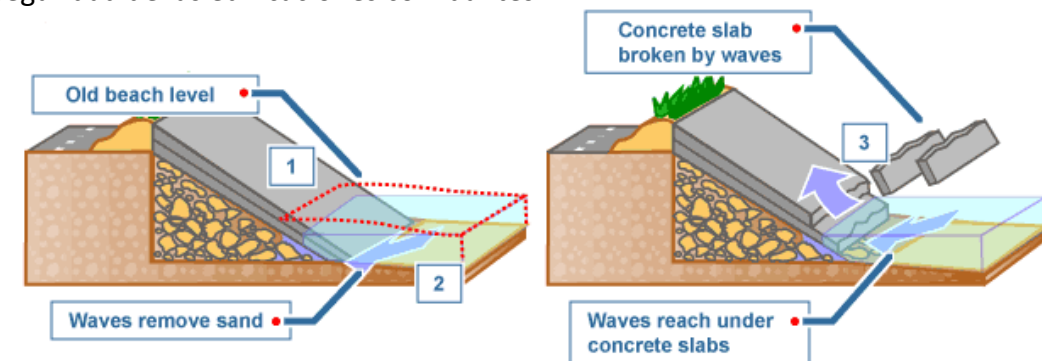
Los muros son estructuras verticales cuya finalidad es proteger y contener los terrenos posteriores, sin embargo, no detienen la erosión. La característica básica de este tipo de obras es su poder reflexivo.

Según la tipología de muro, se pueden utilizar materiales como el hormigón, la escollera o las tablestacas, y según su resistencia se pueden distinguir:

- muros resistentes 'bulkheads', con retención del relleno.
- diques resistentes 'seawalls', que son más robustos que los anteriores.

El paramento exterior del muro puede ser vertical o inclinado y suele dotarse con cierta rugosidad para disipar la energía del oleaje, provocando la rotura del mismo sobre el muro.

Asimismo, hay que tener en cuenta el posible riesgo de socavación, que facilitaría el hundimiento o vuelco del muro debido a los procesos erosivos que pueden dañar el cimiento del mismo. Por ello, hay que tener en cuenta que muchos muros son sustento de paseos marítimos, por lo que hay que vigilar la seguridad de las edificaciones colindantes.



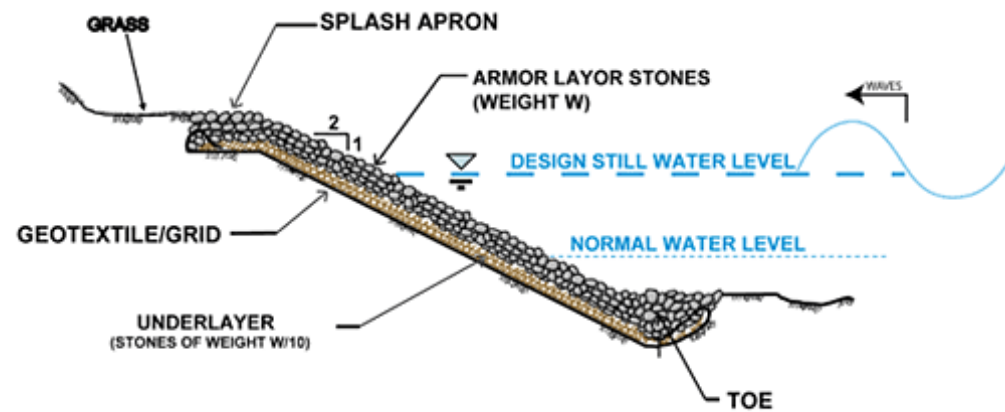
3.1.2 Revestimientos

Se trata de paramentos inclinados de material resistente que sirven para proteger estructuras costeras de la erosión. Son estructuras provisionales que debido a su corto tiempo de construcción permiten una rápida sujeción de la línea de costa. Se clasifican en rígidos y flexibles (escollera, gaviones,...)

Los revestimientos se componen de varias partes: cara de protección, filtro y protección de pie. Estas capas se componen de escolleras de mayor y menor tamaño dependiendo de la función que cumplan.

Al igual que los muros, poseen poder reflexivo y a largo plazo suelen ser ineficaces, pues no regeneran la costa ni detienen la erosión.

Hay que tener en cuenta que no es recomendable su utilización en zonas turísticas debido a los materiales empleados en su construcción.



3.1.3 Regeneración Dunar

Las dunas son una continuación de la playa tierra adentro, es decir, constituyen la mayor parte de la zona emergida de las playas.

Desde este punto de vista funcional, constituyen las reservas de arena de la playa, es decir, son las zonas donde durante los grandes temporales o las mareas excepcionales, el mar toma la arena y los materiales que necesita para que el perfil trasversal de la playa se adapte a estas condiciones de oleaje extremo.

La regeneración dunar se realiza en zonas donde el cordón dunar ha sido eliminado, total o parcialmente, o bien está fragmentado longitudinalmente por incisiones muy frecuentemente ocasionadas por la circulación de personas.

Existen dos métodos de regeneración dunar:

- reconstrucción con captadores
- reconstrucción con maquinaria

El primero de los métodos es el más utilizado para la reconstrucción de cordones dunares. Es un método que sustituye la función que, de forma natural, ejerce la vegetación en la formación de dunas. Es un método económico con el que se pueden conseguir morfologías naturales sin dañar el medio. Sin embargo, hay que tener en cuenta que es un proceso lento.

La reconstrucción con maquinaria es un proceso sencillo y rápido que se utiliza cuando el sistema dunar se encuentra en un sistema muy degradado o la topografía es muy irregular. Es un método caro, que proporciona morfologías menos naturales y provoca mayores daños al medio.

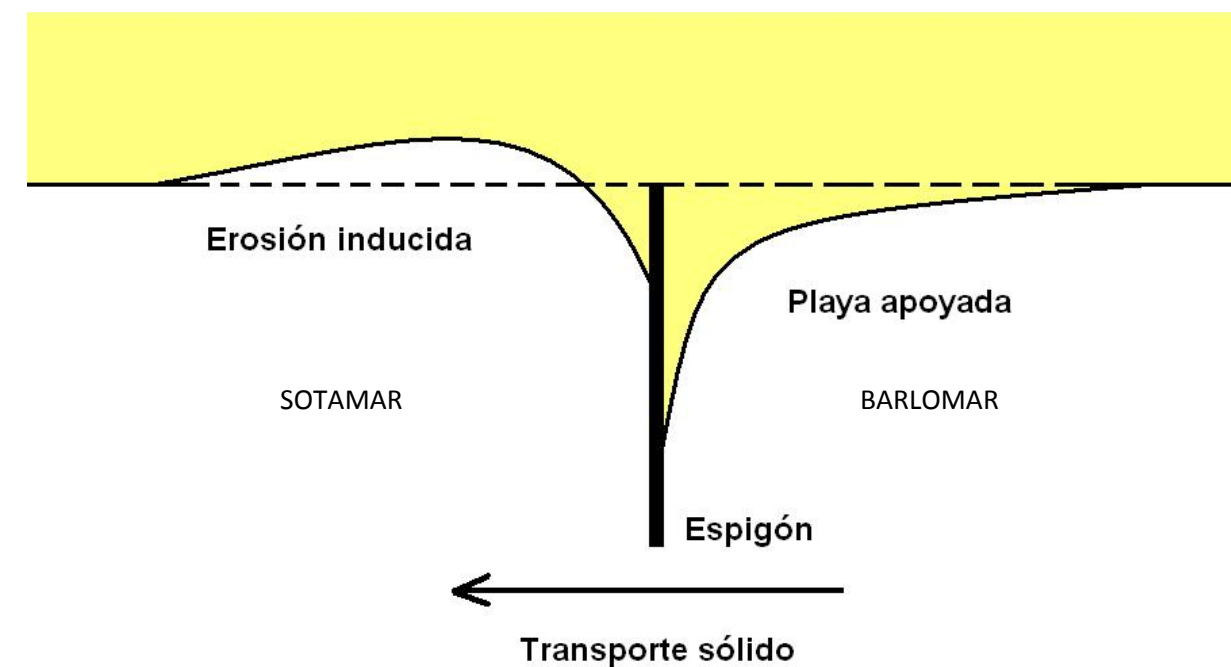


3.2 Defensas transversales

Los espigones son estructuras marítimas generalmente perpendiculares a la línea de la playa. Pueden actuar como barrera total (corta el paso a los sedimentos y provoca fuertes erosiones a sotamar) o parcial (permite un paso limitado de material por lo que las erosiones son menores) al transporte sólido litoral dependiendo de sus dimensiones, de la geometría y de los materiales utilizados en su construcción. Su objetivo principal es poder estabilizar un tramo de costa produciendo acumulaciones de sedimentos a un lado y erosiones al otro.

Se pueden hacer varias clasificaciones de este tipo de obra atendiendo a diferentes aspectos:

- Rebasabilidad (dependiendo de la altura)
- Permeabilidad (en función del material utilizado en el núcleo del espigón)
- Materiales de construcción (escollera, arena, piezas especiales de hormigón)
- Formas en planta (I, L, T, X...)

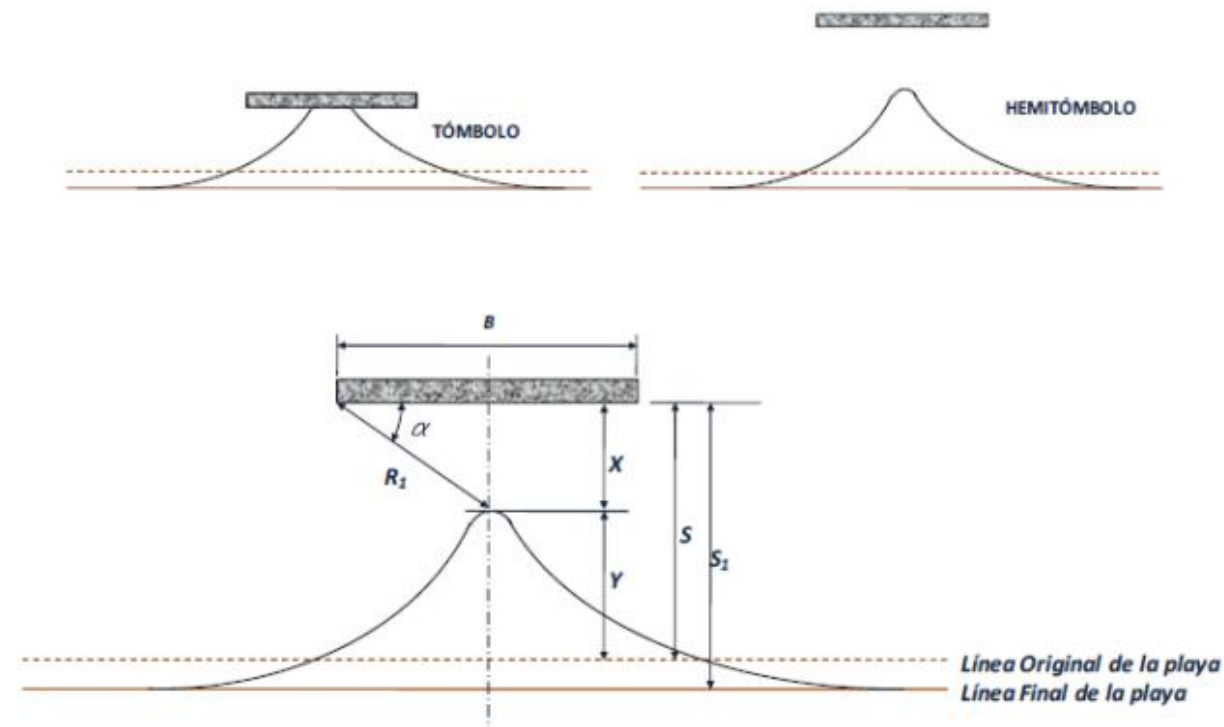


3.3 Defensas exentas

Son defensas construidas paralelamente a la línea de costa y su objetivo primordial es modificar la dinámica litoral provocando difracción del oleaje en los extremos de la estructura y con ello crear un hemitómbolo o un tómbolo que tiene un comportamiento similar a las defensas descritas anteriormente, los espigones. Se pueden construir sumergidos o emergidos, teniendo los segundos un mayor impacto estético que los primeros.

Pueden considerarse varios tipos:

- Diques paralelos a la costa
- Islas plataforma (disipan la energía, se crean hemitómbolos)
- Conos de difracción (se utilizan cuando la dirección del oleaje es oblicua o paralela a la costa)
- Algares artificiales (son campos artificiales de algas que logran disminuir la energía del oleaje)



3.4 Alimentación artificial

Es un tipo de obra blanda que consiste en la aportación de una cantidad importante de áridos sobre la playa para mantenerla en equilibrio. El propósito de una alimentación artificial puede ser una regeneración, una ampliación de la playa seca o una protección y refuerzo del cordón dunar.

Existen dos tipos de alimentación artificial:

- Alimentación directa (procedencia de los materiales terrestre o marino)
- Trasvase de arenas (traslado de arenas de un punto de la costa con acreciones)

3.5 Retirada

Esta solución se fundamenta en el desplazamiento de las instalaciones o infraestructuras, situadas junto a la línea de costa, a una nueva posición fuera del peligro de los posibles efectos que conlleva la erosión costera. Su impacto económico es muy alto.

3.6 Otras metodologías

3.6.1 Algas Artificiales

La finalidad de este sistema es disminuir la energía del oleaje sobre la playa para reducir así la erosión. Dado que se coloca en el fondo marino, no produce impacto visual y es una solución de fácil desmantelamiento.

3.6.2 Regeneración de Praderas de Posidonia

Las plantas de posidonia, reducen la velocidad de la corriente de agua sobre el fondo, actuando así como barreras que mitigan los efectos de la erosión sobre la línea de costa.

3.6.3 Drenaje de playas

Se trata de un sistema de colocación de tubos perforados a varios metros de profundidad paralelamente a la línea de costa, que llevan el agua por gravedad. Los sistemas de drenaje de las playas permiten reducir el nivel freático, con lo que se facilita la sedimentación de los materiales. Parte del agua se infiltra, perdiendo así energía, de modo que el aporte sedimentario resulta mayor que el arrastre.

4. SELECCIÓN PREVIA DE ALTERNATIVAS

En este punto vamos a ver las posibilidades reales y viabilidad que cada una de las alternativas expuestas en el punto anterior, dada la problemática existente en la playa de la Goleta. Para esta selección de alternativas nos basaremos como ya hemos comentado en la adaptabilidad de cada una de las actuaciones al problema, teniendo especial relevancia los criterios de selección del método multicriterio que recordemos que son funcionalidad, estética, ambiental y económica.

4.1 Obras longitudinales

4.1.1 Muros y revestimientos

El objetivo de este proyecto es la regeneración de la playa de La Goleta en el término municipal de Tavernes de la Valldigna (Valencia), por lo que las obras de defensa, como los muros y revestimientos, no nos permiten alcanzar el propósito que buscamos.

Además, hay que tener en cuenta que este tipo de obras tienen una serie de inconvenientes asociados, como son:

- alto riesgo de hundimiento y vuelco
- no detienen la erosión
- a largo plazo, tienden a desaparecer
- aceleran la recesión a sotamar

Por todo lo expuesto anteriormente, desechamos la utilización de las obras de defensa longitudinal para llevar a cabo el objetivo de regeneración que se está estudiando. Asimismo, se descarta la utilización de este tipo de obra como sistema complementario en otras alternativas.

4.1.2 Regeneración dunar

En las zonas de playa habitadas resulta muy complicado, y en ocasiones hasta imposible, recurrir a las dunas como sistema de protección costera, debido principalmente a la densa urbanización existente. En la playa de La Goleta existe una considerable urbanización de la zona. Sin embargo, la utilización de este sistema no se ve impedida, ya que se puede colocar el cordón dunar en la zona contigua a las terrazas de las edificaciones.

Por tanto, el empleo de este sistema de regeneración es muy recomendable para recuperar el escarpe de nuestra playa y para elevar su valor paisajístico y estético.

4.2 Defensas transversales (espigones)

Los espigones son obras de defensa que pueden ser aceptadas como solución válida para regenerar una playa si se utilizan junto a otros sistemas complementarios, como las defensas exentas o la alimentación artificial.

Un inconveniente a tener muy en cuenta es la posible erosión que se generaría en las playas contiguas, pues las defensas transversales generan sobreacumulación de sedimentos a barlomar y altas erosiones a sotamar. Por todo ello, sería necesario estudiar la forma, longitud, permeabilidad y rebasabilidad del espigón en cuestión, para reducir al máximo los posibles efectos negativos que generarían en las playas de Tavernes y Xeraco.

Resumiendo, el uso de espigones en la regeneración de la playa de La Goleta sería factible siempre y cuando se complementara con otro tipo de soluciones.

4.3 Defensas exentas

Los diques exentos son una de las alternativas constructivas más utilizadas en la protección y regeneración de playas debido a su eficacia.

Para alcanzar el objetivo expuesto en este proyecto es necesario analizar qué tipo de dique exento es más favorable. Por ello, habrá que decantarse por el uso de diques exentos emergidos o sumergidos.

Estos tipos de obra son ventajosos porque crean espacios abrigados y, dependiendo de los materiales empleados, permiten un mayor o menor paso de sedimentos. Además, cabe destacar que los diques sumergidos presentan un menor impacto visual que los emergidos.

La desventaja principal de este tipo de defensa exenta es su alto coste de construcción.

Por todo lo expuesto anteriormente, dado que las diferencias económicas existentes entre uno y otro son mínimas y que los diques sumergidos poseen un menor impacto desde el punto de vista estético, a la hora de definir las diferentes alternativas plantearemos el uso de los mismos como una posible solución.

4.4 Alimentación artificial

La alimentación artificial proporciona una solución temporal a nuestro problema ya que no pone freno a los procesos erosivos existentes. Por tanto, no nos vale solo con alimentar, sino que es necesario complementarla con otros tipos de sistemas que frenen y dificulten la erosión del área de estudio.

A la hora de realizar una aportación de materiales, es necesario tener en cuenta el tamaño de los mismos. Así, es recomendable el uso de materiales con un diámetro medio mayor que el diámetro medio del material original. Con ello, se consigue una mayor estabilidad a largo plazo.

Otro de los aspectos a tratar es la procedencia del material de aportación. Las arenas pueden provenir de cantera o del dragado de zonas próximas, pero siempre se ha de tener en cuenta que sus características no difieran mucho de las originales de la playa.

Asimismo, se ha de considerar que esta alternativa requiere un seguimiento de la playa, así como la realización de realimentaciones periódicas de la misma.

En conclusión, la aportación de materiales es una alternativa que siempre hay que tener en cuenta en un proyecto de regeneración de costas como sistema complementario a la ejecución de algún tipo de obra dura.

4.5 Retirada estratégica

Como se ha explicado anteriormente, esta alternativa consiste en la retirada de infraestructuras y equipamientos con el fin de que la playa recupere su equilibrio.

Es una solución con un alto valor económico, pues conlleva el traslado de infraestructuras o edificaciones. Por lo tanto, se puede afirmar que se trata de una solución radical e irreversible, y que por lo tanto únicamente se debe contemplar como última alternativa posible.

4.6 Otras metodologías

4.6.1 Algas Artificiales

Existen estudios técnicos que apoyan el uso de este tipo de soluciones, pero su escaso uso en la actualidad y su alto coste económico nos hace descartar el empleo de este tipo de metodología.

4.6.2 Regeneración de Praderas de Posidonia

A pesar de ser una solución ambiental buena, se trata de un proceso excesivamente lento y con un alto coste económico. Además, hay que señalar que este tipo de flora no se encuentra presente en nuestra costa.

4.6.3 Drenaje de playas

Al igual que en el uso de algas artificiales, hemos de descartar esta alternativa por la poca experiencia que se tiene en su empleo.

5. CRITERIOS DE VALORACIÓN

Para estudiar todas las posibles alternativas se va a desarrollar un análisis multicriterio que va a tener en cuenta varios conceptos para poder escoger la solución más adecuada. Estos conceptos pueden ser tanto objetivos, si se puede establecer una valoración cuantificable; como subjetivos, que dependen del juicio personal, pero se van a establecer algunos criterios para poder cuantificar dichos juicios.

Una vez realizada la valoración de todas las alternativas se procederá a valorar cualitativamente las dos alternativas con mayor puntuación cuantitativa.

Los criterios elegidos para la realización del análisis multicriterio son: funcional, económico, ambiental y estético.

Cada uno de estos criterios va a tener un peso que depende del valor que tienen en una obra de regeneración costera. Dado que el objetivo principal es conseguir mejorar las condiciones de la playa de La Goleta, los pesos de los criterios elegidos son los siguientes:

- Criterio funcional: 4
- Criterio económico: 3
- Criterio ambiental: 2
- Criterio estético: 2

Asimismo, las puntuaciones de cada criterio se van a valorar en una escala de 0 a 10.

Criterio funcional:

En este punto se va a valorar la extinción del problema y la durabilidad de las obras realizadas en la playa.

Criterio económico:

En este criterio, se ha de tener en cuenta no solamente el coste de la construcción, sino también el coste futuro de mantenimiento o reparación.

Criterio ambiental:

Se valora el impacto ambiental que conlleva la ejecución de cualquier alternativa. Al igual que en el apartado anterior, nos encontramos ante un criterio subjetivo.

Criterio estético:

Dado que es un criterio subjetivo, se establecen unas puntuaciones que varían en función del impacto visual que genera cada una de las soluciones estudiadas, para poder cuantificar la posible mejora o decadencia del paisaje.

6. ALTERNATIVAS POSIBLES

Como se ha expuesto en el punto 4 *Selección previa de alternativas*, hay soluciones que se descartan previamente debido a su inviabilidad o a que no resuelven el problema planteado.

Con ello, tras una primera selección previa, se proponen las siguientes alternativas, que pasarán a valorarse en función de los 4 criterios nombrados en el punto anterior (criterios funcional, económico, ambiental y estético):

ALTERNATIVA 0.

No actuación

ALTERNATIVA 1.

Diques exentos

ALTERNATIVA 2.

Espigón

ALTERNATIVA 3.

Cordón dunar + Alimentación artificial

ALTERNATIVA 4.

Batería de diques exentos + Cordón dunar + Alimentación artificial

ALTERNATIVA 5.

Dique exento + Espigón + Cordón dunar + Alimentación artificial

A continuación se realizará un pequeño análisis de cada una de las alternativas planteadas,

ALTERNATIVA 1: Diques exentos

Esta alternativa plantea la construcción de una serie de diques exentos sumergidos, colocados en paralelo a la línea de costa a una determinada distancia de la misma.

Si se considera que el transporte sólido litoral no es lo suficientemente importante en la zona, parece obvio que el simple uso de diques exentos no solucionaría el problema planteado. Por lo tanto, en lo que respecta al criterio funcional, esta alternativa no nos aseguraría la extinción completa del problema de recesión de la línea de playa.

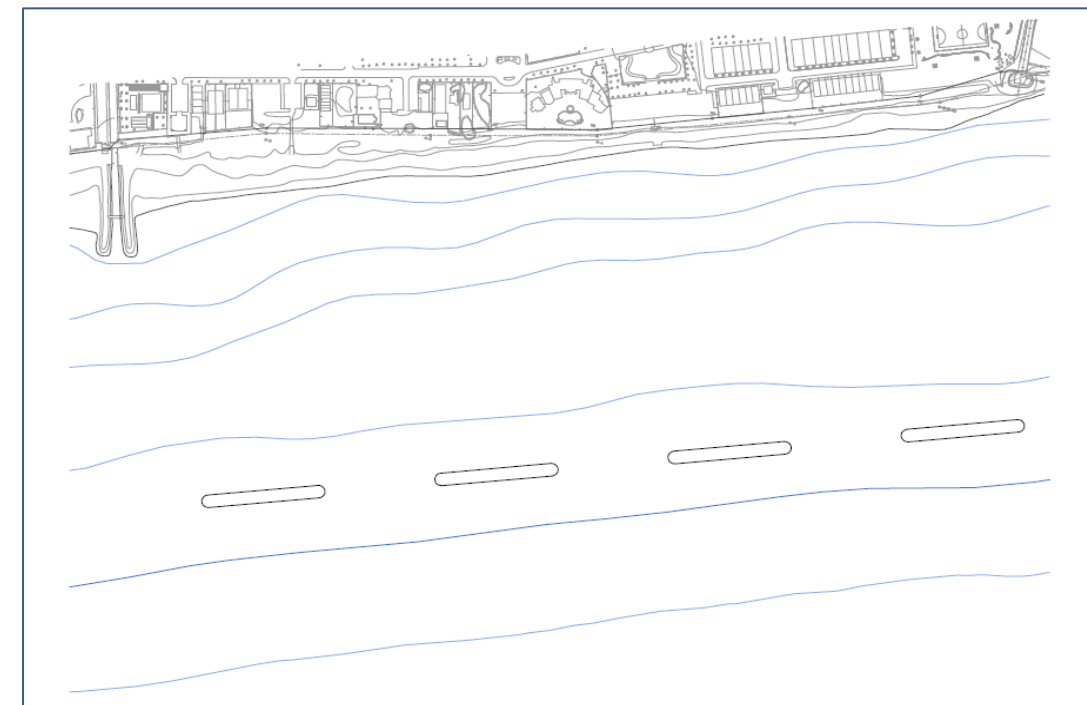
Además hay que tener en cuenta los inconvenientes que suponen la ejecución de este tipo de obras para algunos usuarios de la playa, debido a la pérdida de un tramo de costa para la práctica de actividades náuticas (surf y navegación con pequeñas embarcaciones de recreo). Por todo lo expuesto anteriormente, se decide valorar el criterio funcional de esta primera alternativa con una puntuación de 4.

En cuanto al criterio económico, cabe destacar su alto coste de construcción y mantenimiento, que se ve aumentado significativamente con la profundidad y distancia del dique a la línea de costa. Es decir, el establecimiento y mantenimiento de este tipo de obras requieren una maquinaria y unos procedimientos constructivos específicos que elevan significativamente el coste de la misma. Debido al alto coste de este tipo de alternativa, se valora con una puntuación de 5.

A la hora de estudiar el impacto ambiental que producen sobre la zona, se ha de aclarar de antemano que no se conoce la colocación exacta de los diques. Por tanto centraremos nuestra valoración en el peor de los casos, esto es, si los diques se colocaran en áreas con alto valor medioambiental poblado de flora y/o fauna.

Así, la valoración que se le otorga a este criterio es de 5.

Por último, por lo que respecta al criterio estético, cabe destacar que los diques a construir serían sumergidos, por lo que no alteran visualmente el paisaje, permitiendo a la gente que se encuentra en la orilla observar el mar y la línea del horizonte. Por esto, se decide calificar esta alternativa con un 9, desde el punto de vista estético.



ALTERNATIVA 1: Diques exentos					
Criterio	Funcional	Económico	Ambiental	Estético	Valoración total
Pesos	4	3	2	2	
Puntuación	4	5	5	9	59

ALTERNATIVA 2: Espigón

En la zona meridional de la playa de La Goleta ya hay ejecutado un espigón. Sin embargo, esta obra aislada no ha impedido la recesión de la costa. Por ello, se plantea la alternativa de construir otra defensa transversal en la zona septentrional para conseguir un mayor recogimiento.

Desde el punto de vista funcional, la solución no puede calificarse como buena, ya que al construir el espigón en la zona norte del área de estudio, que es la que más aporte de arena necesita, a barlomar se puede producir un retroceso de la línea de playa. Además, se ha de tener en cuenta que el volumen retenido puede perderse durante algún temporal.

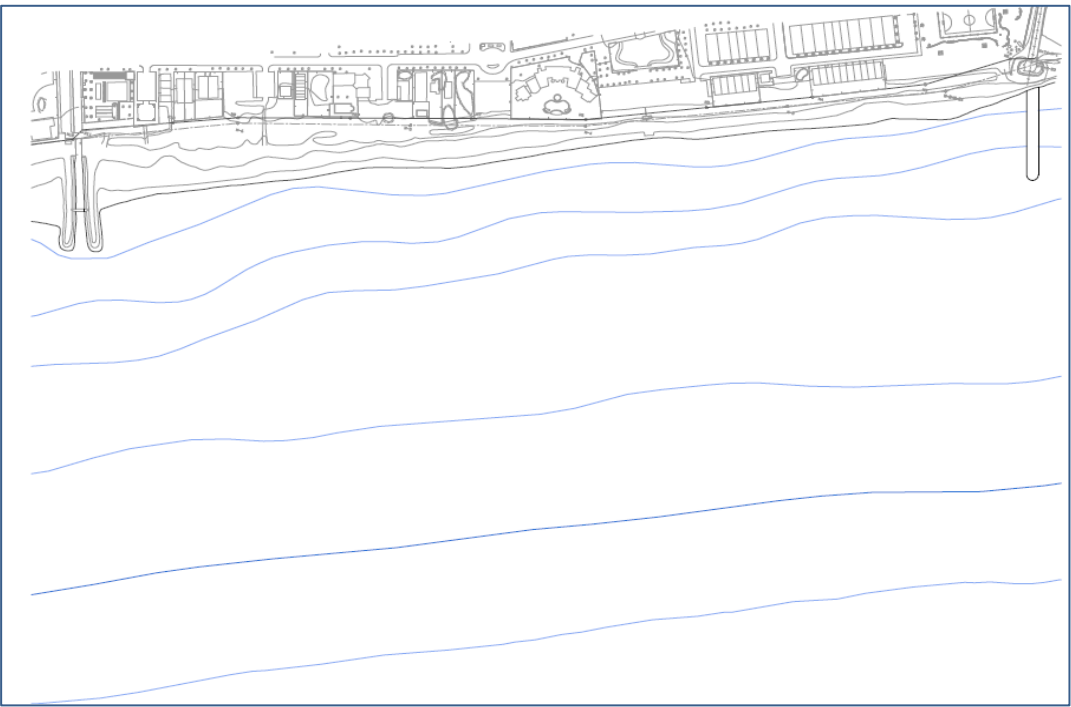
El sistema de espigones que se genera con la inclusión de este nuevo espigón interrumpe la continuidad de la playa, y por tanto supone una restricción para bañistas y embarcaciones, por lo que este hecho, junto a lo mencionado anteriormente, nos hace valorar el criterio funcional con una puntuación de 3.

La construcción de este nuevo espigón conllevaría un gran desembolso económico. Además, como en la playa de La Goleta ya existe otro espigón construido con anterioridad, se ha de tener en cuenta la posible inversión necesaria en su acondicionamiento. Por ello, valoramos esta alternativa con un 6.

Con esta alternativa no se produce un impacto ambiental negativo significativo, por lo que no supone un peligro para la flora y fauna de la zona. De este modo, le damos una puntuación de 6 al criterio ambiental.

En último lugar, la construcción de cualquier espigón supone un obstáculo visual para los usuarios de la playa, restándole naturalidad a la misma. Es por ello que se decide valorar este criterio con un 3.

ALTERNATIVA 2: Espigón					
Criterio	Funcional	Económico	Ambiental	Estético	Valoración total
Pesos	4	3	2	2	
Puntuación	3	6	6	3	48



ALTERNATIVA 3: Cordón dunar + alimentación artificial

En esta alternativa se plantea el uso simultáneo de dos técnicas no estructurales, como son la regeneración dunar y la aportación de arenas. Con la primera técnica se persigue la regeneración de la playa, mientras que con la segunda se pretende acelerar dicho proceso. Sin embargo, se ha de ser consciente que sin la ejecución de obra dura de apoyo no se puede garantizar la permanencia de la arena.

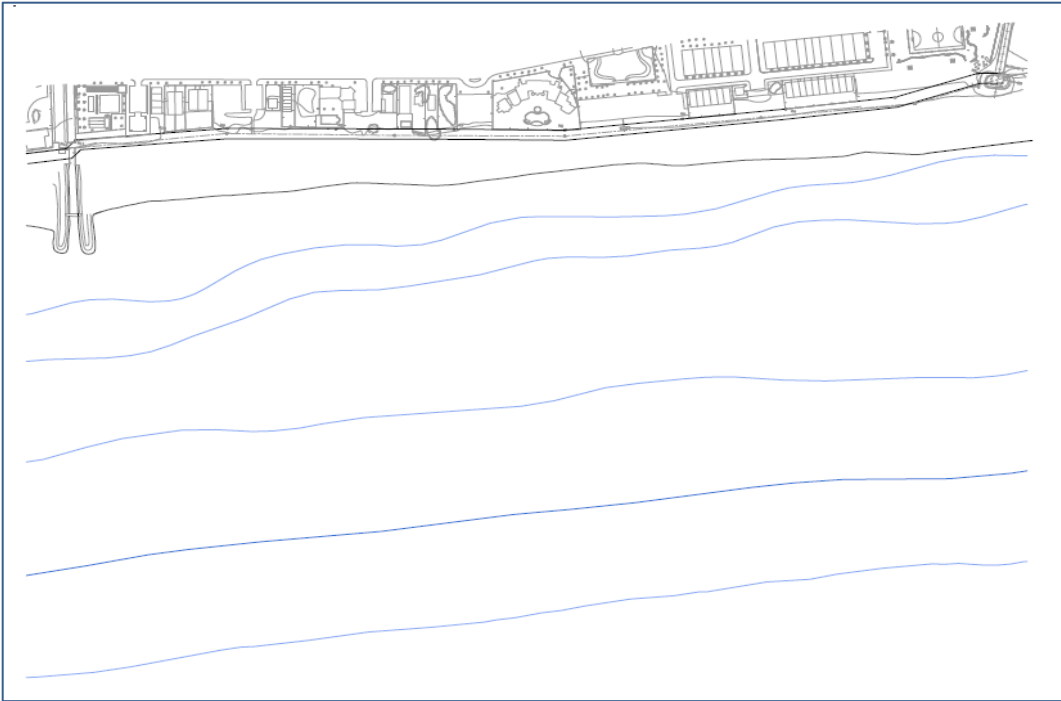
Con estos dos métodos se regeneraría la playa pero no se conseguiría frenar la recesión del frente litoral. Como se ha comentado anteriormente, desde el punto de vista de la durabilidad, no se podría asegurar el equilibrio permanente de la costa. Para que así fuera, se necesitaría una obra estructural que impidiera que los temporales arrastraran el material mar adentro o que la arena acabara en las playas adyacentes por la acción de la dinámica litoral. Por lo expuesto anteriormente, en lo que respecta al criterio funcional, se le concederá una nota de 3.

Por lo que respecta a la economía, en esta solución se han de tener en cuenta los costes de la ejecución del cordón dunar y los de la alimentación artificial. Además, se ha de considerar la inversión necesaria en mantenimiento del cordón y las realimentaciones necesarias. Es por esto, que aun no siendo de las alternativas más caras, su coste no es bajo. Por esa razón, se le otorga una valoración de 6.

En cuanto al criterio ambiental, se puede aceptar esta alternativa como buena, aunque si los áridos proceden del dragado de los fondos marinos, se podría producir una modificación de los mismos. Por ello, se valora este criterio con un 7.

Con la aportación de arenas se aumentaría el ancho de la playa y con la recuperación del cordón dunar rescataríamos el aspecto natural de la misma, alcanzando un alto valor estético. Por consiguiente, la puntuación del criterio estético es de 9,5.

ALTERNATIVA 3: Cordón dunar + Alimentación artificial					
Criterio	Funcional	Económico	Ambiental	Estético	Valoración total
Pesos	4	3	2	2	
Puntuación	3	6	7	9.5	63



ALTERNATIVA 4: Batería de diques exentos+Cordón dunar+Alimentación artificial

En esta alternativa se plantea la construcción de una serie de diques exentos, además de un cordón dunar, todo ello combinado con la aportación artificial de arenas. Con esta solución se pretende conseguir la regeneración del ancho de playa y mantener el equilibrio de la misma a lo largo del tiempo. La batería de diques exentos generaría la creación de una zona abrigada, que reduciría la pérdida de material, causada por los temporales.

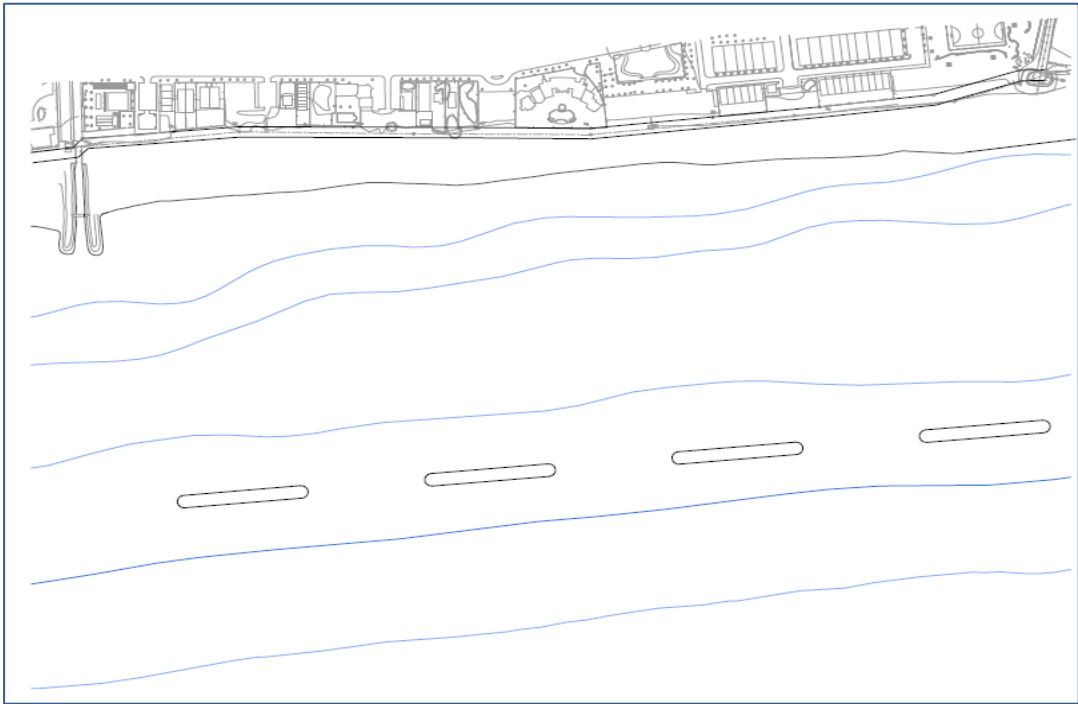
En cuanto al criterio funcional, se puede decir que el problema de la recesión de la playa de La Goleta se vería solucionado, ya que se conseguiría y mantendría un ancho de playa adecuado a lo largo del tiempo. Por lo tanto se valora con un 9,5.

En esta alternativa se realiza una alta inversión inicial, pero se reducen los gastos de mantenimiento, por lo que la nota del criterio económico es de 5.

Con la regeneración de las dunas conseguimos un impacto ambiental positivo. Sin embargo, los diques exentos pueden generar alteraciones en la flora y fauna de la zona. Por consiguiente la puntuación de este criterio es de 5.

Con el cordón dunar y la alimentación artificial se recupera el ancho y la naturaleza de la playa, además de darle un atractivo paisajístico a la playa. Los diques exentos son sumergido por lo que no interrumpen la visión original del paisaje ni de la línea del horizonte. Por eso, valoramos este criterio con 9,5 puntos.

ALTERNATIVA 4: Batería de diques + Cordón dunar + Alimentación artificial					
Criterio	Funcional	Económico	Ambiental	Estético	Valoración total
Pesos	4	3	2	2	
Puntuación	9,5	5	5	9,5	82



ALTERNATIVA 5: Dique exento + Espigón + Cordón dunar + Alimentación artificial

Esta alternativa combina todas las soluciones anteriores. Así, al espigón original se le añade la ejecución de un nuevo espigón en la parte septentrional de la playa de La Goleta, un dique exento y un cordón dunar, todo ello complementado con aportación artificial de arenas.

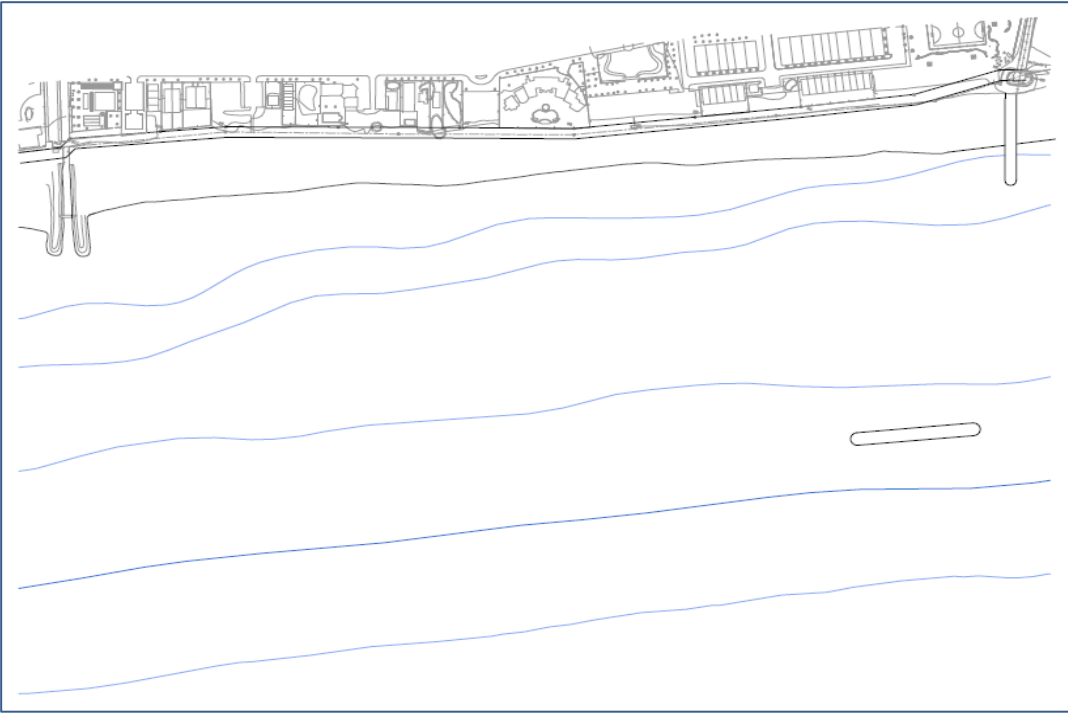
Con el dique exento y la construcción del nuevo espigón, unida a la existencia del anterior, se lograrían unas condiciones de equilibrio de la playa óptimas. Además, este equilibrio se aumentaría con la creación del cordón dunar y el aporte de material. Es por eso, que a este criterio funcional se le concede una puntuación de 9.

Al igual que en la anterior alternativa, la inversión inicial es alta por la ejecución de las obras estructurales y la utilización de grandes volúmenes de arena. Del mismo modo, hay que tener en cuenta que los costes de mantenimiento serían reducidos, ya que con esta alternativa se pueden conservar las condiciones óptimas de la playa durante más tiempo. En consecuencia, la valoración económica asciende a 8.

Por lo que respecta al criterio ambiental, hay que tener en cuenta que la construcción de las obras duras y la aportación de materiales generan impacto negativo en lo que se refiere al medio ambiente. Entonces, se valora este criterio con 4.

Por último, en lo referente a estética, se puede afirmar que la construcción del espigón genera un impacto visual negativo, mientras que el resto de las obras mantienen o mejoran la estética de la zona. Es por ello, que la nota asciende a 7.

ALTERNATIVA 5: Dique exento + Espigón + Cordón dunar + Alimentación artificial					
Criterio	Funcional	Económico	Ambiental	Estético	Valoración total
Pesos	4	3	2	2	
Puntuación	9	8	4	7	82



7. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

Como podemos observar en la tabla siguiente, tras la valoración de las distintas alternativas, se ha llegado a la conclusión de que existen dos alternativas más adecuadas que el resto. Estas dos soluciones resolverían los problemas de recesión planteados en la playa de La Goleta y mantendrían el equilibrio de la playa durante más tiempo, reduciendo al máximo los costes de mantenimiento necesarios en el resto de alternativas. Además, ambas soluciones son muy buenas desde el punto de vista estético y no perjudican excesivamente el medio ambiente. Es por esto, que atendiendo al criterio económico, nos decantamos por proyectar la alternativa 5, pues es la que mayor puntuación recibe de las dos mejores alternativas posibles.

COMPARACIÓN GENERAL					
	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3	ALTERNATIVA 4	ALTERNATIVA 5
PUNTUACIÓN	59	48	63	82	82

8. ALTERNATIVA 5

A continuación se pasará a comentar con mayor detalle la solución elegida para nuestro proyecto.

En primer lugar se tiene pensada la ejecución de un espigón transversal en la zona norte de la playa de La Goleta. Este espigón partirá de la margen derecha de la desembocadura de la acequia de La Ratlla, y seguirá la alineación de la misma. Su longitud será de 80 metros y alcanzará una profundidad de 2,2 metros, siendo su cota de coronación sobre el NMM de 2,25 metros. Su talud será 2:1 y estará compuesto de:

- Núcleo: todouno de 0,5-5,5 kg
- Manto secundario: una capa de 0,34 metros formada por escollera de 106 kg
- Manto principal: dos capas de 1,46 metros formadas por escollera de 1060 kg

A continuación se dispondrá un dique exento sumergido de 100 metros de longitud, colocado en paralelo a la playa, a una distancia de 150 metros de la alineación del espigón. Se situará a una profundidad de 4,5 metros y su cota de coronación estará al NMM. Su talud será 2:1 y estará compuesto por:

- Núcleo: todouno de 2-27 kg
- Manto secundario: una capa de 0,59 metros formada por escollera de 550 kg
- Manto principal: dos capas de 2,5 metros formadas por escollera de 5500 kg

Para su construcción se utilizará un camino de acceso formado por todouno de cantera de 2-27 kg, con taludes 1:1 protegidos por una capa de un metro de escollera de 550 kg.

Una vez concluida la construcción de obras duras se ejecutará una alimentación artificial de la playa, para darle a la misma la anchura deseada, esto es, 45 metros. Esta arena provendrá de cantera.

Por último, se procederá a regenerar el cordón dunar existente en la playa de La Goleta. Su anchura será de 10 metros y su altura de 2. Para llevar a cabo estas obras, se seguirán 3 etapas: en la primera de ellas se efectuará la restauración de la morfología dunar mediante una acumulación mecánica de la arena; en la segunda se llevará a cabo la fijación del material mediante la construcción de empalizadas y la plantación de especies vegetales y, por último, en la tercera etapa se adecuará el área restaurada para su uso público.

El último paso de este proyecto será la disposición del equipamiento y mobiliario necesario para facilitar el uso y disfrute de la zona por parte de los usuarios.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Obras Marítimas, Vicent Esteban Chapapría
- <http://www.magrama.gob.es/es/costas/publicaciones>