

# Anejo 9 : Estudio de Soluciones

---

Proyecto de protección del frente litoral Norte de  
Saplaya (T.M. Meliana)

## Índice

1. Introducción.....	4
2. Problemática.....	5
3. Métodos de protección y regeneración.....	7
3.1 Obras longitudinales.....	7
3.1.1 Muros.....	8
3.1.2 Revestimientos.....	9
3.1.3 Cordones dunares.....	9
3.2 Obras transversales (Espigones).....	10
3.3 Obras exentas.....	13
3.3.1 Diques emergidos paralelos.....	13
3.3.2 Diques exentos sumergidos.....	14
3.3.3 Las islas plataforma .....	14
3.3.4 Conos de difracción .....	15
3.4 Alimentación artificial .....	15
3.5 Trasvase de arenas.....	16
4. Alternativas y valoración.....	18
4.1 Obras longitudinales.....	18
4.2 Obras transversales (Espigones).....	18
4.3 Obras exentas.....	19
4.4 Alimentación artificial.....	20
4.5 No actuación.....	20
4.6 Resumen.....	20
5. Planteamiento de las alternativas viables.....	22
5.1 Criterios de valoración .....	22
6. Análisis de las alternativas.....	24
6.1 Alternativa 1: Alimentación Artificial .....	24

6.2 Alternativa 2: Alimentación artificial + Espigón.....	25
6.3 Alternativa 3: Alimentación artificial + Dique exento.....	26
6.4. Alternativa 4: Campo de dunas + Dique exento.....	28
6.5 Alternativa 5: No actuación.....	29
6.6 Tabla resumen valoraciones .....	30
7. Selección de la solución óptima.....	31

## **1. Introducción**

La protección del tramo de costa se hace por la gran importancia de las playas tanto por motivos medioambientales como por sus usos recreativos.

Las playas tienen gran importancia para el turismo, ya que un gran porcentaje del turismo de la comunidad se sustenta por las playas.

El objetivo de este anejo es definir la solución óptima para la protección del frente litoral norte de Saplaya. Para ello se buscaran diversas alternativas y se considerará aquella que sea más conveniente.

## 2. Problemática

La playa tiene una longitud aproximada de 600 metros y un ancho de 20 metros. Limitada al sur por una desembocadura y al norte por un espigón



Es la única playa virgen de l'Horta y se caracteriza por el tipo de arena fina y dorada y por la calidad de las aguas calificadas como optimas recientemente. En ciertas zonas del tramo hay gran acumulación sedimentos.

Al sur, se concentra un tramo de gravas, a mitad del tramo sedimentos de conchas marinas y por último, cercano al espigón, gran cantidad de algas. Con el fin de proteger la playa, Meliana tiene dos espigones, que no son suficientes. Y además la playa se ha visto afectada por la ampliación de Port Saplaya.

Tiene un sistema dunar, el cual está desapareciendo, y gran vegetación. Actualmente, a pesar de no estar urbanizado, recibe a bastante gente en épocas veraniegas, ya que cualquier tipo de playa en épocas estivales es siempre un reclamo para la población.

Se considera una playa bastante tranquila, con fácil acceso. Y que permite el disfrute del baño.

El objetivo es proteger la playa del problema erosivo que está sufriendo ya que en los últimos años el ancho de la playa se está viendo reducido, tal y como se puede comprobar en las siguientes fotografías.

Septiembre 2001:



Enero 2007:



### **3. Métodos de protección y regeneración**

Los dos tipos de actuaciones que ayudan a mejorar el estado de una playa son métodos de protección y regeneración. Con la protección se defiende el tramo de costa frente a las acciones erosivas, pero sin intentar reconstruir el tramo de playa. La regeneración restablece y busca la mejora de las condiciones del tramo intentando recuperar el estado anterior.

Los diferentes métodos tanto para protección como para regeneración se clasifican en diversas formas.

Según el tipo de elemento, desde el punto de vista estructural los métodos son:

- Obras longitudinales
- Obras transversales
- Obras exentas
- Alimentación artificial

Además, atendiendo a la rigidez de las estructuras a colocar se pueden clasificar en obras duras o blandas. Las obras duras tienen difícil reversión y si no son efectivas pueden acrecentar el mal estado. Las obras blandas son reversibles y no dañan a posteriori la costa.

Obras duras:

- Obras longitudinales
- Obras transversales
- Obras exentas

Obras blandas:

- Alimentación artificial
- Dunas

A pesar de la dualidad entre obras duras y blandas, las actuaciones pueden ser mixtas y poseer elementos propiamente rígidos y flexibles.

A continuación, se definen las distintas actuaciones que se pueden realizar para proteger y regenerar el tramo de costa, también indicando las ventajas de unas sobre otras

#### **3.1 Obras longitudinales**

El objetivo principal de las obras longitudinales es proteger la parte superior de la playa y terrenos posteriores a la misma, rigidizar la línea de costa e intentar detener el retroceso de la misma.

Suelen ser soluciones duras que intentan frenar la erosión.

Se colocan lejos de la línea de costa y no permiten retener los materiales sedimentarios. Se distinguen los muros, revestimientos y cordones dunares.

Los muros y revestimientos son los principales tipos de defensas longitudinales y son clasificadas como obras duras. Los cordones dunares son considerados como obra blanda.

Las obras longitudinales son optimas para problemas que necesitan resolverse de forma inmediata y urgente, pero no se pueden considerar como soluciones definitivas para la protección de costas salvo en el caso de los cordones dunares. Este tipo de defensas son capaces de frenar el retroceso de la línea de costa pero puede ocurrir que el fenómeno erosivo afecte a la playa sumergida, poniendo en peligro la estabilidad de la propia defensa.

Este tipo de actuaciones tienen un impacto visual negativo, por eso son utilizadas en tramos de costa donde no se prevé un uso turístico-recreativo.

### **3.1.1 Muros**

Los muros son un tipo de obras que buscan proteger el tramo de costa. Son estructuras verticales y no realizan ninguna acción para frenar la erosión. La principal característica de este tipo de obras es que tiene un gran índice de reflexión del oleaje, influenciada por su grado de rugosidad de la superficie exterior y su geometría.

El objetivo cuando se ejecuta este tipo de obras es minimizar la reflexión, ya que tal fenómeno supone un aumento en la altura de ola como consecuencia de la superposición o suma de las alturas de la ola incidente y reflejada.

Si el muro posee un alto coeficiente de reflexión, esta superposición de olas da lugar a socavaciones al pie de la obra, creando un problema de erosión local. Por esta razón es necesario colocar con frecuencia una berma de protección para impedir un socavación excesiva y el descalce del muro.

Existen diversos tipos de tipologías de muros.

En función de la situación del muro:

- Seawalls: Se utilizan en zonas expuestas a la acción del oleaje. Los materiales que se utilizan son hormigón, escollera y gaviones

- Pantallas bulkheads: Se utilizan en zonas abrigadas o interiores. Se construyen con tablestacas, planchas de hormigón o pantallas de madera.

Según el material empleado pueden ser muros permeables o impermeables.



El paramento exterior puede ser completamente vertical o tener una inclinación.

### **3.1.2 Revestimientos**

Los revestimientos son paramentos con inclinación hechos de material resistente. Sirven para proteger terraplenes, la zona superior de una playa o un escarpe dunar del proceso erosivo.

Presentan un talud hacia el mar, construido con materiales sueltos. Los materiales utilizados son materiales sueltos, normalmente escolleras. El talud se compone de una cara de protección, un filtro y una protección de pie.

Existen dos tipos de revestimientos:

- Rígidos
- Flexibles

Los revestimientos rígidos soportan mal las subpresiones hidrostáticas que se generan por el oleaje, y tampoco soportan los asientos diferenciales. Mientras que los revestimientos flexibles, que son los más empleados, absorben las subpresiones y los asientos diferenciales.

Suelen ejecutarse como elementos provisionales, ya que fijan la línea de costa en breve tiempo. Son capaces de reflejar el oleaje pero no de regenerar la costa ni evitar el proceso de erosión que se da en la playa sumergida. Su incapacidad para retener sedimentos o detener la erosión en la playa sumergida hace que no sean unas buenas soluciones a medio o largo plazo, además suelen ser ineficaces y acaban por hundirse.

En playas donde el turismo es importante son desaconsejables puesto que se trata de una disposición de rocas extendidas a lo largo de la costa.

### **3.1.3 Cordones dunares**

Las dunas son reservas de arena para las playas y se presentan como el último elemento de una playa. En muchos sistemas, su presencia es fundamental para preservar la existencia de la playa seca.

Estas reservas de arena tienen importancia especial ya que en los episodios de temporales extremos donde el mar toma gran parte de la arena y lo introduce dentro de la playa sumergida adaptando su perfil a las condiciones extremas. Puesto que en caso de que no existiera la playa no podría adaptarse a estas condiciones y le será más complicado disipar la energía del oleaje.

Existen dos formas de crear estos sistemas:

- Construcción de las dunas por medios mecánicos y fijación de las mismas mediante vegetación
- Restitución de la duna mediante la construcción de pantallas o captadores pasivos, además de la posterior fijación vegetal.

El primer método es más rápido que el segundo, pero este al ser un proceso natural es más durable. El movimiento de tierras es muy útil en los casos en que el sistema dunar está muy degradado y se necesitan cerrar las brechas producidas.

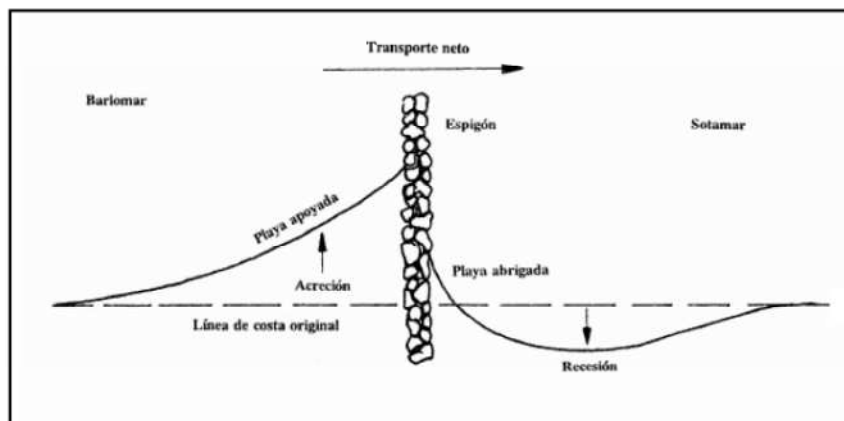
Los cordones dunares se consideran como un método económico de protección, durable, estético y generador de un impacto ambiental positivo.

### 3.2 Obras transversales (Espigones)

Los espigones son una defensa transversal a la línea de costa. Su objetivo es frenar parcial o totalmente el flujo sedimentario creando una barrera al transporte sólido litoral de sedimentos.

Las obras transversales son las más empleadas en la ingeniería de costas, tanto los diques como los espigones. La distinción entre dique y espigón es ya que al dique se le considera más compacto y resistente estructuralmente mientras que los espigones son obras más ligeras. Los espigones son más usados en regeneración y defensas de costas.

La construcción de un espigón supone un proceso erosivo a sotamar y sedimentación a barlomar, de manera que se origina una playa apoyada, tal y como se observa en la siguiente figura.



Es posible la construcción aislada o un sistema de espigones. En un conjunto de espigones, la longitud de los espigones va disminuyendo en el sentido de transporte de sedimentos, de manera que se reduzca paulatinamente la barrera al transporte litoral.

La longitud del espigón depende del tipo de barrera que se quiere conseguir:

- Barrera total: La longitud se extiende a lo largo de toda la zona de transporte. Retiene todo el volumen de sedimentos y provoca fuertes recesiones del borde a sotamar del espigón.
- Barrera parcial: El espigón se desarrolla solo en una parte de la zona activa de transporte, permite cierto paso de sedimentos y su impacto a sotamar es inferior.

La altura depende de la rebasabilidad del mismo. Pueden ser:

- Rebasables: Cuando el oleaje es capaz de sobrepasarlos.
- No rebasables: Cuando alcanzan cierta altura y no permiten el paso del oleaje.

Por lo que respecta al perfil, los espigones se denominan ajustables cuando se adaptan a la pendiente de la playa, o fijos cuando la coronación del espigón se mantiene a cota constante o casi constante.

La sección transversal que puede tener un espigón son:

- Espigones en talud: pueden ser monocapa o multicapa. Normalmente se prefieren monocapa cuando no se necesitan espigones de una gran robustez.
- Espigones verticales: suelen ser menos habituales que los espigones en talud, pues pueden producir reflexiones que favorecen la pérdida de arena. Existen dos tipos genéricos: los que aguantan por gravedad y los que se encuentran hincados en el suelo.

En función de la permeabilidad, pueden ser:

- Permeables: Los huecos entre las diferentes piezas que lo forman permiten inicialmente un cierto flujo de la corriente a su través, aunque la arena transportada acaba por colmatarlos con el paso del tiempo. Los espigones permeables reducen las reflexiones del oleaje.
- Impermeables: constituyen una barrera total al paso de sedimentos a lo largo de su desarrollo longitudinal.

Los materiales que pueden emplearse para su construcción son:

-Madera: su uso en playas se limita a espigones cortos. Son económicos, fácilmente desmontables y de corta vida.

- Hormigón armado: son fácilmente desmontables, aunque pueden presentar problemas en su cimentación.
- Tablestacas metálicas: suelen presentar problemas de corrosión. Su montaje/desmontaje exige la utilización de maquinaria especial.
- Gaviones metálicos: se usan para espigones cortos y de urgente construcción
- Escollera: son los más comunes y empleados debido a su sencillo y económico proceso de construcción.
- Bloques o elementos de hormigón: utilizados por economía o por la imposibilidad de utilización de otros materiales. Los elementos más comúnmente utilizados son cubos, tetrápodos, dolos, tribars, cuadrípodos y stabits.
- Células metálicas o de hormigón: se trata de cubos, cilindros u otras formas huecas de paredes metálicas o de hormigón, rellenas con roca o arena. Unidos unos a otros se pueden extender en una longitud variable. Suponen un coste relativamente alto.
- Arena: rompe el concepto tradicional de espigón como obra estable. La acción del oleaje provoca la paulatina deformación del espigón a la vez que la arena pasa a alimentar la playa contigua.

Por su forma en planta, se pueden clasificar en simples (aquellos que conservan una misma alineación sin ramificaciones, ni cambios bruscos de dirección; pueden ser normales, oblicuos, quebrados o curvos) y compuestos (espigones en T, en Y, o en L).

Los espigones destacan por su sencillez de cálculo y construcción y por ser una solución económica. Suponen un impacto negativo, ambiental y visual, y tienen el principal problema de que su efecto barrera produce la recesión de la playa a sotamar del espigón, pero cumplen la función de frenar el proceso erosivo que sufre la costa.

Cerca de la zona de estudio, en la playa de Saplaya, existen espigones que han conseguido frenar la erosión del tramo de playa. Pero con el paso del tiempo el fenómeno erosivo se irá acentuando y seguirá deteriorando la playa progresivamente. Por esta razón, es necesario complementar las defensas existentes con otro tipo de actuaciones.

### **3.3 Obras exentas**

Se trata de obras paralelas a la línea de costa y se construyen a bajas profundidades, quedándose levantados por encima del nivel del mar. Su funcionamiento se basa en un descenso de energía del oleaje incidente y en la difracción del oleaje en sus extremos.

Su objetivo fundamental es crear una zona de remanso, disminuyendo la energía del oleaje en el trasdós y generando un depósito de material sedimentario en la zona de aguas protegida.

Constituyen una singularidad dinámica, pues se trata de un obstáculo emergido o sumergido enfrentado al litoral que provoca la difracción o disipación del oleaje disminuyendo la capacidad de transporte de sedimentos y generando una zona abrigada que favorece la sedimentación de los materiales transportados.

Existen diferentes dos tipos de defensas exentas:

- Diques emergidos paralelos
- Diques exentos sumergidos
- Las islas plataforma
- Conos de difracción

#### **3.3.1 Diques emergidos paralelos**

Se trata de una obra clasificada como dura cuya finalidad es proteger a la playa disipando la energía del oleaje. Su objetivo principal consiste en crear una zona de sombra entre el dique y la costa que se irá cubriendo de sedimentos dependiendo de la capacidad de transporte de la zona y de las características del dique: altura, longitud, distancia a la playa y permeabilidad. En el caso de que hubiera suficiente arena disponible, el dique podría acabar quedando unido a la playa mediante un tómbolo.

Para que la obra tenga efectos positivos, debe haber un aporte de sedimentos suficiente. En caso de que no los hubiera, la deposición de materiales entre el dique y la playa se hará mediante sedimentos de la misma playa provocando una erosión. Por ello, la este tipo de actuación suele ir acompañado de una alimentación artificial. Por tanto la colocación de un dique emergido favorece la formación de hemitómbolos, tómbolos o bahías. Su funcionamiento está basado en la difracción del oleaje que se produce en torno a sus extremos y en la disminución de la energía del oleaje en la zona abrigada.

Los diques pueden ser rebasables o no rebasables, permeables o no permeables, con distintas formas en planta y distintos perfiles. Los materiales utilizados para la construcción son las escolleras, los bloques de hormigón, los gaviones, las tablestacas, etc.

Por un lado, protegen la costa situada directamente detrás de ellos al reducir los efectos erosivos del oleaje y permiten forzar un depósito de sedimentos que sea de menor volumen que el inmovilizado por los espigones.

Por otro lado, pueden llevar a la formación de una barrera porque, en ausencia de oleaje en la zona abrigada, se depositan las arenas hasta que el ensanchamiento de la playa llegue al rompeolas. Esta barrera impide el transporte sólido litoral lo que puede generar problemas de alimentación en materiales de otras playas. Además, producen un impacto visual negativo, dado que el dique emergido impide divisar el horizonte.

### **3.3.2 Diques exentos sumergidos**

Se sitúan mar adentro y se desarrollan paralelos o casi paralelos a la línea de costa. Permiten disminuir la energía del oleaje que pasa sobre ellos, permitiendo un mejor apoyo del perfil de la playa, con el previsible aumento de la anchura de la playa seca.

Tradicionalmente se han realizado con escolleras, aunque en los últimos años se ha generalizado la utilización de los arrecifes artificiales. Los arrecifes artificiales son básicamente colocados para favorecer la reproducción biológica y la protección de los fondos marinos, pero sus utilidades como método de protección de la costa se puede justificar si además de una regeneración de la playa, el tramo de costa estudiado necesita la creación de áreas de repoblación marina.

Este tipo de diques exentos generan un impacto negativo menor que los emergidos, ya que se produce un depósito de sedimentos de menor volumen y por consiguiente se reduce la probabilidad de formación de tómbolos. Además producen un impacto visual ya que se sitúan por debajo del nivel medio del mar.

### **3.3.3 Las islas plataforma**

Consiste en una isla circular de escollera con una solera de hormigón, separada de la costa por unas decenas de metros. El concepto es similar al de los diques exentos, con la ventaja de crear una superficie apta para usos diversos.

### **3.3.4 Conos de difracción**

Son pequeños obstáculos cilíndricos o cónicos de hormigón ubicados a lo largo de la costa. Provocan la pérdida de energía del oleaje por metro lineal de costa por difracción, para oleajes es muy oblicuos o paralelos a la línea de costa.

### **3.4 Alimentación artificial**

Es la solución blanda por excelencia. Consiste en depositar una gran cantidad de arena o grava en la playa seca o sumergida con la intención de restituir la playa erosionada o ampliar el ancho de la misma.

La alimentación puede ser directa mediante materiales marinos o con materiales tratados artificialmente en cantera, o hacerse un transvase de arenas de puntos de la costa con exceso de sedimentos.

La alimentación directa se realiza por medios mecánicos, la colocación puede ser directa o puede ser depositada de manera que sea el oleaje el encargado de distribuirla por la playa. La procedencia de los materiales puede ser terrestre o marina.

El objetivo de la alimentación artificial es devolver a la playa a su estado original cuando ha estado fuertemente erosionada. Cuando se hace una alimentación artificial con el paso del tiempo serán necesarias recargas periódicas, dependiendo del tiempo de residencia de las arenas (mínimo 5 años), ya que los fenómenos erosivos se seguirán produciendo.

Además de regenerar la costa sirve de protección para los elementos localizados detrás de la playa, ya que al conseguirse una mayor anchura, el oleaje rompe sobre la playa y no incide sobre estructuras. Al ser una obra blanda no produce efectos nocivos sobre la costa.

La alimentación artificial consta de las siguientes fases principales:

- Localización de una fuente de materiales y selección de los medios de transporte y vertido
- Vertido de la arena y creación de la playa
- Recargas periódicas, aportando el volumen de arenas que se considere para mantener la playa activa.

No es una solución definitiva ya que se necesitara de un posterior seguimiento de la playa y de la evolución de su perfil para la planificación de posteriores alimentaciones. Si el diseño ha sido adecuado, éstas serán cada vez menores

hasta alcanzar el equilibrio definitivo. Se trata, por tanto, de una solución a largo plazo.

El principal problema de la regeneración artificial es la localización de una fuente de arenas útiles para la sedimentación. Las arenas deben reunir una serie de requisitos: volumen suficiente, calidad de áridos, ausencia de contaminantes, relativo coste de adquisición, distancia de la fuente de suministro a la playa no demasiado grande, diámetro medio superior al de las arenas originales de la playa, etc.

Existen dos posibles fuentes de materiales: bancos de arena naturales o arenas procedentes de machaqueo.

Los bancos de arena naturales pueden ser de origen marino o continental, aunque actualmente escasean los primeros. Cuando el banco es de origen marino, el procedimiento de construcción es el de dragado de las arenas y posterior vertido a la playa. El vertido puede ser directo, por impulsión desde la draga, o por medio de tuberías encaso que la draga no pueda acercarse a la costa. Las arenas depositadas en la playa son posteriormente distribuidas por medios terrestres o dejando que el oleaje las redistribuya.

La otra posibilidad es la utilización de los áridos de machaqueo, que posteriormente son lavados. Esta solución es menos ventajosa ya que añade los costes adicionales de machaqueo y lavado, y además los áridos así formados presentan caras de fracturas y aristas, que conllevan molestias a los usuarios finales de la playa. Sin embargo, los áridos obtenidos por este procedimiento presentan la ventaja de poder controlar su granulometría dentro del huso granulométrico deseado.

### **3.5 Traspase de arenas**

El traspase de arenas o bypassing consiste en reconstruir el transporte sólido litoral interrumpido por la existencia de un obstáculo al mismo, pasando sedimentos de unas áreas de la costa (en acreación a barlomar) a otras (en recesión a sotamar) de forma artificial. Es una variante de la alimentación artificial expuesta anteriormente.

Aunque parece la solución más evidente ante este tipo de problemas, las circunstancias en que tiene que realizarse, todo el montaje que lleva aparejado y la continuidad en el tiempo que requiere, hacen que sea la actuación costera menos empleada.

Ambientalmente es una solución válida, ya que se altera lo mínimo el medio al no precisar de grandes obras y al tratarse de una actuación blanda. Además, las arenas utilizadas son las óptimas, pues suelen ser las interceptadas por el obstáculo que impide el transporte litoral.



Existen numerosas tipologías de sistemas de trasvase de arenas, aunque en todos los casos las operaciones a realizar son las siguientes:

- Captación
- Transporte
- Depósito

#### **4. Análisis de soluciones aplicables**

En este apartado se va a realizar un análisis de las soluciones a adoptar para poder descartar algunas y para ver cuál puede ser la solución más viable.

A partir de los detalles de las distintas soluciones que se han definido en el apartado anterior, se buscara la solución óptima tanto funcional, económica o ambientalmente.

##### **4.1 Obras longitudinales**

-Obras duras (muros y revestimientos):

Con las obras duras no se consigue regenerar el tramo de playa y aumentar el ancho de la misma, puesto que la finalidad es esa esta alternativa se descartará por motivo funcional. Además, se trata de una obra que tiene un impacto visual importante y es agresiva con el medio ambiente.

-Obras blandas (dunas):

La creación de dunas cumple funcionalmente el objetivo de dar equilibrio a la playa. Tiene un impacto ambiental positivo y aumenta la calidad paisajística.

Un aspecto importante es que es una solución durable.

El tramo de costa en estudio, al no estar urbanizado no tendría problemas en que se realizara esta solución ya que las dos edificaciones que hay se prevé que sean retiradas y detrás de esta zona hay espacio suficiente como para que se puedan crear dunas.

Por tanto, puede ser una solución viable.

##### **4.2 Obras transversales (Espigones)**

La utilización de los espigones para regenerar o crear playas sólo es posible donde exista un transporte litoral suficiente. Otra cosa distinta es cuando se usan para detener el retroceso de la línea de costa, en este caso su aplicación puede ser más amplia.

Esta obra transversal podría ser una solución válida si se utilizara junto a otros sistemas complementarios, como las defensas exentas o la alimentación artificial.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el fundamento de los espigones es interceptar los materiales transportados por la corriente litoral y forzar su depósito, formándose playas apoyadas a barlomar, pero el inconveniente de que al cortar el transporte se generan erosiones a sotamar.

En la parte norte del tramo existe un espigón. Se podría dar la opción de colocar otro espigón en el tramo sur del tramo. De esta manera quedaría estabilizado el transporte, además se podría acompañar mediante el aporte de sedimentos de manera artificial.

Desde el punto de vista ambiental la presencia de espigones genera un impacto visual negativo. Pero desde el punto de vista económico es una buena solución.

#### **4.3 Obras exentas**

En el conjunto de obras exentas se han nombrado los diques exentos emergidos, los diques exentos sumergidos, las islas plataforma y los conos de difracción y los arrecifes artificiales.

Teniendo en cuenta que los arrecifes artificiales no son obras propias de regeneración costera se descartan. Las islas plataforma y los conos de difracción son obras que apenas se utilizan y que producen los mismos efectos que los diques, por tanto se descartan.

Tan solo se valorarán las opciones de los diques, tanto emergidos como sumergidos.

Los diques tienen ciertas ventajas como que influyen en el transporte y permiten regular el paso de los sedimentos. Permiten la creación de zonas aptas para el baño ya que no reducen la energía del oleaje, lo que no supone un deterioro de la playa seca ni de la zona de baño.

Los diques sumergidos tienen la ventaja de que reducen el impacto visual frente a los diques emergidos.

Los inconvenientes de los diques son los costes de construcción ya que son elevados debidos a la maquinaria específica, suponen un obstáculo para las embarcaciones de recreo y pueden llegar a causar erosiones en la zona de sotavento si el efecto barrera es considerable. Los diques emergidos impiden la visión del horizonte.

Funcionalmente, tanto los diques exentos emergidos como sumergidos producen efectos similares en la costa, aunque el efecto de los diques sumergidos es menos acusado con la creación de hemitómbolos. Los diques sumergidos podrían dar lugar a que se generaran tómbolos y es un efecto que no se persigue, por tanto descartamos los diques emergidos.

Quedándonos con la opción de los sumergidos, económicamente la construcción de diques exentos es un inconveniente debido al elevado coste que suponen en comparación de las otras posibles soluciones pero medioambientalmente es una alternativa apropiada.

#### **4.4 Alimentación artificial**

La utilización de esta técnica para estabilizar las playas y crear una nueva superficie de playa está muy bien considerada actualmente. Es una buena solución ya que permite un aporte natural de arena y mejora el aspecto estético.

Una alimentación artificial se considera fundamental tanto como solución única o como complemento de otra, ya que se debe intentar que el aporte se mantenga en el tramo.

Desde el punto de vista visual no se produce ningún efecto negativo, más bien lo contrario, ya que se consigue mayor ancho de playa. Funcionalmente la alimentación permite crear una superficie mayor de playa.

Los inconvenientes de la alimentación artificial son que medioambientalmente tiene efectos negativos sobre los fondos marinos y a posteriori necesita un seguimiento constante. Es poco probable que cuando se realiza una alimentación artificial la playa quede en equilibrio para siempre sin aportaciones periódicas.

También se presenta el problema de la obtención de las arenas de aportación, ya que se deben encontrar las arenas con las características necesarias para el tramo en cuestión. Cumpliendo las restricciones de tamaño, calidad y origen y teniendo en cuenta si el volumen que se puede extraer es el necesario.

En conclusión, la alimentación artificial funcionalmente y estéticamente sería una buena opción sobre todo si se puede acompañar con la construcción de una obra dura para que permita que no se pierda mucha cantidad de sedimentos y realmente estabilice el tramo.

#### **4.5 No actuación**

Pese a ser desaconsejable, es bueno tener la alternativa de no actuar para poder compararlo con las demás opciones.

#### **4.6 Resumen**

A continuación, se puede observar una tabla resumen con los métodos que se han descartado y los que sí que se consideran como válidos.

Solución general	
Obras longitudinales	
Obra dura	NO
Obra blanda	SI
Obras transversales (Espigones)	SI
Obras exentas	
Diques emergidos	NO
Diques sumergidos	SI
Arrecifes Artificiales	NO
Conos de difracción	NO
Islas plataforma	NO
Alimentacion artificial	SI
No actuación	SI

## **5. Planteamiento de las alternativas viables**

Considerando las distintas soluciones, se procede a generar las siguientes alternativas posibles:

- Alternativa 1 : Alimentación artificial
- Alternativa 2: Alimentación artificial + Espigón
- Alternativa 3: Alimentación artificial + Dique exento
- Alternativa 4: Campo de dunas + Dique exento
- Alternativa 5: No actuación

### **5.1 Criterios de valoración**

La valoración de las distintas alternativas se realizará en función del estudio de varios criterios. Las variables de las que dependerá son:

-Funcionalidad: Uno de los aspectos más importantes. Ya que cualquiera el objetivo principal es el de protección y regeneración de la costa, por tanto la alternativa escogida debe cumplirlo.

-Estética: Debido a que se trata de una playa y que se pretende que sea para el uso de bañistas, esta debe cumplir los criterios estéticos. Tanto del perfil que tenga la playa como del impacto visual que pueda causar.

-Economía: El coste en las obras se debe tener en cuenta, factor importante, por ello se tendrá en cuenta a la hora de la valoración.

-Ambiental: Se debe conseguir que las alternativas no dañen el medioambiente. Este criterio se analizará en el Estudio de Impacto Ambiental.

Se evaluará cada una de las alternativas y se les asignará un valor de 0 a 10, el cual nos permita calificarlas según los criterios antes mencionados.

A cada variable se le asignará un peso en función de su nivel de importancia en la decisión. Los valores para cada criterio serán:

- Criterio Funcional: 4
- Criterio Estético: 2

- Criterio Económico: 3
- Criterio Ambiental: 1

## **6. Análisis de las alternativas**

Una vez se conocen las alternativas y los criterios de valoración que son la funcionalidad, estética, economía y medioambiental se procede a la valoración de cada una de las alternativas.

### **6.1 Alternativa 1: Alimentación Artificial**

La alimentación artificial siempre es una muy buena solución para la regeneración pero sin una estructura que la complemente, es una solución que no es durable a largo plazo. Ya que la playa seguirá erosionando y perdiendo aquello que había ganado mediante la alimentación artificial.

Funcionalmente se considera que esta alternativa por si sola no cumplirá con el objetivo, por lo dicho anteriormente, porque no se espera que se garantice un equilibrio a largo plazo.

Se le dará una valoración de 2.

Desde el punto de vista estético es positiva ya que no actúa de manera desfavorable, más bien lo contrario, es positiva para el paisaje.

Se le dará una valoración de 8.

Económicamente, esta será una de las alternativas más económicas ya que no va acompañada de otra obra dura. Sí que se tendrá en cuenta el coste de las futuras realimentaciones periódicas para mantener el perfil de la playa.

Se le dará una valoración de 5.

Medioambientalmente, la alimentación artificial genera un impacto negativo ya que se genera un cambio en los fondos marinos y puede alterar y dañar los ecosistemas cercanos. Como en el resto de alternativas se considera que también se verán dañados de la misma manera se valora con un 5.





## 6.2 Alternativa 2: Alimentación artificial + Espigón

Esta alternativa supone la combinación de dos métodos, por un lado la alimentación artificial y por el otro la construcción de un espigón.

Se complementa la alimentación artificial con la construcción del espigón ya que se pretende conseguir el equilibrio de la playa, y si hiciese tan solo la alimentación artificial a posteriori se perdería mucho del aporte que se hubiese realizado, por tanto con el espigón se pretende que sirva de barrera para que no se pierda mucha cantidad de la arena que se ha aportado mediante la alimentación artificial.

Los espigones no disminuyen la energía del oleaje incidente sobre la playa pero suponen una barrera al transporte longitudinal favoreciendo acumulación de sólidos a barlomar de los espigones. Por el contrario, a sotamar se produce un proceso erosivo, pero hacia el sur se encuentra el dique de Port Saplaya por lo que no sería ningún problema.

Desde el punto de vista funcional, es una regeneración rápida y teniendo en cuenta el espigón que ya está en el Norte y el que se construiría, además de la alimentación artificial se podría garantizar la estabilidad que se busca. Se haría un seguimiento periódico de cómo va el perfil de playa.

La navegación de embarcaciones no se verá restringida en la zona.

Se valora con un 9.

Desde el punto de vista estético, una alimentación artificial siempre genera un impacto visual positivo ya que al usuario le permite disfrutar de un ancho de playa mayor, en cambio la construcción del espigón sí que supone un aspecto

estético negativo. Además teniendo en cuenta el espigón que ya existe sería mucho espigón para los 600 metros de tramo en cuestión.

Se valora con un 6

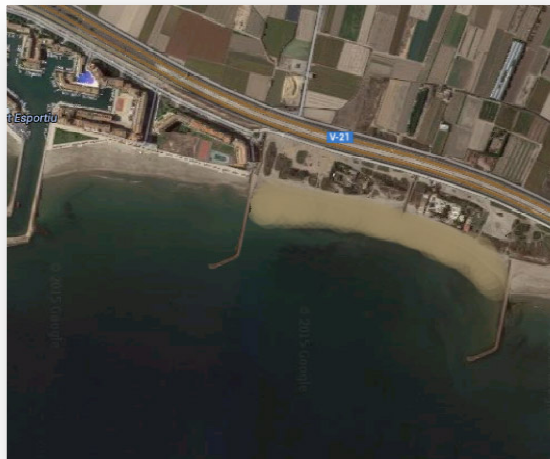
Según el criterio económico se trata de una alternativa costosa ya que se debe realizar una alimentación artificial y la construcción de un espigón.

La alimentación artificial puede resultar costosa dependiendo de los áridos a utilizar.

Se valora con un 5.

Medioambientalmente una alimentación artificial supone una modificación de los fondos marinos, lo que puede dar lugar a una destrucción de la fauna, es decir un impacto ambiental negativo. Además de la construcción del espigón que también genera cambios en los fondos y en los ecosistemas y que influye de manera negativa.

Se valora con un 3.



### **6.3 Alternativa 3: Alimentación artificial + Dique exento**

Tal y como se ha dicho anteriormente, se busca la alimentación artificial acompañada de otro método constructivo que sirva de barrera para el transporte.

Los diques exentos permiten atenuar el oleaje y sirve para que las arenas se mantengan estables en la playa.

Los aspectos a tener en cuenta para los diques exentos serán la disposición, orientación, el número de los mismos, a que separación de la costa se situarán y a que cota de coronación. Estos aspectos no se van a tener en cuenta en la fase de Estudio de Soluciones ya que lo que se quiere es valorar la conveniencia o no de este método para regenerar la playa.

Como en las alternativas anteriores esta técnica, desde el punto de vista funcional, presenta la ventaja de una regeneración rápida. A largo plazo es bastante factible que las arenas se pierdan hacia al sur, por lo que exige un mantenimiento constante mediante realimentaciones periódicas. Y es posible dimensionar los diques de manera que eviten la pérdida de grandes volúmenes de arena.

Se valora funcionalmente con un 8

Desde el punto de vista estético es positiva ya que la alimentación artificial siempre es beneficiosa visualmente para el usuario y además el dique exento sería sumergido, lo cual no produciría impacto visual negativo. Por tanto, el conjunto de las dos actuaciones generarían un impacto estético positivo.

Se valora con un 9.

Económicamente, la construcción de un dique exento supone gran coste debido a la utilización de maquinaria especial o la construcción de caminos auxiliares. Por tanto económicamente esta alternativa no sería del todo apropiada. Se valora con un 2.

Medioambientalmente, tal y como ya se ha dicho la alimentación artificial genera movimientos de grandes volúmenes de arenas lo que genera un cambio en los fondos marinos, si además se le suma los grandes movimientos que generan la construcción del dique exento el impacto sería muy negativo.

Teniendo en cuenta, que en la otra alternativa con alimentación artificial se construye un espigón, el impacto sería similar. Sin embargo, se considera que la construcción de un dique exento tiene un impacto negativo menor que la construcción del espigón ya que un dique exento puede afectar menos a la flora y fauna y al régimen de corrientes.

Por tanto, comparando esta alternativa con la Alternativa 2 esta será mejor valorada medioambientalmente, con un 4.



#### **6.4. Alternativa 4: Campo de dunas + Dique exento**

Al igual que en las otras alternativas, ésta se compone de dos soluciones. Por una parte el campo de dunas para dar estabilidad a largo plazo a la playa, y por otro el espigón que sirve para atenuar el oleaje y para que las arenas se mantengan estables en la playa.

El campo de dunas se creará a lo largo de todo el tramo, ya que no existirá ninguna zona residencial ni ningún tramo en el que no se puedan establecer las dunas.

El problema del campo de dunas es que la regeneración completa es a largo plazo, es decir funcionalmente esta alternativa empezaría a tener sentido pasado cierto tiempo, algo que no interesa. Pero si que llegaría a cumplir el objetivo que se busca. Por ello se valora con un 7.

Desde el punto de vista estético es muy buena, ya que los diques van sumergidos y no generan impacto visual y además el campo de dunas mejora el paisaje. Se le da una valoración de 7

En relación al coste, esta alternativa tiene un coste alto. La construcción de los diques exentos es una obra cara, por la necesidad de utilizar maquinaria especial y la creación del campo de dunas también es costosa pero se tiene en cuenta que en prácticamente todas las alternativas se va a realizar aporte de sedimentos. Se le da un valor de 2

Medioambientalmente, la construcción de los diques supone la destrucción del estado natural del fondo donde se coloquen pero la construcción de un campo dunar siempre es positiva ya que lleva asociado la aparición de un ecosistema. Se valora con un 5



### 6.5 Alternativa 5: No actuación

Esta alternativa supone dejar la playa tal y como se encuentra. Esto conllevará que la playa intente llegar al equilibrio por si misma. Esto podría poner en peligro la integridad de la playa ya que los procesos erosivos seguirán dándose lugar.

Desde el punto de vista funcional, la playa seguirá reduciendo su ancho, por lo que no cumple el requisito funcional. Ya que no resuelve el problema se valora con un 0.

Estéticamente, la reducción del ancho de la playa creará un impacto visual negativo para el usuario. Se valora con un 2.

La no actuación no supondrá ningún coste de construcción y teniendo en cuenta que no hay ninguna zona urbanizada estas no se verían afectadas, por lo que a largo plazo la evolución de la playa tampoco supondría un daño para ningún elemento. Se valora con un 8.

Medioambientalmente, a largo plazo supone la desaparición progresiva de la playa, es decir un empeoramiento de las condiciones ambientales. Se le asigna un valor de 2.

## 6.6 Tabla resumen valoraciones

A continuación se puede observar la tabla con todas las valoraciones que se han realizado según cada uno de los criterios.

Una vez valorado y teniendo en cuenta que el máximo es 10, tal y como se puede comprobar, la solución óptima es la Alternativa 2, Alimentación artificial + Espigón.

También está bien valorada la Alternativa 3, pero considerando que la construcción del espigón es más económica que la de los diques exentos, se decide realizar la Alternativa 2.

Criterios	Peso Criterio	Alternativa 1: Alimentación Artificial	Alternativa 2: Alimentación artificial + Espigón	Alternativa 3: Alimentación artificial + Dique exento	Alternativa 4: Campo de dunas + Dique exento	Alternativa 5: No actuación
Funcional	4	2	9	8	7	0
Estético	2	8	6	9	7	2
Económico	3	5	5	2	2	8
Medioambiental	1	5	3	4	5	2
<b>VALORACIÓN</b>		<b>4,4</b>	<b>6,6</b>	<b>6</b>	<b>5,3</b>	<b>3</b>

## **7. Selección de la solución óptima**

Tal y como se ha podido apreciar la mejor solución es una Alimentación Artificial acompañada de la construcción de un espigón al Sur.

Más al norte del tramo en estudio, una playa encerrada por dos espigones ha tenido gran éxito. Por lo que será un buen ejemplo en el que mirarse.

Para el diseño del espigón habrá que determinar su longitud, la dirección, su cota de coronación y forma en planta. Todos estos aspectos serán definidos en el anejo de Cálculos.