

ANEJO Nº6: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	120
2.	CONDICIONANTES	120
2.1.	Condicionantes técnicos	120
2.2.	Condicionantes económicos	121
2.3.	Condicionantes paisajísticos	121
2.4.	Condicionantes medioambientales.....	121
3.	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS.....	121
2.5.	Alternativa 0 – No actuación.....	121
2.6.	Obras duras	122
3.1.1	Alternativa 1 – Malecones	122
3.1.2	Alternativa 2 – Diques exentos	122
3.1.3	Alternativa 3 – Espigones en “L” en Ben-Afelí	123
3.1.1	Alternativa 4 - Espigones en “L” en La Torre.....	124
2.7.	Obras blandas.....	124
3.1.2	Alternativa 5 – Alternativa 3 + alimentación artificial	124
3.1.3	Alternativa 6 – Alternativa 4 + alimentación artificial	125
3.1.4	Alternativa 7 – Diques exentos + alimentación artificial	125
3.1.5	Alternativa 8 – By Pass, instalación fija.....	126
3.1.6	Alternativa 9 – Regeneración dunar	127
4.	CRITERIOS DE VALORACIÓN	127
2.8.	Funcionalidad	127
2.9.	Construcción	127
2.10.	Conservación.....	128
2.11.	Impacto Ambiental.....	128
2.12.	Estética	128
2.13.	Economía.....	128
5.	VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.....	128
6.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	132

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto la elección de solución óptima para la adecuación del frente litoral de Almazora (Castellón).

Para ello, se plantearán diferentes alternativas y tipologías, todas ellas con el fin de dotar a la playa de un ancho mínimo para que en época de temporales no se produzca el rebase del muro que separa las playas con la carretera colindante.

Se realizarán distintos análisis para poder determinar cuál es la solución óptima.

Finalmente, se justificará y se describirá la solución escogida como óptima.

2. CONDICIONANTES

2.1. Condicionantes técnicos

Se debe tener en cuenta que el perfil activo de la playa, donde hay movimiento de sedimentos es, en este caso, entre las profundidades -2 y -5 metros, que es donde los sedimentos no consolidados de tamaño fino/medio que consiguen rebasar el Puerto de Castellón, son depositados.

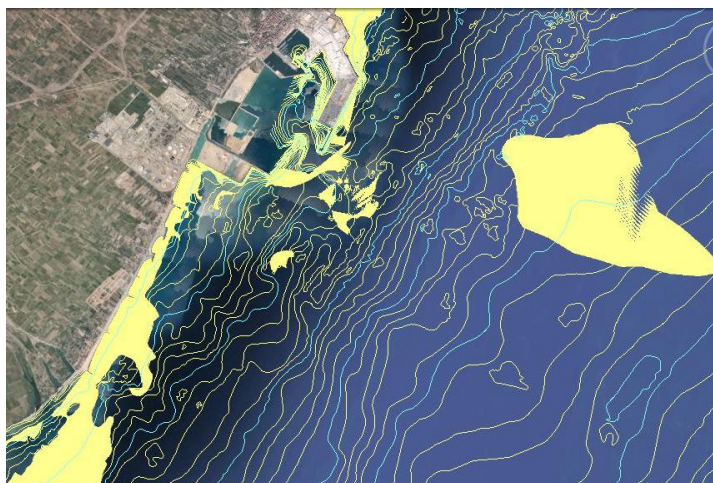


Figura: Se observan los sedimentos no consolidados finos – medios.

Así mismo, cabe recordar del *Anejo nº4: Dinámica litoral*, que este volumen que forma el perfil activo de forma transitoria es reducido, estimándose en $10.000 \text{ m}^3/\text{año}$, y que históricamente, la playa únicamente ha crecido en el trasdós de los diques exentos, de lo cual se deduce que en el resto de playa no existe abrigo suficiente para las arenas finas, que son fácilmente transportables por el oleaje de la zona y que, aunque no son válidas para formar el perfil activo de la playa, juegan un cierto papel en la dinámica de la misma.

Además, se sabe que la anchura de playa seca para que esta sea estable con formas naturales es de entre 40 y 45 m siguiendo el siguiente esquema:



Figura: Ancho recomendable de playa seca. Fuente: *Asignatura Actuaciones Medioambientales Costeras*.

En ella se observa una primera zona de servicios, que incluye un margen de resguardo de 10 metros. A continuación se encontrarían 25 metros de zona de reposo, para uso lúdico de las personas. Y finalmente una zona activa de unos 10 metros.

2.2. Condicionantes económicos

La evaluación económica de cada alternativa se llevará a cabo estimando su coste global, es decir, tanto el coste de los materiales, como los de construcción y conservación de la estructura.

2.3. Condicionantes paisajísticos

Las actuaciones deben quedar integradas en el entorno en la medida de lo posible, así como resultar agradables al usuario, o incluso llegar a pasar desapercibidas.

2.4. Condicionantes medioambientales

En el Documento nº6: *Estudio de Impacto Ambiental*, se realiza un análisis exhaustivo de todos los factores ambientales que se deben tener en cuenta para la elección de la solución óptima, así como los impactos que la solución escogida genera y las medidas para reducirlos o paliarlos.

3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Se van a diferenciar las alternativas planteadas mediante obras duras, que son aquellas que tras su puesta en funcionamiento, y en el caso de no ser efectivas, la costa puede quedar peor de lo que estaba originalmente, antes de actuar; la obra dura es, en general, irreversible o de difícil desmantelamiento, como pueden ser las defensas longitudinales, los espigones, o los diques exentos, entre otros; de las alternativas planteadas mediante obras blandas, que son aquellas que tras su puesta en funcionamiento, y en el caso de no ser efectiva, la costa no quedara peor de lo que estaba originalmente, antes de actuar; la obra blanda es reversible o de fácil desmantelamiento, como puede ser una regeneración dunar, un drenaje, alimentación artificial, planeamiento urbano, trasvase de arenas o retiradas.

2.5. Alternativa 0 – No actuación

La primera alternativa que se propone es la de no actuación, ya que esta es necesaria incluirla en el análisis, en primer lugar por exigencias de la normativa, y en segundo porque es necesario plantearse no hacer nada para poder comparar con el resto de actuaciones y ver si puede ser ventajoso la no actuación, teniendo en cuenta diversos factores.

2.6. Obras duras

3.1.1 Alternativa 1 – Malecones

Los malecones son estructuras verticales, construidas en paralelo a la línea de costa, separando el trasdós de la playa del mar, con el objetivo de prevenir la erosión y los daños provocados por la acción del oleaje.



Figura: Se muestra montaje fotográfico de la alternativa 1.

En esta primera alternativa se plantea, en primer lugar, el aumento de la altura del muro existente, así como el cierre de los huecos presentes prácticamente cada 100 metros, y a continuación la construcción de un malecón, ya sea con escollera, o con elementos especiales, que en el caso de que esta sea la alternativa seleccionada, se describirán todos sus detalles técnicos. Así como el lugar por el que los usuarios accederían a las playas por las zonas en las que el ancho de la playa sea máximo.

Con esta alternativa se solucionan los problemas de invasión del agua del mar y de arena procedente de la playa a la carretera colindante, en los casos excepcionales en los que los temporales consiguen rebasar el muro.

3.1.2 Alternativa 2 – Diques exentos

Los diques exentos se localizan frente a la costa con el objetivo de generar una zona abrigada, en la que se reduce la acción del oleaje, por lo que se retienen materiales sedimentarios.

En esta alternativa se ha planteado una solución para la Playa de Ben-Afelí, en la que se ha dividido su distancia en tres tercios, para separar los diques de manera equitativa, así, se tiene que el primer dique se encuentra situado justo a 1/3 de la distancia total, y que el segundo dique exento se desplaza unos 270 metros hacia el sur.



Figura: Se propone la alternativa 2, que tiene lugar en la playa de Ben-Afelí.

Según el método de Ming-Chiew que establece los criterios para la formación de un hemitómbolo o de un tómbolo, en función de la longitud del dique (B) y de la distancia del dique a la línea de costa original (S):

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Si } \frac{B}{S} > 1,25 \Rightarrow \text{Tómbolo} \\ \text{Si } \frac{B}{S} < 1,25 \Rightarrow \text{Hemitómbolo} \end{array} \right.$$

Originalmente, en el primer dique se tenía una longitud de 225 metros, situado a una distancia de 109 metros, hasta la línea de costa original, por lo que $B/S=2,06>1,25$ y es por eso que se ha formado un gran tómbolo. Es por ello por lo que se plantea reducir la longitud a 135 metros manteniendo la distancia a la línea de costa para facilitar las operaciones, obteniendo así $B/S=135/109=1,23<1,25$ por lo que se formaría un hemitómbolo.

En cuanto al segundo dique paralelo a la línea de costa, originalmente tenía una longitud de 170 metros, situado a la misma distancia de la línea de costa, por lo que $B/S=170/109=1,56>1,25$ lo que justifica la existencia de un tómbolo. En este dique, aparte de desplazarlo hacia el sur 270 metros para la formación de una playa con mayor continuidad, se plantea también reducir su longitud hasta los 135 metros, al igual que en el primero, obteniendo del mismo modo, un hemitómbolo.

Con esta actuación, y tal y como se muestra en la figura anterior, se consigue la redistribución de las arenas que forman los dos tómbolos, aumentando el ancho de playa seca.

3.1.3 Alternativa 3 – Espigones en “L” en Ben-Afelí

Los espigones son obras transversales que arrancan desde la línea de costa con el objetivo de provocar la interrupción del transporte sólido. Evita el retroceso de la línea de costa creando una playa que protegerá la costa.

Crea depósitos a barlomar, pero se debe tener en cuenta que crea recesiones a sotamar, por lo que es un riesgo a considerar.

Para la eliminación de los tómbolos, y la gran cantidad de arena que estos almacenan, se propone la creación de dos espigones en la playa de Ben-Afelí, distribuidos a distancias iguales a lo largo de toda la longitud de la playa, al igual que se ha explicado en la alternativa 2.

Todos ellos con la punta en forma de “L”, cuya función es retener la arena de la playa en caso de que en un temporal se produzca una corriente de retorno, evitando así que los materiales entren en resuspensión y se vayan de la playa.

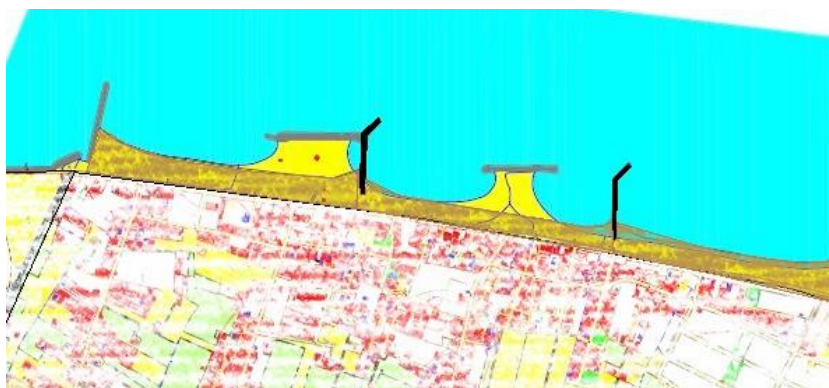


Figura: Se plantea la alternativa 3.

Con esto se consigue una distribución prácticamente homogénea de arenas en todo el frente litoral, en cuanto a cantidad, ya que la arena almacenada en los tómbolos sirve como fuente para repartirla por el resto de la playa.

En este caso, se proponen unos espigones de 125 metros de longitud en su parte perpendicular a la línea de costa, 50 metros en la “L” inclinada 45° y un ancho aproximado de 6 metros.

3.1.1 Alternativa 4 - Espigones en “L” en La Torre

En esta alternativa, y debido a que en la zona de estudio, prácticamente hay ausencia de transporte de sedimentos, se plantea la construcción de tres pequeños espigones en “L”, para evitar que corrientes de retorno se lleven las arenas.

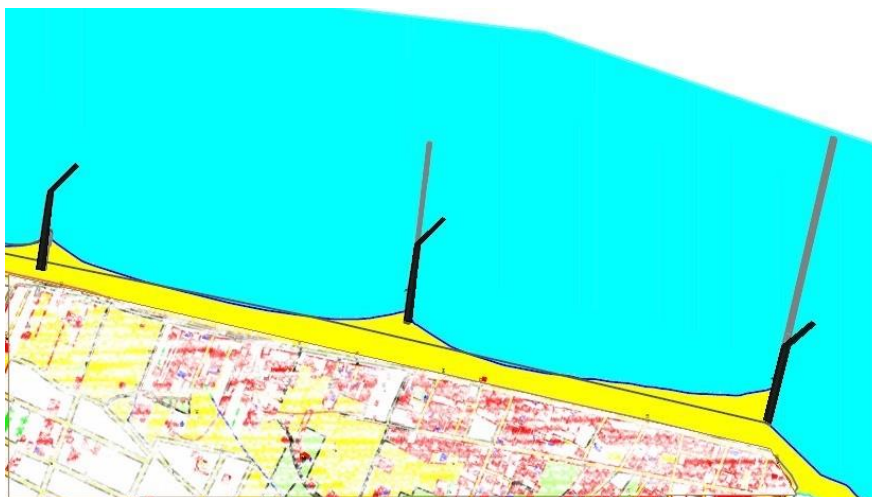


Figura: Se muestra la alternativa 4.

Así, se eliminan los grandes espigones existentes de 160 m, 370 m y 590 m, de izquierda a derecha en la figura (gris), y se sustituyen por tres espigones de 150 metros, que coincide con las profundidades de entre -2 y -5 metros, que es donde se produce el transporte de la fracción fina de sedimentos que llegan, inclinando 45° el extremo, de unos 50 metros, con el fin comentado anteriormente.

2.7. Obras blandas

La obra blanda por excelencia es la alimentación artificial, cuyo objetivo es aportar arenas a la playa, ya sean del fondo marino, continentales o artificiales, por ello se proponen una serie de alternativas mediante el empleo de obras duras que sujeten las arenas, y dicha alimentación.

En el caso de que una de estas alternativas resultara la óptima, se calcularía el volumen de arenas necesario para realizar la regeneración, así como su lugar de procedencia y su procedimiento para colocarlas, en un anejo aparte.

3.1.2 Alternativa 5 – Alternativa 3 + alimentación artificial

Debido a que el transporte sólido en la franja litoral de estudio es muy bajo, será necesaria la aportación de arenas a la zona para así aumentar el ancho de la playa seca. Y para que dichas arenas no se vayan, siguiendo las corrientes hacia el sur, es necesaria la construcción de obras duras.

Es por ello, que se plantea la alternativa de la ejecución de los 3 pequeños espigones perpendiculares a la línea de costa, con la punta en forma de “L”, comentados en la alternativa 3, pero añadiendo una alimentación artificial.

Se observa así, como además de aumentar el ancho por la reorganización de las arenas acumuladas en los tómbolos, aumenta el ancho de playa seca por la alimentación y se mantendría relativamente constante en el tiempo.

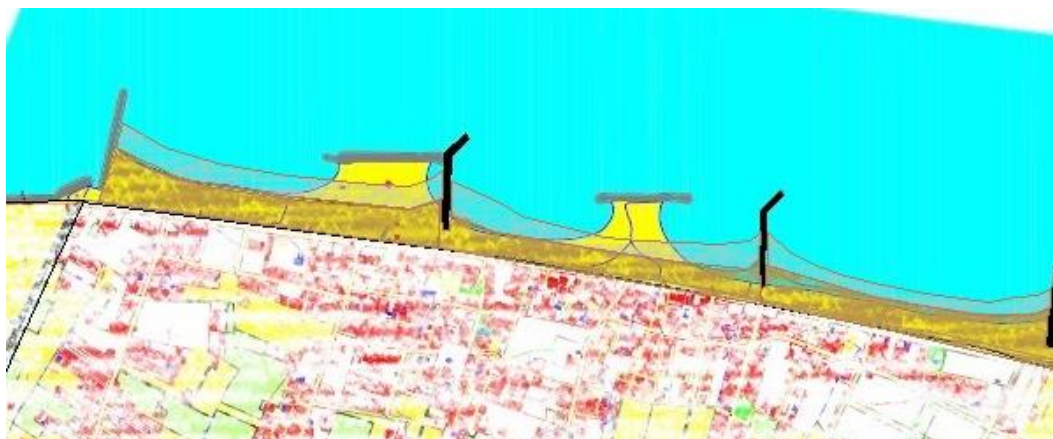


Figura: Se muestra la alternativa 5.

3.1.3 Alternativa 6 – Alternativa 4 + alimentación artificial

Lo mismo ocurrirá en este caso, las obras duras comentadas en la alternativa 4 harán de sujeción para el aporte de arenas que se realice de manera artificial, aumentando el ancho de playa.

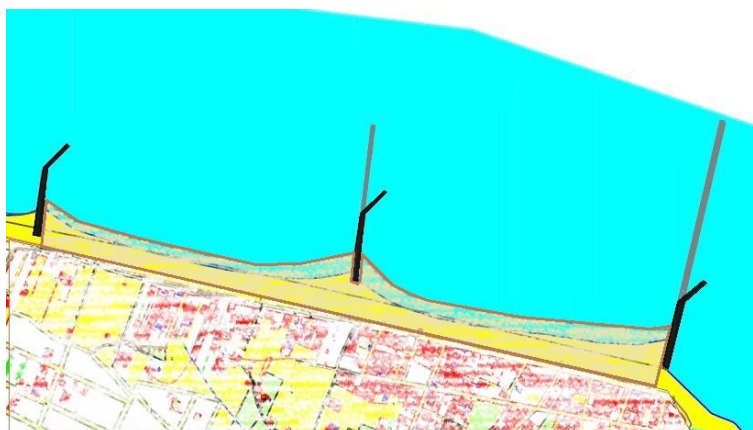


Figura: Se muestra la alternativa 6.

3.1.4 Alternativa 7 – Diques exentos + alimentación artificial

Observando el buen comportamiento que ha tenido la colocación de los diques exentos junto con la alimentación artificial en la Playa de Ben-Afelí, que mantiene las gravas de la alimentación artificial a lo largo del tiempo, se plantea la colocación de dos diques exentos en la playa de La Torre, de forma que se formen tómbolos.

Para ello, y manteniendo las estructuras de los dos diques exentos ya existentes, se ha dividido la distancia hasta el espigón de más al sur en tres trozos, es decir 2.158 metros en tres partes, para que la recesión que crea un tómbolo se compense con la acumulación de arenas del siguiente, hasta el último espigón del sur, y se obtiene que las estructuras existentes están situadas justo a un tercio de la distancia, 720 metros entre ellas, por lo que sería cambiar la estructura.

Siguiendo el método comentado anteriormente de Ming-Chiew, se plantean dos diques de 125 metros de longitud, situados a una distancia de 95 metros, de esta manera $125/95=1,31>1,25$, por lo que se creará un tómbolo.



Figura: Se plantea la alternativa 7.

Según lo observado en el comportamiento de la playa de Ben-Afelí, desde que se construyeron los tómbolos y se realizó la alimentación artificial en el año 1.965, ha permanecido la arena acumulada tras los diques, por lo que si se realiza la misma operación en la playa de La Torre, se supone que seguirá el mismo comportamiento.

El espigón de más al sur puede dejarse como está, con una longitud de 590 metros, o reducirse a un espigón en forma de “L” para impedir que los sedimentos se vayan de la playa.

En el caso de que esta alternativa resultara la idónea se especificarían los parámetros de los diques exentos, el ancho, materiales y altura sobre el nivel del mar, así como el volumen de material para la alimentación artificial, así como su origen y la manera de transportarlo.

3.1.5 Alternativa 8 – By Pass, instalación fija

La siguiente obra blanda que se propone es el trasvase de arenas o ByPass, cuyo objetivo es restablecer la corriente de transporte cuando es interrumpida por la presencia de barreras. En este caso, el Puerto de Castellón es la barrera impermeable que interrumpe de forma prácticamente total el transporte de los sedimentos hacia nuestra zona de estudio, es por ello, que se propone la realización de un trasvase de arena mediante una instalación fija, cuya zona de carga sea en la zona sumergida de la playa El Pinar, cuyo ancho en la zona limítrofe con el puerto es de 180 metros de playa seca.

El transporte se realizaría por vía terrestre, para mayor facilidad de reparaciones y para no influir al tráfico marítimo.

Esta opción tiene las ventajas de que es una actividad sostenible, ya que no son necesarias constantes alimentaciones, se pueden gestionar los volúmenes a lo largo del año, se puede variar el punto de vertido, además de que es independiente de las condiciones climatológicas o de la disponibilidad de las dragas.

Como inconvenientes, se tienen los problemas de abrasión que se dan en el interior de las tuberías debido al transporte de los materiales, así como su elevado coste de implantación.

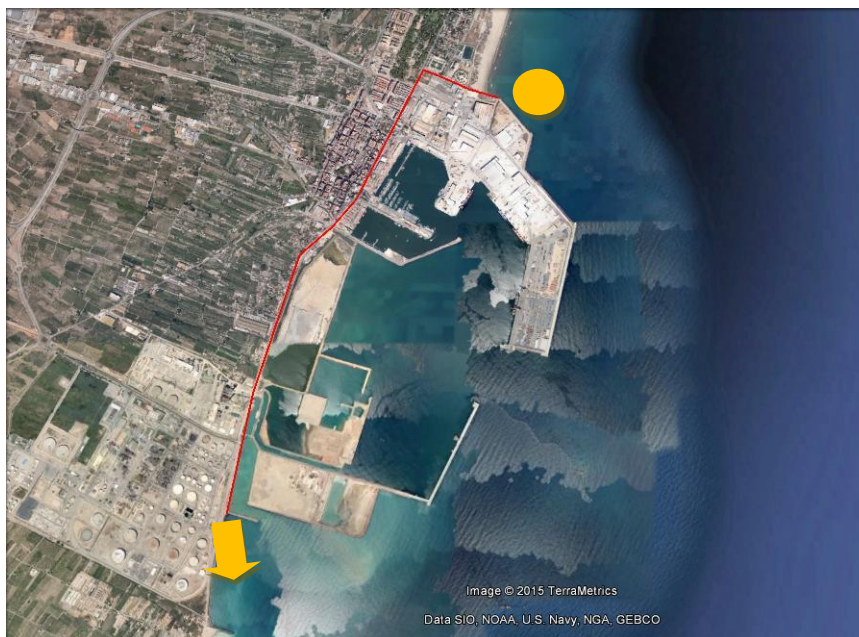


Figura: Se plantea la alternativa 8.

3.1.6 Alternativa 9 – Regeneración dunar

La propuesta ideal sería aquella que simulara la forma natural de las playas originales, anteriormente a la construcción del Puerto de Castellón, y anterior también a todas las viviendas construidas a primeras líneas de playas, para así conseguir una playa con el ancho necesario para absorber el efecto de los temporales, de manera que el paso de perfil de calmas a perfil de temporales pueda ser asumido por la propia playa, así como la presencia de un cordón dunar, estabilizado, con capacidad de dar respuesta a situaciones de temporal extraordinario, con una cota muy superior a la cota de inundación.

4. CRITERIOS DE VALORACIÓN

A continuación, se van a definir los criterios que se tendrán en cuenta para relacionar y realizar una comparativa entre las distintas alternativas que propongamos.

2.8. Funcionalidad

El primer criterio que se valorará es la funcionalidad de la estructura, es decir, que cubra la necesidad planteada en el estudio.

En este caso, la alternativa que se elija deberá, como mínimo, garantizar que en caso de temporales extremos, tanto el agua del mar como la arena de la propia playa, no rebase el muro existente ni alcance la carretera colindante.

Se valorará mejor aquella alternativa que además de impedir lo comentado anteriormente, dote a las playas de un mayor ancho, que conlleva de manera implícita una mayor protección.

Así mismo, desde un punto de vista estructural, la solución proyectada deberá resistir las cargas, tanto del oleaje como del viento, ya sea en fase de ejecución, como en fase de explotación.

2.9. Construcción

El segundo criterio es la construcción, haciendo referencia a los métodos constructivos empleados para la ejecución de la estructura de cada alternativa.

Se valorarán más positivamente aquellos métodos que presenten menor dificultad de construcción, plazos más cortos y menos uso de recursos.

2.10. Conservación

El siguiente criterio se refiere a las fases de uso, explotación y conservación de la estructura.

Se valorará tanto más positivamente una alternativa cuanto menor sea su gasto de conservación y la complejidad para conservar la infraestructura.

2.11. Impacto Ambiental

Este criterio consiste en valorar el impacto ambiental producido en la zona tanto en la fase de construcción como en la de explotación y debe ser el menor posible, intentando siempre que la estructura quede totalmente integrada en el resto del paisaje, y tomando medidas en caso de que no se cumpliera.

En el análisis multicriterio que se realice se debe tener en cuenta el factor ambiental, y en el *Documento nº6: Estudio de Impacto Ambiental*, se realiza un estudio de los impactos que generan las alternativas, por si se tienen que establecer medidas para paliarlos e incluirlas en el proyecto de explotación.

2.12. Estética

En cuanto a la estética o la percepción visual de los usuarios del conjunto de la obra, no es el criterio que más se valorará, pero también quedará incluido en el análisis multicriterio.

2.13. Economía

Las obras marítimas requieren de un elevado presupuesto para su correcta ejecución. En este caso, al tratarse de un trabajo académico, se va a tener en cuenta el aspecto económico, pero en ningún lugar va a ser una limitación.

En esta valoración se tendrá en cuenta tanto el coste de los materiales, como el de la mano de obra, maquinaria, o transporte de materiales, dando así una visión global del coste total de la obra.

Se valorarán más positivamente aquellas alternativas, que cumpliendo los requisitos básicos, sean más económicas.

5. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En primer lugar se va a proceder a evaluar las alternativas de manera cualitativa, con los conocimientos adquiridos a lo largo del máster, planteando las ventajas y los inconvenientes de cada una de ellas.

Si a pesar de ello, no se ha escogido la alternativa óptima, se realizará la evaluación mediante un método multicriterio denominado Pres, elaborado por el profesor E.G.Senent, de la UPV, en el que se relacionan las alternativas con los criterios de valoración descritos anteriormente, el cual nos ayudará a escoger las dos alternativas óptimas, de las cuales, en el Documento nº5: Estudio de Impacto Ambiental, se han identificado, caracterizado y valorado los efectos que las acciones del proyecto generan sobre los distintos factores del Medio, y se ha escogido como óptima aquella que genera menor impacto.

La **alternativa 0 – no actuación**, supondría la continuidad con los problemas de invasión de los materiales (arena y agua) a la carretera, por lo que no se va a tener en cuenta en el análisis multicriterio.

La **alternativa 1 – malecones**, exclusivamente cumple con la función de protección de la carretera colindante, ya que no aumenta el ancho de playa. Se podría gastar como complemento a otra alternativa, ya que por sí sola cumple muy justa los objetivos fijados de funcionalidad.

La **alternativa 2 – diques exentos**, podría servir como solución para la playa de Ben-Afelí, aunque se quedaría incompleta la adecuación del frente litoral.

Las **alternativas 3 y 4 – espigones en “L” en Ben-Afelí y en La Torre**, respectivamente, las descartamos directamente, ya que la construcción sería muy costosa para los resultados que se obtendría.

Estas actuaciones, sin un aporte de arenas, no solucionarían ni el objetivo de proteger la carretera, ni aumentaría el ancho de playa.

Las **alternativas 5 y 6** solucionan el problema planteado por las alternativas 3 y 4, por lo que podrían ser la solución.

La **alternativa 7 – diques exentos + alimentación artificial**, sería viable, ya que al realizarse una alimentación artificial aumentaría el ancho de la playa seca, y al construirse dos diques exentos, en previsión de que se formen tómbolos, la arena quedaría retenida, por lo que se habría protegido la playa.

En cuanto a la **alternativa 8 – ByPass**, se conoce que únicamente es rentable en el caso de que la distancia a recorrer en el trasvase de los materiales sea inferior a 2 km de separación. En este caso, la longitud de la tubería es de 4,5 km, por lo que esta alternativa queda descartada del análisis.

Para poder llevar a cabo la **Alternativa 9 – regeneración dunar**, seguramente sería necesaria la retirada de la carretera, y probablemente la expropiación de las primeras casas, que, a pesar de ser segundas viviendas, crearía excesivos conflictos sociales, ya que el ancho de las playas existentes no es suficiente como para albergar dicho cordón dunar. Por esto, a pesar de ser la solución ideal, queda descartada de este análisis.

A modo de resumen, las alternativas que siguen en el proceso de selección como la solución óptima son las que se muestran:

	Descripción
Alternativa 1	Malecones
Alternativa 2	Diques exentos
Alternativa 5	Espigones en “L” en Ben-Afelí + alimentación artificial
Alternativa 6	Espigones en “L” en La Torre + alimentación artificial
Alternativa 7	Diques exentos + alimentación artificial

Tabla: Se muestran las alternativas para una posible solución.

En cuanto a la valoración de las alternativas restantes, y como ya se ha comentado, se va a utilizar el método de evaluación multicriterio PRES, que fue desarrollado en la Universidad Politécnica por el profesor Eliseo Gómez Senent. Este método trata de determinar la alternativa más favorable desde el punto del análisis comparado con el resto de las alternativas posibles. Esto es, establece las relaciones entre alternativas para todos y cada uno de los criterios establecidos para el estudio de soluciones. De esta manera el método promulga la elección óptima en aquella alternativa que es mejor que las demás en el mayor número posible de criterios y es la que tiene menores debilidades frente a las restantes.

a) Datos de partida

En primer lugar se valora numéricamente lo que ofrece cada alternativa, en función de lo explicado en el planteamiento y valoración cualitativa de las mismas.

	Funcionalidad	Construcción	Conservación	Imp. Ambiental	Estética	Economía
A1	5	9	8	8	5	9
A2	7	6	7	7	8	7
A5	10	5	7	7	8	6
A6	10	6	7	7	8	7
A7	10	8	7	7	8	8

Tabla: Datos de partida en el método Pres.

b) Establecimiento de criterios y pesos específicos: C_j y P_j .

Dado que no todos los criterios tienen la misma importancia a la hora de evaluar un proyecto, se asigna un peso a cada criterio, para cuantificar dicha importancia.

Los pesos de cada criterio se fijan haciendo uso de la lógica, del sentido común y de la experiencia del proyectista.

En este caso, se ha considerado que la funcionalidad de la estructura es el objetivo más importante que debe cumplirse, debido a que, es el objetivo del proyecto, solucionar el problema existente, otorgándole el máximo valor.

En segundo lugar, se le ha dado una mayor importancia al impacto ambiental que dicha alternativa genere en el medio, al que se le asigna un valor de 0,8.

La facilidad de construcción y la conservación se han ponderado con un mismo valor, en tercera posición, ya que esto ocasionará mayores costes a lo largo de su vida útil si no se realiza bien, por lo que su funcionalidad bajará y el coste económico aumentará, por lo que se les asigna un peso de 0,6.

Se ha ponderado a continuación el factor económico, puesto que se trata de un proyecto académico y no se va a emplear dinero, sino que se pretende solucionar el problema existente, es por ello que se le otorga un peso de 0,5.

Y por último la estética, se considera el factor menos importante a tener en cuenta, ponderándolo con un valor de 0,2.

	Funcionalidad	Construcción	Conservación	Imp. Ambiental	Estética	Economía
Peso	1	0,6	0,6	0,8	0,2	0,5

Tabla: Pesos para cada criterio.

c) Valoración de criterios para cada una de las alternativas: X_{ij} .

Se valoran las alternativas en función del peso que se le ha otorgado a cada criterio.

	Funcionalidad	Construcción	Conservación	Imp. Ambiental	Estética	Economía
Peso	1	0,6	0,6	0,8	0,2	0,5
A1	5	9	8	8	5	9
A2	7	6	7	7	8	7
A5	10	5	7	7	8	6
A6	10	6	7	7	8	7
A7	10	8	7	7	8	8
Xj max	10	9	8	8	8	9

Tabla: Valoración de los criterios.

d) Determinación de la matriz de valoración.

Dada por la expresión:

$$Q(i, j) = \frac{X_{ij}}{X_{j \max}} * P_j$$

Donde X_{ij} es el valor obtenido por la alternativa X_i para el criterio C_j y $X_{j \max}$ el valor máximo de puntuación para el mismo criterio.

	Funcionalidad	Construcción	Conservación	Imp. Ambiental	Estética	Economía
A1	0,50	0,60	0,60	0,80	0,13	0,50
A2	0,70	0,40	0,53	0,70	0,20	0,39
A5	1,00	0,33	0,53	0,70	0,20	0,33
A6	1,00	0,40	0,53	0,70	0,20	0,39
A7	1,00	0,53	0,53	0,70	0,20	0,44

Tabla: Matriz de valoración.

e) Determinación de la matriz de dominación.

Estos valores vienen dados por la suma de las diferencias de los valores para cada criterio y alternativas. La matriz responde a la siguiente expresión:

$$T(i, j) = \sum_{k=1}^n [Q(i, k) - Q(j, k)]$$

Siendo siempre $Q(i, k) > Q(j, k)$ evitando diferencias negativas.

A1	0	0,49	0,61	0,49	0,30
A2	0,28	0	0,12	0	0
A5	0,58	0,30	0	0	0
A6	0,58	0,30	0,12	0	0
A7	0,58	0,49	0,31	0,19	0

Tabla: Matriz de dominación.

f) Se obtienen los valores D_i como suma de las filas de la matriz de dominación y d_i como suma de las columnas correspondientes.

						D_i
	0	0,49	0,61	0,49	0,30	1,88
	0,28	0	0,12	0	0	0,40
	0,58	0,3	0	0	0	0,88
	0,58	0,3	0,12	0	0	1,00
	0,58	0,49	0,31	0,19	0	1,56
d_i	2,00	1,58	1,16	0,68	0,30	

Tabla: Obtención de los coeficientes D_i y d_i .

g) El método concluye en la determinación, para todas las alternativas, de la relación entre D_i y d_i siendo la solución óptima el valor máximo.

$$\text{Máx} \left[\frac{D_i}{d_i} \right]_{i=1}^{i=n}$$

A1	0,94
A2	0,25
A5	0,75
A6	1,48
A7	5,26

Tabla: Relación Di /di.

Este valor, presentado de forma ordenada, facilita la posición final de cada una de las alternativas estudiadas siendo la primera de ellas la que se puede considerar óptima a la vista de todos los criterios y pesos incluidos a lo largo del proceso de toma de decisión.

A7	5,26
A6	1,48
A1	0,94
A5	0,75
A2	0,25

Tabla: Relación Di /di ordenada de mayor a menor.

Como se aprecia en los coeficientes obtenidos, la alternativa que se considera óptima es la Alternativa 7, que consiste en la construcción de dos diques exentos en la Playa de La Torre, junto con una alimentación artificial en la misma.

6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Como resultado del análisis y teniendo en cuenta el conjunto de criterios de valoración considerados, se propone como solución más adecuada la alternativa 7.

La actuación consiste en la ejecución de dos diques exentos nuevos en sustitución de los dos espigones transversales actuales y la regeneración de la playa mediante la aportación de gravas.

Los diques exentos se dispondrán en el mismo lugar en el que actualmente se encuentran situados los dos espigones perpendiculares a la línea de costa, de manera que mediante el aporte artificial de gravas, se forme una playa con el ancho suficiente para soportar los temporales.

El espigón situado más al sur no se modificará, ya que, como se ha comentado, el transporte sólido litoral es muy pequeño, por lo que el espigón no interceptará sedimentos. Así mismo, se intenta proteger la Desembocadura del Río Mijares, ya que es un lugar importante desde el punto de vista Medio Ambiental, por lo que si no se realiza el desmantelamiento del dique ni la construcción de otro en su lugar, tanto la calidad de las aguas, como la fauna y flora del lugar, se verán menos afectadas.

De esta manera, la playa de Ben-Afelí permanecerá sin modificaciones, mientras que las actuaciones se centrarán en la playa de La Torre.



Figura: Se muestra la solución escogida.