



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Estudio de Soluciones para la Ampliación del Puerto de Altea (Alicante). Obras de Abrigo y Ordenación Interior.

ANEXO VIII:

Estudio de Soluciones de la Configuración Marítima del Puerto

Índice:

1. OBJETO.....	3
2. ALTERNATIVAS PROPUESTAS	3
2.1 Alternativa 0.....	4
2.2 Alternativa I.....	4
2.3 Alternativa II.....	6
2.4 Alternativa III.....	8
3. ANÁLISIS MULTICRITERIO	9
4. COEFICIENTES DE PONDERACIÓN.....	12
5. VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	13
6. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA	14
7. REFERENCIAS.....	15

Índice de figuras:

Figura 1. Zona LIC	3
Figura 2. Alternativa 0	4
Figura 3. Alternativa I	6
Figura 4. Alternativa II	7
Figura 5. Alternativa III	9
Figura 6. Artículo 42, Capítulo II, Proyectos y obras. Ley 22/1988, de 28 de Julio	11

Índice de tablas:

Tabla 1. Amarres nuevos Alternativa I	5
Tabla 2. Comparación amarres actuales y futuros Alternativa I	5
Tabla 3. Amarres nuevos Alternativa II	6
Tabla 4. Comparación amarres actuales y futuros Alternativa II	7
Tabla 5. Amarres nuevos Alternativa III	8
Tabla 6. Comparación amarres actuales y futuros Alternativa III	8
Tabla 7. Coeficientes de ponderación.....	12
Tabla 8. Puntuación para cada valoración	13
Tabla 9. Valoración de cada alternativa.....	14
Tabla 10. Valoración final de cada alternativa	14

1. Objeto

La finalidad de este anexo es exponer diferentes alternativas para la configuración marítima tanto el diseño en planta como la reordenación interior para la ampliación del puerto deportivo de Altea y, después de realizar un estudio de todas ellas, se escogerá como solución final la óptima.

Para la elección, se va a realizar un análisis multicriterio, aplicando a cada criterio un coeficiente de ponderación, en función de la importancia.

Para la realización de todas las alternativas se han utilizado los datos obtenidos en anexos anteriores y, por tanto, todas ellas tienen un diseño adecuado.

2. Alternativas propuestas

En los subapartados que siguen, se plantean varias alternativas para la realización de la ampliación del puerto deportivo. Se desarrollará cada una de ellas, de manera que se pueda realizar después de un análisis multicriterio para elegir la mejor solución.

Cabe destacar que en todas ellas se ejecutará el relleno del dique o contradique para proceder a su rehabilitación y que pueda ser reutilizado como muelle de amarre de las embarcaciones. La nueva dársena acogerá a los buques de mayores esloras, entre 15 y 25 metros, por los cuales se lleva a cabo dicha ampliación.

Además, en todas las alternativas propuestas se ha intentado evitar lo máximo posible que se invadiera la zona LIC (Lugar de Importancia Comunitaria), zona protegida que se ubica al este del dique actual.



Figura 1. Zona LIC. (Fuente: <https://visor.gva.es>)

2.1 Alternativa 0

Cabe la posibilidad de que no resulte rentable realizar la obra y, como consecuencia, no se realice la ampliación del puerto para dar servicio a embarcaciones deportivas de mayores esloras. Así pues, se debe estudiar la posibilidad de que el puerto se quede tal y como está actualmente.

La plana del puerto será la actual, y se estudiará más adelante su valoración en el análisis multicriterio.



Figura 2. Alternativa 0. (Fuente: Elaboración propia)

2.2 Alternativa I

Esta alternativa consiste en ampliar el espacio portuario mediante la construcción de un nuevo contradique, paralelo al actual, pero desplazado hacia el sur. De esta manera, no se modifica la dársena interior actual. El actual contradique se rehabilitaría realizando un relleno y convirtiéndolo así en un nuevo muelle para que puedan amarrar las embarcaciones. Además, se generarían nuevos espacios verdes, zonas de aparcamiento cubierto al norte del nuevo contradique y zonas de talleres para la reparación y mantenimiento de los barcos.

Esta nueva geometría hace que el puerto siga estando protegido frente al oleaje y, por lo tanto, se consigue una dársena segura para el uso recreativo de las embarcaciones.

El número de amarres nuevos es el que se muestra a continuación:

Tipo embarcación	Eslora (m)	Nº amarres
Yate	15	45
Yate	18	78
Yate	25	64

Tabla 1. Amarres nuevos Alternativa I. (Fuente: Elaboración propia)

Por tanto, en esta alternativa se crean un total de 187 amarres nuevos, siendo todos ellos para embarcaciones con esloras superiores a las que ofrece el puerto en la actualidad.

Actual		Ampliación	
Eslora (m)	Nº amarres	Eslora (m)	Nº amarres
< 8	64	< 8	64
8	60	8	60
10	92	10	92
12	103	12	103
15	45	15	90
18	5	18	83
25	0	25	64
TOTAL	369	TOTAL	556

Tabla 2. Comparación amarres actuales y futuros Alternativa I. (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la gasolinera debería dar servicio tanto a la dársena Norte como a la dársena Sur. Actualmente hay una ubicada en el linde entre el espacio ocupado por el Club Náutico y el antiguo puerto pesquero. Por lo tanto, se colocaría otro surtidor de gasolina y gasoil, en el nuevo contradique para dar servicio a la nueva dársena y que las embarcaciones de mayor eslora no tengan que acceder a la antigua.



Figura 3. Alternativa I. (Fuente: Elaboración propia)

2.3 Alternativa II

La alternativa II presenta una geometría similar a la alternativa I, con la diferencia de que, en este caso, además de construir un nuevo contradique y rehabilitar el actual, se alarga el dique de Poniente paralelo a la costa, generando una nueva dársena interior y quedando de esta manera más protegida frente al oleaje que en la propuesta anterior. La diferencia de amarres creados en ambas soluciones es muy pequeña ya que en esta se generan solo tres amarres más.

El número de amarres nuevos es el que se muestra a continuación:

Tipo embarcación	Eslora (m)	Nº amarres
Yate	15	45
Yate	18	82
Yate	25	64

Tabla 3. Amarres nuevos Alternativa II. (Fuente: Elaboración propia)

Por tanto, en esta alternativa se crean un total de 191 amarres nuevos, siendo todos ellos para embarcaciones con esloras superiores a las que ofrece el puerto en la actualidad.

Actual		Ampliación	
Eslora (m)	Nº amarres	Eslora (m)	Nº amarres
< 8	64	< 8	64
8	60	8	60
10	92	10	92
12	103	12	103
15	45	15	90
18	5	18	87
25	0	25	64
TOTAL	369	TOTAL	560

Tabla 4. Comparación amarres actuales y futuros Alternativa II. (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la gasolinera se opta por la misma solución que la anterior, por lo que se colocaría otro surtidor de gasolina y gasoil, en el nuevo contradique para dar servicio a la nueva dársena y que las embarcaciones de mayor eslora no tengan que acceder a la antigua.



Figura 4. Alternativa II. (Fuente: Elaboración propia)

2.4 Alternativa III

Esta alternativa consiste en la construcción de una nueva dársena ubicada al este de la actual. Se verían afectados los dos tramos del dique actual ya que para poder llevar a cabo esta solución se debe demoler el muro y el espigón del dique paralelo a la costa y poder reconvertirlo en un muelle donde puedan atracar las embarcaciones.

También se debe resolver la transición entre el dique con dirección sureste que no se modificaría y el nuevo dique perpendicular a la dirección de la costa para unificar el puerto y permitir el acceso a la nueva dársena. Como se crea una nueva zona de atraque, es necesario ampliar los accesos para poder entrar en ella y disponer de un aparcamiento. En el muelle Norte, se ampliaría considerablemente la superficie terrestre para más zonas de talleres y un mayor número de aparcamientos.

Por otra parte, es la que mayor impacto visual crea desde el punto de vista de la playa situada al norte del puerto, haciendo que, si se mira al horizonte desde esta, se ve mayoritariamente el nuevo dique.

En esta opción, al realizar la ampliación del puerto hacia el este, el final del dique linda con la zona LIC mencionada anteriormente. Por lo tanto, esta solución puede causar un gran impacto ambiental afectando a las praderas de posidonia oceánica, sobre todo durante la ejecución de las obras. Se trata de una planta muy exigente en sus requerimientos ecológicos, no tolera grandes variaciones de salinidad y puede considerarse una planta indicadora de aguas limpias, bien oxigenadas y exentas de contaminación. Estas condiciones se verían afectadas por el movimiento marino que generarían las obras pudiendo provocar su muerte.

El número de amarres nuevos es el que se muestra a continuación:

Tipo embarcación	Eslora (m)	Nº amarres
Yate	15	45
Yate	18	85
Yate	25	61

Tabla 5. Amarres nuevos Alternativa III. (Fuente: Elaboración propia)

Por tanto, en esta alternativa se crean un total de 191 amarres nuevos, siendo todos ellos para embarcaciones con esloras superiores a las que ofrece el puerto en la actualidad.

Actual		Ampliación	
Eslora (m)	Nº amarres	Eslora (m)	Nº amarres
< 8	64	< 8	64
8	60	8	60
10	92	10	92
12	103	12	103
15	45	15	90
18	5	18	90
25	0	25	61
TOTAL	369	TOTAL	560

Tabla 6. Comparación amarres actuales y futuros Alternativa III. (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a la gasolinera actual hay una ubicada en el linde entre el espacio ocupado por el Club Náutico y el antiguo puerto pesquero que solo da servicio a la antigua dársena. Por lo tanto, se colocaría otro surtidor de gasolina y gasoil, en el nuevo muelle ubicado más al este para dar servicio a la nueva dársena.

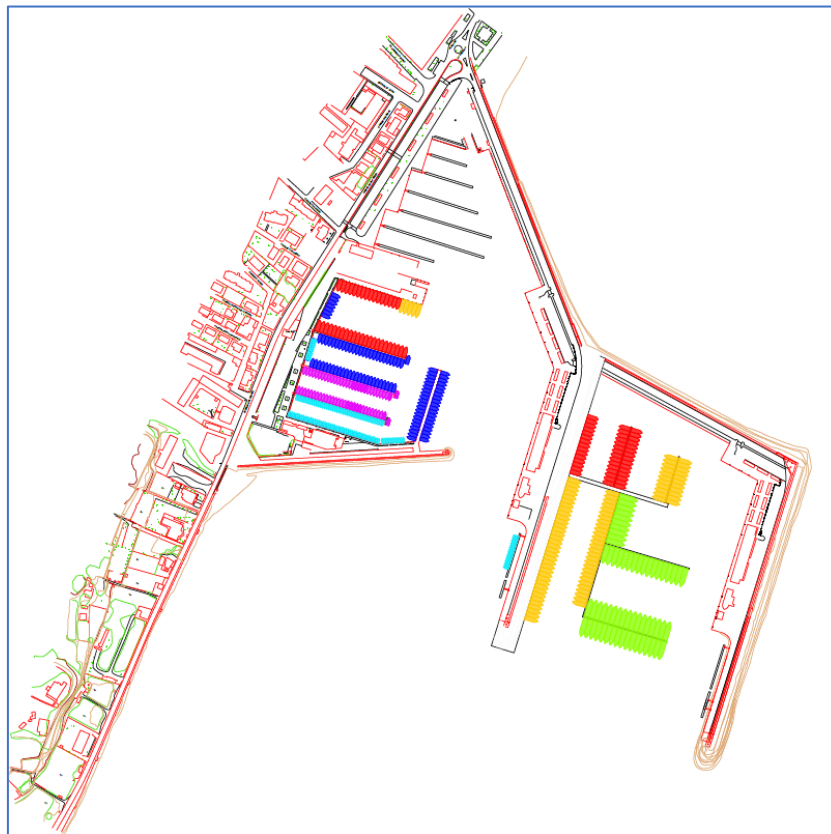


Figura 5. Alternativa III. (Fuente: Elaboración propia)

3. Análisis multicriterio

La selección de la mejor alternativa se realizará a partir del análisis multicriterio, que es una herramienta muy útil que permite emitir un juicio comparativo entre las alternativas. El análisis multicriterio nace como herramienta para analizar fenómenos complejos y no repetibles. Es un método que permite orientar la toma de decisiones tomando vario criterios comunes. Su objetivo es alcanzar una solución mediante la simplificación del problema.

Para la realización del análisis multicriterio se deben definir una serie de criterios que resalten las diferencias entre las distintas alternativas propuestas y que permita jerarquizarlas, dado que el objetivo de este estudio comparativo es encontrar aquella alternativa que resulte más adecuada.

Condicionantes económicos:

El condicionante económico es muy importante cuando se va a diseñar y proyectar una obra civil, pero hay que decir que normalmente la obra de un puerto deportivo no presenta las características de una obra civil en la que se busca, en la mayoría de los casos, soluciones que se buscan básicamente economía y seguridad. Este tipo de obras que se va a proyectar, buscan además de los aspectos anteriores, se centran en buscar un cierto tipo de atractivo visual y debe ser capaz de proporcionar a usuarios o no usuarios unos servicios característicos, que son aspectos que no van ligados a los de la economía. Por tanto, se deberá intentar que los costes se reduzcan, siempre que construyendo eficazmente no se supere las necesidades establecidas y sin derrochar los medios de los que se dispone.

Condicionantes funcionales:

El puerto deportivo será ampliado admitiendo una mejora en la organización del mismo. Los condicionantes generales van relacionados con la existencia de una buena accesibilidad tanto por tierra como por agua, además de prever el espacio libre necesario para la navegabilidad interior del puerto y con la disposición de espacios suficientes para que esta se pueda realizar con éxito. Los dos últimos aspectos están relacionados tanto con la agitación interior como con los canales de navegación. Con respecto al uso deportivo, estos son los aspectos importantes:

- ⇒ Disponibilidad de suficiente superficie marítima como para poder disponer los amarres que se prevén en el Estudio de Demanda.
- ⇒ Disponibilidad de suficiente superficie terrestre para disponer de una zona de aparcamiento para los usuarios del puerto.
- ⇒ Existencia de servicios asociados a instalaciones náuticas como repostaje de combustible, servicios de restauración y ocio, etc.

Al tratarse de la ampliación de un puerto deportivo, su objetivo principal es el aumento de amarres y su adaptación a la demanda actual. Por eso, dentro de estos condicionantes tendrá gran peso el número de amarres creados y la eslora de estos amarres.

Condicionantes ambientales:

La construcción de un puerto genera un gran impacto ambiental en el medio marino, afectando también al impacto visual, a la dinámica litoral y a las playas adyacentes. Al tratarse de una ampliación de un puerto ya consolidado, el impacto ambiental que se genera no debe empeorar gravemente la situación ya existente porque ya lo ha generado la obra actual.

No obstante, hay que tener presente que existe una gran zona LIC habitada por grandes praderas de posidonia oceánica a lo largo del litoral alicantino, que pueden verse afectadas durante la construcción de la ampliación.

Condicionantes técnicos:

Se tienen que cumplir todas las especificaciones técnicas necesarias, de forma que el dique sea capaz de soportar los temporales. Como ya se ha visto en el Anexo V: Clima Marítimo, el oleaje de mayor frecuencia e intensidad es el del este, por lo que se han de diseñar las obras de abrigo de forma que el puerto quede protegido frente a ellos. El dique actual cumple con esta función, y la bocana está orientada de manera que protege a las aguas abrigadas de las principales direcciones de oleaje, por lo que la ampliación seguirá la misma dirección ya que es la más favorable para el puerto. Cuanto más segura sea la entrada al puerto mejor se evaluará este condicionante.

Condicionantes estéticos:

Están relacionados con la sensación de armonía e integración que debe tener el puerto tras la ampliación con el conjunto existente. Por otra parte, si el puerto está bien diseñado, mejora la estética y la posibilidad de ocio de las zonas urbanas, aumentando el turismo y con ello, los condicionantes económicos.

Condicionantes legales:

Los condicionantes legales están expuestos en la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, publicado en el BOE número 181, de 29 de julio de 1988.

Los ámbitos que son de aplicación en este trabajo se describen en el Capítulo II de esta Ley. Se hace referencia a la protección y uso sostenible del litoral en el Artículo 42, en el que se escribe lo siguiente:

CAPÍTULO II **Proyectos y obras**

Artículo 42.

1. Para que la Administración competente resuelva sobre la ocupación o utilización del dominio público marítimo-terrestre, se formulará el correspondiente proyecto básico, en el que se fijarán las características de las instalaciones y obras, la extensión de la zona de dominio público marítimo-terrestre a ocupar o utilizar y las demás especificaciones que se determinen reglamentariamente. Con posterioridad y antes de comenzarse las obras, se formulará el proyecto de construcción, sin perjuicio de que, si lo desea, el petitionerario pueda presentar éste y no el básico acompañando a su solicitud.

2. Cuando las actividades proyectadas pudieran producir una alteración importante del dominio público marítimo-terrestre se requerirá además una previa evaluación de sus efectos sobre el mismo, en la forma que se determine reglamentariamente.

3. El proyecto se someterá preceptivamente a información pública, salvo que se trate de autorizaciones o de actividades relacionadas con la defensa nacional o por razones de seguridad.

4. Cuando no se trate de utilización por la Administración, se acompañará un estudio económico-financiero, cuyo contenido se definirá reglamentariamente, y el presupuesto estimado de las obras emplazadas en el dominio público marítimo-terrestre.

Figura 6. Artículo 42, Capítulo II, Proyectos y obras. Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas. (Fuente BOE nº181)

4. Coeficientes de ponderación

Los coeficientes de ponderación se utilizan para evaluar la importancia de un criterio frente a los demás. En este apartado se van a asignar diferentes coeficientes de ponderación a cada condicionante. Se establecerá un valor entre 0 y 5 a cada uno, siendo más relevante cuanto mayor sea el coeficiente asignado.

El **condicionante económico** es muy importante. Se deberán analizar la longitud de los diques, el uso de materiales y el procedimiento de construcción de las obras de abrigo. Por lo tanto, se le asigna un coeficiente de 5.

El **condicionante funcional** es otro aspecto muy importante, ya que es algo esencial en toda obra portuaria para que pueda llevarse a cabo cualquier actividad. Se establece un coeficiente de 5.

Al **condicionante ambiental** se le concede un coeficiente de ponderación de 4 puesto que tiene considerable importancia, sobre todo, por el impacto que produce la ampliación de este puerto sobre la zona LIC y, en menor medida, sobre la playa del Cap Blanc ubicada al sur del puerto. Hay que tener en cuenta los residuos producidos por las obras y la ocupación temporal de las playas próximas al puerto por maquinaria de dragado.

El **condicionante técnico** es imprescindible para el buen funcionamiento de la obra y garantizar el éxito del proyecto. Se deberá tener en cuenta los posibles temporales y la puesta en servicio. Se le atribuye un peso de 3, ya que todas las alternativas se han proyectado utilizando los mismos datos y, por lo tanto, no existirán grandes diferencias entre ellas.

Pese a que es de gran importancia integrar la obra en el entorno, al **condicionante estético** se le otorga un coeficiente de ponderación de 2 puesto que no debe ser determinante a la hora de elegir la mejor solución. No obstante, el puerto deportivo debe integrarse en un ambiente de instalación portuaria para garantizar a su vez la prestación de ciertos servicios tanto a usuarios como a no usuarios.

Por último, el **condicionante legal** es el más importante en cuanto a la ejecución de un proyecto de Obra Civil, ya que no se concibe la realización de un proyecto que no esté dentro de un marco legal de obligado cumplimiento. Ya que existe una obligación para el cumplimiento de normas y leyes en la realización de una ampliación portuaria, se le asigna un coeficiente de 5.

En la tabla siguiente se resumen los coeficientes asignados.

Condicionante	Coeficiente
Económico	5
Funcional	5
Ambiental	4
Técnico	3
Estético	2
Legal	5

Tabla 7. Coeficientes de ponderación. (Fuente: Elaboración propia)

5. Valoración de las alternativas

Para realizar la valoración de las alternativas se le asigna subjetivamente a cada una de ellas un valor de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 muy bueno. En caso de que el condicionante no afecte, se le asignará un valor de 0.

Valoración	Puntuación
Muy bueno	5
Bueno	4
Regular	3
Malo	2
Muy malo	1
No afecta	0

Tabla 8. Puntuación para cada valoración. (Fuente: Elaboración propia)

Para las tres alternativas, el **criterio legal** será posible evaluar y entregar todos los estudios y documentos para la posterior autorización. Por lo tanto, a falta de esta, la valoración es BUENA.

Desde el punto de vista **económico**, la solución de la alternativa I sería la más factible ya que el puerto no se modificaría en gran medida. Solo la construcción del contradique y los servicios afectados. Esta solución está cerca de la no actuación sin embargo desde el punto de vista económico es la más factible, por tanto, la valoración es BUENA. En cuanto a la alternativa II, se necesita realizar mayor obra para alargar el dique por lo que la solución es más costosa. La valoración es REGULAR. Por último, la alternativa III necesita de grandes obras para poder llevar a cabo la solución planteada, por lo que su valoración es MALA.

Atendiendo al **criterio funcional**, en las tres alternativas, se aumenta el número de amarres para embarcaciones de mayor eslora, sin prescindir de amarres para embarcaciones de menores dimensiones. Sin embargo, la alternativa I no está protegida frente a los oleajes provenientes del este, ya que la bocana queda abierta y sin protección, por lo que la nueva dársena sufriría considerables agitaciones cuando se produzcan temporales procedentes de levante. Las otras dos alternativas, en cambio, sí que disponen de un dique que proteja tanto la bocana como la dársena. Por tanto, la valoración para la alternativa I es REGULAR y para el resto, BUENA.

Continuando con el **criterio ambiental**, en las tres alternativas se respeta la playa del norte. La alternativa I y II amplían el puerto hacia el sur, por lo que no generan grandes impactos ambientales a la zona LIC, sin embargo, la alternativa III sí afecta en gran medida. Por tanto, la valoración es BUENA, BUENA y MUY MALA, respectivamente.

El **criterio técnico**, se busca evitar la incidencia de temporales y minimizarla. El dique y los contradiques se dimensionarán para la altura de ola en rotura, conservando la misma alineación actual. No obstante, como ya se ha mencionado en el criterio funcional, la alternativa I no está protegida frente a los oleajes provenientes del este. Por tanto, la valoración para la alternativa I es REGULAR y para el resto, MUY BUENA.

Desde el punto de vista **estético**, la solución I y II crea un espacio marítimo separado del existente que se comunica por la zona de servicios por lo que la valoración es MUY BUENA. En el caso de la alternativa III el nuevo dique genera un impacto visual para los visitantes de la playa norte por lo que su valoración es REGULAR.

En la siguiente matriz se muestra la valoración asignada a cada alternativa, teniendo en cuenta los distintos condicionantes.

	Alternativa 0	Alternativa I	Alternativa II	Alternativa III
Condicionantes económicos	0	4	3	2
Condicionantes funcionales	3	3	4	4
Condicionantes ambientales	4	4	4	1
Condicionantes técnicos	5	3	5	5
Condicionantes estéticos	4	5	5	3
Condicionantes legales	5	4	4	4

Tabla 9. Valoración de cada alternativa. (Fuente: Elaboración propia)

6. Elección de la alternativa

Finalmente, según las clasificaciones que se han realizado, se ha creado la siguiente matriz multicriterio que permite realizar un buen análisis, reflejando la ponderación de cada valoración con los pesos asignados a los diferentes condicionantes.

	Alternativa 0	Alternativa I	Alternativa II	Alternativa III
Condicionantes económicos	0	20	15	10
Condicionantes funcionales	15	15	20	20
Condicionantes ambientales	16	16	16	4
Condicionantes técnicos	15	9	15	15
Condicionantes estéticos	8	10	10	6
Condicionantes legales	25	20	20	20
TOTAL	79	90	96	75

Tabla 10. Valoración final de cada alternativa. (Fuente: Elaboración propia)

Tras analizar todas las alternativas, se observa que entre la alternativa I y la II hay muy poca diferencia, siendo la segunda un poco mejor. Por tanto, para realizar la obra se escoge la alternativa II, que es la más adecuada según todos los criterios expuestos.

7. Referencias

- ⇒ Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana, 2018. Disponible en: <https://visor.gva.es>
[consultado 12.08.2018]
- ⇒ BOE nº181. Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas, 2018. Disponible en: www.boe.es
[consultado 12.08.2018]