

# PUERTO DEPORTIVO EN CORCUBIÓN



## AUTOR

MARÍA MUÑOZ GALÁN

## PRESUPUESTO

- Presupuesto de ejecución material 4.619.801,23€
- Presupuesto base de licitación (con IVA) 6.467.721,12€

## LOCALIZACIÓN

Corcubión (A Coruña)

Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil

Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos



UNIVERSIDADE  
DA CORUÑA





## ÍNDICE DEL PROYECTO

### **DOCUMENTO Nº1. MEMORIA**

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

Anexo nº1: marco legislativo y administrativo

Anexo nº2: cartografía y batimetría

Anexo nº3: geología y geotecnia

Anexo nº4: Canteras y vertederos

Anexo nº5: clima terrestre

Anexo nº6: clima marítimo

Anexo nº7: estudio de viabilidad y demanda

Anexo nº8: dimensionamiento de la zona terrestre

Anexo nº9: dimensionamiento de la zona marítima

Anexo nº10: dimensionamiento de las secciones tipo

Anexo nº11: agitación interior

Anexo nº12: dinámica litoral

Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental

Anexo nº14: Estudio de Alternativas

Anexo nº15: Plan de Obra

### **DOCUMENTO Nº2: PLANOS**

1. Localización
2. Estado actual
3. Planta acotada
  - 3.1 Planta general acotada
  - 3.2 planta acotada zonas 1
  - 3.3 planta acotada zonas 2
  - 3.4 planta acotada ordenación amarres
4. Dique de abrigo
  - 4.1 planta
  - 4.2 Sección tipo
  - 4.3 perfil transversal S1
  - 4.4 perfil transversal S2
5. Dique flotante
  - 5.1 Planta y alzado
  - 5.2 perfil transversal
6. Muelle vertical
  - 6.1 planta
  - 6.2 sección tipo
  - 6.3 sección transversal
  - 6.4 rampa de varada
  - 6.5 sección transversal rampa de varada
7. Dragado
8. Canal de navegación
9. Firmes
  - 9.1 planta general
  - 9.2 planta aparcamiento zona sur
  - 9.3 planta aparcamiento zona norte
  - 9.4 tipos de firmes



10.Red de abastecimiento

11.Red de combustible

12.Red eléctrica

### **DOCUMENTO Nº3. PRESUPUESTO**

1. Mediciones

2. Presupuesto

3. Resumen del presupuesto



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Memoria descriptiva*



## **MEMORIA DESCRIPTIVA**



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Memoria descriptiva*

9º11'10.6" y 9º31'10.6" de longitud oeste  
42º50'04.5" y 43º00'04.4" de latitud norte

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente anteproyecto, titulado "Puerto Deportivo en Corcubión", surge como necesidad de cumplir los requisitos para superar la asignatura "Trabajo de Fin de Grado" y obtener así el título de Graduada en Ingeniería Civil de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Coruña.

## 2. ANTECEDENTES

La elección del presente anteproyecto surge por la carencia de instalaciones náutico-deportivas suficientes a lo largo de la denominada "Costa da Morte". Concretando, la trayectoria entre los puertos deportivos más próximos a Corcubión supone aproximadamente un día de viaje por mar.

Otra de las finalidades es acabar con el desorden existente en la flota actualmente fondeada en la Ensenada de Corcubión, encontrándose tanto embarcaciones deportivas como pesqueras fondeadas en la misma zona.

No obstante, ya no solo es necesario colocar unos cuantos amarres, sino que la idea surge como medio de satisfacción de las nuevas necesidades de los usuarios, así como un medio para potenciar el sector servicios de la zona.

Por tanto y a modo de conclusión, este proyecto surge como idea de proporcionar tanto amarres para embarcaciones de grandes y pequeñas esloras como instalaciones portuarias en condiciones de satisfacer todas las necesidades que surjan, tanto por parte de los usuarios como de la población de los alrededores.

## 3. SITUACIÓN ACTUAL

El puerto de Corcubión actualmente se encuentra en una situación de desorden que surge del fondeo mixto entre embarcaciones pesqueras y deportivas, pues cada embarcación fondea donde quiera sin existir regulación o control alguno.

Además, carece de zona de amarres para embarcaciones deportivas, pues solo tiene un pantalán colapsado y cuyo uso queda reducido a las embarcaciones auxiliares de barcos pesqueros. Esta situación lleva a que todos aquellos viajeros por mar que quieran visitar la zona deberán fondear en la ría de Corcubión, alejados del puerto y del abrigo, lo cual supone un impedimento para ellos y, por tanto, una pérdida de ingresos para la zona.

En cuanto al acceso al municipio, se puede realizar desde La Coruña por la AC-552 (se puede coger esta vía desde el principio o bien tomando la AG-55, que une con el nuevo tramo de autovía Carballo-Baio y comunica posteriormente con la AC-552) o desde Santiago de Compostela tomando la AC-550.

## 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Para llevar a cabo el estudio geológico se ha recurrido a la hoja del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en la que se encuadra el área de estudio: la hoja 02-07 Finisterre del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, área situada en el extremo Oeste de Galicia Occidental, dentro de la provincia de La Coruña, y viene delimitada por las siguientes coordenadas:

El estudio en profundidad se puede encontrar en el anexo "Estudio Geológico y Geotécnico".

## 5. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

Siempre que se quiere llevar a cabo la construcción de una instalación, bien será portuaria o bien de otro carácter, es necesario realizar un estudio de viabilidad y demanda, para comprobar que realmente es rentable dicha instalación.

En este caso, se puede ver en el anexo correspondiente al "Estudio de viabilidad y demanda" las características de la zona y las necesidades a satisfacer. Como conclusión en el anexo, se deduce que el puerto a realizar deberá tener no menos de **195** plazas de amarre, con las instalaciones en tierra asociadas necesarias.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

La construcción del dique de escollera de 130m de longitud albergará, junto con un dique flotante de 180m de longitud, una superficie de agua de aproximadamente 60,087 m<sup>2</sup>, en la que se ubicarán 195 plazas de embarcaciones de recreo y 18 plazas para embarcaciones de pesca.

La actuación implica una ampliación de la explanada actual de 4302,6 m<sup>2</sup>. La explanada se ejecutará mediante relleno todo uno, en una parte ganada al mar, intentando adaptar el borde de la misma a la cota +8m respecto la BMVE. La explanada quedará dividida en dos zonas diferenciadas, una situada al norte de la dársena, conectada con el dique flotante y en la que se albergará un aparcamiento, un nuevo edificio de capitanía, unos vestuarios y una nueva oficina portuaria. Además, se ubicará en esta explanada la plaza de descarga y la entrada a los pantalanes, así como el acceso a las embarcaciones de pesca.

La otra parte de la explanada se encuentra ubicada en el puerto actual, con una pequeña ampliación que permite ubicar la zona de reparación, varada y almacenaje, zona de ocio y aparcamiento, además de una rehabilitación del club de vela y albergar los edificios ya existentes del restaurante club Carrumeiro, la lonja y la oficina de turismo.

En cuanto al firme, la zona pavimentada contará con una capa de relleno seleccionado de aproximadamente 1m de espesor; además, contará con una capa que dará lugar al firme de la explanada y que será de espesor variable en función de la zona.

Los contornos de la explanada se delimitarán con muro de gravedad para dar continuidad al puerto ya existente y, por otro lado, para poder albergar la zona de varada y de atraque de las embarcaciones sin peligro de encallar.

Las actuaciones a realizar en el proyecto, por tanto, se agrupan de la siguiente manera:

- Dragado
- Obras de abrigo
- Explanada
- Muro de gravedad
- Rampa y foso de varada



- Obras de atraque
- Pavimentos
- Redes técnicas

### 6.1 DRAGADO

Para poder dar el servicio demandado a la dársena, será necesario realizar un dragado tanto de las zonas comunes a las embarcaciones como a la rampa, de modo que varía desde cotas de -5m hasta -3m. Las áreas y ubicaciones se encuentran explicadas y plasmadas en el anexo de “*Dimensionamiento de la Zona Marítima*”, con los planos de dragado correspondientes.

### 6.2 DIQUE EN TALUD

La tipología seleccionada para dar el abrigo principal a la dársena es la de un dique en talud, compuesto por dos mantos (manto principal y filtro o manto secundario) y el núcleo.

El manto principal y que solamente se encuentra ubicado en la zona exterior del dique y en gran parte del morro, es el encargado de resistir el golpe del oleaje y es, por tanto, el que requiere escollera de mayor peso, que será de aproximadamente 1T.

En cuanto al manto secundario, su función principal es la de actuar como filtro entre el manto principal y el núcleo, siendo este último el que albergará el material todo uno para abaratar el coste de la obra.

En cuanto al talud, tendrá una inclinación 1V:1.5H, tanto para el lado interior como el exterior. Además, se dispondrá de un espaldón escalonado en la parte elevada del dique y de hormigón HM-20. La cota de coronación estará a cota +10m.

Finalmente, para garantizar la estabilidad del manto principal se dispone de una berma de pie, que no sobrepasará el umbral de bajamar.

### 6.3 DIQUE FLOTANTE

Se dispondrá de un dique flotante que junto con el dique en talud, supondrán las obras que darán el cierre y albergue de la dársena.

Tendrá una única dirección y estará compuesto por 9 módulos de 20m cada uno, de modo que, además de proteger frente al oleaje que pueda llegar, permite a las embarcaciones pesqueras tener un amarre alejado de las embarcaciones recreativas, lo cual es una ventaja a la hora de realizar diversas maniobras.

### 6.4 EXPLANADA

El relleno de la explanada se realizará, en la medida de lo posible, con el material extraído de la acción de dragado y, en la medida de lo posible, con una cota de +6m para poder dar continuidad tanto al dique como al actual muelle existente, que se encuentra a la misma cota.

## Puerto Deportivo en Corcubión Memoria descriptiva

En cuanto a la superficie ocupada por la explanada, será una superficie total de aproximadamente 18360m<sup>2</sup>, de los cuales, como ya se ha mencionado previamente, aproximadamente 4303 m<sup>2</sup> son de nueva creación.

En este total se incluye:

- Nuevo edificio de capitania
- Oficinas de turismo y portuaria
- Vestuarios
- Zona de varada, almacenaje y reparación
- Travelift para grandes embarcaciones
- Rampa de varada
- Zona de ocio
- Club de vela
- Lonja
- Aparcamientos

### 6.5 CONTENCIÓN DE LA EXPLANADA

Como estructura de contención se proyectará un muelle de gravedad que permita, por un lado, realizar las operaciones de varada y, por otro lado, permitirá a las embarcaciones pesqueras realizar maniobras. Todo ello se realizará por tanto sin problemas de encallamiento que podría haber en caso de cierre de escollera.

Finalmente, en la zona sur del puerto actual, se realizará también una estructura de contención de gravedad para dar continuación al puerto existente y a las nuevas.

### 6.6 ZONA DE VARADA

La zona de varada se encuentra ubicada al norte del puerto actual, al oeste del dique de abrigo a construir. Esta diferencia por un lado una rampa de varada para pequeñas embarcaciones alineada en dirección Norte-Sur y con unas dimensiones de 10x30 en el extremo izquierdo y, a su lado, el foso de varada para embarcaciones de mayor eslora, con unas dimensiones de 24x8.

La cota de coronación será la cota +6m, al igual que el resto de la explanada y el punto más bajo será el -1m con respecto a la BMVE.

Arrancará desde el muro de la explanada y la tipología considerada es de gravedad similar a la del muro con bloques de hormigón “in situ” hasta la cota de coronación y cimentados sobre una banqueta de escollera.

El pavimento será de hormigón vibrado continuando el de la explanada, pero sustituyendo la capa granular por una de Macadam para poder evitar el lavado de los finos con la carrera de marea.

### 6.7 OBRAS DE ATRAQUE

En la dársena creada se proyecta un total de 5 pantalanes distribuidos de la siguiente manera:





*Puerto Deportivo en Corcubión  
Memoria descriptiva*

En las zonas verdes se dispondrá de, sobre la explanada, de una capa de tierra vegetal de 30cm que servirá como sustrato de crecimiento para las distintas especies vegetales utilizadas.

### 6.9 REDES TÉCNICAS

Para dotar al puerto de los servicios necesarios, se plantea la necesaria instalación de unos correctos servicios de saneamiento, abastecimiento, pluviales, eléctrica y combustibles. No obstante, en este anteproyecto no se calculan porque se consideran que no son un factor determinante para elegir la alternativa, por lo que solo se les hará mención y se indicará esquemáticamente su ruta en los planos de la alternativa elegida. Además, se añadirán en el presupuesto final.

### 7 TERRENOS AFECTADOS Y EXPROPIACIONES

En este proyecto no se considera necesaria la realización de ninguna expropiación, pues todos los accesos están ya creados.

### 8 COORDINACIÓN CON OTRAS ADMINISTRACIONES

La creación del muelle genera un cambio en la línea del dominio público y la ampliación del área portuaria, por lo que deberán actualizarse estos registros.

### 9 CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

El emplazamiento del presente proyecto se haya en una zona de interés económico relativo a la pesca y marisqueo, por lo que deberá someterse a un estudio de impacto ambiental.

Por este motivo se ha realizado un anexo de "Estudio de Impacto Ambiental", en el cual se establecen una serie de medidas protectoras, de vigilancia y correctoras que hagan compatible la realización del proyecto con el medioambiente.

En este estudio se pone de manifiesto las posibles afecciones sobre el medio, derivadas del proyecto, tanto en fase de construcción como en fase de explotación, con el objetivo de establecer dichas medidas que reduzcan o eviten los impactos negativos sobre la zona.

Para cumplir estos objetivos, se ha realizado un estudio detallado de cada una de las causas y efectos que puede haber, tanto por parte del medio físico como del medio inerte y socioeconómico.

Finalmente, se ha elaborado un plan de seguimiento para comprobar que todas las medidas establecidas se llevan a cabo.

### 10 PLAN DE OBRAS

Pantalán nº	Dimensiones	Nº de plazas y dimensiones (incluyendo ancho de fingers)
1	76x2.5	44 plazas de 6x3.45
2	118x2.5	56 plazas de 8x4.2
3	143x2.5	12 plazas de 8x4.2 y 50 plazas de 10x4.3
4	91x2.5	13 plazas de 12x4.8, 10 plazas de 16x5.3, 6 plazas de 18x5.8 y 4 plazas de 24x7
5	60x2.5	Combustible y recepción

### 6.8 PAVIMENTOS

La pavimentación de la explanada se realizará con distintos tipos de paquetes de firmes, según la función para la que está asignada cada zona.

#### Zona de operación y varada

En la zona de operación y varada se adoptará un pavimento de hormigón vibrado HF-4, como propone la ROM. El firme quedará configurado de la siguiente manera:

- Pavimento de hormigón vibrado (29cm)
- Base de zahorra artificial (25cm)
- Explanada E2

#### Zonas complementarias, de circulación y estacionamiento

Se adopta un pavimento de mezcla bituminoso cuya configuración es:

- Mezcla bituminosa AC 22 surf S (15cm)
- Hormigón vibrado magro (15cm)
- Subbase de zahorra artificial (15cm)
- Explanada E2

#### Pavimentación del dique de abrigo

Se utilizará la misma solución que la adoptada para la zona de operación y varada.

#### Zonas verdes



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Memoria descriptiva*

Se estima un tiempo de duración de las obras de 22 meses. En el Anexo nº15 “Plan de Obra”, se incluye el procedimiento de realización de las obras y una tabla resumen de la duración de cada una de las actividades a realizar.

### **11 PLAZO DE EJECUCIÓN Y PLAZO DE GARANTÍA DE OBRAS**

El plazo de ejecución para el total de las obras es de VEINTIDOS (22) MESES, contados a partir de la fecha del replanteo definitivo.

En cualquier caso, el contratista podrá proponer planificaciones alternativas que deberán ser aprobadas por la Dirección Técnica de las obras, y que en ningún caso podrá rebasar el plazo anteriormente indicado.

El plazo de garantía se considera UN (1) AÑO, según recoge el artículo 218 de la Ley de Contratos del Sector Público. Dicho plazo comienza según si vigencia a partir de la recepción de las obras si éstas se encuentran en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas y tras levantarse la correspondiente acta.

Durante el plazo de garantía el Contratista estará obligado a velar por la buena conservación de las obras, a la vez que subsanará aquellos defectos que fueran oportunamente reflejados en el acta de recepción y cualesquiera otros que surgieran durante la vigencia de la garantía y que fueran imputables a una defectuosa ejecución.

### **12 RESUMEN DE LOS PRESUPUESTOS**

Como documento nº2 de este Proyecto, se incluye el Presupuesto, que consta de los siguientes apartados:

#### **12.1 MEDICIONES**

Las mediciones se establecen consecuencia de un detenido estudio encaminado a su organización y racionalización, se han dividido en capítulos que a efectos de su medición y posterior valoración están individualizados.

#### **12.2 PRESUPUESTO**

Aplicando a las Mediciones unos precios básicos, se obtiene automáticamente el Presupuesto de Ejecución Material de cada capítulo y, dentro de éste, para cada Unidad de Obra.

Seguidamente se obtiene el resumen del Presupuesto por capítulos y el total.

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de:

CUATRO MILLONES SEISCIENTOS DIECINUEVE MIL OCHOCIENTOS UN EUROS con VEINTITRÉS CÉNTIMOS (4.619.801,23).

Del Presupuesto de Ejecución Material se obtiene directamente el Presupuesto de Base de Licitación, sin más que adicionarle a la cantidad resultante el 13% en concepto de Gastos Generales y el 6% en concepto de Beneficio Industrial, incrementando el nuevo total obtenido con el 21% de IVA. Asciende el presupuesto base de licitación con IVA a la expresada cantidad de:

SEIS MILLONES CUATROCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS VEINTIUN EUROS con DOCE CÉNTIMOS (6.467.721,12).

### **13 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA**

Debido a que las obras objeto del presente Proyecto incluyen todos los trabajos accesorios que convierten dicha obra en ejecutable, se considera que se cumple el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, que en su artículo 125.1 dispone que “Los proyectos deberán referirse necesariamente a obras completas, entendiéndose por tales las susceptibles de ser entregadas al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las posteriores ampliaciones de que posteriormente puedan ser objeto y comprenderán todos y cada uno de los elementos que sean precisos para la utilización de la obra”.

### **14 RELACIÓN DE DOCUMENTOS**

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

Anexo nº1: marco legislativo y administrativo

Anexo nº2: cartografía y batimetría

Anexo nº3: geología y geotecnia

Anexo nº4: Canteras y vertederos

Anexo nº5: clima terrestre

Anexo nº6: clima marítimo

Anexo nº7: estudio de viabilidad y demanda

Anexo nº8: dimensionamiento de la zona terrestre

Anexo nº9: dimensionamiento de la zona marítima

Anexo nº10: dimensionamiento de las secciones tipo

Anexo nº11: agitación interior

Anexo nº12: dinámica litoral

Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental

Anexo nº14: Estudio de Alternativas

Anexo nº15: Plan de Obra





*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Memoria descriptiva*



**15 FIRMA DE PROYECTO**

El presente anteproyecto “Puerto Deportivo en Corcubión” se ha redactado conforme a los criterios expuestos de acuerdo a la normativa vigente urbanística, medioambiental y técnica, y se somete a la consideración del Tribunal Académico para su evaluación.

A Coruña, Octubre de 2016.  
El autor de proyecto,

Fdo: María Muñoz Galán



## **MEMORIA JUSTIFICATIVA**



## **Anexo nº1: Marco legislativo y administrativo**



## ÍNDICE

1. Introducción
2. Jerarquía legal
3. Legislación aplicable
  - 3.1 Puertos y Costas
    - 3.1.1 Puertos
    - 3.1.2 Costas
  - 3.2 Contratación de obras
  - 3.3 Expropiaciones
  - 3.4 Carreteras
  - 3.5 Seguridad y Salud
  - 3.6 Impacto ambiental
  - 3.7 Control de Vertidos
4. Otras normas y recomendaciones



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº1 Marco legislativo y administrativo*

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto principal de este anexo es la descripción no exhaustiva de la legislación más importante a aplicar en este proyecto, así como las principales normas y recomendaciones a considerar.

Se trata de una revisión de las leyes y normas cuyo ámbito de aplicación tenga una clara influencia sobre las actuaciones previstas, es decir, las directrices legislativas y administrativas a seguir para realizar el proyecto en cuestión: un puerto deportivo en Corcubión.

## 2. JERARQUÍA LEGAL

La legislación que conforma el ordenamiento jurídico español se estructura en cinco niveles:

- Normativa internacional.
- Normativa europea.
- Normativa estatal.
- Normativa autonómica.
- Normativa local.

En este anexo se estudiará, principalmente: la normativa europea, la normativa estatal y la normativa autonómica de Galicia.

## 3. LEGISLACIÓN APLICABLE

Se definen a continuación las diferentes normativas que debe cumplir el proyecto en las fases de redacción y ejecución, así como las recomendaciones a seguir.

Aunque no esté especificado, será de aplicación cualquier disposición, pliego o norma de obligado cumplimiento. En caso de presentarse alguna discrepancia entre las especificaciones impuestas por los diversos pliegos, instrucciones y normas, se considerará válida siempre la más restrictiva.

### 3.1 PUERTOS Y COSTAS

Se presenta a continuación la principal normativa a nivel estatal y autonómico.

#### 3.1.1 Puertos

##### a) Nivel estatal

El momento fundacional básico del actual ordenamiento jurídico portuario estatal parte de la Ley 27/1992 de 24 de Noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante sobre la que han operado distintas reformas parciales a través de otras leyes:

- Ley 62/1997, de 26 de diciembre, de modificación de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante;
- Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general;
- Ley 33/2010, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios en los puertos de interés general.

Tras esta evolución, la regulación de la estructura legislativa portuaria estatal se asienta sobre el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (TRLPEMM), que hasta la actualidad ha sido objetivo de ciertas modificaciones puntuales.

##### b) Nivel autonómico: Galicia

El Estatuto de autonomía de Galicia, aprobado por Ley orgánica 1/1981, de 6 de abril, establece que le corresponde a la Comunidad Autónoma de Galicia, dentro de su ámbito territorial, la competencia exclusiva en materia de puertos calificados de no interés general por el Estado, puertos de refugio y puertos deportivos.

- Real Decreto 2314/1982, de 24 de julio, sobre traspasos de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Galicia en materia de Puertos;
- Ley 5/1994, de 29 de noviembre, creación del Ente público "Puertos de Galicia". Fomenta el sector portuario de la náutica deportiva y de ocio no profesional;
- Decreto 130/2013, de 1 de agosto, por el que se regula la explotación de los puertos deportivos y de las zonas portuarias de uso náutico-deportivo de competencia de la Comunidad Autónoma de Galicia.

La Constitución Española de 1978, con los artículos 148.1.6 y 140.1.20 concede a las Comunidades Autónomas la posibilidad de asumir la competencia plena en materia de "puertos de refugio, puertos y aeropuertos deportivos y, en general, los que no desarrollen actividades comerciales".

El mencionado Real Decreto 3214/1982 de 24 de julio, y el Decreto del Consello de la Xunta de Galicia 167/1982, de 1 de diciembre, tramitaron la transferencia a la Comunidad Autónoma de Galicia de las funciones y servicios relativos a todos los puertos e instalaciones portuarias, sujetos o no a régimen de concesión, no calificados de Interés General por el Estado en el RD 989/1982 de 14 de mayo, y a los de refugio y deportivos existentes dentro de su ámbito territorial, transferencia que también establece la facultad de la Xunta de realizar las obras pertinentes en estos puertos, el otorgamiento de concesiones y autorizaciones, e incluso todos los derechos anexos a estas concesiones y autorizaciones, como por ejemplo, el derecho de cobrar un canon.

El Estado, en cambio, se reserva un mecanismo coordinador a través de este Real Decreto de Transferencias, derivado de su propia competencia en orden a la protección y administración de los bienes de dominio público estatal (CE, Art. 132.2), y que consiste en la competencia de informar con carácter preceptivo y vinculante de los proyectos de construcción de nuevos puertos, ampliación de los existentes y de sus zonas de servicio o modificación de su configuración exterior.

Por tanto, únicamente los denominados "Puertos de Interés General" quedan al margen del ámbito legislador de la Xunta de Galicia y, consecuentemente, no existe una competencia genérica en instalaciones náutico-deportivas; las competencias de las CC.AA. son de carácter exclusivo, es decir, con capacidad de dictar legislación, sin sujeción a la legislación básica previa del Estado.

El Estado es plenamente competente en materia de instalaciones náutico-deportivas siempre y cuando se ubiquen en el interior de los Puertos de Interés General, a través de unos organismos instrumentales que son las Autoridades Portuarias.



### 3.1.2 Costas

#### a) Nivel estatal

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas;
- Ley 2/2013, de 29 de Mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

#### b) Nivel autonómico: Galicia

- Decreto 19/1993, de 28 de enero, sobre competencias de la comunidad autónoma de Galicia en materia de costas;
- Decreto 158/2005, de 2 de junio, por el que se regulan las competencias autonómicas en la zona de servidumbre de protección del dominio público marítimo terrestre;
- Decreto 151/1995, de 18 de mayo, sobre el ejercicio de las competencias de la comunidad gallega en materia de costas.

Cabe destacar, para el proyecto a realizar, los siguientes artículos de la Ley de Costas 22/1988, de 28 de julio:

#### TÍTULO PRELIMINAR. OBJETO Y FINALIDADES DE LA LEY

##### Artículo 2.

*“La actuación administrativa sobre el dominio público marítimo-terrestre perseguirá los siguientes fines:*

- a) Determinar el dominio público marítimo-terrestre y asegurar su integridad y adecuada conservación, adoptando, en su caso, las medidas de protección y restauración necesarias.*
- b) Garantizar el uso público del mar, de su ribera y del resto del dominio público marítimo-terrestre, sin más excepciones que las derivadas de razones de interés público debidamente justificadas.*
- c) Regular la utilización racional de estos bienes en términos acordes con su naturaleza, sus fines y con el respeto al paisaje, al medio ambiente y al patrimonio histórico.*
- d) Conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas y de la ribera del mar”.*

#### TÍTULO II. LIMITACIONES DE LA PROPIEDAD SOBRE LOS TERRENOS CONTIGUOS A LA RIBERA DEL MAR POR RAZONES DE PROTECCIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

##### CAPÍTULO I. OBJETIVOS Y DISPOSICIONES GENERALES

##### Artículo 21.1

*“Los terrenos colindantes con el dominio público marítimo-terrestre estarán sujetos a las limitaciones y servidumbres que se determinan en el presente título, prevaleciendo sobre la interposición de cualquier acción. Las servidumbres serán imprescriptibles en todo caso.”*

##### CAPÍTULO II. SERVIDUMBRES LEGALES

##### SECCIÓN 1. SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

##### Artículo 25.2.

*“...Con carácter ordinario, sólo se permitirán en esta zona, las obras, instalaciones y actividades que, por su naturaleza, no puedan tener otra ubicación o presten servicios necesarios o convenientes para el uso del dominio público marítimo-terrestre, así como las instalaciones deportivas descubiertas. En todo caso, la ejecución de terraplenes, desmontes o tala de árboles deberán cumplir las condiciones que se determinen reglamentariamente para garantizar la protección del dominio público.*

##### Artículo 27.

- “1. La servidumbre de tránsito recaerá sobre una franja de 6 metros, medidos tierra adentro a partir del límite interior de la ribera del mar. Esta zona deberá dejarse permanentemente expedita para el paso público peatonal y para los vehículos de vigilancia y salvamento, salvo en espacios especialmente protegidos.*
- 2. En lugares de tránsito difícil o peligroso dicha anchura podrá ampliarse en lo que resulte necesario, hasta un máximo de 20 metros.*
- 3. Esta zona podrá ser ocupada excepcionalmente por obras a realizar en el dominio público marítimo-terrestre. En tal caso se sustituirá la zona de servidumbre por otra nueva en condiciones análogas, en la forma en que se señale por la Administración del Estado. También podrá ser ocupada para la ejecución de paseos marítimos.”*

##### SECCIÓN 3. SERVIDUMBRE DE ACCESO AL MAR

##### Artículo 28.

*“1. La servidumbre de acceso público y gratuito al mar recaerá, en la forma que se determina en los números siguientes, sobre los terrenos colindantes o contiguos al dominio público marítimo-terrestre, en la longitud y anchura que demanden la naturaleza y finalidad del acceso.*

*2. Para asegurar el uso público del dominio público marítimo-terrestre, los planes y normas de ordenación territorial y urbanística del litoral establecerán, salvo en espacios calificados como de especial protección, la previsión de suficientes accesos al mar y aparcamientos, fuera del dominio público marítimo-terrestre. A estos efectos, en las zonas urbanas y urbanizables, los de tráfico rodado deberán estar separados entre sí, como máximo, 500 metros, y los peatonales, 200 metros. Todos los accesos deberán estar señalizados y abiertos al uso público a su terminación.*

*3. Se declaran de utilidad pública a efectos de la expropiación o de la imposición de la servidumbre de paso por la Administración del Estado, los terrenos necesarios para la realización o modificación de otros accesos públicos al mar y aparcamientos, no incluidos en el apartado anterior.*

*4. No se permitirán en ningún caso obras o instalaciones que interrumpen el acceso al mar sin que se proponga por los interesados una solución alternativa que garantice su efectividad en condiciones análogas a las anteriores, a juicio de la Administración del Estado.”*

##### CAPÍTULO IV. ZONA DE INFLUENCIA

##### Artículo 30.1.a

*“En tramos con playa y con acceso de tráfico rodado, se preverán reservas de suelo para aparcamientos de vehículos en cuantía suficiente para garantizar el estacionamiento fuera de la zona de servidumbre de tránsito.”*



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº1 Marco legislativo y administrativo

7. Los proyectos contendrán la declaración expresa de que cumplen las disposiciones de esta Ley y de las normas generales y específicas que se dicten para su desarrollo y aplicación.”

Artículo 45

“1. La tramitación de los proyectos de la Administración del Estado se establecerá reglamentariamente, con sometimiento, en su caso, a información pública y a informe de los departamentos y organismos que se determinen. Si, como consecuencia de las alegaciones formuladas en dicho trámite, se introdujeran modificaciones sustanciales en el proyecto, se abrirá un nuevo período de información.

2. La aprobación de dichos proyectos llevará implícita la necesidad de ocupación de los bienes y derechos que, en su caso, resulte necesario expropiar. A tal efecto, en el proyecto deberá figurar la relación concreta e individualizada de los bienes y derechos afectados, con la descripción material de los mismos.

3. La necesidad de ocupación se referirá también a los bienes y derechos comprendidos en el replanteo del proyecto y en las modificaciones de obra que puedan aprobarse posteriormente, con los mismos requisitos señalados en el apartado anterior.”

CAPÍTULO III. RESERVAS Y ADSCRIPCIONES

SECCIÓN 2. ADSCRIPCIONES

Artículo 49

“1. La adscripción de bienes de dominio público marítimo-terrestre a las Comunidades Autónomas para la construcción de nuevos puertos y vías de transporte de titularidad de aquellas, o de ampliación o modificación de los existentes, se formalizará por la Administración del Estado. La porción de dominio público adscrita conservará tal calificación jurídica, correspondiendo a la Comunidad Autónoma la utilización y gestión de la misma, adecuadas a su finalidad y con sujeción a las disposiciones pertinentes. En todo caso, el plazo de las concesiones que se otorguen en los bienes adscritos no podrá ser superior a treinta años.

2. A los efectos previstos en el apartado anterior, los proyectos de las Comunidades Autónomas deberán contar con el informe favorable de la Administración del Estado, en cuanto a la delimitación del dominio público estatal susceptible de adscripción, usos previstos y medidas necesarias para la protección del dominio público, sin cuyo requisito aquellos no podrán entenderse definitivamente aprobados.

3. La aprobación definitiva de los proyectos llevará implícita la adscripción del dominio público en que estén emplazadas las obras y, en su caso, la delimitación de una nueva zona de servicio portuaria. La adscripción se formalizará mediante acta suscrita por representantes de ambas Administraciones.”

CAPÍTULO IV. AUTORIZACIONES

SECCIÓN 3. EXTRACCIONES DE ÁRIDOS Y DRAGADOS

Artículo 63

“1. Para otorgar las autorizaciones de extracciones de áridos y dragados, será necesaria la evaluación de sus efectos sobre el dominio público marítimo-terrestre, referida tanto al lugar de extracción o dragado como al de descarga

TÍTULO III. UTILIZACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

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 peticionario 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.”

Artículo 43

“Las obras se ejecutarán conforme al proyecto de construcción que en cada caso se apruebe, que completará al proyecto básico.”

Artículo 44

“1. Los proyectos se formularán conforme al planeamiento que, en su caso, desarrollen, y con sujeción a las normas generales, específicas y técnicas

que apruebe la Administración competente en función del tipo de obra y de su emplazamiento.

2. Deberán prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta.

3. Cuando el proyecto contenga la previsión de actuaciones en el mar o en la zona marítimo-terrestre, deberá comprender un estudio básico de la dinámica litoral, referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas.

4. Para la creación y regeneración de playas se deberá considerar prioritariamente la actuación sobre los terrenos colindantes, la supresión o atenuación de las barreras al transporte marino de áridos, la aportación artificial de éstos, las obras sumergidas en el mar y cualquier otra actuación que suponga la menor agresión al entorno natural.

5. Los paseos marítimos se localizarán fuera de la ribera del mar y serán preferentemente peatonales.



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº1 Marco legislativo y administrativo*

en su caso. Se salvaguardará la estabilidad de la playa, considerándose preferentemente sus necesidades de aportación de áridos.

2. Quedarán prohibidas la extracciones de áridos para la construcción, salvo para la creación y regeneración de playas.

3. Entre las condiciones de la autorización deberán figurar las relativas a:

a. Plazo por el que se otorga.

b. Volumen a extraer, dragar o descargar al dominio público marítimo-terrestre, ritmo de estas acciones y tiempo hábil de trabajo.

c. Procedimiento y maquinaria de ejecución.

d. Destino y, en su caso, lugar de descarga en el dominio público de los productos extraídos o dragados.

e. Medios y garantías para el control efectivo de estas condiciones.

4. En el caso de que se produjeran efectos perjudiciales para el dominio público y su uso, la Administración otorgante podrá modificar las condiciones iniciales para corregirlos, o incluso revocar la autorización, sin derecho a indemnización alguna para su titular.”

## **TÍTULO VI. COMPETENCIAS ADMINISTRATIVAS**

### **CAPÍTULO I. COMPETENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN DEL ESTADO**

#### *Artículo 111*

“1. Tendrán la calificación de obras de interés general y serán competencia de la Administración del Estado:

a. Las que se consideren necesarias para la protección, defensa, conservación y uso del dominio público marítimo-terrestre, cualquiera que sea la naturaleza de los bienes que lo integren.

b. Las de creación, regeneración y recuperación de playas.

c. Las de accesos públicos al mar no previstos en el planeamiento urbanístico.

d. Las emplazadas en el mar y aguas interiores, sin perjuicio de las competencias de las Comunidades Autónomas.

e. Las de iluminación de costas y señales marítimas.

2. Para la ejecución de las obras de interés general, enumeradas en el apartado anterior, se solicitará informe a la Comunidad Autónoma y

Ayuntamiento en cuyos ámbitos territoriales incidan, para que en el plazo de un mes notifiquen la conformidad o disconformidad de la obra con instrumentos de planificación del territorio, cualquiera que sea su denominación y ámbito, que afecten al litoral y con el planeamiento urbanístico en vigor. En el caso de no emitirse dichos informes se considerarán favorables. En caso de disconformidad, el Ministerio de Medio

Ambiente elevará el expediente al Consejo de Ministros, que decidirá si procede ejecutar el proyecto y, en este caso, ordenará la iniciación del procedimiento de modificación o revisión del planeamiento, conforme a la tramitación establecida en la legislación correspondiente.

En el supuesto de que no existan los instrumentos antes citados o la obra de interés general no esté prevista en los mismos, el Proyecto se remitirá a la Comunidad Autónoma y Ayuntamiento afectados, para que redacten o

revisen el planeamiento con el fin de acomodarlo a las determinaciones del proyecto, en el plazo máximo de seis meses desde su aprobación. Transcurrido el plazo sin que la adaptación del planeamiento se hubiera efectuado, se considerará que no existe obstáculo alguno para que pueda ejecutarse la obra.

3. Las obras públicas de interés general citadas en el apartado 1 de este artículo no estarán sometidas a licencia o cualquier otro acto de control por parte de las Administraciones Locales y su ejecución no podrá ser suspendida por otras Administraciones Públicas, sin perjuicio de la interposición de los recursos que procedan.”

### **3.2 CONTRATACIÓN DE OBRAS**

- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

### **3.3 EXPROPIACIONES**

En caso de considerarse en algún momento de la redacción o ejecución de este proyecto la posibilidad de expropiaciones, la normativa a seguir, principalmente, será:

- Ley de expropiación forzosa, de 16 de diciembre de 1954.

### **3.4 CARRETERAS**

En caso de tener que realizar alguna mejora en las carreteras de acceso al puerto deportivo en cuestión o, en su caso, tener que realizar una carretera de nueva creación, la normativa principal a seguir será la siguiente:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes aprobado por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.
- Instrucción 6.1 y 2-IC de la Dirección General de Carreteras sobre secciones de firme, de 23 de mayo de 1989, revisada el 28 de noviembre de 2003.
- Norma 8.2-IC “Marcas viales”, de 16 de julio de 1987.
- Instrucción 8.3-IC “Señalización de obra”, de 31 de agosto de 1987.
- Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial”, de 14 de mayo de 1990.
- Norma 3.1-IC “Trazado”, de 27 de diciembre de 1999, modificada el 13 de septiembre de 2001.
- Norma 8.1-IC “Señalización vertical”, de 28 de diciembre de 1999.

### **3.5 SEGURIDAD Y SALUD**

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Se detallan a continuación los puntos más importantes del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las obras de construcción (BOE 25-10-97). Por tanto, para este proyecto se tendrá en cuenta:





Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº1 Marco legislativo y administrativo

CAPÍTULO II. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LAS FASES DE PROYECTO Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 4. Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras.

“1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.”

Artículo 5. Estudio de seguridad y salud.

“...

2. El estudio contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:

- Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos. En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

b) Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

c) Planos en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la Memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

d) Mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.

e) Presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.

3. Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de ejecución de obra o, en su caso, del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

4. El presupuesto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presupuesto del estudio de seguridad y salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista en el plan de seguridad y salud a que se refiere el artículo 7, previa justificación técnica debidamente motivada, siempre que ello no suponga disminución del importe total ni de los niveles de protección contenidos en el estudio. A estos efectos, el presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo. No se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de Organismos especializados.

5. El estudio de seguridad y salud a que se refieren los apartados anteriores deberá tener en cuenta, en su caso, cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la obra, debiendo estar localizadas e identificadas las zonas en las que se presten trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II, así como sus correspondientes medidas específicas.

6. En todo caso, en el estudio de seguridad y salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.”

CAPÍTULO IV. OTRAS DISPOSICIONES

Artículo 17. Visado de proyectos.

“1. La inclusión en el proyecto de ejecución de obra del estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico será requisito necesario para el visado de aquél por el Colegio profesional correspondiente, expedición de la licencia municipal y demás autorizaciones y trámites por parte de las distintas Administraciones públicas.

2. En la tramitación para la aprobación de los proyectos de obras de las Administraciones públicas se hará declaración expresa por la Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente sobre la inclusión del correspondiente estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico.”

3.6 IMPACTO AMBIENTAL

Este apartado hace referencia a la normativa aplicable al proyecto y su correspondiente proceso de Evaluación de Impacto Ambiental; no obstante, se detallará con mayor precisión en el correspondiente anexo de Impacto Ambiental.

a) Directivas europeas

- Directiva 2011/92/UE del Parlamento y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº1 Marco legislativo y administrativo*

- Directiva 2001/42/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación ambiental de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- Directiva 97/11/CE del Consejo, de 3 de marzo de 1997, por la que se modifica la Directiva 85/337/CEE.
- Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

- Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08, aprobada por el Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio.
- Normativas UNE vigentes del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización que afecten a los materiales y obras del presente proyecto.
- Normas tecnológicas de la edificación (NTE) del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, en particular: ADD (Demoliciones), ADE (Explanaciones), ASD (Drenajes), CCM (Muros), CCT (Taludes), CPI
- (Pilotes "in situ"), CSV (Vigas flotantes), EME (Encofrados de madera).
- Índices de precios aplicables a la revisión de contratos de las administraciones públicas.
- Recomendaciones de la Asociación Internacional Permanente de Congresos de Navegación. (PIANC-AIPCN.1.995).
- Recomendaciones para obras marítimas (ROM)

**b) Normativa a nivel estatal**

- *Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental*
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (Texto consolidado).
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (Texto consolidado).
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.

**c) Normativa de la Comunidad Autónoma de Galicia**

- [Decreto 442/1990, de 13 de Septiembre de 1990](#), de Evaluación de Impacto Ambiental. *DOG 188, de 25-09-90*
- [Ley 4/1994, de 14 de Septiembre](#), de Carreteras (parcial). *DOG 210, de 31-10-1994*
- Ley 1/1995, de 2 de Enero, de protección ambiental de Galicia. *DOG 29, de 10-02-95 y C.e DOG 72, de 12-04-95*
- Ley 8/1995, de 30 de Octubre, del Patrimonio Cultural de Galicia. *DOG de 8-11-1995.*
- Decreto 199/1997, de 10 de Julio, por el que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma de Galicia. *DOG de 06-08-97 y C.e DOG de 4-11-1997*
- [Decreto 185/1999, de 17 de Junio](#), por el que se establece el procedimiento para la aplicación, en la Comunidad Autónoma gallega, de un sistema voluntario de gestión y auditoría medioambiental. *DOG 126, de 02-07-1999.*

**3.7 CONTROL DE VERTIDOS**

Se indica a continuación las principales normativas a seguir en caso de producirse algún vertido al mar, bien sea en fase de construcción o en fase de explotación del puerto:

- Directiva 91/271 sobre tratamiento de aguas residuales urbanas.
- El Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas y que traspone al ordenamiento español 91/271/CEE; así como sus posteriores modificaciones.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

**4 OTRAS NORMAS Y RECOMENDACIONES**



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº2 Cartografía y batimetría*



## **ANEXO Nº2: Cartografía y batimetría**



## ÍNDICE

1. Objeto
2. Cartografía y batimetría



## **1. OBJETO**

En este anexo se procede a realizar una recopilación de la cartografía y batimetría que ha sido empleada en la realización de este proyecto.

## **2. CARTOGRAFÍA Y BATIMETRÍA**

### *2.1 CARTOGRAFÍA*

#### A gran escala

- Mapa Topográfico Nacional de España, escala 1:25.000
- Mapa Topográfico Provincial del IGN, escala 1:25.000
- Mapas Topográficos del IGN, escalas 1:25.000 y 1:50.000

#### De Detalle

- Para poder definir las obras, se ha empleado una cartografía digitalizada proporcionada por la E.T.S de Caminos, Canales y Puertos, escala 1:1000
- Cartografía en formato dwg. De la zona de actuación, proporcionada por el IGN, a escala 1:5000

### *2.2 CARTAS NAÚTICAS*

- Para el estudio del clima marítimo, se ha tomado como base las cartas náuticas del Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) del Seno de Corcubión, escala 1:15.000.

### *2.3 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO*

- Para el Estudio Geológico: hoja 02-07 FINISTERRE del Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1:50.000.
- Para el Estudio Geotécnico: información geológica y geotécnica de carácter general obtenida por el Instituto Tecnológico y Minero de España (I.T.G.E.): Mapa General en sus hojas 7-1 y 7-2 (numeración correspondiente al Mapa Topográfico Nacional a escala 1:200.000) de la zona de Santiago de Compostela.

### *2.4 ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN DE CANTERAS Y VERTEDEROS*

- Mapa de rocas Industriales, escala 1:200.000

Todas las cartografías están referenciadas en coordenadas U.T.M.



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº3: Geología y Geotecnia*



## **ANEXO Nº3: Geología y Geotecnia**



## ÍNDICE

1. OBJETIVO Y SITUACIÓN
2. ESTRATIGRAFÍA
  - 2.1 Dominio migmático y de las rocas graníticas. Grupo de Lage.
  - 2.2 Edad de los materiales.
  - 2.3 Cuaternario.
3. TECTÓNICA
  - 3.1 Fracturas.
4. HISTORIA GEOLÓGICA.
5. PETROLOGÍA.
  - 5.1 5.1 Dominio migmático y de las rocas graníticas. Grupo de Lage.
  - 5.2 Granito de Finisterre.
  - 5.3 Diques graníticos.
  - 5.4 Pegmatitas.
  - 5.5 Conclusiones de la petrología.
6. GEOLOGÍA ECONÓMICA.
  - 6.1 Minería
  - 6.2 Canteras.
  - 6.3 Hidrogeología.
7. GEOTÉCNIA
- APÉNDICE I
  - Mapa geológico.
  - Mapa geotécnico general.
  - Esquema tectónico y regional.



## 1. OBJETO Y SITUACIÓN

El objetivo de este anexo es obtener la descripción geológica del suelo en el que se va a ubicar el puerto deportivo, es decir, en Corcubión. Además, esa información se podrá aprovechar posteriormente para un estudio geotécnico.

Los mapas geológicos que se han empleado para este estudio se han realizado a partir de los datos del Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E).

La zona de Corcubión se encuentra encuadrada en la hoja 02-07 FINISTERRE del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, área situada en el extremo Oeste de Galicia Occidental, dentro de la provincia de La Coruña, y viene delimitada por las siguientes coordenadas:

9°11'10.6" y 9°31'10.6" de longitud oeste  
42°50'04.5" y 43°00'04.4" de latitud norte

Geomorfológicamente, aunque se un área de poca extensión superficial, es muy variada con zonas llanas y alomadas, hasta abruptas –cota máxima 304m- y costa con fuertes acantilados y playas.

La red hidrográfica, poco importante, se ha instalado a favor de fracturas y diaclasas tardihercínicas de direcciones N30E N35W.

Los materiales representados están estrechamente relacionados con el metamorfismo regional y comprenden una serie de esquistos y paraneises poco migmatizados hasta diatexitas con todos los términos intermedios de la migmatización de rocas de origen sedimentario y rocas intrusivas.

## 2. ESTRATIGRAFÍA

### 2.1 DOMINIO MIGMATÍCO Y DE LAS ROCAS GRANÍTICAS. GRUPO DE LAGE.

Todo el ámbito de la Hoja se encuentra incluido dentro del dominio migmatítico y de las rocas graníticas, que corresponde al Grupo de Lage. Este Grupo fue definido por Parga Pondal en 1960 como “constituido por una asociación de rocas orientadas, graníticas neísicas, glandulares y esquistosas, que en su conjunto se hallan muy tectonizadas y en parte milonitizadas, y que posteriormente han sufrido parcialmente un intenso proceso de migmatización”.

Dentro de este dominio, dadas las limitaciones que suponen el metamorfismo y deformación a que han sido sometidos los materiales que afloran, no se ha podido establecer una polaridad en la serie. Tampoco ha sido posible determinar la edad, origen, medio de la deposición y correlaciones con otras series semejantes a causa de la ausencia de fósiles.

Los materiales que se encuentran en la zona corresponden a granitos de dos micas más o menos homogéneos y una serie de enclaves de metasedimentos que han sufrido procesos monometamórficos de intensidad variable. Están presentes desde metasedimentos no migmatíticos hasta granitos diatexiticos, pasando por los neises migmatíticos y nebulitas. Es difícil distinguir el paso de un término al siguiente, ya que existe un tránsito gradual entre ellos.

La distribución y dimensiones de estos enclaves es muy variable destacando entre todos ellos los del Monte Seoane y los del Monte Quenxe. El resto tiene una extensión mucho más reducida no siendo en la realidad cartografiable a la escala del trabajo.

Hay que destacar al Norte de la playa del Sardinero una zona con numerosísimos enclaves, en donde es difícil la distinción entre enclaves de neises muy migmatíticos y los granitos nebulíticos.

Se diferenciarán, por tanto, dentro del grupo de los esquistos y paraneises, por un lado los metasedimentos no migmatíticos y, por el otro lado, neises migmatíticos.

### 2.2 EDAD DE LOS MATERIALES

Como ya ha sido mencionado con anterioridad, la ausencia de fósiles debida a la intensa deformación y al grado de metamorfismo tan elevado a que han sido sometidos estos materiales, hace imposible precisar la edad de estas rocas. Únicamente y por correlación con series conocidas del NW de la Península puede decirse que los materiales del Grupo de Lage deben abarcar desde el Precámbrico al Silúrgico.

### 2.3 CUATERNARIO

Tienen únicamente interés los depósitos recientes relacionados con las playas, tanto los sedimentos de las playas en sí, como las dunas y las arenas eólicas puesto que los cuaternarios aluviales y fondos de vaguada, dada la poca superficie de la Hoja no presentan ninguna importancia ni tienen gran desarrollo.

## 3 TECTÓNICA

Desde el punto de vista estructural pueden diferenciarse dos conjuntos:

### Dominio migmatítico y de las rocas graníticas. Grupo de Lage

Ocupa casi la totalidad de la hoja.

Dentro de los metasedimentos, en los que se han agrupado tanto los esquistos poco migmatizados como los neises, se pueden observar, casi siempre de forma clara dos fases de deformación y puntualmente una tercera poco penetrativa.

La primera fase genera una esquistosidad de flujo difícilmente observable en los niveles más esquistosos en donde se encuentra obliterada por la segunda fase.

La fase 2 produce esquistosidad de crenulación y recristalización siendo la más patente sobre todo en los niveles más pelíticos.

Los granitoides migmatíticos no llegan a presentar el aspecto esquistosado de los granitos de áreas próximas.

La estructura general de Hoja corresponde a una zona donde los granitos de dos micas ocupan la casi totalidad de la superficie con numerosos enclaves más o menos migmatizados sobre ellos.

### Granito de Finisterre

Granito alóctono posttectónico y postmetamórfico, pero se encuentra localmente afectado por una fase tardía, que parece corresponder a la observada en los metasedimentos menos migmatizados.

### 3.1 FRACTURAS





Dada la casi uniformidad de los materiales que afloran no se ha podido observar ninguna fractura importante, ya que el trazado de la cartografía no se encuentra por ningún desplazamiento grande.

Lo que sí se evidencia es el desarrollo, con posterioridad a las fases principales, de un sistema de diaclasas muy claro que se manifiesta fundamentalmente en toda la costa Oeste de la Hoja, frecuentemente cicatrizado por diques de cuarzo y pegmatitas.

Se trata de un sistema conjugado que lleva una dirección aproximada NNE-SSW y NNW-SSE. El primero de ellos es el que condiciona el trazado de los acantilados en la zona occidental.

#### 4 HISTORIA GEOLÓGICA

Casi nada se puede decir sobre la evolución que han sufrido los materiales que afloran en la Hoja de Finisterre. Hay que considerar, que el alto grado de metamorfismo regional al que estuvieron sometidos, y la ausencia de fósiles, no ha permitido establecer una secuencia lógica de la evolución de los depósitos, y tampoco construir una columna estratigráfica.

Ello se debe también a que los metasedimentos que afloran lo hacen en unas condiciones y dimensiones muy desfavorables, pudiéndose únicamente comprobar en las rocas menos migmatizadas la presencia de las dos fases hercínicas conocidas regionalmente y en algún punto aislado una tercera fase muy local seguramente en relación a pequeñas estructuras tardías.

En estas condiciones y también debido a la gran extensión que ocupan las rocas ígneas se comprende que no se haya podido establecer no ya la geometría de los pliegues de la Fase 1 sino ni tan siquiera los de la Fase 2.

Regionalmente, los de la Fase 1 tienen el plano axial subhorizontal mientras que los de la Fase 2 lo tienen subvertical ligeramente vergentes al este.

No obstante, la edad, por correlación con otras zonas en las que los fenómenos metamórficos no han sido tan acusados es posiblemente Precámbrico y/o Paleozoico Inferior, y el medio de deposición pudo ser el de una plataforma más o menos somera.

El metamorfismo, iniciado durante la primera fase, alcanza su máximo desarrollo entre ésta y la segunda, produciéndose entonces el emplazamiento de los granitos de dos micas que serían deformadas por esta última.

El de Finisterre se empieza posteriormente, concordantemente con estructuras anteriores y pertenece a la serie calcoalcalina regional.

Por último existe un período de fracturación durante los movimientos tardihercínicos, a partir de los cuales queda ya configurada la estructura geológica regional, existiendo sólo a partir de entonces un rejuego de las fallas a favor de las fracturas preexistentes.

#### 5 PETROLOGÍA

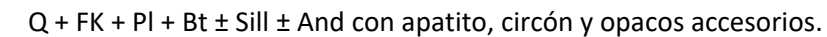
##### 5.1 DOMINIO MIGMATÍTICO Y DE LAS ROCAS GRANÍTICAS. GRUPO DE LAGE.

En este apartado se lleva a cabo el estudio de los metasedimentos que han sufrido el grado de metamorfosis más intenso.

##### Migmatitas o Metatexitas ( $\gamma\Psi^2$ )

Se encuentran repartidas por toda la superficie de la zona; son rocas heterogéneas, pegmatíticas y frecuentemente presentan un bandeo relictivo de S1 que les da un aspecto nebulítico. Suelen presentar una foliación correspondiente a la Fase 2.

Estos materiales metatéticos presentan la siguiente paragénesis primaria:



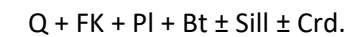
El FK es microclina pertítica a veces rodeado por mirmequitas. La plagioclasa es un tipo albítico, semejante a la de los leucosomas en los neises migmatíticos. La sillimanita se observa como cristales discordantes que recrecen principalmente a los dos silicatos aluminicos impide determinar sus relaciones temporales.

Los apatitos muestran los núcleos anubarrados. La plagioclasa albítica junto con la abundante moscovita tardía permite distinguir estas rocas autóctonas de los granitos diatexíticos subautóctonos.

##### Diatexitas ( $\gamma\Psi^2$ )

Ocupan más del 80% de la superficie de la zona. Algunas zonas del Norte de la hoja son semejantes a los granitoides diatexíticos de la zona Cee-Bustelo. Se trata de rocas de grano medio con una foliación por flujo magmático.

La asociación petrográfica observada es:



con apatito y circón accesorios.

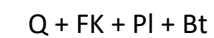
La moscovita, escasa, recrece sobre la sillimanita. La plagioclasa es una oligoclasa ácida. El FK es ortosa-microclina pertítica con inclusiones de cristalitos de plagioclasa y biotita.

##### 5.2 GRANITO DE FINISTERRE ( $X_B^2$ )

Se encuentra situado en la península de Finisterre. Es un granito alóctono concordante con la foliación de flujo que destaca por la orientación fluidal de los fenocristales de FK. Sobre esta se superpone una protocataclisis tardía.

Presenta gabarros (enclaves microgranudos) que permiten el enlace con los de la serie calcoalcalina de origen profundo y a la que pertenecen en esta región varios cuerpos plutónicos como la granodiorita "precoz" de megacristales del W del "Complejo de Noya", granito de Traba-Camariñas, granitos de Pando y Pindo y otra serie de plutones más pequeños, la mayoría postectónicos y postmetamórficos.

La asociación petrográfica observada es:



con apatito, que puede ser muy abundante y circón accesorios.

Hay algo de moscovita principalmente como resultado de la transformación en los bordes de la biotita, proceso en el que se liberan granillos de ilmenita (leucóxeno). El FK forma los megacristales con macla de Carsbald. Se trata de una microclina pertítica con inclusiones de cristalitos de albita y gotas de cuarzo. La plagioclasa muestra zonado normal de oligoclasa ácida a albita en bordes.

##### 5.3 DIQUES GRANÍTICOS (FO)



Son pórfidos graníticos, a veces bandeados, con:

Q + FK + PI + Bt

con apatito y circón accesorios.

Los fenocristales son de cuarzo, FK y plagioclasa en un caso y de plagioclasa y biotita en el otro. La matriz es generalmente granofídica-simplectítica.

#### 5.4 PEGMAPLITAS (FP-A)

Han sido agrupados aquí un gran número de diques aplíticos y pegmatíticos que aparecen a lo largo y ancho de toda la Hoja.

Existen dos generaciones distintas, como prueba el hecho de que algunos estén afectados por la fase 2 y otros no. Su corrida y potencia son escasas, no pasando respectivamente de los 300m ni de los 10m, pudiendo reconocerse fácilmente a lo largo de la costa NW. Sólo se han cartografiado los principales. Su composición es de cuarzo, feldespatos, moscovita y turmalina.

#### 5.5 CONCLUSIONES DE LA PETROLOGÍA

Como cierre de este apartado se pueden considerar las siguientes conclusiones:

- el área corresponde a una zona profunda de la cadena hercínica, en la que han sido generalizados los procesos de fusión anatética

con movilización parcial (migmatitas) y total (diatexitas) de los metasedimentos.

- La presencia de minerales relictos como andalucita, así como la abundancia de sillimanita y localmente de cordierita, nos hacen pensar en un metamorfismo de tipo intermedio de baja presión.
- El momento álgido correspondería al final de la interfase o a la fase 2 de tal forma que las metatexitas y los movilizados diatexiticos desarrollarían una orientación por flujo. Simultáneamente se introducen los granitos de Finisterre, de procedencia más profunda, probablemente basicrustales.

## 6 GEOLOGÍA ECONÓMICA

### 6.1 MINERÍA

No ha sido nunca importante la actividad minera en la zona, aunque dada la existencia dentro del dominio migmatítico y de las rocas graníticas de filones mineralizados con Sn, W, As y Au principalmente, en áreas próximas, es de suponer la existencia del mismo tipo de mineralizaciones en esta zona; en vistas a ello, ha sido investigada por varias compañías mineras, aunque sin resultados positivos hasta el presente.

### 6.2 CANTERAS

Tampoco la cantería ha tenido excesiva importancia a lo largo del tiempo. Únicamente se han explotado pequeñas canteras con destino a la construcción debido al alejamiento de esta área con núcleos de población importantes. Se trata sobre todo de canteras de muy poco volumen situadas muy próximas a su lugar de aprovechamiento.

### 6.3 HIDROGEOLOGÍA

Debido a la poca extensión y desarrollo de los depósitos cuaternarios, éstos no constituyen reservas importantes de agua pese a sus buenas características hidrogeológicas, a su composición y a su morfología. Además, la proximidad de la costa incrementa el riesgo de posibles infiltraciones de agua salada.

Los metasedimentos y, sobre todo, los granitos de dos micas, predominantes en la zona de estudio, presentan características contrarias a las requeridas para constituir reservas de agua.

La permeabilidad primaria es casi nula y aumenta únicamente a favor de las discontinuidades tectónicas (esquistosidades, fracturas y diaclasas).

## 8. GEOTECNIA

### 8.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se presenta un informe geotécnico de la zona de Corcubión donde se van a realizar las obras de este proyecto.

El objetivo es determinar las características geotécnicas de los materiales que constituyen el sustrato presente en la zona.

Para poder llevar a cabo el estudio, es necesario tener en cuenta la siguiente información:

- Normativa aplicable
- Documentación geológica del Instituto Tecnológico y Minero de España (I.T.G.E.).
- Fotografías aéreas
- Cartas Marinas
- Inspección visual de la zona
- Ensayos "in situ"
- Ensayos de laboratorio

Un proyecto real exige para la realización de un estudio geotécnico, la planificación de una campaña de reconocimiento y toma de muestras (acorde con las características del proyecto a desarrollar, y basada en la información disponible a través de las fuentes anteriormente citadas y de visitas a campo), y la posterior realización de una serie de ensayos de laboratorio para la caracterización de las muestras de suelo tomadas. En este caso se seguirá este procedimiento, utilizando valores ficticios pero coherentes para los resultados obtenidos mediante la realización de ensayos. Los puntos de reconocimiento se ubicarán tratando de conseguir una representación fiel de las zonas de interés para el proyecto.

### 8.2 GEOTECNIA GENERAL

Se realiza una primera aproximación a las características del terreno a partir del Mapa geotécnico a escala 1:200.000. La zona de estudio se encuentra ubicada en el ángulo noroccidental de la Península, en la hoja 1-2 de Santiago de Compostela.

### 7.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº3: Geología y Geotecnia*

Siguiendo las normas de división establecidas para la separación y denominación geotécnica, toda la región que comprende la hoja presenta la misma homogeneidad geotectónica, por lo que definen una única unidad de primer orden: Región I. El estudio de la homogeneidad macrogeomorfológica de los terrenos permite, a su vez, delimitar las unidades de segundo orden (áreas). Los parámetros estudiados para esta subdivisión son: la tipología de roca, su resistencia a la erosión así como su comportamiento mecánico frente a los diversos movimientos tectónicos.

La zona de estudio, forma parte del área I2, "Formas de relieve moderadas/ Áreas de rocas sanas", se trata de terrenos formados por rocas con una textura orientada y presentan una marcada pizarrosidad, por lo general estos materiales dan lugar a topografía alomada producida debido a su fácil erosionabilidad.

El área se considera en general semipermeable con variaciones locales, ligadas a la litología. En cuanto al drenaje superficial, éste se halla favorecido en ciertas zonas por las características topográficas.

Desde el punto de vista mecánico, el área posee normalmente condiciones de capacidad de carga favorables, no dándose por lo común asientos. Aunque sí pueden presentarse problemas relacionados con deslizamientos cuando coinciden las direcciones de carga, los planos de tectonización y las condiciones topográficas los favorecen.

#### *7.4 FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO*

Las formaciones superficiales más representativas en la zona son las arenas con arcillas, finos y abundantes láminas de mica, constituidos por una mezcla de materiales finos en los que predominan las arcillas.

Se originan por la alteración y posterior desplazamiento de la parte alterada, de todos los tipos de rocas existentes; por este motivo, se suele observar una cierta orientación granulométrica de los materiales depositados.

En cuanto al sustrato de la zona, se trata fundamentalmente de granodioritas, caracterizadas por sus formas redondeadas, colores rosáceos y su gran resistencia frente a la erosión. Por lo general son muy sensibles a los fenómenos de alteración, dando lugar a superficies rugosas y formando grandes depósitos granulares. En contacto con este tipo de sustrato se encuentra otro, constituido por esquistos que presentan formas suaves, con abundantes desniveles, colores grisáceos, elevada pizarrosidad y escasa resistencia frente a la erosión. Los bordes del afloramiento en contacto con la formación granítica se encuentran muy tectonizados, observándose colores más vivos y abundantes filones de cuarzo, así como extensas zonas en las cuales se mezclan los productos procedentes de la alteración de ambas rocas.

#### *7.5 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS*

En este apartado se pretende analizar los rasgos morfológicos principales de la zona, de modo que se puede realizar un primer análisis de su repercusión sobre las condiciones constructivas del terreno.

Este análisis está basado en el comportamiento de las diferentes familias de rocas ante las condiciones ambientales, resaltando los problemas que pueden surgir en el terreno, bien por causa natural o bien al alterar su estado de equilibrio.

La zona de estudio presenta una morfología acusada, presentando normalmente formas lisas, sin recubrimientos, y con pequeñas acumulaciones de rocas sueltas redondeadas y paralelepípedas.

Además, la zona posee un grado de estabilidad natural que únicamente en zonas muy tectonizadas puede llegar a ser desfavorable.

El principal problema geomorfológico que se encuentra, por tanto, está directamente relacionado con las pendientes pronunciadas.

#### *7.6 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS*

Tras un análisis de la permeabilidad y de la capacidad de drenaje de los materiales que componen el terreno, es posible describir hidrológicamente el terreno, lo cual permite analizar qué factores afectan a las condiciones constructivas del terreno.

En las formaciones graníticas y granodioríticas como es el caso, la permeabilidad está ligada al grado de tectonización, aunque suelen ser impermeables.

En cuanto a sus condiciones de drenaje, suelen ser favorables debido a la morfología acusada que presentan y a la aparición de redes de escorrentía al no existir grandes diferencias litológicas. La erosión diferencial actúa redondeando los materiales y produciendo superficies rugosas, pero no creando direcciones preferentes.

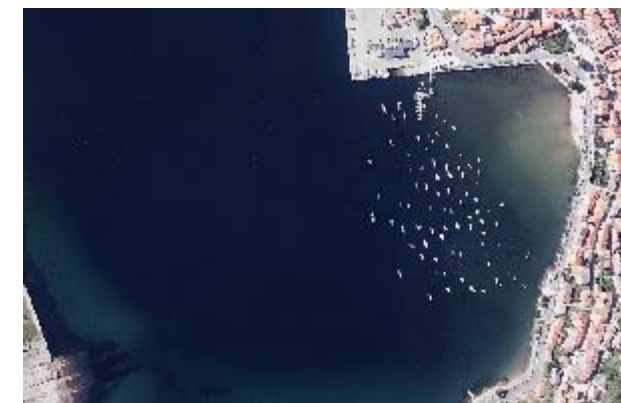
#### *7.7 TRABAJOS REALIZADOS Y RECONOCIMIENTO SUPERFICIAL DEL TERRENO*

La campaña de investigación geotécnica se fundamenta en la realización de sondeos mecánicos, ensayos de penetración mecánica y ensayos de laboratorio.

Teniendo en cuenta la información obtenida tras las visitas al campo, se pueden resaltar las siguientes características geotécnicas en la zona de estudio:

- Casi todo el sustrato de la zona marina en la que se va a ubicar el estudio está constituido por un lecho arenoso.
- Sobre el fondo marino se pueden observar comunidades de algas que indican presencia de rocas o piedras puntuales.
- En la zona litoral terrestre cercana afloran macizos rocosos en superficie.

En la imagen que se presenta a continuación se pueden observar estas características:





Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº3: Geología y Geotecnia

En vista de los resultados obtenidos, se puede deducir que:

- El dique de abrigo se encuentra sobre un sustrato aparentemente rocoso, ocultado en algunas zonas por un sustrato granular de arenas y gravas.
- La zona de relleno ubicada al sur se encuentra sobre un sustrato rocoso.
- El resto de la superficie a rellenar se encuentra sobre un sustrato granular de arenas en el que se puede encontrar algún afloramiento rocoso.

7.8 SONDEOS

El reconocimiento geotécnico mediante sondeos es, a grandes rasgos, el método más directo para conocer el terreno en profundidad, ya que permite la recuperación de testigos y la toma de muestras para ensayos de laboratorio o in situ.

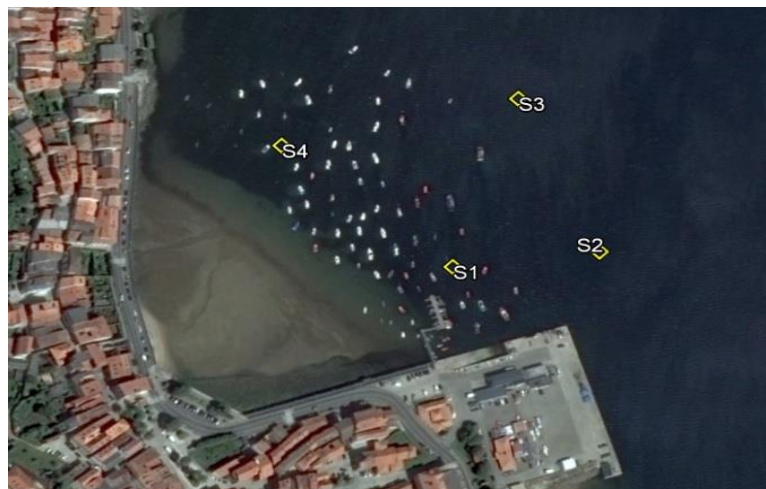
La ROM 0.5-05 establece una serie de recomendaciones y factores a tener en cuenta a la hora de realizar un sondeo.

Teniendo esto en cuenta, el proceso a seguir para realizar los sondeos de este proyecto es el siguiente:

En el interior de los sondeos se efectuarán los pertinentes ensayos de penetración dinámica S.P.T. Dichos ensayos se realizan por golpeo en caída libre de una maza de 63,5 Kg de peso desde una altura de 75 cm. El elemento de ensayo se introduce en el terrero 60 cm dividido en cuatro tramos de 15 cm. El resultado del ensayo es el número (N) de golpes necesarios para introducir los dos tramos intermedios de 15 cm cada uno.

Si el golpeo supera un valor N=100 golpes se interrumpe el ensayo considerando que se ha alcanzado el rechazo.

A continuación se presenta una imagen donde se representan 4 puntos de sondeo en la zona de estudio:



SONDEO	X	Y	Z
S1	484598,372	4754897,238	-2
S2	484601,485	4754978,937	-4
S3	484588,37	4755173,788	-4
S4	484498,972	4755142,903	-1

La profundidad está en referencia a BMVE.

Los resultados de los sondeos se presentan a continuación:

SONDEO S1			
Profundidad total: 6.1m			
Cota inicio sondeo: -2m			
Profundidad (m)	Cota inicio y fin de estrato (m)	Potencia estrato (m)	Descripción
0-3.5	De -2 a -5.5	3.5	Arena de grano medio, mayormente constituida por cuarzo y bajo contenido en materia orgánica. Exhibe fragmentos de conchas marinas. Granulometría homogénea.
3.5-4.7	De -5.5 a -6.7	1.2	Gravas y bolos de naturaleza cuarcítica y diámetros de 3 a 5 cm.
4.7-6.1	De -6.7 a -8.1	1.4	Granito de grano fino. Recuperación del 85%.

SONDEO S2			
Profundidad total: 5.9m			
Cota inicio sondeo: -4m			
Profundidad (m)	Cota inicio y fin de estrato (m)	Potencia estrato (m)	Descripción
0-1.8	De -4 a -5.8	1.8	Arena de grano medio, mayormente constituida por cuarzo y bajo contenido en materia orgánica. Exhibe fragmentos de conchas marinas. Granulometría homogénea.
1.8-4.2	De -5.8 a -8.2	2.4	Gravas y bolos de naturaleza cuarcítica y diámetros de 3 a 5 cm.
4.2-5.9	De -8.2 a -9.9	1.7	Granito sano y de grano fino con recuperación del 80%.

SONDEO S3			
Profundidad total: 5.9m			
Cota inicio sondeo: -4m			
Profundidad (m)	Cota inicio y fin de estrato (m)	Potencia estrato (m)	Descripción
0-1.8	De -4 a -5.8	1.8	Arena de grano medio, mayormente constituida por cuarzo y bajo contenido en materia orgánica. Exhibe fragmentos de conchas marinas. Granulometría homogénea.
1.8-4.2	De -5.8 a -8.2	2.4	Gravas y bolos de naturaleza cuarcítica y diámetros de 3 a 5 cm.
4.2-5.9	De -8.2 a -9.9	1.7	Granito sano y de grano fino con recuperación del 80%.



SONDEO S4			
Profundidad total: 4.45m			
Cota inicio sondeo: -1m			
Profundidad (m)	Cota inicio y fin de estrato (m)	Potencia estrato (m)	Descripción
0-2.45	De -1 a -3.45	2.45	Arena de grano medio, mayormente constituida por cuarzo y bajo contenido en materia orgánica. Exhibe fragmentos de conchas marinas. Granulometría homogénea.
2.45-4.45	De -3.45 a -5.45	2	Granito de grano fino y recuperación del 80%.

## 9. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados del sondeo, se observa que la zona de actuación presenta unas características geotécnicas homogéneas, de modo que la zona marítima se puede definir como:

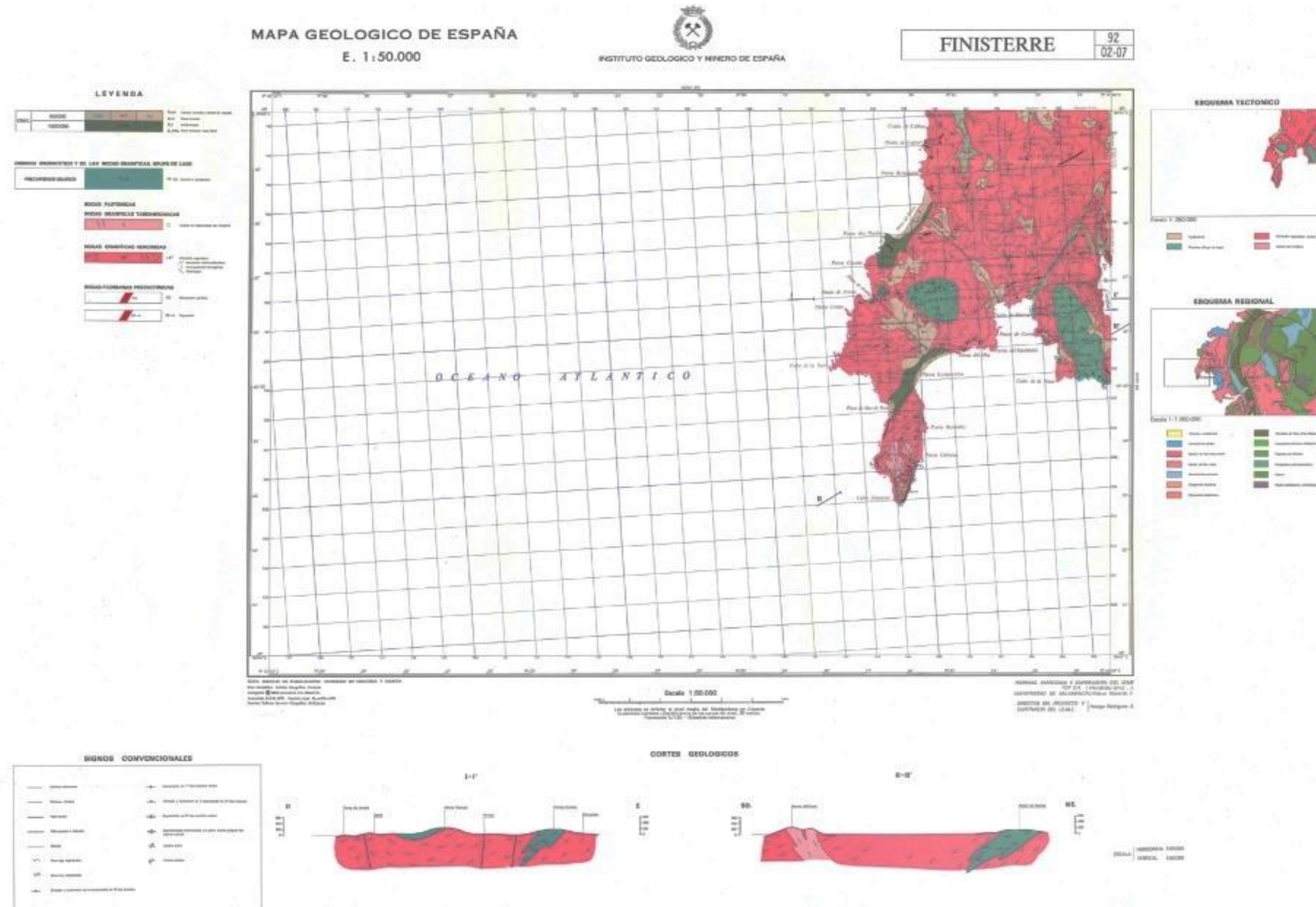
- Estrato de arenas medias sin presencia de limos y con abundancia de conchas marinas.
- Estrato de gravas o gravas y bolos.
- Estrato de granito poco meteorizado que proporciona excelentes cualidades de soporte.

En resumen, la capacidad portante del terreno es suficiente para soportar las cargas a las que va a estar sometido: se considera adecuado para la cimentación de dique y los rellenos. Además, hasta la cota a la que se va a llevar a cabo el dragado, el terreno es predominantemente arenoso y no está constituido por roca, lo cual abaratará los costes.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº3: Geología y Geotecnia

APÉNDICE I  
MAPA GEOLÓGICO

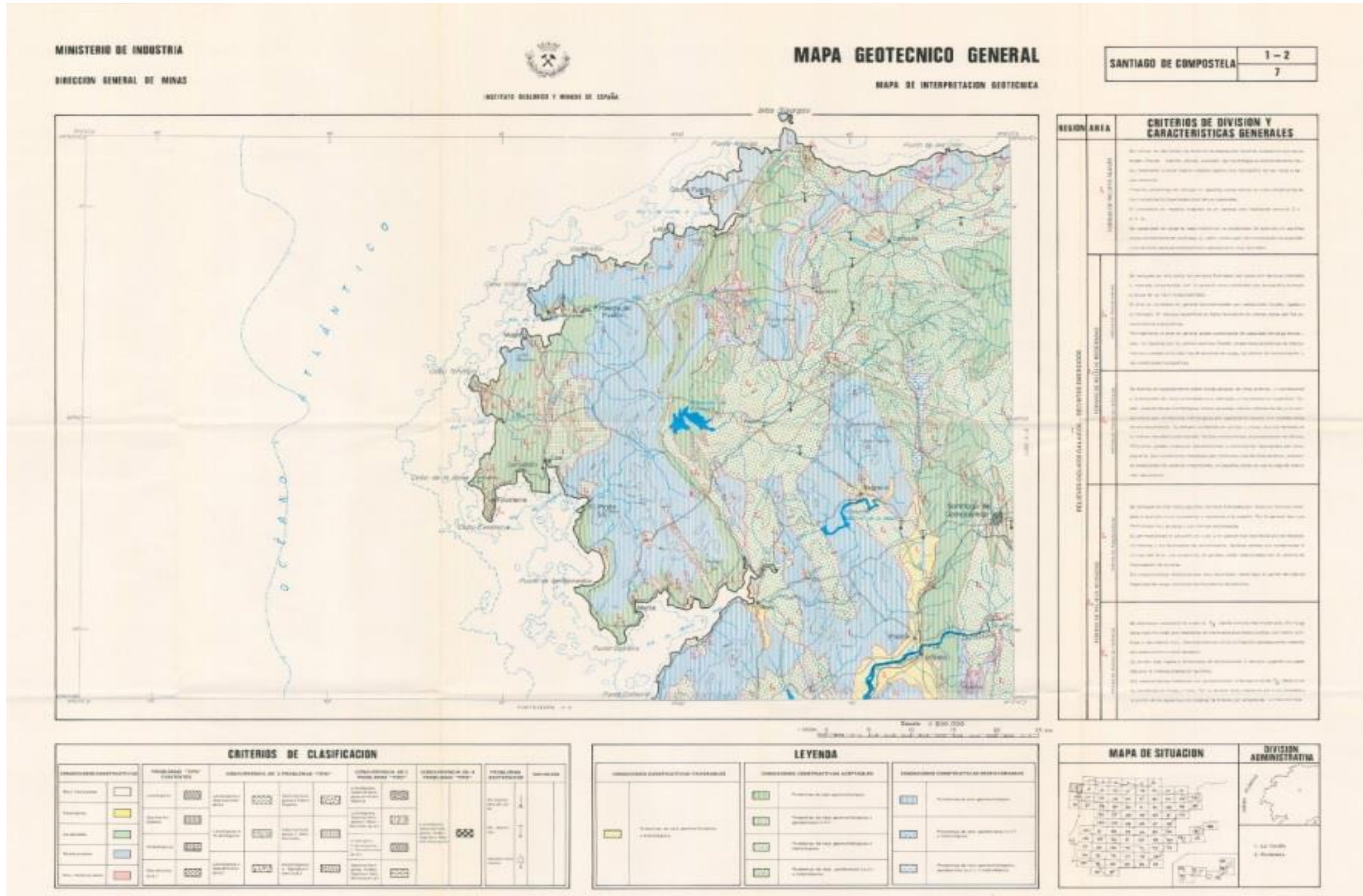




Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº3: Geología y Geotecnia



MAPA GEOTÉCNICO GENERAL









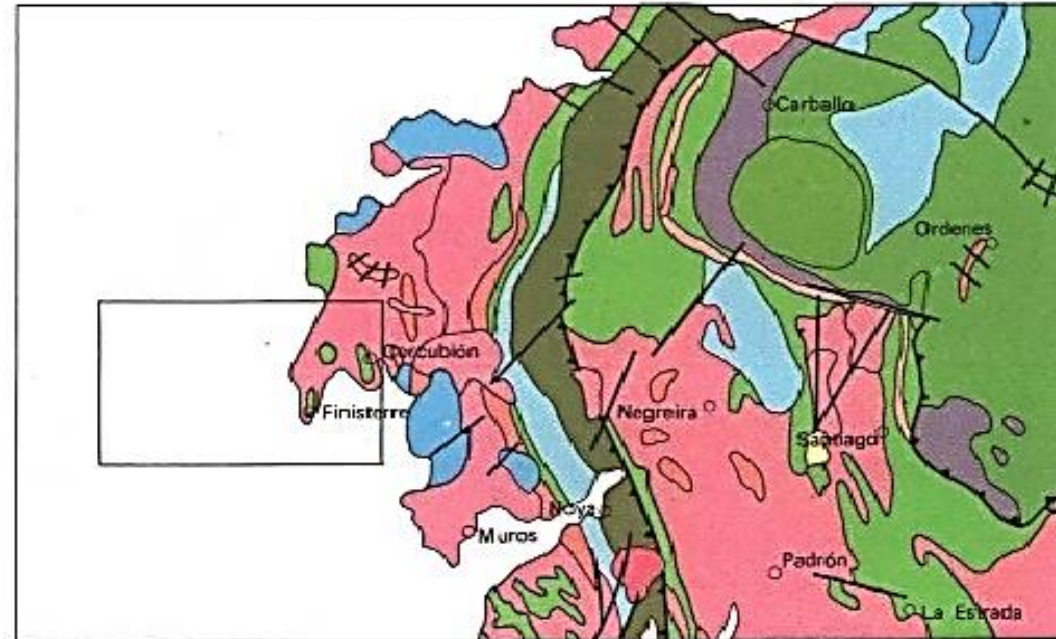
### ESQUEMA TECTONICO
















Escala 1:250.000

- |                                                                                     |                           |                                                                                     |                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|  | Cuaternarios              |  | Granitoides migmatíticos (Grupo de Lage) |
|  | Esquistos (Grupo de Lage) |  | Granito de Finisterre                    |

### ESQUEMA REGIONAL



Escala 1:1.000.000

- |                                                                                       |                             |                                                                                       |                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | Terciario y cuaternario     |  | Complejo de Noya (Fosa Blastomilitaria) |
|  | Granodioritas tardías       |  | Precámbrico Silúrico indiferenciado     |
|  | Granito de dos micas tardío |  | Esquistos de Ordenes                    |
|  | Granito de dos micas        |  | Paragneises polimetamórficos            |
|  | Granodioritas precoces      |  | Cebros                                  |
|  | Orogneises biotíticos       |  | Rocas metabásicas y ultrabásicas        |
|  | Orogneises glandulares      |                                                                                       |                                         |





*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº4: Canteras y Vertederos*



## **ANEXO Nº4: Canteras y Vertederos**



## ÍNDICE

1. OBJETO
2. CANTERAS
  - 2.1 Consideraciones previas
  - 2.2 Yacimientos existentes
  - 2.3 Análisis de las canteras próximas a la zona
3. VERTEDEROS

## **APÉNDICE I**

- Mapa de Rocas Industriales



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº4: Canteras y Vertederos*

**1. OBJETO**

El presente anexo tiene por objetos:

- Identificar los puntos de extracción o canteras de las que se va a obtener el material de la obra;
- Identificar la zona donde se depositarán los materiales sobrantes de la obra.

Se intentará en todo momento que el volumen de material sobrante sea mínimo y, siempre que sea posible, aprovecharlo.

**2. CANTERAS**

Teniendo en cuenta que la obra a realizar es de carácter marítimo, se considera que el material más apropiado para llevar a cabo gran parte de las obras es la **escollera** y el material **todo uno**.

Los volúmenes necesarios serán analizados en el anexo correspondiente.

*2.1 CONSIDERACIONES PREVIAS*

Antes de seleccionar la cantera o zona de extracción adecuada para este proyecto, es necesario tener en consideración los siguientes puntos:

- Durante todo el proceso de ejecución y explotación de las obras, junto con lo que ello conlleva, se procurará causar un impacto ambiental mínimo.
- El transporte de los materiales deberá realizarse por vías de comunicación adecuadas, buscando siempre recorridos de distancias mínimas.
- Se intentará obtener todo el material necesario de una sola cantera.
- Los materiales de extracción deberán tener una calidad adecuada, y el coste de esta acción razonable y lo más reducido posible.

*2.2 YACIMIENTOS EXISTENTES*

En el apéndice I de este anexo se presenta el Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000 en el que quedan señalados los yacimientos y explotaciones existentes de la zona que envuelve al área donde se van a realizar las obras. En concreto, es la “hoja número 7: Santiago de Compostela”, obtenida desde el IGME.

*2.3 ANÁLISIS DE LAS CANTERAS PRÓXIMAS A LA ZONA*

El contratista podrá optar por elegir la cantera que considere más conveniente para este proyecto, siempre y cuando se cumplan los requisitos previamente mencionados, así como las normativas existentes.

A continuación se presente un breve análisis de las canteras más próximas que pueden proporcionar el material deseado a la zona de actuación:

Nombre cantera	Ubicación
Cantera Prebetong	Lousame
Cantera de Pescas	Carretera Coruña-Carballo
Canteras Canarga	Carral
Canteras El Pozo	Carral

Se propone usar la cantera Prebetong para la obtención de la escollera, áridos para bases y rellenos. Los precios de las escolleras se obtienen a partir del precio facilitado por la cantera.

**3. VERTEDEROS**

Al igual que se establecieron con las canteras, es necesario indicar unos factores a tener en cuenta a la hora de seleccionar y utilizar un vertedero, en caso de ser necesario.

Estos factores son:

- Impacto ambiental reducido en todo momento.
- Los viales que comunican la obra con el vertedero deberán estar en buenas condiciones de uso, además, la distancia de recorrido con el material mínima.
- Condiciones geológicas y geotécnicas adecuadas.

Se estima que el material que será enviado a vertedero será aquel procedente de alguna demolición en caso de ser necesaria, acción que no está prevista.

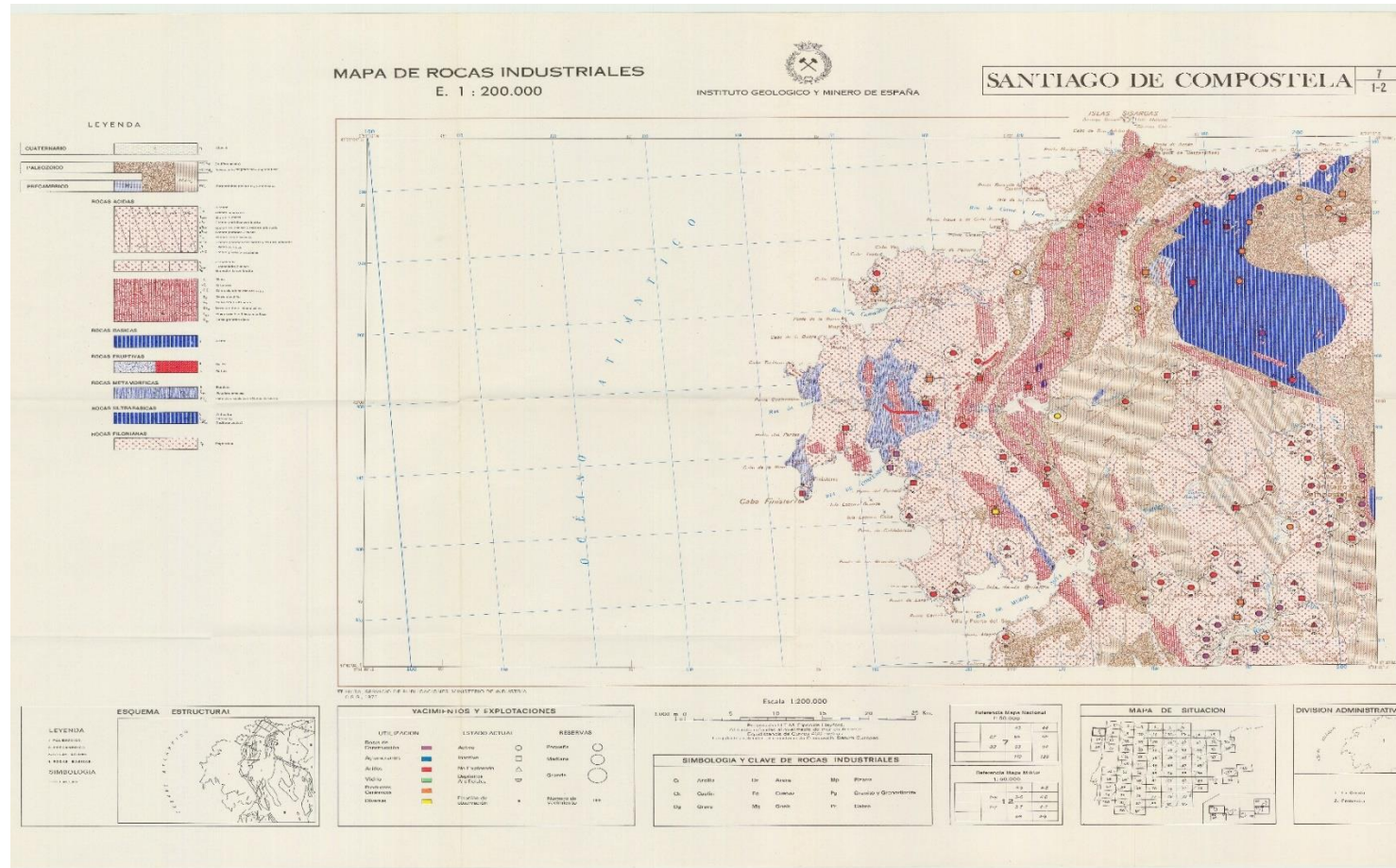
Por tanto, no es necesaria la ubicación de ninguno, puesto que, dado que el material a extraer del dragado son arenas de muy buena calidad que decantan con facilidad, éstas serán vertidas como relleno para formar la explanada del nuevo puerto deportivo.

El resto de los materiales extraídos del fondo que no se utilicen para la explanada se verterán directamente al mar o bien se usarán como relleno para playas situadas en los alrededores y que se considere necesario. Para ello es necesario, en primer lugar, las autorizaciones de la Demarcación de

Costas del Estado; de la Consellería de Medio Ambiente y de la Consellería de Pesca de la Xunta de Galicia. Una vez obtenidas estas autorizaciones, es necesario el permiso de la Capitanía de la zona para la realización del vertido de materiales.



APÉNDICE I. "MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES"





*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº5: Clima Terrestre*



## **ANEXO N°5: Clima Terrestre**



## ÍNDICE

1. OBJETO
2. CLIMA TERRESTRE EN GALICIA
  - 2.1 Introducción
  - 2.2 El relieve gallego y su interacción con el clima
  - 2.3 La costa gallega y su interacción con el clima
  - 2.4 Precipitaciones
  - 2.5 Temperatura
  - 2.6 Nubosidad e insolación
3. DATOS CLIMÁTICOS LOCALES
4. CONCLUSIONES

*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº5: Clima Terrestre*





## 1. OBJETO

El objeto de este anexo es deducir las condiciones climáticas de la zona de actuación y que serán tenidas en cuenta a la hora de ejecutar las distintas acciones del proyecto.

## 2. CLIMA TERRESTRE EN GALICIA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

Galicia es una de las comunidades más heterogéneas climáticamente hablando. Situada entre los 42<sup>o</sup> y los 44<sup>o</sup> de latitud norte, en una posición excéntrica en el suroeste europeo, presenta una transición bioclimática desde el amplio perímetro costero hasta las sierras surorientales que conectan con la Meseta. Además, la compleja morfología que se genera a lo largo de toda la comunidad crea una inmensa variedad de ambientes singulares a pequeña escala.

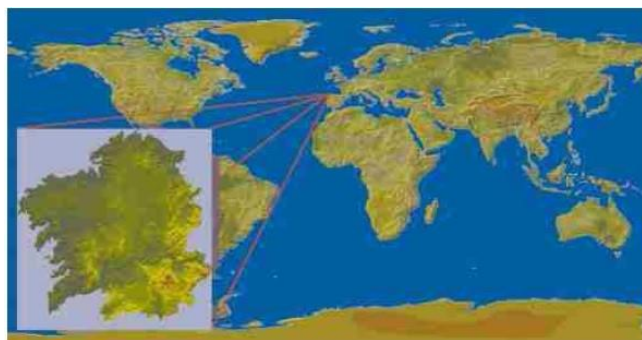


Imagen 1: ubicación Galicia. Fuente: Atlas de Galicia

Por tanto, la ubicación y la morfología son dos factores clave que ayudan a identificar esta heterogeneidad climática gallega, que condiciona las características del suelo, la flora, la fauna y la vida del ser humano. Además, rompe con la imagen de uniformidad típica de una Galicia cubierta siempre de nubes y lluvia.

### 2.2 EL RELIEVE GALLEGO Y SU INTERACCIÓN CON EL CLIMA

Galicia está formada por un conjunto de formas encadenadas que se suceden desde la costa hasta los límites con Portugal, Asturias, León y Zamora, y que tienen una gran influencia en el clima de la zona.

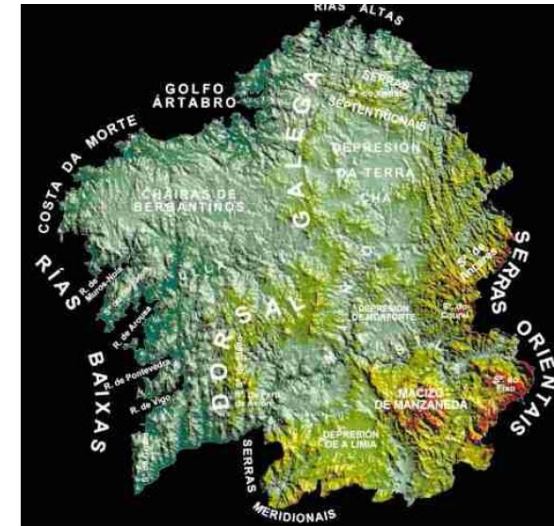


Imagen 2: Relieve y límites. Fuente: Atlas de Galicia

Por la costa es habitual encontrarse con montañas más planas, desde los 30m y los 600m. Estos últimos se pueden encontrar en las sierras litorales más destacadas de Galicia.

A medida que nos vamos desplazando desde la Costa hacia el interior, la altura no pasa desapercibida, al igual que sucede si nos desplazamos desde las sierras occidentales a las orientales y de Norte a Sur, con cadenas montañosas que pueden superar los 2000m de altura.

Para completar este desordenado terreno, aparecen las llanuras y depresiones tectónicas que sirven de nexo de unión entre las sierras presentes a lo largo de toda la comunidad autónoma. Por este motivo se puede comprobar como Galicia está caracterizada por una continua ruptura de pendiente, lo cual se ve más marcado en zonas en las que la incisión fluvial es más intensa, dando lugares a relieves tan singulares como los cañones o los ríos encajados.



Imagen 3: Cañón del Sil. Relieve gallego. Fuente: Atlas de Galicia

No obstante, para definir bien el relieve gallego no basta con mencionar la ubicación de las sierras y ríos, que genera un litoral abierto frente a un interior cerrado; es necesario definir también su orientación en el espacio.

A grandes rasgos se podría decir que la mayor parte de las sierras occidentales presentan una dirección norte-sur, lo cual funciona de barrera para el paso de las masas de aire del oeste. También es fácil encontrarse con sierras orientadas en dirección oeste-este, dificultando el paso de las masas de aire de componente norte, noroeste y noreste.



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº5: Clima Terrestre*

Finalmente, cabe mencionar otra de las características importantes del relieve, que es su forma, pues la pendiente junto con la altura y la orientación serán factores claves para la determinación del clima.

**2.3 LA COSTA GALLEGA Y SU INTERACCIÓN CON EL CLIMA**

Bañada por el océano Atlántico y Mediterráneo, la costa gallega, al igual que la comunidad en general, presenta gran variedad biogeográfica derivadas de sus peculiares características.

Definida por sus fuertes variaciones orográficas, la costa gallega junto con las barreras cercanas a esta provocan una interacción relieve-clima directa: las masas de aire provenientes del océano sufren un ascenso forzado por las barreras que influye en su inestabilidad, dando lugar a una gran descarga de precipitaciones. Estos ascensos a pie de costa convierten a este relieve en el principal captador de lluvia de la región.



Imagen 4: acantilado Cabo Ortegal.

**2.4 PRECIPITACIONES**

Galicia es una de las regiones más lluviosas de Europa occidental, aunque esta precipitación esté distribuida de forma irregular.

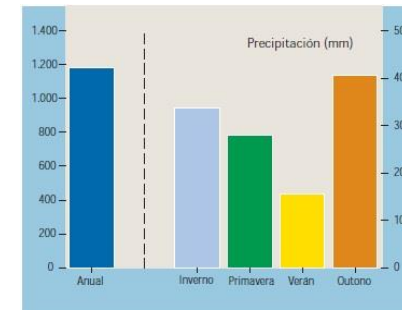
Dentro del mismo área que es Galicia, hay un paso importante desde el dominio oceánico puro con una tendencia a la repartición homogénea de las precipitaciones, hasta una componente suboceánica con una influencia mediterránea, propia de las precipitaciones irregulares.

La precipitación media anual en Galicia es aproximadamente de 1180mm distribuidos de forma irregular por toda la región, desde un mínimo de 500mm en el valle del Miño-Sil, hasta unos máximos superiores a los 1500mm en las sierras litorales (Barbanza, Groba) y la Dorsal Gallega.

Del total medio, se recogen aproximadamente:

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	total
<b>Recogida (mm)</b>	280	156	407	337	1180
<b>Contribución (%)</b>	24	13	35	28	100

Tabla 1: valores medios ponderados precipitación anual y estacional Galicia



Gráfica 1. Valores medios ponderados precipitación anual y estacional Galicia.

Concretando por provincias, con los datos pluviométricos se puede comprobar como las provincias costeras presentan valores de precipitación más elevados que las zonas interiores, de las cuales Ourense presenta una precipitación menor frente a Pontevedra que será la que más precipitación anual recoge.

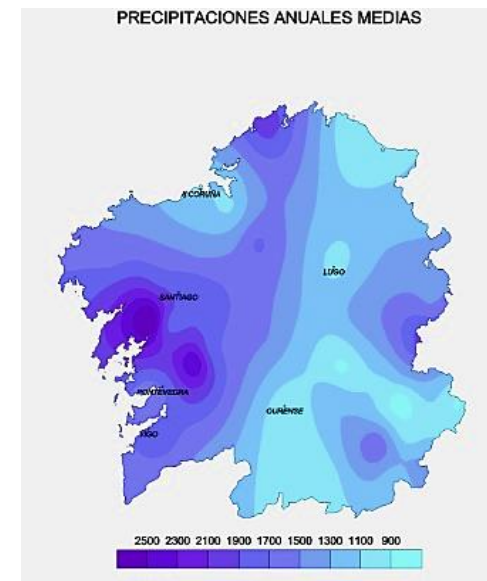


Imagen 5: Precipitación anual media Galicia. Fuente: Instituto Meteorológico de Galicia.

**2.5 TEMPERATURA**

La temperatura del aire depende en gran medida de la naturaleza de la superficie en contacto con la atmósfera, pues el suelo es quién se calienta al absorber la energía solar y quién transmite esta energía a la atmósfera.

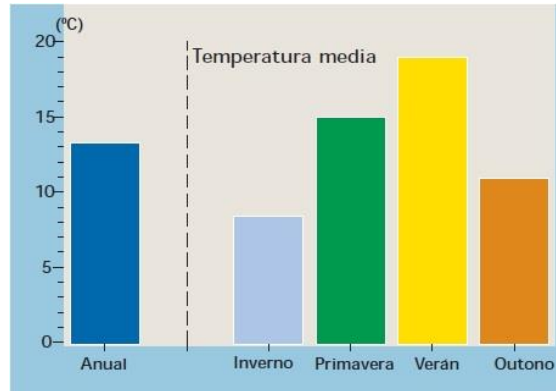
Al igual que sucedía con las precipitaciones, la distribución espacial de la temperatura en Galicia se ve marcada principalmente por el relieve. Además, se ven grandes variaciones de temperatura a lo largo del año, siendo el primer trimestre en el que se registran las temperaturas más bajas. De este modo, cabe destacar que:

- La temperatura media anual en Galicia es de aproximadamente 13,3°C, siendo:

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Media anual
<b>Temperatura (°C)</b>	15	19	11	8,5	13,3

Tabla 2: valores medios ponderados de la temperatura anual y estacional en Galicia.





Gráfica 2: valores medios ponderados de la temperatura anual y estacional en Galicia. Fuente: Atlas de Galicia.

### 3. DATOS CLIMÁTICOS LOCALES

El clima local que se va a estudiar es el del municipio de Corcubión, que es el municipio en el que se va a ubicar el proyecto.

Se caracteriza por ser un clima oceánico húmedo, con suaves temperaturas y abundantes precipitaciones.

Concretando por Comunidades Autónomas, A Coruña y Pontevedra presentan las temperaturas medias anuales más elevadas (aproximadamente 14°C), frente a Lugo y Ourense con 1°C o 2°C menos.

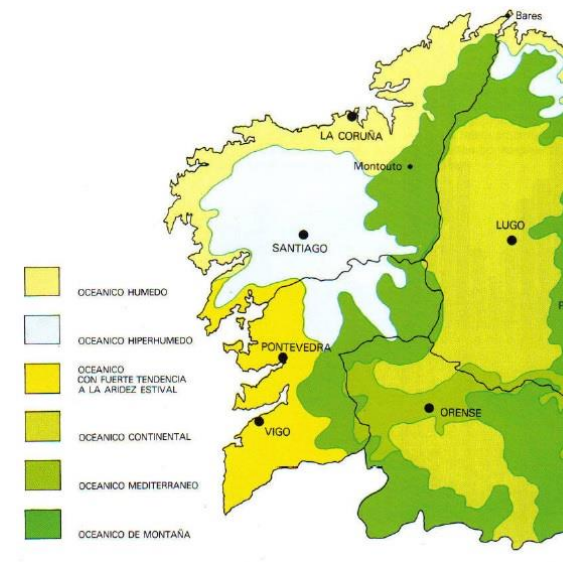


Imagen 7: Dominios climáticos Galicia. Fuente: Atlas de Galicia

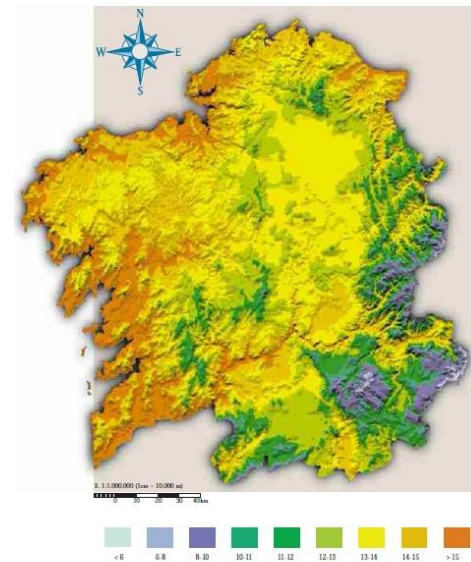


Imagen 6: temperatura media anual Galicia. Fuente: Atlas de Galicia

Se presenta a continuación una tabla con los valores de los factores más importantes recogidos por el Instituto Meteorológico de Galicia a lo largo del año 2015 en la estación de Camariñas (la más próxima a Corcubión):

### 2.6 NUBOSIDAD E INSOLACIÓN

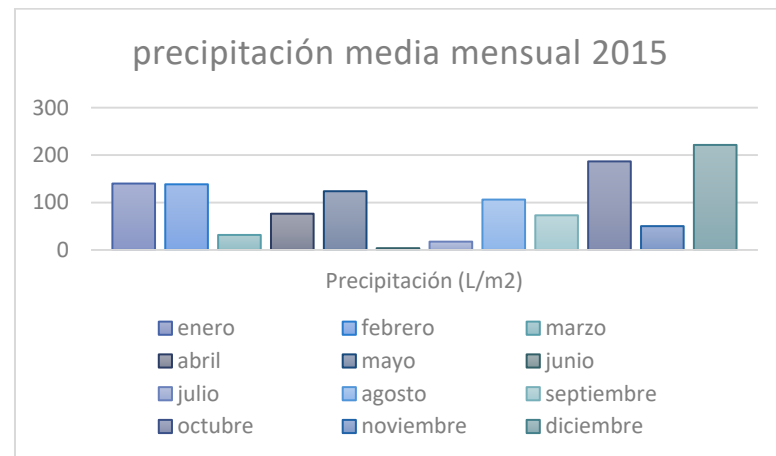
Galicia destaca por tener una gran parte de días al año de nubosidad, frente a unos pocos días despejados. Mientras que las Rías Altas y el Miño tienen una nubosidad abundante de aproximadamente 130 días cubiertos al año y 64 días despejados, las Rías Bajas presentan una media de 120 días cubiertos al año y 70 despejados.

En cuanto a la insolación, la media de horas anual es de 1800-2000h en las Rías Altas y el Interior, frente a una media de 2200h en las Rías Bajas, Pontevedra y Vigo.

En cuanto a las nieblas, son muy comunes y están presentes a lo largo de todo el año. Por un lado puede presentarse una niebla de irradiación, que puede llegar a los 60 días al año en las Rías Bajas y en el interior; por otro lado, se puede presentar una niebla de evaporación, presente en época de verano en las zonas del interior, con una frecuencia de 35 días al año.

Mes	Temp. media (°C)	Temp. máxima (°C)	Temp. mínima (°C)	Humidade relativa media (%)	Chuvia (L/m2)	Insolación (%)	Días de xeadada (Días)	Velocidad del viento (km/h)
Enero	11,2	14,2	2,4	82	140	24	0	18,72
Febrero	10	14	2,6	74,1	138,4	-	0	-
Marzo	11,2	15,8	4	77,2	31,6	53	0	22,68
Abril	13,8	25,1	6,4	77	76,4	59	0	17,64
Mayo	14,7	22,4	9,4	79,3	123,8	59	0	26,64
Junio	16,5	25,9	9,2	80,6	3,7	60	0	21,96
Julio	18,2	27,3	11,4	81,8	17,5	57	0	19,8
Agosto	17,9	22,4	11,3	83,9	106,2	45	0	19,44
Septiembre	16,4	24,2	10,3	79,2	73	65	0	18,36
Octubre	15,9	24,9	7,4	78	186,7	50	0	22,68
Noviembre	14,9	20,3	5,7	81,5	50,2	38	0	18
Diciembre	14,3	20,7	4,4	76,4	221,4	42	0	29,88
<b>MEDIA 2015</b>	<b>14,6</b>	<b>21,4</b>	<b>7,04</b>	<b>79,25</b>	<b>97,4</b>	<b>50,18</b>	<b>NO</b>	<b>21,44</b>

Tabla 3: Valores factores climáticos medios región Corcubión 2015. Fuente: IMC



Gráfica 3: valores factores climáticos medios región Corcubión 2015. Fuente:IMC

#### 4. CONCLUSIONES

A la vista de los datos obtenidos a lo largo del anexo, se puede deducir que el municipio de Corcubión es una región de clima templado-húmedo, con variaciones de temperatura suaves, con notables valores de humedad y nubosidad.

Se puede considerar una zona lluviosa y con importantes rachas de viento, sobre todo en temporales. No obstante, es una zona ausente de heladas.

Por tanto, es necesario tener en cuenta a la hora de ejecutar el proyecto estos tres rasgos climáticos tan importantes: nubosidad, precipitación y viento.



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo*



## **ANEXO N°6: Clima Marítimo**



## ÍNDICE

1. OBJETO
2. PARÁMETROS
  - 2.1 Vida útil
  - 2.2 Riesgo admisible
  - 2.3 Período de retorno
  - 2.4 Nivel Medio del mar
3. CARACTERIZACIÓN DEL OLAJE
  - 3.1 Oleaje de tipo mar de fondo: régimen extremal
    - 3.1.1 Propagación del oleaje
  - 3.2 Oleaje de mar de viento
    - 3.2.1 Parámetros de estimación
    - 3.2.2 Cálculos realizados
4. CONCLUSIONES

### **APÉNDICE I: propagación del oleaje en régimen extremal**



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo

Por tanto, se considera que el proyecto a realizar es una **infraestructura de carácter general**.

**1. OBJETO**

El objetivo de este estudio es llevar a cabo un análisis del clima marítimo de la zona en la que el puerto deportivo se va a ubicar; en este caso, en la Ría de Corcubión, definiendo y analizando cada uno de los parámetros que lo caracterizan.

**2. PARÁMETROS**

Los parámetros que se van a definir a continuación son primordiales para realizar el posterior estudio del oleaje.

**2.1 VIDA ÚTIL**

Se define la vida útil ( $L_f$ ) como la duración de la fase de servicio, que comprende desde que se finaliza la instalación de la estructura hasta que queda inutilizada, se desmonta o cambia su uso.

Para obtener el valor de la vida útil del proyecto en cuestión, se emplearán los valores proporcionados por la ROM 02-90 "Acciones en el proyecto de obras marítimas y portuarias", basándose en:

- Posibilidad, facilidad y factibilidad económica de las reparaciones.
- Posibilidad y probabilidad de cambios en las circunstancias y condiciones de utilización previstas.
- Viabilidad de refuerzos y readaptaciones a nuevas necesidades.

Teniendo en cuenta estas variables, se considerará como vida útil del puerto deportivo la obtenida en la tabla 2.2.1.1. de la ROM 02-90:

TIPO DE OBRA O INSTALACIÓN	NIVEL DE SEGURIDAD REQUERIDO		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
INFRAESTRUCTURA DE CARÁCTER GENERAL	25	50	100
DE CARÁCTER INDUSTRIAL ESPECÍFICO	15	25	50

IMAGEN I. OBTENICIÓN VIDA ÚTIL DEL PROYECTO. FUENTE: ROM 02-90

En esta tabla, se puede diferenciar lo siguiente:

Tipo de infraestructura

- *Infraestructura de carácter general*: obra de carácter general no ligada a la explotación de una instalación industrial o de un yacimiento concreto.
- *Infraestructura de carácter industrial específico*: obras ligadas a la explotación de recursos o yacimientos de naturaleza transitoria.

Nivel de seguridad

- Nivel 1: obras e instalaciones de interés local o auxiliar con pequeño riesgo de pérdida de vidas humanas o daños en caso de rotura. Incluyen: obras de regeneración de costas, puertos menores deportivos, etc.
- Nivel 2: obras e instalaciones de interés general que suponen un riesgo moderado de pérdida de vidas humanas o daños en caso de rotura. Incluyen: obras en grandes puertos, emisarios en grandes ciudades, etc.
- Nivel 3: obras e instalaciones de protección contra inundaciones o de carácter supranacional.

Por tanto, se considera el proyecto a analizar con un **Nivel 1** de seguridad.

Tipo infraestructura	Nivel Seguridad	Vida útil
Carácter general	1	25

TABLA I. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

**2.2 RIESGO ADMISIBLE**

Se define el riesgo admisible (E) como la probabilidad de excedencia en la vida útil. Éste se fijará para cada elemento estructural en función de sus características físicas y económicas, así como las repercusiones económicas directas e indirectas en caso de inutilización total o parcial y la estimación de las pérdidas humanas en caso de rotura o colapso.

La ROM 02-90 permite obtener los valores de riesgo máximo admisible en fase de servicio a través de la tabla 3.2.3.1.2, que se plasma a continuación:

<b>a) RIESGO DE INICIACIÓN DE AVERÍAS</b>			
REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA.  Índice $r = \frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$	BAJA	POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
	MEDIA	0,50	0,30
	ALTA	0,30	0,20
REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA.  Índice $r = \frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$	BAJA	POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
	MEDIA	0,25	0,15
	ALTA	0,20	0,10

IMAGEN II. OBTENICIÓN RIESGO MÁXIMO ADMISIBLE. FUENTE: ROM 02-90

En esta tabla, se puede diferenciar lo siguiente:

Riesgo máximo admisible



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo

- *Riesgo de iniciación de averías:* se adopta en obras flexibles, semirrígidas o de rotura generalmente reparable.
- *Riesgo de destrucción total:* se adopta en el caso de que la obra sea rígida, de rotura frágil o sin posibilidad de reparación.

Como ya se ha establecido en el punto anterior, se considera la posibilidad de pérdidas humanas **reducida**, así como la repercusión económica en caso de inutilización de la obra **“baja”**.

Por otro lado, teniendo en cuenta la ubicación del puerto a construir, el clima de la zona así como los diversos fenómenos meteorológicos que pueden suceder a lo largo del año, se puede considerar el riesgo como de **iniciación de averías**, pues en general será de roturas reparables.

Por tanto:

Tipo de Riesgo admisible	Posibilidad de pérdidas humanas	Repercusión económica	Valor (E)
Iniciación de averías	reducida	baja	0,50

TABLA II. RIESGO MÁXIMO ADMISIBLE DEL PROYECTO

### 2.3 PERÍODO DE RETORNO

Se define el período de retorno (T) para un valor de la variable  $X=X_i$  como el intervalo medio de tiempo en que el valor extremo supera  $X_i$  una sola vez.

Dicho de manera coloquial, se define como el intervalo de tiempo que ha de transcurrir desde que se produce un suceso hasta que se vuelve a producir.

Según la ROM 02-90, el período de retorno está directamente relacionado con el riesgo admisible (E) y con la vida útil ( $L_f$ ) de la siguiente manera:

$$L_f \geq 10 \text{ años} \quad E = 1 - \left(1 - \left(\frac{1}{T}\right)\right)^{L_f}$$

Por tanto, si se sustituye por los valores correspondientes:

E	$L_f$ (años)	T (años)	T(años) aproximación*
0,50	25	36,6	50

\*Se aproxima el T de retorno a 50 años para estar del lado de la seguridad.

TABLA III. PERÍODO DE RETORNO DEL PROYECTO

### 2.4 NIVEL MEDIO DEL MAR

Para poder definir el nivel medio del mar es necesario analizar los niveles máximos y mínimos de las aguas libres exteriores, que se corresponden con el valor extremo asociado al máximo riesgo admisible.

Para aplicar estos niveles máximos y mínimos en zonas costeras, hay que tener en cuenta que vienen determinados fundamentalmente por los siguientes parámetros:

- *Marea astronómica (MA):* es la que causa mayor influencia y por tanto mayor variación en el nivel del mar, sobre todo en zona de costa. Viene causada por las fuerzas gravitatorias del Sol y la Luna. Se suele medir en m.
- *Marea meteorológica (MM):* también conocida como “storm-surge”, viene provocada por los gradientes de presión y viento. Se suele medir en cm.
- *Onda larga:* también conocida como “seiche”, son las ondas estacionarias de largo período. Su origen es, principalmente, un cambio local en la presión atmosférica, un cambio en la velocidad del viento o a las oscilaciones transmitidas a través de la boca de entrada a la ría. El problema es que estas ondas normalmente llegan con energía por lo que si entran en resonancia pueden causar una agitación que puede llevar al colapso.
- *Resacas costeras.*

Teniendo estos fenómenos en cuenta, se puede determinar el nivel medio del mar a través de la tabla 3.4.2.1.1 proporcionada por la ROM 02-90:

		Mar con marea astronómica	Mar sin marea astronómica significativa	Zonas con marea astronómica sometidas a corrientes fluviales	Corriente fluvial no afectada por mareas
En condiciones normales de operación	Nivel máximo	PMVE	NM + 0,3 m	PMVE y NMI	MNI
	Nivel mínimo	BMVE	NM - 0,3 m	BMVE y NME	NME
En condiciones extremas	Nivel máximo	PMVE + 0,5 m	NM + 0,8 m	PMVE y NMaxA	NMaxA
	Nivel mínimo	BMVE - 0,5 m	NM - 0,8 m	BMVE y NMinE	NMinE

ROM 02-90

IMAGEN III. NIVELES CARACTERÍSTICOS DEL MAR. FUENTE:

En esta tabla nos encontramos con lo siguiente:

- PMVE: pleamar máxima viva equinoccial.
- BMVE: bajamar mínima viva equinoccial.
- NM: nivel medio del Nivel del Mar referido al cero hidrográfico de las cartas, tal que:

$$NM = \frac{PMVE + BMVE}{2}$$

- Carrera de marea astronómica:  $h = PMVE - BMVE$

Una vez definidos los parámetros que completan la tabla, puesto que para Corcubión no se tienen unos valores concretos, se tomarán como referencia los valores proporcionados por la ROM del puerto de Malpica, considerando por tanto:

- NM= 2,05 m
- h= 4,00 m



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo

Sustituyendo se obtiene que:

$$PMVE = NM + \frac{h}{2} = 4,05 \text{ m}$$

$$BMVE = NM - \frac{h}{2} = 0,05 \text{ m}$$

Por tanto, considerando Corcubión como una zona de **mar con marea astronómica** significativa y **no sometida a influencia de corrientes fluviales**, habrá:

Condiciones normales de operación

- Nivel máximo = PMVE
- Nivel mínimo = BMVE

Condiciones extremas

- Nivel máximo = PMVE + 0,5
- Nivel mínimo = BMVE - 0,5

Sustituyendo por los valores correspondientes, obtenemos los **niveles de mar** que se van a considerar en el proyecto:

	Condiciones normales	Condiciones extremas
Nivel máximo	4,05	4,55
Nivel mínimo	0,05	-0,45


TABLA IV. NIVELES DEL MAR.

**3. CARACTERIZACIÓN DEL OLAJE**

Cuando hablamos de oleaje tenemos que diferenciar dos tipos: oleaje de mar de fondo (*swell*) y oleaje de viento (*sea*). Ambos oleajes nos permiten definir un perfil de verano y un perfil de invierno de la siguiente manera:

**SWELL** El **perfil de verano** viene caracterizado por una **berma** aplia, un oleaje de poca energía, con poca altura de ola pero períodos largos y ordenados. Esto favorece a la disipación de energía por percolación. Este perfil es propio del oleaje tipo **swell**;

El **perfil de invierno** se caracteriza por una **barra** pronunciada, por tener elevada energía, gran altura de ola y períodos cortos y desordenados. No existe disipación de energía por percolación y el Nivel Freático asciende y se produce gran reflexión (retorno más energético). Este perfil es propio del oleaje tipo **sea** o **viento**.



SEA

El paso de berma a barra puede durar solo unos días, pues el proceso de erosión es muy rápido. Sin embargo, el paso de barra a berma es un proceso lento que puede durar meses, produciéndose de la siguiente manera: al

romper las olas en la barra, llegan con menos energía a la costa, favoreciendo a la sedimentación y por tanto el paso de barra a berma.

Este equilibrio entre perfiles es fácilmente alterable mediante actuaciones realizadas por el hombre, como sucede, por ejemplo, con el proyecto en cuestión.

Para poder llevar a cabo el estudio del oleaje que afecta a la zona de Corcubión y por tanto permita determinar las características del puerto, será necesario analizar ambos oleajes. Por un lado se realizará un estudio con el oleaje de tipo swell con el programa informático SMC; por otro lado, se realizará el estudio del oleaje de tipo viento mediante las directrices indicadas por la ROM.

**3.1 OLAJE DE TIPO MAR DE FONDO: RÉGIMEN EXTREMAL**

El programa SMC nos remite al Atlas de clima marítimo de la ROM 0.3-91, en el cuál se puede ubicar Corcubión dentro del área III (como se indicará más adelante), el cual se presenta a continuación y nos permite obtener los siguientes datos:

Con un período de retorno de 50 años, se obtiene una **altura de ola de 12,9m**. Entrando con este valor en el apartado de correlación de altura de ola y periodo en temporales, se obtiene un periodo de 13-27s. No obstante, puesto que el máximo contemplado es de 22s, se establece un rango de 13-22s de periodo.

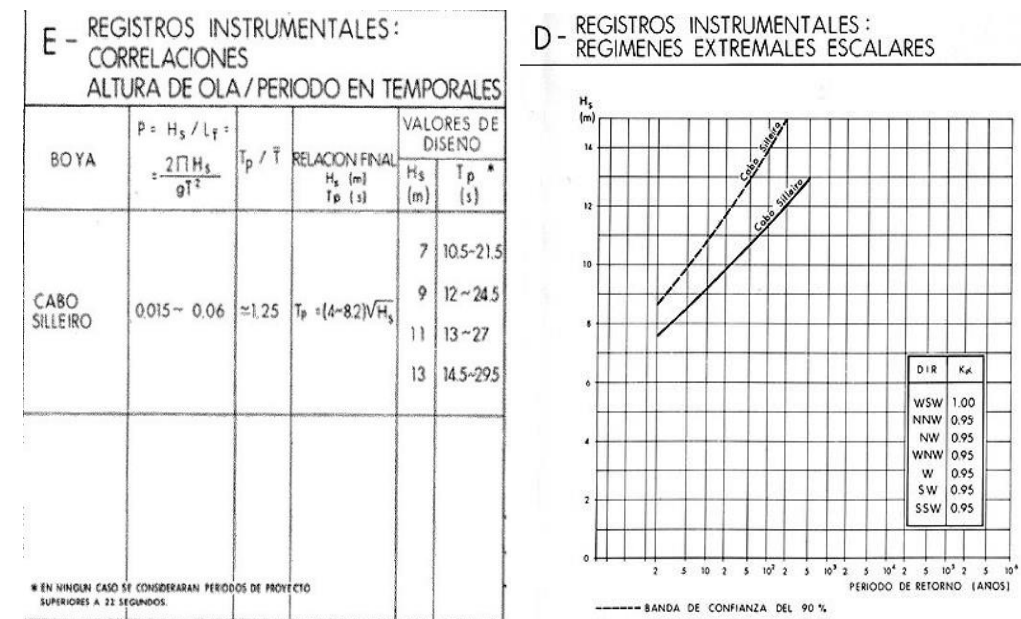


IMAGEN IV. REGIMEN EXTREMAL. ALTURA DE OLA, PERIODOS. FUENTE: ROM 03-91

Para caracterizar el oleaje por completo, a partir de la información que se tiene del litoral español y de la zona en la que se está llevando a cabo el estudio, es necesario transferir a aguas profundas los resultados obtenidos en base a datos instrumentales, pues estos han sido registrados en puntos de medida situados en profundidades reducidas o intermedias y por tanto se han visto afectados por distintos procesos de atenuación, transformación y deformación causados por la batimetría o topografía marina.

Según el apartado 2.7 de la ROM 0.3-91, el modelo numérico de propagación empleado es un modelo parabólico de difracción-refracción desarrollado en el CEPYC.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo

Las alturas de ola consideradas en cada punto de medida para determinar los periodos de ensayo fueron obtenidas a partir del régimen extremal escalar correspondiente. Los periodos se seleccionaron a partir de dicho intervalo y, aplicando las correcciones correspondientes, se ha llegado a la siguiente relación, que será aplicada en los cálculos de este anexo:

$$T_s = 0,95T_p$$

Por otro lado, el rango que se contempla en este apartado de la ROM para poder realizar la propagación del oleaje es de 7-19s, como se puede observar en la tabla 2.7.1, dentro del área III que es en la que nos ubicamos. Por tanto, el rango en el que se va a trabajar es 13-19s.

TABLA 2.7.1. COEFICIENTES DE REFRACCIÓN-SHOALING ( $K_R$ ) CORRESPONDIENTES A PROPAGACIONES DE OLEAJES DESDE AGUAS PROFUNDAS HASTA EL EMPLAZAMIENTO DE LOS PUNTOS DE MEDIDA ANALIZADOS

ÁREA	PUNTO DE MEDIDA	DIR. $T_{10}$	7	9	11	13	15	17	19
I	BILBAO EXTERIOR	NW	—	0,98	0,93	0,88	0,80	0,80	0,90
		NNW	—	0,98	0,94	0,93	0,93	0,92	0,90
		N	—	0,98	0,94	0,91	0,88	0,85	0,80
		NNE	—	0,98	0,96	0,95	0,95	0,93	0,90
	GUÓN	NE	—	0,98	0,94	0,94	0,94	0,91	0,83
		NW	—	0,88	0,82	0,80	0,76	0,84	0,82
		NNW	—	0,85	0,82	0,84	0,85	0,88	0,88
		N	—	0,93	0,98	1,02	0,99	0,91	0,84
II	CORUÑA	NNE	—	0,99	0,88	0,87	0,88	1,01	1,02
		NE	—	0,89	0,90	0,90	0,95	0,85	0,99
		W	—	0,97	0,90	0,89	0,71	0,81	0,82
		WNW	—	0,98	0,94	0,92	0,89	0,89	0,94
	CABO SILLEIRO	NW	—	0,98	0,94	0,92	0,88	0,85	0,80
		NNW	—	0,97	0,92	0,85	0,82	0,81	0,78
		N	—	0,97	0,90	0,74	0,82	0,58	0,61
		NNE	—	0,98	0,96	0,88	0,79	0,54	0,54
III	CABO SILLEIRO	W	—	1,00	0,97	0,94	0,91	0,91	0,93
		WNW	—	1,00	0,97	0,94	0,92	0,91	0,93
		W	—	1,00	0,97	0,94	0,91	0,91	0,93
		WSW	—	1,00	0,98	0,97	1,00	1,10	0,83
	CABO SILLEIRO	SW	—	1,00	0,97	0,95	0,89	0,95	0,79
		SSW	—	1,00	0,97	0,93	0,85	0,82	0,80

IMAGEN V. COEFICIENTE DE REFRACCIÓN-SHOALING. FUENTE. ROM 03-91

Es necesario tener en cuenta que la altura de ola significativa asociada a un periodo de retorno en aguas profundas en una dirección determinada puede obtenerse a partir de los resultados instrumentales disponibles por medio de la siguiente relación:

$$H_{s,0} = H_{s,R} \cdot K_{\alpha} / K_R$$

siendo:

$H_{s,0}$ : Altura de ola significativa en aguas profundas asociada a un periodo de retorno, para una dirección determinada.

$H_{s,R}$ : Altura de ola significativa asociada a un periodo de retorno obtenida del régimen extremal escalar instrumental.

$K_{\alpha}$ : Coeficiente de reparto direccional para la dirección considerada.

$K_R$ : Coeficiente de refracción-shoaling en el punto de medida para la dirección considerada, y el periodo establecido asociado a dicha altura de ola.

Se calculan los coeficientes de difracción y refracción según la ROM:

$K_{\alpha}$

Los valores de  $K_{\alpha}$  se obtienen en el apartado D de la hoja correspondiente al área III "Registros Instrumentales. Regímenes extremales escalares":

DIR	$K_{\alpha}$
WSW	1,00
NNW	0,95
NW	0,95
WNW	0,95
W	0,95
SW	0,95
SSW	0,95

IMAGEN VI. COEFICIENTE DE REPARTO DIRECCIONAL. FUENTE: ROM 03-91

$K_R$

Los valores de  $K_R$  se obtienen de la tabla 2.7.1:

Dirección/ $T_s$	$K_R$			
	13	15	17	19
NNW	0,92	0,88	0,89	0,85
NW	0,94	0,91	0,89	0,88
WNW	0,94	0,91	0,91	0,93
W	0,94	0,91	0,91	0,93
WSW	0,97	1,00	1,10	0,83
SW	0,95	0,89	0,95	0,79
SSW	0,93	0,85	0,82	0,80

TABLA V. COEFICIENTE DE REFRACCIÓN-SHOALING DEL PROYECTO.

Con estos valores, se sustituye en la fórmula anteriormente presentada de modo que se siguen los siguientes pasos:

- 1)  $H_{s,0} = H_{s,R} \cdot K_{\alpha}$ , siendo  $H_{s,0} = 12,9m$  y  $K_{\alpha}$  los valores obtenidos previamente. Con esta fórmula obtenemos la propagación de la altura de ola desde la boya de Silleiro hasta la Costa, es decir,  $H_{s,R}$ .
- 2)  $H_{s,0} = H_{s,R} \cdot K_{\alpha}$ , siendo  $H_{s,R}$  el valor obtenido anteriormente y  $K_{\alpha}$  los valores obtenidos en función de la dirección. Con esta fórmula se obtiene la propagación a profundidades indefinidas en función de la dirección, es decir,  $H_{s,0}$ .
- 3)  $H_{s,0}$  será la altura de ola que se empleará para la propagación posterior.

Por tanto:





*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº6: Clima Marítimo*

Para ello, por un lado hay que tener en cuenta las direcciones dominantes de la rosa de altura significativa de la boya de Cabo Silleiro, que es la boya en aguas profundas más próxima a la zona de estudio y en la que se va a basar la obtención de diversos parámetros para la realización de la propagación del oleaje.

H <sub>s,R</sub>				
Dirección/T <sub>s</sub>	13	15	17	19
NNW	14.02	14.66	14.49	15.18
NW	13.72	14.17	14.49	14.66
WNW	13.72	14.17	14.17	13.87
W	13.72	14.17	14.17	13.87
WSW	13.3	12.9	11.72	15.54
SW	13.58	14.49	13.57	17.43
SSW	13.87	15.18	15.73	16.13
H <sub>s,0</sub>				
Dirección/T <sub>s</sub>	13	15	17	19
NNW	13.32	13.93	13.77	14.42
NW	13.03	13.46	13.76	13.93
WNW	13.03	13.46	13.46	13.17
W	13.03	13.46	13.46	13.17
WSW	13.3	12.9	11.72	15.84
SW	12.9	13.77	12.89	16.55
SSW	13.17	14.42	14.94	15.32

TABLA VI. ALTURA DE OLA DE DISEÑO DEL PROYECTO SEGÚN LA DIRECCIÓN.

Una vez obtenido H<sub>s,0</sub>, se puede llevar a cabo la propagación hasta la zona de estudio. Para eso, se ha empleado el programa de modelado costero SMC.

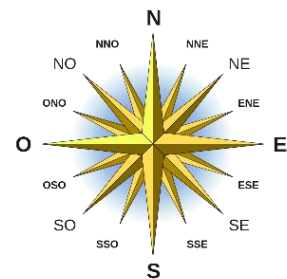
*3.1.1 Propagación del oleaje*

Para llevar a cabo la propagación del oleaje desde aguas profundas, es necesario partir de una batimetría de la zona de estudio.

Una vez obtenida a partir del módulo de BACO del programa SMC, se procede a realizar la propagación.

Elección de las direcciones de estudio

En aguas profundas, el oleaje tipo swell se desarrolla en todas las direcciones. Sin embargo, a medida que se acerca a la costa, la magnitud y la dirección del oleaje se ven reducidas.



Concretando para la zona de estudio, se puede observar como no todas las direcciones son motivo de estudio, sino que serán aquellas comprendidas entre las direcciones Oeste y Sur, a señalar: W, WSW, SW, SSW Y S. Por otro lado, se puede observar como la zona de estudio tiene una orientación Norte-Sur y, además está resguardada dentro de la ría. Ambas características facilitan tanto el estudio de propagación como la ejecución y explotación de las obras, pues se ve protegida de los fuertes oleajes que pueda haber.

Para seleccionar las direcciones en las que se va a realizar la propagación del oleaje, se ha llevado a cabo un estudio visual de la zona, así como un análisis de las alturas de ola y las direcciones que han entrado en los últimos años.

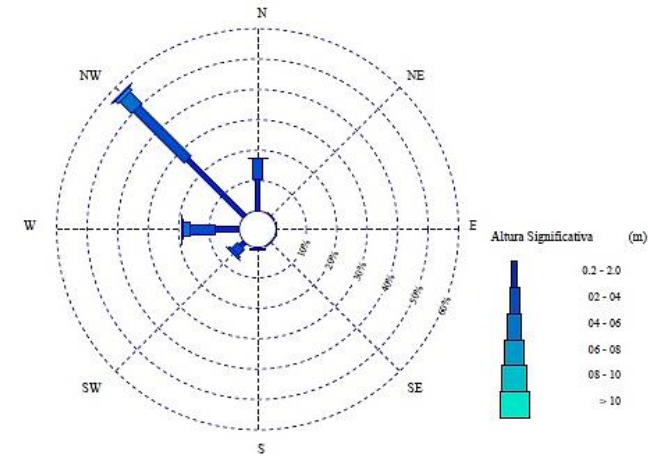


IMAGEN VII. ROSA DE DIRECCIONES DOMINANTES. BOYA CABO DE SILLEIRO

Como se puede observar, las direcciones dominantes son Norte, Noroeste, Oeste y Suroeste.

Por otro lado, hay que analizar la orientación de la zona de estudio y su ubicación.

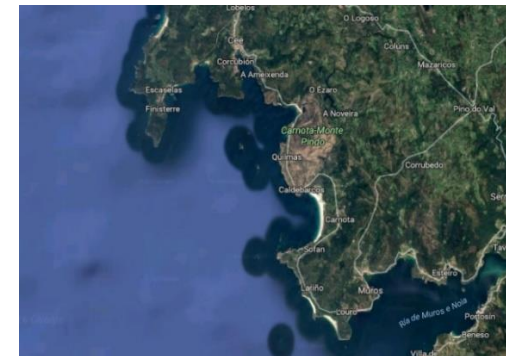


IMAGEN VIII. ZONA DE ENTRADA DEL OLAJE

Como se puede observar, los oleajes provenientes del Norte, Noroeste e incluso Sur no son motivo de estudio; sin embargo, los oleajes provenientes del Oeste, Suroeste e incluso del Oeste-Suroeste, serán los que ayuden a dimensionar el puerto.

Por tanto y concluyendo, las direcciones de estudio serán: **W, WSW, SW.**

Estimación de los periodos característicos y casos de estudio

Para poder obtener los periodos pico asociados a las diferentes alturas de ola, se va a aplicar la fórmula proporcionada por el informe de régimen extremal de la boya de Cabo Silleiro, es decir:

$$T_P = 7.27 * H_S^{0.32}$$

Por tanto:



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo

Dirección	Altura de ola	Periodo Pico
<b>W</b>	13.77	16.83
	12.9	16.47
	13.46	16.7
<b>WSW</b>	13.46	16.7
	11.72	15.9
	12.89	16.47
<b>SW</b>	13.17	16.6
	15.84	17.6
	16.55	18

TABLA VII. CASOS DE PROPAGACIÓN TOTALES

Como se puede observar, los períodos rondan en el entorno de los 15 y 18 segundos.

Casos seleccionados para el estudio de propagación

Teniendo en cuenta que el diseño del puerto deportivo se realizará en función de régimen extremal del oleaje, se ha decidido propagar los oleajes que tengan mayor altura de ola y mayor período para cada una de las direcciones, diferenciando por un lado la bajamar y por otro lado la pleamar. Esto es:

<b>BAJAMAR (NM: -0.45m)</b>		
Dirección	Altura de ola	período
W	13.77	16.83
WSW	13.46	16.7
SW	16.55	18
<b>PLEAMAR (NM: 4.55m)</b>		
Dirección	Altura de ola	Periodo Pico
W	13.77	16.83
WSW	13.46	16.7
SW	16.55	18

TABLA VIII. CASOS DE PROPAGACIÓN FINALES

Los resultados serán visibles en el Apéndice I: “Propagación del oleaje en régimen extremal”.

Sobre el SMC

El módulo utilizado del SMC se denomina MOPLA, modelo integral de “Morfodinámica de playas”; es un programa que permite simular, en una zona litoral, la propagación del oleaje desde profundidades indefinidas hasta la línea de costa, aunque también tiene otras utilidades que no son de interés en este anejo.

Respecto a la propagación de oleajes en el MOPLA se puede decir que permite:

- Propagar oleajes monocromáticos o espectrales desde profundidades indefinidas hasta zonas de costa. Incluyendo deformaciones debido a la refracción, someración, difracción, disipación por rotura y pos-rotura.
- Caracterización de los oleajes de una zona litoral.
- Cálculo de los regímenes medios direccionales del oleaje en zonas costeras.

- Propagación de eventos de oleaje extraordinarios, los cuales permiten definir las alturas de olas de diseño para obras en el litoral.

Las principales limitaciones de la aplicación del modelo son:

*a) Limitaciones por propagación*

1. Las pendientes del fondo deben ser menores que 1:3 (18), para garantizar la condición de pendiente suave.
2. El ángulo de propagación en la primera fila ( $x = 0$ ) de la malla, debe estar dentro del rango  $\pm 55$ , con respecto al eje de propagación principal, eje x.
3. Se debe tener especial cuidado para que la zona de estudio no se encuentre dentro de ángulos de propagación mayores a  $\pm 55$  con respecto al eje x, dado que los errores comienzan a ser importantes para estos ángulos. Orientar en lo posible, el eje x de la malla en la dirección principal de propagación del oleaje.
4. El modelo ha sido diseñado principalmente para ser aplicado en zonas costeras y playas, donde los fenómenos de propagación dominantes son la refracción, la someración, la difracción y la rotura en playas. No es aplicable en casos donde la reflexión es un fenómeno importante, como es el caso de resonancia y agitación en puertos.

*b) Limitaciones por contornos y condiciones iniciales*

1. Evitar cambios bruscos de profundidad en la batimetría (pendientes mayores a 1:3), principalmente en la zona de estudio.
2. En la primera fila en ( $x = 0$ ) se definen las condiciones iniciales del oleaje. En esta primera fila se asume el oleaje incidente igual para todos los puntos (amplitud, período y dirección), en la medida de lo posible se debe tratar que las profundidades en dicha fila no presenten variaciones muy fuertes.
3. Como en todos los modelos numéricos, es necesario imponer unas condiciones de contorno laterales, estas condiciones nunca son perfectas e involucran ruidos numéricos en el sistema. El modelo Mopla impone unas condiciones de contorno laterales reflejantes o abiertas aplicando la ley de Snell, por tal motivo, se debe intentar mantener el efecto de los contornos laterales, lo más alejado posible de la zona de estudio y dentro de lo posible, intentar que la batimetría en dichos contornos sea lo más paralela al eje (y).
4. Evitar los contornos laterales que alternan agua-tierra-agua, porque pueden generar ruidos numéricos en la ejecución.
5. Debido a limitaciones del modelo numérico en los contornos, el modelo propaga las ondas en profundidades mayores a 0.30 m. Intentar modelar ensayos de laboratorio con profundidades menores a ésta, da lugar a errores numéricos.
6. Por efectos del modelo numérico, internamente el programa limita las batimétricas en tierra a (-7.0 m).
7. Existen limitaciones en los tamaños máximos y mínimos de los elementos en las mallas del dominio de cálculo. Se debe de tener especial cuidado en las cercanías de diques exteriores, en grandes profundidades ( $h > 20$  m), donde existe un tamaño mínimo de malla relacionado también con el período del oleaje y la profundidad.

**3.2 OLEAJE DE MAR DE VIENTO**

Como ya se ha mencionado previamente, el oleaje de tipo mar de viento o tipo “Sea”, se caracteriza por ser un oleaje de período muy pequeño y caótico.

El cálculo del oleaje de viento para este proyecto se basa en las directrices establecidas en la ROM 0.4-95 Acciones climáticas II: viento. En su interior incluye un anexo de “Atlas del viento en el literal español”, que es



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo

una publicación realizada por Puertos del Estado y que contiene la información relativa al viento necesaria, y que fue tomada mediante observaciones visuales de un barco en ruta y mediante registros en boya.

Para poder aplicar el método indicado por la ROM, es necesario realizar la estimación previa de las condiciones del campo de viento generador y de las características espaciales del área de generación (*Fetch*), definido por los siguientes parámetros:

- Longitud de Fetch.
- Velocidad de viento.
- Dirección de viento.
- Duración del viento.
- Profundidad del mar.

Hay que tener en consideración que los resultados obtenidos son más fiables cuanto mayor sea la velocidad del viento y menor la longitud del fetch.

Para poder obtener estos parámetros, es necesario ubicar la zona en la que se va a trabajar dentro del mapa de zonificación del litoral español en función del clima marítimo, que como ya se ha mencionado anteriormente, sitúa la zona de trabajo el área III (Teniendo en cuenta las coordenadas de Corcubión: 42°56'45"N 9°11'36"O

TABLA 2.2.1. ZONIFICACION DEL LITORAL ESPAÑOL A EFECTOS DE CARACTERIZACION DEL CLIMA MARITIMO

ÁREA	CUADRÍCULA
I	43° N - 45° N 1,5° W - 7° W
II	43,2° N - 45° N 7° W - 11° W
III	41,5° N - 43,2° N 8° W - 11° W
IV	35° N - 37,1° N 5,6° W - 10° W
V	35° N - 37° N 2° W - 5,6° W
VI	35° N - 38° N 2° W - 2° E
VII	37,8° N - 40,5° N 1° W - 2° E
VIII	40,5° N - 42,5° N 0,0° W - 4,5° E
IX	38,3° N - 41° N 0,5° E - 5,5° E
X	26,5° N - 30,5° N 12° W - 20° W

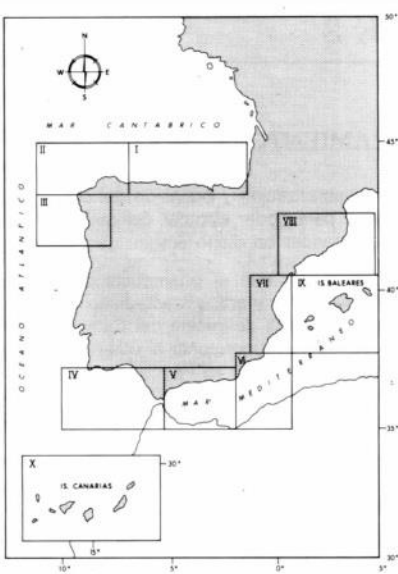


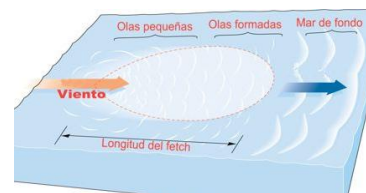
IMAGEN IX. ZONIFICACIÓN DEL LITORAL. ÁREA DE ESTUDIO

### 3.2.1 Parámetros de estimación

#### Longitud de Fetch

Se denomina fetch asociado a un punto de previsión a la superficie de agua en la que actúa un viento homogéneo y estacionario que genera un oleaje capaz de propagarse hasta el punto de previsión considerado.

IMAGEN IX. FETCH



De forma más sencilla, se denomina fetch a la zona de agua que es capaz de generar oleaje.

Por simplicidad, se considerará a lo largo de todo el cálculo de oleaje de viento que el viento tendrá una intensidad y dirección relativamente constantes a lo largo de toda la longitud del fetch durante un tiempo determinado.

Considerando la ría de Corcubión como una zona interior irregular, la longitud de Fetch ( $L_F$ ) puede estimarse de la siguiente manera:

#### Estimación de $L_F$

Para poder estimar la longitud de fetch, se empleará la gráfica proporcionada por la ROM 0.4-95 y el procedimiento a seguir es el siguiente:

Con origen en el punto de previsión y final en la primera intersección con la línea de costa, se trazan nueve rectas radiales a intervalos de tres grados a partir de la dirección media de actuación del viento generador y a ambos lados de la misma:



FIGURA II.2.1.1. Procedimiento para el cálculo de la longitud del fetch en zonas costeras o interiores irregulares.

IMAGEN X. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE LA LONGITUD DE FETCH. FUENTE: ROM

La longitud de fetch será la media aritmética de la longitud de las rectas radiales, es decir:

$$L_F = \frac{\sum_{i=1}^9 r_i}{9}$$

#### Características del viento generador



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo

Se puede definir el Estado de Viento Generador como una situación temporal/espacial del viento en la cual puede suponerse el fenómeno como energética y estadísticamente estable. Esto se traduce en que el tiempo durante el cual se puede considerar que los factores afectan al viento en un área dada se mantienen en equilibrio.

El estado del viento generador queda definido por los parámetros velocidad, dirección y duración.

Generalmente se utiliza como dato de partida para la velocidad del viento la denominada Velocidad Básica del Viento ( $V_b$ ), siendo esta la velocidad media del viento en un intervalo de medición de 10min, correspondiente a 10m de altura sobre la superficie en mar abierto, salvo en aquellos casos en los que las condiciones topográficas locales tengan influencia en el perfil de velocidades medias; en estos casos la velocidad media a considerar será la Velocidad Básica del Viento multiplicada por el correspondiente factor topográfico.

$$V_{v,10min}(10) = V_b \quad \text{o} \quad V_{v,10min}(10) = V_b * F_T$$

donde:

- $V_{v,10min}(10)$ : velocidad media del viento en un intervalo de medición de 10 minutos correspondiente a 10 metros de altura sobre mar abierto, (m/s).
- $V_b$ : Velocidad Básica del Viento, (m/s).
- $F_T$ : factor topográfico, [ ].

**Velocidad básica del viento ( $V_b$ )**

Para un Estado de Viento, ha quedado definida previamente la Velocidad Básica de Viento como la velocidad media del viento en un intervalo de medición de 10min medida a 10m de altura sobre la superficie en mar abierto sin obstáculos.

Para obtenerla, se puede emplear los datos aportados por la el Atlas del viento litoral español, para el área III y con un periodo de retorno de 50 años:

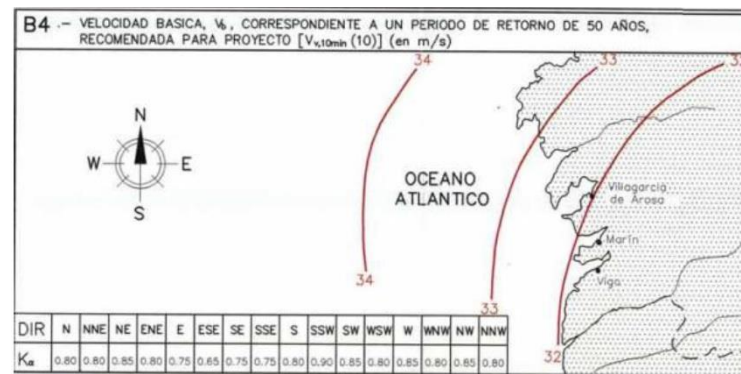


IMAGEN XI: VELOCIDAD BÁSICA DE VIENTO. FUENTE: ROM

A partir de la Velocidad de Viento se puede obtener la Velocidad asociada a un periodo de retorno (T) y a una dirección ( $\alpha$ ). Para ello, no habrá mas que multiplicar la Velocidad Básica del Viento por dos factores de corrección:  $K_T$  y  $K_\alpha$ :

**$K_T$**

Se obtiene a partir de la fórmula:

$$KT = 0.75 \cdot \sqrt{1 + 0.2 \cdot \ln T}, \text{ siendo } K_T=1 \text{ cuando el periodo es de 50años.}$$

**$K_\alpha$**

Se obtiene a partir del Atlas del Viento Litoral Español, en el mismo apartado que la velocidad del viento.

**Profundidad del agua**

La ROM menciona dos formulaciones en función de si se está en aguas profundas o aguas someras.

Se considera que se está en aguas profundas para profundidades iguales o superiores a 90m. En este caso, los mecanismos de generación del oleaje no están sustancialmente afectados por la profundidad y sus variaciones; de este modo, tampoco se verá afectado por las transformaciones del oleaje asociadas a fenómenos como la fricción del fondo, la percolación, el shoaling, la refracción o la rotura.

Para idénticas características de longitud de Fetch y viento, el oleaje de viento generado en profundidades reducidas (<15m) o intermedias (15<x<90), presenta menos altura de ola y periodo más corto que el generado en aguas profundas.

Para poder diferenciar si un oleaje está en aguas intermedias, aguas someras o aguas profundas se tiene que obtener la relación entre la profundidad (d) y la longitud de onda (L), de modo que si:

$$d / L > 1/2 \rightarrow \text{Oleaje en aguas profundas.}$$

En este caso, aplicando el modelo de Airy para aguas profundas:

$$\lim_{d \rightarrow \infty} L = \frac{g \cdot T^2}{2\pi}$$

$$\frac{d}{g \cdot T^2 / 2\pi} > 1/2 \rightarrow \frac{d}{T^2} > 0.78 \quad \text{donde:}$$

- L: longitud de onda (m)
- T: periodo (s)
- g: gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>)

Por tanto, y en resumidas cuentas, habrá dos tipos de formulación: por un lado la formulación para aguas profundas cuando se cumpla que  $d/T^2 > 0,78$  y la formulación para profundidades reducidas cuando  $d/T^2 < 0,78$ .

**Velocidad Eficaz del Viento ( $U_A$ )**

En el cálculo del oleaje de tipo mar de viento, interviene un parámetro denominado Velocidad Eficaz del Viento, que se define como la velocidad media del viento corregida con objeto de tener en cuenta la relación no lineal entre la velocidad del viento y su capacidad de arrastre.

Se puede obtener con la siguiente fórmula:

$$U_A = 0.71 \cdot [ V_{v,10min}(10) ]^{1.23}$$

Donde:



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo

- $U_A$ : velocidad eficaz del viento (m/s)
- $V_{v,10min}$  (10): velocidad media del viento en un intervalo de medición de 10min correspondiente a 10m de altura sobre mar abierto (m/s)

Como se ha mencionado anteriormente, la ROM distingue dos formulaciones en función de si se está en agua profunda o en profundidades reducidas.

- Previsión de oleaje de viento en aguas profundas

El método simplificado paramétrico de previsión de oleaje de viento, denominado SMB permite obtener las variables características del oleaje (altura de ola significativa,  $H_s$ , y periodo pico,  $T_p$ ) en función de las características del viento y del área de generación.

Las características del oleaje tipo Sea están limitadas por:

- La longitud del Fetch: El viento actúa durante el tiempo mínimo ( $t_{min}$ ) para permitir que la altura de ola y el período alcancen una situación de equilibrio en el extremo del Fetch, no siendo afectadas por duraciones superiores del mismo. En el límite ( $L_F \geq L_{F,lim}$ ), para una velocidad de viento dada, las características del oleaje no superarán las condiciones máximas denominadas Oleaje de Viento Totalmente Desarrollado.
- La duración del viento. Las características del oleaje generado dependen de la duración del viento si ésta es menor que la mínima necesaria para que se alcance el equilibrio en el extremo del Fetch.

Por tanto, podemos definir el *oleaje tipo sea en desarrollo* como aquel mar de viento en el que el mecanismo de generación y desarrollo del oleaje está limitado por la longitud del Fetch o por la duración de actuación del viento generador.

Por el contrario, se define *oleaje tipo sea totalmente desarrollado* como el mar de viento que ha alcanzado el equilibrio límite con el viento que lo genera independientemente de la longitud del Fetch y de la duración de actuación del viento; es un oleaje que ha alcanzado el crecimiento máximo de sus características para una determinada velocidad del viento.

### Caso 1

En el caso de oleajes limitados por la longitud del Fetch ( $t > t_{min}$ ; el viento sopla durante el tiempo suficiente para la generación de oleaje), las características del oleaje de viento generado se obtienen de la siguiente formulación:

$$\begin{aligned} H_s &= 5.112 \cdot 10^{-4} \cdot U_A \cdot (L_F)^{1/2} \\ T_p &= 6.238 \cdot 10^{-2} \cdot (U_A \cdot L_F)^{1/3} \\ t_{min} &= 3.215 \cdot 10 \cdot (L_F^2 / U_A)^{1/3} \quad \text{donde:} \end{aligned}$$

$U_A$ : Velocidad Eficaz del Viento, (m/s).

$L_F$ : Longitud del Fetch, (m).

$H_s$ : Altura de ola significativa, (m).

$T_p$ : Periodo de pico, (s).

$t_{min}$  : Tiempo mínimo para que la altura de ola y el periodo alcancen una situación de equilibrio, (s).

Esta formulación será válida hasta alcanzar la situación de *oleaje totalmente desarrollado*, cuya formulación será:

$$H_s = 2.48 \cdot 10^{-2} \cdot U_A^2$$

$$T_p = 8.30 \cdot 10^{-1} \cdot U_A$$

$$t_{min} = 7.296 \cdot 10^3 \cdot U_A$$

### Caso 2

Para oleajes limitados por la duración del viento ( $t < t_{min}$ ; no se alcanza el tiempo mínimo para la generación de oleaje), el oleaje generado dependerá del tiempo durante el cual sopla el viento, "t":

$$H_s = 4.433 \cdot 10^{-5} \cdot U_A^2 \cdot (t/U_A)^{5/7}$$

$$T_p = 1.830 \cdot 10^{-2} \cdot U_A \cdot (t/U_A)^{0.411}$$

$$t < t_{min}$$

En general, los oleajes de viento presentan dispersiones direccionales importantes. No obstante, simplificadaamente podrá considerarse que la **dirección principal de propagación del oleaje de viento generado coincide con la dirección de actuación del viento generador**.

- Previsión del oleaje de viento en aguas poco profundas

Para la previsión del oleaje de viento en aguas poco profundas se usará el método simplificado de Bretschneider y Reid, que está basado en el balance de energía cedida por el viento al oleaje y la sustraída por fricción de fondo y percolación, suponiendo que la velocidad se mantiene constante en todo el área de generación y no teniendo en cuenta la limitación del oleaje por duración de actuación del viento.

No obstante, para la estimación de oleajes limitados por la duración de actuación del viento en profundidades reducidas, la ROM acepta, como primera aproximación, el uso de la formulación desarrollada para aguas profundas.

Este método es aplicable a áreas de profundidad relativamente constante, no tomando por tanto en consideración los efectos asociados a las transformaciones del oleaje en profundidades reducidas variables. A falta de elementos de análisis más precisos, podrá aplicarse a zonas de profundidad variable adoptando una profundidad constante equivalente coincidente con la profundidad media.

Al igual que para el caso de oleajes en aguas profundas, en general, los oleajes de viento generados en profundidades reducidas también presentan dispersiones direccionales importantes. No obstante, simplificadaamente podrá considerarse que la dirección principal de propagación de dichos oleajes coincide con la dirección de actuación del viento generador.

En resumen, se tomará la hipótesis de que el **oleaje generado es asimilable a aguas profundas y en desarrollo**.

### 3.2.2 Cálculos realizados

Se presenta a continuación los cálculos que se han realizado para la obtención de los diferentes parámetros que caracterizan el oleaje de viento.

Para ello, hay que tener en cuenta cuáles son las direcciones que, al no verse abrigadas por la tierra, podrían causar problemas. Para ello se recurre a la rosa de vientos perteneciente a la zona III del Atlas de viento.

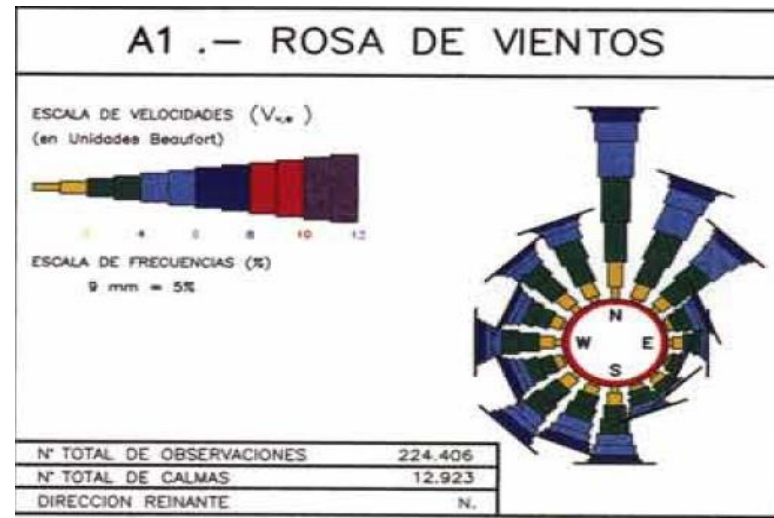


IMAGEN XII: ROSA DE VIENTOS. FUENTE: ROM

### Longitud de Fetch

Para obtener la longitud de Fetch se ha seleccionado un punto que se considera el más desfavorable. Además, teniendo en cuenta que las alternativas del presente proyecto se encuentran todas muy próximas a este punto, se considera que el oleaje de viento no presentará notables variaciones para cada una de ellas. Esto implica que al elegir el punto más desfavorable, se estará siempre del lado de la seguridad.

CÁLCULO DE LAS LONGITUDES DE FETCH										
Dirección	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>	r <sub>5</sub>	r <sub>6</sub>	r <sub>7</sub>	r <sub>8</sub>	r <sub>9</sub>	L <sub>F</sub> (m)
N	735	913	1075	1030	1044	1070	1053	947	854	969
NNE	849	857	842	807	767	818	792	719	715	797
NE	704	685	665	678	724	735	715	727	713	706
ENE	633	646	630	669	762	786	820	826	749	725
E	743	754	707	710	730	736	755	769	773	742
ESE	776	782	774	784	783	778	767	1575	1548	952
SE	1675	1907	1983	2051	2139	2459	3167	3666	4164	2579
SSE	3955	7882	7560	8184	8435	9956	1546	1033	858	5489

TABLA IX. LONGITUDES DE FETCH CALCULADAS PARA LAS DIFERENTES DIRECCIONES DE INFLUENCIA

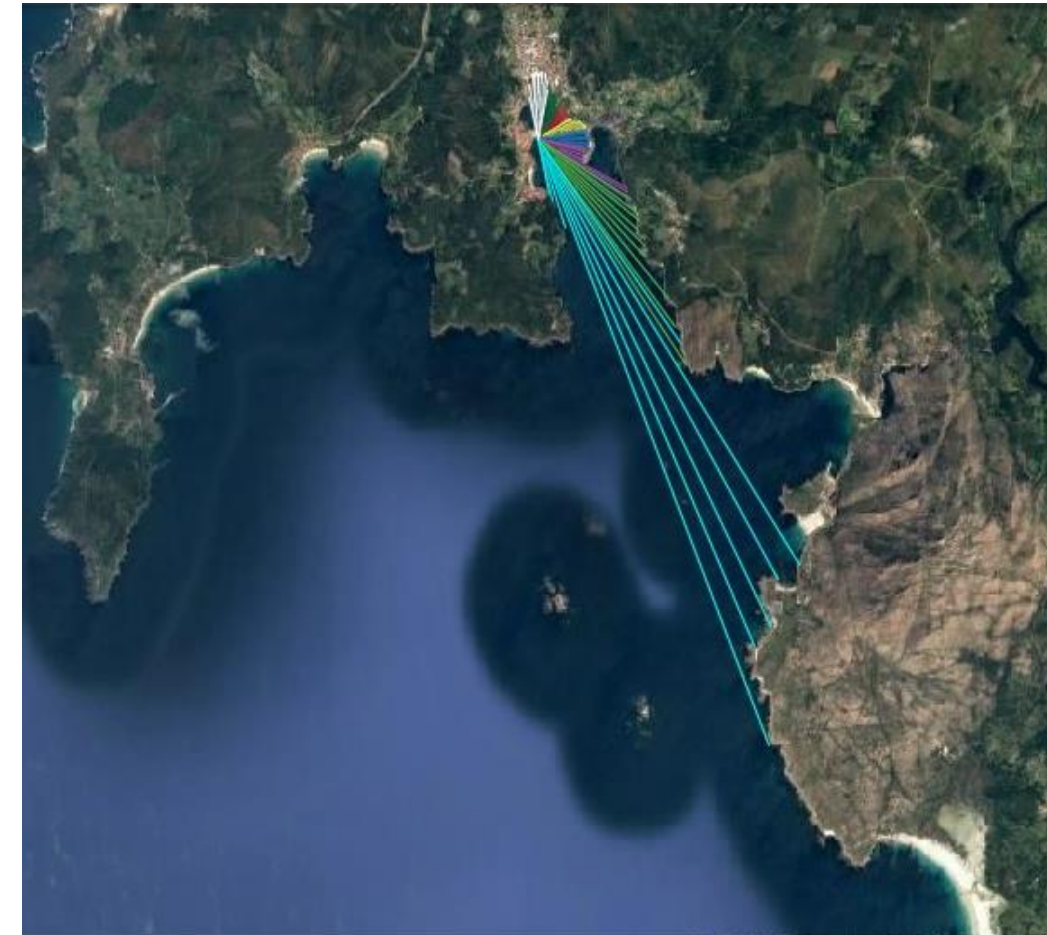


IMAGEN XIII. LONGITUDES DE FETCH PARA LAS DIFERENTES DIRECCIONES DE INFLUENCIA.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº6: Clima Marítimo

Características del Viento generador:  $V_b$  y  $U_A$

Se presentan a continuación las hipótesis que se han planteado previamente:

- la dirección principal de propagación del oleaje de viento generado coincide con la dirección de actuación del viento generador.
- Oleaje limitado por la longitud del fetch y en desarrollo.
- el oleaje generado es asimilable a aguas profundas.

Teniendo esto en cuenta, se presenta a continuación una tabla con los valores obtenidos:

CARACTERÍSTICAS DEL VIENTO GENERADOR								
DIRECCIÓN	$L_F$	$V_b$	$K_\alpha$	$V_b * K_\alpha$	$U_A$	$H_s$ (m)	$T_p$ (s)	$t_{min}$ (s)
N	969	33	0,80	26,4	39,8	0,63	2,11	922
NNE	797	33	0,80	26,4	39,8	0,57	1,97	809,45
NE	706	33	0,85	28,05	42,9	0,58	1,94	728,17
ENE	725	33	0,80	26,4	39,8	0,55	1,91	759,94
E	742	33	0,75	24,75	36,8	0,51	1,87	792,2
ESE	952	33	0,65	21,45	30,9	0,49	1,92	991,48
SE	2579	33	0,75	24,75	36,8	0,96	2,84	1817,74
SSE	5489	33	0,75	24,75	36,8	1,4	3,66	3007,65

TABLA X. CARACTERÍSTICAS DEL VIENTO GENERADOR

Comprobación de las hipótesis

Se procede a continuación a comprobar si realmente la hipótesis de estar en aguas profundas es correcta y, por tanto, la aplicación de la formulación a lo largo de todo el anexo ha sido acertada. Para ello, se presenta a continuación *las profundidades medias* y los cálculos:

DIRECCIÓN	d (media)	$T_p$	$0.78 * T^2$	¿d>0.78*T <sup>2</sup> ?
N	4	2,11	3,47	OK
NNE	9,5	1,97	3,027	OK
NE	9,2	1,94	2,93	OK
ENE	9,7	1,91	2,8	OK
E	9,3	1,87	2,72	OK
ESE	10,8	1,92	2,87	OK
SE	10,3	2,84	6,29	OK
SSE	21,5	3,66	10,44	OK

TABLA XI. COMPROBACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS

Por tanto, se cumplen las hipótesis.

4 CONCLUSIONES

En el presente anexo se ha definido el oleaje que puede abordar la zona de estudio, la futura ubicación del puerto deportivo a proyectar. Se distingue:

- Oleaje de mar de fondo o swell.
- Oleaje de mar de viento o sea.

Para ambos oleajes se presenta por un lado un régimen medio, que está directamente relacionado con las horas de operatividad al año del puerto y, por otro lado, un régimen extremal que está directamente relacionado con la probabilidad de que se pueda presentar un temporal que suponga un riesgo para el puerto.

Sin embargo, este anexo se ha centrado principalmente en el régimen extremal, pues es el que permite determinar las características principales del puerto. Además, se considera que por su ubicación y el resguardo que tiene, tendrá un nivel alto de operatividad.

Por tanto, se concluye que:

- El oleaje de diseño del puerto viene constituido por aquel que suponga una mayor altura de ola característica para un periodo de retorno de 50 años.
- Debido a la ubicación abrigada y protegida de la zona de actuación, así como la orientación Norte-Sur de esta, permite afirmar que, salvo para temporales de grandes magnitudes, el oleaje de tipo Swell no azotará el interior del puerto. Esto es debido a que, como se puede comprobar en las propagaciones realizadas con SMC, la altura de ola de mar de fondo no alcanza los 2m.
- El oleaje de mar de viento deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar los cálculos estructurales. No obstante, como se puede observar en los cálculos realizados, la altura de ola producida por el mar de tipo Sea tampoco es de grandes magnitudes.

Teniendo en cuenta los resultados, la zona de actuación es un lugar ideal para ubicar un puerto deportivo, pues se ve resguardado en todas las direcciones y, por tanto, permite el amarre de grandes embarcaciones sin peligro de colapso.



## APÉNDICE I: Propagación del oleaje en régimen extremal

A continuación se presentan los diferentes casos de estudio de propagación del oleaje llevado a cabo con el programa SMC, con los módulos BACO y MOPLA.

Se presenta por un lado los casos con bajamar y, por otro lado, los casos con pleamar. Al final, se presentará la propagación realizada con una malla de detalle para el caso más desfavorable de todos: dirección SW y pleamar. Como se puede observar, en ningún momento la altura de ola supera los dos metros

### I.1 BAJAMAR: DIRECCIÓN OESTE (W)

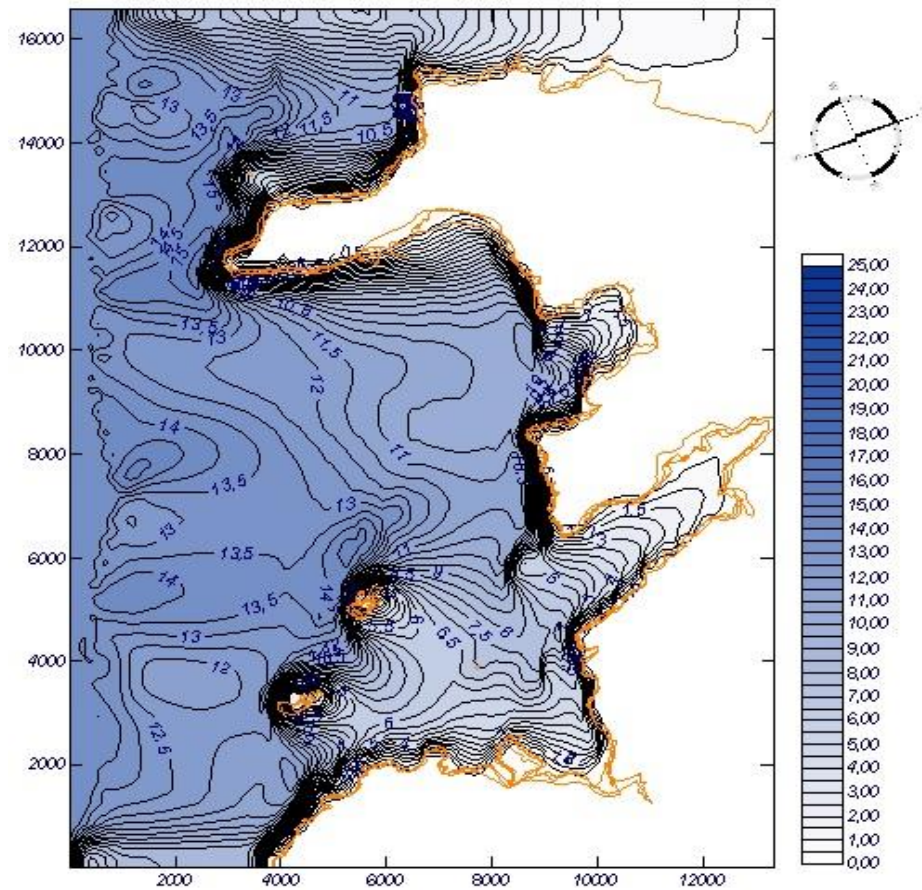


IMAGEN I.1: PROPAGACIÓN DEL OLAJE CON BAJAMAR CON DIRECCIÓN OESTE, CON UNA ALTURA DE OLA DE 13.77m Y UN PERIODO PICO DE 16.83s.

PROPAGACIÓN REALIZADA CON SMC.





I. II. BAJAMAR: DIRECCIÓN SUROESTE (SW)

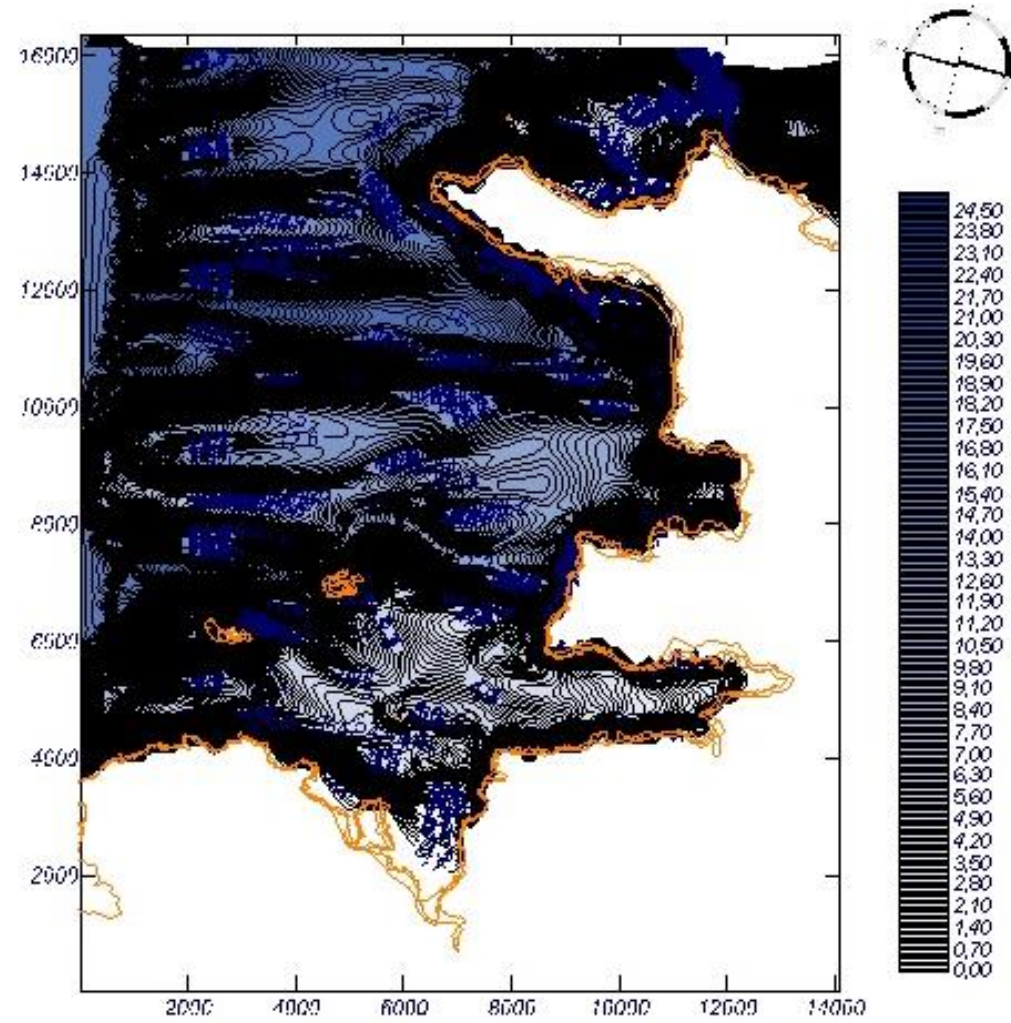


IMAGEN I.II. PROPAGACIÓN DEL OLAJE CON BAJAMAR CON DIRECCIÓN SUROESTE (SW), CON UNA ALTURA DE OLA DE 16.55m Y UN PERIODO PICO DE 18s.

PROPAGACIÓN REALIZADA CON SMC.



### I.III. BAJAMAR: DIRECCIÓN OESTE-SUROESTE (WSW)

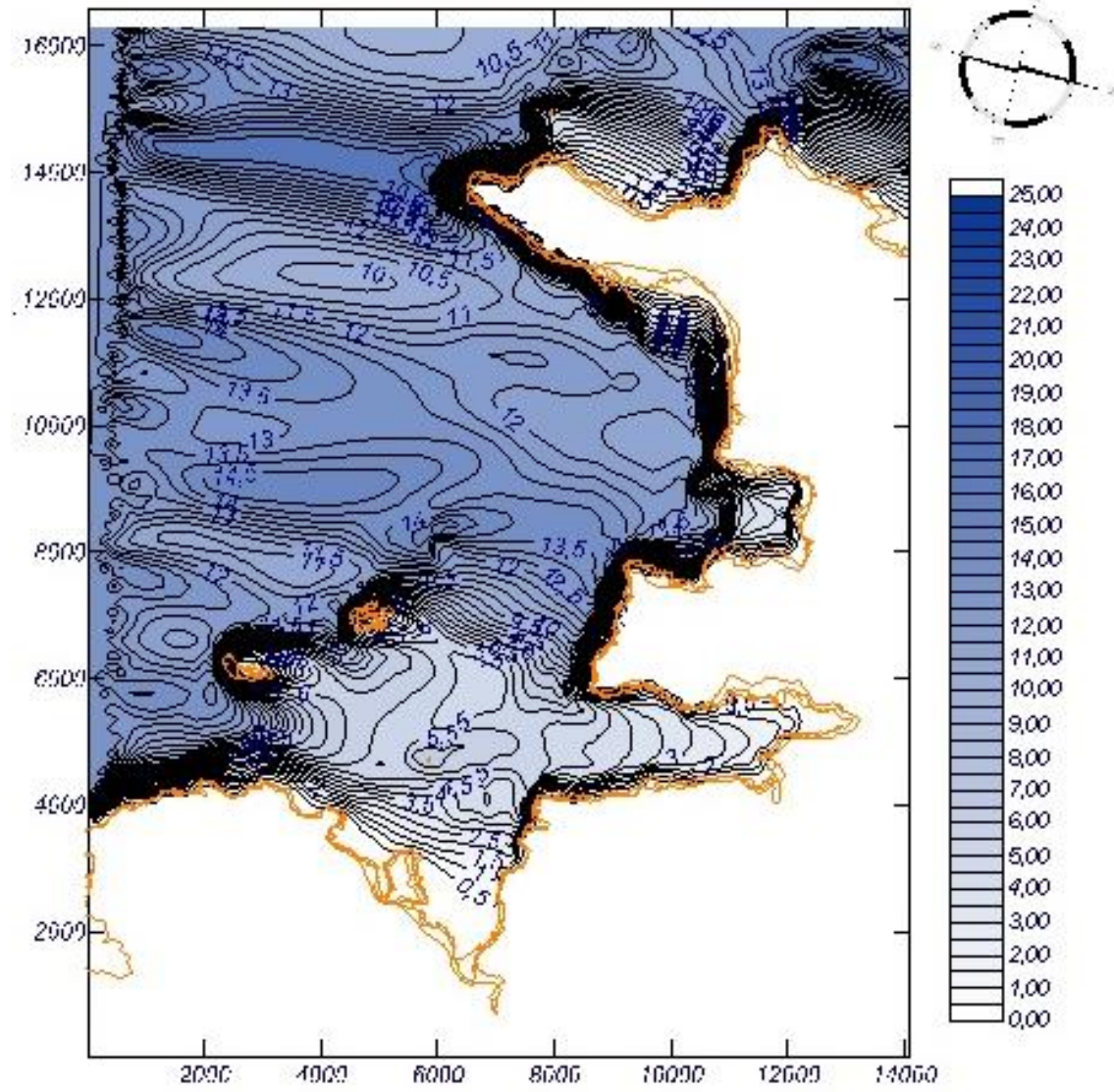


IMAGEN I.III. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE CON BAJAMAR Y CON DIRECCIÓN OESTE-SUROESTE (WSW), CON UNA ALTURA DE OLA DE 13.46m Y UN PERIODO PICO DE 16.7s.  
PROPAGACIÓN REALIZADA CON SMC.



I.IV. PLEAMAR: DIRECCIÓN OESTE (W)

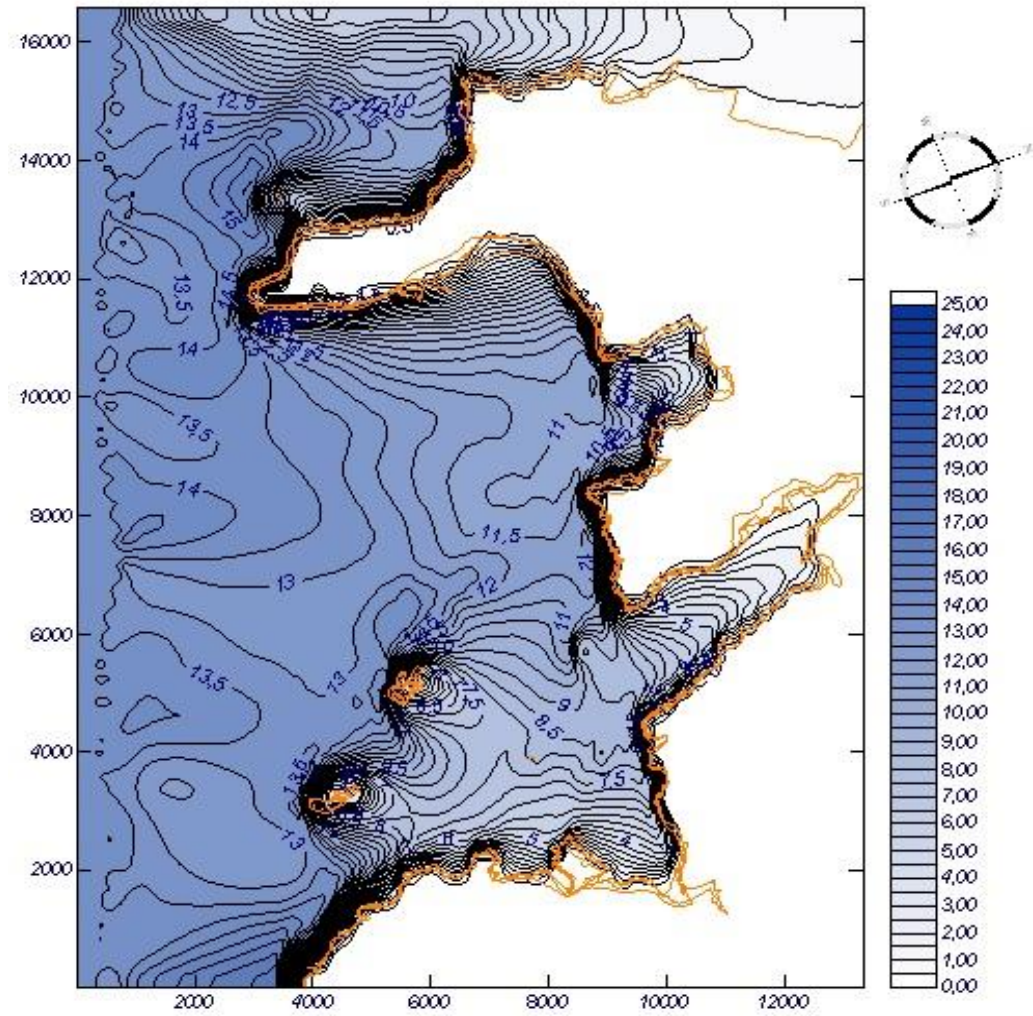


IMAGEN I.IV. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE CON PLEAMAR CON DIRECCIÓN OESTE (W), CON UNA ALTURA DE OLA DE 13.77m Y PERIODO PICO DE 16.83s.

PROPAGACIÓN REALIZADA CON SMC



I.V PLEAMAR. DIRECCIÓN SUROESTE (SW)

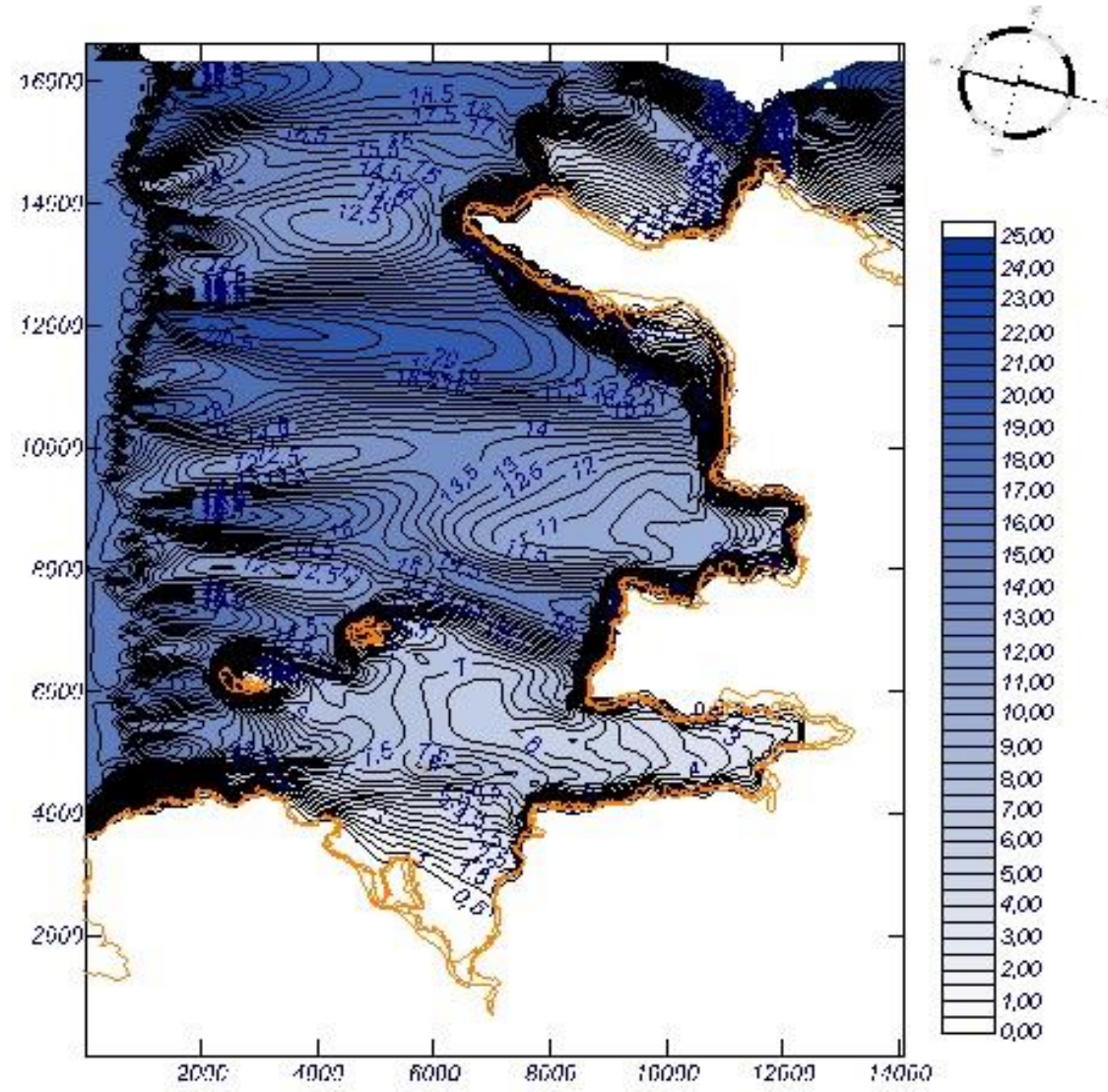


IMAGEN I.V. PROPAGACIÓN DEL OLAJE CON PLEAMAR CON DIRECCIÓN SUROESTE (SW), CON UNA ALTURA DE OLA DE 16.55m Y UN PERIODO PICO DE 18s.

PROPAGACIÓN REALIZADA CON SMC.



I.VI PLEAMAR: DIRECCIÓN OESTE-SUROESTE (WSW)

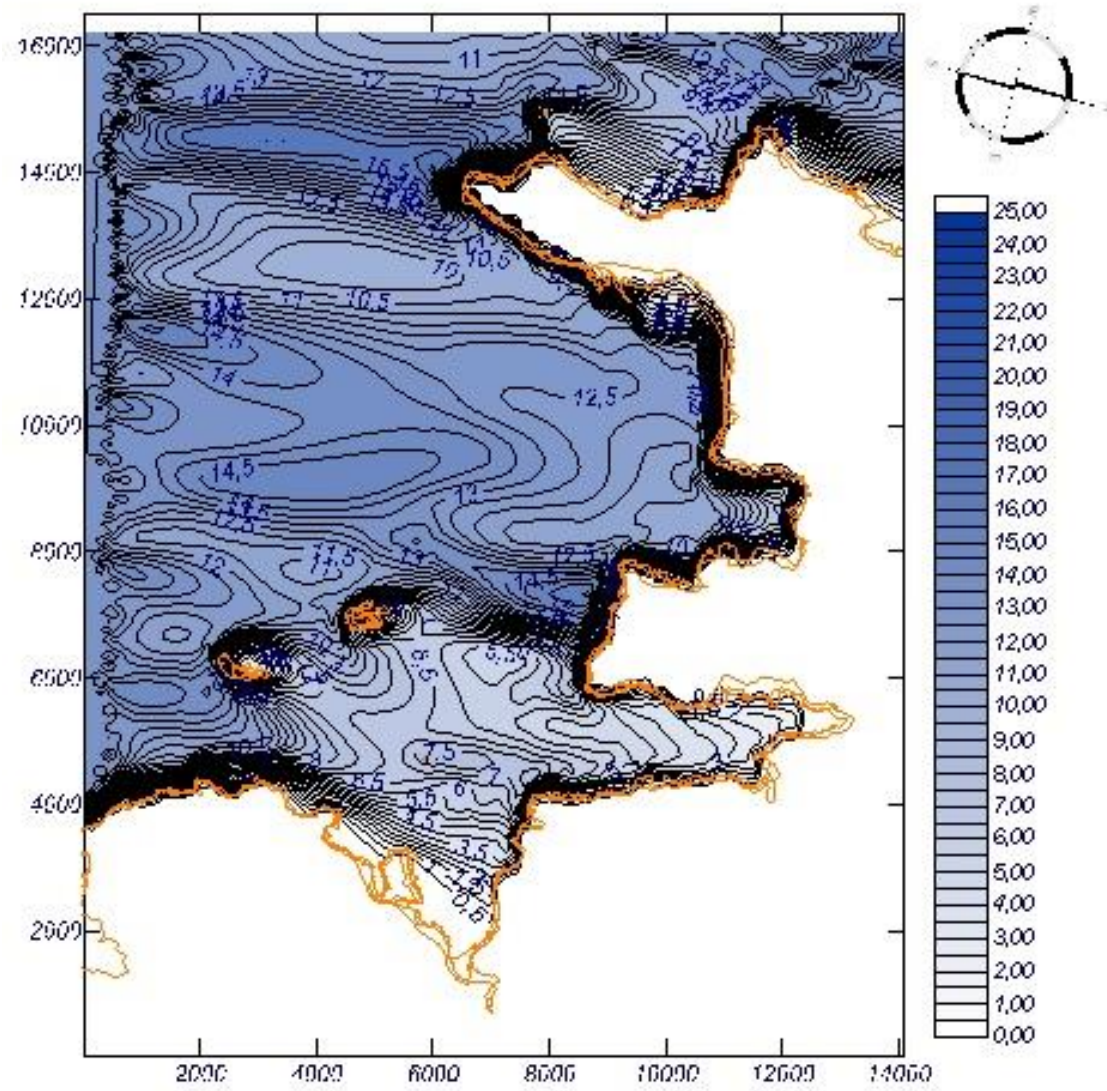


IMAGEN I.VI. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE CON PLEAMAR Y CON DIRECCIÓN OESTE-SUROESTE (WSW), CON UNA ALTURA DE OLA DE 13.46m Y UN PERIODO PICO DE 16.7s.

PROPAGACIÓN REALIZADA CON SMC.



I.VII MALLA DE DETALLE

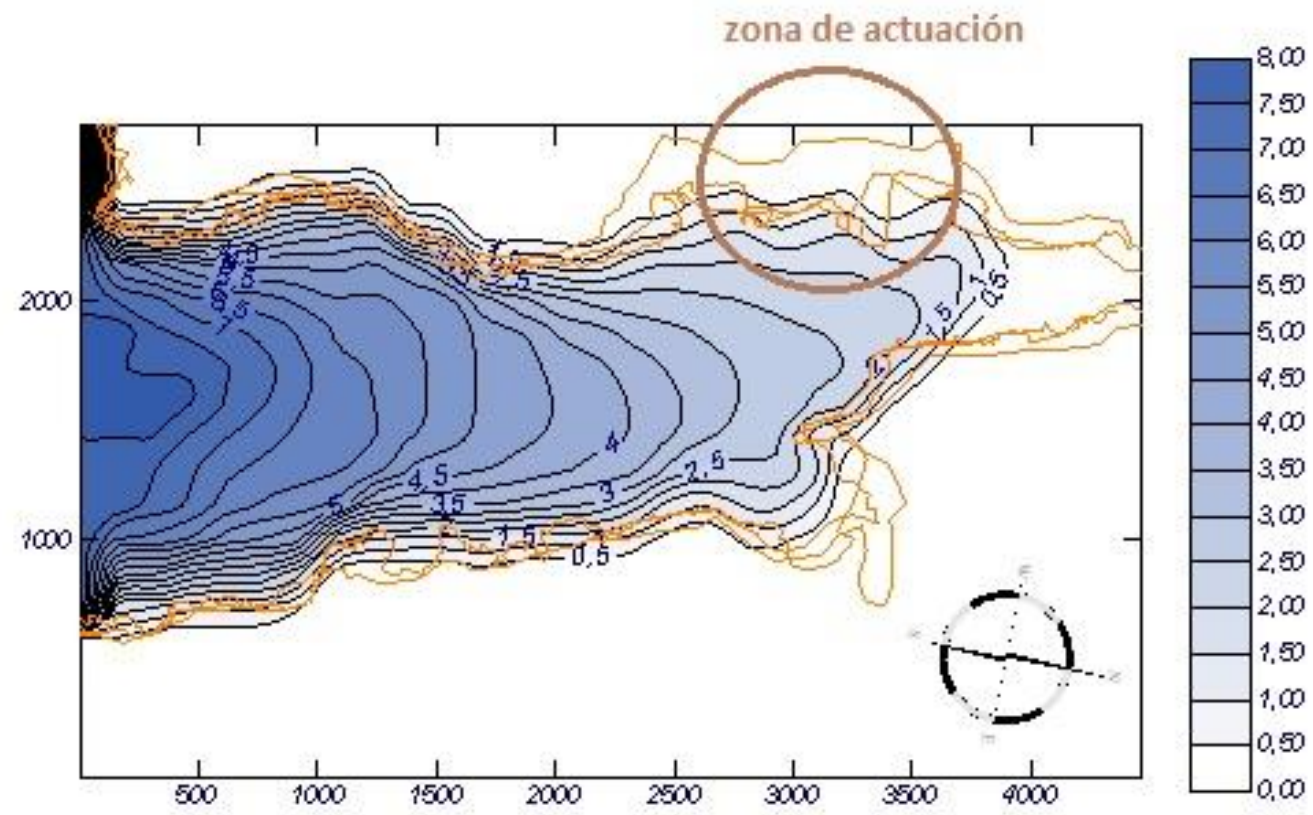


IMAGEN I.VI. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE CON PLEAMAR Y CON DIRECCIÓN SW, CON UNA ALTURA DE OLA DE 16.55m Y UN PERIODO PICO DE 18s.

PROPAGACIÓN EN MALLA DE DETALLE SOBRE LA ZONA DE ACTUACIÓN.

PROPAGACIÓN REALIZADA CON SMC



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº7: Estudio de viabilidad y demanda*



## **ANEXO N°7: Estudio de viabilidad y demanda**



## ÍNDICE

1. Objeto del estudio
2. Ayuntamiento de Corcubión
  - 2.1 Ubicación geográfica y accesos
  - 2.2 Ría de Corcubión
  - 2.3 Historia
  - 2.4 Análisis socio-económico
3. Estudio de viabilidad
  - 3.1 Puertos deportivos en Galicia. Oferta y demanda.
  - 3.2 Metodología y estimación
  - 3.3 Distribución de amarres
4. Conclusiones





## 1. OBJETO DE ESTUDIO

El estudio que se va a llevar a cabo a continuación tiene como fin la justificación del número de plazas de las que el puerto constará, así como un análisis socio-económico que permita valorar el público al que el proyecto irá dirigido.

## 2. AYUNTAMIENTO DE CORCUBIÓN

### 2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ACCESOS



El Ayuntamiento de Corcubión está situado en el extremo oeste de la provincia de A Coruña (Galicia), formando parte de la denominada Costa da Morte y, a su vez, de la eurorregión Galicia Norte-Portugal. Asentado en el final de la ría que le da su nombre (conocida como Ría de Corcubión, perteneciente al grupo de Rías Baixas), el municipio de Corcubión es uno de los municipios más pequeños de Galicia, con una extensión de 7.5km<sup>2</sup> y una población cercana a los 2000 habitantes. Sin embargo, debido a su ubicación en el tramo final del Camino de Santiago a Fisterra, es un lugar muy visitado cada año.

Para llegar a Corcubión se puede tomar la AC-552 desde A Coruña (situada a 96km), pasando por pueblos como Coristanco o Carballo; o bien tomando la AC-550 desde Santiago de Compostela (situado a 90km), incluyendo en el trayecto pueblos como Noya y Muros.

IMAGEN I. UBICACIÓN

Además, para completar las conexiones con las ciudades principales de Galicia, Corcubión está situado a 132km de Pontevedra, 201km de Ourense y 194km de Lugo.

### 2.2 RÍA DE CORCUBIÓN

La ría de Corcubión describe un amplio arco, que abarca desde el cabo de Finisterre hasta la playa de Carnota (en la que se acaba transformando en una ensenada), incluyendo, entre otros, la desembocadura de Ézaro, el monte Pindo y Brens, tres zonas que incluyen zonas de atraco para las embarcaciones.

Es la más alta de las Rías Baixas, y consta de aproximadamente 30m de profundidad a la entrada, con una longitud aproximada de 5km y un ancho variable denotado por las sinuosas rocas que caracterizan la Costa da Morte.



IMAGEN II. RÍA DE CORCUBIÓN

Los restos de antas y castros existentes en el pueblo de Corcubión demuestran que ha sido una zona poblada desde hace siglos. Es muy posible que en cierto momento los romanos tuvieran un asentamiento en la zona, lo cual dota al puerto de Corcubión de cierta importancia.

El núcleo desde el cual Corcubión comenzó a crecer no era el puerto, pues era zona de piratería, sino el interior, donde se encuentra situada la iglesia de San Andrés y no será hasta el siglo XIII cuando comienzan a expandirse. En este momento se construye la Iglesia de San Marcos, que sustituirá a la anterior. Este marca un momento muy importante, pues fue alrededor de ésta época cuando se comienzan a realizar intercambios comerciales, que ya se realizaban a través del puerto.

Poco más adelante surgirá la Iglesia de San Pedro de Redonda, situada algo más alejada de la costa y será a partir de la Edad Media cuando la historia de Corcubión comience a tomar forma, siendo reflejado en la existencia de los pazos de los Condes de Traba y el de los Altamira. Ya en esta época la población subsistía principalmente de la pesca, en concreto la pesca de sardina y congrio (*Compendio del Estado de Altamira*, Xosé Isla de la Torre).



IMAGEN III. IGLESIA DE CORCUBIÓN

En el siglo XVIII se instala en la villa industrias de saladura y se construye el Castillo del Cardenal para protegerla de ataques exteriores, formando pareja con el Castillo del Príncipe, en Ameixenda (Cee), situado al otro lado de la ría, de modo que juntas defenderían con fuego cruzado la ensenada.

En el siglo XIX Corcubión luchará contra la invasión francesa. En consecuencia, los ejércitos enemigos saquearon e incendiaron la villa. Esta etapa marcó el resurgir de Corcubión, pues se llevarán a cabo construcciones de gran importancia.

Llegado el siglo XX, Corcubión se acabará convirtiendo en uno de los núcleos administrativos principales de la zona. Además sigue viviendo principalmente de la pesca y del marisqueo, notable característica a lo largo de todo el paseo que se ha ido formando con el crecimiento del municipio.

Corcubión fue nombrado en 1985 como conjunto histórico artístico y en el año 2000 fue declarado como "Municipio Turístico Gallego".

### 2.4 ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICO

Corcubión cuenta, según los últimos datos del Instituto Gallego de Estadística (IGE), con una población de 1.672 habitantes, de los cuales 913 son hombres y 978 son mujeres; esto implica una densidad de población de 223hab/km<sup>2</sup>.

En los últimos años Corcubión ha visto reducida su actividad en el sector primario. Frente a un inicial desarrollo en el ámbito de la pesca y de la agricultura, el pueblo obtiene actualmente sus principales ingresos del sector servicios (consta de Oficinas de Registro de la Propiedad, Tesorería de la Seguridad Social, Notarías, etc).

Esta situación se ha visto potenciada por el turismo, procediendo gran parte de él del famoso Camino de Santiago, que pone fin en el municipio de Finisterre, ubicado a 11km de Corcubión.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº7: Estudio de viabilidad y demanda

	Sempre	Ás veces	Nunca	Total poboación
15028 Corcubión				
Ocupado	323	296	56	675
Parado	35	40	17	92
Xubilado	231	56	15	302
Pensionista	107	21	6	134
Estudiante	33	103	12	148
Labores do fogar	186	76	23	285
Total	951	605	132	1.688

Valores obtenidos del Instituto Gallego de Estadística

Además, parte de su actividad laboral procede también de la industria, viéndose complementada con la actividad del pueblo de Cee, situado al lado de Corcubión.

Esto implica:

- Un 18.06% de jubilados
- Un 5.5% de parados
- Un 8.85% de estudiantes
- Un 8.01% de pensionistas
- Un 40.37% de ocupados

Desglosando los datos, la actividad laboral de la población del municipio se encuentra distribuída principalmente, según los últimos estudios, de la siguiente manera:

	Total población	% del total de trabajadores	%total de población
Agricultura y pesca	30	2.22	1.79
Industria	79	5.85	4.72
Construcción	80	5.92	4.78
Servicios	476	35.26	28.47

Valores obtenidos del Instituto Gallego de Estadística

Como se puede observar, a pesar de que gran parte de la población del municipio se consideran pertenecientes al grupo de la tercera edad, lo cierto es que poco a poco el pueblo está rejuveneciendo, por lo que es de vital importancia mantener a la juventud y darles oportunidad de empleo; para ello, son necesarias las continuas renovaciones de planes de trabajo y proyectos de mejora.

### Turismo

Como ya se ha mencionado anteriormente, el turismo es un factor primordial para el municipio de Corcubión, sobre todo en temporada alta.

Desde mediados del mes de Abril y hasta finales de Octubre, se concentran los festines religiosos más destacados de la comarca, incluyendo entremedias la Feria Medieval de finales del mes de Julio, una característica feria muy atractiva a ojos turísticos.

La ubicación del municipio no es más que una ayuda para los ingresos en este sector, pues es el inicio del último tramo del Camino de Santiago: 14km que llevan hasta el faro de Finisterre.

Con una temperatura media anual de aproximadamente 15°C, resulta una zona situada en el punto de mira para la población del sureste de la península, pues es un lugar recogido, apacible y refrescante.

Por todo ello, cabe destacar una vez más la importancia del sector servicios y de los ingresos que esto proporciona, en gran parte gracias a que el pueblo de Corcubión, a pesar de ser pequeño, incluye 15 bares-restaurantes y 5 hoteles o casas rústicas donde poder alojarse.

### La pesca

Se presentan a continuación los datos de los últimos años proporcionados por la lonja del pueblo de Corcubión:

2013	
	Kg total
Pulpo	125.000
Erizo	50.000
Otros(marisco, pesca de ría...)	56.000
<b>Ingreso total €</b>	
<b>1.220.000</b>	

2014	
	Kg total
Pulpo	172.000
Erizo	48.000
Otros(marisco, pesca de ría...)	52.000
<b>Ingreso total €</b>	
<b>1.700.000</b>	

2015	
	Kg total
Pulpo	110.000
Erizo	42.000
Otros(marisco, pesca de ría...)	48.000
<b>Ingreso total €</b>	
<b>1.300.000</b>	

2016 (1ENE-31JUL)	
	Kg total
Pulpo	88.000
Erizo	26.000
Otros(marisco, pesca de ría...)	23.000
<b>Ingreso total €</b>	
<b>900.000</b>	



### 3. ESTUDIO DE VIABILIDAD

En este punto el objetivo es determinar el número de amarres y los distintos tipos de los que el puerto a realizar debe tener, atendiendo a la información proporcionada en los puntos anteriores y a las tablas de valores y estadísticas que se proporcionarán a continuación.

#### 3.1 PUERTOS DEPORTIVOS EN GALICIA. OFERTA Y DEMANDA.

Teniendo en cuenta que las actividades principales que se pueden desarrollar en un puerto son las relacionadas con la pesca, el comercio y las actividades náutico-deportivas, a lo largo de los casi 2000 km de costa gallega se ha ido detectando de manera notable la creciente necesidad de puertos deportivos.

Esta situación a la que la comunidad se enfrenta es debida principalmente al turismo, pues las actividades náuticas como medio de ocio actúan como un catalizador turístico y, por tanto, suponen un gran ingreso económico para Galicia.

Teniendo en cuenta que actualmente la costa gallega cuenta con 129 puertos, la entidad *Puertos de Galicia* gestiona directamente 122 de ellos, de los cuáles gestiona 23 puertos deportivos propiamente dichos, incluyendo dentro de esta categoría 7947 plazas de amarre repartidas de la siguiente manera:

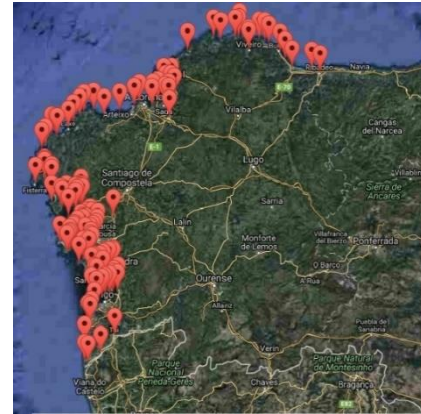


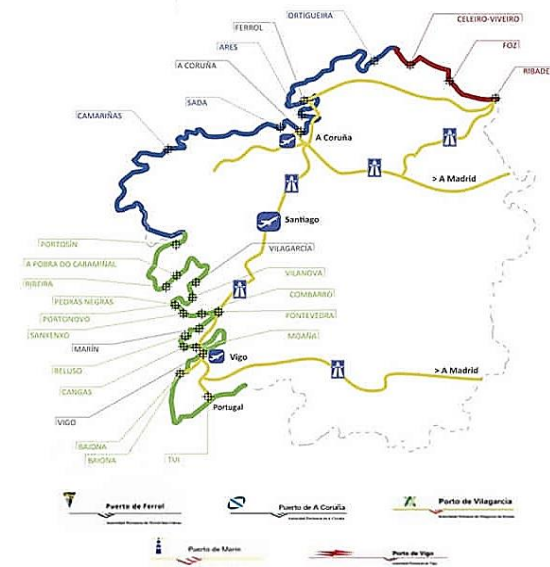
IMAGEN IV. PUERTOS DEPORTIVOS GALICIA

COSTA CANTÁBRICA	PUERTO	Nº AMARRES (pantalanes, alquiler y transeúntes)	ESLORA MÁX. (m)	CALADO EN DÁRSENA (m)
	Ribadeo	622	-	-
	Viveiro	225	10	2
COSTA NOROCCIDENTAL	PUERTO	Nº AMARRES (pantalanes, alquiler y transeúntes)	ESLORA MÁX. (m)	CALADO EN DÁRSENA (m)
	Ortigueira	104	6-12	1,5-3
	Ferrol	688	6-12	4
	Ares	341	6-16	-
	Sada	770	6-25	2-3
	Coruña	1213	8->60	2-10
COSTA DA MORTE	PUERTO	Nº AMARRES (pantalanes, alquiler y transeúntes)	ESLORA MÁX. (m)	CALADO EN DÁRSENA (m)
	Camariñas	83	8-12	2-4
	Muxia	232	6-14	2-3

RÍAS BAIXAS	PUERTO	Nº AMARRES (pantalanes, alquiler y transeúntes)	ESLORA MÁX. (m)	CALADO EN DÁRSENA (m)
	Muros	210	6-20	3
	Portosín	270	8-30	2-3
	Ribeira	253	6-12	4
	A Pobra	335	6-16	2-3
	Cabo de Cruz	220	6-18	2-5
	Vilagarcía	450	6-30	2-4
	Vilanova	255	6-20	1-3
	Pedras Negras	138	6-12	2-4
	Portonovo	203	6-16	3-4
	Sanxenxo	421	6-44	2.5-10
	Combarro	334	6-20	2-3.5
	Pontevedra	130	6-16	2-4
	Beluso	62	6-12	2-3
	Cangas	303	6-16	5
	Vigo	1357	6-150	2-18

COSTA SUROCCIDENTAL	PUERTO	Nº AMARRES (pantalanes, alquiler y transeúntes)	ESLORA MÁX. (m)	CALADO EN DÁRSENA (m)
	Baiona	853	6-30	4-6
	Tui	95	8	1

No obstante, a pesar de que Puertos de Galicia gestiona 23 puertos deportivos en Galicia, la Federación Española de Asociaciones de Puertos Deportivos y Turísticos cuantificó en su último estudio un total de 53. Por tanto, la situación en España, según la FEAPDT, es la siguiente:

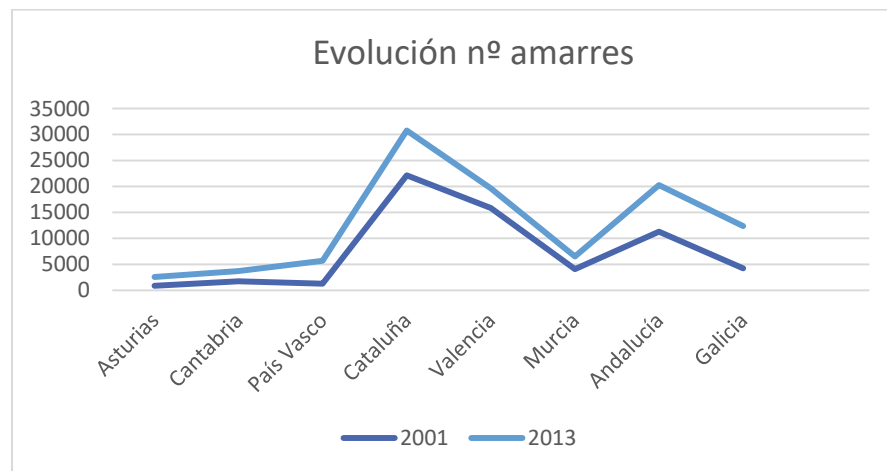




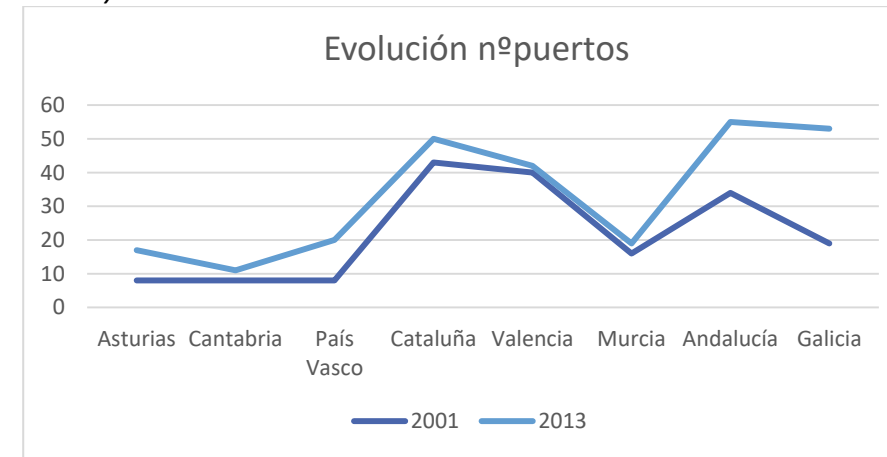
Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº7: Estudio de viabilidad y demanda

COMUNIDAD AUTÓNOMA	NºAMARRES	nº PUERTOS	NºAMARRES/PUERTO
Asturias	2.555	17	151
Cantabria	3.693	11	336
País Vasco	5.664	20	284
Cataluña	30.770	50	616
Valencia	19.641	42	468
Murcia	6.521	19	344
Andalucía	20.272	55	369
gALICIA	12.356	53	234
BALEARES	22.450	55	409
CANARIAS	8.250	44	188
melilla	493	1	493
ceuta	300	1	300

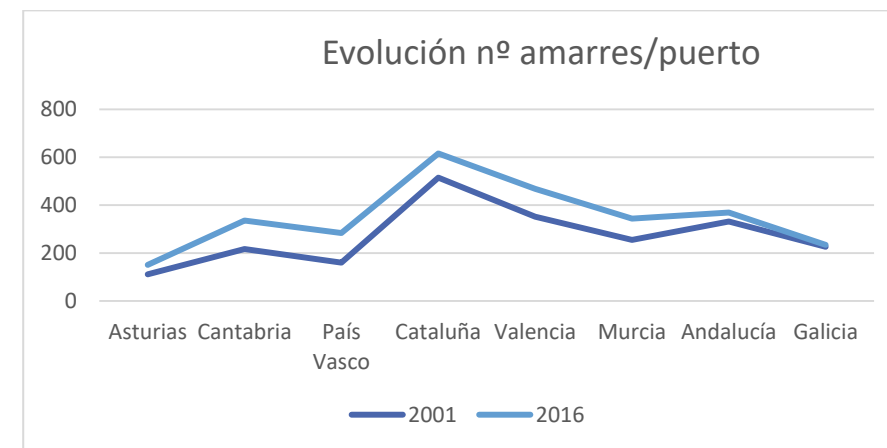
VALORACIÓN GLOBAL	Nºamarres total	Nºpuertos total	Amarres/puerto medio
	<b>132.965</b>	<b>368</b>	<b>362</b>



Gráfica 1: número de amarres por CC.AA en la península (2001-2013)

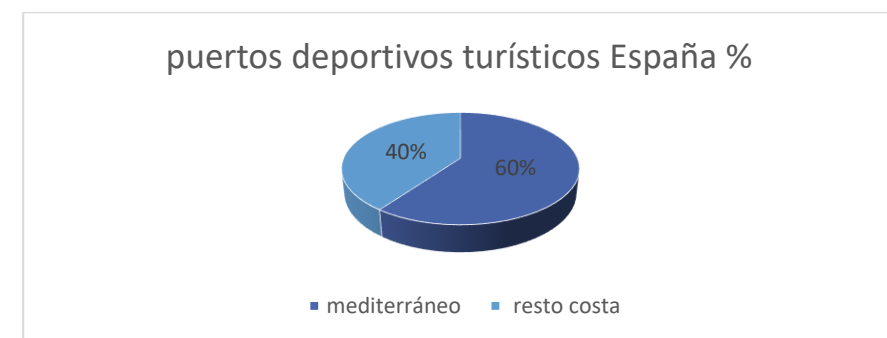


Gráfica 2: número de puertos por CC.AA en la península (2001-2016)



Gráfica 3: número de amarres por puerto por CC.AA en la península (2001-2013)

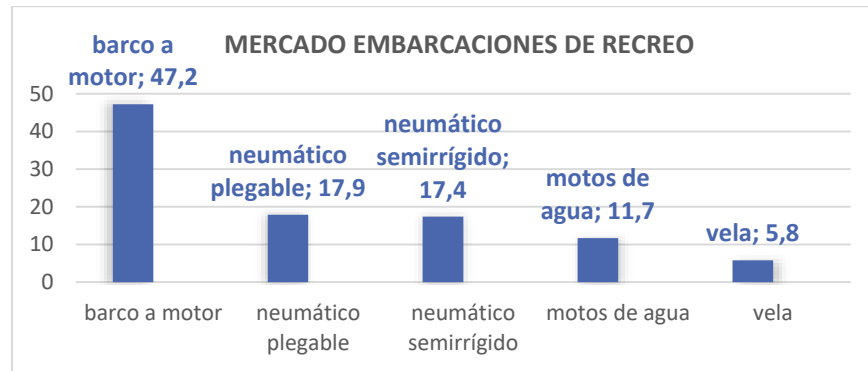
En cuanto al número de embarcaciones de ocio en España, las cifras con las que nos encontramos son las siguientes:



Gráfica 4: porcentaje de puertos deportivos en España. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la FEAPDT



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº7: Estudio de viabilidad y demanda



Gráfica 5: porcentaje de venta de embarcaciones deportivas (2013). Fuente: elaboración propia con datos de la FEAPDT

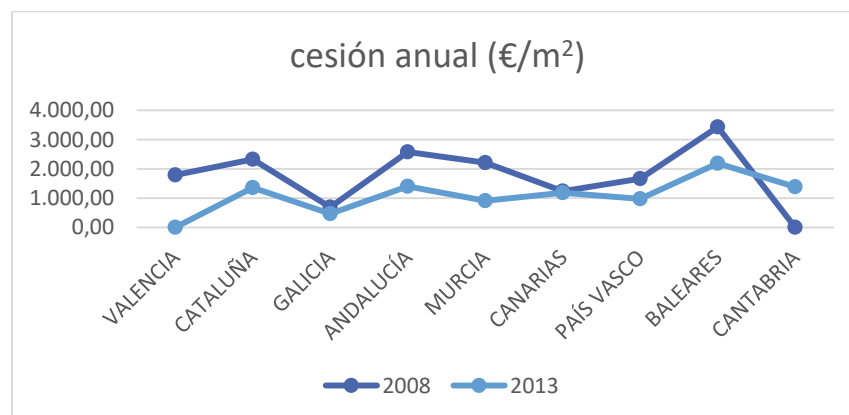
**TARIFAS**

Se va a realizar a continuación un análisis aproximado de las tarifas establecidas por CC.AA a partir de los datos de la FEAPDT:

**CESIÓN ANUAL**

CC.AA	€/m² 2008	€/m² 2013	variación 2008-2013 (%)
VALENCIA	1.789,78	954,14	-46,69
CATALUÑA	2.321,74	1.354,25	-41,67
GALICIA	687,9	466,82	-32,14
ANDALUCÍA	2.575,93	1.399,76	-45,66
MURCIA	2.209,17	910,11	-58,8
CANARIAS	1.237,9	1.180,65	-4,62
PAÍS VASCO	1.663,36	972,18	-41,55
BALEARES	3.429,1	2.187,36	-36,21
CANTABRIA	ND	1.386,26	-25,29

VALORACIÓN GLOBAL	€/m² 2008 Media	€/m² 2013 media	Variación 2008-2013 (%)
	1.989,36	1.201,28	-39,61

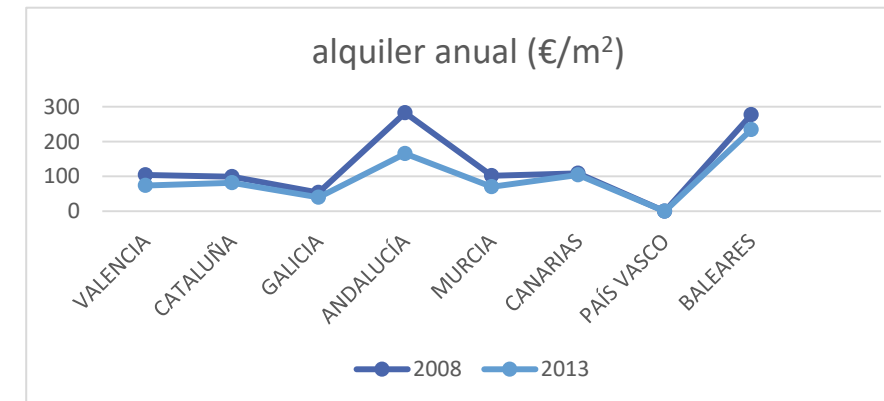


Gráfica 6: variación anual de los precios medios de cesión por CC.AA.

**ALQUILER ANUAL:**

CC.AA	€/m² 2008	€/m² 2013	variación 2008-2013 (%)
VALENCIA	104,20	73,79	-29,18
CATALUÑA	99,18	81,78	-17,54
GALICIA	53,69	39,67	-26,11
ANDALUCÍA	282,24	165,34	-41,42
MURCIA	101,69	70,27	-30,9
CANARIAS	108,52	104	-4,16
PAÍS VASCO	ND	ND	ND
BALEARES	276,62	233,97	-15,42

VALORACIÓN GLOBAL	€/m² 2008 Media	€/m² 2013 media	Variación 2008-2013 (%)
	146,59	104,99	-28,38



Gráfica 7: variación anual de los precios medios de alquiler por CC.AA

Entrando en detalle, se puede realizar una comparativa sobre la variación que sufrió Galicia con respecto al resto de España:

VALORACIÓN GLOBAL	€/m² 2008 Media	€/m² 2013 media	Variación 2008-2013 (%)
España	146,59	104,99	-28,38
Galicia	53,69	39,67	-26,11



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº7: Estudio de viabilidad y demanda

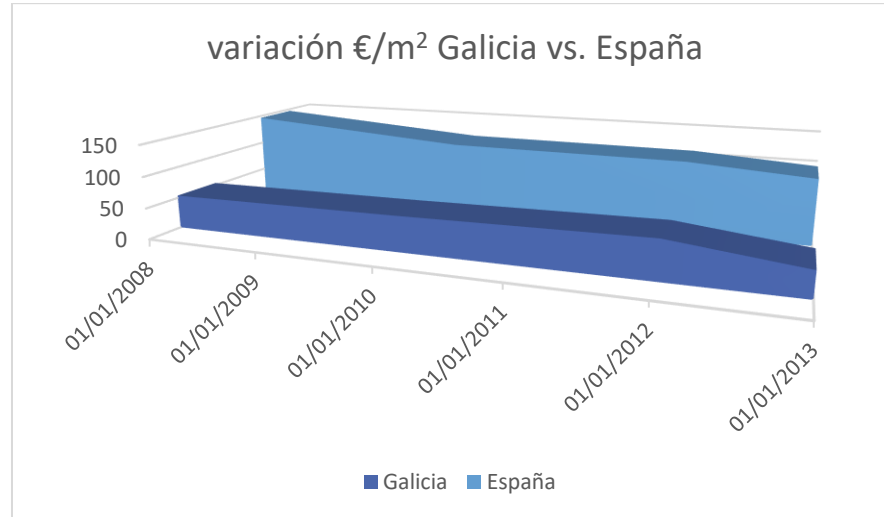
Una vez obtenidos estos datos, se realiza una extrapolación a Cee y Corcubión:

	Nº HABITANTES	NºAMARRES/100HABITANTES	Nº AMARRES
<b>CORCUBIÓN</b>	1.672	1,99	187,69
<b>Cee</b>	7.760		

Puertos deportivos de Galicia

Por otro lado, atendiendo a la agrupación que realiza Puertos de Galicia, se pueden considerar también una media general de los puertos deportivos de Galicia, que servirá de orientación a la hora de decidir el número de plazas necesarias para el puerto de embarcaciones de recreo en Corcubión. De este modo tendremos:

PUERTO DEPORTIVO	Nº AMARRES	ESLORA MÁX.	CALADO MÁX.
Ribadeo	622	-	-
Viveiro	225	10	2
Ortigueira	104	12	3
Ferrol	688	12	4
Ares	341	16	-
Sada	770	25	3
Coruña	1213	60	10
Baiona	853	30	6
Tui	95	8	1
Camariñas	83	12	4
Muxía	232	14	3
Muros	210	20	3
Portosín	270	30	3
Ribeira	253	12	4
A Pobra	335	16	3
Cabo de Cruz	220	18	5
Vilagarcía	450	30	4
Vilanova	255	20	3
Pedras Negras	138	12	4
Portonovo	203	16	4
Sanxenxo	421	44	10
Combarro	334	20	3,5
Pontevedra	130	16	4
Beluso	62	12	3
Cangas	303	16	5
Vigo	1357	150	18



Gráfica 8: comparación precios alquiler España vs. Galicia. Fuente: FEAPDT

**3.2 METODOLOGÍA Y ESTIMACIÓN**

Como se ha podido comprobar a lo largo del análisis que se ha ido realizando, un puerto deportivo en el municipio de Corcubión sería necesario y beneficioso, pues no solo permitiría ampliar el público al que el turismo está dirigido, sino que facilitaría el trabajo a los pescadores profesionales, pues embarcaciones deportivas y pesqueras estarían organizadas y lejos del caos que hoy en día se puede observar en la zona de amarre del puerto de Corcubión.

Por ello, se va a realizar a continuación una estimación del número de plazas que serán necesarias a la hora de diseñar el puerto deportivo, teniendo en cuenta lo siguiente:

Puertos deportivos cercanos

Puesto que el puerto deportivo se va a situar en Corcubión, los puertos deportivos cercanos que se han seleccionado para realizar una posterior extrapolación son los siguientes:

	Nº amarres	Nº habitantes	Nºamarres/100habitantes
<b>Camariñas</b>	83	5.774	0,83
<b>Muxia</b>	232	5.068	2,32
<b>Muros</b>	210	9.117	2,10
<b>Portosín</b>	270	630	2,70

	Nº AMARRES	NºHABITANTES	NºAMARRES/100HABITANTES
<b>Media</b>	198,75	5.148	1,99



Atendiendo a los datos anteriores y realizando una media aritmética, se obtiene lo siguiente:

	Nº AMARRES MEDIO	ESLORA MÁX.MEDIA	CALADO MÁX. MEDIO
<b>MEDIA ARITMÉTICA</b>	391,04	25,24	4,69

#### Estimación final

Para realizar la estimación final del número de amarres a colocar en el puerto deportivo de Corcubión, se tendrá en cuenta:

- Puertos cercanos a Corcubión, pues serán los que tengan unas características más similares al puerto a realizar;
- Extrapolación realizada en función del número de habitantes.

Finalmente, se realiza una media:

	Puertos cercanos	Extrapolación	Media final
Cee-Corcubión	198,75	187,69	<b>193,22</b>

Por tanto, se estima que el puerto deportivo a diseñar deberá contar con, al menos, **195 plazas**.

#### 3.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS AMARRES

Tras visitar los puertos deportivos de la zona, se ha podido observar una serie de carencias y mejoras que se pueden aplicar en este proyecto. Como se puede observar, el puerto de Muxia actualmente tiene un excedente de plazas para embarcaciones de 10m y, sin embargo, tiene una necesidad de plazas de más de 16m que es incapaz de cubrir.

Teniendo esto en cuenta y que, además, la zona de actuación de este proyecto tiene un calado suficiente para grandes esloras, se distribuyen los amarres de la siguiente manera:

ESLORA (m)	DIMENSIONES (mxm)	NºAMARRES
<b>6</b>	6 x 3.10	44
<b>8</b>	8 x 3.75	68
<b>10</b>	10 x 4.25	50
<b>12</b>	12 x 5.20	13
<b>16</b>	16 x 6.10	10
<b>18</b>	18 x 6.55	6
<b>24</b>	24 x 7.8	4
<b>TOTAL</b>		195

#### 4. CONCLUSIONES

En primer lugar cabe mencionar que los datos medios obtenidos de todos los puertos deportivos de Galicia simplemente se han utilizado como un valor orientativo debido a que la compleja ubicación del puerto deportivo a realizar lo convierte en un proyecto singular.

Por otro lado, es importante destacar que el método empleado para estimar el número de amarres del puerto a realizar se ha elegido en función de la complejidad de la zona; además, debido a la gran diferencia que hay entre la zona norte y la zona sur de Galicia, no se pueden tomar como referentes principales los puertos del sur.

Para finalizar, cabe destacar que, como ya se ha mencionado previamente, entre los puertos deportivos de Portosín y Muxia no hay ninguna parada intermedia. Esto supone un viaje por mar de aproximadamente un día.

Además, uno de los problemas principales que se presenta actualmente es la demanda de plazas para embarcaciones de grandes esloras.

De hecho, teniendo en cuenta los datos obtenidos en la Capitanía de Corcubión, actualmente hay aproximadamente un total de 60 embarcaciones de séptima lista (es decir, que practican actividades náutico-deportivas o pesca sin ánimo de lucro) y 15 embarcaciones de tercera lista (es decir, aquellas dedicadas a la pesca comercial). Por tanto, un puerto deportivo en la Ensenada de Corcubión ya no solo daría albergue a las embarcaciones que actualmente están fondeadas, sino que daría cavidad a algo más de tres veces el número de embarcaciones totales que hay ahora.

Por todo ello, se considera que un puerto deportivo en la Ensenada de Corcubión sería de gran importancia, ya no solo para el pueblo de Corcubión, sino para todos los de alrededor, pues reactivaría el sector servicio.

Se considera que la ubicación es ideal pues, como se puede ver en detalle en el anexo de clima marítimo, la orientación Norte-Sur de la zona de estudio y el abrigo y protección que recibe por parte de la morfología litoral lo aleja de la situación de peligro por temporales.



## **ANEXO N°8: Dimensionamiento de la Zona Terrestre**





4. Señalización

4.1 Señalización vertical

4.2 Señalización horizontal

## ÍNDICE

### 1. OBJETO

### 2. PREDIMENSIONAMIENTO

- 2.1 Accesos viales
- 2.2 Viales interiores
- 2.3 Aparcamientos
- 2.4 Acceso a los amarres
- 2.5 Zona de espera
- 2.6 Zona de combustible
- 2.7 Zona de varada
- 2.8 Zona de almacenaje
- 2.9 Talleres de reparación
- 2.10 Otros servicios portuarios
- 2.11 Superficie total

### 3. FIRMES

- 3.1 Clasificación de las superficies
- 3.2 Clasificación de las cargas actuantes
  - 3.2.1 Estudio de cargas
    - 3.2.1.1 Zona de almacenamiento, reparación y varada
    - 3.2.1.2 Zonas complementarias
  - 3.2.2 Intensidad de uso
    - 3.2.2.1 Zona de reparación y varada
    - 3.2.2.2 Zonas complementarias
  - 3.2.3 Categorías de tráfico
- 3.3 Caracterización del cimiento de los firmes
  - 3.3.1 Rellenos
    - 3.3.1.1 Clasificación
    - 3.3.1.2 Tratamientos de consolidación
    - 3.3.1.3 Categoría
  - 3.3.2 Explanadas
- 3.4 Dimensionamiento del firme
  - 3.4.1 Vida útil del firme
  - 3.4.2 Capas inferiores del firme
  - 3.4.3 Dimensionamiento



## 1. OBJETO

En este anexo se llevará a cabo el dimensionamiento de la zona terrestre a ocupar en el presente proyecto. Para ello, se realizará un primer dimensionamiento común a las tres alternativas planteadas, centrándose posteriormente en la alternativa elegida y entrando en más detalle sobre ella.

## 2. PREDIMENSIONAMIENTO

Antes de llevar a cabo un dimensionamiento en detalle de la alternativa elegida, es necesario realizar un predimensionamiento a grandes rasgos sobre la superficie de terreno que será necesaria.

Para poder llevar esto a cabo, y en base a las relaciones establecidas en el libro de "Obras Marítimas", se dividirá el número total de embarcaciones en función de su permanencia en el puerto, facilitando la obtención de superficie necesaria. De este modo, se implantan las siguientes hipótesis que se mantendrán a lo largo de todo el dimensionamiento, tanto terrestre como marítimo:

- El 75% de las embarcaciones son permanentes
- El 25% de las embarcaciones serán temporales
- Del total de las embarcaciones permanentes, el 10% de ellas acuden a la marina seca o varado por reparación o mantenimiento.

Si se denomina: T= nº embarcaciones total

- $N_p$  = nº embarcaciones permanentes
- $N_T$  = nº embarcaciones temporales
- $N_R$  = nº embarcaciones en reparación

Entonces se establece la siguiente relación:  $T = N_p + N_T + N_R$

Por tanto:

Total embarcaciones (T)	Embarcaciones permanentes ( $N_p$ )	Embarcaciones temporales ( $N_T$ )	Embarcaciones en reparación ( $N_R$ )
195	130	50	15

TABLA I. REPARTICIÓN EMBARCACIONES

Además, se establece la siguiente distribución entre embarcaciones a flote y en tierra:

	En tierra	En agua
$N_p$	1/3	2/3
$N_T$	1/2	1/2
$N_R$	4/5	1/5

TABLA II. REPARTICIÓN EMBARCACIONES EN TIERRA Y A FLOTE

### 2.1 ACCESOS VIALES

Se prevé ejecutar los accesos al puerto deportivo continuando los viales ya existentes, tratando de evitar en todo momento las expropiaciones.

### 2.2 VIALES INTERIORES

Será preciso disponer de viales correctamente señalizados que comuniquen las zonas de ocio, talleres, capitánía, etc. Es importante un fácil acceso a los pantalanes.

### 2.3 APARCAMIENTOS

Es preciso determinar una superficie con el fin de servir como aparcamiento y que tenga un acceso a los pantalanes lo más cómodo y sencillo posible.

Para ello, según el Decreto 130/2013, de 1 de agosto (por el que se regula la explotación de los puertos deportivos y de las zonas portuarias de uso náutico-deportivo de la Comunidad Autónoma de Galicia) determina que:

[...] Los puertos deportivos deberán disponer de una zona de aparcamiento de vehículos en un número equivalente, como mínimo, al 25% de las plazas de atraque.

Teniendo esto en cuenta y que el número de amarres es de 195, se obtiene un mínimo de 50 plazas de aparcamiento para coches.

No obstante, para quedar del lado de la seguridad y no ser escaso el número de plazas para vehículos, se estima el número de aparcamientos como un 50% del total de embarcaciones por las siguientes razones:

- Un número de plazas estarán ocupadas permanentemente por los trabajadores del puerto.
- Un número de plazas estará ocupada de forma casi permanente por los usuarios base del puerto.
- Actualmente es un muelle con gran actividad deportiva, destacando la vela como deporte principal y lo que ello conlleva: entrenamientos, regatas, etc. Por tanto, en el momento en que comience la fase de explotación del puerto, esta actividad aumentará de forma notable.

Finalmente:

Nº plazas de aparcamiento	Dimensión de 1 plaza (m <sup>2</sup> )	Superficie total (m <sup>2</sup> )
97	20	1940

TABLA III. PREDIMENSIONAMIENTO APARCAMIENTO

### 2.4 ACCESO A LOS AMARRES

Deberá ser necesaria la instalación de pasarelas para llevar a las embarcaciones pertinentes a través de una o varias puertas con control electrónico.



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº8: Dimensionamiento de la zona terrestre*

$S_V$ : superficie de varada en  $m^2$

$n$ : número total de embarcaciones usuarias en el puerto

$I_V$ : índice de superficie de varadero.

La horquilla que se maneja en España es entre 6 y 9  $m^2$  por embarcación. Considerando el número de embarcaciones usuarias en el puerto como el número de embarcaciones permanentes y asociando 9 $m^2$  por embarcación, entonces:

$$S_V = 9 * 130 = 1170 \text{ m}^2.$$

Además, deberá disponerse de una **rampa de al menos 5m** de ancho y con una pendiente entre el 12 y el 15%.

### 2.8 ZONA DE ALMACENAJE

Se pueden ubicar tanto en hangares cerrados como en cielo abierto.

Teniendo en cuenta que la superficie media por embarcación es de 60 $m^2$  (12x5), entonces:

La zona de almacenaje de embarcaciones se considera como:

$$S_A = 1/3 * N_p * 60 = 2600 \text{ m}^2$$

### 2.9 TALLERES DE REPARACIÓN

Un puerto deportivo deberá prestar a los usuarios un completo servicio de reparación y mantenimiento de embarcaciones.

La fórmula que se emplea para el cálculo de la superficie necesaria es la siguiente:

$S_T = I_T * n$ , donde:

$S_V$ : superficie de varada en  $m^2$

$n$ : número total de embarcaciones usuarias en el puerto

$I_V$ : índice de superficie de talleres.

Teniendo en cuenta que la horquilla que se maneja para  $I_T$  en España es entre 4 y 7  $m^2$  por embarcación y asociando en este caso los 7 $m^2$  por embarcación, entonces se obtiene que:

$$S_T = 7 * 130 = 910 \text{ m}^2$$

### 2.10 OTROS SERVICIOS PORTUARIOS

Dentro de este grupo se incluyen vestuarios (incluyendo urinarios y duchas), zona comercial, servicios administrativos, etc.

#### ASEOS Y DUCHAS

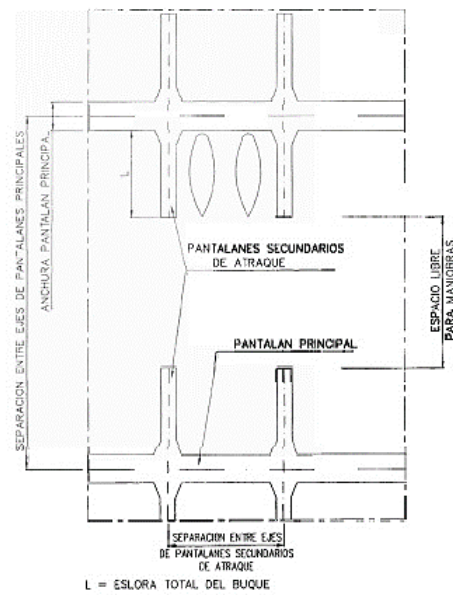


IMAGEN I. CONFIGURACIÓN TÍPICA DE PUERTOS DEPORTIVOS. FUENTE: UPC INSTALACIONES PORTUARIAS.

### 2.5 ZONA DE ESPERA

Deberá habilitarse una zona de espera para barcos que esperen instrucciones, bien para ser varados o para recibir una plaza de amarre. La longitud de la zona deberá ser de aproximadamente 30m.

Dispondrá de alumbrado, agua y electricidad.

No obstante, se entrará en detalle dentro de la propia alternativa.

### 2.6 ZONA DE COMBUSTIBLE

Según la "Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas", los surtidores deberán ir ubicados en una zona de fácil acceso en barco, cómoda maniobrabilidad y preferiblemente aislado. El muelle deberá tener una longitud mínima para acomodar dos barcos y una anchura mínima de 4m. Por este motivo, se reserva una longitud de muelle de 20m para la comodidad de los barcos de gran eslora a la hora de recargar el combustible, teniendo tanques para diésel, gasolina o mixto.

Por tanto, se reserva una zona de 20x1  $m^2$ .

### 2.7 ZONA DE VARADA

El servicio de varada y puesta a flote de las embarcaciones es un servicio básico que todo puerto deportivo debe tener y está íntimamente ligado a los servicios de reparación y almacenaje de las embarcaciones en seco.

Este debe incluir la rampa de varada, los fosos de varada, la superficie de aparcamiento de los vehículos que transportan a las embarcaciones y una grúa o travelift para transportar las embarcaciones desde el agua hasta la zona seca.

La fórmula que se emplea para la obtención de la superficie de varadero es la siguiente:

$$S_V = I_V * n, \text{ donde:}$$



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº8: Dimensionamiento de la zona terrestre

De acuerdo con las recomendaciones de la PIANC, la dotación de aseos en un puerto deportivo en función del número de atraques es la siguiente:

nº atraques	retretes		Urinarios	lavabos		Duchas		Estaciones de bombeo
	M	H	H	M	H	M	H	
0-50	1	1	1	1	1	0	0	1
51-100	2	1	1	1	1	1	1	1
101-150	3	2	2	2	2	2	2	2
151-200	4	2	2	3	2	2	2	2
201-250	5	3	3	4	3	3	3	3
251-300	6	3	3	4	4	3	3	3

TABLA IV. ASEOS

Se asocia 10m<sup>2</sup> por cada conjunto formado por 1 retrete, 1 urinario, 1 lavabo y 1 ducha. Por tanto: 20m<sup>2</sup>

Se asocia 2m<sup>2</sup> por cada retrete y lavabo individual. Por tanto: 6m<sup>2</sup>

ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES

La oferta de establecimientos comerciales de un puerto deportivo depende de su tamaño y ubicación. Existen puertos en los que la privacidad del usuario es lo más importante, por lo que la oferta se ciñe al abastecimiento de las necesidades estrictas de las embarcaciones y usuarios; hay otros puertos, sin embargo, que aprovechan la superficie terrestre para conectar el mar con la ciudad, constituyendo grandes centros comerciales de ocio.

En el caso de este proyecto en particular, se pretenden ubicar establecimientos comerciales esencialmente de abastecimiento de las necesidades de los usuarios y sus embarcaciones, bien con tiendas de piezas de reparación o complementos de las embarcaciones, tiendas de alimentación y, quizá, alguna tienda de souvenirs.

Con esto lo que se pretende es “empujar” al usuario turista a salir de la zona del puerto, colaborando en el sector servicios del pueblo de Corcubión y los alrededores.

Además, hay que tener en cuenta que el muelle que actualmente existe en Corcubión ya consta de un club de vela y un bar/restaurante, así como de un edificio de capitanía y la lonja.

Por tanto, y para concluir, se reserva una superficie de 1000m<sup>2</sup> para establecimientos comerciales (se ha tomado como referencia el tamaño de grandes comercios).

2.11 SUPERFICIE TOTAL

Se resume a continuación la superficie de tierra total a reservar:

Aparcamientos	1940
Zona combustible	20
Zona varada	1170
Zona de almacenaje	2600
Zona de reparación	910
Otros servicios	1030
<b>TOTAL (m<sup>2</sup>)</b>	<b>7670</b>

TABLA V. SUPERFICIE TOTAL

3. FIRMES

A continuación se procede a diseñar los firmes del área de actuación en cada una de sus zonas. Para dimensionarlo, se cogerá como documentación

de apoyo la ROM 4.1-94 “Proyecto y construcción de Pavimentos Portuarios”.

Para poder diseñar y dimensionar el firme, por tanto, se seguirán los siguientes pasos:

1. **Clasificación de las superficies** atendiendo al uso que se va a dar a las mismas y en función de la actividad que se va a realizar en ellas.
2. **Clasificación de las cargas** actuantes para cada zona.
3. **Caracterización del cimiento** de los firmes: rellenos y explanadas.
4. **Dimensionamiento**

3.1 CLASIFICACIÓN DE LAS SUPERFICIES

El proyecto de los firmes y pavimentos portuarios requiere una clasificación de las superficies atendiendo por un lado a su uso y, por otro lado, atendiendo a la actividad que se va a realizar en ellas.

Para ello, la ROM clasifica las superficies según sean para uso comercial, industrial, militar, pesquero o de recreo y, además, según su actividad sea de operación, complementaria, etc.

Esta clasificación y subclasificación quedan recogidas de la siguiente manera:

USOS	ZONAS	SITUACIONES
COMERCIAL Graneles líquidos Graneles sólidos ordinarios Graneles sólidos pesados Mercancía general convencional Mercancía general pesada Mercancía general unificada + Contenedores + Semirremolques y ro-ro Otros tráfic	OPERACION	Por rodadura Por elevación Por rodadura y elevación Por sistemas continuos
	ALMACENAMIENTO	Depósito Circulación de equipos de movilidad no restringida Circulación de equipos de movilidad restringida
	VÍAS DE COMUNICACION	Vías de maniobra Viales de acceso Circulación Estacionamiento
	COMPLEMENTARIAS	
INDUSTRIAL	Análogo a uso comercial para mercancía general pesada	
MILITAR	Análogo a uso comercial para mercancía general convencional y cargas Ro-Ro	
PESQUERO	OPERACION	Pesca de bajura Pesca de altura
	CLASIFICACION, PREPARACION Y VENTA	Clasificación y preparación Depósitos Lonjas
	VÍAS DE COMUNICACION	Vías de maniobra Viales de acceso
	COMPLEMENTARIAS	Circulación Estacionamiento
DEPORTIVO O DE RECREO	OPERACION O VARADA	Grandes embarcaciones Pequeñas embarcaciones
	COMPLEMENTARIAS	Circulación Estacionamiento

IMAGEN II. SUBCLASIFICACIÓN SUPERFICIES



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº8: Dimensionamiento de la zona terrestre*

La ROM define la superficie de uso deportivo como aquella superficie que comprende todas las instalaciones con abrigo natural o artificial en las que se realiza una función específica de deporte y recreo, incluyendo las denominadas marinas, complejos náutico-residenciales, embarcaderos deportivos, puertos islas, etc. En cuanto a la clasificación de sus superficies terrestres portuarias cabe considerar:

<b>Deportivo o de recreo</b>	OPERACIÓN O VARADA	Grandes embarcaciones
		Pequeñas embarcaciones
	COMPLEMENTARIAS	Circulación
		Estacionamiento

Donde se puede definir lo siguiente:

- Zona de operación o varada: incluye las zonas destinadas al acceso al muelle, las adyacentes a la rampa de varada y la propia rampa; la zona reservada a la superficie de reparación y la zona reservada para almacenamiento.
- Zonas complementarias: Son aquellas zonas destinadas los edificios portuarios, estacionamientos de vehículos, club náutico, comercios y viales.

### 3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS ACTUANTES

Es necesario conocer las cargas que actúan en las superficies definidas previamente. Para ello:

- En primer lugar se realiza una clasificación de las cargas en función de sus efectos sobre los firmes, estableciendo en cada caso una carga de cálculo;
- En segundo lugar se clasifican por intensidad de uso con que se aplican durante la vida útil de cada superficie.

El objetivo principal es establecer una categoría de tráfico como parámetro de dimensionamiento, que se obtendrá en cada caso como una combinación de la clasificación de las cargas de cálculo y de la intensidad de uso.

#### 3.2.1 Estudio de cargas

Se presentan a continuación las cargas de cálculo para cada zona de una superficie de tipo Deportivo o Pesquero-Deportivo:

##### 3.2.1.1 Zonas de almacenamiento, reparación y varada

###### a) Cargas de almacenamiento

Debido a las características propias del puerto y de las diferentes embarcaciones que lo van a componer, se considera que la carga de almacenamiento será de tipo **Medio** con:

$$120 \text{ kN} \leq Q_v \leq 500 \text{ kN} \text{ o bien } 0,7 \text{ MPa} \leq p_v \leq 1,0 \text{ MPa}$$

###### b) Carga de cálculo de manipulación

Depende de los equipos previstos y, por tanto, de las cargas  $Q_v$  y de las presiones  $p_v$  que transmiten al pavimento en cada rueda o punto de apoyo. No obstante, el proyectista debe considerar una carga de cálculo **Alta** ya que, un eventual fallo en los equipos de muelle o la necesidad de manipular una mercancía especial puede suponer el empleo de grúas móviles muy pesadas.

Por tanto:

$$Q_v > 700 \text{ kN y } p_v > 1,5 \text{ MPa, simultáneamente.}$$

##### 3.2.1.2 Zonas complementarias

###### a) Circulación

La carga de cálculo será debida a un vehículo pesado por carretera en el sentido dado por la instrucción 6.1-IC y 6.2-IC "*Secciones de firme*". Esto es: vehículo de semiejes con ruedas gemelas de cargas de 65kN y presiones no superiores a 0,9 MPa.

###### b) Estacionamiento

Para ello es necesario conocer el destino de las plazas de estacionamiento disponibles. Teniendo en cuenta que en este caso está destinado para vehículos ligeros, entonces la carga de cálculo es **baja**.

#### 3.2.2 Intensidad de uso

En este apartado se analizan y clasifican los índices de explotación portuaria representativos de la intensidad de uso para que el proyectista pueda determinar en cada caso la combinación carga de cálculo-intensidad de uso según la superficie de que se trate y así poder definir la categoría de tráfico correspondiente.

##### 3.2.2.1 Zonas de operación y varada

Para el uso deportivo, se define la intensidad  $I_5$  como el número de operaciones de atraque y desatraque de embarcaciones deportivas de más de 6m de eslora en el año medio de vida útil.

Se considera una intensidad **media** comprendida entre  $100 < I_5 < 1000$ .

##### 3.2.2.2 Zonas complementarias

###### Circulación

Se considera la intensidad media diaria de vehículos pesados en el año medio de vida útil.

###### Estacionamiento

Se considera una intensidad media debido a que el número de plazas de estacionamiento están comprendidas entre 10 y 100.

#### 3.2.3 Categorías de tráfico



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº8: Dimensionamiento de la zona terrestre

Se diferencian cuatro categorías de tráfico según la carga de cálculo y la intensidad de uso de la superficie considerada, a saber:

- A: tráfico muy pesado
- B: tráfico pesado
- C: tráfico medio
- D: tráfico ligero

Estas categorías de tráfico son válidas para todas las superficies, excepto para los viales de acceso y las zonas complementarias de circulación en las que las categorías de tráfico a considerar son las definidas en la Instrucción 6.1 y 2 IC. Se tomará en cada caso la categoría que resulte mayor entre todas las que resulten del análisis que se realice; así mismo, en caso de duda entre dos categorías, se tomará la de mayor rango. Se presentan a continuación las tablas proporcionadas por la ROM y por la Instrucción 6.1 IC para clasificar el tráfico:

INTENSIDAD DE USO	CARGA DE CÁLCULO		
	BAJA	MEDIA	ALTA
REDUCIDA	D	C	B
MEDIA	D	B	A
ELEVADA	C	B	A

NOTA:  
\* Excepto para viales de acceso y zonas complementarias de circulación.

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMD <sub>p</sub> (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMD <sub>p</sub> (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

TABLA VI. CATEGORÍAS TRÁFICO ROM E I.C.

Por un lado, la categoría de tráfico de la zona de almacenamiento, reparación y varada se determinará según la ROM; por otro lado, la categoría de tráfico de la zona complementaria se determinará con la Instrucción 6.1 IC.

Finalmente:

Zona	Carga	Intensidad	Tráfico
Almacenamiento, reparación y varada	Media	Media	B
Zona	IMD <sub>p</sub> (vehículos pesados)		Tráfico
Complementaria	25 ≤ IMD <sub>p</sub> ≤ 50		T41

TABLA VII. CATEGORÍA DE TRÁFICO

### 3.3 CARACTERIZACIÓN DEL CIMIENTO DE LOS FIRMES

Uno de los principales condicionantes en el comportamiento estructural de un firme es la capacidad de soporte de los materiales subyacentes. No sólo la parte superior de esos materiales tiene influencia en dicho comportamiento, sino que influyen también las características de materiales que se encuentran a varios metros de profundidad.

En pavimentación portuaria se pueden diferenciar principalmente tres partes: el fondo, el relleno y la coronación, siendo la explanada la superficie sobre la que se coloca el firme y, por tanto, la que determina la capacidad de soporte de todo el conjunto bajo dicha superficie.

#### 3.3.1 Rellenos

##### 3.3.1.1 Clasificación

Puede haber dos tipos de relleno: relleno hidráulico y relleno de vertido directo. En este caso, el relleno será de vertido directo con materiales terrestres. En concreto, serán pedraplenes sucios o escolleras de granulometría cerrada, pues son materiales rocosos de calidad y alto contenido de finos o de baja calidad que no se aceptan en escolleras exteriores.

##### 3.3.1.2 Tratamientos de consolidación

En la mayoría de los casos, la calidad de los rellenos recién construidos no es la adecuada para su utilización como cimiento de firme definitivo. Los rellenos portuarios, por su naturaleza variada, su baja capacidad de soporte general y su extensión en áreas relativamente grandes requieren la aplicación de técnicas de mejora de terreno si se quiere construir un firme definitivo de gran demora de tiempo.

Sin embargo hay que destacar que los asentamientos que se producen no son solo por causa del relleno, sino por la naturaleza de los fondos.

Las técnicas de control de estos asentamientos van a depender en cada caso del tipo y características de relleno. Por tanto, considerando que las deformaciones del relleno al ser solicitado por las cargas de servicio van a ser excesivas, cabe producirlas previamente con elementos que no sean dañados por dichas deformaciones. Esto implica que el método más adecuado en este caso es el método de **precarga**.

##### 3.3.1.3 Categoría

Es necesario definir la categoría de los rellenos para poder clasificar posteriormente las explanadas.

Se distinguen seis categorías de rellenos:

- Rellenos malos no consolidados (MNC). Rellenos hidráulicos con alto contenido de finos (> 35 %) o rellenos antrópicos de vertido directo, no sometidos a ningún tratamiento de consolidación.



### Puerto Deportivo en Corcubión

#### Anexo nº8: Dimensionamiento de la zona terrestre

- Rellenos malos consolidados (MC). ídem, pero sometidos a alguno de los tratamientos de consolidación.
- Rellenos regulares no consolidados (RNC). Rellenos hidráulicos con contenido de finos entre el 10 y el 35 % o rellenos no convencionales de vertido directo, no sometidos a ningún tratamiento de consolidación.
- Rellenos regulares consolidados (RC). ídem, pero sometidos a alguno de los tratamientos de consolidación.
- Rellenos buenos no consolidados (BNC). Rellenos hidráulicos con bajo contenido de finos (< 10 %) o rellenos de vertido directo con materiales terrestres, no sometidos a ningún tratamiento de consolidación.
- Rellenos buenos consolidados (BC). ídem, pero sometidos a alguno de los tratamientos de consolidación.

En este caso, el relleno es **relleno bueno consolidado (BC)**.

#### 3.3.2 Explanadas

Como ya se ha mencionado anteriormente, la explanada es la superficie de coronación del relleno sobre la que se apoya directamente el firme. El espesor de esta coronación no puede ser inferior a 1m, debiendo ser extendido por tongadas no superiores a los 0,40m.

La calidad de la explanada depende en gran medida del material empleado y su grado de compactación, así como del relleno. Se pueden clasificar, de este modo, los suelos en los siguientes grupos:

- Suelos adecuados
- Suelos seleccionados
- Todo uno de cantera
- Suelos seleccionados con CBR<20

En este caso, el suelo a emplear será **suelo seleccionado**, caracterizado por

- carecen de elementos superiores a los 0,08m.
- Índice CBR ≥ 10 (el ensayo CBR determina la capacidad de soporte de una explanada)
- Exentos de materia orgánica.

Para determinar la categoría de la explanada, se empleará el mismo método que para el tráfico: la ROM para la zona de almacenamiento, reparación y varada y la Instrucción 6.1-6.2 IC para la zona complementaria.

#### Zona de almacenamiento, reparación y varada

Según la tabla proporcionada por la ROM:

CORONACIÓN	(*) MNC	(*) RNC	(*) BNC	MC	RC	BC
Suelos adecuados	E0	E0	E0	E1	E1	E1
Suelos seleccionados	E1	E1	E1	E1	E2	E2
Todo uno de cantera	E1	E1	E1	E2	E2	E3
Suelos seleccionados con CBR > 20	E1	E1	E2	E2	E3	E3

NOTA:  
(\*) En estos casos se construirán firmes provisionales.

IMAGEN III. CATEGORÍA EXPLANADA ROM: ZONA VARADA

Para suelos seleccionados y un relleno de coronación bueno consolidado, nos encontramos en una explanada de tipo **E2**.

No obstante, la tabla que se presenta a continuación recoge los valores mínimos exigidos del módulo de comprensibilidad E2 obtenido en el segundo ciclo de carga de dicho ensayo, así como los valores máximos de la relación E2/E1, siendo E1 el módulo de comprensibilidad obtenido en el primer ciclo de carga.

CATEGORÍA	E <sub>2</sub> MÍNIMO (MPa)	E <sub>2</sub> /E <sub>1</sub> MÁXIMO
E1	25	2,0
E2	35	2,0
E3	55	2,0

IMAGEN IV. CATEGORÍA EXPLANADA

Si no se alcanzase el módulo de comprensibilidad mínimo indicado para la categoría de explanada preestablecida, se procedería a realizar las operaciones pertinentes para alcanzar ese objetivo o se asignaría como categoría de la explanada la correspondiente al módulo realmente obtenido.

#### Zonas complementarias

Según la Instrucción 6.1 IC y como se puede observar en la tabla que se adjunta a continuación, deberá ser al menos explanada de tipo **E2**.

CATEGORÍA DE EXPLANADA	SUELOS INADECUADOS Y MARGINALES (R)		SUELOS TOLERABLES (R)	SUELOS ADECUADOS (1)	SUELOS SELECCIONADOS (2 y 3)	ROCA (R)
	1	2	1	1	2	3
E1	1	2	1	1		
E2	1	2	1	1	2	
E3	1	2	1	1	2	3

IMAGEN IV. CATEGORÍA EXPLANADA NORMA 6.1 IC

#### 3.4 DIMENSIONAMIENTO DEL FIRME

A la hora de realizar el proyecto de firmes y pavimentos es necesario tener en cuenta que el objetivo principal en todo momento es que éstos puedan resistir sin deterioros graves a frente a las acciones provocadas por los equipos seleccionados. El problema viene a que, en ocasiones, este deterioro aparece tras haberse consumido una pequeña parte de la vida útil.

Por este motivo, tanto los equipos como el firme deben considerarse como partes interrelacionadas de un mismo sistema de explotación.

Para poder dimensionar un firme, hay que tener en cuenta los datos obtenidos hasta ahora; esto es: Tráfico pesado, explanada al menos E2 y relleno bueno consolidado.

##### 3.4.1 Vida útil del firme



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº8: Dimensionamiento de la zona terrestre*

La vida útil del firme portuario va unida directamente con el concepto de desarrollo del puerto y determina el número de operaciones que el firme ha de soportar sin que deba ser dejado fuera de servicio.

En este caso, al tratarse de **firmes definitivos**, se establece una vida útil del firme de **25 años**.

### 3.4.2 Capas inferiores del firme

La colocación o no de capas inferiores de base y/o subbase se lleva a cabo en función de la categoría de la explanada. Según la ROM 4.1-94 y sabiendo que la explanada será de tipo E2, entonces se deberá extender una capa de **base con un espesor de 0,25m de zahorra artificial**.

CAPAS INFERIORES			TABLA C.3.
CATEGORÍA DE EXPLANADA	SUBBASE DE ZAHORRA NATURAL	BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL <sup>(1)</sup>	
EO <sup>(1)</sup>	0,40 m <sup>(2)</sup>	0,25 m	
E1	0,25 m <sup>(2)</sup>	0,25 m	
E2	-----	0,25 m	
E3	-----	-----	

IMAGEN V. CAPAS FIRME

### 3.4.3 Dimensionamiento

#### Zona de operación o varada

Se considera como opción más adecuada disponer de un pavimento rígido de hormigón. Dentro de esta opción, se puede elegir entre:

- Pavimento de hormigón vibrado
- Pavimento de hormigón compactado con rodillo
- Pavimento continuo de hormigón armado
- Pavimento de hormigón armado con fibras de acero

En este caso, se elegirá pavimento de hormigón vibrado HF-4, esto es hormigón de firme con 4MPa de resistencia característica a flexotracción a los 28días.

Teniendo esto en cuenta y según el catálogo de firmes, podemos determinar el espesor mínimo a disponer:

USO DEPORTIVO		ZONAS DE OPERACIÓN O VARADA		TABLA C.17 a.
I: PAVIMENTO DE HORMIGÓN VIBRADO HP 40 <sup>(1)</sup>				
TRÁFICO A 0,32 m	TRÁFICO B 0,29 m	TRÁFICO C 0,26 m	TRÁFICO D 0,23 m	
II: PAVIMENTO DE HORMIGÓN COMPACTADO CON RODILLO				
TRÁFICO A 0,32 m	TRÁFICO B 0,29 m	TRÁFICO C 0,26 m	TRÁFICO D 0,23 m	
III: PAVIMENTO CONTINUO DE HORMIGÓN ARMADO				
TRÁFICO A 0,28 m	TRÁFICO B 0,25 m	TRÁFICO C 0,22 m	TRÁFICO D 0,20 m	

**NOTAS:**  
1) En caso de emplear hormigón HP 35 se aumentará el espesor en 0,03 m.

IMAGEN VI. ESPESOR MÍNIMO

Finalmente:

- Pavimento de hormigón vibrado HF-4: 0,29m.
- Explanada E2
- Base de zahorra artificial 0,25m.

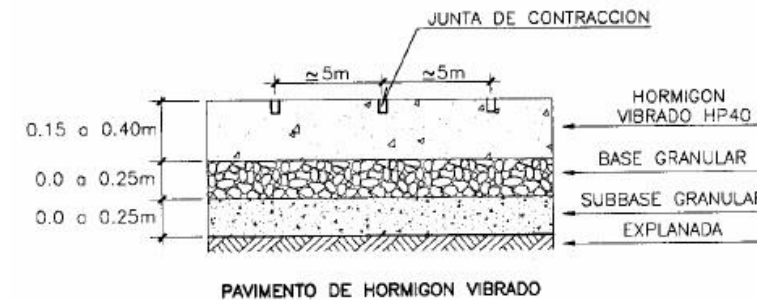


IMAGEN VII. PERFIL FIRME ZONA DE VARADA

Nótese que tanto en el catálogo como en la figura indica un hormigón de tipo HP-40. No obstante, se ha elegido el HF-4 por emplear la nomenclatura de la norma actual.

#### Zonas complementarias: estacionamiento

Se considera como la opción más adecuada para la capa de rodadura de esta zona usar un **pavimento asfáltico del tipo hormigón bituminoso cerrado** (proporciona impermeabilidad al pavimento) **y en caliente**. Este tipo de pavimento está caracterizado por su estabilidad, resistencia, flexibilidad, impermeabilidad y durabilidad.





Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº8: Dimensionamiento de la zona terrestre

Zonas complementarias: circulación

Debido a que las características de la zona complementaria de estacionamiento y de circulación son similares, según la ROM se puede adoptar por el mismo dimensionamiento de firme en ambas. Por tanto, se considera un firme **AC 22 surf S**.

Rampa de varada

Para la rampa de varada se empleará nuevamente un hormigón vibrado HF-4, pero sin materiales granulares finos para evitar el lavado y arrastre con los cambios de marea y las corrientes. En su lugar, se colocará una capa de macadam. Esto implica:

- Pavimento de hormigón HF-4: 0,29m.
- Capa de Macadam: 0,20m

Zona peatonal

Hay que definir el pavimento de la zona peatonal que no pertenezca a ninguno de los grupos anteriores. Para ello, se tomará como base el documento proporcionado por el ministerio de fomento: "Carreteras urbanas: recomendaciones para su planeamiento y proyecto", así como las tablas proporcionadas por el HCM10.

- Para la explanada, se tomará el tipo **E2**, al igual que el resto de las zonas.
- En cuanto al tipo de **tráfico**, se considerará un tráfico de **categoría F**, muy ligero.

Teniendo esto en cuenta, la sección que el ministerio de fomento proporciona será:

- Adoquín de hormigón: 0,08m
- Capa de mortero: 0,02m
- Capa de arena: 0,05m
- Subbase

En cuanto a **los bordillos**, serán de tipo **prefabricado de hormigón no remontable para los vehículos**.

Dique de abrigo

Misma sección de firme que en la zona de operación y varada.

Zonas verdes

En caso de zona verde o jardín nuevo, se colocará una capa de tierra vegetal que servirá como sustrato de crecimiento de diversas especies vegetales. Esta capa incluirá césped y tierra vegetal (30cm).

4. SEÑALIZACIÓN

USO DEPORTIVO		ZONAS COMPLEMENTARIAS. ESTACIONAMIENTO		TABLA C.18 b.
IV: ADOQUINES PREFABRICADOS DE HORMIGÓN <sup>(1)</sup>				
TRÁFICO A <sup>(2)</sup> 0,10 m	TRÁFICO B <sup>(2)</sup> 0,08 m	TRÁFICO C 0,08 m	TRÁFICO D 0,08 m	
V: MEZCLAS BITUMINOSAS				
TRÁFICO A <sup>(2)(3)</sup> 0,18 m	TRÁFICO B <sup>(2)(3)</sup> 0,15 m	TRÁFICO C <sup>(2)(4)</sup> 0,12 m	TRÁFICO D <sup>(2)(5)</sup> 0,08 m	
NOTAS:				
1) En todos los casos los adoquines se apoyan en una capa de nivelación de arena de un espesor tras compactación de 0,03 m.				
2) La capa de base estará constituida por una capa de alguna de las siguientes unidades de obra: hormigón magro (0,15 m), hormigón H-175 (0,15 m) o suelocemento (0,20 m), incluso en el caso de explanada E3.				
3) El proyectista considerará la eventual sustitución de los 0,04 m superiores por un pavimento percolado del mismo espesor.				
4) Mezclas bituminosas en caliente extendidas en dos capas, siendo 0,06 m el espesor de la capa superior.				
5) Mezclas bituminosas abiertas en frío extendidas en dos capas de 0,04 m cada una, y con un sellado posterior de lechada bituminosa.				

IMAGEN VIII. ESPESOR MÍNIMO ZONA ESTACIONAMIENTO

Como se puede observar, el resultado que se obtiene es:

- Explanada E2
- Subbase de zahorra artificial 0,15m
- Base de hormigón magro vibrado 0,15m
- Mezcla bituminosa 0,15m de espesor

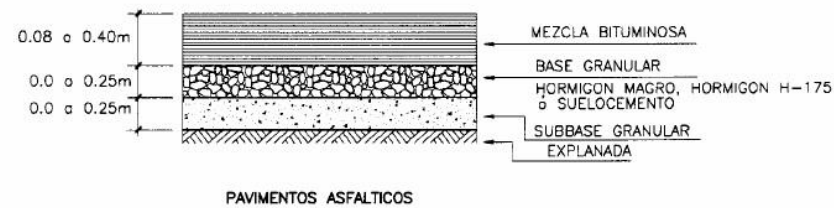


IMAGEN IX. PERFIL FIRME ZONA ESTACIONAMIENTO

Atendiendo a la clasificación del PG-3:

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	ESPESOR (cm)
	DENOMINACIÓN. NORMA UNE-EN 13108-1(*)	
RODADURA	AC16 surf D AC16 surf S	4 - 5
	AC22 surf D AC22 surf S	> 5
INTERMEDIA	AC22 bin D AC22 bin S	5-10
	AC32 bin S	
	AC 22 bin S MAM (**)	
	AC32 base S AC22 base G AC32 base G AC 22 base S MAM (***)	
ARCENES(****)	AC16 surf D	4-6

IMAGEN X. CLASIFICACIÓN MEZCLA PG-3

Finalmente se obtiene una capa **AC 22 surf S**.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº8: Dimensionamiento de la zona terrestre

Se va a mostrar a continuación la señalización horizontal y vertical que deberá haber en el puerto para una correcta y segura circulación, tanto de vehículos como peatonal.

4.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Se toma como base la Instrucción 8.1-IC "señalización vertical".

- Límite de velocidad
- Stop
- Ceda al paso
- Paso de cebra
- Prohibido el paso
- Sentido de circulación



IMAGEN XI. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

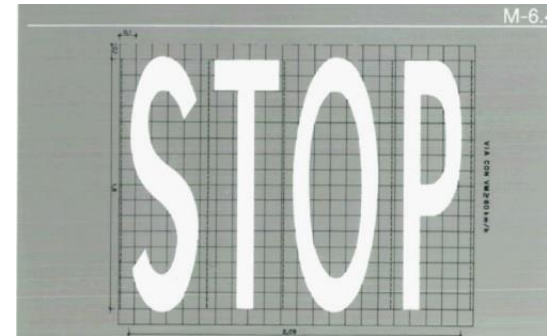


IMAGEN XIV. STOP

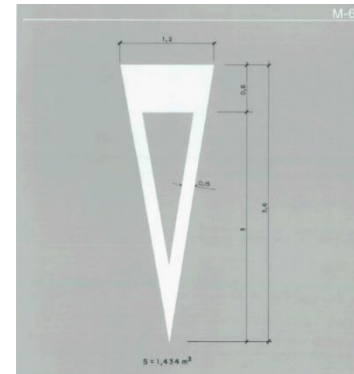


IMAGEN XV. CEDA EL PASO

4.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Se toma como documentación base la Instrucción 8.2-IC "Señalización horizontal".

- Marcas longitudinales discontinuas M-1.5
- Marca transversal continua de paso de peatones M-4.3
- Marca delimitación de plazas de aparcamiento M-7.4
- Flechas de dirección M-5.2
- Parada obligatoria M-6.4
- Ceda el paso M-6.5

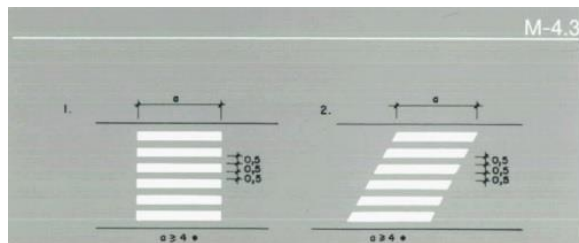


IMAGEN XII. MARCA TRANSVERSAL CONTINUA

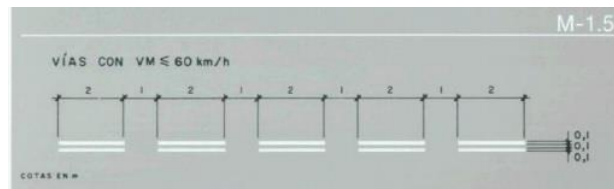


IMAGEN XIII. MARCA LONGITUDINAL DISCONTINUA

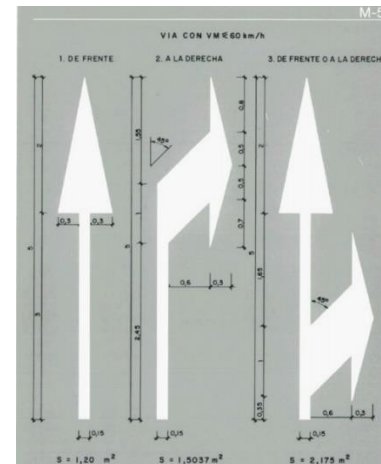


IMAGEN XVI. FLECHAS DE DIRECCIÓN

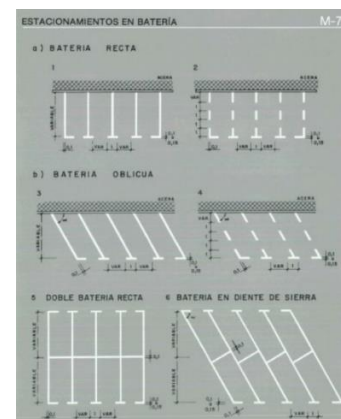


IMAGEN XVII. DELIMITACIÓN PLAZAS DE APARCAMIENTO



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº8: Dimensionamiento de la zona terrestre*



## **Anexo nº9: Dimensionamiento de la Zona Marítima**



## ÍNDICE

1. OBJETO
2. PREDIMENSIONAMIENTO
  - 2.1 Lámina de agua
  - 2.2 Líneas de atraque
3. OBRAS DE ATRAQUE
  - 3.1 Selección del tipo de pantalán
  - 3.2 Tipología de amarre
  - 3.3 Dimensionamiento de las embarcaciones
4. GEOMETRÍA DEL SISTEMA DE AMARRE
  - 4.1 Pantalanes
    - 4.1.1 Longitud y anchura
    - 4.1.2 Orientación
    - 4.1.3 Distancia entre pantalanes
  - 4.2 Fingers
    - 4.2.1 Longitud y anchura
    - 4.2.2 Distancia entre fingers
  - 4.3 Dimensionamiento de las plazas de amarre
  - 4.4 Distribución de las plazas de amarre
  - 4.5 Balizamiento, suministro de agua y energía
  - 4.6 Pantalán de recepción
5. CANAL DE ACCESO
  - 5.1 Introducción
  - 5.2 Diseño de la bocana
    - 5.2.1 Recomendaciones básicas
    - 5.2.2 Dimensionamiento de la bocana
  - 5.3 Diseño del canal de entrada
    - 5.3.1 Recomendaciones básicas
    - 5.3.2 Dimensionamiento del canal de entrada
  - 5.4 Zona de maniobra
6. DRAGADO
  - 6.1 Dragado de la dársena y canal de navegación
  - 6.2 Dragado de banqueta, muro de gravedad y rampa
  - 6.3 Dragado en las alternativas
  - 6.4 Conclusiones

Apéndice I: dragado de las alternativas

Apéndice II: canal de navegación



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima*

**1. OBJETO**

En este anexo se pretende realizar el dimensionamiento de la superficie marítima a ocupar en este proyecto. Para ello, se llevará a cabo un primer dimensionamiento común a las tres alternativas, para centrarse posteriormente en la alternativa elegida y entrando en más detalle sobre ella.

**2. PREDIMENSIONAMIENTO**

Para poder llevar a cabo el predimensionamiento común a las tres alternativas, hay que tener en cuenta la división de las embarcaciones que se ha realizado en el anexo de “dimensionamiento de la zona terrestre”.

Se expone nuevamente a continuación:

- El 75% de las embarcaciones son permanentes
- El 25% de las embarcaciones serán temporales
- Del total de las embarcaciones permanentes, el 10% de ellas acuden a la marina seca o varado por reparación o mantenimiento.

Si se denomina: T= nº embarcaciones total

- $N_p$  = nº embarcaciones permanentes
- $N_T$  = nº embarcaciones temporales
- $N_R$  = nº embarcaciones en reparación

Entonces se establece la siguiente relación:  $T = N_p + N_T + N_R$

Por tanto:

Total embarcaciones (T)	Embarcaciones permanentes (N <sub>p</sub> )	Embarcaciones temporales (N <sub>T</sub> )	Embarcaciones en reparación (N <sub>R</sub> )
195	130	50	15

TABLA I. REPARTICIÓN EMBARCACIONES

Además, se establece la siguiente distribución entre embarcaciones a flote y en tierra:

	En tierra	En agua
$N_p$	1/3	2/3
$N_T$	1/2	1/2
$N_R$	4/5	1/5

TABLA II. REPARTICIÓN EMBARCACIONES EN TIERRA Y A FLOTE

**2.1 LÁMINA DE AGUA**

Se denomina lámina de agua a la superficie de agua necesaria para alojar a la flota prevista.

Para poder calcularla, se han tomado como referencia los ratios establecidos por la PIANC, de modo que asocia una media de entre 80m<sup>2</sup> para embarcaciones pequeñas y 150m<sup>2</sup> para embarcaciones de grandes esloras.

En este proyecto, con el fin de estar del lado de la seguridad y dotar de una holgura suficiente de maniobra, se estima una superficie de 115m<sup>2</sup> por embarcación.

Por tanto:

Nº embarcaciones	Superficie de agua (m <sup>2</sup> )
195	22425

TABLA III. SUPERFICIE DE AGUA NECESARIA

**2.2 LINEAS DE ATRAQUE**

A continuación se presenta un predimensionamiento de la longitud de las líneas de atraque, basándose en la formulación y recomendaciones de la PIANC.

Estimada la ocupación media de muelle de las embarcaciones entre 4 y 10 metros por embarcación, entonces:

$$L = 8/3 * N_p + 1/2 * N_T + 1/5 * N_R$$

N <sub>p</sub>	N <sub>T</sub>	N <sub>R</sub>	L (m)
130	50	15	375

TABLA IV. LONGITUD ESTIMADA LÍNEAS DE ATRAQUE

El tipo de atraque se especificará más adelante.

**3. OBRAS DE ATRAQUE**

Fundamentalmente, se pueden dividir las obras de atraque en tres grupos:

- Plataforma de carga/descarga: vienen complementadas con duques de alba de amarre y atraque y se usan cuando la transferencia de mercancías se realiza en una zona concreta del atraque. Los duques de alba no proporcionan conexión a tierra, por lo que no son objeto de estudio en este caso.
- Pantalán: Obra de atraque fija o flotante con conexión a tierra prolongando la propia estructura o bien por medio de puentes o pasarelas y que permite la transferencia de mercancías en toda la eslora del barco. El atraque puede realizarse en una o ambas caras del pantalán. La mercancía permitida, por falta de un trasdós de apoyo, es el granel líquido.
- Muelle: obra de atraque cuya zona de transferencia de mercancías es toda su longitud y además una explanada adyacente a dicha zona donde se realiza el almacenamiento provisional de la mercancía hasta que ésta es definitivamente cargada a los medios de transporte siguientes. El problema es que, para los amarres proyectados, se necesitaría una longitud de muelle inadmisibles.

Teniendo en cuenta estas características, se concluye con que la obra de atraque para la que se va a diseñar el puerto deportivo serán los **pantalanes**.

Esta selección de tipología de amarre también se ve resguardada por la ROM 2.0-11:



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima

Tabla 2.3.1. Configuraciones físicas del atraque que suelen ser más convenientes en función del tipo de tráfico

Tipo de mercancía		Sistema de manipulación de mercancías	Configuración física del atraque	
USO COMERCIAL	GRANELES LÍQUIDOS	Productos Petrolíferos y químicos	Bombeo por tubería	
		Gases Licuados	Brazos de carga/descarga+tubería	
		Con instalación especial	Sistemas continuos	
	GRANELES SÓLIDOS	Con instalación especial	Sistemas continuos	PANTALÁN CONTINUO O DISCONTINUO
		Sin instalación especial	Sistemas discontinuos	MUELLE
		Carga Convencional	Sistemas discontinuos por elevación	MUELLE
	MERCANCÍA GENERAL	Contenedores	Sistemas discontinuos por elevación	MUELLE
		Ro-ro	Por medios rodantes	PANTALÁN DISCONTINUO
		Ferris	Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE
			Por medios rodantes	PANTALÁN CONTINUO
		Multipropósito	Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE
			Medios rodantes+elevación	MUELLE
PASAJEROS	Ferris	Por medios rodantes	PANTALÁN CONTINUO	
	Cruceiros y otras embarcaciones de pasajeros	Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE	
				PANTALÁN CONTINUO
USO PESQUERO	PESCA	Sistemas discontinuos por elevación	PANTALÁN CONTINUO	
USO NÁUTICO-DEPORTIVO			MUELLE	
USO INDUSTRIAL			PANTALÁN CONTINUO	
USO MILITAR			MUELLE	

IMAGEN I. CONFIGURACIONES DE ATRAQUE CONVENIENTES SEGÚN USO

3.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE PANTALÁN

Como ya se ha mencionado anteriormente, hay dos tipos de pantalanes:

- Pantalanes fijos: se emplean principalmente en lugares de escasa carrera de marea.
- Pantalanes flotantes: se emplean cuando hay una gran carrera de marea.

Teniendo en cuenta que en este proyecto la carrera de marea es de 4,55m, entonces se optará por **pantalanes flotantes**. Estos proporcionan un ahorro económico importante.

Otra de las principales propiedades de los pantalanes flotantes y que empuja a optar por esta opción es que constan de un sistema modular y se pueden adaptar, de modo que se pueden retirar o añadir fingers de una forma cómoda en función de las necesidades que haya que cubrir. Esto no solo facilita su manipulación, sino también su instalación.

A pesar de que este tipo de obra de atraque requiere un mayor mantenimiento que un muelle convencional, se han desarrollado cada vez más materiales y técnicas que implican un menor requerimiento de mantenimiento, pues cada vez tienen mayor resistencia frente al ambiente marino.

Por tanto y para concretar, los pantalanes flotantes son estructuras ligeras, resistentes y adaptables a la necesidad del usuario.

Los elementos principales que componen un pantalán flotante son:

- Estructura de asiento de la cubierta
- Flotadores
- Sistema de anclaje
- Pasarelas de acceso
- Fingers
- Instalaciones para servicios periféricos



IMAGEN II. PANTALANES PUERTO DEPORTIVO EJEMPLO

Se definen las pasarelas de acceso como aquellas pasarelas que facilitan el paso desde el muelle hasta el pantalán con una longitud suficiente para evitar pendientes excesivas con marea baja y una anchura tal que asegure el paso de los usuarios y su comodidad.

Se definen los fingers como pequeños pantalanes que se unen perpendicularmente a los muelles o pantalanes, facilitando el acceso a bordo de los usuarios a las embarcaciones. Además, sirven de separación entre embarcaciones para permitir una mayor organización de estas.

Finalmente, las instalaciones para servicios periféricos incluyen electricidad, agua, etc. Los pantalanes deben tener un diseño adecuado para poder proporcionar estas instalaciones a todos los usuarios del puerto y de tal forma que, en caso de tener que cambiar la ordenación de los pantalanes, se puedan evitar los cortes de tuberías o cables, que deberán tener una flexibilidad y resistencia suficiente frente al movimiento del mar y el ambiente.



IMAGEN III. VISTA AEREA PUERTO MUXIA

3.2 TIPOLOGÍA DE AMARRE

A continuación se presentan los distintos tipos de amarre reconocidos por la PIANC en su informe "Review of selected standards for floating dock designs" para que, posteriormente, se pueda elegir el más óptimo para este proyecto.

- Atraque de costado: permite el atraque de embarcaciones de tamaños dispares y facilita el acceso desde tierra a la embarcación. Su inconveniente principal es que necesita una enorme longitud de atraque, lo cual encarece la construcción.

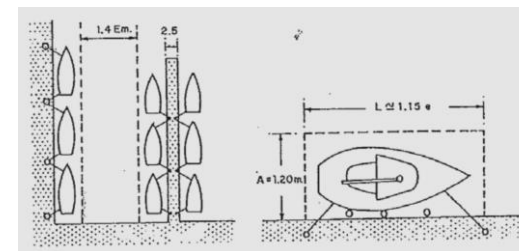


IMAGEN IV. ATRAQUE DE COSTADO. FUENTE: PIANC

- Atraque de costado y abarloado: es similar al atraque de costado, con la diferencia de que pueden abarloadarse dos o más embarcaciones. A pesar de que implica poca longitud de ocupación, es un tipo de atraque incómodo para los usuarios, tanto para atracar como para desatracar y maniobrar.



IMAGEN V. ATRAQUE DE COSTADO Y ABARLOADO. FUENTE: PIANC



Puerto Deportivo en Corcubión

Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima

- Atraque de popa con amarres a pilotes: la popa de la embarcación permanece arrimada al pantalán en dirección perpendicular a este y con la proa fijada a dos pilotes aislados. Este modo de atraque implica un especial cuidado a la hora de hinchar los pilotes.

- Facilidad de maniobra de la embarcación.
- Funcionalidad y comodidad para los usuarios.

Teniendo en cuenta todo esto y dadas las características de nuestra zona, los amarres de costado no son apropiados por ser poco funcionales y necesitar excesiva longitud de atraque.

El sistema de amarre basado en **pantalanes y fingers** es considerado útil para embarcaciones de cualquier eslora, y especialmente conveniente para embarcaciones deportivas de eslora superior a los 7,5 m. Por ello, ha decidido usarse este sistema, que se caracteriza por:

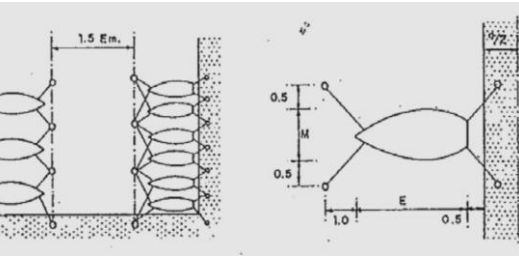


IMAGEN VI. ATRAQUE DE POPA CON AMARRE A PILOTES. PIANC

- Atraque de popa con amarre a boya o muerto: es similar al atraque de popa con amarre a pilote, siendo la principal diferencia que en lugar de pilotes aislados la proa se ancla con un solo amarre a una boya o muerto. No obstante, a pesar de ser una forma de atraque sencilla, cómoda y económica, presenta un problema de peligro de enganche de hélices a cabos o correas sumergidas, complicaciones a la hora de atraque y dificultad de uso en puertos con carrera de marea importante.

- Ser éste un sistema con un contrastado funcionamiento en muchos puertos deportivos.
- La facilidad que reviste la maniobra de atraque.
- Mayor facilidad en operaciones de embarque y desembarque de los usuarios y un menor contacto con las embarcaciones vecinas.
- Economía de espacio al permitir disminuir la distancia existente entre pantalanes paralelos, dando como resultado una dársena muy ordenada con aprovechamiento máximo del espacio.
- Es sensible a las oscilaciones de la carrera de marea, ofreciendo siempre un francobordo constante.
- No tiene la complicación de la utilización de cabos entre el tren de fondeo y las boyas, lo que podría suponer un peligro de enganches con las hélices de los barcos.

3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS EMBARCACIONES

El dimensionamiento de los pantalanes depende principalmente de las dimensiones de las embarcaciones que se tiene previsto que atraquen. Para ello, se deberán considerar en su estado de mayor carga, cuyos valores se obtienen de la ROM 0.2-90, diferenciando entre embarcaciones de vela y embarcaciones de motor. Además, una vez obtenidas dichas dimensiones, se delimitarán los parámetros de diseño, que serán aquellos constituidos por las dimensiones más desfavorables.

Por tanto:

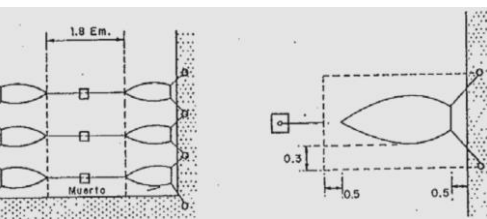


IMAGEN VII. ATRAQUE DE POPA CON AMARRE A BOYA O MUERTOS

- Atraque de popa con finger lateral: Es un sistema similar al atraque de popa con amarres a pilotes o a una boya, siendo la principal diferencia la posición de la embarcación frente al pantalán. En este caso, la embarcación se sitúa en paralelo al finger, que puede ser individual o usado por dos embarcaciones. No obstante, el más económico es el finger múltiple.

Eslora (m)	Embarcaciones a vela		Embarcaciones a motor		Parámetros de diseño	
	Manga (m)	Calado (m)	Manga (m)	Calado (m)	Manga (m)	Calado(m)
6	2.4	1.5	2.1	1	2.4	1.5
8	3	1.7	2.5	1.3	3	1.7
10	3.4	2	3	1.7	3.4	2
12	3.5	2.1	3.5	1.8	3.5	2.1
16	3.7	2.4	4	2.3	4	2.4
18	4	2.7	4.4	2.7	4.4	2.7
24	4.6	3.6	5.5	3.3	5.5	3.6

TABLA IV. DIMENSIONES Y PARÁMETROS DE DISEÑO

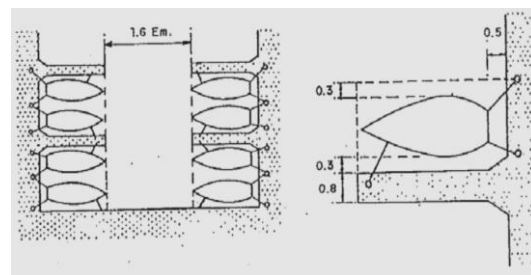


IMAGEN VIII. ATRAQUE DE POPA CON FINGER LATERAL

Una vez presentados los tipos de atraque, se procede a seleccionar el que se considera mejor para el puerto deportivo a proyectar. Para ello, se busca que el modo de atraque cubra las siguientes necesidades:

- Aprovechamiento máximo de la superficie marina
- Minimización en los costes de instalación.



#### 4. GEOMETRÍA DEL SISTEMA DE AMARRE

##### 4.1 PANTALANES

##### 4.1.1 Longitud y anchura

Se da a todos los pantalanes una anchura de 2.5m, pues de este modo favorece la comodidad de los usuarios y garantiza un correcto funcionamiento. Para la elección de esta medida, se ha tomado como base la ROM 3.1-99 "Proyecto de la Configuración Marítima de los puertos", donde establece que el ancho será entre 1 y 2m en caso de que no admita tráfico de vehículos y 2.5m en caso de que sí.

Concretando con la alternativa elegida, en este caso en la dársena nos encontramos con cuatro pantalanes distribuidos de la siguiente manera:

Pantalán nº	Ancho	longitud
1	2.5	76
2	2.5	118
3	2.5	143
4	2.5	91

TABLA V. DIMENSIONES PANTALANES

Además, el dique flotante se empleará a su vez como zona de amarre para los barcos de pesca, dotando de un espacio total de 105m en el que se reparten 18 plazas para embarcaciones de 16m de eslora.

Por tanto, la distribución final será:

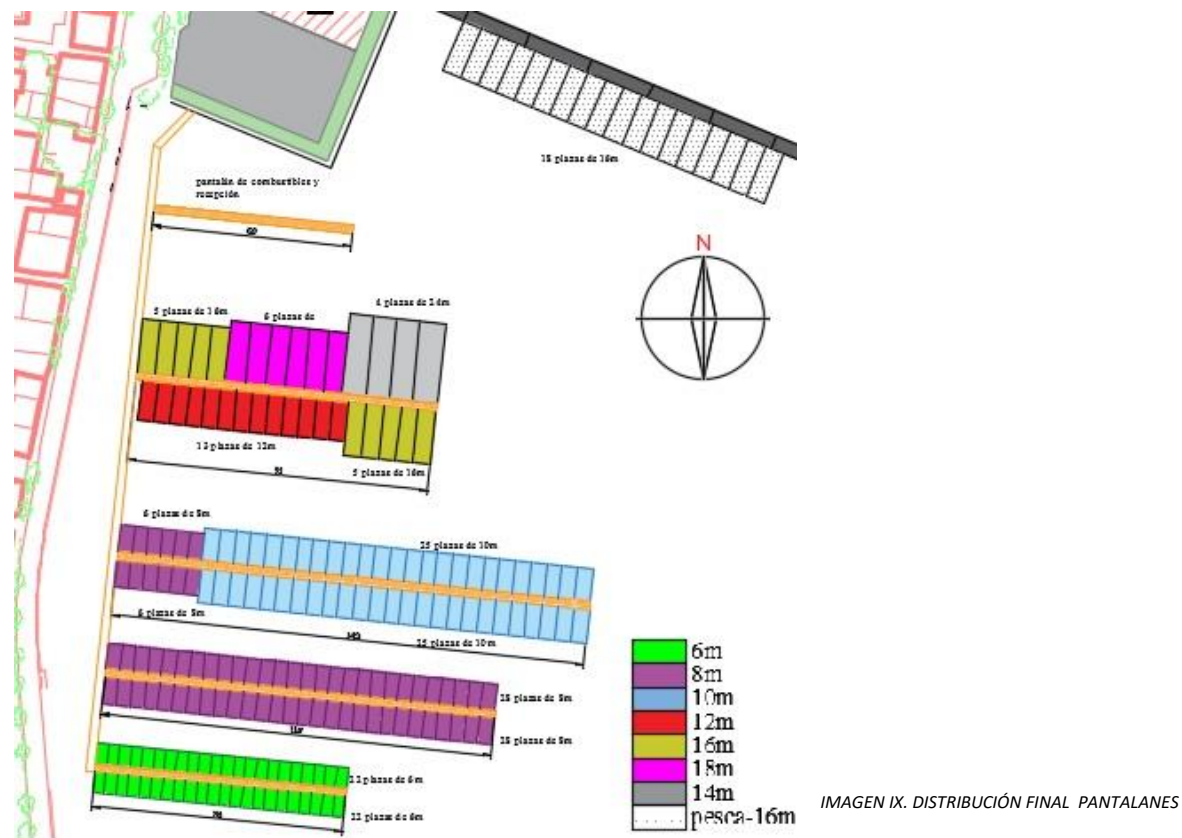


IMAGEN IX. DISTRIBUCIÓN FINAL PANTALANES

##### 4.1.2 Orientación

La orientación de los pantalanes viene condicionada en gran medida por la adaptación de la dársena interior a las instalaciones, pues para poder optimizar al máximo el espacio interior es indispensable la colocación de los pantalanes en función de la disposición general de la planta.

Por tanto, teniendo en cuenta el objetivo principal de aprovechamiento máximo del espacio disponible así como una orientación eficaz y cómoda, se dispondrán los pantalanes, en la **dirección más perpendicular posible a las dársenas** interiores.

No obstante, es importante tener en cuenta a la hora de orientar los pantalanes la dirección de los vientos predominantes, procurando que el atraque siga dichas direcciones. En este caso, el viento predominante se puede observar con la rosa de vientos:

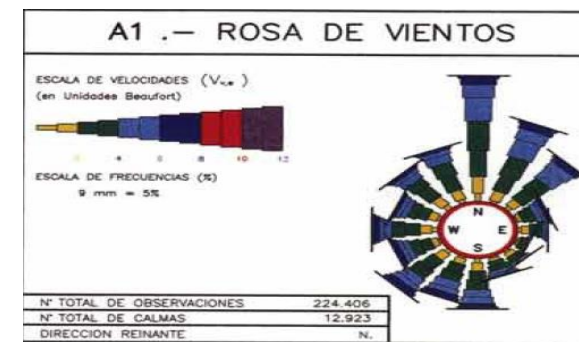


IMAGEN X. ROSA DE VIENTOS

Como se puede observar, la incidencia del viento sobre los barcos no se produce de forma perpendicular, sino que forman un pequeño ángulo que permite reducir los esfuerzos causados por el viento.

##### 4.1.3 Distancia entre pantalanes

Se tomará como referencia para obtener las distancias entre pantalanes las recomendaciones establecidas en el libro "Marinas and Small Craft Harbours".

En este libro se establece que la distancia recomendada para canales entre pantalanes deberá estar entre  $1.5 \cdot L_B$  y  $1.75 \cdot L_B$ , siendo  $L_B$  la eslora de la mayor embarcación entre las que se encuentran enfrentadas. En este caso y para estar del lado de la seguridad, se adoptará  $1.5 \cdot L_B$ .

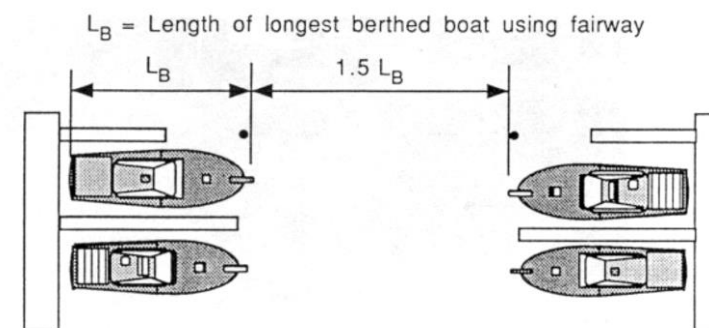


IMAGEN XI. DISTANCIA ENTRE PANTALANES





*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima*

Se presenta a continuación una tabla con la distancia entre pantalanes en el puerto deportivo a proyectar:

Eslora (m)	Canal entre pantalanes (m)
6	9
8	12
10	15
12	18
16	24
18	27
24	36

TABLA VI. CANAL ENTRE PANTALANES

Los pantalanes deberán alejarse lo máximo posible de la escollera sumergida, de forma que las embarcaciones no encallen a la hora de realizar maniobras. De este modo, se situarán los pantalanes de tal manera que los pasillos mantengan su ancho y calado en la situación más desfavorable, es decir, en bajamar.

**4.2 FINGERS**

Se disponen fingers en todos los pantalanes y perpendiculares a estos, como ya se había deducido.

De este modo, se suprimen las anclas y muertos con sus cadenas, simplificando las maniobras de las embarcaciones y evitando enganches y averías y, por tanto, proporcionando seguridad a los usuarios.

**4.2.1 Longitud y anchura**

Las longitudes de los fingers dependen una vez más de la eslora de las embarcaciones a las que dan cabida.

La longitud es del orden de 2/3 de la eslora del buque, y su anchura aumenta con las dimensiones de este. Partiendo de una anchura mínima de 0.6m, se adoptarán las siguientes dimensiones (que podrán ser modificadas siempre que no se obtengan unas dimensiones menores al mínimo establecido):

Eslora (m)	Longitud finger (2/3L)	Ancho finger (m)
6	4	0.6
8	5.3	0.6
10	6.7	0.8
12	8	0.8
16	10.7	0.8
18	12	1
24	16	1.2

TABLA VII. LONGITUD Y ANCHO FINGERS

**4.2.2 Distancia entre fingers**

Para optimizar el uso de los pantalanes y fingers, se dispondrá de dos barcos por finger, lo cual permite un ahorro de costes y espacio.

Según indica la ROM 3.1-99 "Proyecto de la configuración de los puertos, canales de acceso y áreas de flotación", en el apartado de recomendaciones específicas para dársenas de embarcaciones deportivas, indica que, para atraques dobles, la separación mínima entre los ejes de los fingers será, al menos:

$$2 * Manga_{máxima} + 1.00 + 2 * 0.3 \text{ (o } 2 * 0.5)$$

Esto quiere decir que el **ancho para dos plazas** será al menos igual a la suma de: dos veces la manga máxima del barco de diseño, más un resguardo de un metro para ambos barcos, más un resguardo de 0.3-0.5m por cada uno de los fingers (se tomará 0.4m)

Por tanto, el resultado obtenido es el siguiente:

Eslora (m)	Manga (m)	Ancho para dos plazas (m)
6	2.4	6.6
8	3	7.8
10	3.4	8.6
12	3.5	8.8
16	4	9.8
18	4.4	10.6
24	5.5	12.8

TABLA VIII. FINGERS: MANGA Y DISTANCIA ENTRE ELLOS

**4.3 DIMENSIONES DE LAS PLAZAS DE AMARRE**

Para poder estimar las dimensiones de las plazas de amarre, es necesario conocer la longitud que ocupa cada barco, es decir: su eslora.

Tomando como documento de referencia la ROM 0.2-90, se obtiene la siguiente tabla resumen de las dimensiones y superficies de cada plaza de amarre:

Eslora (m)	Manga (m)	Ancho finger (m)	Separación finger (m)	Intereje finger (m)	Ancho plaza (m)	Superficie plaza(eslora*ancho plaza: m <sup>2</sup> )
6	2.4	0.6	6.6	6.6	3.3	19.8
8	3	0.6	7.8	7.8	3.9	31.2
10	3.4	0.8	8.6	8.6	4.3	43
12	3.5	0.8	8.8	8.8	4.4	52.8
16	4	0.8	9.8	9.8	4.9	78.4
18	4.4	1	10.6	10.6	5.3	95.4
24	5.5	1.2	12.8	12.8	6.4	153.6

TABLA IX. DIMENSIONES PLAZAS DE AMARRE

**4.4 DISTRIBUCIÓN DE LAS PLAZAS DE AMARRE**

Para poder establecer la distribución de las embarcaciones en el puerto deportivo proyectado, se ha tenido en cuenta el cumplimiento de los siguientes principios:



## Puerto Deportivo en Corcubión

### Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima

- Las embarcaciones de mayor calado deberán situarse en la zona de mayor calado, próximas a la boca del puerto, para que les resulte más cómodo maniobrar.
- Las embarcaciones de mayor tamaño deberán estar en las zonas más expuestas.
- Las embarcaciones de menor tamaño deberán situarse en la zona de menor calado y más abrigada.
- Los amarres deberán orientarse, en la medida de lo posible, en las direcciones de los vientos predominantes.
- Buscar una dársena de la forma más rectangular posible para un aprovechamiento máximo.

Teniendo esto en cuenta, la distribución definitiva de los pantalanes será la siguiente:

Pantalán nº	Dimensiones	Nº de plazas y dimensiones (incluyendo ancho de fingers)
1	76x2.5	44 plazas de 6x3.45
2	118x2.5	56 plazas de 8x4.2
3	143x2.5	12 plazas de 8x4.2 y 50 plazas de 10x4.3
4	91x2.5	13 plazas de 12x4.8, 10 plazas de 16x5.3, 6 plazas de 18x5.8 y 4 plazas de 24x7

TABLA X. DISTRIBUCIÓN DEFINITIVA DE PANTALANES

#### 4.5 BALIZAMIENTO, SUMINISTRO DE AGUA Y ENERGÍA

Independientemente de las luces reglamentarias en la boca de entrada de la dársena, se deberá colocar una iluminación en cada pantalán que no sea deslumbrante para servir de guía a las embarcaciones. La colocación de dicha iluminación será de la siguiente manera:

- Una luz verde en el extremo de cada pantalán que quede a estribor.
- Una luz roja en el extremo de cada pantalán que quede a babor.
- Ambas luces se colocarán en las torretas de agua y energía de los pantalanes.

La iluminación general de la dársena se hará mediante torres de luz situadas en los muelles, que tendrán una altura de 15m mínimo y con una potencia de iluminación suficiente para dar visibilidad en toda la dársena.

En cuanto al suministro de agua y energía, se situarán tomas en todos los pantalanes y garantizando en todo momento el suministro suficiente para las embarcaciones.

#### 4.6 PANTALÁN DE RECEPCIÓN

En base al artículo 4.10 del "Reglamento de Puertos Deportivos en España", se deberá disponer de una línea de atraque especial dedicado a carburantes y otra a recepción o espera.

### 5. CANAL DE ACCESO

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

En todo puerto, bien de pesca, deportivo, etc., es muy importante diseñar una correcta accesibilidad por mar al mismo.

En este apartado se pretende realizar un análisis y posterior dimensionamiento de la entrada al interior de la dársena del puerto, de manera que ésta sea cómoda y segura para los usuarios.

En concreto, la organización del tráfico marítimo busca el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Separación de corrientes de tráfico opuestas, con el fin de evitar que los buques lleven rumbos contrarios y puedan producirse accidentes.
- Organizar un tráfico seguro en zonas de gran densidad de explotación mar adentro
- Organizar el tráfico en el interior de la dársena
- Encauzar el tráfico alejando a los buques de zonas peligrosas.

Para poder determinar las dimensiones en planta necesarias tanto de la boca de entrada como de los canales de acceso, es necesario tener en cuenta en todo momento:

- Las dimensiones de los buques y sus características de maniobrabilidad;
- El volumen y naturaleza del tráfico;
- El tipo de navegación que se prevé realizar;
- Las horas de entrada y de salida;
- Las condiciones del entorno;
- Las características de la vía navegable.

Considerando que el puerto a proyectar es principalmente de carácter deportivo, no es de esperar que el tráfico de entrada y salida se concentre a las mismas horas del día, como sucede en dársenas dedicadas al uso profesional y a una actividad concreta. Es por este motivo por el que no se considerará necesario el sobredimensionamiento del canal de entrada ni de la bocana.

Para finalizar, el diseño se establecerá para una embarcación tipo que corresponde a la de máxima eslora que tenga acceso al puerto, asumiendo así que las embarcaciones de menor tamaño tienen una mayor maniobrabilidad, aunque también serán menos estables y más sensibles a las acciones de corrientes y oleajes.

Además, deberá tenerse en cuenta los posibles problemas de aterramiento de la bocana que puedan aparecer con el paso del tiempo debido al transporte de sedimentos y corrientes litorales existentes en la ría.

#### 5.2 DISEÑO DE LA BOCANA

##### 5.2.1 Recomendaciones básicas

Según la ROM 3.1.99, debe tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La navegación en el tramo afectado por la bocana se desarrollará en la medida de lo posible a través de una vía con un trazado totalmente definido. En algunos casos, será necesario prescindir de trayectorias rectas y recurrir a algunas curvas para buscar rápidamente aguas protegidas.
- Dado que las rutas de aproximación habituales están prefijadas y no pueden adecuarse a las características de los vientos, oleajes o corrientes existentes en cada momento, hay que prever acciones importantes de componente transversal y por lo tanto ángulos de deriva próximos a los valores máximos admisibles.



### Puerto Deportivo en Corcubión

#### Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima

- La navegación en el tramo de cruce de la bocana del puerto generalmente corresponderá a condiciones climáticas variables y en consecuencia habrá que tomar en consideraciones sobreanchos que se establecen para corregir este efecto.
- Con bastante frecuencia el cruce de la bocana va seguido inmediatamente a continuación de una navegación en curva para buscar rápidamente aguas abrigadas detrás de los diques de protección.
- En el caso de puertos de índole deportivo, el acceso marítimo al puerto ha de permitir incluso la navegación a vela, ya sea para todo el año o durante la temporada para los puertos de escala. La bocana de entrada estará fuera de la línea de rotura de cualquiera ola significativa con periodo de retorno de 5 años.

Deberá tratar de cumplirse estas recomendaciones siempre que sea posible.

#### 5.2.2 Dimensionamiento de la bocana

El parámetro fundamental a la hora de dimensionar la bocana de un puerto es su ancho, pues cuánto más abierta sea la bocana mayor será la probabilidad de entrada del oleaje en el interior del puerto y por tanto aumentará la agitación; sin embargo, cuanto más cerrada sea la bocana, más difícil será la maniobrabilidad. Por tanto, hay que buscar un punto de equilibrio.

Para poder dimensionar la bocana, se puede recurrir a diversos procedimientos, entre ellos:

- Método determinístico de la ROM 3.1-99
- Método simplificado indicado en el punto 8.5.3 de la ROM 31.-99, en el que indica que se recomienda que la anchura nominal de la bocana del puerto en las condiciones operativas más desfavorable sea igual o superior a la mayor eslora del buque de diseño, independientemente de los resultados obtenidos con el método anterior.
- De acuerdo con el libro "Marinas and Small Craft Harbours", la anchura mínima aproximada es de 10m, aunque se recomienda 15m.

A continuación se va a realizar el dimensionamiento en base al **método determinístico**:

La anchura, medida perpendicularmente al eje longitudinal de la vía, se calculará como suma de los siguientes términos:

$$B_t = B_n + B_r \quad \text{donde:}$$

- $B_t$ : Anchura total de la vía de navegación.
- $B_n$ : Anchura nominal de la vía de navegación o espacio libre que debe quedar permanentemente disponible para la navegación de los buques, incluyendo los márgenes de seguridad.
- $B_r$ : Anchura adicional de reserva para tomar en consideración los factores relacionados con los contornos.

Para obtener el ancho nominal, se va a suponer que un solo carril de navegación es suficiente, y que las condiciones climáticas son constantes y la geometría recta.

Teniendo esto en cuenta, la formulación queda:

$$B_n = B + b_d + 2 * (b_e + b_r + b_b) + (rh_{sm} + rh_{sd}) + (rh_{sm} + rh_{sd})$$

Donde:

- B: manga máxima  $\rightarrow B = 5,5m$

- $b_d$ : sobreancho de la senda del buque, producido por la navegación con un determinado ángulo en relación con el eje de la vía navegable, para corregir la deriva del buque ocasionada por la incidencia de los vientos, oleaje, corrientes o remolcadores.

$$b_d = L * \text{sen } \beta,$$

donde L es la longitud del buque de diseño y  $\beta \leq 25^\circ$ . Por tanto, considerando el buque de diseño aquel cuya eslora es de 8m debido a que es el que mayor número de plazas tiene asignadas:  $b_d = 8 * \text{sen } 25 = 3.38$

- $b_e$ : sobreancho por errores de posicionamiento. Su valor estará entre 10 y 25, tomaremos el valor de 25 para los cálculos para estar del lado de la seguridad.
- $b_r$ : Sobreancho para respuesta, que valora la desviación adicional que puede producirse desde el instante en que se detecta la desviación del buque en relación a su posición teórica y el momento en que la corrección es efectiva.

$$b_r = (1,50 - E_{\text{máx}}) * 0,1 * B = 0,462$$

$E_{\text{máx}}$ : riesgo máximo admisible = 0.10

- $b_b$ : sobreancho para cubrir el error que pudiera derivarse de los propios sistemas de balizamiento. Dados el pequeño tamaño de la bocana, los errores por balizamiento se consideran nulos.
- $rh_{sm}$ : resguardo adicional de seguridad que deberá considerarse a cada lado de la vía navegable, para permitir la navegación del buque sin que resulte afectada por los efectos de succión y rechazo de las márgenes. Se toma  $0.4*B$ , por lo tanto  $rh_{sm}=1,32$ .
- $rh_{sd}$ : margen de seguridad o resguardo horizontal libre que deberá quedar siempre disponible entre el buque y los contornos, taludes o cajeros de vía navegable. En este caso se toma  $0.2*B$ , por lo tanto  $rh_{sd}=0,66$ .

Sustituyendo todos los datos en la fórmula de  $B_n$ , se obtiene que:

$$B_n = 53.34m$$

Puesto que  $B_t \geq 2.5 * B \rightarrow B_t = 8.25m$

Finalmente:

Tramo recto

$$B_t = B_n + B_r = 53.34 + 8.25 = 61.6 m$$

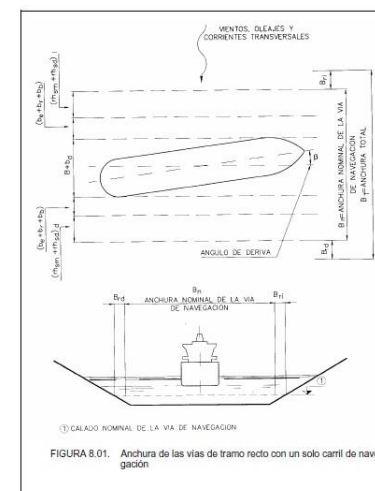


IMAGEN XII. BOCANA, TRAMO RECTO



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima

Tramo curvo

Para el tramo curvo se tomará el acuerdo tipo de la ROM 3.1-99, en el que se representa con un ancho de curva igual al ancho en el tramo recto más un sobreancho, que en este caso será 0.8m:

$$B_{TC} = 61.6m + 0.8m = \mathbf{62.4m}$$

donde  $B_{TC}$  es el ancho en curva.

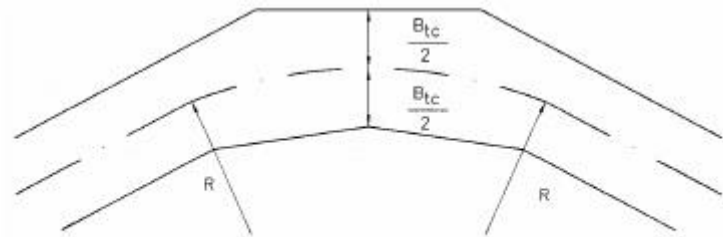


FIGURA 8.05. Configuración geométrica tramos curvos soluciones con márgenes rectas

IMAGEN XIII. BOCANA, TRAMO CURVO

Como se puede observar, tanto en tramo recto como en curvo cumple los límites establecidos previamente.

5.3 DISEÑO DEL CANAL DE ENTRADA

5.3.1 Recomendaciones básicas

Se toma como base la ROM 3.1-99, en la que se establece una serie de recomendaciones para el diseño en planta de los canales de navegación:

- La planta ha de ser lo más rectilínea posible, evitando trazados en S. En caso de necesitar curvas, deberán cumplirse las condiciones recomendadas.
- La vía navegable deberá seguir, si es factible, la dirección de las corrientes principales, minimizando el efecto de las corrientes transversales.
- Las vías de navegación deberán evitar las áreas de acreción o depósitos de sedimentos.
- Se orientarán de manera que se eviten los temporales de través, es decir, orientándolas preferentemente en la dirección del oleaje reinante o formando un ángulo de hasta 15-20° entre el eje de la vía de navegación y la dirección de estos oleajes.
- El trazado deberá evitar que los buques tengan que acercarse a muelles y atraques transversalmente a ellos, pues puede producirse un accidente.
- El paso de secciones estrechas se efectuará en tramos rectos bien balizados, manteniendo la alineación recta en una distancia mínima de 5 esloras del buque máximo a cada lado.
- El radio de las curvas será, como mínimo, 5 esloras del buque de mayores dimensiones.
- La distancia de visibilidad medida en el eje de la vía de navegación debe ser superior a la distancia de parada del buque de diseño suponiendo que navega a la velocidad máxima de navegación admisible en la vía.

- Las transiciones entre tramos de diferente anchura se efectuarán ajustando las líneas límites o de limitación mediante alineaciones rectas con variaciones en planta no mayores de 1:10 (preferentemente 1:20) en cada una de ellas.

5.3.2 Dimensionamiento del canal de entrada

El canal de navegación interior deberá cumplir en la medida de lo posible las recomendaciones expuestas previamente.

Teniendo en cuenta que los buques entrarán con una cierta velocidad por la bocana, hay que dejar una distancia suficiente entre esta y los amarres para que el buque sea capaz de detenerse de forma segura. Esta distancia se valora entre 5 y 7 veces la eslora del buque de diseño.

5.4 ZONA DE MANIOBRA

Se considera zona de maniobra toda aquella en la que se pueden realizar una de las siguientes acciones: parar, revirar o arrancar el buque.

Los espacios necesarios para poder realizar estas acciones pueden desarrollarse en una zona, siempre y cuando se cumplan los requisitos de seguridad y comodidad. No obstante, la superficie dedicada a la acción de revirar puede asimilarse, según la ROM 3.1-99, a un círculo de radio tres veces la eslora del barco de diseño.

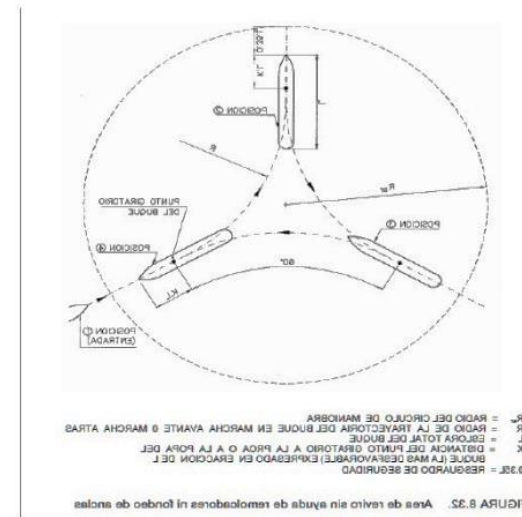


IMAGEN XIV. ZONA DE MANIOBRA

6. DRAGADO

La acción de dragar tiene por objetivo principal la limpieza de los sedimentos que pueda haber acumulados en el fondo marino para poder aumentar el calado o profundidad dentro de la dársena o canal de navegación y evitar así el riesgo de encallamiento de los buques.

Por tanto, la acción de dragar implica, en su conjunto: extracción, transporte y vertido de los materiales extraídos, procedimientos que se realizarán con unas técnicas y una maquinaria específicas.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima

6.1 DRAGADO DE LA DÁRSENA Y CANAL DE NAVEGACIÓN

El dragado que se va a realizar será tal que permita a las embarcaciones realizar maniobras en las condiciones más desfavorables. Para ello, es primordial conocer los parámetros de diseño para las embarcaciones proyectadas, habiendo sido obtenidos previamente tal que:

Eslora (m)	Manga (m)	Calado (m)
6	2.4	1.5
8	3	1.7
10	3.4	2
12	3.5	2.1
16	4	2.4
18	4.4	2.7
24	5.5	3.6

TABLA XI. PARÁMETROS DE DISEÑO EMBARCACIONES

Para determinar el dragado necesario en la dársena, se van a seguir los pasos proporcionados por la ROM 3.1-99 en su capítulo 7.

Para ello, se deberá tomar en consideración tres factores:

H<sub>1</sub>: El calado de los buques y los factores relacionados con los barcos que puedan ocasionar que algún punto de su casco alcance una cota más baja que la correspondiente a quilla plana en condiciones estáticas en agua de mar.

H<sub>2</sub>: El nivel del Agua que se considere y los factores que afectan a su variabilidad que determinarán el plano de referencia para emplazar el buque.

H<sub>3</sub>: se consideran como un conjunto de factores relacionados con el fondo de modo que la consideración de los factores anteriores determinará la profundidad mínima de agua requerida en el emplazamiento o profundidad nominal, que para poder quedar garantizada como espacio disponible en el emplazamiento, exigirá tomar en consideración dichos factores.

En este caso, se va a tomar como referencia el nivel del mar en BMVE, pues determinan los momentos más desfavorables en los que los barcos aun deben poder maniobrar sin problema. Teniendo esto en cuenta, lo que se debe calcular H<sub>1</sub> y H<sub>3</sub>.

H<sub>1</sub>

La ROM describe una serie de recomendaciones empíricas para el cálculo de H<sub>1</sub> de forma sencilla. En este caso, y para quedar del lado de la seguridad, nos colocamos en la situación de que el canal de navegación es una poco abrigada, de modo que la norma recomienda que en esa zona H<sub>1</sub> valga 1.10\*C, donde C es el máximo calado de la tabla anterior.

En cuanto a la zona de muelles y atraques, considerándola también desabrigada para quedar del lado de la seguridad, la norma recomienda que H<sub>1</sub> sea 1.1\*C. A mayores, deberá añadirse un resguardo de 0.3m por embarcaciones pesqueras y deportivas y que la velocidad será reducida y controlada en el interior de la dársena.

Por tanto:

	Consideraciones	Factor	Canal	6	8	10	12	16	18	24
H1	Canal	1.1*C	4.05	-	-	-	-	-	-	-
	Muelles y atraques (m)	1.1*C	-	1.65	1.87	2.2	2.31	2.64	2.97	3.96
	Mínimo resguardo (m)	+0.3	-	1.95	2.17	2.5	2.61	2.94	3.27	4.26

TABLA XII. CÁLCULO PARÁMETRO H1 PARA OBTENER DRAGADO

H<sub>3</sub>

Para el cálculo de H<sub>3</sub> se le sumarán a los datos obtenidos en la tabla anterior unas imprecisiones de la batimetría aproximadas en la ROM como 0,25 y unas tolerancias en el dragado de aproximadamente 0.5m.

Total

Finalmente, hay que **garantizar unos calados mínimos** que vienen determinados por la suma de H<sub>1</sub> y H<sub>3</sub>; esto es:

Zona	Canal	6m	8m	10m	12m	16m	18m	24m
Calado mín.	4.8	2.7	2.92	3.25	3.36	3.69	4.02	5.01

TABLA XIII. CALADO MÍNIMO REQUERIDO POR ESLORA

El calado en las zonas de acceso a los pantalanes de recepción, combustible, rampa y foso de varada, deberá garantizarse el mismo calado mínimo que en el canal.

6.2 DRAGADO DE LA BANQUETA, MURO DE GRAVEDAD Y RAMPA

El dragado en estas zonas es necesario realizarlo para que sea posible situar una banquetta de escollera uniforme como cimentación de los muros de gravedad, que serán bloques prefabricados de hormigón.

Para ello, La ROM 0.5-05 "Recomendaciones Geotécnicas para el proyecto de Obras Marítimas y Portuarias", en su tabla 4.9.6 indica los taludes de dragado usuales en función de las características del terreno:

Tabla 4.9.6. Taludes de dragado usuales (H/V)

Tipo de terreno	Aguas tranquilas	Zonas con movimiento de agua del interior al exterior en talud
Fangos	20 a 6	20 a 10
Arenas finas flojas	6 a 4	10 a 6
Arenas gruesas	4 a 3	6 a 4
Arenas arcillosas	3 a 2	4 a 3
Arcillas de consistencia firme	2 a 1	3 a 1,33
Arcillas duras	1 a 0,5	1,33 a 0,5
Rocas <sup>(10)</sup>	0,5 a 0,1	0,5 a 0,1

IMAGEN XII. TALUDES DE DRAGADO

Por tratarse de un terreno con un material arenoso fino/medio y con escasa agitación del agua, entonces se considerará un **talud 4H: 1V**.

6.3 DRAGADO EN LAS ALTERNATIVAS



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima*

A continuación se presenta una tabla resumen del dragado aproximado a realizar en cada una de las alternativas, que se calcula como:

$$\text{Dragado (m}^3\text{)} = \text{Superficie afectada (m}^2\text{)} * \text{profundidad media del dragado (m)}$$

A pesar de no ser el método más preciso, teniendo en cuenta el objeto de este anteproyecto se considera suficiente para hacerse una idea sobre el dragado necesario.

	<b>Unidad</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Dragado</b>	m <sup>3</sup>	104957	92177	20178

TABLA XIV. VOLUMEN DE DRAGADO EN LAS ALTERNATIVAS

#### *6.4 CONCLUSIÓN*

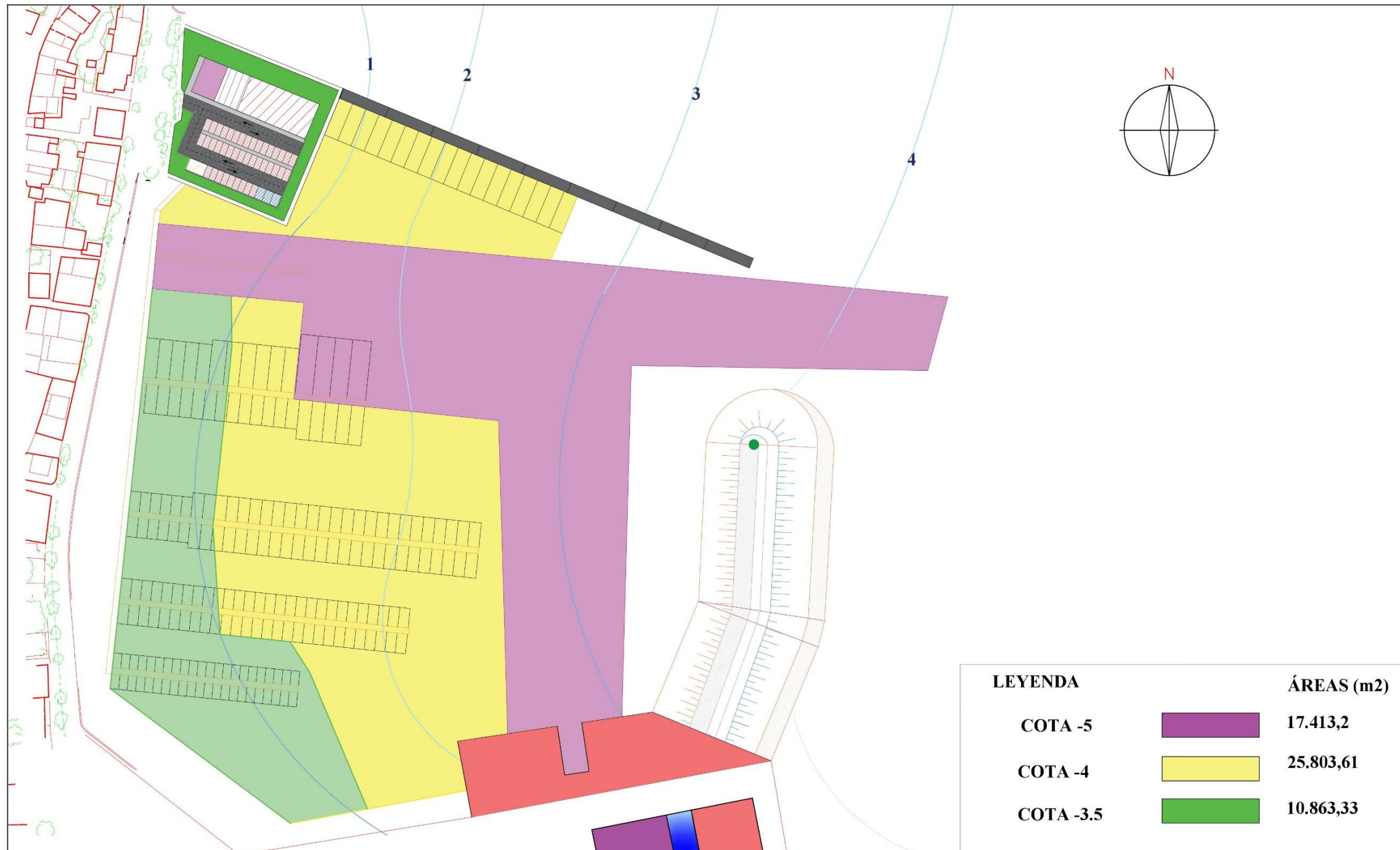
Como cierre al apartado del cálculo del dragado, cabe mencionar que, a pesar de que tanto las alternativas 1 y 2 presentan una magnitud de dragado demasiado grande, se justifica su realización, pues actualmente la línea de tierra se está desplazando cada vez más hacia el interior del mar, por lo que, incluso aunque no se llevase a cabo el puerto deportivo, acabaría siendo necesario realizar un dragado en esta zona, pues las embarcaciones cada vez encuentran más dificultades para fondear, sobre todo con marea baja.

Además, el material extraído del dragado tiene una calidad suficiente como para ser aprovechado en la realización del relleno de explanada y, en caso de ser sobrante, se considerará su vertido en playas cercanas a la zona que actualmente lo necesitan.



APÉNDICE I: dragado

I.I ALTERNATIVA 1



I.II ALTERNATIVA 2



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima

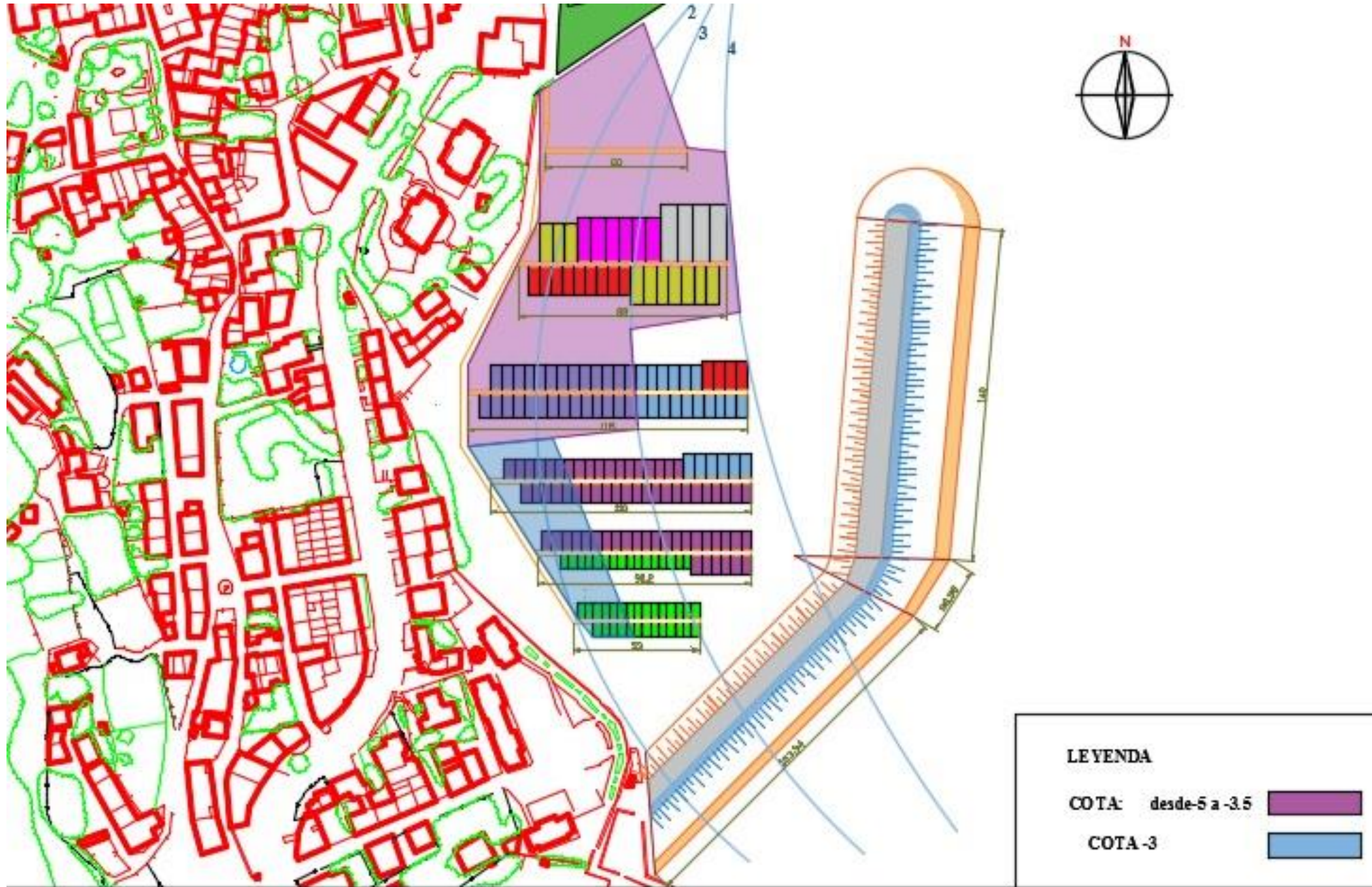


I.III ALTERNATIVA 3



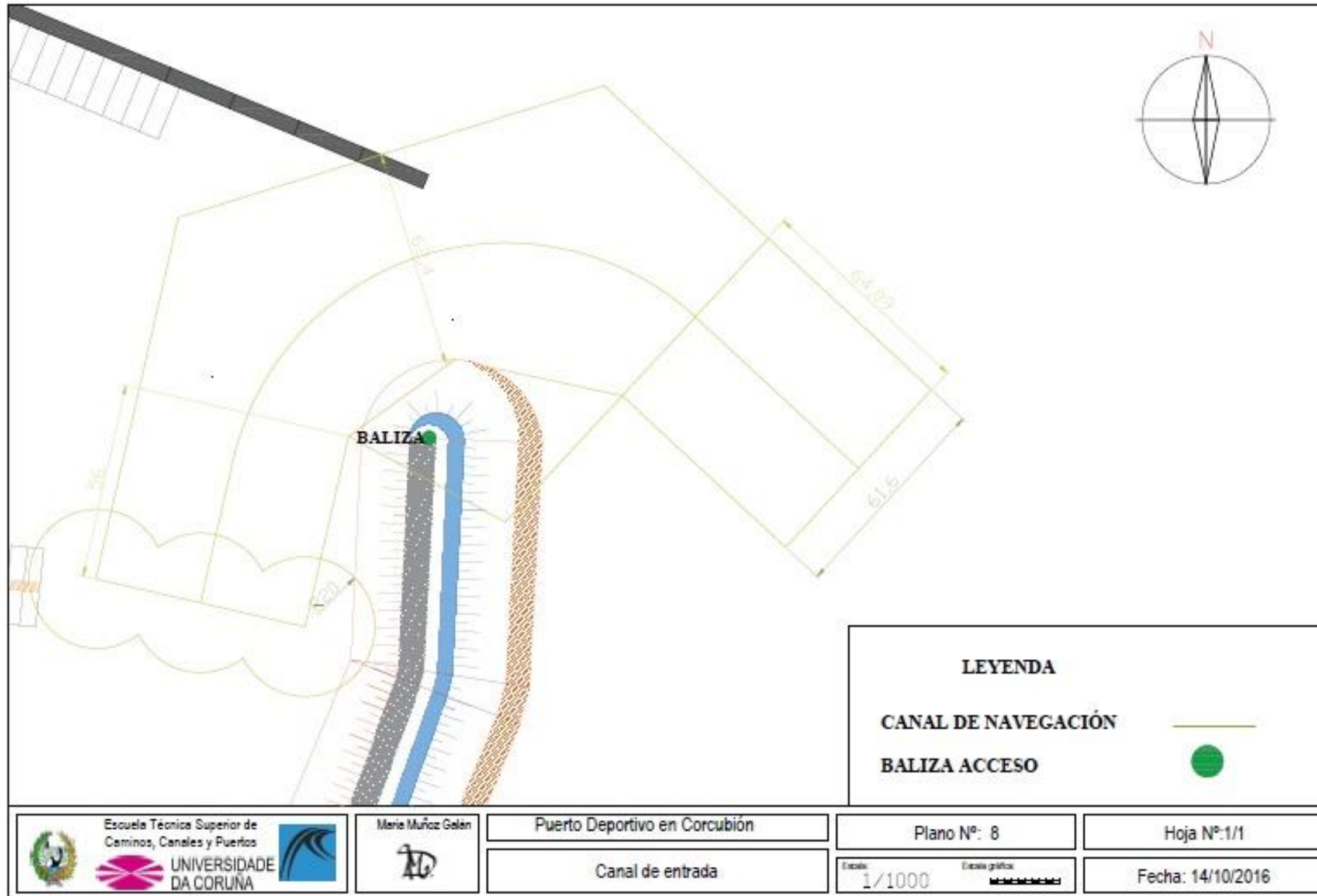


Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº9: Dimensionamiento de la zona marítima





APÉNDICE II: Canal de navegación





*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo*



**Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo**



## ÍNDICE

1. OBJETO
2. DIQUE DE ABRIGO
  - 2.1 Elementos del dique en talud
    - 2.1.1 Materiales
    - 2.1.2 Altura de ola y profundidad
  - 2.2 Talud de la sección
  - 2.3 Manto principal
    - 2.3.1 Peso de los elementos
    - 2.3.2 Espesor de la capa
    - 2.3.3 Número de unidades Por  $m^2$
  - 2.4 Manto secundario
    - 2.4.1 Peso de los elementos
    - 2.4.2 Espesor de la capa
    - 2.4.3 Número de unidades por  $m^2$
  - 2.5 Núcleo
  - 2.6 Lado interior
  - 2.7 Berma de pie
  - 2.8 Coronación y espaldón
3. DIQUE FLOTANTE
  - 3.1 Tipologías de diques flotantes
  - 3.2 Condiciones de dimensionamiento
    - 3.2.1 Clima marítimo
    - 3.2.2 Condiciones del oleaje en la zona de actuación
    - 3.2.3 Atenuación del oleaje
    - 3.2.4 Resistencia estructural
    - 3.2.5 Estabilidad lateral
    - 3.2.6 Flotabilidad
  - 3.3 Dimensionamiento
    - 3.3.1 Dimensionamiento hidrodinámico
    - 3.3.2 Dimensionamiento del sistema de anclaje
4. SECCIÓN DE CONTENCIÓN DE LA EXPLANADA
  - 4.1 Descripción del muelle de gravedad
  - 4.2 Acciones
    - 4.2.1 Cargas permanentes
    - 4.2.2 Cargas variables
      - 4.2.2.1 Presión hidrostática
      - 4.2.2.2 Cargas del terreno
      - 4.2.2.3 Cargas variables de uso o explotación
  - 4.3 Simplificaciones establecidas por la ROM y cálculos
  - 4.4 Estabilidad frente al vuelco

### 1. OBJETO

En este anexo se va a estudiar la metodología a seguir para realizar el dimensionamiento de las secciones tipo de las principales obras de abrigo y contención de la explanada.

Este dimensionamiento es clave, pues las obras de abrigo son las que se encargan de proteger las embarcaciones frente a las acciones climáticas extremas, dando lugar a una lámina de agua abrigada y segura para los usuarios.

Por otro lado, las obras de contención de la explanada son las que dan forma a dicha lámina de agua y que, en función del tipo de operación que se vaya a realizar en dicha explanada, tendrá uno u otro diseño.

### 2. DIQUE DE ABRIGO

El dique de abrigo es quizá la obra más importante en un proyecto de este tipo, pues es el que se encarga de distorsionar la acción del mar protegiendo a las embarcaciones que se encuentran en el interior del puerto; además, en términos económicos, es la obra de mayor calibre.

En España el 80% de los diques son diques rompeolas en talud, pues, a pesar de que presenta una gran ocupación en planta y un elevado coste económico comparado con otras obras de abrigo, estos presentan las ventajas de que se adapta tras un colapso parcial y presenta una rotura progresiva y con capacidad de reparación.

Por otro lado, se puede conseguir una rotura del oleaje mediante la desestabilización del movimiento orbital ondulatorio mediante la disposición de un talud inclinado convenientemente protegido capaz de resistir frente a las acciones que inciden sobre él.

Por todos estos motivos, se ha decidido utilizar, para este proyecto, **el dique de abrigo en talud**.

#### 2.1 ELEMENTOS DEL DIQUE EN TALUD

En toda obra civil y, sobre todo, en obras marítimas como es un dique de abrigo es muy importante tener en cuenta el terreno de la cimentación y las alteraciones que puede sufrir frente a acciones como la socavación o la erosión.

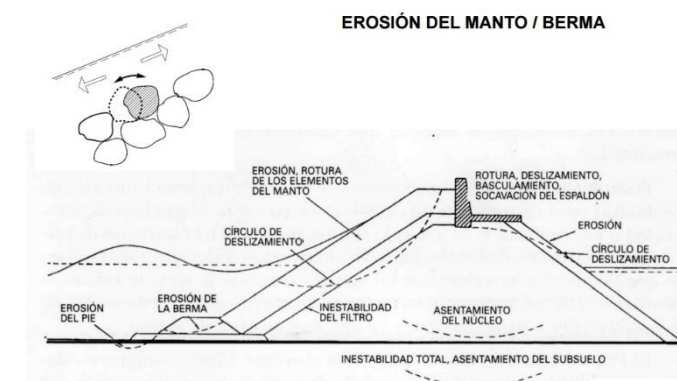


IMAGEN I. Erosión del manto/berma. Fuente: Negro, 2008



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo*

Por este motivo, hay que ser cauteloso a la hora de diseñar el dique, diferenciando y analizando bien cada una de sus partes, siendo estas:

- **Manto principal:** capa exterior formada por unos bloques cuyo tamaño vendrá determinado por los parámetros altura de ola de diseño, pendiente del talud, material empleado, etc. La función más importante del manto principal es resistir frente al oleaje. Se dispondrán, por tanto, de dos capas de bloques que cumplan el peso que se calcule.
- **Manto secundario o filtro:** capa situada bajo el manto principal y cuya misión es la de actuar de filtro entre la capa más externa y el todo uno que compone el núcleo del dique.
- **Núcleo:** interior formado por material todo uno de cantera. Deberá ser un material abundante y económico.
- **Banquetas de apoyo del manto:** se emplean con elevadas profundidades o en terrenos de escasa capacidad portante para asegurar la integridad de la estructura sin elevar dramáticamente los costes.
- **Bermas de pie antisocavación:** evitan el deslizamiento de la capa resistente y la erosión de la cimentación.
- **Espaldón:** monolito de hormigón colocado en la coronación del dique que permite controlar la respuesta hidráulica reduciendo el tamaño de la sección.
- Refuerzos en cimentación.

La sección propuesta por el SMC para dique en talud de tres capas es la siguiente:

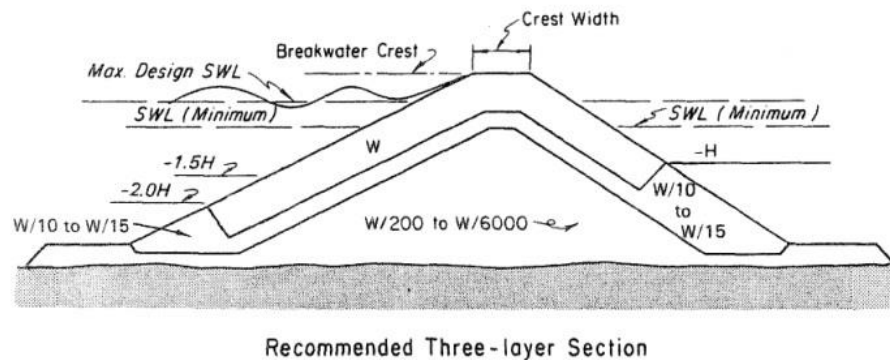


IMAGEN II. SECCIÓN DE DIQUE DE ABRIGO PROPUESTA

Se presentan a continuación los dos parámetros que nos permiten definir completamente el dique:

- Altura de ola
- Materiales

### 2.1.1 Materiales

Los diques en talud están constituidos por bloques naturales o artificiales de distintas formas y tamaños dispuestos en talud.

A pesar de que lo más aconsejable es emplear material natural cuando la cantera de explotación se encuentra próxima a la zona de actuación, hay ocasiones en las que esta situación, bien por lejanía o bien porque la explotación es inviable económicamente, no se produce. En estos casos hay que recurrir al empleo de bloques artificiales, masivos de trabazón o huecos, cuyo principal inconveniente es que el coste será superior y su densidad

menor. No obstante, presentan una uniformidad y adaptación a grandes pesos en relación con los agentes actuantes.

De este modo, se pueden clasificar las piezas artificiales en varios grupos en función de sus características principales:

- **Piezas masivas:** son piezas pesadas y de gran volumen que se colocan de forma aleatoria (cubos, escolleras, etc.).
- **Piezas esbeltas con trabazones:** son piezas que presentan una trabazón y fricción entre ellas y que están dispuestas, generalmente, en mallas (tetrápodos, dolos, etc.).
- **Piezas huecas:** son piezas perforadas colocadas en malla y cuyo objetivo es disminuir el gradiente térmico generado por la hidratación del cemento en las unidades de gran tamaño (cubo perforado, shed, etc.).

Se presentan a continuación varios ejemplos:

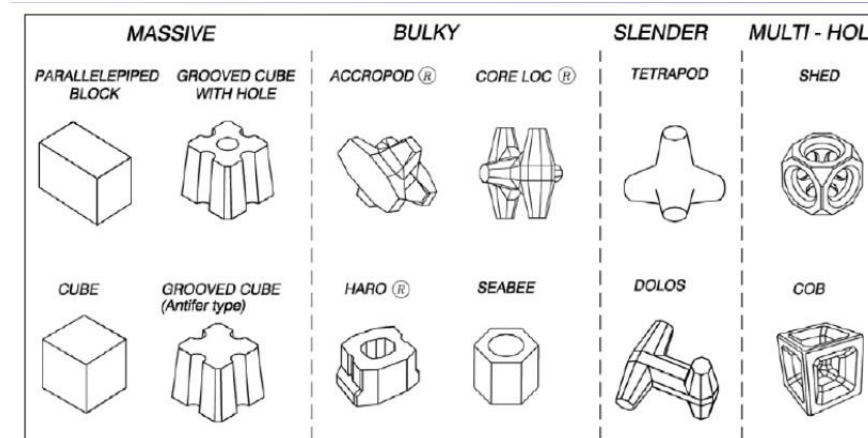


IMAGEN III. TIPOS DE MATERIALES ARTIFICIALES. FUENTE: COASTAL ENGINEERING MANUAL

Para poder elegir el material con el que realizar este proyecto, se toma como base principalmente la experiencia en la construcción de este tipo de obras en España a lo largo del tiempo.

Analizando, se ha llegado a la conclusión de que tanto la escollera como los bloques paralelepípedicos de hormigón funcionan correctamente. Estos funcionan por gravedad y su fallo, en caso de avería leve, es totalmente reparable.

Por otro lado, tipologías como los dolos o los tetrápodos han ocasionado más de un problema en diferentes obras debido a un colapso en cadena de la estructura cuando se produce una pérdida de trabazón.

Por este motivo, el material seleccionado para realizar el dique de abrigo de la obra a proyectar será **escollera natural**, pues es la que presenta unas mejores condiciones y características:

- Supone menores gastos;
- Implica un menor impacto visual debido a su estética que otro tipo de material;
- Su uso está muy extendido en el Noroeste de España;
- Se puede conseguir de las canteras de la zona, siendo estas de buena calidad;
- Debido a la altura de ola de diseño, la escollera es suficiente, pues los materiales realizados con bloques de hormigón están diseñados para alturas de ola mayores.

En cuanto a su colocación en los mantos, puede conformarse de dos maneras:



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo

Dónde:

- $\gamma_r$ : Peso específico de las partículas sólidas (escollera)  $\rightarrow 2.65 \text{ t/m}^3$
- $\gamma_w$ : Peso específico del agua (en este caso salada)  $\rightarrow 1.025 \text{ t/m}^3$
- W: Peso medio de las piezas del manto exterior.
- $\text{Cotg } \theta$ : Pendiente del manto exterior  $\rightarrow 1.5$
- H: Altura de ola de cálculo  $\rightarrow 1.91\text{m}$
- $K_D$ : Coeficiente de estabilidad.

Para obtener  $K_D$ , hay que tener en cuenta que dependerá de los siguientes factores:

- Tipo de sección: tronco o morro del dique.
- Tipo de oleaje: rompiente o no rompiente. El criterio de rotura es tal que si  $d < 1.5 * H_{1/10}$ , entonces será rompiente. Como esto no se cumple, entonces el oleaje es **no rompiente**.
- Nº de capas del manto principal, no se recomienda el uso de una sola capa porque a poco que ésta se desplace, se deja al descubierto filtros y el núcleo, con el peligro que esto conlleva. En general el nº de capas a disponer son 2 (**bicapa**) y son las que se dispondrán en este caso.
- Forma colocación (Aleatoria- random- o colocada- special-), en nuestro caso será aleatoria.
- $\text{Cotg } \theta$ .

Teniendo esto en cuenta, se entra en la siguiente tabla con los siguientes datos:

- Escollera natural rugosa
- Bicapa
- Colocación aleatoria
- Pendiente talud 1.5

Considerando que la sección es constante a lo largo de todo el dique, es decir que tanto en el morro como en el tronco habrá una misma sección, se cogerá el  $K_D$  menor para ambos, pues proporcionará un peso mayor, y así estar del lado de la seguridad. En este caso,  $K_D = 3.2$ .

Table 10-8. Suggested  $K_D$  values for use in determining armor unit weight

Armor Units	n*	Placement	No-Damage Criteria and Minor Overtopping Structure Trunk		Structure Head		Slope cot $\theta$
			$K_D^b$		$K_D$		
			Breaking Wave	Nonbreaking Wave	Breaking Wave	Nonbreaking Wave	
Quarystone							
Smooth rounded	2	Random	1.2 <sup>c</sup>	2.4	1.1	1.9	1.5-3.0
Smooth rounded	> 3	Random	1.6	3.2	1.4	2.3	d
Rough angular	1	Random <sup>b</sup>	b	2.9	b	2.3	d
Rough angular	2	Random	2.0	4.0	1.9	3.2	1.5
Rough angular	> 3	Random	2.2	4.5	1.6	2.8	2.0
Rough angular	2	Special <sup>e</sup>	5.8	7.0	1.3	2.3	3.0
Parallelepiped <sup>d</sup>	2	Special <sup>e</sup>	7.0-20.0	8.5-24.0	2.1	4.2	d
Tetrapod and quadripod	2	Random	7.0	8.0	5.3	6.4	d
Tribar	2	Random	9.0	10.0	—	—	—
Dolos	2	Random	15.8 <sup>f</sup>	31.8 <sup>f</sup>	5.0	6.0	1.5
Modified cube	2	Random	6.5	7.5	4.5	5.5	2.0
Hexapod	2	Random	8.0	9.5	3.5	4.0	3.0
Toskane	2	Random	11.0	22.0	8.3	9.0	1.5
Tribar	1	Uniform	12.0	15.0	7.8	8.5	2.0
Quarystone ( $K_{BR}$ )					6.0	6.5	3.0
Graded angular	—	Random	2.2	2.5	8.0	16.0	2.0 <sup>h</sup>
					7.0	14.0	3.0
					—	5.0	d
					5.0	7.0	d
					—	—	d
					7.5	9.5	d

IMAGEN IV. VALORES DE  $K_D$

Colocación de la escollera	propiedades
Aleatoria	-Más fácil de construir -Rompe mejor la energía del oleaje al disiparse entre los huecos
Regular	-más difícil de construir -tiende a descender por el talud

TABLA I. TIPOS DE COLOCACIÓN DE ESCOLLERA

Por tanto, la colocación de la escollera será de forma **aleatoria**.

### 2.1.2 Altura de ola y profundidad

La altura de ola que nos permite diseñar el dique es la obtenida para régimen extremal en el anexo de "Clima Marítimo". En este caso, será para una altura de ola de 16.55m y un periodo de 18 segundos procedente del suroeste y se obtiene una altura de ola incidente a pie de dique de **1.5m** y período de **18 segundos** para una **profundidad de aproximadamente 3m en bajamar**.

No obstante, como se verá más adelante, al trabajar con escollera la altura de ola de diseño será:  $H_{1/10} = 1.27 * H_s$

Finalmente:  $H_{1/10} = 1.91\text{m}$

### 2.2 TALUD DE LA SECCIÓN

En un dique en talud, la pendiente suele estar comprendida entre 1:3 y 2:3, y nunca puede ser menor que 1:1.5. No obstante, teniendo en cuenta que el talud suele estar algo menos tendido (1:1.5) y dada la magnitud de las obras a realizar (altura de ola poco significativa y ubicación bastante protegida), se considera que el talud 1:1.5 será suficiente, tanto para el lado expuesto del dique como para el lado resguardado, lo cual simplificará los cálculos y la construcción.

Se considera válido este valor porque, además de cumplir con las condiciones expuestas de valores máximos y mínimos, es un valor muy común entre obras del mismo calibre.

### 2.3 MANTO PRINCIPAL

A continuación se van a presentar los cálculos necesarios para diseñar al completo el manto principal. Esto incluye:

- Peso de los elementos que lo conforman
- Espesor de la capa
- Número de unidades por  $\text{m}^2$

#### 2.3.1 Peso de los elementos

Para poder obtener el peso de los elementos que conforman el manto principal se usará la fórmula de Hudson. El valor obtenido será el que determine el resto de la sección:

$$W = \frac{\gamma_r * H^3}{K_D * \left(\frac{\gamma_r}{\gamma_w} - 1\right)^3 * \text{cot } \theta}$$



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo*

Con los datos obtenidos, entrando en la fórmula de Hudson se llega al siguiente resultado: **W = 0.95 T**.

Siguiendo las recomendaciones del Shore Protection Manual, no es factible que todos los elementos de escollera tengan el mismo peso, sino que los bloques han de estar comprendidos entre 0,75W-1.25W. Por tanto, el **rango admisible** será entre **0.72T-1.2T**.

**2.3.2 Espesor de la capa**

Para calcular el espesor de la capa del manto principal, se tomará como referencia la fórmula proporcionada por el Shore Protection Manual:

$$e = n * K_A * \sqrt[3]{\frac{W}{\gamma_r}}$$

Dónde:

- e: Espesor de la capa (m)
- n: Número de capas que componen el manto
- K<sub>A</sub>: Coeficiente de manto
- W: Peso medio de las piezas del manto en (T)
- γ<sub>r</sub>: Peso específico de las partículas sólidas, T/m<sup>3</sup>.

Para el cálculo de K<sub>A</sub>, se obtiene de la siguiente tabla:

UNIDAD DEL MANTO	NÚMERO DE PIEZAS	COLOCACIÓN	COEFICIENTE DE CAPA, K <sub>A</sub>	POROSIDAD (P)
Escollera lisa	2	Aleatoria	1,02	38
Escollera rugosa	2	Aleatoria	1,00	37
Escollera rugosa	> 2-3	Aleatoria	1,00	40
Ese, paralelepípeda	2	Especial	1,00	27
Cubo	2	Aleatoria	1,10	47
Bloque	2	Aleatoria	1,10	47
Antifer	2	Aleatoria	1,10	44-49
Tetrápodo	2	Aleatoria	1,04	50
Tribar	2	Aleatoria	1,02	54
Dolo	2	Aleatoria	0,94	56
Acrópodo	1	Especial	1,24-1,40	52
Cuadrípodo	2	Aleatoria	0,95	49
Hexápodo	2	Aleatoria	1,15	47
Tuskane	2	Aleatoria	1,03	52
Core-loc	1	Especial	1,60	66
Tribar	1	Especial	1,13	47

IMAGEN V. VALORES KA

Por tanto, para escollera rugosa y colocación aleatoria con n=3 (recomendable para escollera), será K<sub>A</sub>= 1 y P = 40.

Esto implica que el **espesor del manto principal** sea **e= 2.13m**.

**2.3.3 Número de unidades por m<sup>2</sup>**

Para obtener el número de unidades por m<sup>2</sup>, se aplica la siguiente fórmula proporcionada por el SPM:

$$N_{ud} = n * K_A * \left(1 - \frac{P}{100}\right) * \left(\frac{\gamma_r}{W}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde todos los datos son conocidos, pues se han calculado previamente:

- n = 3
- K<sub>A</sub> = 1
- P = 40
- γ<sub>r</sub> = 2.65 t/m<sup>3</sup>
- W = 0.95T

Por tanto: **N<sub>ud</sub> = 3.57 ud/m<sup>2</sup>**

**2.4 MANTO SECUNDARIO**

Al igual que para el manto principal, los cálculos necesarios a realizar son los siguientes:

- Peso de los elementos que lo componen
- Espesor de la capa
- Número de unidades por m<sup>2</sup>

**2.4.1 Peso de los elementos**

El peso de los elementos que componen el manto secundario se obtiene a partir del peso del manto principal. El SPM propone que, para esta tipología de dique, el peso esté comprendido entre la décima y la veinteava parte del peso del manto principal. Por tanto:

$$W = 95kg$$

Al igual que sucede para el manto principal, es complicado encontrar una escollera natural que cumpla exactamente este valor. Por tanto, se establece un rango entre 0.7W-1.3W. Por tanto, el peso de los elementos del manto secundario deberá estar entre **67kg-124Kg**.

**2.4.2 Espesor de la capa**

Para determinar el espesor de la capa de manto secundario, se usará la misma formulación que para el espesor del manto principal.

$$e = n * K_A * \sqrt[3]{\frac{W}{\gamma_r}}$$



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo

Dónde:

- e: Espesor de la capa (m)
- n: Número de capas que componen el manto
- $K_A$ : Coeficiente de manto
- W: Peso medio de las piezas del manto en (T)
- $\gamma_r$ : Peso específico de las partículas sólidas, T/m<sup>3</sup>.

En este caso, se obtiene un **e = 1m**.

2.4.3 Número de unidades por m<sup>2</sup>

También se usará la misma formulación que para el manto principal:

$$N_{ud} = n * K_A * \left(1 - \frac{P}{100}\right) * \left(\frac{\gamma_r}{W}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde todos los datos son conocidos, pues se han calculado previamente:

- n = 3
- $K_A = 1$
- P = 37
- $\gamma_r = 2.65 \text{ t/m}^3$
- W = 0.095T

Lo que nos da un **N<sub>UD</sub> = 16 ud/m<sup>2</sup>**

2.5 NÚCLEO

Tomando como base las recomendaciones del Shore Protection Manual, se toma un peso del núcleo de  $\frac{W}{200}$ , esto es 4.75kg. No obstante, al igual que sucedía anteriormente, no se puede conseguir un peso exacto para escollera natural. Por tanto, el SPM establece un rango entre 0.7W-1.3W. Esto supone un rango entre **3.33Kg-6.2Kg**.

2.6 LADO INTERIOR

La zona interior del dique se va a ver mucho más protegida que la exterior, por lo que no será necesario disponer de piezas de escollera de 0.95T. Por tanto, en este lado se tomará como manto principal la capa de filtro o manto secundario establecido para la zona exterior, con un peso de **W= 95Kg**.

Como manto secundario se usará una capa cuyo peso será, para estar del lado de la seguridad, la décima parte del peso del filtro, es decir: **9.5kg**, y cuyo rango queda **6.7Kg-12.4kg**.

2.7 BERMA DE PIE

A pie de dique se colocará una berma cuyos objetivos son la mejora de la estabilidad evitando el deslizamiento del manto principal y la protección de la obra frente a una posible socavación por el oleaje.

Teniendo en cuenta que la repercusión económica del coste de la berma es pequeña, se colocará para quedarse del lado de la seguridad.

El SPM establece que el peso de los bloques de la berma de pie serán 1/10 del peso de los bloques del manto principal, es decir: **95kg**.

No obstante, se establece un rango entre el que pueden variar, siendo este: 0.7W-1.3W, quedando así: **67Kg-124Kg**.

Para diseñarla por completo, se establece que la pendiente seguirá siendo 1:1.5 para dar continuidad al dique; la profundidad de la capa superior será 1.5\*H<sub>s</sub>, es decir, a una profundidad de 2.85m; el ancho de coronación será 4 veces el diámetro nominal de la escollera del manto secundario, es decir, será 4 veces el espesor del manto secundario dividido entre 2.

Finalmente, los datos de la berma de pie serán:

- W = 67-154 Kg
- Talud = 1:1.5
- Ancho de coronación = 1m

Se presenta a continuación una imagen con las recomendaciones establecidas por el SPM:

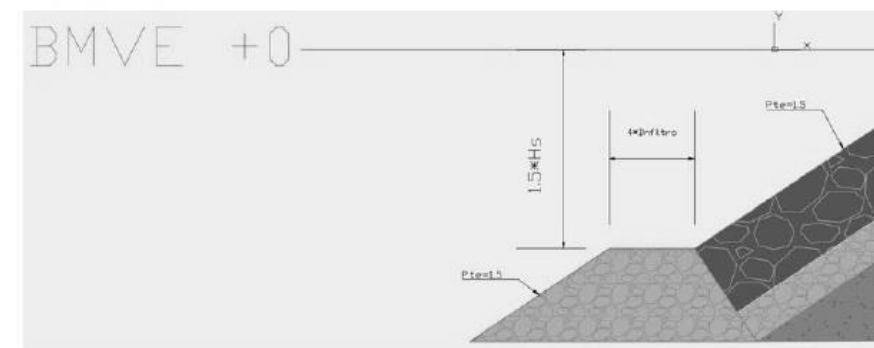


IMAGEN VI. RECOMENDACIONES SPM

2.8 CORONACIÓN Y ESPALDÓN

El espaldón contribuye a la efectividad del dique al reducir la cantidad de agua que lo sobrepasa y, además, reduce la cantidad de escollera necesaria al disminuir la altura de coronación necesaria en relación con la estructura convencional de escollera:

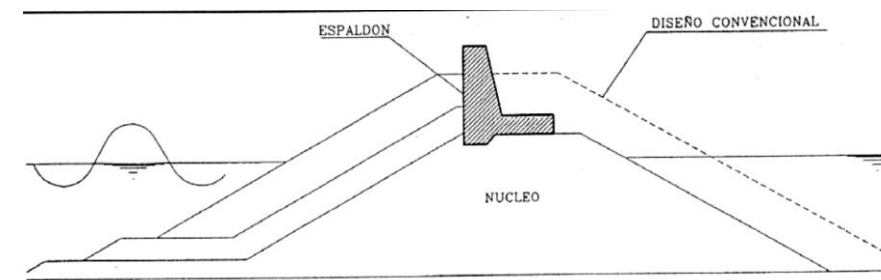


IMAGEN VII. CORONACIÓN Y ESPALDÓN

Por tanto, teniendo esto en cuenta, se predimensiona el espaldón siguiendo las recomendaciones establecidas por el SPM: se predimensionará el espaldón como un bloque en el que la cota de coronación sea dos veces la altura





*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo*

de ola significativa sobre la pleamar y que la cota de coronación del núcleo sea seis metros por encima de la bajamar para permitir la correcta construcción del espaldón y su segura utilización.

Esto implica que el espaldón será un bloque de 4m de ancho por 4m de alto.

### 3. DIQUE FLOTANTE

Un dique flotante es una obra de abrigo cuyas ventajas e inconvenientes principales son los siguientes:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ausencia de invasión del lecho marino, pues no precisa apoyarse en él.</li> <li>-Mejoran sensiblemente la calidad de las aguas de la dársena, pues permite su renovación.</li> <li>-Son estéticamente mucho más discretos que las demás tipologías, pues en los diques fijos, cuando se está en situación de bajamar, presentan muros de gran altura que suponen un elevado impacto visual.</li> <li>-En caso de necesidad, se pueden usar como estructuras de atraque debido a que su flotabilidad les permite mantener un francobordo constante.</li> <li>-Supone una menor inversión inicial</li> <li>-estructuras prefabricadas: mayor libertad a la hora de diseñar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-campo de acción limitado: dedicado a zonas abrigadas con altura de ola que ronde los 1.5m y periodos cortos.</li> <li>-ofrecen menor abrigo que otras tipologías</li> <li>-Mayores costes de mantenimiento</li> <li>-las herramientas para su diseño son escasas, por lo que se tiende a un sobredimensionamiento</li> </ul>

TABLA II. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE UN DIQUE FLOTANTE

#### 3.1 TIPOLOGÍAS DE DIQUE FLOTANTES

El principio de atenuación del oleaje de esta clase de diques es, al igual que el resto de diques, sencillo: consiste en la interposición de un obstáculo entre el oleaje y la lámina de agua a proteger.

En el caso de los diques flotantes, la naturaleza de este obstáculo puede ser muy diversa. Se presentan a continuación algunos de los tipos de diques flotantes más comunes:

- Diques flotantes de cajón rectangular: formados por módulos prefabricados de hormigón con un núcleo de poliestileno expandido.
- Diques flotantes de catamarán: similar al modelo anterior pero con dos prolongaciones inferiores a modo de patas.
- Diques flotantes de flotadores: formados por esferas neumáticas dispuestas en columnas fondeadas en su extremo inferior.
- Diques flotantes de neumáticos: formados por grupos de neumáticos usados, interconectados entre sí.

Los más eficaces desde el punto de vista de la disipación del oleaje son los dos primeros. En este proyecto en concreto se ha decidido emplear el **cajón catamarán**, comercializado por la empresa "Marinetek".

Respecto a sus dimensiones, aunque como ya se ha comentado antes, su condición de estructura prefabricada le confiere gran libertad de diseño, se acudirá a módulos de 20 metros de longitud, los más habituales en el mercado.

#### 3.2 CONDICIONES DE DIMENSIONAMIENTO

##### 3.2.1 Clima marítimo

El principal condicionante a la hora de diseñar un dique flotante es el clima marítimo, el cual ya se ha analizado en profundidad en el anexo de "Clima Marítimo". Puesto que, en la alternativa en la que se va a colocar el dique flotante, ya hay un pequeño dique de abrigo que protege frente al oleaje de tipo swell, el dique flotante se va a colocar para proteger principalmente del oleaje de tipo viento, es decir: un oleaje de altura de ola significativa **1.4m** y período de **3.66s** para una dirección **SSE**.

##### 3.2.2 Condiciones del oleaje en la zona de actuación

De acuerdo con la ROM 0.2-90, la agitación en el interior de la dársena no puede superar los 0.5m. No obstante, aunque en situación extremal no se pueda conseguir estos valores, la realización de un dique en talud sería poco viable económicamente y estéticamente, y no sería justificable debido a su baja probabilidad de no cumplimiento. Además, en situaciones de grandes temporales, es casi improbable que los usuarios hagan uso de las instalaciones portuarias y, de todas maneras, las embarcaciones permanecerán atracadas de forma segura aun en las condiciones más desfavorables.

##### 3.2.3 Atenuación del oleaje

El mecanismo de atenuación de un dique flotante es un fenómeno complejo y a día de hoy poco desarrollado. No obstante, se podría plantear un balance energético tal que:

$$\text{Energía incidente} = \text{energía reflejada} + \text{energía transmitida} + \text{energía disipada}$$

Debido a que la energía disipada por el dique flotante es de pequeña magnitud, las dos grandes formas de transformación de energía serán reflexión y transmisión.

Partiendo de la base de que la misión del dique flotante es la de proteger la dársena del oleaje incidente, se definirá un coeficiente de transmisión del dique, denominado  $K_T$ , de la siguiente forma:

$$K_T = \frac{H_{transmitida}}{H_{incidente}}$$

En cualquier caso, debido a que el mecanismo de estudio, como ya se ha comentado, está poco desarrollado y puede proporcionar resultados dispares, se sabe que la ola que se registra a sotamar de un dique flotante es el resultado de sumar el oleaje que pasa por debajo del dique y el oleaje proporcionado por el propio dique al moverse longitudinalmente.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo

Dimensionamiento de la sección

Concluyendo:

- La manga y el calado del dique son los dos parámetros más significativos en su dimensionamiento, pues a mayor manga y mayor calado, mayor será la eficiencia disipativa.
- Debido a que el dique no continúa con una pared vertical hasta el fondo marino, oleajes de grandes alturas y periodos lo sobrepasan sin sufrir ninguna atenuación. Por este motivo, se establecen unos límites de eficacia entorno a un periodo de 4 a 5 segundos y una longitud de onda de 20 a 30 metros.
- Es necesario garantizar que los movimientos horizontales de del dique sean lo menor posibles para evitar oleaje provocado por dichos movimientos en el interior de la dársena.

3.2.4 Resistencia estructural

El dique deberá soportar las cargas máximas para las que es diseñado, siendo estas:

- Vacío: soportará su peso propio.
- Servicio: soportará su peso propio, el empuje hidrostático y una sobrecarga de uso de 150 kg/m<sup>2</sup>.

3.2.5 Estabilidad lateral

El ángulo de giro de la sección transversal con la sobrecarga aplicada en la mitad de la estructura no podrá superar los 15°.

3.2.6 Flotabilidad

Se exige un francobordo conjunto de mínimo 0.6m para la situación de servicio.

3.3 DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento de un dique flotante se puede dividir en tres partes principales:

- dimensionamiento hidrodinámico: se estudian las condiciones de clima marítimo y se adopta una solución respecto a la geometría del dique compatible con las mismas.
- Dimensionamiento del sistema de anclaje: se diseña un sistema que garantice que el dique funciones según lo previsto.
- Dimensionamiento estructural: se estudian los esfuerzos que van a actuar sobre el dique como estructura y se diseña una sección tipo.

3.3.1 Dimensionamiento hidrodinámico

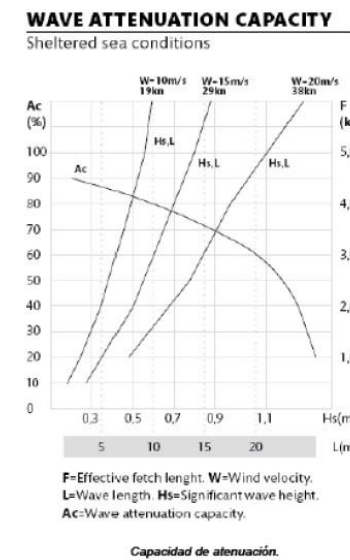
Dimensionamiento en planta

El dique protegerá a la dársena con una única alineación formada por 9 módulos de 20 metros cada uno, es decir, será un dique de 180m de longitud.

Es deseable que la estructura de abrigo garantice unas condiciones de servicio lo suficientemente cómodas para el usuario del puerto, aún en situaciones en las que el oleaje incidente supere la limitación de agitación máxima. El coeficiente de transitividad puede ser determinado bien mediante ensayos del dique con modelos reducidos, o bien empleando unas gráficas, proporcionadas por el fabricante, que establecen relaciones entre:

- Período y coeficiente transmisión de oleaje
- Ratio B/L (siendo B la manga del dique y L la longitud de onda) y coeficiente de transmisión de oleaje.
- Velocidad del viento (m/s)
- Fetch (km)

A continuación se muestra una gráfica proporcionada por la empresa Merinetek para diques de 4 metros de manga, que será el elegido en este caso:



Para el mar de viento estudiado se obtiene un porcentaje de atenuación del 80%.

En cuanto al análisis y estudio de la flotabilidad, estabilidad, esfuerzos de flexión en el dique y el armado de la sección, no se considera preciso realizar los cálculos ya que al ser elementos prefabricados y comercializados por empresas con amplia experiencia en el sector, se considera que ya han sido dimensionado y comprobado suficientemente.

3.3.2 Dimensionamiento del sistema de anclaje

El anclaje de los módulos rompeolas a los muertos ubicados en el lecho marino, se realizará mediante sistemas elásticos "Seaflex", compuestos por cables de goma y una cuerda by-pass que impide que se extienda por encima de su capacidad de elongación en condiciones extremas.

La capacidad de flexibilidad de este material permite emplearlo con extremas variaciones del nivel del mar debido tanto a la carrera de marea como al propio oleaje incidente. Estando siempre en tensión, estabiliza los movimientos del rompeolas y lo mantiene fijo en la posición. La capacidad máxima para la que estará diseñado será de 4000 kg.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo

4.2.1 Cargas permanentes

Finalmente, se dispondrán 6 muertos de hormigón de 6250 kg cada uno, en cada módulo, uno en cada esquina y dos en la zona media.

4. SECCION DE CONTENCIÓN DE LA EXPLANADA

Para contener a la explanada se ha optado por un muro de gravedad que permita instalar una grúa o travelift para realizar las operaciones de varada de grandes embarcaciones; además, permitirá, en la otra zona, el atraque de las embarcaciones pesqueras sin correr ningún peligro.

Además, se dispondrá de una rampa de varada paralela al dique.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL MUELLE DE GRAVEDAD

La coronación del muelle se encuentra a cota +6m, cota coincidente con la explanada, dando así continuidad a todo el conjunto.

La solución por la que se opta es la de bloques de hormigón que irán variando en función de la profundidad. En la sección tipo, los bloques descansan sobre una banqueta de 1m de profundidad a cota -5m y compuesta por elementos de escollera natural. Su pendiente será de 1:1.5 y su misión es la de regularizar la superficie de apoyo de los bloques adecuándose a las variaciones del fondo, así como repartir las tensiones a la cimentación. Además, permitirá igualar las presiones hidrostáticas entre el trasdós y el intradós.

El muelle de gravedad tipo, por tanto, tendrá las siguientes características:

- Cota de apoyo del primer bloque sobre la banqueta: -4m
- Cota de apoyo de la banqueta al terreno -5m
- Cota de coronación del muelle +6m
- Dimensiones de los bloques de hormigón empezando por abajo:
  - Primer bloque 4x5
  - Segundo bloque 3x4
  - Tercer bloque 3x2
- La parte del intradós se rellena de pedraplén

4.2 ACCIONES

La ROM 0.2-90 clasifica las acciones en tres tipos fundamentales:

- Cargas permanentes: peso propio y cargas muertas.
- Cargas variables: incluyen cargas de tipo hidráulico, cargas del terreno, cargas variables de uso o explotación, cargas medio ambientales (oleaje, mareas, viento,...), cargas de deformación (térmicas, reológicas) y cargas de construcción.
- Cargas accidentales: incluyen las colisiones y sobrecargas locales excepcionales como impactos y condiciones medioambientales adversas.

A continuación se va a analizar cada una de ellas.

Peso propio

Para el cálculo del peso propio se ha dividido la sección en cuatro bloques ficticios. Los bloques B1 y B2 corresponden al bloque de hormigón in situ superior, y la división entre ambos la marca la PMVE. Los bloques B3 y B4 corresponden al bloque de hormigón in situ inferior, y la división entre ambos la marca la BMVE.

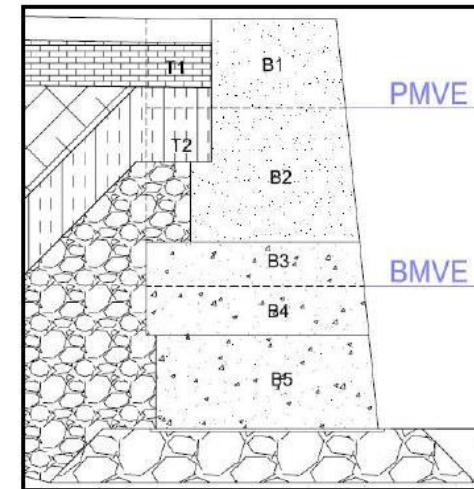


IMAGEN VIII. BLOQUES FICTICIOS PARA EL CÁLCULO DE ACCIONES

El peso propio se calcula de la siguiente manera:

$P_p = \gamma * A$ , donde:

- $P_p$ : peso propio por unidad de longitud t/m
- $\gamma$ : peso específico t/m<sup>3</sup>
- $A$ : área de la sección transversal m<sup>2</sup>

El peso específico de los materiales se puede obtener de la ROM, tal que:

Material	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Valores propuestos por la ROM
Hormigón en masa	$\gamma_{ap}$	2.3
	$\gamma_{sat}$	-
	$\gamma'$	1.28

TABLA III. PESO ESPECÍFICO DEL HORMIGÓN EN MASA

Donde:

- $\gamma_{ap}$ : peso específico aparente
- $\gamma_{sat}$ : peso específico saturado
- $\gamma'$ : peso específico sumergido

Finalmente se calcula el peso propio:



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo

Por tanto, se obtiene que:

$\gamma_w$	Nivel del mar	Ancho de bloque	Brazo de aplicación	Fsub
1.026	BMVE	5	3.33	2.565
1.026	PMVE	5	1.68	2.565

TABLA V. Fsub

4.2.2.2 Cargas del terreno

Son las presiones, empujes y demás esfuerzos ejercidos por un relleno o terreno natural sobre los distintos elementos de una estructura resistente, o las reacciones que tales estructuras pueden originar en el terreno para lograr su equilibrio. Son debidos a:

- La actuación directa del terreno.
- La actuación indirecta de otras cargas a través de él.

En este caso, el estudio que se va a realizar es el del empuje activo del terreno, en base a la ROM O.2-90. Este empuje está directamente relacionado con la condición de rotura del terreno que ha movilizado toda su capacidad de resistencia al corte para resistir fuerzas gravitatorias. Por tanto, la teoría de Coulomb, propuesta por la ROM es la siguiente:

**SOLUCIÓN ANALÍTICA**

$$P_a = K_a \cdot \sigma' - K_{ac} \quad (2)$$

$$P_{ah} = K_a \cdot \sigma' \cdot \sin(\alpha - \delta) - K_{ac} \cdot \sin(\alpha - \delta)$$

$$P_{av} = K_a \cdot \sigma' \cdot \cos(\alpha - \delta) - K_{ac} \cdot \cos(\alpha - \delta) \quad (1)$$

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin^2 \alpha \cdot \left[ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\sqrt{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]}$$

$$K_{ac} = 2c \sqrt{K_a}$$

$$\sigma' = \gamma \cdot z \quad z > 0$$

Plano de rotura en suelos con  $c = 0$

$$\cot g(\zeta - \beta) = \cot g(\phi + \delta - \alpha - \beta) - \operatorname{cosec}(\phi + \delta - \alpha - \beta) \cdot \frac{\sqrt{\sin(\alpha - \delta) \sin(\phi + \delta)}}{\sqrt{\sin(\alpha + \beta) \sin(\phi - \beta)}}$$

IMAGEN IX. CARGAS DEL TERRENO

Dónde:

- $P_a$ : resultante del empuje activo, t/m
- $P_a$ : empuje activo unitario, t/m<sup>2</sup>
- $P_{ah}$ : componente horizontal del empuje activo unitario, t/m<sup>2</sup>
- $P_{av}$ : componente vertical del empuje activo unitario, t/m<sup>2</sup>
- $\sigma'$ : tensión vertical efectiva del terreno en el punto donde se evalúan los empujes, t/m<sup>2</sup>
- $K_a$ : coeficiente de empuje activo, [ ]
- $k_{ac}$ : término de cohesión, t/m<sup>2</sup>
- $c$ : Cohesión del suelo, t/m<sup>2</sup>
- $\lambda$ : Peso específico aparente del suelo, t/m<sup>3</sup>

Peso específico		Bloques	dimensiones	Área (m <sup>2</sup> )	Peso (t/m)	
$\gamma_{ap}$	$\gamma'$				BMVE	PMVE
2.3	1.28	B1	1.5x2	3	3.84	3.84
2.3	1.28	B2	1.5x2	3	6.9	3.84
2.3	1.28	B3	3x4	12	27.6	15.36
2.3	1.28	B4	4x5	20	25.6	25.6
<b>total</b>					63.94	48.64

TABLA IV. PESOS

4.2.2 Cargas variables

4.2.2.1 Presión hidrostática

Son las cargas producidas por el agua y demás líquidos actuando preponderantemente como aguas libres exteriores, capa freática en rellenos y terrenos naturales y lastres, cuyos niveles de actuación se mantengan en reposo o sensiblemente invariables en relación con el tiempo de respuesta de la estructura resistente.

La ley de presiones hidrostáticas generada por ellas es la siguiente:

$$U = \gamma_w \cdot Z$$

Dónde:

- $U$ : presión hidroestática
- $\gamma_w$ : peso específico del agua de mar. 1.025 t/m<sup>3</sup>
- $Z$ : altura del nivel piezométrico en el punto de determinación en m.

Como la banqueta sobre la que se asienta el muro es permeable y el resto de la zona frontal de la explanada se realiza mediante un talud de escollera, los niveles freáticos en el trasdós e intradós del muro serán los mismos; por tanto, no se considera diferencia de cota entre ellos y las acciones de las cargas hidráulicas se anularán.

Se supondrá que las presiones hidrostáticas del trasdós se equilibran con las del intradós teniendo solo en cuenta las subpresiones en el cálculo, de modo que estas se calculan de la siguiente manera:

$$F_{sub} = 0.5 \cdot \gamma_w \cdot B$$

Brazo de aplicación:

$$BMVE: b_{sub} = \frac{2}{3} \cdot B$$

$$PMVE: b_{sub} = \frac{1}{3} \cdot B$$

Donde:

- $F_{sub}$ : fuerza por unidad de longitud ejercida sobre la base del muro debida a la subpresión, t/m
- $\gamma_w$ : peso específico del agua, t/m<sup>3</sup>
- $B$ : anchura del bloque en contacto con la banqueta, m
- $B_{Fsub}$ : brazo de  $F_{sub}$  medio desde la base del muro, m



### Puerto Deportivo en Corcubión

#### Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo

- $z$ : distancia desde la coronación del terreno en el trasdós de la estructura hasta el punto donde se evalúan los empujes, m.
- $\alpha$ : Ángulo del trasdós de la estructura con la horizontal, °
- $\beta$ : Ángulo de la superficie de la masa de suelo con la horizontal, °
- $\delta$ : Ángulo de rozamiento suelo-estructura, °
- $\phi$ : Ángulo de rozamiento interno del suelo, °
- $\xi$ : Ángulo de la superficie de rotura con la horizontal, °

Para este caso, se tiene que:

- $\alpha = 90^\circ$  ya que el trasdós del muro es vertical
- $\beta = 0$ , porque aun teniendo una ligera pendiente de drenaje (2%) esta es despreciable frente a otros factores.
- $\delta = 15^\circ$  y  $c=0$ , teniendo en cuenta las características del material del trasdós y quedándonos del lado de la seguridad.
- $\phi = 40^\circ$  ya que el ángulo de rozamiento interno del suelo para un relleno de pedraplen de granulometría abierta es de entre 40 y 45 ° según la ROM 0.2-90; tomaremos para los cálculos el valor de 40°.

Con estos valores y aplicando la fórmula se obtiene un coeficiente de empuje activo de:  $K_a=0,20$ .

#### 4.2.2.3 Cargas variables de uso o explotación

La ROM 0.2-90 señala como cargas variables de uso o explotación las siguientes:

- Sobrecargas de Estacionamiento y Almacenamiento.
- Sobrecargas de Equipos e Instalaciones de Manipulación de Mercancías.
- Sobrecargas de Tráfico.
- Sobrecargas de Operaciones de Buques.

Además, en relación con su actuación según uso o explotación, las clasifica en:

- TIPO 1: Las cargas actúan directamente sobre los elementos estructurales
- TIPO 2: Las cargas transmiten su acción a los elementos estructurales a través de una capa de reparto.
- TIPO 3: Las cargas actúan sobre un relleno situado tras la estructura, la cual es solicitada indirectamente a través de un aumento de empujes.

Los muelles de gravedad que se proyectan en el presente anejo se clasifican como estructura Tipo 3. Esta clasificación implica la no consideración de cargas concentradas ni efectos dinámicos.

#### Sobrecarga de estacionamiento

Estas cargas son debidas al peso de materiales, suministros y mercancías, almacenados o apilados, siendo su actuación y distribución constante durante un período de tiempo más o menos prolongado.

La ROM 0.2-90, en su Tabla 3.4.2.3.1.3., recomienda como sobrecargas mínimas de estacionamiento y almacenamiento, tanto para el área de operación como para el área de almacenamiento de la explanada, una carga repartida de 1,5 t/m<sup>2</sup>.

En el caso del muro a proyectar, se tomará como sobrecarga de uso sobre la superficie del terreno una carga uniformemente repartida de valor 0,5 t/m<sup>2</sup>.

Así, la sobrecarga repartida uniforme a considerar,  $q = 1,5\text{t/m}^2$ , se transmitirá al terreno que ejercerá un empuje activo unitario sobre la estructura de bloques de:

$$Pa-q = KK * q$$

Aplicado sobre el muro de gravedad con una inclinación  $\delta$  de  $= 15^\circ$ . Adicionalmente se considera un posible bolardo de 1 t (valor recomendado por la ROM), en previsión de que el muro pueda ser utilizado en el futuro como muelle.

#### Cargas medioambientales

Son aquellas cargas debidas a la actuación directa sobre la estructura resistente o sobre elementos no estructurales que incidan sobre ella, de fenómenos naturales, climáticos o medioambientales; independiente de que dichos fenómenos puedan afectar o influir en la determinación de otras cargas variables o accidentales (p.e. en cargas de atraque y amarre, cargas de equipos e instalaciones de manipulación de mercancías, cargas térmicas,...).

Se diferenciarán en:

- Acciones del oleaje.
- Acciones de las corrientes.
- Acciones debidas a las mareas y demás variaciones del nivel de las aguas.
- Acciones del viento.
- Acciones debidas a la presión atmosférica.
- Acciones debidas a la temperatura del aire y del agua.
- Acciones debidas a las precipitaciones.
- Acciones de la nieve y el hielo.
- Acciones sísmicas.

De todas las acciones enumeradas, la que puede tener mayor incidencia sobre la estructura de gravedad a proyectar es el oleaje

El oleaje, al incidir sobre el muro, provocará una distribución de presiones. El valor de dichas presiones dependerá del valor de la altura y del periodo de la ola incidente. El único oleaje que puede afectar al muelle es el generado en el propio puerto ya que se trata de una estructura muy protegida por las obras de abrigo proyectadas. Se debe tener en cuenta que esta altura de ola no actuará toda ella sobre el muro ya que durante el camino se encontrará con las obras de atraque existentes, como pantalones, e incluso alguna embarcación. Por tanto, su carga será despreciable a todos los efectos y no se va a tener en cuenta.

#### 4.3 SIMPLIFICACIONES ESTABLECIDAS POR LA ROM Y CÁLCULOS

La ROM permite establecer las siguientes simplificaciones para muelles de gravedad:

Para el cálculo de la estructura de contención como cuerpo rígido, a vuelco y deslizamiento, el empuje total podrá determinarse según la metodología expuesta, pero actuando sobre un trasdós virtual vertical AB que pasa por el



Puerto Deportivo en Corcubión  
 Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo

extremo inferior del trasdós de la estructura; y tomando un valor del ángulo de rozamiento terreno - trasdós virtual  $\delta$ , igual a  $15^\circ$ , con independencia del tipo estructural.  
 Dicha consideración se fundamenta en que la masa de tierra que gravita sobre la estructura analizada se moviliza, gira o desliza, conjuntamente con ella.

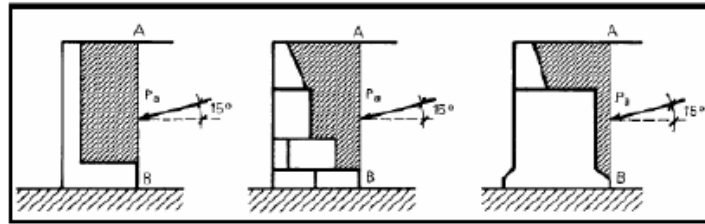


IMAGEN X.  $\delta$

Para ello se divide el terreno en dos estratos cuyo límite es el nivel del mar, terreno emergido y sumergido. Z1 será la potencia del terreno emergido y Z2 la potencia del terreno sumergido.

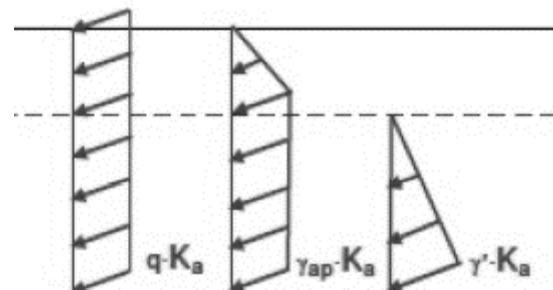
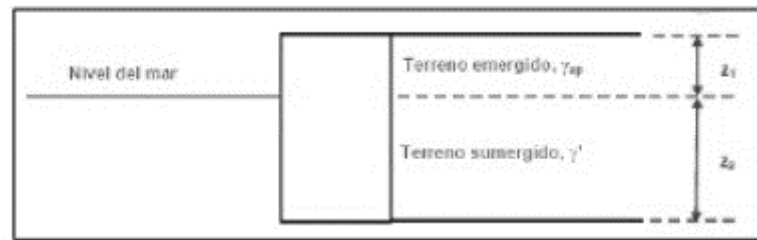


IMAGEN XI. DIAGRAMAS EMPUJES UNITARIOS

Definidos ya los diagramas de empujes unitarios, se puede proceder al cálculo del empuje activo.  
 Como éste actúa sobre el muro con una cierta inclinación, las componentes horizontal y vertical resultan ser:

$$E_h = E \cdot \cos(\delta)$$

$$E_v = E \cdot \sin(\delta)$$

Los datos necesarios para realizar los cálculos son:

- Densidad de las partículas sólidas del relleno  $2.6 \text{ t/m}^3$
- Porosidad del relleno 30%
- Densidad del relleno seco  $2.6 \cdot (1-0.3) = 1.82 \text{ t/m}^3$

- Densidad del relleno sumergido  $2.6 \cdot 1.25 \cdot (1-0.3) = 1.103 \text{ t/m}^3$

Por tanto:

PMVE

Z1= 1.5

Z2= 8.5

Tipo de cargas	Terreno	Sobrecarga
Empuje unitario en coronación	0	1.5
Empuje unitario en PMVE	0.364	1.5
Empuje unitario en banqueta	0.5846	1.5

	t/m	Ex	Ey
Empuje resultante terreno emergido	1.78	1.71	0.44
Empuje resultante terreno sumergido	6	5.8	1.5

TABLAS VI. EMPUJES RESULTANTES EN PMVE

BMVE

Z1= 6

Z2=5

Tipo de cargas	Terreno	Sobrecarga
Empuje unitario en coronación	0	1.5
Empuje unitario en PMVE	0.364	1.5
Empuje unitario en banqueta	0.5846	1.5

	t/m	Ex	Ey
Empuje resultante terreno emergido	2.6	2.5	0.65
Empuje resultante terreno sumergido	3.9	3.74	0.97

TABLAS VII. EMPUJES RESULTANTES EN BMVE

4.4 ESTABILIDAD FRENTE AL VUELCO



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº10: Dimensionamiento de las secciones tipo*

El vuelco es típico de estructuras cimentadas sobre terrenos cuya capacidad portante es mucho mayor que la necesaria para sostener la cimentación, de otra forma, antes de producirse el vuelco se provocaría el hundimiento del cimiento. Para establecer la seguridad frente al vuelco del muro de bloques se seguirán las indicaciones de la ROM 0.5-94, de "Recomendaciones Geotécnicas para el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias".

El coeficiente de seguridad frente al vuelco,  $F_v$ , puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$F_v = \frac{M_{estabilizador}}{M_{volcador}}$$

Dónde:

- $F_v$ : coeficiente de seguridad frente al vuelco
- $M_{estabilizador}$ : momento respecto al eje de giro del posible vuelco, producido por las fuerzas estabilizadoras
- $M_{volcador}$ : momento respecto al eje de giro del posible vuelco, producido por las fuerzas volcadoras

El posible eje de giro del vuelco debe fijarse tomando en consideración la máxima presión que puede soportar el contacto de la escollera con los bloques.

Para la identificación de fuerzas, la ROM recomienda descomponer todas las acciones en sus componentes vertical y horizontal, considerando como estabilizadoras todas las componentes verticales de las acciones y todas las horizontales serán consideradas en el cálculo del momento volcador. Todas ellas serán consideradas con su signo: si una fuerza vertical contribuye al vuelco tendrá signo negativo, mientras que si una fuerza horizontal contribuye a la estabilidad de la estructura tendrá signo positivo. Este criterio deshace las posibles ambigüedades que podrían presentarse en el cálculo del coeficiente de seguridad.

La ROM recomienda que, a falta de más información, se utilicen como valores mínimos admisibles del coeficiente de seguridad frente al vuelco,  $F_v$ , se asegure que sea siempre superior a 1.5. De esta forma, la condición que debe cumplirse es la siguiente:

$$F_v \geq 1,5$$

Así, el muelle de gravedad proyectado ha de cumplir que:

$$F_v = \frac{M_{est}}{M_{volc}} = \frac{\sum V_i \cdot x_i}{\sum H_i \cdot y_i} \geq 1,5$$

Dónde:

- $V$ : fuerzas verticales actuantes sobre el muelle, t/m.
- $x$ : brazo de aplicación de las fuerzas verticales, m.
- $H$ : fuerzas horizontales actuantes sobre el muelle, t/m.
- $y$ : brazo de aplicación de las fuerzas horizontales, m

Analizando el vuelco en el punto de apoyo de los bloques sobre la banqueta, se presenta a continuación un resumen de las fuerzas que afectan:

Fuerza	Tipo de acción
B1	estabilizador
B2	estabilizador
B3	Estabilizador
B4	Estabilizador
Subpresiones	desestabilizador
Sobrecarga x	desestabilizador
Sobrecarga y	Estabilizador
Ex emerg.	desestabilizador
Ey emerg.	Estabilizador
Ex sumerg.	desestabilizador
Ey sumerg.	Estabilizador

TABLA VIII. FUERZAS ESTABILIZADORAS Y DESESTABILIZADORAS

Tras sustituir los valores que se van obteniendo en la fórmula, se acaba obteniendo un momento estabilizador de  $M_{est}=264.7$  y un momento desestabilizador de  $M_{des}= 27.7$ .

Como  $M_{est}/M_{des} = 9.5 > 1.5$ , entonces el muro será estable y por tanto cumplirá su función.



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº11: Agitación interior*



## **Anexo nº11: Agitación interior**





## ÍNDICE

1. OBJETO
2. METODOLOGÍA
3. ALTERNATIVA 1
  - 3.1 Oleaje tipo swell
  - 3.2 Oleaje tipo sea
4. ALTERNATIVA 2
  - 4.1 Oleaje tipo swell
  - 4.2 Oleaje tipo sea
5. ALTERNATIVA 3
  - 5.1 Oleaje tipo swell
  - 5.2 Oleaje tipo sea
6. CONCLUSIONES



### 1. OBJETO

En este anexo se pretende estudiar la agitación del en el interior del puerto deportivo producida por el oleaje que llega a este.

Se llevará a cabo el estudio de los casos más desfavorables para el proyecto.

### 2. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el análisis de la agitación, en primer lugar se ha llevado a cabo una propagación del oleaje desde aguas profundas, como se puede observar en detalle en el anexo de "Clima marítimo". Con este estudio, se ha obtenido una altura de ola y un período tanto para oleaje de tipo swell como de tipo sea.

En segundo lugar, lo que hay que realizar es una propagación al interior del puerto con la altura de ola que llega a la punta del dique. Este procedimiento se llevará a cabo con los diagramas de difracción del profesor Wiegel, que permiten calcular la altura de ola generada por la difracción del oleaje.

Estos diagramas, obtenidos del Shore Protection Manual, en su sección IV tienen como condiciones de trabajo:

- profundidad es uniforme en la zona adyacente al obstáculo que produce la difracción;
- la estructura es impermeable;
- se muestran líneas con igual reducción de altura de ola

Para poder utilizar los diagramas, además es necesario conocer la longitud de onda a pie de dique, así como el ángulo de incidencia.

Se considerará óptimo siempre que la agitación obtenida no supere los 0,5m, según indica la ROM 3.1-99 "Proyecto de la Configuración Marítima de los Puertos, canales de acceso y áreas de flotación".

La fórmula para la longitud de onda es la siguiente:

$$\frac{L}{T} = \frac{gT^2}{2\pi} * \tanh \frac{2\pi}{L} * d \quad , \text{ donde:}$$

- L: longitud de onda
- g: gravedad
- d: profundidad

A lo largo del anexo, se marcará con una línea verde la zona a partir de la cual la altura de ola pasa a ser de 0.5m.

### 3. ALTERNATIVA 1

#### 3.1 OLEAJE DE SWELL

Los datos que se van a utilizar son los siguientes:

- Altura de ola: 1.5m
- Período: 18s
- Profundidad: 3m

Entrando en la expresión indicada anteriormente, se obtiene que la longitud de onda es:

$$L = 97m$$

El diagrama de difracción que se va a emplear es el de 135º volteado, de modo que el dique de nuestra alternativa encaja con el ábaco, que se indica a continuación:

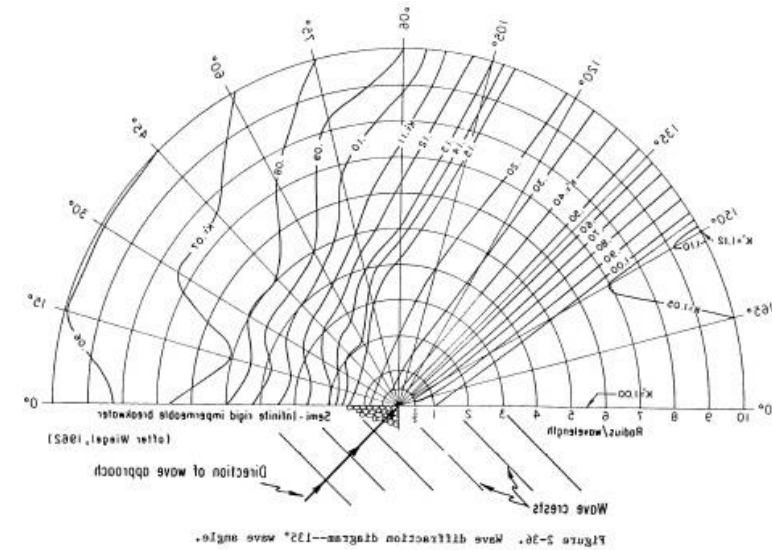


IMAGEN I. ÁBACO DE WIEGEL 135º

Se presenta a continuación la dársena de la alternativa 1 en la situación más desfavorable en AutoCAD, en la que se puede observar el cumplimiento de la agitación interna, pues desde la línea verde hacia dentro el oleaje será menor de 0.5m.

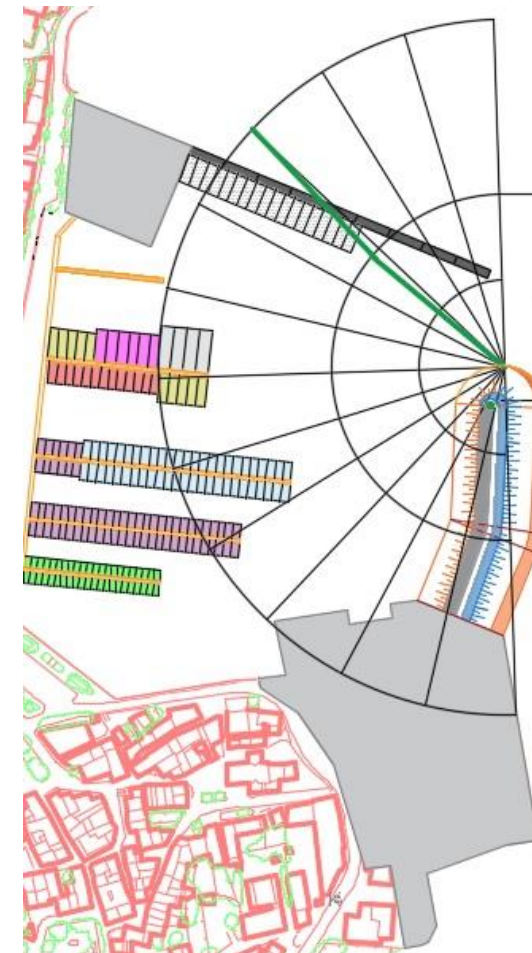


IMAGEN II. ALTERNATIVA 1. OLEAJE SWELL. AGITACIÓN INTERIOR



### 3.2 OLEAJE TIPO SEA

El oleaje tipo Sea presenta dos direcciones predominantes, que son:

- SE con una altura de ola de 0.96m
- SSE con una altura de ola de 1.4m

Se utilizará para este caso el ábaco de 120° volteado y una altura de ola de 1.4m, con un período de 3.66s.

Por tanto:  $L = 16.85\text{m}$

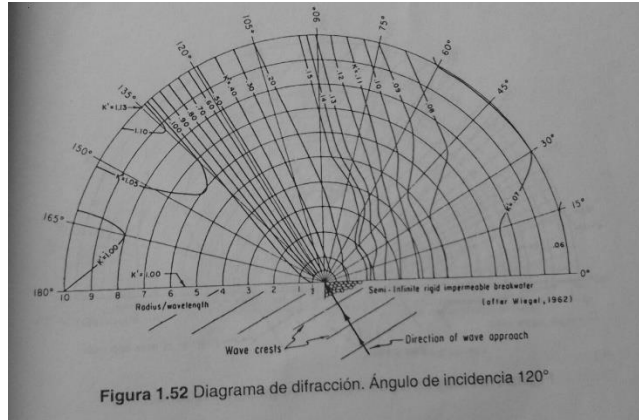


IMAGEN III. ÁBACO 120°



IMAGEN IV. ALTERNATIVA 1. OLEAJE SEA. AGITACIÓN INTERIOR

### 4. ALTERNATIVA 2

#### 4.1 OLEAJE TIPO SWELL

En este caso se considera una altura de ola de 1.5m, un periodo de 18s y una profundidad de 3m.

Teniendo esto en cuenta, nuevamente el ábaco a utilizar será el de 135° volteado con una  $L = 97\text{m}$ .

Como se puede observar en la imagen presentada a continuación, a pesar de ser una aproximación y verse la dársena prácticamente protegida, el pantalán de las embarcaciones de pesca se ve totalmente afectado.

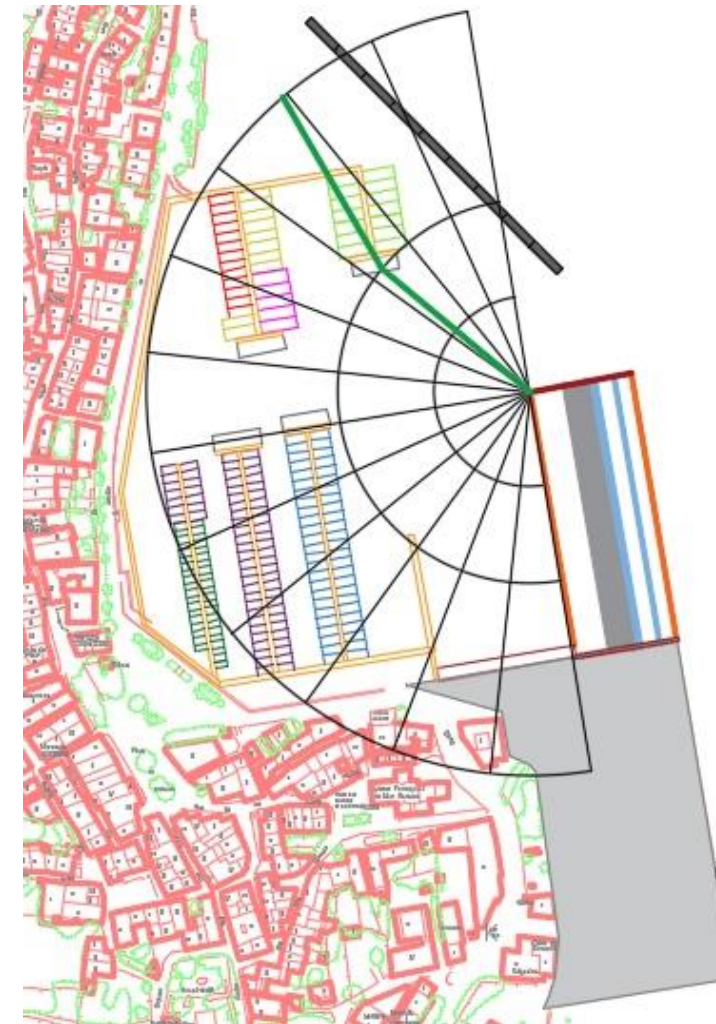


IMAGEN V. ALTERNATIVA 2. OLEAJE SWELL. AGITACIÓN INTERIOR

#### 4.2 OLEAJE TIPO SEA

En este caso se considerará el ábaco de 120° y una altura de ola de 1.4m, para un periodo de 3.66s y una profundidad de 3m.

Por tanto,  $L = 16.85\text{m}$ .

Se puede observar como en este caso el oleaje de viento penetra directamente en la dársena.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº11: Agitación interior

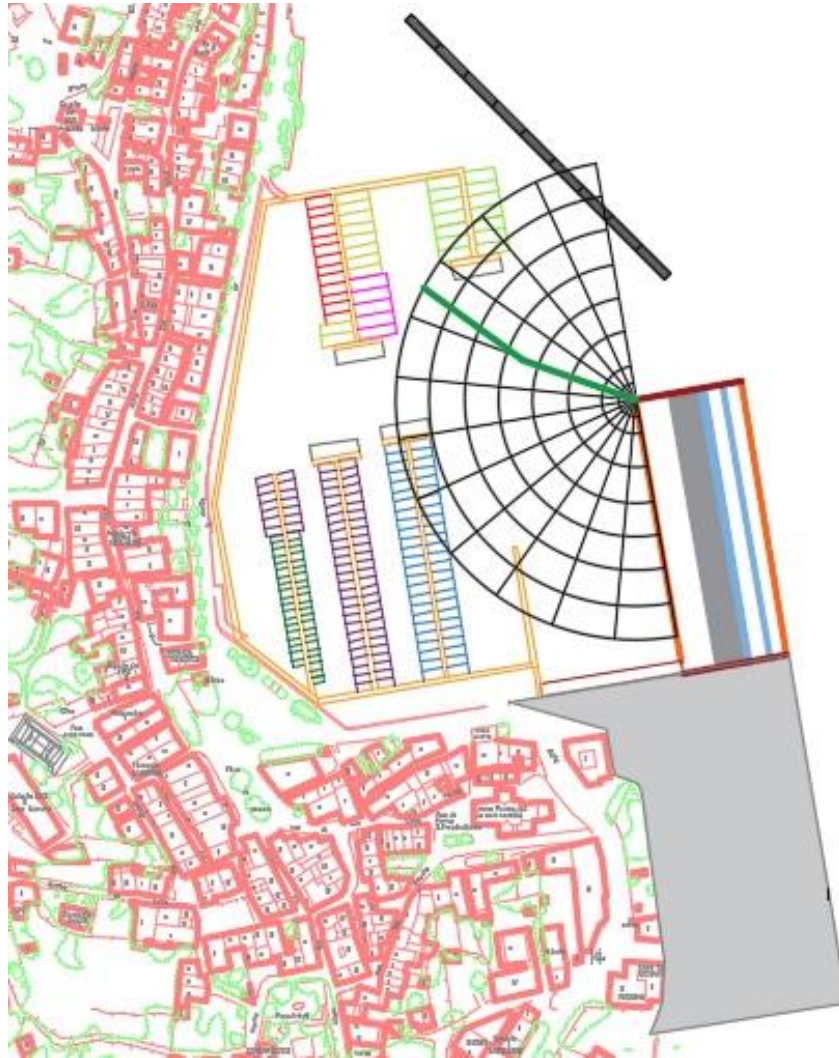


IMAGEN VI. ALTERNATIVA 2. OLEAJE SEA. AGITACIÓN INTERIOR



IMAGEN VII. ALTERNATIVA 3. OLEAJE SWELL. AGITACIÓN INTERIOR

## 5. ALTERNATIVA 3

### 5.1 OLEAJE TIPO SWELL

En este caso se considera el ábaco de  $135^{\circ}$ , con una altura de ola de 1.5m, un periodo de 18s y una profundidad de 3m.

Teniendo esto en cuenta, el arco tendrá una  $L = 97\text{m}$

### 5.2 OLEAJE TIPO SEA

Se usará un oleaje de 1.4m de altura de ola, un periodo de 3.66s y una profundidad de 3m.

Por tanto,  $L = 16.55\text{m}$

El ábaco a usar será el de  $120^{\circ}$ .

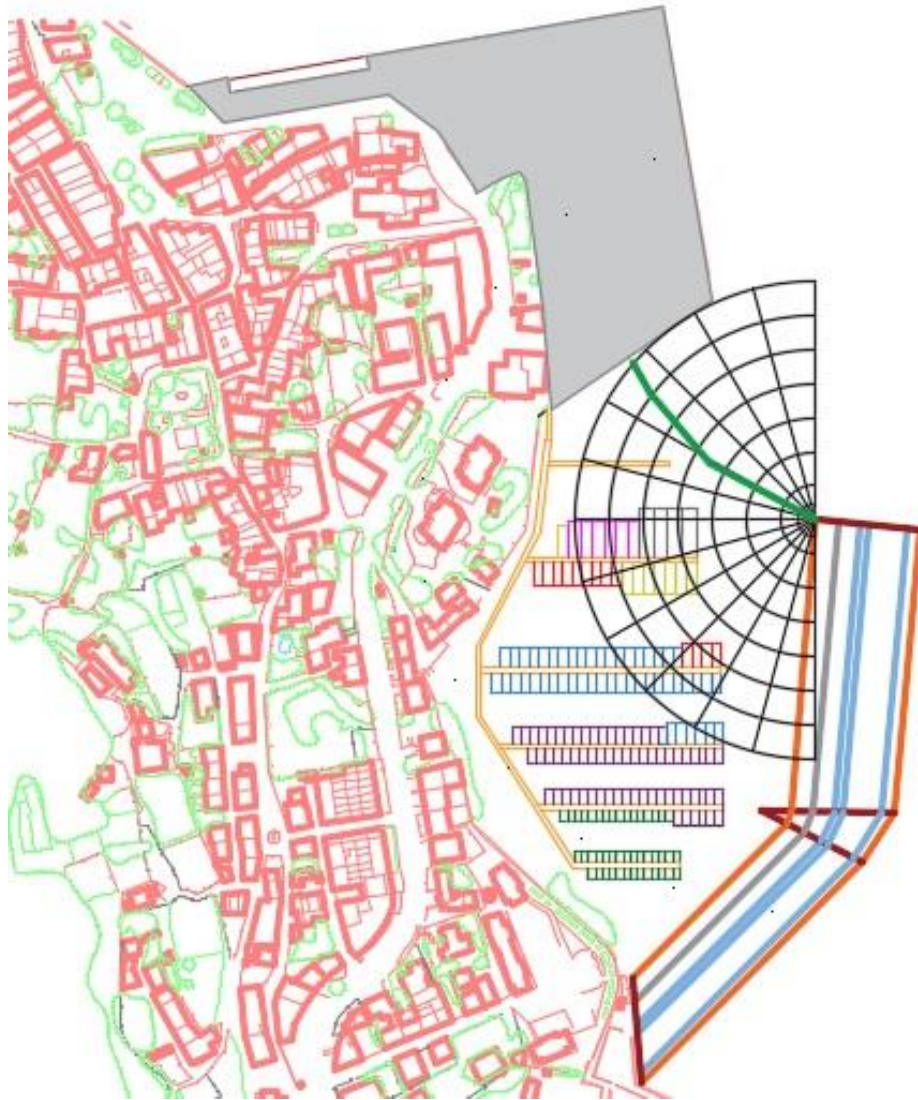


IMAGEN VII. ALTERNATIVA 3. OLEAJE SEA. AGITACIÓN INTERIOR

## 6. CONCLUSIONES

Como se puede observar, tanto la alternativa 1 como la alternativa 3 cumplen las condiciones de agitación.

Sin embargo, la alternativa 2 no cumple, pues el oleaje entra de lleno en la dársena.



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº12: Dinámica litoral*



## **Anexo nº12: Dinámica litoral**



## ÍNDICE

1. OBJETO
2. AGENTES ACTUANTES
3. ANÁLISIS EN CORCUBIÓN
4. CONCLUSIONES

*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº12: Dinámica litoral*





## 1. OBJETO

El objeto de este anexo es el estudio de las corrientes litorales que afectan a la zona de actuación. Esto nos permite determinar los efectos que puede tener sobre las obras a realizar y, además, cómo éstas pueden afectar a la morfología de los alrededores.

## 2. AGENTES ACTUANTES

Se define la dinámica litoral como el conjunto de procesos costeros causados por los agentes climáticos marinos al actuar sobre el medio. Los elementos esenciales de la dinámica litoral son los agentes actuantes, el medio sobre el que actúan y el transporte del material de un lugar a otro.

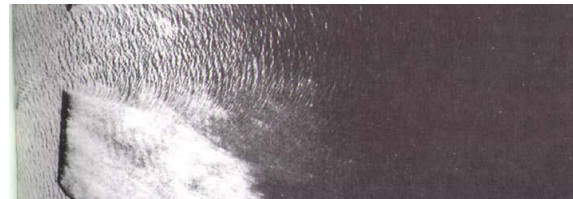
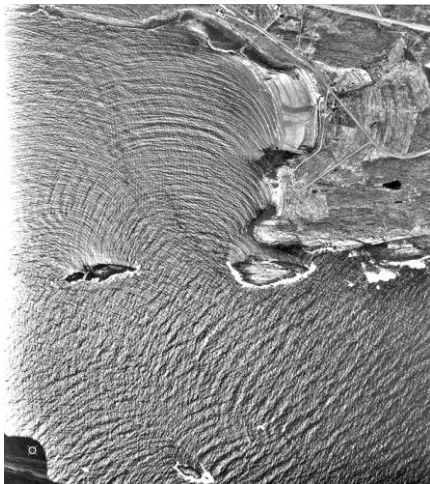
Se presentan a continuación los principales agentes marinos actuantes:

### Oleaje

Principal agente climático causante de la dinámica litoral. La fricción del viento sobre la superficie del mar produce una transmisión de energía del aire al agua, provocando la formación del oleaje en el "fetch" para dar lugar a su posterior propagación.

El oleaje incide de distinta manera en altamar que en la costa. Esto es debido a que, según se aproxima a la costa y disminuye la profundidad, comienza a influir el fondo del mar, produciendo variaciones en la dirección, en la altura de ola y en la longitud de la onda.

Entre los procesos que experimenta el oleaje, destacan (de izquierda a derecha): refracción, reflexión y difracción.



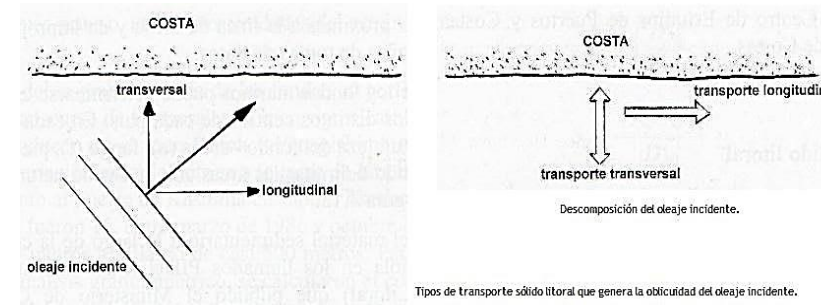
Refracción del oleaje. Fuente: <http://www.blogodisea.com>

Reflexión del oleaje. Fuente: <http://www.sites.google.com>

Difracción del oleaje. Fuente: I.E.S AL-ándalus.

### Transporte litoral

- El **transporte sólido litoral** es un proceso que determina el movimiento del material que forma la franja litoral y que viene causado por la incidencia y propagación del oleaje.



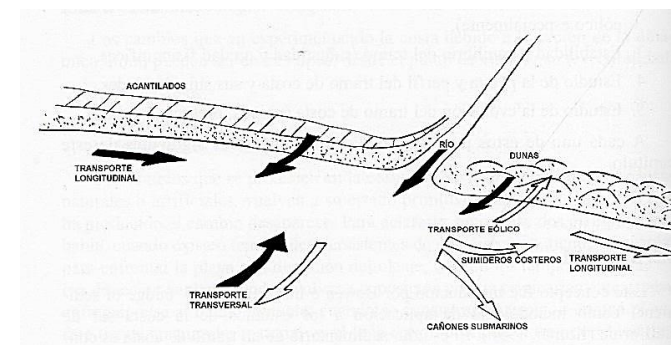
Dentro de este proceso se incluyen: la fuente de sedimentos, que son los lugares de la costa de los que se provee la corriente litoral para trasladar el material; y los sumideros de sedimentos, que son los lugares de la costa donde los sedimentos quedan retenidos.

- El **transporte eólico** litoral se encarga de levantar y mover los granos de arena de la superficie. El viento puede redistribuir el material sedimentario.



Transporte eólico de la arena. Fuente: <http://www.efeverde.com>

Teniendo en cuenta ambos transportes (eólico y sólido), se produce lo que es conocido como **balance sedimentario** de las playas.



Balance sedimentario. Fuente: De la Peña, 2007.

### Marea

La acción de la marea se ve reflejada en dos aspectos principales: un cambio en el nivel del mar y una generación de corrientes. Es un agente muy importante, pues principalmente se encarga de:

- Hacer variar la zona de acción del oleaje.
- Mantiene las bocas de las bahías abiertas.





*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº12: Dinámica litoral*

- Permite definir niveles de referencia en zonas portuarias (dragados, calados máximos, resguardos para atraques, etc).

Se diferencian dos tipos de marea: la marea astronómica y la marea meteorológica.

La **marea astronómica**, provocada por la acción de las fuerzas de atracción del Sol y la Luna, da lugar a unas variaciones del nivel del mar bastante importantes con un período de 12h25min. A este fenómeno de entrada y salida del agua con un volumen igual al prisma de marea se le denomina **corriente de marea**.

La **marea meteorológica**, provocada por los gradientes de presión y viento, tiene un carácter aleatorio cuyo estudio se realiza como un análisis probabilístico.

#### Viento

Las corrientes producidas por el viento llevan una velocidad del orden del 1-3 % de la velocidad del viento., motivo por el cual se considerará despreciable.

#### Corrientes fluviales

Son las corrientes asociadas a las desembocaduras de los ríos que, en el proyecto a realizar, se consideran despreciables.

#### Variaciones de temperatura y salinidad

Por la ubicación del proyecto a realizar, se pueden considerar despreciables.

### **3. ANÁLISIS EN CORCUBIÓN**

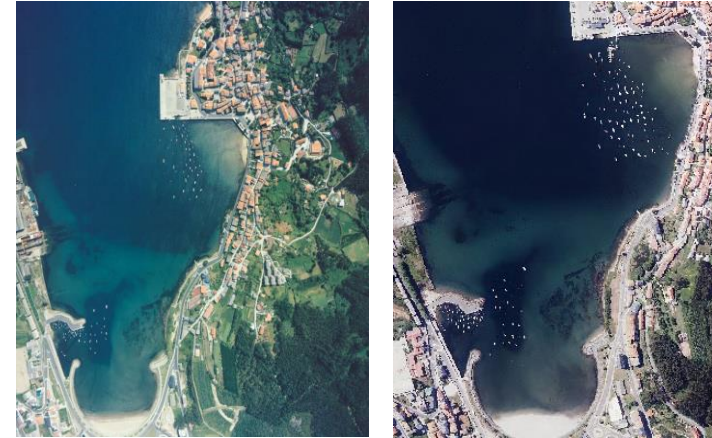
El estudio de los diferentes agentes actuantes mencionados anteriormente, así como de los efectos que estos provocan, es denominado como proceso litoral.

Considerando que no es necesario un estudio cuantitativo del transporte de sedimentos, se puede afirmar que:

- La actuación proyectada no altera el transporte de sedimentos existente en la ría de Corcubión.
- La estabilidad de las playas colindantes está asegurada.

Esto es en parte gracias a que se ha buscado una ubicación tal que no altere la dinámica de la ría; este lugar es conocido como Santa Isabel, zona de actual fondeo de las embarcaciones y que se ve cerrada y abrigada por el actual puerto.

Por otro lado, hay que tener en cuenta el pequeño desplazamiento de la línea de arena hacia mar adentro que se ha ido sucediendo en los últimos años, lo cual ayudará a justificar la acción de dragado de la zona. Esto es claramente visible comparando dos ortofotos del IGN, una del año 2001 y una del 2014:



Finalmente, destacar que, como ya se ha mencionado, la ubicación y dimensiones del puerto deportivo, así como las diferentes actuaciones sobre el medio que implican su construcción, permiten el mantenimiento en equilibrio del resto de playas cercanas. Estas son: la playa de Quenxe en Corcubión, que se verá en equilibrio puesto que se encuentra ubicada, siguiendo la línea de corriente principal, antes del puerto deportivo; y la playa de La Concha en Cee (playa artificial encajada entre dos espigones), que debido a que el puerto a proyectar sigue en la medida de lo posible la línea de la costa y no se adentra en la zona de la corriente principal de la ría, no interferirá en su estabilidad.

### **4. CONCLUSIONES**

Considerando lo descrito en los apartados posteriores, se puede concluir que:

- El puerto deportivo estará ubicado en una zona donde las corrientes principales de la ría no se verán afectadas;
- Presenta una alineación con la línea de costa que permite garantizar la estabilidad de la playa que se encuentra ubicada al pasar el puerto.
- Su orientación intentará garantizar el no aterramiento de la dársena del puerto.

Por tanto, el proyecto a realizar no presenta un impacto negativo para la dinámica litoral de la ría de Corcubión.



## **ANEXO Nº13: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental*

## ÍNDICE

1. OBJETO
  2. MARCO LEGAL
    - a) ámbito europeo
    - b) ámbito estatal
    - c) ámbito autonómico: Galicia
  3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO
  4. METODOLOGÍA
  5. DEFINICIÓN DEL PROYECTO
  6. INVENTARIO AMBIENTAL
    - 6.1 medio inerte
    - 6.2 medio biótico
    - 6.3 medio perceptual
    - 6.4 nivel socio-económico
    - 6.5 dinámica litoral
  7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
    - 7.1 Acciones de proyecto
    - 7.2 Caracterización de los Impactos Ambientales
    - 7.3 Matriz de identificación y caracterización
      - 7.3.1 caracterización y valoración de impactos en la fase de construcción
      - 7.3.2 caracterización y valoración de impactos en la fase de explotación.
      - 7.3.3 matriz causa-efecto
  8. ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS CORRECTORAS, PREVENTIVAS Y COMPENSADORAS
    - 8.1 Fase de construcción
    - 8.2 Fase de explotación
  9. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL
    - 9.1 Fase de construcción
    - 9.2 Fase de explotación
  10. CONCLUSIONES
- APÉNDICE I**
- 1.1 Matriz de signos
  - 1.2 Matriz de atributos
  - 1.3 Matrices globales de las 3 alternativas



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental

## 1. OBJETO

Este anexo tiene por objetivo el estudio del impacto ambiental que se puedan producir debido a la ejecución del presente proyecto en el ámbito costero en que se ubica, desde que comience el proceso de ejecución, hasta llegar al proceso de explotación y uso.

## 2. MARCO LEGAL

La EIA está regulada por una legislación específica que indica:

- Los tipos de proyecto que deben someterse.
- El contenido de los estudios de IA.
- El procedimiento administrativo.

Para el estudio de impacto ambiental que se va a realizar a continuación, es necesario tener en cuenta:

### a) ÁMBITO EUROPEO

La UE dispone una Política Ambiental común desde 1972, plasmada de forma específica en seis **Programas de Acción** en materia de Medio Ambiente.

Por otro lado, entrando en terminología de legislación específica, destaca:

- Directiva 97/11CE (que modifica la directiva 85/337/CEE), de 27 de junio, que establece que:

*“Los estados miembros adoptarán las medidas necesarias para que, antes de concederse la autorización, los proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, en virtud, entre otras cosas, de su naturaleza, dimensiones o localización, se sometan al requisito de autorización de su desarrollo y a una evaluación con respecto a sus efectos”.*

### b) ÁMBITO ESTATAL

En la legislación específica española destaca:

- Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (Texto consolidado).
- Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (Texto consolidado).
- Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.

### c) ÁMBITO AUTONÓMICO: GALICIA

- [Decreto 442/1990, de 13 de Septiembre de 1990](#), de Evaluación de Impacto Ambiental. (DOG 188, de 25-09-90). Incluye los proyectos sujetos a EIA obligatoria según la normativa estatal, exigiendo el cumplimiento de los mismos requisitos.
- Ley 1/1995, de 2 de Enero, de protección ambiental de Galicia. (DOG 29, de 10-02-95 y C.e DOG 72, de 12-04-95). Establece las normas de Protección, Conservación, Defensa y Restauración del Medio Ambiente,

asegurando un uso racional de los Recursos Naturales. Para ello, se clasifican los distintos procedimientos de Protección del Medio Ambiente (siempre con una previa autorización administrativa) en: Evaluación de Impacto Ambiental, Evaluación de Incidencia Ambiental y Evaluación de Efectos Ambientales.

- Ley 8/1995, de 30 de Octubre, del Patrimonio Cultural de Galicia. DOG de 8-11-1995.
- Decreto 199/1997, de 10 de Julio, por el que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma de Galicia. DOG de 06-08-97 y C.e DOG de 4-11-1997
- [Decreto 185/1999, de 17 de Junio](#), por el que se establece el procedimiento para la aplicación, en la Comunidad Autónoma gallega, de un sistema voluntario de gestión y auditoria medioambiental. DOG 126, de 02-07-1999.
- Decreto 72/2004 do 2 de abril, por el que se declaran determinados espacios como zonas de especial protección de los valores naturales. Se incluyen dentro de estas figuras de protección los lugares propuestos para formar parte de la Red Natura 2000 y las zonas consideradas como de Especial Protección por las aves, de acuerdo con la directiva 79/409/CEE.

## 3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, establece en su “*Artículo 7: ámbito de aplicación de la Evaluación de Impacto Ambiental*” que serán objeto de una Evaluación de Impacto Ambiental simplificada, entre otros, los proyectos comprendidos en el anexo II:

### ANEXO II

PROYECTOS SOMETIDOS A LA EVALUACIÓN AMBIENTAL SIMPLIFICADA REGULADA EN EL TÍTULO II, CAPÍTULO II, SECCIÓN 2ª

[...]

Grupo 7. Proyectos de Infraestructuras

[...]

*h) Obras costeras destinadas a combatir la erosión y obras marítimas que puedan alterar la costa, por ejemplo, por la construcción de diques, malecones, espigones y otras obras de defensa contra el mar, excluidos el mantenimiento y la reconstrucción de tales obras y las obras realizadas en la zona de servicio de los puertos.*

Por tanto, atendiendo a este anexo y puesto que el puerto deportivo objeto de este proyecto se encuentra recogido dentro de este anexo, será necesario llevar a cabo una Evaluación de Impacto Ambiental.

## 4. METODOLOGÍA

La metodología a seguir para la realización del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto en cuestión, está basada en los pasos establecidos por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental. Según el Anexo VI del Capítulo II, Artículo 35, Sección 1ª:

- Objeto y descripción del proyecto y sus acciones, en las fases de ejecución, explotación y desmantelamiento.
- Examen de alternativas del proyecto que resulten ambientalmente más adecuadas, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 1, que sean técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.
- Inventario ambiental y descripción de los procesos e interacciones ecológicas o ambientales claves.
- Identificación y valoración de impactos, tanto en la solución propuesta como en sus alternativas.



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental*

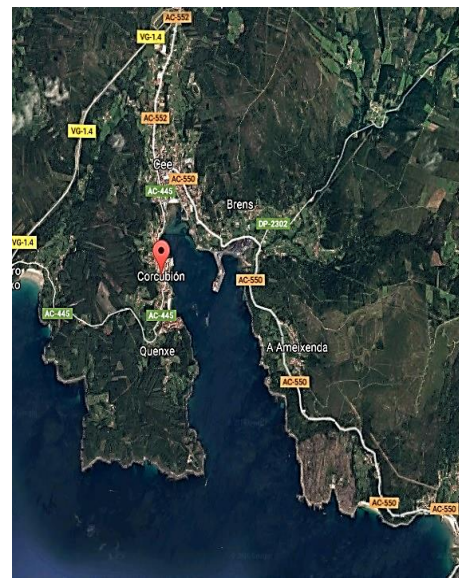
- e) En su caso, evaluación de las repercusiones del proyecto en la Red Natura 2000, de conformidad con lo establecido en el artículo 35.
- f) Establecimiento de medidas preventivas, correctoras y compensatorias para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.
- g) Programa de vigilancia y seguimiento ambiental.
- h) Documento de síntesis.

### 5. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El puerto deportivo objeto de este proyecto está ubicado en el municipio de Corcubión, en la provincia de La Coruña, ubicada en el noroeste de la península ibérica.

Para poder definir por completo el proyecto, es necesario indicar las fases de construcción de este. En el caso de un puerto deportivo, destacan principalmente:

- *Relleno*: se realiza un relleno para obtener una explanada que permita ubicar las instalaciones necesarias para cubrir las necesidades de los usuarios, así como una zona donde poder ubicar los servicios portuarios.
- *Obras de abrigo*: la construcción de una dársena amplia donde poder ubicar las embarcaciones de forma segura y que las proteja a lo largo del año, frente a mar y viento, que son los elementos principales a destacar en este proyecto.
- *Dragado*: consiste en la limpieza de rocas y sedimentos del agua con el fin de aumentar la profundidad. Será necesario o no en función del calado en la zona de actuación.
- *Adecuación del entorno*: es necesario asegurarse de que el acceso al puerto deportivo es correcto y, en caso de no serlo, habrá que adaptarlo a la nueva situación.



### 6. INVENTARIO AMBIENTAL

Se define el *inventario ambiental* como la “descripción completa de medio tal y como es en la zona de actuación”. Es necesario definir un inventario ambiental sobre el medio inerte, biótico y perceptual, así como sobre el nivel socio-económico y la dinámica litoral de la zona de actuación para poder realizar una posterior evaluación de los impactos, tanto directos como indirectos.

De este modo, una vez obtenido los resultados, se podrán establecer las medidas protectoras y correctoras necesarias.

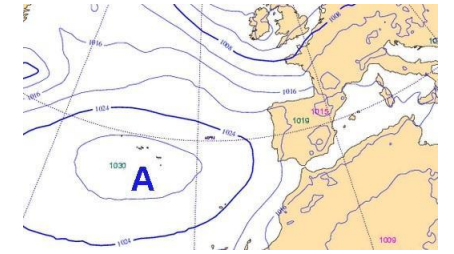
#### 6.1 MEDIO INERTE

##### Clima

Corcubión, zona de ubicación y actuación del proyecto, tiene un clima calificado como un intermedio entre templado y cálido. Su temperatura media anual es de 15 °C, con elevada cantidad de precipitaciones, sobre todo durante la época de invierno.

Atendiendo al mar, hay que tener en cuenta en primer lugar que la ubicación del proyecto es en el interior de la ría, por lo que el oleaje que se puede producir en mar abierto siempre se verá amainado, destacando un componente de Norte en verano y de Sur en invierno.

En lo relativo a la presión atmosférica, de forma general la Comunidad Autónoma de Galicia se clasifica como una zona de altas presiones, con un máximo tras el invierno y con apenas variaciones en la presión debido a la cercanía del anticiclón de las Azores, que es una zona de altas presiones situada en el centro del Atlántico Norte.



##### Atmósfera

Hay que tener en cuenta en todo momento que un proyecto de ingeniería puede incorporar a la atmósfera grandes cantidades de partículas sólidas, alterando la calidad del aire.

Las partículas sólidas vienen originadas principalmente por: procesos naturales, como el arrastre por el viento; procesos artificiales, como la construcción y explotación de un proyecto.

Por tanto, y concretando con el proyecto en cuestión, en la fase de funcionamiento no habrá emisión de partículas sólidas a la atmósfera, salvo la emisión de algún gas por parte de las embarcaciones.

Son impactos negativos pero de baja intensidad, temporales y reversibles a medio plazo, por lo que se consideran como irrelevantes.

##### Ruido

La Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, define el ruido ambiental como un sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas.

Actualmente es uno de los temas de contaminación que más preocupan y que es necesario tener en cuenta a la hora de llevar a cabo un proyecto en todas sus fases, de modo que:

- En la fase de construcción: viene provocado por la explotación en canteras, tráfico de vehículos, maquinarias, etc.
- En la fase de funcionamiento: principalmente viene provocado por las propias actividades náutico-deportivas.

En ambas fases se han mencionado actividades de efecto negativo sobre el medio ambiente que causan una serie de ondas sonoras inevitables, molestas y, en ciertas ocasiones, irreparables.

Atendiendo a la zona donde se va a ubicar el puerto deportivo, se puede observar como el pueblo es de tamaño pequeño, con poca actividad industrial y por tanto poca contaminación sonora. Sin embargo, se encuentra casi en el extremo de la ría, al lado de un pueblo industrial de tamaño mayor: Cee. En este pueblo se encuentran diversas instalaciones de carácter industrial; no obstante, cabe destacar que, a pesar de la presencia de la fábrica de Ferroatlántica, no es una zona contaminada acústicamente.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental

Por tanto, concluyendo el impacto que el ruido puede provocar, es de notable importancia en la etapa de construcción, por lo que será necesario llevar un riguroso control de horarios, maquinaria y otros elementos que puedan ser relevantes.

Geología

La geología es un parámetro importante ligado con la erosión. Como se explica más en profundidad en el anexo de "Estudio geológico", toda la zona queda incluida dentro del dominio migmatítico y de las rocas graníticas; de hecho, ha sido definido con anterioridad como "constituido por una asociación de rocas orientadas, graníticas neísicas, glandulares y esquistas, que en su conjunto se hallan muy tectonizadas y en parte milonitizadas, y que posteriormente han sufrido parcialmente un intenso proceso de migmatización" (Parda Pondal, 1960).

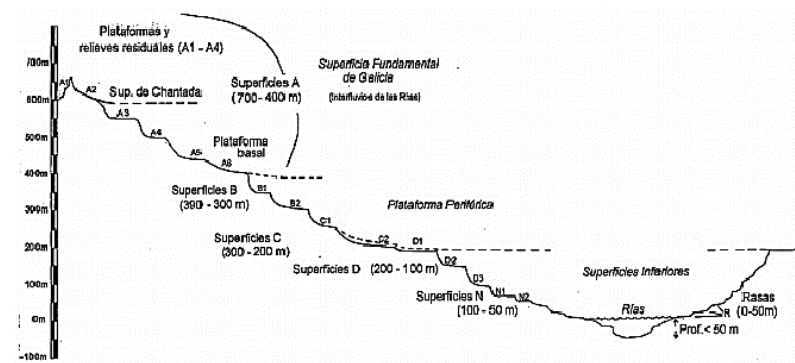
En cuanto a la edad de los materiales, es un parámetro de gran dificultad de obtención debido a la ausencia de fósiles por su intensa deformación y grado de metamorfismo. Únicamente puede decirse que cubren desde la era del Precámbrico hasta el Silúrgico.

Como depósitos de sedimentos son de severa importancia los más recientes, que son los que dieron lugar tanto a las numerosas playas de la zona, como a dunas y arenas eólicas.

Geomorfología

La geomorfología es un parámetro importante que da una idea sobre la silueta que tiene la zona de actuación, y está directamente relacionado con el paisaje.

En general, las rías atlánticas son los sistemas de desembocadura de la red de drenaje de Galicia Occidental. Su configuración geomorfológica presenta un relieve escalonado, constituido por restos ordenados de superficies de aplanamiento, sin indicios claros de basculamientos.



Gráfica 1: Esquema de la disposición de las superficies de aplanamiento en el entorno de las Rías Atlánticas. Fuente: modificado de Pagés, 1998.

Centrándose en la zona de actuación, cabe destacar la presencia de la Plataforma Periférica, que es una plataforma que viene formada por la sucesiva coalescencia de niveles de aplanamiento. La Ría de Corcubión se enmarca en restos de esta plataforma, destacando el relieve del cabo Fisterra.

Hidrología

La red hidrográfica queda instalada a favor de fracturas y diaclasas tardihercínicas. No obstante, es de poca importancia y por tanto, se considera irrelevante.

Edafología

La edafología trata de estudiar los usos del suelo al llevar a cabo el proyecto.

Por tanto aparece por un lado la zona propia de actuación, que presenta un suelo improductivo al tratarse de zona urbana; por otro lado, se puede observar como los alrededores están formados por grandes plantaciones forestales, a destacar entre ellas los eucaliptos, los pinos y, de forma esporádica, laureles o robles. Además, destaca la presencia de la planta del tojo.

6.2 MEDIO BIÓTICO

Vegetación terrestre

Es un factor de medida de impacto ambiental clave, pues cualquier pequeño cambio que se realice en el será visible y, en consecuencia, podrá afectar a otros factores del entorno.

Se presenta a continuación las especies más notables de la zona:

- *Bosque eucaliptal*: bosque formado principalmente por eucaliptos (*eucalyptus globulus*). El sotobosque está formado principalmente por especies pertenecientes a matorral como son la *Daboecia cantábrica*, la *Erica cirialis*, la *Ulex gallii* y *Pteridium aquilinum* (helecho).



EUCALYPTUS GLOBULUS

- *Bosque pinar*: se encuentra en extensas áreas y denomina la especie *Pinus Pinaster*. Proviene principalmente de repoblaciones y su presencia ocupa más de la mitad de la superficie. Convive con especies tolerables del matorral y del tojo, principalmente la *Erica*. Entre las especies con las que se encuentra habitualmente, destaca: *pteridium aquilinum*, *arenaria montana*, *cistus hirsutus* (cortaza), etc.



PINUS PINASTER

En numerosas ocasiones se pueden encontrar ambos tipos de bosque entremezclados, dando lugar a un bosque mixto de pinar y eucaliptal.

Vegetación marina

Este grupo incluye tanto plantas vasculares como algas. No obstante, la zona de estudio está caracterizada principalmente por la presencia de algas, que serán el motivo de estudio.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental

Las algas son todo aquel grupo de vegetación marina que no desarrollan flor y son de vital importancia para el ecosistema, pues son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas, transformando la energía del sol en química (fotosíntesis).

Los fondos marinos se caracterizan por un conjunto de algas bentónicas que se pueden dividir en cuatro grupos: algas azules o cianobacterias, algas rojas, algas pardas y algas verdes.



ALGAS AZULES. Fuente: [algasdegalicia.blogspot](http://algasdegalicia.blogspot)



ALGAS ROJAS. Fuente: [www.naturalista.mx](http://www.naturalista.mx)



ALGA PARDA. Fuente: [www.marlin.ac.uk](http://www.marlin.ac.uk)



ALGA VERDE. Fuente: [algasdegalicia.blogspot](http://algasdegalicia.blogspot)



CENTOLLO.



PERCEBES. Fuente: [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

- *Equinodermos*: comúnmente se denominan estrella de mar, a pesar de que hay una gran variedad de especies dentro de este grupo.
- *Moluscos*: almejas (*ruditapes decussatus*), lapa (*patella rustica*), oreja de mar (*haliotis tuberculata*), pulpo (*octopus vulgaris*), vieira (*pecten jacobeaus*), etc.



- *Peces*: jurel (*trachurus trachurus*), congrio (*conger conger*), xarda (*scomber scombrus*), cabrilla (*serranus cabrilla*), aguja de mar (*syngnathus acus*), raya (*raja clavata*), lubina (*dicentrarchus labrax*), etc.

### 6.3 MEDIO PERCEPTUAL

#### Paisaje: zonas protegidas

Los *Lugares de Importancia Comunitaria* (LIC) son zonas europeas designadas de interés comunitario por su gran contribución a restaurar el hábitat natural (ecosistemas, flora, fauna).

El ayuntamiento de Corcubión se encuentra dentro del “*LIC ES1110005 Costa da Morte*”, declarado como Zona de Especial Protección de los Valores Naturales (ZEPVN) en base al decreto 72/2004, del 2 de abril, y ratificado como LIC por la decisión de la comisión del 7 de diciembre de 2004, por la que se aprueba la lista de LICs de la región biogeográfica atlántica de acuerdo con la Directiva 92/43/CEE.

Según la última modificación, ocupa un área de 12094.43 ha y una ocupación marina del 41% (*Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. RED NATURA 2000*).

Analizando el mapa que se presenta a continuación, se puede observar como la zona de actuación no se encuentra dentro de las franjas afectadas por la RED NATURA 2000, sino que está dentro de una zona libre. Por tanto, no es relevante a la hora de ejecutar las obras.

#### Fauna terrestre

Los animales terrestres también son un importante indicador de calidad ambiental. Cabe destacar tanto seres vertebrados como invertebrados. No obstante, estos serán de relevancia siempre y cuando la actividad a realizar tenga un importante impacto en la vegetación o grandes movimientos de tierras.

En este caso, el proyecto se va a realizar al borde de la costa y en el mar, por lo que no supone un impacto relevante para estos seres.

Por tanto, se considera como un indicador irrelevante.

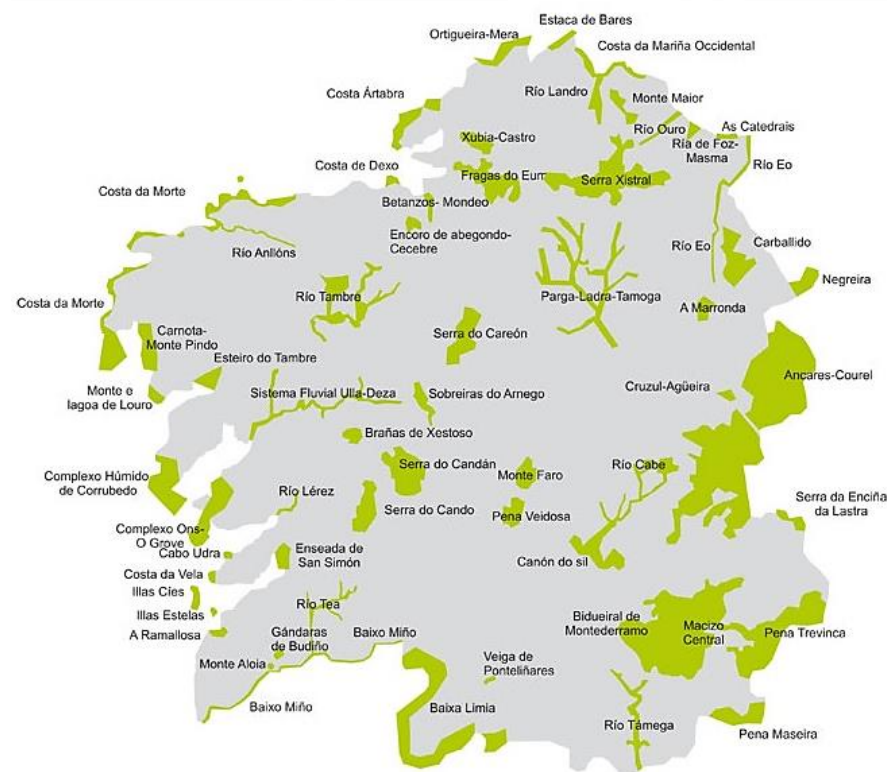
#### Fauna marina

Dentro de la gran variedad de seres habitando el océano, caben destacar en la zona de estudio los siguientes:

- *Gusanos marinos*: arenícola marina (lombriz), sabella pavonina, etc.
- *Crustáceos*: quisquilla (leander aguilla), centollo (maja esquinado), bogavante (*homarus gammarus*), pulga de playa (*talitrus saltator*), nécora (*portunus púber*), percebes (*pollicipes pollicipes*).



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental



MAPA DE LICs en Galicia. Fuente: [www.calvosderandin.com](http://www.calvosderandin.com)

#### 6.4 MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

A la hora de llevar a cabo un estudio de impacto ambiental en el entorno de la zona de actuación, no es suficiente con tener en cuenta la influencia de los aspectos ambientales; también es necesario y de gran importancia tener en cuenta en todo momento los aspectos sociales y económicos que envuelven a la zona y que la caracterizan.

El ayuntamiento de Corcubión vive principalmente del sector servicios, aunque la pesca es una parte importante de la zona como ámbito urbano costero.

A pesar de que en los últimos años este sector se ha visto en decadencia, se considera de influencia positiva la creación de un puerto deportivo en la zona, pues proporcionará más movimiento de turismo, lo cual reactivará el movimiento en la lonja y en el resto del sector servicios.

Estos puntos de análisis quedan explicados con mayor profundidad en el anexo de “*Estudio de viabilidad*”.

#### 6.5 DINÁMICA LITORAL

A la hora de llevar a cabo un proyecto como es un puerto deportivo, es necesario realizar un estudio sobre el impacto que tiene este sobre el litoral.

En este caso, nos encontramos con la presencia de tres playas alrededor de la zona de actuación que se pueden ver afectadas: la playa de la Concha, la playa de Santa Isabel y la playa de Quenxe. A continuación se hace una pequeña mención sobre ellas; no obstante, se entrará en mayor profundidad en el anexo de “*Dinámica Litoral*”.



#### Playa de la Concha

La playa de la Concha está ubicada en Cee. Está en un estado de estabilidad continua pues, a pesar de recibir aportaciones del río que atraviesa la zona urbana, estas son de carácter despreciable; además, se encuentra abrigada por los espigones que la cierran y por el dique exterior.

#### Playa de Quenxe

La playa de Quenxe está ubicada en Corcubión. Es una playa que se encuentra también en un estado de estabilidad, pues está ubicada de forma que se ve abrigada por la geografía de la zona. De este modo, se considera que los pocos temporales que pueda haber no causan efectos irreversibles sobre dicha playa.

#### Playa de Santa Isabel

Esta playa, ubicada también en Corcubión, no tiene un uso de ocio y disfrute para la población salvo ocasiones excepcionales. A pesar de que está sumida en un estado de equilibrio y estabilidad, se carecen de datos suficientes como para poder analizarla con más detalle.

### 7. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para realizar una evaluación de impacto ambiental correcta es necesario llevar a cabo un análisis sobre los efectos previsibles, directos e indirectos, que el proyecto puede tener sobre la población, la flora, la fauna, el suelo, el agua, etc.

Para ello, se identifican en este punto las acciones que pueden causar algún efecto, tanto en fase de construcción como en fase de explotación, teniendo en cuenta que se realiza un análisis de forma general para cualquiera de las alternativas.

#### 7.1 ACCIONES DE PROYECTO

##### Fase de construcción





*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental*

- **Canteras:** todos los materiales empleados en la ejecución de este proyecto serán extraídos de préstamos o de canteras autorizadas preexistentes, por lo que no son objeto de valoración en el presente Estudio de Impacto Ambiental.
- **Vertido del material de relleno y retirada a vertedero de material no utilizado:** es necesario tener en cuenta que al realizar el vertido, se producirá un aumento de la cantidad de sólidos en suspensión en el agua. Además, cualquier comunidad de ser vivo que se encuentre ubicada en la zona de vertido quedará destruida y, las comunidades cercanas a esta zona, se verán afectadas.
- **Hormigonado:** se realizará “in situ” sin necesidad de planta de hormigonado.
- **Diques:** la tipología constructiva se definirá en apartados posteriores. Engloba la ocupación de nuevas parcelas marinas al disponer de diques sobre sus fondos. Se generará ruido y contaminación por el movimiento de la maquinaria durante su construcción. Además, se producirá una destrucción de las comunidades bentónicas existentes en las parcelas destinadas a dicha construcción y se producirá una modificación en las comunidades situadas en la zona.
- **Dragados:** la extracción de material incluye el transporte de los mismos hasta que se deposita en tierra o mar. En caso de vertido marino, este será objeto de la pertinente autorización por las administraciones competentes. En todo caso, se pretenderá dar un uso productivo al material extraído, reincorporándolo en el relleno de la nueva explanada y, en caso de excedente de material, para playas próximas a la zona que lo necesitan. En todo caso, se seguirán las directrices establecidas por MAGRAMA y Puertos del Estado en su documento “Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas marinas del DPMT”.
- **Drenajes y desagües:** una incorrecta evacuación de las aguas durante la fase de construcción puede suponer daños irreversibles a las instalaciones, así como una contaminación del mar. Por ello, es necesario una correcta instalación de red de drenaje y desagüe, con una continua supervisión y control.
- **Transporte de materiales y maquinaria:** los principales efectos que tiene esta acción son la contaminación acústica, la contaminación del aire (y, en consecuencia, afectaría a la flora) y puede provocar cortes en el tráfico rodado, así como destrozos en las vías de acceso si no se lleva a cabo un control riguroso.

Fase de explotación

- **Presencia de la infraestructura:** una vez finalizada la obra, la infraestructura en sí provoca un impacto visual notable, que ha de ser minimizado al máximo. Por otro lado, la infraestructura activa supone un punto de atracción para el turismo y, por tanto, provoca el movimiento de un público interesado en el deporte náutico.
- **Tráfico rodado:** la presencia y uso del puerto y sus instalaciones supone un aumento del tráfico rodado, pues será el modo de acceso desde tierra. Esta situación, unida al **tráfico marítimo**, puede suponer un impacto sobre la calidad del aire y el medio ambiente que deberá cumplir unos controles de calidad y estar bajo vigilancia.
- **Funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones:** implican una continua generación de residuos provenientes de la limpieza, tanto de las instalaciones como de las embarcaciones amarradas. Además, la llegada y partida de embarcaciones implica una pequeña contaminación acústica (temporal y reversible), puede suponer una contaminación marina (en caso de embarcaciones a motor) y, además, una contaminación atmosférica. Es necesario el cumplimiento de unos controles de calidad y una vigilancia continua y rigurosa.  
Es necesario destacar que un correcto mantenimiento de las instalaciones supondrá un efecto positivo, pues es atractivo para los usuarios.

7.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación se procede a realizar un análisis que relacione las acciones de proyecto que pueden producir algún impacto y los factores ambientales que son susceptibles de sufrirlo.

Según el reglamento para la ejecución del RDL 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental aprobado por el RD1131/1988, de 30 de Septiembre, cada uno de los efectos que es identificado se caracteriza en función de los siguientes atributos:

- **Signo:** indica el carácter benéfico o perjudicial del efecto, para lo cual se señala con un signo (+) o (-), respectivamente. En el caso de que el impacto sea previsible pero de difícil cualificación sin estudios específicos, se marca con una (x).
- **Intensidad (I):** grado de incidencia sobre el medio, valorándose como baja (1), media (2) y alta (3).
- **Extensión (E):** representa el área de influencia teórica del impacto, con relación al entorno del proyecto. El impacto será puntual cuando su localización sea precisa y poco extensa. El impacto puntual recibirá una calificación de 1 punto, el impacto parcial de 2 y el impacto extenso de 3.
- **Momento (M):** tiempo que transcurre desde la ejecución de una actividad y la aparición del impacto por ella producida. Si dicho tiempo es cero, es decir, el efecto se produce inmediatamente, se trata de un impacto inmediato (3 puntos), si es a medio plazo -de 1 a 3 años- recibe una puntuación de 2, y si es a largo plazo -tiempo de aparición mayor a 3 años- recibe sólo 1 punto.
- **Persistencia (P):** se refiere al tiempo de permanencia del efecto, y puede ser fugaz (1 punto), temporal (2) o permanente (3 puntos).
- **Reversibilidad (R):** posibilidad que existe de que las condiciones iniciales del medio puedan ser reconstruidas, una vez se haya producido el efecto. Se consideran cuatro categorías: imposible, a largo plazo, a medio plazo y a corto plazo, variando su valoración entre 4 y 1, en dicho orden.
- **Posibilidad de introducir medidas correctoras:** señala la posibilidad de que, mediante la introducción de tales medidas, puedan ser remediados los impactos producidos. Su valoración cualitativa diferencia cuatro categorías, según puedan éstas ser o no introducidas, y el momento en que sería ello factible: en la fase de proyecto (P), en la fase de obra (O), en la fase de funcionamiento (F), y si no es posible (N).
- **Recuperabilidad:** posibilidad de reconstrucción del factor afectado por las acciones de proyecto, gracias a la intervención humana, por la introducción de medidas correctoras. Se contemplan tres tipos: recuperables (recuperación total a corto y medio plazo), mitigable (cuando la recuperación es parcial) e irreparable (la alteración es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana).

<b>Signo</b>	positivo(+), indeterminado(x)	negativo(-),
<b>Intensidad</b>	Baja (B), media (m), alta(A)	
<b>Extensión (impacto)</b>	Puntual (PU), parcial (PA), extenso (EX)	
<b>Momento (impacto)</b>	Inmediato, medio, largo	
<b>Persistencia (efecto)</b>	Fugaz(F), Temporal (T), permanente(P)	
<b>Reversibilidad</b>	Imposible(I), largo plazo(LP), medio plazo(MP), corto plazo (CP)	



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental

<b>Introducción medidas correctoras (fase)</b>	Proyecto (P), obra(O), funcionamiento(F), imposible(N)
<b>Recuperabilidad</b>	Recuperable(R), mitigable(M), irrecuperable(I)

TABLA 1. ATRIBUTOS CARACTERÍSTICOS DE LOS EFECTOS AMBIENTALES

Con los atributos que se han presentado, se llevará a cabo la metodología para la EIA, basada en el método de “matrices de identificación y caracterización”.

Los atributos que se van a usar para la obtención de la matriz de este proyecto serán: signo, intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y extensión.

### 7.3 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN

La función de una matriz de identificación y caracterización, como bien indica el nombre, es determinar la existencia o ausencia de impacto que una acción provoca sobre el medio, siendo este positivo, negativo o nulo.

Para ello, es necesario aplicar una relación causa-efecto con los atributos definidos previamente y con cada uno de los factores analizados con anterioridad dentro de las dos fases de estudio: fase de construcción y fase de funcionamiento.

#### 7.3.1 Caracterización y valoración de impactos en fase de construcción

##### Ruido y vibraciones

Como ya se ha comentado previamente, se denomina ruido a todo sonido molesto que interfiere directa o indirectamente con los seres vivos y el medio en el que habitan. Por ello, en este apartado se pretende reflejar qué efectos puede tener la aparición de ruido y vibraciones en la fase de construcción del puerto, con el fin de minimizarlo lo máximo posible.

Las acciones que provocan ruido y vibraciones en la fase de construcción del puerto son aquellas en las que se trabaje con maquinaria pesada y/o se ejecuten actividades que emitan ondas sonoras al medio. Concretando:

- *Vertido de relleno, dragado (en caso de ser necesario), tráfico de maquinaria, transporte de materiales.* Efecto negativo sobre la calidad sonora.
- *Hormigonado.* Efecto negativo sobre la calidad sonora.

Actividad	Signo	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Extensión
<i>Vertido relleno</i>	-	M	T	CP	R	PU
<i>Dragado</i>	-	M	T	CP	R	PU
<i>Tráfico maquinaria</i>	-	M	T	CP	R	PU

<i>Transporte materiales</i>	-	M	T	CP	R	PU
<i>Hormigonado</i>	-	B	F	CP	R	PU

TABLA 2. ATRIBUTOS APLICADOS AL RUIDO EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

##### Contaminación atmosférica

Durante la fase de construcción se pueden producir una serie de emisiones a la atmósfera que serán de carácter temporal, no permanentes, debido a:

- *Transporte de materiales y tráfico de maquinaria pesada*
- *Vertido de relleno:* puede producir partículas sólidas en suspensión en el aire que lo contaminen.
- *Demoliciones:* puede producir partículas sólidas en suspensión.

Estas acciones tienen un efecto negativo de baja intensidad, de extensión parcial pues se expanden por el aire, reversibles a corto plazo al ser absorbidos por el medio y de poca importancia, a excepción del vertido del relleno o de demoliciones en caso de tener que realizarse, que pueden emitir partículas de mayor intensidad.

Actividad	Signo	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad	recuperabilidad	Extensión
<i>Vertido relleno y demoliciones</i>	-	M	F	CP	R	PA
<i>Tráfico maquinaria</i>	-	B	F	CP	R	PA
<i>Transporte materiales</i>	-	B	F	CP	R	PA

TABLA 3. ATRIBUTOS APLICADOS A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

##### Calidad del agua

Las acciones que pueden producir algún impacto sobre la calidad del agua son:

- *Dragado:* en caso de tener que realizarse, puede provocar turbidez en el agua y alterar el sistema de equilibrio en este.
- *Vertidos:* pueden producirse vertidos de forma accidental al mar, bien sea por pérdidas de aceite o de combustible de las máquinas empleadas, o bien por realizar el lavado de superficies desnudas. Además, puede haber algún vertido si no se realiza un correcto tratamiento de las aguas sanitarias de las casetas instaladas durante la obra. Esto es evitable en gran medida si se realizan los controles adecuados y se sigue siempre un protocolo de seguridad e higiene.

Estas acciones tienen un impacto negativo sobre la calidad del agua, de intensidad baja, con una extensión parcial debido a que se expande por el océano, con una persistencia temporal, reversible a corto plazo y totalmente recuperable.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental

Actividad	Signo	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Extensión
Vertidos	-	B	T	CP	R	PA
dragado	-	B	T	CP	R	PA

TABLA 4. ATRIBUTOS APLICADOS A LA CALIDAD DEL AGUA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

Uso del suelo

Se pueden producir impactos ambientales sobre el suelo de emplazamiento y alrededores por la producción de vertido de materiales y/o residuos. Estos pueden ser de carácter accidental o por fugas.

No se puede realizar ningún tipo de vertido de manera directa o indirecta al suelo de forma intencionada. Además será necesario llevar un control riguroso para que no se produzcan accidentes, así como una continua vigilancia. Por tanto, considerando que no se pueden producir vertidos en el suelo, no se contempla este caso a la hora de realizar la matriz.

Fauna

Los impactos que esta obra puede producir sobre la fauna terrestre y marina es un nuevo estado de estrés ante el desorden producido en su hábitat natural y, por tanto, probablemente se produzca un pequeño desplazamiento o migración de las diferentes especies cercanas a la zona de construcción.

Las principales acciones que dan lugar a este impacto son:

- *Ruido y vibraciones.* En este caso son de impacto negativo e intensidad media, de carácter temporal, reversibles a corto plazo, totalmente recuperables y de extensión corta.
- *Funcionamiento de la maquinaria.* Impacto negativo e intensidad media, de carácter temporal, reversibles a corto plazo, totalmente recuperables y de extensión corta.
- *Modificación del entorno por la propia construcción de las instalaciones.* En este caso es un impacto negativo para la fauna que habite en esa zona, de intensidad baja, de carácter temporal Recuperables a corto plazo y de poca extensión.

Cabe destacar que no hay ninguna especie protegida en la zona que se pueda ver afectada, por lo que las especies encontradas presentan una extensa distribución.

Actividad	Signo	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Extensión
Ruido y vibraciones	-	B	T	CP	R	PU
maquinaria	-	B	T	CP	R	PU
Modificación entorno	-	B	T	CP	R	PU

TABLA 5. ATRIBUTOS APLICADOS A LA FAUNA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

Flora

Puesto que la zona de actuación está urbanizada, el impacto sobre la comunidad vegetal terrestre será mínimo. Será relevante

siempre y cuando se produzcan emisiones de gases a la atmósfera que las contamine al realizar la fotosíntesis.

En cuanto a la comunidad vegetal marina, el impacto que puedan sufrir viene causado por las operaciones de montaje de nuevas instalaciones, así como la realización de las distintas actividades que esto conlleve:

Actividad	Signo	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Extensión
-----------	-------	------------	--------------	----------------	-----------------	-----------

Ruido y vibraciones	-	B	T	CP	R	PU
maquinaria	-	B	T	CP	R	PU
Modificación entorno	-	B	T	CP	R	PU

TABLA 6. ATRIBUTOS APLICADOS A LA FLORA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

Paisaje

Durante la fase de construcción habrá un impacto visual importante debido al continuo manejo de maquinaria y materiales, así como a la realización de las distintas obras definidas en el proyecto.

Se considera un impacto negativo de baja intensidad, con una extensión media, de carácter temporal, reversible a corto plazo y recuperable. Se puede considerar mínimo.

Actividad	Signo	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Extensión
Realización obras	-	B	T	CP	R	PA

TABLA 7. ATRIBUTOS APLICADOS AL PAISAJE EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

Socio-economía

Dentro de este apartado, es necesario distinguir varios sub-apartados:

- **Aceptación social:** En fase de construcción tendrán un impacto negativo, pues provoca una distorsión social asociada a los ruidos, vibraciones, transporte de maquinaria, transporte de material, etc. No obstante, en fase de explotación estos impactos pasarán a ser positivos.
- **Actividad pesquera y náutico-deportiva:** tendrán un impacto negativo por los mismos motivos que en el punto anterior.

Se considera un impacto negativo, de baja intensidad y temporal; es reversible a corto plazo y totalmente recuperable.

Actividad	Signo	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Extensión
Transporte maquinaria y material	-	B	T	CP	R	PA
Ruidos y vibraciones	-	B	T	CP	R	PA
Realización obras	-	B	T	CP	R	PU

TABLA 8. ATRIBUTOS APLICADOS AL NIVEL SOCIO-ECONÓMICO EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

7.3.2 Caracterización y valoración de impactos en fase de explotación



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental*  
Socio-economía

A continuación se procede a realizar la misma evaluación que se hizo en el apartado anterior, pero considerando en este caso la fase de explotación, una vez finalizadas todas las obras.

Ruido y vibraciones

En fase de explotación el impacto producido por ruidos y vibraciones es mínimo y está asociado directamente a la realización de las actividades náutico-deportivas. Se puede considerar despreciable.

Contaminación atmosférica

No se considera ningún efecto negativo sobre la atmósfera en la fase de explotación del puerto.

Calidad del agua

Puede producirse impacto sobre la calidad de las aguas por los siguientes motivos:

- *Drenaje y desagüe*: puede producirse el vertido al mar de materiales indebidos por la propia escorrentía de la lluvia. No obstante, considerando que hay un control sobre los materiales que hay sobre la explanada del puerto, se considera que el impacto que estos producirán será pequeño.
- *Actividades derivadas del uso del puerto*: se considera que producen un impacto irrelevante.

Uso del suelo

Se considera que se producirá un impacto sobre el suelo siempre que se produzca algún vertido sobre este. Como esta práctica está prohibida, se considerará que hay un control y una vigilancia suficientemente rigurosas como para que no se produzcan.

Fauna

La presencia de las instalaciones y el aumento de tráfico rodado y marítimo pueden provocar una situación de estrés en las comunidades animales que den lugar a la migración o traslado de diversas especies. Sin embargo, como ya se ha mencionado con anterioridad, no es dato conocido ninguna especie de la zona que tenga que estar bajo una especial protección, por lo que se considera que las especies que habitan la zona son abundantes en diversos lugares.

Flora

Como ya se ha mencionado anteriormente, la zona en la que la obra está ubicada está urbanizada, por lo que el impacto que tiene sobre la flora, una vez finalizadas las obras, se considera nula.

Paisaje

Una vez finalizadas las obras y rematados todos los movimientos de maquinaria, materiales, etc., se considera que el impacto visual es prácticamente despreciable, pues el puerto se adapta bien a la zona y por tanto queda bien integrado.

Igual que se hizo en la fase de construcción, se tienen que diferenciar dos puntos clave:

- **Aceptación social**: supone un impacto positivo para la sociedad, pues implica un mayor movimiento de gente que se ve atraída por la práctica náutico-deportiva. Esto provoca un aumento de turismo y por tanto, un aumento de ingresos en el sector servicio.
- **Actividad pesquera y náutico-deportiva**: se considera un impacto positivo sobre estas actividades, pues aumenta la calidad tanto del pescador como de los practicantes de las diversas actividades. Además, se verán favorecidos a la hora de tener un lugar cómodo donde atracar, así como un aumento de su seguridad.

Suponen impactos positivos de gran intensidad, irreversibles y de gran extensión.

*7.3.3 Matriz causa-efecto*

Una vez se ha llevado a cabo un análisis de cada uno de los efectos ambientales en las fases de construcción y explotación, se procede a obtener la matriz causa-efecto final.

Para ello, se valorarán tres tipos de impactos: negativos, positivos e irrelevantes. Para evaluarlos, se tendrán en cuenta tres valoraciones:

En primer lugar, se valorará una primera matriz de signos, cuyos criterios serán:

- Impacto positivo: +**
- Impacto negativo: -**
- Impacto poco significativo: ~**
- Ausencia de impacto: (hueco en blanco)**

En segundo lugar se realizará una segunda matriz más específica en la que se incluyan los atributos mencionados con anterioridad: la matriz de atributos, de modo que el código a emplear sea el siguiente:

Negativos (-): INT,PER,REV,REC,EXT				
INTENSIDAD(INT)	PERSISTENCIA(PER)	REVERSIBILIDAD(REV)	RECUPERABILIDAD (REC)	EXTENSIÓN (EXT)
B: baja	F: fugaz	CP: corto plazo	R: recuperable	PU: puntual
M: media	T: temporal	MP: medio plazo	M: mitigable	PA: parcial
A: alta	P: permanente	LP: largo plazo	I: irrecuperable	EX: extenso
		I: imposible		



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental

Sus objetivos principales son prevenir, atenuar o suprimir los efectos ambientales negativos de la actividad, aprovechando al máximo las oportunidades que aporta el medio para el éxito absoluto del proyecto. Para ello:

- Las medidas protectoras se encargan de reducir la agresividad de la acción, actuando fundamentalmente sobre la localización de la obra y sobre la tecnología seleccionada para llevar a cabo las diferentes partes que la componen.
- Las medidas correctoras se encargan de cambiar la condición de impacto cuando es inevitable que éste se produzca. Esto se realiza fundamentalmente con acciones de restauración.
- Las medidas compensatorias están dirigidas a los impactos que son inevitables y que no admiten corrección, de modo que se compensan con otros impactos de efecto positivo.

### 8.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

Se establecen a continuación una serie de medidas correctoras y preventivas a aplicar en la fase de construcción del proyecto.

#### 1ª Reducción del impacto acústico

- El transporte de materiales tratará de realizarse con el menor número de camiones posible y siempre procurando evitar por parte de los operarios la realización de maniobras innecesarias que provoquen emisiones sonoras relevantes.
- Se le dará preferencia al empleo de equipos con emisiones sonoras más bajas.
- Se intentará evitar los impactos de metal sobre metal.
- Siempre que sea posible se aislarán las partes vibratorias y se instalarán silenciadores.
- Se realizarán los trabajos preventivos de mantenimiento sobre los equipos, ya que el nivel de ruido puede cambiar a medida que se desgastan las piezas.
- Se aislarán los procedimientos ruidosos y se limitará el acceso a las zonas ruidosas.
- En el caso improbable de detectarse fuentes de gran impacto acústico se instalarán barreras de aislamiento sonoro y/o materiales absorbentes para reducir la reflexión del sonido.
- Se realizará una programación flexible de las actividades de obra, de forma que se eviten situaciones en que la acción conjunta de varios equipos o acciones que causen niveles de ruidos elevados durante periodos prolongados de tiempo.
- No se realizarán turnos nocturnos.
- Se organizará el trabajo de modo que se limite la presencia en zonas ruidosas.
- Los vehículos y maquinaria de obra adecuarán su velocidad de forma que las emisiones sonoras producidas sean reducidas en aquellas situaciones en que la actuación simultánea de varios elementos pueda producir emisiones excesivas.
- Se impartirá formación a los trabajadores sobre cómo utilizar, almacenar y mantener el equipo de protección auditiva.

#### 2ª Prevención de la contaminación atmosférica

- Vigilar un correcto uso de la maquinaria durante su uso, de modo que se minimice la expulsión de gases contaminantes a la atmósfera.
- Dar preferencia a maquinaria que emita menos gases contaminantes.
- Asegurar una combustión óptima en los motores de los vehículos.

#### 3ª Prevención de la contaminación del suelo

Positivos (+): MAGNITUD
A: alta
M: media
B: baja

Finalmente, una vez realizadas las matrices correspondientes a los signos y a los atributos valorados con cada una de sus características, se realizará una tercera y última matriz de valoración global. Para ello, los criterios a seguir serán los siguientes:

- Los impactos negativos se evaluarán con dos números y una letra, siempre con el signo “-” delante, de modo que:

X: intensidad del impacto	Y: duración del impacto	Z: valoración global
<b>1:</b> acción de proyecto de intensidad baja	<b>1:</b> impacto perjudicial fugaz, recuperable a corto plazo	<b>C:</b> Impacto ambiental compatible
<b>2:</b> acción de proyecto de intensidad media	<b>2:</b> impacto perjudicial temporal, recuperable a corto plazo	<b>M:</b> impacto ambiental moderado
<b>3:</b> acción de proyecto de intensidad alta	<b>3:</b> impacto permanente, irrecuperable	<b>S:</b> impacto ambiental severo <b>R:</b> impacto ambiental crítico

- Impacto ambiental compatible: recuperación inmediata tras el cese de la actividad y no necesita medidas protectoras ni correctoras.
  - Impacto ambiental moderado: recuperación al poco tiempo del cese de la actividad y no necesita medidas protectoras ni correctoras.
  - Impacto ambiental severo: recuperación tras un período de tiempo y necesidad de medidas protectoras y correctoras.
  - Impacto ambiental crítico: impacto cuya magnitud supere algún umbral permitido y suponga una pérdida de calidad permanente.
- Los impactos poco significativos se valorarán con un 0.
  - Los impactos positivos se valorarán con un número, siempre con el signo “+” delante, de modo que:

<b>+1: impacto positivo poco significativo</b>
<b>+2: impacto positivo significativo</b>
<b>+3: impacto positivo muy significativo</b>

Una vez establecidos los criterios de realización de la matriz, se procede a construirla. Se podrá visualizar en el Apéndice I de este anexo: “matriz causa-efecto”.

### 8. ESTABLECIMIENTO DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

Se indican a continuación las medidas previstas para prevenir, reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos significativos del proyecto a realizar en las fases de construcción y explotación.



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental*

Eliminar la posibilidad de depósitos de materiales contaminantes en el suelo. Para ello, toda actividad que esté relacionada con la limpieza, mantenimiento o reparaciones de la maquinaria empleada se realizará en talleres autorizados.

*4º Prevención de la contaminación del agua*

- Se colocarán pantallas antiturbidez en caso de realizar dragados y que se mantendrán durante toda la operación. Esto permite evitar la dispersión de partículas sólidas por culpa del dragado.
- Establecer talleres autorizados para llevar a cabo las tareas de limpieza y mantenimiento de la maquinaria.
- Establecer un almacén autorizado para el acopio del combustible de la maquinaria.
- Con previa autorización, instalar casetas de obra prefabricadas con acceso a la red de saneamiento municipal. En caso de que esto no sea posible, instalar casetas de obra prefabricadas con tratamiento químico de los efluentes, o en una fosa séptica, llevando a cabo todas las tareas de mantenimiento que resulten necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de las mismas.

*5º Reducción de las afecciones a los recursos marinos*

Evitar en todo momento la contaminación de las aguas en base a las medidas de prevención establecidas en el punto anterior.

*6º Gestión de los residuos y limpieza*

Es necesario evitar en todo momento la contaminación de las aguas y del suelo por culpa de los vertidos de residuos. Para ello:

- Previamente al inicio de las obras, colocar contenedores adecuados para desechar los residuos. Estos contenedores deberán estar correctamente señalizados y se gestionarán a través de empresas autorizadas.
- Se deberá informar a los trabajadores sobre la zona donde los contenedores de residuos están ubicados y sobre sus funciones.
- Todos los residuos generados por la ejecución de las actividades que comprenden la fase de construcción deberán ser gestionados conforme la ley vigente.
- Se dispondrá en todo momento, en la zona de trabajo, de elementos de recogida de residuos, con una calidad y en cantidades adecuadas, realizando los recambios y reposiciones que sean necesarios para tenerlos siempre como en su estado inicial.
- Se delimitarán y acondicionarán las zonas de almacenamiento de los distintos materiales y residuos, dotándolas de elementos de recogida para los residuos inertes, peligrosos, urbanos y basura generada.
- Evitar depositar restos de embalaje u otros residuos susceptibles de caer al agua en el borde del muelle, pantalanos o embarcaciones, para evitar suciedad y contaminación.
- Evitar, en la medida de lo posible, el vertido de sustancias contaminantes al agua. Esto incluye evitar depositar envases de estas sustancias en pantalanos, embarcaciones o el borde del muelle.
- Si en algún momento se cayese al agua algún objeto que permaneciese flotando, retirar inmediatamente mediante un sistema de red o gancho y depositar en los contenedores correspondientes en caso de ser residuos.
- Si en algún momento se vertiese al agua alguna sustancia o residuo contaminante, proceder a la inmediata detención de su expansión. En el caso improbable de ser grandes volúmenes, proceder al bombeo con previa autorización. Se comunicará inmediatamente el accidente.
- Si en algún momento se cayese sobre el suelo alguna sustancia o residuo contaminante, proceder a su contención y retirada.

- El agua residual generada por la retirada de estos residuos vertidos accidentalmente será tratada también como residuo y retirada como tal, siendo entregada a un gestor autorizado.
- Nunca usar agua de mar en operaciones de limpieza, mantenimiento, etc.
- Al finalizar las obras, deberán haberse retirado y gestionado todos los residuos generados.
- Se cuidará en todo el momento el aspecto de la obra.

*7º Restitución de servicios afectados*

Se busca en todo momento reducir las molestias provocadas a los usuarios de los servicios y servidumbres afectados por las obras del proyecto. Se establecerán, en caso de ser necesario, soluciones provisionales, restituyendo el conjunto de servicios y servidumbres que hayan sido cortados o modificados a su situación inicial antes del finalizado de las obras. Para ello:

- Se evitará la afección al suelo que no forme parte del área de actuación.
- En el caso del deterioro de alguna infraestructura, instalación o servicio preexistente, se restituirá su calidad a los niveles iniciales.
- Se limpiarán periódicamente las vías de acceso al área de actuación de materiales procedentes de la obra (tierra, piedras, etc.). Se restaurarán aquellas que se vean afectadas devolviéndolas a su estado inicial.

*8º Integración paisajística*

Se dotará de un mobiliario urbano y demás elementos de forma adecuada y concordante con el entorno, garantizando su continuidad y disminuyendo así el impacto ambiental.

**8.2 FASE DE EXPLOTACIÓN**

*1º Reducción del impacto acústico*

- Tendrá preferencia el uso de maquinaria con emisiones sonoras bajas.
- Se deberán realizar trabajos preventivos de mantenimiento de los equipos, pues el nivel de ruido suele aumentar a medida que las piezas se desgastan.
- Aislar los procedimientos ruidosos y limitar el acceso a las zonas ruidosas.

*2º Prevención de la calidad de las aguas*

Durante la explotación de las instalaciones portuarias, el agua puede verse contaminada por acciones derivadas de su uso, como pueden ser la limpieza de barcos, la contaminación por productos de desecho que incontrolablemente se depositen en el medio marino, etc.

- Se dispondrá de los medios e instalaciones precisos para la limpieza de aguas del puerto con los equipos necesarios para la recogida de sólidos, recogida de hidrocarburos, sistema de oxigenación y sistema de aplicación de dispersantes, de manera que se cumpla la normativa vigente sobre la contaminación del mar por vertidos de productos o materiales resultantes de operaciones portuarias, así como aguas sucias y basura procedentes de buques.
- En caso de que se produzca una contaminación de las aguas por hidrocarburos, se contendrá con cordones de material absorbente, y se recogerá con paneles de dicho material o mediante una bomba de succión. Así mismo, en una situación de este tipo, como medida de precaución y para evitar que la contaminación se extienda fuera de la dársena, se cerrará su acceso con cordones de material absorbente.
- Quedará estrictamente prohibido el vertido o emisión de aguas residuales procedentes de embarcaciones al mar, así como de las procedentes de los servicios higiénicos.
- Se velará por un buen estado de limpieza y orden de las instalaciones portuarias y, se procurará evitar cualquier afección a la calidad de las aguas debido a vertidos accidentales al mar. De este modo se llevará a cabo una



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental*

adecuada y eficaz gestión, tanto de las labores de limpieza como de los residuos producidos a causa de la explotación, procediéndose periódicamente y cuando resulte necesario a la limpieza de la lámina de agua adscrita al puerto.

- En cuanto a las aguas residuales producidas en las instalaciones del puerto, éstas se verterán a la red de saneamiento municipal, evitándose de este modo el vertido directo de aguas residuales al mar.

### *3º Gestión de los residuos generados*

- Se adecuará una zona dotándola de contenedores para la recogida selectiva de residuos urbanos y asimilables generados en las instalaciones portuarias (papel, cartón, vidrio, etc.).
- Los residuos urbanos serán recogidos periódicamente por el gestor autorizado.

Se dotará de contenedores para los residuos generados por las embarcaciones. Así pues, se dotará de contenedores para la recogida de los residuos oleosos generados también por las embarcaciones, aceites y aguas de sentina. Estos contenedores tendrán las características requeridas para el almacén de estos residuos, así como de recipientes vacíos y filtros usados, en condiciones seguras para el medio ambiente (depósitos de doble pared con el fin de evitar vertidos accidentales, materiales resistentes a los agentes externos propios del medio portuario, tapa especialmente diseñada para evitar la entrada de la lluvia, embudo especial anti derrames, filtro desmontable que evite la entrada accidental de residuos sólidos, sensor de derrames internos, un medidor del nivel de llenado, etc.).

- Se dotará de instalaciones para ubicar contenedores destinados a otros residuos no incluidos en las categorías mencionadas previamente, según lo establezca la normativa vigente. Los residuos serán recogidos periódicamente por el gestor autorizado.

## **9 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

El Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental tiene como finalidad establecer un sistema que garantice el cumplimiento de todas las medidas establecidas previamente.

Para ello, se indicará a continuación los controles que se deben realizar en fase de construcción y explotación del puerto deportivo.

### **9.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN**

#### *Control de la medida 1º. Reducción del impacto acústico*

Se realizarán controles de las emisiones sonoras con el fin de cuantificar el impacto sobre la calidad acústica. Estos controles se realizarán en el siguiente orden:

- En primer lugar se realizará uno previo al inicio de las obras. Esta medición servirá como referencia para las medidas posteriores.
- En segundo lugar, se realizará un control durante la ejecución de las obras, comparándolo con el inicial para asegurarse que se está minimizando el impacto y aplicando las medidas correctamente.

Para poder llevar a cabo este control, se deberán tomar cuatro medidas repartidas en todo el perímetro de la obra durante un horario diurno.

Este trabajo será llevado a cabo por una empresa homologada por la "Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental" y de acuerdo a la legislación y normativa vigente.

Por otro lado, deberá verificarse:

- Cumplimiento de la maquinaria de obra de las condiciones de limitación de velocidad para reducir las emisiones sonoras y, con ello, las molestias que puedan causar.
- Todos los trabajadores expuestos al ruido deberán emplear equipos de protección auditiva adecuada y compatible con el resto de equipos de protección.

#### *Control de la medida 2º. Prevención de la contaminación atmosférica*

- Se comprobará que la maquinaria utilizada en las obras ha pasado las inspecciones reglamentarias a partir de un servicio autorizado, para minimizar la presencia de contaminantes en el aire del entorno de actuación.
- En cualquier caso, se realizará periódicamente un recordatorio al personal de obra de la conveniencia de mantener velocidades moderadas.

#### *Control de la medida 3º. Prevención de la contaminación del suelo*

Se deberá comprobar periódicamente que se aplican las medidas establecidas correctamente.

#### *Control de la medida 4º Prevención de la contaminación de las aguas*

- Se comprobará que haya una correcta depuración de las aguas sanitarias de las casetas de obra prefabricadas, bien enviándolas a la red sanitaria correspondiente, a una fosa séptica o en una caseta de obra con tratamiento químico.
- Se realizará un seguimiento para el control de calidad de las aguas, de modo que permita conocer el grado de cumplimiento de los objetivos de calidad indicados en la normativa vigente. Se deberán analizar los siguientes parámetros: pH, conductividad, temperatura, color, oxígeno disuelto, hidrocarburos, sólidos en suspensión, coliformes fecales y estreptococos fecales.
- Se realizará un muestreo previo al comienzo de las obras y otro al finalizarlas.
- En caso de algún vertido accidental, se aplicarán las medidas establecidas y se realizarán muestreos adicionales.

#### *Control de la medida 5º. Reducción de las afecciones a los recursos marinos*

Deberá comprobarse periódicamente la correcta aplicación de las medidas establecidas previamente.

#### *Control de la medida 6º. Gestión de los residuos generados y limpieza*

- Se controlará periódicamente que se emplean correctamente los contenedores y que las empresas responsables retiran los residuos correctamente. Se controlará en todo momento que estas operaciones se realizan adecuadamente y sin que se produzcan derrames o vertidos de carácter accidental.
- Se realizarán inspecciones visuales diarias del aspecto general de las obras en cuanto a presencia de materiales sobrantes de obra, basuras, desperdicios y cualquier otro tipo de residuo generado y que su almacenamiento y gestión es la prevista.
- Se conservarán los certificados de entrega de los residuos a gestores autorizados, que servirán de comprobante del adecuado tratamiento de éstos.
- Se comprobará que el almacén de residuos peligrosos se realiza en los lugares seleccionados y que éstos se encuentran perfectamente señalizados y en conocimiento de todo el personal de la obra.
- Se verificará que las tareas de mantenimiento de los diferentes equipos y maquinaria móvil se realizan en los talleres autorizados.

#### *Control de la medida 7º. Restitución de los servicios afectados*



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental*

- Se comprobará que los servicios interrumpidos por la ejecución de las obras, son restituidos.
- Tras la restitución de los servicios afectados debe de tenerse al menos una situación igual a la anterior.
- Se comprobará que no se han dejado terrenos ocupados por restos de las obras.

*Control de la medida 8ª. Integración paisajística*

Se comprobará que todas las actividades y actuaciones realizadas están en completa armonía con el entorno.

## 9.2 FASE DE EXPLOTACIÓN

*Control de la medida 1ª. Reducción del impacto acústico*

- Se realizará al menos un control anual para cuantificar la calidad acústica. Para ello se tomarán medidas en cuatro puntos situados a lo largo del perímetro de la zona de explotación en horario diurno. Los trabajos serán realizados por una empresa homologada por la "Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental" y de acuerdo con la legislación y normativa vigente.
- Se comprobará que se lleva a cabo un correcto mantenimiento de los equipos.
- Se verificará que todos los elementos ruidosos están correctamente aislados.

*Control de la medida 2ª. Prevención de la contaminación de las aguas*

Debe vigilarse en todo momento el cumplimiento de las medidas establecidas. Es de vital importancia para evitar la contaminación de las aguas. Por ello, se instalará un sistema de control diario de los diversos parámetros que puedan ser motivo de contaminación de las aguas.

*Control de la medida 3ª Gestión de los residuos generados*

- Se controlará el correcto uso y estado de los contenedores. En caso de deterioro o rotura, se sustituirán por otros en buenas condiciones.
- Se deberá informar a los usuarios del correcto uso de los contenedores. Estará correctamente señalizada su función.
- Se comprobará que los gestores contratados llevan a cabo la tarea de recogida y limpieza correctamente.
- Se comprobará el buen estado de la estación de recogida de aguas fecales producidas por las embarcaciones.
- 

## 10 CONCLUSIONES

Tras obtener los resultados de la matriz causa-efecto, se puede comprobar como la obra a realizar se adapta correctamente al entorno en el que se va a ubicar. Llevando a cabo las medidas protectoras y correctoras correspondientes, se considera que no supondrá ningún impacto ambiental permanente y perjudicial, por lo que se considera que el puerto deportivo en Corcubión es una obra viable ambientalmente.

Se incluirá en el presupuesto como partida alzada de abono íntegro valorada en 25.000,00 €.





APÉNDICE I: matriz causa-efecto

1.1 Matriz de signo

		FASES DE PROYECTO							
		FASE DE CONSTRUCCIÓN				FASE DE EXPLOTACIÓN			
		Vertido relleno	Hormigonado	Dragado	Drenaje y desagüe	Transporte material y tráfico maquinaria	Presencia de la infraestructura	Uso del puerto	Drenaje y desagüe
FACTORES AMBIENTALES	ruido y vibraciones	-	~	-		-			
	Contaminación atmosférica	-				~		~	
	Calidad del agua	-	~	-				~	~
	Uso del suelo								
	Fauna	-		-		-		~	~
	Flora	-		-		-		~	~
	Paisaje	~	~			~	~	~	
	Nivel socio-económico	~	~	~	~	-	+	+	+
	Recursos pesqueros y marisqueros	-		-				+	

GRÁFICA 1. APÉNDICE 1. MATRIZ DE SIGNOS

+	-	~	
Impacto positivo	Impacto negativo	Impacto poco significativo	Impacto ausente



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº13: Estudio de Impacto Ambiental

1.2 Matriz de atributos

		FASES DE PROYECTO								
		FASE DE CONSTRUCCIÓN				FASE DE EXPLOTACIÓN				
		Vertido relleno	Hormigonado	Dragado	Drenaje y desagüe	Transporte material y tráfico maquinaria	Presencia de la infraestructura	Uso del puerto	Drenaje y desagüe	Tráfico y presencia de embarcaciones
FACTORES AMBIENTALES	ruído y vibraciones	-M,T,CP,R,PU	~B,F,CP,R,PU	-M,T,CP,R,PU		-M,T,CP,R,PU				
	Contaminación atmosférica	-M,F,CP,R,PA				~		~		
	Calidad del agua	-B,T,CP,R,PA	~	-B,T,CP,R,PA				~	~	~
	Uso del suelo									
	Fauna	-B,T,CP,R,PU		-B,T,CP,R,PU		-B,F,CP,R,PU		~	~	~
	Flora	-B,T,CP,R,PU		-B,T,CP,R,PU		-B,T,CP,R,PU		~	~	~
	Paisaje	~	~			~	~	~		
	Nivel socio-económico	~	~	~	~	-B,T,CP,R,PA	+A	+A		+A
	Recursos pesqueros y marisqueros	-M,T,CP,R,PU		-M,T,CP,R,PU				+A		

GRÁFICA 2. APÉNDICE 1. MATRIZ DE ATRIBUTOS

Negativos (-): INT,PER,REV,REC,EXT					Positivos(+): MAGNITUD
INTENSIDAD(INT)	PERSISTENCIA(PER)	REVERSIBILIDAD(REV)	RECUPERABILIDAD (REC)	EXTENSIÓN (EXT)	
B: baja	F: fugaz	CP: corto plazo	R: recuperable	PU: puntual	A: alta
M: media	T: temporal	MP: medio plazo	M: mitigable	PA: parcial	M: media
A: alta	P: permanente	LP: largo plazo	I: irrecuperable	EX: extenso	
		I: imposible			B: baja



### 1.3 Matrices globales

#### ALTERNATIVA 1

		FASES DE PROYECTO								
		FASE DE CONSTRUCCIÓN				FASE DE EXPLOTACIÓN				
		Vertido relleno	Hormigonado	Dragado	Drenaje y desagüe	Transporte material y tráfico maquinaria	Presencia de la infraestructura	Uso del puerto	Drenaje y desagüe	Tráfico y presencia de embarcaciones
FACTORES AMBIENTALES	ruído y vibraciones	-2.2: M	0	-2.2: C		-2.2: M				
	Contaminación atmosférica	-2.1: C				0		0		
	Calidad del agua	-1.2: C	0	-1.2: M				0	0	0
	Uso del suelo									
	Fauna	-1.2: C		-1.2: C		-1.1: C		0	0	0
	Flora	-1.2: C		-1.2: C		-1.2: C		0	0	0
	Paisaje	0	0			0	0	0		
	Nivel socio-económico	0	0	0	0	-1.2: C	+3	+3		+3
	Recursos pesqueros y marisqueros	-2.2: M		-2.2: M				+3		

GRÁFICA 3. APÉNDICE 1. MATRIZ GLOBAL ALTERNATIVA 1

Valoración global del impacto negativo		Valoración global del impacto positivo	
Impacto ambiental compatible		Impacto ambiental ausente	
Impacto ambiental moderado		Impacto ambiental poco significativo	
Impacto ambiental severo		Impacto ambiental positivo	
Impacto ambiental crítico			



ALTERNATIVA 2

		FASES DE PROYECTO								
		FASE DE CONSTRUCCIÓN					FASE DE EXPLOTACIÓN			
		Vertido relleno	Hormigonado	Dragado	Drenaje y desagüe	Transporte material y tráfico maquinaria	Presencia de la infraestructura	Uso del puerto	Drenaje y desagüe	Tráfico y presencia de embarcaciones
FACTORES AMBIENTALES	ruído y vibraciones	-2.2: M	0	-2.2: C		-2.2: M				
	Contaminación atmosférica	-2.1: C				0		0		
	Calidad del agua	-1.2: C	0	-1.2: M				0	0	0
	Uso del suelo									
	Fauna	-1.2: C		-1.2: C		-1.1: C		0		0
	Flora	-1.2: C		-1.2: C		-1.2: C		0		0
	Paisaje	0	0			0	0	0		
	Nivel socio-económico	0	0	0	0	-1.2: C	+3	+3		+3
	Recursos pesqueros y marisqueros	-2.2: M		-2.2: M				+3		

GRÁFICA 4. APÉNDICE 1. MATRIZ GLOBAL ALTERNATIVA 2

Valoración global del impacto negativo		Valoración global del impacto positivo	
Impacto ambiental compatible		Impacto ambiental ausente	
Impacto ambiental moderado		Impacto ambiental poco significativo	
Impacto ambiental severo		Impacto ambiental positivo	
Impacto ambiental crítico			



ALTERNATIVA 3

		FASES DE PROYECTO							
		FASE DE CONSTRUCCIÓN				FASE DE EXPLOTACIÓN			
		Vertido relleno	Hormigonado	Dragado	Drenaje y desagüe	Transporte material y tráfico maquinaria	Presencia de la infraestructura	Uso del puerto	Drenaje y desagüe
FACTORES AMBIENTALES	ruido y vibraciones	-2.2: M	0	-1.2: C		-2.2: M			
	Contaminación atmosférica	-2.2: M				0		0	
	Calidad del agua	-2.2: M	0	-1.2: M				0	0
	Uso del suelo								
	Fauna	-2.2: M		-1.2: C		-1.1: C		0	0
	Flora	-1.2: C		-1.2: C		-1.2: C		0	0
	Paisaje	0	0			0	-2.2: M	0	
	Nivel socio-económico	0	0	0	0	-1.2: C	+1	+3	+3
	Recursos pesqueros y marisqueros	-2.2: M		-1.2: C			-	+3	

GRÁFICA 5. APÉNDICE 1. MATRIZ GLOBAL ALTERNATIVA 3

Valoración global del impacto negativo		Valoración global del impacto positivo	
	Impacto ambiental compatible		Impacto ambiental ausente
	Impacto ambiental moderado		Impacto ambiental poco significativo
	Impacto ambiental severo		Impacto ambiental positivo
	Impacto ambiental crítico		



## **ANEXO Nº14: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**



## ÍNDICE

1. OBJETO
2. ANTECEDENTES Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA
3. SITUACIÓN ACTUAL
4. CRITERIOS DE DISEÑO
  - 4.1 Oleaje
  - 4.2 Demanda
5. PROPUESTA DE ALTERNATIVAS
  - 5.1 Alternativa 1
  - 5.2 Alternativa 2
  - 5.3 Alternativa 3
6. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS
  - 6.1 Criterio económico
  - 6.2 Criterio ambiental
  - 6.3 Criterio funcional
7. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA A PROYECTAR



### 1. OBJETO

El objeto de este anexo es el estudio de las distintas alternativas planteadas para poder elegir posteriormente la que proporcione la mejor solución a la problemática planteada actualmente en el puerto de Corcubión.

Para poder llevar a cabo la selección de la más adecuada, se aplicarán los siguientes criterios: de tipo económico, de tipo ambiental y de tipo funcional.

No obstante, para llegar a dicha selección, se realizarán unos análisis previos basados en la situación previa y la problemática actual y en una breve descripción de los criterios de diseño de las alternativas.

### 2. ANTECEDENTES Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA

La costa gallega supone un fuerte atractivo para los navegantes y aficionados a la náutica deportiva. Las mejoras continuas de las comunicaciones por tierra, la belleza singular del litoral gallego y características de navegabilidad que muchas rías gallegas ofrecen han provocado en los últimos años un gran aumento de la demanda de instalaciones propias para el desarrollo de las actividades náutico-recreativas en Galicia.

A pesar de los cerca de 2000Km que componen la costa gallega, el número de amarres posibles para este tipo de actividad comparado con el resto de la costa española está en desequilibrio.

Esta situación en la que se encuentra actualmente Galicia ha llevado al estudio de la construcción de un nuevo puerto deportivo. Para ello, se ha seleccionado como ubicación de este proyecto el pueblo de Corcubión, ubicado en la zona interior de la ría que le da nombre, al abrigo de los fuertes oleajes que azotan a la costa durante la época de temporal.

Otro de los motivos que empujan a llevar a cabo este proyecto, ya no es solo el crecimiento del turismo que se está produciendo en la Costa da Morte en la última década, sino que la ubicación del puerto en la Ensenada de Corcubión permite disponer a los navegantes de una parada intermedia entre el puerto deportivo de Portosín y el de Muxía, cuyo viaje supone aproximadamente un día por mar.

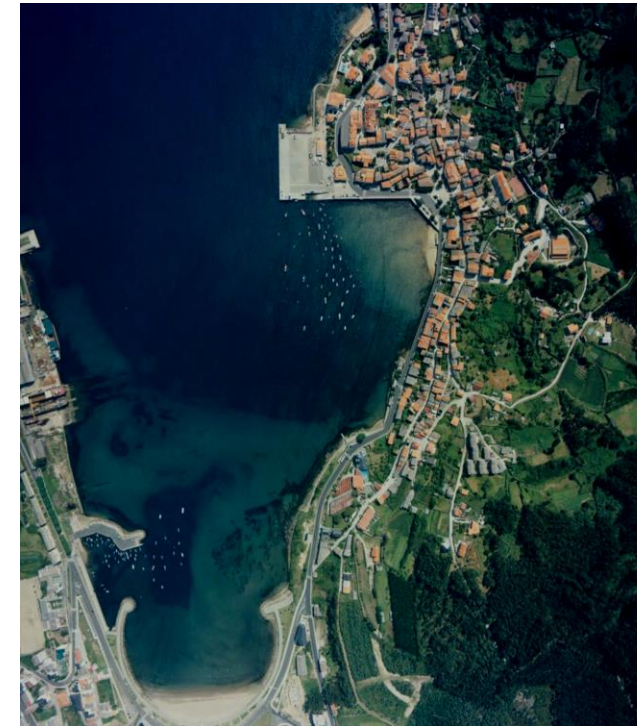
### 3. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente el puerto de Corcubión dispone de aproximadamente 60 embarcaciones pertenecientes a la 7ª lista (esto es, pertenecientes al grupo de la práctica deportiva o pesca sin ánimo de lucro) y 15 embarcaciones pertenecientes a la 3ª lista (esto es, pertenecientes al grupo de la práctica de pesca con fines comerciales). Estas embarcaciones están distribuidas de forma desorganizada y sin un seguimiento de normativa, amarrando "dónde les es posible".

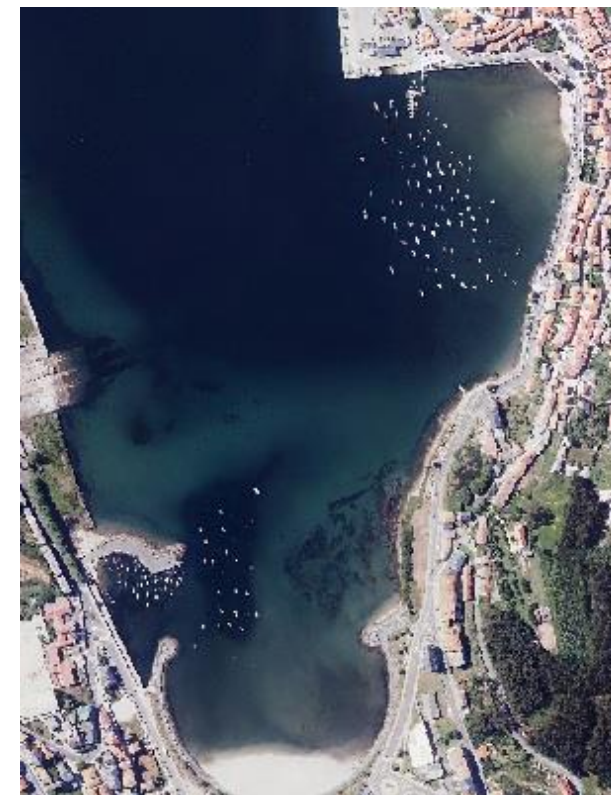
Además, el puerto cuenta con un pequeño pantalán, pero que solamente se puede emplear para amarrar las embarcaciones auxiliares.

Uno de los problemas que presenta actualmente, no obstante, ya no es solo la falta de organización mencionada previamente, sino que la línea de arena se ve cada año más desplazada hacia el interior del mar, lo que supone una pérdida de calado y que, por tanto, cada año se tenga menos zona de fondeo.

Se muestran a continuación unas ortofotos obtenidas del IGN que muestran dicho movimiento:



Año 2001



Año 2014

Se puede observar claramente como en los últimos años la línea de arena se ha visto desplazada mar adentro, por lo que en algún momento será necesario dragar.





Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº14: Estudio de Alternativas

Además, se puede observar como el fenómeno de fondeo se ha visto en aumento, lo cual remarca más la necesidad de un puerto deportivo.

#### 4. CRITERIOS DE DISEÑO

Como criterio de diseño se utilizarán los datos obtenidos del estudio del clima marítimo y del estudio de la demanda. Esto es debido a que, por un lado, del clima marítimo podemos obtener una altura de ola de mar de fondo y una de viento, así como sus direcciones de actuación, lo cual nos permite diseñar la obra de abrigo en alzado.

Del segundo criterio, es decir, del estudio de la demanda, se obtiene el diseño de la obra en planta, es decir, el número de amarres y su ordenación.

Finalmente, también se tendrá en cuenta la navegabilidad del canal de entrada y la afección ambiental en la línea de costa, que se tratará de reducir al mínimo.

##### 4.1 OLEAJE

El oleaje que se a estudiado, por ser el más desfavorecedor, es el oleaje en extremal, tanto de swell como de viento. Los resultados con los que se realizará el estudio de alternativas son los siguientes:

	Altura en boya (m)	Altura en propagación (m)	Dirección	Período (s)	Marea
<b>Swell</b>	16.55	1.5	SW	18	PMVE

	Altura de ola	Dirección	Período (s)
<b>Viento</b>	1.4	SSE	3.66
	0.96	SE	2.84

##### 4.2 DEMANDA

En cuanto a la capacidad del puerto, se recurre a los resultados obtenidos del estudio de viabilidad y demanda, de donde se obtiene el siguiente resultado:

ESLORA (m)	DIMENSIONES (mxm)	NºAMARRES
<b>6</b>	6 x 3.10	44
<b>8</b>	8 x 3.75	68
<b>10</b>	10 x 4.25	50
<b>12</b>	12 x 5.20	13
<b>16</b>	16 x 6.10	10
<b>18</b>	18 x 6.55	6
<b>24</b>	24 x 7.8	4
<b>TOTAL</b>		<b>195</b>

A partir de estos datos se realiza un predimensionamiento, que se puede ver en detalle en los anexos propios al dimensionamiento de la zona marítima y dimensionamiento de la zona terrestre.

De ambos anexos se obtiene que:

Zona marítima (m²)	Zona terrestre (m²)
22425	7670

#### 5. PROPUESTA DE ALTERNATIVAS

Para la resolución del problema expuesto al comienzo del anexo, se ha optado por tres alternativas, dos de ellas ubicadas en la zona interior del actual puerto, lo cual las ubica en el interior del pueblo y una tercera alternativa ubicada entre la playa de Quenxe y el actual puerto.

Tanto la alternativa 1 como la alternativa 2 se basan en un pequeño dique que se prolonga desde el muelle actual que cierra la dársena con un dique flotante y que dan albergue tanto a embarcaciones deportivas como a las pocas embarcaciones pesqueras que hay actualmente fondeadas en la zona.

Por otro lado, la alternativa 3 es un dique de abrigo que cierra la dársena con el actual muelle y que alberga solamente a embarcaciones deportivas, dejando la zona de fondeo actual para las embarcaciones pesqueras.

Las tres alternativas se han realizado en AutoCAD, siendo la alternativa elegida la que se desarrolle en profundidad en función del resto de los anexos. En un principio, se han diseñado las 3 alternativas para un total de 195 plazas.

Por tanto, este anexo lo que permite es plantear las diferentes valoraciones atribuidas a las tres alternativas en función de los criterios establecidos para poder elegir posteriormente la mejor.

A continuación se muestra una imagen extraída de un documento dwg. del estado actual del puerto, lo que permite después hacerse una idea de las zonas de relleno que se irán indicando en las diferentes alternativas.

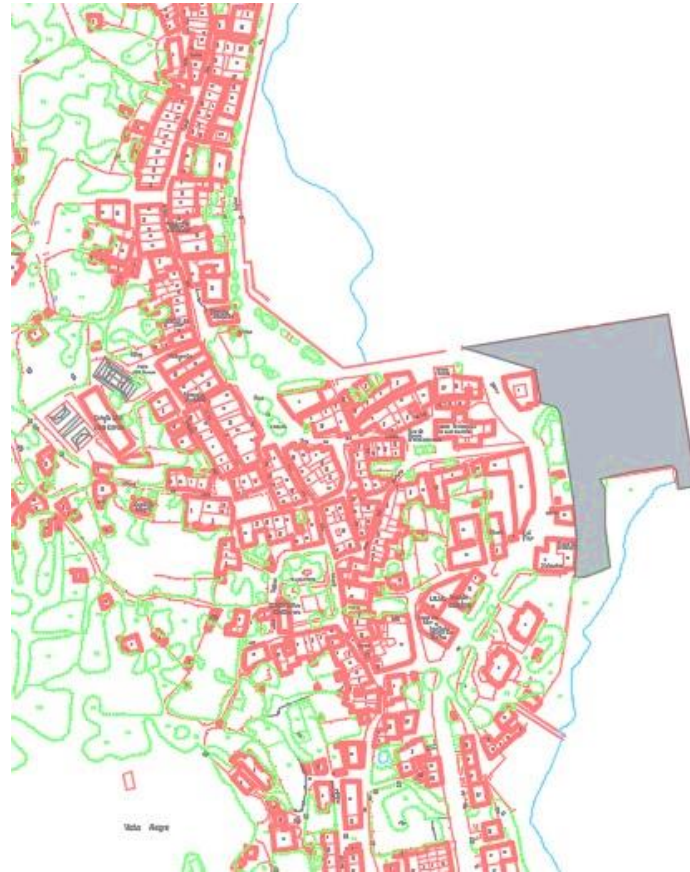




*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº14: Estudio de Alternativas*

lonja y oficina de turismo. Además, contará con un aparcamiento que cubra las necesidades del puerto, zona comercial y, para finalizar, zona de jardín.

Las 195 plazas se dispondrán en cuatro pantalanes con una sola entrada desde la zona de nuevo relleno que suman un total de 450m; un pantalán de espera de 60m y, finalmente, 18 plazas destinadas a las embarcaciones pesqueras y cuyo pantalán será el propio dique flotante.



ESTADO ACTUAL DEL PUERTO

### 5.1 ALTERNATIVA 1

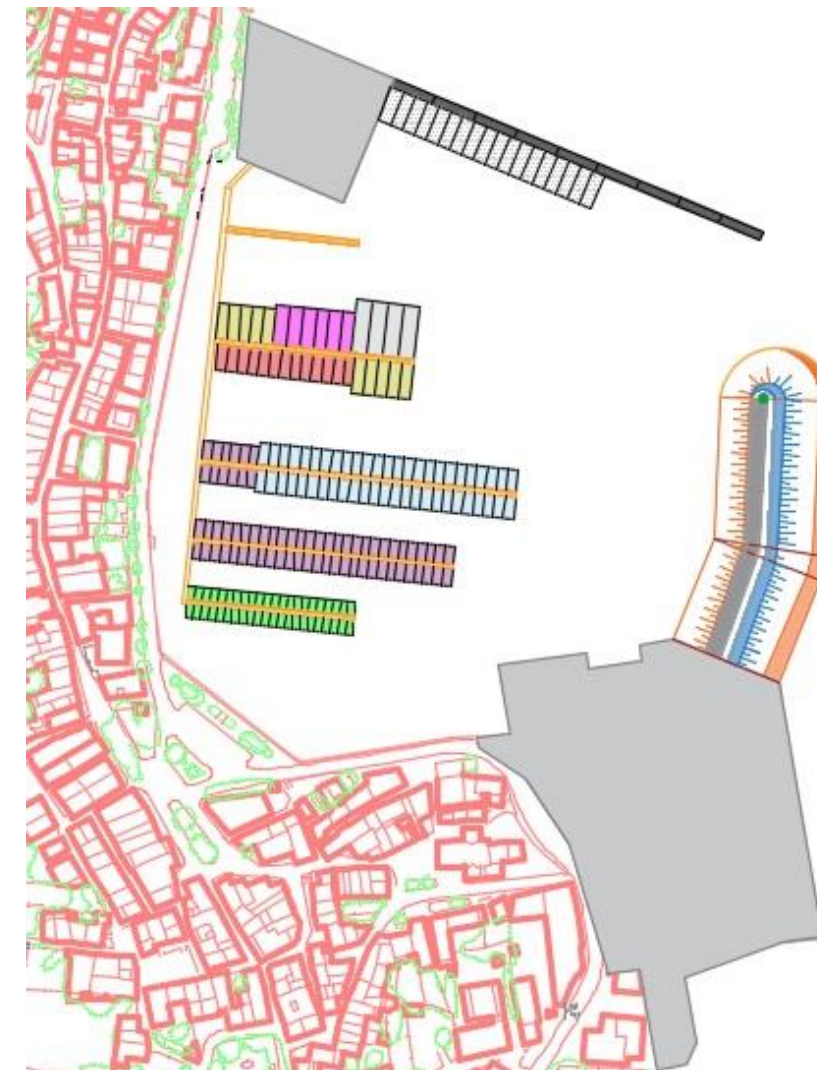
La alternativa número 1, como ya se ha mencionado, está ubicada en Santa Isabel, una playa en desuso y en la que se encuentran actualmente fondeadas las embarcaciones.

La obra de abrigo está conformada por dos alineaciones rectas que arrancan desde un pequeño ensanchamiento del muelle actual, siendo una de aproximadamente 50m en dirección SSW y un segundo tramo de aproximadamente 70m en dirección N-S, presentando un quiebro entra ambos que permite dar continuidad al dique.

En cuanto al contradique, en este caso se trata de un dique flotante formado por 9 módulos de 20m en dirección ESE y un módulo de 20m en dirección perpendicular a esta, donde se alberga la línea de atraque de las embarcaciones pesqueras.

La explanada de esta alternativa se ve repartida por un lado en el muelle actual, que se reorganizaría y se vería levemente ampliado en la parte posterior a la dársena del puerto y, por otro lado, se realizaría una ampliación desde la finalización del dique flotante hasta el actual paseo marítimo.

Esto permitiría obtener un espacio para la zona de varada y almacenaje, reubicar y ampliar el edificio de capitán y las oficinas portuarias, la reubicación del club de vela, y además, ubicar unos vestuarios, así como las ya existentes lonja, oficina de turismo y una reubicación del club de vela.



### 5.2 ALTERNATIVA 2

La alternativa 2 se encuentra ubicada en el mismo lugar que la alternativa 1, a diferencia de que consta de un dique de abrigo que nace desde el muelle actual y que sigue su misma dirección. Consta de una sola alineación recta de aproximadamente 135m y cierra la dársena acompañada de un dique flotante de 9 módulos de 20m cada uno y cuya dirección es SE.

Al igual que se ha realizado en la alternativa anterior, se rellena la parte posterior del muelle actual, pudiendo así utilizarlo como explanada donde poder ubicar una zona de reparación varada y almacenaje, aparcamiento, vestuarios, zona comercial y oficina portuaria, así como las ya existentes lonja, oficina de turismo y una reubicación del club de vela.



*Puerto Deportivo en Corcubión*  
*Anexo nº14: Estudio de Alternativas*

En cuanto a la repartición de las embarcaciones, en este caso se disponen de 4 pantalanes con una sola entrada desde el muelle actual que suman un total de 425m; un pantalán de espera de 60m y finalmente, un quinto pantalán conectado al principal, de 47m, dedicado a albergar las embarcaciones pesqueras.

En la dársena, situada en el interior que forma dicho dique con el muelle actual, se reparten las embarcaciones en cinco pantalanes que suman un total de 456m junto con un pantalán de espera de 60m.

En cuanto a la explanada, al contrario que en las otras dos alternativas, presenta la rampa de varada en la zona interior del muelle actual, de modo que permite una mayor movilidad a las embarcaciones del puerto y también se ve protegida frente al oleaje.

Hay una pequeña zona de relleno por la parte interior del muelle actual, que se usará de zona de reparación, varada y almacenaje; también habrá un pequeño tramo de relleno por la parte posterior del puerto actual, es decir, hacia el interior de la dársena del puerto deportivo, que permite dar continuidad y repartir tanto la zona de aparcamiento, como la zona comercial, los vestuarios, reubicar el nuevo edificio de capitanía, etc.



**5.3 ALTERNATIVA 3**

La alternativa 3 se encuentra ubicada en la parte posterior del muelle actual, y permite utilizar este como contradique al dique que se crea desde la parte posterior del pequeño muelle de la playa de Quenxe.

Este dique consta de dos alineaciones rectas unidas por un pequeño quiebro. La primera alineación tendrá una longitud de 107m y está orientada en dirección SW; la segunda alineación tendrá una longitud de 140m y está orientada en dirección SSW.



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº14: Estudio de Alternativas

## 6. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Como ya se ha mencionado previamente, los criterios de evaluación son:

- Criterio económico
- Criterio ambiental
- Criterio funcional

### 6.1 CRITERIO ECONÓMICO

Este criterio se basa en la realización de un simple presupuesto que analiza los principales materiales de cada alternativa. Para ello, se llevarán a cabo unas mediciones aproximadas y se multiplicarán por un precio asignado a cada unidad, obteniendo así una clasificación económica de las tres alternativas.

#### Alternativa 1

Para la alternativa 1 se considera una profundidad media del dique de 8m, una altura media del relleno de la explanada de 6m y los volúmenes de dragados son los obtenidos en los planos en planta.

	Unidad	Cantidad	Precio por ud (€)	Presupuesto (€)
Dique	ml	130	10766.98	1399707.4
Dique flotante	ml	180	1200	216000
Atraques	ml	510	600	306000
Relleno	m <sup>3</sup>	43026	10	430260
Dragado	m <sup>3</sup>	104957	80	8396560
<b>TOTAL</b>				<b>10,748,527.4</b>

#### Alternativa 2

Para esta alternativa se considera una profundidad media del dique de 8m, una altura media de relleno de la explanada de 6m y los volúmenes de dragados obtenidos en los planos en planta.

	Unidad	Cantidad	Precio por ud (€)	Presupuesto (€)
Dique	ml	137	10766.98	1475076.26
Dique flotante	ml	180	1200	216000
Atraques	ml	532	600	31920
Relleno	m <sup>3</sup>	31200	10	312000
Dragado	m <sup>3</sup>	92177	80	7374160
<b>TOTAL</b>				<b>9,409,156.26</b>

#### Alternativa 3

Para esta alternativa se va a considerar una profundidad media del dique de 10m, una altura media del relleno de 6m y el volumen de dragado el obtenido en el plano en planta.

	Unidad	Cantidad	Precio por ud (€)	Presupuesto (€)
Dique	ml	290	10766.98	3122424.2

Atraques	ml	516	600	309600
Relleno	m <sup>3</sup>	43026	10	86060
Dragado	m <sup>3</sup>	20178	80	1614240
<b>TOTAL</b>				<b>5,132,324.2</b>

### 6.2 CRITERIO AMBIENTAL

Como base para este criterio se tomarán los datos obtenidos del anexo de impacto ambiental y se concretará de forma sencilla para cada una de las alternativas presentadas.

Para ello, los factores a tener en cuenta son:

- Metros de costa afectada
- Metros cuadrados de ocupación
- Afección a las playas
- Impacto ambiental generado por dragado, excavaciones y vertidos.

	Unidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costa afectada	ml	371.28	367	379.7
Superficie ocupada	m <sup>2</sup>	85261,3	84673,36	82790.8

Además de estos dos factores, cabe destacar las matrices de impacto ambiental realizadas en el anexo de *Estudio de Impacto Ambiental*. En ellas se puede observar claramente como la alternativa 3 provoca un impacto ambiental mayor comparado con las alternativas 1 y 2.

### 6.3 CRITERIO FUNCIONAL

En este criterio se va a evaluar la funcionalidad de cada una de las alternativas puntuando:

- Ruta de entrada: se valorará el trazado del canal de entrada de modo que, cuanto más rectilíneo sea, mejor, pues facilita la maniobrabilidad de las embarcaciones. Por tanto se puede diferenciar entre un trazado bueno, regular y malo.
- Abrigo ofrecido y agitación interna: para valorar estos factores se recurre al anexo de agitación interna, en el que se evalúa la incidencia del oleaje en el interior de la dársena, teniendo en cuenta que el valor impuesto para que se cumpla será una altura de ola máxima de 0.5m (ROM). Para ello, se basará en los resultados obtenidos en el anexo de "Agitación interior".
- Ordenación de la lámina de agua: para este factor se tendrá en cuenta que la dársena determinada tiene capacidad para albergar todas las embarcaciones propuestas y, además, proporciona el espacio suficiente para una correcta, segura y fácil maniobrabilidad de las embarcaciones, así como espacio para una posible ampliación. Para ello se valorará como amplia o escasa en cuanto a la capacidad de ampliación y buena, regular o mala en cuanto a la maniobrabilidad.



	Ruta de entrada	Abrigo y agitación	Ordenación y ampliación
Alternativa 1	Buena	Bueno	Buena, amplia
Alternativa 2	Buena	Malo	Buena, escasa
Alternativa 3	Buena	excelente	Buena, escasa

Además, es necesario tener en cuenta que la alternativa 1 y la alternativa 2 quedarían encajadas en el interior del pueblo, lo cual supone una ventaja en cuanto al turismo.

### 7. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA A PROYECTAR

Para seleccionar la alternativa óptima, se presentará una tabla resumen en la que se recopila los datos obtenidos de las valoraciones anteriores. Para ello, se valorará cada uno de los bloques (económico, ambiental, funcional) como un tercio del peso total de la puntuación.

El método de valoración se basa, por tanto, en lo siguiente:

#### Criterio económico

El criterio económico engloba el presupuesto de cada una de las alternativas. De este modo, se asignará el total de la puntuación (33 pts) a la alternativa más barata. Se seguirá asignando 2/3 de esos 33 pts a la segunda más barata y, por último, se asignará 1/3 de la puntuación total a la más cara.

De este modo quedará:

- Alternativa 1:  $2/3 * 33 = 22$
- Alternativa 2:  $1/3 * 33 = 11$
- Alternativa 3:  $3/3 * 33 = 33$

#### Criterio ambiental

Para poder valorar este criterio, se tomará como base las matrices obtenidas en el anexo de "Estudio de Impacto Ambiental".

Además, se dividirán los 33 puntos totales en tres grupos que sumarán un total de 11 puntos cada uno, de modo que:

- Afección a la costa: se tomará como referencia los valores obtenidos de la "costa afectada". De este modo, se asignará 11 puntos a la alternativa que afecte a menos costa, 2/3 de esos 11 puntos a la alternativa intermedia y 1/3 de esos puntos a la alternativa que más costa afecte (redondeando al número mayor). Por tanto:
  - Alternativa 1:  $2/3 * 11 = 8$  puntos
  - Alternativa 2:  $3/3 * 11 = 11$  puntos
  - Alternativa 3:  $1/3 * 11 = 4$  puntos
- Afección a los seres vivos: en este caso, la valoración es algo más subjetiva. Para ello, se tomará como referencia el "Estudio de Impacto Ambiental" y se asociarán, al igual que en el caso anterior, 11, 8 y 4 puntos de menos a más afección. Por tanto:
  - Alternativa 1: 8 puntos

- Alternativa 2: 11 puntos
- Alternativa 3: 4 puntos

- Afección al paisaje: al igual que en la afección a los seres vivos, la valoración es algo más subjetiva. Se valorará, en función de los resultados obtenidos en el "Estudio de Impacto Ambiental", repartiendo 11, 8 y 4 puntos, al igual que en el punto anterior. Por tanto:

- Alternativa 1: 8 puntos
- Alternativa 2: 11 puntos
- Alternativa 3: 4 puntos

#### Criterio funcional

Finalmente, el criterio funcional se valorará según la facilidad que tienen las embarcaciones de entrar en la dársena, así como el abrigo que esta aporta y la posibilidad de ampliaciones futuras. A pesar de no tener unas valoraciones cuantitativas, si se tienen cualitativas.

De este modo, nuevamente se dividirá la puntuación total de 33 puntos en tres grupos, sumando un total de 11 puntos cada uno.

- Ruta de entrada: se aportarán 11 puntos cuando se considere excelente, 8 puntos cuando se considere buena y 4 puntos cuando se considere mala. Por tanto:
  - Alternativa 1: 8 puntos
  - Alternativa 2: 8 puntos
  - Alternativa 3: 8 puntos
- Abrigo: se proporcionará un total de 11 puntos a aquella alternativa que proporcione un abrigo excelente, 8 puntos a la que proporcione un abrigo bueno y 4 puntos a la que proporcione un abrigo malo. De este modo:
  - Alternativa 1: 8 puntos
  - Alternativa 2: 4 puntos
  - Alternativa 3: 11 puntos
- Ordenación y ampliación: puesto que las tres alternativas proporcionan una buena ordenación de las embarcaciones, se darán las puntuaciones en función de la ampliación. De este modo, se proporcionará el total de la puntuación (11 puntos) a la alternativa que sea "amplia" y la mitad de la puntuación (redondeando), es decir, 6 puntos, a la alternativa que sea escasa. Por tanto:
  - Alternativa 1: 11 puntos
  - Alternativa 2: 6 puntos
  - Alternativa 3: 6 puntos

Teniendo en cuenta los datos obtenidos a lo largo de todos los anexos, la alternativa elegida será la **Alternativa 1**, pues es la que mayor puntuación ha recibido.

Se resume a continuación las valoraciones y la suma total de cada una de ellas:



Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº14: Estudio de Alternativas

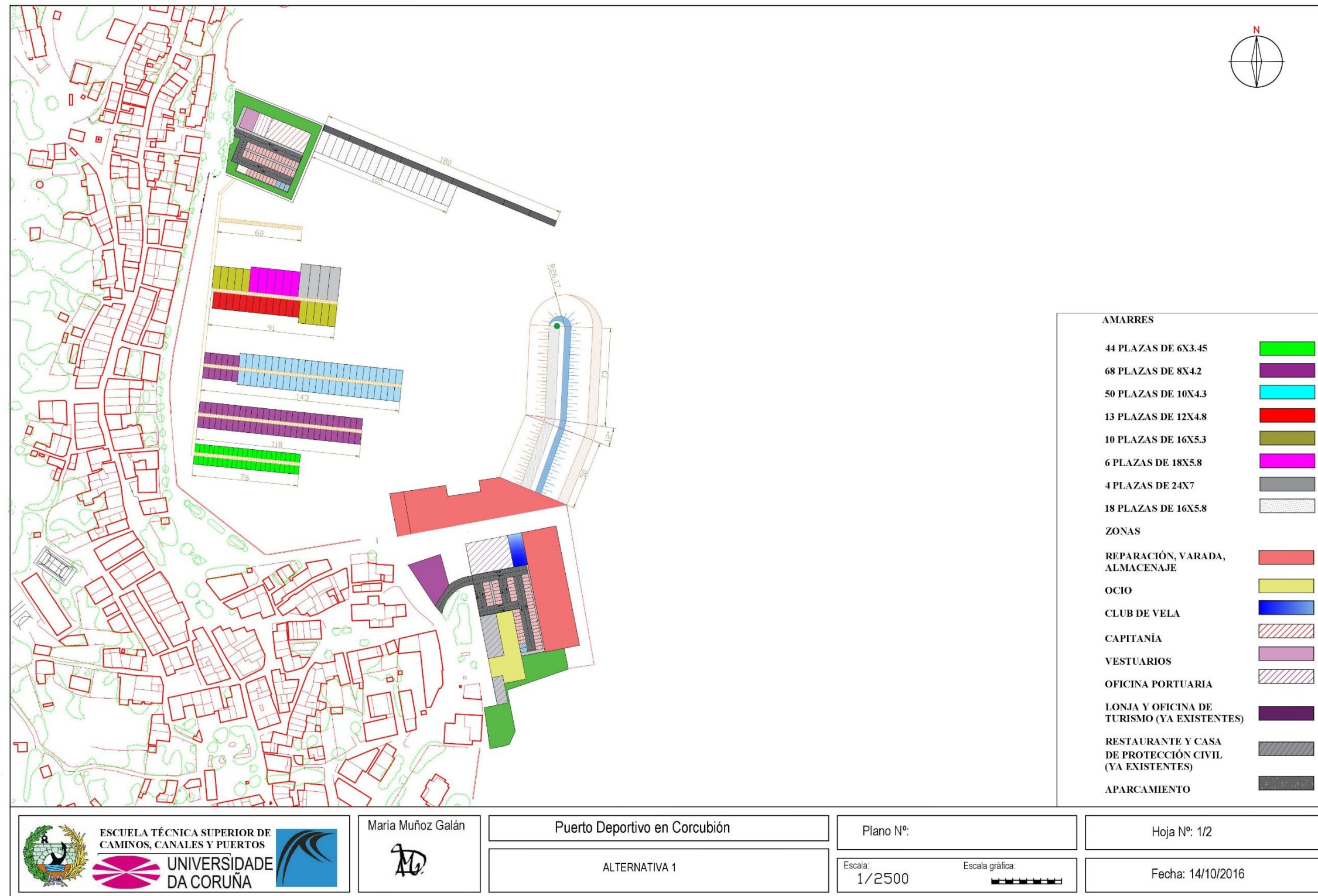


	Criterio	Alternativa1	Alternativa2	Alternativa3	Puntuación máx.
Económico	Presupuesto	22	11	33	33
	Total	22	11	33	33
Ambiental	Afección a la costa	8	11	4	11
	Afección a los seres vivos	8	11	4	11
	Afección al paisaje	8	11	4	11
	Total	24	33	12	33
funcional	Ruta de entrada	8	8	8	11
	Abrigo	8	4	11	11
	Ordenación y ampliación	11	6	6	11
	total	27	18	25	33
<b>TOTAL</b>		<b>73</b>	<b>62</b>	<b>70</b>	<b>100</b>



APÉNDICE I: ALTERNATIVAS

I.1 ALTERNATIVA 1



Maria Muñoz Galán

Puerto Deportivo en Corcubión

Plano Nº:

Hoja Nº: 1/2

ALTERNATIVA 1

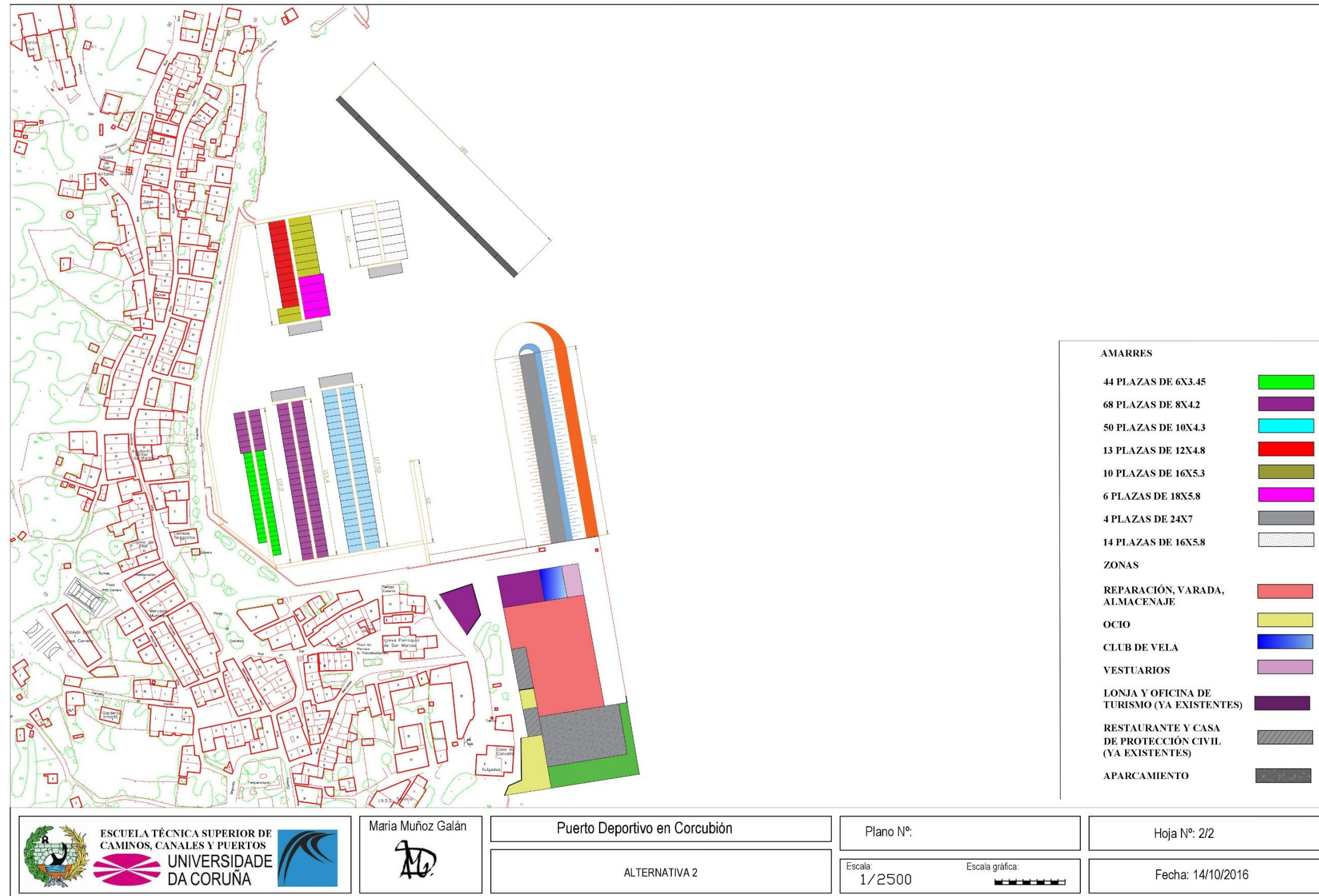
Escala: 1/2500

Escala gráfica:

Fecha: 14/10/2016



I.II ALTERNATIVA 2



Maria Muñoz Galán

Puerto Deportivo en Corcubión  
ALTERNATIVA 2

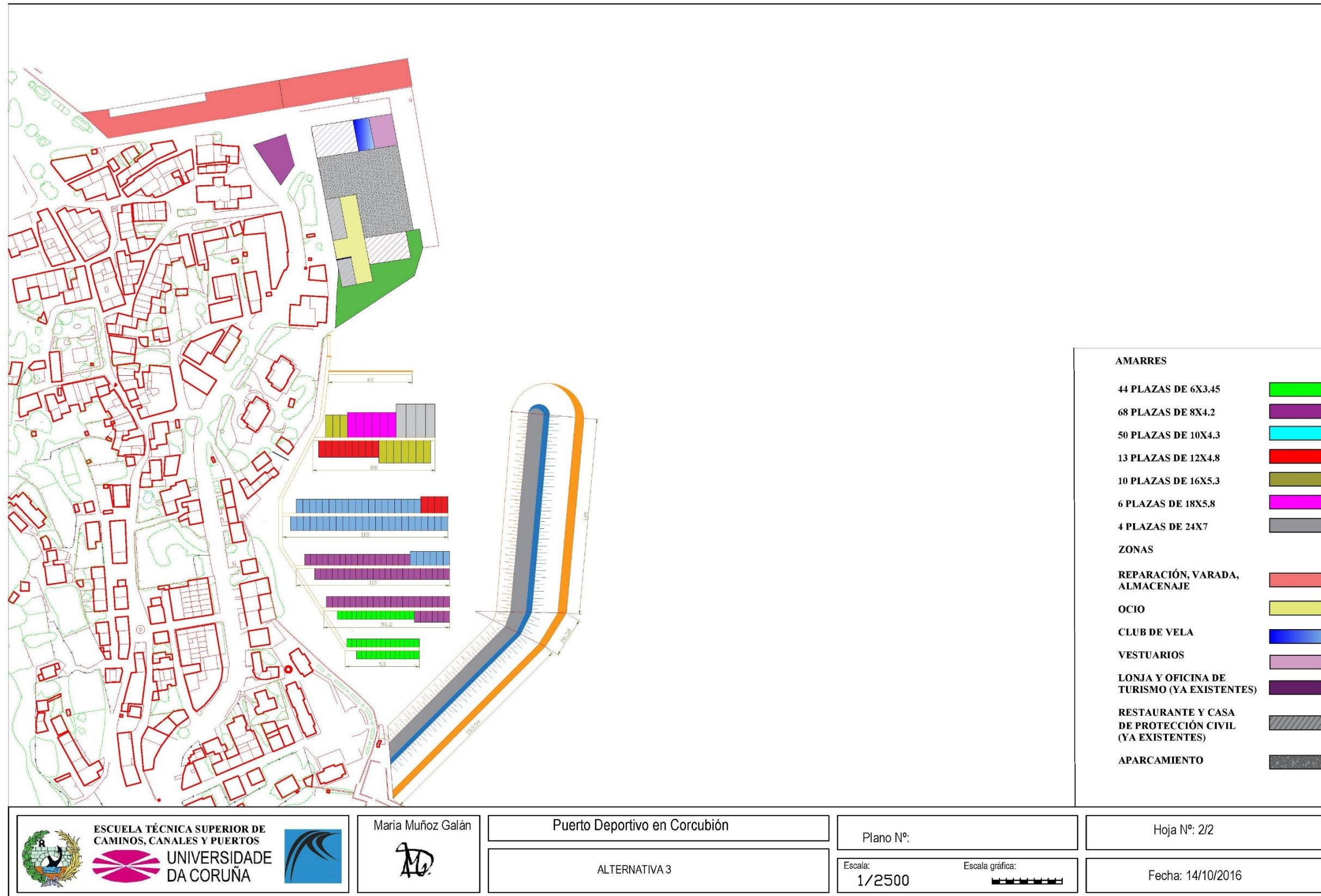
Plano Nº:  
Escala: 1/2500  
Escala gráfica

Hoja Nº: 2/2  
Fecha: 14/10/2016





I.III ALTERNATIVA 3



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDADE DA CORUÑA



María Muñoz Galán

Puerto Deportivo en Corcubión  
ALTERNATIVA 3

Plano Nº:  
Escala: 1/2500  
Escala gráfica:

Hoja Nº: 2/2  
Fecha: 14/10/2016



## **ANEXO Nº15: PLAN DE OBRA**



## ÍNDICE

1. OBJETO

2. PLAN DE OBRA

**Apéndice I: tabla del plan de obra**

*Puerto Deportivo en Corcubión  
Anexo nº15: Plan de obra*





### 1. OBJETO

Este anexo tiene como objeto una primera estimación del tiempo necesario para realizar la obra en cuestión.

No obstante, este plan es de carácter meramente indicativo y no tiene carácter vinculante con el contratista, el cual tendrá la responsabilidad de estudiar y proponer el que estime más oportuno, de acuerdo con los equipos a utilizar, la ubicación de los talleres y almacenes, etc.

### 2. PLAN DE OBRA

El orden de ejecución de la obra es el siguiente:

La obra comenzará por la realización de parte del relleno de la explanada, para lo cual será necesario comenzar las operaciones de dragado.

Para ello, se recomienda que la obra de dragado comience antes para poder eliminar la primera capa del sustrato (bien vertiéndola directamente al mar o bien, en caso de ser necesario, vertiéndola como relleno a alguna playa próxima), de modo que se garantiza que el material procedente del dragado para el relleno de la explanada sea de la mejor calidad posible.

Se irá avanzando con el relleno de la explanada, ganándole terreno al mar hasta llegar a la zona de arranque de escollera. En este momento se iniciará la construcción del dique de abrigo.

Una vez ganado el terreno suficiente, se instalará la zona de acopio de áridos y la central de hormigonado y se comenzará a construir los primeros bloques de hormigón, que serán almacenados en una zona de acopio.

Una vez rematado el dique, se dispondrá al cierre de las secciones de contención de la explanada.

Una vez finalizada la explanada y quedando ésta libre de central de hormigonado y acopios, se dispondrán las redes de servicios y los firmes, así como el pavimentado del dique.

Finalmente, se procederá a la colocación del dique flotante y se dispondrán todos los elementos de la zona marítima (pantalanes, fingers...).

Una vez rematadas las actuaciones anteriores, se dispondrán los elementos de señalización necesarios, el mobiliario urbano establecido, plantaciones de césped y demás y se acometerá a la limpieza y terminación de las obras para que quede listo para su utilización.

**Apéndice I: tabla resumen del plan de obra**

Trabajo	Duración (meses)																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Dragado	■	■	■	■	■																	
Obras de abrigo						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Explanada		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Zona marítima																	■	■	■	■		
Redes técnicas															■	■	■					
Acondicionamiento de la explanada																			■	■	■	
Señalización																					■	■
limpieza																						■
Seguridad y salud	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



*Puerto Deportivo en Corcubión  
Memoria descriptiva*

