



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DEL DIQUE NORTE DE CASTRO URDIALES

Trabajo realizado por:
Pablo Zubía Palazuelos

Dirigido:
Javier López Lara
Amador Gafo Álvarez

Titulación:
Grado en Ingeniería Civil

Mención:
Construcciones Civiles

Santander, julio 2021

TRABAJO FIN DE GRADO



RESUMEN

Título: Proyecto constructivo de acondicionamiento y mejora del dique norte de Castro Urdiales.

Autor: Pablo Zubía Palazuelos.

Director: Amador Gafo Álvarez y Javier López Lara.

Convocatoria: junio 2021.

Titulación: Grado en Ingeniería Civil.

Mención: Construcciones Civiles.

Palabras Clave: Puerto, clima marítimo, rebase, dique, rompeolas, francobordo, presiones, estabilidad, protección.

El presente documento es el resumen del proyecto correspondiente al Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería Civil, que recibe el nombre de “*Proyecto constructivo de acondicionamiento y mejora del dique norte de Castro Urdiales*”. En él, se explica brevemente los aspectos fundamentales acerca de las obras de actuación sobre el dique para su acondicionamiento y mejora en base a operatividad y estabilidad.

1.- ANTECEDENTES

La gran problemática del rompeolas norte de Castro Urdiales se basa en los problemas relacionados con la operatividad y estabilidad del mismo. La alta rebasabilidad hace que la estructura actual no sea capaz de cumplir con los tres criterios fundamentales de operatividad establecidos por la ROM. Estos criterios se resumen en fundamentalmente tres: una operatividad mínima del 0.99, un número máximo de paradas anuales igual a 5 y una duración de dichas paradas de máximo 6 horas. Por otro lado, con respecto a la estabilidad de la estructura, en cuanto a términos del criterio de deslizamiento, el dique actual no llega al coeficiente de seguridad establecido de 1.50. Es por ello que, con las obras del presente proyecto, se pretende solventar ambos problemas.

2.- ALTERNATIVAS

Como consecuencia de esta problemática que presenta el dique actualmente, se procedió a la realización de un análisis hidráulico de varias alternativas estructurales, con el objetivo de mejorar los factores anteriormente presentados. Toda esta información se recoge en el *Trabajo de Fin de Grado: Diseño hidráulico de alternativas para el acondicionamiento y mejora del dique norte de Castro Urdiales*. En él, se han desarrollado tres alternativas diferentes y se comparan las tres en base a varios factores.



3.- SOLUCIÓN ELEGIDA

Finalmente, la solución escogida presenta fundamentalmente los dos grandes cambios presentados a continuación. Por un lado, se propone el recrecido en la zona de la coronación desde la cota actual de 10.80 metros, hasta los 11.30 metros. De esta manera se disminuyen las tasas de rebase, y se cumplen los tres requisitos de operatividad. Por otro lado, para aumentar la estabilidad del conjunto estructural, se establece el aumento del cuerpo principal en la cara interior del dique, añadiendo hormigón desde la cota +2.70 hasta la altura actual del andén, una anchura total de 1.00 metros.

El primer aspecto fundamental de la obra consiste en establecer la conexión entre la estructura del dique existente y los cuerpos de hormigón añadidos. Para empezar, podemos encontrar conectores en la zona de solera. En esta área se procede a demoler unos 0.15 metros de hormigón del andén del dique para añadir una capa de 0.30 metros, y, se emplean conectores de 25 milímetros de diámetro, espaciados entre sí 2.25 metros cuadrados.

Además, se emplean también conectores en los alzados de la estructura. Se instalan dichos conectores de diámetro de 32 milímetros tanto en la zona de la coronación como en la zona de la ampliación. En ambas áreas, estos conectores cuentan con una separación entre sí mismos de 1.00 metro cuadrado. Por un lado, en la zona de la coronación, estos tienen una longitud de 1.00 metro y están inclinados con un ángulo de 45 grados. Por otro lado, en la zona de la ampliación, estos tienen una longitud de 2.40 metros y una inclinación de 15 grados.

Para continuar, una vez emplazados los elementos de conexión, se procede a realizar los trabajos de hormigonado en las dos zonas mencionadas anteriormente, la coronación y la ampliación del dique. Es importante mencionar que se va a incluir una armadura de piel, la cual no tiene una gran componente estructural, por lo que se considera que el hormigón es en masa y no armado. Adicionalmente, a estos trabajos de hormigonado en estas dos áreas mencionadas, se van a construir dos tramos de escaleras desde la cota +1.00 hasta la altura del andén en lado a tierra de la estructura. El primer tramo de escalera se encontrará en torno al PK 0+200 y el segundo en torno al PK 0+400.

Cabe destacar que todas las reformas estructurales del dique, se realizan aproximadamente en los primeros 540 metros, ya que el morro del dique queda fuera de cualquier análisis en este proyecto.

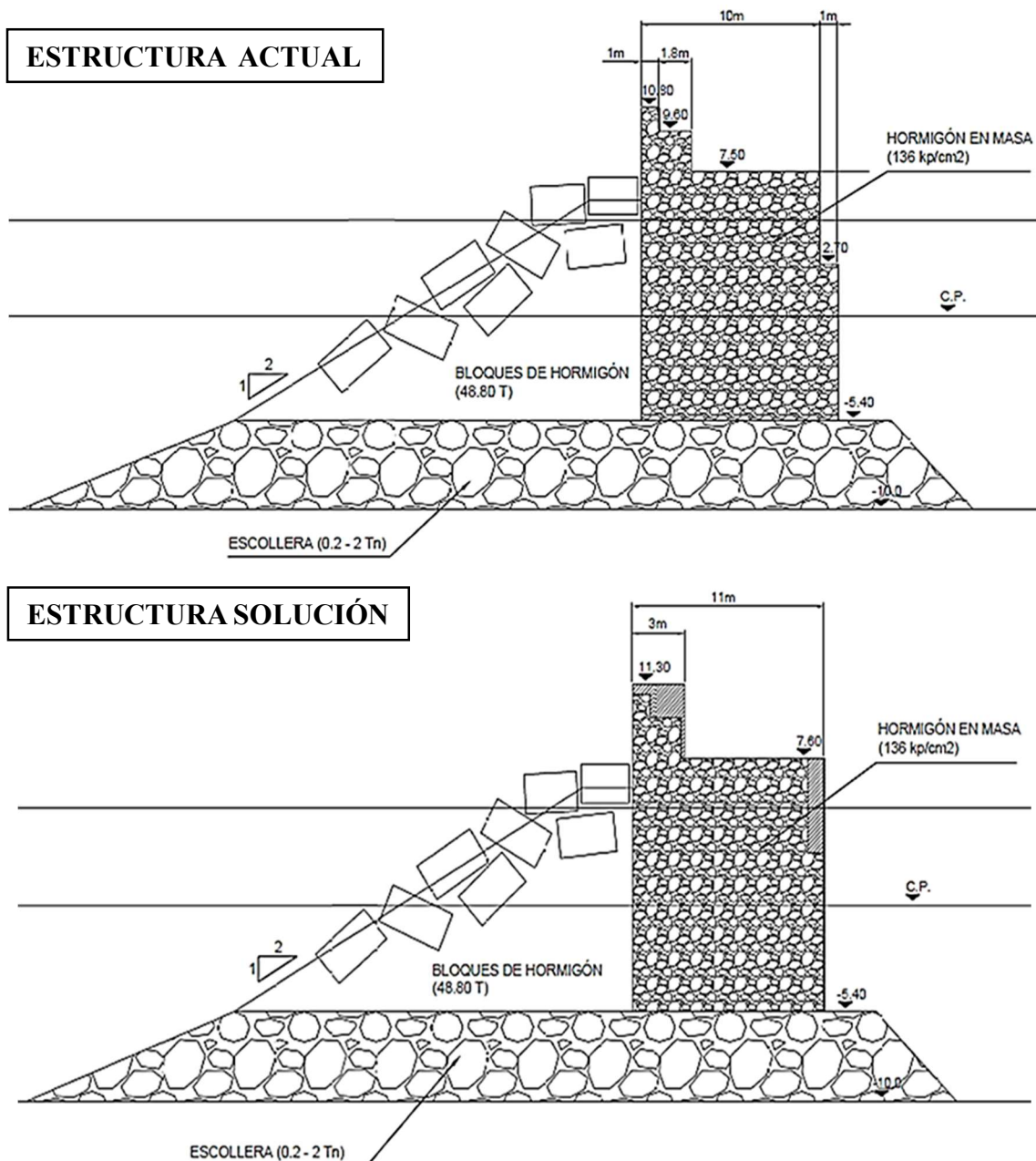
Para finalizar, gracias a la solución adoptada se consigue cumplir con los límites de operatividad establecidos previamente, obteniéndose una operatividad del 0.99, con un número máximo de paradas anuales de 4.92 y una duración máxima de las paradas de 2.89 horas. Además, esta alternativa también es capaz de cumplir con el coeficiente de seguridad, que toma un valor de 1.50, referido a los criterios de estabilidad, tanto de vuelco como de deslizamiento.



Cabe destacar también, que al tener que aumentar la estructura principal para asegurar la estabilidad al deslizamiento, la nueva sección transversal del dique es capaz de ofrecer un total de 8 metros de anchura en la plataforma utilizada actualmente para uso peatonal. Por último, otra parte positiva de la solución adoptada, es que el aumento de altura de la coronación es de tan solo 0.50 metros, por lo que no se disminuye notoriamente el campo visual desde el andén del dique, factor que podría suponer las quejas de los vecinos de la localidad.

4.- SECCIÓN TIPO ACTUAL Y FUTURA

A continuación, se muestra una comparativa de la sección actual del dique, frente a la solución elegida, previamente descrita.





5.- PLAZO DE LA OBRA

Para la realización de las obras, se ha establecido un periodo de 12 meses en donde tendrán lugar las diversas actuaciones citadas previamente. Dentro del proyecto se ha desarrollado un programa de trabajo que refleja la secuencia de las diferentes tareas que se pretenden realizar. Es importante tener en cuenta, que lo que se presenta en él, se corresponde con una situación ideal, y que, en el planteamiento real del proceso, este puede sufrir cambios y retrasos a consecuencia de múltiples factores.

Debido a estos motivos, el programa presentado en el presente proyecto debe ser considerado tan solo como orientativo, pues su fijación a nivel de detalle se corresponderá con lo que organice posteriormente el adjudicatario de la obra, teniendo que tener además en cuenta los medios con los que se cuente y sus respectivos rendimientos, que deberán contar con la aprobación de la Dirección de Obra.

6.- PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Adicionalmente, es importante destacar que esta alternativa estructural del dique, cuenta con un Presupuesto Base de Licitación para el Proyecto de acondicionamiento y mejora del dique norte de Castro Urdiales que asciende a la cantidad de 1.881.063,34 €.

7.- CLASIFICACION DEL CONTRATISTA

Por último, en el presente Proyecto también se ha determinado la clasificación del contratista que puede aspirar a la adjudicación de las obras del dique de Castro Urdiales.

En primer lugar, para determinar la categoría del Contrato de Obras, se ha consultado el artículo 79 de la Ley 9/2017. Teniendo en cuenta que el valor estimado del contrato se corresponde con la cantidad de 1.554.597,80 euros, y que la duración estimada del presente proyecto es de 12 meses, si se consulta lo estipulado en el Real Decreto 773/2015 del 28 de agosto, más concretamente lo presentado en el artículo 26, la categoría se corresponde con la número 4, donde la cuantía está comprendida entre los valores de 840.000 y 2.400.000 euros.

En segundo lugar, se debe determinar el grupo y subgrupo. Consultando el Real Decreto 1098/2001, de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, según el artículo 25, se establece que el grupo y subgrupo de las empresas en el contrato de obras, es Grupo F: Marítimas; y Subgrupo 7: Obras marítimas sin cualificación específica.

Con toda la información presentada anteriormente, se propone la siguiente clasificación del contratista: Grupo F, Subgrupo 7, Categoría 4.



ABSTRACT

Title: Construction project about the refurbishment works and improvement of the north breakwater in Castro Urdiales.

Author: Pablo Zubía Palazuelos.

Director: Amador Gafo Álvarez and Javier López Lara.

Call: June 2021.

Degree: Degree in Civil Engineering.

Mention: Civil Constructions.

Keywords: Port, maritime climate, overflow, dike, breakwater, freeboard, pressures, stability, protection.

This document is the summary of the project corresponding to the Final Degree Project in Civil Engineering, which is called "*Construction project about the refurbishment works and improvement of the north breakwater in Castro Urdiales*". In it, the fundamental aspects about the activities needed to be done over the structure, for its refurbishment works and improvement, based on operability and stability, are briefly explained.

1.- BACKGROUND

The great problems of the northern breakwater of Castro Urdiales are related to its operability and stability. The high overtopping rates makes the current structure unable to meet the three fundamental operational criteria established by the ROM. These criteria are basically summarized in three: a minimum operation of 0.99, a maximum number of annual stops equal to 5; and a duration of these stops of maximum 6 hours. Moreover, as for the stability of the structure, in terms of the sliding criterion, the current dike does not reach the established safety coefficient of 1.50. That is why, with the works presented within this project, it is intended to solve both problems.

2.- ALTERNATIVES

As a consequence of these problems that the structure currently presents, a hydraulic analysis of several structural alternatives was carried out, with the aim of improving the factors previously presented. All this information is collected in the Final Degree Project: "*Hydraulic design of alternatives for the refurbishment works and improvement of the north breakwater in Castro Urdiales*". In it, three different alternatives have been developed and the three were compared based on various factors.



3.- CHOSEN SOLUTION

The final chosen solution fundamentally presents the two major changes presented below. On the one hand, an increment in height is proposed in the area of the crest, from the current elevation of 10.80 meters to an elevation of 11.30 meters. In this way, overtopping events are lowered, and all three operational requirements are met. On the other hand, to increase the stability of the structural assembly, the increase of the main concrete body is proposed on the inner face of the dike. The point is to add concrete from the elevation +2.70 to the current height of the platform, for a total width of 1.00 meter.

The first fundamental aspect of the works consists of establishing the connection between the existing dike structure and the added concrete bodies. To begin with, we can find connectors in the slab area. In this area, about 0.15 meters of concrete from the slab platform is demolished to add a 0.30 meter layer, and then 25-millimeter diameter connectors are used, spaced 2.25 square meters apart.

In addition, connectors are also used in the crest and the enlargement areas of the structure. Connection elements with a diameter of 32 millimeters are used both in the area of the crest and in the area of the enlargement. In both areas, these connectors have a separation between themselves of 1.00 square meter. In the crest area, these are 1.00 meters long and are inclined at an angle of 45 degrees; and in the expansion area, these have a length of 2.40 meters and an inclination of 15 degrees.

To continue, once the connection has been done, the concreting work is carried out in the two areas mentioned above, the crest and expansion of the dike. It is important to mention that a skin steel reinforcement will be included, which does not have a large structural component, so it is considered the concrete to be mass concrete and not reinforced concrete. In addition to the concreting works in these two mentioned areas, two stairs will be built from level +1.00 to the height of the platform. The first flight of stairs will be around PK 0+200 and the second one around PK 0+400.

It should be noted that all the structural reforms of the dike are carried out approximately in the first 540 meters, since the nose of the dike is out of any analysis in this project.

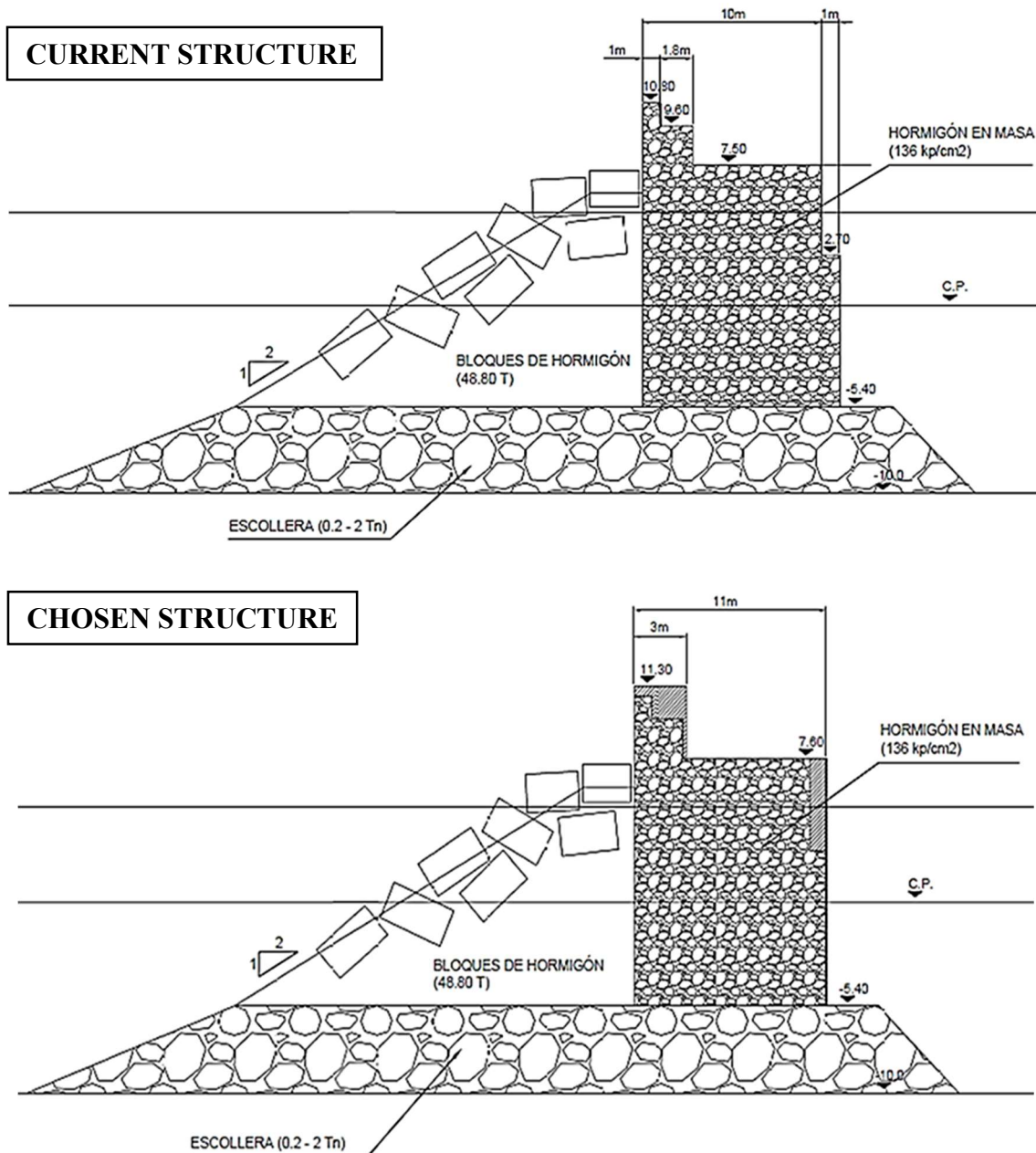
Finally, thanks to the solution adopted, it is possible to comply with the previously established operating limits, obtaining an operating capacity of 0.99, with a maximum number of annual stops of 4.92 and a maximum duration of stops of 2.89 hours. In addition, this alternative is also capable of complying with the safety coefficient, which takes a value of 1.50, referred to the stability criteria, both for overturning and sliding.



It should also be considered that by having to increase the main structure to ensure sliding stability, the new cross section of the dike is capable of offering a total width of 8 on the slab area, which is currently used for pedestrians. Finally, another positive part of the solution adopted is that the height increase of the crest is only 0.50 meters, so the visual field from the slab platform is not noticeably reduced, a factor that could lead to complaints from the residents of the town.

4.- CURRENT AND FUTURE CROSS SECTION

Next, a comparison of the current section of the dike is shown, compared to the previously described solution chosen.





5.- WORK EXECUTION PERIOD

To carry out the works, a period of 12 months has been established in which the various previously mentioned activities will take place. Within the project, a work program has been developed that reflects the sequence of the different tasks to be carried out. It is important to keep in mind that what it is presented in it, corresponds to an ideal situation, and that, in the real approach to the process, it may suffer changes and delays as a result of multiple factors.

Due to these reasons, the program presented in this project should be considered only as a guideline, since its final level of detail will correspond to what the bidder of the work later organizes, also having to take into account the available means, and their respective yields, which must have the approval of the Construction Manager.

6.- BASE BIDDING BUDGET

Additionally, it is important to note that this structural alternative has a Base Bidding Budget for the refurbishment works and improvement of the north breakwater in Castro Urdiales of 1,881,063.34 €.

7.- CLASSIFICATION OF THE CONTRACTOR

Finally, in this Project, the classification of the contractor that can aspire to be awarded the works of the Castro Urdiales dike has also been determined.

First, to determine the category of the Works Contract, the article 79 of Law 9/2017 has been consulted. We need to take into account that the Estimated Value of the Contract corresponds to the amount of 1,554,597.80 euros, and that the estimated duration of this project is 12 months. Knowing this, the Royal Decree 773/2015 of 28 of August, established in article 26, that the category in this case corresponds to number 4, where the amount is between the values of 840,000 and 2,400,000 euros.

Second, the group and subgroup must be determined. Consulting Royal Decree 1098/2001, of the Law on Public Administration Contracts, according to article 25, it is established that the group and subgroup of companies in the works contract is Group F: Maritime; and Subgroup 7: Maritime works without specific qualification.

With all the information presented above, the following contractor classification is proposed: Group F, Subgroup 7, Category 4.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Tipo	Trabajo de Fin de Grado	
Título en Castellano	PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DEL DIQUE NORTE DE CASTRO URDIALES	
Título en Inglés	CONSTRUCTION PROJECT ABOUT THE REFURBISHMENT WORKS AND IMPROVEMENT OF THE NORTH BREAKWATER IN CASTRO URDIALES	
Provincia	Cantabria	
Término Municipal	Castro Urdiales	
Documentos	DOCUMENTO N° 1 Memoria DOCUMENTO N° 2 Planos DOCUMENTO N° 3 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares DOCUMENTO N° 4 Presupuesto	
Mención	Construcciones Civiles	
Autor	PABLO ZUBÍA PALAZUELOS	
Presupuesto	PBL: 1.881.063,34 €.	Fecha JULIO 2021



PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ACONDICIONAMIENTO Y MEJORA DEL DIQUE NORTE DE CASTRO URDIALES

PUERTO DEPORTIVO DE CASTRO URDIALES

ÍNDICE

ÍNDICE



DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEJOS A LA MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO Nº 1 – ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL PUERTO.
- ANEJO Nº 2 – LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.
- ANEJO Nº 3 – MARCO GEOLÓGICO.
- ANEJO Nº 4 – BATIMETRÍA.
- ANEJO Nº 5 – DESCRIPCIÓN DEL DIQUE NORTE.
- ANEJO Nº 6 – CLIMA MARÍTIMO.
- ANEJO Nº 7 – ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ACTUAL.
- ANEJO Nº 8 – ESTABILIDAD DEL MANTO PRINCIPAL.
- ANEJO Nº 9 – ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS.
- ANEJO Nº10 – VALORACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.
- ANEJO Nº 11 – CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.
- ANEJO Nº 12 – PLAN DE OBRA.
- ANEJO Nº 13 – GESTIÓN DE RESIDUOS.
- ANEJO Nº 14 – JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.
- ANEJO Nº 15 – IMPACTO AMBIENTAL.
- ANEJO Nº 16 – AFECCIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO.
- ANEJO Nº 17 – PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.
- ANEJO Nº 18 – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.
- ANEJO Nº 19 – ANEJO FOTOGRÁFICO.

DOCUMENTO Nº 2 – PLANOS

- PLANO Nº1: PLANO DE LOCALIZACIÓN: ESPAÑA.
- PLANO Nº2: PLANO DE LOCALIZACIÓN: CANTABRIA
- PLANO Nº3: PLANO DE LOCALIZACIÓN: CASTRO URDIALES.
- PLANO Nº4: BATIMETRÍA.
- PLANO Nº5: SECCIÓN TIPO DIQUE ACTUAL.
- PLANO Nº6: SECCIÓN TIPO DIQUE SOLUCIÓN.
- PLANO Nº7: PLANTA GENERAL. CORTES TRANSVERSALES.
- PLANO Nº8: SECCIONES TRANSVERSALES #1.
- PLANO Nº9: SECCIONES TRANSVERSALES #2.
- PLANO Nº10: DETALLES CONSTRUCTIVOS #1.
- PLANO Nº11: DETALLES CONSTRUCTIVOS #2.

DOCUMENTO Nº3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.
- DISPOSICIONES GENERALES.
- ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.
- EJECUCIÓN DE LAS OBRA.
- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.

DOCUMENTO Nº4 – PRESUPUESTO

- MEDICIONES.
- CUADRO DE PRECIOS.
 - CUADRO DE PRECIOS Nº1.
 - CUADRO DE PRECIOS Nº2.
- PRESUPUESTOS PARCIALES.
- PRESUPUESTO GENERAL.



DOCUMENTO N°1 MEMORIA DESCRIPTIVA



ÍNDICE:

1.- CONSIDERACIONES GENERALES	3	5.- DOCUMENTOS DEL PRESENTE ANTEPROYECTO.....	9
1.1- OBJETIVO.....	3	5.1.- DOCUMENTO N°1 – MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEJOS A LA MEMORIA.....	9
1.2.- ANTECEDENTES.....	3	5.2.- DOCUMENTO N° 2 – PLANOS.....	9
1.3.- SITUACIÓN ACTUAL.....	3	5.3.- DOCUMENTO N°3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	10
1.4.- PROBLEMÁTICA.....	4	5.4.- DOCUMENTO N°4 – PRESUPUESTO.....	10
1.5.- SOLUCIÓN ADOPTADA.....	5		
2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	5		
2.1.- LOCALIZACIÓN DE LA OBRA	5		
2.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES	5		
2.3.- MATERIALES A EMPLEAR.....	6		
2.4.- SEGURIDAD Y SALUD	6		
PLAZO DE GARANTÍA.....	6		
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	6		
GESTIÓN DE RESIDUOS	7		
3.- DATOS CONTRACTUALES	8		
3.1.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	8		
3.1.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	8		
3.2.- PRESUPUESTO	8		
3.3.- PLAN DE OBRA	8		
3.4.- REVISIÓN DE PRECIOS	8		
4.- LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN.....	9		



1.- CONSIDERACIONES GENERALES

1.1- OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto es describir el proceso constructivo del acondicionamiento y mejora del dique de Castro Urdiales. Esta mejora tiene principalmente dos objetivos:

- Aumentar la operatividad de la estructura, y para ello se pretende disminuir la rebasabilidad de la misma aumentando la cota de la coronación actual desde los 10.80 metros hasta los 11.30 metros.
- Mejorar las condiciones de estabilidad del dique, ya que actualmente, en base a criterios de deslizamiento, no se cumple con el factor de seguridad establecido de 1.50.

1.2.- ANTECEDENTES

El dique rompeolas norte del puerto de Castro Urdiales se extiende desde los acantilados de la Peña de Santa Ana y siguiendo una dirección sureste, se extiende un total de aproximadamente 547.5 metros. Asimismo, esta construcción se trata de un dique mixto. Actualmente, la estructura está compuesta por bloques de hormigón que constituyen su manto principal, gracias al cual, el conjunto estructural ofrece una mayor resistencia contra oleaje.

Con respecto a su evolución histórica, a finales del siglo XIX, en el año 1893, se comenzó la construcción del dique con el objetivo de mejorar y ampliar el puerto de Castro Urdiales. La longitud inicial de la estructura sería de 650 metros con rumbo sureste. Pero más tarde, en el año 1895, se tomó la decisión de reducir su longitud hasta los 547.5 metros, longitud que se corresponde con el valor actual.

En su origen, se trataba de un dique de tipología vertical que apoyaba sobre una banqueta de escollera. En 1912 se definió el morro del dique y su sistema de construcción, y fue ya en el año 1927 cuando tanto el dique como su morro fueron finalizados.

Desde el inicio de las obras ya fueron necesarios varios proyectos de reparación, debido a las acciones de los temporales marítimos que provocaban diversas averías. Estas averías se podían clasificar en principalmente tres tipos: erosión de materiales por la acción del oleaje; descalce y desplazamiento de diversos bloques de hormigón; y el arrastre de la escollera de la berma inferior. Debido a toda esta problemática, se determinó un cambio muy significativo en la estructura, por el cual se cambió la tipología inicial del dique, y pasó de ser un dique vertical a ser un dique mixto. De esta manera, la estructura era capaz de ofrecer una mejor resistencia ante las condiciones marítimas gracias a la implementación de un manto exterior de bloques de hormigón.

Tras varios proyectos de reparación y actualización de la estructura, en el año 1978 se realizó un nuevo proyecto de refuerzo que terminó en 1983. En este proyecto se determinaron las principales características estructurales de la estructura actual.

Los cambios principales fueron el aumento de la anchura de la berma, que paso de estar constituida por un solo bloque, a estar compuesta por tres, lo que ofrecía una anchura total de unos 9 metros y medio. Por otra parte, la pendiente de la berma también fue modificada y paso de 2.4H:1V a 2H:1V.

A partir del año 2000, también se pueden destacar algunas reparaciones realizadas en el año 2003, en donde se utilizó hormigón proyectado para reforzar y cubrir los huecos y descalces existentes. Más tarde, tuvo lugar otro proyecto de refuerzo y acondicionamiento en 2008, cuyo objetivo principal era aumentar los factores de seguridad al vuelco y deslizamiento de la estructura.

1.3.- SITUACIÓN ACTUAL

Como se ha mencionado anteriormente, las características principales del dique actual provienen de las reformas comenzadas en el año 1978. Los elementos principales de la estructura son los presentados a continuación:

1) ESTRUCTURA PRINCIPAL DE HORMIGÓN EN MASA

La estructura principal del dique rompeolas está constituida por hormigón en masa, con una resistencia que se estima tener un valor medio a lo largo de la estructura de 136 kp/cm². Con respecto al tratamiento de las juntas entre dichos bloques, estas fueron en su momento hormigonadas in situ con un hormigón similar al anteriormente descrito.

2) BANQUETA DE CIMENTACIÓN

La estructura apoya sobre una base que se compone de escollera y grava, principalmente. Esta se encuentra aproximadamente a una profundidad de 5.40 metros por debajo del cero del puerto de Castro Urdiales. Cabe destacar que dicho nivel altimétrico está a su vez, a una distancia de 2.06 metros por debajo del Nivel Medio del Mar en Alicante.

3) CORONACIÓN

La coronación del dique se encuentra a una cota de 10.80 metros sobre el cero del puerto de Castro Urdiales (2.06 metros por debajo del NMMA).



4) **MANTO DE PROTECCIÓN**

Con respecto al manto lateral de protección, este está conformado por bloques de hormigón de una masa de aproximadamente 48.80 toneladas. Además, su emplazamiento es más bien irregular y aleatorio a lo largo de la longitud del mismo.

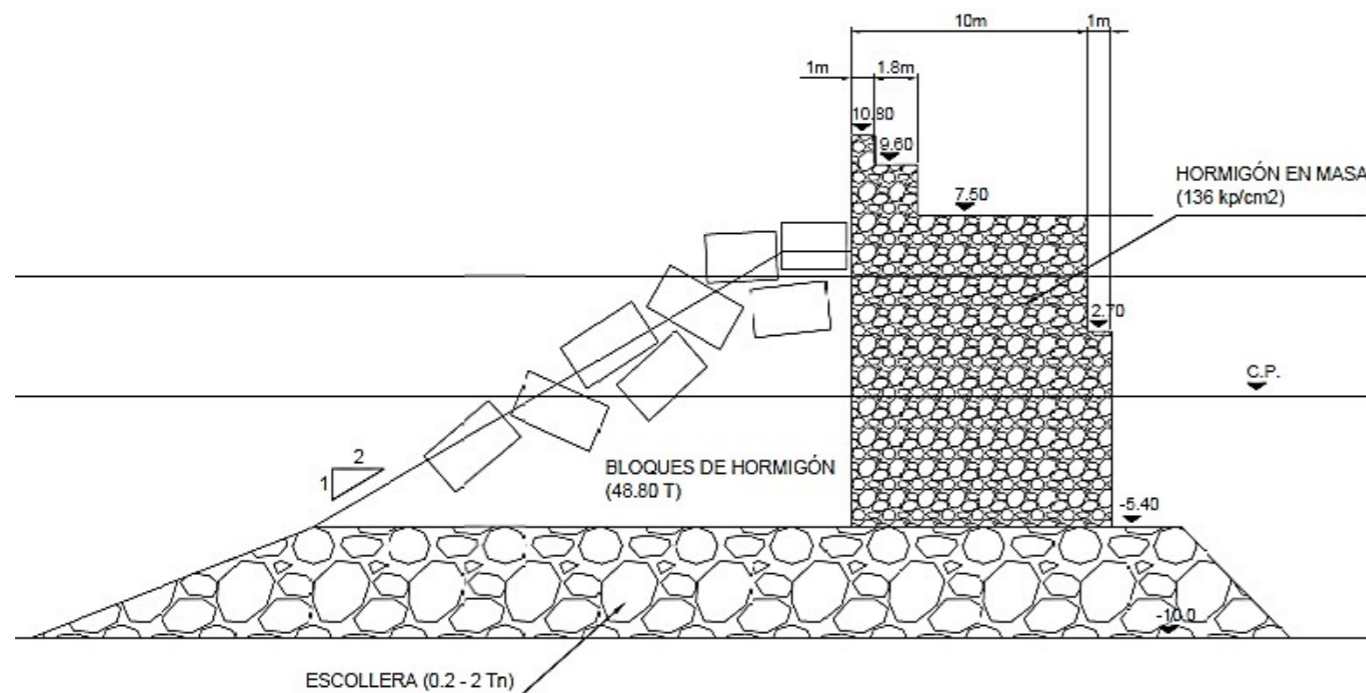
5) **PENDIENTE**

Con respecto a la pendiente de los bloques que conforman el manto de protección lateral, esta es de aproximadamente 2H:1V.

6) **BERMA**

En cuanto a la berma, como se ha mostrado anteriormente, su anchura se aumentó con las obras realizadas en 1978. De esta manera, pasó de estar formada por tan solo un bloque, a estar formada por tres, alcanzando una anchura de unos 9.5 metros.

Reuniendo todas las características presentadas anteriormente, la sección transversal actual del dique queda representada de la siguiente manera:



1.4.- **PROBLEMÁTICA**

El puerto de Castro Urdiales nunca ha llegado a ser uno de los grandes protagonistas con lo que respecta al comercio u operaciones marítimas. Siempre ha estado marginado a la sombra de otros puertos de mayor importancia como el puerto de Bilbao o el puerto de Santander. Por otro lado, otro de los grandes problemas fundamentales del puerto de Castro Urdiales es la insuficiente protección ofrecida por parte de las estructuras de abrigo del puerto.

TASAS DE REBASE

Por una parte, la alta rebasabilidad del dique norte hace que no se cumplan con los requisitos de operatividad establecidos por la ROM. Estos criterios de operatividad se resumen en fundamentalmente tres:

- Una operatividad mínima del 0.99.
- Un número máximo de paradas anuales igual a 5.
- Una duración de dichas paradas de máximo 6 horas.

Como se puede consultar en el *Anejo N°7: Análisis de la estructura actual*, para un límite de rebase de 0.001 Litros por segundo y metro lineal de estructura, se obtienen los siguientes resultados con respecto a la operatividad de la estructura actual.

Límite rebase: q = 0.001	Objetivo	Resultado
Operatividad mínima	0.99	0.988
Número de paradas anuales	5	9.27
Duración máxima de la parada (horas)	6	3.52

ESTABILIDAD

Por otra parte, la estructura tampoco cumple con los requisitos de estabilidad, teniendo en cuenta un coeficiente de seguridad establecido con un valor de 1.50.

De nuevo, como se presenta en el *Anejo N°7: Análisis de la estructura actual*, el dique supera dicho coeficiente para el criterio de vuelco (14.56 > 1.50) pero no para el criterio de deslizamiento (1.39 < 1.50). Pese a que es capaz actualmente de resistir el temporal de la situación más desfavorable, no alcanza dicho coeficiente de seguridad establecido.



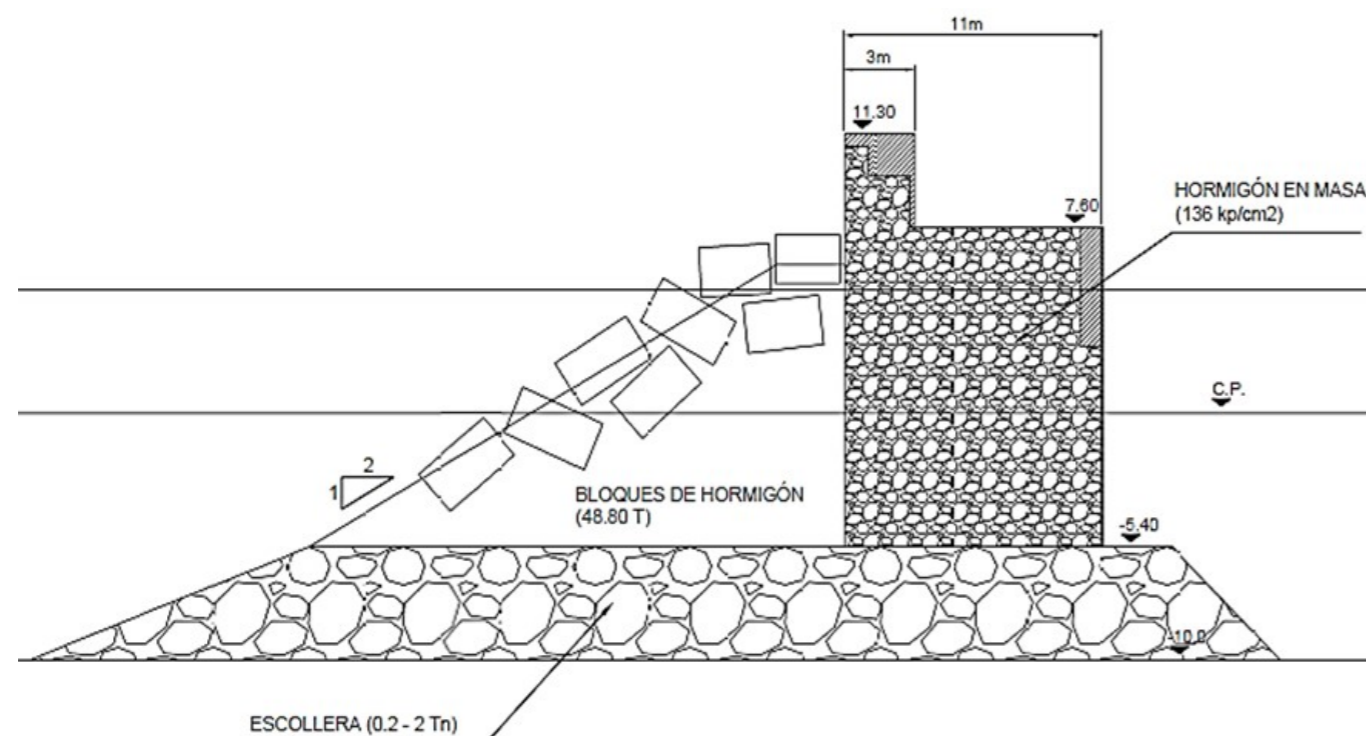
1.5.- SOLUCIÓN ADOPTADA

Como consecuencia de la problemática que presenta el dique actualmente, se procedió a la realización de un análisis hidráulico para varias alternativas estructurales, con el objetivo de mejorar los factores anteriormente presentados. Toda esta información puede ser consultada en el *Anejo N°9: Análisis de las alternativas*. Se desarrollaron tres alternativas diferentes y se compararon las tres en base a varios factores, en el *Anejo N°10: Valoración y selección de las alternativas*.

La solución finalmente escogida recoge fundamentalmente los dos grandes cambios siguientes:

- Recrecido en la zona de la coronación desde la cota actual de 10.80 metros, hasta los 11.30 metros. De esta manera se disminuyen las tasas de rebase, y se cumplen los tres requisitos de operatividad.
- Aumento del cuerpo principal en la cara interior del dique, añadiendo hormigón desde la cota +2.70 hasta la altura actual del andén, una anchura total de 1.00 metros.

De esta manera, la sección de la solución propuesta presenta la siguiente forma:



2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.1.- LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

La obra se desarrollará en el Puerto de Castro-Urdiales, el cual está ubicado en la ciudad que recibe el mismo nombre, localizada al norte de España, en la comunidad autónoma de Cantabria. Se encuentra en la zona este, cerca del límite con el País Vasco. Castro Urdiales cuenta con una superficie de 96 km² aproximadamente, y constituye uno de los municipios costeros más poblados de la costa cantábrica, con aproximadamente 32000 habitantes.

2.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

El proyecto consiste en el refuerzo del cuerpo principal del dique de Castro Urdiales. Por un lado, se pretende ampliar la zona de la plataforma una anchura total de 1.00 metro. Por otro lado, se va a incrementar la cota de la coronación, de los 10.80 metros actuales, hasta las 11.30 metros.

Es importante puntualizar que el nivel de referencia utilizado es el cero del Puerto de Castro Urdiales, ubicado a 2.06 metros por debajo del Nivel Media del Mar en Alicante.

OBJETIVOS

Los objetivos de dichas modificaciones en la estructura son principalmente dos:

- Por un lado, se pretende disminuir la rebasabilidad del dique. Con el recrecido de la cota de coronación la operatividad del dique se ve mejorada considerablemente en cuanto al fenómeno de rebase se refiere. Ha sido demostrado que, con la nueva cota de coronación, se consigue una operatividad superior a 0.99, un número máximo de paradas anuales de 4.92 y una duración máxima de las mismas de 2.89 horas.
- Por otro lado, el otro gran problema con el que contaba esta estructura era la poca estabilidad que ofrecía. Con esta nueva solución, tanto el cuerpo de hormigón de la zona de la coronación como en la zona de la ampliación de la plataforma, hacen que el peso de la estructura actual aumente. De esta manera, el factor de seguridad se incrementa hasta alcanzar un coeficiente con un valor de 1.5. De esta manera ya no existen problemas con el criterio de deslizamiento.



ACTIVIDADES

En primer lugar, la conexión entre la estructura del dique existente y los cuerpos de hormigón añadidos se realiza por medio de conectores. Consultar el *Plano N°10: Detalles Constructivos #1*.

- **Conectores en la zona de solera.** Se procede a demoler unos 0.15 metros de hormigón del andén del dique para añadir una capa de 0.30 metros. Se emplean conectores de 25 milímetros de diámetro, espaciados entre ellos 2.25 metros cuadrados.
- **Conectores en los alzados del dique.** Se emplean conectores de diámetro de 32 milímetros tanto en la zona de la coronación como en la zona de la ampliación. En ambas áreas estos conectores cuentan con una separación de 1.00 metro cuadrado. Por un lado, en la zona de la coronación, estos tienen una longitud de 1.00 metro y están inclinados con un ángulo de 45 grados. Por otro lado, en la zona de la ampliación, estos tienen una longitud de 2.40 metros y una inclinación de 15 grados.

Una vez emplazados los conectores, se procede a los trabajos de hormigonado en las dos zonas mencionadas anteriormente, la coronación y la ampliación del dique. La zona de coronación, como ya se ha mencionado, se va a aumentar desde los 10.80 metros de cota actuales, hasta las 11.30 metros. De esta manera, se disminuye la rebasabilidad sin disminuir de forma considerable la visual desde el andén del dique, ya que el aumento solo es de medio metro. La zona de ampliación en el lado a tierra, consiste en añadir hormigón sobre la cota +2.70, tal como se muestra en los planos. Consultar el *Plano N°6: Sección Tipo Dique Solución*.

Es importante mencionar que se va a incluir una armadura de piel, no tiene gran componente estructural, por lo que se considera que el hormigón es en masa y no armado. Consultar el *Plano N°10: Detalles Constructivos #1*.

Adicionalmente, a estos trabajos de hormigonado en la zona de coronación y de ampliación en el dique, se van a construir dos escaleras desde la cota +1.00 hasta la altura del andén. El primer tramo de escalera se encontrará en torno al PK 0+200 y el segundo en torno al PK 0+400. Consultar *Plano N°11: Detalles Constructivos #2*.

Cabe destacar que todas las reformas estructurales del dique, se realizan aproximadamente en los primeros 540 metros, ya que el morro del dique queda fuera de cualquier análisis en este proyecto. Consultar el *Plano N°7: Planta general. Cortes transversales*.

2.3.- MATERIALES A EMPLEAR

Los materiales a emplear en la ejecución de las obras del acondicionamiento del dique son principalmente los siguientes:

- Cementos: en todos los casos sulforresistente, siguiendo las especificaciones de la EHE para su uso en la zona de carrera de mareas, Ambiente I y agresividad Qb.
- Hormigón: HM – 30 / I + Qb, con una ligera armadura de piel.
- Acero: del tipo B 500 S en todas las armaduras y conectores.

Las características de todos los materiales están especificadas más detalladamente en el *Documento N°3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares*. Todos los materiales deberán traer consigo mismos sus respectivos certificados de calidad y deben cumplir con las especificaciones buscadas.

2.4.- SEGURIDAD Y SALUD

En el presente proyecto se ha incluido un Estudio de Seguridad y Salud con un presupuesto de 14.217,34 euros, que equivale al 1.09% del Presupuesto de Ejecución Material.

PLAZO DE GARANTÍA

Con respecto al plazo de garantía, se propone un periodo de garantía a contar desde la recepción de la obra de un total de un año.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

De acuerdo con la ley 21/2013 recogida en el BOE, referida a la evaluación ambiental, establece en el Artículo 7.1 que es obligatorio un análisis de impacto ambiental para aquellas obras u otras actividades recogidas en el Anexo I de dicha ley.

Dentro de dicho anexo, podemos encontrar el Grupo 6, llamado '*Proyectos e Infraestructuras*'. Las características de las obras mencionadas en dicho grupo no se contemplan en el presente proyecto sobre el refuerzo del dique de Castro Urdiales. De esta manera se concluye que no hay ninguna necesidad de elaborar una Evaluación de Impacto Ambiental.



Por otro lado, en la misma ley 21/2013 citada anteriormente, queda reflejado en el Artículo 7.2, la necesidad de una evaluación ambiental simplificada para aquellas obras u otras actividades recogidas en el Anexo II de dicha ley.

Dentro de dicho anexo, podemos encontrar el Grupo 7, llamado Proyectos e Infraestructuras. Dentro del mismo, en la categoría h se especifica lo siguiente: *“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”*. Es por ello que se concluye que tampoco existe ninguna necesidad de elaborar una Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada.

Por último, en la ley de Cantabria 5/2004, podemos encontrar el Artículo 19, titulado *‘Proyectos de ampliación de puertos e instalaciones portuarias’*. Dentro del mismo, podemos encontrar el apartado 2, el cual estipula lo presentado a continuación.

Por un lado, el apartado presenta que *“Los proyectos de ampliación que modifiquen sustancialmente la configuración y los límites exteriores de los puertos o instalaciones portuarias deberán incluir los documentos preceptivos de evaluación de impacto ambiental, y se sujetarán al procedimiento de evaluación ambiental cuando, por la importancia de la actuación, sean susceptibles de modificar o alterar, de forma notable, el medio ambiente o el espacio litoral.*

Como el refuerzo del dique tan solo consisten en la ampliación de la plataforma en el lado de tierra de 1.00 metro de ancho, y una elevación en la zona de coronación 0.50 metros, no se considera que sea necesaria la realización de la evaluación de impacto ambiental.

Por otro lado, también estipula que será necesario dicha evaluación ambiental *“Cuando la ampliación de la delimitación actual incluya una ganancia de terrenos al mar superior al cinco por ciento de la superficie total de la zona de servicio de tierra y zona de aguas, deberá sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental que pudiera corresponder”*.

Según la información obtenida de Puertos de Cantabria, el puerto de Castro Urdiales cuenta con un área ocupada por las dársenas de un total de 280.936,37 m². Por otro lado, si tenemos en cuenta que la ampliación de la estructura en lado a tierra es de tan solo aproximadamente unos 545 m², la ganancia de servicio de tierra a zona de aguas es de tan solo un 0.2%, que es muy inferior al 5% estipulado en la ley anterior.

Como conclusión final a lo reflejado en los párrafos anteriores, no es necesario el desarrollo de ningún tipo de Evaluación de Impacto Ambiental para el refuerzo del dique de Castro Urdiales.

GESTIÓN DE RESIDUOS

Se han tenido en cuenta para la elaboración del presupuesto relacionado con la gestión de residuos, tanto residuos pétreos y no pétreos, como los residuos potencialmente peligrosos y otro tipo de residuos. Tal como se puede consultar en el *Anejo Nº13: Gestión de Residuos*, la estimación total de los costes relacionados con la gestión de los residuos generados durante el proceso constructivo del refuerzo del dique norte de Castro Urdiales toma un valor 2.993,33 euros.



3.- DATOS CONTRACTUALES

3.1.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

De acuerdo con los artículos 125 y 127 de la Ley de Contratos del Sector Público, se declara que este proyecto se refiere a una obra completa susceptible de ser entregada al uso público.

3.1.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con el artículo número 79, llamado “*Criterios aplicables y condiciones para la clasificación*” contenido en la Ley 9/2017. Este dice lo siguiente en el apartado 1: “*La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al valor estimado del contrato, cuando la duración de este sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior*”. Teniendo en cuenta que el valor estimado del contrato se corresponde con la cantidad de 1.554.597,80 euros, y que la duración estimada del presente proyecto es de 12 meses, se procede a establecer la categoría del contrato de obras.

De esta manera, teniendo en cuenta lo estipulado en el Real Decreto 773/2015 del 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001; si se tiene en cuenta lo presentado en el artículo 26 (*Categorías de clasificación de los contratos de obras*), la categoría se corresponde con la número 4, donde la cuantía está comprendida entre los valores de 840.000 y 2.400.000 euros.

Adicionalmente, tras la consulta el Real Decreto 1098/2001, del 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Según el artículo 25 contenido en dicho decreto, el grupos y subgrupo de aplicación para la clasificación de empresas en el contrato de obras, es Grupo F: *Marítimas*; y Subgrupo 7: *Obras marítimas sin cualificación específica*.

Con toda la información presentada anteriormente, se propone la siguiente clasificación del contratista:

- Grupo F, Subgrupo 7, Categoría 4.

3.2.- PRESUPUESTO

Los presupuestos para la ejecución de la obra de Refuerzo del Dique de Castro Urdiales son los siguientes:

Presupuesto de Ejecución material	1.306.384,71 €
Valor Estimado del Contrato	1.554.597,80 €
Presupuesto Base de Licitación	1.881.063,34 €
Presupuesto para Conocimiento de la Administración	1.881.063,34 €

3.3.- PLAN DE OBRA

La ejecución de la obra se realizará en un periodo de doce meses (12 meses). La programación prevista para la obra es la presentada en el anejo N°12: *Plan de obra*, en donde se describe el programa de trabajos, la previsible financiación de la obra durante el período de ejecución y los plazos en los que deberán ser ejecutadas las distintas partes fundamentales en que pueda descomponerse la obra.

3.4.- REVISIÓN DE PRECIOS

De acuerdo con el artículo 103 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público, el contratista no tendrá derecho a ninguna revisión de precios, ya que la duración de la misma es de tan solo 12 meses.



4.- LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN

- **PG-3:** Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes.
- **Ley 9/2017**, 30 de noviembre, para Contratos del Sector Público.
- **Ley 5/2004**, 16 de noviembre, para Puertos de Cantabria y Plan de Puertos e Instalaciones Portuarias en vigor del Gobierno de Cantabria.
- **Real Decreto 1098/2001**, 12 de octubre, para la aprobación del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- **Real Decreto 105/2008**, 1 de febrero, para la regulación de la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- **Real Decreto 773/2015**, 28 de agosto, que contempla la modificación del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, del 12 de octubre.
- **ROM:** Recomendaciones para Obras Marítimas.
- En general, cuantas otras prescripciones registradas en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, y que guarden relación con las obras del presente proyecto de refuerzo, con sus instalaciones o con la mano de obra necesaria para realizarlas.

Cuando alguna ley o norma haya sido citada, pero se encuentre derogada por alguna edición realizada posteriormente, se aplicará esta última.

5.- DOCUMENTOS DEL PRESENTE ANTEPROYECTO

5.1.- DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEJOS A LA MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO Nº 1 – ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL PUERTO.

ANEJO Nº 2 – LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

ANEJO Nº 3 – MARCO GEOLÓGICO.

ANEJO Nº 4 – BATIMETRÍA.

ANEJO Nº 5 – DESCRIPCIÓN DEL DIQUE NORTE.

ANEJO Nº 6 – CLIMA MARÍTIMO.

ANEJO Nº 7 – ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ACTUAL.

ANEJO Nº 8 – ESTABILIDAD DEL MANTO PRINCIPAL.

ANEJO Nº 9 – ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS.

ANEJO Nº10 – VALORACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

ANEJO Nº 11 – CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.

ANEJO Nº 12 – PLAN DE OBRA.

ANEJO Nº 13 – GESTIÓN DE RESIDUOS.

ANEJO Nº 14 – JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.

ANEJO Nº 15 – IMPACTO AMBIENTAL.

ANEJO Nº 16 – AFECCIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO.

ANEJO Nº 17 – PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.

ANEJO Nº 18 – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

ANEJO Nº 19 – ANEJO FOTOGRÁFICO.

5.2.- DOCUMENTO Nº 2 – PLANOS

PLANO Nº1: PLANO DE LOCALIZACIÓN: ESPAÑA.

PLANO Nº2: PLANO DE LOCALIZACIÓN: CANTABRIA.

PLANO Nº3: PLANO DE LOCALIZACIÓN: CASTRO URDIALES.

PLANO Nº4: BATIMETRÍA.

PLANO Nº5: SECCIÓN TIPO DIQUE ACTUAL.

PLANO Nº6: SECCIÓN TIPO DIQUE SOLUCIÓN.

PLANO Nº7: PLANTA GENERAL. CORTES TRANSVERSALES.

PLANO Nº8: SECCIONES TRANSVERSALES #1.

PLANO Nº9: SECCIONES TRANSVERSALES #2.

PLANO Nº10: DETALLES CONSTRUCTIVOS #1.

PLANO Nº11: DETALLES CONSTRUCTIVOS #2.



5.3.- DOCUMENTO N°3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.
DISPOSICIONES GENERALES.
ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.
EJECUCIÓN DE LAS OBRA.
MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.

5.4.- DOCUMENTO N°4 – PRESUPUESTO

MEDICIONES.
CUADRO DE PRECIOS.
CUADRO DE PRECIOS N°1.
CUADRO DE PRECIOS N°2.
PRESUPUESTOS PARCIALES.
PRESUPUESTO GENERAL.

En Santander, julio 2021
El autor del proyecto

Fdo: PABLO ZUBÍA PALAZUELOS



ANEJO N°1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL PUERTO



ÍNDICE:

1.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....3
2.- PROBLEMÁTICA4



1.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA

El puerto de Castro Urdiales ha supuesto desde su construcción un punto clave para el desarrollo económico, social y cultural de esta localidad. Castro Urdiales ha sido y es uno de los puertos más destacados de todo el litoral cantábrico, teniendo en cuenta su gran importancia en varios sectores comerciales como la actividad pesquera y el transporte naval.



Figura 1. Fotografía aérea del puerto deportivo de Castro-Urdiales.

Castro Urdiales es una localidad que ha sufrido a lo largo de la historia un importante aumento de población, y una de las principales razones de ello es su proximidad a la ciudad de Bilbao. Además, esta localidad ofrece un gran atractivo turístico que afecta positivamente a su crecimiento económico. Es por ello, que el puerto de este núcleo urbano cobra un papel fundamental dentro todo este desarrollo experimentado a lo largo de los años.

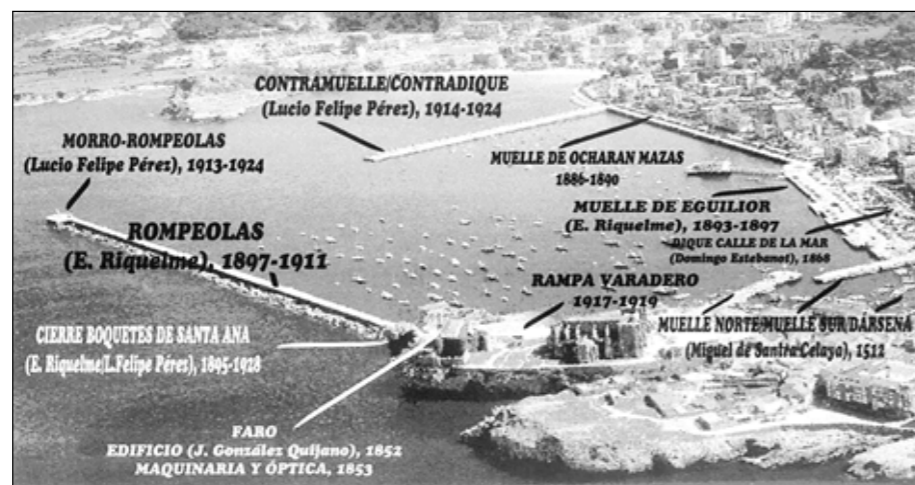


Figura 2. Fotografía del puerto de Castro-Urdiales donde se indican las diferentes construcciones y los años donde fueron desarrolladas.

Con respecto a la organización espacial que caracteriza al puerto de Castro Urdiales, podemos distinguir en él dos dársenas, que reflejan la evolución histórica del puerto.

Dársena pesquera (Siglo XVI): Esta pequeña dársena está constituida por dos espigones de pequeño tamaño, uno en la zona norte y otro en la zona sudoeste, de menores dimensiones. Estos se encargan de la protección la dársena antigua del puerto, y constituyen estructuras que son originarias del siglo XVI, aunque debido a las condiciones marítimas a las que están expuestas, han sido remodeladas en varias ocasiones. En este espacio actualmente encontramos embarcaciones de reducido tamaño debido al poco calado. Incluso a veces, este espacio queda completamente seco en periodo de bajamar.



Figura 4. Puerto de Castro Urdiales en 1630 (solo aparece la antigua dársena pesquera).



Figura 5. Dársena antigua del puerto de Castro Urdiales.

Dársena principal (Siglo XIX): La dársena principal del puerto, está resguardada por dos diques de grandes dimensiones. Por un lado, encontramos el dique rompeolas norte, que constituye un dique de abrigo que se extiende desde los acantilados de la Peña de Santa Ana (ver figura 6), y siguiendo una dirección SE, alcanza un total de aproximadamente 547.5 metros. En el otro lado del puerto, se halla el contradique conocido como Muelle de Don Luis Ocharán, el cual se extiende desde la punta que cierra la ensenada de Brazomar, y que cuenta con una longitud de unos 250 metros aproximadamente. La ejecución de estos dos diques supuso una gran ampliación del puerto, la cual coincidió con la construcción del ensanche de la ciudad de Castro Urdiales a finales del siglo XIX. En este espacio, se encuentran las embarcaciones deportivas de mayor tamaño fondeadas mediante boyas.



Figura 6. Componentes principales del puerto de Castro-Urdiales.

2.- PROBLEMÁTICA

Sin embargo, pese a la gran importancia del puerto durante casi todo el desarrollo histórico de Castro Urdiales, siempre ha habido un problema con su funcionalidad y su tamaño. El continuo crecimiento de los barcos mercantes y la existencia del gran e importante puerto de Bilbao, que se encuentra a unos 15 kilómetros aproximadamente, ha limitado desde siempre la posibilidad de la creación de una mayor proyección comercial en Castro Urdiales.

El diseño y ejecución del puerto llegaron tarde a las necesidades planteadas en las diferentes épocas. Entre los diferentes problemas de funcionalidad del puerto a lo largo de la historia encontramos los mencionados a continuación:

- **El puerto de Bilbao:** La gran proximidad con el puerto de Bilbao ha supuesto desde siempre un gran problema para su desarrollo.
- **Pequeño tamaño:** a lo largo de la historia ha sido un buen puerto de abrigo y de refugio, pero tan solo para mercantes de pequeño tamaño, como los dedicados a la explotación minera. El problema vino cuando la actividad minera acabó diluyéndose.

- **Navegación a vela:** Era un buen puerto para refugiar los barcos veleros, aunque la navegación a vela también se fue perdiendo poco a poco con el paso de los años.
- **Competencia con otros medios de transporte:** Podría haber servido de un gran punto estratégico como puerto comercial de barcos pequeños y medianos, pero con el inicio del uso del transporte ferroviario y por carretera, hizo que este tipo de servicios comerciales por mar disminuyera.
- **Crisis del sector pesquero:** La finalización de la construcción del puerto tampoco coincidió con el periodo de auge de la actividad pesquera en esta zona. Cuando el puerto ya estaba acabado, dicho sector pesquero ya había dejado de tener tanta importancia y estaba inmerso en una seria crisis.

Adicionalmente a toda esta problemática mencionada anteriormente, hay que añadir que, en la actualidad, todavía siguen existiendo varios factores que impiden el correcto desarrollo del puerto. Entre ellos, podemos destacar dos.

En primer lugar, existe una gran falta de ordenamiento de las embarcaciones y actividades náuticas. Esto está relacionado con el hecho de que el puerto de Castro Urdiales no ofrece la suficiente infraestructura de atraque para las embarcaciones, si no que estas se encuentran fondeadas por boyas.

En segundo lugar, podemos destacar la insuficiente protección ofrecida por las obras de abrigo del puerto. Es aquí donde este proyecto quiere actuar, con la intención de modificar la estructura del dique rompeolas norte, con el objetivo de aumentar la protección contra el oleaje en la dársena principal.



ANEJO N°2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA



ÍNDICE:

1.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....3



1.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Como siempre se hace para cualquier proyecto, es muy importante describir y conocer el entorno donde se va a realizar y desarrollar el proyecto, pues así comprenderemos mejor como se ha de realizar la obra.

El puerto deportivo de Castro Urdiales está ubicado en la ciudad que recibe el mismo nombre, localizada al norte de España, en la comunidad autónoma de Cantabria. Se encuentra en la zona este, cerca del límite con el País Vasco. Castro Urdiales cuenta con una superficie de 96 km² aproximadamente, y constituye uno de los municipios costeros más poblados de la costa cantábrica, con aproximadamente 32000 habitantes.



Figura 1. Localización de Cantabria (y Castro Urdiales) en el mapa político de España.



Figura 2. Ubicación de Castro Urdiales dentro de la Comunidad Autónoma de Cantabria.

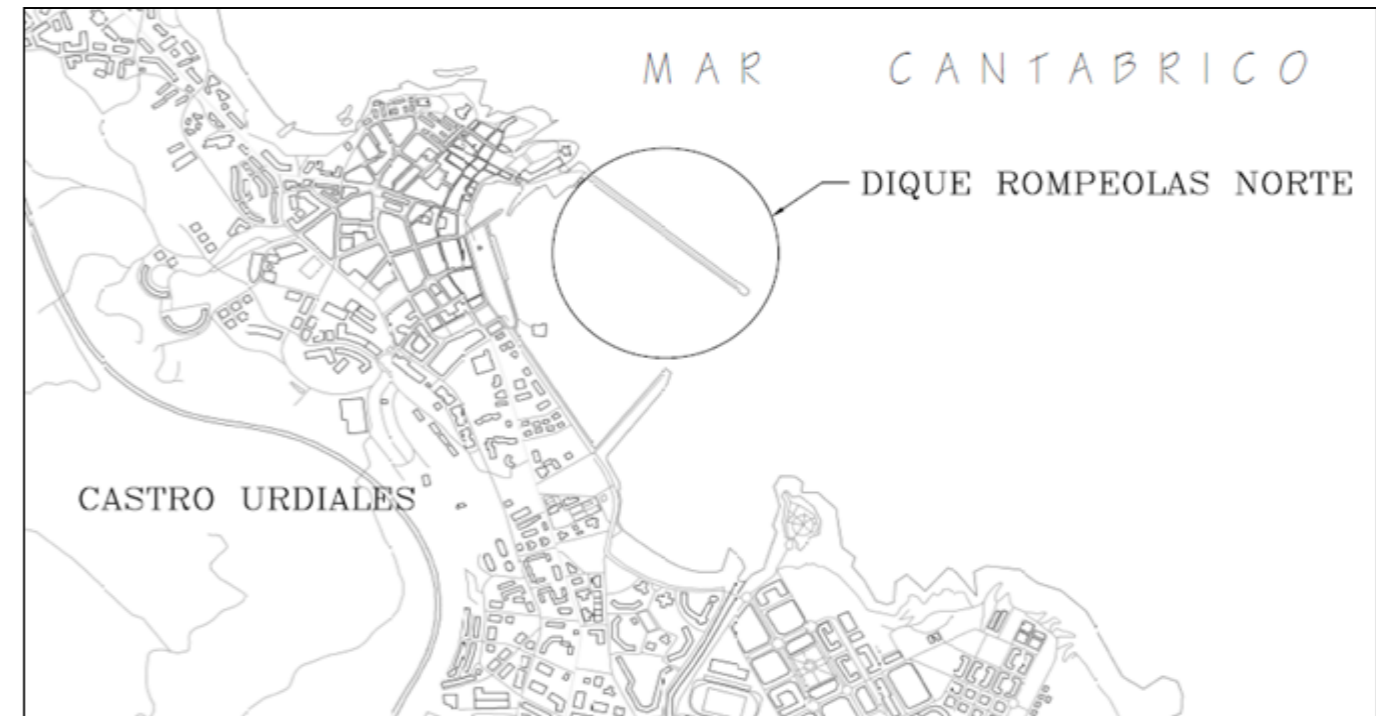


Figura 3. Localización del dique objeto de estudio, dentro de la localidad de Castro Urdiales.



ANEJO N°3 MARCO GEOLÓGICO



ÍNDICE:

1.- GEOLOGÍA A GRAN ESCALA	3
2.- ZONA DE CASTRO URDIALES	3
3.- SUELO MARÍTIMO DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES.....	4



1.- GEOLOGÍA A GRAN ESCALA

La zona de estudio correspondiente a la localidad de Castro Urdiales está situada en la zona oriental de la provincia de Cantabria, casi en el límite con la comunidad autónoma del País Vasco.

En la hoja de Castro Urdiales perteneciente al mapa geológico de España, y desarrollado por el Instituto Geológico Español, se puede observar a una escala 1:50000 que la mayoría del área está constituida por sedimentos del Cretácico, aunque también se pueden observar en algunas otras zonas pequeños afloramientos que datan de las etapas Jurásica y Triásica (Keuper). Adicionalmente, también existen formaciones cuaternarias.

El Triásico y el Jurásico pueden ser observados en la zona central y sur de la mitad izquierda de la hoja. Con respecto al Triásico, está representado por sedimentos pertenecientes al Keuper: arcillas abigarradas, carnioles y rocas volcánicas. Por otro lado, en cuando al Jurásico, existen pequeñas formaciones correspondientes al Lías y Dogger: calizas, margas, dolomías etc.

Dentro de los materiales cretácicos existentes, los correspondientes al Cretácico Inferior son los que ocupan casi la totalidad de la zona (Valanginiense Superior – Hauteriviense – Barremiense en facies Weald, Aptiense y Albiense). Adicionalmente se pueden observar dos afloramientos de Cretácico Superior, uno en la zona de Laredo y el otro en la de Colindres.

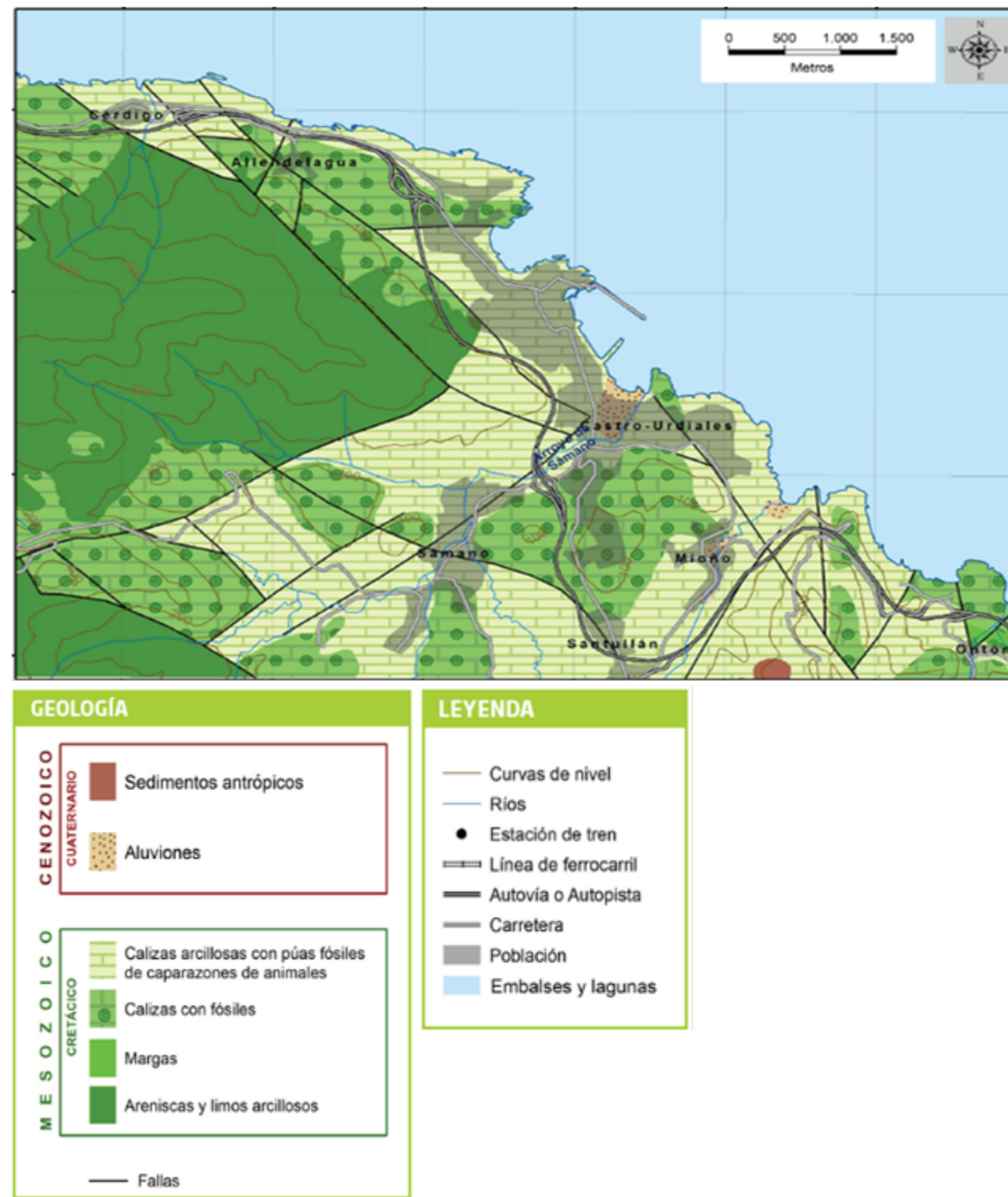
Por último, las formaciones correspondientes al Cuaternario pueden ser avistadas ocupando mayores extensiones sobre todo en la mitad izquierda de la hoja

2.- ZONA DE CASTRO URDIALES

Cuando nos centramos más en concreto en la zona de Castro-Urdiales, podemos encontrar principalmente tanto rocas antiguas correspondientes al Cretácico, como rocas más modernas datadas del Cuaternario.

Las rocas antiguas del Cretácico son areniscas y limos arcillosos y calizas. Dichas calizas se caracterizan por contener diferentes tipos de fósiles dependiendo del momento en el que se depositaron. Por un lado, en aquellas calizas más antiguas se pueden encontrar Rudistas (moluscos fósiles) u Orbitolinas (fósiles de un tamaño menor o cercano a 1 mm, constituidos por un caparazón). Por otro lado, las calizas más modernas pueden contener púas fósiles que formaron parte de caparazones de animales.

La formación de los aluviones del Cuaternario es debida a la continua erosión que sufren las rocas del Cretácico por acción del agua en cursos aluviales.



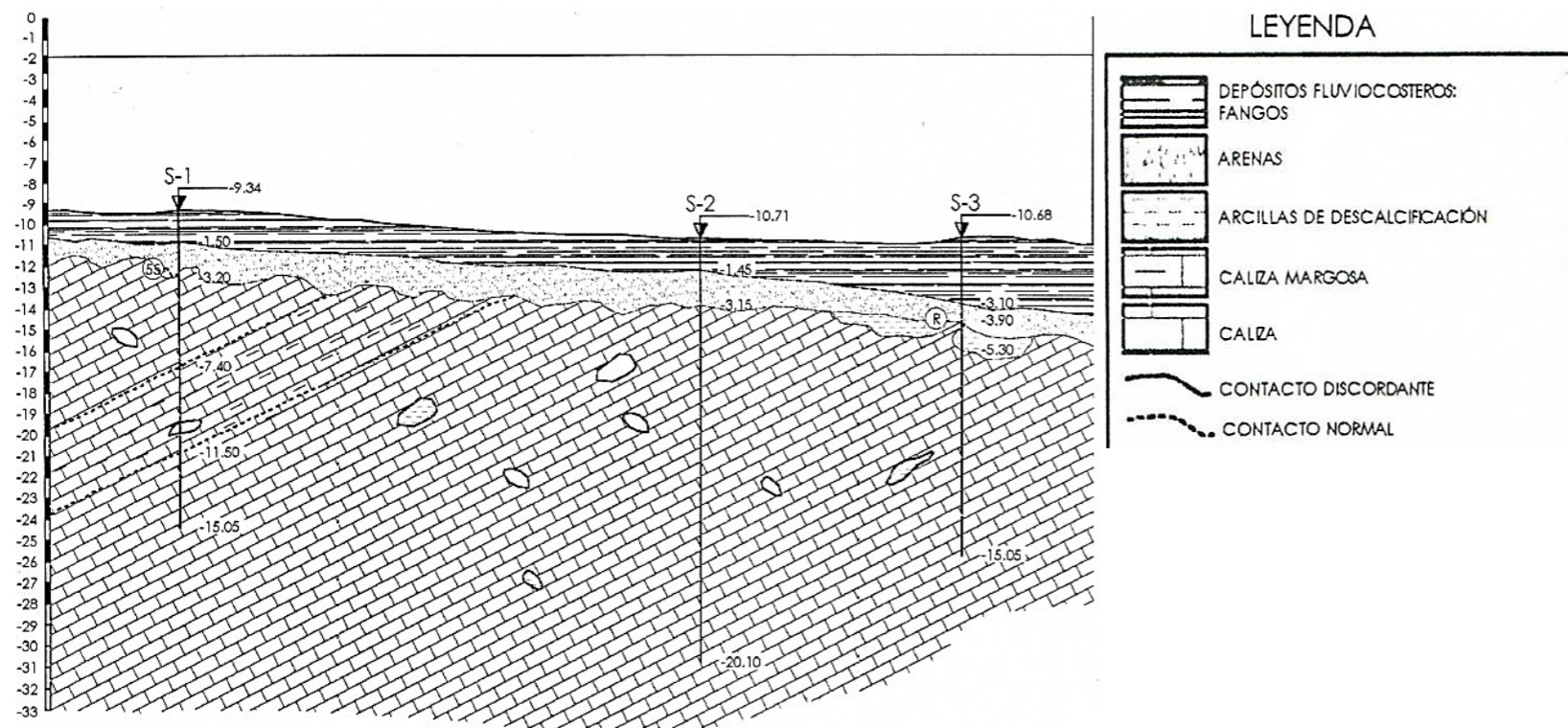


3.- SUELO MARÍTIMO DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES

Por último, con respecto a las formaciones geológicas correspondientes al suelo marítimo del puerto de Castro Urdiales, podemos reconocer dos grandes grupos. Atendiendo a su origen, naturaleza y propiedades geotécnicas, estos han quedado clasificados en recubrimiento cuaternario y substrato rocoso.

Por un lado, dentro de los depósitos cuaternarios, podemos distinguir entre los fangos grises y las arenas. Estas formaciones se encuentran en los primeros metros de profundidad, entre los 3.15 y 3.90 metros. Con respecto a los fangos, estos son fundamentalmente antrópicos, debido a la propia actividad portuaria. Se tratan de arcillas limosas de color gris oscuro, de plasticidad media y consistencia blanda. En cuanto a las arenas, estas están conformadas por granos de tamaño medio y color gris. Se tratan de sedimentos costeros depositados en regímenes de alta energía deposicional, los cuales además cuentan con un porcentaje de partículas de tamaño grava de aproximadamente el 12% y alrededor de un 10% de finos de carácter no plástico.

Por otro lado, el substrato rocoso puede comenzarse a ser detectado a profundidades de entre los 3.15 y los 3.20 metros de profundidad. Se trata de formaciones de caliza de color gris oscuro, con vetas de calcita. Adicionalmente, presenta una estratificación con dirección aproximadamente norte y buzamiento de entre los 35 y los 40 grados.





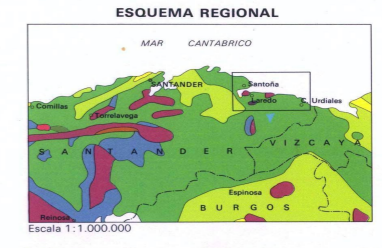
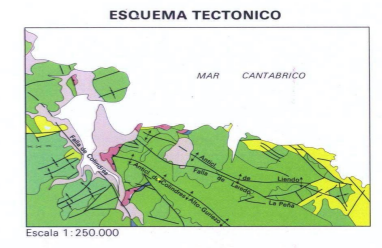
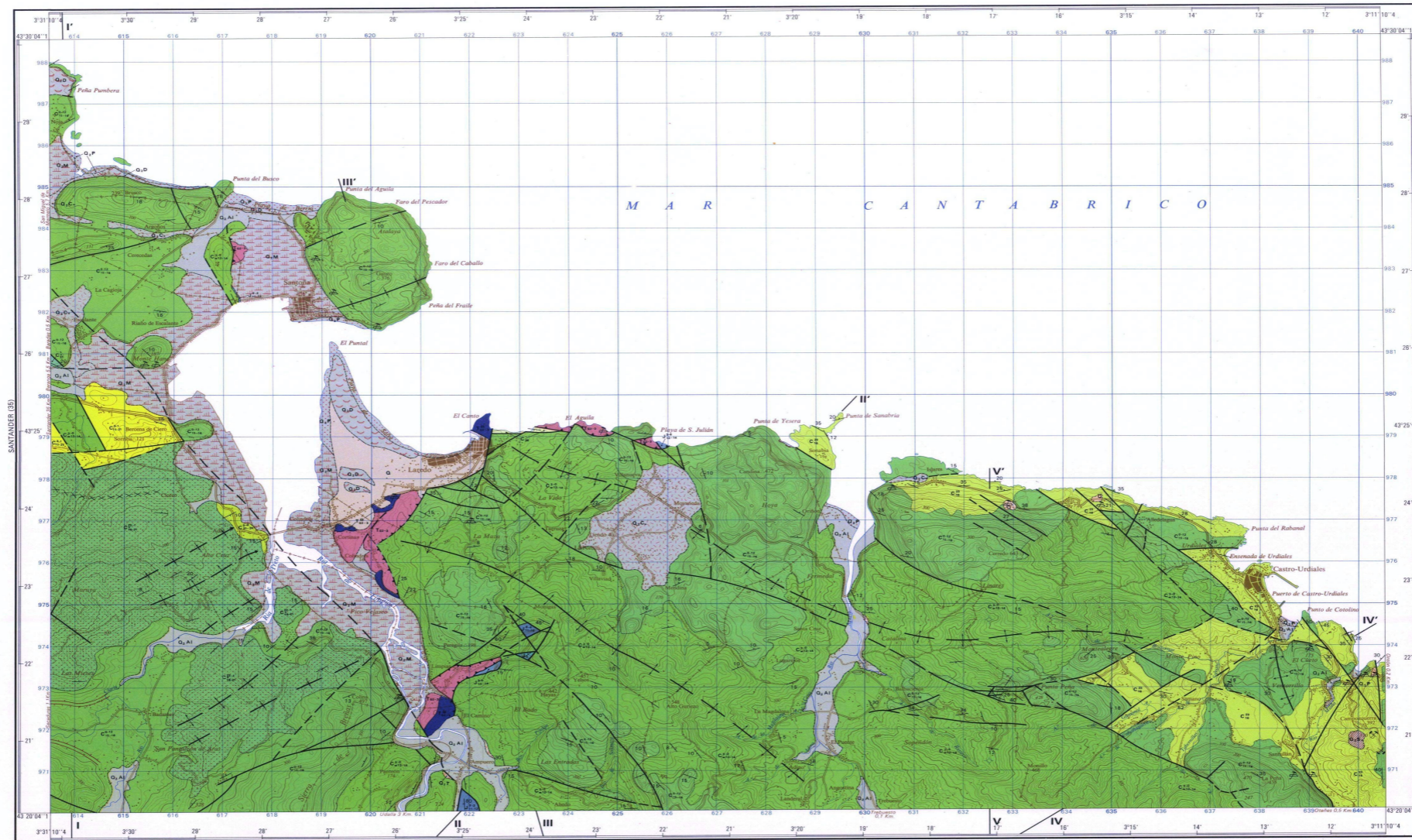
MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000



CASTRO URDIALES 36
20-04

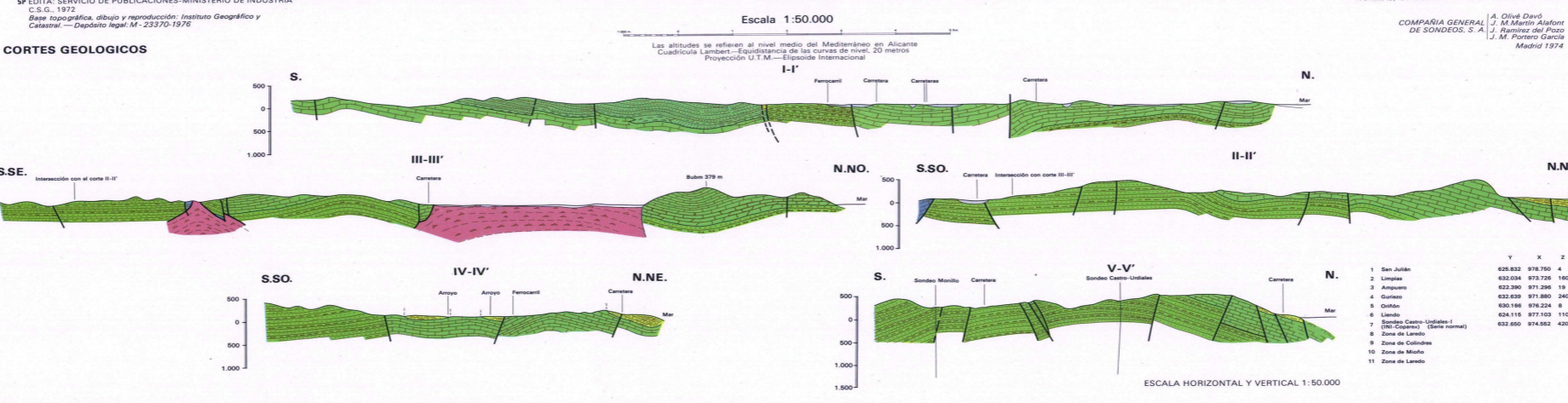
LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO	Q ₁ , Q ₂ , Q ₃ , Q ₄ , Q ₅ , Q ₆ , Q ₇ , Q ₈ , Q ₉ , Q ₁₀	Q ₁ Cuaternario indiferenciado
	PLEISTOCENO	Q ₁ , Q ₂ , Q ₃ , Q ₄ , Q ₅ , Q ₆ , Q ₇ , Q ₈ , Q ₉ , Q ₁₀	Q ₁ Aluviales Q ₂ Mariscales Q ₃ Píscis Q ₄ Dunas Q ₅ Cobetas de desepificación Q ₆ Sedimentos antropocénicos Q ₇ Terrazas Q ₈ Margas y calizas arcillosas Q ₉ C ₁
CRETÁCICO	SUPERIOR		
	MAESTRICHTIENSE	C ₁	C ₁ Margas fosfóricas y calizas arcillosas
	CAMPANIENSE	C ₂	C ₂ Interstratificación de calizas
	SANTONIENSE	C ₃	C ₃ Areniscas, margas y calizas
	CONIACIENSE	C ₄	C ₄ Areniscas y arcillas limolíticas
	TURONIENSE	C ₅	C ₅ Calizas arcillosas con reptilites
	INFERIOR		
	ALBIENSE	C ₆	C ₆ Calizas con Rudistas y Dibolobolus
	SEPTENTRIONAL	C ₇	C ₇ Areniscas y limas arcillosas
	BARREMENSE	C ₈	C ₈ Areniscas y limas arcillosas
JURÁSICO	INFERIOR		
	ELANGSIENSE	J ₁	J ₁ Calizas y margas
	BARCASCENSE	J ₂	J ₂ Margas y calizas arcillosas
	BEAULIENSE	J ₃	J ₃ Dolomitas, brechas calizas dolomíticas y calizas microporosas
	BEAULIENSE	J ₄	J ₄ Arcillas oligomías, yesos y sales
	HAUTERVIENSE	J ₅	J ₅ Ofitas
	SUPERIOR		
	TOULOUSIENSE	J ₆	J ₆ Calizas y margas
	OXFORDIENSE	J ₇	J ₇ Margas y calizas arcillosas
	KEUPER	J ₈	J ₈ Ofitas
TRIÁSICO	MUSCHELKALK	T ₁	T ₁ Ofitas
	BUNTSANDSTEIN	T ₂	T ₂ Ofitas



SIGNOS CONVENCIONALES

	Anticlinas
	Anticlinas con sentido de buzamiento axial
	Anticlinas deducido
	Sinclinios
	Sinclinios con sentido de buzamiento axial
	Sinclinios deducido
	Fallas
	Fallas con indicación de hundimiento
	Fallas supuestas
	Diapir
	Contacto normal o concordante
	Contacto macánico
	Contacto por discordancia
	Dirección y buzamiento aproximado
	Mina activa
	Mina inactiva
	Manantiales
	Sondeos
	Cámaras
	Fallas



1 San Julián	626.632	978.750	4
2 Limpías	632.034	973.726	16
3 Ampuero	622.290	971.286	18
4 Gureña	632.238	971.860	240
5 Oñduán	630.166	978.224	8
6 Laredo	624.116	973.103	118
7 Barrio Castro Urdiales I (San Cayetano)	632.650	974.552	420
8 Zona de Laredo			
9 Zona de Castro-Urdiales			
10 Zona de Miñor			
11 Zona de Laredo			



ANEJO N°4 BATIMETRÍA



ÍNDICE:

1.- INTRODUCCIÓN.....3
2.- BATIMETRÍA DEL PUERTO3
3.- BATIMETRÍA DEL DIQUE.....4



1.- INTRODUCCIÓN

La batimetría es una de las claves fundamentales a la hora de saber cómo el oleaje va a afectar a nuestra estructura. La topografía del fondo determinará de que forma el oleaje se propagará hasta la costa y que posibles procesos de transformación tendrán lugar: asomeramiento, difracción, refracción, rotura etc. Además, la forma de la superficie del fondo jugará un papel importante a la hora de describir cómo se propagan las corrientes que actúan en la zona de estudio.

2.- BATIMETRÍA DEL PUERTO

A la hora de realizar cualquier estudio sobre las estructuras de un puerto resulta imprescindible el análisis de la batimetría de la zona. La principal razón de ello es, como se ha mencionado anteriormente, porque esta produce modificaciones en el oleaje, pudiendo provocar variaciones tanto en la orientación del mismo como modificar la altura de olas que llegan al puerto.

Otro de las razones de la importancia de conocer la batimetría de las dársenas de los puertos está relacionada con la realización de dragados durante el periodo de construcción para determinar la ubicación definitiva en un área que ofrezca unos calados aceptables.

En el caso de batimetría para el puerto de Castro Urdiales, esta es principalmente paralela a la costa, con pendientes moderadas. En la zona que ocupa el presente estudio, como se puede observar en la figura 1, la batimetría es, en general, paralela al dique objeto de estudio. De esta manera, el oleaje sufrirá pocas modificaciones en cuanto a dirección o altura en las zonas de aproximación al puerto. Esto hace que la interacción marina con la estructura sea prácticamente perpendicular con el dique, ya que los frentes de olas tienden a propagarse con una dirección perpendicular a las líneas de batimetría. Tal como se demuestra en el *Anejo N°6. Clima marítimo*, la mayoría del tiempo, el oleaje provenía de la dirección NNE, que se corresponde con una trayectoria prácticamente perpendicular al dique.

Con respecto a la batimetría de dentro de la dársena pesquera, se alcanzan aquí las profundidades más someras, que pueden alcanzar aproximadamente unos 0.8 metros de profundidad, mientras que, en la dársena principal del puerto, se superan en algunos puntos los 8 metros de profundidad.

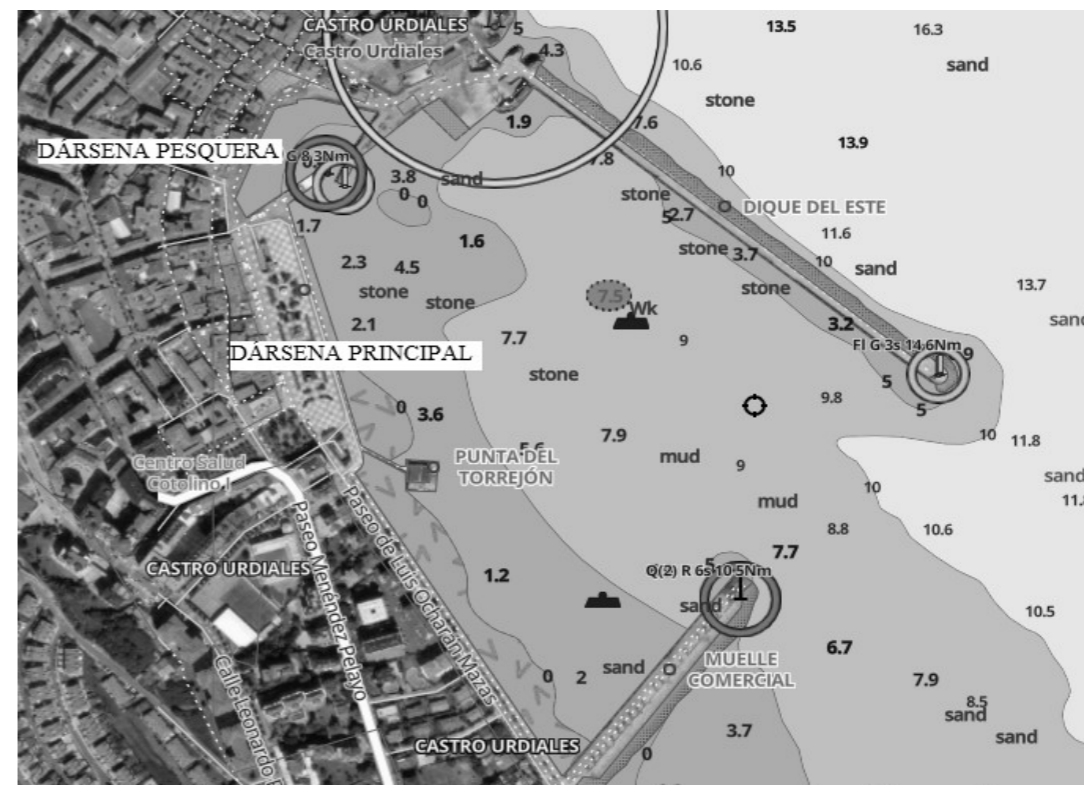


Figura 1. Batimetría del puerto de Castro Urdiales. Dársenas.



Figura 2. Batimetría del puerto de Castro Urdiales. Vista general.



3.- BATIMETRÍA DEL DIQUE

Además del estudio de la batimetría general del puerto, se ofrece en el presente anejo una vista general de la batimetría alrededor del dique actual. Esta información se ha obtenido de presentes proyectos relacionados con la remodelación del dique rompeolas del puerto.

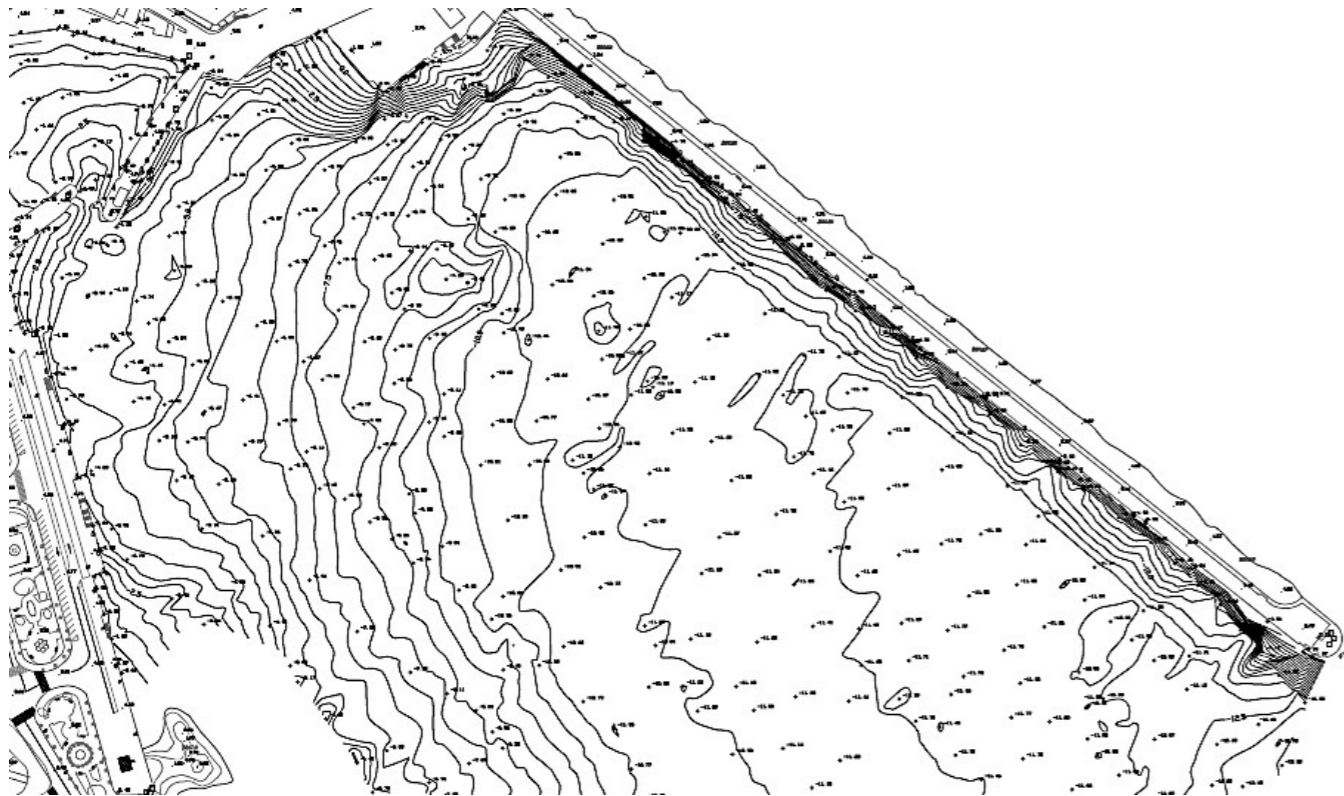


Figura 3. Batimetría de la dársena principal del Puerto de Castro Urdiales

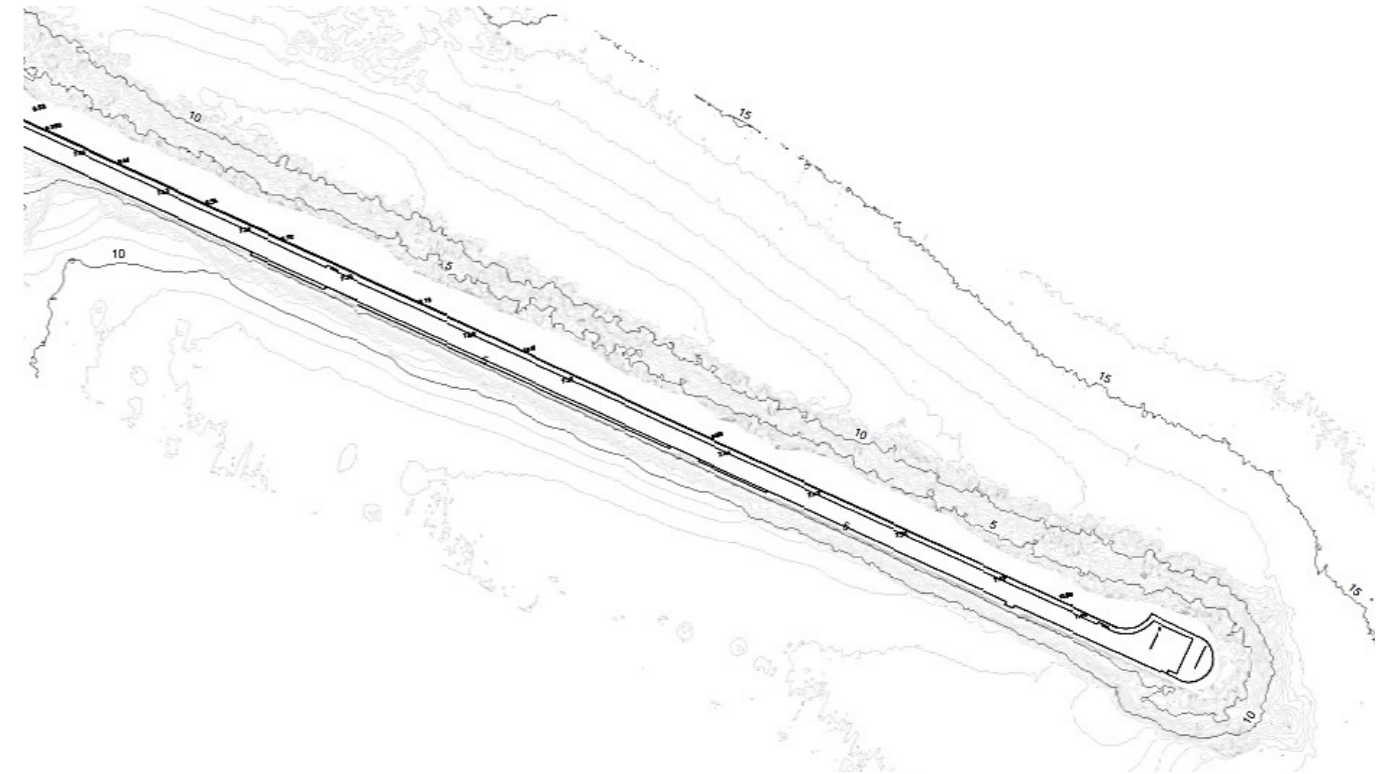


Figura 4. Batimetría alrededor de la estructura del dique actual.



ANEJO N°5 DESCRIPCIÓN DEL DIQUE NORTE



ÍNDICE:

1.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL DIQUE.....3
2.- SECCIÓN DE LA ESTRUCTURA 4



1.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL DIQUE

El dique rompeolas norte del puerto de Castro Urdiales se extiende desde los acantilados de la Peña de Santa Ana (ver figura 1) y siguiendo una dirección sureste, se extiende un total de aproximadamente 547.5 metros. Asimismo, esta construcción se trata de un dique en talud. Esta estructura está compuesta por bloques de hormigón que constituyen su manto principal, además de escollera, la cual constituye el manto secundario. Gracias a estos dos mantos exteriores, el conjunto estructural ofrece una mayor resistencia contra oleaje.



Figura 1. Elementos principales del puerto de Castro Urdiales.

A finales del siglo XIX, en el año 1893, se comenzó la construcción del dique con el objetivo de mejorar y ampliar el puerto, y cuya longitud inicial sería de 650 metros con rumbo sureste. Más tarde, en el año 1895, se tomó la decisión de reducir su longitud hasta los 547.5 metros, longitud que se corresponde con el valor actual. Así mismo, también fueron reducidas las dimensiones de la sección original. En su origen, se trataba de un dique de tipología vertical que apoyaba sobre una banqueta de escollera. En 1912 se definió el morro del dique y su sistema de construcción, y fue ya en el año 1927 cuando tanto el dique como su morro fueron finalizados.

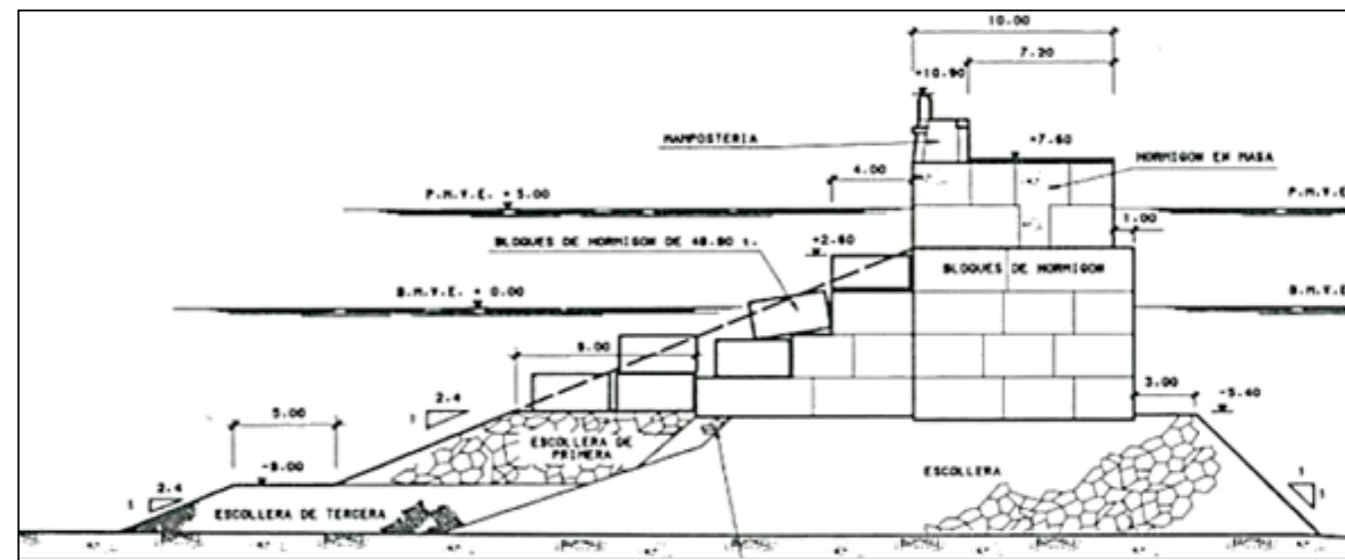


Figura 2. Esquema de la sección transversal del dique en el año 1964.

Desde el inicio de las obras ya fueron necesarios varios proyectos de reparación, debido a las acciones de los temporales marítimos que provocaban diversas averías. Estas averías se podían clasificar en principalmente tres tipos: erosión de materiales por la acción del oleaje; descalce y desplazamiento de diversos bloques de hormigón; y el arrastre de la escollera de la berma inferior. Debido a toda esta problemática, se determinó un cambio significativo en la estructura, por el cual se cambió la tipología inicial del dique, el cual paso de ser un dique vertical a ser uno mixto, que ofrecía una mejor resistencia ante las condiciones marítimas gracias a la implementación de un manto exterior.

Tras varios proyectos de reparación y actualización de la estructura, en el año 1978 se realizó un nuevo proyecto de refuerzo que terminó en 1983. En este proyecto se determinaron las principales características estructurales del dique actual. Los cambios principales fueron el aumento de la anchura de la berma, que paso de estar constituida por un solo bloque, a estar compuesta por tres, lo que ofrecía una anchura total de unos 9 metros y medio. Por otra parte, la pendiente de la berma también fue modificada y paso de 2.4H:1V a 2H:1V (1).

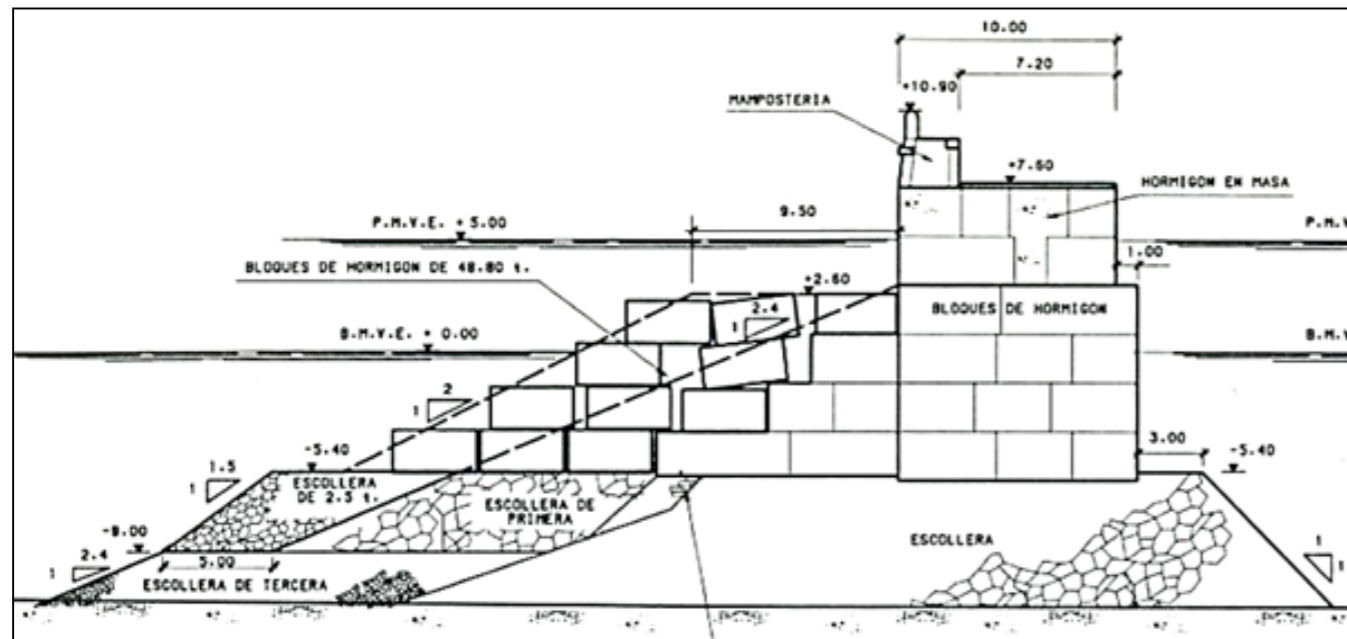


Figura 3. Esquema de la sección transversal del dique en el proyecto de refuerzo en el año 1978.

A partir del año 2000, podemos destacar algunas reparaciones realizadas en el año 2003, en donde se utilizó hormigón proyectado para reforzar y cubrir los huecos y descalces existentes. Más tarde, tuvo lugar otro proyecto de refuerzo y acondicionamiento en 2008, cuyo objetivo principal era aumentar los factores de seguridad al vuelco y deslizamiento de la estructura.

2.- SECCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Las características principales de la sección actual del dique son las siguientes:

- 1) **Estructura principal:** La estructura principal del dique rompeolas objeto de estudio está constituida por hormigón en masa, con una resistencia que se estima tener un valor medio a lo largo de la estructura de 136 kp/cm². Con respecto al tratamiento de las juntas entre dichos bloques, estas fueron en su momento hormigonadas in situ con un hormigón similar al anteriormente descrito.
- 2) **Banqueta de cimentación:** la estructura apoya sobre una base que se compone de escollera y grava, principalmente.
- 3) **Coronación:** La coronación del dique se encuentra a 10.80 metros sobre el cero del puerto de Castro Urdiales. Dicho nivel altimétrico está a su vez, a una distancia de 2.06 metros por debajo del Nivel Medio del Mar en Alicante.

- 4) **Bloques de protección:** Con respecto al manto lateral de protección, este está conformado por bloques de hormigón de una masa de aproximadamente 48.80 toneladas. Además, su emplazamiento es más bien irregular y aleatorio a lo largo de la longitud del mismo.
- 5) **Pendiente:** Por último, la pendiente de los bloques de protección lateral es de aproximadamente 2H:1V.
- 6) **Berma:** En cuanto a la berma, como se ha mostrado anteriormente, su anchura se aumentó con las obras realizadas en 1978. De esta manera, pasó a estar formada por tres bloques y alcanzaba una anchura de unos 9.5 metros.

De esta manera, con lo presentado anteriormente, obtenemos la sección para la estructura actual, la cual se presenta a continuación.

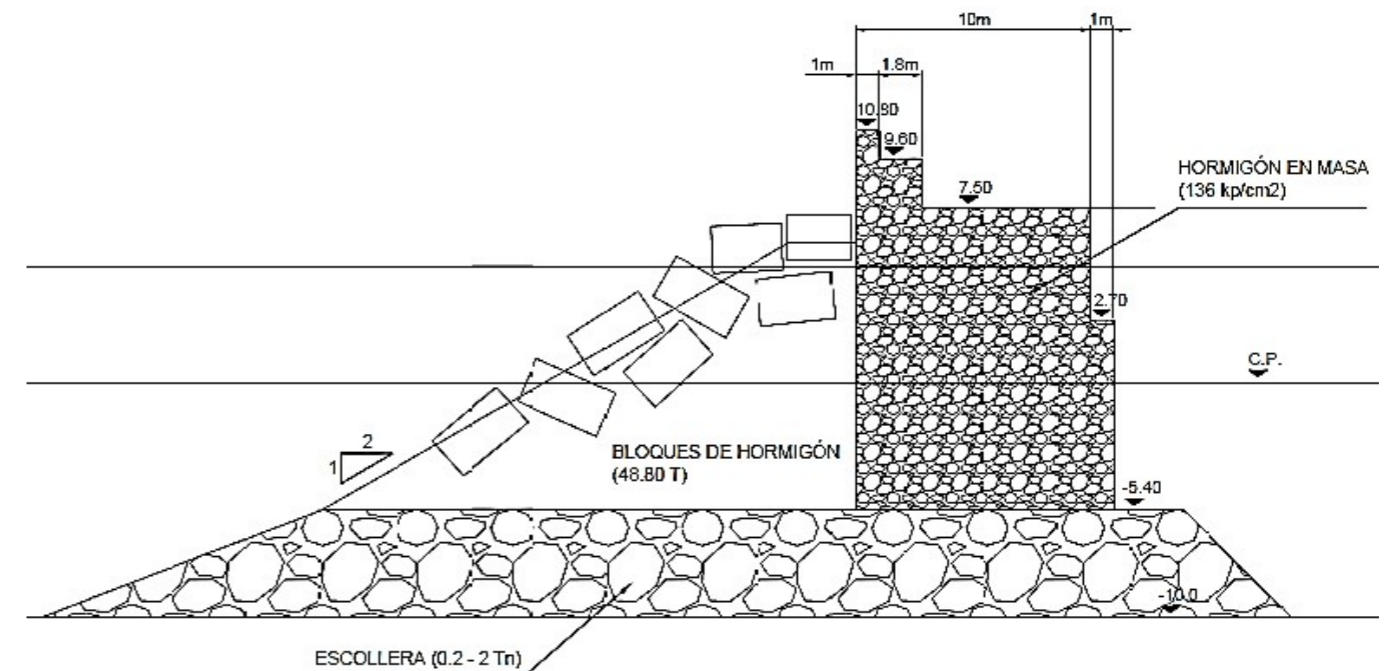


Figura 4. Esquema de la sección transversal del dique. Se muestran las principales dimensiones de los elementos estructurales. Los datos altimétricos están respecto al cero del puerto de Castro Urdiales.