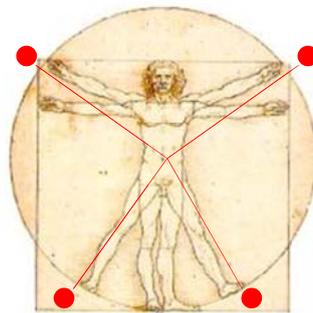


TECNOLOGÍ@ y DESARROLLO

Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

VOLUMEN XIV. AÑO 2016

SEPARATA



INCREMENTO DE LA OPERATIVIDAD EN MARINA YATE MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLAYA DISIPATIVA EN PUNTA COROÑA; PUERTO DE GIJÓN

Jorge Valdés Álvarez

David Martín Ruiz



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO

Escuela Politécnica Superior
Villanueva de la Cañada (Madrid)

© Del texto: Jorge Valdés Álvarez, David Martín Ruiz
Abril, 2016.

<http://www.uax.es/publicacion/incremento-de-la-operatividad-en-marina-yate-mediante-la-construccion-de.pdf>

© De la edición: *Revista Tecnológ@ y desarrollo*

Escuela Politécnica Superior.

Universidad Alfonso X el Sabio.

28691, Villanueva de la Cañada (Madrid).

ISSN: 1696-8085

Editor: Javier Morales Pérez – tecnologia@uax.es

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo, ni su almacenamiento o transmisión ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.

INCREMENTO DE LA OPERATIVIDAD EN MARINA YATE MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLAYA DISIPATIVA EN PUNTA COROÑA; PUERTO DE GIJÓN

Jorge Valdés Álvarez (a) David Martín Ruiz (b)

- (a) Profesión: Civil Project Engineer. Centro: Ingeniería Técnica de Proyectos y Sistemas; Duro Felguera
- (b) Dr. por la Universidad Alfonso X El Sabio. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Escuela Politécnica Superior. Área de Ingeniería Civil. Tlf: 918105087, email: druizmar@uax.es

RESUMEN:

En este artículo se muestran de forma sencilla las diferentes fases de la elaboración del proyecto; así como la herramienta informática SMC (Sistema de Modelado Costero) proporcionado por el IH Cantabria para el dimensionamiento de los distintos elementos de los que se componen las obras.

PALABRAS CLAVE:

Playa artificial – Gijón – Operatividad de Puertos – Número Áureo - Diques

ABSTRACT:

This article is simply different phases of project development; and the SMC (System of Coastal Modelling) software tool provided by the IH Cantabria for sizing the various elements of the works are made.

KEY-WORDS:

Artificial beach - Gijón - Operation of Ports - Golden Number - Dikes.

SUMARIO:

1. Introducción 2. Elementos y Pautas de Diseño 3. Conclusiones: Descripción General de la obra 4. Bibliografía

1. Introducción

Por iniciativa de la Autoridad Portuaria de Gijón, y como continuación del acondicionamiento de Marina Yate, se ha propuesto proteger la dársena, localizada en la zona sur del Puerto de Gijón. Dicha dársena actualmente presenta una excesiva agitación en su interior debido en principio, a los importantes procesos de reflexión del oleaje incidente sobre el área de los astilleros localizados en Punta Coruña.

El objetivo de este proyecto es conseguir el incremento de la operatividad de la dársena de Marina Yate mediante la construcción de unos diques de abrigo que alberguen una playa estable, utilizable en condiciones de pleamar, y que sirva además como elemento revitalizador de una zona tanto industrial como urbana históricamente muy degradada por el desarrollo de la industria de la ciudad.

También se pretende recuperar una línea de costa ocupada por la industria de la construcción naval, y devolver a la ciudad la salida al mar por el oeste, que le fue negada por un desarrollo urbanístico claramente desafortunado desde el punto de vista de la Ingeniería de Costas. Completando así el paseo marítimo que tanto ansía la población gijonesa.

1.1. Antecedentes

La presente publicación sólo se centra en la obra marítima a realizar dejando libre a futuros diseños la parte correspondiente a la urbanización del entorno considerado. Así mismo se ha considerado una posible fase previa en el que toda la zona expropiada del estudio está nivelada a la cota +7.50 m referido al cero del puerto (CP), dejando libres los diques secos y la dársena de los astilleros actuales.



Fig. 1.1 Zona de actuación

Es interesante resaltar que en la zona donde se propone crear esta playa existía históricamente una playa conocida como Natahoyo. Esta playa se mantuvo hasta finales del siglo XIX, cuando la expansión de la ciudad, el crecimiento del Puerto Local y el desarrollo de la industria naval ocuparon los arenales y los absorbieron en la trama urbana. La obra proyectada, por tanto, dotará a la ciudad de un uso del litoral que ya poseía en la antigüedad.

1.2. Criterios de Diseño

Los criterios en los que se ha basado este Proyecto son de dos tipos: Técnicos y Estéticos.

Dado que no es posible, por razones obvias, retroceder al límite de playa que existía en el siglo pasado, cualquier solución planteada ha de llevar implícita, como mínimo, las siguientes condicionantes técnicas:

- Aportación artificial de arena para formar la playa.
- Crear algún tipo de contención lateral para impedir la salida de la arena y que además disipen la energía del oleaje.
- Los diques laterales no deberán invadir el acceso a las dársenas tanto oeste como este y no interceder con los transportes longitudinales de las playas laterales, además de la reducción del oleaje para asegurar en todo caso la operatividad de Marina Yate.
- Se considerará que en la fase previa de retirada de escombros se ha nivelado la zona de actuación a la cota +7.50m (referido al cero del Puerto) con la salvedad de los diques secos y la dársena de los astilleros actuales contando que los 30 primeros metros desde el mar están hormigonados a la cota referida anteriormente para facilitar así el paso de la maquinaria en nuestra obra.
- Protección de la dársena de Marina Yate frente a oleajes con orientación NE (este oleaje tiene una mayor presentación en los meses de verano) que debido a la reflexión en Punta Coroña generan las inoperatividades a subsanar.

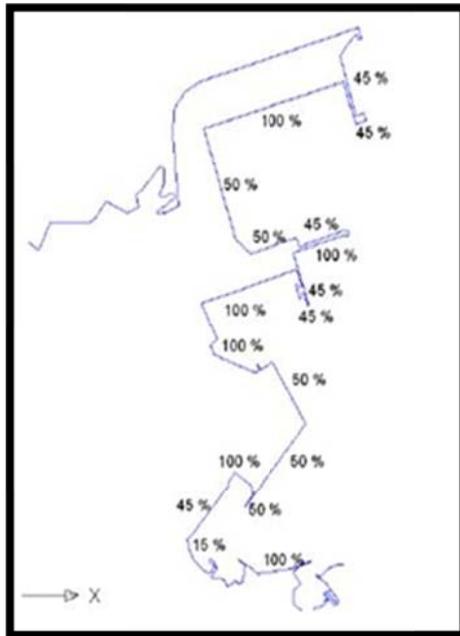


Fig. 1.2 Coeficientes reflexión

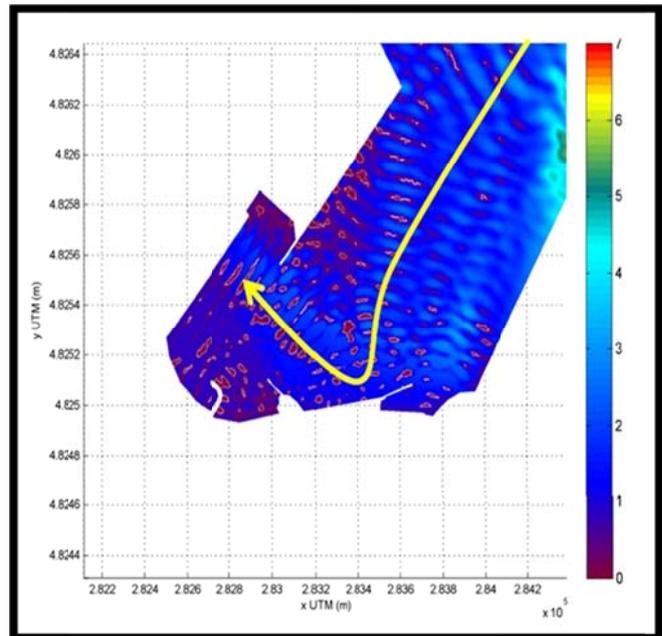


Fig. 1.3 Reflexión del frente de oleajes NE

Conjuntamente con estos condicionantes técnicos mínimos, el Proyecto de la playa se ha abordado de una forma global con las playas de Poniente y del Arbeyal, entendiéndose como una prolongación y complemento de estas una vez finalizadas las obras de urbanización correspondientes a dicha fase mencionada con anterioridad.

2. Elementos y pautas de diseño

Los condicionantes de diseño de la playa son los siguientes:

- El perfil activo de la Playa ha de limitarse por su lado de mar a la cota -1 para evitar aterramientos e interacciones con el Puerto.
- Este límite de perfil se puede conseguir, bien por medio de obras de abrigo que reduzcan el oleaje incidente a valores de unos $H_s \sim 3.3$ m, bien por medio del uso de arena con $D_{50} \geq 0.4$ mm para la generación.
- Esta arena se ha localizado en el entorno de Gijón, concretamente en el banco de arena D con el que es posible construir un tamaño medio y distribución granulométrica adecuada con base a los condicionantes anteriormente expuestos.
- La falta de apoyos laterales y las posibles afecciones al Puerto obligan a la construcción de obras de contención lateral.

2.1. Diseño de la solución propuesta

Durante el proceso de estudio, se han planteado y analizado, en mayor o menor medida, un buen número de soluciones para la reducción de la inoperatividad en Marina Yate así como para la estabilidad de la playa.

Como expone D. Juan Francisco Lazcano Acedo en su conferencia *“Incidencia y percepción social del ingeniero de caminos en la sociedad”* en el III Congreso Nacional de la Ingeniería Civil (Barcelona, 25 noviembre 1999) la labor del ingeniero es una suma de *“Método + Aportación Emocional”*.

El Método estará compuesto por simplicidad, repetición, precisión rigor, soltura y competencia. Por otro lado la aportación emocional, a las obras que el ingeniero realiza, va más allá de lo meramente metodológico anteriormente mencionado (aunque no se puede desarrollar sin un dominio del método). Esta característica es la que dota a las actuaciones de un valor añadido que hace que sean mejor entendidas por la sociedad e indirectamente, que la labor del ingeniero salga a la luz y sea un poco más visible. La aportación emocional es aquello que sobrepasa lo funcionalmente correcto: el tratamiento de las formas, el color, el cuidado estético en nuestras obras, la integración paisajística, el acercamiento cultural...

Por todo ello y analizando el dique actual de Punta Coroña y el ángulo que forma con la alineación vertical de Duro Felguera se vio que era el de un heptágono regular.



Fig. 2.1 Diseño heptágono regular

El número 7 fue un número relevante en la construcción clásica y renacentista y debido a ello se optó por un diseño en el que interviniesen conceptos clásicos del diseño y en el que el heptágono y el heptágono estrellado asociado jugaran un papel destacado.

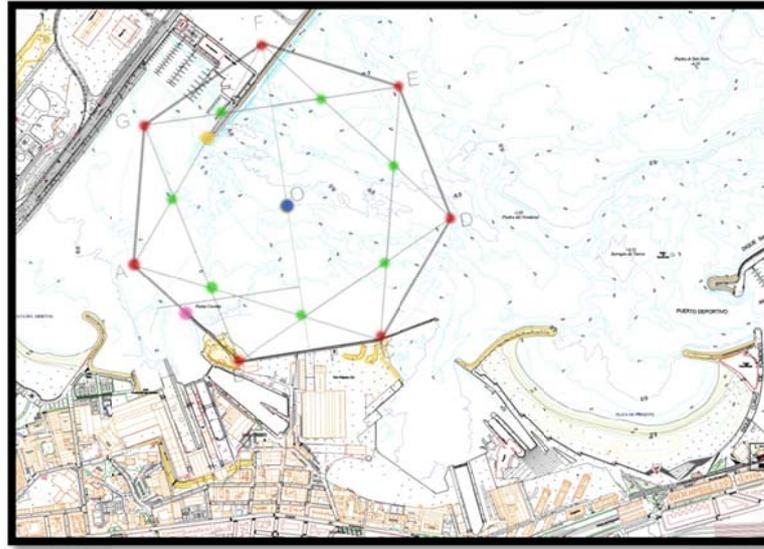


Fig. 2.2 Heptágonos del diseño

Como referencia de diseñadores clásicos renacentistas se consideró a Leonardo Da Vinci (1452-1519) quién fue el arquetipo y símbolo del hombre del Renacimiento. Publicando en 1492 uno de los más famosos estudios sobre las proporciones corporales, basado en unos escritos que había realizado Marco Vitrubio Polión, arquitecto de Cayo Julio César en el s. I a.C. En 1486 se reeditan esos estudios y Leonardo Da Vinci escribe un pequeño tratado sobre “El canon de las proporciones Humanas” con la razón de proporcionalidad del número áureo.

Además se tomó en cuenta a Leonardo Pisano Bigollo (1170-1250), conocido como Fibonacci, quién difundió en Europa el sistema de numeración decimal y conocido por su serie:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f_{n+1}}{f_n} = \phi \quad (\text{Ec. 2.1})$$

$$\text{Donde: } f_0 = 0 \quad f_1 = 1 \quad f_{n+1} = f_n + f_{n-1} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Por ello se escogió como eje de diseño el número phi o áureo, ya que es un número recurrente en innumerables obras clásicas. Con este pivote inicial se ha llevado a cabo todo el diseño de los diques laterales así como la posición de las escaleras de acceso a la Playa.

Los diques debían de ser curvos permitiendo una cerrada que proteja de la energía del oleaje a la playa. Relacionando esa curva con el número de oro se escogió como curva la espiral de Durero que tiene la particularidad de estar compuesta de cuartos de circunferencia cuyos radios forman una progresión geométrica de razón áurea (sigue la serie de Fibonacci). Cada uno de esos “trozos” se puede expresar por tanto con la ecuación de la circunferencia, teniendo en cuenta que cada trozo posee un centro y un radio distinto.

A esto se unió el condicionante del heptágono, decidiendo que las espirales pasaran por puntos relevantes del polígono estrellado y con los radios más cortos para el morro de los diques mejorando así la protección y los radios amplios para el fondo de playa consiguiendo así incrementar la superficie utilizable de la playa e intentando aprovechar la batimetría de la zona para posicionar los diques.

Se jugó además en este caso con otros elementos de diseño clásicos como son el paralelismo y la perpendicularidad entre los rectángulos áureos que contienen las espirales de Durero y la tangencia entre las mismas.

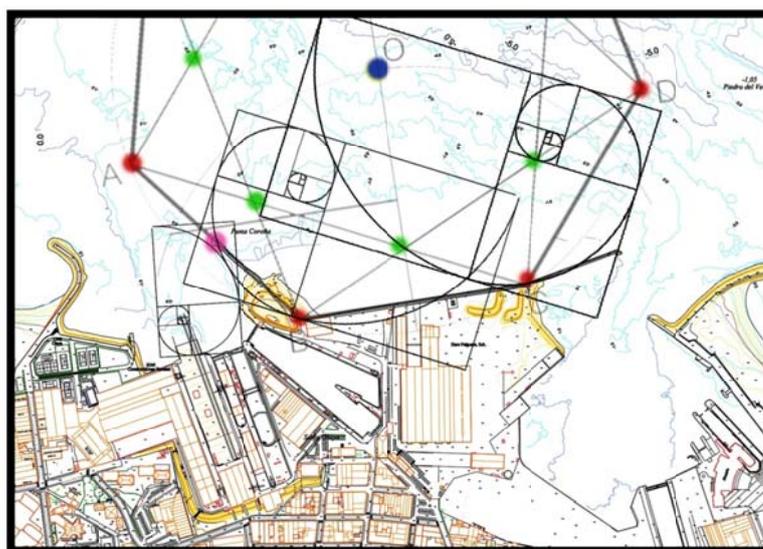


Fig. 2.3 Diseño estético de los diques

2.2.Descripción de los diques laterales

La solución propuesta consta de dos elementos principales, denominados Dique Oeste y Dique, coronados a la cota +7.5 y 8m de anchura. Los diques tienen como misión fundamental el servir de apoyo lateral a la Playa, si bien además, reducen la energía y redistribuyen la energía del oleaje en el interior y exterior de la ensenada, a fin

de conseguir una playa “aconchada” y estable además de reducir las olas entrantes a Marina Yate consiguiendo así aumentar la operatividad del puerto deportivo.

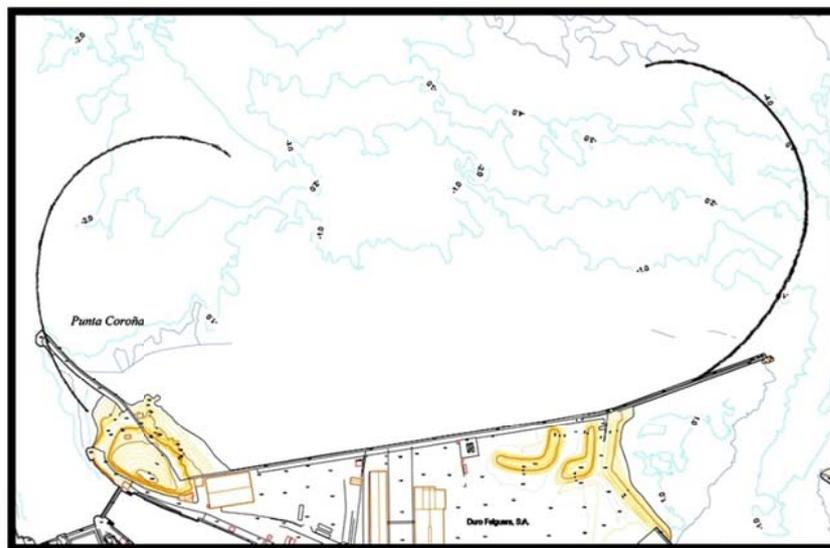


Fig. 2.4 Generatrices de los diques

2.3. Descripción de la solución propuesta

La solución propuesta, se compone de dos diques laterales de trazado curvo que sirven de apoyo a una playa “aconchada parabólica” de unos 831,40 metros de longitud en el borde superior de la playa seca. La playa se materializa con arena de tamaño medio $D_{50} = 0,42$ mm, obtenida mediante el dragado del banco de arena D del Puerto de Gijón. Esto evita la construcción de obras de abrigo exterior, siendo posible el diseño de una playa abierta con una separación entre extremos de diques laterales de unos 244 metros. La playa seca diseñada presenta una anchura mínima en el frente de unos 174,33 metros en condiciones de bajamar y de 64 metros en pleamar, disminuyendo en los diques de contención lateral.

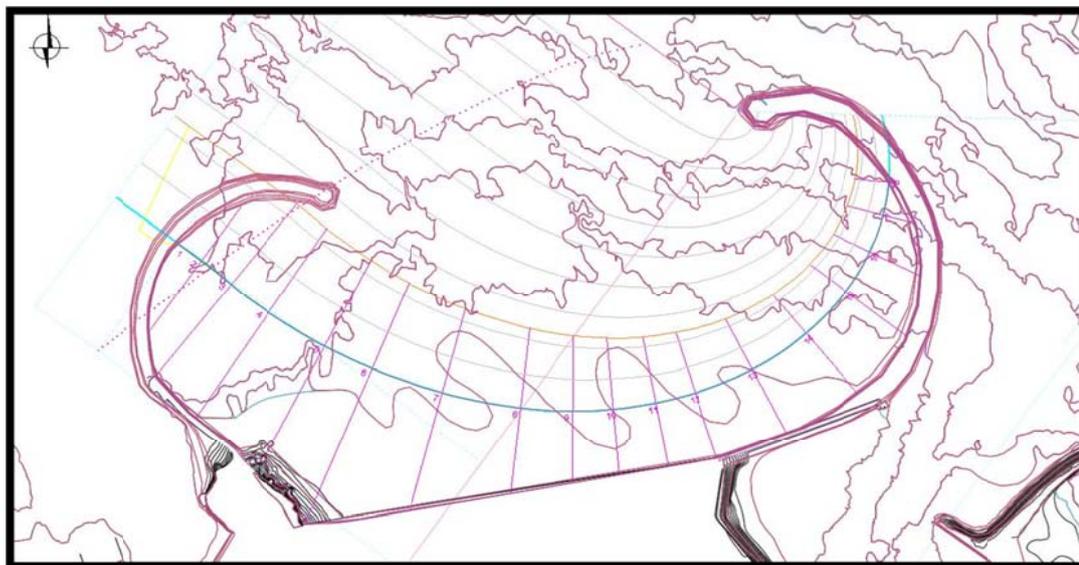


Fig. 2.5 Prediseño de diques y playa en el software de cálculo SMC v2.5

2.4. Datos de salida SMC

Para ver el comportamiento del oleaje con las nuevas estructuras y comprobar la estabilidad de la playa se hizo una propagación con los datos de oleaje suministrados por el puerto con una malla de detalle de la zona en la que estará situada la playa de con el software de cálculo SMC (Sistema de Modelado Costero) proporcionado por el IH Cantabria.

La simulación se hizo para temporales de 24 horas y en las condiciones más desfavorables y extremas. Hay que destacar que dichas condiciones desfavorables en nuestra zona de estudio se dan en verano por lo que simular con un temporal de 24 horas en las peores condiciones nos dará un margen de seguridad muy amplio en el resto de situaciones.

Estos datos posteriormente se introdujeron en otra de las herramientas de SMC, el Tutor de Ingeniería de Costas (TIC), con el cual se realizaron todos los cálculos para el dimensionamiento de las estructuras los cuales no se reproducen aquí por no ser estos el objeto de esta publicación (ver proyecto original para información de detalle).



Fig. 2.6 Batimetría regenerada (Cotas sobre el NMM)

3. Conclusiones: Descripción General de la obra

La obra de la playa consiste en la creación de una playa estable que garantice la disipación de la energía incidente con una anchura variable de unos 64 metros en punto más desfavorable, definiéndose como cota superior de la playa +6,00, referida al cero del Puerto de Gijón. La superficie de playa en bajamar es de unos 94.913,51 m².

La forma en planta de la playa es parabólica, estando en línea de cota +6,00, de 831,40 metros de longitud formada por 4 tramos de circunferencia de radios 82, 428, 552 y 245 metros.

El volumen total de arena necesario es de 586.000 m³. La arena más adecuada es de tipo medio, $\phi_{50}=0,42$ mm, cuya granulometría, además de cumplir las condiciones exigidas en el Pliego de Condiciones. Su procedencia es marina, de los bancos de arena del Puerto del Musel. Concretamente del banco de arena D situado a unos 2500 metros al norte del Dique Norte.



Fig. 3.1 Reproducción a escala diferenciando las distintas secciones de diseño

La arena de playa está contenida lateralmente por los diques, el del Oeste de 386,40 metros de longitud que arranca del dique de Punta Coroña y el del Este de 469,33 metros de longitud que parte del dique de Duro Felguera S.A., ambos diques a construir dejan entre ellos una abertura de 243,91 metros de orientación N36E.

Los diques están coronados a la cota +7,50 referido al cero del puerto, que es la cota media del paseo marítimo, a fin de minimizar lo más posible la agresión visual. Esto tiene como consecuencia el que sea rebasable el dique del Este en su mayor parte por lo que no será transitable. Se exceptúa la zona de arranque del dique donde la altura de ola que lo aborda no lo rebase y en el que se proyecta un paseo de hormigón a la cota +7,50 y un parapeto a la +8,50. Por el contrario el Dique Oeste no será rebasable en ningún momento por las olas actuantes pero por seguridad se exceptúa un tramo del dique de ser visitable y tendrá un paseo de hormigón a la cota +7,50 y un parapeto a la +8,50.

3.1. Posible producto acabado



Fig. 3.2 Ilustración de una posible vista aérea



Fig. 3.3 Ilustración de una posible vista aérea frontal



Fig. 3.4 Vista del dique oeste



Fig. 3.5 Vista a pie de playa

4. Bibliografía

Para realizar el proyecto fin de carrera original “Incremento de la Operatividad de Marina Yate mediante la construcción de una playa disipativa en Punta Coruña; Puerto de Gijón”, la Autoridad Portuaria de Gijón ha facilitado diversa documentación ya existente en la APG, los cuales se enuncian a continuación y algunos se han adjuntado en parte como anejos del proyecto original, así como diversa información complementaria. A continuación se muestran las más relevantes de la bibliografía completa:

- ***Proyecto de la Playa de Poniente***. Autoridad Portuaria de Gijón. (1993).
- ***Estudio de Regeneración de la Playa de San Lorenzo***. Autoridad Portuaria de Gijón. (2010).
- ***Ensayos de Caracterización de Suelos para la ampliación del Puerto del Musel***. TECNIA control. Laboratorio Control de Calidad. (2009).
- ***Informe sobre el estado actual y evolución de la Playa de San Lorenzo tras las obras de Ampliación del Puerto de Gijón y Propuesta de Regeneración***. Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria. (2010).
- ***Estudio del Clima Marítimo en el Puerto del Musel***. Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria.
- ***Estudio para el desarrollo de un sistema de reducción de agitación por oleaje en Marina Yate***. Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria. (2009).
- ***Documento Ambiental: Proyecto de construcción de un contradique en la dársena deportiva de Yates Marina del Principado en el Puerto de El Musel***. Marina Yates del Principado. (2010).
- ***Construcción de playas. Experiencia en España***. Ingeniería del Agua. Vol. 2 Núm. Extraordinario (1995). Carlos París Solas, Juan Manuel Basabe Criado, Hendrik Wibbelink.
- ***Directrices sobre actuaciones en playas***. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas.
- ***Impacto Ambiental de Regeneración de Playas: La Playa de Poniente (Gijón)***. Ingeniería del Agua. Vol. 2 Núm. Extraordinario (1995). Juan C. Canteras, L. Pérez, E. Cantera, M. Soler, C. I. Carralimos.
- ***Variabilidad de los Perfiles de Playa: Forma y Distribución Granulométrica***. Ingeniería del Agua. Vol. 2 Núm. Extraordinario (1995). Raúl Medina, Iñigo Losada, Miguel A. Losada y César Vidal.

- ***Estudio de la Biosfera Marina de la costa entre Cabo Peñas y Lastres.*** C.I.S. (Centro de Investigaciones Submarinas). (1993).
- ***Fauna; Caracterización bionómica; Recursos Pesqueros.*** Autoridad Portuaria de Gijón.
- ***Valoración de las aguas marinas de Gijón y prevención de la contaminación.*** Proyecto Fin de Master Asturias Business School. Paula Arroyo, Jimena Pérez, Juan A. Rodríguez Quirós y Juan Luis Doménech. (2002).
- ***Documento de referencia: Volumen I. Dinámica; Volumen II. Procesos Litorales; Volumen III. Obras; Volumen IV. Medio Ambiente Litoral; Volumen V. Apéndices.*** G.I.O.C. (Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas), Ministerio de Medio Ambiente Dirección General de Costas, Universidad de Cantabria. (2000).
- ***Atlas de inundación del litoral español. Documento temático y complementario.*** G.I.O.C. (Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas), Ministerio de Medio Ambiente Dirección General de Costas, Universidad de Cantabria.
- ***Regeneración de playas. Documento temático.*** G.I.O.C. (Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas), Ministerio de Medio Ambiente Dirección General de Costas, Universidad de Cantabria.
- ***Manuales del Usuario SMC 3.0 (Software de Sistema de Modelado Costero).*** G.I.O.C. (Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas), Ministerio de Medio Ambiente Dirección General de Costas, Universidad de Cantabria.
- ***Diseño de Diques Rompeolas.*** 2ª Ed. Revisada y ampliada. Vicente Negro Valdecantos... (et al.). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.