



**CONAMA10**  
CONGRESO NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

## **El Emisario Submarino de Berria: Infraestructuras funcionales y sostenibles**

Autor: Luis Ángel Fernández Rodríguez

Institución: OHL (Obrascon-Huarte-Lain)

e-mail: [luisange@ohl.es](mailto:luisange@ohl.es)

## RESUMEN

Infraestructura funcional y sostenible: El Emisario Submarino de Berria es un pilar fundamental dentro del esquema de Saneamiento General de las Marismas de Santoña. Se trata de una de las obras más singulares, con una relevancia significativa dada su complejidad técnica e importancia dentro de todo el proceso. Este Emisario se ha concebido bajo la premisa de asegurar la conservación de la turbera y bosque fósil y evitar la afección sobre las playas, la calidad de las aguas de baño y el fondo marino. Las condiciones marítimas extremas, propias de la costa donde se desarrolla el proyecto, también condicionan las características de la infraestructura y las técnicas constructivas a emplear. Entre los principales logros obtenidos, cabe destacar: ° Empleo de nuevas tecnologías y equipos, sin precedentes en el sector. ° Protección de la calidad del agua receptora del vertido y de los ecosistemas marítimos, terrestres e intermareales. Disminución de un tercio de la superficie de fondo marino afectada y del volumen de escolleras y áridos empleados. ° Minimización de la afección a las actividades socioeconómicas locales motivada por los métodos no invasivos empleados y una duración de las obras dos veces menor respecto a la construcción por método convencional. ° Disminución de riesgos de vertidos accidentales, gastos de explotación y exposición de trabajadores a operaciones submarinas de alto riesgo, con una probabilidad de rotura o averías muy inferior a otros emisarios convencionales. ° Modelo viable económicamente, altamente competitivo y exportable. Alcanza sus máximos beneficios ambientales en costas de fondos rocosos ubicadas en entornos naturales de especial protección y sometidas a condiciones marítimas extremas. Se puede aplicar en emisarios asociados a saneamientos, desaladoras y vertidos industriales, áreas en las que se prevén fuertes inversiones por parte de las administraciones públicas europeas y de grandes compañías de servicios. Este proyecto ha sido ampliamente divulgado (Fundación Entorno, Cauce, Perfohinca, Tecno) y galardonado con el Premio Europeo de Medio Ambiente (Fundación Entorno) y el premio José de Azas 2009 (Colegio de Ingenieros de Caminos).

**Palabras Clave:** Infraestructura, innovación, nuevas tecnologías, funcional, sostenible, calidad de las aguas, especial protección, modelo viable económicamente, competitivo y exportable

CONAMA10  
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

INFRAESTRUCTURAS FUNCIONALES Y SOSTENIBLES.  
EL EMISARIO SUBMARINO DE BERRIA

---



Luis Ángel Fernández Rodríguez

---

## **INDICE**

1.	ANTECEDENTES .....	5
2.	LAS MARISMAS DE SANTOÑA, VICTORIA Y JOYEL.....	6
2.1.	UN ENCLAVE MEDIOAMBIENTAL AMENAZADO .....	6
2.2.	SANEAMIENTO INTEGRAL.....	7
2.3.	LA VIGILANCIA AMBIENTAL.....	8
2.4.	UNA MISMA IDENTIDAD .....	8
2.5.	FINANCIACIÓN DE LAS OBRAS .....	9
3.	EL EMISARIO SUBMARINO BERRIA, UNA OBRA MARÍTIMA SINGULAR.....	9
3.1.	EL PROYECTO AMBIENTAL .....	9
3.2.	EL DISEÑO CONSTRUCTIVO .....	10
3.3.	FICHA TÉCNICA.....	13
4.	LA CONSTRUCCIÓN .....	14
5.	DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS: .....	19
5.1.	BENEFICIOS AMBIENTALES.....	19
5.2.	VIABILIDAD ECONÓMICA.....	20
5.3.	VENTAJAS DE CARÁCTER SOCIAL .....	20
5.4.	CAMPOS DE APLICACIÓN.....	21
6.	OBJETIVOS E INDICADORES .....	22
6.1.	OBJETIVOS.....	22
6.2.	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE .....	22
6.3.	INDICADORES DE CALIDAD.....	25
7.	CUMPLIMIENTO DE LEGISLACIÓN Y NORMATIVA.....	26

## 1. ANTECEDENTES

La costa es un espacio de elevado valor ambiental que merece la máxima protección debido al relevante papel socioeconómico que representa como zona de ocio. Por ello, su gestión debe estar encaminada a asegurar su integridad. La función depuradora del mar únicamente puede ser realizada con eficacia cuando los efluentes son vertidos en volúmenes y condiciones aceptables y en zonas suficientemente alejadas de la costa a profundidades elevadas.

Muchas veces las zonas costeras constituyen ecosistemas muy importantes, situados en enclaves singulares y con estuarios que acogen una gran diversidad de ambientes y usos.

Precisamente el asentamiento humano y el incremento de las distintas actividades que el hombre desarrolla en este entorno, ha provocado una creciente pérdida en la calidad ambiental y por tanto en la calidad de vida de los habitantes de toda la zona. Con el reto de preservar su alto valor ecológico y al mismo tiempo favorecer el desarrollo de las actividades industriales, recreativas y urbanas que confluyen en estas zonas, se proyectan y ejecutan planes de saneamiento integral. Suelen ser obras emblemáticas, muy costosas y desarrolladas en diferentes fases, siendo el emisario submarino una de las actuaciones más singulares, con una relevancia significativa dada su complejidad técnica e importancia dentro de todo el proceso.

Además en áreas del mar Cantábrico, la ejecución del tramo submarino hace necesario enfrentarse a las duras condiciones meteorológicas, que exige disponer de robustas protecciones de la tubería con objeto de asegurar su durabilidad y funcionalidad. Todo ello supone un reto importante debido, sobre todo, a la naturaleza y condiciones del medio donde se desarrolla. Para ello se diseñan protecciones con escollera y hormigón en zanja que la protejan de la acción del oleaje y las corrientes, exigiendo un gran despliegue de medios tanto humanos como mecánicos. Se utilizan diversas técnicas de dragado, vertido de materiales y voladuras submarinas.

Los emisarios suelen finalizar con varios difusores que permiten la salida del efluente a una distancia y profundidad determinada sin permitir la entrada de agua de mar, evitándose así su deterioro. Con el “emisario submarino” se asegura el correcto funcionamiento del sistema de vertido al mar de las aguas residuales. La ejecución de los emisarios supone un gran esfuerzo técnico y humano que con la aplicación de novedosos procedimientos, hace posible enfrentarse a un verdadero reto, conducir bajo tierra y mar las arterias principales de los distintos Saneamientos Generales.

Las necesidades actuales de los sistemas industriales obligan cada vez más a ejecutar también este tipo de obras. Los emisarios ya no son obras diseñadas únicamente para saneamientos, sino que centrales térmicas de ciclo combinado, desaladoras y otras industrias necesitan de estas conducciones para su correcto funcionamiento.

## 2. LAS MARISMAS DE SANTOÑA, VICTORIA Y JOYEL

### 2.1. UN ENCLAVE MEDIOAMBIENTAL AMENAZADO

Situadas al norte de la península Ibérica, las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel constituyen uno de los ecosistemas más ricos del país. Localizadas en el sector oriental de la cornisa cantábrica, su extensión alcanza casi cuatro mil hectáreas, las cuales se encuentran repartidas entre los términos municipales de Ampuero, Argoños, Arnuelo, Bárcena de Cicero, Colindres, Escalante, Laredo, Limpias, Noja, Santoña y Voto.

Este singular espacio constituye la principal zona húmeda de la franja costera del mar Cantábrico y también el humedal más importante para las aves acuáticas de la mitad norte de la península Ibérica, resultando de vital importancia para la invernada y la migración de numerosas especies. Llama la atención el impresionante espectáculo que supone el constante movimiento de las miles de aves que allí habitan, las cuales, sin cesar, recorren las marismas de un extremo a otro. Estas aves pueden observarse durante todo el año, aunque la mejor época comienza en agosto y septiembre, cuando llegan las garzas y las aves limícolas; más tarde, en octubre y noviembre, regresan los patos y gansos; y al final, entre diciembre y principios de enero, tiene lugar la mayor concentración. En esos momentos las Marismas consiguen albergar entre diez mil y veinte mil aves de unas cincuenta especies diferentes. Por esta razón, desde 1994, las Marismas de Santoña han sido incluidas en la lista del Convenio Ramsar, relativa a humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas.

Esta zona no es valiosa únicamente para las aves y la fauna que en ella habitan y paran, sino también por sus encinares, matorrales, praderías, pastizales, playas y dunas de gran trascendencia, que hacen de las Marismas de Santoña un enclave con un valor natural y paisajístico sin igual. A fin de preservar la plenitud de su riqueza, en 1992 las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel fueron declaradas Reserva Natural, figura bajo cuyo amparo se encuentran hoy en día y cuya principal función es la de preservar y gestionar este entorno emblemático.

Su importancia medioambiental también queda patente en el Plan Nacional de Depuración, según el cual las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel fueron catalogadas como “zona sensible” en el año 1995.

En las últimas décadas, este enclave natural ha estado sometido a una fuerte presión urbana y demográfica, lo que ha supuesto el incremento de los vertidos de aguas residuales y el deterioro de la calidad de sus aguas. Por este motivo, hace unos años la Confederación Hidrográfica del Norte (actualmente, del Cantábrico) ideó e inició las obras de Saneamiento General de las Marismas de Santoña, Victoria y Joyel, cuyo objetivo era el saneamiento integral de la zona.

## 2.2. SANEAMIENTO INTEGRAL

Hasta fechas ciertamente recientes, el diseño de las redes de saneamiento se basaba sobre todo en criterios hidráulicos dirigidos, principalmente, a establecer la capacidad de transporte de las conducciones, cuya misión esencial era trasladar el vertido final de las aguas residuales hacia zonas relativamente alejadas de los asentamientos humanos. En la década de los noventa esta práctica para los saneamientos urbanos ya no correspondía a la conciencia y exigencia de la sociedad, cuya sensibilidad hacia la conservación del medio ambiente había despertado y demandaba con firmeza a las autoridades competentes realizar las infraestructuras de los saneamientos respetando al máximo el medio natural. Por ello, en contraste con los viejos procedimientos de actuación, surgió de la colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y la Universidad de Cantabria el concepto de diseño integral del sistema de saneamiento, que no es sino su consideración como parte de un esquema de grado superior con condicionantes de índole social, ambiental y económica. De esta forma, junto a la distinción de los métodos hidráulicos como herramienta de diseño, deben tenerse en cuenta otros, más complejos, que valoren el conjunto de aspectos medioambientales que puedan verse relacionados con el saneamiento.

En las cuencas del Norte de España y especialmente en las Marismas de Santoña el estudio de los efectos producidos por los vertidos procedentes de los aliviaderos ubicados en distintos puntos de la red adquiere especial relevancia. La alta pluviosidad que caracteriza esta zona de la península Ibérica, recogida por las redes unitarias, puede provocar abundantes alivios y, por lo tanto, una contaminación indeseada y no permitida en un medio receptor acuático tan delicado. En estos casos, el diseño de la red de colectores, aliviaderos y tanques de retenida entraña especial dificultad principalmente por dos motivos: por una parte, por el carácter aleatorio de las lluvias y, por lo tanto, de los vertidos de tormenta; y por otra, por el hecho de que, en general, los alivios se producen en zonas acuáticas muy sensibles a la contaminación vertida en ellas. Entre estas zonas pueden destacarse las playas y áreas de cultivos marinos, o de protección especial, y las dársenas portuarias relativamente cerradas, en las que las condiciones de contaminación bacteriológica o de déficit de oxígeno disuelto pueden requerir importantes capacidades de los colectores y volúmenes de retenida previos al alivio.

En resumen, el diseño de un saneamiento integral consiste en optimizar el funcionamiento conjunto de tres elementos básicos, la red de saneamiento, la depuración y el vertido final, partiendo de la premisa de que a nivel técnico la solución óptima es aquella que permite cumplir con los objetivos de calidad propuestos con el mínimo coste para el sistema. No obstante, es necesario destacar que la solución definitiva de un sistema de saneamiento debe recibir el consenso social y político, de modo que la alternativa elegida no siempre es la más ventajosa desde el punto de vista económico, dado que en muchas ocasiones es necesario satisfacer exigencias sociales que no siempre pueden ser medidas en términos económicos.

### 2.3. LA VIGILANCIA AMBIENTAL

Ya desde el planteamiento inicial, la propia puesta en marcha de un esquema tan ambicioso como el Saneamiento General de las Marismas de Santoña entrañaba sus propios riesgos, ya que, una vez ejecutado, se habrían construido 85,90 kilómetros de conducciones. Sin embargo, a pesar de este *handicap* con el que se partía, el proyecto ha conseguido preservar escrupulosamente los valores medioambientales del entorno en el que se desarrolla la actuación, gracias a una serie de medidas tomadas entre las que destacan la ejecución de túneles terrestres y cruces subfluviales, evitando la afección a ciertas áreas esenciales de los ecosistemas, como son el estuario, las dunas o el encinar, a fin de conservar su gran valor ambiental.

Por otra parte, el conjunto de las actuaciones relacionadas con el saneamiento contaron con una serie de mecanismos de control que permitieron que su implantación respondiera a estrictos criterios de respeto al medio natural. Entre estos, cabe destacar el programa de vigilancia y seguimiento de las obras, punto esencial contenido en las previsiones incluidas en la evaluación ambiental.

En definitiva, el correcto diseño del Plan de Saneamiento General ha permitido la construcción de una gran infraestructura cuyo objetivo es sanear la zona sin por ello afectar su riqueza ambiental y biológica en modo alguno. A grandes rasgos el proyecto de Saneamiento General ha consistido en la construcción de una serie de colectores-interceptores, que reciben los vertidos de los diferentes municipios de la zona ya mencionados con anterioridad (Ampuero, Argoños, Arnúero, Bárcena de Cicero, Colindres, Escalante, Laredo, Limpias, Noja, Santoña y Voto), y que, a su vez, llevan dichos residuos a la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de San Pantaleón, a través de varias galerías y túneles. En dicha planta las aguas residuales se depuran llegando posteriormente hasta un emisario que, a través de un tramo terrestre y otro submarino, las vierte al mar a la distancia adecuada y en condiciones inocuas para el entorno marino. Este emisario es el Emisario Submarino de Berria.

### 2.4. UNA MISMA IDENTIDAD

El carácter subterráneo de las infraestructuras de saneamiento, aunque éstas sean de gran envergadura, provoca que en ocasiones que no sean justamente valoradas por los usuarios. El saneamiento de Santoña solo aflora a superficie con las obras singulares (estación depuradora, estaciones de bombeo y aliviaderos) y la fragilidad del entorno en el que se ubican aconsejó la normalización en los materiales. El diseño de estos edificios, para lo que se contó con la colaboración del arquitecto cántabro Roberto Zatarain Martín, se ha realizado con formas cúbicas y volúmenes de vidrio con una gran transparencia para permitir valorizar el paisaje a fin de conseguir a base de su desmaterialización un mayor mimetismo con el entorno natural circundante. Se pretende, en definitiva, dotar al Saneamiento de una identidad propia.

Finalmente, debe destacarse que el esquema integral del saneamiento de las Marismas de Santoña se diseñó y construyó acorde con las exigencias de la Directiva (2000/60/CE)

Marco del Agua, que establece una nueva política general, en la que el agua se considera no como “un bien comercial, sino como un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal”.

## **2.5. FINANCIACIÓN DE LAS OBRAS**

La Administración General del Estado, a través de los Fondos de Cohesión de la Unión Europea, ha financiado el 85 % del importe total de la inversión, correspondiendo el 15 % restante al Gobierno de Cantabria.

La inversión realizada, incluidas todas aquellas actuaciones complementarias necesarias para hacer efectiva la ejecución de la obra, va a superar los 230 millones de euros.

## **3. EL EMISARIO SUBMARINO BERRIA, UNA OBRA MARÍTIMA SINGULAR**

En diciembre de 2007 concluyó la realización del Emisario Submarino de Berria por parte de la Unión Temporal de Empresas Berria (constituida por OHL, SATO y SIEC). El proyecto fue ejecutado bajo la promoción de la Confederación Hidrográfica del Norte (actualmente, del Cantábrico).

Se trata de la construcción de una infraestructura llevada a cabo con la más avanzada tecnología, con los equipos más modernos, con maquinaria de última generación y con la intervención de técnicos altamente cualificados dentro del grupo de profesionales que en la actualidad trabajan en nuestro país en obras de vanguardia de tipo portuarias y marítimas.

La ejecución de una obra marítima como la que nos ocupa supuso un desafío muy importante debido, especialmente, a la naturaleza y condiciones del medio en el que se desarrolló, las Marismas de Santoña, y el bravío mar Cantábrico. Así las cosas, no es de extrañar que este saneamiento se haya convertido en una de las obras emblemáticas de toda la costa norte de España.

### **3.1. EL PROYECTO AMBIENTAL**

La principal diferencia que distingue un saneamiento "continental" de otro litoral es que cabe considerar el mar abierto como un gran reactor biológico en el que, salvo que se esté contemplando un sistema de vertidos en zonas cerradas de baja renovación donde pudieran presentarse problemas de reducción de oxígeno, o en zonas especialmente sensibles por la existencia de ecosistemas frágiles, la contaminación orgánica y bacteriológica puede ser perfectamente asimilada sin menoscabo de la calidad general del medio. Esta circunstancia ha dado lugar a la aparición del término “tratamiento marino”, cuya filosofía se apoya en la idea de aprovechar los procesos físicos, químicos y biológicos que de forma natural se desarrollan en el mar para mitigar los efectos indeseados de las aguas residuales. En este sentido el diseño del vertido final de un saneamiento litoral consiste básicamente en optimizar el binomio zona de vertido-nivel de depuración de tal forma que, aprovechando al

máximo la capacidad de auto depuración del mar, se consiga el mínimo coste para la construcción y explotación del sistema.

El informe Nº 71 “Protección de los océanos de las actividades costeras” del Consejo de Expertos sobre Aspectos Científicos de Protección del Ambiente Marino (GESAMP), de las Naciones Unidas, destaca que: “Los emisarios submarinos son solución viable para muchas, si no para todas, las zonas costeras. Los emisarios profundos alejan los efluentes de las aguas de baño, de recreo y de los bancos de peces y, dependiendo de la circulación local de las aguas, maximizan la dispersión y la dilución. Ellos necesitan mucho menor mantenimiento que las plantas de tratamiento avanzadas y tienen menor probabilidad de fallo.”

El espacio acuático en la zona del vertido del emisario submarino de Berria antes de su construcción se encontraba en excelente estado ecológico y químico, en el sentido de la Directiva Marco del Agua. Esta circunstancia presentaba un reto adicional para el diseño ambiental dado que se trataba de preservar estas características sobresalientes de las aguas receptoras de vertido, así como de las zonas protegidas adyacentes a ellas.

En términos generales, el efecto que produce en una determinada zona un vertido procedente de un sistema de saneamiento depende de las concentraciones de las diferentes sustancias contaminantes, de su volumen y de la forma en que son introducidos en el medio, tanto en lo que se refiere al sistema de deposición como de la distribución en el tiempo del vertido. Se comprende, por tanto, que, a poco ambiciosos que sean los objetivos del estudio, la forma más adecuada de abordar el problema planteado es el empleo de modelos matemáticos complejos que permitan estimar todos los estados del ciclo hidrológico, como son, entre otros, los procesos de generación, transporte, vertido y dispersión de las aguas contaminadas.

Las variables sobre las que se ha podido actuar en el caso concreto del diseño de las actuaciones de depuración y vertido del saneamiento de las Marismas de Santoña son: el nivel de depuración en la EDAR y las características del emisario submarino, tales como punto de vertido, capacidad hidráulica, configuración del difusor, etc.

### **3.2. EL DISEÑO CONSTRUCTIVO**

La obra ha supuesto un gran esfuerzo técnico y humano, pero ha merecido la pena puesto que a día de hoy el emisario submarino de Berria es una realidad que cumple de forma estricta con todos los condicionantes ambientales impuestos en el diseño.

Gracias a la aplicación de novedosos procedimientos, equipos especializados, medios técnicos, materiales adecuados, y maquinaria de última generación, se ha podido conducir bajo tierra y por el lecho del mar, una de las arterias principales del saneamiento general de las Marismas de Santoña, con la incorporación de difusores que facilitan la salida al mar del efluente sin permitir la entrada del agua de mar dentro del emisario, evitando así su deterioro y cooperando en su mantenimiento y en la durabilidad de su eficacia futura.

OHL, junto con su filial SATO (especializada en obras marítimas) y con la colaboración de SIEC, S.A., fueron las encargadas de ejecutar, con un gran despliegue de medios, tanto humanos como materiales, el Emisario Submarino de Berria, una de las obras singulares, más importantes, no solo de la región sino de todas las obras similares realizadas en la cornisa cantábrica, dada su complejidad técnica y su relevancia dentro de todo el proceso de Saneamiento General de las Marismas de Santoña.

Hay que apuntar que OHL y SATO lideran la realización de emisarios en España; y que buena parte de los que han ejecutado se localizan en el golfo de Vizcaya, circunstancia que supone una dificultad adicional, dadas las duras condiciones marítimas y meteorológicas del mar Cantábrico. En todas estas realizaciones, y por supuesto también en esta a la que ahora nos referimos de las Marismas de Santoña, el bravo carácter del mar Cantábrico, su fuerte oleaje, sus frecuentes temporales y sus bajas temperaturas han exigido siempre la disposición de robustas protecciones a fin de asegurar la durabilidad y funcionalidad de la tubería del emisario, con lo que la ejecución resulta más compleja de lo habitual y supone todo un reto para quienes lo acometen. Estas protecciones se han diseñado en colaboración con la Universidad de Cantabria y se trata de protecciones con escollera, piezas especiales de hormigón y hormigón en zanja. Se han utilizado diversas técnicas de dragado, vertido, colocación de materiales y voladuras submarinas, con el equipo de medios humanos y materiales que estas operaciones requerían.

Entre las singulares características que avalan el interés e importancia tecnológica de esta audaz obra de ingeniería están su longitud y diámetro, sin precedentes dentro de las obras de este tipo de obras llevadas a cabo con tubería fondeada en mares considerados como abiertos y expuestos. Cabe señalar que los trabajos de unión de tramos fueron realizados en el fondo del mar con buceadores especializados y coordinados desde la superficie, gracias al visionado en tiempo real de las operaciones submarinas a través de un circuito cerrado de televisión, que permitía transmitir órdenes y optimizar la maniobra. Otra novedad es que la tubería fue fabricada en Suecia en tramos de 500 metros de longitud y luego transportada flotando con un barco remolcador desde Goteborg hasta Santander, lo que representó la utilización por primera vez en España de este avanzado sistema.

El esquema básico de esta infraestructura está conformado por una cámara de carga y/o conexión donde llegan bombeadas las aguas residuales, ya tratadas, a través de un túnel bajo el monte El Brusco y desde donde parten dos emisarios: el principal, cuya función es verter el caudal de diseño ( $Q_{\max} = 5,123 \text{ m}^3/\text{s}$ ) a una distancia mayor de 3.000 metros de la línea de costa durante el funcionamiento normal; y el emisario de emergencia, que solo entra en funcionamiento en circunstancias excepcionales, como pueden ser la avería o reparación y mantenimiento del emisario principal, con lo que se garantiza que nunca se producirá un vertido indeseado a las marismas.

La cámara de carga consiste en una estructura de hormigón armado, que en el funcionamiento normal conduce las aguas tratadas al emisario principal, pudiendo, mediante el accionamiento de sus compuertas, aislar ambos emisarios, inundar el túnel

de llegada y ejecutar las labores de *flushing* o limpieza o poner en funcionamiento el emisario de emergencia.

A pesar de las dificultades geotécnicas, el primer tramo de ambos emisarios se ejecutó mediante túnel hincado. Con esta solución se consiguió no solo preservar los tocones de un bosque fósil situado sobre la traza del emisario, sino también librar la siempre problemática zona de rompientes en cualquier obra marítima en el mar Cantábrico.

Para ello, desde la cámara de carga se hincaron, siguiendo trazas paralelas, las tuberías de los dos emisarios con una longitud de 530 metros hasta su salida al mar. Son tuberías de hormigón armado de 2.000 mm de diámetro interior.

Desde el extremo final de la hinca, el emisario principal continúa con un tramo submarino que consta de una tubería de polietileno de alta densidad, con un diámetro de 1.600 mm y una longitud de 3.020 metros. En su primera parte, dicha tubería se tiende sobre el interior de una zanja –previamente perforada, volada y dragada– y se protege con hormigón sumergido debido a las adversas condiciones meteorológicas del mar Cantábrico. Más adelante, la tubería se apoya sobre el fondo marino, sobre una banqueta de material granular. Aquí la protección se ha realizado por medio de una escollera de entre 3 y 1 toneladas, protección que varía según la profundidad, a fin de soportar la acción del mar.

El tramo final del emisario, tramo difusor, está formado por 20 tubos elevadores dotados de varias bocas de salida que terminan en válvulas de no retorno, que impiden la entrada de agua de mar. La longitud de este tramo es de 300 metros y las bocas son de dimensiones variables, con objeto de conseguir que el caudal de salida sea lo más uniforme posible y el vertido cumpla con la normativa europea.

### 3.3. FICHA TÉCNICA

<b>PROPIEDAD</b>	Confederación Hidrográfica del Cantábrico (MARM)
<b>AUTOR DEL PROYECTO</b>	Eloy Pita Olalla, I.C.C.P.
<b>DIRECCIÓN DE OBRA</b>	Antonio J. Roldán Cartiel, doctor I.C.C.P. J. Antonio Herrera Pérez, Ing. técnico de Minas
<b>ASISTENCIA TÉCNICA A LA DIRECCIÓN DE OBRA</b>	PaymaCotas
<b>ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA DIRECCIÓN AMBIENTAL</b>	Inocsa Servicios Ambientales Integrados
<b>EMPRESA CONSTRUCTORA</b>	UTE BERRIA (OHL, SATO, SIEC)
<b>EQUIPO DE OBRA</b>	
Gerente	Vicente Moscardó Basaras, I.C.C.P. (OHL)
Jefe de obra	Luis Ángel Fernández Rodríguez, I.C.C.P. (OHL)
<b>PRESUPUESTO</b>	26,6 millones de euros
<b>FINANCIACIÓN</b>	
Gobierno de Cantabria	15%
Confederación Hidrográfica del Cantábrico, a través del Fondo de Cohesión Europea	85%
<b>PLAZO DE EJECUCIÓN</b>	30 meses
<b>PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Emisario principal. Tramo hinca</b>	
Diámetro interior/espesor	2.000 mm / 200 mmm
Longitud	530,70 m
<b>Emisario principal. Tramo polietileno</b>	
Diámetro exterior	1.600 mm, SDR 26
Longitud	3.020 m
<b>Emisario de emergencia. Longitud</b>	530,70 m

<b>UNIDADES DE OBRA MÁS RELEVANTES</b>	
<b>Trabajos marítimos</b>	
Dragado zanja en roca	29.807 m <sup>3</sup>
Dragado zanja en arena	7.585 m <sup>3</sup>
Grava regularización asiento	1.672 m <sup>3</sup>
Longitud total de tuberías	4.115,40 m
Hormigón sumergido	11.391 m <sup>3</sup>
Gravas y escolleras de protección	166.154 m <sup>3</sup>
<b>Trabajos terrestres</b>	
Excavaciones y rellenos	119.578 m <sup>3</sup>
Hormigones	2.115 m <sup>3</sup>
Acero	278.184 kg

#### 4. LA CONSTRUCCIÓN

La ingeniería innovadora desarrollada por OHL para infraestructuras marítimas se ha traducido en la construcción del Emisario Submarino de Berria. Obra aparentemente sencilla y oculta bajo el mar, conlleva la aplicación de las últimas tecnologías desarrolladas en el sector, más innovadoras, no invasivas y con mínimos impactos. El proyecto se ha desarrollado en las siguientes etapas:

##### ETAPA 1. TÚNEL MEDIANTE HINCA.

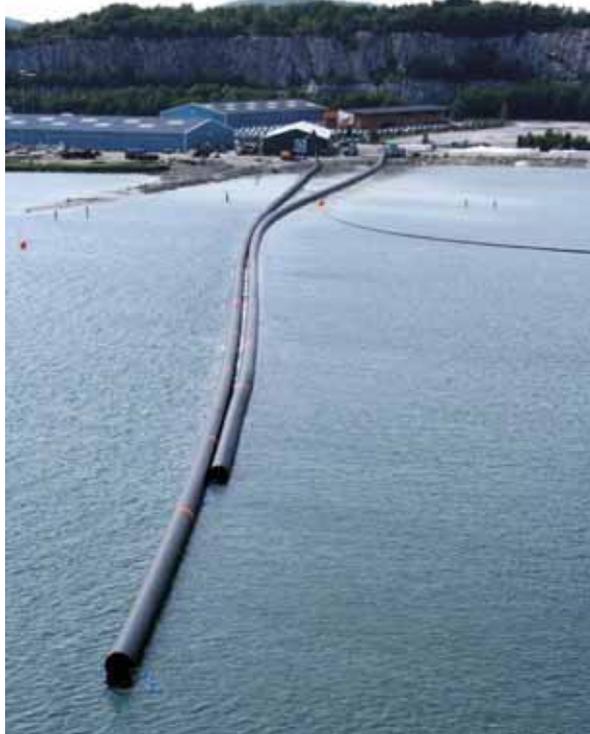
La conexión marítimo-terrestre de las conducciones del emisario desde la cámara de carga, se llevó a cabo mediante un método no destructivo: la ejecución de un túnel mediante técnica de hinca de tubería con escudo cerrado. Se construyeron con este método dos emisarios paralelos, el principal y el de emergencia, de 530 m cada uno y un diámetro interior de 2 metros. Se utilizó para ello una tuneladora Herrenknecht AVN 2000 de más de 100 tn de peso y 2,5 metros de diámetro exterior, provista de un sistema de detección de cavernas (Beam) basado en la emisión de ondas georadar.



Imagen del comienzo de la excavación del túnel hincado mediante tuneladora

##### ETAPA 2. FABRICACIÓN, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DEL EMISARIO.

En la conducción marítima se empleó una tubería de polietileno de alta densidad con un diámetro de 1.600 mm y una longitud de 3.020 metros, fabricada en Suecia en tramos continuos de 500 metros y posteriormente remolcados por vía marítima hasta Santander. Los primeros metros se alojan en una zanja –previamente perforada, volada y dragada–, protegiéndose con hormigón sumergido. Después, la tubería descansa sobre una banqueta de material granular, sobre la que se dispone escollera de protección de entre 3 y 1 Tn, que varía según la profundidad, a fin de soportar la acción del mar.



Fabricación de tubos de polietileno en Goteborg (Suecia)



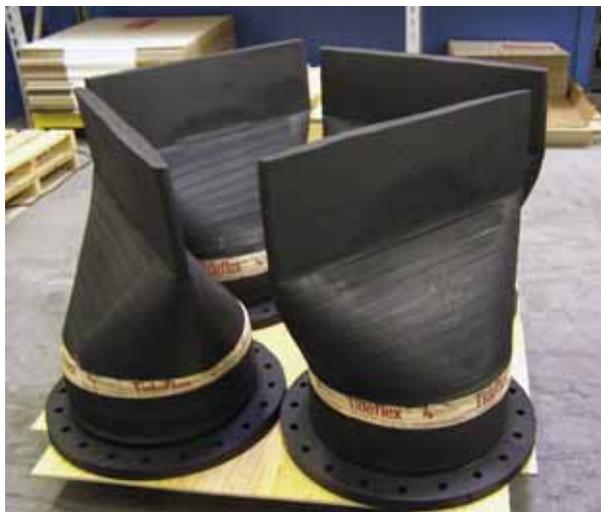
Vista aérea de las operaciones de fondeo de la tubería

### ETAPA 3. INSTALACIÓN DE LOS DIFUSORES

El tramo final, tramo difusor, incorpora 20 difusores de acero inoxidable dotados de varias bocas de salida que terminan en válvulas de no retorno. A través de ellas se vierte al mar el caudal de las aguas residuales a más de 3.000 metros de la costa y unos 35 m de profundidad. Las bocas son de dimensiones variables, con el objeto de conseguir que el caudal de salida sea lo más uniforme posible.



Imagen de uno de los difusores



válvulas de no retorno

### ETAPA 4. RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA.

Los trabajos de hincas de ambos emisarios y la construcción de la cámara de carga finalizaron con las actuaciones de restauración paisajística, para la correcta integración en el entorno natural de los elementos artificialmente creados, de manera que no se aprecia afección significativa sobre el paisaje a causa de las obras realizadas en esta zona altamente protegida.



Imagen que muestra el estado de la obra en sus primeras fases y el considerable desmote que hubo que hacer en la ladera para la construcción de la cámara de carga



Estado final una vez realizada la restauración paisajística en la zona de la cámara de carga

La obra del Emisario Submarino de Berria ha sido ampliamente divulgada apareciendo en numerosas publicaciones y sirviendo de referencia en diversos congresos especializados en emisarios y obras marítimas. La innovación tecnológica que ha supuesto el sistema de construcción utilizado en el Emisario Submarino de Berria y la singularidad de sus características lo han hecho merecedor del **Premio José de Azas 2009**, otorgado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y el **Premio Europeo de Medio Ambiente a la Empresa**, Sección Española -2009/2010, en la Categoría Proceso para el Desarrollo Sostenible, concedido por la Fundación Entorno.

“La obra premiada constituye el paradigma del modelo de desarrollo que quiere el Gobierno de España, el desarrollo sostenible, que tiene un puntal en el Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015, que hemos puesto en marcha, mediante convenios con las distintas administraciones autonómicas, velar por la calidad de las aguas de nuestro país, como nos recuerda la Directiva Marco del Agua.”  
Marta Morén Abat, Directora General del Agua, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

“Es una obra que hay que explicar, que refleja una aparente sencillez bajo la que se esconde una ingeniería puntera en distintos ámbitos: ejecución e ingeniería no invasiva, con impactos mínimos”. Pedro A. Sánchez Lagarejo, Decano del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Cantabria.

Los procesos tecnológicos innovadores empleados en la ejecución del emisario submarino de Berria tienen su impulso en dos pilares fundamentales: por un lado la presencia de un medio natural con valores ecológicos excepcionales como es la playa de Trengandín muy próxima a las marismas de Santoña que exige el máximo cuidado en su preservación; por otro el compromiso decidido por parte de OHL en seguir una política medioambiental y social escrupulosa en todas las fases de ejecución del proyecto, desde su diseño inicial (se trata de un concurso de proyecto y obra), pasando por la ejecución de las obras y entrega de la misma con el fin de obtener una obra funcional, de una alta durabilidad y que exija un mínimo mantenimiento. En definitiva, proporcionar al cliente una obra fundamentada en criterios tecnológicos sostenibles.

Tanto el diseño como la construcción del emisario han sido concebidos bajo la premisa de asegurar en todo momento la conservación de la turbera y bosque fósil de tocones ubicados en la zona intermareal, y evitar la afección sobre las playas, la calidad de las aguas de baño y el fondo marino. Las condiciones marítimas extremas, propias de la costa donde se desarrolló el proyecto, condicionaron de forma notable las características de la infraestructura y las técnicas constructivas a emplear.

## 5. DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS:

### 5.1. BENEFICIOS AMBIENTALES

Entre los beneficios ambientales, cabe destacar la protección de la calidad del agua receptora del vertido y de los ecosistemas marítimos, terrestres e intermareales (tanto en obra como en explotación), la minimización del área natural afectada por la infraestructura, y la reducción de materias primas empleadas y residuos generados, según se describe a continuación:

#### HINCA DE TUBERÍA CON ESCUDO CERRADO

Asegurar la **conservación** de la turbera y bosque fósil, así como el complejo dunar y la franja intermareal de la **Playa de Trengandín**, preservando un entorno natural que posee un importante valor ecológico y paisajístico. Se han preservado 25.000 m<sup>2</sup> aproximadamente de zona intermareal y costera.

#### BALSAS DE DECANTACIÓN Y FILTROS PRENSA

En la depuración de los lodos bentónicos, procedentes de la ejecución del túnel, se emplearon balsas de decantación y filtros prensa, controlando la calidad del agua antes de su vertido. Con ello se previene la contaminación del medio acuático en la zona de obras y se reduce el volumen de residuos al reciclarse la bentonita.

#### TUBERÍA DE POLIETILENO / DISEÑO DEL TRAMO DIFUSOR.

La fabricación en continuo de tramos de tuberías de 500 metros de longitud, presenta varias ventajas ambientales; su mayor fiabilidad y durabilidad, lo que **disminuye el riesgo de averías y reparaciones**, un **menor número de uniones o soldaduras** y principalmente un **menor consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero en su transporte**, ya que los 6 tramos de 500 m de la tubería fueron remolcados por vía marítima en un único trayecto, mientras que los tubos de 12 metros convencionales hubiesen requerido el transporte de 250 camiones por vía terrestre. Por otro lado la excepcional longitud del emisario, unido a los difusores en forma de pico de pato empleados, proporcionan una elevada capacidad de dilución del vertido y por tanto una **mayor depuración de las aguas residuales**, preservando la calidad de las aguas del medio receptor. El tramo difusor (de 300 m) produce un vertido homogéneo a una distancia de 3000 m de la costa y 35 m de profundidad.

### RETROEXCAVADORA SUBMARINA / TECNOLOGÍA GPS / BUQUE DE VERTIDO LATERAL / DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

Estos elementos han incidido notablemente en la **calidad y precisión de las operaciones** llevadas a cabo, así como en la **optimización de los recursos empleados**. Gracias a ellos se ha conseguido minimizar la zona de afección del fondo marino en los trabajos de perforación y dragado de la zanja del emisario, optimizar la cantidad y localización del hormigón, escollera y gravas vertidos. El volumen de escollera y áridos empleados y la superficie de fondo marino afectado se reduce en una tercera parte respecto a las tecnologías convencionales.

### RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

Tras la finalización de las obras se llevó a cabo una exhaustiva **restauración paisajística**, con la que se consiguió integrar en el entorno natural los elementos artificialmente creados, de manera que no se apreciase afección en esta zona altamente protegida. Cabe señalar que los materiales excedentes de la construcción del túnel han sido empleados en la **restauración de la Cantera “El Serval”** localizada en el Término Municipal de Santoña.

## 5.2. VIABILIDAD ECONÓMICA

La viabilidad económica se fundamenta en la reducción de plazos de construcción, de recursos empleados y de costes de mantenimiento. La reducción del tiempo (y por tanto también de costes) de ejecución es al menos dos veces menor. El aporte de gravas y escolleras de protección mediante embarcación de vertido lateral representa un ahorro considerable de recursos materiales, permitiendo reducir del orden de tres veces los áridos empleados. Por último la probabilidad de rotura o averías en un emisario de tecnología convencional es muy superior (del orden de 40 a 1) con la consiguiente disminución de gastos de mantenimiento y reparación. Un emisario convencional presentaría 240 uniones de tubos de 12,5 m, frente a las 6 uniones que presentan los tramos de 500 m de este emisario.

## 5.3. VENTAJAS DE CARÁCTER SOCIAL

La tecnología aplicada implica importantes ventajas de carácter social en el territorio donde se lleve a cabo. Permite preservar entornos litorales de elevado valor ambiental que merecen la máxima protección, y por ende, al relevante papel socioeconómico que representan como zonas turísticas, de ocio y de pesca, sin menospreciar además la generación de empleo directo e indirecto durante la fase de obras. Otros aspectos que suponen unas notables mejoras sociales son los siguientes:

- El reducido plazo de ejecución de las obras y los métodos no invasivos, como la hinca en el tramo costero y el transporte por mar de tuberías, minimizan la afección a las actividades económicas y sociales del entorno, como el turismo de playa y rural.

- La durabilidad y funcionalidad conseguidos se traducen en beneficios sociales relacionados con la reducción de los costes de mantenimiento y reparación y con la disminución de la exposición de trabajadores a operaciones submarinas de alto riesgo para reparaciones.
- El diseño, que cuenta con un emisario de emergencia garantiza la prestación de servicio sin interrupciones.

#### 5.4. CAMPOS DE APLICACIÓN

Las peculiaridades del diseño, materiales y metodología de construcción de este proyecto, así como su funcionalidad y durabilidad, hacen que sea altamente competitivo y exportable a casos similares de infraestructuras, alcanzando sus máximos beneficios ambientales en costas de fondos rocosos ubicadas en entornos naturales de especial protección y sometidas a condiciones marítimas extremas. El modelo desarrollado se puede aplicar en emisarios asociados a saneamientos, desaladoras y vertidos industriales, áreas en las que se prevén fuertes inversiones por parte de las administraciones públicas y de grandes compañías de servicios.

En la toma de decisiones estratégicas para el desarrollo de este proyecto, OHL, que cuenta con uno de los mejores equipos de profesionales en obras de vanguardia de tipo portuario y marítimo, ha promovido la participación de todos los agentes implicados en la construcción, potenciando la motivación, formación, divulgación e intercambio de experiencias entre técnicos especialistas, tanto del Grupo OHL como del sector público y privado, entre los que se encuentran la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y el Grupo de Emisarios Submarinos e Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria. La descripción de la tecnología se ha publicado en varias revistas técnicas de reconocido prestigio.

La ingeniosa solución conseguida en esta obra ha despertado el interés de diversos organismos, entre los que se encuentra el Banco Mundial, que considera la aplicación de la tecnología desarrollada en infraestructuras para países en vías de desarrollo.



La construcción del emisario supuso todo un reto para la UTE BERRIA ya que tuvo que enfrentarse a las duras condiciones climatológicas del mar Cantábrico.

## 6. OBJETIVOS E INDICADORES

El Emisario Submarino de Berria es un pilar fundamental dentro del esquema de Saneamiento General de las Marismas de Santoña. Se trata de una de las obras más singulares, con una relevancia significativa dada su complejidad técnica e importancia dentro de todo el proceso. En la construcción del emisario, OHL se ha comprometido en seguir una minuciosa política social y medioambiental, ofreciendo una visión integradora del medio natural y de los factores sociales y económicos en todas las fases del proyecto, proporcionando una infraestructura basada en criterios tecnológicos sostenibles. Esto supone un importante avance en la protección de los ecosistemas marinos durante la ejecución de las obras y su explotación.

### 6.1. OBJETIVOS

Desde el punto de vista del medioambiente, en la construcción del Emisario Submarino de Berria, se han tenido en cuenta los siguientes objetivos generales:

- ✓ Conseguir eficiencia energética en la construcción.
- ✓ Conseguir la optimización de recursos a emplear en la obra.
- ✓ Conseguir la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas, aportado al cliente garantías de prevención de la contaminación y protección del entorno.

Así como un objetivo específico:

- ✓ “Reducir la generación de residuos inertes mediante la utilización de métodos de minimización, reutilización y reciclaje”.

Desde el punto de vista de la Calidad, en la construcción del emisario Submarino de Berria se siguió como principal objetivo:

- ✓ Conseguir los máximos niveles de Calidad de la obra

### 6.2. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE

El Sistema de Gestión de la Calidad y Medio Ambiente para la obra del Emisario Submarino de Berria se ha concretado mediante un Plan de Calidad y Medio Ambiente específico ciñéndose a los Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares y de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto. En dicho Plan se estableció el conjunto de medidas planificadas y sistemáticas que se adoptaron durante la ejecución de la obra para asegurar que se alcanzara el nivel de calidad exigido y los objetivos medioambientales propuestos. Se trata de un plan “vivo” que se va adaptando a medida que avanza la obra, a las necesidades del control de ejecución y la satisfacción del cliente.

El Sistema de Calidad y Medio Ambiente establecía un mecanismo para fijar los objetivos y metas ambientales descritos en el apartado anterior así como un Programa de Vigilancia Ambiental para el cumplimiento de dichos objetivos y metas, en el que se especificaban los recursos asignados, el responsable de su aplicación y el plazo de consecución, así como los indicadores del grado de cumplimiento obtenido. Para poder cumplir estos objetivos se contó con un equipo humano muy cualificado y una Dirección

Ambiental a cargo de empresas externas especializadas, que permanentemente controlaban los distintos indicadores con el fin de detectar cualquier desviación respecto a los objetivos fijados.

Esta Dirección Ambiental de las obras, encargada del desarrollo del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), estaba formada por un equipo multidisciplinar con más de 10 técnicos especialistas en diversas áreas: control ambiental de obra civil, control de ecosistemas, seguimiento arqueológico y patrimonio histórico artístico, seguimiento de calidad de las aguas, seguimiento de emisiones sonoras y estudio de ruido, etc. Se disponía de manera permanente de un vigilante a pie de obra para el control y seguimiento diario de las actividades que se llevaran a cabo en la obra y que pudieran tener una repercusión ambiental.

Uno de los reflejos más importantes del PVA se ha fundamentado en la emisión de los correspondientes informes, que constataban el estado ambiental de las obras, así como otros aspectos de interés. Estos informes fueron los siguientes:

- ✓ **Informe paralelo al acta de comprobación del replanteo:** recogía los aspectos e incidencias ambientales de interés de cara al inicio de las obras. Se incluían, al menos, aquellas posibles desviaciones o cambios respecto a la situación definida en la DIA y en su correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, y proponía aquellos ajustes que se consideraron necesarios para el cumplimiento de la normativa ambiental en vigor y para la preservación de los valores de la zona.
- ✓ **Informe de adecuación del proyecto a la DIA:** antes del comienzo de las obras, se informó favorablemente acerca de la adecuación del proyecto a la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).
- ✓ **Partes semanales:** documentos de trabajo diarios que recogían las desviaciones, no conformidades o la adopción de medidas preventivas y correctoras específicas realmente constatadas en las obras, como consecuencia de su seguimiento diario.
- ✓ **Informes ordinarios de seguimiento:** archivos de carácter bimensual donde se recogía el análisis realizado por el equipo de técnicos especialistas.
- ✓ **Informes especiales o extraordinarios:** desarrollados cuando se presentaban situaciones excepcionales surgidas durante la ejecución de las obras, por situaciones que exigía la propia DIA, por estricto cumplimiento de la normativa ambiental en vigor o por la tramitación de autorizaciones o permisos ante las diferentes administraciones implicadas (D.G. Costas, Ministerio de Medio Ambiente, D.G. Biodiversidad o D.G. de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria, etc.)
- ✓ **Informe previo a la emisión del acta de recepción de las obras:** con la consideración de informe final, en el que se recogió un breve resumen de las labores de vigilancia y seguimiento ambiental desarrolladas.
- ✓ **Informes propuestos por el Comité de Seguimiento de la DIA:** según lo establecido en el apartado 14 de la DIA, se formó un Comité de Seguimiento (compuesto por un miembro de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, un miembro del Gobierno de Cantabria, otro de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y otro en representación de la Dirección Ambiental) que tenía la potestad para proponer que se acometieran por parte del promotor otros estudios

complementarios que resultasen objetivamente necesarios para asegurar el mantenimiento de los valores naturales del entorno.

En este sentido, se entiende que los documentos que servían de referencia para evaluar el adecuado estado ambiental de la obra, eran fundamentalmente los partes semanales así como los informes ordinarios.

De los primeros, más allá de su labor informativa al contratista y a la Dirección de Obra sobre las situaciones cotidianas o puntuales surgidas, no llevaban consigo la aplicación de ninguna metodología.

Sin embargo, en los informes ordinarios se evaluaba numéricamente una serie de indicadores de referencia, cuyo promedio ponderado servía de base para establecer la valoración final de la obra, siempre teniendo en cuenta que se priorizaban algunos aspectos considerados como esenciales, a través de los indicadores catalogados como severos o críticos (por ejemplo, tenía mayor peso la conservación de los sistemas dunares o encinares presentes en el entorno que el asociado al correcto mantenimiento de la maquinaria por emisión de humos).



La variable fauna ha sido, entre otros indicadores ambientales, seleccionada por la Dirección Ambiental por la relevante importancia que tiene la cercanía de las Marismas de Santoña.



Marismas de Santoña

### 6.3. INDICADORES DE CALIDAD

En la ejecución de las obras del Emisario Submarino de Berria se aplicó un sistema integral de gestión de la calidad y el medio ambiente, reflejado en un Plan de Calidad y Medio Ambiente perfectamente adaptado a las características propias de este singular proyecto de obra marítimo-terrestre.

Dicho Plan constituyó una herramienta de gestión fundamental para el equipo técnico de la obra, altamente cualificado, en la búsqueda de soluciones técnicamente innovadoras que permitan una ejecución eficiente en las duras condiciones de trabajo que se presentan en el mar Cantábrico, con la calidad exigida en este proyecto y buscando en todo momento la minimización del impacto ambiental en la zona de actuación, principalmente la protección de los ecosistemas de las Marismas de Santoña. En lo referente a la mano de obra, se contó con operarios y especialistas altamente preparados procedentes de diversos países (Alemania, Suecia, Escocia, Holanda y Estados Unidos).

Los materiales y tecnologías que se han aplicado, permiten la obtención de un emisario equivalente a otro tradicional en cuanto a sus características funcionales (longitud, diámetro, capacidad de vertido) pero con numerosas mejoras, como por ejemplo:

- ✓ la homogeneidad de la difusión del vertido;
- ✓ la protección del emisario en el fondo del mar;
- ✓ los riesgos de rotura en puntos de soldadura;
- ✓ la afección al fondo marino, zona intermareal y zona costera;
- ✓ o la continuidad del servicio en caso de reparación o mantenimiento.

El Emisario Submarino de Berria se ejecutó en 30 meses, plazo notablemente inferior al necesario para su construcción por método convencional. Igualmente la tecnología que se ha empleado exige unos controles de calidad exhaustivos que garantiza menores costes de mantenimiento asociados a la reducción en un 97 % de las uniones de tubos.

Prueba de los exhaustivos controles de calidad son las Guitarras de Seguimiento que permiten verificar la trazabilidad de todo el proceso constructivo a lo largo del tiempo y del espacio.

En el Sistema de Gestión de la Calidad y el Medio Ambiente implantado destaca el resultado de muy satisfactorio, reflejado tanto de las auditorías internas como de las externas, estas últimas realizadas por un organismo certificador, AENOR. En estas últimas no sólo no se detectaron no conformidades (NC) sino que dejaron constancia de varios Puntos Fuertes (PF), en especial los que hacían referencia a la perfecta trazabilidad de toda la obra.

## 7. CUMPLIMIENTO DE LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

En el diseño y construcción del Emisario Submarino de Berria, se ha cumplido estrictamente la normativa en materia de Construcción, Prevención de Riesgos Laborales y Medio Ambiente que le es de aplicación, así como los condicionantes impuestos en la Declaración de Impacto Ambiental sobre el Proyecto de Saneamiento Integral de las Marismas de Santoña (Resolución 11/4/2003, Secretaría General de Medio Ambiente). Muestra de ello son los informes del Plan de Vigilancia Ambiental y del Seguimiento Preventivo durante las obras, destacando la valoración global de la obra como de “relevancia ambiental”, (que se establece a partir de los 7 puntos sobre 10) y la ausencia de accidentes en las tareas submarinas, teniendo en cuenta que la construcción terrestre y marítima es considerada de alto riesgo.

Según palabras de la Directora General del Agua, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Marta Morén Abat, la obra constituye el paradigma del modelo de desarrollo que quiere el Gobierno de España, el desarrollo sostenible, que tiene un puntal en el Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015, que se ha puesto en marcha para, mediante convenios con las distintas administraciones autonómicas, velar por la calidad de las aguas de nuestro país. El proyecto se realizó según las exigencias de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) que establece una nueva política general, en la que el agua se considera “no como un bien comercial, sino como un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal”.

## ANEJO FOTOGRÁFICO



Foto 1: Agujas en la playa de Trengandín



Foto 2: Vista aérea de las obras y la playa de Trengandín



Foto 3: Ecosistemas dunares en la playa de Trengandín



Foto 4: Focha común en la marisma el Sorbal



Foto 5: Filtro Prensa



Foto 6: Comienzo de la excavación del túnel hincado



Foto 7: Rescate de la tuneladora mediante buzos



Foto 8: Rescate de la tuneladora



Foto 9: Transporte de tubos de polietileno

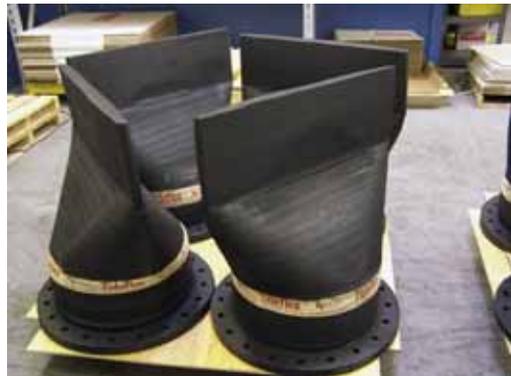


Foto 10: Check valves



Foto 11: Dragado en zanja



Foto 11: Alineación de la tubería en la maniobra de fondeo



Foto 13: Embarcación de vertido lateral para el aporte de gravas y escolleras de protección del emisario



Foto 14: Pontona con planta de hormigonado



Foto 15: En este tipo de proyectos trabaja personal altamente especializado



Foto 16: Cabina de guiado de tuneladora



Foto 17: Trabajos especializados de buceo



Foto 18: Colocación de lastres, tapas y bridas en la tubería de polietileno

