

PROYECTO BÁSICO PARA LA INSTALACIÓN DEL CABLE SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA “ANJANA”



Fuente: Google Earth

© SENER Ingeniería y Sistemas - Barcelona, 2023

La información facilitada en este documento es confidencial y de uso restringido, pudiendo ser utilizada, única y exclusivamente, a los efectos objeto del mismo. Queda terminantemente prohibida la modificación, explotación, reproducción, comunicación a terceros o distribución de la totalidad o parte de los contenidos del mismo sin el consentimiento expreso y por escrito de SENER Ingeniería y Sistemas, S.A. En ningún caso la no contestación a la correspondiente solicitud, podrá ser entendida como autorización presunta para su utilización.

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-4644-cb55-cb66-43be-9151-ed0-1de7-9e21

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



GEISER-4644-cb55-cb66-43be-9151-ed0-1de7-9e21

Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Control de firmas

Realizado	Aprobado
Silvia Troiteiro Enrique Ripoll	Javier Prieto
Septiembre de 2022	Septiembre de 2022
Fecha y Firma	Fecha y Firma
No precisa firma si está aprobado electrónicamente mediante ruta	

Información del Documento	
Código Documento	P0210M55-SRCA-0001
Referencia	P0210M55



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Registro de cambios

Rev.	Fecha	Autor	Sección afectada	Cambios
A	08/03/2022	CCB, ERD	Todo	Versión borrador
B	17/03/2022	CCB, ERD, STA	Todo	Borrador. Respuesta a comentarios de Pioneer
C	28/04/2022	ERD	Todo	Borrador. Respuesta a comentarios de Edge Spain S.L.
D	05/05/2022	STA	Todo	Borrador. Respuesta a comentarios de Pioneer
E	07/07/2022	ERD	Todo	Borrador. Respuesta a comentarios de META + info actualizada de Edge Spain S.L. (cama de ánodos, etc.)
F	18/07/2022	ERD	Todo	Versión final
G	08/08/2022	STA	Todo	Actualización de presupuesto y cambios finales
H	18/08/2022	STA	3.2.1, Table 1, 3.3.3.4, 3.3.3.5, 8	Actualización de RPL y presupuesto, cambios menores en redacción y respuesta a comentarios del Cliente de la Rev. F.
I	08/09/2022	ERD	Todo	Incorporación de los Anexos 5 y 8 y traducción del documento
J	14/09/2022	ERD	Todo	Implementación de cambios para la versión final definitiva en español
K	29/05/2023	STA	4.2.1, 5, 6, 10, 11	Incorporación de subsanaciones requeridas por la Demarcación de Costas de Cantabria

Código seguro de Verificación : GEISER-4644-cb55-cb66-43be-9151-ed0-1de7-9e21 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS	7
2	ACRÓNIMOS	8
3	OBJETIVOS, ANTECEDENTES Y ENFOQUE LEGAL	9
3.1	OBJETO	9
3.2	ANTECEDENTES.....	9
4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	9
4.1	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	9
4.2	PROGRAMA DE INSTALACIÓN Y PROCEDIMIENTO GENERAL DE INSTALACIÓN DEL CABLE	12
4.2.1	FASE DE INSTALACIÓN.....	12
4.2.2	FASE DE OPERACIÓN.....	14
4.2.3	FASE DE DESMANTELAMIENTO	15
4.3	PROCEDIMIENTO GENERAL DE INSTALACIÓN DEL CABLE	15
4.3.1	ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DEL TRAZADO DEL CABLE	15
4.3.1.1	Estudios Preliminares	15
4.3.1.2	Detección de cruces de cables.....	16
4.3.2	OPERACIONES EN ALTA MAR	16
4.3.2.1	Pre-Recorrido del rezón o arpeo antes del tendido	16
4.3.2.2	Tendido de cables en el mar	17
4.3.2.3	Cruce de cables.....	23
4.3.3	OPERACIONES EN LA COSTA / CERCA DE LA COSTA.....	25
4.3.3.1	Movilización de personal y equipos	26
4.3.3.2	Trabajos de preparación en la playa e inspección previa.....	27
4.3.3.3	Aterraje del cable	28
4.3.3.4	Conexión a la arqueta (BMH)	29
4.3.3.5	Instalación del sistema de puesta a tierra (OGB) o cama de ánodos.....	30
4.3.3.6	Instalación de tuberías articuladas.....	32
4.3.3.7	Soterramiento en la playa	33
4.3.3.8	Restauración de la playa	34



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

4.3.3.9	Instalación y soterramiento del cable en la costa	34
5	OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE.....	36
5.1	OCUPACIÓN TEMPORAL DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	36
5.2	OCUPACIÓN PERMANENTE DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN.....	36
6	DECLARACIÓN EXPRESA DE CUMPLIMIENTO DE LA LEY DE COSTAS	36
7	IMPACTO DEL PROYECTO EN LAS ZONAS PROTEGIDAS DE LA RED NATURA 2000.....	36
8	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	37
8.1	TIPOLOGÍA DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA	37
8.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA.....	38
8.2.1	Cable ligero (LW)	39
8.2.2	Cable apantallado ligero (LWS)	40
8.2.3	Cable de armadura simple (SA)	40
8.2.4	Cable de armadura doble (DA)	41
8.3	EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL DISEÑO DE PROYECTO	42
8.4	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS REPETIDORES Y ECUALIZADORES.....	44
8.4.1	RESUMEN	44
8.4.2	CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO ELÉCTRICO	45
9	BUQUES Y EQUIPOS.....	46
9.1	BUQUES	46
9.1.1	BUQUE CABLERO (BUQUE PRINCIPAL)	46
9.1.2	EMBARCACIÓN DE APOYO COSTERA.....	48
9.2	EQUIPAMIENTO	48
9.2.1	ARADO “ELODIE”	48
9.2.2	VEHÍCULO DE OPERACIÓN REMOTA (ROV) ALPHA 1	50
10	PRESUPUESTO	52
11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

ANEXOS:

ANEXO 1: Detalles del trazado del cable en aguas españolas

ANEXO 2: Hojas de datos de los equipos de construcción

ANEXO 3: Estudio básico de dinámica litoral

ANEXO 4: Estudio de impacto del cambio climático

ANEXO 5: Documento Ambiental

ANEXO 6: Documento para el Informe de Compatibilidad del proyecto con la Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica.

ANEXO 7: Reportaje fotográfico de la zona de aterrizaje

ANEXO 8: Proyecto de las obras terrestres del proyecto Anjana

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-4644-cb55-cb66-43be-9151-ed0-1de7-9e21

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



1 INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El objeto del presente documento es describir los trabajos relacionados con el Proyecto de "INSTALACIÓN DEL CABLE SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA ANJANA" en el dominio público marítimo-terrestre español y sus servidumbres asociadas. La instalación de esta nueva infraestructura de comunicaciones tiene por objeto unir los países de EEUU y España mediante un sistema de cable submarino a través del Océano Atlántico. El promotor del proyecto es Edge Spain S.L., mientras que la instalación será llevada a cabo por NEC Corporation, una empresa líder en la integración de tecnologías de red e IT, que ha estado desarrollando e implementando cables de telecomunicaciones submarinos desde la década de 1960, habiendo instalado actualmente más de 300.000 km de cables en todo el mundo.

Este nuevo proyecto de cable submarino de fibra óptica de alta velocidad está previsto que se instale entre la Comunidad Autónoma de Cantabria (España) y Carolina del Sur (Estados Unidos). Este será el cable transoceánico de mayor capacidad construido hasta la fecha, con una capacidad de un Petabit por segundo, y aumentaría significativamente la capacidad de conexión de España, apoyando las economías nacionales, regionales y locales.

La ciudad de Santander es el punto de aterrizaje de un cable submarino existente (pero fuera de servicio) llamado Rioja-1, por lo que este nuevo cable mantendría la importancia de la ciudad y de la Comunidad Autónoma en el mantenimiento de una conectividad a Internet diversa y resistente en el norte de España. Además, está previsto construir una Estación de Aterrizaje del Cable (CLS) en Cantabria para albergar este cable, creando oportunidades de empleo local a corto y largo plazo.

El trazado preliminar del cable se muestra en la Figura 1. Este trazado puede cambiar ligeramente en futuras fases de ingeniería, en respuesta a consideraciones técnicas, medioambientales y normativas.

Los detalles del diseño del proyecto en los que se basa este documento han sido proporcionados por Edge Spain S.L. y siguen las mejores prácticas y normas de diseño tanto técnicas como medioambientales, de acuerdo con la normativa europea, nacional y regional.

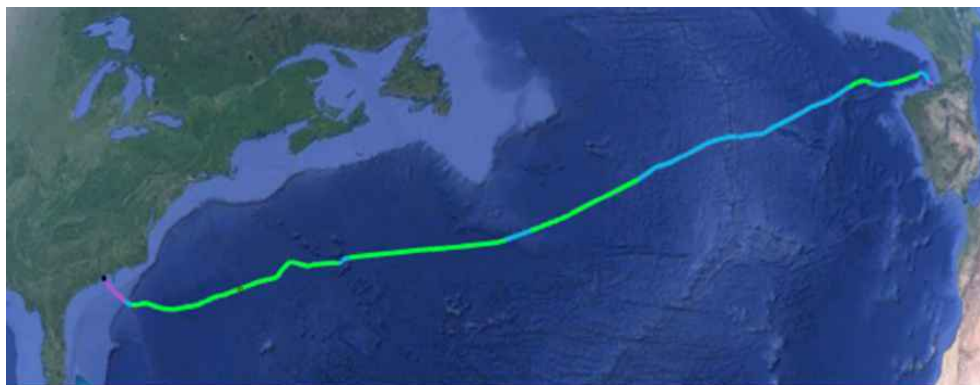


Figura 1. Trazado preliminar del cable planificado. Fuente: NEC. /Google Earth.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

2 ACRÓNIMOS

AP (Articulated Pipe): Tubería articulada
AT (Territorial Waters): Aguas territoriales
BM (Beach Master): Jefe de operaciones en la playa
BMH (Beach Manhole): Arqueta de conexión en la playa
CBL (Cable Breaking Load): Carga de rotura del cable
CS (Cable Ship): Buque cablero
CLS (Cable Landing Station): Estación de aterraje del cable
DA (Double Armor): Armadura doble
DP (Dynamic Positioning): Posicionamiento dinámico
DTS (Desk-Top Study): Estudios teóricos
DPMT: Dominio Público Marítimo Terrestre
ICPC (International Cable Protection Committee): Comité Internacional de Protección de Cables
IS (In Service): En servicio
LW (Light Weight): Cable ligero
LWM (Low Water Mark): Marca de bajamar
LWS (Light Weight Screened): Cable ligero apantallado
MRS (Marine Route Survey): Estudio ruta marítima
NOTS (Nominal Operational Tensile Strength): Resistencia operativa nominal a la tracción
NPPTS (Nominal Permanent Tensile Strength): Resistencia nominal permanente a la tracción
NTTS (Nominal Transient Tensile Strength): Resistencia nominal a la tracción transitoria
OGB (Ocean Ground Bed): Sistema de puesta a tierra o cama de ánodos
OOS (Out of Service): Fuera de servicio
PLB (Post Lay Burial): Enterrado posterior al tendido
PLGR (Pre-Lay Grapnel Run): Operación de apertura de zanja, tendido y enterrado simultáneos del cable
PLIB (post-lay inspection and burial): Operación de inspección y enterrado posterior al tendido
PLSE (Pre-laying onshore): Tendido previo en tierra
ROV (Remote Operational Vehicle): Vehículo Operativo Remoto
RPL (Route Position List): Lista de Posiciones de Ruta
SA (Single Armor): Armadura simple
ZEE: Zona Económica Exclusiva



3 OBJETIVOS, ANTECEDENTES Y ENFOQUE LEGAL

3.1 OBJETO

El objeto principal de este informe es aportar a la Demarcación Estatal de Costas en Cantabria toda la información relevante del Proyecto Básico, para fundamentar la solicitud de concesión de ocupación del dominio público marítimo-terrestre que se requiere para la ejecución del proyecto según la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de Costas y el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.

Para ello, la presente memoria incluye una descripción del proyecto y su afección al dominio público marítimo-terrestre, incluyendo tanto las obras marítimas como las terrestres y los métodos constructivos considerados.

La descripción de la obra civil para la construcción de la nueva BMH, y de las canalizaciones que conectan tierra adentro con la estación de aterrizaje del cable, se incluyen en un proyecto aparte titulado "Proyecto de canalización de la red de telecomunicaciones, conexión de la playa Virgen del mar con la c/ Corceño, 37 en Santander", desarrollado por Ibertel (incluido en el Anexo 7). La descripción de las infraestructuras de cableado terrestre queda, por tanto, fuera del alcance de este documento, ya que serán preinstaladas en una fase previa de la ejecución de las infraestructuras de comunicaciones.

3.2 ANTECEDENTES

Todo el proyecto en España, tanto en su vertiente marítima como terrestre, e incluyendo la renovación prevista de un edificio existente para crear la estación de amarre del cable (CLS) que albergará el cable, aportará beneficios económicos a Santander. Se crearán oportunidades tanto de empleo a corto plazo, a través de las obras de acondicionamiento e instalación, como de beneficios a largo plazo, a través del objetivo y la necesidad de contratación del personal de la CLS durante los 25 años de vida útil previstos para el cable.

4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El ámbito de aplicación de este documento abarca únicamente la ruta desde el punto en el que el cable entra en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) española hasta su punto de aterrizaje en la costa española, en la playa de Virgen del Mar, en Cantabria, a 8 km al oeste de la bahía de Santander, como se muestra en la siguiente figura 2.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

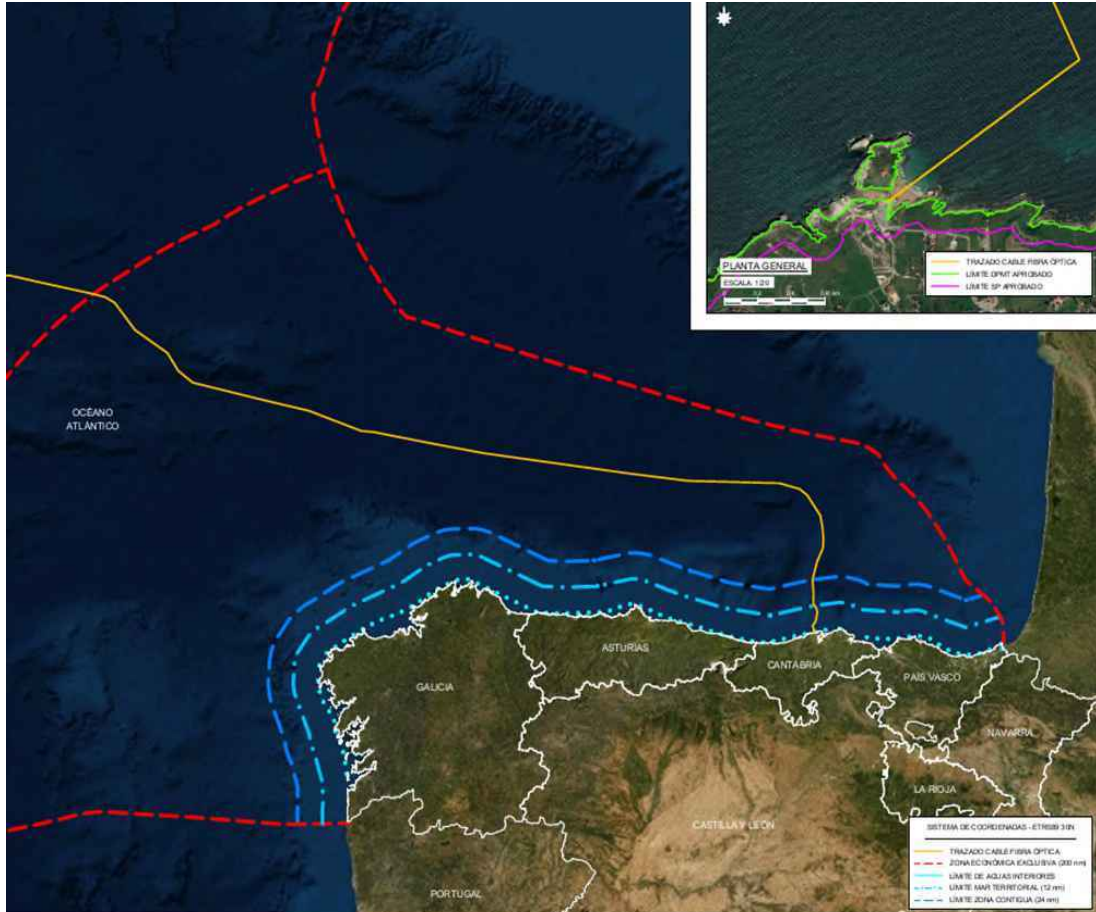


Figura 2. Ubicación del proyecto. Fuente: SENER.

El Golfo de Vizcaya ha sido históricamente un entorno favorable para los cables submarinos, ya que no se conocen averías de cables en aguas profundas en la zona.

Un estudio de las opciones para instalar un nuevo cable en el norte de España identificó un posible lugar de aterrizaje cerca de Santander, Cantabria. Este lugar es la Playa de la Virgen del Mar (véase la Figura 3).

La otra opción principal estudiada fue un emplazamiento cerca de Bilbao, en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Actualmente, otros cables amarran allí y es posible que en el futuro amarren más. Sin embargo, desde el punto de vista de la fiabilidad, es deseable que diferentes cables aterren en varios lugares, proporcionando una separación física, puesto que en el eventual caso de un incidente (por ejemplo, roturas de cables tanto de forma natural como artificial) se podrían cortar varios cables simultáneamente si todos aterran en la misma zona.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

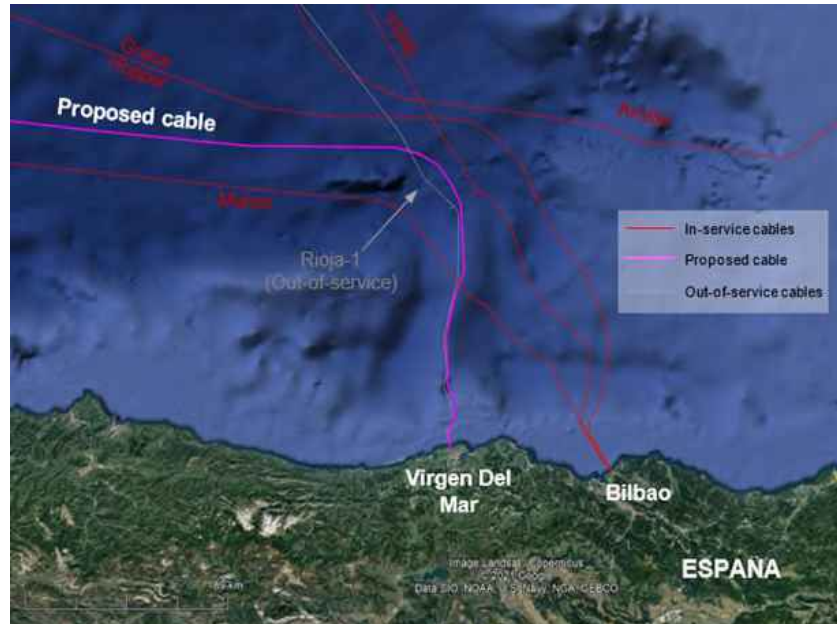


Figura 3. Costa de la región - propuesta de aterraje. Fuente: NEC. /Google Earth.

El lugar de aterrizaje previsto se encuentra en una pequeña playa enclavada en un entorno rocoso, situada en el municipio de Santander, junto a la ermita de la Virgen del Mar. La playa tiene una longitud media de 400 m y una anchura media de 40 m y se caracteriza por un oleaje moderado, ya que está protegida del oleaje del noroeste por la isla de la Virgen del Mar.

El emplazamiento previsto para la arqueta de playa (BMH) a la que se conectará el cable Anjana está en una zona de aparcamiento existente, situada en el borde de la playa. Dada su ubicación, la BMH se situaría fuera del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), y dentro de la zona de servidumbre de protección.

Las principales ventajas de proponer este lugar de aterraje se resumen a continuación:

- Aunque otros cables existentes y previstos aterren en Bilbao, la elección de Santander como lugar de aterraje proporciona a España y a Europa una mayor resiliencia en la conectividad a Internet. En el improbable caso de que se interrumpa la conectividad en uno de estos puntos de aterraje, el otro seguirá estando disponible para garantizar el acceso a Internet y la prosperidad económica que conlleva.
- En este lugar ya aterra un antiguo cable submarino llamado Rioja-1. Este cable está actualmente fuera de servicio, pero ha tenido un buen historial de fiabilidad durante su periodo de funcionamiento, lo que sugiere que es una buena elección para el punto de aterraje.
- El acceso marítimo a Virgen del Mar es muy favorable: el trazado del cable propuesto, cercano al del cable Rioja-1, se situaría en una cresta entre dos cañones submarinos, evitando posibles peligros submarinos, como corrientes de turbidez.
- Desplazándose mar adentro desde la costa de Virgen del Mar, el cable tomaría una ruta corta hasta aguas profundas en la llanura abisal de Vizcaya, un entorno seguro para los cables submarinos.
- Este lugar de aterraje, así como el recorrido del cable submarino necesario para llegar a la costa, permite evitar cualquier impacto (directo e indirecto) en las zonas marinas protegidas.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

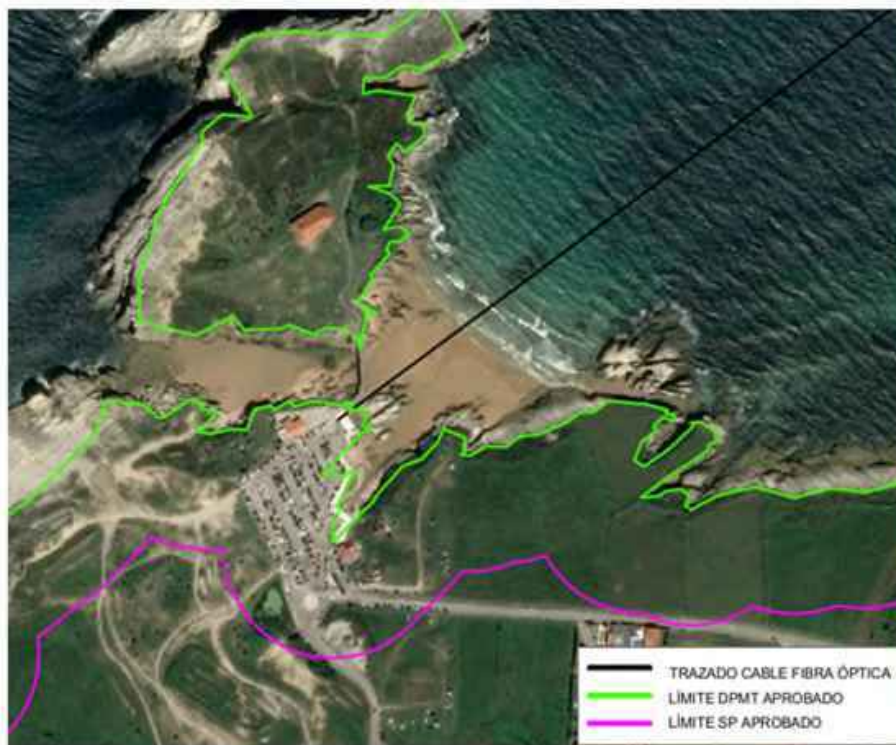


Figura 4. Zona del litoral de Virgen del Mar. Lugar de aterraje propuesto. Fuente: NEC. /Google Earth.

4.2 PROGRAMA DE INSTALACIÓN Y PROCEDIMIENTO GENERAL DE INSTALACIÓN DEL CABLE

En este apartado se incluye una descripción del proyecto de tendido del cable submarino de fibra óptica y su procedimiento de instalación en el tramo de cable que se encuentra en las aguas de la ZEE española, basada íntegramente en la información proporcionada por Edge Spain S.L.

4.2.1 FASE DE INSTALACIÓN

La instalación del tendido de cable se realizará directamente desde un buque cablero (en adelante CS) y con la asistencia de un equipo en tierra, en la playa, y de embarcaciones auxiliares.

Las actividades de instalación incluyen las siguientes operaciones:

- Operaciones en alta mar:
 - Recorrido previo de despeje y limpieza, antes del tendido (PLGR), para garantizar que la ruta prevista en la que se enterrará el cable está libre de obstáculos.
 - Instalación del cable desde el límite de la ZEE hasta la ruptura de la plataforma continental, donde el cable se tenderá en superficie directamente sobre el lecho marino.
 - Cuando las condiciones geológicas lo permitan, el cable se enterrará con arado desde los 1.000 m de profundidad hasta los 64 m (aproximadamente, el PK 4.8). Entre los 156 y 184 metros de profundidad (entre PK 15,26 - PK 18,87) se prevén afloramientos de roca y, por tanto, en esa zona no está previsto el uso del arado



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

- Instalación del cable desde 64 m hasta aproximadamente 4 m de profundidad, donde el cable se colocará sobre el lecho marino. Por debajo de los 4 m de profundidad hasta la orilla, el cable se enterrará bajo el lecho arenoso usando un sistema de inyección de chorro de agua a presión.
- Inspección y enterramiento posterior al tendido a lo largo de la ruta en alta mar.
- Operaciones en tierra:
 - Zanja y tendido de cable en la playa hasta un conducto preinstalado que lleva a la BMH en la zona de aparcamiento. Conexión con el cable terrestre en la BMH y restauración de la playa.
 - Instalación de 500 m de tubería articulada (AP) desde los conductos hasta aproximadamente los 7 m de profundidad de agua.

Este desglose de los trabajos y la duración estimada de cada actividad se describen en el calendario provisional de las obras (véase la Figura 5). Esta planificación muestra la duración mínima considerada para cada operación (azul oscuro) y las holguras disponibles entre las actividades críticas (azul claro).

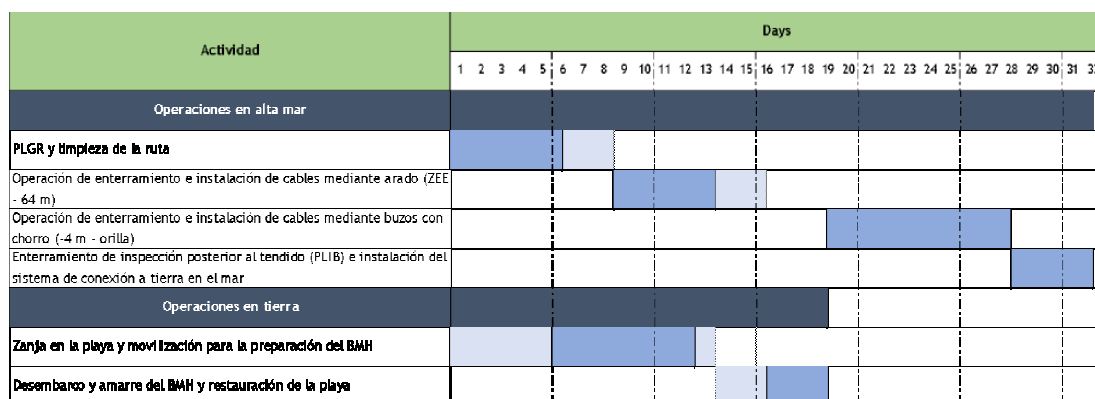


Figura 5. Calendario provisional de obras

Se prevé que los trabajos en aguas españolas duren aproximadamente un mes (31,5 días), incluyendo las actividades de tendido en alta mar, cerca de la costa y en la propia costa.

El PLGR desde la costa hasta el final del enterrado previsto, en el borde de la plataforma continental, tendrá lugar durante la primera semana, con una duración mínima estimada de 2 días.

Tras su finalización, los trabajos en alta mar podrán continuar con las operaciones de tendido e instalación del cable mediante arado, desde la zona cercana a la costa (profundidad estimada de 64 m) hasta el borde de la plataforma continental, y luego el tendido sobre el lecho marino hasta el límite de la ZEE. Esta operación durará un mínimo de 6 días.

Los trabajos en la zona de la playa restringirán el acceso del público durante un periodo de aproximadamente 7 días, con una fecha de inicio que dependerá del plan de operaciones en alta mar. Este periodo incluirá una primera etapa de movilización en tierra de los equipos de trabajo en la zona de la playa (2 días) y una segunda etapa con el cable de telecomunicaciones que se traería a tierra desde el mar y se llevaría a la BMH con el cable enterrado en zanja en la playa, seguido de la restauración de la propia playa (con un tiempo estimado de 3 días).



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Los trabajos en la zona cercana a la costa se llevarán a cabo durante aproximadamente 10 días, con el fin de ejecutar el soterramiento y la instalación del cable desde el punto de aterraje en la orilla hasta el comienzo del afloramiento rocoso (a unos 300 metros de la BMH, a unos aproximadamente 5 metros de profundidad), mediante el uso de inyección de chorro de agua a presión realizado por buzos o mediante la técnica de *jetting sledge* supervisada por buzos. En los casos en que no se pueda enterrar el cable, éste se colocará directamente en el lecho marino de roca. Desde los 4 m de profundidad hasta los 64 m de profundidad, el cable se colocará directamente sobre el lecho marino. Antes de enterrar el cable en la zona más somera, a efectos de protección del cable en la zona de superficie más expuesta, se instalarán 500 m de tubería articulada alrededor del cable, desde el conducto BMH hasta aproximadamente 7 m de profundidad.

Por último, se prevé que las comprobaciones en alta mar duren 4 días, seguidos de 4 días para la inspección y el enterramiento posteriores al tendido (PLIB).

Los trabajos en aguas españolas están programados preliminarmente para octubre de 2023 (dependiendo de la disponibilidad de permisos y fechas de autorización) y la puesta en servicio del cable está prevista para noviembre de 2023.

4.2.2 FASE DE OPERACIÓN

Vida útil del cable

El cable se diseñará y fabricará para tener una vida útil mínima de 25 años.

Mantenimiento del cable

Las averías durante el funcionamiento del cable son poco frecuentes, pero no improbables. Pueden ser causadas por eventos naturales inesperados (terremotos, deslizamientos del fondo marino) o por acciones del hombre (enredos accidentales con redes de arrastre o anclas de buques, acciones de sabotaje, etc.), y pueden ser detectadas a través de los sistemas de gestión del cable submarino.

En caso de avería, es importante reparar el sistema urgentemente para garantizar la fiabilidad de los servicios de telecomunicaciones, ya que una avería supone la interrupción de los servicios que se prestan a través del cable. Las reparaciones de los cables son llevadas a cabo por los CS especializados a los que se puede acceder mediante acuerdos de mantenimiento de cables submarinos, o bien contratando servicios directamente con los propietarios de los buques. En el caso de las reparaciones en alta mar, se esperan largos tiempos de tránsito desde el puerto base del CS. Una vez que el buque ha llegado al lugar de la avería, las reparaciones suelen durar entre cuatro y siete días, dependiendo del tipo de avería y de las condiciones meteorológicas presentes.

Una vez que el CS ha llegado a la posición exacta del cable averiado, la operación de reparación consiste en las siguientes fases:

1. Corte del tramo de cable dañado. Esta acción puede realizarse mediante ROV (hasta 1000-1500 m de profundidad de agua) o arrastrando un rezón de corte (véase la Figura 6 más abajo).
2. Los extremos resultantes se izan mediante el ROV o un rezón de sujeción a bordo, donde se corta el cable dañado y el extremo libre se ata a una boya o se deja de nuevo en el fondo marino conectado a un ancla.
3. Sustitución a bordo del CS del tramo dañado por una sección de cable de repuesto de longitud suficiente para poder unir los dos extremos.
4. Se sumerge de nuevo el cable submarino, bajándolo hasta el fondo del mar con la ayuda de amarres y volviendo a enterrar el cable con un ROV en la plataforma continental si los sedimentos lo permiten. Una vez reparado, se reactiva el tráfico en esa línea.





Figura 6. Ejemplos de ancla de rezón para recuperar y cortar cables dañados. Fuente: NEC.

4.2.3 FASE DE DESMANTELAMIENTO

No será necesario tomar una decisión sobre el desmantelamiento hasta el final de la vida útil del sistema de cable propuesto. Las operaciones de desmantelamiento se llevarán a cabo de acuerdo con los protocolos estándar y las buenas prácticas internacionales de la industria vigentes en el momento correspondiente. El proceso de desmantelamiento es flexible para adoptar la opción menos perjudicial para el medio ambiente, bien sea la recuperación del propio cable o bien sea dejar el cable in situ, según se determine en el momento en que sea necesario el desmantelamiento.

Antes de la fase de desmantelamiento, el propietario del cable se pondrá en contacto con las autoridades competentes para discutir la estrategia óptima de desmantelamiento.

4.3 PROCEDIMIENTO GENERAL DE INSTALACIÓN DEL CABLE

4.3.1 ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DEL TRAZADO DEL CABLE

4.3.1.1 Estudios Preliminares

Durante la fase de diseño del cable se han realizado varios estudios, que incluyen no sólo investigación bibliográfica, sino también campañas de sondeo *onshore*, *nearshore*, y *offshore* (por ejemplo, estudios geotécnicos, geofísicos, batimetrías, etc.), y estudios medioambientales y de dinámica costera.

Estos estudios han proporcionado información detallada sobre las características del fondo marino y han permitido definir un trazado seguro para el cable, con un mínimo impacto ambiental y un mínimo impacto sobre otros usos de la zona marina.

El trazado del cable propuesto se ha diseñado para evitar, en la medida de lo posible, los fondos marinos rocosos y la presencia de fondos de alto valor ambiental o con características marinas no favorables para esta actividad (zonas de pesca o de fondeo, pecios, u otras zonas restringidas, etc.).

Los estudios preliminares realizados para este fin incluyen:



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

- 1) Estudios de gabinete (DTS) y visitas al emplazamiento, que incluyeron una revisión de la información bibliográfica disponible. Este estudio se realizó sobre la ruta propuesta para la instalación del cable de fibra óptica, a través de una revisión bibliográfica detallada de todos los factores que podrían afectar a la ruta del cable, incluyendo aspectos físicos, ambientales, normativos, políticos y socioeconómicos. El estudio fue realizado por Global Marine Systems Limited.
- 2) Estudio geofísico y geotécnico en toda la ruta. Este estudio de la ruta marina (MRS) tenía como objetivo caracterizar el fondo marino y los posibles peligros a lo largo de la ruta prevista. El MRS fue realizado por Fugro entre diciembre y abril de 2022 e incluyó batimetría, morfología del fondo marino, muestreo de sedimentos marinos y estimación del espesor de las capas de arena.
- 3) Inspección y evaluación arqueológica en la zona cercana a la costa. Este estudio permitió identificar y evitar posibles elementos del patrimonio arqueológico o histórico. El estudio fue realizado por Arqueotecnia.

También se realizó un estudio básico de dinámica costera (incluido como Anexo 3), de acuerdo con el artículo 91.3 del Reglamento General de Costas, para determinar la variabilidad del perfil de la playa activa y la erosionabilidad del fondo marino a lo largo del trazado del cable de fibra óptica en la zona próxima a la costa, incluyendo los efectos del cambio climático (Anexo 4). Estos dos estudios han sido realizados por Tecnoambiente.

4.3.1.2 Detección de cruces de cables

Los cruces de cables son una práctica habitual en la industria del cable submarino. En las zonas de aguas profundas dentro y fuera de la plataforma continental donde se va a tender el cable en superficie, se evalúan las posiciones de los cables existentes y se diseña el trazado del nuevo cable para evitar o tener el menor impacto posible sobre la parte a cruzar. Posteriormente, de acuerdo con las recomendaciones del Comité Internacional de Protección de Cables (ICPC), los propietarios de los cables acuerdan los lugares de cruce reales siguiendo el MRS.

En la plataforma continental en la que se enterrará el cable, es importante evaluar la ubicación exacta de los cables de terceros que cruzan o se encuentran cerca del trazado del cable propuesto, para evitar daños a otros cables en servicio durante las operaciones de instalación. Sin embargo, el trazado del sistema Anjana no cruza ni se acerca a ningún cable que se encuentre actualmente en servicio, en las zonas de enterrado propuestas dentro de las aguas territoriales españolas.

Por su parte, en zonas de alta mar, el trazado de Anjana se ha elegido cuidadosamente para evitar el cruce con el trazado del cable Rioja-1 (fuera de servicio), que puede ser objeto de recuperación en el futuro. En los casos en que se sabía que este cable estaba cerca de la ruta propuesta, se ha localizado el Rioja-1 durante el MRS utilizando técnicas magnéticas y acústicas para garantizar que existe una separación segura entre los sistemas de cables. Para simplificar las operaciones de tendido, con el permiso de los propietarios del cable para cruzar su concesión, se espera que la ruta del cable cruce Rioja-1 en la playa.

4.3.2 OPERACIONES EN ALTA MAR

4.3.2.1 Pre-Recorrido del rezón o arpeo antes del tendido

Este apartado describe el procedimiento general durante la operación de PLGR. La operación será realizada por un buque cablero, únicamente en la zona donde se enterrará el cable.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

El procedimiento operativo consiste en arrastrar el ancla o rezón a lo largo de la ruta prevista para despejar el camino de escombros. Estas anclas suelen utilizarse para penetrar en el lecho marino, agarrar, cortar y recuperar los escombros. En la Figura 7 se muestra uno de los tipos típicos de configuración de las anclas tipo rezón, aunque la configuración de estas anclas puede modificarse para adecuarse al tipo de lecho marino o la naturaleza de los residuos previstos.



Figura 7. Típico conjunto de anclas de rezón antes de la colocación. Fuente: NEC.

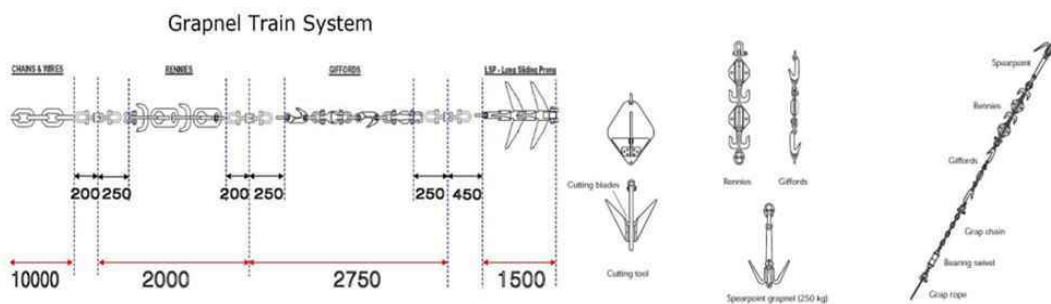


Figura 8. Típica configuración de ancla de rezón. Fuente: NEC.

Si durante las actividades del PLGR se encuentran restos inesperados en el lecho marino, éstos se limpiarán en la medida en que sea práctico y razonable. Durante todas las operaciones de trabajo con cables, se emitirán avisos de navegación a intervalos frecuentes en los canales pertinentes.

Todos los residuos recuperados durante la operación se estibarán a bordo. La descarga de los residuos recuperados se realizará de forma adecuada en tierra, de acuerdo con los procedimientos de descarga existentes en el buque y la legislación aplicable.

4.3.2.2 Tendido de cables en el mar

La operación será realizada por un buque cablero específicamente diseñado para la instalación de cables de fibra óptica.

Para instalar el cable en el fondo del mar se realizan tres operaciones principales, en función de la morfología del lecho marino:

- **Operaciones de enterrado por arado (*Plough burial*)**, en las que el cable se enterrará a una profundidad objetivo de 2 m para protegerlo de posibles riesgos como la pesca de arrastre, el uso de anclas, etc.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

- **Operaciones de tendido sobre la superficie del lecho marino**, en las que el cable se colocará en la superficie del lecho marino (de forma permanente o temporal para su posterior enterramiento). Este procedimiento se llevará a cabo cuando el cable no se entierre o no se pueda enterrar simultáneamente a su tendido. Por ejemplo, cuando las condiciones geológicas no lo permitan, en cruces de cables o en profundidades de agua superiores al límite de enterrado del cable (normalmente 1000 m de profundidad de agua o cuando los fuertes desniveles del talud continental hagan imposible el enterrado del cable).
- **Enterrado posterior al tendido (PLB)**, que consiste en el enterrado de tramos de cable inicialmente tendidos en superficie sobre el lecho marino pero que requerirán protección para su enterrado (por ejemplo, cerca de afloramientos rocosos, etc.) cuando el uso del soterramiento por arado sea inadecuado o arriesgado para la integridad del equipo.

La Tabla 1 identifica los métodos de tendido y el tipo de cable en los diferentes tramos del trazado del cable Anjana. Estos pueden adaptarse a los resultados de la MRS.

Sección	Posición inicial (km)	Posición final (km)	Rango de profund. estimado (m)	Longitud del recorrido (km)	Longitud del cable (km)	Tipo de armadura del cable	Comentarios y técnicas de instalación
BMH y Playa Virgen del Mar	0	0,035	En tierra	0,04	0,08	DA*	Conducto hacia el mar desde la playa hasta la BMH (con un margen de cable de repuesto)
Extremo de la orilla (perfil de playa activo)	0,035	0,507	0-7	0,47	0,50	DA*	Cables de telecomunicaciones y de tierra de mar amarrados juntos encajados en un tubo articulado a lo largo de 500 m y enterrados donde los sedimentos lo permiten (buzos en muelle)
Fondos marinos irregulares (afloramientos rocosos)	0,507	4,867	7-64	4,36	4,50	DA*	Colocación en superficie
Fondos marinos arenosos	4,867	15,261	64-156	10,39	10,45	DA*	Entierro con arado
Fondos marinos irregulares (afloramientos rocosos)	15,261	18,868	156-184	3,61	3,68	DA*	Colocación en superficie en una zona rocosa con posibilidad de enterrado posterior
Talud continental (fondo marino arenoso)	18,868	23,523	184-500	4,65	4,69	DA*	Enterrado con arado hasta 500 m de profundidad



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Sección	Posición inicial (km)	Posición final (km)	Rango de profund. estimado (m)	Longitud del recorrido (km)	Longitud del cable (km)	Tipo de armadura del cable	Comentarios y técnicas de instalación
Talud continental (fondo marino arenoso)	23,523	27,567	500-1000	4,04	4,10	SA*	Enterrado con arado hasta 1000m de profundidad
Talud continental	27,567	47,340	1000-2000	19,77	20,24	SA*	Colocación en superficie
Ascenso del continente	47,340	140,333	2000-4161	92,99	95,88	LWS*	Colocación en superficie
Llanura abisal	140,333	685,154	4161-4920	544,82	566,62	LW*	Colocación en superficie
Fondos marinos irregulares	685,154	727,765	4920-4803	42,61	43,94	LWS*	Colocación en superficie
Llanura abisal (hasta el límite de la ZEE de España)	727,765	807,039	4802-4825	79,27	82,44	LW*	Colocación en superficie

*DA: Armadura Doble, *SA: Armadura Simple, *LWS: Cable ligero apantallado, *LW: Cable ligero

Tabla 1. Estrategia de instalación de cables propuesta.

1) Operaciones de colocación en la superficie del fondo marino

De acuerdo con los resultados del MRS, el cable se tenderá en superficie en las zonas específicas indicadas en la Lista de Posiciones de Ruta (RPL, véase el Anexo 1) por ubicaciones entre las entradas PLUP (*Plough UP*) y PLDN (*Plough Down*), y después de la posición final PLUP.

Un posicionamiento preciso del buque y una velocidad controlada garantizarán que el cable se tienda lo más cerca posible de la ruta preseleccionada. Durante la operación de tendido, la posición y la distancia recorrida por el buque se monitorizarán en tiempo real, así como la cantidad de cable tendido, de modo que la posición final del cable de fibra óptica esté georreferenciada.

El posicionamiento del buque, la velocidad y el control de la holgura se supervisan mediante sistemas informáticos de gestión del tendido de cables. Un sistema de gestión del tendido de cables también puede realizar el registro de datos para la generación de informes sobre el tendido (datos brutos, gráficos de enterrado, gráficos de holgura, listas de posiciones de rutas tendidas, etc.) y la elaboración de gráficos.

2) Arado y/o enterrado

Como ya se ha comentado anteriormente, el enterrado de los cables puede hacerse por dos métodos diferentes, en función de las características del fondo marino:

a) Operación de enterrado con arado

El arado para cables está pensado principalmente para su uso en operaciones de tendido y enterrado simultáneos. En este modo de operación, el arado se despliega y se recupera con el cable pasando a través del propio arado.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

El arado (véase la Figura 9) es remolcado por el CS (véase el Anexo 2) y está diseñado para enterrar el cable a una profundidad que sea segura frente a las actividades de pesca. El arado utiliza una reja mínimamente invasiva para crear un surco en el lecho marino de aproximadamente 750 mm de ancho. A medida que el arado es remolcado sobre el lecho marino, su cuchilla levanta una cuña de sustrato. A medida que el arado avanza, con el tendido simultáneo del cable, este sedimento se rellena de forma natural.

El arado que realiza estas operaciones dispone de dos pies o patines (de 50 cm de ancho) que recorren la superficie del lecho marino, por lo que la zona principal de impacto en el lecho marino se considera muy pequeña.

Por otra parte, cabe reseñar que durante las operaciones de arado no se genera un ruido significativo.

La instalación de cables mediante arado sólo produce una pequeña suspensión de sedimentos del fondo marino en la columna de agua. Esta suspensión de sedimentos es transitoria y localizada debido a la lentitud del arado y a los procesos naturales de relleno.



Figura 9. Arado de cable típico. Fuente: NEC. .

Todos los enterramientos con arado se llevarán a cabo siguiendo las directrices de "esfuerzos razonables", a menos que los resultados de los datos/revisión del estudio indiquen lo contrario. Los esfuerzos razonables pueden expresarse en términos de tensión de remolque y velocidad del arado. Se aprovechará todo el potencial de la fuerza de arrastre disponible de los sistemas de arado para lograr una profundidad de enterrado objetivo de 2,0 m, con un margen de seguridad adecuado para evitar daños en el arado. En zonas de suelo rígido, la profundidad de enterrado real puede reducirse, pero se prevé que siga siendo una profundidad que proteja el cable de las operaciones de pesca y, por lo general, no sea inferior a 0,5 metros.

Las operaciones generales de arado pueden definirse como sigue:

- 1) El arado se prepara desde la posición de almacenamiento hasta la zona de lanzamiento, donde se coloca el cable a través del arado.
- 2) Cuando el arado se encuentra en la zona de lanzamiento, el pórtico del buque que lo transporta lo eleva hasta su posición vertical y luego lo suelta a una velocidad controlada,



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

mientras el buque navega a baja velocidad hacia delante.

- 3) El despliegue del pórtico continúa. Cuando los patines del arado están en el lecho marino, se ajusta la velocidad y la longitud del remolque para controlar la tensión del cable (véase la Figura 10).
- 4) Una vez completada la configuración, los motores del buque cambian al modo de arrastre y comienza a arar, mientras coloca el cable de fibra en el sedimento simultáneamente.
- 5) Una vez que el arado llega al final del segmento previsto, el buque cablero recupera el arado mediante la maniobra opuesta (véase la Figura 11 y la Figura 12).

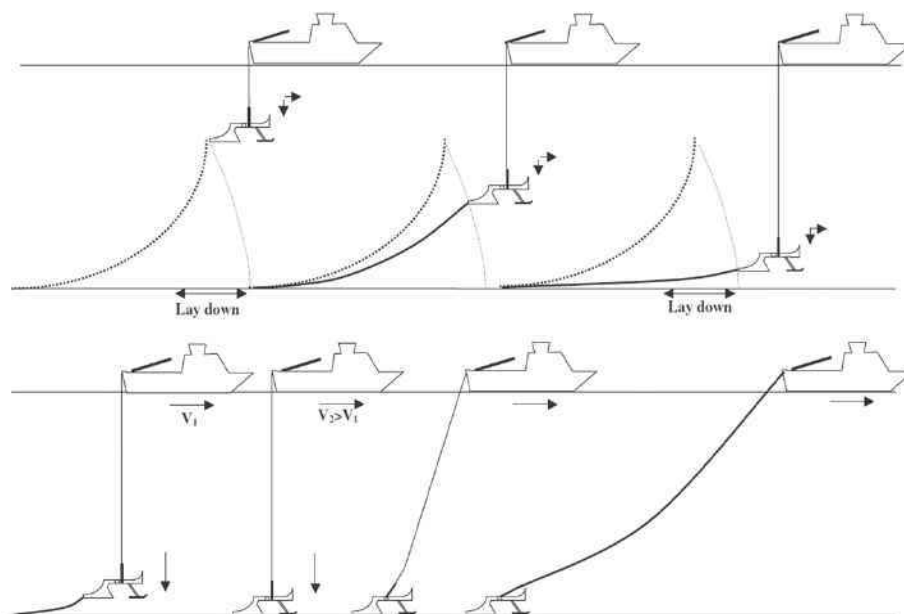


Figura 10. Maniobras de implementación del arado. Fuente: NEC.

La velocidad estimada del arado suele ser normalmente de entre 600 y 900 m/h, dependiendo de la topografía y la morfología del lecho marino. Esta velocidad se controlará mediante un cabrestante de remolque, junto con el control de velocidad del buque.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

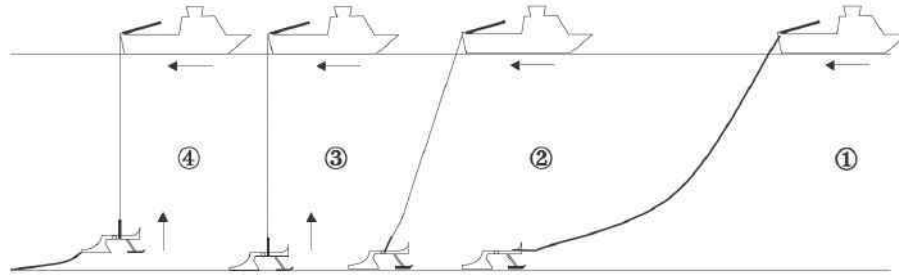


Figura 11. Buque retrocediendo para establecerse sobre el arado para la recuperación. Fuente: NEC.

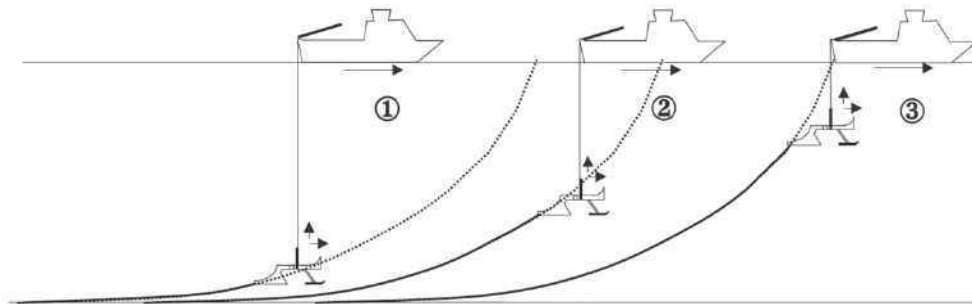


Figura 12. Buque avanzando mientras el arado se eleva a través de la columna de agua. Fuente: NEC.

En el caso de que el enterrado del cable de fibra óptica resultante no se considere suficiente, se pueden realizar trabajos subsiguientes de enterrado mediante la técnica del *jetting*, como se describe a continuación.

b) Inspección Posterior al Tendido y Operación de Enterrado con ROV

Cuando el enterrado del cable con arado no es adecuado, por ejemplo, en distancias cortas, o cuando el arado no puede alcanzar la profundidad de enterrado deseada debido a las condiciones del fondo o a problemas técnicos, el cable submarino puede ser colocado en la superficie del fondo marino por el buque cablero y posteriormente enterrado mediante la Inspección y Enterrado Posterior al Tendido (PLIB).

En las zonas de alta mar, esta operación se llevaría a cabo mediante el uso de un Vehículo Operativo Remoto (ROV), que puede ser desplegado por el propio CS o por un buque de apoyo en alta mar.

El ROV es un vehículo subacuático unido por cable al buque principal que se desplaza libremente y dispone de herramientas operadas a distancia, como localizadores de cables y herramientas de *jetting*, y es adecuado para la detección, inspección y enterramiento de cables. La Figura 13 muestra una fotografía del tipo de ROV que se utilizará en el proyecto Anjana. Las especificaciones técnicas se adjuntan en el Anexo 2.





Figura 13. Tipo típico de ROV. Fuente: Orange Marine.

El ROV enterrará el cable mediante técnicas de "jetting", que consisten en la apertura de una zanja en el fondo marino aplicando chorros de agua a presión que fluidifican el suelo bajo el cable, permitiendo que se hunda a través de los sedimentos en suspensión hasta el fondo de la zanja, hasta la profundidad de enterrado requerida.

Los procedimientos de lanzamiento y recuperación del ROV requieren un buque equipado con una grúa especializada y un cabrestante y sistemas de supervisión. Este equipo suele utilizar un sistema de manipulación específico para el lanzamiento y la recuperación desde el buque nodriza.

El enterrado por "jetting" es posterior a la operación de tendido del cable. Se utiliza una localización preliminar del cable tendido para lanzar el ROV cerca de este. El ROV busca el cable mediante su propio sistema de detección de cables utilizando sensores, sonar y vídeo. Una vez encontrado, el ROV se posiciona sobre el cable y, alineado con él, comienza a moverse a lo largo del cable, manteniendo la trayectoria correcta mediante el sistema de monitorización (que incluye sistemas de detección y seguimiento submarinos, sonar de visión frontal, giroscopio y cámaras, conectados con la pantalla de navegación de a bordo). En este punto se puede iniciar la inyección del chorro de agua y se despliegan los chorros a medida que el vehículo avanza a lo largo del cable.

Por lo general, la velocidad de enterrado del cable que se consigue con la técnica de *jetting* puede ser de hasta 500 m por hora. Sin embargo, pueden existir limitaciones prácticas a esta velocidad teórica, como por ejemplo mayores resistencias al cizallamiento del suelo, la presencia de cantos rodados, los desniveles en el lecho marino o radios de giro estrechos del cable.

El ROV realizará nominalmente dos pases de enterrado con un pase adicional de enterrado e inspección, es decir, un máximo de tres pases de "jetting".

Al finalizar el enterrado, cuya profundidad se indica en la pantalla de navegación, el ROV reduce la velocidad de avance y levanta las espadas de enterrado, deteniendo las bombas de agua antes de ser recuperado.

4.3.2.3 Cruce de cables

Cabe señalar que no hay cruces previstos con cables actualmente en servicio en las Aguas Territoriales de España. Todos los cruces relevantes con cables existentes (incluidos los que están en servicio, los que están fuera de servicio y los previstos) dentro de las aguas españolas (incluida la ZEE) se muestran en la siguiente tabla:



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

N.	Cable	Cruce	Estado del Cable	Punto de Cruce		Profundidad (m)
1	RIOJA	CX OOS RIOJA-1	OOS	43° 28,6366'N	3° 52,5811'W	0
2	RIOJA	CX OOS RIOJA-1	OOS	43° 28,6659'N	3° 52,5259'W	0
3	Xlinks	CX Planned Power Cable Xlinks	Plan	43° 33,7703'N	3° 51,4023'W	116
4	Sines 4.0	CX Planned Cable Sines 4.0	Plan	43° 36,8219'N	3° 50,5899'W	168
5	Porthcurno-Bilbao	CX OOS Tele Porthcurno-Bilbao No2	OOS	44° 3,5346'N	3° 49,5881'W	2479
6	MAREA	CX IS MAREA	IS	44° 4,8836'N	3° 48,7713'W	2450
7	RIOJA	CX OOS RIOJA seg 1	OOS	44° 36,0333'N	4° 6,181'W	4135
8	Porthcurno-Bilbao	CX OOS Tele Porthcurno-Bilbao No2	OOS	44° 37,9941'N	4° 22,729'W	4221
9	Meridian	CX OOS Coax Meridian	OOS	44° 38,6932'N	5° 27,9736'W	4706
10	UK-Spain	CX OOS Coax UK-Spain 3	OOS	44° 39,08'N	5° 34,2261'W	4733
11	UK-Spain	CX OOS UK-Spain 4	OOS	44° 40,7231'N	6° 0,7912'W	4817
12	Borkum-Vigo	CX OOS Tele Borkum-Vigo	OOS	44° 49,4286'N	8° 9,808'W	4899
13	Porthcurno-Carcavelos	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No1	OOS	44° 50,3768'N	8° 21,0475'W	4904
14	Porthcurno-Carcavelos	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No1	OOS	44° 51,0442'N	8° 28,9598'W	4908
15	Porthcurno-Carcavelos	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No1	OOS	44° 51,2859'N	8° 31,8263'W	4909
16	Porthcurno-Carcavelos	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No1	OOS	44° 51,7359'N	8° 37,1627'W	4912
17	La Panne-Lisbon	CX OOS Tele La Panne-Lisbon	OOS	44° 53,0909'N	8° 54,9979'W	4920
18	Porthcurno-Vigo	CX OOS Tele Porthcurno-Vigo	OOS	44° 53,3558'N	9° 2,4204'W	4920
19	Porthcurno-Vigo	CX OOS Tele Porthcurno-Vigo	OOS	44° 53,4048'N	9° 2,6635'W	4920
20	Uk-Portugal	CX OOS Coax Uk-Portugal	OOS	44° 54,7164'N	9° 9,1746'W	4920
21	ACE	CX IS ACE seg 1.1	IS	44° 54,7507'N	9° 9,3451'W	4920
22	Brest-Dakar	CX OOS Tele Brest-Dakar	OOS	44° 55,9409'N	9° 15,2555'W	4920
23	GLO-1	CX IS GLO-1 Phase 1	IS	44° 57,0238'N	9° 20,6354'W	4920
24	Porthcurno-Vigo	CX OOS Tele Porthcurno-Vigo	OOS	44° 58,1746'N	9° 26,3543'W	4920
25	SEA-ME-WE 3	CX IS SEA-ME-WE 3 seg 9	IS	44° 58,6602'N	9° 28,7682'W	4920
26	Porthcurno-Gibraltar	CX OOS Tele Porthcurno-Gibraltar No4	OOS	44° 59,1'N	9° 30,9542'W	4920
27	Porthcurno-Carcavelos	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No2	OOS	45° 2,6605'N	10° 0,1469'W	4920
28	Brest-Casablanca	CX OOS Tele Brest-Casablanca	OOS	45° 4,6602'N	10° 20,4324'W	4920
29	EIG	CX IS EIG seg 2.1	IS	45° 4,8637'N	10° 22,4975'W	4920
30	Porthcurno-Gibraltar	CX OOS Tele Porthcurno-Gibraltar No3	OOS	45° 5,8119'N	10° 32,1207'W	4920
31	FLAG	CX IS FLAG seg A	IS	45° 11,6067'N	11° 5,274'W	4687
32	Porthcurno-Madeira	CX OOS Tele Porthcurno-Madeira	OOS	45° 24,7399'N	11° 27,7174'W	4820
33	Porthcurno-Madeira	CX OOS Tele Porthcurno-Madeira	OOS	45° 25,2201'N	11° 28,991'W	4820
34	TAT 4	CX OOS Coax TAT 4	OOS	45° 27,0112'N	11° 33,7422'W	4821
35	TGN Western Europe	CX IS TGN Western - Europe	IS	45° 27,0413'N	11° 33,822'W	4821
36	2-AFRICA	CX IS 2-AFRICA West (en construcción)	IS	45° 37,6488'N	11° 51,8369'W	4823
37	TAT 12/13	CX IS TAT 12/13 seg F/G	IS	45° 37,6488'N	11° 51,8369'W	4823

Tabla 2 Cruces de cables identificados dentro de las aguas españolas. Nota: OOS: Fuera de servicio; IS: En servicio; Plan: Previsto.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

4.3.3 OPERACIONES EN LA COSTA / CERCA DE LA COSTA

Los tendidos de cable pueden instalarse mediante métodos de tendido directo (el cable se tiende directamente desde el CS) o mediante métodos de tendido previo en tierra (PLSE) (el cable se instala desde la BMH hasta un punto en alta mar antes de la llegada del CS).

En el presente proyecto, se ha propuesto un tendido directo, ya que las condiciones costeras de la zona de aterraje se consideran favorables y hay suficiente profundidad de agua para permitir que el buque cablero se sitúe con seguridad lo suficientemente cerca de la costa.

En este apartado se describe el procedimiento general del tendido directo y las operaciones posteriores al aterraje. Estas operaciones serán realizadas por el equipo de playa en tierra.

Cerca de la orilla, el cable se enterrará en la arena en la zona de la playa y se instalará un tubo articulado (AP) antes de rellenar la propia zanja (véase la Figura 14). La longitud total del AP es de 500 m desde la zona de los ductos en la playa.

Debido a las limitadas posibilidades de enterrado en la zona de playa emergida y sumergida y para proporcionar mayor protección, se colocará un cable de doble armadura (DA) hasta la profundidad máxima de despliegue (500m de profundidad de agua).



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana



Figura 14. Tendido y protección del cable en la zona cercana a la costa. Fuente: NEC./Google Earth

4.3.3.1 Movilización de personal y equipos

Antes de la llegada del cable a la orilla, se realizarán actividades de preparación del amarre en la playa. Estas actividades implican la movilización de personal y equipos. Un equipo terrestre de playa estará allí antes de la fecha prevista de aterraje, para realizar las inspecciones y los preparativos para el tendido del cable.

El equipo de aterraje en la playa incluye equipos especializados (*beach rollers*, guías de cable, flotadores, equipos electrónicos, aparejos, equipos de buceo, cabrestante, etc.) que se almacenarán temporalmente en un contenedor situado en la zona de aparcamiento o en un almacén cercano a la playa, si está disponible.

El equipo de tierra consiste en una retroexcavadora y una excavadora para las actividades de zanjeo en tierra y las actividades de apoyo, y se movilizará al lugar cuando sea necesario.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

El tendido en la zona cercana a la costa contará con el apoyo de una embarcación de remolque y una embarcación auxiliar para los buzos.

4.3.3.2 Trabajos de preparación en la playa e inspección previa

Se ha realizado una inspección exhaustiva de la playa y de sus características morfológicas e hidrológicas para optimizar su instalación y reducir el riesgo de posibles incidentes.

La playa es arenosa en la zona de aterraje prevista, por lo que a priori no necesita mucha preparación. Por lo tanto, para la operación final de enterrado, será necesario excavar, dejar al descubierto los conductos de entrada y preparar el adaptador de la tubería articulada de protección (AP) con el ducto de apertura en el muro adjunto al BMH.

En la inspección previa no se han detectado corrientes (*rip currents*) ni zonas marinas protegidas cerca de la costa que puedan dificultar o retrasar la instalación del cable. Hay que tener en cuenta que la playa está totalmente cubierta de agua durante la marea alta y durante los temporales el agua puede llegar al BMH.

Por lo tanto, se considera necesario la protección con 500 m de tubería articulada (AP) para el tramo de aproximación del cable a la costa (aproximadamente a partir de 7 m de profundidad) y en toda la zona de la playa, debido al riesgo de exposición potencial. No obstante, cabe señalar también que no se han registrado incidentes de exposición del cable en el sistema existente Rioja-1 durante su vida útil (recorrido del cable representado en la Figura 15).



Figura 15. Ruta aproximada del cable enterrado Rioja-1 de acceso a la playa..

En este proyecto, se llevará a cabo un tendido directo desde el CS si las condiciones son adecuadas durante el periodo de aterraje. Si el CS no puede realizar el aterraje directamente (la profundidad del agua es insuficiente), se utilizará una barcaza de menor calado para aterrizar el cable. Independientemente de esto, los pasos a seguir para la operación de tendido directo se describen en el apartado 4.3.3.3.

La conexión del cable marino a la red de cable terrestre se realizará en una nueva BMH que se ubicará en la zona de aparcamiento, próxima a la BMH existente del cable fuera de servicio Rioja-1.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Dos días antes de la llegada del CS a la costa, se realizarán las tareas preparatorias de los trabajos, que implican el vallado perimetral del acceso a la playa y de la zona de ocupación temporal, para impedir la entrada de personas ajenas a los trabajos como medida de seguridad.

Inmediatamente antes del aterraje del cable, los conductos de la zona marina bajo la playa son expuestos por una excavadora para preparar la conexión con el nuevo BMH.

4.3.3.3 Aterraje del cable

La instalación del aterraje de cables se realizará directamente desde el CS y con la asistencia del equipo en tierra.

El siguiente procedimiento describe el método general para las tareas de aterraje de cables (véase la Figura 16) y debe tenerse en cuenta que podría modificarse ligeramente, dependiendo de las condiciones en el lugar de aterraje y de la meteorología en los días a realizar la operación de aterraje del cable.

A continuación se describe dicho procedimiento general de aterraje:

- 1) La operación de aterraje en la playa se llevará a cabo a la luz del día y con el nivel de agua de la marea alta, en condiciones meteorológicas razonables.
- 2) El jefe del equipo en playa (BM) estará en el punto de aterraje para comprobar mediante un dispositivo de comunicación que todo el equipo y el personal pertinente están en su posición, según lo previsto antes de comenzar las operaciones.
- 3) Una vez que el CS esté situado en su posición, un buque de apoyo se desplazará lentamente hasta la popa del CS para recibir una línea de entrega.
- 4) La línea de entrega se arrastra hasta la orilla y se transfiere al equipo de tierra en playa, a través de buzos si es necesario, y se fija a una excavadora o a un cabrestante.
- 5) Cuando esté listo, el BM dará instrucciones al operador de la excavadora o del cabrestante para que comience a tirar del cabo de entrega mientras en el CS se encuentra sujeto el otro extremo del cable. Cuando el cable de tracción esté en tierra, el cabrestante o la excavadora comenzarán a tirar del cable hasta la orilla. La operación de tracción es una operación lenta que requiere de una coordinación cuidadosa entre la tracción y la sujeción del cable, el cual está soportado por flotadores cada 3-5 m para evitar el arrastre en el lecho marino.
- 6) Cuando el cable llegue a la orilla y alcance la longitud predeterminada, se detendrán los trabajos de tracción.
- 7) Los flotadores se retirarán secuencialmente desde la playa hasta la popa del CS. En este punto, los buzos se asegurarán de que el cable se hunda sobre la ruta designada, minimizando las suspensiones, y se asegurarán de que no se hayan producido torceduras.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana



Figura 16. Operación de aterraje del cable. Fuente: NEC.

El extremo del ducto en su parte marina, que se había expuesto anteriormente para la operación de aterraje del cable, se inspeccionará de nuevo y se limpiará de bloqueos y/u otras obstrucciones. Se instalará un “caletín” (*cable sock*) en el extremo del cable, que se conectará al cable guía. Posteriormente el cable se introducirá en el ducto en su parte marina y se tirará de él desde el lado de la BMH. Como la longitud del ducto es corta (aproximadamente 40 m), se utilizará la tracción manual para tirar del cable. Si esto no es posible en la práctica, un cabrestante o una retroexcavadora ayudarán a tirar.

Cuando la marca de la longitud designada (*slack mark*) llegue al interior de la BMH, se dejará de tirar y se considerará que se ha completado la operación. A continuación, el cable se colocará en un soporte y se preparará para la operación de retirada de la armadura de protección. La cubierta exterior y la armadura se cortarán con una amoladora y se pelarán. A continuación, el cable arribará hasta el muro de la BMH, utilizando para ello una placa de anclaje para cables.

4.3.3.4 Conexión a la arqueta (BMH)

El cable de fibra óptica se conectará en la BMH previamente ejecutada, situada en la zona de aparcamiento existente, justo al lado de la playa Virgen del Mar, fuera del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) y dentro de la zona de servidumbre de protección.

La descripción de la obra civil para la construcción de la nueva BMH y de las canalizaciones se incluye en otro proyecto denominado “Proyecto de canalización de la red de telecomunicaciones, conexión de la playa Virgen del mar con la c/ Corceño, 37 de Santander” (ver Anexo 8).

La BMH tendrá las siguientes dimensiones exteriores: 4,6(L) x 3,6(A) x 2,6(H)m y dispondrá de seis conductos preinstalados, embebidos en un prisma de hormigón de sección 0,5(A) x 0,6 (H) metros que se situará en el fondo de una zanja de 0,5 (A) x 1,7 (H) x 36,0 (L) metros. El aterraje del cable se realizará mediante tracción, con la ayuda de un cabrestante, a través de uno de esos seis conductos preinstalados hasta la BMH.

La BMH está previsto que se sitúe en la parte superior de la rampa de acceso a la playa Virgen del Mar, dentro de la zona de aparcamiento. El aparcamiento está situado a partir de la cota +6 m (sobre el cero topográfico) y, eventualmente durante los temporales invernales, el nivel del agua puede alcanzar la zona de aparcamiento y la BMH en periodos de marea alta.

Por otro lado, cabe indicar que no hay edificios cerca de la BMH, excepto un bar que se encuentra a 40 m de la BMH.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

El cable Rioja-1, fuera de servicio (instalado por Telefónica en 1991), amarra en el mismo lugar y utiliza su propia BMH, ya existente. A partir de la documentación elaborada durante el informe de inspección de la zona de aterraje (véase el Anexo 7), deberían existir 4 ductos desde la BMH hasta la playa (de unos 30 m de longitud), uno de los cuales está ocupado por el sistema Rioja. La BMH del sistema Rioja se muestra en la Figura 17.

Las dimensiones de la BMH de Rioja-1 son típicas (3 m de profundidad x 2,5 m de ancho). La rampa de acceso a la playa, donde se encuentra la BMH, es de hormigón con zonas parcheadas con asfalto y probablemente sea utilizada no sólo por los peatones, sino también por diversos vehículos (por ejemplo, maquinaria utilizada para la limpieza y otros servicios).



Figura 17. BMH del sistema Rioja. Fuente: NEC.

4.3.3.5 Instalación del sistema de puesta a tierra (OGB) o cama de ánodos

El aterraje de un cable de comunicación requiere la instalación de una cama de ánodos (*Ocean Ground Bed* o OGB, por sus siglas en inglés) con una resistencia inferior a 10 ohmios. La OGB está conformada por una serie de electrodos, normalmente situados cerca de la arqueta de conexión en la playa (BMH), y enterrados bajo el nivel del suelo. El conjunto de ánodos enterrados que forman el OGB, proporciona una vía de retorno para la alimentación eléctrica de todo el conjunto del cable submarino.

La OGB se instalará cerca de la ruta terrestre, detrás de la cafetería situada junto al aparcamiento Virgen del Mar. Los ánodos se colocarán en carcassas situadas en una zanja previamente excavada, con los cables enterrados en el suelo por seguridad.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana



Figura 18. Ejemplo de un conjunto de ánodos introducidos en las carcassas (izquierda), ánodos (derecha-arriba) y diagrama de instalación (derecha-abajo). Fuente: NEC.

Después de la instalación, ni el cable ni el OGB serán visibles. La zona en la que se realice la instalación será restaurada a su condición previa o a un condición equivalente a la que se encontraba antes de las operaciones.

Se prevé que el emplazamiento de la OGB esté detrás de la cafetería de Virgen del Mar. La posición prevista para el OGB (punto "OGB3" en la imagen inferior) es 43°28.600'N, 3°52.678'W, fuera del DPMT pero dentro de la zona de servidumbre de protección.



Figura 19. Ubicación de OGB detrás de la cafetería en Virgen del Mar.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

4.3.3.6 Instalación de tuberías articuladas

Desde el final de la arqueta BMH y hacia el mar, se utilizará una tubería articulada durante los primeros 500 metros para garantizar una protección adecuada contra los fenómenos naturales asociados a la dinámica marina, así como contra las interferencias humanas, malintencionadas o no.

Los cables se encajarán en tubos articulados (véase la Figura 20), que cuentan con un diámetro de aproximadamente 150 mm y que actuarán como armadura de protección adicional.

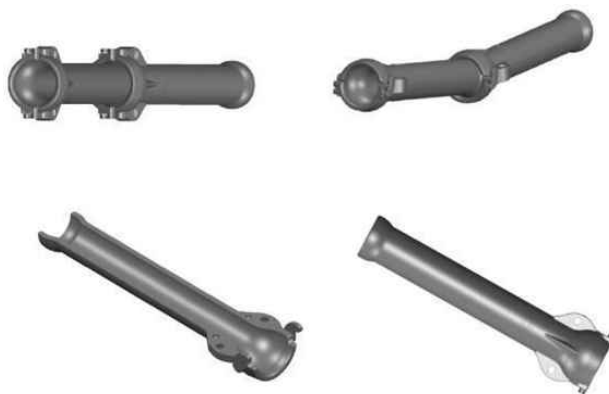


Figura 20. Tipo típico de tubo articulado. Fuente: NEC.

El tubo articulado (AP) se sujeta mediante el uso de tuercas, pernos y tornillos que se instalan con herramientas manuales o eléctricas. Los métodos de instalación de la tubería articulada dependen del lugar donde se vaya a colocar. Se identifican los siguientes pasos clave:

- 1) Instalación en la playa:
 - Colocación del AP a lo largo del cable tendido y montaje mediante llave manual o herramientas neumáticas.
 - Los pernos y tuercas se instalarán en los intervalos designados.
 - Enterrado del cable una vez completado el montaje del AP, mediante una excavadora.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana



Figura 21. Instalación de tuberías articuladas en la playa. Fuente: NEC.

2) Instalación bajo el agua:

- Transporte de la AP en buque.
- Descenso de las piezas de la AP al fondo del mar por medio de un cable mensajero.
- Montaje de los tubos articulados alrededor del cable e instalación mediante buzos.
- En zonas con roca subsuperficial, se puede utilizar la técnica de *diver jetting* para enterrar la AP.



Figura 22. Instalación de tuberías articuladas. Fuente: NEC.

4.3.3.7 Soterramiento en la playa

Una vez finalizada la instalación de la AP, el soterramiento en la playa se llevará a cabo utilizando el método de zanja abierta en forma de "V", utilizando para ello una retroexcavadora. El enterrado en la playa se realizará con la marea más baja, para maximizar la zona en la que se puede realizar el enterrado en la playa mediante retroexcavadora. La profundidad de soterramiento se verificará mediante mediciones manuales y pruebas fotográficas a intervalos designados.

Cabe resaltar que la profundidad del soterramiento en la playa que se consigue utilizando la retroexcavadora depende del fondo rocoso de la playa, y se espera que tenga una profundidad máxima en torno a los 2 m.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana



Figura 23. Enterrado en la playa con una excavadora. Fuente: NEC.

4.3.3.8 Restauración de la playa

El lugar será restaurado a su condición natural como si no hubiera habido operaciones, según lo acordado y requerido por la discusión con las autoridades locales. Se recuperará todo el equipo y se limpiará el lugar.

El BM intentará transmitir la aceptación por escrito de los trabajos de restauración al organismo o autoridades locales una vez finalizados los trabajos de restauración del emplazamiento.



Figura 24. Ejemplo de playa restaurada tras las obras de instalación y restauración. Fuente: NEC.

4.3.3.9 Instalación y soterramiento del cable en la costa

El soterramiento de los cables en la zona cercana a la costa se realizará, siempre que sea posible, mediante *jetting* manual realizado por buzos o mediante una máquina para tal supuesto, hasta la profundidad de soterramiento predeterminada. Teniendo en cuenta el escaso espesor de la arena en las zonas cercanas a la costa, la profundidad de soterramiento puede quedar reducida.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Todas las operaciones de apertura de zanjas bajo el agua serán supervisadas por buzos. La embarcación de apoyo en superficie se determinará en función de las circunstancias del lugar y de la disponibilidad de equipos, así como de las condiciones de movilización/desmovilización, siendo la opción preferida una pontona. La bomba de chorro (*jet pump*) se ubicaría en una barcaza autopropulsada especialmente diseñada para ello. No se espera que se necesiten anclas para las operaciones, excepto para la seguridad de la embarcación.



Figura 25. Buque de apoyo a las operaciones de enterrado en tierra (izquierda), máquina de enterrado (centro), plataforma de buceo (derecha). Fuente: NEC.

Si se requiere realizar operaciones de *jetting* de forma manual, se puede utilizar una tubería de succión o un *airlift*, que consiste en un dispositivo basado en una tubería para aspirar pequeños objetos, arena y lodo del fondo marino para hacer una zanja y enterrar el cable (ver figura 26).

Normalmente, el *airlift* se construye con un tubo de 3 a 10 metros de longitud y 10 cm de diámetro. Se inyecta aire comprimido en la tubería para crear el vacío y mover el agua a través de ella, aspirando los residuos del extremo inferior y depositándolos desde el extremo superior de la tubería.



Figura 26. Chorro de agua manual (*Airlift*). Fuente: NEC.



5 OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

5.1 OCUPACIÓN TEMPORAL DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

En las fases previas y durante el aterraje del cable, será necesaria una ocupación temporal de aproximadamente 9.400 m² de la zona marítimo-terrestre para las operaciones de instalación. La duración total de esta ocupación se estima en aproximadamente un mes.

La instalación del cable en alta mar también implica la ocupación de zonas marinas a lo largo del trazado del cable por parte de los buques cablero y de apoyo, por un periodo máximo de un mes.

5.2 OCUPACIÓN PERMANENTE DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

En la fase de explotación del cable de comunicaciones será necesaria la ocupación permanente del dominio público, donde se establecen ciertas restricciones para evitar que se realicen determinadas actividades que puedan ser perjudiciales o peligrosas para el buen funcionamiento del cable.

La BMH se encuentra fuera del DPMT, pero dentro de la zona de servidumbre de protección del DPMT. Hay que tener en cuenta que, aunque la BMH se sitúe bajo tierra y no comprometa el uso del espacio por parte de las personas o el acceso a la playa, su huella requerirá una servidumbre de acceso permanente.

La distancia total ocupada por el cable en aguas españolas es de 807,039 km; 26,281 km entre la línea de costa y el límite de las Aguas Territoriales (AT), 22,626 km entre el límite de las AT y la Zona Contigua y 758,131 km para el límite de la Zona Contigua a la ZEE. Con una servidumbre de 50 cm a cada lado del cable submarino (1 m en total), se considera que la superficie total concesionada es de 26,281 m². Esta servidumbre es suficiente para albergar también los conductos de conexión de la BMH en el DPMT.

La información detallada sobre las coordenadas y los tramos que componen el trazado del cable en aguas españolas se incluye en el Anexo 1.

6 DECLARACIÓN EXPRESA DE CUMPLIMIENTO DE LA LEY DE COSTAS

El presente proyecto cumple con las disposiciones de la Ley 22/1988 de Costas, de 28 de julio, modificada por la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral, y de las normas generales y específicas que se dicten para su desarrollo y aplicación (artículo 44.7 de la Ley 22/1988, de 28 de julio y artículo 97.1 del Reglamento General de Costas, aprobado mediante Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre), para la solicitud de concesión de ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT).

El DPMT está integrado por la zona marítimo-terrestre, las playas, las aguas interiores, el mar territorial y los recursos naturales de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) y la plataforma continental, según establece la Constitución de 1978. Cualquier uso de este dominio debe ser previamente solicitado y aprobado por el Estado español.

El trazado del cable de comunicaciones de fibra óptica Anjana termina en España, por lo que atraviesa ineludiblemente aguas territoriales españolas a lo largo de 26,3 km.

La distancia total del cable en la ZEE española (incluidas las aguas territoriales y la zona contigua) es de aproximadamente 810 km.

7 IMPACTO DEL PROYECTO EN LAS ZONAS PROTEGIDAS DE LA RED NATURA 2000

Ninguno de los elementos considerados en el proyecto del cable Anjana atraviesa zonas protegidas de la Red Natura 2000. Por lo tanto, el impacto del proyecto en la conservación de estas áreas se considera nulo.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Sin embargo, para evaluar los posibles impactos de los componentes del Proyecto en las comunidades biológicas marinas que están fuera de estas áreas protegidas, pero que pueden representar un alto valor ambiental, se ha realizado una evaluación específica de impactos en un Documento Ambiental. Este estudio se adjunta en el Anexo 5, mientras que en el apartado 7.3 se incluye un breve resumen de las principales observaciones derivadas del mismo.

Asimismo, en el Anexo 5 se incluye un análisis específico de la afección del proyecto a los espacios de la Red Natura 2000.

8 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

8.1 TIPOLOGÍA DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Dependiendo de las condiciones del fondo marino y de las potenciales amenazas percibidas, el sistema Anjana quedará integrado por cable de doble armadura (DA) y de armadura simple (SA) para las aguas poco profundas hasta 500 m y 2000 m de profundidad, respectivamente. Además se utilizará un cable ligero apantallado (LWS) a partir de los 2.000 m de profundidad, mientras que para las aguas más profundas, con condiciones benignas, se utilizará un cable básico de peso ligero (LW).

La estructura del cable se basa en tres segmentos de acero divididos que forman un conducto central para contener las fibras ópticas, sellados frente a la entrada de agua mediante un gel aislante. Una serie de elementos de resistencia (finos alambres de acero) rodea este núcleo que, a su vez, está recubierto por un conductor de cinta de cobre soldado mediante costura. Para el aislamiento y protección, el cable se recubre con polietileno de densidad media en el caso del cable LW, que tiene un diámetro exterior nominal de aproximadamente 20 milímetros.

El cable LWS utiliza el cable LW como núcleo, incluyendo una protección exterior de acero para protegerlo de las mordeduras de los peces y de la abrasión. Adicionalmente, este cable se envuelve en polietileno de alta densidad.

Los cables blindados (SA y DA) tienen alambres de acero galvanizado (recubiertos de un compuesto bituminoso para evitar la corrosión) enrollados helicoidalmente alrededor de la estructura del cable LW, para combatir la abrasión y los posibles daños por aplastamiento causados por fuentes externas como el anclaje y las artes de pesca, recubiertos a su vez por fibras de polipropileno, selladas con un compuesto bituminoso, que se enroscan alrededor del cable terminado.

El diámetro exterior del cable DA más grueso es de 47 milímetros.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana



Figura 27. Tipos de cables que se emplearán en el proyecto. Fuente: NEC.



Figura 28. Ejemplo de cable submarino multicapa de Edge Spain S.L. (Armadura Doble). Fuente: : Edge Spain S.L.

8.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA

El proyecto Anjana utilizará cable de fibra óptica del tipo SC-380, diseñado y fabricado por la empresa filial de NEC, OCC. Los cables de la clase OCC SC han sido utilizados en múltiples proyectos en todo el mundo desde la década de 2000. La base de todos los tipos de cable de la clase OCC SC-380 es el cable ligero (LW).



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Este cable LW se utiliza normalmente en aguas profundas y su estructura constituye el núcleo de todas las demás variantes; a este núcleo LW se le pueden añadir capas adicionales de distintos materiales para proporcionar más protección contra los peligros naturales y antrópicos. Estos peligros consisten sobre todo en agresiones externas debidas a la pesca de arrastre y a las anclas de las embarcaciones, pero en ciertas regiones pueden incluir también las corrientes marinas y la actividad sísmica.

El grado de blindaje aplicado a un cable depende de la profundidad del agua en la que está instalado y del riesgo evaluado debido a estos factores externos. En los siguientes apartados se detallan los parámetros técnicos de cada tipo de cable propuesto.

8.2.1 Cable ligero (LW)

La estructura de la sección transversal del cable ligero (LW) OCC SC-380 se muestra en la Figura 29. Sus parámetros físicos clave se enumeran en la Tabla 3.

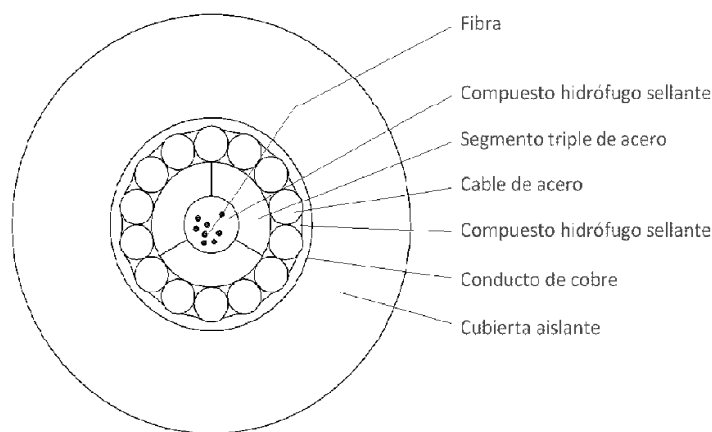


Figura 29. Sección transversal del cable ligero (LW) OCC SC-380. Fuente: NEC.

Parámetro	Valor
Resistencia permanente nominal a la tracción (NPTS)	23 kN
Resistencia operativa nominal a la tracción (NOTS)	63 kN
Resistencia nominal a la tracción transitoria (NTTS)	80 kN
Carga de rotura del cable (CBL)	≥ 98 kN
Diámetro externo	20,4 mm
Profundidad máxima en agua	8000 m
Peso en aire	7,8 kN/km
Peso en agua	4,6 kN/km
Resistencia DC a 3 grados C	0,85 ohm/km

Tabla 3. Parámetros técnicos del cable ligero (LW) OCC SC-380.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

8.2.2 Cable apantallado ligero (LWS)

La estructura de la sección transversal del cable apantallado ligero (LWS) OCC SC-380 se muestra en la Figura 30. Sus parámetros físicos clave se enumeran en la Tabla 4.

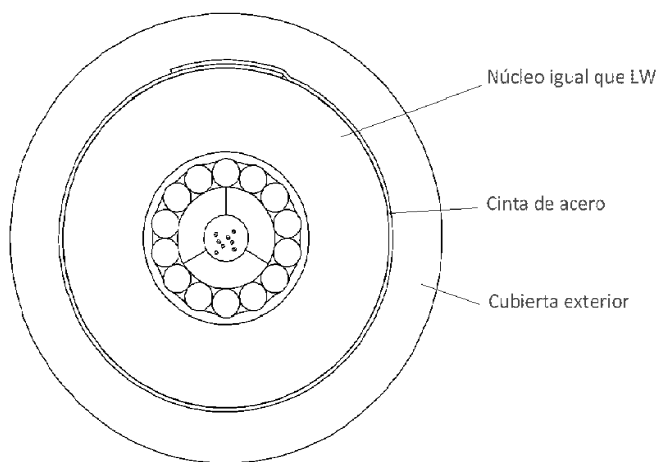


Figura 30. Sección transversal del cable apantallado ligero (LWS) OCC SC-380. Fuente: NEC.

Parámetro	Valor
Resistencia permanente nominal a la tracción (NPTS)	23 kN
Resistencia operativa nominal a la tracción (NOTS)	63 kN
Resistencia nominal a la tracción transitoria (NTTS)	80 kN
Carga de rotura del cable (CBL)	≥ 98 kN
Diámetro externo	27,0 mm
Profundidad máxima en agua	6000 m
Peso en aire	10,8 kN/km
Peso en agua	5,2 kN/km
Resistencia DC a 3 grados C	0,85 ohm/km

Tabla 4. Parámetros técnicos del cable blindado de peso ligero (LWS) OCC SC-380

8.2.3 Cable de armadura simple (SA)

La estructura de la sección transversal del cable de armadura simple (SA) OCC SC-380 se muestra en la figura 31. Sus parámetros físicos clave se enumeran en la Tabla 5.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

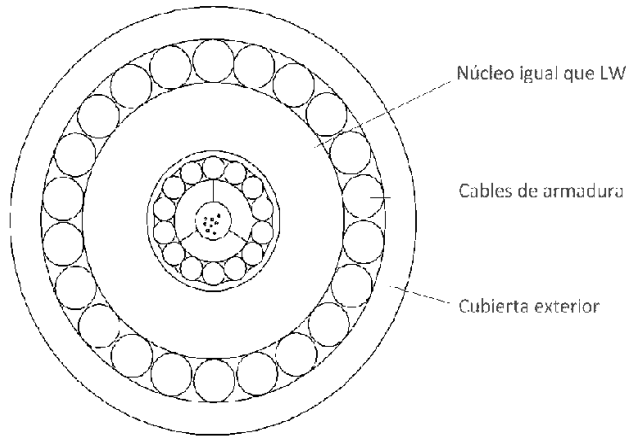


Figura 31. Sección transversal del cable de armadura simple (SA) OCC SC-380. Fuente: NEC.

Parámetro	Valor
Resistencia permanente nominal a la tracción (NPTS)	90 kN
Resistencia operativa nominal a la tracción (NOTS)	160 kN
Resistencia nominal a la tracción transitoria (NTTS)	205 kN
Carga de rotura del cable (CBL)	≥ 310 kN
Diámetro externo	32.0 mm
Profundidad máxima en agua	2000 m
Peso en aire	23.4 kN/km
Peso en agua	16.7 kN/km
Resistencia DC a 3 grados C	0.85 ohm/km

Tabla 5. Parámetros técnicos del cable de armadura simple (SA) OCC SC-380.

8.2.4 Cable de armadura doble (DA)

La estructura de la sección transversal del cable de armadura doble (DA) OCC SC-380 se muestra en la Figura 32. Sus parámetros físicos clave se enumeran en la Tabla 6.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

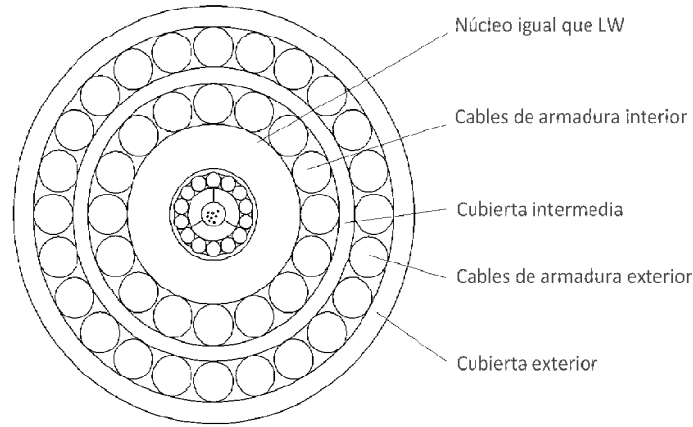


Figura 32. Sección transversal del cable de armadura doble (DA) OCC SC-380.Fuente: NEC.

Parámetro	Valor
Resistencia permanente nominal a la tracción (NPTS)	245 kN
Resistencia operativa nominal a la tracción (NOTS)	360 kN
Resistencia nominal a la tracción transitoria (NTTS)	480 kN
Carga de rotura del cable (CBL)	≥800 kN
Diámetro externo	47.0 mm
Profundidad máxima en agua	500 m
Peso en aire	64.3 kN/km
Peso en agua	49.9 kN/km
Resistencia DC a 3 grados C	0.85 ohm/km

Tabla 6. Parámetros técnicos del cable de armadura doble (DA) OCC SC-380.

8.3 EVALUACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL DISEÑO DE PROYECTO

Los sistemas de telecomunicación submarina modernos utilizan cables de fibra óptica para conducir pulsos de luz para transportar la información. Un cable de fibra óptica envía la información emitiendo pulsos de luz a través de finas fibras transparentes compuestas por vidrio.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Los cables de fibra óptica se consideran en general no contaminantes, ya que tienen una firma electromagnética muy baja y una huella térmica insignificante. Una vez desplegados, constituyen un nuevo sustrato duro para las comunidades bentónicas (como se muestra en la Figura 33).

Es probable que se produzcan alteraciones físicas, pérdida de hábitat y aumento de las concentraciones de sedimentos en suspensión como consecuencia del PLGR (arado, tendido y enterrado simultáneo del cable), y del PLIB (enterrado a posteriori del tendido) necesarios para permitir la instalación del cable Anjana. Sólo una zona muy pequeña se verá afectada por la huella directa de las actividades de instalación del cable. Se espera que los efectos sean muy localizados y en gran medida temporales. Por consiguiente, no habrá un impacto adverso significativo en la ecología bentónica.

Aunque se reconoce que algunas actividades pesqueras pueden verse afectadas por las actividades del proyecto Anjana, la mayoría lo serán de forma temporal y la afección estará localizada en las inmediaciones del ámbito en que se realicen las actividades de instalación, funcionamiento o desmantelamiento del cable. Por lo tanto, no se prevén impactos adversos significativos en la pesca comercial como resultado de la instalación, operación o desmantelamiento de este cable.

Durante la fase operativa, los impactos en forma de campos electromagnéticos y radiación térmica pueden considerarse residuales y mínimos. De nuevo, el impacto potencial será local y se limitará a la huella del cable.

Las medidas disponibles para minimizar o evitar la mayor parte de los impactos ambientales previstos incluyen: un trazado cuidadoso para evitar cualquier especie importante identificada a través del Estudio Bentónico del Proyecto o de fuentes documentales y para minimizar el cruce de hábitats bentónicos importantes, como las comunidades bentónicas rocosas identificadas en la zona; la programación de las actividades de instalación y la aplicación de medidas de mitigación, como el Aviso a Navegantes, el cumplimiento del Convenio MARPOL, la comunicación con las asociaciones de pescadores, la elección adecuada de los tipos de cable y el enterrado del cable donde sea geológicamente posible.



Figura 33. Cable submarino, expuesto durante aproximadamente 50 años, cubierto de organismos sésiles incrustantes. Fuente: OSPAR, 2009.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

En general, los efectos potenciales de las actividades del proyecto se consideran bajos y controlados adecuadamente mediante el diseño del proyecto, las mejores prácticas y los controles legales. En el Anexo 5 (Documento Ambiental) se incluyen más detalles sobre los efectos ambientales del proyecto y las medidas previstas para minimizarlos.

8.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS REPETIDORES Y ECUALIZADORES

8.4.1 RESUMEN

La distancia a la que puede transmitirse la señal óptica a través de la fibra sin ningún procesamiento intermedio de la señal submarina no es ilimitada. Por ello, los cables de fibra óptica estarán equipados con repetidores (amplificadores de la señal óptica).

El objetivo principal de los mismos es amplificar la señal óptica que viaja a lo largo del cable desde la estación de origen hasta la estación de destino. Por regla general, los repetidores se sitúan a intervalos de aproximadamente 75 km a lo largo del cable de fibra óptica. Un conductor de cobre dentro del cable proporciona energía a los repetidores. La toma de tierra proporciona una vía de retorno eléctrico.

En la Figura 34 se muestra un ejemplo de repetidores.



Figura 34. Ejemplo de una pila de repetidores. Fuente: NEC.

Estos repetidores se insertan en el sistema de cable submarino y tienen una longitud de 4.735 mm y un diámetro de 256 mm. Dentro de las aguas españolas habrá un total de 15 repetidores, uno dentro de la zona de AT y catorce en la ZEE.

Para compensar la degradación prevista de la señal y las influencias de la ganancia variable en los sistemas de cable submarino, se instalan unidades de corrección de la señal óptica denominadas "ecualizadores". Los ecualizadores son dispositivos electrónicos pasivos que ajustan las pérdidas del cable y las ganancias de los repetidores para mantener una calidad de señal óptima.

Los ecualizadores se alojan en contenedores sellados de acero inoxidable (cajas de empalme) y se conectan al sistema de cable submarino donde se requiere la corrección. Se instalará una unidad ecualizadora en la ZEE española, en aguas profundas dentro de la plataforma continental.

Al igual que el repetidor, un ecualizador puede desplegarse a profundidades de agua de hasta 8.000 metros. En la Figura 35 se muestra una caja de empalme que aloja un ecualizador.





Figura 35. Ejemplo de caja de empalme que aloja un equalizador. Fuente: NEC.

8.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO ELÉCTRICO

El cable está alimentado en ambos extremos por equipos de alimentación (PFE) que proporcionan una corriente continua constante al cable. En funcionamiento normal, un extremo del cable tiene una polaridad positiva y el otro una polaridad negativa. Durante las operaciones de mantenimiento, un extremo del conductor del cable puede conectarse temporalmente a tierra, y el otro extremo se mantiene al doble de la tensión normal para lograr la corriente de diseño en el cable. Por lo tanto, el cable y cada repetidor son capaces de soportar esta alta tensión en corriente continua (DC). El aislamiento eléctrico se realiza mediante una capa de polietileno para garantizar que la carcasa metálica del repetidor esté totalmente aislada de la tensión de alimentación. Las carcasas de los repetidores están fabricadas con una aleación inerte de berilio y cobre para protegerlas de la corrosión y soportar la presión del agua (hasta una profundidad máxima de 8.000 m).

Cada repetidor contiene circuitos eléctricos para alimentar los amplificadores ópticos que contiene. Esto da lugar a una caída de tensión en cada repetidor del cable. Los repetidores también contienen circuitos de protección contra sobretensiones para evitar daños eléctricos en caso de que se induzcan corrientes adicionales en el exterior por otra fuente de energía electromagnética.

Los principales parámetros eléctricos del sistema de cable Anjana se resumen en la Tabla 7.

Parámetro	Valor
Tensión máxima del conductor del cable respecto a tierra	16 000 V
Consumo de energía de cada repetidor	100W
Corriente de alimentación del cable y de los repetidores	1,1A DC

Tabla 7. Parámetros eléctricos del sistema de cable Anjana. Fuente: NEC.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

9 BUQUES Y EQUIPOS

9.1 BUQUES

Durante la ejecución del proyecto, todos o algunos de los buques del Tabla 8 estarán disponibles.

Buque	Uso	Agua	Número
CS (buque cablero)	<ul style="list-style-type: none"> - Apertura de zanja, tendido y enterrado simultáneos del cable (PLGR). - Tendido del cable - Enterrado de cable (Plough/ROV). - Operaciones posteriores al enterrado. 	Aguas a partir de 15-20 m	1
Embarcación de vigilancia	Embarcación de pesca o similar, para vigilar durante las operaciones del CS y del buque de apoyo en alta mar	Aguas abiertas	Según necesidades
Embarcación de apoyo costera	Embarcación especializada en el enterrado, para apoyar las operaciones en la zona costera	Profundidad <15-20m	Según necesidades

Table 8. Buques Anjana. Fuente: NEC.

9.1.1 BUQUE CABLERO (BUQUE PRINCIPAL)

El buque principal para este proyecto es el CS René Descartes, construido en el año 2002 para Orange Marine. Es un buque versátil y de alta tecnología, diseñado para el tendido y la reparación de sistemas de fibra óptica submarinos, y está equipado con vehículos submarinos dedicados al tendido, la reparación y el reconocimiento de fondos. Tiene una velocidad a plena carga de 17 nudos.

Las características técnicas del buque cablero se muestran en la Tabla 9, así como un plano del buque en la Figura 36.

Características Técnicas		Buque cablero
Dimensiones	Longitud total	144,50 m
	Anchura	22 m
	Calado de diseño	7,40 m
Parámetros de funcionamiento	Tonelaje bruto	11.700 t aprox.
	Peso muerto	8.200 t aprox.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Características Técnicas		Buque cablero
	Propulsión	4 generadores diésel x 4.000 kW 2 ejes principales x 4.000 kW 4 jets x 1.500 kW 1 propulsor azimutal delantero x 1.500 kW
Equipamiento Principal	Alojamiento	75 camarotes
Otros	Velocidad a plena carga	17 nudos
	Resistencia	13.500NM a 16 nudos
	Tracción	125 t

Tabla 9. Especificaciones de CS Rene Descartes. Fuente: Orange Marine.

El CS tiene una capacidad de Posicionamiento Dinámico DP2 Alstom dúplex ADP22 (en adelante DP) integrada con un moderno sistema de navegación. Estas instalaciones permiten tanto un posicionamiento preciso en la ruta planificada como la administración precisa de la holgura aplicada al cable. Las características funcionales de la popa del buque permiten que todas las actividades de instalación se lleven a cabo en la cubierta de popa, incluido el tendido de cables y la manipulación de boyas. El buque permanecerá en modo DP durante todas las operaciones de tendido (a excepción de los tránsitos).

Un sistema DP integrado conecta la información posicional precisa con los sistemas de propulsión y de empuje del buque. El sistema puede seguir automáticamente un rumbo preestablecido a la velocidad requerida (modo Track Follow) o, alternativamente, un operador puede seguir manualmente una referencia de rumbo visual mostrada en un monitor.

Además, el buque está equipado con el ROV Alpha 1, el arado para tendido y enterrado de cable (plough) Elodie, una ecosonda y un HPR Sonardyne.

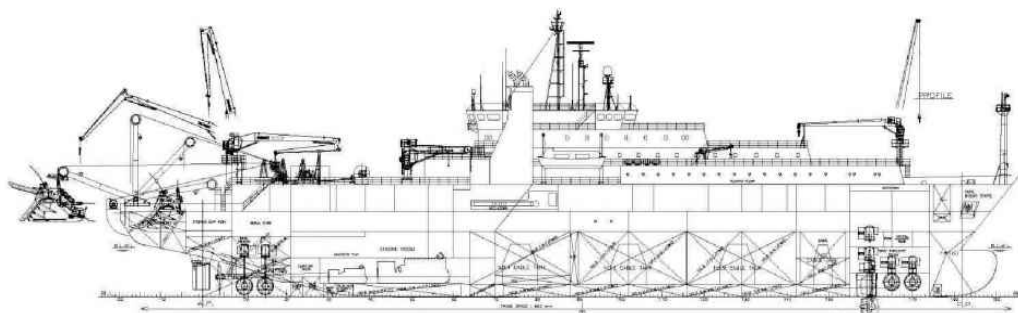


Figura 36. Plano del CS René Descartes. Fuente: Orange Marine.

Otras características relevantes :



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

- Este CS de gran porte puede permanecer en el mar durante dos meses en operaciones de tendido. Dotado de tres tanques de 1.000 m³ cada uno más un tanque de reserva de 200 m³, el CS René Descartes puede cargar 5.800 toneladas de cable y 210 repetidores. Es capaz de tender hasta 6.000 km de cable sin interrupción, el equivalente a un sistema submarino transatlántico.
- En el ámbito del mantenimiento, el CS Descartes ofrece la mayor velocidad de respuesta a las necesidades de reparación: puede cargar el cable con tres motores de cable y navegar a 16 nudos. El CS Descartes es una de las unidades más grandes de la flota mundial. También es una de las más potentes: su motor le permite una capacidad de remolque de 125 toneladas para operar con arados submarinos y puede remolcar hasta 65 toneladas sin ayuda de remolcadores, incluso contra fuertes corrientes (2 nudos) y vientos cruzados (25 nudos).
- El CS Descartes fue diseñado según las especificaciones técnicas definidas por Orange Marine, equipado con las tecnologías más avanzadas. Con 7 propulsores -hélices- y dos timones, el CS Descartes tiene una buena maniobrabilidad y una excelente capacidad de mantenimiento de la posición. El sistema DP interconectado con varios sistemas de posicionamiento - GPS diferencial, cable tenso - está asegurando altos niveles de capacidad de mantenimiento del mar, incluso en estados de mar de fuerza 6. Los tres motores de cable eléctricos permiten realizar operaciones de cableado precisas durante el tendido o la reparación.
- Las aguas residuales sanitarias generadas a bordo se tratan a bordo mediante un sistema de tratamiento de aguas residuales. El buque también está equipado con un separador de hidrocarburos. El aceite usado/residual se recoge para su posterior reciclaje.
- El CS dispone de motores que cumplen con las normas de emisión de la regulación 13(3)(a) conforme al Código Técnico de NOx. El buque también llevará un Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación Atmosférica MARPOL.

9.1.2 EMBARCACIÓN DE APOYO COSTERA

La embarcación costera, estación de bombeo o plataforma de buzos será una embarcación de apoyo para todas las operaciones de buceo. La tipología de embarcación se determinará en función de las circunstancias del lugar y de la disponibilidad de equipos, así como de las condiciones de movilización/desmovilización.

9.2 EQUIPAMIENTO

Durante las operaciones de tendido principales, se utilizarán dos equipos principales: el arado “Elodie” y el Vehículo de Control Remoto (ROV) ALPHA 1.

9.2.1 ARADO “ELODIE”

El arado Elodie es un arado fuerte y pesado de 3 metros dedicado al enterramiento de cables. Completamente diseñado y fabricado por SIMEC Technologies, productores de algunos de los equipos de enterrado submarino de mayor calidad del mundo. El arado Elodie ya ha enterrado más de 6.000 km de cable. Es capaz de operar a partir de 15 o 20 m de profundidad, con una capacidad de enterramiento de hasta 2 m de profundidad. En este proyecto, el soterramiento frente a España comenzará a 64 m de profundidad debido a las condiciones rocosas de la costa y, cuando las condiciones geológicas lo permitan, continuará hasta los 1.000 m.

Elodie está diseñado para operar en terrenos irregulares, ya que es compacto, resistente, muy estable y está concebido para soportar los golpes de los trabajos submarinos. Desde las calizas más duras hasta las arcillas más blandas, adapta constantemente la profundidad de enterrado para una protección óptima de los cables. Sus especificaciones se resumen en la Tabla 10 y se representan en la Figura 37.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

El cable de arrastre largado por el cabrestante de tracción tendrá una longitud de 4.000 m y una resistencia a la rotura de 1.800 kN.

Características Arado Elodie		
Capacidades	Operaciones	Tendido y enterrado simultáneo en cualquier tipo de fondo marino, desde arcilla dura y arena limosa hasta arcilla blanda.
	Potencia	20kw de potencia hidráulica
	Rango operativo	Hasta 2.000 m
	Diámetro Cable	Hasta 150 mm
	Profundidad Enterrado	Hasta 3 m (dependiendo de las condiciones del fondo marino)
	Velocidad Tendido	0,6 nudos
	Velocidad Enterrado	0,5 nudos
	Fuerza de Tracción	Hasta 60 toneladas
	Longitud, Anchura y Altura	10,5 m, 5 m, 5,2 m
	Anchura de la banda	190 mm
	Tensión de remolque (toneladas)	40 Nominal / 60 Max.
	Servicios	1 x Marco A x 40 t SWLSS 5
1 x 65 MT tiro (fuerza máxima del cabrestante de remolque)		
1 x 4.000 m de cable de remolque		
10 t/m ² de cubierta		

Tabla 10. Especificaciones de Arado Elodie. Fuente : SIMEC Technologies/Orange Marine.





Figura 37. Arado Elodie. Fuente: Orange Marine.

9.2.2 VEHÍCULO DE OPERACIÓN REMOTA (ROV) ALPHA 1

El ROV Alpha 1 es un potente ROV de trabajo especializado dedicado a los trabajos con cables. Este ROV está especializado en el enterrado mediante *jetting*, posterior al tendido de cables (*Post Lay Burial*, PLB). El método de enterrado mediante *jetting* entierra el cable con una manguera hidroneumática para desplazar el sedimento marino. Utiliza un sistema de comunicación para su control y sus cámaras de vídeo de alta definición permiten a un CS encontrar cables hasta 2.000 m de profundidad. Se utilizará para enterrar el cable en zonas donde el arado no puede. Sus especificaciones se resumen en la Tabla 11 y se representa en la Figura 38.

Características ROV Alpha 1		
Características Principales	Operaciones	Enterrado, inspección, medición, agarre y corte
	Potencia	459 kW @ 60 Hz
	Profundidad operativa	Entre 5 m y 2,000 m
	Longitud, Anchura y Altura	5,3 m; 4 m, Max: 3 m / de flotación: 2,6 m
	Distancia al suelo	450 mm
	Velocidad de zanjeo	750m/h
	Velocidad nado libre	Adelante 2,5 nudos, Lateral 1,8 nudos, Vertical 1,5 nudos
	Velocidad en la pista	Hasta 2400 m/h



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Características ROV Alpha 1		
Enterrado	Profundidad Zanja	2,4 m
	Max. diámetro de producto	200 mm

Tabla 11. Especificaciones ROV Alpha 1. Fuente: SIMEC Technologies/Orange Marine.



Figura 38. ROV Alpha 1. Fuente: SIMEC Technologies/Orange Marine.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

10 PRESUPUESTO

El presupuesto presentado en el Tabla 12 se limita a la parte del proyecto desarrollada en la zona marítimo-terrestre, playa y mar territorial.

RESUMEN PRESUPUESTARIO		
ITEM	ACTIVIDAD	PRESUPUESTO
1	Ingeniería, estudios de campo y obtención de permisos, incluidos los estudios y las campañas de prospección	1.283.000 €
2	Materiales	84.000 €
3	Instalación: tendido, enterrado, inspección y enterrado posterior al tendido	322.000 €
4	Instalación: trabajos en playa y aguas poco profundas	511.000 €
5	Ejecución del tramo de conductos para la conexión del cable con la BMH*	100.000 €
6	Desmantelamiento, incluyendo ingeniería, trabajos de buceo y recuperación de cables	666.000 €
COSTE TOTAL ESTIMADO DEL CONTRATO (excluyendo el desmantelamiento)		2.300.000 €
<small>* A efectos de la concesión, se incluye también el presupuesto para la ejecución del tramo de conductos para la conexión del cable con la BMH, ya que se sitúan también en DPMT, aunque formen parte de un proyecto independiente a ejecutar antes del aterraje del cable (ver Anexo 8).</small>		

Tabla 12. Presupuesto de Anjana en la zona marítimo-terrestre. Fuente: NEC.

1. La **INVERSIÓN** en el sistema de cable submarino ANJANA dentro de los límites del mar territorial español (DPMT) asciende a 2.300.000 €, tal y como se detalla en la Tabla 12.
2. Los **GASTOS** estimados para el mantenimiento anual del cable submarino dentro del mar territorial español durante su periodo de explotación son los siguientes:
 - a. Contrato de mantenimiento de plantas sumergidas: 20.000 €.
 - b. Campañas de información a las Cofradías de Pescadores: 33.000 €.
 - c. Gastos de almacenamiento de piezas de recambio: 1.500 €.

Los gastos anuales totales de las infraestructuras localizadas en del DPMT ascienden a 54.500 €.

3. Debido a la propia naturaleza de la actividad, y a su temprana fase de desarrollo, la predicción de los **INGRESOS** es difícil de determinar. Este tipo de actividad está directamente relacionada con la evolución de los precios del mercado, la utilización de los circuitos, los futuros planes de propiedad y explotación y la cantidad de circuitos que puedan venderse, en su caso. Parte del cable de fibra óptica puede ser utilizado por redes privadas y no ser vendido o compartido con terceros. Además, la capacidad de transmisión de un cable submarino de fibra óptica viene dada por los equipos y tecnologías utilizados en la cabecera instalada en las estaciones terminales y no por el propio cable.

© SENER Ingeniería y Sistemas, S.A. - Barcelona, 2023

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-4644-cb55-cb66-43be-9151-ede0-1de7-9e21

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



GEISER-4644-cb55-cb66-43be-9151-ede0-1de7-9e21



Doc. P0210M54-SRMA-ME_0001
Rev. K
Ref. P0210M54
2023-06-07 Página 53 de 55

Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Estas configuraciones no se determinarán definitivamente hasta la finalización del proyecto, o incluso posteriormente.

Código seguro de Verificación : GEISER-4644-cb55-cb66-43be-9151-ed0-1de7-9e21 | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

© SENER Ingeniería y Sistemas, S.A. - Barcelona, 2023

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-4644-cb55-cb66-43be-9151-ed0-1de7-9e21

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



GEISER-4644-cb55-cb66-43be-9151-ed0-1de7-9e21

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este informe ha sido realizado por SENER a petición de Edge Spain S.L. para facilitar a la Demarcación de Costas de la Comunidad Autónoma de Cantabria la descripción necesaria del proyecto que debe acompañar a la solicitud de concesión de ocupación del dominio público marítimo-terrestre.

Es importante destacar que los trabajos de instalación del cable en la zona de jurisdicción española se realizarán en un plazo muy breve (máximo 18 días para los trabajos en la playa y la zona próxima a la playa, y hasta 1 mes para los trabajos en alta mar dentro de la ZEE española).

Cabe destacar que el cable de fibra óptica se conectará a la zona terrestre a través de una nueva arqueta de playa (BMH) situada en la zona de aparcamiento junto a la playa de Virgen del Mar. La BMH se ubicará fuera del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT) y dentro de la zona de servidumbre de protección. Uno de los 6 conductos enterrados preinstalados y conectados al BMH por debajo y a lo largo de la rampa de acceso a la playa recibirá el cable Anjana.

Cabe indicar que la BMH próxima a la playa de Virgen del Mar y la instalación de cable terrestre entre esta cámara de conexión y las instalaciones de fibra óptica situadas en Santander forma parte de otro proyecto, denominado "Proyecto para Canalizaciones de Red de Telecomunicaciones, Conexión Playa Virgen del Mar con c/Corceño, 37 en Santander" (adjunto en Anexo 8), y queda fuera del alcance de este documento.

Se prevé que el cable de fibra óptica utilizado sea del tipo doble armadura (DA) y simple armadura (SA) para aguas poco profundas. Los cables contienen un paquete de fibras ópticas dentro de un núcleo sellado contra la entrada de agua, encerrado en una serie de capas de alambre de acero, un tubo de cobre y cubiertas de polietileno y polipropileno recubiertas de compuesto bituminoso con baja solubilidad en el agua, es inerte y no es tóxico para el medio acuático.

En cuanto a los posibles efectos de la instalación del cable en el medio marino, la anchura real y la ocupación física del cable es de unos pocos centímetros (aproximadamente 4 cm), siendo la servidumbre necesaria para los distintos usos de sólo 1 m en total (0,5 m a cada lado).

Además, según el estudio de dinámica litoral, el impacto del cable en la dinámica costera y la morfodinámica de la playa puede considerarse insignificante, ya que el cable quedará enterrado bajo la arena de la playa hasta el límite inferior de la playa (que se sitúa aproximadamente a la isóbata de 4 m de profundidad) y apoyado en el fondo rocoso en el resto de la zona afectada por el oleaje. Incluso si se desenterrara ocasionalmente en la zona más próxima a la playa emergida, su reducida sección (13 cm de diámetro incluyendo las protecciones) no interrumpiría en ningún caso el transporte costero ni modificaría la morfodinámica local de ninguna manera.

Además, el cable se instalará en los primeros cientos de metros a partir de la boca de acceso a la playa con una protección mediante segmentos de tubería articulada. El riesgo de eventual desenterramiento se minimiza instalando el cable durante los meses de finales de verano a una profundidad de 2 m en la playa seca y al menos 1 m en la playa sumergida, en la medida de lo posible.

Para asentar el cable en la zona más segura posible y evitar el cruce de zonas que pudieran ser vulnerables, previamente al tendido se ha realizado una prospección detallada del trazado con diversos equipos geofísicos y geotécnicos. Este estudio ha proporcionado la batimetría del fondo marino, así como la granulometría y las características sedimentarias del mismo. Este estudio, combinado con el análisis detallado de la dinámica litoral que se ha realizado en la zona de la playa de Virgen del Mar, permite conocer en profundidad el fondo marino que será atravesado por el cable, especialmente en las zonas intermareales más expuestas a la energía del oleaje en la aproximación del cable a la playa.

En resumen, como conclusión de este Proyecto Básico, se considera que la solución adoptada está justificada para los fines requeridos y cumple con la legislación vigente, estando pendiente de aprobación por la autoridad competente.



Proyecto Básico para la instalación del cable submarino de fibra óptica Anjana

Barcelona, junio de 2023

El Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos responsable del proyecto

Firmado:

**Javier
Prieto
Ortega**

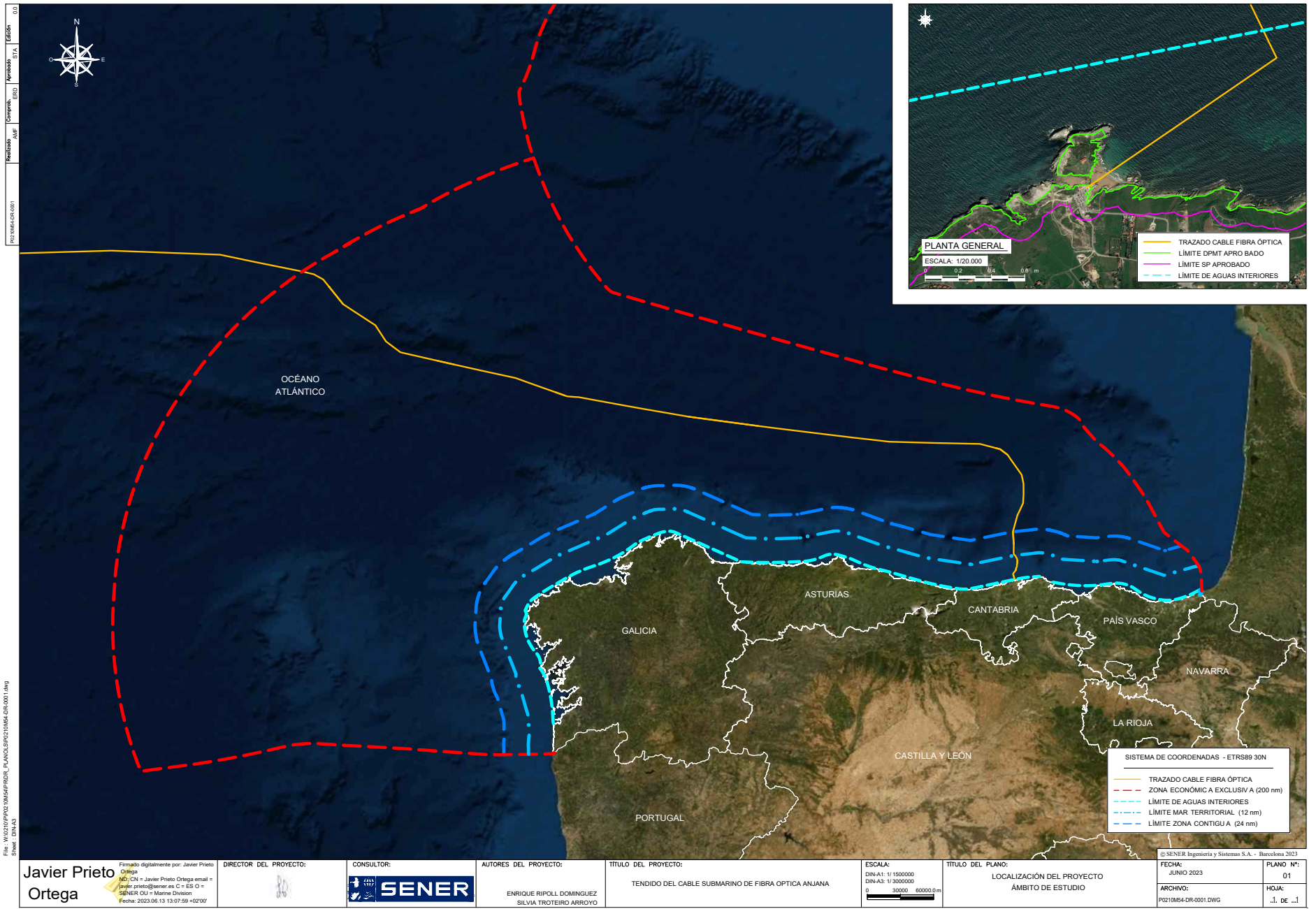
Firmado digitalmente por:
Javier Prieto Ortega
DN: CN = Javier Prieto
Ortega email = javier.
prieto@sener.es C = ES O =
SENER OU = Marine Division
Fecha: 2023.06.09 11:45:49 +
02'00'

Javier Prieto Ortega

Colegiado número: 20.604

----- FIN DEL DOCUMENTO -----





ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

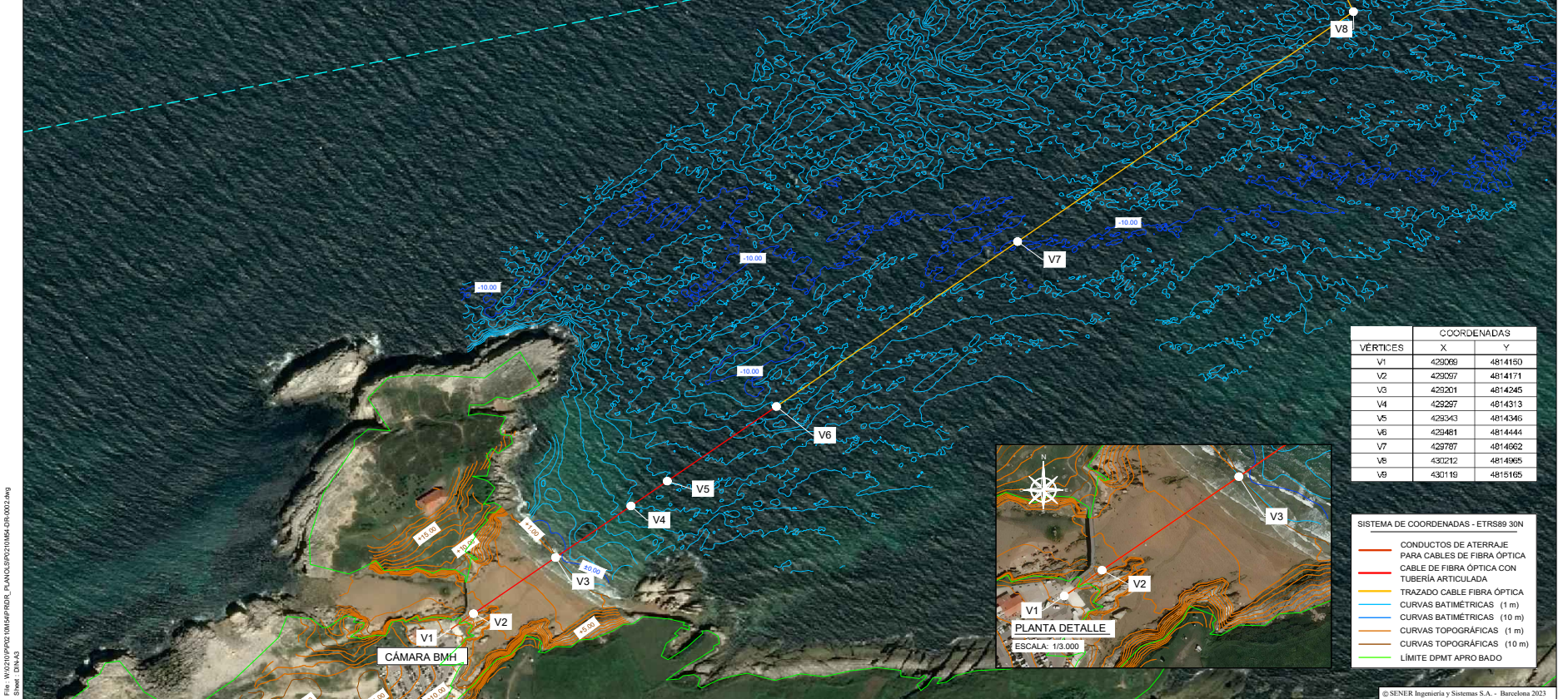
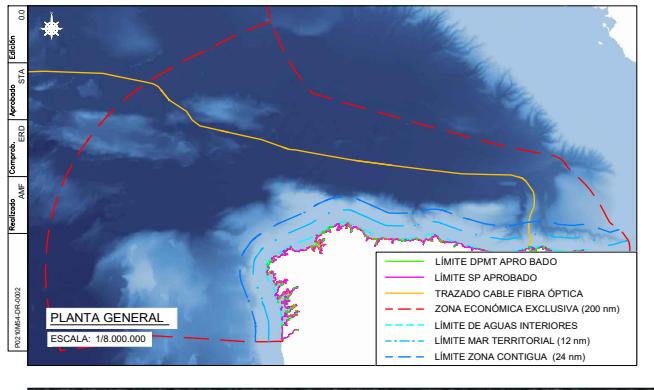
<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



VÉRTICES	COORDENADAS	
	X	Y
V1	429099	4814150
V2	429267	4814171
V3	429201	4814245
V4	429287	4814313
V5	429343	4814346
V6	429481	4814444
V7	429787	4814562
V8	430212	4814935
V9	430119	4815165

- SISTEMA DE COORDENADAS - ETRS89 30N
- CONDUCTOS DE ATERRAJE PARA CABLES DE FIBRA ÓPTICA
 - CABLE DE FIBRA ÓPTICA CON TUBERÍA ARTICULADA
 - TRAZADO CABLE FIBRA ÓPTICA
 - CURVAS BATIMÉTRICAS (1 m)
 - CURVAS BATIMÉTRICAS (10 m)
 - CURVAS TOPOGRÁFICAS (1 m)
 - CURVAS TOPOGRÁFICAS (10 m)
 - LIMITE DPMT APROBADO

File: W:\2019\PROY\04\54\FRFR_PLANO\SPZ\04\DR_002.dwg
Sheet: DWG-A3

DIRECTOR DEL PROYECTO:	CONSULTOR: 	AUTORES DEL PROYECTO: ENRIQUE RIPOLL DOMÍNGUEZ SILVIA TROTEIRO ARROYO	TÍTULO DEL PROYECTO: TENDIDO DEL CABLE SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA ANJANA	ESCALA: DINA-A1: 1/2500 DINA-A3: 1/5000 0 50 100.0m	TÍTULO DEL PLANO: BATIMETRÍA ZONA DE ATERRAJE	© SENER Ingeniería y Sistemas S.A. - Barcelona 2023
						FECHA: JUNIO 2023
						PLANO N°: 02
						ARCHIVO: P0210M54-DR-002.DWG
						HUJA: .. DE ..

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

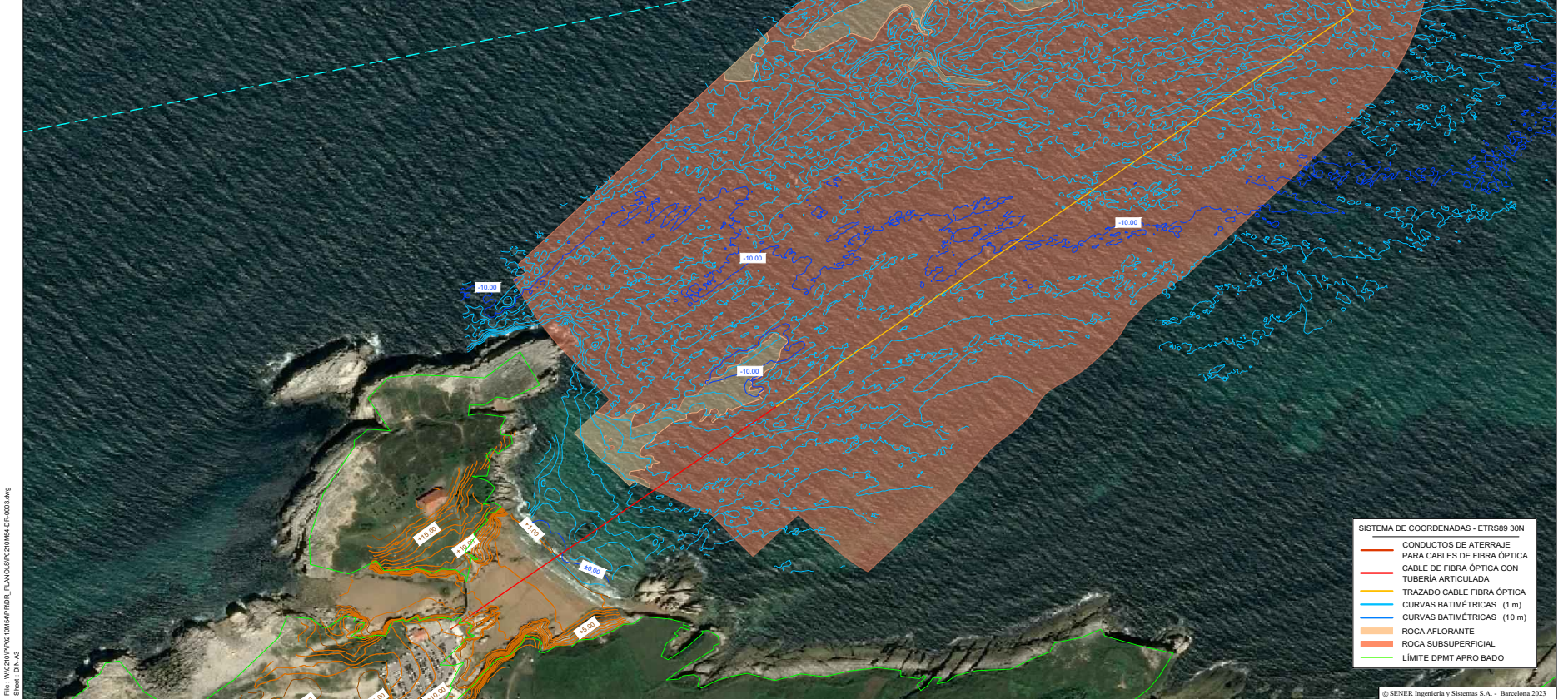
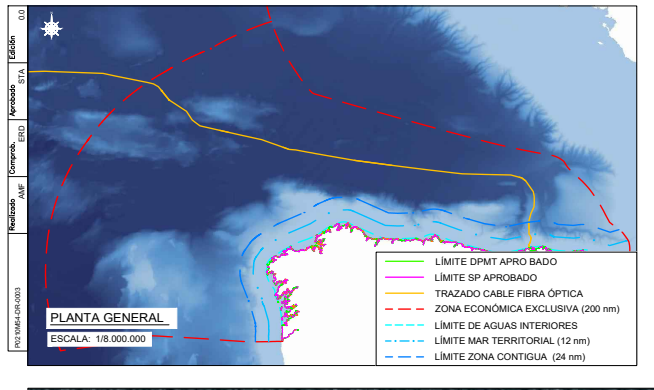
<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



File: W:\2105\PROY\01M54\FRFR_PLANO\ESPZ\01M54-DR-0003.dwg
Sheet: DINA3

- SISTEMA DE COORDENADAS - ETRS89 30N
- CONDUCTOS DE ATERRAJE PARA CABLES DE FIBRA ÓPTICA
 - CABLE DE FIBRA ÓPTICA CON TUBERÍA ARTICULADA
 - TRAZADO CABLE FIBRA ÓPTICA
 - CURVAS BATIMÉTRICAS (1 m)
 - CURVAS BATIMÉTRICAS (10 m)
 - ROCA AFLORANTE
 - ROCA SUBSUPERFICIAL
 - LIMITE DPMT APRO BADO

DIRECTOR DEL PROYECTO:		CONSULTOR:		AUTORES DEL PROYECTO: ENRIQUE RIPOLL DOMÍNGUEZ SILVIA TROTEIRO ARROYO		TÍTULO DEL PROYECTO: TENDIDO DEL CABLE SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA ANJANA		ESCALA: DINA-A1: 1/2500 DINA-A3: 1/5000 0 50 100.0m		TÍTULO DEL PLANO: MORFOLOGÍA DEL FONDO MARINO		© SENER Ingeniería y Sistemas S.A. - Barcelona 2023	
										FECHA: JUNIO 2023		PLANO N°: 03	
										ARCHIVO: P0210M54-DR-0003.DWG		HOJA: .. DE ..	

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



File: W:\2019\PROYECTOS\PROYECTOS\PLANOS\PROYECTOS\0004\0004.dwg
Sheet: DINA3

DIRECTOR DEL PROYECTO:	CONSULTOR:	AUTORES DEL PROYECTO:	TÍTULO DEL PROYECTO:	ESCALA:	TÍTULO DEL PLANO:	FECHA:	PLANO N°:
		ENRIQUE RIPOLL DOMÍNGUEZ SILVIA TROTEIRO ARROYO	TENDIDO DEL CABLE SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA ANJANA	DINA-A1: 1/500 DINA-A3: 1/1000 0 10 20.0m	ZONA DE OCCUPACIÓN TEMPORAL DEL DPMT DURANTE LOS TRABAJOS DE TENDIDO Y ATERRAJE DEL CABLE	JUNIO 2023	04
						ARCHIVO:	HOJA:
						P0210M54-DR-0004.DWG	.. DE ..

© SENER Ingeniería y Sistemas S.A. - Barcelona 2023

ÁMBITO- PREFIJO
GEISER
 N° registro
REGAGE23e00040454855

CSV
GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d
 DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN
<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d



ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



GEISER-6170-e702-1644-4cff-8012-d9f0-05df-536d

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL PARA EL PROYECTO DEL CABLE SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA ANJANA CON ATERRIZAJE EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER



NEC



SEPTIEMBRE 2022

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-0182-93e3-f88f-44d7-a718-2c55-8af7-bbeb

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



GEISER-0182-93e3-f88f-44d7-a718-2c55-8af7-bbeb

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5

 2.1 Definición del proyecto..... 5

 2.2 Ubicación del proyecto..... 8

 2.3 Características del sistema de cableado 10

 2.4 Instalación del Cable..... 10

 2.4.1 Estudio preliminar de diseño del trazado 11

 2.4.2 Análisis de la ruta y del potencial de enterramiento del sustrato 11

 2.4.3 Trabajos en las zonas de aterrizaje 12

 2.4.4 Despeje de la ruta 15

 2.4.5 Tendido del cable y enterramiento por medio de arado..... 15

 2.4.6 Tendido superficial del cable 16

 2.4.7 Inspección posterior al tendido..... 16

3 ALTERNATIVAS DE ATERRIZAJE 17

 3.1.1 Análisis de circunstancias y criterios para la selección del emplazamiento óptimo 17

 3.1.2 Descripción de la alternativa 18

4 OBJETIVO DEL ESTUDIO 23

5 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA..... 25

 5.1 Estudio Batimétrico 25

 5.2 Estudio geomorfológico 30

 5.3 Comunidades bentónicas 32

 5.4 Clima marítimo..... 36

6 ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA ACTUACIÓN 39

Código seguro de Verificación : GEISER-0182-93e3-f88f-44d7-a718-2c55-8af7-bbeb | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-0182-93e3-f88f-44d7-a718-2c55-8af7-bbeb

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



GEISER-0182-93e3-f88f-44d7-a718-2c55-8af7-bbeb

6.1 Análisis de la estabilidad en planta 40

6.2 Análisis de la estabilidad en perfil 46

6.3 Ocupación del DPMT 50

7 CONCLUSIONES 50

8 REFERENCIAS 51

8.1 Bibliografía 51

8.2 Recursos web 51

9 AUTORES 51

Listado figuras:

Figura 1.- Ruta preliminar planeada del cable Anjana. Fuente: NEC/Google Earth. 5

Figura 2.- Tipos de cable submarino de fibra óptica. Fuente: NEC. 6

Figura 3.- Trazado en el ámbito de las aguas territoriales españolas: desde el aterrizaje en La Virgen del Mar hasta los 900 m de profundidad. Fuente: elaboración propia. 9

Figura 4.- Trazado en el ámbito de la ZEE española. Fuente: elaboración propia. 9

Figura 5.- Operación de aterrizaje del cable. Fuente: NEC. 12

Figura 6.- Ejemplo de tuberías articuladas para proteger el cable en la zona de aterrizaje. Fuente: NEC. 13

Figura 7.- Instalación de la protección articulada en la zona de playa. Fuente: NEC. 14

Figura 8.- Enterramiento del cable en la playa por medio de una excavadora. Fuente: NEC. 14

Figura 9.- Ejemplo de instrumentos empleados para el despeje de la ruta. Fuente: NEC. 15

Figura 10.- Ejemplo de máquina de arado bajada en mar desde buque cablero. Fuente: NEC. 15

Figura 11.- Operación de bajada del arado desde el buque cablero hasta el lecho marino. Fuente: NEC. 16

Figura 12.- Operación de funcionamiento del arado una vez apoyado en el lecho marino. Fuente: NEC. 16

Figura 13.- Imagen del punto de aterrizaje del cable. Fuente: NEC, marzo 2022. 20

Figura 14.- Rampa de acceso a la playa de la Virgen del Mar. Fuente: Tecnoambiente, 2021. 21

Figura 15.- Zona de aparcamiento público en proximidad de la playa. Fuente: Tecnoambiente, 2021. 21

Figura 16.- Bar ubicado a lado del aparcamiento. Fuente: Tecnoambiente, 2021. 22

Figura 17.- Cámara de playa del cable fuera de servicio Rioja-1. Fuente: NEC. 22

Figura 18.- Vista de la playa mirando hacia tierra. Fuente: Tecnoambiente, 2021. 23

Figura 19.- Marea creciente en el punto de aterrizaje. Fuente: Tecnoambiente, 2021. 23

Figura 20.- Batimetría de detalle en la zona del aterrizaje, hasta los 12 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC. 26



Figura 21.- Batimetría de detalle en la zona entre los 12 y los 22 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC..... 27

Figura 22.- Batimetría de detalle en la zona entre los 22 y los 31 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC..... 27

Figura 23.- Modelo de pendientes en la zona del aterrizaje en La Virgen del Mar, hasta los 12 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC. 28

Figura 24.- Modelo de pendientes entre los 12 y los 22 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC. 29

Figura 25.- Modelo de pendientes entre los 22 y los 31 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC. 29

Figura 26.- Perfil del terreno a lo largo del trazado, y pendiente del terreno. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC. 30

Figura 27.- Geomorfología de detalle del aterrizaje de La Virgen del Mar. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC. 31

Figura 28.- Geomorfología de detalle a profundidades entre 13 y 30 m. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC. 31

Figura 29.- Zona de arena clara a 10 m de profundidad, con fragmentos de conchas y ripples, observada en el transecto GS-02 ((código MITECO 03040201). Fuente: NEC. 33

Figura 30.- Zona de arena clara a 31 m de profundidad, con ocasionales cantos rodados, en el punto de muestreo GS-04 ((código MITECO 030402). Fuente: NEC..... 34

Figura 31.- Denso cinturón de macroalgas en fondo rocoso, con *Cystoseria baccata* y *Gelidium corneum* ((código MITECO 03010113). Fuente: NEC..... 34

Figura 32.- Roca infralitoral expuesta con afloramientos rocosos, en el punto BC_05 ((código MITECO 03010206). Fuente: NEC. 35

Figura 33.- Distribución de las comunidades marinas en los puntos de muestreo de la zona costera. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC..... 36

Figura 34.- Ubicación del punto SIMAR 3135036 en proximidad de la playa de la Virgen del Mar, T.M. Santander. Fuente: Puertos del Estado..... 37

Figura 35.- Rosa de altura significativa (m) de oleaje en el punto SIMAR 3135036 en proximidad de Santander (año 2020). Fuente: Puertos del Estado..... 38

Figura 36.- Tabla de frecuencias altura – periodo punto SIMAR 3135036 en proximidad de la playa de la Virgen del Mar. Fuente: Puertos del Estado..... 38

Figura 37.- Régimen medio de oleaje en el punto SIMAR 3135036 próximo a La Virgen del Mar. Fuente: Puertos del Estado. 39

Figura 38.- Fotografía aérea de la playa, diciembre 2002. Fuente: Google Earth..... 41

Figura 39.- Fotografía aérea de la playa, julio 2006. Fuente: Google Earth..... 41

Figura 40.- Fotografía aérea de la playa, agosto 2007. Fuente: Google Earth. 42

Figura 41.- Fotografía aérea de la playa, abril 2010. Fuente: Google Earth. 42

Figura 42.- Fotografía aérea de la playa, mayo 2010. Fuente: Google Earth. 43

Figura 43.- Fotografía aérea de la playa, marzo 2011. Fuente: Google Earth. 43



Figura 44.- Fotografía aérea de la playa, octubre 2014. Fuente: Google Earth. 44

Figura 45.- Fotografía aérea de la playa, junio 2020. Fuente: Google Earth..... 44

Figura 46.- Variaciones estacionales a corto plazo en la parte superior de la playa. Fuente: Tecnoambiente, 2022. 45

Figura 47.- Persistencia sobre el nivel del 3 m de oleaje en el punto SIMAR 3135036. Fuente: Puertos del Estado. 48

Figura 48.- Cálculo del coeficiente de difracción según Wiegel. 49

Figura 49.- Evolución del perfil tras un temporal de 72 horas. Fuente: Instituto Hidrográfico de la Marina, Ministerio de Defensa, España. 49

Listado tablas:

Tabla 1. Resumen de los hábitats bentónicos observados en la zona costera del sistema de cables de Anjana. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC. 36

Tabla 2. Cálculo de la H_{s12} en el punto SIMAR 3135036. 46

Tabla 3. Cálculo de la profundidad de cierre en la playa de la Virgen del Mar (SIMAR 3135036). 46

Código seguro de Verificación : GEISER-0182-93e3-f88f-44d7-a718-2c55-8af7-bbeb | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>



1 INTRODUCCIÓN

Tecnoambiente S.L. ha sido contratada por Pioneer Consulting y NEC Corporation para la redacción de la documentación ambiental necesaria para obtener la concesión de ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) y el Informe de Compatibilidad con la Estrategia Marina para el proyecto de tendido de un cable submarino de fibra óptica con aterrizaje en la playa de la Virgen del Mar, en el Término Municipal de Santander. El objetivo del presente estudio es dar respuesta a los requisitos del Estudio Básico de Dinámica Litoral establecidos por el Reglamento General de Costas, orientado particularmente a determinar el riesgo de descalzamiento o de desenterramiento que tiene el cable a su entrada en tierra.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Definición del proyecto

El proyecto consiste en la instalación de un cable submarino de fibra óptica en el lecho marino del Océano Atlántico por parte de NEC Corporation.

El cable submarino Anjana está formado por una ruta principal desde Santander, en España, hasta Myrtle Beach, en Carolina del Sur (USA) (Figura 1.-).

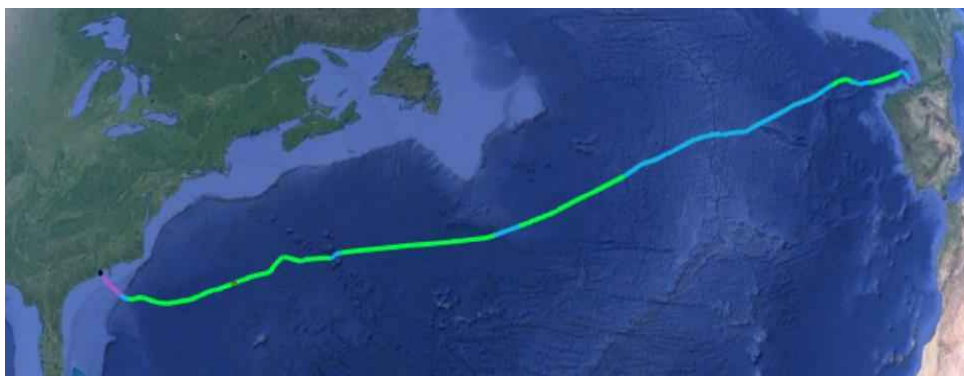


Figura 1.- Ruta preliminar planeada del cable Anjana. Fuente: NEC/Google Earth.

La instalación de un sistema de cable submarino de fibra óptica se compone de dos elementos principales:

- Segmento terrestre: que se extiende desde la estación de cable submarino donde se instala el equipamiento electrónico para el tratamiento de la señal óptica, hasta la cámara de playa.
- Segmento marino: que se extiende desde la cámara de playa hasta las aguas internacionales.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



El elemento del cable objeto de este documento es la sección submarina, que se extiende desde la zona donde se ubica la cámara de playa (BMH, Beach Man Hole en inglés) en la Playa de la Virgen del Mar, T.M. Santander, hasta el límite de la Zona Económica Exclusiva española.

Este segmento dispone de los siguientes elementos principales: el cable submarino y sus componentes, y la cámara de playa y los conductos.

El cable submarino de fibra óptica se compone de un núcleo central, que alberga las fibras ópticas que transmiten la información, el cual se encuentra rodeado de distintas capas de protección, que son menores o mayores dependiendo del entorno en el cual se va a instalar.

El tipo de cable a utilizar depende del fondo marino y de la profundidad. En las instalaciones se pueden utilizar hasta 4 tipos diferentes de cable: una primera gama de peso ligero (LW), de peso ligero con protección (LWP), de armadura simple (SA) y de armadura doble (DA). Las distintas tipologías se pueden observar en la Figura 2.-.

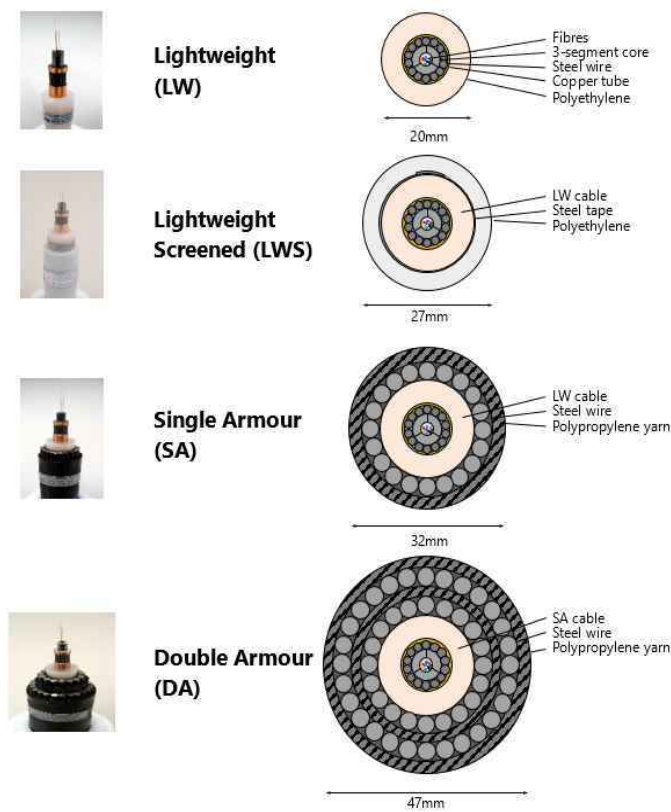


Figura 2.- Tipos de cable submarino de fibra óptica. Fuente: NEC.



Se elige el tipo de cable en función del riesgo de agresión externa que pueda sufrir. Los cables de doble armado se utilizan generalmente en las zonas de playa y aguas someras, con mayor riesgo de rotura; en zonas profundas se emplean cables de armado simple. En línea general se considera emplear un cable DA desde la cámara de playa hasta los 500 m de profundidad, un cable SA entre los 500 y los 2000 m de profundidad, un cable LWS en el rango 2000-4500 m y, por último, la tipología LW en zonas de profundidad mayor de 4500 m. En cualquier caso, estas profundidades se determinan en base a la evaluación del riesgo y de la posibilidad de enterramiento del cable.

A lo largo del recorrido del cable es necesaria también la instalación de repetidores que amplifican la señal óptica.

Cuando los sedimentos del fondo marino lo permitan, el cable submarino discurrirá enterrado a 2 metros de profundidad desde la orilla hasta la batimétrica 1000 m, a partir de la cual discurrirá directamente posado sobre la superficie del lecho marino.

El aterrizaje en la playa es el punto más crítico de la instalación de un cable submarino.

En Santander, el cable submarino se aproxima a la playa enterrado utilizando un sistema de inyección de agua a presión con la ayuda de submarinistas, hasta alcanzar la misma playa (nivel de bajamar). La conexión hasta la cámara de playa se hará mediante apertura de zanja a cielo abierto por medio de retroexcavadora. La profundidad de enterramiento objetivo es de 2 m, pero hay que tener en cuenta que en la playa de la Virgen del Mar en general no hay un espesor de sedimentos de 2 m por encima del basamento rocoso. Por tanto, el cable será enterrado a profundidades menores, justo encima del basamento rocoso, cuando no sea posible llegar a una profundidad de 2 m.

La cámara de playa es una cámara enterrada de hormigón con unas dimensiones exteriores de 4,6 x 3,6 x 2,6 m, suficientes para alojar el cable submarino objeto de este estudio más cinco cables submarinos adicionales en caso de proyectos futuros.

En el caso del proyecto objeto de este estudio, la cámara de playa se construirá en zona de servidumbre de protección, en la zona de aparcamiento detrás de la playa de la Virgen del Mar.

Desde la cámara de playa hasta una distancia aproximada de 50 m, el cable pasará por conductos preinstalados hasta llegar a la playa misma. A partir de aquí y por un recorrido de 500 m, el cable vendrá protegido por medio de la instalación de una tubería articulada, que será instalada una vez que el cable haya sido tendido en la zona de aterrizaje. El diámetro de esta tubería es de aproximadamente 150 mm.

El proyecto en estudio contempla la obra civil necesaria en el mar para tender y enterrar el cable submarino de fibra óptica, y en la playa para alojar el aterrizaje del mismo cable en la cámara de playa.



La empresa promotora del cable ha decidido presentar dos proyectos distintos: el primero incluye la cámara de playa, que necesita autorización de uso de la zona de servidumbre de protección por parte de la Comunidad Autónoma de Cantabria, y permisos de construcción por parte del Ayuntamiento de Santander, y los conductos que se ubican en parte en el DPMT y cuya ejecución está condicionada a la obtención de la concesión de ocupación de DPMT del segundo proyecto; el segundo (proyecto objeto de este informe) comprende el sistema en todo el DPMT, hasta llegar al final de la ZEE española y requiere obtener concesión de ocupación de DPMT e informe de compatibilidad con la estrategia marina de la demarcación noratlántica.

2.2 Ubicación del proyecto

La actividad objeto del presente informe se localiza en el ámbito de la demarcación marina noratlántica, establecida en la Ley 41/2010, de protección del medio marino.

La planificación inicial de ubicación del sistema de cableado partiría de la zona costera al oeste de Santander, discurriendo a través de la demarcación marina noratlántica por aproximadamente 837 km, hasta el límite de la ZEE española. De estos 837 km, aproximadamente 26 km se encuentran dentro de las aguas territoriales españolas y otros 781 km dentro de la ZEE española (Figura 3.-y Figura 4.-).

El cable sale de la Playa de la Virgen del Mar en dirección aproximada NE por 1,4 km y hasta una profundidad de 13 m. Después la ruta vira bruscamente y el cable sigue en dirección NNW por 5,3 km, donde se verifica otro cambio de dirección, esta vez hacia el NE. El cable se mantiene aproximadamente en dirección norte (entre NW y NE) hasta una profundidad de más de 4000 m. Después, el cable empieza a mantener una dirección general hacia el oeste. En los últimos 160 km el cable vuelve a tener una dirección aproximada hacia NW, hasta llegar al límite con la ZEE española.



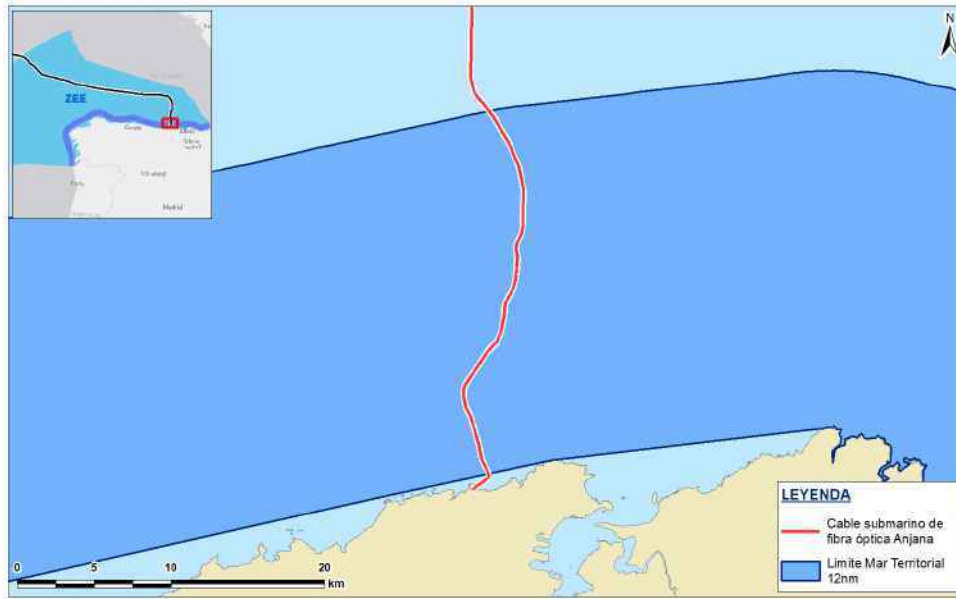


Figura 3.- Trazado en el ámbito de las aguas territoriales españolas: desde el aterrizaje en La Virgen del Mar hasta los 900 m de profundidad. Fuente: elaboración propia.



Figura 4.- Trazado en el ámbito de la ZEE española. Fuente: elaboración propia.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



2.3 Características del sistema de cableado

El cable submarino de fibra óptica que tiene planificado su aterrizaje en la Playa de la Virgen del Mar es un cable de NEC Corporation, que conectará el norte de España (Cantabria) con la ciudad de Myrtle Beach en Carolina del Sur.

Las infraestructuras a desarrollar por parte de NEC Corporation para alojar el aterrizaje del cable submarino son las siguientes:

- Construcción de la cámara de playa en la zona de aparcamiento, detrás de la playa de la Virgen del Mar (objeto de un proyecto básico separado, entregado previamente a las autoridades competentes por parte de Telxius Cable España S.L.U. (TELXIUS). Este incluye también la construcción de los conductos por debajo de la rampa que conduce a la playa y que se ubican en parte en el DPMT).
- Canalización desde el final de los conductos de la cámara de playa hasta el nivel de bajar por medio de apertura de zanja.

Estas infraestructuras alojarán al principio el cable de fibra óptica Anjana y el sistema terrestre Anjana, pero podrán albergar hasta otros 5 cables en los próximos años.

2.4 Instalación del Cable

La instalación de un sistema de cable submarino consta de las siguientes fases:

- Estudio preliminar de diseño del trazado
- Análisis de la ruta y del potencial de enterramiento del sustrato
- Despeje de la ruta
- Trabajos en las zonas de aterrizaje
- Tendido del cable en mar abierto en la superficie del fondo
- Colocación y enterramiento del cable en mar abierto por medio de arado
- Inspección posterior al tendido

El impacto o enganche de anclas en zonas someras y de aparejos de pesca de arrastre en zona profunda (100-1000 m de profundidad en la zona Atlántica española) pueden afectar a los cables de fibra óptica en servicio.

Como medida de protección frente a agresiones externas, siempre que sea posible, el cable irá enterrado a 2 m de profundidad bajo el lecho marino, hasta alcanzar la cota de 1000 m de profundidad, a partir de la cual se reducen los riesgos de afección superficial.

En profundidades menores de 1000 m que tengan fondos rocosos y en profundidades mayores de 1000 m, el cable se instala posado directamente sobre el lecho marino. El cable estará protegido por tuberías articuladas hasta aproximadamente los 7 m.



2.4.1 Estudio preliminar de diseño del trazado

Para la elección del trazado del cable se ha realizado un estudio previo que incluye el análisis bibliográfico de las características ambientales del ámbito de estudio: climatología, oceanografía, batimetría, materiales y morfología del fondo, hábitats del fondo marino, espacios naturales protegidos, zonas de nursery, caladeros de pesca, patrimonio arqueológico subacuático, infraestructuras existentes (incluye cables, arrecifes artificiales, fondeaderos, etc.) y tráfico marítimo.

Teniendo en cuenta toda la información recolectada, se ha trazado un recorrido preliminar para el proyecto del nuevo cable submarino de fibra óptica Anjana que reduce, en la medida de lo posible, al mínimo la afección sobre el medio natural y social y que comporte al mismo tiempo un asentamiento más seguro para el cable mismo.

2.4.2 Análisis de la ruta y del potencial de enterramiento del sustrato

Con el objetivo de analizar en detalle la ruta preseleccionada para el sistema Anjana, se han llevado a cabo las campañas marinas de sondeo con investigaciones geotécnicas y geofísicas en una franja de 500 m entorno al eje teórico del trazado del cable, así como investigaciones de campo en la playa de la Virgen del Mar.

El objetivo del levantamiento geofísico es el de detectar potenciales obstáculos en la ruta prevista para el futuro cable, así como caracterizar el material que compone el lecho marino, para seleccionar la metodología de instalación óptima. Cabe tener en cuenta que el levantamiento geofísico además puede revelar restos arqueológicos ubicados en el trazado del cable. La investigación geotécnica permite obtener informaciones adicionales respecto a la composición del fondo marino y sus características geotécnicas.

En diciembre de 2021-enero de 2022 se han llevado a cabo los trabajos de investigación en la zona de la playa, así como la campaña marina de sondeo inshore, hasta los 30 m de profundidad.

En marzo de 2022 se ha ejecutado la campaña marina de sondeo offshore (investigaciones geofísicas y geotécnicas), a partir de los 30 m de profundidad y hasta el límite de la ZEE española.

Adicionalmente al levantamiento geofísico y a las investigaciones geotécnicas, entre diciembre de 2021 y marzo de 2022 se ha llevado a cabo una campaña marina para la caracterización de las comunidades bentónicas por medio de videos y fotos del fondo. Las zonas investigadas han sido en este caso el área más próxima a la costa (sustrato arenoso y sustrato rocoso en proximidad del punto de aterrizaje en la Playa de la Virgen del Mar) y una zona de sustrato mixto, con posible presencia del hábitat OSPAR agregaciones de esponjas de agua profunda a unos 150 m de profundidad.



Los resultados de las campañas pre-laying han permitido ajustar en detalle la ruta preliminar planeada para el cable, con el fin de reducir las afecciones al medio marino y la vulnerabilidad del proyecto en estudio ante los diferentes factores ambientales y sociales.

2.4.3 Trabajos en las zonas de aterrizaje

La instalación del cable NEC en la zona playa se realizará directamente desde el buque cablero mediante la asistencia de un equipo de playa y el apoyo de embarcaciones auxiliares y buceadores si las condiciones son adecuadas durante el período de aterrizaje. Si el buque cablero no puede realizar el aterrizaje directamente (la profundidad del agua es insuficiente), se utilizará un barco de calado menos profundo para realizar esta operación.

El procedimiento general que se describe a continuación podría sufrir algunas modificaciones según las condiciones meteorológicas el día de las operaciones de aterrizaje.

El buque cablero se colocará en la ubicación predeterminada y pasará un mensajero a la orilla (Figura 5.-). Conectado a una retroexcavadora de tracción o a un cabrestante, el mensajero tirará un cable de tracción desde el buque cablero hasta la orilla. Durante esta fase de tracción del cable se tendrá que cerrar el acceso al público en una zona seleccionada de la playa por seguridad. Cuando la línea de tracción llegue a tierra, se utilizará para tirar suficiente cable marino hasta la playa para conectarlo al cable terrestre en la cámara de playa. Durante la tracción a tierra, por seguridad, las cuerdas y los cables se elevarán del lecho marino utilizando elementos de flotación cada 3-5 m, con rodillos de arrastre colocados en la playa para limitar la fricción.

Una vez que el cable ha llegado a la cámara de playa, se dejará de traccionar y los flotadores comenzarán a ser retirados en sentido de tierra a mar.

Los buzos serán los encargados de controlar que el cable quede posado sobre el fondo marino sin quedar suspendido, aunque en el caso de fondos rocosos no se podrá eliminar totalmente esta suspensión.



Figura 5.- Operación de aterrizaje del cable. Fuente: NEC.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



En la playa el cable tiene que ser conectado con el cable mensajero instalado en los conductos de la cámara de playa. La tracción normalmente se hace manualmente desde la cámara de playa misma. Si los conductos son muy largos se tendrá que emplear una grúa para traccionar el cable.

Una vez que se ha completado el tendido del cable en la zona de aterrizaje, se procede a la instalación de las tuberías articuladas (Figura 6.-) para proteger el cable mismo en la playa y en la zona marina más somera. Estas tuberías se ponen desde tierra hacia mar, hasta llegar a la longitud predeterminada (Figura 7.-).

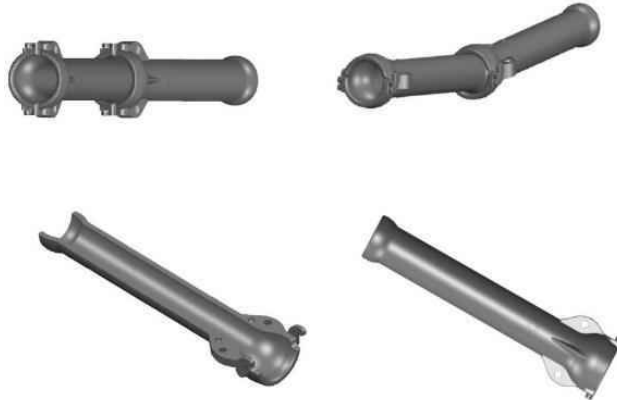


Figura 6.- Ejemplo de tuberías articuladas para proteger el cable en la zona de aterrizaje. Fuente: NEC.

Quando las tuberías articuladas estén correctamente instaladas, se procederá a su enterramiento. En la playa el enterramiento se hace cerrando la zanja previamente abierta por medio de retroexcavadora, en condiciones de marea baja para maximizar la profundidad de enterramiento (Figura 8.-). Al final de la fase de enterramiento del cable, se restablecerán las condiciones iniciales en la zona de playa.





Figura 7.- Instalación de la protección articulada en la zona de playa. Fuente: NEC.



Figura 8.- Enterramiento del cable en la playa por medio de una excavadora. Fuente: NEC.

En la zona sumergida el enterramiento del cable se hará, por medio de un sistema de inyección de chorro de agua a presión (*jetting*), manejado por buzos o por una máquina desde una pontona portátil, bajada desde el barco de apoyo, dependiendo de la profundidad. En todos los casos las operaciones serán monitoreadas por buzos. El método de *jetting* consiste básicamente en una inyección de agua a presión en el lecho marino, que fluidifica el sedimento y por tanto permite enterrar el cable por su propio peso hasta alcanzar aproximadamente la profundidad de enterramiento deseada.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



2.4.4 Despeje de la ruta

Previamente al tendido del cable en mar es necesario llevar a cabo un rastreo previo con rezón (Figura 9.-) para limpiar la superficie del lecho marino de cualquier otro cable fuera de servicio o de aparejos de pesca, cabos y otros elementos que pudieran estar presentes. Dicha operación afecta a elementos superficiales y se puede hacer directamente por medio del buque cablero o por medio de otra embarcación. Todos los cables y los otros elementos recuperados se almacenarán en el barco mismo hasta la llegada a puerto para proceder a su posterior achatarramiento.

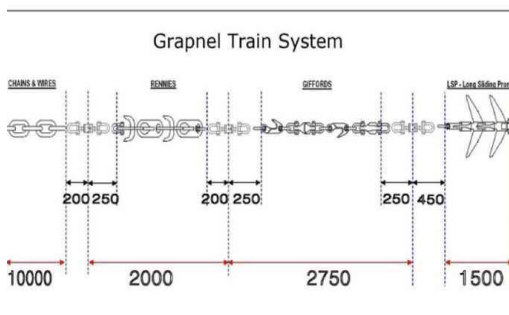


Figura 9.- Ejemplo de instrumentos empleados para el despeje de la ruta. Fuente: NEC.

2.4.5 Tendido del cable y enterramiento por medio de arado

El tendido del cable en la zona offshore se hará directamente desde el buque cablero utilizando un arado (Figura 10.-), que permite la ejecución de operaciones simultáneas de colocación y enterramiento. El arado se despliega con el cable tendido pasando a través del arado mismo. El cable aterriza en el fondo del mar justo delante del arado. A medida que el arado avanza, este levanta el cable del lecho marino y lo entierra en el surco que va generando (Figura 11.- y Figura 12.-).



Figura 10.- Ejemplo de máquina de arado bajada en mar desde buque cablero. Fuente: NEC.



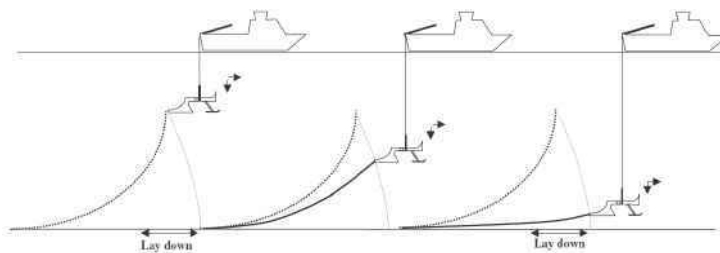


Figura 11.- Operación de bajada del arado desde el buque cablero hasta el lecho marino. Fuente: NEC.

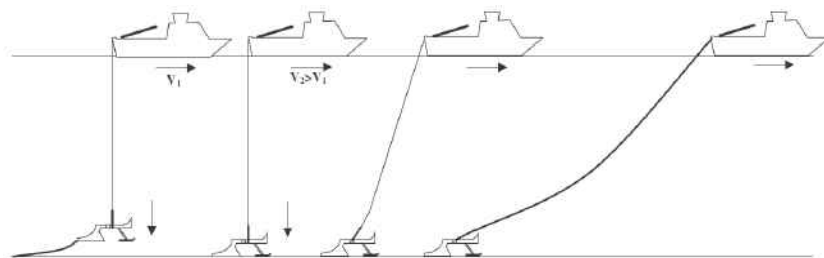


Figura 12.- Operación de funcionamiento del arado una vez apoyado en el lecho marino. Fuente: NEC.

Se empleará el arado a lo largo de la ruta propuesta, excluyendo las áreas locales con condiciones de suelo y/o pendientes inadecuadas para la máquina utilizada, que dañarían el arado mismo. La velocidad del arado depende de la topografía del fondo marino, siendo normalmente de 600 m/h.

2.4.6 Tendido superficial del cable

En las áreas de fondo rocoso, así como a profundidades superiores a 1000 m, el cable no será enterrado en el fondo marino, sino que se colocará tendido sobre la superficie. El posicionamiento preciso de la embarcación y la velocidad controlada del buque cablero garantizarán que el cable se coloque lo más cerca posible de la ruta preseleccionada.

2.4.7 Inspección posterior al tendido

La inspección visual tras la instalación y el enterramiento del cable se realiza mediante un ROV (Remotely Operated Vehicle) monitorizado desde el buque cablero. Dicha inspección permite comprobar la correcta instalación del cable, así como detectar posibles errores o potenciales peligros para la integridad del cable.

Es preferible realizar la inspección siguiendo la dirección de la corriente en el fondo para dar mejor visibilidad a las cámaras del ROV y al control de dicho vehículo.



Los ROV incorporan sistemas de posicionamiento de precisión y algunos incluso disponen de brazos articulados, así como de dispositivos para realizar operaciones de reparación o mantenimiento.

El ROV incluye también herramientas de inyección de chorro de agua a presión (*jetting*), que permite mejorar el enterramiento del cable en zonas donde no ha sido posible llegar a la profundidad de enterramiento predeterminada.

3 ALTERNATIVAS DE ATERRIZAJE

3.1.1 Análisis de circunstancias y criterios para la selección del emplazamiento óptimo

Para llevar a cabo la selección del área más adecuada para el aterrizaje del cable NEC en el litoral del mar Cantábrico se ha realizado un análisis preliminar de las características del territorio y del espacio marino. Este análisis ha permitido identificar de forma temprana los principales condicionantes y aspectos críticos a considerar para el tendido del cable en el fondo marino, que a su vez condicionan la elección de la playa de aterrizaje.

Los principales condicionantes para la selección del emplazamiento óptimo de un proyecto como el tendido de un cable submarino son los siguientes:

- **Pendientes del fondo marino:** los cables deberían discurrir cuando sea posible en zonas con pendientes inferiores a 20°, dado que, cuando se supera este valor, la integridad del cable puede ser puesta en riesgo más fácilmente pues existe una mayor probabilidad de que se produzcan deslizamientos submarinos.
- **Tipología del fondo marino:** en general es preferible que los cables sean tendidos sobre lecho marino de naturaleza detrítica (sobre todo arenas y fangos), en particular en zonas donde se practica la pesca de arrastre (usualmente hasta profundidad de 1000 m). De este modo el cable puede ser enterrado y gozará de un mayor grado de protección contra la posibilidad de enganches y consecuentes averías. Por otro lado, los fondos arenosos y fangosos suelen ser lugares caracterizados por una menor biodiversidad de la fauna bentónica respecto a los fondos rocosos, así que, suelen ser elegidos también para minimizar la afección a la fauna bentónica.
- **Actividad pesquera:** como se ha indicado previamente, la actividad pesquera de arrastre puede afectar la integridad de los cables submarinos y por eso se intenta evitar el tendido de un cable en zonas en las cuales esa actividad está muy extendida. Además, las operaciones de tendido de los cables tienen incidencia temporal sobre la actividad pesquera en general debido a la presencia del buque cablero durante la fase de instalación.



- **Zonas de fondeo:** las zonas de fondeo deben evitarse al seleccionar la ruta de tendido de un cable, dado que las anclas de las embarcaciones pueden enganchar y dañar el cable.
- **Tráfico marítimo:** durante el tendido del cable la autoridad responsable de la navegación declara una zona de exclusión a la navegación, normalmente por lo menos 1 Nm para evitar la interacción con las operaciones de tendido del cable. Esto tiene por tanto incidencia temporal sobre el tráfico marítimo. Consecuentemente, cuando es posible, se busca que el trazado del cable quede fuera de las principales rutas marítimas.
- **Espacios naturales protegidos:** dichos espacios suelen proponerse como figura de protección en relación a la presencia de especies de flora y fauna o ecosistemas de particular importancia. La influencia de cables submarinos sobre estos espacios varía según los diferentes aspectos del medio ambiente a proteger. Por ejemplo, en el caso de áreas de conservación para la avifauna, la interferencia es mínima y está exclusivamente relacionada con la fase de instalación. Sin embargo, cuando el área protegida se caracteriza por la presencia de comunidades bentónicas de interés, la afección es mucho más importante. Los espacios naturales protegidos tienen por tanto que ser considerados durante el planeamiento del trazado de un cable submarino y su afección tiene que ser minimizada.
- **Hábitats de interés comunitario (HICs):** los HICs son otro factor importante a considerar para el trazado de un cable. El cruce de estas áreas, sobre todo de los HICs prioritarios, se tiene que minimizar. Cuando la interferencia es inevitable, se tienen que evaluar en detalle los impactos que el proyecto del cable tendría sobre ellos, y, en el caso de ser necesario, adoptar medidas preventivas y/o compensatorias adecuadas.
- **Zonas de servidumbre arqueológica:** la designación de estas zonas está relacionada con la importancia histórica de un lugar y los hallazgos de restos arqueológicos en él. Las operaciones de tendido de un cable submarino, y sobre todo su enterramiento, afectan directamente al lecho marino y podrían por tanto tener consecuencias negativas importantes sobre el patrimonio arqueológico eventualmente presente. Estas zonas tienen que ser evitadas para la instalación de los cables.
- **Otras Infraestructuras:** los cables submarinos conviven en el fondo marino, así como en las zonas de playa sumergidas, con otras infraestructuras tales como tuberías, emisarios, arrecifes artificiales, otros cables eléctricos o de telecomunicaciones. El cruce de estas infraestructuras debe de tenerse en cuenta al definir el trazado, dado que puede condicionar por ejemplo la viabilidad de enterramiento del cable mismo.

3.1.2 Descripción de la alternativa

En este apartado se describe la alternativa seleccionada en la playa de La Virgen del Mar para el aterrizaje del cable de fibra óptica.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



Antes de la valoración de la alternativa seleccionada se presenta la “alternativa cero”, entendida como la opción de no realización del proyecto. La alternativa cero supone por un lado el mantenimiento de las condiciones ambientales actuales existentes en el área de estudio, y por el otro el mantenimiento de la capacidad actual de tráfico internacional de telecomunicaciones al Norte de España.

Los cables submarinos de fibra óptica se consideran en general recursos nacionales estratégicos que respaldan la economías nacionales, regionales y locales, y que se benefician de su colocación en rutas que contribuyen a su fiabilidad a largo plazo.

La alternativa cero no introduce nuevos elementos de afección sobre el medio natural y socioeconómico del territorio, si bien la no ejecución del proyecto no permitiría dar respuesta a la demanda de incremento de capacidad de tráfico de telecomunicaciones.

Teniendo en cuenta la posibilidad de compatibilizar el proyecto con los usos del territorio y ordenación del espacio marino, la capacidad de encaje ambiental y la posibilidad de compatibilización del proyecto con la estrategia marina, no se considera que la alternativa cero sea la mejor opción posible.

En este documento no se han considerado otras alternativas de aterrizaje para el cable Anjana en el Norte de España principalmente por las siguientes consideraciones técnicas:

- Mientras que otros cables existentes y previstos aterrizan en Bilbao, la elección de Santander proporciona a España y Europa una mayor resiliencia en la conectividad a Internet. En el raro caso de interrupción de la conectividad de uno de estos sitios de aterrizaje de cable, el otro seguirá estando disponible para garantizar el acceso a Internet y la prosperidad económica que esto conlleva.
- Un cable submarino más antiguo, llamado Rioja-1, aterriza en la playa de la Virgen del Mar. Este cable ahora está fuera de servicio, pero ha tenido un muy buen historial de fiabilidad, con un número bajo de averías, lo que sugiere que esta es una buena elección como punto de aterrizaje.

Estas consideraciones, junto a los condicionantes ambientales citados en el párrafo 3.1.1., hacen que el aterrizaje elegido para el cable Anjana sea la playa de La Virgen del Mar, que se ubica en el extremo occidental del término municipal de Santander.

En los siguientes párrafos se describen las características principales de la opción de aterrizaje elegida.

La playa de la Virgen del Mar tiene una longitud de aproximadamente 400 m y una anchura media de 40 m (Figura 13.-). Está limitada por acantilados bajos a ambos lados y está constituida principalmente por arenas medias (diámetro entre 0,18 y 0,35 mm). En particular, la muestra de sedimento recogida en proximidad de la orilla tiene un d50 de 0,26 mm.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria





Figura 13.- Imagen del punto de aterrizaje del cable. Fuente: NEC, marzo 2022.

Se puede acceder a la playa desde una rampa (Figura 14.-) que conecta con una zona de aparcamiento (Figura 15.-) ubicado a una altura de +6 m, es decir a la misma altura del puente que divide en dos la playa misma y que conecta el continente con la pequeña isla donde se sitúa el santuario de la Virgen del Mar. Debajo del puente hay un canal de separación que se recubre de agua en altamar. La rampa es utilizada también probablemente por la maquinaria que se ocupa de la limpieza de la playa o por otros servicios.





Figura 14.- Rampa de acceso a la playa de la Virgen del Mar. Fuente: Tecnoambiente, 2021.



Figura 15.- Zona de aparcamiento público en proximidad de la playa. Fuente: Tecnoambiente, 2021.

En las proximidades de la playa no se encuentran otras construcciones, a excepción de un bar ubicado entre el aparcamiento y el lado este de la playa. (Figura 16.-).





Figura 16.- Bar ubicado a lado del aparcamiento. Fuente: Tecnoambiente, 2021.



Figura 17.- Cámara de playa del cable fuera de servicio Rioja-1. Fuente: NEC.

Actualmente hay una gran cámara de playa (5-6 m de largo, 2,5 m de ancho y 3 m de profundidad) enterrada y ubicada en la rampa de acceso a la playa (Figura 17.-). En esta cámara estaba conectado el sistema Rioja-1 perteneciente a Telefónica y que se encuentra fuera de servicio.

Durante las fases de bajamar hay más de 70 m de zona arenosa emergida desde el nivel del agua hasta el punto inicial de la rampa de acceso a la playa, mientras que durante la pleamar la playa desaparece casi totalmente. En la Figura 18.- y la Figura 19.- se muestran las vistas de la playa.





Figura 18.- Vista de la playa mirando hacia tierra. Fuente: Tecnoambiente, 2021.



Figura 19.- Marea creciente en el punto de aterrizaje. Fuente: Tecnoambiente, 2021.

4 OBJETIVO DEL ESTUDIO

La ocupación de terreno y realización de actividades en el litoral está regulada por la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. Concretamente, el desarrollo de proyectos y la ejecución de obras en el litoral se regula en el Capítulo II “Proyectos y Obras” del Título III “Utilización del dominio público marítimo-terrestre” de la Ley 22/1988 (artículos 42 a 46, ambos incluidos). El desarrollo de dicha ley se realiza mediante el Reglamento General de Costas (aprobado por el Real Decreto

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIJAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



876/2014, de 10 de octubre), que en su artículo 91 detalla los contenidos de los proyectos a ejecutar en la costa, indicando, en el punto 2, lo siguiente:

*2. Deberán prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, **la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta** (artículo 44.2 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, modificado por la Ley 2/2013).*

Asimismo, los proyectos deberán contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra realizada, según se establece en el artículo 92 de este reglamento.

En cuanto a la influencia de la obra sobre la costa, el artículo 93 del Reglamento General de Costas, establece, de forma genérica, el contenido del estudio básico de dinámica litoral, que se adjuntará como anexo a la Memoria del Proyecto. A continuación, se exponen todos los aspectos recogidos por dicho artículo, señalándose en negrita aquéllos que, teniendo en cuenta las características y alcance del proyecto, son de aplicación en el presente estudio:

- a) *Estudio de la capacidad de transporte litoral.*
- b) *Balance sedimentario y evolución de la línea de costa, tanto anterior como previsible.*
- c) ***Clima marítimo, incluyendo estadísticas de oleaje y temporales direccionales y escalares.***
- d) *Dinámicas resultantes de los efectos del cambio climático.*
- e) ***Batimetría hasta zonas del fondo que no resulten modificadas, y forma de equilibrio, en planta y perfil, del tramo de costa afectado.***
- f) ***Naturaleza geológica de los fondos.***
- g) ***Condiciones de la biosfera submarina y efectos sobre la misma de las actuaciones previstas en la forma que señala el artículo 88 e) de este reglamento.***
- h) *Recursos disponibles de áridos y canteras y su idoneidad, previsión de dragados o trasvases de arenas.*
- i) *Plan de seguimiento de las actuaciones previstas.*
- j) *Propuesta para la minimización, en su caso, de la incidencia de las obras y posibles medidas correctoras y compensatorias.*

Los apartados a) y b) no se desarrollan en este documento porque la actuación propuesta supone la colocación de un cable enterrado en la zona a menos de 1000 m de profundidad de fondo blando y apoyado en el fondo en las zonas rocosas y en las zonas a más de 1000 m de

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIJAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



profundidad. Por lo que no interfiere en absoluto en el transporte de sedimentos ni el balance sedimentario. El apartado d) no se incluye en el presente estudio porque es objeto de otro informe específico, adjunto igualmente como anexo en la tramitación del documento ambiental al que se adjunta también el presente estudio. El apartado h) no se desarrolla porque no va a ser necesario el uso masivo de material de canteras ni se realizarán dragados o trasvases. Los apartados i) y j) no se desarrollan porque las obras no interfieren con la dinámica litoral ni se plantean actuaciones relevantes que requieran medidas correctoras. El presente estudio se centra por lo tanto en el desarrollo de los apartados c), e) f) y g), con el análisis del clima marítimo, la descripción de la batimetría, forma en planta y perfil de equilibrio de la costa, la naturaleza de los fondos, y las comunidades naturales presentes.

En lo referente a las comunidades naturales, hay que destacar que el artículo 88.e del Reglamento General de Costas indica:

e) Determinación de la posible afección a espacios de la Red Natura 2000 o cualesquiera otros dotados de figuras de protección ambiental. En aquellos proyectos en que se pueda producir la citada afección, el proyecto incluirá el necesario estudio bionómico referido al ámbito de la actuación prevista además de una franja del entorno del mismo de al menos 500 metros de ancho.

Pero esta evaluación queda fuera de los objetivos del presente estudio, ya que ha sido analizada específicamente en el Documento Ambiental al que acompaña el presente informe y además el trazado elegido para la instalación del cable no atraviesa ninguna de las zonas protegidas que se indican en el apartado e).

El objeto principal del presente estudio puede por tanto definirse como el de valorar el riesgo de que la actuación propuesta vea comprometida su estabilidad e integridad por la acción de la dinámica marina (riesgo de que el oleaje y la erosión derivada del mismo provoquen daños sobre el cable).

5 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

5.1 Estudio Batimétrico

Los estudios batimétricos tienen como fin principal determinar con exactitud las características del relieve y la morfología de la zona de estudio en cuestión.

Para la descripción de la morfología del fondo se han empleado los datos batimétricos del levantamiento batimétrico llevado a cabo en diciembre de 2021-enero de 2022 hasta los 30 m de profundidad (Figura 20.-).



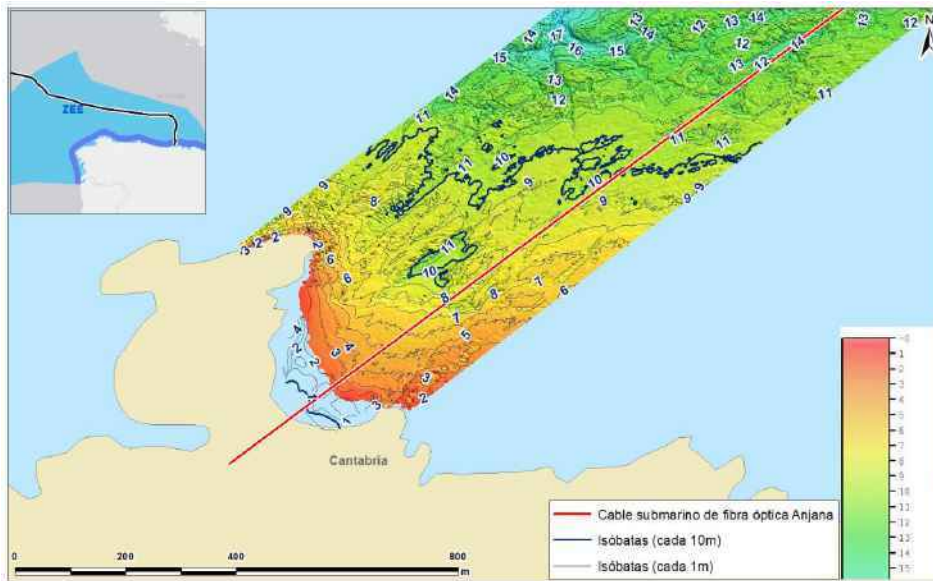


Figura 20.- Batimetría de detalle en la zona del aterrizaje, hasta los 12 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

Como se aprecia en la Figura 20.-, las curvas batimétricas son sensiblemente paralelas a la playa, con una separación constante en la zona central, entre la costa y los 9 m de profundidad, profundidad a la cual se aprecia un llano, para pasar a una zona de batimétricas más unidas e irregulares a más de 11 m de profundidad.

La Figura 21.-y la Figura 22.-muestran la batimetría de detalle a profundidades mayores, entre los 12 y los 31 m, obtenida con datos de la campaña de sondeo inshore de diciembre de 2021-enero de 2022. Las curvas batimétricas siguen apareciendo unidas e irregulares hasta los 20 m, cuando se vuelve a apreciar un llano. Después el fondo vuelve a ser irregular por más de 500 m, hasta llegar a una nueva zona llana a los 29 m.





Figura 21.- Batimetría de detalle en la zona entre los 12 y los 22 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

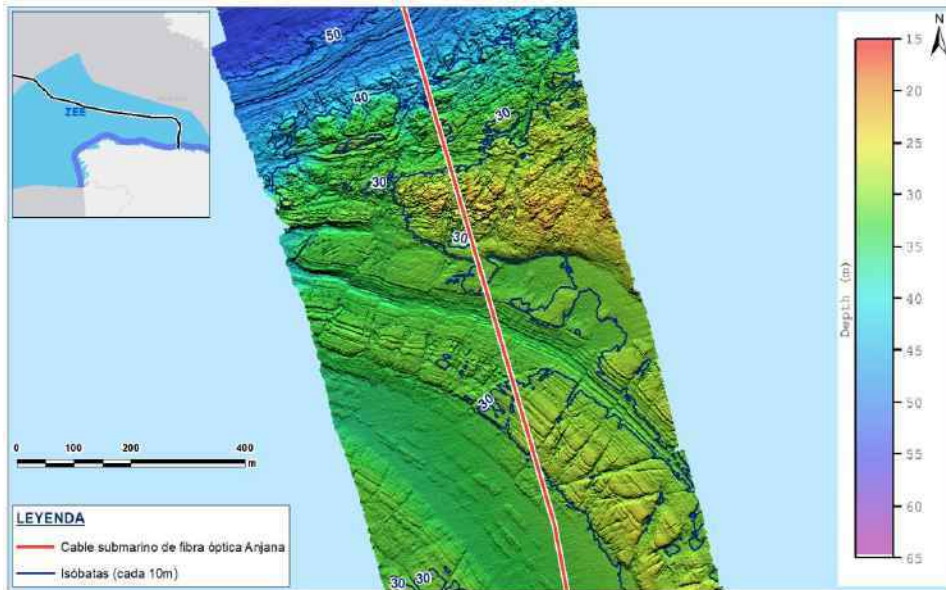


Figura 22.- Batimetría de detalle en la zona entre los 22 y los 31 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIJAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



En la Figura 23.-, la Figura 24.- y la Figura 25.- se muestran las pendientes en la zona de estudio. El modelo de pendientes muestra claramente que las mayores pendientes en la zona de aterrizaje se encuentran al noroeste del trazado, discurriendo éste por la zona más tendida. A partir de los 15 m de profundidad, cuando el cable vira bruscamente en dirección NNW, las pendientes interceptadas se hacen en general mayores, excluyendo algunas zonas de baja pendiente, en correspondencia de los 20 m y a partir de los 29 m de profundidad.

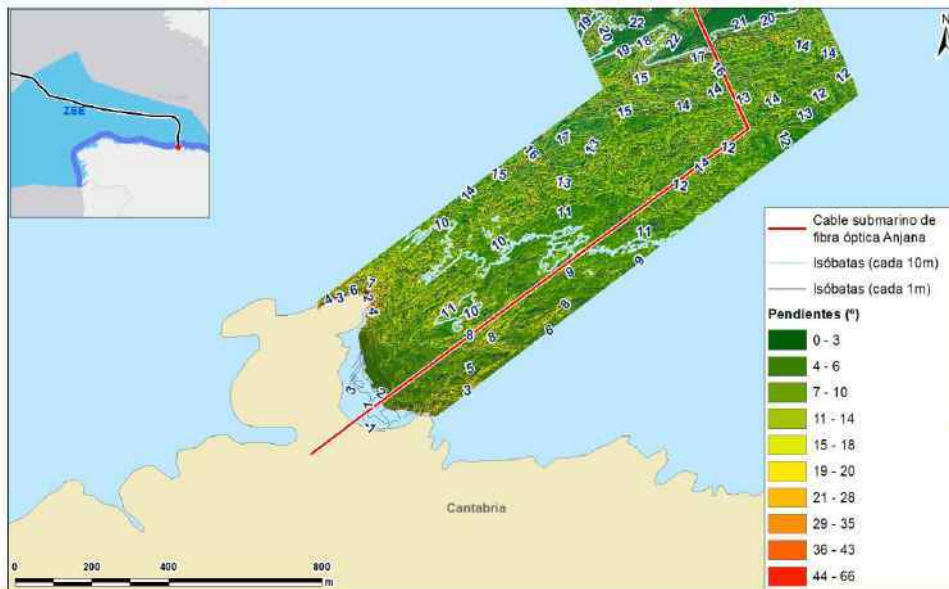


Figura 23.- Modelo de pendientes en la zona del aterrizaje en La Virgen del Mar, hasta los 12 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.





Figura 24.- Modelo de pendientes entre los 12 y los 22 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

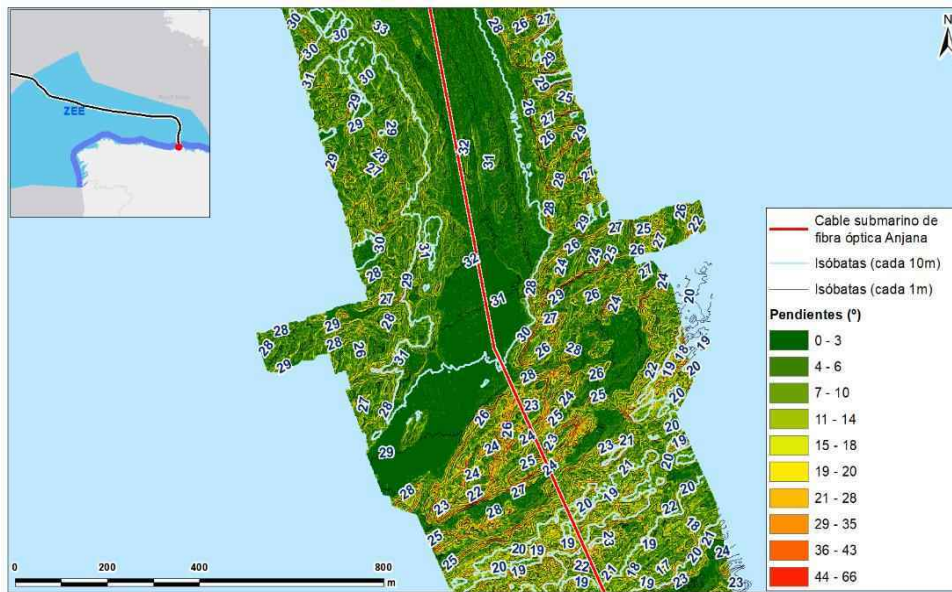


Figura 25.- Modelo de pendientes entre los 22 y los 31 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

En la Figura 26.-se muestra el perfil del terreno a lo largo de la traza.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



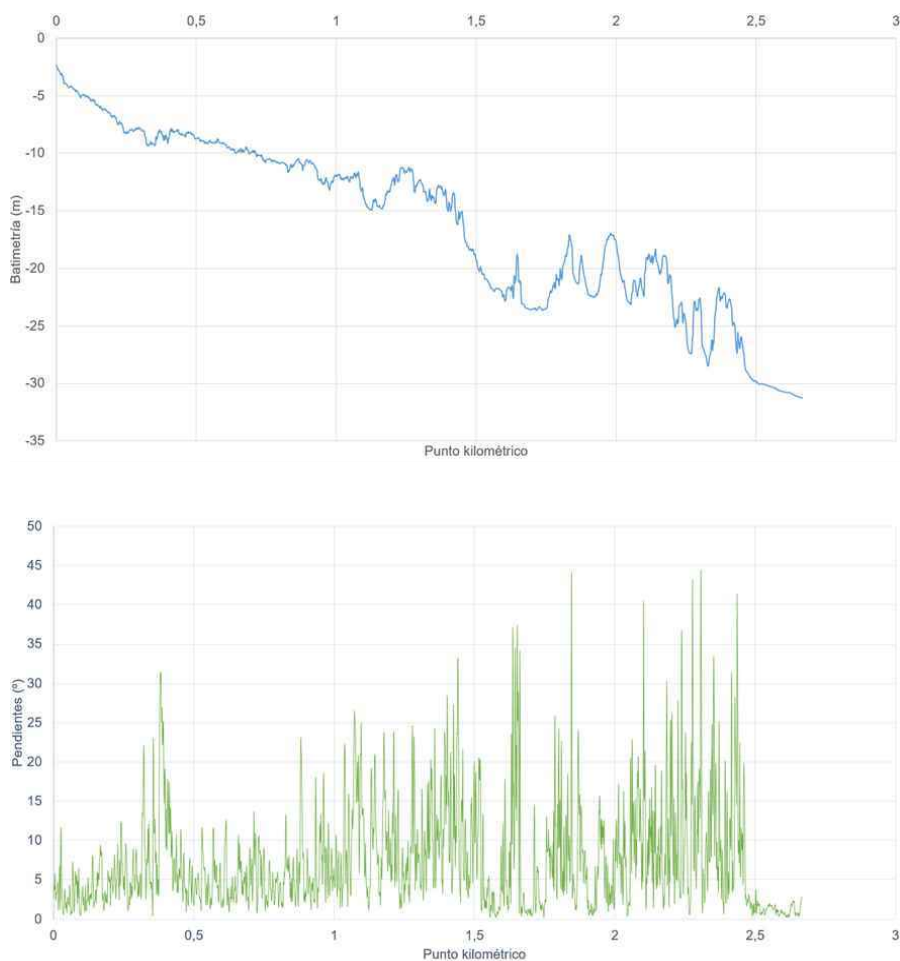


Figura 26.- Perfil del terreno a lo largo del trazado, y pendiente del terreno. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

Como se aprecia en la Figura 26.-, el perfil del terreno es más tendido y regular entre los 2 y los 15 m de profundidad, en el primer kilómetro desde la costa, con pendiente, en general, por debajo de los 10°, a partir de ahí el terreno se hace más abrupto, con muchas irregularidades y pendientes, en general, entre 20° y 40°.

5.2 Estudio geomorfológico

El estudio geomorfológico del fondo se ha realizado con el propósito de caracterizar el área donde se ejecutará la instalación del cable bajo el lecho marino.



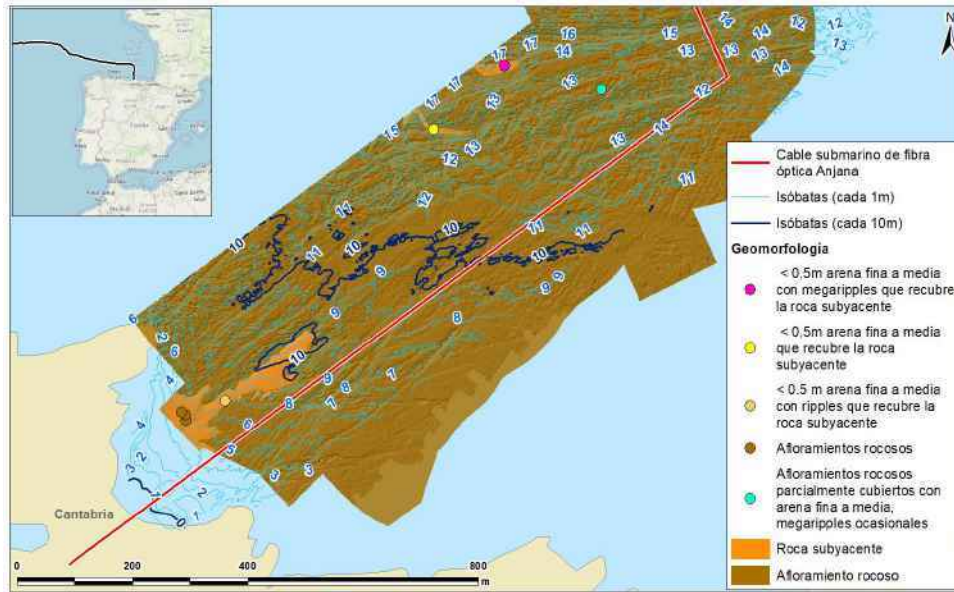


Figura 27.- Geomorfología de detalle del aterrizaje de La Virgen del Mar. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.



Figura 28.- Geomorfología de detalle a profundidades entre 13 y 30 m. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



Como se ve en la Figura 27.- y la Figura 28.-, el trazado del cable desde el aterrizaje hasta los 15 m de profundidad, atraviesa, principalmente, zona rocosa, siendo el fondo rocoso entre los 5 y los 15 m. Las muestras puntuales tomadas indican presencia de finas capas de arena entre afloramientos rocosos. Las características de los tipos de fondo concuerdan con la disposición de las líneas batimétricas y las pendientes, con una zona más tendida en la zona más somera, donde hay más arena rellenando las irregularidades del lecho rocoso. A partir de los 15 m de profundidad el afloramiento rocoso se alterna a bandas con capas de arenas que cubren la roca (en general menos de 0,5 m, con evidencias de megaripples en algunos puntos).

5.3 Comunidades bentónicas

Para el análisis de las comunidades bentónicas se ha recurrido a la cartografía bionómica, que consiste en el análisis de las comunidades biológicas y sus atributos espaciales. Ésta incluye la evaluación de los componentes abióticos (sustrato y hábitat) y bióticos (especies y comunidades).

El área de interés de este estudio comprende la zona costera de la ruta del sistema de cableado de Anjana en el Golfo de Vizcaya en el Mar Cantábrico, que incluye la bahía de la playa de la Virgen del Mar, desde la orilla hasta aproximadamente 2 km de la costa.

La cartografía bionómica de esta zona se ha obtenido mediante la integración de diversas fuentes de datos para evaluar los componentes bióticos y abióticos. En primer lugar, se han utilizado los datos obtenidos durante la campaña marina inshore (hasta cota 30 m) de diciembre de 2021-enero de 2022: registros videográficos adquiridos en varios puntos de muestreo; muestras de sedimento; resultados de la prospección de sonar de barrido lateral (SSS). Además, se ha consultado el mapa de distribución de hábitats de los fondos marinos de la Red Europea de Observación y Datos Marinos (EMODnet) (EUSeaMap 2021) y se ha llevado a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica de estudios previos realizados en la zona y sus alrededores.

EUSeaMap 2021 define el área de interés como un área de alta energía, dominada por roca y otros sustratos duros (EUNIS, 2022). Los biotopos de “Roca Infralitoral Atlántica” (MB12) progresan a “Roca Circalitoral Atlántica” (MC12) siguiendo el gradiente de profundidad, con “Bancos de Arena” de diversos tamaños (MB52 y MC52) presentes esporádicamente tanto en la línea costera poco profunda y barrida por la marea como en la zona circalitoral poco profunda (EMODNet, 2022).

El biotopo rocoso infralitoral incluye el hábitat prioritario para la conservación de “arrecife biogénico” (European Environment Agency (EEA), 2008). Los arrecifes biogénicos son estructuras bentónicas físicas formadas por especies ingenieras de ecosistemas ((van der Reijden et al., 2021) que forman puntos críticos de biodiversidad y son componentes clave de los ecosistemas marinos (Christianen et al., 2016; van der Zee et al., 2012). Su alto valor ecosistémico es fruto de su capacidad para proporcionar un sustrato de asentamiento adecuado,



augmentar las posibilidades de refugio y fuentes de alimento y disminuir la turbidez debido a la atenuación de las olas y las corrientes (van der Reijden et al., 2021). La presencia de este hábitat en el área de estudio se confirmó mediante el análisis de los datos de SSS así como a través de las imágenes de video obtenidas en el área (GS-01, GS-03, BC_01, BC_02, BC_04 y BC_05).

También se observaron bancos de arena de diversas granulometrías intercalados con el sustrato duro (GS-01, GS-02, GS-04). Estos sustratos sedimentarios se detectaron en el área poco profunda impulsada por la marea cerca de la costa (código MITECO 03040201) (Figura 29.-), así como en parches definidos de arena fina a mediana con fragmentos de conchas y guijarros ocasionales en áreas más profundas (código MITECO 030402) (Figura 30.-). En ambos hábitats se observó una ausencia de crecimiento de algas. Sin embargo, mientras que los hábitats menos profundos impulsados por las mareas albergan una fauna e infauna dispersas debido a su mayor energía, los fondos marinos sedimentarios más profundos y estables pueden albergar comunidades significativamente más ricas (Martínez & Adarraga, 2001).



Figura 29.- Zona de arena clara a 10 m de profundidad, con fragmentos de conchas y ripples, observada en el transecto GS-02 ((código MITECO 03040201). Fuente: NEC.





Figura 30.- Zona de arena clara a 31 m de profundidad, con ocasionales cantos rodados, en el punto de muestreo GS-04 ((código MITECO 030402). Fuente: NEC.

Las comunidades de fondos marinos en el área de estudio son definidas por cinturones de macroalgas en la zona infralitoral, donde el factor más limitante es la cantidad de luz. Las especies dominantes observadas fueron el alga roja *Gelidium corneum* (= *G. sesquipedale*) mezclada con el alga feofíceea *Cystoseira baccata*, que colonizan sustrato rocoso con diversos grados de sedimentación (código MITECO 03010113) (Figura 31.-). El sustrato rocoso a menudo estaba cubierto de algas calcáreas (*Lithophyllum* sp.).



Figura 31.- Denso cinturón de macroalgas en fondo rocoso, con *Cystoseira baccata* y *Gelidium corneum* ((código MITECO 03010113). Fuente: NEC.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIJAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria



El grado de exposición de estas áreas de alta energía condiciona también la presencia de unas especies u otras. Además de *G. corneum* y *C. baccata*, se observaron individuos esporádicos de laminaria (posiblemente *Saccorhiza polyschides*, *Laminaria digitata* y *Laminaria hyperborea* (BOC Extraordinario Núm 35, 2012)), junto con diferentes algas epifitas como la rodofícea *Rhodomenia* sp. y la feofícea *Dictyota dichotoma*.

Con el aumento en la batimetría y una disminución en la disponibilidad de luz, se observó cómo la comunidad colonizadora del sustrato rocoso avanzaba hacia formas incrustantes, incluyendo algas calcáreas *Lithophyllum* sp., esponjas (Porifera) y ascidias, mientras que las algas ramificadas se volvían escasas (código MITECO 03010206) (Figura 32.-). La biodiversidad observada en este biotopo fue la más rica de toda el área de estudio.

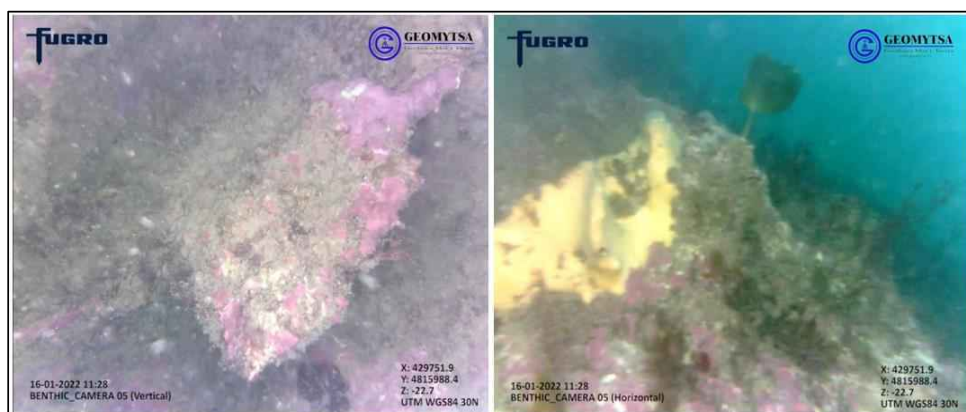


Figura 32.- Roca infralitoral expuesta con afloramientos rocosos, en el punto BC_05 ((código MITECO 03010206). Fuente: NEC.

La Tabla 1 resume los hábitats observados de acuerdo con el Inventario Español de Hábitats Marinos (IEHM, publicado por MITECO) y el Sistema Europeo de Información de la Naturaleza (EUNIS, 2022). No se detectó ninguna especie invasora incluida en el “Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras” (Real Decreto 630/2013, 2013).

Código MITECO	Código EUNIS 2022	Hábitat marino
3040201	MB52	Fondos móviles de arena limpia infralitoral con fauna dispersa
3010113	MB12	Roca infralitoral expuesta con <i>Gelidium corneum</i>



3010206	MC12	Roca infralitoral expuesta a corrientes de marea con laminariales y algas rojas foliosas con esponjas y ascidias
30402	MC52	Arenas y arenas fangosas infralitorales y circalitorales

Tabla 1. Resumen de los hábitats bentónicos observados en la zona costera del sistema de cables de Anjana. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

La Figura 33.- muestra la distribución de las comunidades marinas identificadas en los puntos de muestreo de la zona costera.



Figura 33.- Distribución de las comunidades marinas en los puntos de muestreo de la zona costera. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

5.4 Clima marítimo

El clima marítimo en la zona del aterrizaje de Santander se puede determinar a partir del análisis de los datos del punto SIMAR más cercano, es decir el punto 3135036 (Figura 34.-, Fuente: Puertos del Estado).





Figura 34.- Ubicación del punto SIMAR 3135036 en proximidad de la playa de la Virgen del Mar, T.M. Santander. Fuente: Puertos del Estado.

La rosa de oleaje de este punto muestra una dominancia de las olas provenientes desde el cuarto cuadrante, estando la dirección concentrada en el NW un 60% del tiempo. El oleaje es bastante energético, con olas entre 3 y 5 m registradas un 19% del tiempo y olas superiores a 5 m presentes un 3,8% del tiempo. Los periodos de calma con olas inferiores a 0,5 m se presentan un 0,8% del tiempo. Las olas de altura significativa superior o igual a 4,5 m provienen exclusivamente de la dirección NW (Figura 35.-, Figura 36.- y Figura 37.-).



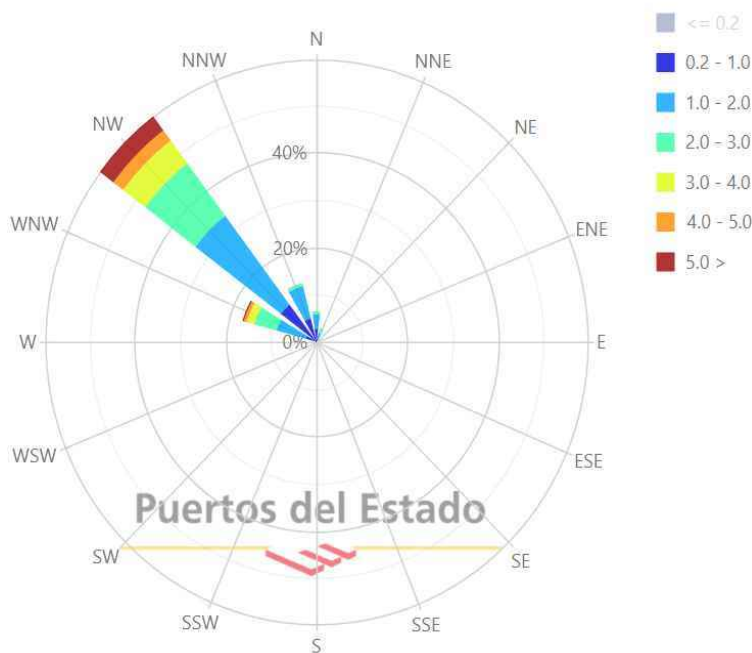


Figura 35.- Rosa de altura significativa (m) de oleaje en el punto SIMAR 3135036 en proximidad de Santander (año 2020). Fuente: Puertos del Estado.

Eficacia: 99.58%		Periodo de Pico (s)										Total	
		<= 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	>	Total
Altura Significativa (m)	<= 0.3	-	-	-	0.034	0.114	-	0.180	0.023	0.091	0.180	0.229	0.812
	1.0	-	-	-	0.023	0.274	1.363	2.264	1.075	2.895	2.767	8.796	20.979
	1.5	-	-	-	-	0.194	0.320	1.189	1.349	1.646	3.133	18.932	26.763
	2.0	-	-	-	-	-	0.157	0.337	0.800	0.777	0.732	12.610	15.594
	2.5	-	-	-	-	-	-	0.160	0.696	0.332	0.594	11.293	12.987
	3.0	-	-	-	-	-	-	0.011	0.034	0.180	0.514	6.819	7.340
	3.5	-	-	-	-	-	-	-	0.023	0.091	0.103	5.007	5.225
	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.274	2.778	3.052
	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011	0.090	2.258	2.359
	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011	1.429	1.440
5.0 >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.818	3.818	
Total	-	-	-	0.057	0.583	1.841	4.321	3.910	6.105	8.389	74.814	100%	

Figura 36.- Tabla de frecuencias altura – periodo punto SIMAR 3135036 en proximidad de la playa de la Virgen del Mar. Fuente: Puertos del Estado.



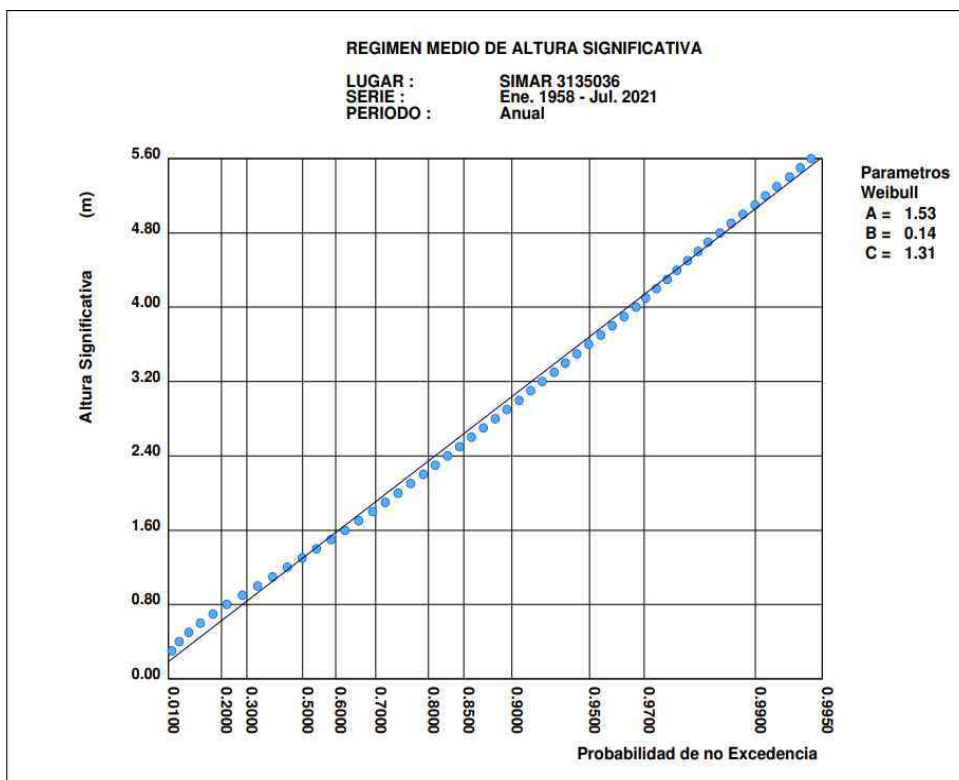


Figura 37.- Régimen medio de oleaje en el punto SIMAR 3135036 próximo a La Virgen del Mar.

Fuente: Puertos del Estado.

Concretamente, la playa de la Virgen del Mar es una playa pequeña y encajada en una zona rocosa acantilada, y con una laja rocosa frente a la misma, por lo que se trata de un pequeño depósito arenoso, encajado en una zona abrigada por la propia isla de la Virgen del Mar, formando un pequeño istmo arenoso, que conecta la isla con la costa. La playa está orientada al noreste, abrigada de los oleajes más energéticos, que, como se ha visto, son los del NW.

En cuanto al nivel del mar, las mareas en Santander son semidiurnas y mesomareales, con el nivel medio del mar (rango mareal) de 2,85 m (según se recoge en el derrotero del puerto de Santander). La playa queda prácticamente cubierta en su totalidad durante las pleamares en mareas vivas.

6 ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA ACTUACIÓN

Tal y como se ha indicado, teniendo en cuenta las características de la actuación (cable enterrado en la arena y apoyado sobre roca), no se contempla que esta pueda afectar a la dinámica litoral, por lo que no se realizan cálculos en este sentido. Los cálculos se orientan a determinar las condiciones para garantizar la estabilidad del cable. Al tratarse de zonas arenosas, los cables pueden verse afectados por variaciones del nivel de arena que provoquen que éste se



desentierre y descalce, pudiendo generar tensiones que lo rompan. Las costas arenosas están sujetas a variaciones temporales tanto estacionales como a largo plazo (de tendencia). La evolución de la forma de las playas y de la posición de la línea de costa es una combinación de movimientos en sentido paralelo y en sentido perpendicular a la costa, pero, para poder representar y prever la evolución de las costas arenosas, su análisis se divide en dos partes, evolución en planta y evolución en perfil. La evolución en planta viene determinada por el transporte litoral a lo largo de la costa, que determina si una costa está en recesión, en acreción o es estable. En cuanto al perfil, éste determina variaciones a más corto plazo, asociadas a la estacionalidad (perfil de verano, con mayor pendiente y de invierno, con menor pendiente) y a los temporales. A continuación, se analizan ambos elementos para comprobar sus efectos sobre la estabilidad del cable en el aterrizaje.

6.1 Análisis de la estabilidad en planta

El análisis de la evolución de la forma en planta de una playa o tramo costero arenoso permite identificar las variaciones en la posición de la misma, determinando así zonas de acumulación o de erosión, y el consiguiente grado de estabilidad de la costa. La forma en planta de una playa viene determinada por la dirección del flujo medio de energía (en adelante, FME), y su estabilidad, por la oblicuidad entre la dirección con la que el FME alcanza la playa y la perpendicular al frente de playa. La dirección del FME a pie de playa viene determinada por las modificaciones que sufre el oleaje en su propagación desde aguas profundas hasta la costa, por efecto, básicamente, de la refracción, y la difracción. En el caso de playas encajadas e istmos, como ocurre con este proyecto, el principal proceso que determina la dirección del oleaje es la difracción. En este caso, la de la isla de la Virgen del Mar, que difracta el oleaje que llega del NW, provocando una zona de sombra o acumulación de arena en su parte posterior, generando así el istmo que conforma la playa de la Virgen del Mar. El lado oriental de la playa, por el que llega a tierra el cable, está enfrentado al noreste, y la dirección de llegada del oleaje (así como su altura, muy disminuida por la difracción) a la playa, está totalmente dominada por el punto de difracción que representa la isla de la Virgen del Mar. Por este motivo, no tiene sentido realizar un análisis de la dirección de llegada del FME y sus posibles variaciones, y la estabilidad en planta se analiza simplemente a partir de la evolución histórica de la forma en planta de la playa.

Para ello, se ha comparado la forma de la costa y la posición de la línea de orilla a lo largo del tiempo mediante fotografías aéreas (desde la Figura 38.- hasta la Figura 45.-).





Figura 38.- Fotografía aérea de la playa, diciembre 2002. Fuente: Google Earth.



Figura 39.- Fotografía aérea de la playa, julio 2006. Fuente: Google Earth.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria





Figura 40.- Fotografía aérea de la playa, agosto 2007. Fuente: Google Earth.



Figura 41.- Fotografía aérea de la playa, abril 2010. Fuente: Google Earth.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIJAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria





Figura 42.- Fotografía aérea de la playa, mayo 2010. Fuente: Google Earth.



Figura 43.- Fotografía aérea de la playa, marzo 2011. Fuente: Google Earth.

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria





Figura 44.- Fotografía aérea de la playa, octubre 2014. Fuente: Google Earth.



Figura 45.- Fotografía aérea de la playa, junio 2020. Fuente: Google Earth.

Los estudios de playa hechos en 2022 indican variaciones estacionales a corto plazo en la parte superior de la playa entre las imágenes adquiridas en enero de 2022 y marzo de 2022 (Figura 46.-). Al igual que con las imágenes aéreas, se sospecha que en marzo de 2022 hay una mayor superficie de rocas expuestas y que resultan estar parcialmente cubiertas de algas, a diferencia que en enero. Los niveles de la playa en la cota del agua parecen mostrar poca diferencia.





Figura 46.- Variaciones estacionales a corto plazo en la parte superior de la playa. Fuente: Tecnoambiente, 2022.

Como se aprecia en la serie de fotografías aéreas desde 2002 a 2020 (desde la Figura 38.- hasta la Figura 45.-), la forma de playa no ha sufrido cambios, tratándose de un pequeño istmo que queda cubierto por el agua en pleamar, y con pequeñas zonas de acumulación de arena seca en el contorno del aparcamiento. Se trata por lo tanto de una playa que no sufre alteraciones en su forma en planta, estando sujeta la mayor parte de la misma a la emersión e inmersión diaria por efecto de las mareas.



6.2 Análisis de la estabilidad en perfil

Para el análisis de la estabilidad del perfil de playa se ha determinado en primer lugar la profundidad de cierre del perfil, concepto que permite conocer la profundidad por debajo de la cual no se producen cambios significativos en el perfil de playa. Para ello se ha empleado la fórmula de Birkemeier (1985) (Ecuación 1):

$$h_c = 1,75H_{s12} - 57,9 \frac{H_{s12}^2}{g T_s^2}$$

Ecuación 1. Fórmula de Birkemeier.

En esta fórmula, h_c es la profundidad de cierre, H_{s12} es la altura de ola sólo superada 12 horas al año, g es la aceleración de la gravedad y T_s el periodo significativo. Para obtener la H_{s12} se ha empleado el ajuste del régimen medio del punto SIMAR.

Para obtener la H_{s12} se emplea el régimen medio, estableciendo los parámetros de ajuste, y la probabilidad de no superación, que, para 12 horas al año, es de 0,9986. La determinación de la H_{s12} para el punto SIMAR 3135036, ubicado aproximadamente 680 m al oeste del cable, se muestra en la Tabla 2.

Weibull_pe	x (m)	A (escala)	B (posición)	C (forma)	Weibull P(Hs<x)
	6.6	1.53	0.14	1.31	0.99864

Tabla 2. Cálculo de la H_{s12} en el punto SIMAR 3135036.

La H_{s12} para el punto 3135036 es de 6,6 m. El cálculo de la profundidad de cierre correspondiente a esta altura de ola se muestra en la Tabla 3.

Profundidad de cierre	
Altura de ola superada 12h/año H_{s12} (m)	6.6
Periodo significativo $T_{1/3}$ (s)	15.0
Profundidad de cierre (m)	10.407

Tabla 3. Cálculo de la profundidad de cierre en la playa de la Virgen del Mar (SIMAR 3135036).

Como se ve en los resultados, la profundidad de cierre está sobre los 10,5 m, es decir, por debajo de los 11 m de profundidad, la variabilidad del perfil, a largo plazo, es despreciable. Teniendo en cuenta que, por debajo de los 4 m, el fondo es eminentemente rocoso, con pequeños parches de arena, que rellenan los huecos e irregularidades en la roca, el perfil sólo sufrirá variaciones en la zona más somera, a menos de 4 m de profundidad. Por otra parte, para completar la información respecto a la variabilidad del perfil, se ha simulado la evolución del perfil durante un temporal mediante el modelo PETRA, integrado en el software SMC (Sistema de Modelado Costero) desarrollado por el GIOC de la Universidad de Cantabria y el Ministerio de Medio Ambiente. Este módulo permite simular la evolución del perfil de playa durante un temporal, teniendo en cuenta el perfil de playa, el tamaño del sedimento, las características del temporal y el rango de marea. Dado que la profundidad de cierre está sobre los 11 m, se ha introducido el perfil hasta los 15 m de profundidad. En cuanto al tamaño del sedimento, se ha considerado la

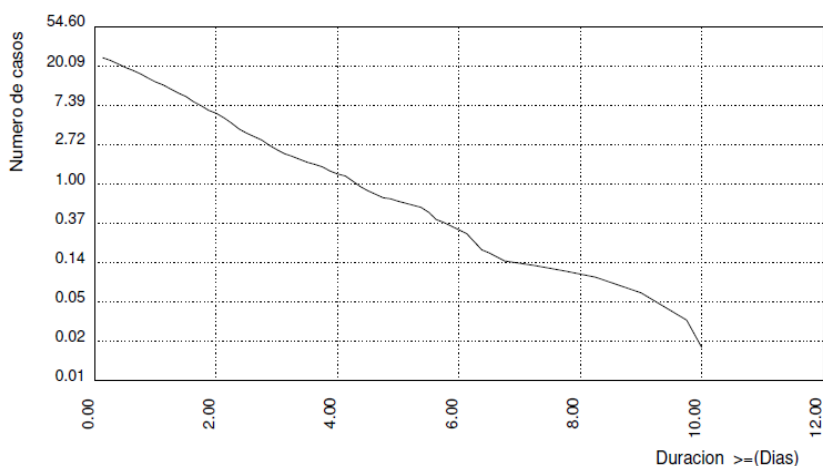


granulometría de una muestra de sedimento recogida en la playa de la Virgen del Mar, en proximidad del límite de bajamar: se trata de arena media, con un d50 de 0,26 mm. Respecto al rango de marea, se ha considerado un promedio de 3 m. Para determinar las características del temporal a simular, se ha analizado la información sobre la duración media de las excedencias de altura de ola. En la Figura 47.- se muestra el gráfico de duración media de persistencia sobre el nivel de 3 m, en el punto SIMAR 3135036.

PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 3.00 (m)

LUGAR : SIMAR 3135036 PERIODO : Anual
PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Jul. 2021

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



PORCENTAJE DE SUPERACIONES

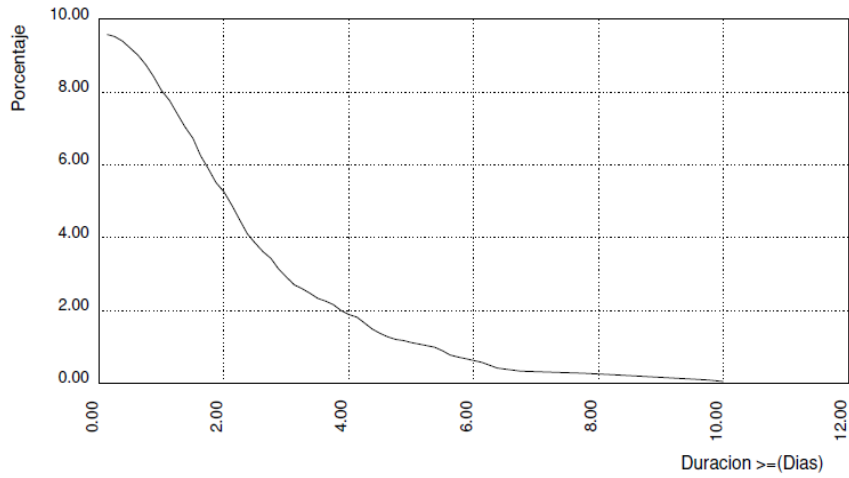
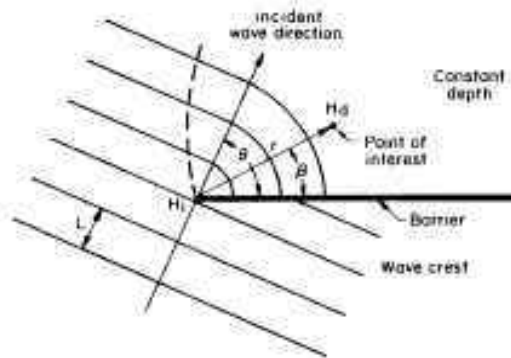


Figura 47.- Persistencia sobre el nivel del 3 m de oleaje en el punto SIMAR 3135036. Fuente: Puertos del Estado.

Como se aprecia en la Figura 47.-, sólo el 2% de las veces las persistencias por encima de los 3 m duran más de 4 días, por lo que se ha simulado un temporal de 3 días de duración por encima de 3 m, con altura máxima de 4,5 m en el punto SIMAR. Los periodos oscilan entre los 14 y 16 s. Dada la posición de la playa, protegida por la isla de la Virgen del Mar, y prácticamente perpendicular a los oleajes del NW se ha aplicado el coeficiente de difracción según la fórmula de Wiegel, con lo que, al pie de la playa, el coeficiente de difracción es de 0,2, por lo que, la altura se reduce a un 20% de la altura en el punto SIMAR., tal y como se aprecia en la Figura 48.-.



Kd Wiegel	
Periodo T (s)	11
Profundidad h (m)	15
oblicuidad theta (°)	90
posicion r (m)	340
posicion beta (°)	40
Kd	0.18

Figura 48.- Cálculo del coeficiente de difracción según Wiegel.

El NM (Nivel de Marea) en el modelo se ha puesto 3,44 m por encima de la referencia del perfil (NMM (Nivel Medio del Mar) Local Observado) (Fuente: Instituto Hidrográfico de la Marina, Ministerio de Defensa, España).

Con estos datos, la evolución obtenida en el perfil es la representada en la Figura 49.-.

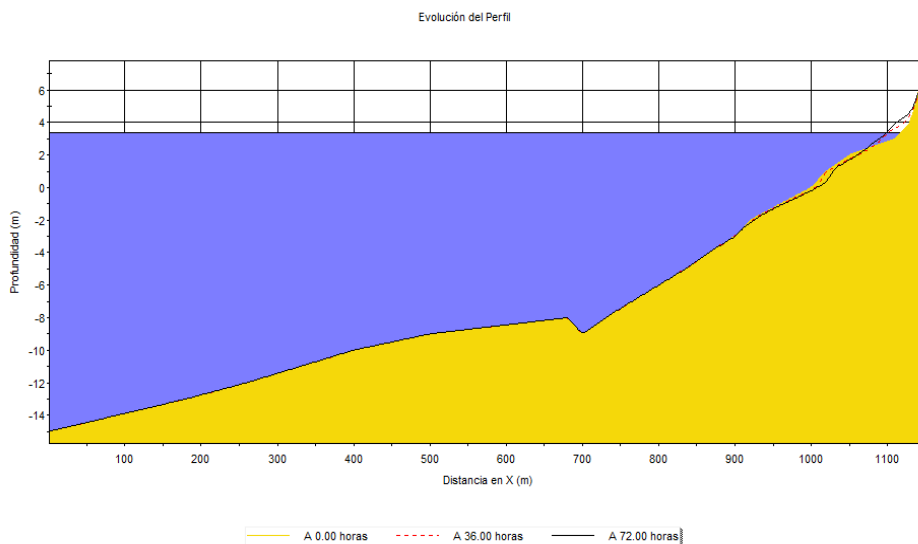


Figura 49.- Evolución del perfil tras un temporal de 72 horas. Fuente: Instituto Hidrográfico de la Marina, Ministerio de Defensa, España.

Como se ve en la Figura 49.- de evolución del perfil en temporal, se da erosión en la parte del perfil que temporalmente queda emergida y sumergida, por encima del nivel 0 del perfil. En esta zona, la mayor erosión se da a la cota +4 m, con erosiones que alcanzan algo más de 1 m de espesor. Esto implica por lo tanto un riesgo para la estabilidad del cable, por lo que, es recomendable enterrar alrededor de 1 m en toda la playa, bien sea la zona sumergida permanentemente (por debajo de los 0 m de la batimetría) aunque se mueva poco, bien en la parte intermareal, donde se puede haber erosión de hasta 1 m.

Además de esta evolución, el modelo PETRA aporta información sobre el retroceso respecto al nivel medio que puede sufrir el perfil y el retroceso consiguiente de la playa seca. En este caso,



dado que el perfil de playa está limitado por la zona rocosa que da paso al aparcamiento, este punto no sufrirá retroceso ni afectará a la BMH.

6.3 Ocupación del DPMT

A efectos de la Ley de Costas, la zona de aterrizaje del cable desde la zona marina al ámbito terrestre supone la ocupación permanente del dominio público marítimo-terrestre (DPMT).

El proyecto requiere tender el cable soterrado en la zona emergida de la playa, para lo que se ocupará temporalmente dicho espacio. Una vez tendido el cable y cubierta la zanja en fase de construcción, el cable soterrado no afecta al resto de usos presentes en la playa durante el funcionamiento del mismo. Para obtener el correspondiente permiso de ocupación se presentará la documentación correspondiente a la Demarcación de Costas de Cantabria.

7 CONCLUSIONES

En el presente apartado se ha analizado el clima marítimo y la estabilidad de la playa en el entorno de la infraestructura proyectada. Por lo que respecta al clima marítimo, la zona de aterrizaje está en una zona energética, con alto porcentaje de temporales con olas de entre 3 y 5 m el 19% del tiempo, y olas de más de 5 m el 3,8% del tiempo.

En cuanto al sedimento, está compuesto de arenas medias, aunque la arena es escasa situándose en la zona más somera y en los huecos en las irregularidades del fondo rocoso. Por debajo de los 4 m, el fondo es eminentemente rocoso, con pequeños parches de arena, que rellenan los huecos e irregularidades en la roca. La profundidad de cierre del perfil en la zona está sobre los 10,5 m (hipótesis idealizada en la que la totalidad del perfil de playa es sedimentario y móvil, pero, teniendo en cuenta que por debajo de los 4 m el fondo está constituido por roca, el perfil de playa sólo sufrirá variaciones en la zona más somera, a menos de 4 m de profundidad. Por tanto, no hay riesgo de descalce del cable a profundidades mayores de 4 metros, donde el cable no se podrá enterrar y se apoyará sobre fondo rocoso.

Las variaciones de perfil durante un temporal alcanzan algo más de 1 m de espesor a la cota de +4 m, por lo que el cable en la playa (zona intermareal y zona sumergida permanentemente) deberá ir enterrado por lo menos a 1 m de profundidad.

El cable estará protegido adicionalmente mediante tubería articulada en la zona más somera y próxima a la BMH, que cubre una distancia aproximada de 500 m y alcanza una profundidad de agua de aproximadamente 7 m. Una parte de este tramo de tubería protegida estará enterrado bajo la arena, mientras que, a partir de los 4 m, donde el fondo pasa a ser rocoso, se apoyará directamente sobre dicho fondo.



8 REFERENCIAS

8.1 Bibliografía

Birkemeier, W. A. (1985). Field data on seaward limit of profile change. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering 111(3), 598-602.

Wiegel, R.L. (1962). Diffraction of waves by semi-infinite breakwater. Journal Hydraulic Div., Proc. ASCE, Vol. 88, N° HY1, pp. 27-44.

8.2 Recursos web

PUERTOS DEL ESTADO: <http://puertos.es/>

VISOR IC3: <https://c3e.ihcantabria.com/>

9 AUTORES

En la redacción del presente estudio ha participado el siguiente personal de Tecnoambiente S.L.:

Nombre	Titulación	DNI
Jurgi Areizaga	Dr. Ciencias del Mar	72474180F

Firma:

Jurgi Areizaga Casares

Dr. CC del Mar

Tecnoambiente SL

GIADA
TREZZI -
DNI
Y2620962
B

Firmado digitalmente por
GIADA TREZZI -
DNI Y2620962B
Fecha:
2023.06.08
13:53:22 +02'00'





Código seguro de Verificación : GEISER-0182-93e3-f88f-44d7-a718-2c55-8af7-bbeb | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL DEL LA ZONA DE ATERRIZAJE DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA ANJANA EN LA PLAYA
DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER, Cantabria

- 52 -

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-0182-93e3-f88f-44d7-a718-2c55-8af7-bbeb

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



GEISER-0182-93e3-f88f-44d7-a718-2c55-8af7-bbeb



NÚMERO DE DEPÓSITO

2023 - 00373 - O - 0034740

Seguro de Caución
Provisional

RESGUARDO DE GARANTÍA OTORGADA

PROPIETARIO O GARANTE

CIF/NIF W0067389G	APELLIDOS Y NOMBRE O RAZÓN SOCIAL CHUBB EUROPEAN GROUP, SE, SUCURSAL EN ESPAÑA		
NACIONALIDAD ES	DOMICILIO	PASEO CASTELLANA, 141	
	MUNICIPIO	Madrid	CP 28046

GARANTIZADO

CIF/NIF B67683805	APELLIDOS Y NOMBRE O RAZÓN SOCIAL EDGE NETWORK INFRASTRUCTURE SERVICES SPAIN, S.L.U.		
NACIONALIDAD ES	DOMICILIO	PASEO DE LA CASTELLANA, 35	
	MUNICIPIO	Madrid	CP 28046

NORMA/S QUE IMPONE/N CONSTITUIR ESTA GARANTÍA

0331	REAL DECRETO 876/2014, DE 10-10, POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO GENERAL DE COSTAS.
-------------	--

FINALIDAD Solicitud de concesión para la ocupación del espacio público marítimo y terrestre para cable submarino de telecomunicación	NÚMERO AVAL ESSUI242363
	CÓDIGO EXPEDIENTE

AUTORIDAD A CUYA DISPOSICIÓN SE CONSTITUYE

CIF/NIF S3917001D	DENOMINACIÓN MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE - DEMARCACION DE COSTAS CANTABRIA -SANTANDER-
NACIONALIDAD ES	

IMPORTE EN CIFRA	46.000,00 €
------------------	--------------------

CÓDIGO SEGURO DE VERIFICACIÓN (CSV)

<i>Puede verificar la integridad y autenticidad del resguardo o justificante mediante el cotejo documental en la Sede Electrónica del Tesoro y Política Financiera https://www.tesoropublico.gob.es</i>	
CÓDIGO SEGURO DE VERIFICACIÓN (CSV) CGD230500455095exw34yg3BUKSBvG	FECHA EXPEDICIÓN Madrid, a 26 de mayo de 2023

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-c95a-421c-e93d-4f53-91d5-39d7-9206-4b3e

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



GEISER-c95a-421c-e93d-4f53-91d5-39d7-9206-4b3e

Código seguro de Verificación : GEISER-c95a-421c-e93d-4f53-91d5-39d7-9206-4b3e | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : <https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

CÓDIGO SEGURO DE VERIFICACIÓN (CSV)

<p><i>Puede verificar la integridad y autenticidad del resguardo o justificante mediante el cotejo documental en la Sede Electrónica del Tesoro y Política Financiera https://www.tesoropublico.gob.es</i></p>	
<p>CÓDIGO SEGURO DE VERIFICACIÓN (CSV) CGD230500455095exw34yg3BUKSBvG</p>	<p>FECHA EXPEDICIÓN Madrid, a 26 de mayo de 2023</p>

ÁMBITO- PREFIJO

GEISER

Nº registro

REGAGE23e00040454855

CSV

GEISER-c95a-421c-e93d-4f53-91d5-39d7-9206-4b3e

DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN

<https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida>

FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO

21/06/2023 09:58:17 Horario peninsular



ANEXO 1:

DETALLES DEL TRAZADO DEL CABLE EN AGUAS ESPAÑOLAS

Pos No.	Elemento	Latitud (WGS84)		Longitud (WGS84)		Distancia (km)			Longitud de Cable (km)		Tipo de Cable	Totales de Cable por Tipo (km)	Prof. Aprox. (m)	Enterr. Objetivo (m)	Observaciones
						Entre Posiciones	Total Acumulada	% Holgura	Entre Posiciones	Total Acumulada					
1	BMH Virgen del Mar	43 °	28.6145 ' N	3 °	52.6228 ' W	0.000	0.000	0.0	0.040	0.000	DA	0.000	0	2.0	BMH Virgen del Mar, Santander. Holgura de cable 40m
2	BMH Virgen del Mar	43 °	28.6145 ' N	3 °	52.6228 ' W	0.035	0.000	6.0	0.037	0.040	DA		0	2.0	
3	POL End of Ramp and Duct/ Start AP	43 °	28.6257 ' N	3 °	52.6017 ' W	0.034	0.035	6.0	0.036	0.077	DA		0	2.0	Final de rampa y conducto/ Inicio de AP
4	CX OOS RIOJA-1	43 °	28.6366 ' N	3 °	52.5811 ' W	0.092	0.070	6.0	0.098	0.114	DA		0	2.0	
5	CX OOS RIOJA-1	43 °	28.6659 ' N	3 °	52.5259 ' W	0.001	0.162	6.0	0.001	0.211	DA		0	2.0	
6	POL	43 °	28.6663 ' N	3 °	52.5251 ' W	0.117	0.163	6.0	0.124	0.213	DA		0	2.0	Marca de Bajamar
7	POL	43 °	28.7036 ' N	3 °	52.4548 ' W	0.057	0.280	6.0	0.060	0.337	DA		4	2.0	Inicio de roca en zona de aterraje
8	POL	43 °	28.7216 ' N	3 °	52.4209 ' W	0.170	0.337	6.0	0.180	0.397	DA		5	2.0	Profundidad de agua 5m
9	POL	43 °	28.7756 ' N	3 °	52.3191 ' W	0.375	0.507	6.0	0.398	0.577	DA		7	2.0	Fin de AP
10	POL	43 °	28.8949 ' N	3 °	52.0941 ' W	0.523	0.882	6.1	0.554	0.975	DA		10	2.0	Profundidad de agua 10m
11	DSE	43 °	29.0612 ' N	3 °	51.7808 ' W	0.220	1.405	2.2	0.225	1.529	DA		13	2.0	
12	POL	43 °	29.1685 ' N	3 °	51.8517 ' W	1.005	1.625	2.7	1.032	1.755	DA		20	2.0	Profundidad de agua 20m
13	POL	43 °	29.6576 ' N	3 °	52.1747 ' W	0.048	2.630	2.0	0.049	2.786	DA		30	2.0	Profundidad de agua 30m
14	AC	43 °	29.6812 ' N	3 °	52.1903 ' W	0.809	2.679	2.0	0.825	2.836	DA		30	2.0	
15	AC	43 °	30.1090 ' N	3 °	52.3125 ' W	1.379	3.488	2.6	1.414	3.661	DA		31	2.0	
16	PLDN	43 °	30.8193 ' N	3 °	52.6203 ' W	0.553	4.867	0.5	0.556	5.076	DA		64	2.0	Inicio ploughing
17	AC	43 °	31.1043 ' N	3 °	52.7438 ' W	0.691	5.420	0.5	0.694	5.632	DA		70	2.0	
18	AC	43 °	31.4373 ' N	3 °	52.9750 ' W	0.677	6.111	0.5	0.681	6.326	DA		75	2.0	
19	AC	43 °	31.7950 ' N	3 °	53.0804 ' W	0.322	6.788	0.5	0.324	7.007	DA		73	2.0	
20	AC	43 °	31.9688 ' N	3 °	53.0702 ' W	0.318	7.111	0.5	0.320	7.331	DA		74	2.0	
21	AC	43 °	32.1330 ' N	3 °	53.0008 ' W	0.490	7.429	0.5	0.493	7.651	DA		77	2.0	
22	AC	43 °	32.3617 ' N	3 °	52.8175 ' W	1.570	7.919	0.5	1.578	8.143	DA		79	2.0	
23	POL	43 °	33.0574 ' N	3 °	52.1518 ' W	0.450	9.488	0.5	0.452	9.721	DA		100	2.0	Profundidad de agua 100m
24	AC	43 °	33.2567 ' N	3 °	51.9610 ' W	0.977	9.938	0.5	0.982	10.173	DA		109	2.0	
25	AC	43 °	33.6531 ' N	3 °	51.4824 ' W	0.242	10.915	0.5	0.244	11.155	DA		117	2.0	
26	CX P Power Cable Xlinks	43 °	33.7703 ' N	3 °	51.4023 ' W	0.260	11.157	0.5	0.261	11.398	DA		116	2.0	Cruce con cable eléctrico propuesto Xlinks XA = 60
27	AC	43 °	33.8960 ' N	3 °	51.3163 ' W	1.283	11.417	0.5	1.289	11.660	DA		116	2.0	
28	AC	43 °	34.5747 ' N	3 °	51.1256 ' W	0.377	12.700	0.5	0.379	12.949	DA		132	2.0	
29	AC	43 °	34.7782 ' N	3 °	51.1376 ' W	0.353	13.077	0.5	0.355	13.328	DA		137	2.0	
30	AC	43 °	34.9640 ' N	3 °	51.0795 ' W	0.970	13.430	0.5	0.975	13.683	DA		138	2.0	
31	AC	43 °	35.4248 ' N	3 °	50.7366 ' W	0.607	14.400	0.5	0.610	14.658	DA		143	2.0	
32	AC	43 °	35.7405 ' N	3 °	50.6146 ' W	0.253	15.007	0.5	0.255	15.268	DA		152	2.0	
33	PLUP	43 °	35.8766 ' N	3 °	50.5958 ' W	0.443	15.261	2.0	0.452	15.523	DA		156	2.0	Fin ploughing
34	AC	43 °	36.1147 ' N	3 °	50.5629 ' W	0.820	15.704	2.0	0.837	15.975	DA		160	2.0	

Pos No.	Elemento	Latitud (WGS84)		Longitud (WGS84)		Distancia (km)			Longitud de Cable (km)		Tipo de Cable	Totales de Cable por Tipo (km)	Prof. Aprox. (m)	Enterr. Objetivo (m)	Observaciones
						Entre Posiciones	Total Acumulada	% Holgura	Entre Posiciones	Total Acumulada					
35	AC	43 °	36.5573 ' N	3 °	50.5387 ' W		16.524		16.811				165		
						0.394		2.0	0.402		DA				
36	AC	43 °	36.7655 ' N	3 °	50.5990 ' W		16.918		17.213				167		
						0.105		2.0	0.107		DA				
37	CX P Cable Sines 4.0	43 °	36.8219 ' N	3 °	50.5899 ' W		17.023		17.320				168		Cruce con cable de fibra óptica propuesto Sines 4.0 XA = 81
						0.241		2.0	0.246		DA				
38	AC	43 °	36.9513 ' N	3 °	50.5691 ' W		17.264		17.566				171		
						0.748		2.0	0.763		DA				
39	AC	43 °	37.3154 ' N	3 °	50.3287 ' W		18.012		18.329				180		
						0.455		2.0	0.464		DA				
40	AC	43 °	37.5591 ' N	3 °	50.2853 ' W		18.467		18.793				183		
						0.401		2.0	0.409		DA				
41	PLDN	43 °	37.7758 ' N	3 °	50.2859 ' W		18.868		19.203				184		Inicio ploughing
						1.827		0.6	1.838		DA			2.0	
42	AC	43 °	38.7626 ' N	3 °	50.2889 ' W		20.696		21.040				234		
						0.750		0.7	0.756		DA			2.0	
43	AC	43 °	39.1600 ' N	3 °	50.3978 ' W		21.446		21.796				279		
						0.768		0.7	0.773		DA			2.0	
44	AC	43 °	39.5648 ' N	3 °	50.5216 ' W		22.214		22.569				315		
						1.309		1.3	1.326		DA			2.0	
45	Tr DA / SA	43 °	40.2099 ' N	3 °	50.9197 ' W		23.523		23.894			23.436	500		Profundidad de agua 500m
						0.260		2.6	0.266		SA			2.0	
46	AC	43 °	40.3378 ' N	3 °	50.9986 ' W		23.782		24.161				554		
						2.080		1.7	2.115		SA			2.0	
47	AC	43 °	41.2852 ' N	3 °	51.8297 ' W		25.862		26.275				863		
						0.419		0.8	0.422		SA			2.0	
48	POL Spain TW	43 °	41.4557 ' N	3 °	52.0345 ' W		26.281		26.697				891		
						1.286		1.1	1.299		SA			2.0	
49	PLUP/POL	43 °	41.9791 ' N	3 °	52.6631 ' W		27.567		27.997				1000		Profundidad de agua 1000m / Fin ploughing
						0.038		2.1	0.039		SA				
50	AC	43 °	41.9945 ' N	3 °	52.6816 ' W		27.604		28.035				1006		
						1.020		3.1	1.052		SA				
51	AC	43 °	42.5230 ' N	3 °	52.8954 ' W		28.624		29.087				1152		
						6.255		2.5	6.410		SA				
52	POL	43 °	45.9006 ' N	3 °	52.8619 ' W		34.879		35.497				1500		Profundidad de agua 1500m
						2.376		2.3	2.431		SA				
53	AC	43 °	47.1834 ' N	3 °	52.8491 ' W		37.255		37.928				1617		
						10.085		2.2	10.306		SA				
54	S011OJB001 Tr SA / LWS	43 °	52.6142 ' N	3 °	53.4150 ' W		47.340		48.234			24.340	2000		Profundidad de agua 2000m
						1.567		3.0	1.615		LWS				
55	POL Spain CZ	43 °	53.4582 ' N	3 °	53.5031 ' W		48.907		49.849				2029		
						0.150		3.0	0.155		LWS				
56	AC	43 °	53.5390 ' N	3 °	53.5115 ' W		49.057		50.003				2031		
						1.937		3.1	1.996		LWS				
57	S011R001	43 °	54.5532 ' N	3 °	53.1572 ' W		50.995		52.000				2170		
						13.930		3.1	14.356		LWS				
58	AC	44 °	01.8468 ' N	3 °	50.6096 ' W		64.924		66.356				2482		
						3.410		3.0	3.513		LWS				
59	CX OOS Tele Porthcurno-Bilbao No2	44 °	03.5346 ' N	3 °	49.5881 ' W		68.335		69.869				2479		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Bilbao No2 XA = 60
						2.726		3.0	2.808		LWS				
60	CX IS MAREA XA = 61	44 °	04.8836 ' N	3 °	48.7713 ' W		71.061		72.677				2450		Cruce con Cable de Fibra Óptica, MAREA XA = 61
						6.495		3.0	6.691		LWS				
61	AC	44 °	08.0980 ' N	3 °	46.8238 ' W		77.556		79.367				2394		
						8.433		3.1	8.691		LWS				
62	AC	44 °	12.6480 ' N	3 °	46.5702 ' W		85.989		88.059				2660		
						9.848		3.2	10.166		LWS				
63	AC	44 °	17.9648 ' N	3 °	46.7043 ' W		95.837		98.225				3286		
						8.539		3.6	8.846		LWS				
64	AC	44 °	22.4858 ' N	3 °	47.9671 ' W		104.377		107.071				3995		
						19.347		3.0	19.929		LWS				
65	S011R002	44 °	31.0623 ' N	3 °	56.2930 ' W		123.724		127.000				4190		
						3.472		3.0	3.577		LWS				
66	AC	44 °	32.6021 ' N	3 °	57.7879 ' W		127.196		130.577				4190		
						8.574		3.0	8.832		LWS				
67	AC	44 °	35.4351 ' N	4 °	02.9101 ' W		135.770		139.408				4240		
						4.468		3.1	4.605		LWS				
68	CX OOS RIOJA seg 1 (OOS)	44 °	36.0333 ' N	4 °	06.1810 ' W		140.238		144.013				4135		Cruce con cable de Fibra Óptica fuera de servicio, RIOJA seg 1 (OOS) XA = 47
						0.095		3.0	0.098		LWS				
69	Tr LWS / LW	44 °	36.0460 ' N	4 °	06.2507 ' W		140.333		144.111			95.877	4161		

Pos No.	Elemento	Latitud (WGS84)		Longitud (WGS84)		Distancia (km)			Longitud de Cable (km)		Tipo de Cable	Totales de Cable por Tipo (km)	Prof. Aprox. (m)	Enterr. Objetivo (m)	Observaciones
						Entre Posiciones	Total Acumulada	% Holgura	Entre Posiciones	Total Acumulada					
						14.444		4.0	15.025		LW				
70	AC	44 °	37.9801 ' N	4 °	16.8286 ' W	7.803	154.777	4.0	8.115	159.136	LW		4210		
71	CX OOS Tele Porthcurno-Bilbao No2	44 °	37.9941 ' N	4 °	22.7290 ' W	33.410	162.581	4.0	34.749	167.251	LW		4221		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Bilbao No2 XA = 59
72	S011R003	44 °	38.0540 ' N	4 °	47.9922 ' W	40.778	195.990	4.0	42.413	202.001	LW		4660		
73	AC	44 °	38.1272 ' N	5 °	18.8273 ' W	12.140	236.768	4.0	12.625	244.413	LW		4660		
74	CX OOS Meridian	44 °	38.6932 ' N	5 °	27.9736 ' W	8.298	248.908	4.0	8.630	257.039	LW		4706		Cruce con cable coax. fuera de servicio, Meridian XA = 78
75	CX OOS UK-Spain3	44 °	39.0800 ' N	5 °	34.2261 ' W	10.896	257.205	4.0	11.332	265.668	LW		4733		Cruce con cable coax. fuera de servicio, UK-Spain 3 XA = 76
76	S011R004	44 °	39.5879 ' N	5 °	42.4379 ' W	24.348	268.102	4.0	25.321	277.000	LW		4780		
77	CX OOS UK-Spain 4	44 °	40.7231 ' N	6 °	00.7912 ' W	47.768	292.449	4.0	49.679	302.322	LW		4817		Cruce con cable de Fibra Óptica fuera de servicio, UK-Spain 4 (OOS) XA = 83
78	S011R005	44 °	42.9488 ' N	6 °	36.8165 ' W	16.238	340.217	4.0	16.887	352.001	LW		4840		
79	POL GC	44 °	43.7057 ' N	6 °	49.0676 ' W	55.878	356.455	4.0	58.113	368.888	LW		4850		
80	S011R006	44 °	46.3117 ' N	7 °	31.2472 ' W	8.073	412.333	4.0	8.396	427.001	LW		4880		
81	AC	44 °	46.6884 ' N	7 °	37.3440 ' W	43.109	420.406	4.0	44.833	435.397	LW		4885		
82	CX OOS Tele Borkum-Vigo	44 °	49.4286 ' N	8 °	09.8080 ' W	14.917	463.515	4.0	15.514	480.230	LW		4899		Cruce con cable telegráfico, Borkum-Vigo XA = 60
83	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No1	44 °	50.3768 ' N	8 °	21.0475 ' W	6.017	478.432	4.0	6.257	495.744	LW		4904		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Carcavelos No1 XA = 75
84	S011R007	44 °	50.7593 ' N	8 °	25.5817 ' W	4.482	484.448	4.0	4.661	502.001	LW		4908		
85	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No1	44 °	51.0442 ' N	8 °	28.9598 ' W	3.803	488.930	4.0	3.955	506.662	LW		4908		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Carcavelos No1 XA = 76
86	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No1	44 °	51.2859 ' N	8 °	31.8263 ' W	7.079	492.733	4.0	7.362	510.618	LW		4909		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Carcavelos No1 XA = 77
87	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No1	44 °	51.7359 ' N	8 °	37.1627 ' W	21.267	499.813	4.0	22.117	517.980	LW		4912		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Carcavelos No1 XA = 73
88	AC	44 °	53.0877 ' N	8 °	53.1981 ' W	2.370	521.079	4.0	2.465	540.097	LW		4920		
89	CX OOS Tele La Panne-Lisbon	44 °	53.0909 ' N	8 °	54.9979 ' W	8.113	523.449	4.0	8.437	542.562	LW		4920		Cruce con cable telegráfico, La Panne-Lisbon XA = 51
90	AC	44 °	53.1017 ' N	9 °	01.1590 ' W	1.726	531.562	4.0	1.795	550.999	LW		4920		
91	CX OOS Tele Porthcurno-Vigo	44 °	53.3558 ' N	9 °	02.4204 ' W	0.333	533.288	4.0	0.346	552.794	LW		4920		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Vigo XA = 83
92	CX OOS Tele Porthcurno-Vigo	44 °	53.4048 ' N	9 °	02.6635 ' W	8.909	533.621	4.0	9.265	553.140	LW		4920		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Vigo XA = 87
93	CX OOS Uk-Portugal	44 °	54.7164 ' N	9 °	09.1746 ' W	0.233	542.529	4.0	0.243	562.405	LW		4920		Cruce con cable coax. fuera de servicio, Uk-Portugal XA = 62
94	CX IS ACE seg 1.1 XA = 82	44 °	54.7507 ' N	9 °	09.3451 ' W	8.084	542.762	4.0	8.407	562.648	LW		4920		Cruce con cable de Fibra Óptica, ACE seg 1.1 XA = 82
95	CX OOS Tele Brest-Dakar	44 °	55.9409 ' N	9 °	15.2555 ' W	5.717	550.846	4.0	5.946	571.055	LW		4920		Cruce con cable telegráfico, Brest-Dakar XA = 63
96	S011R008	44 °	56.7826 ' N	9 °	19.4370 ' W	1.638	556.564	4.0	1.704	577.001	LW		4920		
97	CX IS GLO-1 Phase 1 XA = 79	44 °	57.0238 ' N	9 °	20.6354 ' W	7.817	558.202	4.0	8.129	578.705	LW		4920		Cruce con cable de Fibra Óptica, GLO-1 Phase 1 XA = 79
98	CX OOS Tele Porthcurno-Vigo	44 °	58.1746 ' N	9 °	26.3543 ' W	3.299	566.019	4.0	3.431	586.834	LW		4920		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Vigo XA = 85
99	CX IS SEA-ME-WE 3 seg 9 XA = 64	44 °	58.6602 ' N	9 °	28.7682 ' W	2.987	569.317	4.0	3.106	590.265	LW		4920		Cruce con cable de Fibra Óptica, SEA-ME-WE 3 seg 9 XA = 64
100	CX OOS Tele Porthcurno-Gibraltar No4	44 °	59.1000 ' N	9 °	30.9542 ' W	9.078	572.304	4.0	9.441	593.371	LW		4920		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Gibraltar No4 XA = 87
101	AC	45 °	00.4364 ' N	9 °	37.5998 ' W	3.419	581.382	4.0	3.556	602.812	LW		4920		
102	S011T001	45 °	00.6906 ' N	9 °	40.1772 ' W	26.482	584.801	4.0	27.542	606.368	LW		4920		
103	CX OOS Tele Porthcurno-Carcavelos No2	45 °	02.6605 ' N	10 °	00.1469 ' W	1.755	611.283	4.0	1.826	633.909	LW		4920		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Carcavelos No2 XA = 83

Pos No.	Elemento	Latitud (WGS84)	Longitud (WGS84)	Distancia (km)			Longitud de Cable (km)		Tipo de Cable	Totales de Cable por Tipo (km)	Prof. Aprox. (m)	Enterr. Objetivo (m)	Observaciones
				Entre Posiciones	Total Acumulada	% Holgura	Entre Posiciones	Total Acumulada					
104	S011R009	45 ° 02.7910 ' N	10 ° 01.4709 ' W		613.038			635.735			4920		
				25.130	638.169	4.0	26.135	661.870	LW		4920		Cruce con cable telegráfico, Brest-Casablanca XA = 43
105	CX OOS Tele Brest-Casablanca	45 ° 04.6602 ' N	10 ° 20.4324 ' W	2.736	640.905	4.0	2.846	664.716	LW		4920		Cruce con cable de Fibra Óptica, EIG seg 2.1 XA = 60
106	CX IS EIG seg 2.1 XA = 60	45 ° 04.8637 ' N	10 ° 22.4975 ' W	12.748	653.653	4.0	13.258	677.973	LW		4920		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Gibraltar No3 XA = 79
107	CX OOS Tele Porthcurno-Gibraltar No3	45 ° 05.8119 ' N	10 ° 32.1207 ' W	31.501	685.154	4.0	32.761	710.735	LW	566.623	4920		
108	S011R010	45 ° 08.1549 ' N	10 ° 55.9117 ' W	2.794	687.948	4.0	2.906	713.641	LWS		4920		
109	AC	45 ° 08.3628 ' N	10 ° 58.0228 ' W	11.242	699.190	3.1	11.590	725.231	LWS		4687		Cruce con cable de Fibra Óptica, FLAG seg A XA = 86
110	CX IS FLAG seg A XA = 86	45 ° 11.6067 ' N	11 ° 05.2740 ' W	5.304	704.493	3.2	5.472	730.703	LWS		4413		
111	AC	45 ° 13.1371 ' N	11 ° 08.6973 ' W	17.906	722.399	3.0	18.449	749.152	LWS		4701		
112	AC	45 ° 20.7482 ' N	11 ° 17.1397 ' W	5.366	727.765	3.0	5.527	754.679	LWS	43.944	4803		
113	Tr LWS / LW	45 ° 22.1155 ' N	11 ° 20.7619 ' W	10.298	738.063	4.0	10.710	765.388	LW		4820		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Madeira XA = 89
114	CX OOS Tele Porthcurno-Madeira	45 ° 24.7399 ' N	11 ° 27.7174 ' W	1.885	739.947	4.0	1.960	767.348	LW		4820		Cruce con cable telegráfico, Porthcurno-Madeira XA = 88
115	CX OOS Tele Porthcurno-Madeira	45 ° 25.2201 ' N	11 ° 28.9910 ' W	7.028	746.976	4.0	7.310	774.658	LW		4821		Cruce con cable coax. fuera de servicio, TAT 4 XA = 30
116	CX OOS TAT4	45 ° 27.0112 ' N	11 ° 33.7422 ' W	0.118	747.094	4.0	0.123	774.781	LW		4821		Cruce con cable de Fibra Óptica, VSNL Western Europe (UK-Port) XA = 89
117	CX IS VSNL Western Europe (UK-Port) XA = 88	45 ° 27.0413 ' N	11 ° 33.8220 ' W	10.494	757.588	4.0	10.914	785.694	LW		4821		
118	AC	45 ° 29.7155 ' N	11 ° 40.9205 ' W	0.039	757.627	4.0	0.040	785.735	LW		4820		
119	S011R011	45 ° 29.7306 ' N	11 ° 40.9413 ' W	20.399	778.026	4.0	21.215	806.950	LW		4823		Cruce con cable de Fibra Óptica, 2-AFRICA West (under construction) XA = 50
120	CX IS 2-AFRICA West (under construction) XA = 51	45 ° 37.6488 ' N	11 ° 51.8369 ' W	0.000	778.026	4.0	0.000	806.950	LW		4824		Cruce con cable de Fibra Óptica, TAT 12/13 seg F/G XA = 61
121	CX IS TAT 12/13 seg F/G XA = 62	45 ° 37.6488 ' N	11 ° 51.8369 ' W	8.936	786.962	4.0	9.294	816.244	LW		4824		
122	AC	45 ° 41.0966 ' N	11 ° 56.6483 ' W	9.650	796.612	4.0	10.036	826.280	LW		4825		
123	AC	45 ° 43.1950 ' N	12 ° 03.4533 ' W	10.426	807.039	4.0	10.843	837.123	LW		4825		Salida de ZEE España
124	POL Spain EEZ	45 ° 43.8993 ' N	12 ° 11.4263 ' W										

Abreviatura	Significado (EN)	Significado (ES)
AC	Alter Course	Cambio de dirección
AP	Articulated Pipe	Tubería articulada
BMH	Beach ManHole	Arqueta de playa
CX IS	Cable Crossing (In-service)	Cruce con cable en servicio
CX OOS	Cable Crossing (Out of service)	Cruce con cable fuera de servicio
CX P	Cable Crossing (Planned)	Cruce con cable planificado
CZ	Contiguous Zone	Zona contigua
DA	Double Armour	Doble armadura
EEZ	Exclusive Economic Zone	Zona económica exclusiva
LW	Lightweight	Cable ligero
LWS	Lightweight Screened	Cable ligero apantallado
PLDN	Plough Down	Bajada de arado
PLUP	Plough Up	Izado de arado
POL	Point On Line	Punto en la traza
RPL	Route Position List	Listado de posición de ruta
SA	Single Armour	Armadura simple
TW	Territorial Waters	Agua territoriales

ANEXO 4:

ESTUDIO DE IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

ESTUDIO DE EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL PROYECTO DEL CABLE SUBMARINO DE FIBRA ÓPTICA ANJANA CON ATERRIZAJE EN LA PLAYA DE LA VIRGEN DEL MAR, T.M. SANTANDER



NEC



SEPTIEMBRE 2022

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
2.1	Definición del proyecto.....	5
2.2	Ubicación del proyecto.....	8
2.3	Características del sistema de cableado	9
2.4	Instalación del Cable.....	10
2.4.1	Estudio preliminar de diseño del trazado	10
2.4.2	Análisis de la ruta y del potencial de enterramiento del sustrato	10
2.4.3	Trabajos en las zonas de aterrizaje	11
2.4.4	Despeje de la ruta	14
2.4.5	Tendido del cable y enterramiento por medio de arado.....	15
2.4.6	Tendido superficial del cable	16
2.4.7	Inspección posterior al tendido.....	16
3	ALTERNATIVAS DE ATERRIZAJE	16
3.1.1	Análisis de circunstancias y criterios para la selección del emplazamiento óptimo	16
3.1.2	Descripción de la alternativa	18
4	OBJETIVO DEL ESTUDIO	22
5	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	23
5.1	Estudio Batimétrico	23
5.2	Estudio geomorfológico	28
5.3	Clima marítimo	30
6	EFFECTOS PREVISIBLES DEL CAMBIO CLIMÁTICO	33
6.1	Efectos sobre los elementos terrestres	33

6.1.1	Incremento del nivel del mar e inundabilidad	33
6.1.2	Intensificación de efectos climatológicos adversos.....	40
6.2	Efectos sobre los elementos marinos.....	45
6.2.1	Acidificación del agua de mar	45
6.2.2	Probabilidad de eventos climatológicos extremos	45
7	CONCLUSIONES	46
8	REFERENCIAS.....	47
8.1	Bibliografía	47
8.2	Recursos web	47
9	AUTORES.....	47

Listado figuras:

Figura 1.-	Ruta preliminar planeada del cable Anjana. Fuente: NEC/Google Earth.	5
Figura 2.-	Tipos de cable submarino de fibra óptica. Fuente: NEC.....	6
Figura 3.-	Trazado en el ámbito de las aguas territoriales españolas: desde el aterrizaje en La Virgen del Mar hasta los 900 m de profundidad. Fuente: elaboración propia.	8
Figura 4.-	Trazado en el ámbito de la ZEE española. Fuente: elaboración propia.	9
Figura 5.-	Operación de aterrizaje del cable. Fuente: NEC.	12
Figura 6.-	Ejemplo de tuberías articuladas para proteger el cable en la zona de aterrizaje. Fuente: NEC.	13
Figura 7.-	Instalación de la protección articulada en la zona de playa. Fuente: NEC.....	13
Figura 8.-	Enterramiento del cable en la playa por medio de una excavadora. Fuente: NEC.	14
Figura 9.-	Ejemplo de instrumentos empleados para el despeje de la ruta. Fuente: NEC.....	14
Figura 10.-	Ejemplo de máquina de arado bajada en mar desde buque cablero. Fuente: NEC.	15
Figura 11.-	Operación de bajada del arado desde el buque cablero hasta el lecho marino. Fuente: NEC.	15
Figura 12.-	Operación de funcionamiento del arado una vez apoyado en el lecho marino. Fuente: NEC.	15
Figura 13.-	Imagen del punto de aterrizaje del cable. En rojo está dibujado el trazado aproximado del cable. Fuente: NEC, marzo 2022.	19
Figura 14.-	Rampa de acceso a la playa de la Virgen del Mar. Fuente: Tecnoambiente, 2021.....	20
Figura 15.-	Zona de aparcamiento público en proximidad de la playa. Fuente: Tecnoambiente, 2021.	20
Figura 16.-	Bar ubicado a lado del aparcamiento. Fuente: Tecnoambiente, 2021.	21
Figura 17.-	Cámara de playa del cable fuera de servicio Rioja-1. Fuente: NEC.	21

Figura 18.-	Vista de la playa mirando hacia tierra. Fuente: Tecnoambiente, 2021.....	22
Figura 19.-	Marea creciente en el punto de aterrizaje. Fuente: Tecnoambiente, 2021.....	22
Figura 20.-	Batimetría de detalle en la zona del aterrizaje. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC. ...	24
Figura 21.-	Batimetría de detalle en la zona entre los 12 y los 22 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.....	25
Figura 22.-	Batimetría de detalle en la zona entre los 22 y los 31 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.....	25
Figura 23.-	Modelo de pendientes en la zona del aterrizaje en La Virgen del Mar. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.....	26
Figura 24.-	Modelo de pendientes entre los 12 y los 22 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.	27
Figura 25.-	Modelo de pendientes entre los 22 y los 31 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.	27
Figura 26.-	Perfil del terreno a lo largo del trazado, y pendiente del terreno. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.	28
Figura 27.-	Geomorfología de detalle del aterrizaje de La Virgen del Mar. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.	29
Figura 28.-	Geomorfología de detalle a profundidades entre 13 y 30 m. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.	29
Figura 29.-	Ubicación del punto SIMAR 3135036 en proximidad de la playa de la Virgen del Mar, T.M. Santander. Fuente: Puertos del Estado.....	30
Figura 30.-	Rosa de altura significativa (m) de oleaje en el punto SIMAR 3135036 en proximidad de Santander (año 2020). Fuente: Puertos del Estado.....	31
Figura 31.-	Tabla de frecuencias altura – periodo punto SIMAR 3135036 en proximidad de la playa de la Virgen del Mar. Fuente: Puertos del Estado.....	31
Figura 32.-	Régimen medio de oleaje en el punto SIMAR 3135036 próximo a La Virgen del Mar. Fuente: Puertos del Estado.	32
Figura 33.-	Variación del nivel medio del mar (MSL) en la zona de estudio para el periodo 2026-2045 y escenario RCP 8.5. Fuente: https://c3e.ihcantabria.com/	34
Figura 34.-	Variación de la altura de ola significativa (Hs) en la zona de estudio para el periodo 2026-2045 y escenario RCP 8.5. Fuente: https://c3e.ihcantabria.com/	35
Figura 35.-	Ubicación del primero de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.	36
Figura 36.-	Ubicación del segundo de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.	36
Figura 37.-	Ubicación del tercero de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.	37
Figura 38.-	Perfil del terreno en el primero de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.....	37

Figura 39.-	Perfil del terreno en el segundo de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación.	
	Fuente: iole.exe.	38
Figura 40.-	Perfil del terreno en el tercero de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación.	
	Fuente: iole.exe.	38
Figura 41.-	Valores de incremento de nivel del mar y Hs en 2040, considerados para el cálculo de la cota de inundación	
	Fuente: iole.exe.	39
Figura 42.-	Cota de inundación para periodo de retorno de 500 años. Fuente: Elaboración propia con datos iole.exe.	39
Figura 43.-	Proyecciones de variación de la Tmax. Fuente: AEMET.	40
Figura 44.-	Proyecciones de variación de la Tmin. Fuente: AEMET.	41
Figura 45.-	Proyecciones de variación del número de días de helada Fuente: AEMET.	41
Figura 46.-	Proyecciones de variación de velocidad media de viento. Fuente: AEMET.	42
Figura 47.-	Proyecciones de variación de velocidad máxima de viento. Fuente: AEMET.	43
Figura 48.-	Proyecciones de variación de la precipitación. Fuente: AEMET.	44
Figura 49.-	Proyecciones de variación en las precipitaciones intensas. Fuente: AEMET.	44
Figura 50.-	Variación de la altura de ola significativa (Hs) en la zona de estudio para el periodo 2026-2045 y escenario RCP 8.5. Fuente: https://c3e.ihcantabria.com/	46

1 INTRODUCCIÓN

Tecnoambiente S.L. ha sido contratada por Edge Spain S.L. y NEC Corporation para la redacción de la documentación ambiental necesaria para obtener la concesión de ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) y el Informe de Compatibilidad con la Estrategia Marina para el proyecto de tendido de un cable submarino de fibra óptica con aterrizaje en la playa de la Virgen del Mar, en el Término Municipal (T.M.) de Santander. El objetivo del presente informe es estimar los efectos que el cambio climático puede tener sobre la estabilidad y seguridad del cable.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Definición del proyecto

El proyecto consiste en la instalación de un cable submarino de fibra óptica en el lecho marino del Océano Atlántico.

El cable submarino Anjana está formado por una ruta principal desde Santander, en España, hasta Myrtle Beach, en Carolina del Sur (USA) (Figura 1.-).

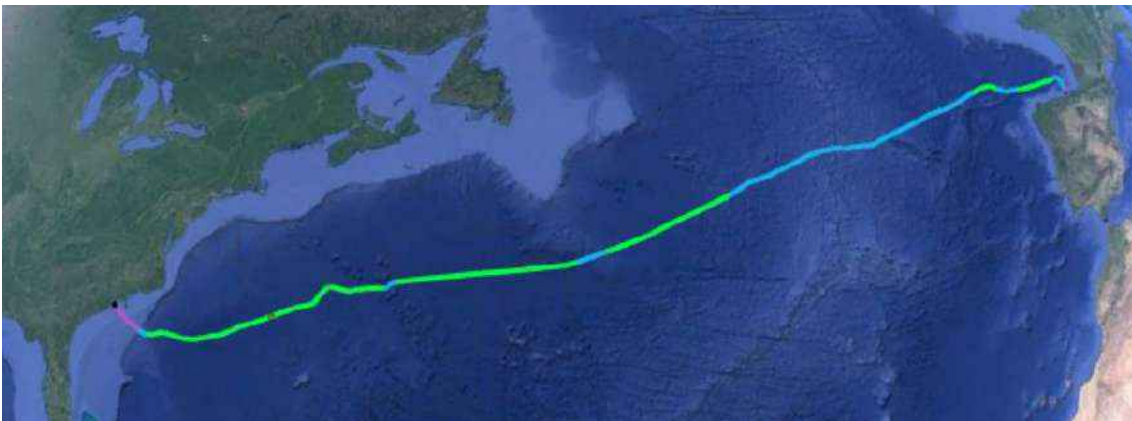


Figura 1.- Ruta preliminar planeada del cable Anjana. Fuente: NEC/Google Earth.

La instalación de un sistema de cable submarino de fibra óptica se compone de dos elementos principales:

- Segmento terrestre: que se extiende desde la estación terminal de cable submarino donde se instala el equipamiento electrónico para el tratamiento de la señal óptica, hasta la cámara de playa.
- Segmento marino: que se extiende desde la cámara de playa hasta el límite de la Zona Económica Exclusiva española.

El elemento del cable objeto de este documento es la parte submarina, que se extiende desde la zona donde se ubica la cámara de playa (BMH, Beach Man Hole en inglés) en la Playa de la Virgen del Mar, T.M. Santander, hasta el límite de la Zona Económica Exclusiva española.

El segmento marino se compone de los siguientes elementos principales: el cable submarino y sus componentes, la cámara de playa y los conductos.

El cable submarino de fibra óptica se compone de un núcleo central, que alberga las fibras ópticas que transmiten la información, el cual se encuentra rodeado de distintas capas de protección, que son menores o mayores dependiendo del entorno en el cual se va a instalar.

El tipo de cable a utilizar depende del fondo marino y de la profundidad. En la instalación de este sistema se utilizarán cuatro tipos de cable distintos: una primera gama de peso ligero (LW), de peso ligero con protección (LWP), de armadura simple (SA) y de armadura doble (DA). Las distintas tipologías se pueden observar en la Figura 2.-.

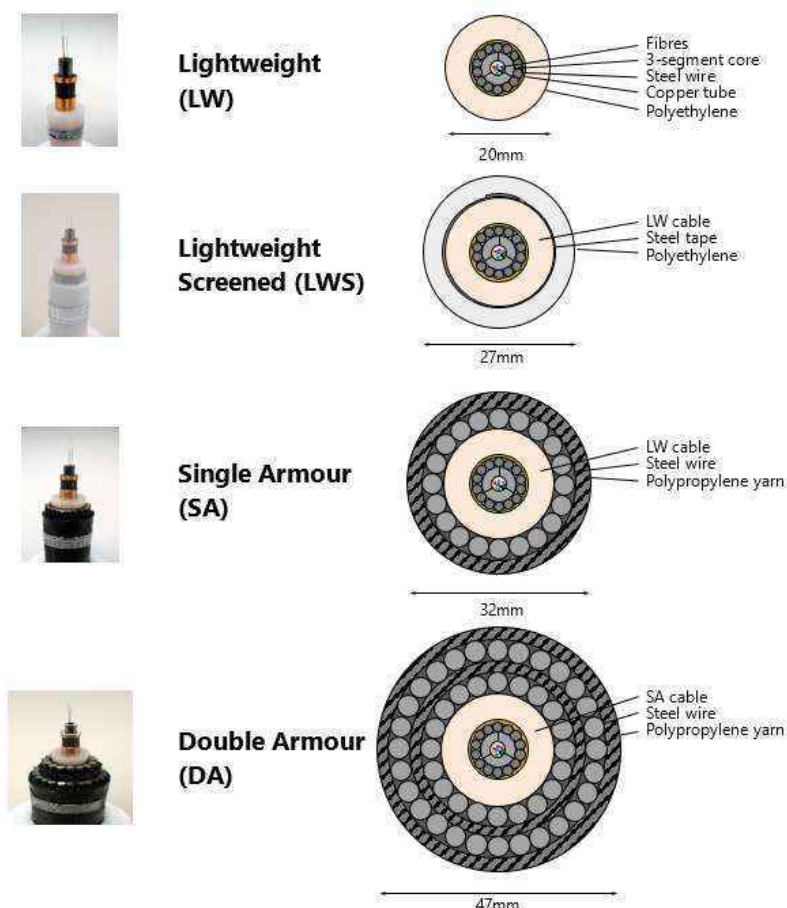


Figura 2.- Tipos de cable submarino de fibra óptica. Fuente: NEC.

La estructura del cable también se selecciona en función del riesgo de agresión externa que pueda sufrir. Los cables de doble armado se utilizan generalmente en las zonas de playa y aguas

someras, con mayor riesgo de avería; en zonas profundas se emplean cables de armado simple. En línea general se considera emplear un cable DA desde la cámara de playa hasta los 500 m de profundidad, un cable SA entre los 500 y los 2000 m de profundidad, un cable LWS en el rango 2000-4500 m y, por último, la tipología LW en zonas de profundidad mayor de 4500 m. En cualquier caso, estas profundidades se seleccionan en base a la evaluación del riesgo y de la viabilidad de enterramiento del cable.

A lo largo del cable es necesaria también la instalación de repetidores que amplifican la señal óptica.

Cuando los sedimentos del fondo marino lo permitan, el cable submarino discurrirá enterrado a 2 metros de profundidad desde la orilla hasta la batimétrica de -1000 m, a partir de la cual discurrirá directamente posado sobre la superficie del lecho marino.

El aterrizaje en la playa es el punto más crítico de la instalación de un cable submarino.

En Santander, el cable submarino se instalará en las zonas próximas a la playa enterrado mediante inyección de agua a presión (*jetting*) con la ayuda de submarinistas, hasta alcanzar la misma playa (nivel de bajamar). La instalación hasta la cámara de playa se hará mediante apertura de zanja a cielo abierto por medio de retroexcavadora. La profundidad de enterramiento objetivo es de 2 m, pero hay que tener en cuenta que en la playa de la Virgen del Mar en general no hay un espesor de sedimentos de 2 m por encima del basamento rocoso. Por tanto, el cable será enterrado a profundidades menores, justo encima del basamento rocoso, cuando no sea posible llegar a una profundidad de 2 m.

La cámara de playa es una cavidad de hormigón enterrada en la playa con unas dimensiones exteriores de 4,6 x 3,6 x 2,6 m, suficientes para alojar el cable submarino objeto de este estudio más cinco cables submarinos adicionales para posibles proyectos futuros.

En el caso del proyecto objeto de este estudio, la cámara de playa se construirá en zona de servidumbre de protección, en una zona de aparcamiento que se encuentra detrás de la playa de la Virgen del Mar.

Desde la cámara de playa hasta una distancia aproximada de 50 m, el cable pasará por conductos preinstalados hasta llegar a la playa misma. A partir de aquí y durante un recorrido de 500 m, el cable estará protegido por una tubería articulada, que será instalada una vez que el cable haya sido tendido en la zona de aterrizaje. El diámetro de esta tubería es de aproximadamente 150 mm.

El proyecto en estudio contempla la obra civil necesaria tanto en el mar como en la playa para tender y enterrar el cable submarino, y conectarlo en la cámara de playa.

La empresa promotora del cable ha optado por presentar dos proyectos distintos: el primero incluye la cámara de playa, que necesita autorización de uso de la zona de servidumbre de protección de la Comunidad Autónoma de Cantabria, y de permisos de construcción del

Ayuntamiento de Santander, y los conductos que se ubican en parte en el DPMT y cuya ejecución está condicionada a la obtención de la concesión de ocupación de DPMT del segundo proyecto. El segundo (proyecto objeto de este informe) incluye el cable en todo el DPMT, hasta llegar al final de la ZEE española y necesita de una concesión de ocupación de DPMT e informe de compatibilidad con la estrategia marina de la demarcación marina noratlántica.

2.2 Ubicación del proyecto

La actividad objeto del presente informe se localiza en el ámbito de la demarcación marina noratlántica, establecida en la Ley 41/2010, de protección del medio marino.

La planificación inicial de ubicación del sistema de cableado partiría de la zona costera al oeste de Santander, discurriendo a través de la demarcación marina noratlántica por aproximadamente 837 km, hasta el límite de la ZEE española. De estos 837 km, aproximadamente 26 km se encuentran dentro de las aguas territoriales españolas y otros 781 km dentro de la ZEE española (Figura 3.- y Figura 4.-).

El cable sale de la Playa de la Virgen del Mar en dirección aproximada NE durante 1,4 km y hasta una profundidad de 13 m. Después la ruta vira bruscamente y el cable sigue en dirección NNW por 5,3 km, donde se verifica otro cambio de dirección, esta vez hacía el NE. El cable se mantiene aproximadamente en dirección norte (entre NW y NE) hasta una profundidad de más de 4000 m. Después, el cable empieza a mantener una dirección general hacía el oeste. En los últimos 160 km el cable vuelve a tener una dirección aproximada hacía NW, hasta llegar al límite de la ZEE española.

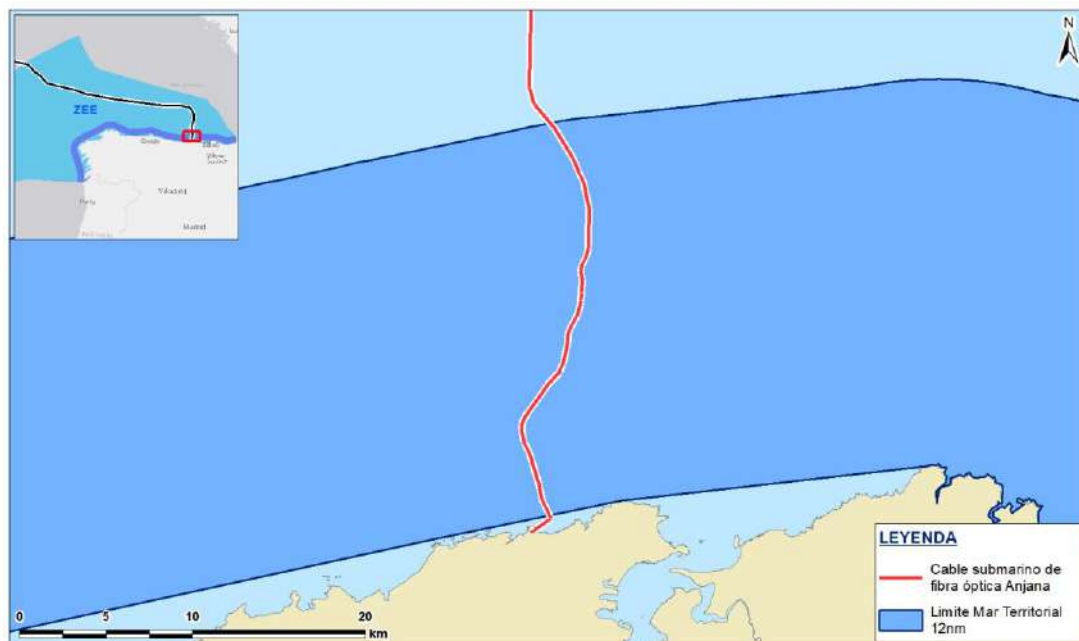


Figura 3.- Trazado en el ámbito de las aguas territoriales españolas: desde el aterrizaje en La Virgen del Mar hasta los 900 m de profundidad. Fuente: elaboración propia.



Figura 4.- Trazado en el ámbito de la ZEE española. Fuente: elaboración propia.

2.3 Características del sistema de cableado

El cable submarino de fibra óptica que tiene proyectado el aterrizaje en la Playa de la Virgen del Mar es un cable de Edge Spain S.L., que conectará el norte de España (Cantabria) con la ciudad de Myrtle Beach en Carolina del Sur.

Las infraestructuras a desarrollar para llevar a cabo el aterrizaje del cable submarino son las siguientes:

- Construcción de la cámara de playa en la zona de aparcamiento situada detrás de la playa de la Virgen del Mar (objeto de un proyecto básico separado, entregado previamente a las autoridades competentes por Telxius Cable España S.L.U. (TELXIUS). Este incluye también la construcción de los conductos por debajo de la rampa que conduce a la playa y que se ubican en parte en el DPMT).
- Canalización desde el final de los conductos de la cámara de playa hasta el nivel de bajamar por medio de apertura de zanja.

Estas infraestructuras alojarán al principio el cable de fibra óptica Anjana y el segmento terrestre correspondiente, pero podrán albergar hasta otros 5 cables en los próximos años.

2.4 Instalación del Cable

La instalación de cables submarinos consta de las siguientes fases:

- Estudio preliminar de diseño del trazado
- Análisis de la ruta y del potencial de enterramiento del sustrato
- Despeje de la ruta
- Trabajos en las zonas de aterrizaje
- Tendido del cable en mar abierto en la superficie del fondo
- Colocación y enterramiento del cable en mar abierto por medio de arado
- Inspección posterior al tendido

El impacto o enganche de anclas en zonas someras y de aparejos de pesca de arrastre en zonas profundas (100-1000 m de profundidad en la zona Atlántica española) pueden afectar a los cables de fibra óptica en servicio.

Como medida de protección frente a agresiones externas, siempre que es posible, el cable se instala enterrado a 2 m bajo el lecho marino, hasta alcanzar la cota de 1000 m de profundidad, a partir de la cual se reducen los riesgos de afección superficial.

En profundidades menores de 1000 m que tengan fondos rocosos y en profundidades mayores de 1000 m, el cable se instala posado directamente sobre el lecho marino. El cable estará protegido por tuberías articuladas hasta aproximadamente los -7 m.

2.4.1 Estudio preliminar de diseño del trazado

Para la elección del trazado del cable se ha realizado un estudio previo que incluye el análisis bibliográfico de las características ambientales del ámbito de estudio: climatología, oceanografía, batimetría, materiales y morfología del fondo, hábitats del fondo marino, espacios naturales protegidos, zonas de nursery, caladeros de pesca, patrimonio arqueológico subacuático, infraestructuras existentes (incluye cables, arrecifes artificiales, fondeaderos, etc.) y tráfico marítimo.

Teniendo en cuenta toda la información recolectada, se ha diseñado un trazado para el proyecto del nuevo cable Anjana que, en la medida de lo posible, reduzca al mínimo la afección sobre el medio natural y social y que comporte al mismo tiempo un asentamiento más seguro para el cable mismo.

2.4.2 Análisis de la ruta y del potencial de enterramiento del sustrato

Con el objetivo de analizar en detalle la ruta elegida para el cable Anjana, se han llevado a cabo las campañas marinas de sondeo previas con investigaciones geotécnicas y geofísicas en una franja de 500 m entorno al eje teórico del trazado del cable, así como las investigaciones de campo en la playa de la Virgen del Mar.

El objetivo del levantamiento geofísico es detectar potenciales obstáculos en la ruta prevista para el futuro cable, así como caracterizar el material que compone el lecho marino, para seleccionar la metodología de instalación óptima. Cabe tener en cuenta que el levantamiento geofísico además puede revelar restos arqueológicos ubicados en el trazado del cable. La investigación geotécnica permite obtener informaciones adicionales respecto a la composición del fondo marino y sus características geotécnicas.

En diciembre de 2021-enero de 2022 se han llevado a cabo los trabajos de investigación en la zona de la playa, así como la campaña marina de sondeo inshore, hasta los 30 m de profundidad.

En marzo de 2022 se ha realizado la campaña marina de sondeo offshore (investigaciones geofísicas y geotécnicas), a partir de los 30 m de profundidad y hasta el límite de la ZEE española.

Adicionalmente al levantamiento geofísico y a las investigaciones geotécnicas, entre diciembre de 2021 y marzo de 2022 se ha llevado a cabo una campaña marina para la caracterización de las comunidades bentónicas por medio de videos y fotos del fondo. Las zonas investigadas han sido en este caso el área más próxima a la costa (sustrato arenoso y sustrato rocoso en proximidad del aterrizaje en la Playa de la Virgen del Mar) y una zona de sustrato mixto, con posible presencia del hábitat OSPAR agregaciones de esponjas de agua profunda a unos 150 m de profundidad.

Los resultados de las campañas pre-laying han permitido ajustar en detalle la ruta preliminar proyectada para el cable, con el fin de reducir las afecciones al medio marino y la vulnerabilidad del proyecto en estudio ante los diferentes factores ambientales y sociales.

2.4.3 Trabajos en las zonas de aterrizaje

La instalación del cable Anjana en la zona playa se realizará directamente desde el buque cablero mediante la asistencia de un equipo de playa y el apoyo de embarcaciones auxiliares y buceadores. Si el buque cablero no puede realizar el tendido en playa directamente (la profundidad del agua es insuficiente), se utilizará un barco de menor calado para instalar el cable en la zona de playa.

El procedimiento general que se describe a continuación podría sufrir algunas modificaciones dependiendo de las condiciones meteorológicas presentes el día de las operaciones de aterrizaje.

El buque cablero se colocará en la ubicación predeterminada y pasará un mensajero hasta la orilla (Figura 5.-). Conectado a una retroexcavadora de tracción o a un cabrestante, el mensajero tirará un cable de tracción desde el buque cablero hasta la orilla. Durante esta fase de tracción del cable se tendrá que cerrar el acceso al público por seguridad en esa zona de playa. Cuando la línea de tracción llegue a tierra, se utilizará para tirar suficiente cable marino hasta la playa

para conectarlo al cable terrestre en la cámara de playa. Durante la tracción a tierra, las cuerdas y los cables se elevarán del lecho marino por razones de seguridad, utilizando elementos de flotación cada 3-5 m, con rodillos de arrastre colocados en la playa para limitar la fricción.

Una vez que el cable haya llegado a la cámara de playa, se dejará de traccionar y los flotadores comenzarán a ser retirados en dirección de tierra a mar.

Los buzos se encargarán de controlar que el cable se posicione en el fondo marino sin quedar suspendido, aunque en el caso de los fondos rocosos no se podrá eliminar totalmente esta suspensión.



Figura 5.- Operación de aterrizaje del cable. Fuente: NEC.

En la playa el cable tiene que ser amarrarse al cable mensajero instalado en los conductos de la cámara de playa. La tracción normalmente se hace manualmente desde la cámara de playa misma. Si los conductos son muy largos se tendrá que emplear una grúa para traccionar el cable.

Una vez que se haya completado el tendido del cable en la zona de aterrizaje, se procederá a la instalación de las tuberías articuladas (Figura 6.-) para proteger el cable en la playa y en la zona marina más somera. Estas tuberías se instalan desde la tierra hacia el mar, hasta llegar a la longitud predeterminada en el proyecto de instalación (Figura 7.-).

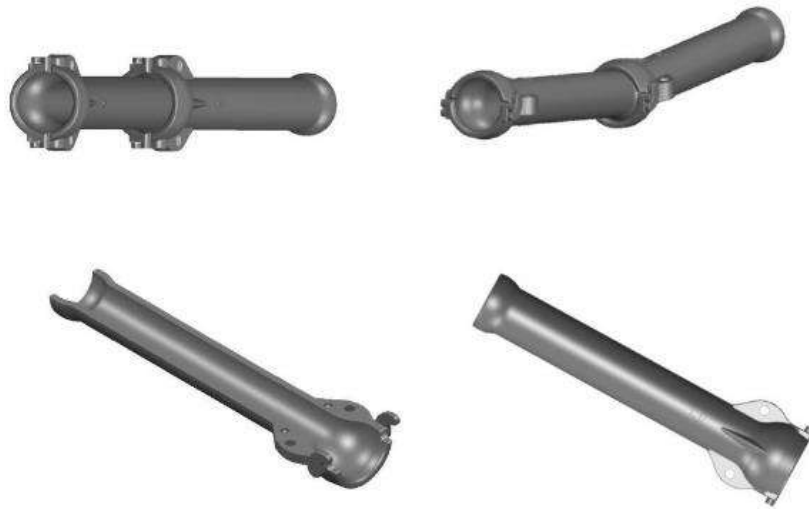


Figura 6.- Ejemplo de tuberías articuladas para proteger el cable en la zona de aterrizaje. Fuente: NEC.

Una vez que las tuberías articuladas estén correctamente instaladas, se procederá a su enterramiento. En la playa el enterramiento se llevará a cabo cerrando la zanja previamente abierta por medio de la retroexcavadora, en condiciones de marea baja para maximizar la profundidad de enterramiento (Figura 8.-). Una vez finalizado el enterramiento, se restablecerán las condiciones iniciales en la zona de playa.



Figura 7.- Instalación de la protección articulada en la zona de playa. Fuente: NEC.



Figura 8.- Enterramiento del cable en la playa por medio de una excavadora. Fuente: NEC.

En la zona sumergida el enterramiento del cable se realizará inyectando un sistema de agua a presión (*jetting*), manejado por buzos o desde una pontona portátil, bajada desde el barco de apoyo, dependiendo de la profundidad. En todos los casos las operaciones serán monitoreadas por buzos. El método de *jetting* consiste básicamente en una inyección de agua a presión en el lecho marino, que fluidifica el sedimento y permite enterrar el cable por su propio peso hasta alcanzar la profundidad de enterramiento deseada.

2.4.4 Despeje de la ruta

Previamente al tendido del cable en mar se tiene que hacer un rastreo previo con rezón (Figura 9.-) para limpiar la superficie del lecho marino de cualquier otro cable fuera de servicio o de aparejos de pesca, cabos y otros elementos. Esta operación afecta a elementos superficiales y se puede hacer directamente usando el buque cablero o cualquier otra embarcación. Todos los cables y los otros elementos recuperados se almacenarán en el barco mismo hasta la llegada a puerto para su achatarramiento.

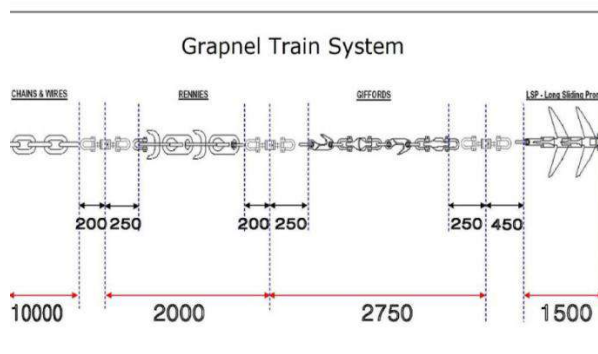


Figura 9.- Ejemplo de instrumentos empleados para el despeje de la ruta. Fuente: NEC.

2.4.5 Tendido del cable y enterramiento por medio de arado

El tendido del cable en la zona offshore se hará directamente desde el buque cablero utilizando arado (Figura 10.-), que permite la ejecución de operaciones simultáneas de colocación y enterramiento. El arado se despliega con el cable tendido pasando a través del arado mismo. El cable aterriza en el fondo del mar justo delante del arado. A medida que el arado avanza, levanta el cable del lecho marino y lo entierra en el surco que va generando (Figura 11.- y Figura 12.-).



Figura 10.- Ejemplo de máquina de arado bajada en mar desde buque cablero. Fuente: NEC.

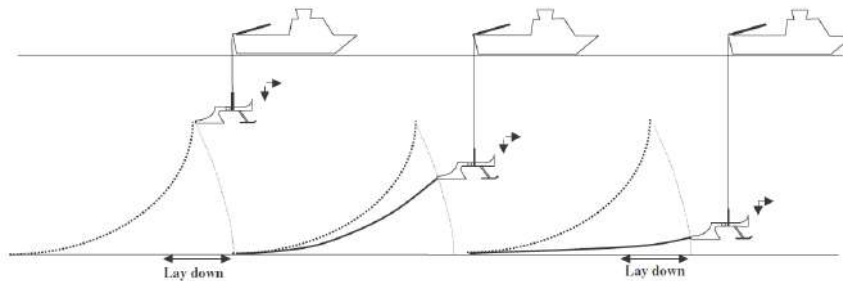


Figura 11.- Operación de bajada del arado desde el buque cablero hasta el lecho marino. Fuente: NEC.

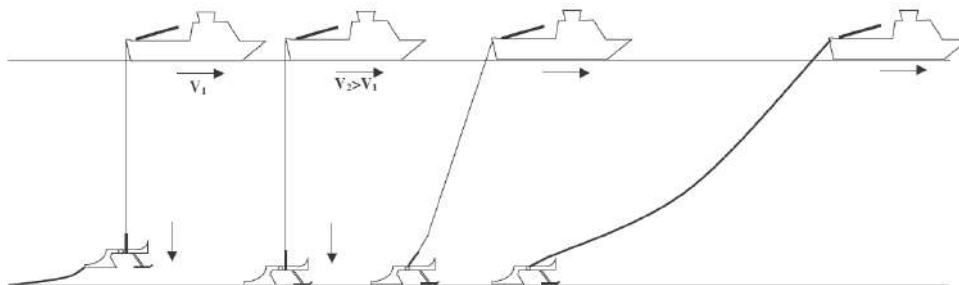


Figura 12.- Operación de funcionamiento del arado una vez apoyado en el lecho marino. Fuente: NEC.

Se empleará el arado a lo largo de la ruta definida, excluyendo las áreas con condiciones de suelo inadecuadas y/o pendientes demasiado pronunciadas que dañarían el arado. La velocidad del arado depende de la topografía del fondo marino, siendo normalmente de 600 m/h.

2.4.6 Tendido superficial del cable

En las áreas de fondo rocoso, así como a profundidades superiores a 1000 m, el cable no será enterrado en el fondo marino, sino que se colocará sobre el lecho marino. Esta operación se hace directamente desde el buque cablero. El posicionamiento preciso de la embarcación y la velocidad controlada del buque cablero garantizarán que el cable se coloque lo más cerca posible de la ruta preseleccionada.

2.4.7 Inspección posterior al tendido

La inspección visual tras la instalación y el enterramiento del cable se realiza mediante un ROV (Remotely Operated Vehicle) monitorizado desde el buque cablero. Dicha inspección permite comprobar la correcta instalación del cable, así como detectar posibles errores o potenciales peligros para la integridad del cable.

Es preferible realizar la inspección siguiendo la dirección de la corriente de fondo para dar mejor visibilidad a las cámaras del ROV y al control del vehículo.

Los ROV incorporan sistemas de posicionamiento de precisión y algunos incluso disponen de brazos articulados, así como de utensilios para realizar operaciones de reparación o mantenimiento.

El ROV incluye también el sistema de inyección de chorro de agua a presión (*jetting*), que permite mejorar el enterramiento del cable en aquellas zonas donde no ha sido posible llegar a la profundidad de enterramiento predeterminada.

3 ALTERNATIVAS DE ATERRIZAJE

3.1.1 Análisis de circunstancias y criterios para la selección del emplazamiento óptimo

Para llevar a cabo la selección del área más adecuada para el aterrizaje del cable Anjana en el litoral del mar Cantábrico se ha realizado un análisis preliminar de las características del territorio y del espacio marino. Este análisis ha permitido identificar los principales condicionantes y aspectos críticos a considerar para el tendido del cable, que a su vez condicionan la elección de la playa de aterrizaje.

Los principales condicionantes para la selección del emplazamiento óptimo de un proyecto de estas características son los siguientes:

- **Pendientes del fondo marino:** los cables deberían discurrir cuando sea posible por zonas con pendientes inferiores a 20°, dado que, cuando se supera este valor, la integridad del cable mismo puede ser puesta en riesgo más fácilmente pues existe una mayor probabilidad de que se produzcan deslizamientos submarinos.
- **Tipología del fondo marino:** en general es preferible que los cables sean tendidos sobre lecho marino de naturaleza detrítica (sobre todo arenas y fangos), en particular en zonas donde se practica la pesca de arrastre (usualmente hasta profundidad de 1000 m). De este modo el cable puede ser enterrado y dispondrá de un mayor grado de protección contra la posibilidad de enganches y consecuentes averías. Por otro lado, los fondos arenosos y fangosos suelen ser lugares que se caracterizan por tener una menor biodiversidad de la fauna bentónica con respecto a las zonas con fondos rocosos, así que se eligen siempre que es posible, también para minimizar la afección a la fauna bentónica.
- **Actividad pesquera:** la actividad pesquera de arrastre puede afectar la integridad de los cables submarinos y por eso se intenta evitar tender un cable en zonas en las cuales esta actividad está muy extendida. Además, las labores de tendido del cable tienen incidencia temporal sobre la actividad pesquera debido a la presencia del buque cablero.
- **Zonas de fondeo:** como en el caso de la pesca de arrastre, las zonas de fondeo deben evitarse para el tendido de un cable, dado que las anclas de las embarcaciones pueden enganchar y dañar el cable.
- **Tráfico marítimo:** durante el tendido del cable la autoridad responsable de la navegación declara una zona de exclusión a la navegación, normalmente por lo menos 1 Nm para evitar la interacción con las operaciones de tendido del cable. Esto tiene incidencia temporal sobre el tráfico marítimo. Consecuentemente, siempre que es posible, se evita proyectar el trazado dentro de las principales rutas marítimas.
- **Espacios naturales protegidos:** estos espacios suelen definirse como figura de protección de especies de flora y fauna o ecosistemas de particular importancia. La influencia de los cables submarinos sobre estos espacios varía según los diferentes aspectos del medio ambiente a proteger. Por ejemplo, en el caso de áreas de conservación para la avifauna, con las operaciones de instalación la incidencia es mínima. Por el contrario, cuando el área protegida cuenta con la presencia de comunidades bentónicas de interés, la afección es mucho más importante. Los espacios naturales protegidos tienen por tanto que tenerse en cuenta al realizar la planificación del trazado de un cable submarino y debe reducirse al mínimo la afección sobre los mismos.
- **Hábitats de interés comunitario (HICs):** los HICs son otro factor importante a considerar en el trazado de un cable. El cruce de estas áreas, sobre todo de los HICs prioritarios, se tiene que minimizar. Cuando la interferencia sea inevitable, se debe evaluar en detalle el impacto que el proyecto del cable tendría sobre estos hábitats, y,

en el caso de ser necesario, adoptar medidas preventivas y/o compensatorias adecuadas.

- **Zonas de servidumbre arqueológica:** la declaración de estas zonas está relacionada a la importancia histórica de un lugar y sus hallazgos de restos arqueológicos. El tendido de un cable submarino, y sobre todo su enterramiento, es un proyecto que afecta directamente al lecho marino y que podría por tanto tener consecuencias negativas importantes sobre el patrimonio arqueológico eventualmente presente. En consecuencia estas zonas deben evitarse al proyectar un sistema de cable submarino.
- **Otras Infraestructuras:** los cables submarinos conviven en el fondo marino, y en zonas de playa, con otras infraestructuras tales como tuberías, emisarios, arrecifes artificiales, otros cables eléctricos o de telecomunicaciones. El cruce de estas infraestructuras debe de tenerse en cuenta al proyectar el trazado de un cable, dado que puede condicionar la posibilidad de enterramiento del cable en esas zonas.

3.1.2 Descripción de la alternativa

En este apartado se describe la alternativa seleccionada en la playa de La Virgen del Mar para el aterrizaje del cable de fibra óptica.

Antes de la valoración de la alternativa seleccionada se presenta la “alternativa cero”, entendida como la opción de no realización del proyecto. La alternativa cero supone por un lado el mantenimiento de las condiciones ambientales actuales existentes en el área de estudio, y por el otro el mantenimiento de la capacidad actual de tráfico internacional de telecomunicaciones en el Norte de España.

Los cables submarinos de fibra óptica se consideran en general recursos nacionales estratégicos que respaldan las economías nacionales, regionales y locales, y que se benefician de su colocación en rutas que contribuyen a su fiabilidad a largo plazo.

La alternativa cero no introduce nuevos elementos de afección sobre el medio natural y socioeconómico del territorio, si bien la no ejecución del proyecto no permitiría dar respuesta a la demanda de incremento de capacidad de tráfico de telecomunicaciones.

Teniendo en cuenta la posibilidad de compatibilizar el proyecto con los usos del territorio y ordenación del espacio marino, la capacidad de encaje ambiental y la posibilidad de compatibilización del proyecto con la estrategia marina, no se considera que la alternativa cero sea la mejor opción posible.

En este documento no se han considerado otras alternativas de aterrizajes para el cable Anjana en el Norte de España teniendo en cuenta las siguientes consideraciones técnicas:

- Mientras que otros cables existentes y previstos aterrizan en Bilbao, la elección de Santander proporciona a España y Europa una mayor resiliencia en la conectividad a

Internet. En el raro caso de interrupción de la conectividad de uno de estos sitios de aterrizaje de cable, el otro seguirá estando disponible para garantizar el acceso a Internet y la prosperidad económica que conlleva.

- Un cable submarino más antiguo, llamado Rioja-1, aterriza en la playa de la Virgen del Mar. Este cable ahora está fuera de servicio, pero ha tenido un muy buen historial de fiabilidad, lo que sugiere que esta es una buena elección de punto de aterrizaje.

Estas consideraciones, junto a los condicionantes ambientales citados en el párrafo 3.1.1., hacen que el aterrizaje elegido para el cable Anjana sea la playa de La Virgen del Mar, que se ubica en el término municipal de Santander, en su extremo occidental.

En los siguientes párrafos se describen las características principales de la opción de aterrizaje seleccionada.

La playa de la Virgen del Mar tiene una longitud de aproximadamente 400 m y una anchura media de 40 m (Figura 13.-). Queda limitada por acantilados bajos a ambos lados y está constituida principalmente por arenas medias (diámetro entre 0,18 y 0,35 mm).

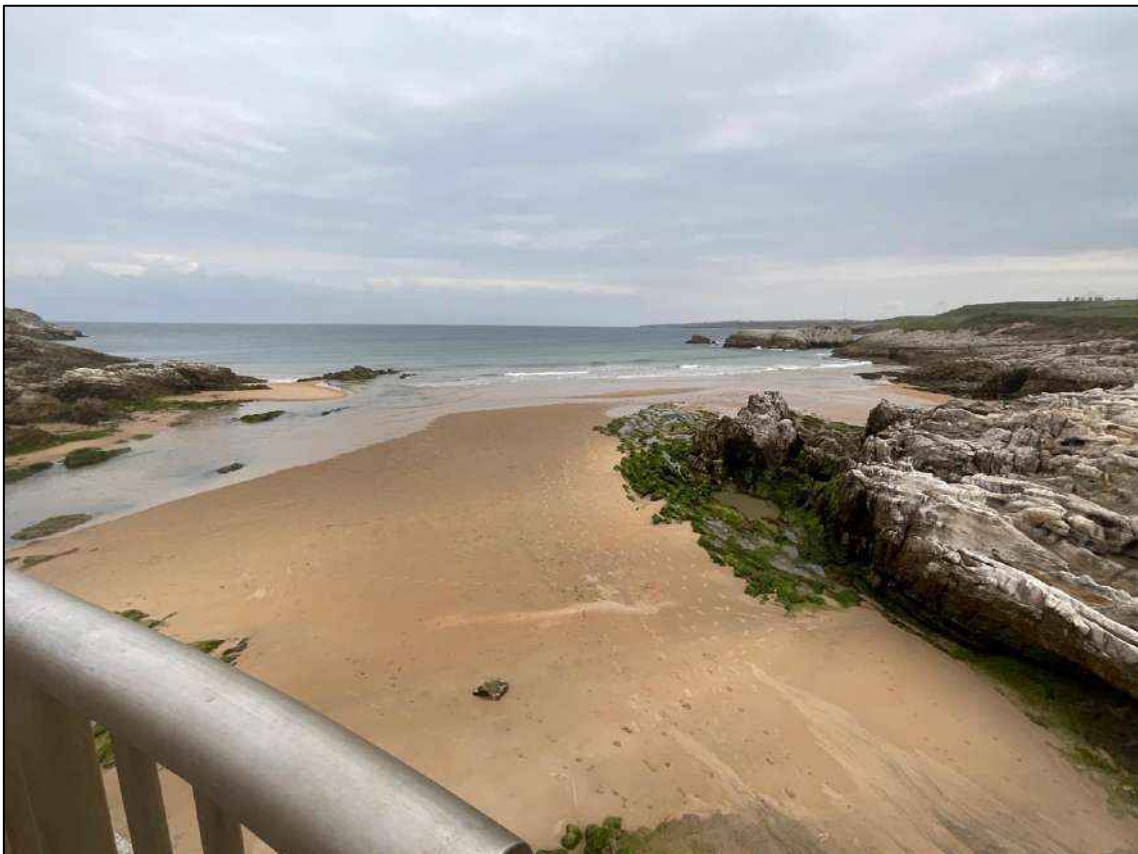


Figura 13.- Imagen del punto de aterrizaje del cable. En rojo está dibujado el trazado aproximado del cable. Fuente: NEC, marzo 2022.

Se puede acceder a la playa desde una rampa (Figura 14.-) conectada a una zona de aparcamiento (Figura 15.-) ubicado a una altura de +6 m, es decir a la misma altura del puente que divide en dos la playa y que conecta el continente con la pequeña isla donde se sitúa el santuario de la Virgen del Mar. Debajo del puente hay un canal de separación que se recubre de agua en pleamar. La rampa es utilizada también probablemente por parte de la maquinaria que se ocupa de la limpieza de la playa o de otros servicios.



Figura 14.- Rampa de acceso a la playa de la Virgen del Mar. Fuente: Tecnoambiente, 2021.



Figura 15.- Zona de aparcamiento público en proximidad de la playa. Fuente: Tecnoambiente, 2021.

En las proximidades de la playa no hay viviendas; la única estructura presente es un bar ubicado entre el aparcamiento y el lado este de la playa (Figura 16.-).



Figura 16.- Bar ubicado a lado del aparcamiento. Fuente: Tecnoambiente, 2021.



Figura 17.- Cámara de playa del cable fuera de servicio Rioja-1. Fuente: NEC.

Actualmente existe una gran cámara de playa (5-6 m de largo, 2,5 m de ancho y 3 m de profundidad) enterrada y ubicada en la rampa de acceso a la playa (Figura 17.-). En esta cámara llegaba el cable Rioja-1 de Telefónica, que está actualmente fuera de servicio.

Durante la bajamar hay más de 70 m de zona arenosa emergida desde el nivel del agua hasta el punto inicial de la rampa de acceso a la playa, mientras que durante la fase de pleamar la playa desaparece casi totalmente. En la Figura 18.- y la Figura 19.- se muestran las vistas de la playa.



Figura 18.- Vista de la playa mirando hacia tierra. Fuente: Tecnoambiente, 2021.



Figura 19.- Marea creciente en el punto de aterrizaje. Fuente: Tecnoambiente, 2021.

4 OBJETIVO DEL ESTUDIO

La consideración y valoración de los efectos del cambio climático sobre los proyectos, y de éstos sobre el cambio climático, es un elemento que se ha incluido en los últimos años en la legislación que regula la tramitación ambiental de proyectos. La valoración de los efectos del cambio climático se incluye así en la Ley 9/2018 que modifica la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental, y en el ámbito específico de costas, en la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, y en el

Reglamento General de Costas (aprobado por el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre), que desarrolla la misma. Concretamente, el artículo 91 de dicho reglamento detalla los contenidos de los proyectos a ejecutar en la costa, indicando, en el punto 2, lo siguiente:

2. Deberán prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta (artículo 44.2 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, modificado por la Ley 2/2013).

Asimismo, los proyectos deberán contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra realizada, según se establece en el artículo 92 de este reglamento.

El contenido del artículo 92 del citado reglamento es el siguiente:

Artículo 92. Contenido de la evaluación de los efectos del cambio climático.

1. La evaluación de los efectos del cambio climático incluirá la consideración de la subida del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones de oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona, en los siguientes periodos de tiempo:

a) En caso de proyectos cuya finalidad sea la obtención de una concesión, el plazo de solicitud de la concesión, incluidas las posibles prórrogas.

b) En caso de obras de protección del litoral, puertos y similares, un mínimo de 50 años desde la fecha de solicitud.

2. Se deberán considerar las medidas de adaptación que se definan en la estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, establecida en la disposición adicional octava de la Ley 2/2013, de 29 de mayo.

5 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

5.1 Estudio Batimétrico

Los estudios batimétricos tienen como fin principal determinar con exactitud las características del relieve y la morfología de la zona de estudio en cuestión.

Para la descripción de la morfología del fondo se han empleado los datos batimétricos del levantamiento batimétrico llevado a cabo en diciembre de 2021-enero de 2022 hasta los 30 m de profundidad (Figura 20.-).

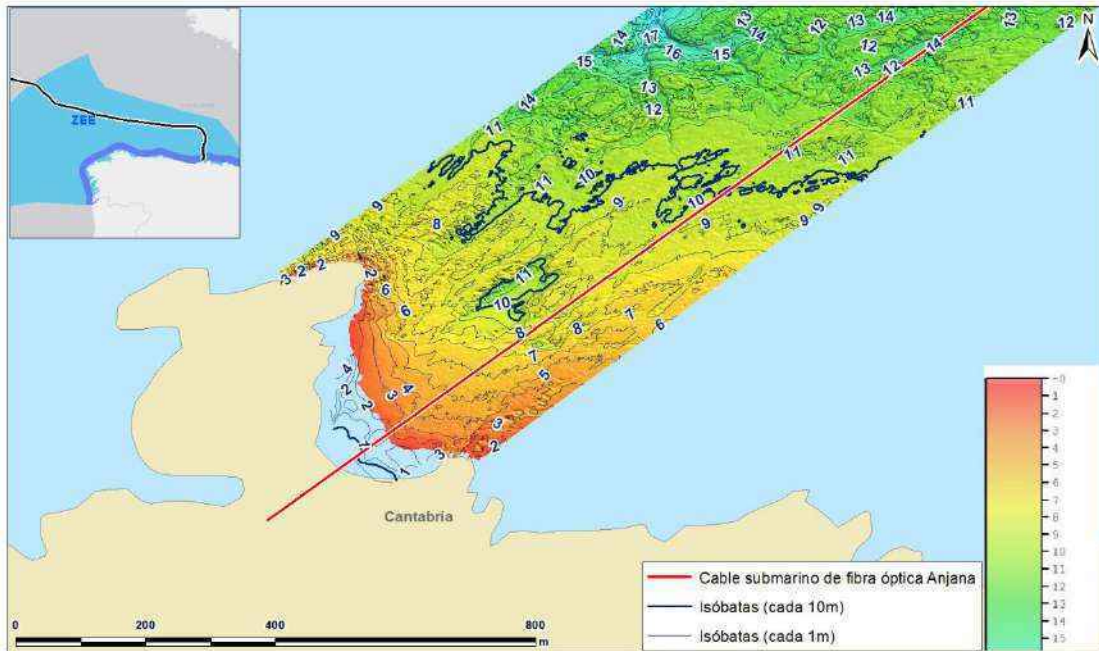


Figura 20.- Batimetría de detalle en la zona del aterrizaje. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

Como se aprecia en la figura anterior, las curvas batimétricas son sensiblemente paralelas a la playa, con una separación constante en la zona central, entre la costa y los 9 m de profundidad, profundidad en la cual se aprecia un llano, para pasar a una zona de batimétricas más unidas e irregulares a más de 11 m de profundidad.

La Figura 21.- y la Figura 22.-muestran la batimetría de detalle a profundidades mayores, entre los 12 y los 31 m, obtenida con datos de la campaña inshore de diciembre de 2021-enero de 2022. Las curvas batimétricas siguen siendo unidas e irregulares hasta los 20 m, cuando se vuelve a apreciar un llano. Después el fondo vuelve a ser irregular durante más de 500 m, hasta llegar a una nueva zona llana a los 29 m.



Figura 21.- Batimetría de detalle en la zona entre los 12 y los 22 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

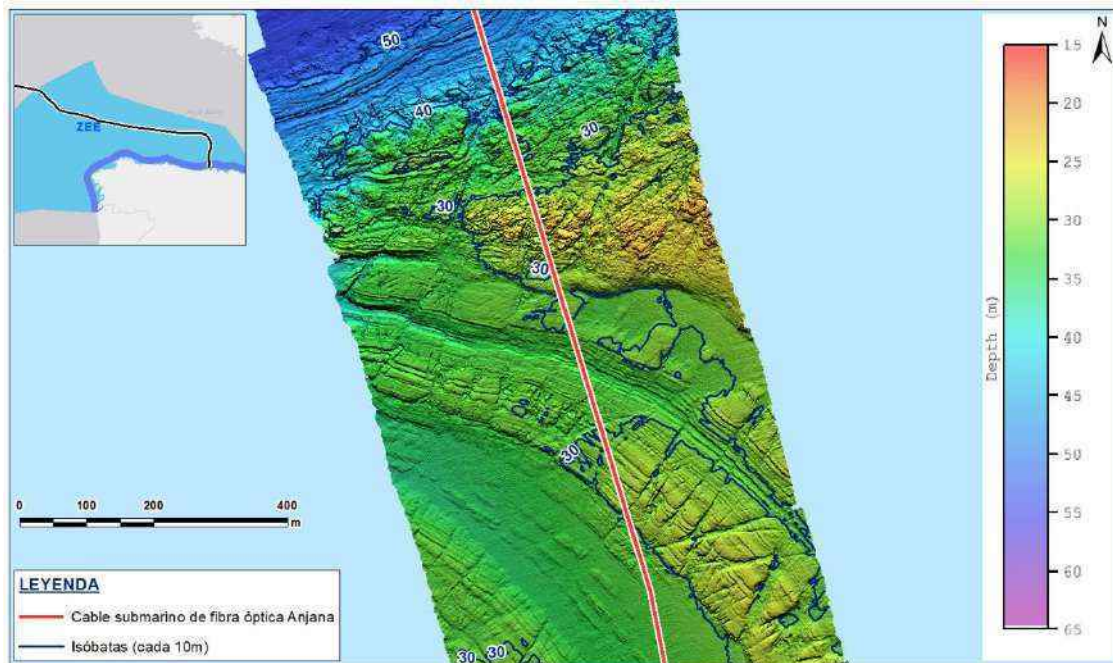


Figura 22.- Batimetría de detalle en la zona entre los 22 y los 31 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

En la Figura 23.-, la Figura 24.- y la Figura 25.- se muestran las pendientes en la zona de estudio. El modelo de pendientes muestra claramente que las mayores pendientes en la zona de aterrizaje se encuentran al noroeste del trazado, discurriendo éste por la zona más tendida. A partir de los 15 m de profundidad, cuando el cable vira bruscamente en dirección NNW, las pendientes interceptadas se hacen en general mayores, excluyendo algunas zonas de baja pendiente, en correspondencia de los 20 m y a partir de los 29 m de profundidad.



Figura 23.- Modelo de pendientes en la zona del aterrizaje en La Virgen del Mar. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.



Figura 24.- Modelo de pendientes entre los 12 y los 22 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.



Figura 25.- Modelo de pendientes entre los 22 y los 31 m de profundidad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

En la Figura 26.- se muestra el perfil del terreno a lo largo de la traza.

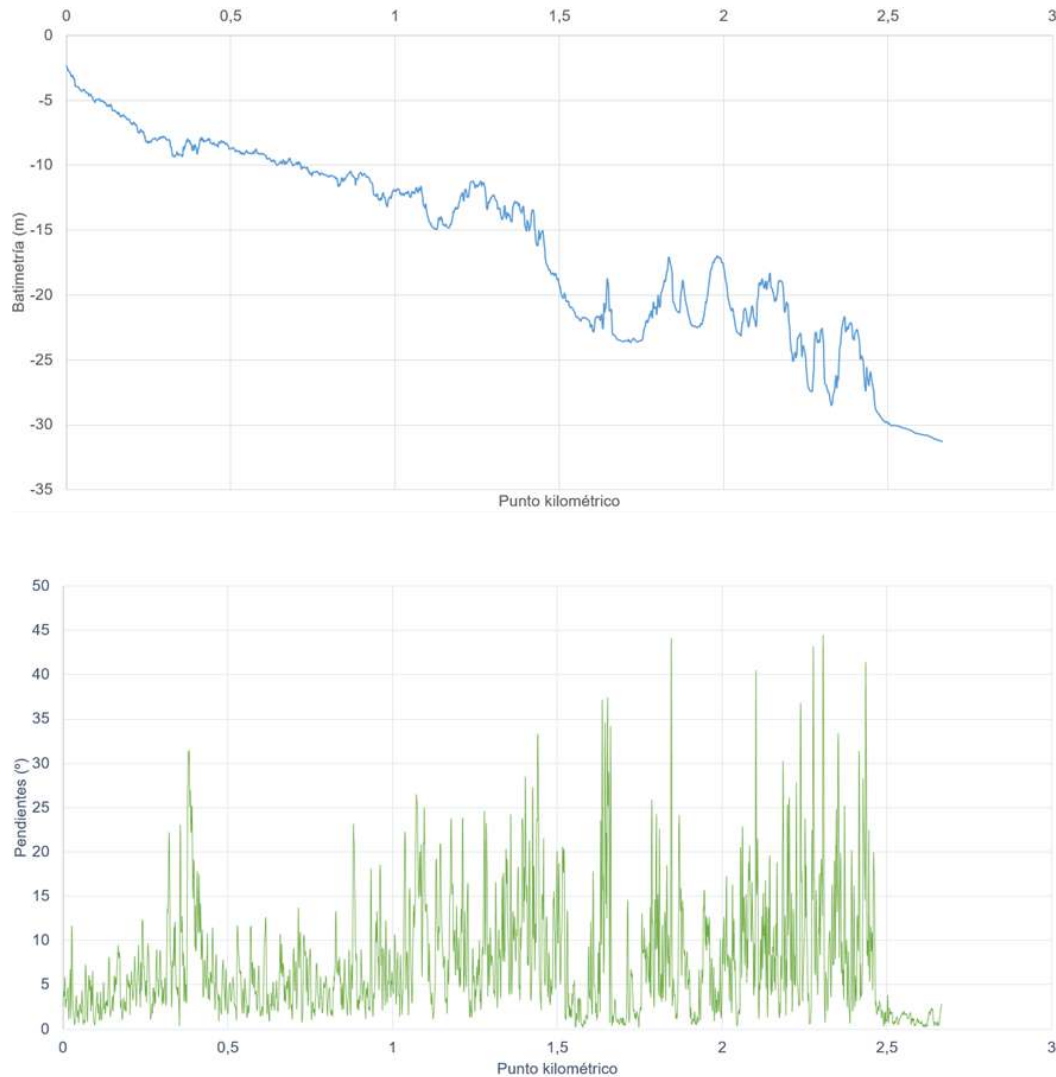


Figura 26.- Perfil del terreno a lo largo del trazado, y pendiente del terreno. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

Como se aprecia en la Figura 26.-, el perfil del terreno es más tendido y regular entre los 2 y los 15 m de profundidad, en el primer kilómetro desde la costa, con pendiente, en general, por debajo de los 10°, a partir de ahí el terreno se hace más abrupto, con muchas irregularidades y pendientes, en general, entre 20° y 40°.

5.2 Estudio geomorfológico

El estudio geomorfológico del fondo se ha realizado con el propósito de caracterizar el área donde se ejecutará la instalación del cable bajo el lecho marino.

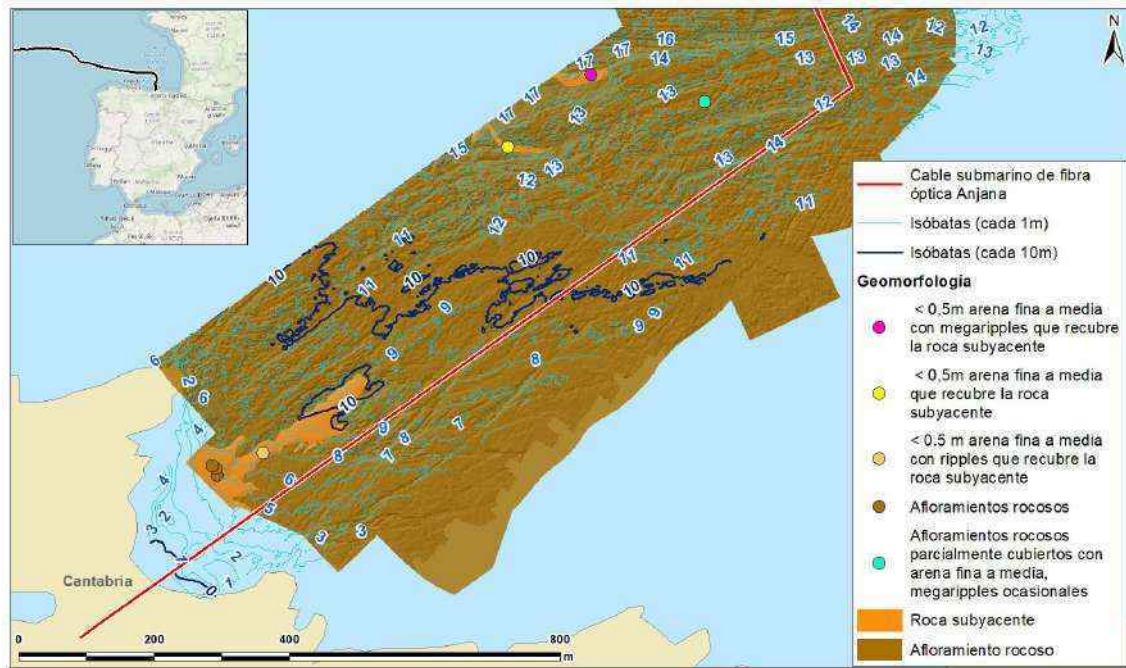


Figura 27.- Geomorfología de detalle del aterrizaje de La Virgen del Mar. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.



Figura 28.- Geomorfología de detalle a profundidades entre 13 y 30 m. Fuente: elaboración propia a partir de datos de NEC.

Como se ve en la Figura 27.- y la Figura 28.-, el trazado del cable desde el aterrizaje hasta los 15 m de profundidad, discurre principalmente a través de una zona rocosa. Las muestras puntuales tomadas indican presencia de finas capas de arena entre afloramientos rocosos. Las características de los tipos de fondo concuerdan con la disposición de las líneas batimétricas y las pendientes, con una zona más tendida en la zona más somera, donde hay más arena rellenando las irregularidades del lecho rocoso. A partir de los 15 m de profundidad el afloramiento rocoso se alterna con bandas con capas de arenas que cubren la roca (en general menos de 0,5 m, con evidencias de megaripples en algunos puntos).

5.3 Clima marítimo

El clima marítimo en la zona del aterrizaje de Santander se puede deducir con el análisis de los datos del punto SIMAR más cercano, es decir el punto 3135036 (Figura 29.-, Fuente: Puertos del Estado).



Figura 29.- Ubicación del punto SIMAR 3135036 en proximidad de la playa de la Virgen del Mar, T.M. Santander. Fuente: Puertos del Estado.

La rosa de oleaje de este punto indica una dominancia de las olas provenientes desde el cuarto cuadrante, estando la dirección concentrada en el NW un 60% del tiempo. El oleaje es bastante energético, con olas entre 3 y 5 m registradas un 19% del tiempo y olas superiores a 5 m presentes un 3,8% del tiempo. Los periodos de calma con olas inferiores a 0,5 m se presentan un 0,8% del tiempo. Las olas de altura significativa superior o igual a 4,5 m provienen exclusivamente de la dirección NW (Figura 30.-, Figura 31.- y Figura 32.-).

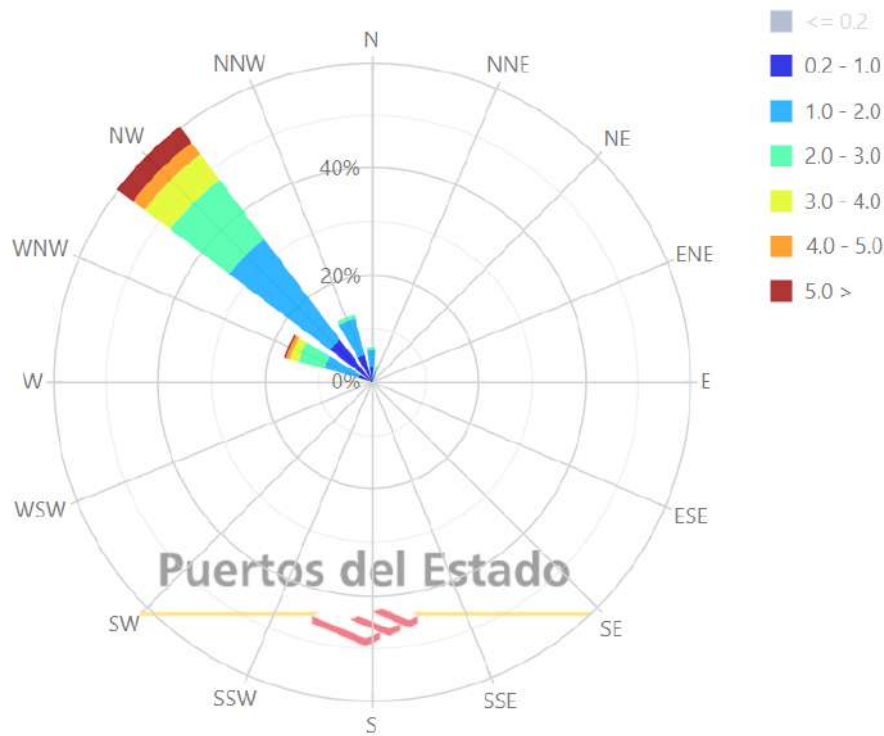


Figura 30.- Rosa de altura significativa (m) de oleaje en el punto SIMAR 3135036 en proximidad de Santander (año 2020). Fuente: Puertos del Estado.

Eficacia: 99.58%		Periodo de Pico (s)											Total
		<= 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	10.0 >	
Altura Significante (m)	<= 0.5	-	-	-	0.034	0.114	-	0.160	0.023	0.091	0.160	0.229	0.812
	1.0	-	-	-	0.023	0.274	1.383	2.264	1.075	2.995	2.767	9.798	20.578
	1.5	-	-	-	-	0.194	0.320	1.169	1.349	1.646	3.133	18.932	26.763
	2.0	-	-	-	-	-	0.137	0.537	0.800	0.777	0.732	12.610	15.594
	2.5	-	-	-	-	-	-	0.160	0.606	0.332	0.554	11.295	12.987
	3.0	-	-	-	-	-	-	0.011	0.034	0.160	0.514	6.619	7.340
	3.5	-	-	-	-	-	-	-	0.023	0.091	0.103	5.007	5.225
	4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.274	2.778	3.052
	4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011	0.080	2.298	2.389
	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.011	1.429	1.440
5.0 >	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.818	3.818	
Total	-	-	-	0.057	0.583	1.841	4.321	3.910	6.105	8.369	74.814	100%	

Figura 31.- Tabla de frecuencias altura – periodo punto SIMAR 3135036 en proximidad de la playa de la Virgen del Mar. Fuente: Puertos del Estado.

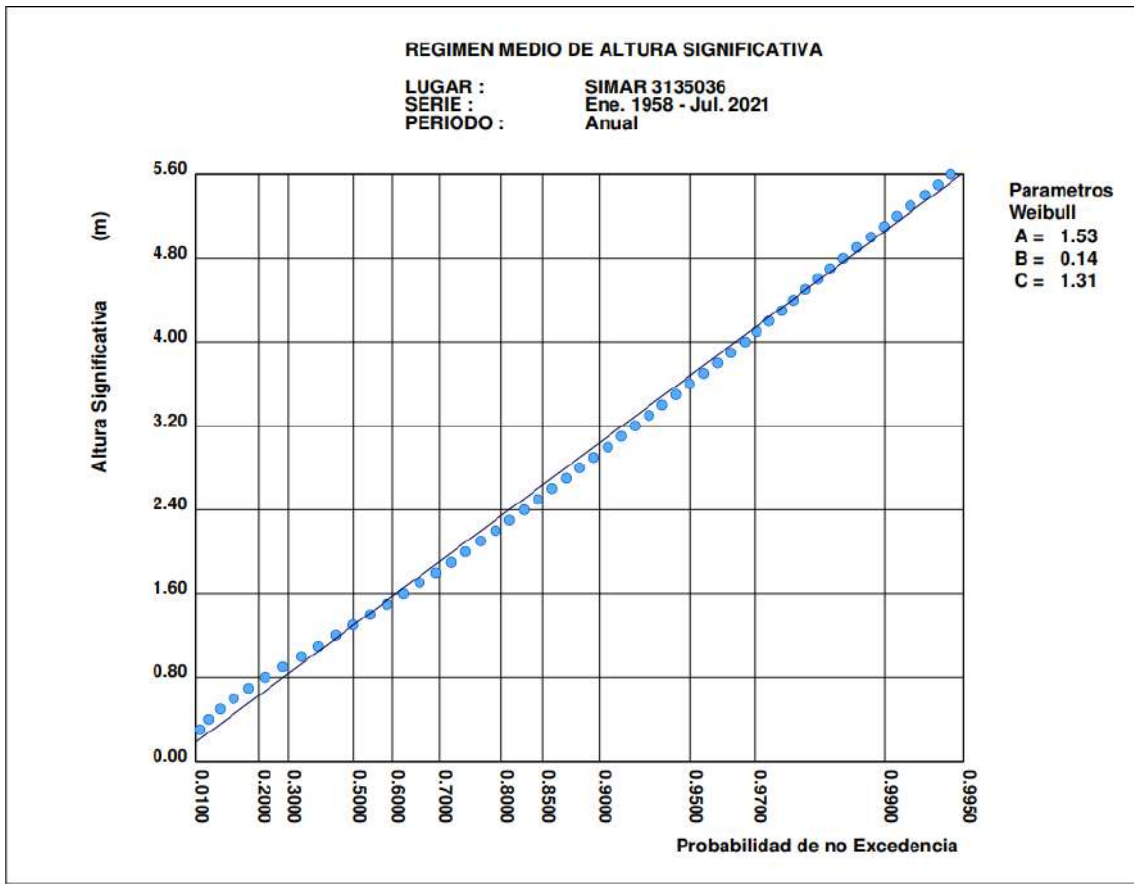


Figura 32.- Régimen medio de oleaje en el punto SIMAR 3135036 próximo a La Virgen del Mar.

Fuente: Puertos del Estado.

En cuanto al nivel del mar, las mareas en Santander son semidiurnas y mesomareales, con el nivel medio del mar (rango mareal) de 2,85 m (según se recoge en el derrotero del puerto de Santander).

6 EFECTOS PREVISIBLES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Una vez descrito el entorno, se analizan a continuación los efectos previsibles del Cambio Climático sobre el proyecto. Las consecuencias del Cambio Climático, derivadas de los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) que contemplan diversos escenarios para el futuro, pueden tener consecuencias en los proyectos que no manejen estas alternativas en sus análisis. Las consecuencias futuras del Cambio Climático que pueden afectar al proyecto, principalmente, son las siguientes:

- Elevación del nivel del mar
- Acidificación de los mares y océanos
- Aumento de la temperatura de la atmósfera
- Mayor exposición a los agentes climáticos adversos (inundaciones, temporales marinos...)

6.1 Efectos sobre los elementos terrestres

Los principales efectos sobre los elementos terrestres del proyecto son la inundación derivada del incremento del nivel del mar y la mayor exposición a agentes climáticos adversos.

6.1.1 Incremento del nivel del mar e inundabilidad

Para determinar el alcance de la inundación de origen marino, se ha elaborado una cartografía de las zonas inundables considerando los efectos del cambio climático, para ello se han empleado los resultados del visor de Cambio Climático en la Costa Española, C3E(<https://c3e-ar4.ihcantabria.com/> y <https://c3e.ihcantabria.com/>), y del programa iole (software desarrollado en el marco del proyecto del mismo nombre, que permite determinar el riesgo de inundación de las zonas costeras).

El visor C3E es el resultado más práctico del “Subprograma nacional: mitigación no energética del cambio climático, observación del clima y adaptación al cambio climático”, desarrollado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, entre enero de 2009 y diciembre de 2012.

El objetivo general de dicho proyecto es elaborar datos, metodologías y herramientas destinadas a la evaluación de los impactos e identificación de medidas de adaptación para dar respuesta a las necesidades del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en las zonas costeras sobre una base científica, técnica y socioeconómica, teniendo en cuenta la variabilidad del clima y el cambio climático presente y futuro.

El visor C3E (<https://c3e-ar4.ihcantabria.com/> y <https://c3e.ihcantabria.com/>), permite visualizar, en toda la costa de España, los valores medios actuales y los valores esperables en distintas fechas futuras y bajo distintos escenarios de cambio climático, de las principales variables que

definen el clima marítimo (altura de ola, flujo medio de energía, dirección del flujo medio de energía, periodo de pico, intensidad de viento, nivel medio del mar...).

Concretamente, el visor permite visualizar las variables para el valor medio entre 1985 y 2005, y dos proyecciones temporales, el período 2026-2045 y el período 2081-2100. Para cada una de estas proyecciones se muestran los resultados para dos escenarios, correspondientes a dos de las Representative Concentration Pathways (RCPs) definidas por el ICCP. A partir de los escenarios globales, en el visor C3E se muestran resultados regionalizados para las costas de España. En concreto, el visor C3E ofrece resultados para el escenario medio (RCP 4.5) y el escenario más desfavorable (RCP 8.5).

En cuanto al programa iole, ha sido igualmente elaborado por el Instituto de Hidráulica ambiental de Cantabria (en adelante, IH Cantabria), en el marco del proyecto de elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la costa española. Este programa, a partir de los resultados del citado proyecto C3E, incluye entre sus objetivos la determinación de la cota de inundación y dirección del flujo de energía del oleaje cada 200 metros a lo largo de la costa española y el desarrollo de una metodología que permita estimar la influencia del cambio climático en la extensión previsible de la inundación.

En este caso, teniendo en cuenta la vida útil del proyecto, y del lado de la seguridad, se van a mostrar los valores de nivel del mar (MSL) y de altura significativa (Hs), para el periodo 2026-2045, bajo el escenario RCP 8.5 (el más desfavorable) (Figura 33.-y Figura 34.-).

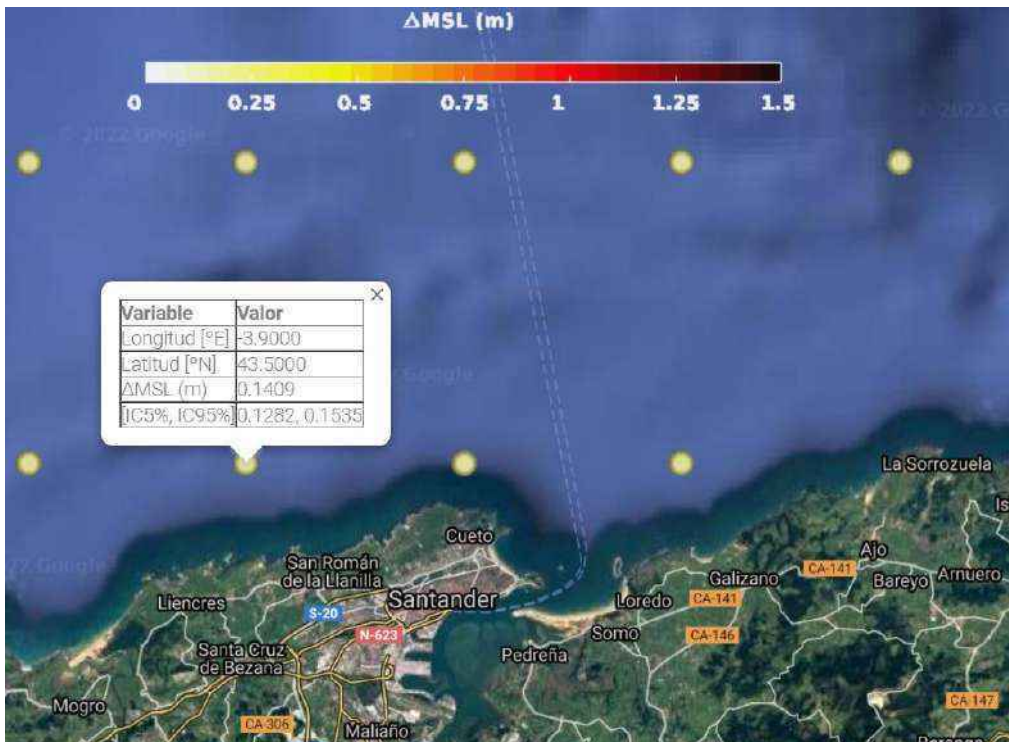


Figura 33.- Variación del nivel medio del mar (MSL) en la zona de estudio para el periodo 2026-2045 y escenario RCP 8.5. Fuente: <https://c3e.ihcantabria.com/>.

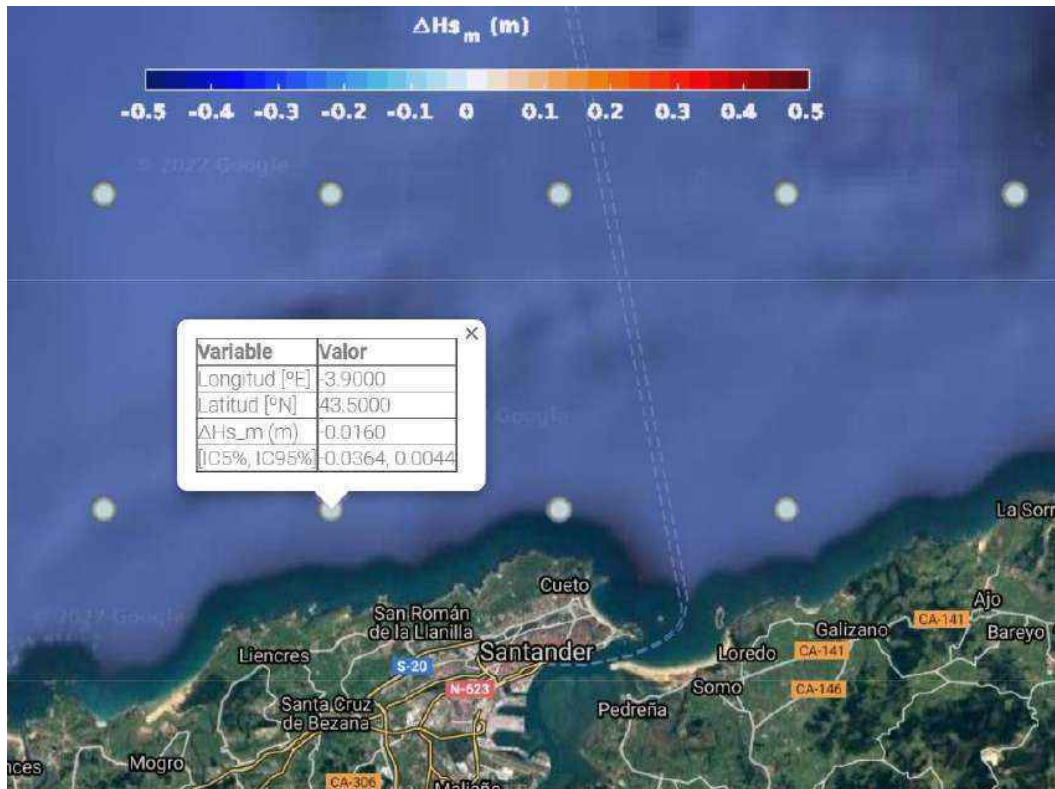
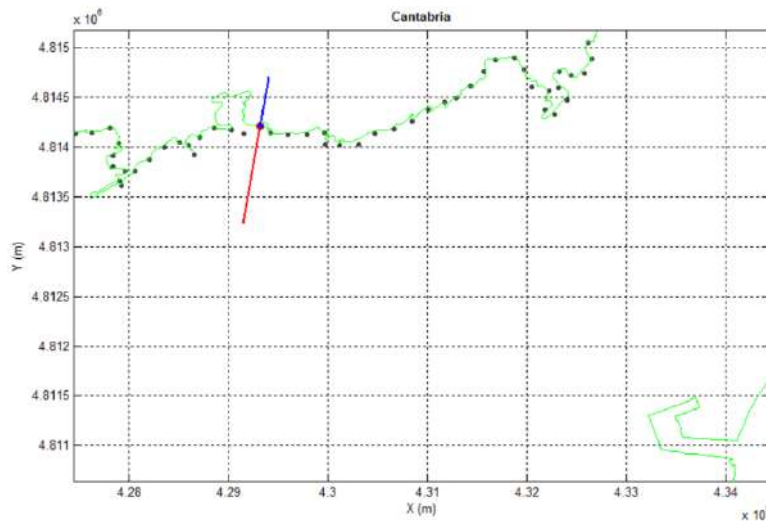


Figura 34.- Variación de la altura de ola significativa (Hs) en la zona de estudio para el periodo 2026-2045 y escenario RCP 8.5. Fuente: <https://c3e.ihcantabria.com/>.

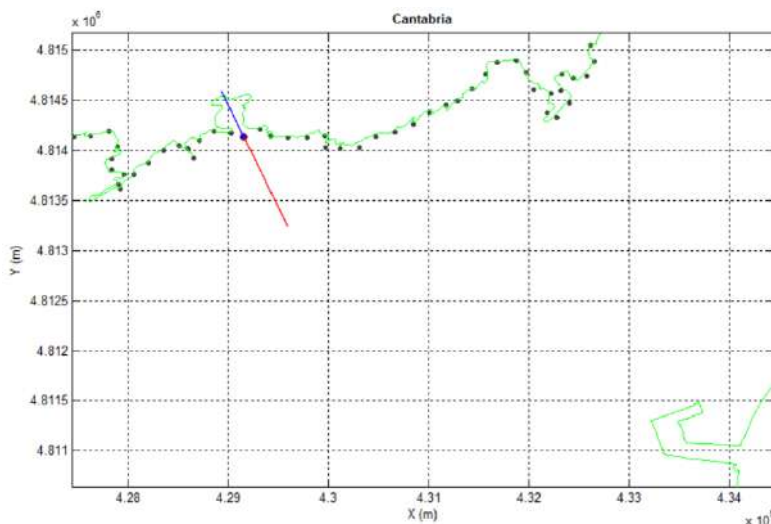
Como se aprecia en la Figura 33.- y la Figura 34.-, el incremento previsto para el nivel medio del mar es de 14 cm, mientras que el oleaje se reduce 1,6 cm, por lo tanto, una variación despreciable.

Una vez obtenidos los valores de estimación de incremento del nivel medio del mar y de la altura significativa, se ha empleado el programa iole. En este programa se han seleccionado varios de los puntos disponibles dentro de la zona de estudio, en los que se ha obtenido la cota de inundación considerando el incremento del nivel del mar y la variación de altura de ola. Desde la Figura 35.- hasta la Figura 40.- se muestra un ejemplo de los puntos considerados.



ajustes:	
Configuración	Directorios
Comunidad Autónoma	
Cantabria	
Seleccionar Punto	
Punto N°	9595
UTM ETRS89 30N	
Y (m)	4814208
X (m)	429318
Coordenadas geográficas WGS84	
Lat (°N)	43.4775
Lon (°E)	-3.8740
Dr. FE (‰)	10
Pendiente (tan)	0.049
n° (m/MMA)	15.4
Perfil E:	<input type="button" value="Ver"/> <input type="button" value="Cargar"/>
Perfil E.+S.:	<input type="button" value="Ver"/> <input type="button" value="Cargar"/>
Nivel	Nivel y Ocas

Figura 35.- Ubicación del primero de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.



ajustes:	
Configuración	Directorios
Comunidad Autónoma	
Cantabria	
Seleccionar Punto	
Punto N°	9584
UTM ETRS89 30N	
Y (m)	4814130
X (m)	429154
Coordenadas geográficas WGS84	
Lat (°N)	43.4768
Lon (°E)	-3.8760
Dr. FE (‰)	334
Pendiente (tan)	0.050
n° (m/MMA)	16.3
Perfil E:	<input type="button" value="Ver"/> <input type="button" value="Cargar"/>
Perfil E.+S.:	<input type="button" value="Ver"/> <input type="button" value="Cargar"/>
Nivel	Nivel y Ocas

Figura 36.- Ubicación del segundo de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.

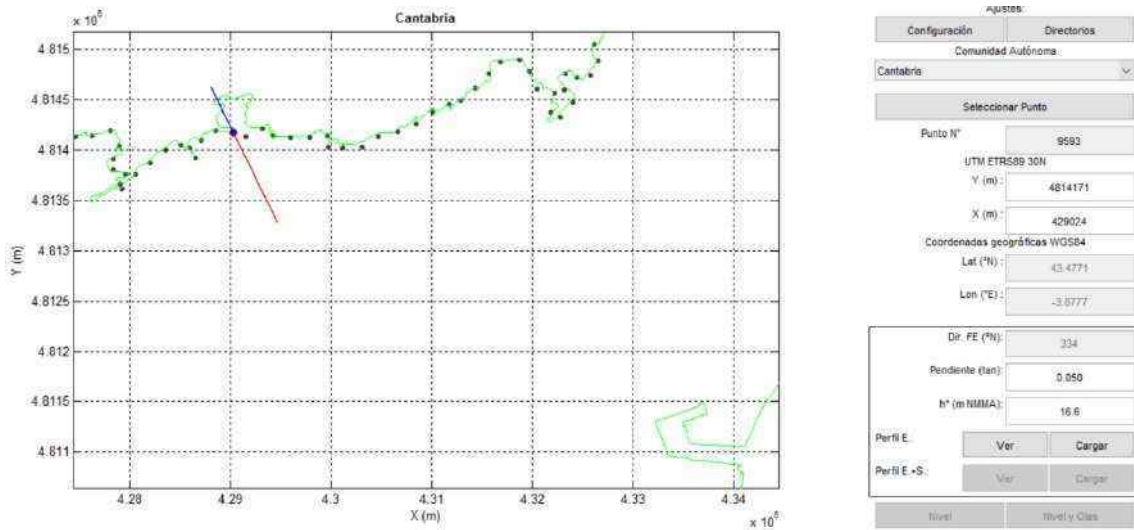


Figura 37.- Ubicación del tercero de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.

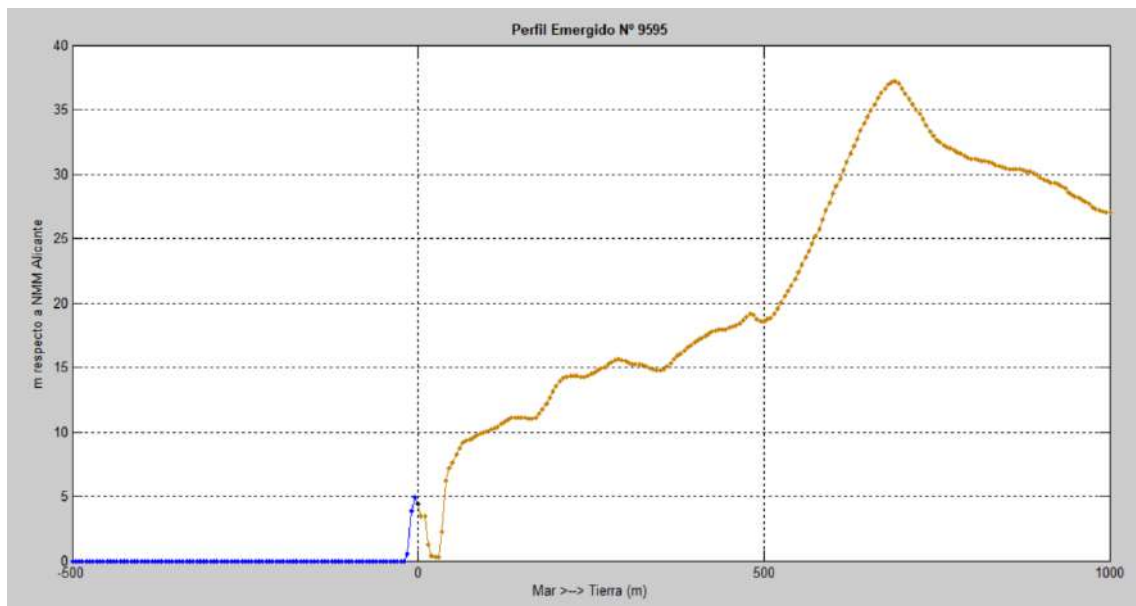


Figura 38.- Perfil del terreno en el primero de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.

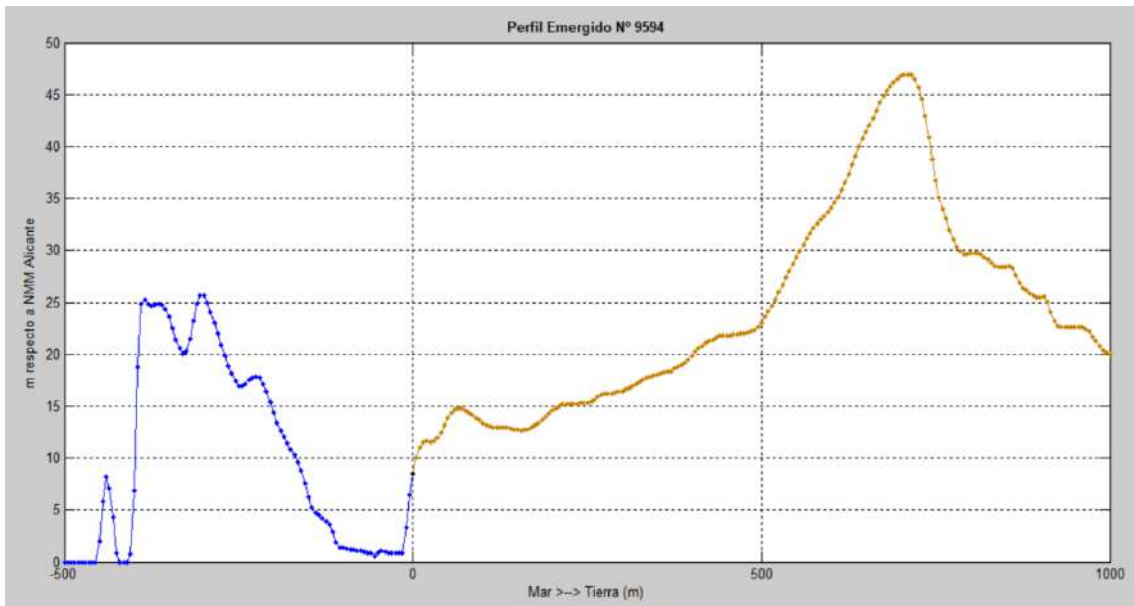


Figura 39.- Perfil del terreno en el segundo de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.

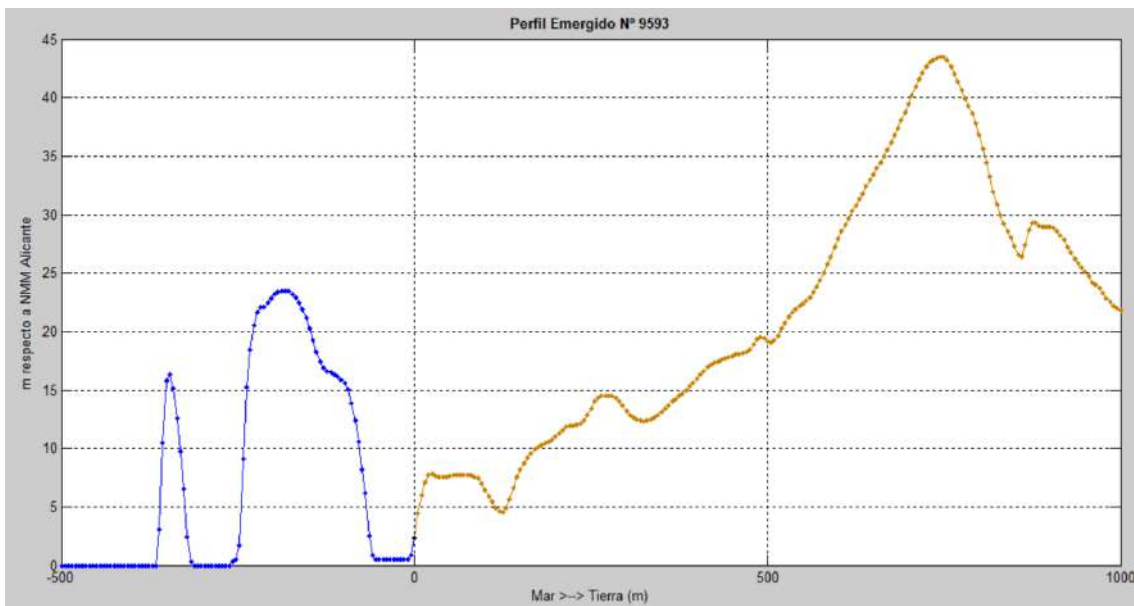


Figura 40.- Perfil del terreno en el tercero de los perfiles de iole considerado para el cálculo de la cota de inundación. Fuente: iole.exe.

Para el cálculo de los valores de cota de inundación y de la zona hasta la que llega la inundación, se han introducido los valores de incremento del nivel del mar y de altura de ola, tal y como se ve en la Figura 41.-.

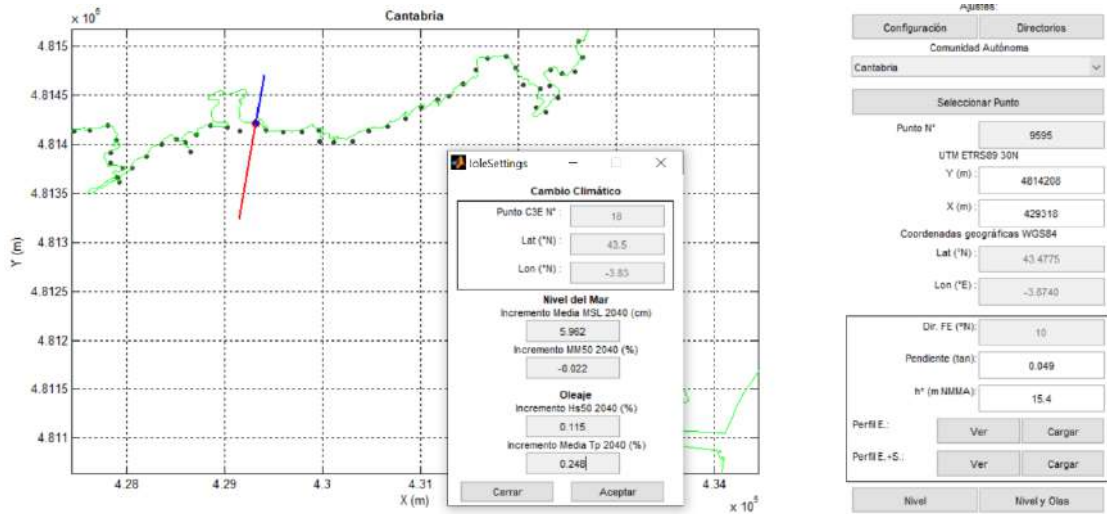


Figura 41.- Valores de incremento de nivel del mar y Hs en 2040, considerados para el cálculo de la cota de inundación Fuente: iole.exe.

A partir de estos valores, el programa iole calcula la coordenada hasta la que llega la cota de inundación en cada perfil para distintos periodos de retorno, tanto para la estima central como para los límites inferior y superior de la banda de confianza del 90%. Estos valores se han representado sobre la ortofoto, tal y como se muestra la Figura 42.-.

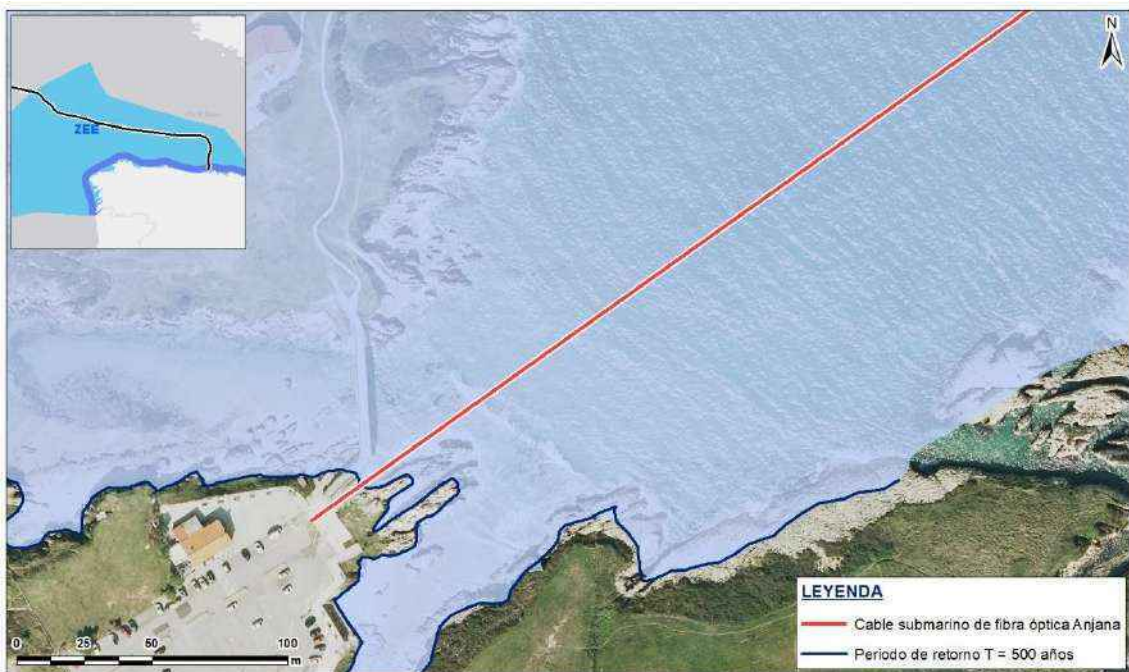


Figura 42.- Cota de inundación para periodo de retorno de 500 años. Fuente: Elaboración propia con datos iole.exe.

Como se aprecia en la Figura 42.-, el BMH queda fuera de la zona inundable.

6.1.2 Intensificación de efectos climatológicos adversos

En la “Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España, a partir de los resultados del IPCC AR-5” (AEMET; 2017) (http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos?w=0&opc1=gal&opc2=Tx&opc3=Anual&opc4=0&opc6=0), se realizan proyecciones mediante regionalización estadística (análogos y regresión) para temperatura máxima, mínima y precipitación para los escenarios RCP 4.5, 6.0 y 8.5, así como proyecciones regionalizadas dinámicas, del proyecto CORDEX, que añaden, a las variables anteriores, nubosidad, evapotranspiración real, escorrentía, velocidad media y velocidad máxima del viento a 10 m, considerando, en este caso, solo dos escenarios (RCP4.5 y RCP8.5).

Desde la Figura 43.- hasta la Figura 49.-se muestran los resultados de las proyecciones de temperatura, viento y lluvias intensas en Cantabria, que son las variables que podrían tener alguna afección sobre las instalaciones en tierra.

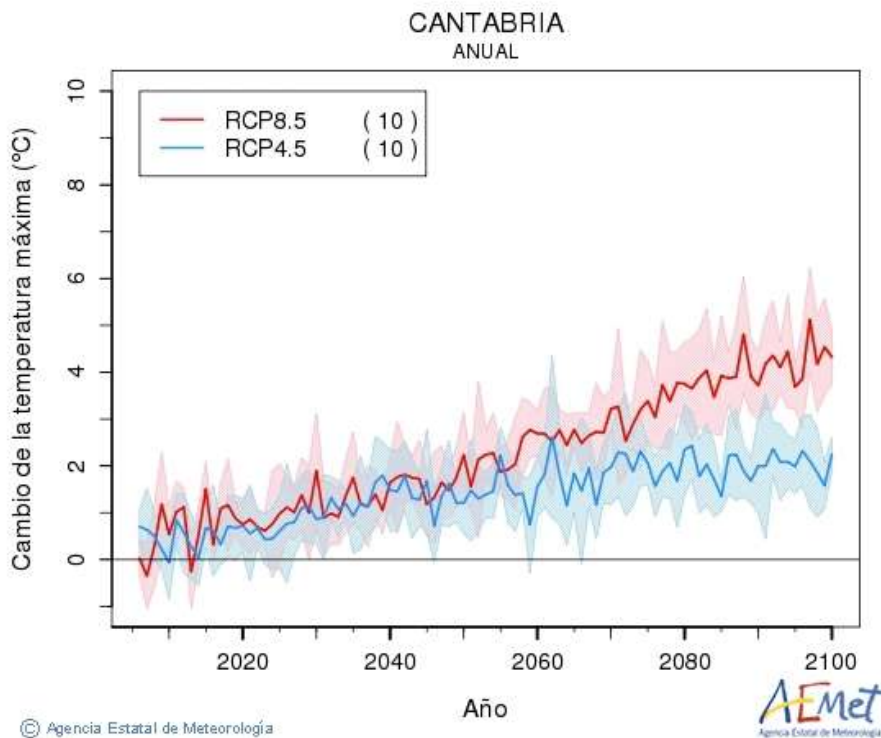


Figura 43.- Proyecciones de variación de la Tmax. Fuente: AEMET.

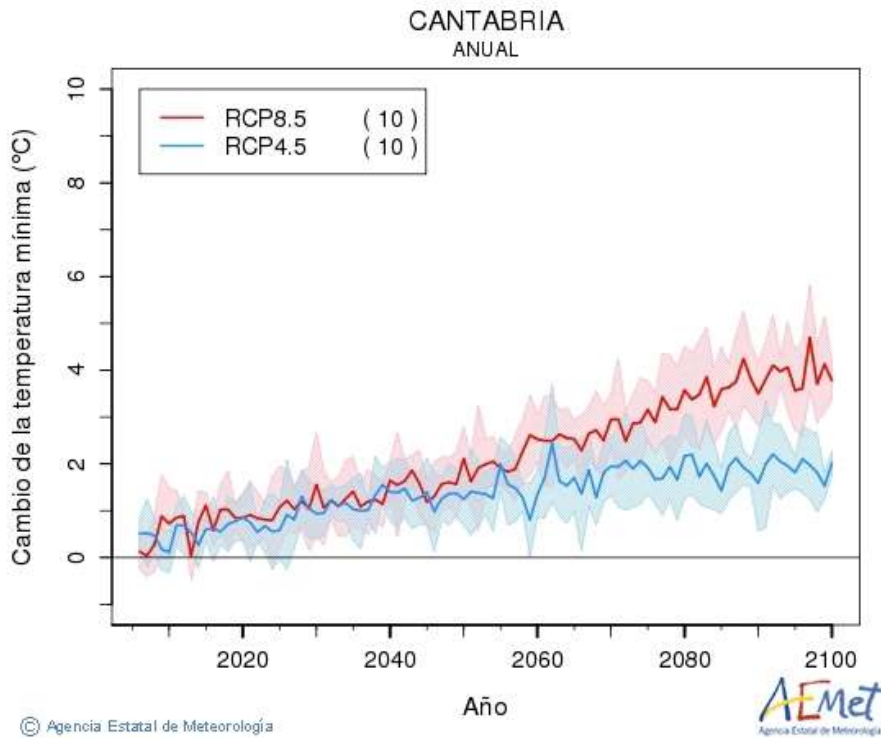


Figura 44.- Proyecciones de variación de la Tmin. Fuente: AEMET.

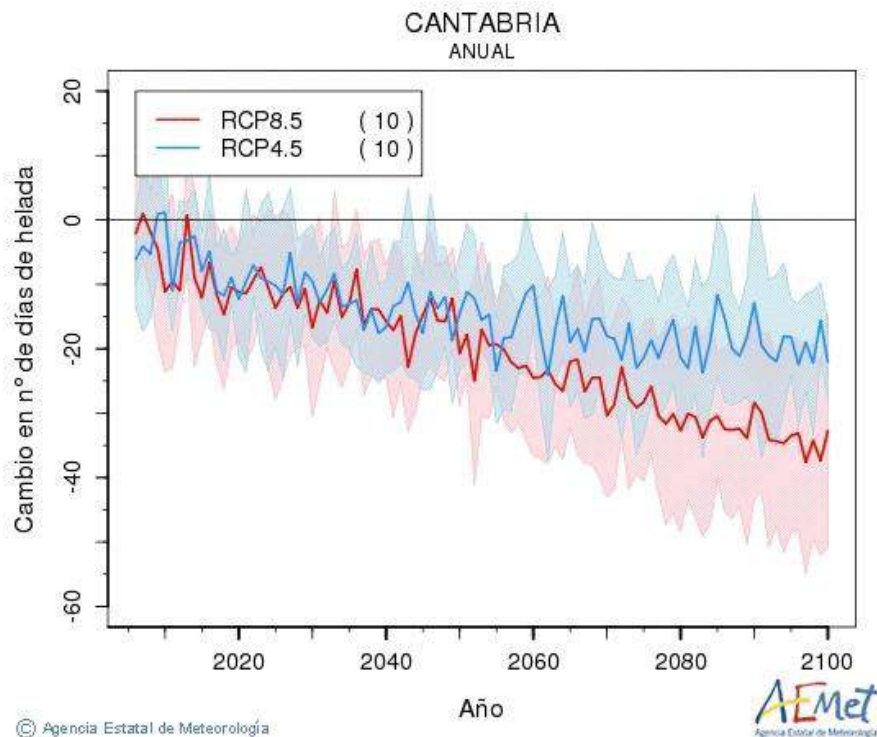


Figura 45.- Proyecciones de variación del número de días de helada Fuente: AEMET.

Como se aprecia en la Figura 43.-, la Figura 44.- y la Figura 45.-, las proyecciones de variación de las temperaturas máximas y mínimas indican variaciones similares, con incrementos de

entorno a 1 °C, para ambos escenarios, hasta 2050, diferenciándose a partir de entonces, con incrementos de hasta 4°C para el escenario RCP 8.5 en 2100, y de 2°C para el escenario RCP 4.5.

Esto no tendrá consecuencias sobre el proyecto, ya que para los efectos constructivos no tiene una gran incidencia, pues para los cálculos de diseño se emplean valores extremos que ya contemplan un potencial exceso adicional.

En la Figura 46.- y la Figura 47.-se muestran las proyecciones para el viento medio y máximo.

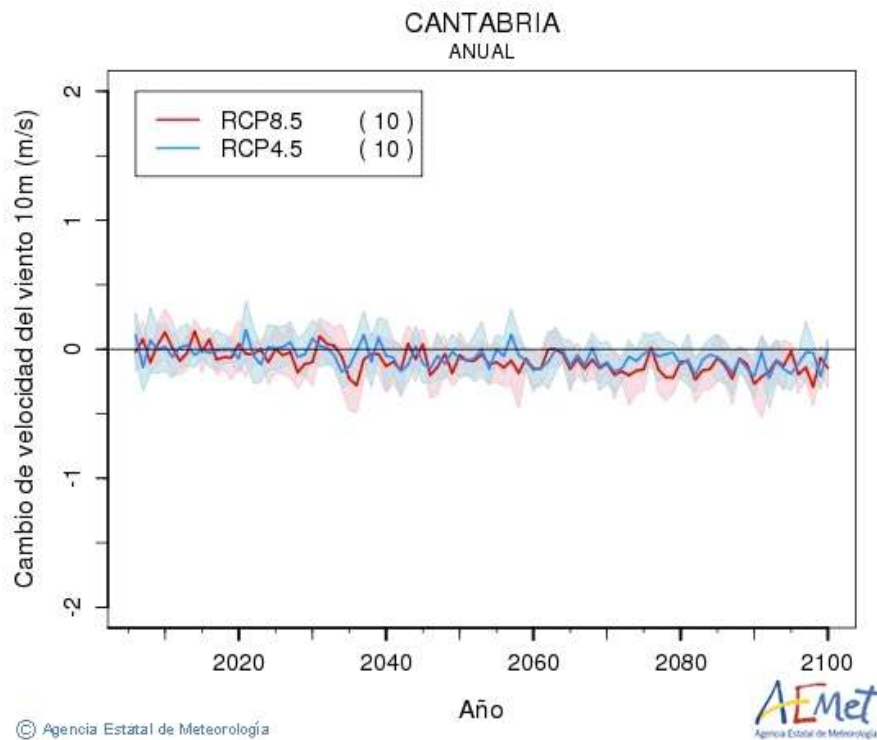


Figura 46.- Proyecciones de variación de velocidad media de viento. Fuente: AEMET.

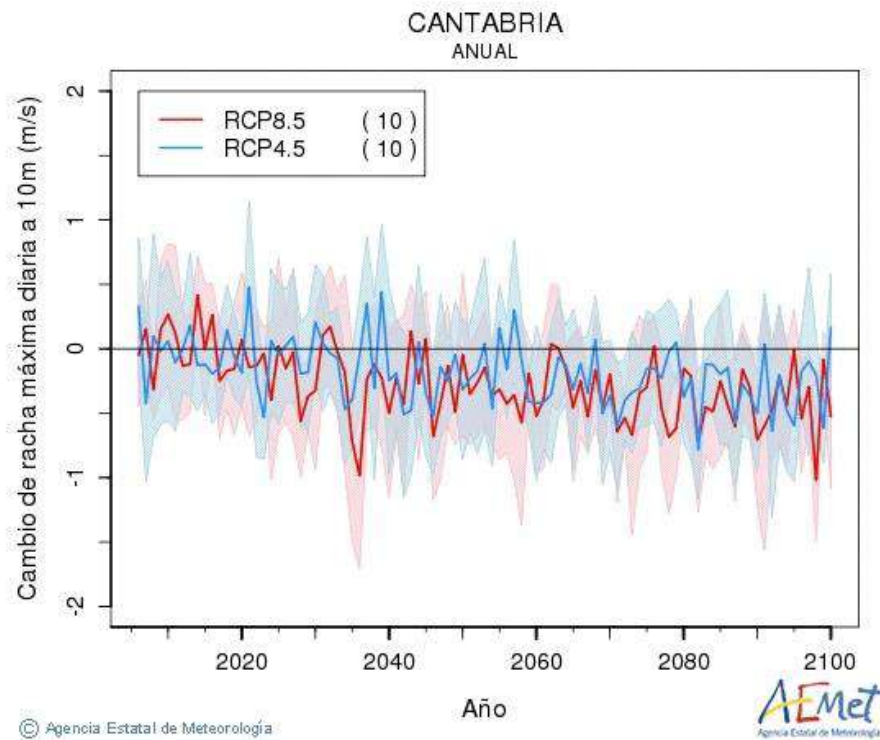


Figura 47.- Proyecciones de variación de velocidad máxima de viento. Fuente: AEMET.

En lo relativo a la velocidad del viento, la media sufre una disminución del entorno de 0,25 m/s, y la máxima de 0,5 m/s. Son disminuciones despreciables, y, en todo caso, no perjudicarán la estabilidad de las instalaciones.

En cuanto a la precipitación, la Figura 48.- y la Figura 49.-muestran sus variaciones.

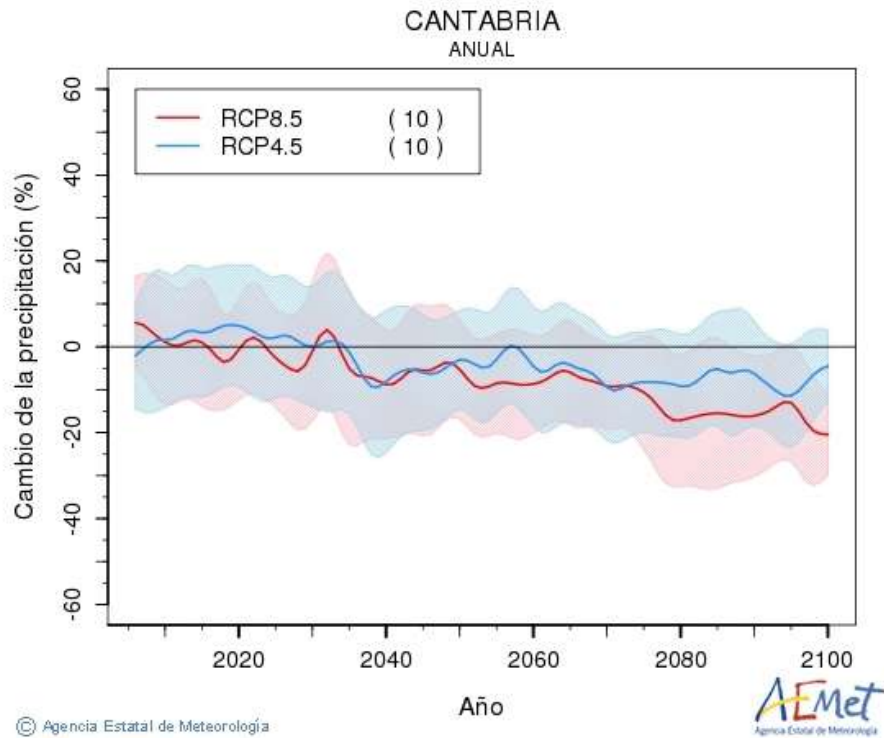


Figura 48.- Proyecciones de variación de la precipitación. Fuente: AEMET.

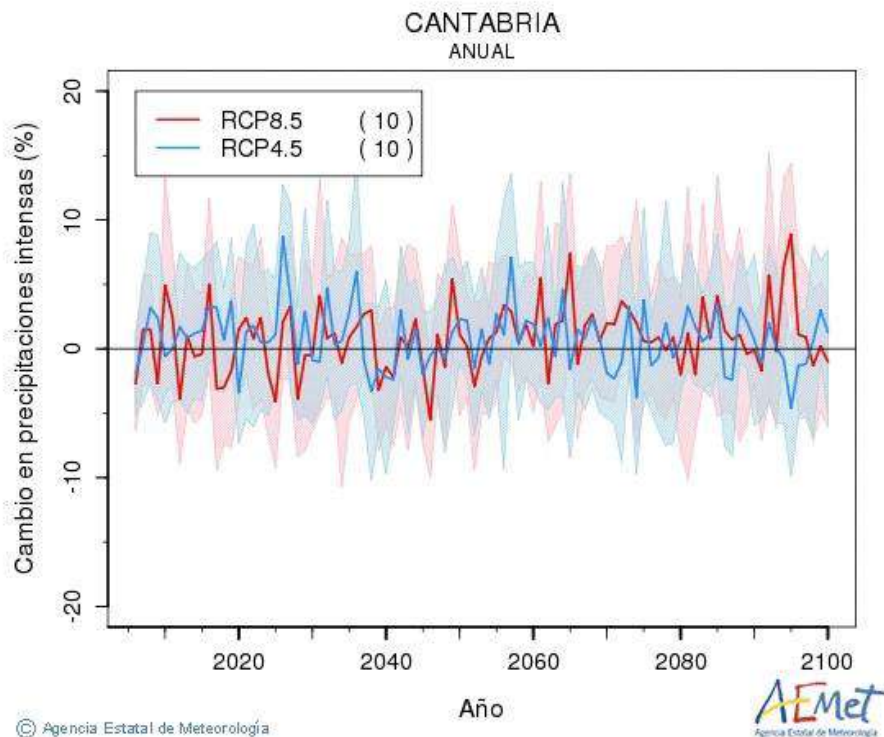


Figura 49.- Proyecciones de variación en las precipitaciones intensas. Fuente: AEMET.

Las proyecciones de cantidad de precipitación indican un claro descenso en las precipitaciones, de hasta un 10% para 2050 y el 20% en 2100. En cuanto a las precipitaciones intensas, no se

aprecia una tendencia clara, aunque se da un pequeño incremento. En todo caso, la zona de proyecto no es una zona de inundación fluvial ni se encuentra próxima a un cauce.

6.2 Efectos sobre los elementos marinos

En el medio marino, las variables que más afección pueden tener sobre el proyecto son la acidificación del agua de mar y la ocurrencia de eventos climatológicos extremos.

6.2.1 Acidificación del agua de mar

La acidificación de los mares y océanos viene dada por la absorción de CO₂ atmosférico por estos en forma de ácido carbónico, lo cual reducirá el pH global. Este fenómeno puede potenciar la corrosión y alterar la funcionalidad de las estructuras metálicas en el mar, dada la mayor agresividad del medio en el que se encuentren. En este caso, el cable ya está protegido contra estos efectos, considerados en su diseño, por lo que se asume que el efecto sobre el cable será mínimo.

6.2.2 Probabilidad de eventos climatológicos extremos

En medio marino, eventos climáticos más extremos podrían causar fallos en el cable (p.e. descalce del cable y movimiento del mismo por el oleaje). Para evitarlo, los criterios de diseño del cable y su protección incorporan las estimaciones de evolución futura de los parámetros ambientales, de acuerdo con los valores publicados a través del visor C3E, anteriormente indicado. En la Figura 50.-se muestra la estimación de variación de altura de ola en el punto más cercano al aterrizaje para el periodo 2026-2045 bajo el escenario de incremento de emisiones más adverso (el RCP 8.5).

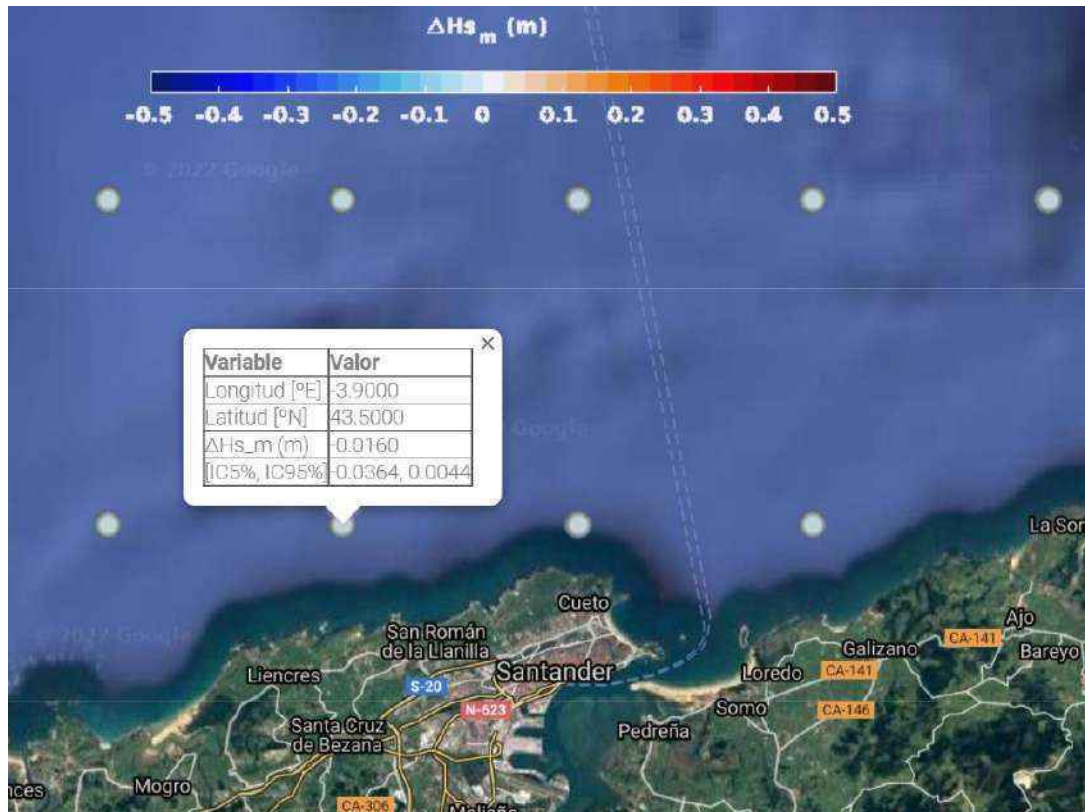


Figura 50.- Variación de la altura de ola significativa (Hs) en la zona de estudio para el periodo 2026-2045 y escenario RCP 8.5. Fuente: <https://c3e.ihcantabria.com/>.

Como se aprecia en la Figura 50.-, la variación de altura de ola significativa es insignificante, siendo la variación estimada de una reducción de 1,6 cm.

7 CONCLUSIONES

En el presente informe se han analizado los efectos del cambio climático sobre el proyecto del sistema de cable submarino. Tanto el análisis basado en las variaciones de nivel medio del mar y altura de ola significativa a partir de los resultados del proyecto C3E como el análisis de los datos de cota de inundación obtenidos con el modelo iole, indican que el proyecto no vería comprometida su integridad aun considerando los efectos del cambio climático.

Los efectos del proyecto sobre el cambio climático se consideran despreciables por el carácter del proyecto, consistente en el tendido de un cable de telecomunicaciones en el fondo, que permanecerá en el mismo sin generar emisiones durante su funcionamiento.

8 REFERENCIAS

8.1 Bibliografía

AEMET. “Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España, a partir de los resultados del IPCC AR-5”

8.2 Recursos web

PUERTOS DEL ESTADO: <http://puertos.es/>

VISOR IC3: <https://c3e.ihcantabria.com/>

9 AUTORES

En la redacción del presente estudio ha participado el siguiente personal de Tecnoambiente S.L.:

Nombre	Titulación	DNI
Jurgi Areizaga	Dr. Ciencias del Mar	72474180F
Giada Trezzi	Dra. Ciencias Ambientales	Y2620962B

Firma:

Giada Trezzi

Dra. CC Ambientales

Tecnoambiente SL

Firma:

Jurgi Areizaga Casares

Dr. CC del Mar

Tecnoambiente SL