PROYECTO DE EJECUCIÓN

PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE EN EL GOLFO DE BIZKAIA

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA – FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

DOCUMENTO 1

MEMORIA

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
COIIM - MADRID
Nº VISADO 202202184
FECHA DE VISADO 20/05/2022
VISADO
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA
COLEGIADO/A Nº: NOMBRE
18068 COIIM NICOLAS CUENCA PRADILLO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA

ÍNDICE

		Nº Páginas
PORTADA E ÍNDICE		2
CAPÍTULO 1	GENERAL	50
CAPÍTULO 2	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	20
ANEXO	CLIMA MARÍTIMO	61
TOTAL		**133**

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial

CUENCA PRADILLO NICOLAS - 70520180H

Firmado digitalmente por CUENCA PRADILLO NICOLAS - 70520180H
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-70520180H, givenName=NICOLAS, sn=CUENCA PRADILLO, cn=CUENCA PRADILLO NICOLAS - 70520180H
Fecha: 2022.05.19 13:06:53 +02'00'

D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

CAPÍTULO 1

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 2

1.2. OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA 5

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN 6

1.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA 7

1.5 TRAZADO DE LA LÍNEA 8

1.5.1. TRAMO SUBTERRÁNEO 8

1.5.2. TRAMO SUBMARINO 9

1.6 ZONAS AFECTADAS EN EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE 11

1.7 TRABAJOS TEMPORALES EN LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE 13

1.7.2 MAQUINARIA Y MATERIALES UTILIZADOS 21

1.7.3 REPOSICIÓN Y TERMINACIÓN DE LAS ZONAS AFECTADAS 22

1.8 PROTECCIÓN PERMANENTE DE LOS CABLES 22

1.8.1 PROTECCIÓN EN TIERRA 22

1.8.2 PROTECCIÓN EN lA ZONA MARÍTIMA 23

1.9 AFECCIONES AL MEDIO AMBIENTE 31

1.9.1 MEDIDAS PREVENTIVAS 32

1.9.1.1 Medidas preventivas las fases de diseño y construcción 32

1.9.2 MEDIDAS CORRECTORAS 33

1.9.2.1 Medidas correctoras en fase de construcción 33

1.9.2.2 Medidas preventivas y correctoras en fase de explotación 35

1.9.2.3 Medidas preventivas y correctoras en la fase de desmantelamiento 35

1.10 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 36

ANEXO 1 – ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL

ANEXO 2 – PLANOS MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA S.A.U. (en adelante RED ELÉCTRICA), de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico (en adelante Ley 24/2013), y como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuidas las funciones de transportar la energía eléctrica, así como de construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

En el ejercicio de las citadas funciones y efectivo cumplimiento de las finalidades relativas al transporte de energía eléctrica, RED ELÉCTRICA, junto a RESEAU DE TRANSPORT D'ELECTRICITE (RTE), empresa gestora de la red de transporte en Francia, por recomendación de la Comisión Europea, han formado una sociedad conjunta coparticipada al 50% por cada una de ellas para el desarrollo de la interconexión eléctrica entre Francia y España, denominada **INELFE**. Esta empresa es la responsable de la realización de los estudios, de la gestión del proyecto y de la construcción del enlace eléctrico. (https://www.inelfe.eu/) "Interconexión submarina España-Francia por el Golfo de Bizkaia".

Este proyecto consiste en la creación de una interconexión eléctrica submarina y subterránea, doble enlace de Alta Tensión en Corriente Continua (HVDC en sus siglas en inglés) con dos sistemas independientes y una potencia de 2 × 1000 MW de potencia y ±400 kV de tensión, de aproximadamente 390 km de longitud, de los cuales 276 km serán de tramo submarino (94 km en España), que conectará la futura Estación Conversora de Gatika (municipio de Gatika en el territorio histórico de Bizkaia), y la futura Estación Conversora de Cubnezais, (situada al norte de la localidad de Burdeos, en Francia).

La interconexión eléctrica España-Francia por el Golfo de Bizkaia, debido a su carácter estratégico, fue designada, el 14 de octubre de 2013, por la Comisión y el Parlamento Europeo como "Proyecto de Interés Común" (en adelante PIC), en el marco del Reglamento (UE) Nº 347/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de abril de 2013, relativo a las orientaciones sobre las infraestructuras energéticas transeuropeas (en adelante Reglamento (UE) Nº 347/2013), dentro del "Energy Infrastructure Package" de la Comisión Europea y forma parte también del Plan Decenal de Desarrollo de la Red de Transporte Europea de julio de 2012 de ENTSO-E. Además de PIC, tiene una doble calificación, ya que está catalogado como "Autopista de la electricidad" pues mediante el mismo se pretende reforzar la eficacia de la acción de la Unión, posibilitando la optimización de los costes de ejecución y favoreciendo el desarrollo de las redes transeuropeas, lo cual implica que tiene una utilidad estratégica de largo plazo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

El citado proyecto, ha requerido de un Proceso de Participación Pública en la etapa de tramitación inicial, en cumplimiento de las disposiciones reglamentarias, tal y como establecen los art 9 y art 10.1. a) del REGLAMENTO (UE) Nº 347/2013, culminando el proceso, en el Informe del Plan Conceptual de Participación Pública a disposición de cualquier interesado en la dirección: https://www.inelfe.eu/sites/default/files/2018-08/INFORME%20PCPP.pdf

Los anteproyectos que conforman la Interconexión eléctrica España-Francia por el Golfo de Bizkaia, se sometieron junto con el Estudio de Impacto Ambiental a un periodo de información pública a través de las publicaciones en el BOE de fecha 31/05/2021 y BOB de fecha 31/05/2021, encontrándose actualmente toda la documentación en fase de análisis y redacción de la Declaración de Impacto Ambiental por el órgano ambiental competente para que posteriormente pueda emitirse la Autorización Administrativa Previa correspondiente.

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, del Ministerio para la Transición Ecológica formulará la Declaración de Impacto Ambiental conjunta, de las referidas instalaciones.

El Consejo Europeo de marzo de 2002 estableció el objetivo de alcanzar un mínimo de un 10% de ratio de interconexión (siendo ésta la suma de las capacidades de intercambio de importación dividida por la potencia instalada). En el caso de España este objetivo no se ha alcanzado en 2020. En 2026, con el incremento de potencia instalada renovable previsto, de no ir acompañada de un refuerzo de las interconexiones se situaría en un 5%. En marzo de 2015, en la declaración de Madrid suscrita por los gobiernos de España, Francia y Portugal, la Comisión Europea y el Banco Europeo de Inversiones se acordó señalar la urgencia de cumplir el objetivo del 10 % y seguir analizando posibilidades para alcanzar una capacidad entre la Península Ibérica y Francia de 8000 MW.

Todos los proyectos catalogados como PIC están incluidos en la planificación nacional vigente, en el documento denominado “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de transporte de Energía Eléctrica 2021-2026”, aprobado por el Consejo de Ministros, el 22 de marzo de 2022 (recogido en la Resolución de la Secretaría de Estado de Energía de 8 de abril de 2022). En la planificación se detallan los proyectos de nuevas infraestructuras eléctricas que se deben acometer en todo el territorio nacional, bajo los principios de transparencia y de mínimo coste para el conjunto del sistema eléctrico. En este sentido, la planificación de la red de transporte de electricidad es vinculante para RED ELÉCTRICA.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

El escenario de estudio de la planificación de la red de transporte para el período 2021-2026 queda establecido en el contexto macroeconómico y en los escenarios Objetivo 2025 y 2030 del PNIEC que determinan la evolución de la demanda eléctrica, la potencia instalada de generación y los costes de combustible y de emisiones como variables más significativas.

El PNIEC también establece como objetivo el desarrollo de las interconexiones como vía para la consecución de un mercado único europeo en el que el sistema eléctrico peninsular español alcance un nivel de integración acorde con los objetivos fijados en el ámbito de la Unión Europea. Para hacer posible este objetivo, la planificación de la red de transporte considera estos proyectos con objeto de identificar potenciales necesidades de refuerzo interno de la red que pudieran limitar la capacidad comercial de intercambio y, en consecuencia, el uso eficiente de las interconexiones previstas. Por lo tanto, en el escenario 2026 se considera entre otros, el siguiente

Interconexión Golfo de Vizcaya con Francia, con puesta en servicio en 2026-2027.

Este proyecto se incluye y evalúa en la planificación europea “Ten Year Network Development Plan 2020”. Adicionalmente, por su papel clave en la consecución de la política energética europea, son clasificados como Proyectos de Interés Común por la Comisión Europea (etiqueta refrendada formalmente por última vez en la cuarta lista publicada en octubre de 2019).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

1.2. OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

En virtud de lo establecido en la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas (en adelante Ley 22/1998), 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 (en adelante Ley 2/2013) y el artículo 152 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas (en adelante RD 876/2014), la citada instalación se encuentra sometida a la obtención de previa concesión para la ocupación del Dominio Público Marítimo-Terrestre al transcurrir parte de su trazado por zonas clasificadas como Zona Marítimo- Terrestre, Aguas Interiores y Mar Territorial.

Conforme a lo anterior, constituye el objeto de este Proyecto de Ejecución a efectos administrativos, la aportación de los datos precisos para la obtención de la concesión de ocupación de bienes del Dominio Público Marítimo-Terrestre.

Corresponde a la Demarcación de Costas del País Vasco del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, tramitar la solicitud de autorización de concesión para la ocupación de la zona de Dominio Público Marítimo-Terrestre y a la Dirección General de la Costa y el Mar del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, resolver sobre dicha solicitud.

El proyecto reúne las características a las que se refiere el artículo 32 de la Ley 22/98 y 61 del RD 876/2014, en cuanto que se trata de una instalación que desempeña una función o presta un servicio que por sus propias características requiere la ocupación del dominio público marítimo-terrestre, toda vez que tras los preceptivos estudios se ha establecido que la solución más idónea, es una conexión por la zona oeste de la frontera con Francia mediante una nueva interconexión submarina HVDC a través del Golfo de Vizcaya/Gascogne desde del País Vasco en España a la zona de Aquitania en Francia, debido a la viabilidad técnica, medioambiental y social del referido proyecto.

Así también la instalación viene recogida en el Reglamento Delegado (UE) 2016/89 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2015, por el que se modifica el Reglamento (UE) Nº 347/2013, que enumera una nueva lista de PIC, entre otros proyectos, e incluye el proyecto denominado: PCI 2.7 Interconexión Francia — España entre Aquitania (Francia) y el País Vasco (España) conocido como proyecto Golfo de Bizkaia, como uno de los proyectos pertenecientes al corredor prioritario de las interconexiones eléctricas del eje norte-sur de Europa occidental (“NSI West Electricity”).

A la hora de delimitar las afecciones del proyecto, el criterio utilizado ha sido la minimización de la ocupación del Dominio Público Marítimo Terrestre.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

A los efectos del Art 44.7 de la Ley 22/1988, se adjunta al presente proyecto declaración expresa de que el mismo cumple fielmente las disposiciones establecidas por la mencionada Ley 22/1988, Ley 2/2013 y en RD 876/2014.

En la elaboración del presente documento se han tenido en cuenta las prescripciones establecidas en la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino y el Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, por el que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo. La Dirección General de la Costa y el Mar, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, emitió, dentro del procedimiento de información pública del Estudio de Impacto Ambiental, y de acuerdo con el artículo 7.2. del Real Decreto 79/2019, informe de compatibilidad favorable con condiciones al proyecto respecto a la Estrategia Marina de la Demarcación Noratlántica, en fecha 30 de agosto de 2021.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La nueva interconexión entre Francia y España consiste en un doble enlace de Alta Tensión 400 kV en Corriente Continua (HVDC en sus siglas en inglés) con dos sistemas independientes y una potencia de 2 × 1000 MW de potencia, que conectará la futura Estación Conversora de Gatika, en el territorio histórico de Bizkaia, y la futura Estación Conversora de Cubnezais, situada al norte de la localidad de Burdeos, en Francia.

Las principales partes de que consta el enlace HVDC son:

- Estación Conversora de Gatika formada por dos sistemas de conversión independientes CA/CC (alterna/continua) de 1000 MW cada uno.
- Estación Conversora de Cubnezais formada por dos sistemas de conversión independientes CA/CC (alterna/continua) de 1000 MW cada uno.
- 4 cables subterráneos de corriente continua a ±400 kV para instalación en zanja (aproximadamente 13,8 km por territorio español).
- 4 cables submarinos de corriente continua a ±400 kV con una longitud total de 280 km, cada cable de potencia, para la interconexión con Francia (93,5 km en territorio marítimo español).
- 4 cables subterráneos de corriente continua a ±400 kV para instalación en zanja (aproximadamente 78 km por el Medoc y 27 por Capbreton en territorio francés).

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

- 2 cables de F.O. de comunicaciones de 48 fibras. Los cables de fibra óptica comunicarán las subestaciones sirviendo como vías redundantes de control y protección.
- 2 cables de F.O. para la monitorización de la temperatura del doble enlace de 4 fibras.

1.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

Línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

- Sistema..... Corriente continua
- Configuración..... 2 enlaces independientes
- Tensión nominal..... ±400 kV_{cc}
- Potencia nominal ..... 2x1000 MW
- Flujo de potencia..... Bidireccional
- Factor de carga..... 100 %
- Nº de enlaces..... 2
- Nº de cables totales 4
  - Cables subterráneos (enlace 1):
    - Tipo de cable subterráneo ..... Cable unipolar de aislamiento seco (XLPE)
    - Temperatura de operación..... 80 ºC
    - Sección del conductor: ..... 1800 mm^2 Cu
  - Cables subterráneos (enlace 2):
    - Tipo de cable subterráneo ..... Cable unipolar de aislamiento seco (XLPE)
    - Temperatura de operación..... 80 ºC
    - Sección del conductor: ..... 2500 mm^2 Al
  - Cables submarinos enlace 1:
    - Tipo de cable submarino ..... Cable unipolar de aislamiento seco (XLPE)
    - Temperatura de operación..... 80 ºC
    - Sección del conductor:
      - Tramos salida al mar (PHD profunda)..... 1800 mm^2 Cu

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

        - Cable enterrado o protegido en roca.....1000 mm^2 Cu
    - Cables submarinos enlace 2:
        - Tipo de cable submarino .....Cable unipolar de aislamiento seco (XLPE)
        - Temperatura de operación..... 80 ºC
        - Sección del conductor:
            - Tramos salida al mar (PHD profunda)..... 2500 mm^2 Al
            - Cable enterrado o protegido en roca.....1400 mm^2 Cu
- Tipo de instalación:
    - Estación conversora – Salida al mar .....Zanja con tubos hormigonados
    - Salida al mar – frontera francesa:
        - Fondo con sedimentos ..... Cables directamente enterrados
        - Fondo rocoso..... Cables en superficie protegidos mediante vertido de roca
- Tipo de conexión de las pantallas metálicas ..... Directamente a tierra
- Longitud aproximada:
    - Tramo subterráneo..... 13,58 km aproximadamente
    - Tramo submarino ..... .93,5 km aproximadamente
- Términos municipales afectados
    - Excmo. Ayuntamiento de Gatika .....4,504 km
    - Excmo. Ayuntamiento de Maruri – Jatabe .....6,832 km
    - Excmo. Ayuntamiento de Lemoiz .....2,239 km

1.5 TRAZADO DE LA LÍNEA

El doble enlace objeto del presente proyecto conectará la Estación Conversora de Gatika con la Estación Conversora de Cubnezais situada en Francia. En la parte española el trazado se dividirá en un tramo subterráneo y en un tramo submarino.

1.5.1. TRAMO SUBTERRÁNEO

El tramo subterráneo tiene una longitud aproximada de 13,5 km, entre la estación conversora de Gatika y la cuádruple perforación horizontal dirigida (PHD) de salida de los cables al mar.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

La línea estará formada por dos enlaces, que discurrirán cada uno por una canalización tubular hormigonada independiente, salvo en los tramos de perforación horizontal dirigida, en los que cada uno de los 4 cables que conforman el doble enlace irá alojado en un tubo.

Salvo en el tramo final de la PHD de salida al mar, el trazado subterráneo discurre fuera del Dominio Público Marítimo Terrestre.

La PHD de salida al mar tiene su origen en las proximidades de la central nuclear de Lemoiz en una zona llana situada a unos 100 m sobre el nivel del mar, en la zona donde se encontraba el depósito de almacenamiento de agua de la central. En plano nº7983L012 se puede ver el trazado de esta PHD en planta y en perfil.

1.5.2. TRAMO SUBMARINO

En el documento Nº 2 PLANOS se adjunta el plano “Planta y perfil longitudinal” (hojas 41 y 42) donde se muestra el recorrido de los cables submarinos desde la salida al mar mediante perforación horizontal dirigida hasta el límite con la frontera francesa.

El trazado sigue un recorrido paralelo a la costa con el objeto de evitar áreas ocupadas por caladeros de pesca en las que se faena con artes de pesca de arrastre, a la vez que procura no incrementar innecesariamente la longitud de la línea. La ruta está a su vez condicionada por el cruce del cañón submarino de Capbreton situado en la continuación del doble enlace en aguas francesas, el cual, por razones de índole hidro sedimentaria se deberá cruzar en aguas poco profundas.

La batimetría del trazado presenta aguas de una profundidad reducida, alcanzando una profundidad máxima de 134 m alrededor del PK 89 del trazado, correspondiente a la zona donde el trazado se aproxima más al borde de la plataforma oceánica. Las pendientes son más fuertes en la primera parte del trazado debido a los afloramientos rocosos, llegando a valores puntuales máximos de hasta 34º, mientras que, en la parte final, se obtienen pendientes más suaves no rebasando en general los 5º. En cuanto a la geología superficial, la primera parte del trazado discurre por suelos predominantemente rocosos, intercalados con zonas arenosas y de sedimento grueso, mientras que en su parte final predominan los suelos de tipo arenoso-arcillosos.

Cada uno de los cables del enlace irá instalado de forma independiente y se mantendrá una distancia suficiente entre ellos para permitir el mantenimiento de los mismos respetando una separación entre ejes de cables de cada enlace y entre cables de diferente enlace que

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

permita realizar los trabajos de reparación en caso de un incidente. En la ruta que sigue cada uno de los cables se buscará en la medida de lo posible aprovechar al máximo las zonas de suelo con sedimentos, privilegiando las zonas en las que los cables se pueden proteger por enterramiento.

La perforación de salida al mar tiene una longitud aproximada de 1160 m, situando su punto de salida a una cota de -15 m bajo el nivel del mar, en suelo rocoso. Toda la primera parte del trazado submarino se desarrolla en un fondo marino de este tipo el cual no puede ser evitado, aunque la ruta elegida intenta minimizar el trazado sobre este tipo de suelo. Para ello, el trazado busca la zona de fondo de sedimento situada frente a la playa de Bakio, si bien para posibilitar el tendido desde el barco cablero y para evitar un trazado muy paralelo a la costa en aguas poco profundas, lo que dificultaría el tendido desde el barco y podría comprometer la protección del cable una vez instalado debido a la mayor incidencia de oleaje, se alejará el trazado de la costa en la dirección de la perforación hasta una profundidad de alrededor de 20,5 m, a unos 1500 m aproximadamente de la costa donde las condiciones para el tendido y la estabilidad de los cables una vez instalados son más favorables. Desde este punto la ruta buscará las zonas de sedimento grueso y gravas, las cuales son más propicias para la protección del cable por enterramiento. Una vez alcanzada esta zona más favorable el trazado se irá alejando de la costa hasta alcanzar una profundidad de unos 70 m, alrededor del PK 25 del trazado de la línea, coincidiendo con el final de la lengua de fondo marino de sedimento que se encuentra frente a la playa de Bakio y cuya existencia se debe al aporte de los distintos cursos de agua que confluyen en la ensenada de Bakio.

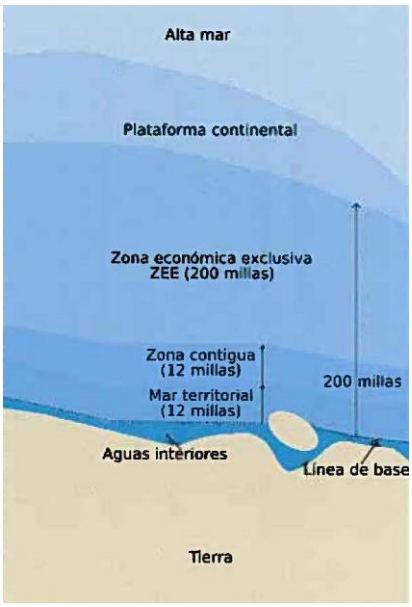
A partir de este punto del trazado submarino el fondo rocoso vuelve a ser inevitable en zonas extensas. Tras una primera zona de unos 4 km en la que el suelo rocoso aflora de forma constante, se vuelve a encontrar un fondo compuesto por arenas finas a medias sobre capas de gravas y arenas intermitentemente, en el que se producen afloramientos rocosos dispersos que en su mayor parte se podrán evitar trazando el recorrido de los cables por las zonas de sedimento, lo que explica que el trazado de los cables no se mantenga paralelo y equidistante a lo largo de diferentes zonas del trazado. El recubrimiento del sedimento no consolidado en esta zona es de unos 3 a 5 m de espesor.

A partir del PK 45, el suelo rocoso vuelve a predominar con presencia de canales estrechos de arenas finas a medias, arenas y gravas, y arcillas arenosas. A medida que se avanza en la dirección del trazado los afloramientos rocosos se intercalan con depósitos arenosos y arcilloso-arenosos de espesor variable hasta llegar al PK 59,5. A partir de este punto el fondo marino se vuelve predominantemente de naturaleza arcilloso-arenosa con

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

espesores variables entre 1 y 5 metros de profundidad y afloramientos rocosos puntuales hasta que el trazado llega al límite fronterizo con Francia.

1.6 ZONAS AFECTADAS EN EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE



La interconexión submarina entre Francia y España afecta a los siguientes bienes de dominio público marítimo-terrestre:

- **Mar territorial**
- **Aguas interiores.**
- **Zona marítimo-terrestre.**

El mar territorial viene definido por el sector del océano cuyo límite interior viene determinado por las líneas de base rectas y su límite exterior viene definido por una línea trazada de modo que los puntos que la constituyen se encuentren a una distancia de doce millas náuticas de los puntos más próximos de la línea de base rectas.

Las aguas interiores son las aguas situadas en el interior de la línea de base rectas que delimita el mar territorial. Tienen su límite exterior en el mar territorial y el interior en tierra firme.

La zona marítimo-terrestre viene definida por el espacio comprendido entre la “Línea de agua” y la “Línea del deslinde del Dominio Público Marítimo-Terrestre DPMT”.

Debido a que el origen de la perforación dirigida de salida al mar está ubicado fuera del Dominio Público Marítimo Terrestre, hasta la salida de los tubos de la perforación dirigida, la ocupación queda restringida al subsuelo, no habiendo ocupación ni trabajos en superficie hasta ese punto.

En el documento Nº 3 “PLANOS” se adjuntan varios planos en los que se puede ver la ocupación en estas zonas.

En el plano nº7983L010 se muestra la planta general de la zona de mar territorial y aguas interiores en Golfo de Bizkaia.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

La superficie de ocupación permanente en esta zona es la que se corresponde con el diámetro exterior de los cables submarinos a instalar, exceptuando la zona de la perforación dirigida, en donde la superficie de ocupación permanente de afección al fondo marino que conforme al RD 876/2014 (aprobación Reglamento General de Costas), ha de contemplar la ocupación mínima de un metro de anchura (art.-184).cuando el diámetro del tubo de cada una de las perforaciones en las que irán alojados los cables resulte inferior y en caso contrario, la ocupación determinada por dicho diámetro.

El diámetro exterior de los cables es 0,126 m en los cables de aislamiento en XLPE que conforman el enlace 1 y de 0,116 m en los cables de aislamiento XLPE que constituyen el enlace 2. Por su parte, el diámetro exterior de cada tubo de perforación es de 0,5 m.

En la salida de la perforación en el mar, será necesario realizar una serie de trabajos relacionados con la perforación dirigida. Estos trabajos están destinados a posibilitar realizar las tareas de cambio de herramientas para poder ensanchar el hueco de la perforación, nivelar la zona de salida y dar soporte marino al resto de operaciones de la perforación.

La realización de estos trabajos supondrá una afección temporal, según lo indicado en el plano nº7983L011.

La superficie ocupada dentro de la zona marítimo-terrestre será:

- **Ocupación permanente: 38.294 m^2**

  A partir del deslinde del DPMT la superficie de ocupación permanente es la que se corresponde con el diámetro exterior de los cables submarinos a instalar, exceptuando la zona de la perforación dirigida, en donde la superficie de ocupación permanente se corresponde al diámetro del tubo de cada una de las perforaciones en las que irán alojados los cables.

  El diámetro exterior de los cables es 0,126 m en los cables de aislamiento en XLPE que conforman el enlace 1 y de 0,116 m en los cables de aislamiento XLPE que constituyen el enlace 2. Por su parte, el diámetro exterior de cada tubo de perforación es de 0,5 m, aunque se considerará la ocupación mínima de un metro de anchura según el art.-184 del RD 876/2014 (aprobación Reglamento General de Costas).

- **Ocupación temporal: 11.850 m^2**

  La zona de ocupación temporal para poder dar soporte marino a los trabajos de la perforación horizontal dirigida de salida al mar está definida por un área de 148,12 m x 80 m, situada a la salida de los tubos de la PHD en el mar.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

1.7 TRABAJOS TEMPORALES EN LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

1.7.1.1 Construcción de la perforación horizontal dirigida

La perforación horizontal dirigida para la salida de los cables al mar tendrá una longitud de 1160 m y estará compuesta por 6 túneles de perforación para la instalación de los tubos de 500 mm de diámetro. En los dos túneles centrales se instalarán tubos adicionales para los cables de FO de cada uno de los enlaces.

En el plano nº 7983LSZ003 del Documento 3 - Planos, se incluye la sección de las perforaciones horizontales dirigidas y en el plano nº 7983L012 se muestra el recorrido de la PHD en planta y perfil, mostrando el punto de entrada de la misma dentro del Dominio Público Marítimo-Terrestre.

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos. Sus principales características son las siguientes:

- El radio mínimo está condicionado por la flexión máxima de las varillas de perforación y por la flexibilidad del tubo. Debido a la elevada longitud de la PHD de salida al mar, el radio de curvatura será de 1000 m.
- El ángulo de ataque depende de la máquina de perforación, la profundidad y longitud de la perforación. Debido al importante desnivel a salvar, el ángulo de ataque será de 16º.

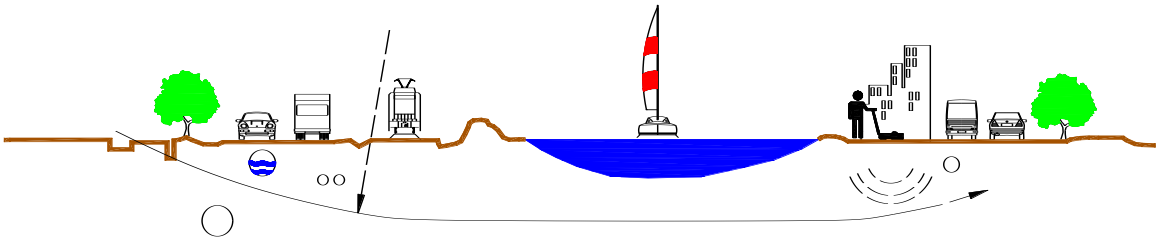
La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases:

Fase 1: Disposición

La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se determinarán los

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.



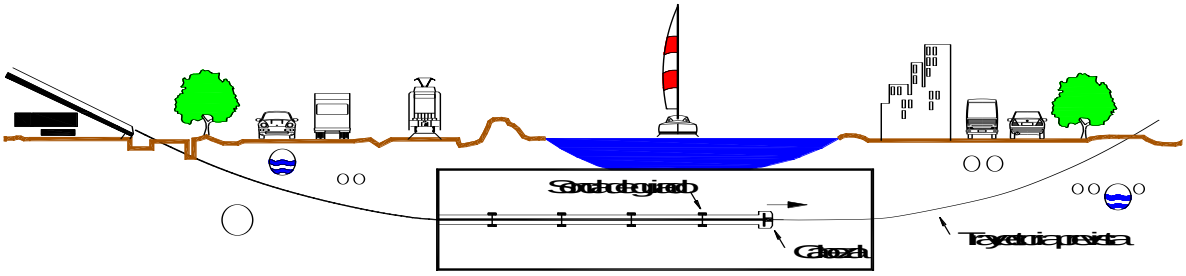
Fase 2: Perforación piloto

Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.

Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita. Esto es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro. La bentonita es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación. En esta perforación piloto, la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

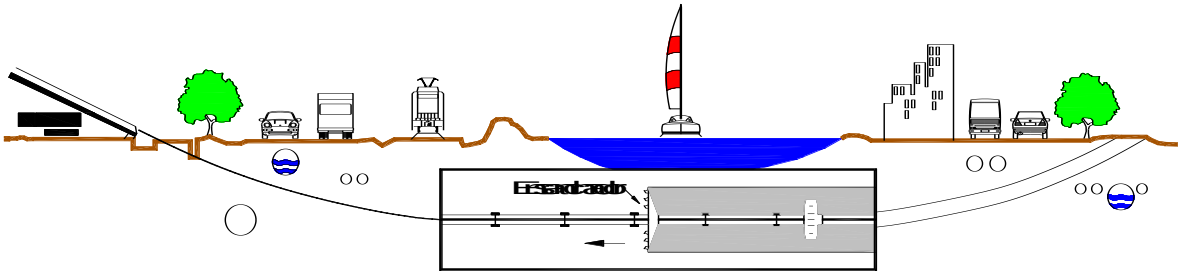
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



Fase 3: Escariado

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso; es decir, tirando hacia la máquina.



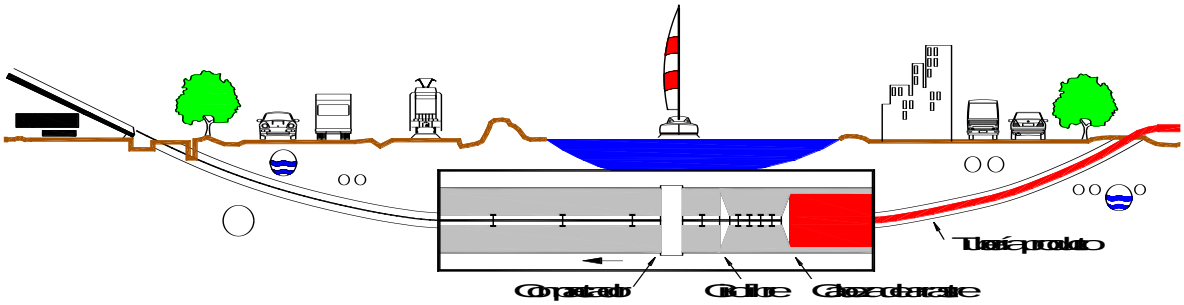
Fase 4: Instalación del tubo

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

Los tubos empleados serán de PEHD PE100 en color negro con bandas rojas según Especificaciones Técnicas del REE.

En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de Ø10 mm.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



Estas PHD presenta dos características particulares. Su elevada longitud, 1160 m, y el hecho de que la salida sea en el mar. En la zona marina, será necesario hacer trabajos de cambio de herramientas y pueden ser necesarios tareas de nivelación del fondo marino. Adicionalmente será necesario soporte de medios marinos para la instalación de los tubos de PE de la perforación, que serán remolcados desde el mar. Para esas operaciones serán necesario el uso de embarcaciones y/o pequeñas plataformas, además de la presencia de buzos.

1.7.1.2 Pre-inspección de la ruta de los cables submarinos antes del tendido

Inmediatamente antes del tendido de cada cable submarino se realizará una supervisión visual de la ruta de los cables.

Esta operación será desarrollada por un barco de soporte con su propio equipo de posicionamiento dinámico y un ROV (*Remote Operated Vehicle)* para comprobar la ruta y la presencia de pequeños obstáculos no identificados durante la inspección previa.

1.7.1.3 Operaciones preliminares antes del tendido

Antes del inicio del tendido del cable submarino se realizarán las siguientes operaciones:

- Preparación del fondo marino. La zona de salida de los cables al mar se produce en un entorno de sustrato duro, cuyo entorno es rocoso y acantilado, por lo que será necesario hacer una nivelación del terreno previa al vertido de los cables, vertiendo roca de pequeño tamaño y gradación seleccionada por medio de barcos especiales, mediante la técnica de *rock dumping* siguiendo un procedimiento similar al descrito en el apartado 1.8.2.5
- Verificación del estado de los tubos de la PHD que se habrán instalado con anterioridad a estas operaciones.
- Comprobación del sistema de comunicación por radio entre tierra y los barcos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

1.7.1.4 Procedimiento de tendido de los cables submarinos

Después de la fabricación y ensayos en fábrica de los cables submarinos, éstos serán transferidos a grandes plataformas giratorias en las fábricas y desde allí se cargarán directamente a las plataformas de los barcos encargados del tendido.

Los barcos estarán equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.



El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse de la siguiente forma:

Los cables estarán cargados en los grandes carruseles de los barcos cableros encargados del tendido. Estos barcos están equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.

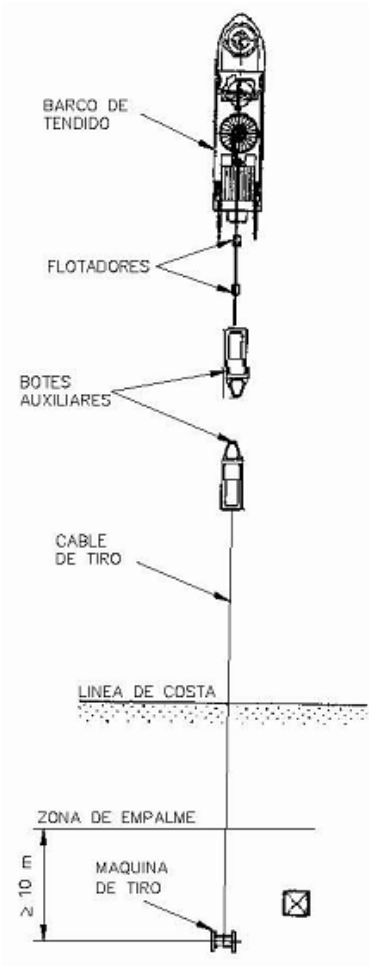
Los cuatro cables de potencia serán tendidos individualmente. Uno de los cables de cada enlace se instalará junto con un cable de FO de Telecomunicaciones. Este cabe de FO se adosa al cable de potencia una vez ha abandonado el carrusel giratorio, justo antes de abandonar la cubierta del barco hacia el mar.

El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse como sigue. Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables. El barco, para mantener la posición

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

preestablecida sin necesidad de muertos o amarres, utilizará su propio sistema de posicionamiento dinámico.

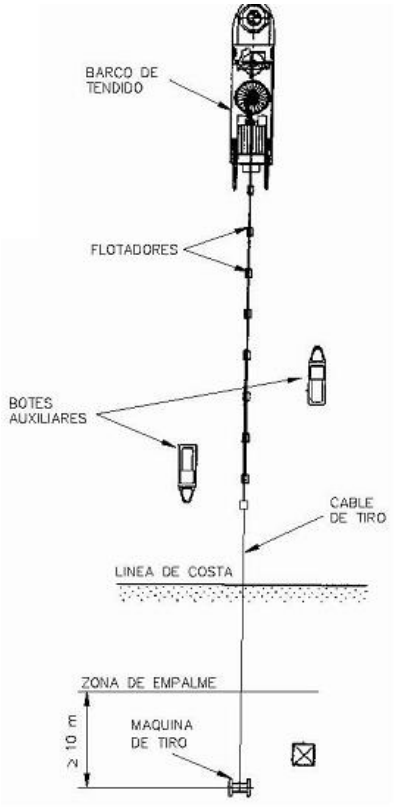
Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente descargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Por otro lado, se instalará una máquina de tiro en tierra, y se tenderá un cable piloto de tiro con ayuda de otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares necesarios para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y la distancia de flotación necesaria.



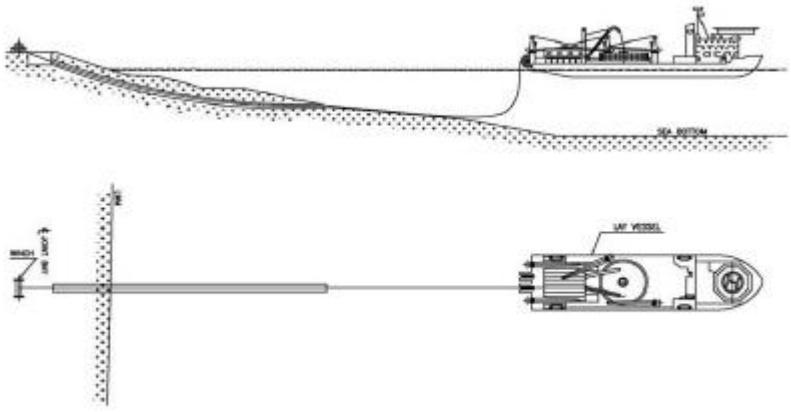
La llegada de los cables submarinos a tierra se realizará a través de perforaciones horizontales dirigidas. El cable piloto se introducirá en los tubos de las perforaciones horizontales dirigidas gracias a una cuerda guía de nylon que se dejará en el interior de los tubos a tal efecto y se conectará a la máquina de tiro. En el otro extremo será conectado al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

de tiro situada en tierra. Con la ayuda de buceadores especializados se introducirá el cable submarino en el interior del tubo de la perforación, mientras, simultáneamente, el barco va entregando más cable en los flotadores hinchables.



Finalizada la operación de tendido el cable será sumergido en el fondo del mar por los buceadores, quienes irán retirando los flotadores hinchables del cable y posicionándolo en el fondo del mar.



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Una vez realizado el tendido en la zona de salida, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente. En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo marino, siguiendo en todo momento la trayectoria prefijada. El cable se desenrolla desde la plataforma de almacenamiento del barco de forma paulatina y ajustada al avance del mismo.

Abandona la plataforma siguiendo las poleas y guías dispuestas en la cubierta, se descuelga por la popa y, formando una amplia curva, se deposita en el fondo del mar siguiendo la estela del navío. El peso del cable hace que se sitúe exactamente en la traza definida.

Para poder seguir en todo momento la trayectoria prefijada el barco está dotado de un sistema de posicionamiento dinámico. La navegación estará basada en el uso del DGPS (Diferencial Global Positioning System). El GPS es un sistema de medida de distancia donde el receptor, situado a bordo del barco de tendido, mide la distancia simultáneamente de todos los satélites GPS sobre el horizonte.

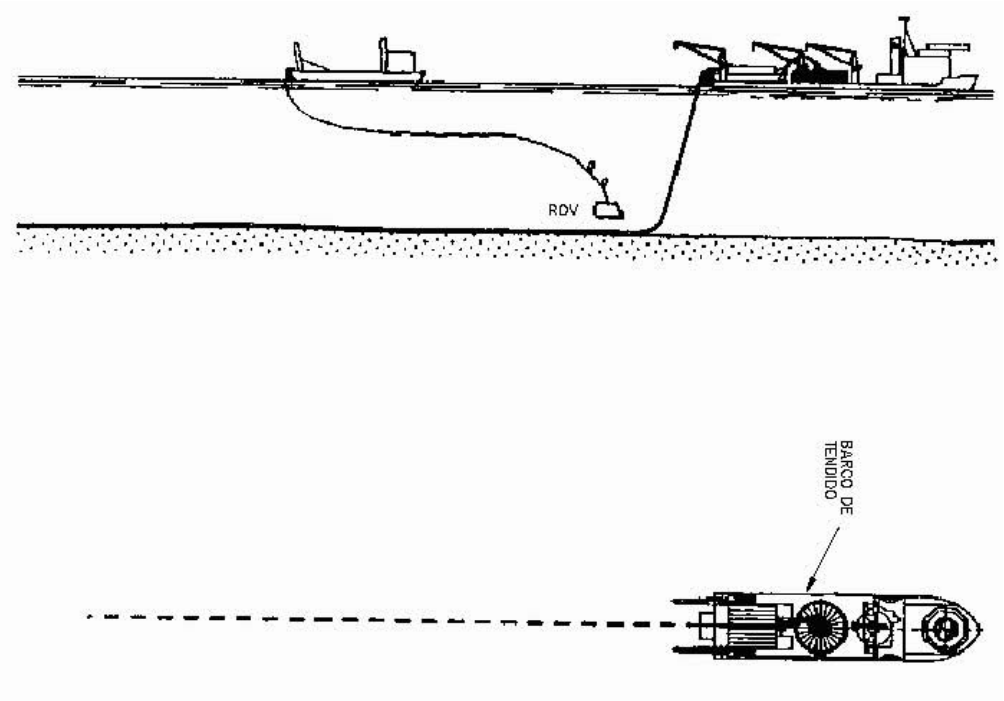
El tendido del cable estará basado en el perfil y en las características del fondo marino. Para ello se realizarán campañas de investigación marinas antes del tendido para confirmar los datos obtenidos en la fase de estudio del proyecto y tener en cuenta las posibles variaciones que hayan podido surgir en el fondo desde la realización de estos estudios. Con estos estudios se determinará los parámetros de tendido.

Para comparar estos valores precalculados y asegurar que el cable es depositado adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, se monitorizará la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido.
- Velocidad y dirección del viento.
- Profundidad.
- Longitud del cable ya tendido.
- Velocidad de suministro del cable.
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido.
- Posicionamiento del cable en el lecho marino (*touch down monitoring, TDM)*
- Posición del vehículo de control remoto (ROV) que realiza el TDM.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

En la monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino, TDM, se detecta el punto de contacto o posado del cable mediante un vehículo de control remoto. Esta monitorización permite controlar que no se apoye el cable sobre obstáculos aislados y que no se produzcan “free spans” o vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino. El ROV operará desde el mismo barco cablero o desde un barco de apoyo independiente con su propio sistema de posicionamiento dinámico.



Este proceso de tendido se realizará de forma continua en todo el trazado submarino hasta la llegada a la frontera francesa.

1.7.2 MAQUINARIA Y MATERIALES UTILIZADOS

Para la realización de los trabajos de la perforación horizontal dirigida no se requiere instalación de maquinaria dentro de la zona de Dominio público Marítimo-Terrestre. Para el soporte marino de los trabajos se podrá necesitar: Retroexcavadoras.

- Varios botes para el remolque de los tubos de perforación por el mar.
- Un equipo de buzos para la manipulación y cambio de herramientas en la salida de la PHD, así como la preparación del terreno y el guiado de los tubos de la perforación.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Para el tendido del cable submarino se usará un equipo compuesto por:

- Barco especializado para el vertido de roca para las operaciones de acondicionamiento del lecho marino.
- Barco de tendido.
- Un barco de abastecimiento como apoyo al ROV (vehículo de control remoto).
- Un ROV para seguir los puntos de apoyo del cable.
- Un remolcador para asistir al barco cablero en las situaciones de mal tiempo atmosférico.
- Varios botes hinchables para la llegada y traslado de los cables hasta los tubos de la PHD,
- Un equipo de implantación del cable enterrado en el fondo, dirigido por el equipo de buzos.
- Durante esta operación se utilizarán buceadores para instalar los flotadores y guiar el cable por el lecho marino.

En todo momento se dispondrá del adecuado material topográfico así como del correspondiente personal técnico.

Con el fin de mantener un nivel de seguridad suficiente, el paso a las zonas afectadas por las obras se verá restringido, de forma temporal.

1.7.3 REPOSICIÓN Y TERMINACIÓN DE LAS ZONAS AFECTADAS

Dado que los trabajos de la perforación solo afectan al subsuelo en la zona de Dominio Público Marítimo-Terrestre, no serán necesarios trabajos de reposición.

Solo en la zona de salida de la perforación de llegad al mar se protegerá la entrada de los tubos de las PHD conforme a los indicado en el capítulo siguiente.

1.8 PROTECCIÓN PERMANENTE DE LOS CABLES

1.8.1 PROTECCIÓN EN TIERRA

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Los cables estarán instalados en el subsuelo, mediante perforación horizontal dirigida, por lo que no es necesaria ninguna protección adicional.

1.8.2 PROTECCIÓN EN LA ZONA MARÍTIMA

Se realizarán trabajos para proteger los cables en todo su recorrido. En función del tipo de suelo marino encontrado se escogerá el método de protección, dando preferencia a la protección del cable por enterramiento.

En los suelos de tipo arenoso, arcilloso-arenoso o de arcillas blandas o medias se utilizarán los métodos de protección denominados jetting y ploughing. En zonas con suelos de mayor dureza, como arcillas duras, así come en zonas cortas con afloramientos rocosos regulares se podrán utilizar zanjadoras mecánicas (trenching). Finalmente, en áreas con suelo predominantemente rocoso, el cual es además en esta zona de alta dureza, el enterramiento deja de ser el método más adecuado y los cables se protegerán vertiendo roca sobre ellos, mediante la técnica conocida como rock dumping.

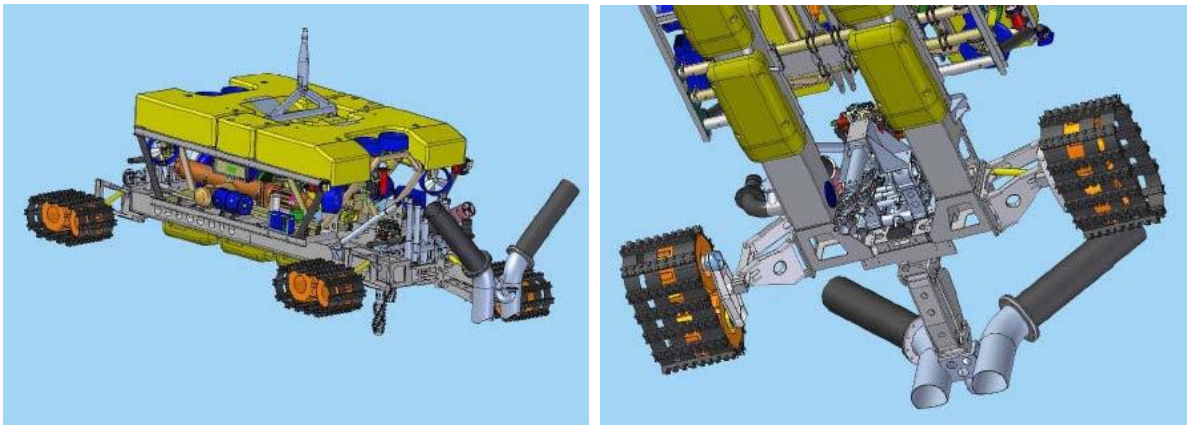
1.8.2.1 *Jetting*

Es un método de protección que se realiza posteriormente al tendido. Se utilizará un barco desde el que se manejará remotamente un vehículo submarino o ROV que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado submarino irá provisto de un mecanismo de inyección de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno por debajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la herramienta se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

El vehículo submarino es dirigido desde la superficie, siendo manejados los controles del aparato desde el barco con el apoyo de las cámaras de las que está provisto. La alimentación del ROV y su se realiza desde un barco de apoyo.

En las imágenes siguientes se ve la posición del sistema de bombeo en la parte delantera del mismo, así como el equipo que lleva acoplado para la apertura de zanja en suelos densos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



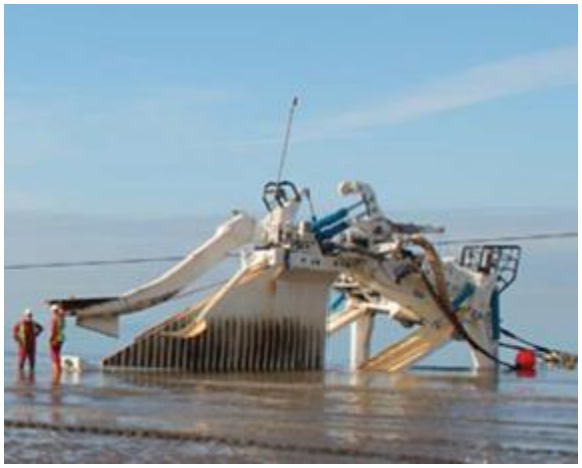
En la imagen siguiente se aprecia cómo es el avance del ROV y cómo va depositando el cable en el fondo.



1.8.2.2 Ploughing

Es un método de protección en el que el tendido y el soterramiento se realizan de forma simultánea. En él el cable se carga en la herramienta denominada plough (arado) la cual es depositada en el lecho marino desde el barco de tendido. En la siguiente imagen se muestra esta herramienta de enterramiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



Una vez en el fondo el *plough* es remolcado y la reja penetra en el suelo marino hasta la profundidad de enterramiento a la cual la herramienta ha sido graduada. El cable se desenrolla de la plataforma del barco a la misma velocidad de avance de la herramienta y pasa a través del cuerpo del *plough* y de la guía para el soterramiento situada tras la reja, quedando enterrado a la profundidad objetivo. El surco creado por la herramienta se rellana posteriormente de forma natural. En función del tipo de terreno, por ejemplo, en arenas densas, el rendimiento de la herramienta se puede mejorar añadiendo inyectores de chorros de agua.

En la imagen siguiente se representa el avance de un *plough y* cómo va depositando el cable en el fondo marino.

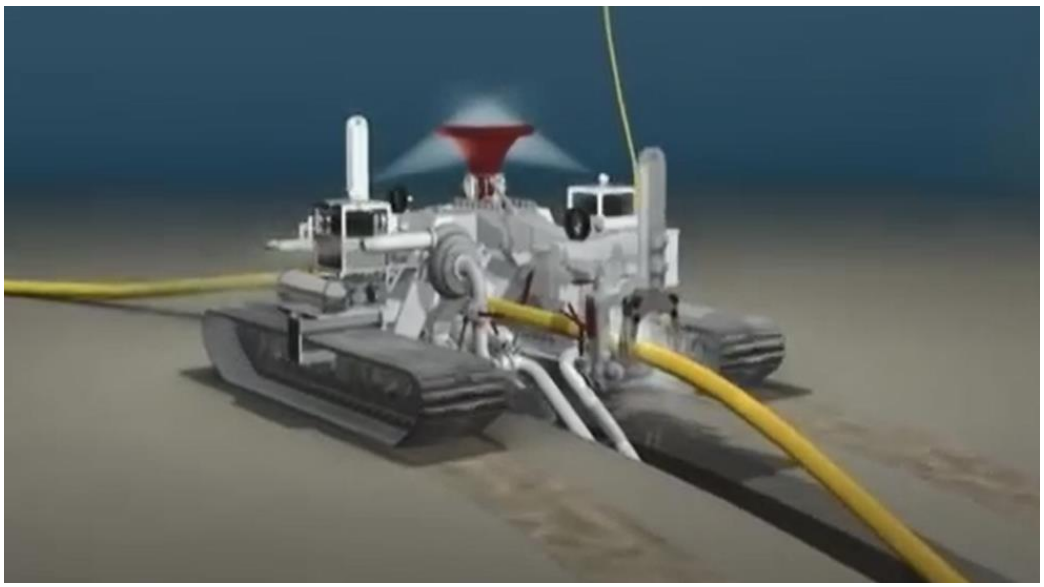


El plough es dirigido desde la superficie, siendo manejados los controles del aparato desde el barco con el apoyo de las cámaras de las que está provisto. La alimentación del equipo se realiza igualmente desde el barco de apoyo.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

1.8.2.3 Trenching

Las zanjadores se depositan en el fondo del mar de manera similar a las herramientas para el jetting siendo este método también un método de enterramiento a ejecutar tras el tendido. En este método la zanjadora se coloca sobre la traza del cable y un mecanismo recoge el cable, lo eleva y lo pasa a su través por el hueco central del aparato para permitir el avance de la herramienta sobre el trazado del cable mientras realiza la zanja por medio de la cadena o discos de corte. Según avanza, la herramienta va introduciendo el cable en la zanja por medio de una guía situada en la parte trasera, la cual empuja el cable hacia el interior del surco creado, como se observa la siguiente imagen.



El vehículo submarino es dirigido desde la superficie, siendo manejados los controles del aparato desde el barco con el apoyo de las cámaras de las que está provisto. La alimentación de la zanjadora se realiza igualmente desde el barco de apoyo.

Para el tipo de suelos que requieran el uso de esta herramienta en el trazado, se utilizará una zanjadora de tipo cadena. Un ejemplo de este tipo de zanjadora se muestra en la siguiente imagen.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



1.8.2.4 Profundidad de enterramiento

Para todos estos métodos de protección, la profundidad de enterramiento de los cables se ha determinado a partir de los datos recabados en las investigaciones marinas realizadas, geofísica y geotécnica, y de los estudios de navegación y pesca, así como del hidrosedimentario. En función al tipo de suelo y del riesgo de daño por redes pesca de fondo o por el lanzamiento de anclas de los barcos que faenan en la zona, se ha determinado como profundidad segura para la protección de los cables 1 m.

1.8.2.5 Rock dumping

Este método consiste en depositar una capa de rocas pequeñas sobre el cable para formar una berma protectora. Es una técnica utilizada tradicionalmente en secciones cortas, para realizar cruzamientos con otros cables o tuberías cuando y el enterramiento no es posible, sin embargo, su uso se ha extendido para la protección longitudinal de los cables en los casos en los que el soterramiento no es posible debido a la presencia de suelos rocosos de elevada dureza.

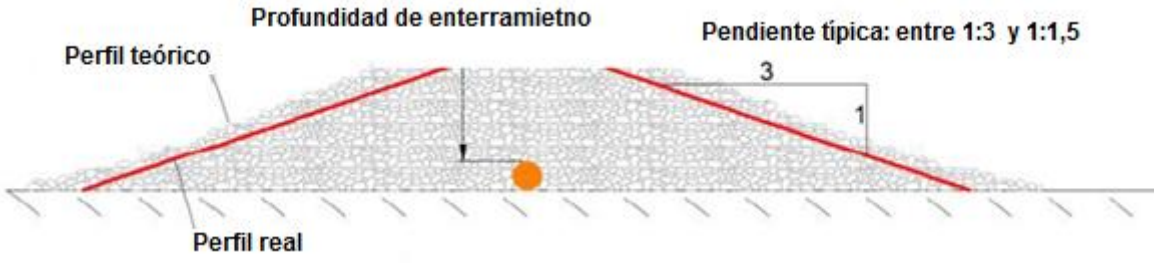
Debido a la irregularidad del terreno su uso será necesario en algunos puntos tanto antes como después del tendido. El uso anterior al tendido tiene como objeto crear una superficie lo más regular posible sobre la que luego posar los cables evitando que estos

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

puedan quedar suspendidos en algunos puntos. El vertido de roca tras el tendido tiene como objeto formar una berma protectora sobre el cable.

Al igual que para los otros métodos de protección el diseño de la berma se realiza teniendo en cuenta los riesgos derivados de la pesca y de las anclas de las embarcaciones en la zona, así como las condiciones hidrodinámicas con el objeto de asegurar la estabilidad de la berma.

En la siguiente imagen se puede ver un diseño típico de una berma para la protección de cables submarinos.



El diseño para las condiciones del Golfo de Bizkaia consiste en una berma en forma de trapecio, con una base inferior de 5 m, una altura de 1,5 m y una base superior de 0,5 m, con un pendiente de relación 1:1,5 m (33,7º).

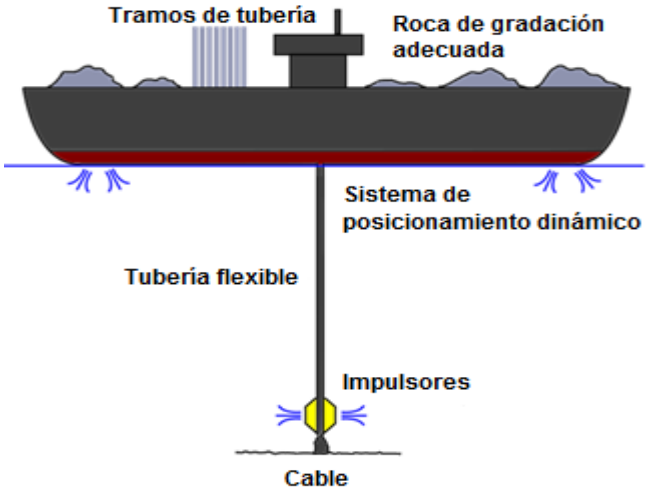
Se utilizarán rocas pequeñas de diversa gradación, de forma que no dañen el cable en su caída a la vez que aseguren la resistencia y estabilidad de la berma. Serán de un tamaño de entre 25 y 125 mm, según la siguiente especificación de paso por apertura de tamices:

- D_{10} = 45 mm
- D_{50} = 80 mm
- D_{90} = 125 mm

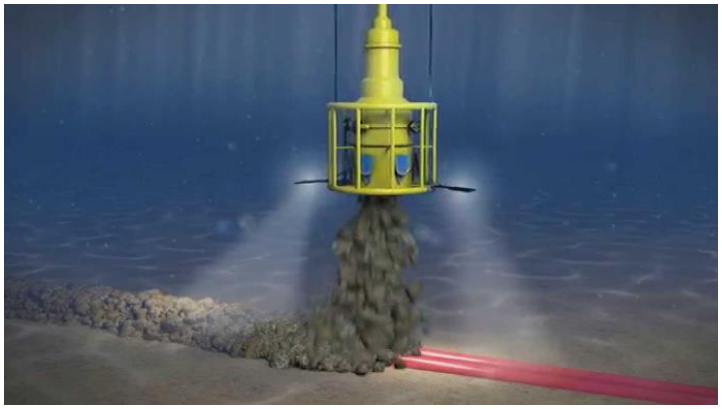
Simbolizando los parámetros la proporción de mezcla de roca que debe pasar por estas aperturas de tamices consideradas.

El vertido se realizará con la ayuda de barcos especiales capaces de transportar grandes cantidades de roca y que despliegan tuberías flexibles o mangueras hasta las proximidades del cable.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



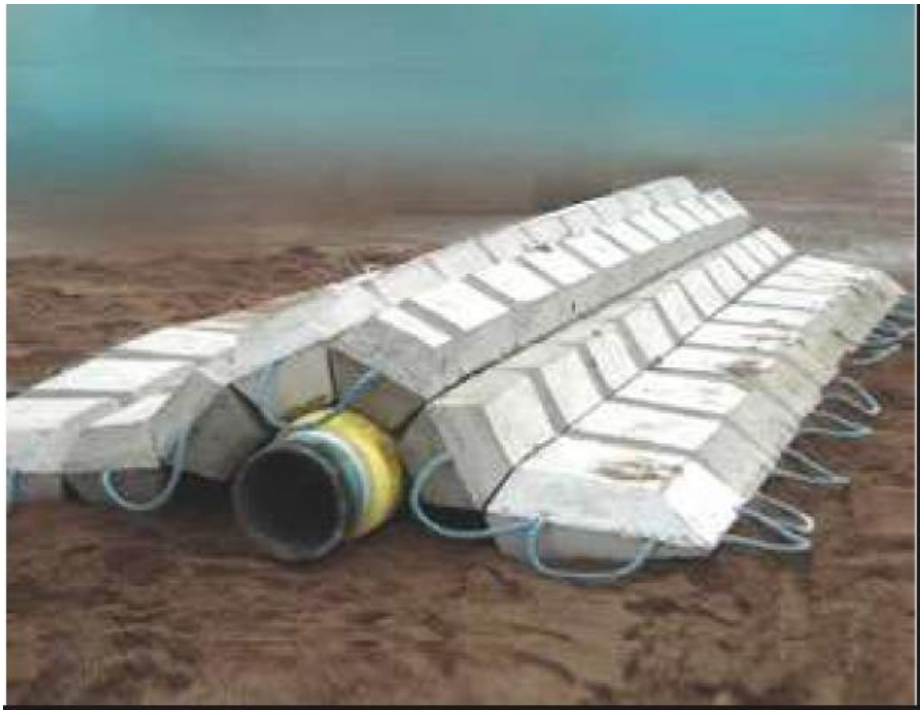
La roca será vertida con precisión sobre el cable controlando la energía de impacto sobre el mismo estando el pie de la tubería controlado por impulsores.



1.8.2.6 Matrices (Mattresses).

Una vez tendido el cable sobre el fondo marino en las zonas donde no es viable el enterramiento del cable, se instalan sobre el cable una especie de “colchones” como elemento de protección, habitualmente compuesto por bloques de hormigón de dimensiones 6 x 3 x 0,3 m. Este método de protección, también se usa como método de protección adicional en cruzamientos con otros servicios.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



1.8.2.7 Cable Protection Shell System.

En los tramos en los que no sean posibles otras medidas de protección como las anteriormente descritas por limitaciones de las pendientes del fondo marino, o protección adicional en los cruzamientos con otros servicios donde sea necesario proteger el cable, se instalará este método de protección mediante conchas de acero (Cast Iron Shells) o similar (Uraduct, etc…).



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

1.8.2.8 Revisión final del tendido de los cables

Una vez finalizado el tendido y la protección de los cables, se realizará una inspección del trazado, utilizando para ello un ROV.

El objeto de esta inspección final será comprobar el estado final de la instalación y cerciorar que tanto la protección por enterramiento de los cables, como la protección mediante vertido de roca sobre los mismos cumplen con los requisitos especificados. Para ello en esta inspección se documentarán los siguientes aspectos:

- Configuración de la zanja, indicando la profundidad de enterramiento del cable y la anchura y profundidad de la zanja cada 5 m en las zonas de protección por enterramiento.
- La configuración de berma, incluyendo la altura de recubrimiento cada 5 m en las zonas en las que los cales están protegidos mediante la técnica de *rock dumping*.
- La posición final de la ruta o RPL (*Routing Position LIst)* de cada uno de los cables.

1.9 AFECCIONES AL MEDIO AMBIENTE

Las afecciones al medio ambiente se valoran independientemente en el correspondiente documento de "*Estudio de Impacto ambiental del proyecto Interconexión España-Francia por el Golfo de Bizkaia*", que se desarrolla en paralelo a este documento técnico conforme a lo indicado en la en La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental y la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

En el presente capítulo se resumen las medidas y actuaciones dirigidas a evitar y, en su defecto, minimizar los impactos previstos durante las fases de construcción y funcionamiento. Para ello, y tras detectar los efectos potenciales sobre el medio ambiente ocasionados por las diversas actuaciones que componen las labores constructivas y las de explotación, se adopta como principio fundamental que prevalezcan las medidas preventivas frente a las correctoras, evitando en la medida de lo posible la ocurrencia misma del impacto.

Para el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras que se contemplan en este punto, deberá existir un supervisor ambiental de RED ELÉCTRICA mientras duren las labores de construcción de la línea eléctrica, el cual será el encargado de comprobar que las labores se ajusten a las medidas preventivas aquí enumeradas y que las medidas correctoras se desarrollen, tal y como se establecen en este apartado y que son plasmadas en las especificaciones medioambientales.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

El referido supervisor tendrá como misión corregir aquellos impactos no contemplados en el estudio y que durante la implantación se aprecien, tomando las medidas oportunas en cada momento.

Respecto a la aplicación de las medidas correctoras cabe considerar también la escala espacial y temporal. Así, algunas de las medidas propuestas deben ser aplicadas fuera del estricto ámbito de ubicación de las infraestructuras, y se propugna que su aplicación sea preferentemente temprana.

A continuación, se enumeran las medidas de las actuaciones que tendrán lugar en la zona del DPMT (incluye como anexo la descripción y desarrollo de las mismas).

1.9.1 MEDIDAS PREVENTIVAS

Son medidas preventivas las adoptadas en las fases de diseño y de ejecución, ya que su fin es evitar o reducir los impactos de las actuaciones antes del comienzo de la ejecución del proyecto.

Se describen a continuación las medidas preventivas que será necesario adoptar, agrupadas en función del factor ambiental.

La principal medida preventiva, y que mayor repercusión va a tener, es la elección del trazado óptimo para la línea en proyecto, de acuerdo con los condicionantes ambientales descritos en capítulos anteriores. De esta forma, ha sido seleccionada la alternativa que genera un menor impacto sobre el conjunto de los elementos del medio.

1.9.1.1 Medidas preventivas las fases de diseño y construcción

Medidas preventivas en la PHD de salida al mar (tramo de salida al mar)

- Medidas preventivas en fase de diseño:
  - MP-PE-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DE LA ZONA DE SALIDA DE LA PERFORACIÓN DIRIGIDA
  - MP-PE-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE LA PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA DE SALIDA AL MAR
- Medidas preventivas en fase de construcción:
  - MP-PE-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
  - MP-PE-4: ACONDICIONAMIENTO DEL FONDO MARINO
  - MP-PE-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
  - MP-PE-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
  - MP-PE-7: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
  - MP-PE-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
  - MP-PE-9: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

- MP-PE-10: CONTROL DEL MOVIMIENTO DE BARCOS DE APOYO A LA PLATAFORMA Y DEL USO DE MAQUINARIA
- MP-PE-11: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
- MP-PE-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
- MP-PE-13: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
- MP-PE-14: RECOGIDA Y GESTIÓN DE LODOS PROCEDENTES DE LA PERFORACIÓN DIRIGIDA
- MP-PE-15: GESTIÓN DE RESIDUOS
- MP-PE-16: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE

Medidas preventivas para el Cable Submarino

- Medidas preventivas en fase de diseño:
  - MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
  - MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
- Medidas preventivas en fase de construcción:
  - MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
  - MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
  - MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
  - MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
  - MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
  - MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
  - MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
  - MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
  - MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
  - MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE

1.9.2 MEDIDAS CORRECTORAS

1.9.2.1 Medidas correctoras en fase de construcción

Son medidas correctoras las que se ejecutarán una vez terminados los trabajos, a fin de reducir o anular los impactos que se identifiquen. Durante la construcción del proyecto se llevará a cabo una vigilancia continuada de los trabajos con el objeto de identificar posibles efectos no identificados previamente y que puedan exigir la adopción de medidas correctoras adicionales.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Los trabajos realizados durante la obra y la misma presencia del proyecto generarán unos efectos que pese a no poder ser evitados por su propia naturaleza o características, sí podrán ser corregidos o minimizados, de tal modo que los impactos residuales obtenidos serán menores que los esperados si no se aplicaran las siguientes medidas correctoras.

Cabe recordar que el recorrido terrestre de la nueva línea en proyecto se realiza en soterrado, de manera que la necesidad de medidas correctoras se ve ostensiblemente reducida al no producirse gran parte de los impactos que habitualmente se imputan a las líneas eléctricas aéreas, incidiendo éstas últimas en factores a los que los trazados subterráneos de líneas eléctricas no afectan.

Medidas correctoras para la PHD de la salida al mar

Los trabajos realizados durante las obras de la perforación dirigida de salida al mar generarán unos impactos que, pese a no poder ser evitados por su propia naturaleza o características, sí podrán ser corregidos o minimizados, de tal modo que los impactos residuales obtenidos serán menores que los esperados si se aplicaran las siguientes medidas correctoras. Cabe recordar que al realizar la salida al mar de la interconexión eléctrica propuesta mediante perforación dirigida la necesidad de medidas correctoras se ve ostensiblemente reducida al no producirse gran parte de los impactos que habitualmente se imputan en caso de la realización de dicha salida mediante zanja.

- MC-PE-1: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
- MC-PE-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
- MC-PE-3: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
- MC-PE-4: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Medidas correctoras para el Cable submarino

Los trabajos realizados durante la obra y la misma presencia de la línea eléctrica generarán unos impactos que pese a no poder ser evitados por su propia naturaleza o características, sí podrán ser corregidos o minimizados, de tal modo que los impactos residuales obtenidos serán menores que los esperados si no se aplicaran las siguientes medidas correctoras.

- MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
- MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
- MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

- MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
- MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
- MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

1.9.2.2 Medidas preventivas y correctoras en fase de explotación

Medidas preventivas y correctoras para la PHD de salida al mar:

Durante esta fase no se desarrollan apenas medidas nuevas propiamente dichas, ya que al ser la explotación de tipo estático no se provocan impactos nuevos, manteniéndose exclusivamente aquellos que poseen carácter residual, como es la presencia misma de la línea eléctrica. Las medidas preventivas y correctoras que se adoptarán serán las descritas en el Plan de Vigilancia Ambiental de Mantenimiento, que atenderá a las necesidades del proyecto durante la explotación de la instalación y a los condicionantes establecidos por la DIA..

- MPC-PE-1: SEÑALIZACIÓN DE LA ZONA DE SALIDA AL MAR EN LAS CARTAS NÁUTICAS
- MPC-PE-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN

Medidas preventivas y correctoras para el Cable submarino:

Durante esta fase no se desarrollan apenas medidas nuevas propiamente dichas, ya que al ser la explotación de tipo estático no se provocan impactos nuevos, manteniéndose exclusivamente aquellos que poseen carácter residual, como es la presencia misma de la línea eléctrica. Las medidas preventivas y correctoras que se adoptarán serán las descritas en el Plan de Vigilancia Ambiental de Mantenimiento, que atenderá a las necesidades del proyecto durante la explotación de la instalación y a los condicionantes establecidos por la DIA.

- MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
- MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN

1.9.2.3 Medidas preventivas y correctoras en la fase de desmantelamiento

- MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
- MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

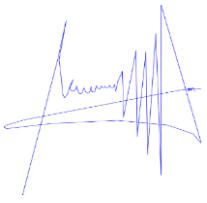
1.10 PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La estimación de planificación de los trabajos en la zona de DPMT es la siguiente.

En general, se considera trabajos no continuados y menos actividad en las épocas invernales para el ámbito marino.

ACTIVIDAD	INICIO	FINAL
Trabajos en el subsuelo de zona de protección, zona de deslinde y de ribera (trabajos no continuados)	Septiembre 2023	Junio 2024
Tendido y protección de los cables submarinos (trabajos no continuados)	Septiembre 2024	Diciembre 2026
Pruebas de aceptación	Septiembre 2026	Marzo 2027
Reposición y restauración del área del dominio público	Marzo 2027	Abril 2027

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial



D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

ANEXO 1 – ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL

Según lo estipulado en el Art 44.3 Ley 22/1998, se adjunta como Anexo el Estudio básico de la dinámica litoral, que se corresponde con un Anexo del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

ANEXO 2 – PLANOS MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

510.000
511.000
512.000
4.810.000
4.809.000
4.808.000

MAR CANTÁBTRICO
MAR CANTÁBRICO
Anparrantxi
Antxio-txiki
Usategi
Urbietaldde
Ibaibarriaga
Zumaiga
Xomiñeko
Central Nuclear Lemoiz
LEMOIZ
Lemoiz
Bakio
Maruri-Jatabe
Embalse de Urkiola
Ibaibarriaga
Zumaiga
Xomiñeko
Usategi
Urbietaldde
Bakio
Maruri-Jatabe
Lemoiz
Embalse de Urkiola
Xomiñeko
Zumaiga
Ibaibarriaga

509.000 511.000 513.000 515.000 517.000

4.816.000 4.814.000 4.812.000 4.810.000 4.808.000

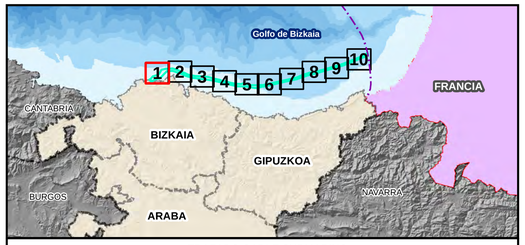
N

-120 -110 -100 -95 -90 -85 -80 -75 -70 -65 -60 -55 -50 -45 -40 -35 -30 -25 -20 -15 -10

MAR CANTÁBRICO

Anparantxi
Zizkintza
Usategi
Gelatxueta
Andaño
Urbietatxe
Basobarrika
Gaubieta
Santutxo
Metatxueko
Bakio iladiak
Xebli
Playa de Bakio
Erlepeko punta

LEMOIZ
Lemoiz
Gazitua
S.E. BASORDAS
S.E. ARMINTZA
BI-3152
Bakio
Bermeo



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle
- Puntos de salida al mar

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino
- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)
- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas
- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

© Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización expresa de los autores. Cualquier uso indebido será perseguido conforme a la legislación vigente.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DEL PROYECTO CABLE SUBMARINO

inelfe

Biosfera XXI Estudios Ambientales

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	CARTOGRAFÍA:	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	BATIMETRÍA:	EMODNET/AZTI/IMMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1 : 15.000		

0 100 200 400 600 800 1.000 1.200 Metros

PLANO Nº: 13.4	HOJA: 1 / 10	FECHA: ABRIL 2021

519,000 521,000 523,000 525,000 527,000

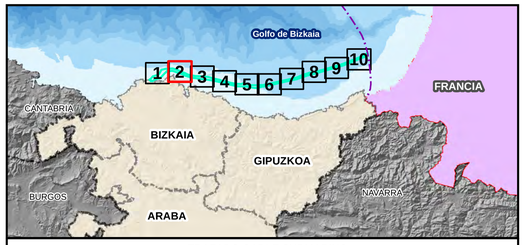
4.816.000 4.814.000 4.812.000 4.810.000

N

-110 -100 -95 -90 -85 -80 -75 -70 -65 -60 -55 -50 -45 -40 -35 -30 -25 -20 -15 -10

Bakio

Bermeo



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle
- Puntos de salida al mar

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino
- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)
- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas
- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

© Gobierno Vasco. Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente. Dirección de Biodiversidad y Medio Natural. Instituto Cartográfico y Catastral de Euskadi. Cartografía 1:5000 y 1:25000 de Euskadi. Ortofoto 2018. Cartografía 1:5000 de Euskadi. Modelo Digital del Terreno de Euskadi. Batimetría EMODNET. Cartografía 1:5000 de Euskadi. Ortofoto 2018. Cartografía 1:5000 de Euskadi. Modelo Digital del Terreno de Euskadi. Batimetría EMODNET.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DEL PROYECTO CABLE SUBMARINO

inelfe

Biosfera XXI Estudios Ambientales

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	*CARTOGRAFÍA:*	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	*BATIMETRÍA:*	EMODNET/AZTI/MMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1 : 15.000		

0 100 200 400 600 800 1.000 1.200 Metros

PLANO Nº: 13.4	*HOJA:* 2 / 10	*FECHA:* ABRIL 2021

527.000 529.000 531.000 533.000 535.000

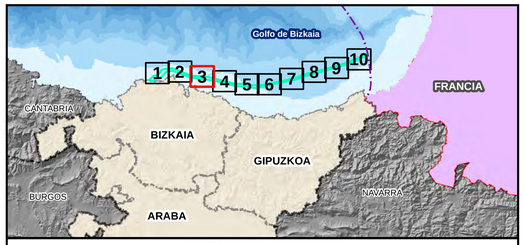
4.814.000 4.812.000 4.810.000 4.808.000

N

-110 -100 -95 -90 -85 -80 -75 -70 -65 -60 -55 -50 -45 -40 -35 -30 -25 -20 -15

Elantxobe

Ibarrangelu



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle
- Puntos de salida al mar

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino
- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)
- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas
- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

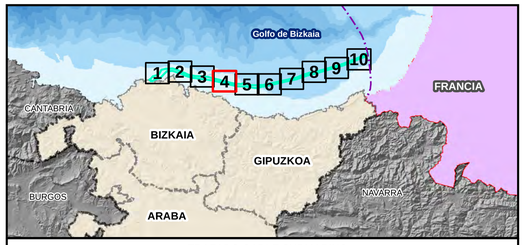
© Gobierno Vasco, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda. Dirección de Biodiversidad y Medio Natural. Diputación Foral de Bizkaia. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial. Diputación Foral de Gipuzkoa. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Diputación Foral de Araba. Departamento de Desarrollo Rural, Sostenibilidad y Medio Ambiente. Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento. Instituto Hidrográfico de la Marina. Ministerio de Defensa. Instituto Español de Oceanografía. Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Ciencia e Innovación. Instituto Nacional de Estadística. Ministerio de Economía y Competitividad. Instituto Cartográfico Valenciano. Generalitat Valenciana. Instituto Cartográfico de Cataluña. Generalitat de Catalunya. Instituto Cartográfico de Andalucía. Junta de Andalucía. Instituto Cartográfico de Canarias. Gobierno de Canarias. Instituto Cartográfico de Murcia. Comunidad Autónoma de Murcia. Instituto Cartográfico de Navarra. Gobierno de Navarra. Instituto Cartográfico de Galicia. Xunta de Galicia. Instituto Cartográfico de Asturias. Principado de Asturias. Instituto Cartográfico de Cantabria. Gobierno de Cantabria. Instituto Cartográfico de La Rioja. Gobierno de La Rioja. Instituto Cartográfico de Castilla y León. Junta de Castilla y León. Instituto Cartográfico de Castilla-La Mancha. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Instituto Cartográfico de Extremadura. Junta de Extremadura. Instituto Cartográfico de Aragón. Gobierno de Aragón. Instituto Cartográfico de Baleares. Gobierno de Baleares. Instituto Cartográfico de Ceuta. Ciudad Autónoma de Ceuta. Instituto Cartográfico de Melilla. Ciudad Autónoma de Melilla. Instituto Cartográfico de Portugal. Instituto Hidrográfico de Portugal. Instituto Geológico y Minero de Portugal. Instituto Nacional de Estatística de Portugal. Instituto Geográfico Português. Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Instituto Português de Oceanografia. Instituto Geológico e Mineiro

537.000 539.000 541.000 543.000 545.000

4.812.000 4.810.000 4.808.000 4.806.000

N

-120 -100 -110 -95 -90 -105 -90 -85 -80 -75 -70 -65 -60 -55 -50 -45 -40 -35 -30 -25 -20 -15



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle
- Puntos de salida al mar

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino
- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (Minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)
- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas
- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

© Gobierno Vasco, Diputación Foral de Bizkaia, Diputación Foral de Gipuzkoa, Diputación Foral de Álava, Ministerio de Defensa, Instituto Geográfico Nacional, Instituto Hidrográfico de la Marina, Instituto Español de Oceanografía, Instituto Geológico y Minero de España, Puertos del Estado, Ministerio de Fomento, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio de Ciencia e Innovación, Ministerio de Cultura y Deporte, Ministerio de Hacienda y Función Pública, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Ministerio de Política Territorial y Función Pública, Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social, Ministerio de Trabajo y Economía Social, Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, Ministerio del Interior, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Ministerio de Universidades, Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones, Ministerio de Igualdad, Ministerio de Consumo, Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones, Ministerio de Igualdad, Ministerio de Consumo, Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DEL PROYECTO CABLE SUBMARINO

inelfe

Biosfera XXI Estudios Ambientales

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	CARTOGRAFÍA:	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	BATIMETRÍA:	EMODNET/AZTI/MMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1 : 15.000		

0 100 200 400 600 800 1.000 1.200 Metros

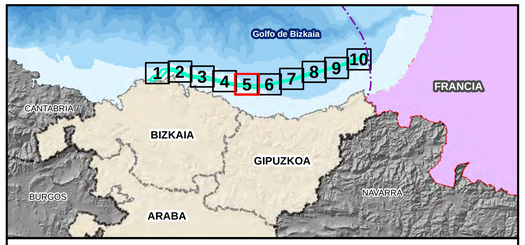
PLANO Nº: 13.4	HOJA: 4 / 10	FECHA: ABRIL 2021

547.000 549.000 551.000 553.000

4.810.000 4.808.000 4.806.000 4.804.000

-130 -120 -110 -100 -90 -80 -95 -85 -75 -105

N



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Puntos de salida al mar
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino

- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)

- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas

- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DEL PROYECTO CABLE SUBMARINO

inelfe

Biosfera XXI Estudios Ambientales

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	*CARTOGRAFÍA:*	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	*BATIMETRÍA:*	EMODNET/AZTI/MMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1 : 15.000		

0 100 200 400 600 800 1.000 1.200 Metros

PLANO Nº: 13.4	*HOJA:* 5 / 10	*FECHA:* ABRIL 2021

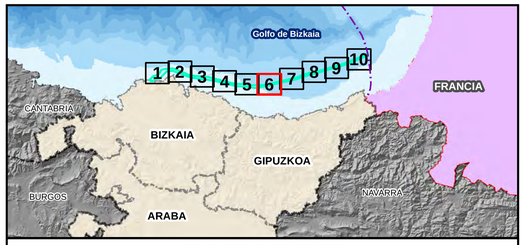
Cartografía base: © EUSKALTEL, Fondo SIGPAC © FEGA, Ortofoto PNOA © IGN España, Batimetría © EMODnet Bathymetry Consortium, Topografía © Diputación Foral de Bizkaia, Gipuzkoa y Araba, Batimetría © Consorcio AZTI-MMT-ELITTORAL

555.000 557.000 559.000 561.000 563.000

4.810.000 4.808.000 4.806.000 4.804.000

-140 -130 -125 -120 -115 -110 -100 -90 -85 -05

N



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Puntos de salida al mar
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino

- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)

- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas

- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

© Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización expresa de INELFE. Cualquier uso indebido será perseguido conforme a la legislación vigente.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DEL PROYECTO CABLE SUBMARINO

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	CARTOGRAFÍA:	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	BATIMETRÍA:	EMODNET/AZTI/IMMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1 : 15.000		

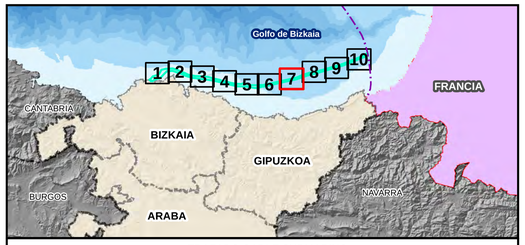
0 100 200 400 600 800 1.000 1.200 Metros

PLANO Nº: 13.4	HOJA: 6 / 10	FECHA: ABRIL 2021

inelfe

Biosfera XXI Estudios Ambientales

565.000
567.000
569.000
571.000
4.812.000
4.810.000
4.808.000
4.806.000
N
-150
-140
-130
-135
-120



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle
- Puntos de salida al mar

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino
- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)
- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas
- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DEL PROYECTO CABLE SUBMARINO

inelfe

Biosfera XXI Estudios Ambientales

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	*CARTOGRAFÍA:*	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	*BATIMETRÍA:*	EMODNET/AZTI/IMMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1 : 15.000		

0 100 200 400 600 800 1.000 1.200 Metros

PLANO Nº: 13.4	*HOJA:* 7 / 10	*FECHA:* ABRIL 2021

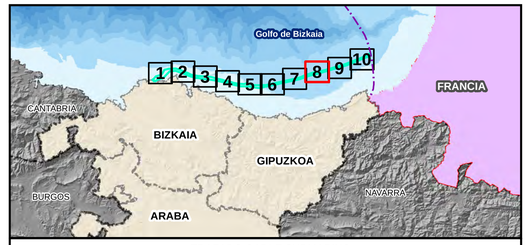
© Gobierno Vasco 2021 Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de este trabajo sin autorización expresa de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Puede acceder a CEGOEUSKADI.EUS para conocer los términos en los que se autoriza el uso de sus contenidos.

573.000 575.000 577.000 579.000 581.000

4.816.000 4.814.000 4.812.000 4.810.000

-150 -140 -130 -135 -140 -130

N



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle
- Puntos de salida al mar

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino

- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)

- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas

- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DEL PROYECTO CABLE SUBMARINO

inelfe

Biosfera XXI Estudios Ambientales

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	*CARTOGRAFÍA:*	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	*BATIMETRÍA:*	EMODNET/AZTI/IMMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1 : 15.000		

0 100 200 400 600 800 1.000 1.200 Metros

PLANO Nº: 13.4	*HOJA:* 8 / 10	*FECHA:* ABRIL 2021

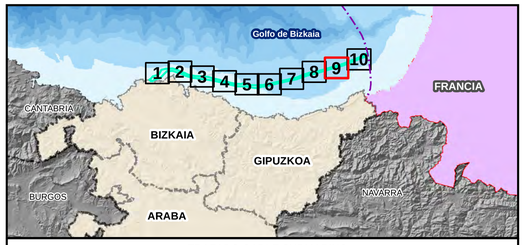
© Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda. Dirección de Biodiversidad y Medio Natural. Cartografía Temática. Cartografía Básica. Cartografía Derivada. Ortofotografía. Modelos Digitales. Toponimia. Callejero. Datos Catastrales. Datos Geográficos

583.000 585.000 587.000 589.000 591.000

4.818.000 4.816.000 4.814.000 4.812.000 4.810.000

-150 -140 -130 -135 -130 -130 -110 -120

N



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Puntos de salida al mar
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino

- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)

- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas

- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DEL PROYECTO CABLE SUBMARINO

inelfe

Biosfera XXI Estudios Ambientales

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	*CARTOGRAFÍA:*	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	*BATIMETRÍA:*	EMODNET/AZTI/IMMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1 : 15.000		

0 100 200 400 600 800 1.000 1.200 Metros

PLANO Nº: 13.4	*HOJA:* 9 / 10	*FECHA:* ABRIL 2021

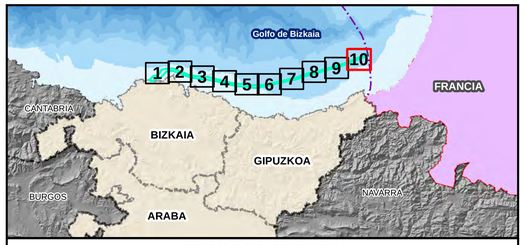
© Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización expresa de INELFE y BIOSFERA XXI ESTUDIOS AMBIENTALES

591.000 593.000 595.000 597.000 599.000

4.820.000 4.819.000 4.818.000 4.817.000 4.816.000 4.815.000 4.814.000

-140 -130 -130 -135 -120 -110 -100 -90 -95 -85

N



TRAZADO CABLE SUBMARINO

- Límite aguas territoriales España/Francia
- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Trazado cable submarino
- Área de estudio de detalle
- Puntos de salida al mar

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Batimetría
- 0
- -100

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

MEDIDAS PROPUESTAS

MP-CS-2: Selección de la técnica de apertura/protección de la zanja en el tramo marino

- Zona de sustrato blando: Técnica de jetting o ploughing (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)
- Zona de sustrato muy duro: Técnica de Rock Placement o Trenching. (minimizar el uso de Trenching en esta zona)
- Zona de sustrato mixto: Técnica de Rock Placement o Trenching. (se utilizará la técnica que menor afección genere sobre los elementos del medio marino una vez que se conozcan los equipos concretos a emplear)

MP-CS-8: Medidas preventivas sobre fauna marina (bentónica, pelágica y comunidades zooplanctónicas)

- Posible presencia de comunidades de Gorgonia

MP-CS-11: Medidas preventivas sobre las actividades socioeconómicas

- Medida perimetro seguridad para pesca, navegación, buceo y baño (500 m).

MP-CS-1: CRITERIOS AMBIENTALES ADOPTADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA
MP-CS-2: SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE APERTURA/PROTECCIÓN DE LA ZANJA EN EL TRAMO MARINO
MP-CS-3: PLANIFICACIÓN DE LA OBRA
MP-CS-4: CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA
MP-CS-5: CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA Y DEL SEDIMENTO
MP-CS-6: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
MP-CS-7: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MP-CS-8: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MP-CS-9: MEDIDAS PREVENTIVAS EN ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS
MP-CS-10: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL PATRIMONIO CULTURAL
MP-CS-11: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE LAS ACTIVIDADES SOCIOECONÓMICAS
MP-CS-12: MEDIDAS PREVENTIVAS SOBRE EL CLIMA Y LA CALIDAD DEL AIRE
MC-CS-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN LA OBRA CIVIL
MC-CS-2: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA VEGETACIÓN MARINA
MC-CS-3: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LA FAUNA MARINA (BENTÓNICA, PELÁGICA Y COMUNIDADES ZOOPLANCTÓNICAS)
MC-CS-4: MEDIDAS CORRECTORAS SOBRE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO
MC-CS-5: PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL
MC-CS-6: BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
MPC-CS-1: SEÑALIZACIÓN DE LOS CABLES EN LAS CARTAS NÁUTICAS
MPC-CS-2: SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE LA INSTALACIÓN
MP-1: MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MC-1: MEDIDAS CORRECTORAS EN EL DESMANTELAMIENTO DE LA CONEXIÓN ELÉCTRICA A 400 kV DE LA INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA
MA-1: DESMANTELAMIENTO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS A 400 kV GATIKA-LEMOIZ I y II
MA-2: MEDIDAS DE COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

TITULO DEL PLANO:

MEDIDAS DEL PROYECTO CABLE SUBMARINO

inelfe

Biosfera XXI Estudios Ambientales

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	*CARTOGRAFÍA:*	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	*BATIMETRÍA:*	EMODNET/AZTI/IMMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1 : 15.000		
PLANO Nº:	13.4	*HOJA:*	10 / 10
FECHA:	ABRIL 2021		

© Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda. Dirección de Biodiversidad y Medio Natural. Cartografía Temática. Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización expresa.

CAPÍTULO 2

GENERAL

2.1. CARACTERÍSTICAS DELSISTEMA DE CABLES 2
2.1.1. CABLES DE POTENCIA 2
2.1.1.1. Cable de potencia subterráneo 2
2.1.1.2. Cable de potencia submarino 3
2.1.2. EMPALMES 5
2.1.2.1. Tramo subterráneo 5
2.1.2.2. Tramo submarino 8
2.1.3. TERMINALES 9
2.1.4. PARARRAYOS 12
2.2. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 12
2.2.1. CONEXIONADO DE PANTALLAS A TIERRA 12
2.2.2. CAJAS DE PUESTA A TIERRA 13
2.3. ENSAYOS 13
2.3.1. ENSAYOS DE PRECALIFICACIÓN 14
2.3.2. ENSAYOS DE TIPO 14
2.3.2.1. Bucle de ensayos para el sistema de cables subterráneo 15
2.3.2.2. Bucle de ensayos para el sistema de cables submarino 15
2.3.2.3. Bucle de ensayo para empalmes de transición 15
2.3.3. Ensayos en fábrica 16
2.3.4. ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO 20

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

2.1. CARACTERÍSTICAS DELSISTEMA DE CABLES

2.1.1. CABLES DE POTENCIA

Las características eléctricas generales de los cables del proyecto son las siguientes:

Corriente ..... Continua

Tensión asignada ..... ±400 kV_{cc}

Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 840 kV

Tensión soportada a impulsos de maniobra

- Con igual polaridad que V_{cc} ..... 828 kV
- Con polaridad opuesta a V_{cc} ..... 480 kV

Intensidad mínima admisible en cortocircuito ..... ≥ 25 kA

Duración del cortocircuito ..... 0,5 s

2.1.1.1. CABLE DE POTENCIA SUBTERRÁNEO

En el tramo subterráneo se instalará un cable de ±400 kV para corriente continua, de una sección de cobre de 1800 mm^2 para el enlace 1 y una sección de cobre de 2500 mm^2 para el enlace 2. con pantalla metálica de sección suficiente para soportar las corrientes de cortocircuito.

<u>Composición</u>

La composición general del cable se indica a continuación:

1. Conductor ..... Sección circular de cobre
2. Semiconductora interna ..... Capa extrusionada de material semiconductor
3. Aislamiento ..... Polietileno reticulado (XLPE) super clean
4. Semiconductora externa ..... Capa extrusionada de material semiconductor
5. Protección longitudinal contra el agua ..... Cinta hinchable semiconductora
6. Pantalla metálica y protección radial contra el agua ..... Tubo de aluminio
7. Cubierta exterior .. Polietileno de alta densidad negro con capa exterior semiconductora

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

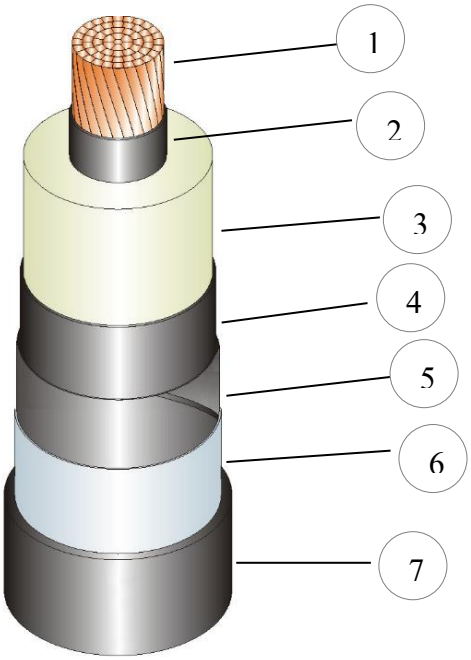


Ilustración 1: Cable HVDC terrestre con aislamiento XLPE

2.1.1.2. Cable de potencia submarino

En el tramo submarino se instalarán cables de diferente sección en cada uno de los enlaces. El enlace 1 y 2 estará compuesto por cables de ±400 kV para corriente continua de aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE) al igual que el cable para el tramo terrestre.

Para esta tecnología se instalarán cables de dos secciones diferentes, una para cumplir con la capacidad de transporte en la perforación horizontal dirigida de salida al mar, la cual requiere que el cable tenga una sección mayor debido a la elevada profundidad de enterramiento que se alcanza en la PHD, y otra para el resto del tramo submarino hasta alcanzar la frontera francesa. Además, los cables submarinos para las PHD tendrán un diseño con doble armadura para poder soportar los elevados esfuerzos de tiro a los que se verán sometidos durante el tendido a través de los tubos de la perforación.

Los cables submarinos de este proyecto tendrán las siguientes secciones y tipos de conductor y armadura en función de la tecnología de aislamiento:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Enlace 1: Cables de aislamiento XLPE (temperatura de operación 80ºC)

- Tramo en PHD: ..... Cable de cobre de 1800 mm^2 con doble armadura
- Resto de tramo submarino: .....Cable de cobre de 1000 mm^2 con simple armadura

Enlace 2: Cables de aislamiento XLPE (temperatura de operación 80ºC)

- Tramo en PHD: ..... Cable de aluminio de 2500 mm^2 con doble armadura
- Resto de tramo submarino: .....Cable de cobre de 1400 mm^2 con simple armadura

Composición del cable submarino en aislamiento XLPE

La composición general del cable se indica a continuación:

1. Conductor.....Sección circular de cobre
2. Semiconductora interna..... Capa extrusionada de material semiconductor
3. Aislamiento ..... Polietileno reticulado (XLPE)
4. Semiconductora externa..... Capa extrusionada de material semiconductor
5. Protección longitudinal contra el agua .....Cinta hinchable semiconductora
6. Pantalla metálica ..... Cubierta de aleación de plomo
7. Cubierta interior .....Cubierta extrusionada de polietileno semiconductor
8. Capa de acomodo ..... Cintas semiconductoras de nylon
9. Armadura:
    - Tramo PHD (doble armadura): .....Doble capa de cables de acero
    - Resto de tramo submarino (simple armadura).....Capa única de cables de acero
10. Cubierta exterior. Dos capas de cintas de polipropilenos con impregnación bituminosa

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

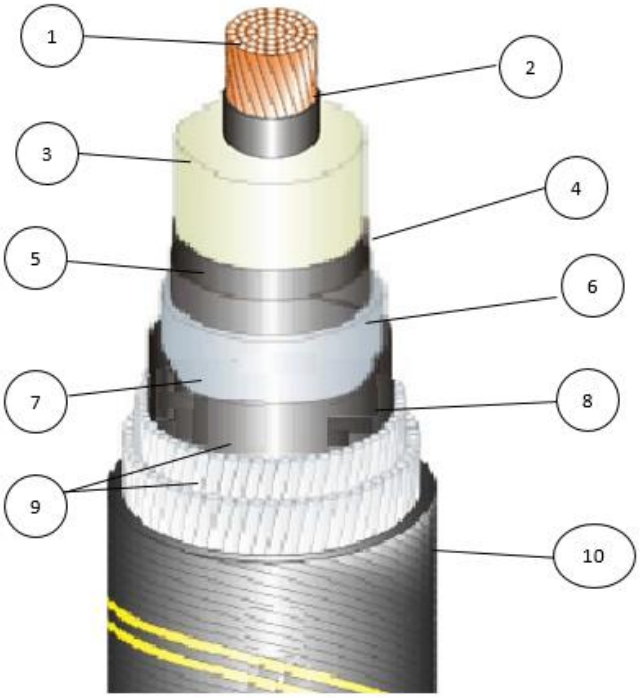


Ilustración 2: Cable submarino con aislamiento XLPE

2.1.2. EMPALMES

2.1.2.1. Tramo subterráneo

Las características técnicas de los empalmes serán ser compatibles con los cables que unen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

Los empalmes serán premoldeados con objeto de poder ser probados en fábrica previamente al montaje. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc.

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para su confección.

Se consideran dos tipos de empalme en función de si las pantallas metálicas de los cables se conectan a tierra -empalmes seccionados- o no -empalmes rectos-. La puesta a tierra de las pantallas metálicas se realiza a través de une caja directa de conexión a tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Características eléctricas

Las características eléctricas de los empalmes son las mismas en ambos casos.

Corriente ..... Continua

Tensión asignada (U_0) ..... ±400 kV_{cc}

Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 840 kV

Tensión soportada a impulsos de maniobra

- Con igual polaridad que U_0 ..... 828 kV
- Con polaridad opuesta a U_0 ..... 480 kV

Intensidad mínima admisible en cortocircuito ..... ≥ 25 kA

Duración del cortocircuito ..... 0,5 s

Composición

Tipo de empalme ..... Con o sin interrupción de pantalla

Cuerpo ..... Premoldeado

La composición de los empalmes sin interrupción de pantalla será:

1. Conexión de los conductores y electrodo de unión.
2. Cuerpo prefabricado de aislamiento del empalme.
3. Envolvente metálica del empalme.
4. Protección exterior del empalme.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

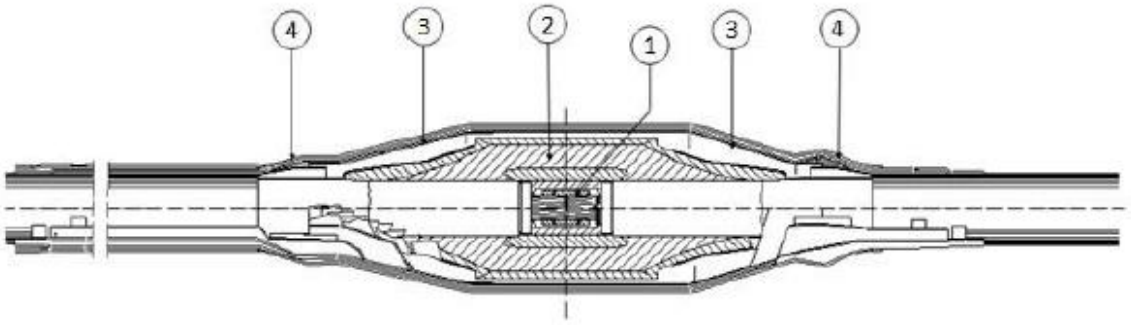


Ilustración 3: Empalme sin interrupción de pantalla

La composición de los empalmes con interrupción de pantalla será:

1. Conexión de los conductores y electrodo de unión
2. Cuerpo prefabricado de aislamiento del empalme
3. Envolvente metálica del empalme
4. Seccionamiento de las pantallas
5. Cable concéntrico para unión de las pantallas metálicas del cable con la caja de conexión de pantallas
6. Protección exterior del empalme

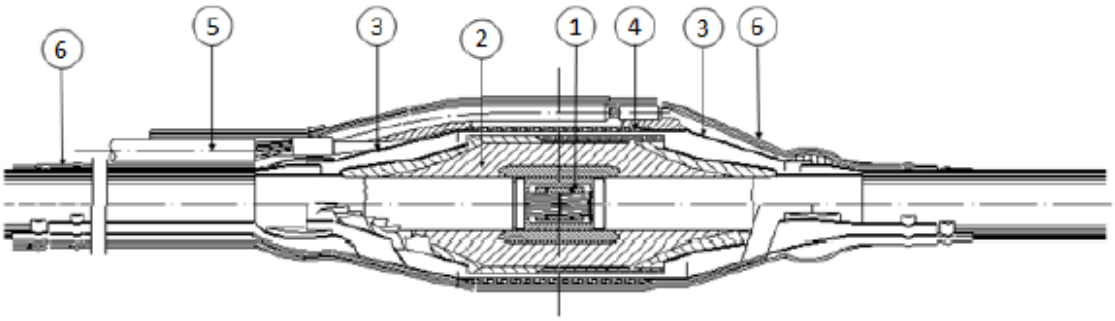


Ilustración 4: Empalme seccionado o con interrupción de pantalla

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

2.1.2.2. Tramo submarino

Empalmes de campo

Son los empalmes requeridos para unir dos longitudes de suministro de cable, entendiendo por longitud de suministro aquella que se puede cargar en el carrusel del barco cablero o para unir tipos de cable de diferente sección, aunque con el mismo diseño de aislamiento.

En el trazado en aguas españolas del tramo submarino no se requerirán empalmes de campo puesto que la longitud de cable que se puede cargar en los barcos cableros de última generación permiten cubrir la disancia hasta el limite fronterizo con Francia.

Empalmes en fábrica

Son los empalmes realizados en la planta de fabricación entre dos longitudes de cable antes de incorparar la armadura del cable, de forma que la sección final del cable que contiene el emplame queda armada de fomra continua, si ninguna discontinuidad de los cables de la armadura en la proximidad del empalme. Los empalmes en fábrica serán de tipo flexible, esto es, que se puede manipular con las mismas herramientas y tiene las mismas limitaciones de radios de curvatura y esfuerzos de tendido que el cable original. Su uso permite incrementar la longitud de cable para le transporte, la cual está limitada por motivos de fabricación.

En los empalmes flexibles el conductor será soldado con cobre y la unión tendrá el mismo diámetro que el conductor. Cada unión se revisará por rayos X, para comprobar la falta de vacíos o de uniones de baja calidad. Los conductores de diferente sección también se pueden unir y en estos casos habrá una suave transición desde un diámetro hasta el otro.

Las capas semiconductoras y el aislamiento se rehacen con el mismo material que el conductor. La pantalla del cable se reconstruye usando una funda de plomo, la cual se ajusta a la cubierta interna del cable.

El empalme finalizado tendrá las mismas propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas que las especificadas para el cable.

En este proyecto se realizarán empalmes en fábrica entre longitudes de fabricación de cables idénticos para aumentar la longitud de suministro en el barco cablero y empalmes en fábrica con cambio de sección para unir el cable utilizado para las salidas al mar en perforación horizontal dirigida, el cual requiere una sección mayor, con el resto del cable submarino.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

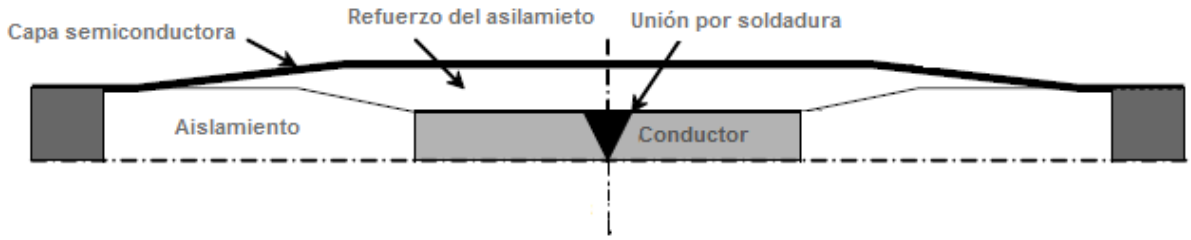


Ilustración 5: Empalme flexible

EMPALME DE TRANSICIÓN SUBMARINO-SUBTERRÁNEO

Son los empalmes realizados entre los cables submarinos y subterráneos.

CABLE SUBTERRÁNEO XLPE Y CABLE SUBMARINO XLPE

Cuando el tipo de aislamiento es idéntico en los cables subterráneos y submarinos el empalme de transición tiene las mismas características que los empalmes del tramo terrestres con la particularidad de que las armaduras del cable submarino se conectarán a tierra.

2.1.3. TERMINALES

La conexión entre el cable y la futura estación conversora de Gatika se realizará mediante una botella unipolar por fase que se instalará en el interior de la estación conversora.

Las características técnicas de las botellas terminales serán compatibles con los cables en los que se instalen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Corriente ..... Continua

Tensión asignada ..... ±400 kV_{cc}

Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 840 kV

Tensión soportada a impulsos de maniobra

- Con igual polaridad que V_{cc} ..... 828 kV
- Con polaridad opuesta a V_{cc} ..... 480 kV

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Intensidad mínima admisible en cortocircuito..... ≥ 25 kA

Duración del cortocircuito .....0,5 s

COMPOSICIÓN

Los terminales estarán constituidos por:

1. Vástago de conexión aérea
2. Deflector de tensión (aluminio)
3. Aislador exterior
4. Gas aislante de relleno
5. Cono premoldeado de control de campo
6. Base soporte (aluminio)
7. Anillo aislante
8. Boca de entrada de cable
9. Racor aislante
10. Manostato
11. Conexión toma de tierra

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

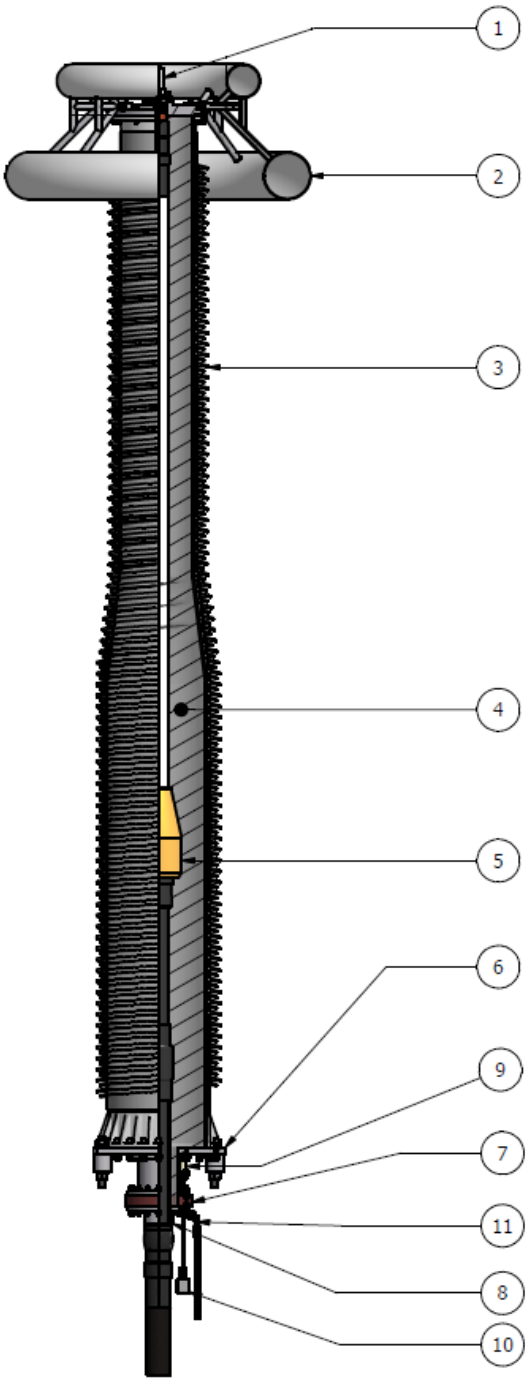


Ilustración 6: Botella terminal

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

2.1.4. PARARRAYOS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en los extremos de los cables unipolares. La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo.

Las características exigidas serán como mínimo las mismas que para los terminales de exterior, disponiendo de la misma línea de fuga y de una corriente de descarga nominal de al menos 10 kA.

El aislador de la autoválvula será polimérico.

2.2. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

En lo referente al sistema del cable; se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Las pantallas metálicas de los cables en las botellas terminales y en los empalmes con puesta a tierra, así como en los empalmes de transición de cable subterráneo-submarino, estando las pantallas a tierra durante todo el tramo submarino.
- Todas las estructuras metálicas utilizadas para la instalación del cable en las paredes del túnel.
- La estructura metálica de los terminales del cable se conectará al sistema de puesta a tierra de la estación conversora.

2.2.1. CONEXIONADO DE PANTALLAS A TIERRA

En los terminales de la estación conversora se conectará la pantalla del cable de potencia al sistema de puesta a tierra de la instalación existente. Igualmente, en la cámara de empalme de transición entre cables subterráneos y submarinos se conectarán a tierra las pantallas de los cables, así como las armaduras metálicas de los cables submarinos.

Los cables de continua no presentan problemas por tensiones inducidas en las pantallas debido a las corrientes de circuito que puedan circular por ellos mismos, por lo que es suficiente conectarlos a tierra cada alrededor de 5 o 6 km con el objeto de poder dar un camino a tierra a posibles corrientes inducidas por la influencia de otros conductores de corriente alterna, permitir realizar tareas de mantenimiento y posibilitar la utilización de equipos de localización de faltas o monitorización en el caso de requerirse. La PaT se realizará en las

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

cámaras de empalme con seccionamiento de pantallas, entre las que se incluye la cámara de transición entre cable subterráneo y submarino.

2.2.2. CAJAS DE PUESTA A TIERRA

Las cajas de puesta a tierra dispondrán de una envoltura estanca a la humedad en chapa de acero inoxidable. Esta envolvente proporciona un grado de protección IP68 s/ EN 60529.

En el interior de las cajas las conexiones a tierra se realizarán mediante pletinas desmontables de cobre recocido.

El cable de tierra que conecta los empalmes con las cajas de puesta tierra no tendrá una longitud superior a 10 metros.

2.3. ENSAYOS

Debido a la singularidad del presente proyecto, y a la falta de experiencia de enlaces de este nivel de tensión con tecnología de aislamiento en XLPE, se exigirá realizar ensayos de precalificación y ensayos de tipo específicos para el proyecto, además de los ensayos en fábrica y los ensayos de puesta en servicio. Los ensayos están basados en la siguiente normativa internacional:

- IEC 60840: *Power cables with extruded insulation and their accessories for assigned voltages greater than 30 kV (Um = 36 kV) and up to 150 kV (Um = 170 kV) – Test methods and requirements*.
- IEC 62067 (2011) "*Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV (Um = 170 kV) up to 500 kV (Um = 550 kV) – Test method and requirements*".
- TB 496 *(April 2012): Recommendations for testing DC extruded cable systems for power transmission at a rated voltage up to 500 kV*.
- Electra 189 *(April 2000): Recommendations for tests of power transmission DC cables for a rated voltage up to 800 kV (review of the report published in Electra 72 of 1980)*.
- TB 623 *(June 2015): Recommendations for mechanical testing of submarine cables*.
- IEC 60228: *Conductors of insulated cables*.
- IEC 60060-1: *High-voltage test techniques - Part 1: Definitions and general requirements related to tests*.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

- TB 622 (June 2015): *Recommendations for Testing DC Transition Joints for Power Transmission at a Rated Voltage Up To 500KV*.

2.3.1. ENSAYOS DE PRECALIFICACIÓN

Son los ensayos destinados a demostrar el buen comportamiento termomecánico del sistema del cable a largo plazo.

Se deberán realizar ensayos de calificación solo se realizarán sobre los cables de aislamiento en XLPE, de los cuales hay poca o nula experiencia en el nivel de tensión de este proyecto. Los ensayos se realizarán de acuerdo a lo indicado en el TB496.

Existe, en cambio, amplia experiencia basada en aislamiento MI a niveles de tensión incluso superiores a los del presente proyecto., por lo que el comportamiento de esta tecnología se considera demostrado por la práctica.

El bucle de ensayo contará al menos con 100 metros de cable y al menos un accesorio de cada tipo, incluyendo empalmes en fábrica. La secuencia de los ensayos será la siguiente:

En el caso del empalme de transición entre el cable submarino tipo MI y el subterráneo tipo XLPE se deberá realizar un ensayo de calificación de acuerdo a lo indicado en el TB622.

2.3.2. ENSAYOS DE TIPO

Son los ensayos destinados a demostrar el buen funcionamiento del sistema del cable desde un punto de vista eléctrico y mecánico. Los ensayos se dividen en:

- Ensayos eléctricos
- Ensayos no eléctricos
- Ensayos especiales en accesorios

Los ensayos se realizarán de acuerdo a lo indicado en el TB496, TB 623, IEC 62067 y TB.622.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Se deberán realizar ensayos de tipo para el sistema de cables de la tecnología de aislamiento establecida. Además, se realizarán bucles independientes para los cables subterráneos y para los cables submarinos, realizando un bucle adicional para los diferentes tipos de empalmes de transición entre cables de la misma tecnología (entre cables de diferente material de conductor y/o sección).

2.3.2.1. Bucle de ensayos para el sistema de cables subterráneo

El bucle de ensayos incluirá:

- Al menos 30 metros de cable subterráneo.
- Al menos empalme de cada tipo a utilizar.
- Dos terminales del mismo diseño de los que ese vayan a utilizar en el doble enlace.

2.3.2.2. Bucle de ensayos para el sistema de cables submarino

El bucle de ensayos incluirá:

- Al menos 30 m de cable submarino.
- Al menos dos empalmes de confección en fábrica.
- Al menos un empalme de tipo reparación.

2.3.2.3. Bucle de ensayo para empalmes de transición

El bucle de ensayos incluirá, para el caso de tecnología de aislamiento XLPE tanto en la parte subterránea como en la parte submarina (enlace 1 de este proyecto):

- Al menos 10 metros de cable submarino y/o de cable subterráneo entre 2 accesorios.
- Al menos 1 empalme similar al de transición entre cable subterráneo XLPE y submarino XLPE.
- Al menos 1 empalme de transición de cada tipo tanto para la parte submarina como para la parte subterránea.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

2.3.3. Ensayos en fábrica

Asimismo, se efectuarán ensayos individuales en fábrica y de muestra sobre las bobinas fabricadas. Estos ensayos tienen como objeto asegurar que cada longitud de suministro o componente reúne las características especificadas y garantiza la calidad del producto.

La frecuencia de los ensayos será conforme a la siguiente tabla:

Tabla 1: Frecuencia de ensayos en fábrica

Referencia:	Frecuencia de ensayos
1	Ensayos a realizar sobre cada longitud de suministro
2	Ensayos a realizar sobre una muestra de cable tomada de cada longitud de fabricación.
3	Ensayos a realizar sobre cada terminal
4	Ensayos a realizar sobre cada empalme

Los ensayos a realizar se recogen en las siguientes tablas:

Tabla 2: Ensayos de rutina en cable subterráneo (XLPE)

Ensayo de rutina en cable subterráneo		
Ensayo	**Normativa**	**Referencia a la frecuencia de ensayo (véase Tabla 1)**
Ensayo de tensión	TB496 §5.1	1
Ensayo de cubierta	IEC 60229 (§.3.1)	1

Tabla 3: Ensayos de rutina en cable submarino XLPE

Ensayos de rutina en cable submarino XLPE		
Ensayo	**Normativa**	**Referencia a la frecuencia de ensayo (véase Tabla 1)**
Ensayo de tensión	TB496 §5.1	1
Medida de la capacidad	IEC62067 §10.10	1
Medida TDR (*time domain reflectometry)*	TB496 §7.3	1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Tabla 4: Ensayos de muestra sobre cable XLPE

Ensayos de muestra en cable XLPE		
Ensayo	**Normativa**	**Referencia a la frecuencia de ensayo (véase Tabla 1)**
Examen del conductor	IEC.62067 §10.4	2
Medida de la resistencia eléctrica del conductor y pantalla	IEC.62067 §10.5	2
Medida del espesor del aislamiento y de la cubierta interna (para cable submarino) y de la cubierta (para cable subterráneo)	IEC.62067 §10.6	2
Medida del espesor de la pantalla	IEC.62067 §10.7	2
Medida del diámetro	IEC.62067 §10.8	2
Ensayo de alargamiento en caliente en los aislamientos XLPE	IEC.62067 §10.9	2
Medida de la capacidad	IEC.62067 §10.10	2
Ensayos de tensión de impulso	TB 496 §6.1.9	IEC 62067 §10.2
Ensayo de penetración del agua	TB 496 §6.1.10	IEC 62067 §10.2
Medida de la resistividad de las pantallas semiconductoras	IEC.62067 §12.4.9	2
Medida de la resistividad radial de la cubierta interna semiconductora	De acuerdo con el protocolo del contratista	2
Determinación de las propiedades mecánicas de los aislamientos antes y después del envejecimiento	IEC.62067 §12.5.2	2
Determinación de las propiedades mecánicas de la cubierta interna (cable submarino) y de la cubierta exterior (cable subterráneo) antes y después del envejecimiento	IEC.62067 §12.5.3	2

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Ensayos de muestra en cable XLPE		
Ensayo	**Normativa**	**Referencia a la frecuencia de ensayo (véase Tabla 1)**
Ensayos en componentes de cables con una lámina de metal aplicada longitudinalmente	IEC.62067 Appendix F	2
Ensayo de contracción del aislamiento	IEC.60840 §12.5.16	2
Ensayo de contracción de la cubierta interna (cable submarino) y de la cubierta exterior (cable subterráneo)	IEC.60840 §12.5.17	2

Tabla 5: Ensayos de rutina en terminales

Ensayos de rutina en terminales		
Ensayo	**Normativa**	**Referencia a la frecuencia de ensayo (véase Tabla 1)**
Ensayo de tensión en CC (corriente continua)	TB 496 § 5.1	3
Ensayo de tensión en CA (corriente alterna)	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	3
Medida de descargas parciales	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	3

Tabla 6: Ensayos de rutina en empalmes de fábrica

Ensayos de rutina en empalmes de fábrica		
Ensayo	**Normativa**	**Referencia a la frecuencia de ensayo (véase Tabla 1)**
Ensayo de tensión en CC (corriente continua)	TB 496 § 5.1	4
Ensayo de tensión en CA (corriente alterna)	TB 496 § 5.2.1	4

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Ensayos de rutina en empalmes de fábrica		
Ensayo	**Normativa**	**Referencia a la frecuencia de ensayo (véase Tabla 1)**
	(Según protocolo de ensayos de laboratorio)	
Medida de descargas parciales	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	4
Comprobación de la reconstitución del aislamiento	Según protocolo de ensayos de laboratorio (rayos X,…)	4
Comprobación del conductor y la pantalla	Según protocolo de ensayos de laboratorio (rayos X, rayos gamma, …)	4

Tabla 7: Ensayos de rutina en empalmes premoldeados

Ensayos de rutina en empalmes premoldeados		
Ensayo	**Normativa**	**Referencia a la frecuencia de ensayo (véase Tabla 1)**
Ensayo de tensión en CC (corriente continua) en el cuerpo premoldeado	TB 496 § 5.1	4
Ensayo de tensión en CA (corriente alterna) en el cuerpo premoldeado	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	4
Medida de descargas parciales	TB 496 § 5.2.1 (Según protocolo de ensayos de laboratorio)	4

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

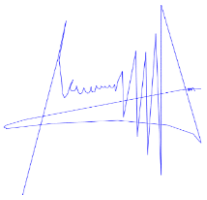
2.3.4. ENSAYOS DE PUESTA EN SERVICIO

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, empalmes, terminales, etc.) se han fabricado e instalado correctamente se deberá someter a cada enlace a una tensión continua de polaridad negativa de valor -1,45xV_{cc} durante 1 hora, de acuerdo con el TB496.

Asimismo, se realizará el ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable, para comprobar que no ha sido dañada accidentalmente durante el transporte, almacenamiento, manipulación o tendido del cable de acuerdo con la IEC 60229.

Se realizará adicionalmente una medida TDR (*time domain reflectometry*) para obtener información del enlace a nivel de ingeniería.

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial



D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Estudio de Clima Marítimo y Dinámica Litoral en el ámbito marino español de la interconexión eléctrica España-Francia por el golfo de Bizkaia

elittoral

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verification. Cod.Ver: 8937681J.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Estudio de Clima Marítimo y Dinámica Litoral en el ámbito marino español de la interconexión eléctrica España-Francia por el golfo de Bizkaia

AUTORES

Noelia Arto

DICIEMBRE DE 2018

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica

Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS 6
ÍNDICE DE TABLAS 8
1. INTRODUCCION 9
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO 11
3. DEFINICIONES 11
4. METODOLOGÍA 15
4.1. Datos utilizados: viento, oleaje y nivel del mar y corrientes 15
4.2. Viento procedente del mar 20
4.3. Oleaje a profundidades indefinidas. 20
4.4. Nivel del mar 20
4.5. Corrientes 20
5. ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN 21
5.1 Caracterización del viento procedente del mar 21
5.2 Caracterización del oleaje en profundidades indefinidas 34
5.2.1 Régimen medio del oleaje 43
5.2.2 Régimen extremal 47
5.2.3 Estimación de Profundidad de cierre 48
5.3 Caracterización del nivel del mar 50
5.4 Caracterización de las corrientes. 54
6. CONCLUSIONES 61

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLÁS CUENCA PRADILLO

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dinámicas Litorales. 9

Figura 2. Entorno de la salida proyectada de los cables. 10

Figura 3. Localización de los puntos SIMAR, Boya Bilbao-Vizcaya y Mareógrafo Bilbao3. 16

Figura 4. Histogramas globales de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 22

Figura 5. Histograma estacional, de invierno, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 23

Figura 6. Histograma estacional, de primavera, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 24

Figura 7. Histograma estacional, de verano, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 25

Figura 8. Histograma estacional, de otoño, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 26

Figura 9. Rosa de los vientos global para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 27

Figura 10. Rosa de los vientos estacional, inviernos, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 28

Figura 11. Rosa de los vientos estacional, primaveras (abril), periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 29

Figura 12. Rosa de los vientos estacional, veranos, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 30

Figura 13. Rosa de los vientos estacional, otoños, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 31

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Figura 14. Histogramas de Tp (s) y Hs (m) en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado..... 35

Figura 15. Rosa de oleaje global de altura de ola significante en profundidades indefinidas, para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado..... 37

Figura 16. Rosa de oleaje estacional (invierno (arriba izq.), primavera(arriba dcha.), verano abajo izq.) y otoño(arriba dcha.) de Hs (m) en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 31620035. Fuente: Puertos del Estado. 39

Figura 17. Rosa de oleaje estacional (invierno (arriba izq.), primavera(arriba dcha.), verano abajo izq.) y otoño(arriba dcha.) de Hs (m) en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035. Fuente: Puertos del Estado..... 40

Figura 18. Rosa de oleaje estacional (invierno (arriba izq.), primavera(arriba dcha.), verano abajo izq.) y otoño(arriba dcha.) de Hs (m) en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 1072074. Fuente: Puertos del Estado..... 42

Figura 19. Régimen medio escalar de altura de ola significativa, global (superior), para la dirección NWN (inferior izq.) y para la dirección NW (inferior dcha.). SIMAR 3159035. Fuente: Puertos del Estado..... 44

Figura 20. Régimen medio escalar de altura de ola significativa, global (superior), para la dirección N (inferior izq.) y para la dirección NNW (inferior dcha.). SIMAR 3162035. Fuente: Puertos del Estado..... 45

Figura 21. Régimen medio escalar de altura de ola significativa, global (superior), para la dirección N (inferior izq.) y para la dirección NNW (inferior dcha.). SIMAR 1072074. Fuente: Puertos del Estado..... 46

Figura 22. Régimen extremal de Hs en aguas profundas, de la serie registrada por la boya Bilbao-Vizcaya para el periodo noviembre 1990-noviembre 2017. Fuente: Puertos del Estado..... 47

Figura 23. Esquema Datum Mareógrafo REDMAR BILBAO3. Fuente: Puertos del Estado..... 50

Figura 24. Referencias del nivel del mar, así como carreras de marea máxima, media y mínima, para el periodo 1992-2013. Fuente: Puertos del Estado. 51

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Figura 25. Distribución de frecuencia del nivel del mar total (superior), de la marea astronómica (inferior izq.) y residuo meteorológico (inferior dcha.) para el periodo 1992-2013. Fuente: Puertos del Estado. 53

Figura 26. Rosa de corrientes anual (diciembre 2014-noviembre 2015). Fuente: Puertos del Estado. 55

Figura 27. Rosas de corrientes estacionales (invierno (superior izq.), primavera (superior dcha.), verano (inferior izq.) y otoño (inferior dcha.)) para el periodo (diciembre 2014-noviembre 2015). Fuente: Puertos del Estado..... 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Hs-Tp del oleaje en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado. 36

Tabla 2. Estadísticos de las pleamares y bajamares, expresados en centímetros para el periodo de 1992-2013: Puertos del Estado. 52

Tabla 3. Evolución mensual de la velocidad de la corriente (cm/s).Periodo diciembre de 2014-noviembre 2015. Fuente: Puertos del Estado. 54

Tabla 4. Distribución de Intensidad y Dirección de la Corriente. Periodo diciembre de 2014-noviembre 2015. Fuente: Puertos del Estado. 56

Tabla 5. Distribución de Intensidad y Dirección de la Corriente por estaciones (invierno (superior izq.), primavera (superior dcha.), verano (inferior izq.) y otoño (inferior dcha.)) para el periodo diciembre de 2014-noviembre 2015. Fuente: Puertos del Estado..... 59

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

1. INTRODUCCION

El presente ESTUDIO DE CLIMA MARÍTIMO y DINÁMICA LITORAL se enmarca como uno de los estudios que contemplan el "Estudio de Impacto Ambiental de la Interconexión Occidental España-Francia por el Golfo de Vizcaya-Gascogne".

Los estudios de dinámica litoral persiguen caracterizar los diferentes procesos costeros causados por las distintas hidrodinámicas actuantes sobre el medio marino. Un elemento esencial dentro de la dinámica marina es el transporte sedimentario debido a la acción del oleaje, el viento, las mareas y las corrientes.

La finalidad de predecir este transporte es vital a la hora de evaluar los posibles efectos sobre estructuras, descalzamientos o colmataciones de estructuras o de canales de navegación, cambios en el perfil y la planta de playas, canales de navegación. El estudio de las distintas hidrodinámicas (Figura 1), sus sinergias y correlaciones, y a través de la propagación de los escenarios más representativos suponen la herramienta para poder evaluar los efectos en una zona costera concreta.

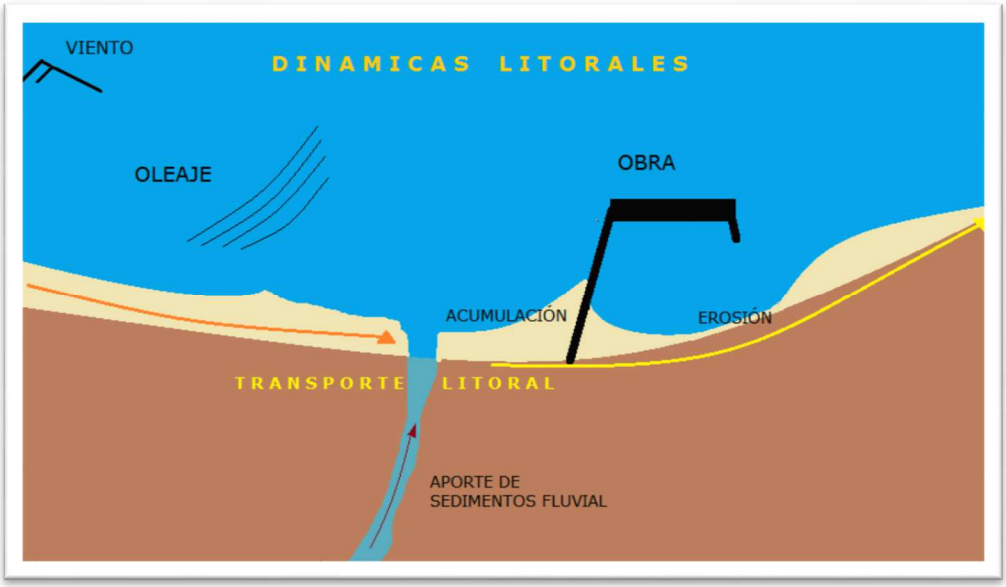


Figura 1. Dinámicas Litorales.

El clima marítimo, por su parte, consiste en estudiar o caracterizar el oleaje que incide en una zona. En zonas costeras, el conocimiento del clima marítimo permite conocer, en la medida de lo posible, prever y mitigar los posibles efectos negativos que el oleaje, el viento y las mareas puede producir en el litoral.

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

El estudio del clima marítimo comprende tanto la caracterización del régimen medio del oleaje (definido por la distribución estadística de los distintos estados del mar) como la caracterización de aquellos eventos extremos que se dan pocas veces al año pero que, por su magnitud y consecuencias, son de gran importancia, puesto que pueden producir daños estructurales y tasas de erosión anormales en áreas sedimentarias

En el presente ESTUDIO DE CLIMA MARÍTIMO y DINÁMICA LITORAL integrado en el del "Estudio de Impacto Ambiental de la Interconexión Occidental España-Francia por el Golfo de Vizcaya-Gascogne" se describe únicamente el estudio estadístico del oleaje y viento en profundidades indefinidas, así como la caracterización de la marea del tramo del cable que se localizará en territorio español.

En este estudio, no se va a realizar la propagación del oleaje hasta profundidades someras, ya que la zona de arranque del cable, la cual se localiza en el municipio costero Lemoiz de la provincia de Vizcaya, se produce en un entorno de sustrato duro, cuyo entorno es rocoso y acantilado (Figura 2), por lo que no sufrirá modificaciones morfodinámicas, ni cambios en cuanto a tasas de erosión y sedimentación.

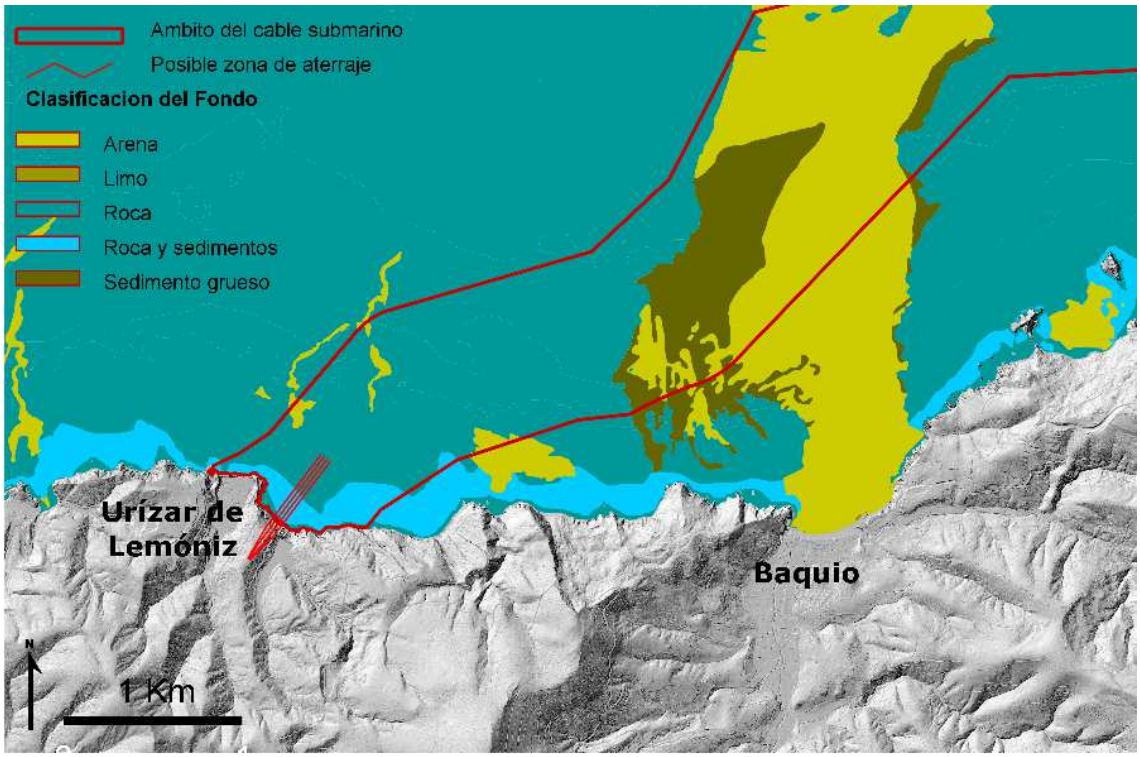


Figura 2. Entorno de la salida proyectada de los cables.

Cabe señalar, que la trayectoria que seguirá el cable tiene una tendencia a ir de menos a más profundo, es por ello, que, aunque si bien, el oleaje es una hidrodinámica muy

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

importe en costa, no resulta relevante su propagación hasta profundidades someras, ya que el comportamiento del oleaje y los efectos de su rotura no afectarán al cable por encontrarse situado a cota superior a la que podría considerarse la profundidad de cierre. Únicamente la zona de unión del cable con tierra, por profundidad, es la que podría verse afectada y como ya se mencionó, el hecho de producirse en sustrato duro y además a través de perforación dirigida hasta alcanzar la cota 16.

El conocimiento de las corrientes, mareas y vientos son parte integrante del modelo hidrodinámico propuesto para valorar la dispersión del sedimento que será puesto en suspensión durante el enterramiento del cable.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio de Clima Marítimo y Dinámica Litoral para evaluar el Impacto Ambiental de la Interconexión Occidental España-Francia por el Golfo de Vizcaya-Gascogne tiene por objetivos:

- Evaluar si se produce afección de la obra sobre la dinámica litoral.
- Caracterizar las hidrodinámicas marinas, con el fin de que se pueda evaluar la afección o no de estos sobre la obra del cable.
- Proporcionar datos de base para el establecimiento del Plan de Vigilancia Ambiental durante las diferentes fases de la obra del tendido eléctrico.

3. DEFINICIONES

Se presentan algunas definiciones de los términos más utilizados a efectos de este informe, así como la descripción de los parámetros caracterizados. La mayoría de estas definiciones relacionadas con el oleaje están basadas en las ROM 0.3-91 (Recomendaciones para Obras Marítimas 0.3-91. Oleaje. Anejo I. Clima Marítimo en el Litoral Español), otras definiciones pertenecen al Documento Temático "Metodología e Información utilizada en la Elaboración del Documento Temático de Cota de Inundación" concretamente al Documento Complementario "Atlas de Inundación del Litoral Peninsular Español".

A continuación, se presentan dichas definiciones:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

- AGUAS PROFUNDAS: Se considera oleaje en aguas profundas cuando la profundidad relativa, o cociente entre la profundidad del agua y la longitud de onda correspondiente a algún periodo representativo del oleaje (periodo medio o el periodo de pico) y obtenida en base al modelo de onda de Airy, es mayor de 0.5.
- ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE: Parámetro geométrico-estadístico representativo del oleaje, definido, a partir de discretizar un registro de oleaje en olas individuales según el Método de Paso por Cero, como la media aritmética de las alturas de ola del tercio de olas más altas del registro.
- ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE ESPECTRAL: Parámetro espectral del oleaje considerado como estructural o de escala. Se define como cuatro veces la raiz cuadrada del momento de orden cero del espectro o ·rea encerrada por la función de densidad espectral. A los efectos de este Anejo, los valores de la altura significante estadística y espectral correspondientes a un mismo registro de oleaje pueden considerarse prácticamente coincidentes.
- CLIMA MARÍTIMO: caracterización del oleaje en periodos largos de tiempo o descripción estadística de la variación en el dominio del tiempo de los Estados del Mar en un emplazamiento dado.
- COEFICIENTE DE DIRECCIONALIDAD: Coeficiente que permite la obtención de regímenes extrémales direccionales de altura de ola significante en aguas profundas a partir del régimen extremal escalar correspondiente a la zona analizada. El régimen extremal direccional se obtiene multiplicando las alturas de ola escalares correspondientes a los distintos periodos de retorno, transferidas a aguas profundas, por el coeficiente de direccionalidad asociado a la dirección considerada para la zona analizada.
- CONDICIÓN DE TEMPORAL: Estado del Mar que supera un determinado valor umbral de altura de ola significante. Dicha altura de ola umbral es variable para cada zona en función de las características climáticas de la misma.
- CONDICIONES EXTREMAS: Actuación de las más severas condiciones medioambientales para las cuales se proyecta una estructura o instalación.
- CONDICIONES NORMALES DE OPERACIÓN: Estado en el que una instalación funciona sin limitaciones, no viéndose afectada su explotación u operatividad por las condiciones medioambientales.

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

- ESTADO DEL MAR: Situación temporal/espacial en la cual puede suponerse el fenómeno del oleaje real como estable energética y estadísticamente. Representa, por tanto, cada una de las situaciones en las que se puede separar la continua evolución del oleaje. En cada una de ellas el oleaje real puede ser tratado como un proceso estacionario en el tiempo, homogéneo en el espacio, y ergódico (muestras temporales/espaciales distintas de extensión finita suficiente, son estadísticamente iguales). Bajo estas condiciones, puede admitirse la descripción del oleaje durante periodos cortos de tiempo a partir de un único registro temporal.
- FRECUENCIA DE PICO: Frecuencia para la cual la función de densidad espectral alcanza su máximo valor (pico).
- OLEAJE: Alteraciones producidas en la superficie del mar por la actuación continuada del viento sobre una superficie o área marítima durante un cierto periodo de tiempo; siempre y cuando dicho fenómeno de como resultado una gama de ondas aleatorias, de forma más o menos irregular y con diversas direcciones de propagación, con periodos entre 1 y 30 segundos.
- PERIODO DE PICO: Periodo para el cual la función de densidad espectral alcanza su máximo valor. Es el inverso de la frecuencia dominante del espectro.
- PERIODO DE PICO DEL OLEAJE: periodo para el cual la función de densidad espectral del oleaje alcanza el valor máximo. Es el inverso de la frecuencia dominante del espectro del oleaje.
- PERIODO DE RETORNO: Se define como periodo de retorno de un valor determinado de la variable, el intervalo medio de tiempo en el que dicho valor es superado una sola vez; es decir, el tiempo medio entre dos excedencias consecutivas de dicho valor.
- PERIODO MEDIO: Parámetro geométrico-estadístico representativo del oleaje, definido, a partir de discretizar un registro de oleaje en olas individuales según el Método de Paso por Cero, como la media aritmética de los periodos de todas las olas individuales.
- PERIODO SIGNIFICANTE: Parámetro geométrico-estadístico representativo del oleaje, definido, a partir de discretizar un registro de oleaje en olas individuales según el Método de paso por Cero, como la media aritmética de los periodos asociados al tercio de olas más altas del registro.

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

- PROFUNDIDADES REDUCIDAS: Se considera que el oleaje esta en profundidades reducidas cuando la profundidad relativa, o cociente entre la profundidad del agua y la longitud de onda correspondiente a algún periodo representativo del oleaje (periodo medio o periodo de pico) y obtenida en base al modelo de onda de Airy, es menor de 1/25.
- RÉGIMEN EXTREMAL DE ALTURA DE OLA: Función de distribución de los valores extremos de la variable altura de ola. Relaciona los valores máximos previsibles de esta variable con la probabilidad de que dichos valores no sean superados en un periodo de retorno determinado.
- RÉGIMEN MEDIO ESCALAR DE ALTURA DE OLA: Relación entre los diversos valores de la variable altura de ola con la probabilidad de que dichos valores no sean superados en el año climático medio.
- RÉGIMEN MEDIO DIRECCIONAL DE ALTURA DE OLA: Relación entre los diversos valores de la variable altura de ola con la probabilidad de que dichos valores no sean superados en el año climático medio con oleaje proveniente del sector direccional considerado. La probabilidad definida esta·, por tanto, condicionada a que el oleaje tenga la dirección principal de propagación comprendida en el sector direccional analizado.
- TEMPORAL: Sucesión continua en el tiempo de Estados del Mar que superan un valor umbral de altura de ola significante. Dicha altura de ola umbral es variable para cada zona en función de las características climáticas de la misma.
- MAREA ASTRONÓMICA: movimiento de ascenso-descenso del nivel del mar por efecto de la atracción gravitatoria de los astros.
- MAREA METEOROLÓGICA: el ascenso o descenso del nivel del mar por los efectos del clima.
- NIVEL DEL MAR: cota instantánea de la superficie del agua.
- NIVEL MEDIO DEL MAR: cota media del nivel del mar en una serie de datos suficientemente larga.
- NIVEL DE MAREA: nivel del mar sin tener en cuenta la acción del oleaje. Es el nivel que resulta al considerar la marea astronómica y la marea meteorológica.

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

4. METODOLOGÍA

El estudio de la dinámica litoral incluye el estudio de clima marítimo (caracterización del régimen medio del oleaje (definido por la distribución estadística de los distintos estados del mar) y caracterización de aquellos eventos extremos que se dan pocas veces al año pero que son de gran importancia ya que pueden producir daños estructurales y tasas de erosión anormales en las playas), la caracterización del viento, las variaciones del nivel del mar y corrientes.

La realización de estos estudios se basa en analizar series de datos, que hagan referencia a estos parámetros. Las series de datos provienen de entes públicos o privados que poseen instrumentación que lleva largos periodos de tiempo adquiriendo datos en campo, pero también existen entidades que han desarrollado metodologías para la generación y/o reconstrucción de bases de datos de alta resolución espacial y temporal de oleaje, viento, nivel del mar.

El análisis de las diferentes variables caracterizará las diferentes dinámicas marinas, de tal manera que al terminar el análisis se conocerá la variabilidad estadística y probabilística de los diferentes parámetros que caracterizan a cada una de estas dinámicas, además de las magnitudes se conocerán sus frecuencias y direcciones.

A continuación, se comenta los datos utilizados en el presente estudio.

4.1. Datos utilizados: viento, oleaje y nivel del mar y corrientes

La realización de estos estudios (viento, oleaje, nivel del mar y corrientes) se basa en analizar series de datos que hagan referencia a estos parámetros. En este caso, las series de datos de interés pertenecen al ente público Puertos del Estado. Este organismo desarrolla metodologías para la generación de bases de datos de alta resolución espacial y temporal del clima de oleaje, viento y tiene un registro de la Red de mareógrafos de Puertos del estado del nivel del mar así como una red de boyas, oceánicas y costeras.

En la siguiente Figura 3, se muestra la localización de los puntos SIMAR (3159035, 31620035 y 1072074) seleccionados para caracterizar el oleaje y el viento, así como la boya (Boya Bilbao-Vizcaya) que registra datos de corrientes y el mareógrafo (Mareógrafo Bilbao 3) más cercano al área de estudio.

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

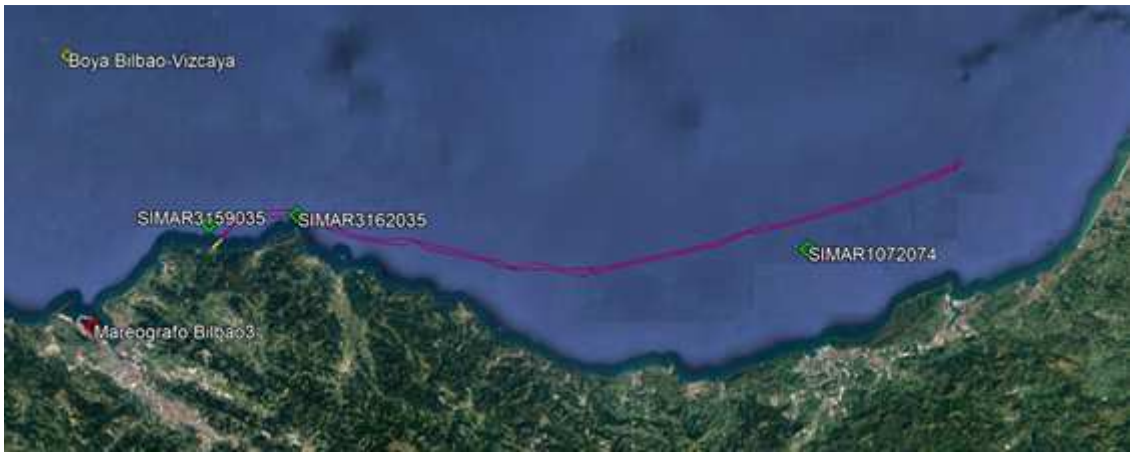


Figura 3. Localización de los puntos SIMAR, Boya Bilbao-Vizcaya y Mareógrafo Bilbao3.

Subconjunto SIMAR-44

El conjunto de datos SIMAR-44 ofrece información desde el año 1958 hasta la actualidad se construyó a partir de un modelado numérico de alta resolución de atmósfera, por lo tanto, se trata de datos sintéticos de series temporales de viento y oleaje, el cual cubre todo el entorno litoral español. Los datos del dominio Atlántico proceden de las simulaciones de oleaje y viento realizadas por Puertos del Estado y por Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) en el marco del proyecto VANIMEDAT-II.

En el presente estudio se hace un análisis de los siguientes nodos:

Nodo SIMAR	Longitud	Latitud	Cadencia	Inicio medidas	Fin medidas
3159035	2.88º W	43.46º N	1 h	4-1-1958	actualidad
3162035	2.75º W	43.47º N	1 h	4-1-1958	actualidad
1072074	2.00º W	43.50º N	1 h	4-1-1958	actualidad

A continuación, se describe brevemente el modo en que se generó el viento y el oleaje.

Viento:

Los datos de viento del Atlántico son obtenidos mediante el modelo atmosférico regional RCA3.5 alimentado con los datos del reanálisis atmosférico global ERA-40. Las

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLÁS CUENCA PRADILLO

simulaciones fueron realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, www.aemet.es) con una resolución en la malla de 12' de latitud por 12' de longitud (aproximadamente 20 Km por 20 Km) (*Puertos del Estado. Clima Medio de oleaje. Nodo SIMAR 3159035*).

Debido a las resoluciones de las mallas utilizadas en los modelos REMO y RCA3.5, no es posible reproducir el efecto de accidentes orográficos de extensión inferior 50 Km. Tampoco quedan modelados la influencia en el viento de procesos de convección de escala local. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc. De modo general es más fiable la reproducción de situaciones con vientos procedentes de mar. (*Puertos del Estado. Clima Medio de oleaje. Nodo SIMAR 3159035*)

Oleaje:

Para los datos de oleaje, generación de campos de oleaje, se utilizó en modelo numérico WAM, modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis *a priori* sobre la forma del espectro de oleaje.

Los datos se han generado con una cadencia horaria. Se ha realizado descomposición de mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se ha considerado la posibilidad de dos contribuciones de mar de fondo. Para el área del Atlántico Norte se ha utilizado una malla de resolución 30' de longitud x 30' latitud, aumenta a 15’ x 15’ en zonas próximas a la Península Ibérica.

El modelo WAM utilizado para generar estos datos incluye efectos de refracción y asomeramiento. No obstante, dada la resolución del modelo, se pueden considerar despreciables los efectos del fondo. Por tanto, para uso práctico los datos de oleaje deben de interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Conjunto REDMAR

El conjunto de datos REDMAR lo forman las medidas de la Red de Mareógrafos de Puertos del Estado, estos miden, graban, analizan y almacenan de forma continua y en tiempo real el nivel del mar en los puertos.

Las series históricas que cada mareógrafo proporciona permiten afrontar el estudio del régimen extremal y medio, que sirven de referencia a la hora de proyectar una obra en la costa a partir de la componente meteorológica del nivel del mar y para calibrar los modelos numéricos de corrientes y mareas.

Nivel del mar

El mareógrafo Bil3 cuenta con un sensor RADAR (Miros) desde julio de 2007, anteriormente, en 1992, contaba con un sensor acústico (SRD). El mareógrafo Bil 3 está situado, desde mayo de 2009 en la Longitud 3º 2' 42.47'' W y Latitud 43º 21' 5.51'' N, el cual se encuentra situado en el cantil del contradique de Santurtzi, a 1.07 Km, aproximadamente, del inicio del mismo. Presenta una cadencia de un dato minuto.

Los mareógrafos radar tienen un intervalo de muestreo de 0.5 segundos, realizando medidas durante todo un minuto. El dato minutal transmitido es el promedio de toda esa muestra.

En el caso de los mareógrafos acústicos se generan datos cada 5 minutos. No obstante, cada dato resulta de promediar registros tomados durante 30-40 segundos.

La serie de datos a analizar cubre el periodo de 1992-2013, siendo de julio 1992 a julio de 2007 datos del mareógrafo acústico y desde dicha fecha hasta enero de 2014 datos del mareógrafo radar.

Conjunto REDEXT

El conjunto de datos REDEXT lo forman las medidas de la Red de Boyas de Aguas Profundas, las boyas se fondean lejos de línea de costa y a cotas superiores a los 200m de profundidad. El oleaje no se ve afectado por efectos locales y proporciona observaciones representativas de grandes zonas litorales.

Las boyas cuentan con varios sensores, además de procesar, almacenan y transmiten datos vía satélite. La cadencia es un dato por hora, sin embargo, la medida es la media de un tiempo de observación y un tiempo sin medida. En el caso de la corriente, por ejemplo, esta es medida durante 10 minutos cada hora.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Los parámetros que presenta el conjunto REDEXT, de forma general, son los siguientes:

Oleaje

Parámetros escalares de cruce por cero y espectrales

- Altura Significante
- Periodo Medio el oleaje.
- Altura Máxima
- Periodo asociado a la altura máxima
- Periodo Significante

Parámetros direccionales

- Dirección Media
- Dirección Media en el Pico de Energía
- Dispersión de la Dirección en el Pico de Energía

Espectros direccionales codificados en bandas de frecuencia

Meteorológicos (Datos registrados a 3 m. sobre la superficie)

- Velocidad y dirección media del Viento
- Velocidad de Racha del Viento
- Temperatura del Aire
- Presión del aire

Oceanográficos (Datos registrados a 3 m bajo la superficie)

- Velocidad y dirección media de Corriente
- Temperatura del agua
- Salinidad (deducida a partir de medidas de conductividad)

Las series históricas que cada mareógrafo proporciona permiten afrontar el estudio del regímenes extremal y medio, que sirven de referencia a la hora de proyectar una obra en la costa a partir de la componente meteorológica del nivel del mar y para calibrar los modelos numéricos de corrientes y mareas.

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

4.2. Viento procedente del mar

El análisis del viento se ha realizado en base a los nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074 , contiene los datos del viento los cuales son:

Vv_m: Velocidad media del Viento, (m/s.).

Dv_m: Dirección media de Procedencia del viento (0º=N; 90º=E), (Deg.)

4.3. Oleaje a profundidades indefinidas.

El análisis del oleaje se realiza sobre nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074, los cuales presentan datos de varios parámetros de estado de mar, estos son:

Hs: Altura significante Espectral (m.)

Tp: Periodo de pico (s.)

Dm: Dirección media de Procedencia de oleaje (0º=N; 90º=E), (Deg.)

4.4. Nivel del mar

La serie REDMAR, del mareógrafo de Bilbao, presenta los parámetros:

Nivel del Mar (series de 5 minutos)

Componente Astronómica (horario)

Componente Meteorológica (horario)

Sobre estas componentes se ha realizado el análisis del nivel del mar.

4.5. Corrientes

La serie REDEXT, en la boya Bilbao-Vizcaya, dentro de los parámetros de corrientes presenta datos de corrientes que integran las contribuciones energéticas de las corrientes de marea, las corrientes inerciales producidas por pulsos de viento y corrientes subinerciales debidas principalmente a flujos geostróficos inducidos por gradientes de presión, estos parámetros son:

Velocidad de la corriente

Dirección de la corriente

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

5. ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN

En el presente apartado se presentan los gráficos resultantes del análisis estadístico de las variables velocidad y dirección para el viento, así como de la altura de ola significante y periodo de pico del oleaje, del registro de amplitudes al que responde el nivel del mar y de las corrientes.

5.1 Caracterización del viento procedente del mar

Para la caracterización del viento se han tenido en cuenta histogramas de velocidad de viento medio y rosas de viento, tanto anuales como estacionales del periodo 2008-2018, de los 3 puntos SIMAR indicados, mostrando las figuras de los tres nodos siempre correspondiéndose de oeste en cuanto al área de estudio, estas son las figuras:

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

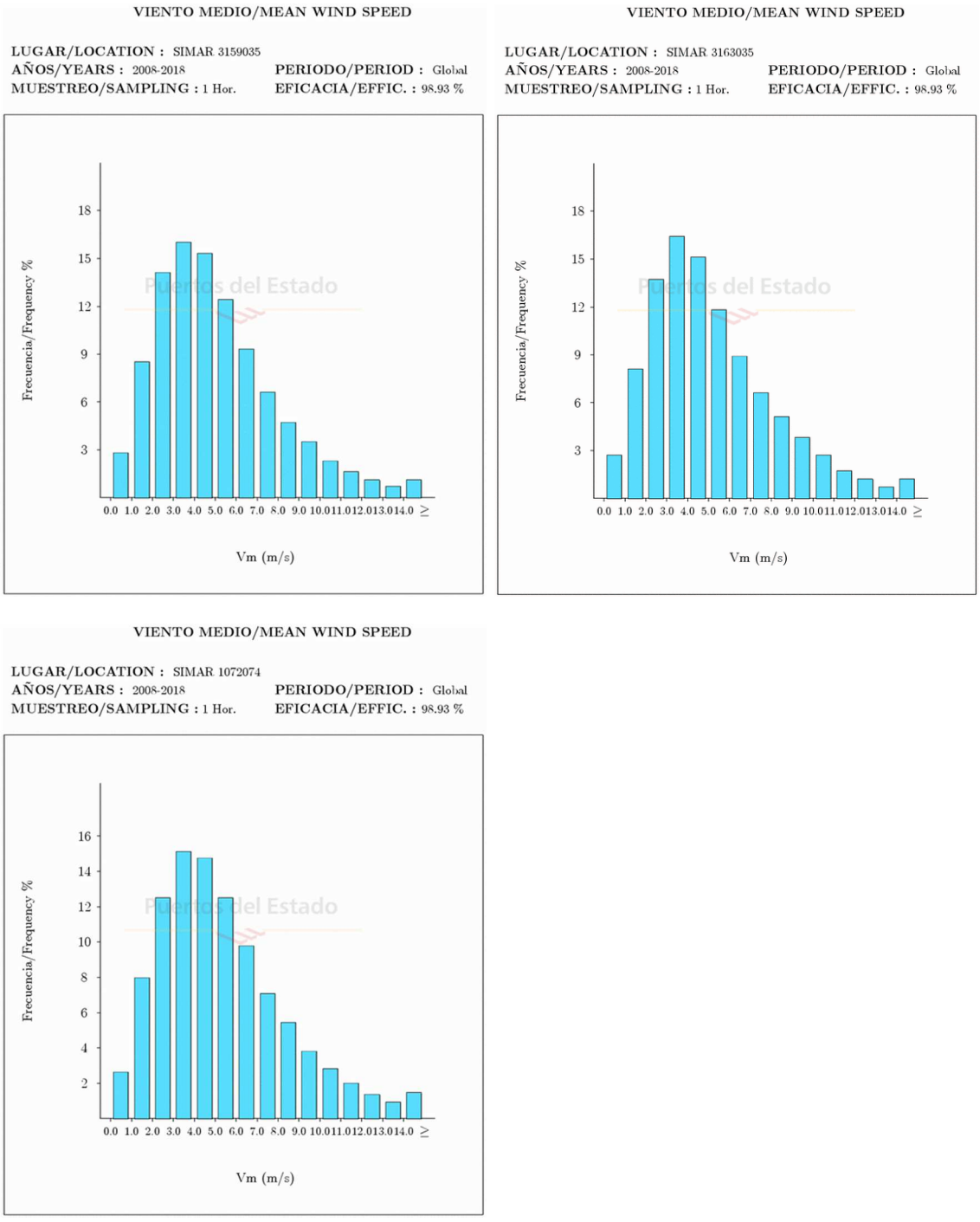


Figura 4. Histogramas globales de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

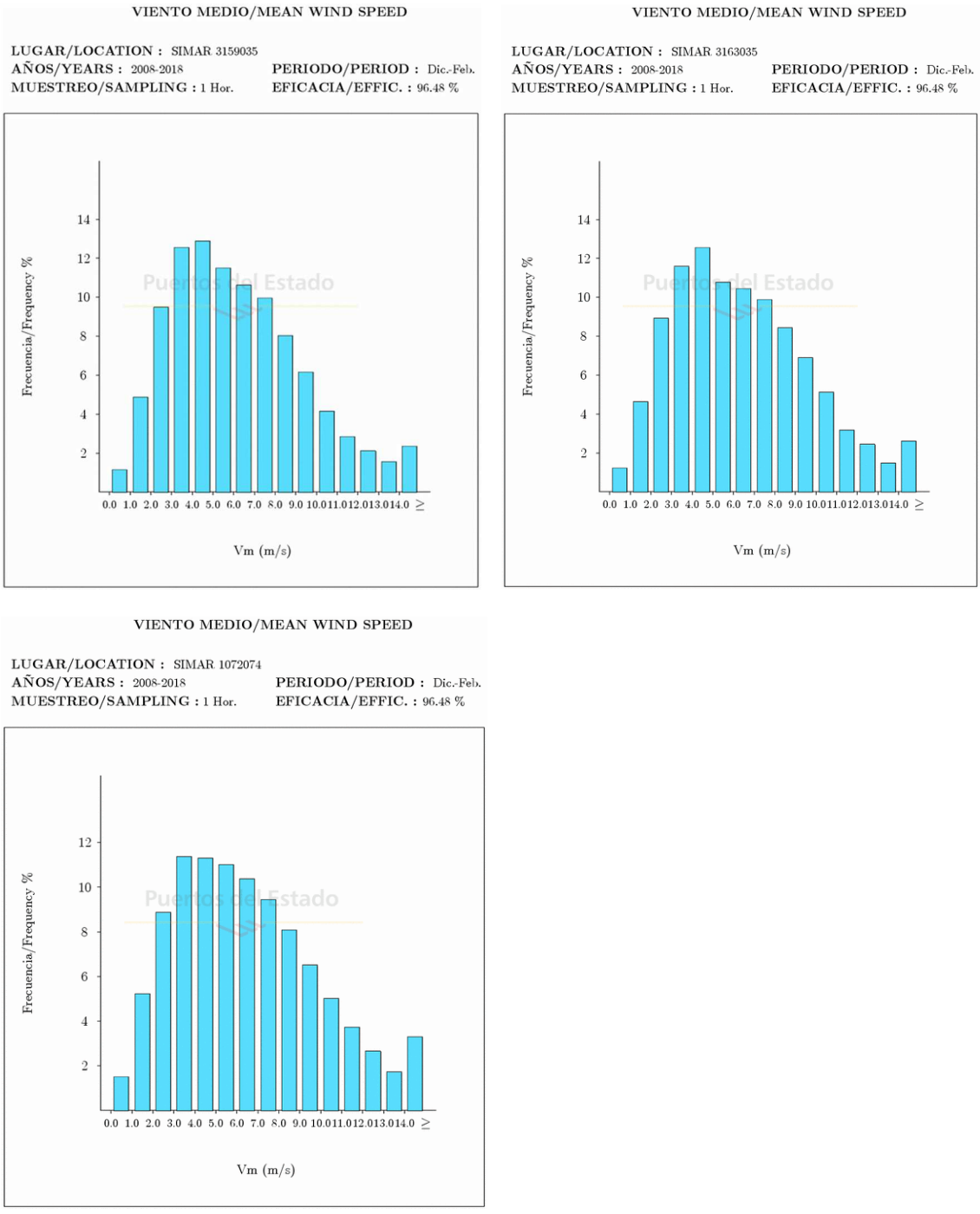
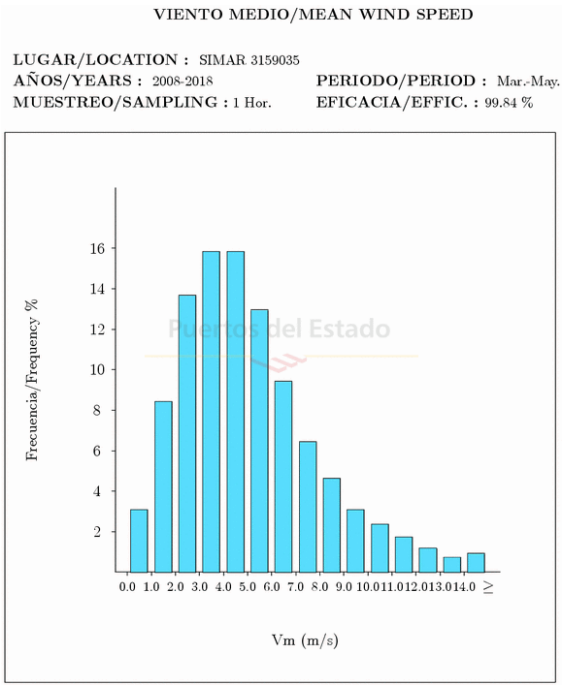
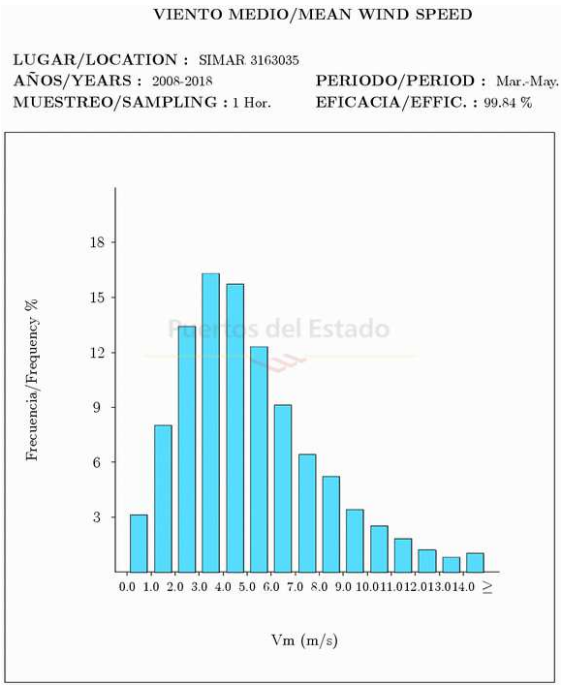


Figura 5. Histograma estacional, de invierno, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO





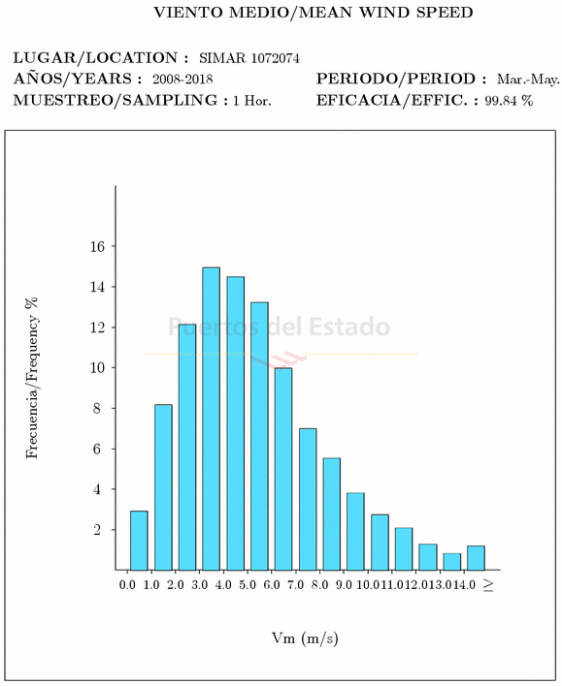


Figura 6. Histograma estacional, de primavera, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

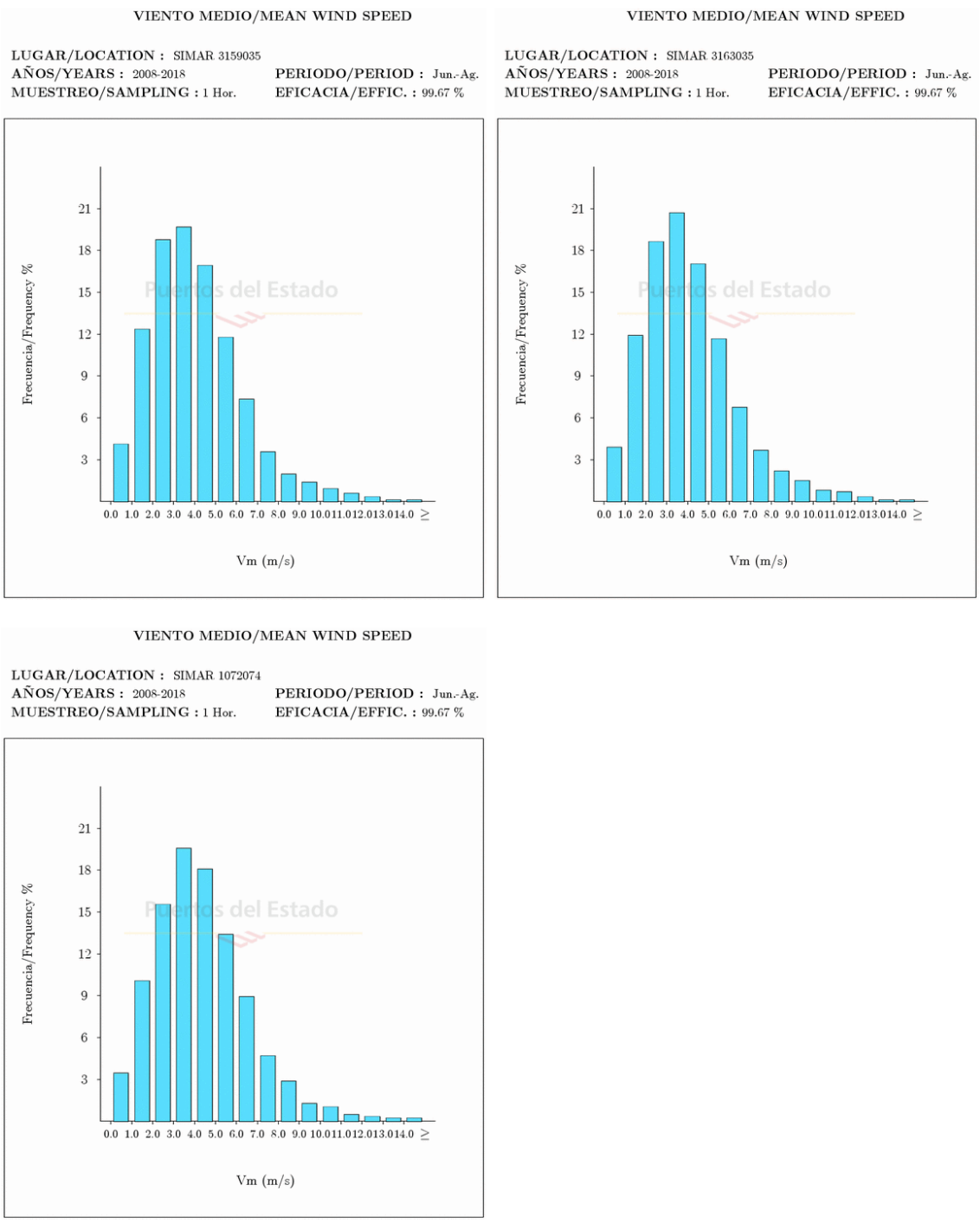


Figura 7. Histograma estacional, de verano, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

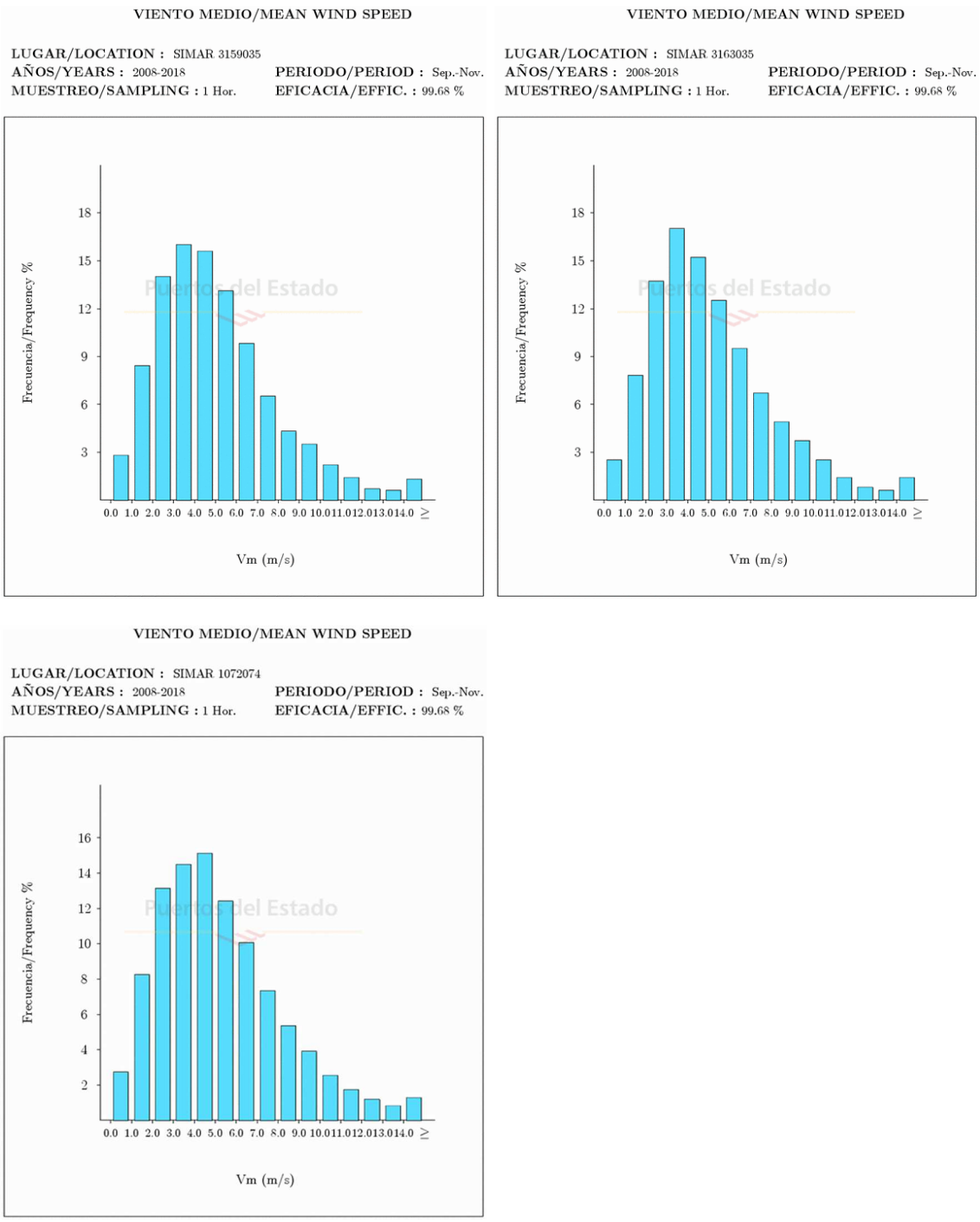


Figura 8. Histograma estacional, de otoño, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



Figura 9. Rosa de los vientos global para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

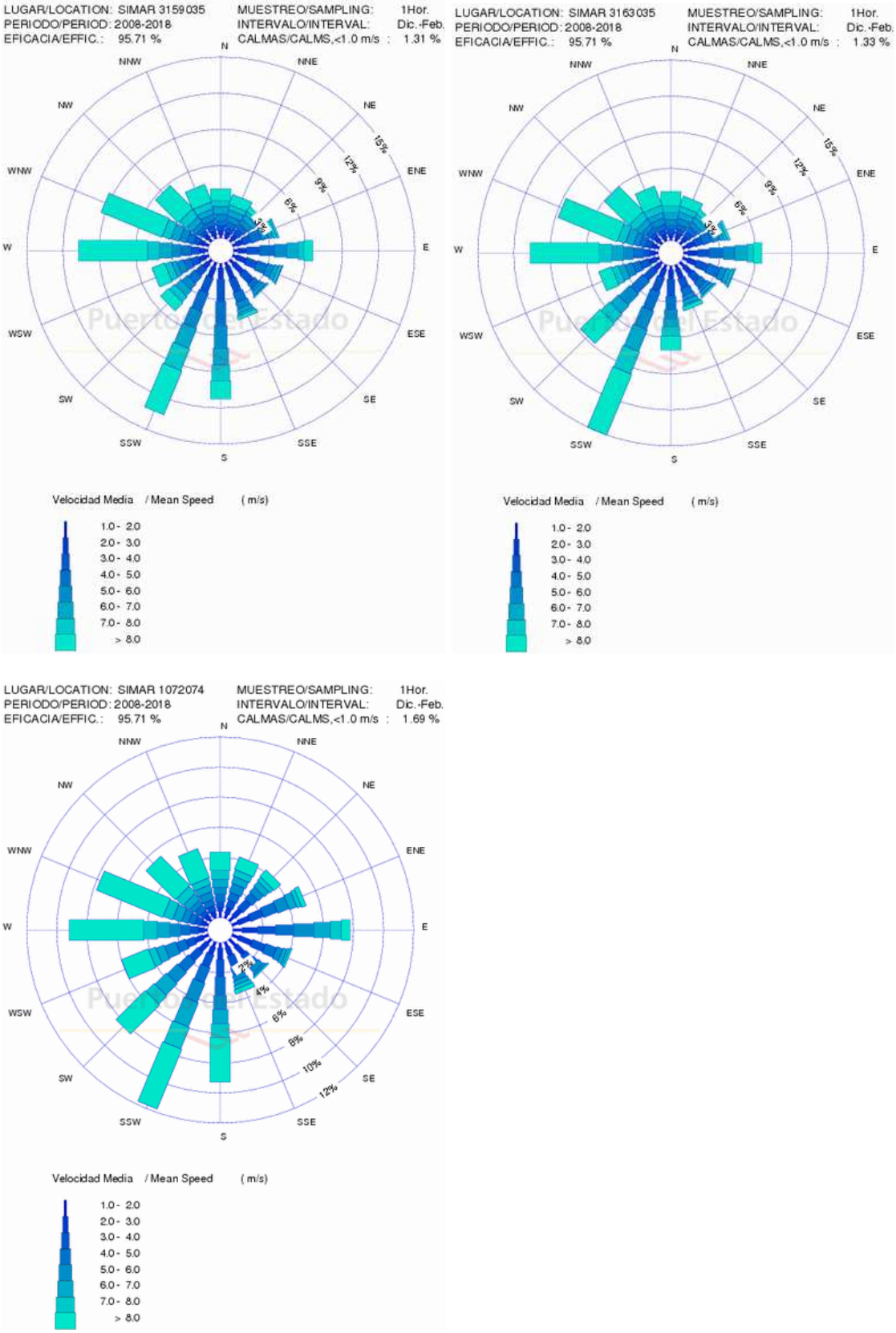


Figura 10. Rosa de los vientos estacional, inviernos, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

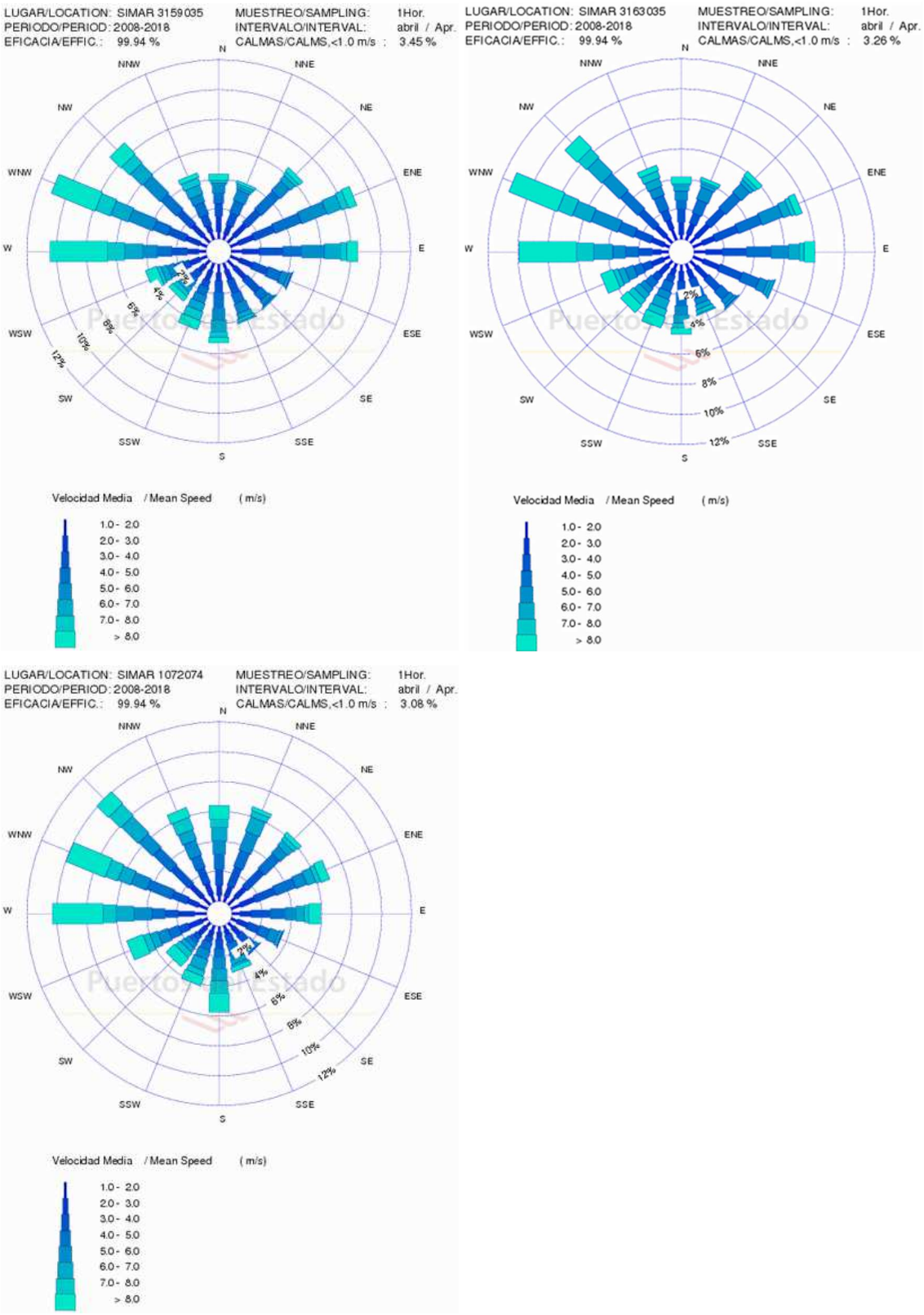


Figura 11. Rosa de los vientos estacional, primaveras (abril), periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

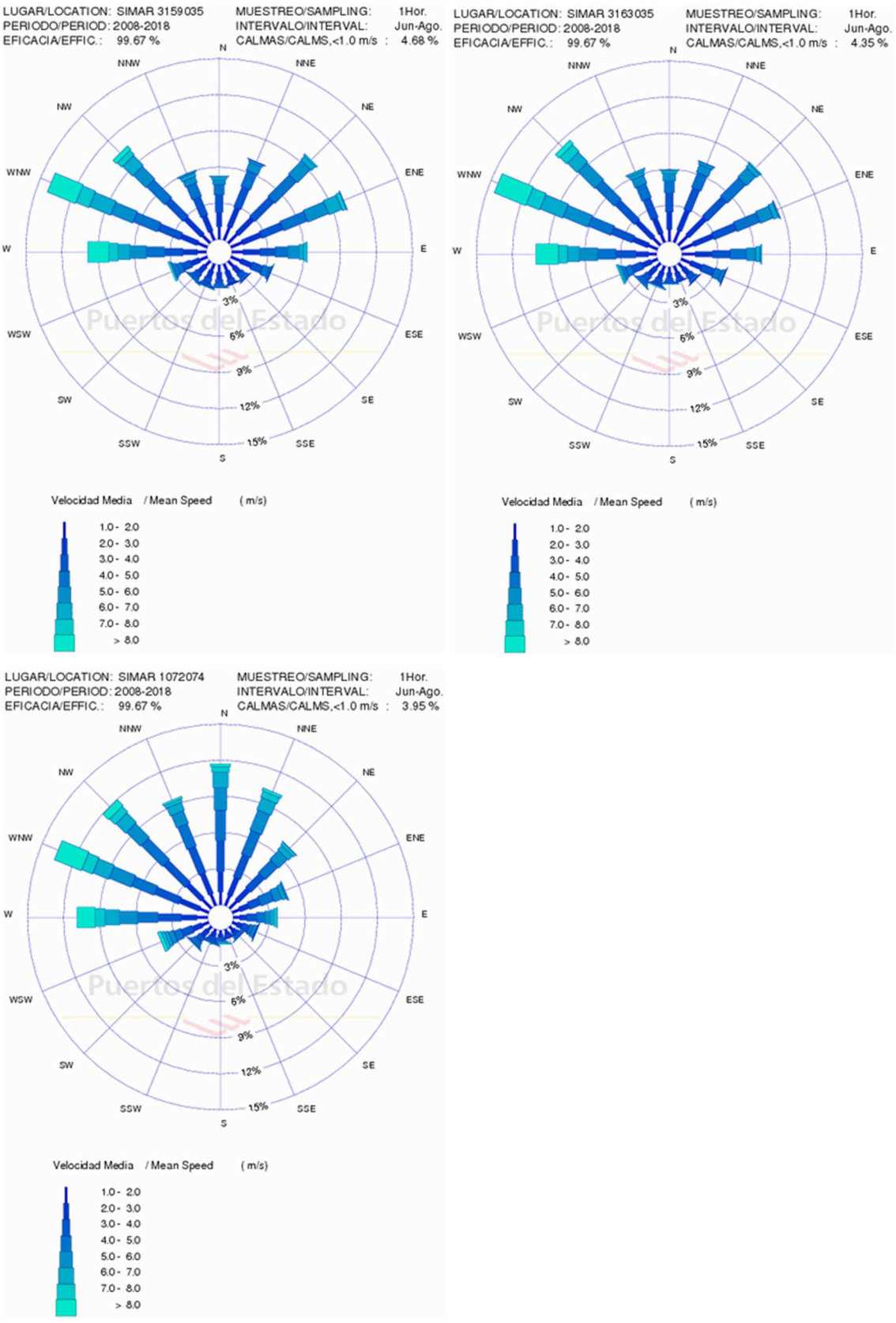


Figura 12. Rosa de los vientos estacional, veranos, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

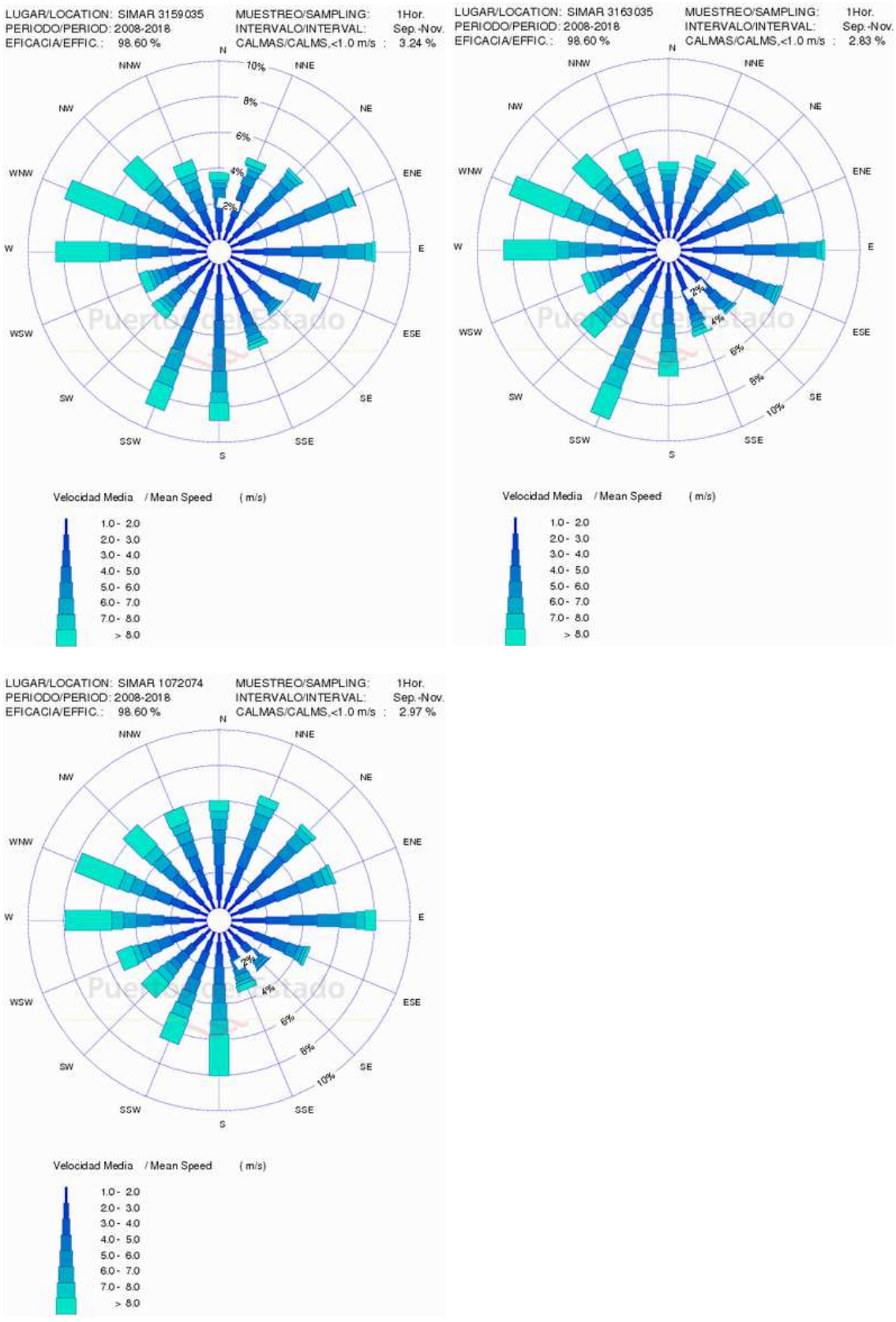


Figura 13. Rosa de los vientos estacional, otoños, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLÁS CUENCA PRADILLO

En la **Figura 4** *Histograma global de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074*, se observa que en los tres puntos se sigue un mismo patrón de velocidades con unas frecuencias de presentación similares, el nodo SIMAR 1072074 aunque su respuesta es similar tiene una frecuencia que se distribuye algo más homogéneamente. En los tres nodos la velocidad más frecuente es de 3-4 m/s, con una frecuencia superior al 15%, le sigue la velocidad media de 4-5 m/s, y en el caso de los nodos situados más al oeste (SIMAR 3159035, 31620035) la velocidad de 2-3m/s con frecuencias que llegan al 14%, en el caso del nodo situado al este se presenta con la misma frecuencia, algo más del 12%, tanto la velocidad de 2-3m/s como de 5-6m/s.

En la **Figura 5** *Histograma estacional, de invierno, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074*. De nuevo se observa que en los tres puntos responden a un mismo patrón de velocidades con unas frecuencias de presentación similares, el nodo SIMAR 1072074 aunque su respuesta es similar tiene una frecuencia que se distribuye algo más homogéneamente en la franja de 3-7 m/s. En los nodos situados más al oeste (SIMAR 3159035, 31620035), en invierno la velocidad de 4-5m/s es la más frecuente con frecuencias aproximadas al 13%, en el caso del nodo situado al este se presenta con frecuencia de poco más del 11% la velocidad de 3-4m/s como la más frecuente, aunque casi con la misma frecuencia se presenta la velocidad de 4-5m/ y de 5-6m/s.

En la **Figura 6** *Histograma estacional, de primavera, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074*. Se mantiene el mismo patrón de velocidades con unas frecuencias de presentación similares, el nodo SIMAR 3159035 presenta con frecuencias de casi el 16% tanto velocidades de 3-4 m/s como de 4-5m/s , en el caso del SIMAR 31620035 es algo más frecuente la velocidad de 3-4 m/s con más del 16%, la misma velocidad resulta la más frecuente en el nodo SIMAR 1072074 pero con frecuencia del 15%.

En la **Figura 7** *Histograma estacional, de verano, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074.*Presentan un patrón similar pero más pronunciado en todos los nodos, las frecuencias superan el 20% para velocidades de 3-4m/s, siendo la velocidad media más representada en los tres nodos, y disminuyen los vientos superiores a los 7 m/s.

La **Figura 8** *Histograma estacional, de otoño, de velocidad media del viento procedente del mar para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074, presenta un patrón similar a la primavera en cuanto a frecuencias y*

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

velocidades. Siendo predominante en los dos nodos del oeste la velocidad de 3-4 m/s y en el nodo del este de 4-5 m/s.

La **Figura 9** *Rosa de los vientos global para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074*. Nos muestran que las 3 direcciones principales, de procedencia de los vientos, son iguale y con frecuencias prácticamente iguales en el caso de los nodos del oeste y muy similar al del oeste, aunque este último distribuye más homogéneamente todas las direcciones. Las tres direcciones principales son de componente oeste, en orden de frecuencia, son el WNW, W y el NW, superando el 25% de la frecuencia de ocurrencia, todas con frecuencias superiores al 2% de velocidades superiores a 8 m/s.

La **Figura 10** *Rosa de los vientos estacional, inviernos, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074*. Presenta una gran diferencia respecto a la rosa global, esta es que la dirección más frecuente es del SSW y con más de un 4% de frecuencia de ocurrencia de vientos superiores a 8m/s.

La **Figura 11** *Rosa de los vientos estacional, primaveras (abril), periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074*, responde de nuevo al patrón global, aunque se marca cierta bimodalidad oeste-este, continua las frecuencias y direcciones de la componente oeste, pero cobran importancia, las direcciones ENE y E en la zona de estudio situada más al oeste. Además, en el nodo *1072074, el situado al este, se presentan homogéneamente las 3 direcciones del oeste W, WNW y NW, en cuanto a frecuencia.*

La

Figura 12. *Rosa de los vientos estacional, veranos, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074*. responde de nuevo al patrón global, aunque se marca cierta bimodalidad oeste-este en los dos nodos SIMAR situados más al oeste, se mantienen las frecuencias y direcciones de la componente oeste, pero cobran importancia, las direcciones ENE y NE en la zona de estudio situada más al oeste. Por otra parte, en el nodo *1072074, el situado al este presenta de forma más homogénea todas las direcciones de componente norte, siendo las tres 3 direcciones principales WNW, NW y N, sin presentar bimodalidad.*

La **Figura 13.** Rosa de los vientos estacional, otoños, *periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074*. Tiene presencia todas las direcciones, en el caso del nodo situado más al oeste (*SIMAR 3159035) presenta como direcciones más habituales S, SSW y W y WNW con frecuencias todos de más del 8%, en el caso del 31620035 las más habituales son el SSW,WNW y W, también con frecuencias algo*

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

superiores al 8%. De nuevo el nodo con mayor homogeneidad en cuanto a representación de direcciones es el nodo situado al este, destacando ligeramente las direcciones S, E y W.

5.2 Caracterización del oleaje en profundidades indefinidas

Para la caracterización del oleaje se han tenido en cuenta histogramas de periodo de pico (Tp) y altura de ola significativa (Hs) y tablas de Tp-Hs globales para el periodo 2008-2018, de los 3 puntos SIMAR indicados, además de las rosas de oleaje globales y estacionales para los tres nodos SIMAR, estas son las figuras:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

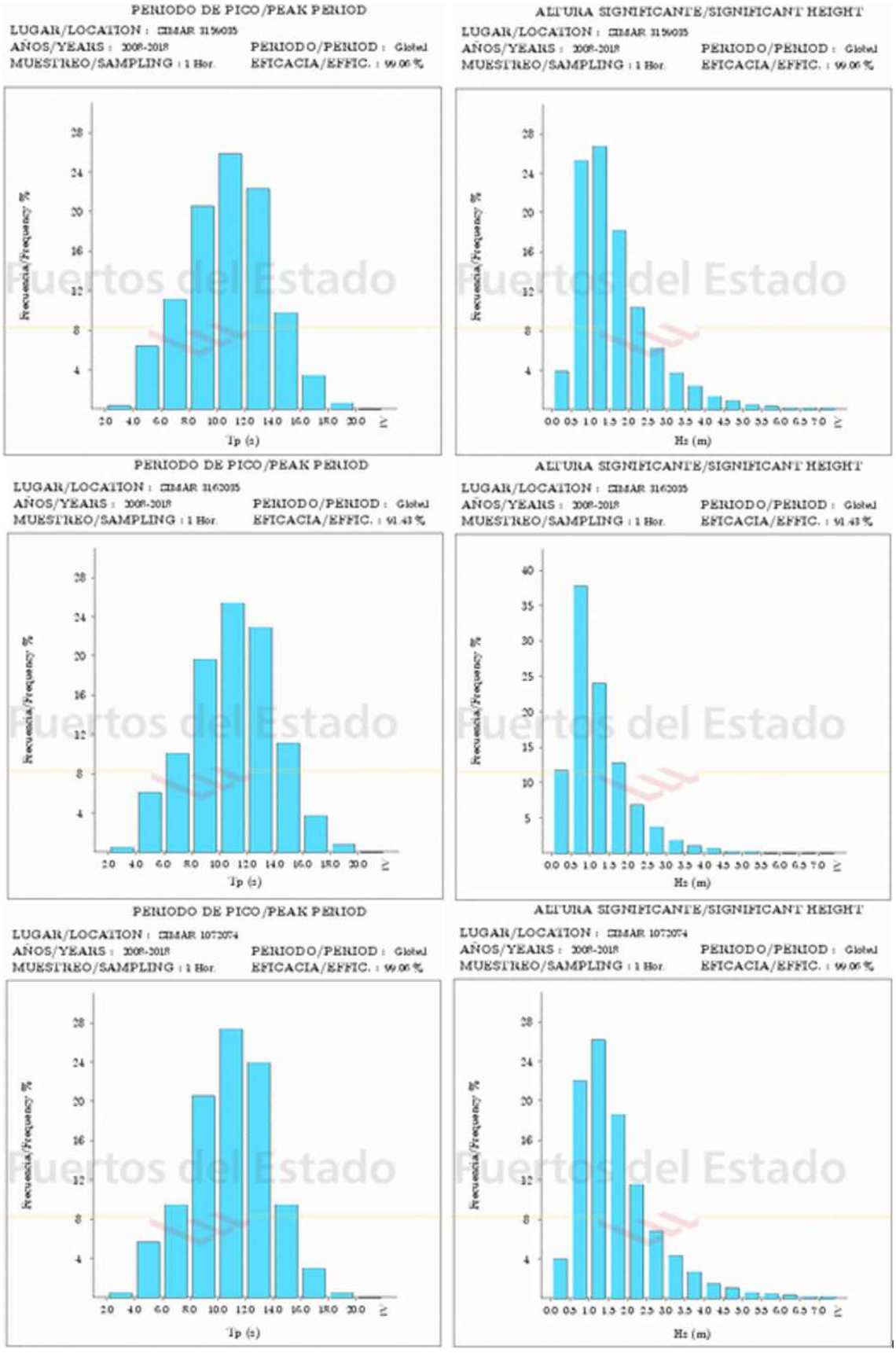


Figura 14. Histogramas de Tp (s) y Hs (m) en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Tabla 1. Hs-Tp del oleaje en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Tabla Hs vs Tp *SIMAR 3159035*

EFICACIA: 99.05% AÑO/YEAR: 2008-2018		Tp (s)											
		<=2.0	**4.0**	**6.0**	**8.0**	**10.0**	**12.0**	**14.0**	**16.0**	**18.0**	**20.0**	**>20.0**	TOTAL
Hs (m)	**<=1.0**	---	0.295	5.048	5.336	9.652	6.106	2.398	0.597	0.222	0.045	0.003	29.702
	2.0	---	0.023	1.360	4.555	8.526	**15.379**	11.049	2.779	0.784	0.128	0.006	**44.589**
	3.0	---	---	0.018	1.091	1.549	2.872	6.437	3.454	0.897	0.097	0.012	16.426
	4.0	---	---	---	0.048	0.690	0.982	1.536	1.847	0.752	0.093	0.007	5.955
	5.0	---	---	---	0.004	0.097	0.421	0.559	0.586	0.337	0.104	0.006	2.115
	6.0	---	---	---	---	0.005	0.122	0.195	0.266	0.208	0.019	---	0.816
	7.0	---	---	---	---	---	0.009	0.079	0.082	0.076	0.045	---	0.291
	8.0	---	---	---	---	---	---	0.018	0.018	0.035	---	---	0.070
	9.0	---	---	---	---	---	---	---	0.013	0.002	0.004	---	0.019
	10.0	---	---	---	---	---	---	0.001	0.002	0.001	0.007	---	0.012
	>10.0	---	---	---	---	---	---	---	0.006	---	---	---	0.006
	TOTAL	---	0.318	6.426	11.034	20.519	**25.892**	22.271	9.649	3.314	0.542	0.035	100%

Tabla Hs vs Tp *SIMAR 3162035*

EFICACIA: 99.05% AÑO/YEAR: 2008-2018		Tp (s)											
		<=2.0	**4.0**	**6.0**	**8.0**	**10.0**	**12.0**	**14.0**	**16.0**	**18.0**	**20.0**	**>20.0**	TOTAL
Hs (m)	**<=1.0**	---	0.502	5.507	7.016	**15.263**	13.683	5.828	1.525	0.462	0.093	0.006	**49.884**
	2.0	---	0.008	0.591	2.799	3.506	9.880	12.943	5.001	1.177	0.208	0.010	36.123
	3.0	---	---	0.001	0.179	0.895	1.401	3.172	3.314	1.123	0.107	0.008	10.200
	4.0	---	---	---	0.002	0.101	0.409	0.671	0.918	0.573	0.170	0.009	2.854
	5.0	---	---	---	---	0.001	0.044	0.146	0.250	0.271	0.075	0.002	0.789
	6.0	---	---	---	---	---	---	0.024	0.028	0.039	0.037	---	0.128
	7.0	---	---	---	---	---	---	0.001	0.006	0.001	0.011	---	0.019
	8.0	---	---	---	---	---	---	---	0.002	---	---	---	0.002
	9.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.000
	TOTAL	---	0.510	6.099	9.997	19.766	**25.417**	22.786	11.044	3.645	0.701	0.035	100%

Tabla Hs vs Tp *SIMAR 1072074*

EFICACIA: 99.05% AÑO/YEAR: 2008-2018		Tp (s)											
		<=2.0	**4.0**	**6.0**	**8.0**	**10.0**	**12.0**	**14.0**	**16.0**	**18.0**	**20.0**	**>20.0**	TOTAL
Hs (m)	**<=1.0**	---	0.473	4.214	4.742	8.500	5.665	2.087	0.539	0.245	0.036	0.002	26.503
	2.0	---	0.023	1.384	3.791	9.827	**16.264**	10.295	2.162	0.539	0.085	0.004	**44.373**
	3.0	---	---	0.033	0.909	1.495	3.595	7.993	3.383	0.663	0.072	0.004	18.147
	4.0	---	---	---	0.051	0.684	1.115	2.271	2.047	0.709	0.045	0.004	6.925
	5.0	---	---	---	0.002	0.099	0.466	0.650	0.790	0.421	0.062	---	2.490
	6.0	---	---	---	---	0.006	0.169	0.342	0.289	0.171	0.035	---	1.011
	7.0	---	---	---	---	---	0.025	0.128	0.119	0.088	0.027	---	0.387
	8.0	---	---	---	---	---	---	0.041	0.025	0.035	0.009	---	0.110
	9.0	---	---	---	---	---	---	0.009	0.016	0.004	---	---	0.029
	10.0	---	---	---	---	---	---	0.001	0.005	0.003	0.007	---	0.017
	>10.0	---	---	---	---	---	---	---	0.005	0.001	---	---	0.006
	TOTAL	---	0.496	5.631	9.495	20.612	**27.298**	23.817	9.381	2.878	0.378	0.015	100%

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLÁS CUENCA PRADILLO

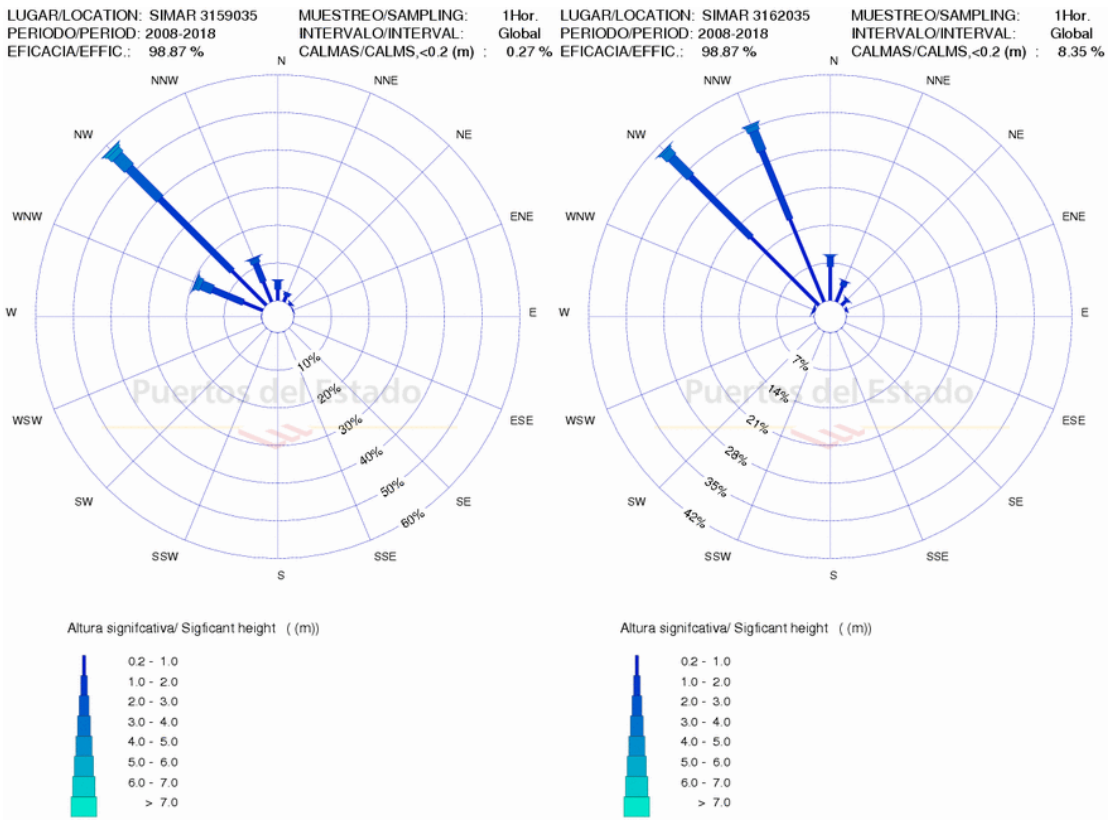
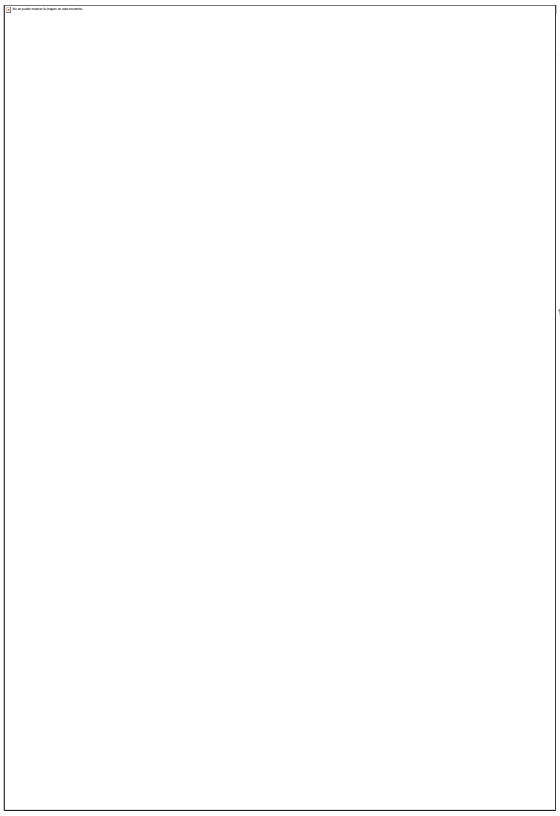
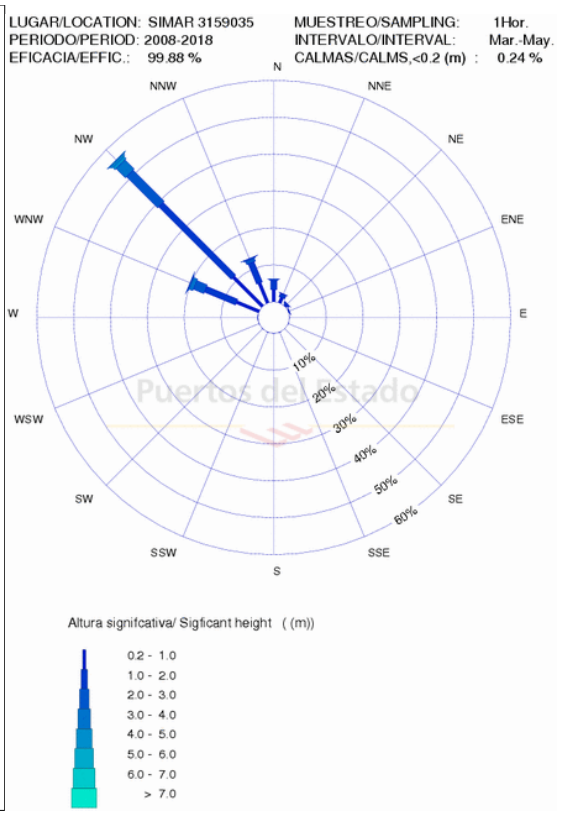
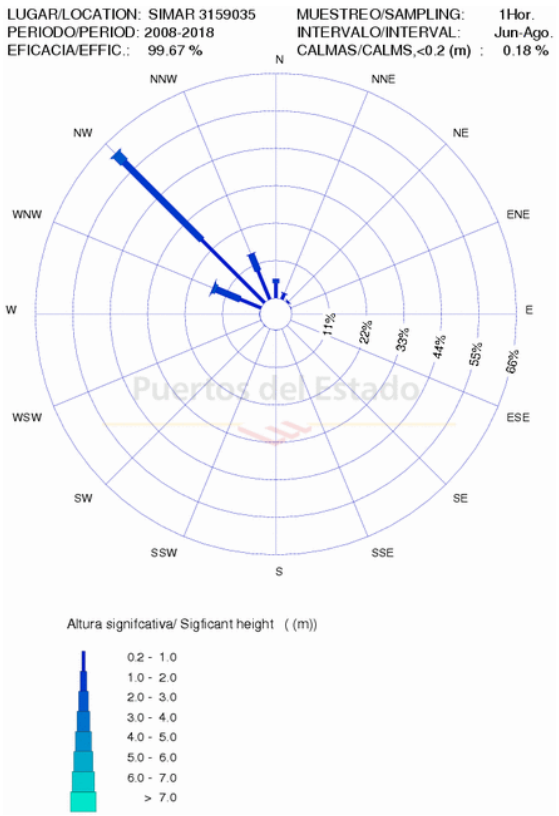


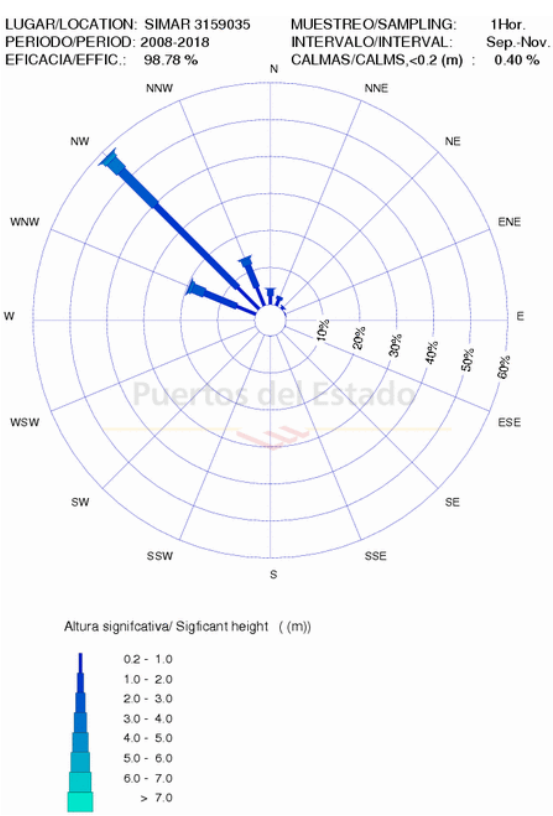
Figura 15. Rosa de oleaje global de altura de ola significante en profundidades indefinidas, para el periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



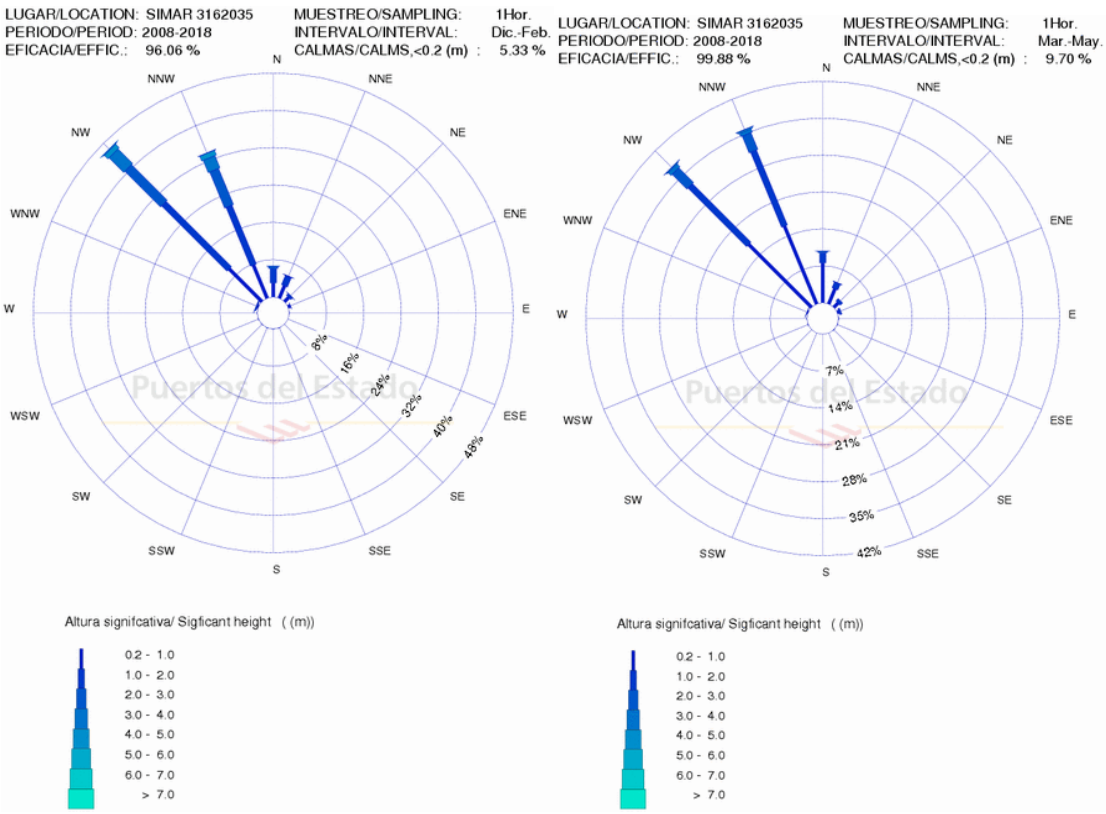






Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Figura 16. Rosa de oleaje estacional (invierno (arriba izq.), primavera(arriba dcha.), verano abajo izq.) y otoño(arriba dcha.) de Hs (m) en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 31620035. Fuente: Puertos del Estado.



Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

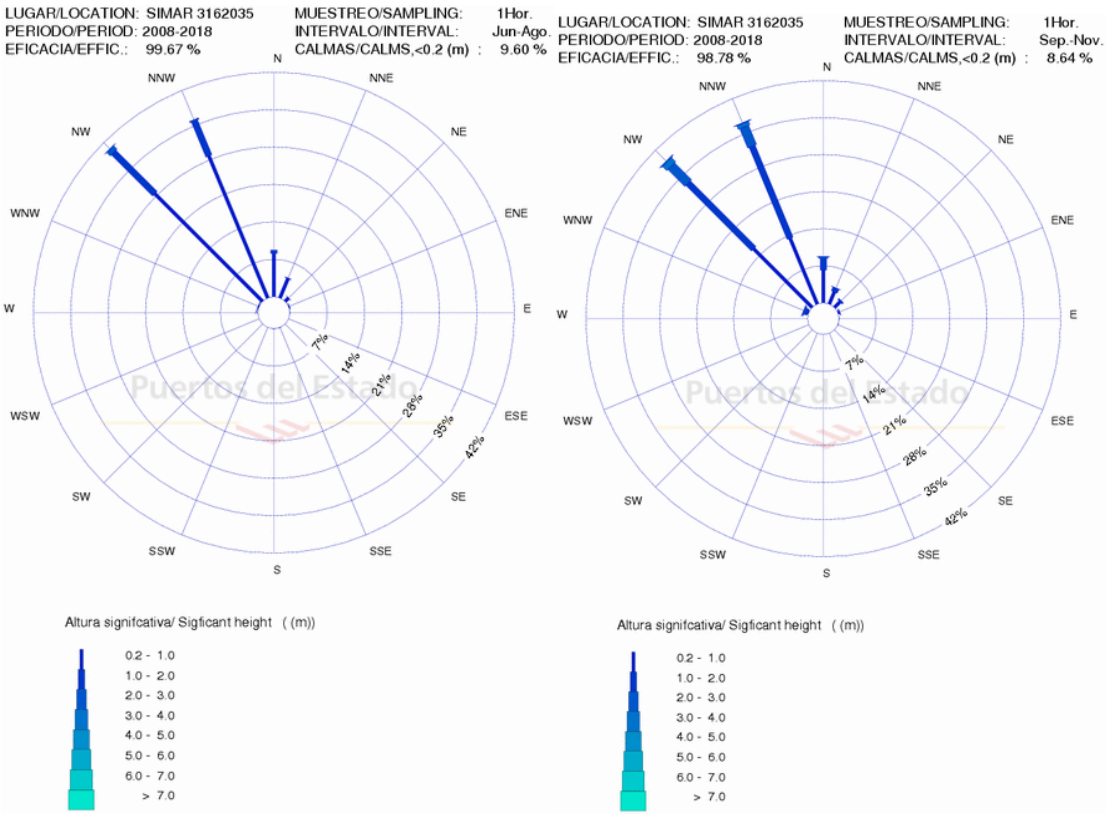
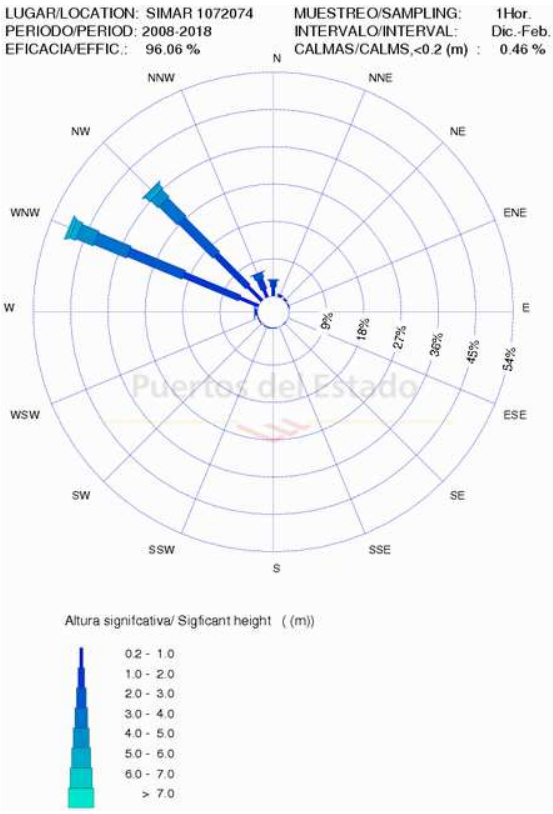
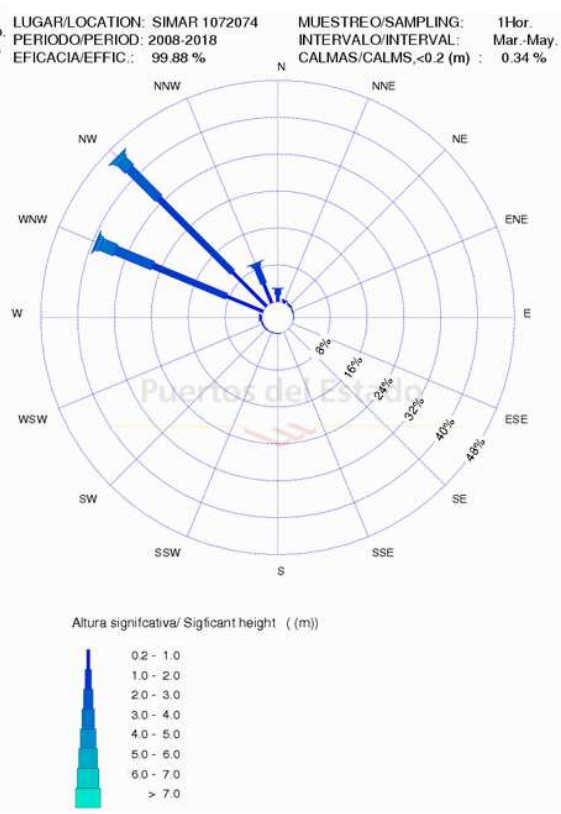
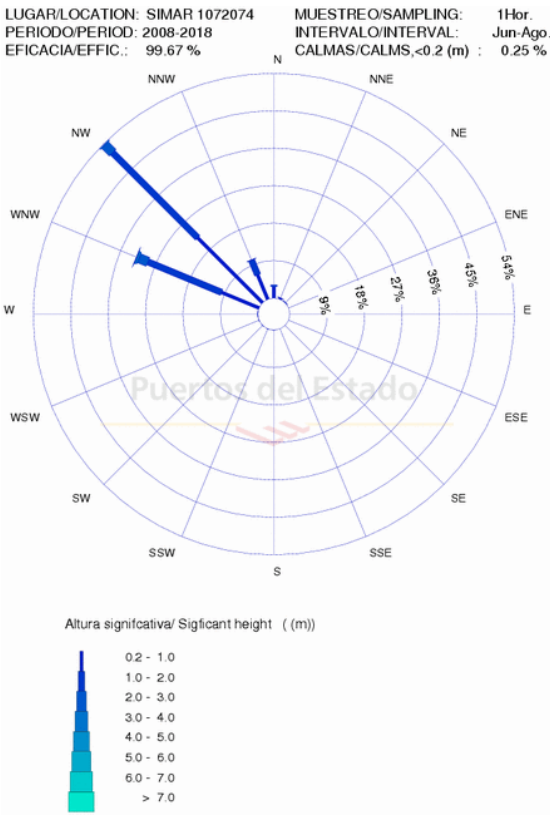


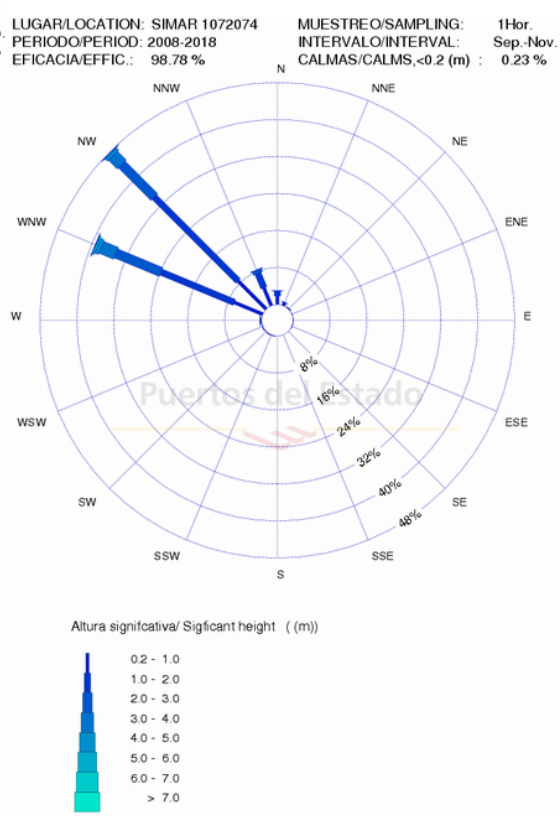
Figura 17. Rosa de oleaje estacional (invierno (arriba izq.), primavera(arriba dcha.), verano abajo izq.) y otoño(arriba dcha.) de Hs (m) en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 3159035. Fuente: Puertos del Estado.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO









Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLÁS CUENCA PRADILLO

Figura 18. Rosa de oleaje estacional (invierno (arriba izq.), primavera(arriba dcha.), verano abajo izq.) y otoño(arriba dcha.) de Hs (m) en profundidades indefinidas, periodo 2008-2018. Nodos SIMAR 1072074. Fuente: Puertos del Estado.

Las Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18 y Tabla 1, referentes al oleaje, altura de ola significante y periodo de pico, son descritas a continuación.

La **Figura 14** muestra los histogramas globales para el periodo 2008-2018 de frecuencias de Tp, a la izquierda, y Hs, a la derecha, de los tres nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074, de arriba hacia abajo respectivamente. En cuanto al Tp el patrón es igual para los 3 puntos, así como la frecuencia, predomina un Tp de 10-12 segundos (s) con más del 25% de frecuencia de ocurrencia, al cual le sigue un periodo de 12-14s con un 23-24% de frecuencia y un periodo de 8-10s con una frecuencia del 20%. Es decir, casi el 70% del oleaje presente en la zona se desarrolla con un periodo de 8-14s. En cuanta a la Hs, el nodo situado más al este y el del oeste son prácticamente iguales, con una frecuencia de más del 26 % de altura de ola comprendidas entre 1-1.5 metros (m), con frecuencia próxima al 24% de 0.5-1m y en torno a un 18% de 1.5-2m, en el caso del nodo central, 31620035, se presenta una Hs de 0.5-1m con casi un 40% de frecuencia de ocurrencia y una Hs de 1-1.5m con un 25% de frecuencia.

La **Tabla 1** de Hs-Tp, para el periodo 2008-2018, indica para el *SIMAR 3159035*, el situado más al oeste, muestra que el mayor porcentaje de Hs está comprendido entre 1-2m con un 44.6% de frecuencia de ocurrencia, y el Tp más frecuente va de 10-12s con un 25.9% de frecuencia, la combinación más frecuente del oleaje lo presenta de igual forma una Hs entre 1-2m y de 10-12 s, quedando esto representado con un 15.4% de frecuencia. Para el *SIMAR 3162035*, la tabla muestra que el mayor porcentaje de Hs es menor a 1m con un 49.9% de frecuencia de ocurrencia, y el Tp más frecuente va de 10-12s con un 25.4% de frecuencia, sin embargo, la combinación más frecuente del oleaje lo presenta una Hs entre menor de 1 y con un Tp de 8-10 s, quedando esto representado con un 15.3% de frecuencia. Finalmente, el *SIMAR 1072074*, el mayor porcentaje de Hs está comprendido entre 1-2m con un 44.4%, y el Tp más frecuente va de 10-12s con un 27.3% de frecuencia, siendo la combinación más frecuente del oleaje una Hs de 1-2m y con un Tp de 10-12 s, quedando esto representado con un 16.3% de frecuencia.

La **Figura 15** muestra las rosas de oleaje global, para el periodo 2008-2018, en el que se presenta la altura de ola significativa (en metros) por direcciones. Los tres nodos presentan en común las direcciones de componente oeste y norte. La rosa situada arriba a la izquierda se corresponde con el nodo situado al oeste, en el cual la dirección más probable es el NW con casi un 60% de frecuencia, el WNW con un 20% y el NNW

con casi un 15%. El nodo central, rosa de oleaje situada arriba a la derecha, presenta con un 40% de frecuencia la dirección NW, con un 36% el NNW y con un 9 % el norte. Finalmente, el nodo situado más al este, y representado por la rosa de oleaje situada abajo en la figura, presenta una frecuencia del 47% para la dirección NW, un40 para el WNW y un 9% para el NNW.

De igual modo las **Figura 16, Figura 17** y **Figura 18**, que se corresponden con las rosas estacionales de los nodos SIMAR 3159035, 31620035 y 1072074, respectivamente, muestran para el SIMAR 3159035 (Figura 16) la dirección más probable es el NW con casi un 60% de frecuencia de ocurrencia en todas las estaciones, y el WNW con un 20%, responde de igual forma que el patrón global. El nodo central (Figura 17) muestra dos direcciones predominantes en todas las estaciones , de nuevo el NW y el NNW, ambas con más del 35% de frecuencia de ocurrencia. Por último, el nodo situado más al este, y representado por la rosas de oleaje de la Figura 18, presenta un poco más de variabilidad estacional, en invierno predomina la dirección WNW y en el resto de las estaciones el NW, aunque ambas direcciones se presentan con frecuencias superiores a 30% para todas las estaciones.

5.2.1 Régimen medio del oleaje

Para la caracterización del régimen medio del oleaje en aguas profundas se ha tenido en cuenta el total del registro de cada uno de los nodos SIMAR, teniendo estas series de datos un periodo de enero de 1958 a mayo de 2017.

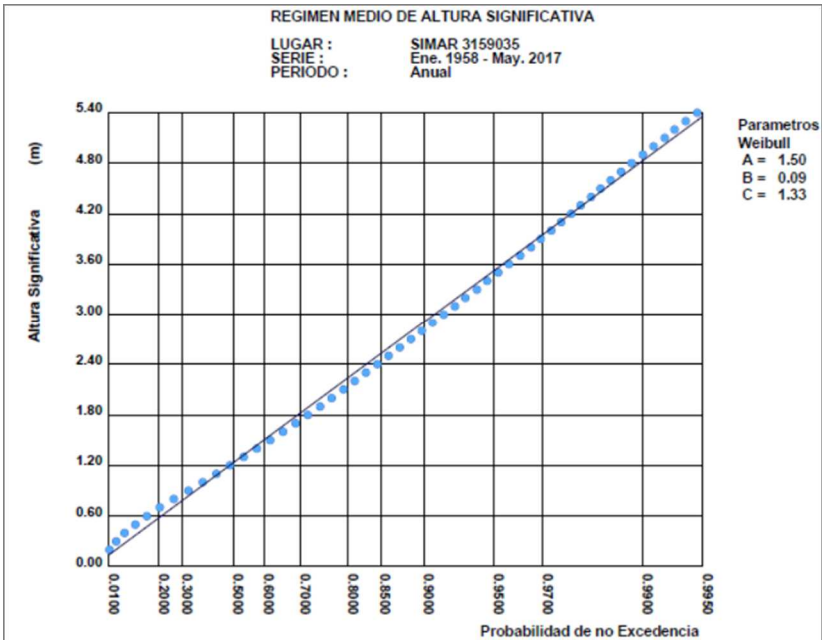
El régimen medio representa la distribución estadística del valor de un parámetro de mar en un tiempo determinado, en este caso será la altura de ola. El régimen medio de oleaje permite caracterizar la probabilidad de no superación de diferentes niveles de altura de ola en condiciones medias, ajustando las alturas de ola a la función de distribución acumulada Weibull de mínimos.

A continuación, se muestran para cada nodo, el ajuste de todos los datos muestrales de altura de ola significativa frente a la fundición de Weibull de mínimos, por una parte, del registro global y, por otra parte, respecto al oleaje de las 2 direcciones más frecuentes de cada uno de los nodos SIMAR.

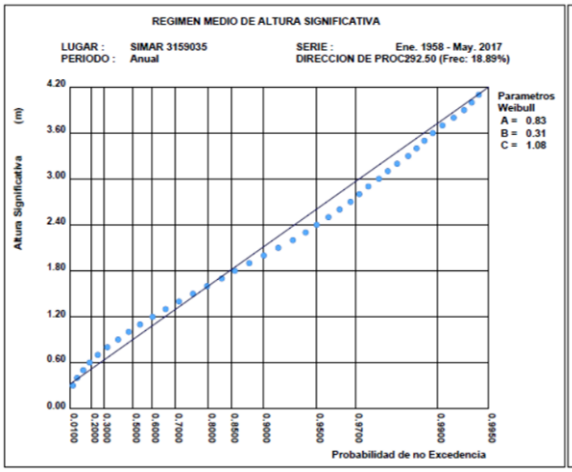
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

SIMAR 3159035



WNW



NW

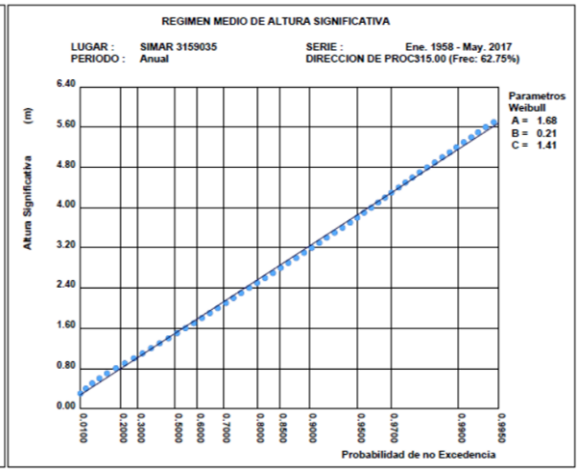


Figura 19. Régimen medio escalar de altura de ola significativa, global (superior), para la dirección NWN (inferior izq.) y para la dirección NW (inferior dcha.). SIMAR 3159035. Fuente: Puertos del Estado**.**

La **Figura 19** muestra la probabilidad de no excedencia de una determinada altura de ola en profundidades indefinidas, la lectura de la gráfica superior es que el 99% del tiempo la altura de ola significante en profundidades indefinidas no supera los 4.8 metros. Sin embargo, en la gráfica para la dirección WNW, con el mismo porcentaje la altura se reduce a 3.7 metros, y en el caso de la dirección NW, también para una probabilidad de no excedencia del 99%, incrementa hasta 5.1 metros.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

SIMAR 3162035

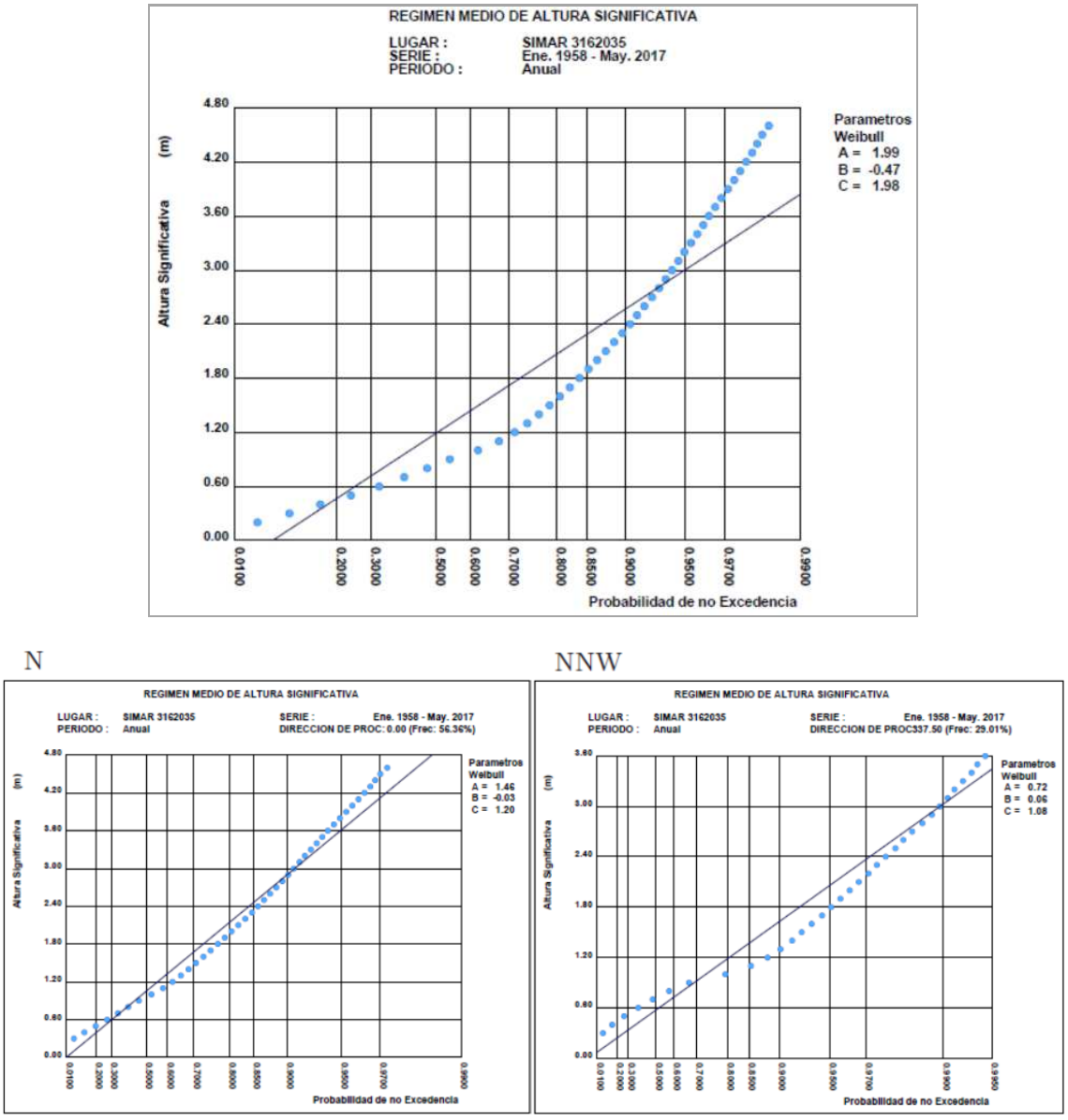


Figura 20. Régimen medio escalar de altura de ola significativa, global (superior), para la dirección N (inferior izq.) y para la dirección NNW (inferior dcha.). SIMAR 3162035. Fuente: Puertos del Estado**.**

La **Figura 20** muestra la probabilidad de no excedencia de una determinada altura de ola en profundidades indefinidas, la lectura de la gráfica superior es que el 95% del tiempo la altura de ola significante en profundidades indefinidas no supera los 3 metros. Sin embargo, en la gráfica para la dirección N, la altura es de 3.6 metros, y en el caso de la dirección NNW, para una probabilidad de no excedencia del 95%, es de 2.1 metros.

SIMAR 1072074

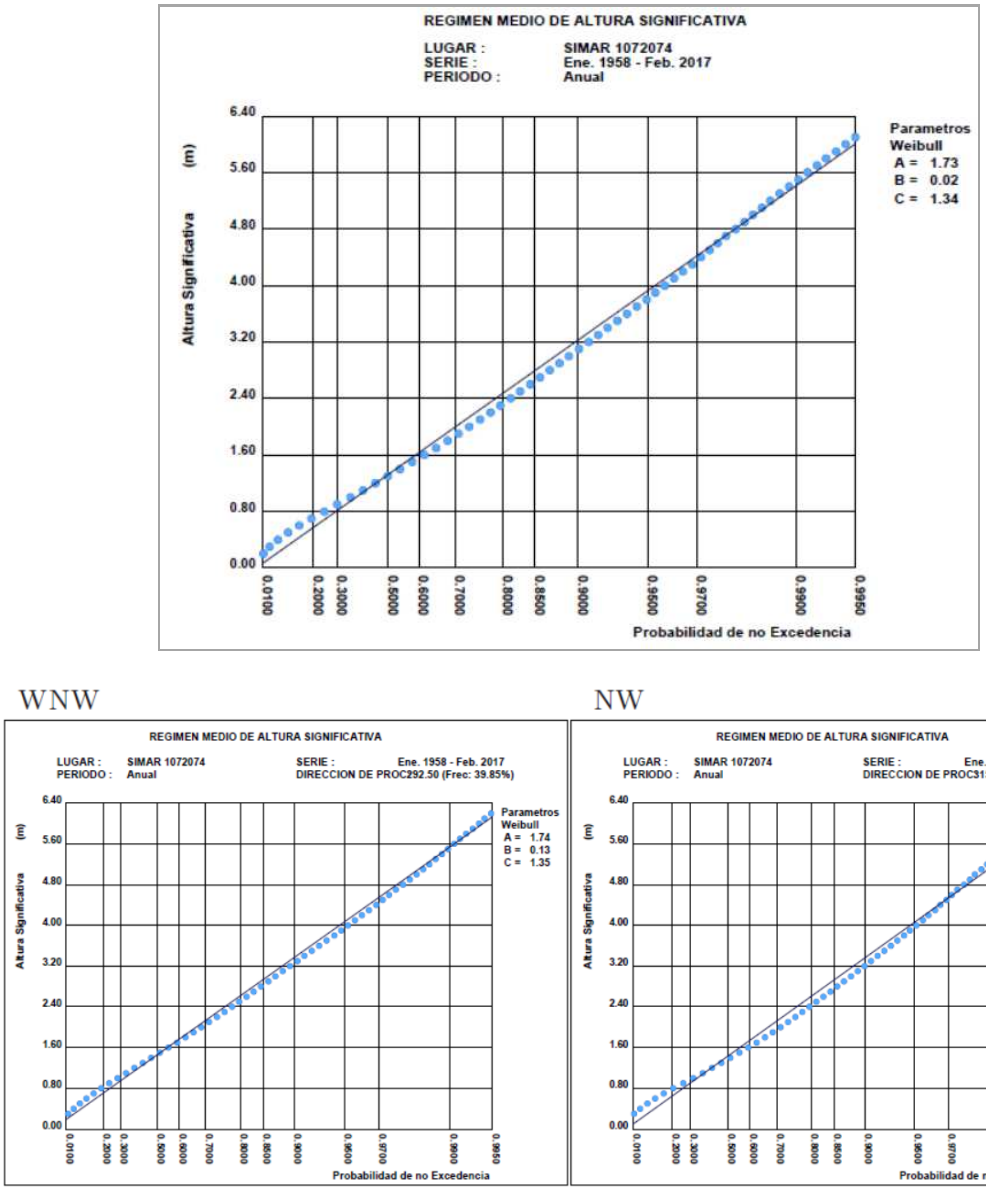


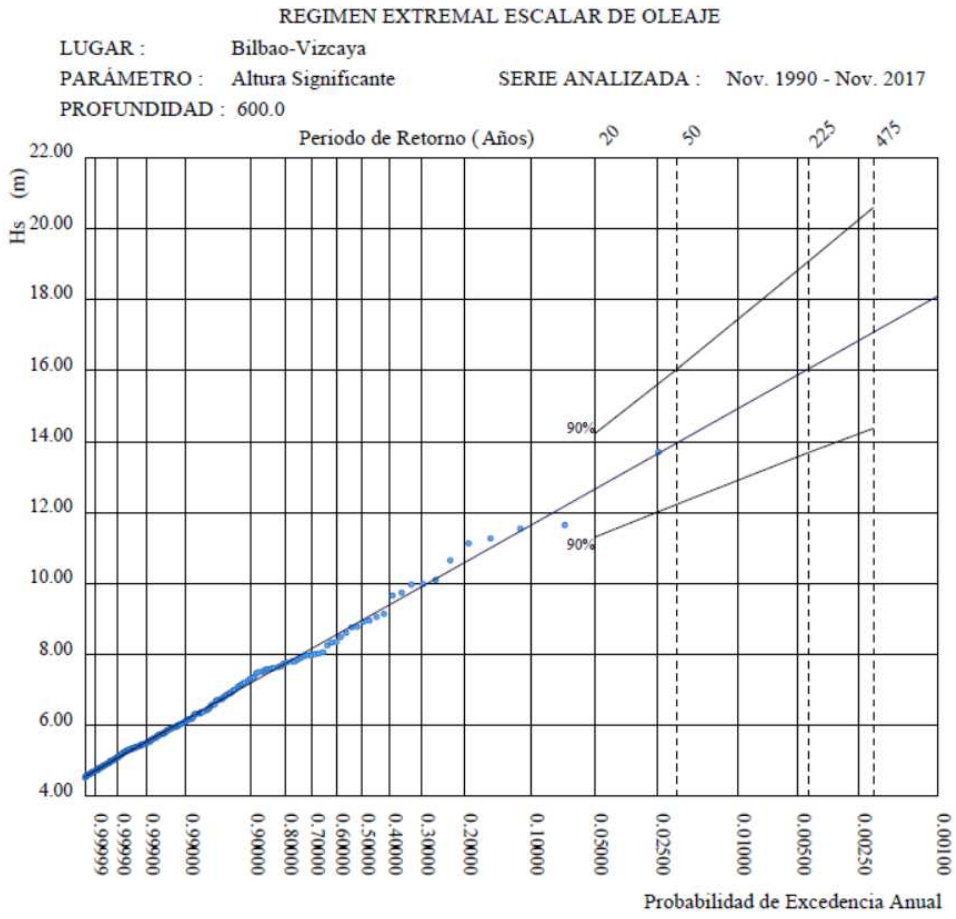
Figura 21. Régimen medio escalar de altura de ola significativa, global (superior), para la dirección N (inferior izq.) y para la dirección NNW (inferior dcha.). SIMAR 1072074. Fuente: Puertos del Estado**.**

La **Figura 21** muestra la probabilidad de no excedencia de una determinada altura de ola en profundidades indefinidas, en este caso, las tres gráficas muestran, tanto globalmente como par la dirección WNW y NW, que el 95% del tiempo la altura de ola significante en profundidades indefinidas no supera los 4 metros, aproximadamente.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

5.2.2 Régimen extremal

De nuevo, la caracterización descrita y el estudio probabilístico de las componentes oceanográficas lleva a explicar un régimen extremal, definido como la variable con un periodo de retorno, de nuevo la variable es la altura de ola significativa, a través de la siguiente **Figura 22**, que muestra el periodo de retorno de las distintas alturas de ola significativa registradas, en este caso, por la Boya de aguas profundas (a 600 metros de profundidad) denominada Bilbao-Vizcaya.



P. de Retorno (Años)	20.00	50.00	225.00	475.00
Estima Central de Hs (m)	12.65	13.95	16.04	17.07
Banda Sup. 90% Hs	14.22	16.03	19.06	20.59
Valor Esperado de Tp (s)	15.70	16.13	16.75	17.04
Prob. de Exc. en 20 Años	0.64	0.33	0.09	0.04
Prob. de Exc. en 50 Años	0.92	0.64	0.20	0.10

Parametros del Ajuste POT de Altura Significante

Umbral de Excedencia	4.50 (m)	Parametros de la	Alfa = 4.56
Num. Min. de Dias Entre Picos	5.00	Distribucion Weibull	Beta = 1.59
Num. Med. Anual de Picos (Lambda)	12.62	de Excedencias	Gamma = 1.05

Relacion entre Altura Significante (m) y Periodo de Pico (s)

$$Tp = 7.84\, Hs^{0.27}$$

Figura 22. Régimen extremal de Hs en aguas profundas, de la serie registrada por la boya Bilbao-Vizcaya para el periodo noviembre 1990-noviembre 2017. Fuente: Puertos del Estado.

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

El método POT (Peak Over Threshold) analiza los valores máximos registrados durante un periodo de tiempo determinado, este tiempo debe ser superior al considerado como muestral, ya que se analizan los valores máximos. Este método utiliza la estadística de extremos ordenados, para ello primero se ordenan las alturas de ola significantes máximas que superan cierto valor límite, en este caso el umbral de excedencia es de 4.5m.

El método POT supone que los máximos que superan un umbral (4.5m de Hs) y que están separados un cierto intervalo de tiempo (5 días) son independientes entre sí. Es decir, los temporales son independientes, la existencia de un temporal un año no implica que la probabilidad de que ese mismo año existieran o no otros temporales importantes. Los máximos seleccionados cumplen la condición de independencia. El método define el número medio de temporal al año, λ, como la relación entre el número total de temporales registrados y el tiempo efectivo de la medida, siendo en el presente estudio de 12.62 temporales al año de media.

Gráficamente se puede observar el ajuste de todos los picos ordenados en orden creciente, a partir del umbral establecido de altura de ola (4.5 m) hasta el máximo registro de la serie de 1990-2017 (13.7 m), aportando la probabilidad de excedencia anual y con esto caracterizando los periodos de retorno de diferentes alturas significantes de ola. Para un periodo de retorno de 50 años, el ajuste lineal indica una altura de ola significante de 13.95m, como estima central, se han establecido unas bandas de confianza del 90%, superior e inferior, que indica que esa altura podría incluso alcanzar 16.03m, esta altura presenta una probabilidad de excedencia en 20 años de 0.33 y en 50 años de 0.64.

5.2.3 Estimación de Profundidad de cierre

A pesar de ubicarse la salida del cable sobre un sustrato duro, el entorno de Lemoiz mostrado en la Figura 2, se ha optado por hacer uso de la formulación de Birkermeier (1985) para estimar lo que podría ser la profundidad de cierre en dicho entorno, obviando que dicha formulación responde a entornos sedimentarios y que está formulación aporta valores donde se pueden producir cambios en el perfil de playa. Dicha formula es la que sigue:

$$h_c = 1.75 H_{s12} - 57.9 \frac{H_{s12}^2}{g T_s^2}$$

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Sin embargo, conocer esta profundidad puede ayudar a valorar si ciertos oleajes serán susceptibles de alcanzar la cota objetivo a la que se proyecta la salida del cable de Interconexión Occidental España-Francia por el Golfo de Vizcaya-Gascogne.

Se ha realizado este calcula tomando diferentes valores.

En primer lugar, se han tomado los datos referentes al nodo SIMAR 3159035 por estar situado más cerca del emplazamiento donde se tiene proyectado el arranque del cable. Este nodo muestra que la dirección más frecuente es de noroeste, coincidiendo este con la presentación de la Hs más alta, siendo esta de 5.7 metros, Figura 19 (inferior dcha). A su vez, se relaciona esta altura con el periodo más probable, este se encuentra en la franja de 16-18s (Tabla 1), para estar del lado de la seguridad se asume el periodo de 18s. Con este supuesto estaríamos hablando de una profundidad de cierre **9.54 m.**

Atendiendo al mismo nodo la Hs más alta del conjunto aparece con un valor de 11.64 m y un asociado a un periodo de 15.62s en enero de 2009, también de dirección noroeste (dato extraído de la página de Puertos del Estado. Tabla de Alturas Máximas por Meses, del periodo completo del punto SIMAR 3159035 1958-2018) siendo este caso muy conservador por elegir la mayor altura de ola. Estos valores dan lugar a una profundidad de cierre de **17.09 m.**

Finalmente, se realiza un supuesto tomando como valor de Hs el extraído del régimen extremal, en este caso, del registro de la Boya Bilbao-Vizcaya (figura 22), el cual presenta para un periodo de retorno de 20 años unas Hs de 12.65m, asociado a un periodo de pico de 15.70s, valores para los cuales se establece una profundidad de cierre de **18.31m.**

Cabe señalar que este último valor de altura de ola (12.65m) se contempla en el documento "Cathie Associates. Technical Note. Project Title: Biscay Gulf Project. Report Title: Rock Placement Study (7/12/2018)'' donde indican que toman los datos del documento ``Artelia, Biscay Gulf Western Interconnector - Metocean Study, Doc. ref: 8 71 3734 3 / FGN-SAL-DLS-HBB (March 2018)''. Este dato de altura de ola lo toman para aplicarlo al cálculos de diseño de la estructura denominada Remedial Berm que protegerá al cable desde la cota de salida en sustrato duro hasta alcanzar el sustrato blando. En este caso y asumiendo el mismo periodo máximo que el que indican en dicho informe, la profundidad de cierre se situaría a **20.27m,** si bien en dicho informe estos valores los asocian a un periodo de retorno de 100 años.

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

5.3 Caracterización del nivel del mar.

A la hora de caracterizar el nivel del mar, lo primero que se debe conocer es el esquema Datum de niveles (Figura 23). En este caso el Clavo de Referencia, MAREOGRAFO 2 (NEW), indicada su situación y georreferenciación anteriormente, se encuentra a 6.954 metros sobre el Cero REDMAR al mismo nivel del Cero del Puerto, refiriéndose el cero hidrográfico a un nivel de +0.07 metros, y para referir al cero geodésico nacional(IGN) o al NMMA a un nivel de -2.063 m

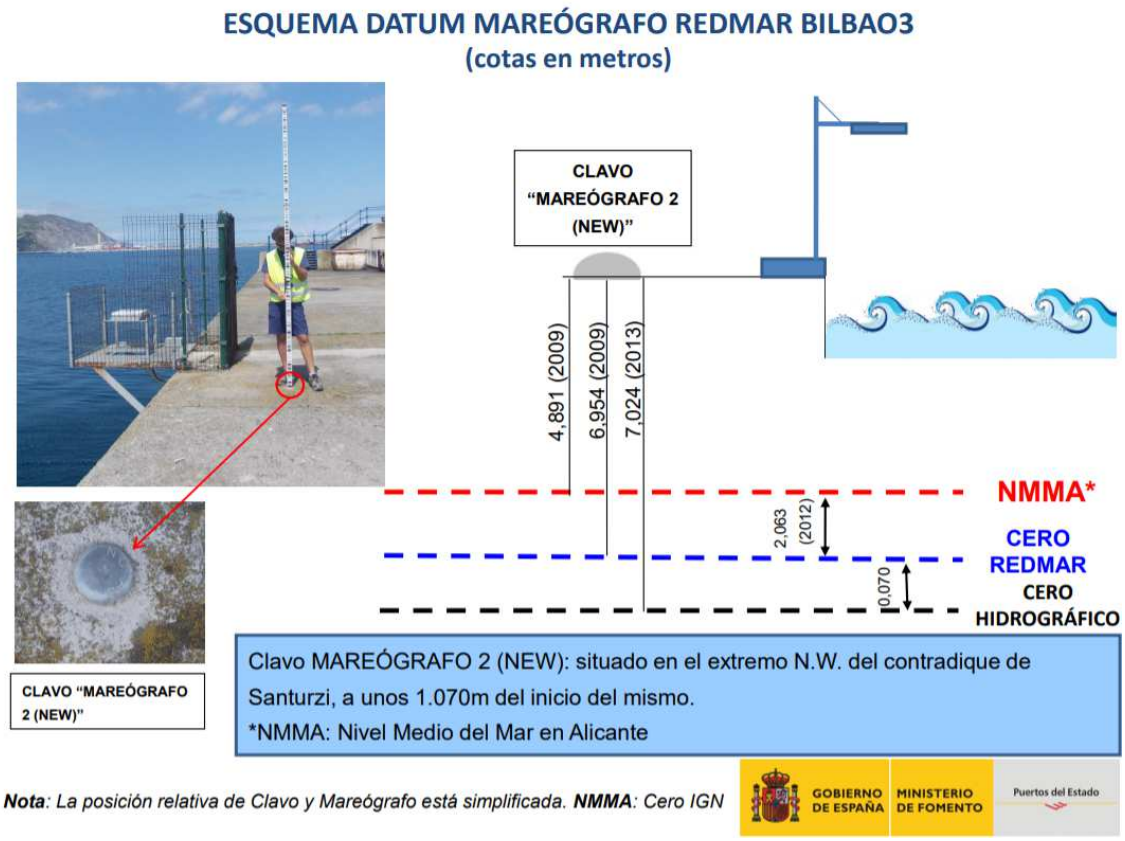


Figura 23. Esquema Datum Mareógrafo REDMAR BILBAO3. Fuente: Puertos del Estado.

Por otra parte, la **Figura 25** muestra la variabilidad del nivel de mar en el puerto, está figura de Referencia de los niveles del mar ofrece las marcas de los niveles y alturas observados y astronómicos más utilizados para hacer referencias, utiliza como unidad de medida los centímetros, también expone las carreras máxima, mínima y la media registradas durante el periodo 1992-2013.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLÁS CUENCA PRADILLO

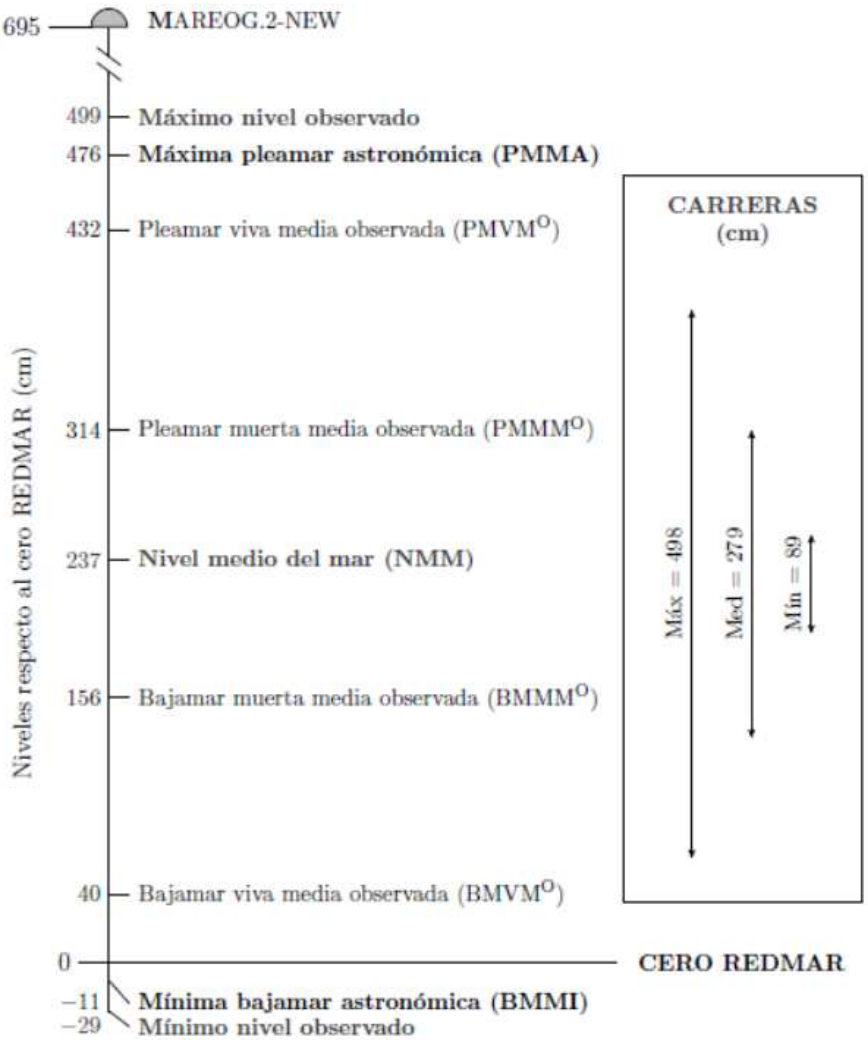


Figura 24. Referencias del nivel del mar, así como carreras de marea máxima, media y mínima, para el periodo 1992-2013. Fuente: Puertos del Estado.

Esta figura nos indica la amplitud de una marea que puede alcanzar los casi 5 metros y cuyo rango de carrera media está en 2.8 metros.

A continuación, se muestra la Tabla 2, donde se puede observar las mismas referencias y otros estadísticos referentes a bajamares y pleamares.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Tabla 2. Estadísticos de las pleamares y bajamares, expresados en centímetros para el periodo de 1992-2013: Puertos del Estado.

Niveles (cm)	Observados				Marea astronómica			
	Máx	Mín	Med	D.E.	Máx	Mín	Med	D.E.
Pleamar	499	274	374	41	476	273	371	40
Bajamar	206	-29	95	42	200	-11	97	41
Pleamar viva	499	372	432	26	476	376	427	23
Bajamar viva	140	-29	40	28	95	-11	43	26
Pleamar muerta	393	274	314	19	346	273	312	17
Bajamar muerta	206	109	156	21	200	115	157	18

La Tabla 2 muestra como la máxima y la mínima pleamar observada y astronómica coincide con una pleamar viva y una bajamar muerta, de igual modo sucede con las bajamares máxima que incide con la bajamar muerta y mínima bajamar coincide con la bajamar viva.

Finalmente, para caracterizar el nivel del mar, cabe señalar que este es debido a la suma de la marea, oleaje, bajas presiones y otros factores. En nivel del mar total, se diferencia en niveles observados (registrados) y en la marea que es predecible, aquella que denominamos astronómica (de la cual se conoce su frecuencia, amplitud y fase y por tanto es predecible).

Los mareógrafos registran nivel del mar total, pero conocida la marea astronómica es fácil derivar que marea es residual o meteorológica. En la siguiente Figura 25 se muestran las diferentes referencial del nivel del mar en el mareógrafo de Bilbao3.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

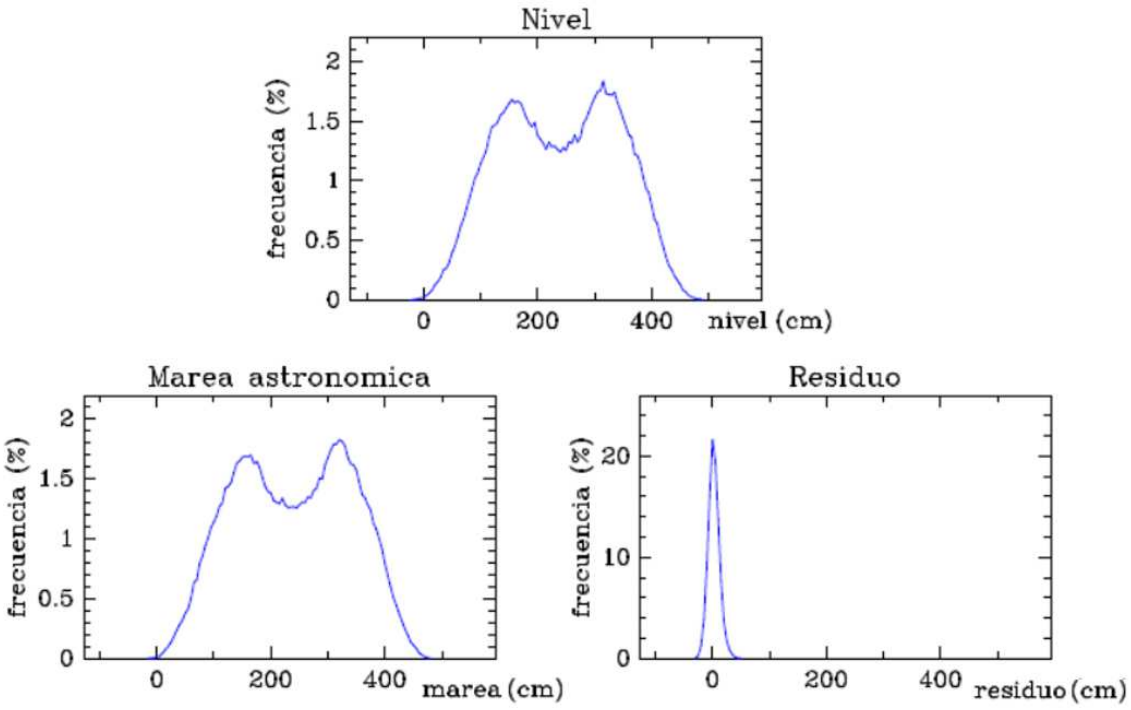


Figura 25. Distribución de frecuencia del nivel del mar total (superior), de la marea astronómica (inferior izq.) y residuo meteorológico (inferior dcha.) para el periodo 1992-2013. Fuente: Puertos del Estado.

El nivel del mar o marea, imagen superior, coincide con la marea observada, siendo esta la suma de los efectos de los armónicos de marea (marea astronómica), y los debidos a los efectos meteorológicos (residuo o marea meteorológica). Es decir, la marea observada es el nivel que resulta de considerar la marea astronómica y la marea meteorológica. Coincidiendo con los -29 cm y los 499 cm de los niveles observados y que están indicados en la Figura 24

Por su parte, la marea astronómica, grafico inferior izquierda, es la oscilación periódica del nivel del mar que se ve inducida por fuerzas gravitacionales actuando sobre las partículas de agua de la Tierra. El análisis armónico de la marea es el método más utilizado, basado en el conocimiento de que la marea observada está formada por un número de componentes armónicas cuyos periodos vienen establecidos por los periodos de algunos de los movimientos astronómicos relativos entre la tierra, el sol y la luna. La figura muestra como la marea astronómica más alta alcanzó los 476 cm y la más baja se sitúo a los -11 cm.

Por último, el gráfico del Residuo, la marea meteorológica (storm surge), es la respuesta del nivel medio del mar a las tensiones tangenciales inducidas por el viento y a generación de campos de presión atmosférica en forma de esfuerzos normales,

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

pudiendo generar sobreelevaciones y depresiones del nivel medio. La figura muestra como las altas y bajas presiones registradas, a lo largo del periodo de datos registrados han llegado a suponer una elevación sobre la marea astronómica de 48 cm y un descenso de hasta -33 cm.

5.4 Caracterización de las corrientes.

La caracterización de las corrientes se realiza tomando la serie de datos original, es decir teniendo en cuenta todas las contribuciones energéticas indicadas en el apartado 4.5. Corrientes. La caracterización de las corrientes se basará en los parámetros de velocidad y dirección de las corrientes registradas por la boya Bilbao-Vizcaya de aguas profundas en el periodo diciembre 2014- noviembre 2015.

Tabla 3. Evolución mensual de la velocidad de la corriente (cm/s).Periodo diciembre de 2014-noviembre 2015. Fuente: Puertos del Estado.

Mes Analizado	Velocidad Resultante		Velocidad Máxima		Módulo de la Velocidad		Eficacia de la Medida
	Int.	Dir.	Int.	Dir.	Med.	σ	%
Dic.	3.38	70.57	29.20	323.00	9.51	5.30	100.00
Ene.	5.69	63.54	25.70	120.00	9.29	5.39	100.00
Feb.	2.53	230.26	26.90	184.99	9.16	5.27	100.00
Mar.	2.89	258.59	28.10	264.00	10.34	5.71	100.00
Abr.	4.32	311.67	32.20	185.01	12.00	6.71	99.58
May.	1.01	0.02	50.00	281.00	16.08	8.05	100.00
Jun.	2.96	322.28	41.29	323.00	14.38	8.36	100.00
Jul.	2.17	267.29	50.30	323.00	16.11	8.52	100.00
Ago.	0.36	197.53	43.30	180.00	14.69	8.70	100.00
Set.	0.84	135.23	38.60	191.01	14.81	8.34	100.00
Oct.	2.72	111.11	35.10	277.99	10.98	6.62	100.00
Nov.	17.40	91.13	63.20	75.00	21.99	11.87	99.86

Puertos del Estado

En la Tabla 3 se observa en primer lugar la velocidad resultante, tanto intensidad como dirección responden a la suma vectorial de todas las medias, seguido se muestra la máxima velocidad registrada en cada uno de los meses y su dirección, le sigue el módulo de la velocidad media y la desviación típica del módulo de la velocidad.

Este registro nos muestra que las velocidades más intensas se registraron en noviembre, julio y mayo, superando los 50 cm/s, las tres de componente norte, siendo respectivamente ENE, NW y WNW, siendo las medias de las velocidades más altas los mismos tres meses.

A continuación, se presenta la rosa de corrientes anual.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

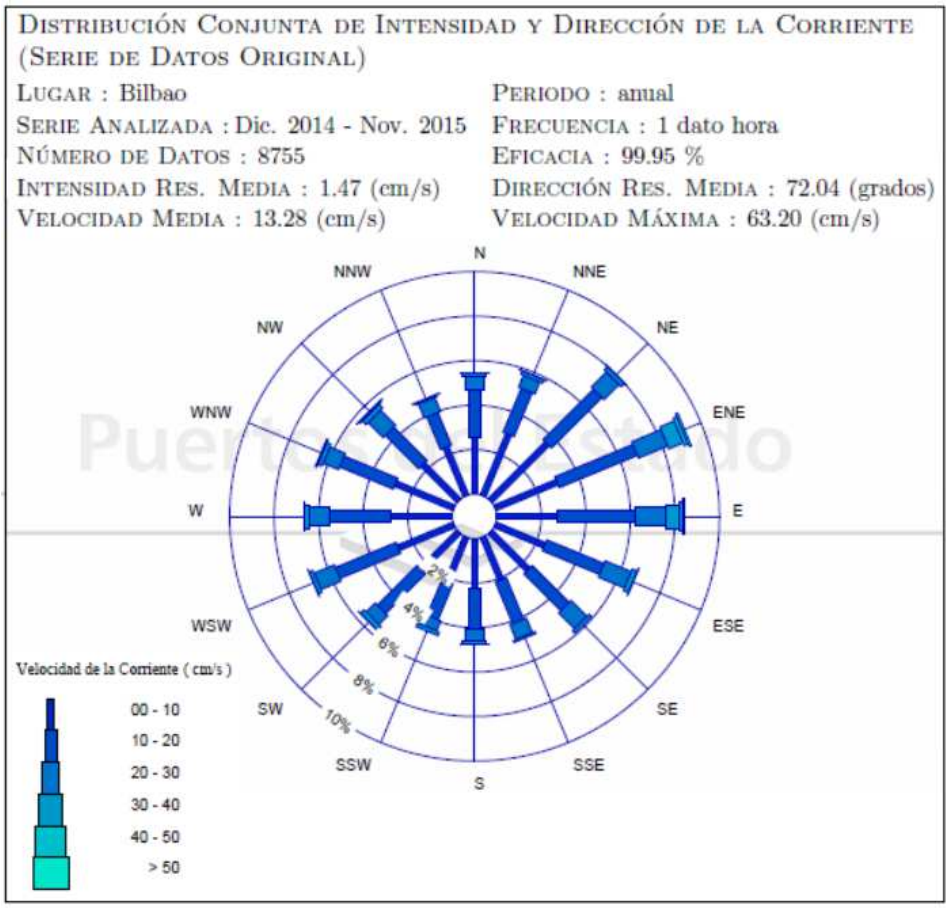


Figura 26. Rosa de corrientes anual (diciembre 2014-noviembre 2015). Fuente: Puertos del Estado.

Atendiendo a la Rosa de corrientes anual, **Figura 26**, se observa que las dieciséis direcciones en las que se divide la rosa quedan representadas, siendo la menos representada el SSW con un 4.5% de frecuencia y la más frecuente el ENE con un 9.2%. Todas las direcciones tienen velocidades de 0-10 cm/s o de 10-20% como las más frecuentes, siendo muy escasos los valores por encima de 30cm/s.

El gráfico aporta información textual como que la velocidad media es de 13.28 cm/s y la máxima es de 63.2 cm/s, este dato unido a la velocidad máxima que se aportaba en la Tabla 3, confirma que se da en noviembre y cuya dirección es de 75º, es decir ENE, resultando esta dirección la más frecuente y la que presenta la mayor intensidad.

A continuación, se presenta una tabla de distribución de la velocidad de la corriente por dirección.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Tabla 4. Distribución de Intensidad y Dirección de la Corriente. Periodo diciembre de 2014-noviembre 2015. Fuente: Puertos del Estado.

Dirección (grados)		V. de Corriente (cm/s)						Total
		(00-10]	(10-20]	(20-30]	(30-40]	(40-50]	> 50	
N	0.0	2.563	2.117	.641	.092	.023	-	5.435
NNE	22.5	2.987	2.140	.572	.160	.023	-	5.882
NE	45.0	3.616	3.204	.961	.195	.023	-	7.999
ENE	67.5	3.009	3.799	1.419	.698	.183	.103	9.212
E	90.0	2.746	3.456	1.407	.584	.183	.080	8.456
ESE	112.5	2.403	2.781	1.270	.240	.023	-	6.717
SE	135.0	2.392	2.346	1.018	.160	-	-	5.916
SSE	157.5	2.094	2.014	.721	.092	-	-	4.920
S	180.0	2.231	1.854	.481	.183	.023	-	4.772
SSW	202.5	2.163	1.762	.492	.172	-	-	4.589
SW	225.0	2.392	2.517	.572	.229	.011	-	5.721
WSW	247.5	2.701	2.952	.984	.183	.011	-	6.831
W	270.0	2.781	2.701	.950	.206	.046	-	6.683
WNW	292.5	2.838	2.620	.744	.195	.069	-	6.465
NW	315.0	2.289	2.117	.961	.229	.069	.011	5.676
NNW	337.5	2.357	1.591	.687	.069	.023	-	4.726
Total		41.561	39.970	13.880	3.685	.709	.195	100 %

En la Tabla 4, se observa lo mencionado anteriormente que la dirección ENE es, anualmente, la más frecuente y con los índices de intensidad más altos. Se observa cierta bimodalidad con tendencia ENE-WSW, siendo las tres direcciones del este (ENE, E y NE) ligeramente superiores a las del oeste (WSW, W y WNW).

De igual forma, se puede ver como el 41.6% del registro corresponde a intensidades de 0-10cm/s y otro 40 % a velocidades de 10-20 cm/s.

A continuación, se describe estacionalmente tanto la intensidad como las direcciones, haciendo uso de rosas de corrientes y tablas de distribución conjunta de dirección e intensidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

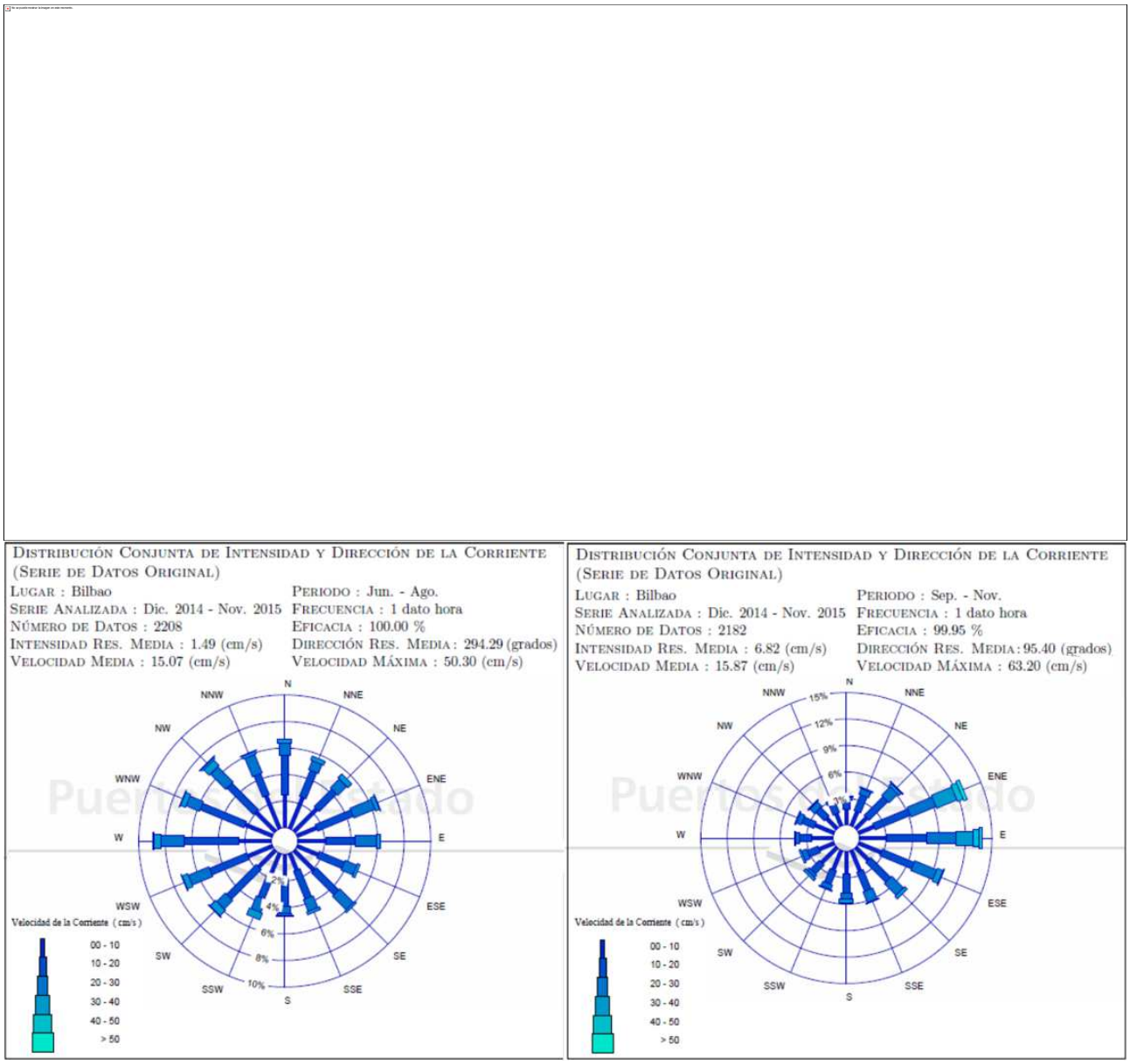


Figura 27. Rosas de corrientes estacionales (invierno (superior izq.), primavera (superior dcha.), verano (inferior izq.) y otoño (inferior dcha.)) para el periodo (diciembre 2014-noviembre 2015). Fuente: Puertos del Estado.

La rosa de corrientes estacional de invierno (superior izq.) indica que la dirección más frecuente es de componente este, destacando el NE, ENE y E, con una intensidad de 0-10cm/s mayoritariamente, sin presencia corrientes con velocidades superiores a 30cm/s.

Para la primavera (superior dcha.), la rosa de corrientes estacional muestra que la dirección más frecuente es de componente oeste, destacando el WSW seguido del W. También resultan representativas las direcciones del NE y del WNW con una intensidad

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

de 0-10cm/s mayoritariamente, sin presencia corrientes con velocidades superiores a 30cm/s. Se hace presente corrientes con velocidades superiores a los 30 cm, sobre todo en la dirección WNW.

La rosa de corrientes estacional de verano (inferior izq.) muestra una distribución más homogénea en cuanto a direcciones, siendo la menos representativa con un 4.7% el S y la más frecuente el W con un 9%. Otras direcciones frecuentes son el WNW y el NW. En cuanto a velocidad la más representativa se encuentra entre 10-20 cm/s y se observan velocidades superiores a los 30 cm en todas la direcciones y superiores a 40cm/s en direcciones de componente oeste, S y ENE.

Finalmente, en otoño, la rosa de corrientes (inferior dcha.) muestra una direccionalidad muy marcada de componente este. La dirección más frecuente es el E, seguido del ENE y ESE, se pierde la bimodalidad observada en otras estaciones. Además, cabe señalar que las intensidades en estas direcciones son las más altas de todo el registro, tanto de la estación del año como del registro anual, observándose velocidades superiores a 50 cm/s. De componente este se observa también para las direcciones ESE y NE velocidades superiores a 40cm/s.

De igual forma que con la rosa de corrientes anual, las rosas de corrientes estacionales aportan información textual, esta información muestra de formar resumida que la velocidad media más baja se registra en invierno con 9.32 cm/s, en primavera es de 12.82cm/s, verano 15.07cm/s y aumenta en otoño hasta 15.87 cm/s. En cuanto a velocidad máximas, en invierno se registra 29.2 cm/s, en primavera 50cm/s, verano 50.3 cm/s y en otoño 63.2 cm/s. En cuanto a dirección resultante media en invierno es de 71.38º (ENE), en primavera 298.31º (WNW), en verano 294.29º (WNW) y en otoño 95.4º (E).

A continuación, se presenta una tabla que contiene a su vez las tablas de distribución de la velocidad de la corriente por dirección y estación del año.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

Tabla 5. Distribución de Intensidad y Dirección de la Corriente por estaciones (invierno (superior izq.), primavera (superior dcha.), verano (inferior izq.) y otoño (inferior dcha.)) para el periodo diciembre de 2014-noviembre 2015. Fuente: Puertos del Estado.

INVIERNO (DIC - FEB)

Dirección (grados)		V. de Corriente (cm/s) (00-10]	(10-20]	(20-30]	Total
N	0.0	3.766	1.860	.418	6.044
NNE	22.5	4.742	2.557	.139	7.438
NE	45.0	6.462	4.974	.325	11.762
ENE	67.5	5.672	4.788	.139	10.600
E	90.0	3.998	4.835	.418	9.252
ESE	112.5	3.347	2.789	.837	6.974
SE	135.0	3.487	2.371	.093	5.951
SSE	157.5	2.510	1.395	.186	4.091
S	180.0	2.836	1.023	.372	4.231
SSW	202.5	2.139	2.278	-	4.417
SW	225.0	3.022	1.953	-	4.974
WSW	247.5	3.998	1.674	.046	5.718
W	270.0	3.068	1.116	-	4.184
WNW	292.5	3.719	1.813	.372	5.904
NW	315.0	3.161	.883	.139	4.184
NNW	337.5	2.836	1.441	-	4.277
Total		58.763	37.750	3.487	100 %

PRIMAVERA (MAR - MAY)

Dirección (grados)		V. de Corriente (cm/s) (00-10]	(10-20]	(20-30]	(30-40]	(40-50]	Total
N	0.0	2.226	2.590	.909	-	.091	5.816
NNE	22.5	2.953	1.954	.727	.182	.091	5.906
NE	45.0	3.907	2.999	1.181	-	-	8.087
ENE	67.5	2.953	3.226	.727	-	-	6.906
E	90.0	1.863	2.272	.363	-	-	4.498
ESE	112.5	1.817	2.408	.591	.045	-	4.861
SE	135.0	1.954	1.499	.636	.045	-	4.134
SSE	157.5	1.999	2.045	.409	.045	-	4.498
S	180.0	1.772	2.045	.409	.136	-	4.362
SSW	202.5	2.181	1.454	.363	-	-	3.998
SW	225.0	2.363	3.498	1.000	-	-	6.861
WSW	247.5	2.999	5.725	1.590	.045	-	10.359
W	270.0	3.226	4.089	1.499	.182	.091	9.087
WNW	292.5	3.090	3.589	.909	.227	.227	8.042
NW	315.0	2.272	3.362	1.318	.182	.136	7.269
NNW	337.5	2.453	1.908	.863	.045	.045	5.316
Total		40.027	44.662	13.494	1.136	.682	100 %

VERANO (JUN - AGO)

Dirección (grados)		V. de Corriente (cm/s) (00-10]	(10-20]	(20-30]	(30-40]	(40-50]	Total
N	0.0	2.492	2.945	.952	.272	-	6.661
NNE	22.5	2.537	2.130	.725	.317	-	5.709
NE	45.0	2.401	1.858	.952	.408	-	5.618
ENE	67.5	1.586	2.900	1.722	.317	.045	6.570
E	90.0	2.084	2.220	1.586	.362	-	6.253
ESE	112.5	1.722	2.039	.952	.227	-	4.939
SE	135.0	2.130	2.356	1.450	.181	-	6.117
SSE	157.5	1.359	2.266	.952	.227	-	4.803
S	180.0	1.812	2.130	.498	.136	.091	4.667
SSW	202.5	1.948	1.676	1.042	.544	-	5.211
SW	225.0	1.767	3.172	.906	.589	.045	6.479
WSW	247.5	1.994	3.036	1.676	.453	.045	7.204
W	270.0	2.447	4.123	1.767	.544	.091	8.971
WNW	292.5	2.220	3.580	1.087	.408	.045	7.340
NW	315.0	2.084	2.809	1.631	.589	.136	7.295
NNW	337.5	2.673	1.722	1.495	.227	.045	6.162
Total		33.258	40.961	19.393	5.800	.544	100 %

OTOÑO (SEP - NOV)

Dirección (grados)		V. de Corriente (cm/s) (00-10]	(10-20]	(20-30]	(30-40]	(40-50]	> 50	Total
N	0.0	1.789	1.055	.275	.092	-	-	3.211
NNE	22.5	1.743	1.927	.688	.138	-	-	4.495
NE	45.0	1.743	3.028	1.376	.367	.092	-	6.606
ENE	67.5	1.881	4.312	3.073	2.477	.688	.413	12.844
E	90.0	3.073	4.541	3.257	1.972	.734	.321	13.899
ESE	112.5	2.752	3.899	2.706	.688	.092	-	10.138
SE	135.0	2.018	3.165	1.881	.413	-	-	7.477
SSE	157.5	2.523	2.339	1.330	.092	-	-	6.284
S	180.0	2.523	2.202	.642	.459	-	-	5.826
SSW	202.5	2.385	1.651	.550	.138	-	-	4.725
SW	225.0	2.431	1.422	.367	.321	-	-	4.541
WSW	247.5	1.835	1.330	.596	.229	-	-	3.991
W	270.0	2.385	1.422	.505	.092	-	-	4.404
WNW	292.5	2.339	1.468	.596	.138	-	-	4.541
NW	315.0	1.651	1.376	.734	.138	-	-	3.899
NNW	337.5	1.468	1.284	.367	-	-	-	3.119
Total		34.541	36.422	18.945	7.752	1.606	.734	100 %

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

En la Tabla 5, se observa de forma numérica lo observado en las rosas de corriente estacionales.

La tabla de corrientes estacional de invierno (superior izq.) indica que la dirección más frecuente es de componente este, destacando el NE con una frecuencia de 11.8%, ENE con un 10.6% y E con un 9.2%, la intensidad de 0-10cm/s se presenta con una frecuencia de 58.8% siendo la más frecuente, la velocidad de 10-20 cm/s con un 37.7% y de 20-30 cm/s con un 3.5%.

En primavera (superior dcha.), la tabla de corrientes estacional muestra que la dirección más frecuente es de componente oeste, destacando el WSW con una frecuencia de 10.4%, seguido del W (9.1%), y el NE (8.1%). En cuanto a intensidades, se presenta mayoritariamente una velocidad comprendida entre 10-20cm/s con un 44.7%, de 0-10cm/s con un 40%, de 20-30 con 13.5%, además de un 1.1% de velocidades entre 30-40cm/s y con 0.7% velocidades de 40-50cm/s, el mayor porcentaje, siendo este de 0.2% lo presenta la dirección WNW.

La tabla de corrientes estacional de verano (inferior izq.) muestra una distribución más homogénea en cuanto a direcciones y frecuencias, siendo la menos representativa con un 4.7% el S y la más frecuente el W con un 9%. Las direcciones más frecuentes son el W, WNW y el NW, con un 9% el W y un 7.3% las otras dos. En cuanto a velocidad la más representativa se encuentra entre 10-20 cm/s con un 41%, de 0-10% se presenta un 33.3%, y se un 19.4 para las velocidades entre 20-30 cm/s, y un 5.85 para las comprendidas entre 30-40cm/s y 0.5 para las de 40-50 cm/s, estás ultimas solo en direcciones de componente oeste, además de para el S y el ENE.

Finalmente, en otoño, la tabla de corrientes (inferior dcha.) se observa la importancia de la componente este, presentando las mayores intensidades y además de las mayores frecuencias. La dirección más frecuente es el E con un 13.9%, seguido del ENE (12.8%) y ESE (10.1%). La dirección E y ENE presentan con 0.4% y 0.3% respectivamente, velocidades superiores a 50cm/s. La intensidad más frecuente se registra en 10-20cm/s con un 36.4%, le sigue de 0-10cm/s con un 34.5% y de 20-30 cm/s con 18.9%, para velocidades entre 30-40 cm/s la frecuencia es de 7.7%, y de 40-50cm/s un 1.6%.

En las tablas aparece indicado en azul aquellas dirección más frecuente en cada estación, así como las mayores frecuencias registradas, y en naranja las tres direcciones e intensidades más frecuentes. Se observa que en invierno y otoño es predominante la componente este, y en primavera y verano la componente oeste. El invierno presenta mayoritariamente intensidades de 0-10cm/s sin presencia de velocidades superiores a

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088

30cm/s, en primavera y verano si se observan intensidades entre 40-50 cm/s y en otoño se registran corrientes con velocidades superiores a 50cm/s.

6. CONCLUSIONES

El caracterización de las diferentes hidrodinámicas marinas (viento, oleaje, nivel del mar y corrientes), unido a las caracteristacas del entorno de salida y localización del tendido del cable de la Interconexión Occidental España-Francia por el Golfo de Vizcaya-Gascogne, lleva a las siguiente conclusiones:

- El viento no se verá afectado, debido a que la obra se localiza por debajo de la superficie libre y no suponen barrera de ningún tipo no se verá afectado.
- El nivel del mar, esta dinámica no está sujeta implícitamente a este tipo de actuaciones, no se verá afectada
- El oleaje:
    - En condiciones medias no se verá afectado, ya que la profundidad a la que se realizará la obra de protección se considera que el oleaje no toca fondo. Es decir, continúa desarrollándose en la capa más superficial.
    - En condiciones de régimen extremal y de temporal cabe la posibilidad de que se vea afectado. El caso más desfavorable que atiende a un periodo de retorno de 100 años indica que el oleaje se vería afectado en su propagación desde la cota 20.27m. Sin embargo, el hecho de situarse en sobre un sustrato duro implica que no se producirán modificaciones batimétricas, no darán lugar a modificaciones morfodinámicas.
- Las corrientes
    - En términos generales y atendiendo a la integración de la columna de agua las corrientes no se verán modificadas.
    - En aquellas zonas donde el cable de interconexión sea enterrado, sin suponer obstáculo, más allá que el que se genere durante la fase de enterramiento, no dará lugar a alteración de las corrientes.
    - De forma específica, en el tramo donde va a realizarse la protección del cable con la estructura denominada Remedial Berm no se puede concluir que las corrientes asociadas a las capas más profundas de la columna de agua no se verán afectadas. Sin embargo*, a priorí* no hay elementos en la zona que puedan verse afectados por una modificación de las mismas.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

elittoral Estudios de ingeniería costera y oceanográfica
Edificio Polivalente II del Parque Científico Tecnológico oficinas 1 y 2, planta 1. 35017 LPGC. Tel.: 928 457 087, Fax: 28 457 088



PROYECTO DE EJECUCIÓN

PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE EN EL GOLFO DE BIZKAIA

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA – FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

DOCUMENTO 2
CÁLCULOS

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

DOCUMENTO Nº 2 CÁLCULOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3

2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS 3

2.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE 3

2.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO 15

2.3 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO 17

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

1. INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los cálculos eléctricos de la línea a ±400 kV_{cc} de enlace entre estaciones conversoras del proyecto de interconexión eléctrica Golfo de Bizkaia.

2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los cálculos eléctricos realizados son:

- Intensidad máxima admisible en régimen permanente
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito
- Campo magnético

En corriente continua no se inducen corrientes en las pantallas metálicas, por lo que no se realiza el cálculo de tensiones inducidas que sí se realiza en los enlaces de corriente alterna.

2.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE

Para calcular la intensidad máxima admisible en servicio continuo se tendrán en cuanta los siguientes parámetros:

- La temperatura de operación de los conductores
- La resistencia óhmica longitudinal de los componentes conductores del cable
- La resistencia térmica radial de los componentes no metálicos del cable
- La resistencia térmica del medio que rodea al cable
- La temperatura ambiente que se adopta para los cálculos.

Las características de los cables se incluyen en el Documento 1: Memoria. Las dimensiones y profundidades de las canalizaciones (zanja y perforaciones dirigidas) se incluyen en el Documento 3: Planos.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Tabla 1: Secciones de conductor

Tramo	Conductor	Aislamiento
Subterráneo en zanja entubada + perforaciones dirigidas PHD-1 a PHD-8	Cu 1800 mm^2	XLPE
Subterráneo en zanja entubada + perforaciones dirigidas PHD-1 a PHD-8	Al 2500 mm^2	XLPE
Submarino	Circuito 1: Cu 1000 mm^2	XLPE
	Circuito 2: Cu 1400 mm^2	XLPE

En todos los casos, se ha empleado para el cálculo de la corriente en régimen permanente la norma IEC 60287 equivalente a la UNE 21144, “Cálculo de la intensidad admisible en los cables aislados en régimen permanente (factor de carga 100%)”.

Se debe tener en cuenta que, con respecto al cálculo en corriente alterna, en corriente continua no se consideran las pérdidas en el dieléctrico ni se producen el efecto piel ni el efecto de proximidad. Las pérdidas dieléctricas sólo se aplican a cables de corriente alterna. Los efectos de proximidad y piel son efectos inductivos asociados a la variación del campo magnético que se produce en corriente alterna. Igualmente, no existen pérdidas en la pantalla debido a que no se inducen corrientes en la misma.

La intensidad se deduce de la expresión para el calentamiento de un cable por encima de la temperatura ambiente:

$$I = \sqrt{\frac{(\vartheta - \vartheta_{amb}) \cdot 1000}{R \cdot (T_1 + T_2 + T_4)}}$$

Siendo:

I Intensidad del conductor.....A

ϑ Temperatura del conductor..... °C

ϑ_{amb} Temperatura ambiente..... °C

T_1 Resistencia térmica por unidad de longitud entre conductor y la pantalla ..... K.m/W

T_2 Resistencia térmica por unidad de longitud entre la pantalla y la cubierta exterior del cable .....K.m/W

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

T_4 Resistencia térmica por unidad de longitud entre la superficie del cable y el medio ambiente.....K.m/W

R Resistencia del conductor en corriente continua, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio .....Ω/m

Cálculo de R:

$$R = R_0 \cdot \left[1 + \alpha_{Cu} \cdot (\vartheta - 20)\right]$$

Siendo:

R_0 resistencia del conductor en corriente continua a 20ºC .....…

α_{cu} coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K

T temperatura máxima de servicio del conductor .....…

Cálculo de las resistencias térmicas:

T_1 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre el conductor y la pantalla metálica con la fórmula más abajo expuesta; a continuación, se suman los diferentes valores.

T_2 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre la pantalla metálica y la superficie del cable mediante la fórmula más abajo expuesta; luego se suman los diferentes valores.

$$T_{in} = \frac{\rho_{tn}}{2\pi} \ln\left(\frac{Dn}{dn}\right)$$

Siendo:

ρ_{tn} resistividad térmica del material.....K.m/W

D_n diámetro sobre la capa considerada ..... mm

d_n diámetro bajo la capa considerada ..... mm

Y la capacidad de transporte en corriente continua se calcula como:

$$P = 2 \cdot U_{cc} \cdot I_{max}$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Donde

Imax intensidad máxima admisible .....A

Ucc Tensión continua……400 kV

2.1.1 Cálculo de la máxima intensidad admisible del circuito en zanja

Características de la instalación:

- Tipo de instalación ..... Zanja con tubos hormigonados
- Número de circuitos en servicio 2
- Distancia entre ejes de circuitos..... 2 m
- Configuración de los cables ..... Capa
- Distancia entre ejes de los cables..... 500 mm
- Profundidad de eje de los tubos ..... 1,32 m

  …….....(excepcionalmente 2,5 m en cruzamientos)
- Temperatura del suelo ..... 25 °C
- Resistividad térmica del suelo ..... 1 K·m/W
- Resistividad térmica del hormigón ..... 0,85 K·m/W

Cálculo de R:

$$R = R_0 \cdot \left[1 + \alpha_{Cu} \cdot (\vartheta - 20)\right]$$

Siendo:

- Circuito 1: Cable XLPE, Cu 1800 mm^2

R_0 resistencia del conductor en corriente continua a 20ºC..... 0,0101 Ω/km

α_{cu} coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K ..... 0,00393 K^{-1}

T temperatura máxima de servicio del conductor..... 80 °C

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

- Circuito 2: Cable XLPE, Al 2500 mm^2

R_0 resistencia del conductor en corriente continua a 20ºC..... 0,0118 Ω/km

α_{cu} coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K ..... 0,00393 K^{-1}

T temperatura máxima de servicio del conductor..... 80 °C

Cálculo de las resistencias térmicas:

T_1 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre el conductor y la pantalla metálica con la fórmula más abajo expuesta; a continuación se suman los diferentes valores.

T_2 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre la pantalla metálica y la superficie del cable mediante la fórmula más abajo expuesta; luego se suman los diferentes valores.

T_3 se calcula entre la armadura y el exterior de la cubierta.

$$T_{in} = \frac{\rho_{tn}}{2\pi} \ln\left(\frac{Dn}{dn}\right)$$

Siendo:

ρ_{tn} resistividad térmica del material.....K.m/W

D_n diámetro sobre la capa considerada ..... mm

d_n diámetro bajo la capa considerada ..... mm

Tabla 2: Resistividades térmicas materiales-tramo zanja

Material	ρ_{tn} (K.m/W)	
	Circuito 1	Circuito 2
XLPE	3,5	3,5
Cubierta HDPE	3,0	3,5

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Tabla 3: Resistividades térmicas-tramo zanja

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	**Circuito 2**
T_1	0,3672	0,3376
T_2	0,0658	0,0630

T_4 comprende cuatro partes:

- La resistencia térmica entre el cable y el tubo de polietileno $T4_1$
- La resistencia térmica del tubo de polietileno $T4_2$
- La resistencia térmica exterior al tubo $T4_3$
- La resistencia térmica mutua $T4_m$

Tabla 4: Resistividades térmicas entorno- tramo zanja

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	**Circuito 2**
$T4_1$	0,2777	0,2636
$T4_2$	0,0763	0,0763
$T4_3$	0,9139	0,9147
$T4_m$	0,4397	0,4403
T4	**1,3**	**1,3**

Los resultados del cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente son los siguientes:

Tabla 5: Resultados- tramo zanja

Resultados tramo zanja		
	Circuito 1	**Circuito 2**
Temperatura ambiente	25 °C	25 °C
$\Delta\theta$	34°C	40°C
R	0,0116 Ω/km	0,0139 Ω/km
T1	0,3672 K.m/W	0,3376 K.m/W
T4	1,2679 K.m/W	1,2546 K.m/W
Intensidad máxima por circuito	**1295 A**	**1295 A**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Resultados tramo zanja		
	Circuito 1	**Circuito 2**
Potencia máxima por circuito	**829 MW**	**829 MW**

2.1.2 Cálculo de la intensidad máxima admisible en las perforaciones horizontales dirigidas.

El cálculo de la intensidad máxima admisible en las perforaciones horizontales dirigidas (PHD) depende de la configuración de la perforación, de la profundidad necesaria y de la distancia entre los cables, por lo que cada perforación lleva un cálculo independiente.

La configuración de las perforaciones dirigidas es la incluida en el Documento 3: Planos

El cálculo se basa, al igual que en el tramo en zanja, en la norma IEC 60287 equivalente a la UNE 21144. Los cálculos, consideran las resistencias térmicas adicionales debidas a los tubos y vainas empleados para hacer las perforaciones dirigidas.

Dado que la profundidad y la configuración de la perforación están impuestas por los requerimientos constructivos se ha calculado para cada caso las corrientes máximas admisibles en cada caso, de forma que se verifique que en ningún caso se supera la temperatura máxima admitida por el material (80ºC para XLPE).

Las hipótesis utilizadas en los cálculos son:

- Temperatura del suelo ..... en función de la profundidad

Tabla 6: Temperatura suelo en función de profundidad

Profundidad de los cables	Temperatura del suelo
Prof < 5 m	25ºC
5 m < Prof < 10 m	22ºC
10 m < Prof < 15 m	20ºC
Prof > 20 m	18ºC

- Resistividad térmica del suelo ..... 1 K·m/W

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para cada una de las perforaciones, considerando la temperatura máxima admisible en el material (80ºC para XLPE).

Tabla 7: Corrientes máxima admisible en las perforaciones PHD-1 a PHD-7

P.H.D. nº	Prof. –m–	Separación entre cables –m–	Imax. Admisible -A-
0	23,05	7,5	1.295
1	7,11	4,0	1.295
2	11,16	5,0	1.295
3	7,57	5,0	1.295
4	7,40	6,0	1.295
5	10,17	6,0	1.295
6	10,48	7,5	1.295
7	25,86	7,5	1.295

En el caso de la perforación dirigida PHD-8 de salida al mar, se considerará idéntica temperatura máxima admisible para los cables de sendos circuitos 1 y 2:

Tabla 8: Corrientes máximas admisible en la perforación PHD-8

P.H.D. nº	Circuito nº	Prof. –m–	Separación entre cables –m–	Imax. Admisible -A-
8	1 & 2	90	30	1.295

Cálculo de las resistencias térmicas:

T_1 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre el conductor y la pantalla metálica con la fórmula más abajo expuesta; a continuación se suman los diferentes valores.

T_2 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre la pantalla metálica y la superficie del cable mediante la fórmula más abajo expuesta; luego se suman los diferentes valores.

$$T_{in} = \frac{\rho_{tn}}{2\pi} \ln\left(\frac{Dn}{dn}\right)$$

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Siendo:

ρ_{tn} resistividad térmica del material.....K.m/W

D_n diámetro sobre la capa considerada ..... mm

d_n diámetro bajo la capa considerada ..... mm

Tabla 9: Resistividades térmicas materiales-tramo submarino

Material	ρ_{tn} (K.m/W)	
	Circuito 1	Circuito 2
Aislante (XLPE)	3,0	3,5
Capa de acomodo	3,0	4,0
Cubierta	6,0	6,0

Tabla 10: Resistividades térmicas -tramo submarino

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	Circuito 2
T_1 – entre conductor y pantalla	0,4075	0,3969
T_2 – entre pantalla y armadura	0,0285	0,0509
T_3 – entre armadura y exterior del cable	0,0717	0,0967

T_4 es la resistencia térmica del medio que rodea a los cables

Tabla 11: Resistividad térmica entorno-tramo submarino

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	Circuito 2
T_4	2,2	2,2

Los resultados del cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente son los siguientes:

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Tabla 12: Resultados -tramo submarino

Resultados tramo submarino		
	Circuito 1	**Circuito 2**
Temperatura conductor	149 °C	105 °C
Temperatura ambiente	18 °C	18 °C
$\Delta\theta$	131°C	87°C
R	0,02655 Ω/km	0,01724 Ω/km
T1	0,4075 K.m/W	0,3969 K.m/W
T2	0,0285 K.m/W	0,0510 K.m/W
T4	2,1762 K.m/W	2,2028 K.m/W
Intensidad máxima por circuito	**1295 A**	**1295 A**
Potencia máxima por circuito	**829 MW**	**829 MW**

En todos los casos la capacidad de transporte es superior a la requerida para el enlace.

2.1.3 Cálculo de la intensidad máxima admisible en el tramo submarino

El cálculo se basa, al igual que en los tramos en zanja y perforaciones, en la norma IEC 60287 equivalente a la UNE 21144.

Las hipótesis utilizadas en los cálculos son:

- Profundidad de los cables ..... 1 m
- Temperatura del agua ..... 17°C
- Resistividad térmica del agua ..... 0,75 K·m/W

Cálculo de R:

$$R = R_0 \cdot \left[1 + \alpha_{Cu} \cdot (\vartheta - 20)\right]$$

- Circuito 1: Cable XLPE, Cu 1000 mm^2

R_0 resistencia del conductor en corriente continua a 20ºC..... 0,0176 Ω/km

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

α_{cu} coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K ..... 0,00393 K^{-1}

T temperatura máxima de servicio del conductor ..... 80 °C

R resistencia del conductor en corriente continua a 70ºC..... 0,0226 Ω/km

- Circuito 2: Cable XLPE, Cu 1400 mm^2

R_0 resistencia del conductor en corriente continua a 20ºC..... 0,0129 Ω/km

α_{cu} coeficiente de variación a 20°C de la resistividad en función de la temperatura, por K ..... 0,00393 K^{-1}

T temperatura máxima de servicio del conductor ..... 80 °C

R resistencia del conductor en corriente continua a 80ºC ..... 0,0154 Ω/km

Cálculo de las resistencias térmicas:

T_1 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre el conductor y la pantalla metálica con la fórmula más abajo expuesta; a continuación se suman los diferentes valores.

T_2 se calcula para cada una de las capas comprendidas entre la pantalla metálica y la superficie del cable mediante la fórmula más abajo expuesta; luego se suman los diferentes valores.

$$T_{in} = \frac{\rho_{tn}}{2\pi} \ln\left(\frac{Dn}{dn}\right)$$

Siendo:

ρ_{tn} resistividad térmica del material.....K.m/W

D_n diámetro sobre la capa considerada ..... mm

d_n diámetro bajo la capa considerada ..... mm

Tabla 13: Resistividades térmicas materiales-tramo submarino

Material	ρ_{tn} (K.m/W)	
	Circuito 1	Circuito 2
Aislante (XLPE)	3,0	3,5
Capa de acomodo	3,0	4,0
Cubierta	6,0	6,0

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Tabla 14: Resistividades térmicas -tramo submarino

Resultados (K.m/W)		
	Circuito 1	**Circuito 2**
T_{1} – entre conductor y pantalla	0,4075	0,3969
T_{2} – entre pantalla y armadura	0,0285	0,0509
T_{2} – entre armadura y exterior del cable	0,0717	0,0967
T_{4}	1,4	1,4

Los resultados del cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente son los siguientes:

Tabla 15: Resultados -tramo submarino

Resultados tramo submarino		
	Circuito 1	**Circuito 2**
Temperatura conductor	92 °C	69 °C
Temperatura ambiente	18 °C	18 °C
$\Delta\theta$	74°C	51°C
R	0,02256 Ω/km	0,0154 Ω/km
T1	0,4075 K.m/W	0,3969 K.m/W
T2	0,0285 K.m/W	0,0510 K.m/W
T4	1,4412 K.m/W	1,4445 K.m/W
Intensidad máxima por circuito	**1295 A**	**1295 A**
Potencia máxima por circuito	**829 MW**	**829 MW**

En todos los casos la capacidad de transporte es superior a la requerida para el enlace.

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

2.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN CORTOCIRCUITO

2.2.1 Intensidad máxima admisible en cortocircuito en el conductor

La corriente de cortocircuito admisible en el conductor se calcula según la Norma IEC 60949 equivalente a la UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Siendo:

I_{ad} Corriente de cortocircuito admisible ..... A

t Duración del cortocircuito ..... s

K Constante de la naturaleza del metal del conductor ..... A s½/mm²

S Sección nominal del conductor ..... mm²

θ_f Temperatura final ..... °C

θ_i Temperatura inicial ..... °C

β Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal del conductor a 0ºC ..... K

Tabla 16: Icc máxima en conductor

Resultados I_{cc} máxima en conductor		
	Cu 1000, XLPE	**Cu 1400, XLPE**
θi	92ºC	235ºC
θf	235ºC	250ºC
S	1000 mm²	1400 mm²
K	225,6 A s½/mm²	225,6 A s½/mm²
β	234,5 K	234,5 K
t	0,1 s	0,1 s
Iad	**449 kA**	**682 kA**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

2.2.2 Intensidad máxima admisible en cortocircuito en la pantalla

La corriente de cortocircuito admisible en la pantalla se calcula según la Norma IEC 60949 equivalente a la UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Siendo:

I_{ad} Corriente de cortocircuito admisible .....A

t Duración del cortocircuito ..... s

K Constante de la naturaleza del metal de la pantalla..... A s½/mm²

S Sección nominal de la pantalla ..... mm²

θ_f Temperatura final..... °C

θ_i Temperatura inicial ..... °C

β Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal de la pantalla a 0ºC .....K

Tabla 17: Icc máxima en pantalla

Resultados I_{cc} máxima en pantalla		
	Cu 1000, XLPE Pantalla plomo	**Cu 1400, XLPE Pantalla plomo**
θi	76ºC	59ºC
θf	170ºC	230ºC
S	669,5 mm²	811,8 mm²
K	41,2 A s½/mm²	41,2 A s½/mm²
β	230 K	230 K
t	0,1 s	0,1 s
Iad	**45 kA**	**60 kA**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813. Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

2.2.3 Intensidad máxima admisible en la armadura

La corriente de cortocircuito admisible en la armadura se calcula según la Norma IEC 60949 equivalente a la UNE 21192, utilizando la misma fórmula que en los apartados anteriores.

Tabla 18: Icc máxima en armadura

Resultados I_{cc} máxima en armadura		
	Cu 1000, XLPE	**Cu 1400, XLPE**
θi	75ºC	58ºC
θf	200ºC	202ºC
S	264,2 mm²	282,7 mm²
K	78,2 A s½/mm²	78,2 A s½/mm²
β	202,2 K	202 K
t	0,1 s	0,1 s
Iad	**40 kA**	**46 kA**

En todos los casos la corriente de cortocircuito es superior a la requerida.

2.3 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO

El campo magnético producido por una línea eléctrica formada por cables aislados depende de:

- Intensidad que circula por las partes metálicas de los cables.
- Distancia entre los cables que conforman la línea.
- Distancia del punto de cálculo a los cables que conforman la línea

Las características de la línea y las hipótesis de cálculo utilizadas son las siguientes:

Tabla 19: Hipótesis de cálculo para CM

Tensión nominal	± 400 kVcc[1]
Frecuencia	0 Hz

1 Este dato no interviene en el cálculo

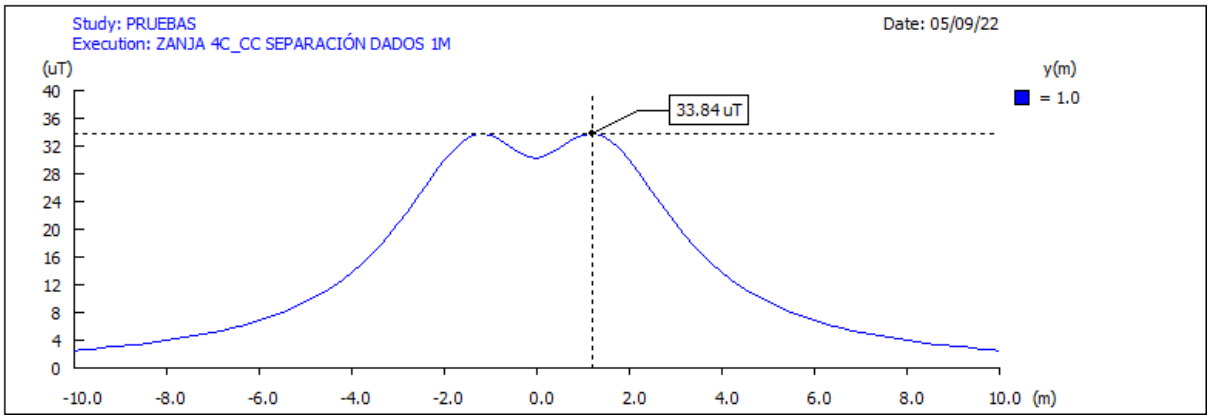
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

Disposición conductores	Zanjas independientes y perforaciones dirigidas en tramo subterráneo Cables independientes en tramo submarino, enterrados a 1 m
CdT nominal por enlace	1.036 MW (1.295 A por cable)

2.3.1 Cálculo magnético en zona terrestre-zanja

En la siguiente figura se muestran los niveles de campo magnético a 1 metro sobre el la superficie del terreno:

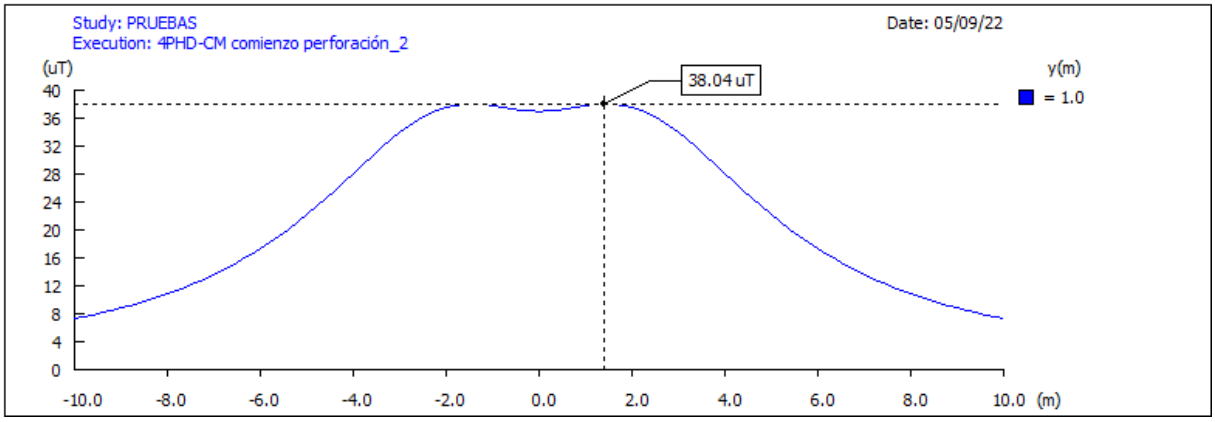
Ilustración 1: Niveles de campo magnético a 1 metro sobre el nivel del terreno. Zanja



2.3.2 Campo magnético en zona terrestre-perforaciones dirigidas

En las perforaciones dirigidas, el punto de mayor campo magnético es el de la entrada a la perforación donde la profundidad es menor. En la siguiente figura se muestran los niveles de campo magnético a 1 m sobre la superficie del terreno a la entrada de las perforaciones:

Ilustración 2: Niveles de campo magnético a 1 metro sobre el nivel del terreno. Zona entrada perforaciones dirigidas

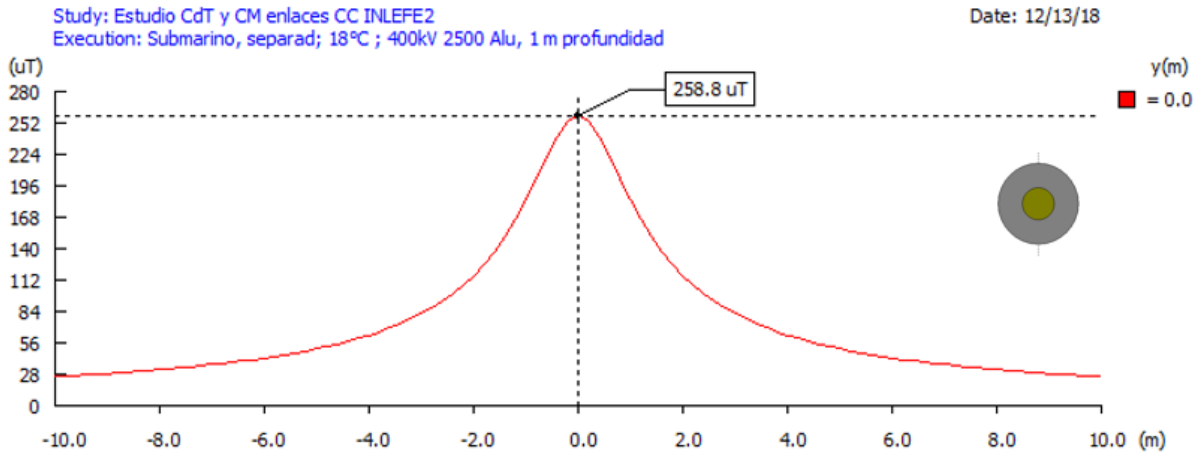


Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

2.3.3 Campo magnético en zona submarina

En el tramo submarino se ha calculado el campo magnético provocado por un cable considerando que los demás están suficientemente lejos como para no influir. Esta es la situación más desfavorable desde el punto de vista de campo magnético puesto que la corriente en un sentido no se ve compensada por la corriente circulando en sentido contrario. En la siguiente figura se muestran los valores de campo magnético sobre la superficie del suelo marino en dichas condiciones:

Ilustración 3: Niveles de campo magnético sobre la superficie del fondo marino. Cables independientes



Todos los valores anteriormente mostrados son muy inferiores a los niveles de referencia (40.000 µT),

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial

D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



PROYECTO DE EJECUCIÓN

PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE EN EL GOLFO DE BIZKAIA

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA – FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

DOCUMENTO 3
PLANOS

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

DOCUMENTO Nº3 PLANOS

Este documento consta de 15 páginas con los planos indicados:

	Nº DE PLANO	EDICIÓN	FECHA
1. SITUACIÓN			
PLANO DE SITUACIÓN	7983L001	A	04-22
2. PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA			
PLANO DE PERFIL Y PLANTA (2 Hojas)	7983L002	C	03-22
3. PLANOS DETALLE OBRA CIVIL			
SECCIÓN PERFORACIÓN DIRIGIDA SALIDA AL MAR (HOJA 2 DE 2)	7983LSZ003		12-20
4. PLANOS DETALLE OCUPACIÓN ZONA DPMT			
OCUPACIÓN ZONA DPMT MAR TERRITORIAL Y AGUAS INTERIORES	7983L010	A	02-19
OCUPACIÓN TEMPORAL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE	7983L011	A	02-19
DETALLE ENTRONQUE TERRESTRE-MARINO MEDIANTE PHD	7983L012		12-20
ACCESOS	7983L013	A	03-22
5. VARIOS			
MANDRIL PARA TUBO DE ∅250 mm	7983LSMA001		12-20
MANDRIL PARA TUBO DE ∅ 40 mm	7983LSMA002		12-20
6. ANEXOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			
SITUACIÓN ÁMBITO DE ESTUDIO MARINO	2.1		04-22

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial

D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



A	04–2022	IM3	IM3	IM3	MODIFICACIÓN DE TRAZADO
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	12/2018	V.G.L	
VERIFICADO	12/2018	S.M.M.	
APROBADO	12/2018	R.G.G.	

ESCALA :1/5000

inelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA–FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA–SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA–FRONTERA FRANCESA

PLANO DE PLANTA GENERAL

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

Nº 7983L001



A	04–2022	IM3	IM3	IM3	MODIFICACIÓN DE TRAZADO
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	12/2018	V.G.L	
VERIFICADO	12/2018	S.M.M.	
APROBADO	12/2018	R.G.G.	

ESCALA : 1/5000

inelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA–FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA–SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA–FRONTERA FRANCESA

PLANO DE PLANTA GENERAL

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

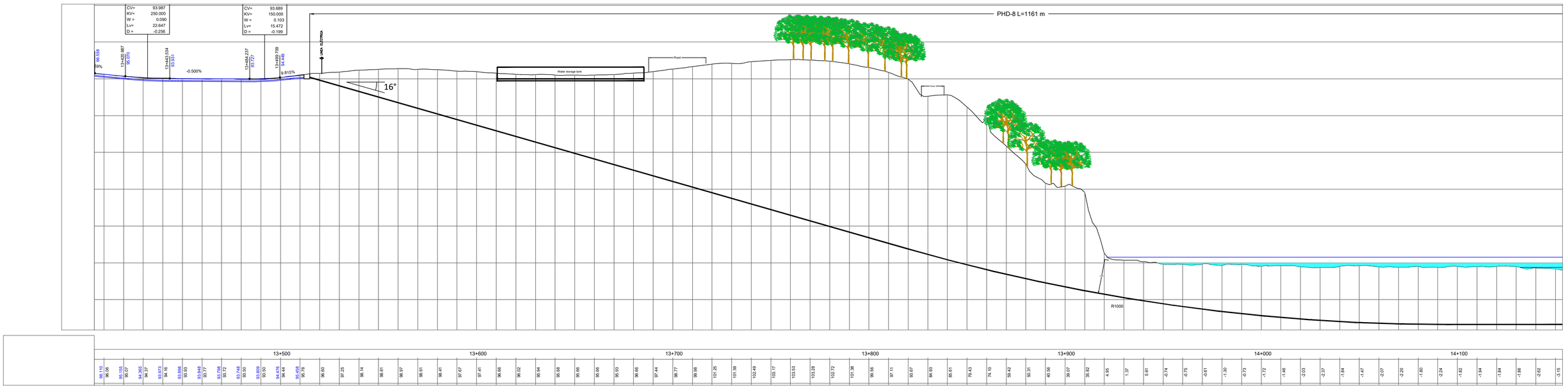
N° 7983L001

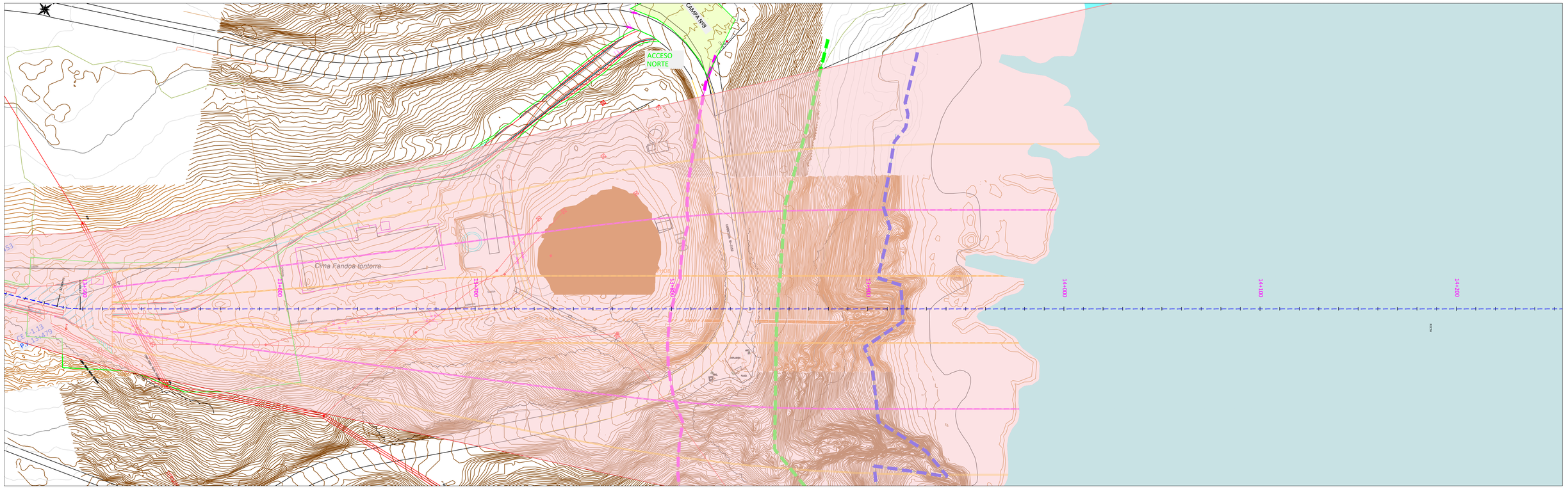
T.M. DE LEMOIZ

PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA H:1/750 V:1/750

Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.

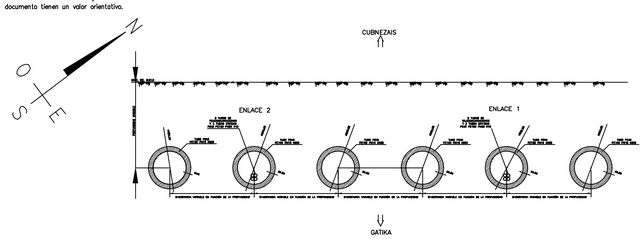


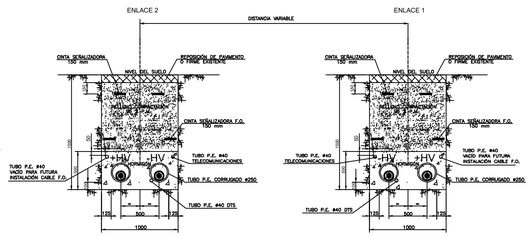


PLANTA GENERAL

ESCALA 1/750

Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.





LEYENDA

- CABLE EN ZANJA 2 CIRCUITOS 400kVcc
- CABLE EN P.H.D.

- RIBERA DEL MAR
- DPMT APROBADO
- SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN

- OCUPACIÓN PERMANENTE
- OCUPACIÓN TEMPORAL
- ZONA DISPONIBLE PARA TENDIDO

LEYENDA SERVICIOS

GAS GAS	RED Gas NORTEGAS	ABAGR ABAGR	RED Abastecimiento PRIVADA
SANS SANS	RED Saneamiento CABB	MT MT MT	RED MT IBERDROLA
SANS SANS	RED Saneamiento MUNICIPAL	BT BT BT	RED BT IBERDROLA
TESA TESA TESA	RED TESA Telefonica de España	ALUM ALUM	RED Alumbrado
ABAGR ABAGR	RED Abastecimiento AGUA URA	PLUV PLUV	RED Pluvial
Abastecimiento	RED Abastecimiento UDALSAREAK		

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACIÓN
C	03-2022	V.G.L.	S.M.M.	R.G.G.	MODIFICACIÓN DE TRAZADO
B	03-2021	V.G.L.	S.M.M.	R.G.G.	MODIFICACIÓN SALIDA CONVERSORA

inelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	05-2019	V.G.L.	
VERIFICADO	05-2019	S.M.M.	
APROBADO	05-2019	R.G.G.	

INSTALACION

PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA

TITULO

PLANO DE PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

Nº 7983L002

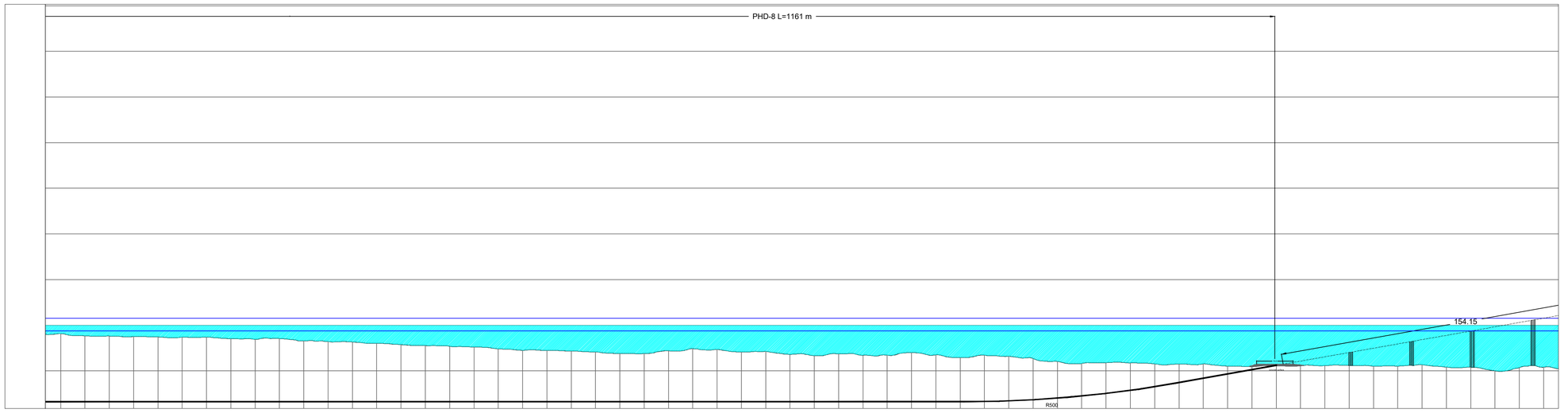
HOJA 01 DE 02

Copia digital del documento original depositado en el Registro de la Propiedad Intelectual. Registro Voluntario de Obras. Nº 00/2022/1847, hora 13:47:00 del 07/04/2022 y hash 6C4F4D2E1A9B3C7F5E8D0A2B4C6E8F1A3D5B7C9E0F2A4B6C8D0E2F4A6B8C0D2E. Para verificar su validez consulte http://propiedadintelectual.cultura.gob.es e introduzca los datos del registro y el hash.

T.M. DE LEMOIZ

PERFIL LONGITUDINAL

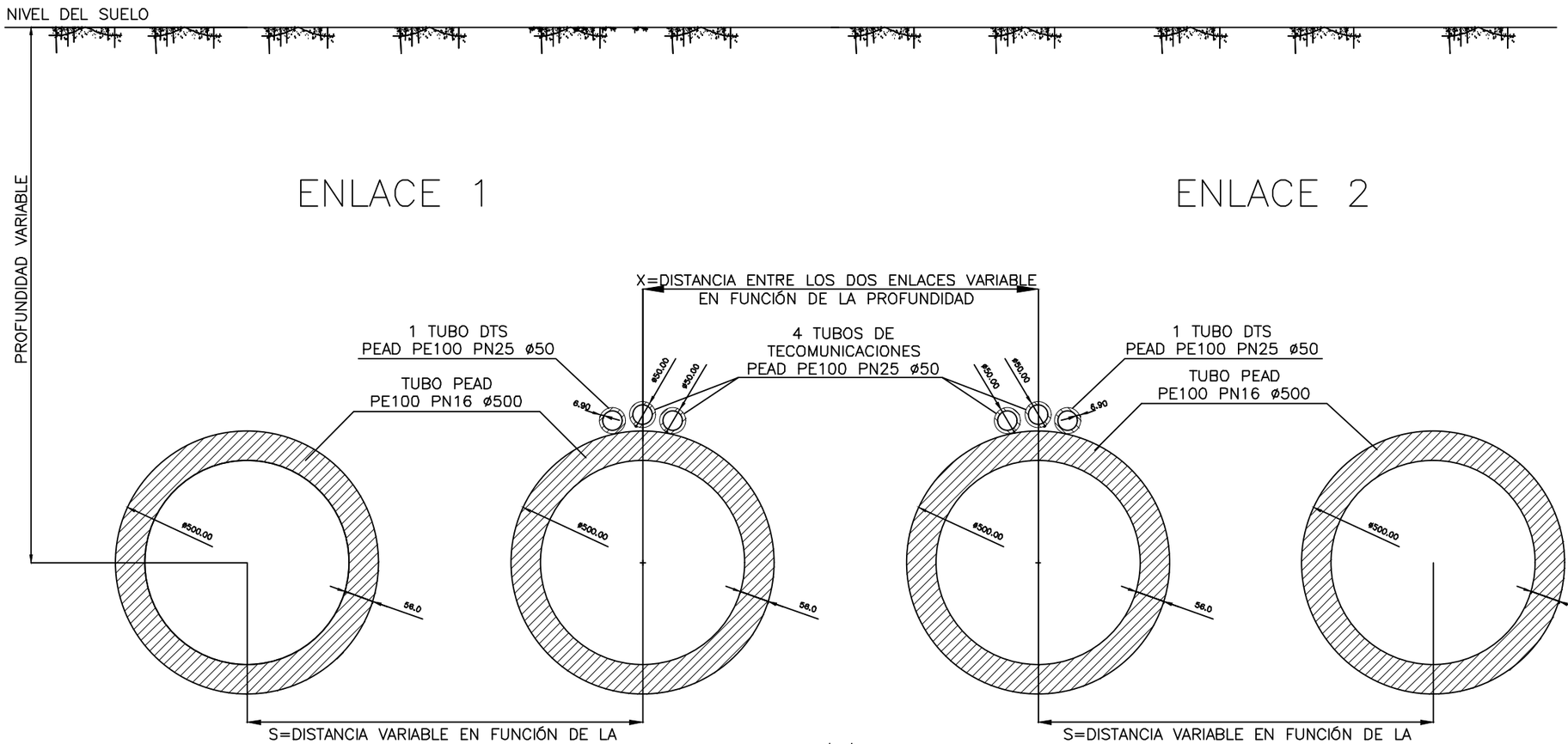
ESCALA H:1/750 V:1/750
Los servicios afectados reflejados en este documento tienen un valor orientativo.



| 14+200 | | |

CUBNEZAIS

PHD–7



GATIKA

–	–	–	–	–	–
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N

inelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

INSTALACION
PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA–FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA–SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA–FRONTERA FRANCESA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	12–2020	V.G.L.	
VERIFICADO	12–2020	S.M.M.	
APROBADO	12–2020	M.S.S.	

TITULO

SECCIÓN PERFORACIÓN DIRIGIDA SALIDA AL MAR

Nº 7983LSZ003

HOJA 2 DE 2

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado: Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod. Nº: 8[illegible]
Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

-2000
-1500
-1000
-500
-200
-100

AGUAS TERRITORIALES

EJE DE ENLACE SUBMARINO "GATIKA-CUBNEZAIS"

LIMITE MARINO

ESPAÑA

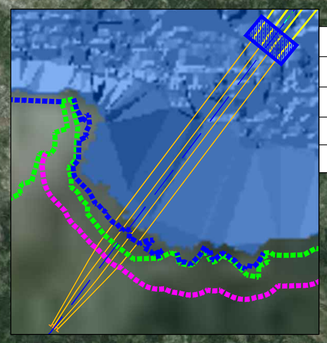
FRANCIA

LIMITE AGUAS INTERIORES

AGUAS INTERIORES

SE GATICA

N
O E
S



LÍMITE DE SERVIDUMBRE DE PROTECCION	
DPMT APROBADO	
RIBERA DEL MAR (LÍMITE DE DESLINDE DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE)	
OCUPACIÓN TEMPORAL	11850m²
OCUPACIÓN PERMANENTE	38294m²

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Source: Esri, Digi
USDA, USGS, Ae

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
A	02-19	M.M.G.	JA.D.	R.G.G.	ACTUALIZACIÓN DE LÍMITES CONFORME A LEY DE COSTAS

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	12/2018	V.G.L	
VERIFICADO	12/2018	S.M.M.	
APROBADO	12/2018	R.G.G.	

ESCALA : 1/150000

tnelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA

OCUPACIÓN ZONA DPMT MAR TERRITORIAL Y AGUAS INTERIORES

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

Nº 7983L010

Hoja 01 de 01

PLANTA GENERAL
T.M. DE LEMOIZ

N
O E
S

LÍMITE DE SERVIDUMBRE DE PROTECCION
DPMT APROBADO
RIBERA DEL MAR (LÍMITE DE DESLINDE DE LA ZONA DE DOMINIO PUBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE)
OCUPACIÓN TEMPORAL 11850m²

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
A	02-19	M.M.G.	JA.D.	R.G.G.	ACTUALIZACIÓN DE LÍMITES CONFORME A LEY DE COSTAS

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	12/2018	V.G.L	
VERIFICADO	12/2018	S.M.M.	
APROBADO	12/2018	R.G.G.	

ESCALA : 1/2000

tnelfe

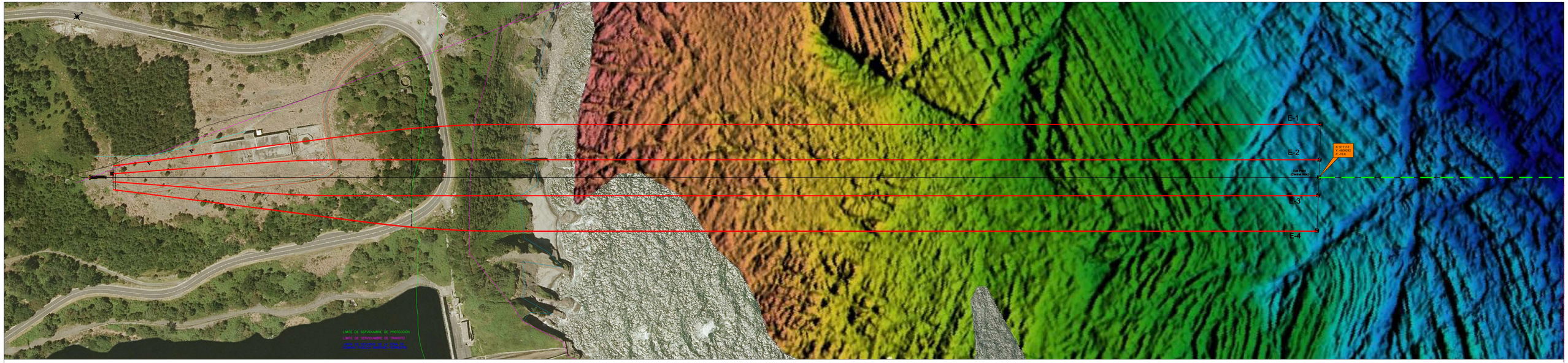
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y DISEÑO
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

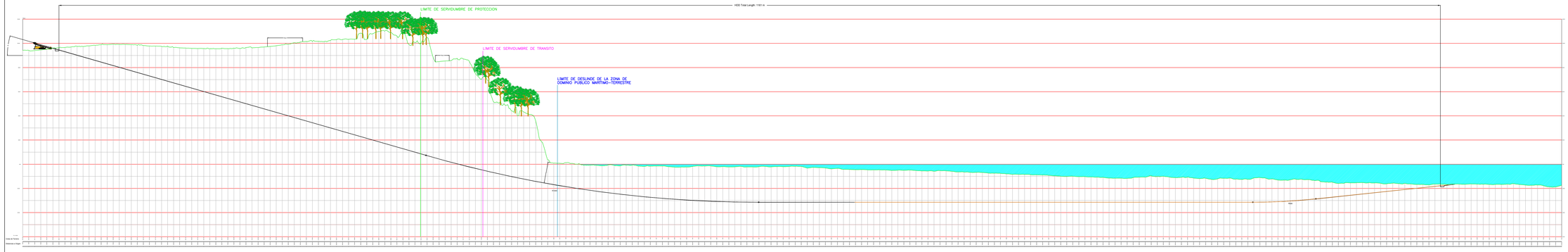
PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA

OCUPACIÓN TEMPORAL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:
Nº 7983L011

Hoja 1 de 1





EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
-	-	-	-	-	-

inelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

INSTALACIÓN:
PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA

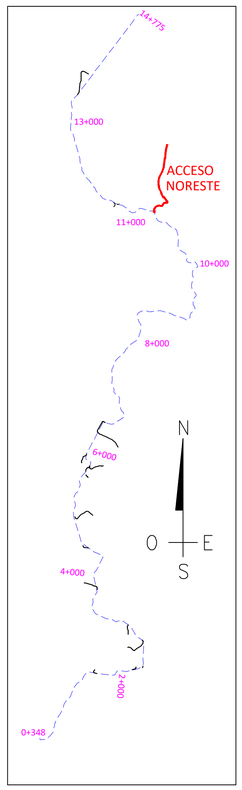
	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	12-2018	K.G.L.	
VERIFICADO	12-2018	S.M.M.	
APROBADO	12-2018	K.G.L.	

TÍTULO:

DETALLE ENTRONQUE TERRESTRE-MARINO MEDIANTE PHD

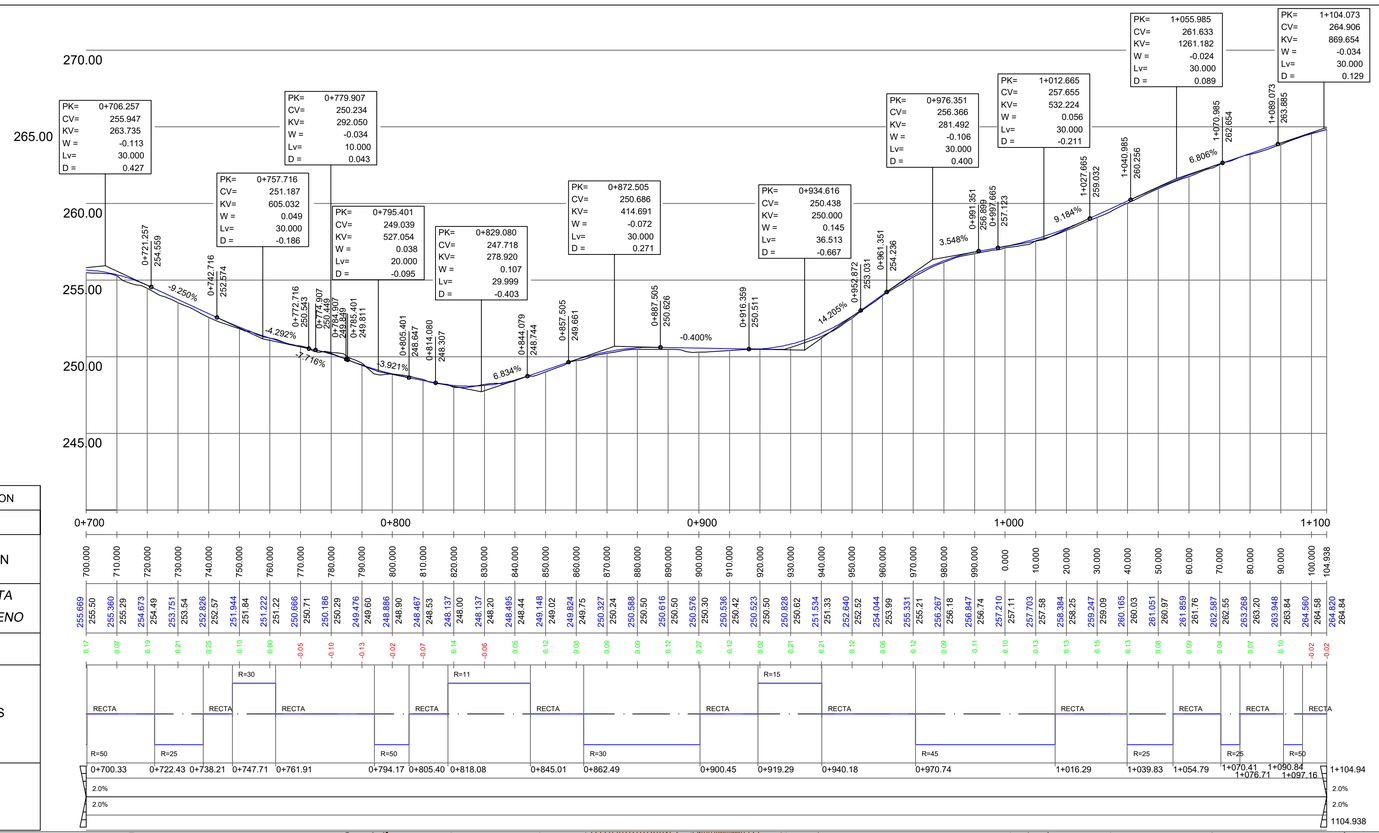
Nº 7983L012

HOJA 01 DE 01

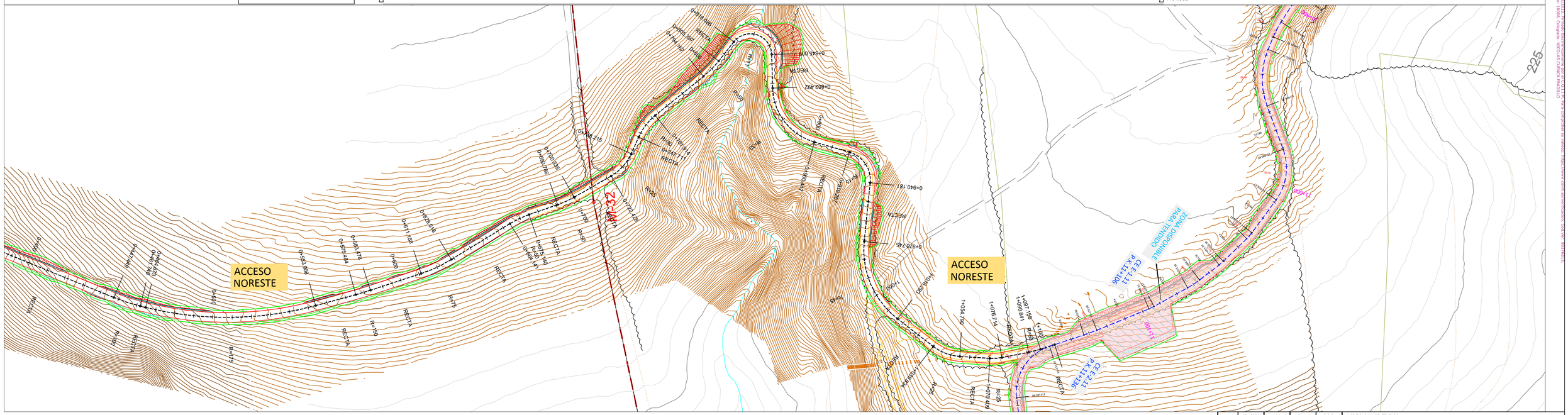


PERFIL LONGITUDINAL
ACCESO NORESTE

ESCALA H:1/1000 V:1/200



PLANO DE COMPARACION	
P.K.	
DISTANCIA AL ORIGEN	
COTA RASANTE	*COTA TERRENO*
COTA ROJA	
CURVATURAS	
PERALTES	



PLANTA GENERAL
ACCESO NORESTE

ESCALA 1/1000

N E S O

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
A	03-2022	V.G.L.	S.M.M	R.G.G.	MODIFICACION DE TRAZADO.
0	11-2020	V.G.L.	S.M.M	R.G.G.	VERSION INICIAL

inelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	11-2020	V.G.L.	
VERIFICADO	11-2020	S.M.M.	
APROBADO	11-2020	R.G.G.	

INSTALACION

PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA-SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA-FRONTERA FRANCESA

TITULO

ACCESOS

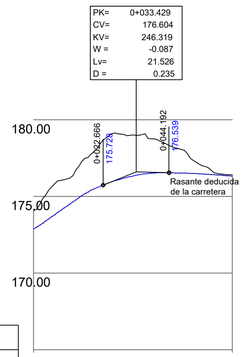
Nº 7983L013

HOJA 01 DE 02

Este documento y la información en el contenidos son propiedad de INELFE. Prohibida su reproducción o divulgación sin autorización escrita de INELFE. Para cualquier duda contactar con INELFE. Este documento es copia controlada si aparece en la intranet corporativa. Si se imprime o descarga pierde su condición de copia controlada. Consulte la versión vigente en la intranet corporativa.

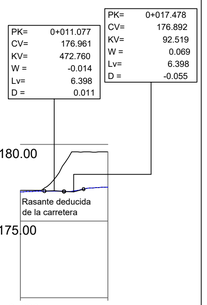
PERFIL LONGITUDINAL ACCESO OESTE.B.I.

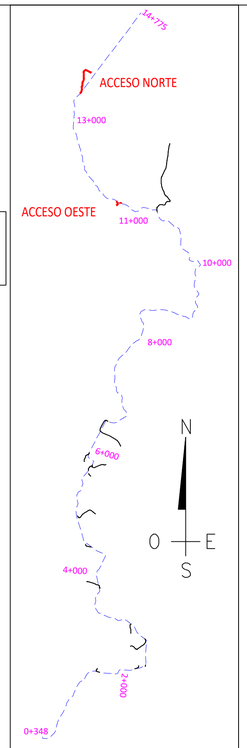
ESCALA H:1/1000 V:1/200



PERFIL LONGITUDINAL ACCESO OESTE. B.D.

ESCALA H:1/1000 V:1/200





PLANO DE COMPARACION		
P.K.	0+000	
DISTANCIA AL ORIGEN	0.000	64.771
COTA RASANTE	172.851	176.312
COTA TERRENO	174.06	176.42
COTA ROJA	-1.21	-0.10
CURVATURAS	R=30	R=30
PERALTES	0+000.00	0+064.77

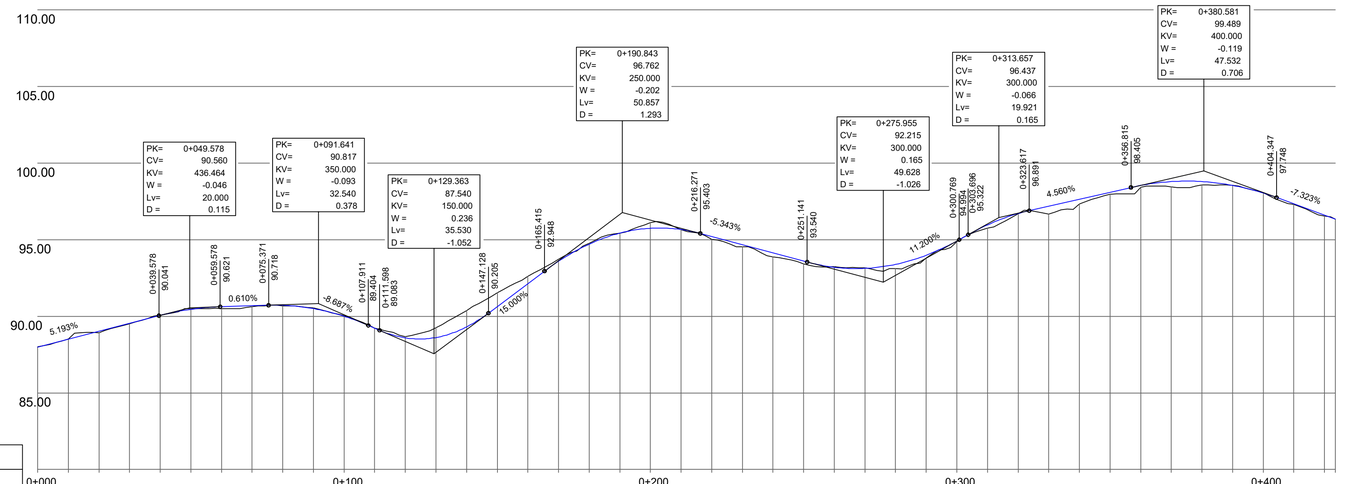
PERALTES DEDUCIDOS

PLANO DE COMPARACION		
P.K.	0+000	
DISTANCIA AL ORIGEN	0.000	28.557
COTA RASANTE	176.885	177.195
COTA TERRENO	177.00	179.50
COTA ROJA	-0.12	-2.30
CURVATURAS	R=30	R=30
PERALTES	0+000.00	0+028.56

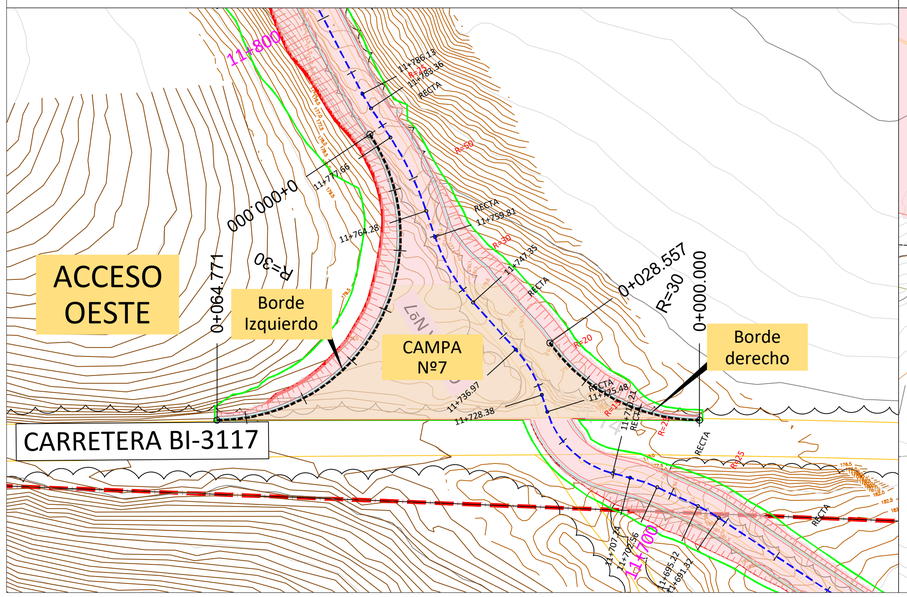
PERALTES DEDUCIDOS

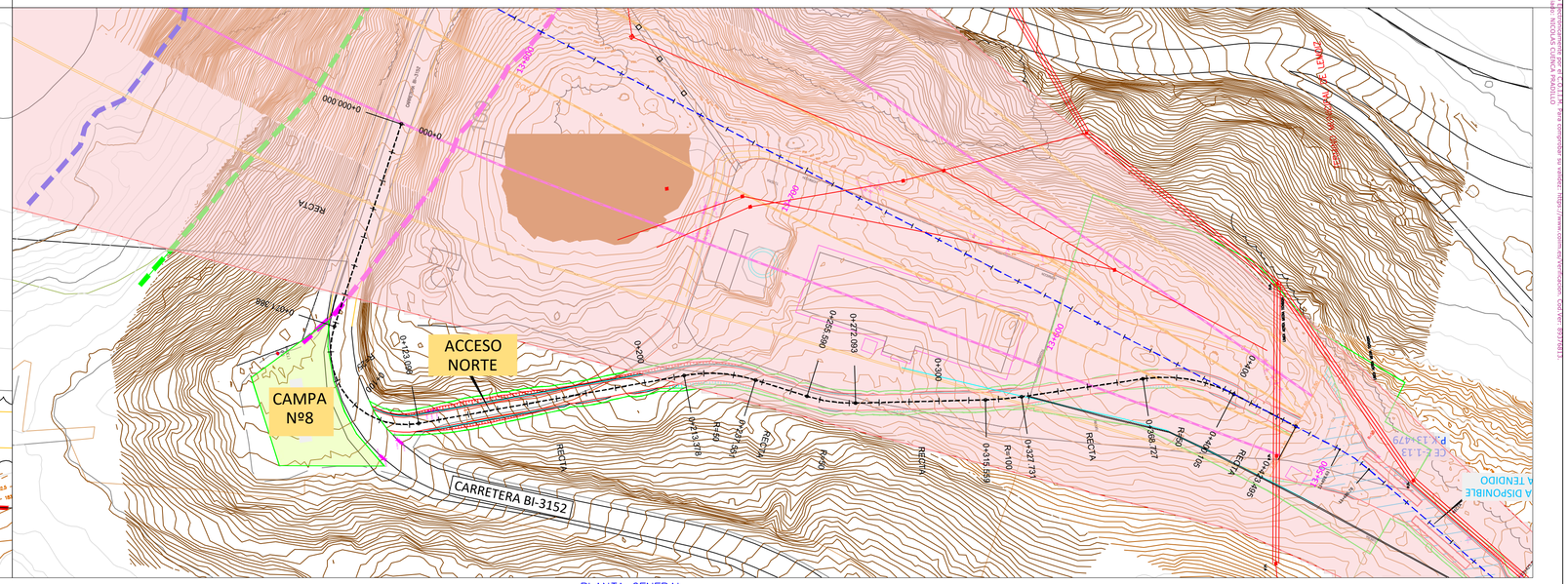
PERFIL LONGITUDINAL ACCESO NORTE

ESCALA H:1/1000 V:1/200



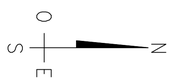
PLANO DE COMPARACION		
P.K.	0+000	
DISTANCIA AL ORIGEN	0.000	423.495
COTA RASANTE	87.986	96.35
COTA TERRENO	88.01	96.35
COTA ROJA	-0.02	0.00
CURVATURAS	RECTA	RECTA
PERALTES	0.000	423.495





PLANTA GENERAL ACCESO OESTE

ESCALA 1/500



PLANTA GENERAL ACCESO NORTE

ESCALA 1/1000



EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
A	03-2022	V.G.L.	S.M.M	R.G.G.	MODIFICACION DE TRAZADO.
0	11-2020	V.G.L.	S.M.M	R.G.G.	VERSION INICIAL

inelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:

INSTALACION

PROYECTO DE EJECUCIÓN INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA–FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA. LÍNEA SUBTERRÁNEA–SUBMARINA EN CORRIENTE CONTINUA A ±400kV. GATIKA–FRONTERA FRANCESA

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	11-2020	V.G.L.	
VERIFICADO	11-2020	S.M.M.	
APROBADO	11-2020	R.G.G.	

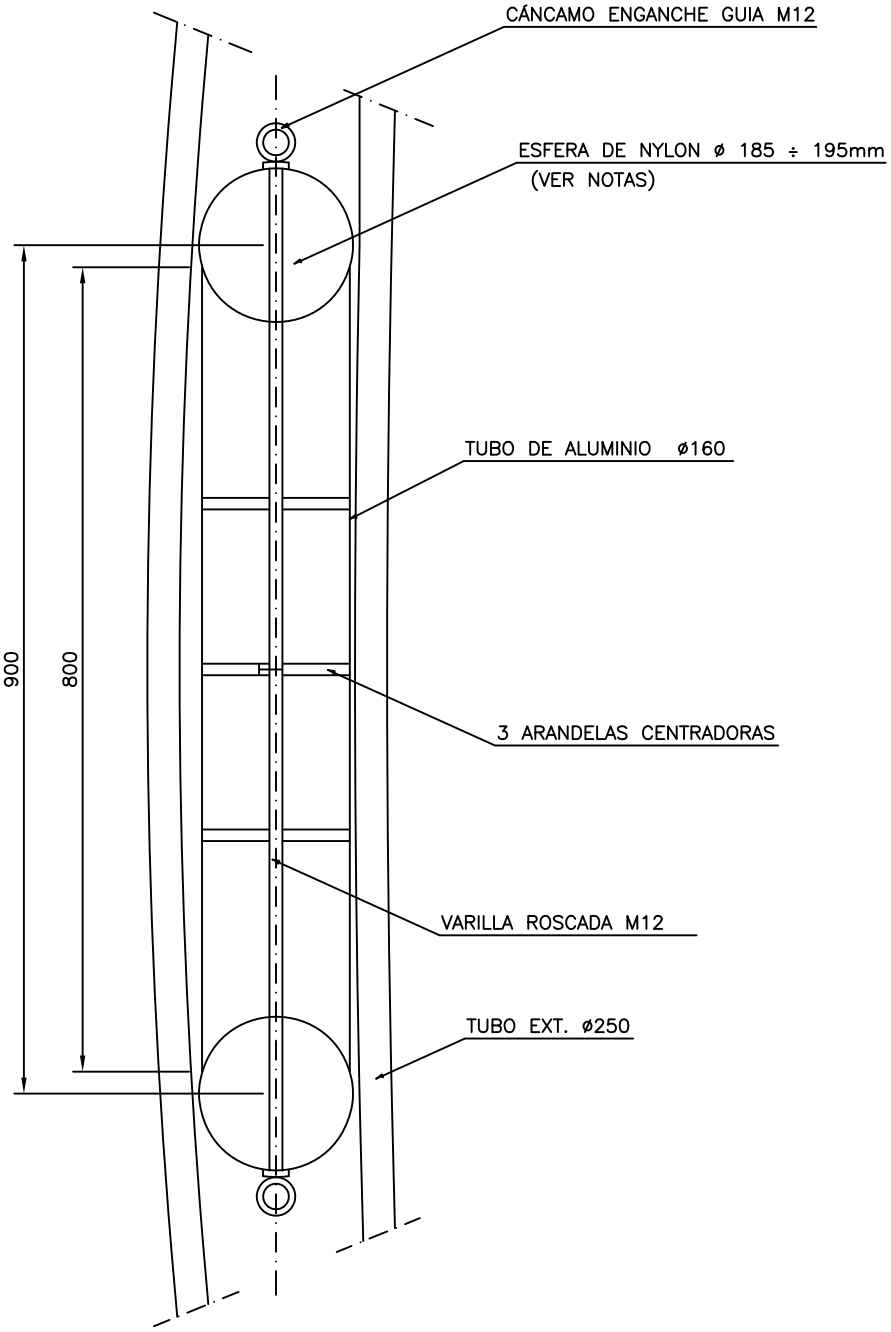
TITULO

ACCESOS

Nº 7983L013

HOJA 02 DE 02

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE INELFE Y NO PUEDE SER REPRODUCIDA, MODIFICADA, DISTRIBUIDA O COMUNICADA A TERCEROS SIN AUTORIZACIÓN PREVIA Y EXPRESA DE INELFE. Inelfe, Paseo de la Castellana 147, 28046 Madrid. CIF A-82846825. Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 31.927, Folio 1, Sección 8, Hoja M-564.704, Inscripción 1ª



NOTAS

1. En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
   - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
   - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

					SE ACTUALIZAN DIMENSIONES
					SE ACTUALIZAN DIMENSIONES Y SUSTITUYE EL PLANO LSV001 EDICIÓN B
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	12-2020	V.G.L.	
VERIFICADO	12-2020	S.M.M.	
APROBADO	12-2020	M.S.S.	

ESCALA
Formato A4

inelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

MANDRIL PARA TUBO DE ø250

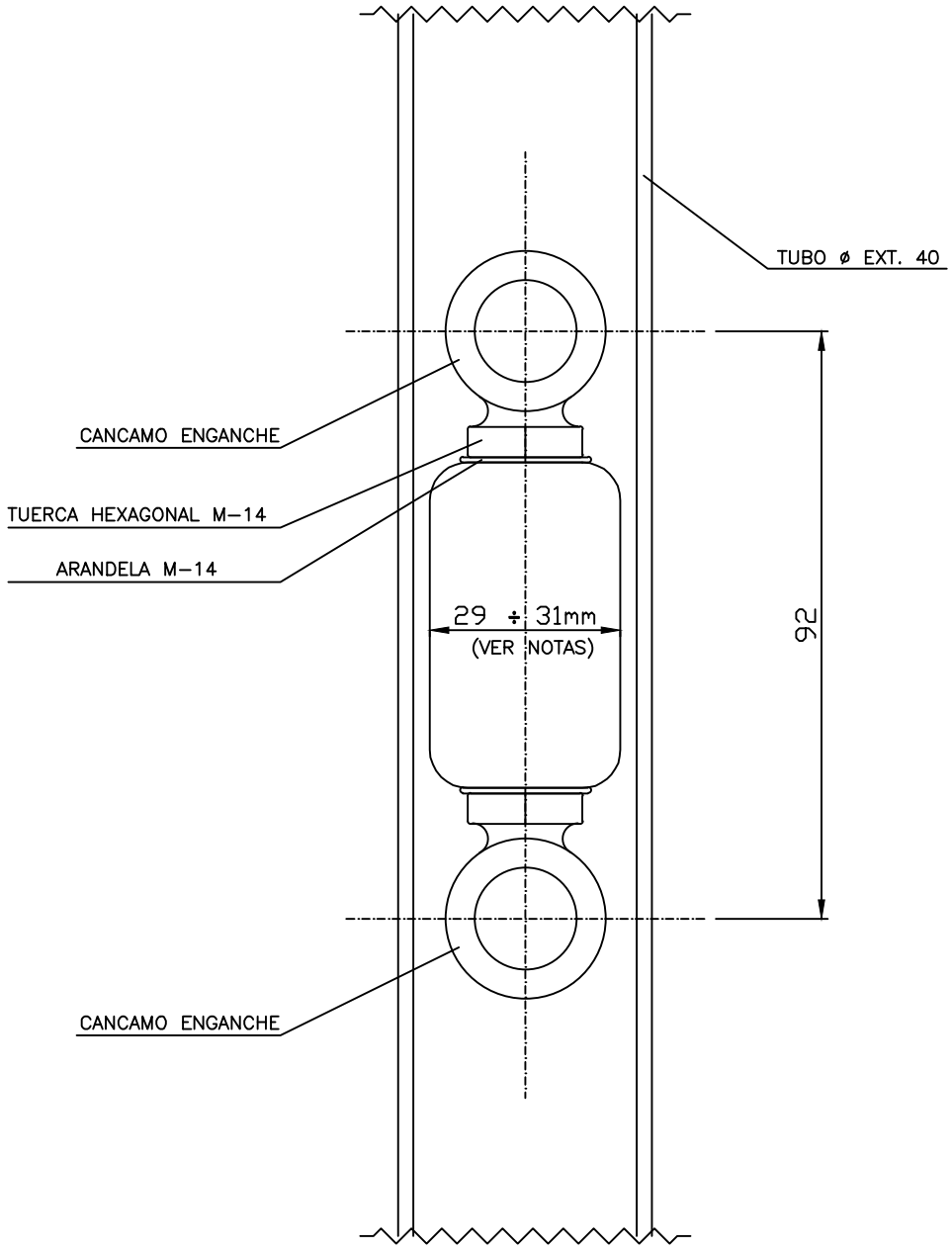
SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

N° 7983LSMA001

HOJA 1 DE 1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8937686B13.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO



NOTAS

1. En tubos de telecomunicaciones según ET203 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
   - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
   - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser ≥85% y ≤90% del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
					SE ACTUALIZAN DIMENSIONES
					SE ACTUALIZAN DIMENSIONES Y SUSTITUYE EL PLANO LSV001 EDICIÓN B

	FECHA	NOMBRE	FIRMA
REALIZADO	12–2020	V.G.L.	
VERIFICADO	12–2020	S.M.M.	
APROBADO	12–2020	M.S.S.	

ESCALA
Formato A4

inelfe

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE
DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

MANDRIL PARA TUBO DE ø40mm

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

N° 7983LSMA002

HOJA 1 DE 1

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: http://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 8937683.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

510.000
511.000
512.000
4.909.000
4.908.000
4.907.000
N
Anparrantxi
LEMOIZ
Altamirakoitxi
Usategi
Urbiondo
Basoalto
Gaztaka
Mahuteo
Bakio
Maruri-Jatabe
Lemoiz
BI-3117
Iuño
400 kV Gatika-Muruarte
220 kV Gatika-Muruarte
132 kV Gatika-Bolueta
132 kV Gatika-Bolueta



TRAZADO CABLE SOTERRADO

- Trazado Cable Soterrado/PHD
- Ocupación permanente
- Ocupación temporal

PERFORACIÓN SALIDA AL MAR (PHD7)

- Perforaciones de salida al mar (PHD7)
- Jackup/plataforma
- Puntos de salida al mar
- Soportes

SIGNOS CONVENCIONALES

Límites divisiones administrativas
- Límite municipal

Vías de comunicación
- Autovía
- Carretera principal
- Otras vías

Hidrología
- Balsas y embalses
- Cursos de agua intermitentes
- Cursos de agua permanentes

Símbolos especiales
- Edificaciones
- Edificaciones singulares
- Núcleos de población

Instalaciones eléctricas
- L/400 kV
- L/132 kV
- Subestaciones

SERVIDUMBRES Y DOMINIOS

Deslinde Dominio Público MarítimoTerrestre/Hidraulico
- Deslinde aprobado
- Ribera del mar
- Servidumbre de Protección/Zona Policia

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA-FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

ANEXO 25: ESTUDIO DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

TITULO DEL PLANO:
ACTUACIONES DEL PROYECTO EN LA ZONA DE DOMINO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE. PERFORACIÓN DE SALIDA AL MAR PHD7 (TRAMO EMPALME TIERRA-MAR)

COORDENADAS:	U.T.M 30 N	CARTOGRAFÍA:	GEOEUSKADI 2020
ELIPSOIDE:	ETRS89	BATIMETRÍA:	EMODNET/AZTI/IMMT/ELITTORAL
ESCALA/GRÁFICA:	1:5.000		

0 50 100 200 300 400 Metros

PLANO Nº: 2.1	HOJA: 1/1	FECHA: ABRIL 2022

inelfe
Biosfera XXI Estudios Ambientales

Copia digital de documentos protegidos por Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual. Queda prohibida su reproducción, distribución, comunicación pública y transformación sin autorización del titular de los derechos. Cualquier uso no autorizado podrá ser perseguido conforme a la legislación vigente. Gobierno Vasco. Departamento de Cultura y Política Lingüística. Tel. 945 01 72 22. Fax 945 01 72 32. e-mail: kultura@ej-gv.es



PROYECTO DE EJECUCIÓN

PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE EN EL GOLFO DE BIZKAIA

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA ESPAÑA – FRANCIA POR EL GOLFO DE BIZKAIA

DOCUMENTO 4
PRESUPUESTO

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

ÍNDICE

1. PRESUPUESTO EN LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE..... 3

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO EN LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE..... 5

3. RESUMEN TOTAL..... 6

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

1. PRESUPUESTO EN LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

Presupuesto de la zona incluida en la zona de Dominio Público Marítimo - Terrestre.

Todos los valores están en €.

		Uds	Precio Unitario (Euros)	Precio Total (Euros)
1. INGENIERÍA				
Incluye: Realización del Anteproyecto, trabajos de topografía del trazado, etc... y separatas de cruzamientos necesarias para los Organismos afectados.	1	P.A.	4.657.950,00	4.657.950,00
TOTAL INGENIERÍA				**4.657.950,00**
2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS				
Visado del Anteproyecto, tramitación de expedientes y la realización de todas las gestiones necesarias para la autorización y la legalización del Anteproyecto por parte de la Administración	1	P.A.	2.090.680,00	2.090.680,00
TOTAL GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS				**2.090.680,00**
3. MATERIALES				
3.1 CABLE ACCESORIOS				
Suministro de cable de potencia XLPE 400 kV 1800 Cu	2.436	m	443,43	1.080.195,48
Suministro de cable de potencia XLPE 400 kV 1000 Cu	196.929	m	432,90	85.250.734,75
Suministro de cable de potencia XLPE 400 kV 2500 Al	2.436	m	551,98	1.344.623,28
Suministro de cable de potencia XLPE 400 kV 1400 Cu	196.496	m	441,09	86.672.249,92
TOTAL MATERIALES				**174.347.803,43**
4. TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN				
Incluye: Todas las operaciones necesarias para el transporte, tendido y protección del cable submarino	398.297	m	147,00	58.549.660,05
TOTAL TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN				**58.549.660,05**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

5. ENSAYOS FINALES

Ensayos eléctricos finales cable submarino	1	Ud.	346.000,00	346.000,00
Ensayos mecánicos finales cable submarino	1	Ud.	653.000,00	653.000,00
TOTAL ENSAYOS FINALES				**999.000,00**

6. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA

Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción.	1	P.A.	585.496,60	585.496,60
TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA				**585.496,60**

7. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Presupuesto de seguridad	**1**	P.A.	54.950,00	54.950,00
TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD				**54.950,00**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO EN LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

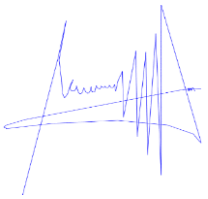
1. INGENIERÍA	4.657.950 €
2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS	2.090.680 €
3. MATERIALES	174.347.803 €
4. TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN	58.549.660 €
5. ENSAYOS FINALES	999.000 €
6. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA	585.497 €
7. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD	54.950 €
TOTAL	**241.285.540 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO

3. RESUMEN TOTAL

Importa el presente Presupuesto la cantidad **DOSCIENTOS CUARENTA Y ÚN MILLONES DOSCIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS CUARENTA** euros.

Madrid, mayo de 2022
El Ingeniero Industrial



D. Nicolás Cuenca Pradillo
Colegiado del COIIM 18.068

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid. Visado. Nº 202202184. Fecha Visado: 20/05/2022. Firmado Electrónicamente por el C.O.I.I.M. Para comprobar su validez: https://www.coiim.es/Verificacion. Cod.Ver: 89376813.
Nº Colegiado: 18068. Colegiado: NICOLAS CUENCA PRADILLO