

PROYECTO DE EJECUCIÓN
PARQUE EÓLICO FEROSCA I
SEPARATA EXCMO. AYUNTAMIENTO DE LAUDIO



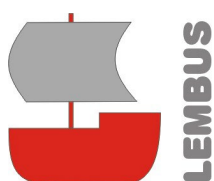
Titular: FEROSCA WIND, S.L.

Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)

Autor: JUAN JOSÉ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.O.I.I.G.)

Fecha: MARZO 2026

Ref.: 20260323.FI



DECLARACIÓN RESPONSABLE

D. Juan José González Fernández, con DNI 32.646.000-F, al servicio de la sociedad Lembus Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L., con domicilio en la Calle María Puga Cerdido, nº 6, Entlo. B, código postal 15009, provincia de A Coruña, con la titulación de Ingeniero Industrial, colegiado nº 1267 del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Galicia (I.C.O.I.I.G.),

DECLARO BAJO MI RESPONSABILIDAD:

- Que poseo a titulación de Ingeniero Industrial indicada anteriormente.
- Que de acuerdo con las atribuciones profesionales de esta titulación, tengo competencia para la redacción y firma del trabajo denominado:

Proyecto de Ejecución Parque Eólico Ferosca I, en los términos municipales de Aiara y Laudio (Provincia de Araba, Euskadi), redactado en **marzo de 2026** por encargo de la sociedad promotora Ferosca Wind, S.L.U.

- Que no estoy inhabilitado, ni administrativa ni judicialmente, para la redacción y firma de dicho trabajo.
- Que el Proyecto no responde a ninguno de los trabajos profesionales recogidos en el Art. 2 del R.D. 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado colegial obligatorio.
- Que el Proyecto cumple toda la normativa vigente de aplicación a la instalación, a los efectos de lo establecido en el Art. 53.1.b de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del sector eléctrico.
- Que dispongo del correspondiente seguro de responsabilidad civil profesional contratado con la aseguradora Lloyd's Insurance Company, S.A., nº de póliza BASWZ167112195491C, con fecha de vencimiento 30.01.2027 y capital asegurado de UN MILLÓN DE EUROS (1.000.000 €).

Y para que conste y surta los efectos oportunos, se expide y se firma la presente declaración responsable de veracidad de los datos e información anteriores.

A Coruña, 30 de marzo de 2026



Firmado digitalmente por
GONZALEZ FERNANDEZ
JUAN JOSE - 32646000F
Fecha: 2026.03.30
13:23:28 +02'00'

Fdo. Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Colegiado Nº 1267 (I.C.O.I.I.G.)

ÍNDICE GENERAL

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO FEROSCA I
SEPARATA EXCMO. AYUNTAMIENTO DE LAUDIO
ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO I. MEMORIA

Anexo 7. Estudio de campos magnéticos

Anexo 8. Estudio de ruido

Anexo 11. Programa de ejecución

Anexo 13. Información adicional sistema anticolisión avifauna

DOCUMENTO III. PRESUPUESTO

DOCUMENTO IV. PLANOS

Araba, marzo de 2026



Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 1267 (I.C.O.I.I.G)

MEMORIA

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO FEROSCA I**SEPARATA EXCMO. AYUNTAMIENTO DE LAUDIO****MEMORIA**

1. OBJETO.....	1
2. PETICIONARIO Y PROMOTOR.....	1
3. SITUACIÓN.....	1
3.1. Situación general.....	1
3.2. Poligonal.....	2
4. NECESIDAD DE LA INSTALACIÓN E IDONEIDAD DEL EMPLAZAMIENTO.....	2
5. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.....	7
6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	7
7. INFRAESTRUCTURAS Y AFECCIONES EN EL MUNICIPIO DE LAUDIO.....	8
7.1. Infraestructuras previstas en el municipio de Laudio.....	8
7.2. Afecciones del proyecto en el municipio de Laudio.....	8
7.3. Aerogeneradores.....	9
7.3.1. Disposición física.....	9
7.3.2. Características principales.....	9
7.3.3. Componentes principales.....	9
7.3.4. Sistema de control.....	12
7.3.5. Sistemas de seguridad.....	13
7.3.6. Protección contra rayos y sobretensiones.....	14
7.3.7. Compatibilidad electromagnética (CEM).....	14
7.3.8. Sistema de media tensión (30 kV).....	14
7.3.9. Protección contra la corrosión.....	17
7.3.10. Protección contra incendios.....	17
7.3.11. Cumplimiento de los Códigos de Red aplicables.....	18
7.3.12. Sistema de balizamiento.....	19
7.3.13. Sistema de protección contra colisiones de avifauna.....	20
7.4. Torre meteorológica.....	21
7.4.1. Disposición física.....	21
7.4.2. Características generales.....	21
7.4.3. Instrumentación y sistemas auxiliares.....	21
7.4.4. Protección contra el rayo y puesta a tierra.....	22
7.4.5. Sistema de balizamiento.....	22
7.5. Acceso general.....	23
7.5.1. Ruta de acceso prevista.....	23
7.5.2. Actuaciones necesarias.....	23
7.6. Obra civil.....	23
7.6.1. Introducción.....	23
7.6.2. Viales interiores.....	23
7.6.3. Sistema de drenaje.....	25

7.6.4. Plataformas de montaje	25
7.6.5. Cimentaciones	26
7.6.6. Zanjas para cableado	27
7.7. Infraestructura eléctrica.	30
7.7.1. Introducción.	30
7.7.2. Líneas de interconexión de media tensión.	31
7.7.3. Red de tierras.	32
7.7.4. Red de comunicaciones.....	33
7.8. Sistema de regulación y control.....	34
7.8.1. Introducción.	34
7.8.2. Sistema automático de control de aerogeneradores.....	34
7.8.3. Sistema de control y supervisión de la estación meteorológica.	35
7.8.4. Sistema de comunicaciones.	35
7.8.5. Sistema de regulación de potencia.	35
8. POTENCIA INSTALADA.	35
9. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	36
10. PRESUPUESTO.....	36
11. ORGANISMOS AFECTADOS.....	36
11.1. Relación de organismos afectados.....	36
11.2. Afecciones a montes de utilidad pública.	37
12. ASPECTOS AMBIENTALES.	38
13. ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS.....	38
14. CONCLUSIÓN.	40

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO FEROSCA I**SEPARATA EXCMO. AYUNTAMIENTO DE LAUDIO****MEMORIA****1. OBJETO.**

El objeto del Proyecto es la descripción, cálculo y valoración de las obras e instalaciones necesarias para la construcción, puesta en funcionamiento y explotación del parque eólico Ferosca I, constituido por 3 aerogeneradores de 7000 kW, lo que supone una potencia total instalada de 21 MW, y su conexión con la Red de Distribución de energía eléctrica, en los términos municipales de Aiara y Laudio, en la provincia de Araba.

El documento servirá de base para solicitud de las autorizaciones administrativas previa y de construcción de la instalación de acuerdo con lo previsto en Capítulo II del Decreto 115/2002, de 28 de mayo, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, a través de parques eólicos, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Euskadi.

El objeto de la presente Separata es la descripción y valoración de las obras e instalaciones contempladas en el Proyecto ubicadas en el municipio de Laudio, así como las afecciones del proyecto sobre infraestructuras, bienes y derechos de titularidad municipal, a fin de recabar el correspondiente informe favorable del Excmo. Ayuntamiento de Laudio.

2. PETICIONARIO Y PROMOTOR.

El Peticionario del Proyecto y Promotor de las obras es la sociedad Ferosca Wind, S.L.U., con CIF B10967594 y domicilio social en c/ Hermanos García Noblejas, 41 – Pta. 2, 27037 Madrid.

Representante legal: Fernando Valldeperes López

Domicilio a efecto de notificaciones: c/ Hermanos García Noblejas, 41, 6º, 2ª, 28037 Madrid.

Teléfono de contacto: 618 70 25 41

Correo electrónico: fvalldeperes@deltapwr.com

3. SITUACIÓN.**3.1. SITUACIÓN GENERAL.**

El Parque Eólico Ferosca I se situará en los términos municipales de Aiara y Laudio, en la provincia de Araba, encuadrándose en la hoja nº 86 del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000, de acuerdo con lo indicado en el plano nº 1 adjunto.

3.2. POLIGONAL.

Concretamente, las instalaciones que constituyen en Proyecto se situarán dentro de la poligonal definida por las siguientes coordenadas UTM, expresadas en metros en el sistema de referencia ETRS89, Huso 30:

POLIGONAL P.E. FEROSCA I (ETRS89, Huso 30)		
VÉRTICE	UTM X (m)	UTM Y (m)
V1	498.491	4.776.701
V2	500.549	4.775.020
V3	500.202	4.774.374
V4	499.609	4.774.198
V5	498.982	4.772.418
V6	497.223	4.772.311
V7	497.214	4.773.008
V8	498.842	4.775.191
V9	497.910	4.775.974

4. NECESIDAD DE LA INSTALACIÓN E IDONEIDAD DEL EMPLAZAMIENTO.

La Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, expone en sus antecedentes la conveniencia de una mayor utilización de la energía procedente de fuentes renovables como una parte importante del paquete de medidas necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y para cumplir el Acuerdo de París de 2015 sobre el Cambio Climático y el marco de la Unión en materia de clima y energía para 2030, que incluye el objetivo vinculante de reducción de las emisiones de la Unión de al menos un 40 % para 2030 con respecto a los valores de 1990.

Como se indica igualmente en la Directiva, la mayor utilización de energía procedente de fuentes renovables desempeña también un papel fundamental en el fomento de la seguridad del abastecimiento energético, el suministro de energía sostenible a precios asequibles, el desarrollo tecnológico y la innovación, facilitando el liderazgo tecnológico e industrial al tiempo que se ofrecen ventajas ambientales, sociales y sanitarias, así como numerosas oportunidades de empleo y desarrollo regional, especialmente en zonas rurales y aisladas, en regiones o territorios con baja densidad de población o afectados parcialmente por la desindustrialización.

En este mismo documento se define como objetivo alcanzar que el 32 % del consumo final bruto de energía proceda de fuentes renovables en la Unión Europea en 2030; este objetivo a nivel europeo se traduce en objetivos obligatorios para cada uno de los países miembros.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, enviado el 31 de marzo de 2020 a la Comisión Europea, actualmente en fase de consulta pública del Estudio Ambiental Estratégico, eleva este objetivo hasta el 42 % para España, y hasta el 75 % en el caso de la generación eléctrica, articulando una serie de medidas encaminadas a su consecución.

El emplazamiento seleccionado para la implantación del parque eólico Ferosca I reúne todos los requisitos para el desarrollo exitoso de este proyecto:

- Máximo aprovechamiento energético: Mediante la modelización del emplazamiento, se han identificado las zonas de mayor potencial eólico así como las direcciones de los vientos predominantes. La separación entre máquinas se ha ajustado para optimizar la producción, y reducir al mínimo el efecto de estelas entre aerogeneradores.
- Impacto ambiental y sobre el patrimonio cultural: Se ha reducido al mínimo el impacto de las instalaciones sobre los elementos de mayor valor ambiental y arqueológico presentes en la zona.
- Aspectos técnicos: El trazado de los viales interiores y zanjas de cableado, y el emplazamiento de los propios aerogeneradores se han elegido considerando las características geotécnicas y morfológicas del terreno, para evitar la creación de fuentes de erosión.
- Infraestructuras existentes: Se ha aprovechado al máximo la red viaria existente, a fin de reducir al mínimo la apertura de nuevos caminos de acceso, minimizando así los movimientos de tierras y la destrucción de la cubierta vegetal.
- Impacto visual: Se ha procurado minimizar el impacto visual de la instalación, mediante la disposición ordenada de las turbinas, y estableciendo medidas correctoras adicionales, como barreras vegetales que mitigan el impacto visual desde las poblaciones más próximas.
- Impacto sobre el territorio: El proyecto crea riqueza en los municipios donde se instala, no solo por los ingresos que reciben los Ayuntamientos (ICIO, IAE, BICES, cánones de derechos de superficie...) sino también por la contribución al empleo en la zona (eminentemente rural), el asentamiento de la población, la mejora de los servicios de los municipios y en resumen, su contribución al bienestar de sus vecinos a través de la reinversión de los beneficios obtenidos.

Más concretamente, respecto al análisis ambiental y social que se ha tenido en cuenta para la selección del emplazamiento, se han tenido en cuenta los siguientes condicionantes:

- Accesos y viales: Se aprovecharán en la medida de lo posible todos los accesos y caminos existentes para la implantación de las instalaciones, así como del acceso de maquinaria, para así poder reducir las afectaciones a la cubierta vegetal y los movimientos de tierra. Se ha realizado un análisis en profundidad de la red viaria, incluyendo carreteras principales y secundarias, así como la red de caminos con el fin de evitar aquellos accesos que potencialmente podrían ser objeto de mayores afectaciones a los recursos naturales presentes en la zona.
- Asentamientos de población cercanos: para seleccionar la ubicación del parque eólico y el trazado de la línea eléctrica se han tenido en cuenta las distancias de seguridad pertinentes a edificaciones y núcleos de población.
- Geomorfología y suelos: la ubicación del parque eólico y el trazado de la línea se han elegido considerando las características geotécnicas, edáficas y morfológicas del terreno, a fin de evitar la creación de potenciales fuentes erosivas del terreno.
- Paisaje: la ubicación seleccionada presenta el menor impacto visual posible dentro del área de estudio, tanto por su localización geográfica como por la adopción de medidas adicionales a incluir en este estudio.
- Bienes de interés cultural y patrimonial: para la disposición de las instalaciones que comprenden el parque eólico, así como el paso de la línea eléctrica subterránea, se han tenido en cuenta las restricciones patrimoniales, es decir, yacimientos arqueológicos, bienes culturales u otros elementos pertenecientes al patrimonio etnográfico de la zona.
- Categorización del suelo y régimen urbanístico: los suelos que albergarán el parque eólico y la línea eléctrica deben tener un régimen de usos que permita la implantación de una instalación de este tipo, ya sea a través de un uso industrial o un uso declarado de utilidad pública o interés social.
- Servicios ecosistémicos: se ha seleccionado la alternativa que genera un menor impacto en los servicios ecosistémicos que en la actualidad existen en la comunidad local.
- Zonas ambientalmente protegidas y/o sensibles: se seleccionará la alternativa que tenga la mínima afectación sobre las distintas figuras de protección ambiental, tales como:
 - Los espacios protegidos pertenecientes a la Red Natura 2000 (ZEPA, LIC y ZEC).

- Los espacios naturales protegidos al amparo de la normativa del Estado o de la Comunidad Autónoma del País Vasco, incluidas sus zonas de protección. Prestando especial atención a las áreas naturales singulares, reservas de la biosfera, reservas naturales y zonificaciones de protección de avifauna para líneas eléctricas.
- El ámbito territorial de los planes de ordenación de los recursos naturales (PORN).
- Los humedales de importancia internacional (Convenio RAMSAR) y nacional (Inventario Español de Zonas Húmedas – IEZH).
- Las zonas núcleo y zonas de amortiguamiento o tampón de las Reservas de la Biosfera.
- Zonas comprendidas dentro del ámbito de protección de especies y/o áreas críticas de fauna y flora protegidas.
- Otras figuras de protección a nivel autonómico tales como la red de árboles singulares, las zonas naturales de esparcimiento o las áreas de material forestal de reproducción.
- Otras zonas de interés no catalogadas como sensibles. Se debe tener en cuenta que la subestación y la línea subterránea tengan la menor incidencia posible sobre:
 - Dominio Público Forestal
 - Dominio Público Pecuario

Por otra parte, se han considerado, como fuentes de valoración de cada dimensión, las Normas de Desempeño de la Corporación Financiera Internacional (IFC), en las que se establece el marco de sostenibilidad de la IFC y se expresa el compromiso estratégico de la corporación hacia el desarrollo sostenible, siendo parte integral del enfoque de la IFC para la gestión del riesgo.

El Marco de Sostenibilidad comprende la Política y las Normas de Desempeño de la IFC sobre Sostenibilidad Ambiental y Social, y la Política sobre Acceso a la Información de la IFC.

A continuación, se presentan las ocho Normas de Desempeño que definen las normas que un proyecto o empresa debe respetar durante todo el ciclo de inversión:

1. Norma de Desempeño nº 1: Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales.
2. Norma de Desempeño nº 2: Trabajo y condiciones laborales.
3. Norma de Desempeño nº 3: Eficiencia del uso de los recursos y prevención de la contaminación.
4. Norma de Desempeño nº 4: Salud y seguridad de la comunidad.
5. Norma de Desempeño nº 5: Adquisición de tierras y reasentamiento involuntario.

6. Norma de Desempeño nº 6: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos.
7. Norma de Desempeño nº 7: Pueblos Indígenas.
8. Norma de Desempeño nº 8: Patrimonio cultural.

La Norma de Desempeño nº 1 se aborda en el presente estudio; los criterios y principios de análisis contenidos en las normas de desempeño nº 2, 4, 5 y 8 se han considerado para el análisis social; parte de las normas de desempeño nº 2 y 5 se han considerado para el análisis económico; finalmente, los contenidos de las normas nº 3 y 6 forman la base del análisis ambiental.

Así mismo, se ha completado el análisis multicriterio ambiental, económico y social de alternativas con el marco de desarrollo sostenible establecido con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) por las Naciones Unidas (ONU).

Cabe destacar que a pesar de que la alternativa del parque y la línea de evacuación seleccionados se encuentran cerca de zonas de Hábitats de Interés Comunitario, en ningún caso se podrán situar sobre vegetación protegida ni espacios catalogados de interés y se preverán las medidas necesarias para que no exista ningún riesgo de dañar o eliminar este tipo de comunidades durante las obras.

El parque eólico no está proyectado sobre ningún espacio de la Red Natura 2000.

Algunas de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias propuestas en este caso son, por ejemplo, no hacer uso de fuego ni herbicidas, minimizar la eliminación de la vegetación a lo estrictamente necesario o realizar una posterior restauración ecológica.

La conveniencia no discutida de disminuir la dependencia energética exterior así como de los combustibles fósiles, y la búsqueda de nuevas y mejores soluciones técnico-económicas al problema de suministro energético, son factores que influyen decisivamente y que hay que tener en cuenta al diseñar las políticas en este campo a la hora de fomentar la investigación, desarrollo y aplicaciones de las energías renovables. Dentro de las posibilidades de las distintas energías renovables, la eólica, por su grado de desarrollo y madurez, sus costes y su carácter limpio e inagotable, tiene un alto potencial de aplicación, como recurso energético endógeno.

Así mismo, el carácter no contaminante de la energía eólica evita la emisión de gases tóxicos y de efecto invernadero a la atmósfera.

Por todo ello, queda debidamente justificada la necesidad de la instalación objeto de Proyecto, en relación con lo previsto en el apartado 3.2.1.a) de la Instrucción ITC-RAT 20, así como la idoneidad del emplazamiento elegido para el Parque Eólico Ferosca I.

5. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.

Nombre de la instalación	Parque Eólico Ferosca I
Número de aerogeneradores / Potencia unitaria	3 / 7000 kW
Potencia total	27 MW
Ayuntamientos	Aiara y Laudio
Provincia / Comunidad Autónoma	Araba / Euskadi
Plazo de ejecución	7 meses

6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El Parque Eólico Ferosca I tendrá una potencia instalada de 21 MW, y estará constituido por 3 aerogeneradores de 7000 kW de potencia nominal unitaria, 163 metros de diámetro de rotor y 113 metros de altura del buje.

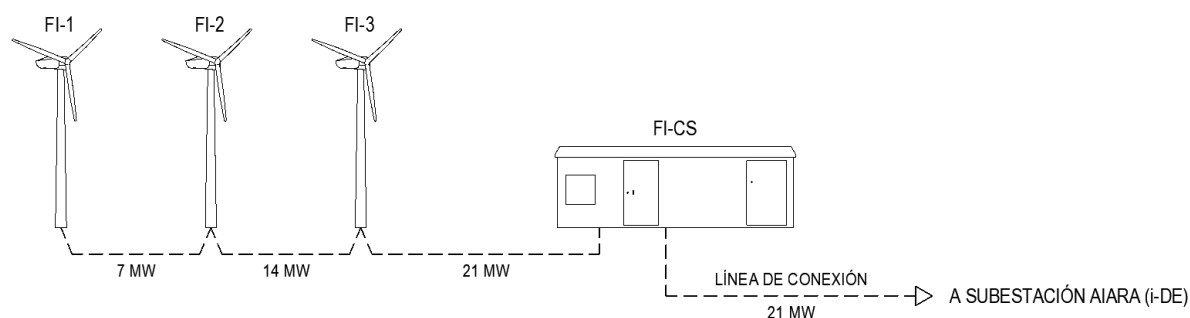
Se instalará así mismo una torre meteorológica de 113 m de altura para el seguimiento de las condiciones meteorológicas durante la fase de operación del parque.

La ruta de acceso al parque eólico partirá de la carretera local A-3622, concretamente del p.k. 48+776, donde se tomará un camino local en la margen la derecha (sentido p.k. decrecientes) que conduce al emplazamiento previsto.

Para permitir el acceso hasta cada posición, se acondicionarán los caminos existentes y, cuando no sea posible, se construirán nuevos viales con las características que más adelante se indican, así como las plataformas y áreas auxiliares necesarias para el montaje mecánico de los aerogeneradores y la torre meteorológica.

Cada generador se conectará individualmente a su centro de transformación 0,95/30 kV, ubicado en el interior de la propia turbina. Dichos centros de transformación estarán así mismo conectados entre sí y con el centro de seccionamiento de 30 kV de donde partirá la línea subterránea que conectará el parque eólico con la Red de Distribución de energía eléctrica en la subestación Aiara, cuyo titular es la empresa distribuidora i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. (en adelante, i-DE)

Se incluye a continuación un esquema explicativo de la instalación prevista y su conexión a la Red de Distribución de energía eléctrica.



En posteriores apartados se describen con detalle las infraestructuras ubicadas dentro del municipio de Laudio.

7. INFRAESTRUCTURAS Y AFECCIONES EN EL MUNICIPIO DE LAUDIO.

7.1. INFRAESTRUCTURAS PREVISTAS EN EL MUNICIPIO DE LAUDIO.

Se contemplan las siguientes infraestructuras dentro del municipio de Laudio:

- Implantación de 3 aerogeneradores (FI-1, FI-2, FI-3) y sus infraestructuras asociadas (cimentación, plataforma de montaje, áreas de acopio y áreas auxiliares para montaje de grúa).
- Implantación de la torre meteorológica (FI-TM) y sus infraestructuras asociadas (cimentación, plataforma de montaje y área auxiliar para montaje de la celosía).
- Viales de acceso.
- Canalizaciones subterráneas red colectora interna del parque.

Todo ello de acuerdo con lo indicado en los planos adjuntos.

7.2. AFECCIONES DEL PROYECTO EN EL MUNICIPIO DE LAUDIO.

El Proyecto contempla el acondicionamiento de una serie de caminos existentes de titularidad municipal que se emplearán como acceso a los aerogeneradores.

Por otra parte, el Proyecto se sitúa parcialmente sobre terrenos del Monte de Utilidad Pública Nº 76 "Pagolar", cuyo titular es así mismo el Excmo. Ayuntamiento de Laudio.

7.3. AEROGENERADORES.

7.3.1. Disposición física.

El Parque Eólico Ferosca I estará constituido por 3 aerogeneradores ubicados en los puntos definidos por las siguientes coordenadas UTM expresadas en metros en el sistema ETRS89, Huso 30 (se indica además la cota del terreno en metros sobre el nivel del mar, la altura máxima prevista del aerogenerador y la cota máxima en cada posición).

COORDENADAS UTM AEROGENERADORES (ETRS89, Huso 30)					
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (m)	Alt. (m)	Zmáx (m)
FI-1	498.504,00	4.776.070,00	604,00	194,50	798,50
FI-2	498.907,00	4.775.798,00	651,00	194,50	845,50
FI-3	499.453,00	4.775.253,00	674,00	194,50	868,50

Los 3 aerogeneradores se situarán en el municipio de Laudio.

7.3.2. Características principales.

A partir de los estudios de recurso eólico realizados con máquinas comerciales, se ha determinado que el aerogenerador que mejor se adapta al emplazamiento es el modelo Nordex N163-7.0 HH113 m, cuyas características principales son las siguientes:

Potencia nominal	7000 kW
Diámetro del rotor	163 m
Área barrida	20.867 m ²
Altura de buje	113 m
Altura total (punta de pala)	194,5 m
Regulación	Paso y velocidad variables

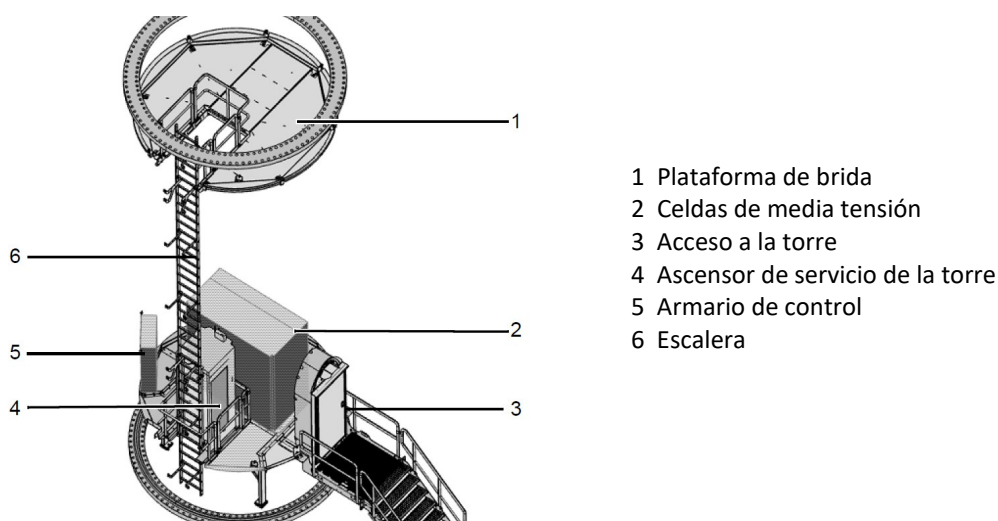
Se trata de una máquina con rotor tripala a barlovento regulado por un sistema de cambio de paso independiente en cada pala y sistema activo de orientación que permite operar el aerogenerador a velocidad variable maximizando la potencia producida y minimizando las cargas y el ruido generado.

Las dimensiones principales de la turbina se indican en el plano nº 14.

7.3.3. Componentes principales.

Torre

El aerogenerador está montado sobre una torre de acero tubular troncocónica de 113 m de altura, constituida por cuatro secciones. Dispone de un elevador interior para acceso directo a la góndola, y escalera equipada con sistema anticaídas y plataformas interiores de descanso y trabajo.



Rotor

El rotor está compuesto por el buje del rotor con tres rodamientos de orientación, el sistema de pitch para el ajuste de las palas y tres palas del rotor.

El buje está formado por un elemento base que consiste en una estructura rígida de fundición, sobre la cual se montan los rodamientos de pitch y las palas del rotor. El protector del buje permite el acceso directo desde la góndola al interior del buje.

Las palas están fabricadas con material compuesto reforzado con fibra de vidrio y fibra de carbono de alta calidad, y se someten a ensayos estáticos y dinámicos de acuerdo con las normas IEC 61400-23 y DNVGL-ST-0376.

El sistema de pitch se utiliza para ajustar el ángulo de paso de las palas del rotor según las consignas del sistema de control. Para cada pala del rotor, el sistema incluye un accionamiento electromecánico con motor de corriente alterna, reductor planetario y piñón de accionamiento, así como una unidad de control con convertidor de frecuencia y alimentación eléctrica de emergencia.

La alimentación eléctrica y la transmisión de señales se realizan mediante un anillo colector situado en la góndola.

Góndola

La góndola alberga los principales componentes mecánicos y eléctricos del aerogenerador.

El eje del rotor transmite el movimiento a la multiplicadora. Un sistema de bloqueo (freno mecánico) permite inmovilizar el rotor durante las tareas de mantenimiento.

La multiplicadora incrementa la velocidad hasta el régimen requerido por el generador. Está lubricada con aceite y equipada con filtros y monitorización de temperatura.

El generador es una máquina asíncrona doblemente alimentada de 6 polos. Cuenta con un intercambiador de calor aire-agua integrado y está conectado al circuito de refrigeración.

El convertidor conecta la red eléctrica al generador, lo que permite que este funcione a velocidades de rotación variables.

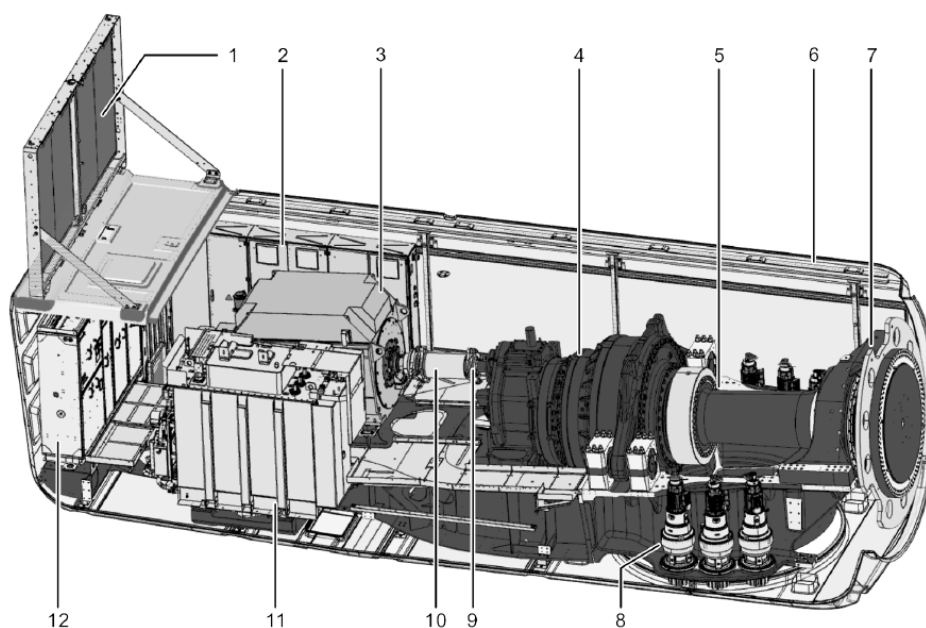
El transformador eleva la tensión de 950 V en el sistema generador-convertidor hasta los 30 kV correspondientes a la red interna del parque eólico. El transformador se refrigera mediante su conexión al circuito de refrigeración.

En el armario de distribución se encuentran todos los componentes eléctricos necesarios para el control y la alimentación de la turbina.

El agua de refrigeración se enfría mediante un enfriador pasivo ubicado en la cubierta de la góndola.

El sistema de orientación constituido por un motor eléctrico, un engranaje planetario multietapa y un piñón de transmisión hace girar la góndola de forma óptima en función de la dirección del viento.

Todos los elementos internos de la góndola están protegidos contra el viento y las inclemencias del tiempo mediante una carcasa.



- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1 Enfriador pasivo | 7 Cojinete del rotor |
| 2 Armario de control | 8 Mecanismo de orientación |
| 3 Generador | 9 Freno mecánico |
| 4 Multiplicadora | 10 Acoplamiento |
| 5 Eje del rotor | 11 Transformador |
| 6 Carcasa de la góndola | 12 Convertidor |

Sistemas auxiliares

Sistema automático de lubricación

El cojinete del generador, el engranaje de los cojinetes de paso, el cojinete del rotor y el engranaje del cojinete de orientación están equipados con un sistema de lubricación automática.

Calentadores

La caja de cambios, el generador, el circuito de refrigeración y todos los armarios eléctricos correspondientes están equipados con calentadores.

Polipasto

La góndola cuenta con un polipasto eléctrico de cadena que se utiliza para elevar herramientas, componentes y otros materiales de trabajo desde el suelo hasta el interior de la góndola.

Por otra parte, se dispone de una viga transversal con carro deslizante que permite el desplazamiento de los materiales dentro de la góndola.

Sistema de refrigeración

Dos circuitos de refrigeración independientes garantizan la refrigeración de los componentes principales. El convertidor y la caja de engranajes se refrigeran en un circuito, mientras que el generador y el transformador se refrigeran en el otro.

Ambos circuitos de refrigeración están conectados a enfriadores pasivos ubicados en el techo de la góndola, donde el agua se vuelve a enfriar.

7.3.4. Sistema de control.

La turbina eólica funciona automáticamente. Un controlador lógico programable (PLC) monitoriza continuamente los parámetros de funcionamiento mediante diversos sensores, compara los valores reales con los puntos de ajuste correspondientes y emite las señales de control necesarias a los componentes de la turbina. Los parámetros de funcionamiento son especificados por Nordex y se adaptan a cada ubicación. El controlador se encuentra en un armario de distribución en la base de la torre.

Cuando no hay viento, la turbina permanece en reposo. Sólo los sistemas auxiliares están operativos o se activan según sea necesario: por ejemplo, los calentadores, la lubricación de los engranajes o el PLC, que monitoriza los datos del sistema de medición del viento. Todos los demás sistemas están apagados y no consumen energía. El rotor gira al ralentí.

Al alcanzar la velocidad de arranque del viento, la turbina pasa al estado de «lista para funcionar». En ese momento, se prueban todos los sistemas, la góndola se orienta hacia el viento y las palas del rotor también. Al alcanzar una velocidad determinada, el generador se conecta a la red eléctrica y la turbina produce energía eléctrica.

A bajas velocidades del viento, la turbina eólica opera a carga parcial. Las palas del rotor permanecen orientadas al viento al máximo. La potencia generada por la turbina eólica depende de la velocidad del viento.

Cuando se alcanza la velocidad nominal del viento, la turbina eólica pasa al rango de carga nominal. Si la velocidad del viento continúa aumentando, el control de velocidad modifica el ángulo de las palas del rotor para que la velocidad del rotor y, por lo tanto, la potencia de salida de la turbina eólica, se mantengan constantes.

El sistema de orientación garantiza que la góndola esté siempre alineada de forma óptima con el viento. Para ello, dos sistemas de medición de viento independientes en la góndola miden la dirección del viento.

Solo se utiliza un sistema de medición de viento para el sistema de control, mientras que el segundo sistema monitoriza al primero y toma el relevo en caso de fallo del mismo.

Si la dirección del viento medida se desvía demasiado de la alineación de la góndola, esta gira hacia el viento.

La energía eólica absorbida por el rotor se convierte en energía eléctrica mediante una máquina de inducción de doble alimentación con rotor de anillos rozantes. Su estator está conectado directamente, y el rotor se conecta mediante un convertidor de frecuencia especialmente controlado al transformador de media tensión que conecta la turbina a la red eléctrica. Como resultado, solo una parte de la potencia necesita ser canalizada a través del convertidor, lo que permite bajas pérdidas en el sistema eléctrico.

7.3.5. Sistemas de seguridad.

Las turbinas eólicas Nordex están equipadas con dispositivos y equipos técnicos que protegen a las personas y los sistemas, y garantizan un funcionamiento continuo. La turbina completa está diseñada de acuerdo con la Directiva de Máquinas 2006/42/CE y certificada según la norma IEC 61400.

Los parámetros de seguridad en el control del sistema se supervisan continuamente. Los datos de los sensores de seguridad se transmiten a través de un sistema de bus seguro al controlador de seguridad para su evaluación. Si se superan los parámetros especificados, el sistema se detiene mediante actuadores y se pone en estado seguro.

Según la causa de la desconexión, se activan diferentes programas de frenado. En caso de causas externas, como velocidades de viento excesivas o temperaturas inferiores a las de funcionamiento, la turbina eólica se frena suavemente mediante el ajuste de las palas del rotor.

Otras funciones de seguridad se utilizan para detener los accionamientos de forma segura para realizar trabajos de mantenimiento.

7.3.6. Protección contra rayos y sobretensiones.

La protección contra rayos y sobretensiones de la turbina eólica se basa en el concepto de zona de protección contra rayos conforme a la CEM, que comprende la implementación de medidas de protección internas y externas contra rayos y sobretensiones, de acuerdo con la norma IEC 61400-24.

La turbina eólica está diseñada según la clase de protección contra rayos I.

7.3.7. Compatibilidad electromagnética (CEM).

La turbina eólica, junto con los equipos eléctricos, los consumidores y la tecnología de medición, control, protección, información y telecomunicaciones, cumple con los requisitos de CEM según la norma IEC 61400-1.

7.3.8. Sistema de media tensión (30 kV).

Cada aerogenerador dispondrá de un centro de transformación de 30 kV compuesto por los siguientes elementos:

- Un transformador elevador de 7800 kVA de potencia y relación de transformación 30/0,95 kV.
- Celdas de protección y maniobra de los circuitos de 30 kV.
- Cables y terminales de conexión entre el transformador y el aerogenerador.

Transformador

El transformador se localiza en el interior de la góndola, y se fabrica según norma IEC 60076-16.

Los componentes de acero del transformador están dimensionados para la protección contra la corrosión de clase C3 (H).

Medidas de protección adicionales:

- Tanque conectado a tierra (transformador de éster).
- Protección contra sobre temperatura con sensor y relé.
- Protección hermética (contra fugas) y protección contra sobrepresión para el transformador de éster.

Celdas de media tensión

Las celdas de protección y maniobra de los circuitos de 30 kV estarán situadas en el interior del aerogenerador, en la parte inferior de la torre, y permitirán la conexión/desconexión individual de cada turbina con respecto a la red eléctrica.

Serán del tipo modular con aislamiento integral en SF6, para red de tensión nominal 30 kV, intensidad nominal 630 A e intensidad de cortocircuito admisible 20 kA / 0,5 s.

Las características, comunes a todas las celdas, serán:

Aislamiento	SF ₆
Tensión asignada	36 kV
Intensidad asignada	630 A
Intensidad corta duración	20 kA
Niveles de aislamiento:	
A frecuencia industrial 50 Hz (1 min)	70 kV
A impulso tipo rayo	170 kV

La posición del aerogenerador en el parque define los módulos a emplear en las celdas:

Módulo 0L+1P

Esta tipología se empleará en los aerogeneradores en posiciones finales de los circuitos de 30 kV, permitiendo, además de la protección del transformador, su conexión con el siguiente aerogenerador, mediante las siguientes celdas:

- 1 ud de celda de protección de transformador.
- 1 ud de celda de remonte de barras (salida).

Módulo 0L+1L+1P

Esta disposición de celdas se emplea en los aerogeneradores situados en posiciones intermedias del circuito, permitiendo, además de la protección del transformador del aerogenerador, su conexión con los aerogeneradores anterior y siguiente, mediante las siguientes celdas:

- 1 ud de celda de protección de transformador.
- 1 ud de celda de línea (entrada).
- 1 ud de celda de remonte de barras (salida).

La disposición de las celdas dentro del aerogenerador dejará los pasillos necesarios para una fácil maniobra e inspección de las instalaciones, respetándose en cualquier caso las distancias mínimas establecidas al efecto en la Instrucción ITC-RAT 14 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión (R.D. 337/2014, de 9 de mayo).

Protecciones

La protección del sistema de la aparamenta de media tensión se logra mediante los siguientes elementos:

- Mayor seguridad personal y protección del sistema en caso de arco eléctrico mediante pruebas de tipo conforme a la norma IEC 62271-200.
- Dispositivo de protección alimentado con corriente de convertidor y estabilizado para la corriente de irrupción como relé DMT (protección independiente contra la corriente máxima).

- Las aberturas de accionamiento de la aparamenta están enclavadas para impedir el funcionamiento simultáneo de más de una, y pueden bloquearse opcionalmente.
- Protección contra la corrosión de las celdas de la aparamenta mediante galvanizado en caliente y superficies pintadas.
- Alivio de presión mediante conducto absorbedor de presión en caso de arco eléctrico. Como alternativa, para EE. UU., se puede instalar un supresor de arco en el tanque y en el compartimento de conexión de cables.

Sistema principal de baja tensión (950 V)

La red de baja tensión principal es de 950 V. Está aislada de tierra como una red IT y una red trifásica de corriente alterna.

Los elementos de los dispositivos eléctricos de operación y medición de esta red están conectados a tierra directamente o mediante cables de equipotencialidad de protección independientes.

Se cuenta con un monitor de aislamiento central como medida de protección adicional para la seguridad del personal y de la turbina en el sistema IT de 950 V.

Sistema auxiliar de baja tensión (400/230 V)

Los servicios auxiliares de alimentan a partir de una red de baja tensión a 400 V/230 V. Su neutro está conectado a tierra directamente en los transformadores de la red de alimentación, como un sistema TN y un sistema trifásico.

Las masas metálicas de los equipos eléctricos y los consumidores, incluyendo la equipotencialidad de protección adicional, se conectan directamente, mediante conexiones de conductores de puesta a tierra de protección, a los neutros de los transformadores de la red de alimentación.

La baja tensión auxiliar que requiere la turbina eólica en modo de espera y en modo de inyección a la red es solicitada por los siguientes consumidores:

- Control del sistema, incluido el control del convertidor principal
- Alimentación auxiliar de 400 V/230 V del convertidor principal
- Alimentación de 230 V CA UPS, incluida la alimentación de 24 V CC
- Sistema de orientación
- Sistema de cabeceo
- Accionamientos auxiliares como bombas, ventiladores y unidades de lubricación
- Calefacción e iluminación
- Sistemas auxiliares como el elevador de servicio y las luces de señalización de obstáculos
- Las mediciones a largo plazo muestran que la carga base anual promedio de la planta de energía auxiliar de baja tensión en funcionamiento con inyección a la red es de aproximadamente 15 kW en el valor promedio de 10 minutos, y el valor promedio máximo de 10 minutos puede alcanzar hasta 25 kW/32 kVA. Estos valores ya están incluidos en las curvas de potencia.

7.3.9. Protección contra la corrosión.

A continuación se indica la clasificación de la protección contra la corrosión de los elementos principales de la turbina de acuerdo con la ISO 12944-2.

Protección contra la corrosión	Áreas externas	Áreas internas
Góndola	C5-M	C3
Buje	C5-M	C3
Torre	C5-I	C3

7.3.10. Protección contra incendios.

Los sistemas de protección contra incendios requeridos en las instalaciones eléctricas de alta tensión previstas en el interior de los aerogeneradores están regulados por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobado por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, y, en particular, la Instrucción Técnica Complementaria ITC-RAT 14 sobre instalaciones eléctricas de interior, siendo igualmente de aplicación el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo.

De acuerdo con lo establecido en la Instrucción ITC-RAT 14, para la determinación de los sistemas de protección contra incendios a adoptar en las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

- a) La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- b) La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- c) La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- d) La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas.
- e) La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.
- f) Instalación de dispositivos de recogida del líquido dieléctrico en fosos colectores.

Foso de recogida de aceite

Puesto que los transformadores de potencia de los aerogeneradores (de aislamiento seco) no contienen dieléctricos líquidos, no se requiere la instalación de foso de recogida.

Sistemas fijos de extinción

Puesto que los transformadores no contienen dieléctricos inflamables o combustibles de punto de combustión inferior a 300 °C, no se requiere la instalación de sistemas fijos de extinción de incendios. No obstante, los transformadores deberán instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

Extintores móviles

Puesto que la planta eólica contará con personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones (los propios aerogeneradores), se requiere únicamente que dicho personal de mantenimiento disponga en sus vehículos de dos extintores portátiles de eficacia mínima 89B.

Los extintores, sus características y especificaciones serán conformes a las exigidas en el Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.

Además, los extintores estarán certificados de acuerdo con lo establecido en el Art. 5.2 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por R.D. 513/2017, de 22 de mayo, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en las normas UNE-EN 3-7 y UNE-EN 3-10.

Consideraciones adicionales

Los aerogeneradores cumplirán, en materia de protección contra el fuego, lo establecido en la norma EN-50308 Aerogeneradores. Medidas de protección. Requisitos para diseño, operación y mantenimiento, y contarán con la correspondiente declaración de conformidad CE, según lo indicado en la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas.

En cuanto a la evacuación del humo en caso de incendio, los aerogeneradores cuentan con sistemas de ventilación, de modo que el humo que se pueda producir en el interior de la torre es conducido por convección natural (efecto chimenea), a través de la abertura existente en la zona de orientación, en lo alto de la torre (zona entre torre y nacelle).

No obstante lo anterior, el aerogenerador seleccionado cuenta, como medida de protección adicional, con diferentes sensores conectados al sistema de control que dispararán el interruptor de 30 kV, desconectando la máquina de la red ante la presencia de arcos eléctricos en el compartimento del transformador, faltas a tierra o temperaturas elevadas en los devanados del transformador.

Además, durante los trabajos de servicio y mantenimiento, en la góndola deberá haber obligatoriamente un extintor manual de CO₂ de 5-6 kg, un botiquín de primeros auxilios y una manta ignífuga.

7.3.11. Cumplimiento de los Códigos de Red aplicables.

El aerogenerador seleccionado cumplirá con los requisitos para la conexión a la red establecidos en el Anexo I de la Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión, para los módulos de generación de Tipo D según el Art. 8 del Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.

7.3.12. Sistema de balizamiento.

Conforme al Artículo 8 del Decreto 584/1972, de 24 de febrero, sobre servidumbres aeronáuticas, los aerogeneradores previstos, que tienen una altura desde el suelo superior a 100 metros, se consideran como obstáculos a la navegación aérea.

Por este motivo, los aerogeneradores deberán estar provistos de dispositivos de balizamiento con los criterios indicados en el propio Decreto 584/1972, y en la Guía de señalamiento e iluminación de turbinas y parques eólicos, código SSAA-17-GUI-126-A01, Edición 1.1 de 13/06/2017, de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

En las posiciones FI-1 y FI-3, se instalarán balizas con un sistema dual media A/ media C. Durante el día y el crepúsculo (luminancia de fondo superior a 500 cd/m^2 , y entre 50 cd/m^2 y 500 cd/m^2 , respectivamente) la iluminación será de media intensidad tipo A, mientras que en la noche (luminancia de fondo inferior a 50 cd/m^2) ésta será de media intensidad tipo C.

Las balizas se instalarán en la parte superior de la góndola, y dispondrán de un sistema automático capaz de cambiar el tipo de luz en función de la luminancia de fondo (tipo A por encima de 500 cd/m^2 , tipo C por debajo de 50 cd/m^2).

La secuencia de parpadeos de las luces de obstáculo de todos los aerogeneradores iluminados deberá sincronizarse de manera que la secuencia de pulsos se inicie en 00.00.00 segundos según UTC con un desplazamiento admisible del punto cero de $\pm 50 \text{ ms}$. Así mismo, las luces estarán sincronizadas con las de otros parques eólicos situados a menos de 10 km.

Además de la luz de media intensidad instalada en la barquilla, se deberá proporcionar una segunda luz que sirva de alternativa en caso de fallo de la luz en funcionamiento. Las luces deberán instalarse asegurándose de que la potencia luminosa de cada luz no quede obstruida por la otra.

Así mismo, durante la noche o en condiciones de baja visibilidad, se completará la iluminación de cada uno de los aerogeneradores con un segundo nivel de luces de obstáculos de baja intensidad tipo B situadas a 29,5 m de altura sobre el suelo (como mínimo a dos metros por debajo de la altura correspondiente al punto más bajo de las palas de los aerogeneradores, de modo que las palas, en su movimiento, no tapen las luces de obstáculos), con 3 luces instaladas formando entre ellas un ángulo de 120° , de modo que se asegure la visibilidad desde todos los azimuts.

En los aerogeneradores donde se instalen estos dispositivos, se instalará además un armario de control que se encargará de controlar el correcto funcionamiento de los dispositivos de iluminación, el cambio de modo día-noche y el sistema de sincronización de destellos mediante GPS.

Para asegurar la fiabilidad del sistema de iluminación instalado, éste contará con un dispositivo monitor remoto de aviso de alarma en caso de fallo. Además, los aerogeneradores donde se instalen balizas dispondrán de una fuente de energía secundaria que asegure el funcionamiento de la iluminación al menos en las 12 horas siguientes desde que se produce el fallo en la alimentación principal, con un tiempo de conmutación máximo de 15 segundos.

Balizamiento en fase de construcción

Durante la fase de construcción del parque eólico, para el montaje mecánico de los aerogeneradores se emplearán grúas autopropulsadas cuya altura (grúa principal) superará los 100 metros de altura, constituyendo por tanto un obstáculo a la navegación aérea según lo previsto en el Decreto 584/1972.

En consecuencia, las grúas que superen la mencionada altura de 100 metros, en periodo nocturno (luminancia de fondo inferior a 50 cd/m²) o en condiciones de baja visibilidad, dispondrán de un sistema de balizamiento compuesto por luces de media intensidad tipo C, situadas en su parte más alta, con las características que se indican en la " Guía de señalamiento e iluminación de obstáculos", SSAA-16-GUI-121-A01 Ed. 1.0, de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

Por otra parte, durante el período en que los aerogeneradores se encuentren completamente montados y la instalación todavía no se encuentre en servicio, se dispondrá de un sistema de alimentación auxiliar de los dispositivos de balizamiento que se mantendrá operativo en cada aerogenerador desde el momento en que éste constituye un obstáculo para la navegación aérea (es decir, desde que está completamente montado y supera los 100 metros de altura) hasta que la instalación se encuentre en servicio y por tanto las balizas se puedan alimentar desde los servicios auxiliares de la máquina.

7.3.13. Sistema de protección contra colisiones de avifauna.

Según establece la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto, los aerogeneradores deberán contar con sistemas automáticos dotados de módulos de detección, disuasión y parada para minimizar el riesgo de colisión de avifauna y quirópteros en fase de explotación del parque eólico. También se indica en la Resolución que el promotor deberá valorar la instalación de los mejores sistemas tecnológicos disponibles en el mercado cuya eficacia haya sido demostrada.

De acuerdo con ello, y tras analizar las diferentes tecnologías disponibles, se ha determinado que el sistema que mejor se adapta al emplazamiento concreto del parque eólico Ferosca I es el basado en la tecnología radar 3D, gracias a su independencia de las condiciones climatológicas, que garantiza su funcionamiento las 24 horas del día, todos los días del año, aún en presencia de lluvia, nubosidad o niebla, fenómenos muy frecuentes en el emplazamiento, y que previsiblemente condicionarían la eficacia de otros sistemas basados en visión artificial mediante cámaras de alta definición.

Se contempla, por tanto, la instalación de un sistema de detección desarrollado por la empresa Mainsait (grupo Indra), basado en radar 3D de corta distancia, algoritmia de seguimiento y predicción de trayectorias integrado con el scada de control del parque para el lanzamiento de alarmas y comandos de actuación (parada) sobre los aerogeneradores.

Concretamente, se instalarán 2 radares en la torre de los aerogeneradores FI-1 y FI-3, con 4 sectores a 90º cada uno y alcance aproximado de 1-1,2 km. El sistema previsto permite la integración de dispositivos externos y elementos disuasorios, incluyendo los basados en señales acústicas u otros que, en función de los resultados del programa de seguimiento, se consideren más eficaces.

En el Anexo nº 13 se incluye información adicional del sistema descrito.

En cualquier caso, tal y como establece también la Declaración de Impacto Ambiental, durante el primer año de explotación del parque eólico, se combinará el sistema instalado con la presencia de observadores a fin de calibrar los parámetros de funcionamiento y valorar su eficacia.

7.4. TORRE METEOROLÓGICA.

7.4.1. Disposición física.

Para realizar el seguimiento de las características del viento en la zona durante la fase de explotación del parque eólico, se instalará una torre meteorológica de altura igual a la altura de buje de los aerogeneradores (113 m), que se situará en el punto definido por las siguientes coordenadas UTM, expresadas en metros en el sistema ETRS89, Huso 30 (se indica además la cota del terreno y la altura máxima en metros sobre el nivel del mar).

COORDENADAS UTM TORRE METEOROLÓGICA (ETRS89, Huso 30)					
POSICIÓN	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (m)	Alt. (m)	Zmáx (m)
FI-TM	500.077,00	4.774.749,00	661,00	113,00	774,00

La torre meteorológica se situará en el municipio de Laudio.

7.4.2. Características generales.

La torre será de tipo celosía autosoportada de 113 m de altura, construida a base de perfiles de acero galvanizado en caliente, con soportes de acero inoxidable AISI 316 para la instrumentación de medida, contando además con una escalera y sistema anticaída homologado de carril rígido, de acuerdo con lo indicado en el plano nº 18.

7.4.3. Instrumentación y sistemas auxiliares.

La instrumentación de medida estará constituida por un conjunto de anemómetros, termómetros y demás equipos necesarios para el seguimiento de las condiciones meteorológicas durante la fase de operación del parque. Todos estos equipos se montarán sobre soportes de acero galvanizado que formarán parte del suministro de la propia torre.

Además, en la torre se instalará un armario que contendrá el sistema de adquisición de datos y telemetría, los equipos de comunicaciones y los dispositivos de protección del sistema de alimentación eléctrica en baja tensión, que se realizará desde el cuadro de servicios auxiliares del aerogenerador más próximo (FI-3), mediante una línea trifásica de baja tensión constituida por tres conductores (fase, neutro y protección) RZ1-K 0,6 kV 3G10 mm², en canalización enterrada bajo tubo de polietileno de alta densidad y doble pared (lisa interior y corrugada exterior), de 90 mm de diámetro, en canalización conjunta con los cables de fibra óptica.

7.4.4. Protección contra el rayo y puesta a tierra.

Para la protección de la instrumentación de medida y demás equipos instalados contra el impacto del rayo, se instalará en lo alto de la torre una punta Franklin múltiple, atornillada a un mástil de 3 m de longitud y 30 mm de diámetro.

Para la conexión a tierra se conectará en la punta Franklin un cable de cobre aislado de 70 mm² de sección, que bajará hacia la base de la torre por uno de sus montantes siguiendo una trayectoria lo más vertical posible, evitando cualquier cruzamiento o paralelismo con los cables de datos.

El electrodo de toma de tierra estará constituido por un anillo de 12 x 12 m a base de cable de cobre desnudo de 70 mm² enterrado a 0,5 m de profundidad, y cuatro picas de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro unidas a las cuatro esquinas del anillo, de acuerdo con lo indicado en el plano nº 20 adjunto.

7.4.5. Sistema de balizamiento.

Conforme al Artículo 8 del Decreto 584/1972, de 24 de febrero, sobre servidumbres aeronáuticas, la torre prevista, con una altura desde el suelo superior a 100 metros, se considera como un obstáculo para la navegación aérea, por lo que es preceptiva su señalización y la instalación de dispositivos de balizamiento de acuerdo con la "Guía de señalamiento e iluminación de obstáculos", SSAA-16-GUI-121-A01 Ed. 1.0, de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

Para su señalización, la torre se pintará en franjas iguales de color rojo y blanco, alternadas, con un ancho de un séptimo de la altura total, y distribuidas de forma que la primera y la última sean de color rojo, con el fin de que las torres sean fácilmente distinguibles durante el día.

Para su balizamiento nocturno, se instalarán luces de obstáculo de media intensidad tipo C en la parte más alta de la torre, así como en dos niveles intermedios, a las alturas de 38 y 76 metros sobre el terreno, que emitirán luz roja fija omnidireccional, de forma que las instalaciones queden indicadas en todos los ángulos de azimut.

Todas estas luces cumplirán con las características que se indican en la "Guía de señalamiento e iluminación de obstáculos", SSAA-16-GUI-121-A01 Ed. 1.0, de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

Balizamiento en fase de construcción

Durante la fase de construcción del parque eólico, para el montaje mecánico de la torre meteorológica, se emplearán grúas autopropulsadas cuya altura superará los 100 metros de altura, constituyendo igualmente un obstáculo a la navegación aérea según lo previsto en el Decreto 584/1972.

En consecuencia, en periodo nocturno (luminancia de fondo inferior a 50 cd/m²) o en condiciones de baja visibilidad, las grúas dispondrán de un sistema de balizamiento similar al descrito en puntos anteriores para el montaje de los aerogeneradores.

Por otra parte, durante el período en que la torre se encuentre completamente montada y la instalación todavía no se encuentre en servicio, se dispondrá de un sistema de alimentación auxiliar de los dispositivos de balizamiento que se mantendrá operativo desde el momento en que la torre constituye un obstáculo para la navegación aérea (es decir, desde que está completamente montada y supera los 100 metros de altura) hasta que la instalación se encuentre en servicio y por tanto las balizas se puedan alimentar desde los servicios auxiliares del parque.

7.5. ACCESO GENERAL.

7.5.1. Ruta de acceso prevista.

La ruta de acceso prevista partirá de la red de carreteras existente en la zona, concretamente de la carretera local AS-3622, continuando por un camino existente que parte de la margen derecha de la vía principal, en el p.k. 48+776, y que conduce al emplazamiento previsto, todo ello según lo indicado en el plano nº 02 adjunto.

7.5.2. Actuaciones necesarias.

Las actuaciones necesarias para viabilizar el acceso de los transportes especiales se implantan íntegramente en el municipio de Aiara, por lo que se omite su descripción en la presente Separata.

7.6. OBRA CIVIL.

7.6.1. Introducción.

Se incluyen en este epígrafe las siguientes unidades de obra:

- Viales interiores
- Sistema de drenaje
- Plataformas de montaje
- Cimentaciones
- Zanjas de cableado

7.6.2. Viales interiores.

El diseño de todos los viales (nuevos y acondicionados) se ha realizado a partir de la especificación técnica de transporte para el aerogenerador seleccionado (DG200853 v.29 de 26.11.2025), que establece las características geométricas y constructivas necesarias para permitir el acceso de los transportes previstos.

Los viales interiores tendrán una anchura útil de 6 metros, con los sobreanchos necesarios en las curvas de menor radio para permitir el giro de los transportes de mayor tamaño.

Las pendientes serán inferiores al 10 %, reduciéndose hasta el 7 % en tramos con curvas cerradas y ángulos elevados. Cuando sea necesario, se podrán alcanzar pendientes superiores empleando pavimentos adecuados (refuerzo con hormigón o solución equivalente).

La rasante se diseña, en general, con acuerdos verticales superiores a $K_v = 750$. Por su parte, la pendiente lateral (peralte) será nula, aunque el firme tendrá un bombeo del 2 % para facilitar la evacuación de las aguas.

La capacidad portante mínima de los viales será de 2 kg/cm^2 , debiendo soportar además una carga mínima de 12 t por cada eje de los camiones.

El vial de acceso a la torre meteorológica se diseña con unas características idénticas a las de los tramos entre aerogeneradores, pero con una anchura útil de 4 m.

Las secciones tipo se representan en el plano nº 08 adjunto.

Los materiales empleados en la formación del firme dependerán del tipo de suelo existente en cada emplazamiento; en cualquier caso, se parte de una sección tipo de vial compuesta por una primera capa de zahorra natural o material seleccionado procedente de la excavación, de 20 cm de espesor, compactada hasta el 95 % del ensayo Proctor Normal, y una segunda capa de rodadura de zahorra artificial también de 20 cm de espesor, compactada hasta el 98 % del Proctor Modificado.

En general, se ha intentado aprovechar al máximo la red de caminos existentes a fin de minimizar la ocupación de terrenos y las afecciones sobre el medio natural. Así, los caminos existentes empleados suman una longitud de 7,8 km (73 % del total), siendo de 2,9 km la longitud de los nuevos viales proyectados (27 % del total).

En general, los viales se diseñan con rasantes que aseguren un mínimo movimiento de tierras y, por tanto, un reducido impacto sobre el medio. En este sentido, se procura que la traza discurra en desmonte abierto en ladera, evitando, en lo posible, la formación de trincheras.

La ejecución de los viales comprende una primera fase de apertura de la traza, con desbroce y retirada y acopio de la capa de tierra vegetal, hasta localizar un material suficientemente compactado válido como soporte del nuevo vial.

La tierra vegetal retirada será acopiada convenientemente, separada del resto de material de excavación. Es importante garantizar la conservación de sus propiedades durante el periodo de acopio, evitando, en la medida de lo posible, que se produzcan arrastres de material, tanto por la acción del viento como por la erosión debida a la lluvia. En caso necesario se habilitará una zona de acopio, debidamente preparada, para trasladar allí la tierra vegetal hasta su reutilización en la regeneración de taludes, zanjas y plataformas de montaje. La ubicación de esta zona será tal que no interfiera con los cursos hídricos existentes.

Cruzamientos con el oleoducto "Bilbao-Valladolid"

Con el trazado de viales previsto, se produce un cruce con el oleoducto "Bilbao-Valladolid", gestionado por la empresa de servicio público Exolum Corporation, S.A. (antes Compañía Logística de Hidrocarburos, CLH). En dicho punto, el vial se construirá sobre una losa de hormigón armado HA-25 de 20 cm de espesor, de acuerdo con lo indicado en el plano nº 08 adjunto.

7.6.3. Sistema de drenaje.

A fin de preservar los viales de la acción erosiva del agua, se ha diseñado un sistema de drenaje con el objetivo de mantener el régimen de escorrentía natural del terreno en unas condiciones equiparables a las actuales tras la construcción de los nuevos viales, minimizando el posible efecto barrera que éstos pudieran suponer frente a la circulación superficial del agua procedente de la lluvia.

Como elementos de drenaje longitudinal, en las zonas donde los viales discurren en desmonte, contarán con una cuneta situada en el pie de talud, de sección triangular, de 1,00 m de anchura y 50 cm de profundidad, con taludes 1H:1V. Se prevé el revestimiento con hormigón en aquellos tramos donde la velocidad de circulación del agua pueda ocasionar fenómenos de erosión.

Como elementos de drenaje transversal se emplearán obras de drenaje transversal (ODT) compuestas por un conjunto de tubos de hormigón prefabricado, con diámetros entre 400 y 1000 mm, según lo indicado el plano nº 10 adjunto.

Los caños se instalarán apoyados sobre lecho de hormigón y reforzados con el mismo material, y estarán dotados de las embocaduras de entrada y salida necesarias en cada caso para la captación del caudal de agua procedente del terreno o cuneta y su posterior restitución al punto de desagüe, con la geometría y dimensiones indicada en el plano nº 11 adjunto.

También se instalarán tubos de drenaje del mismo tipo en los accesos a las plataformas de montaje y en los accesos de caminos existentes.

7.6.4. Plataformas de montaje.

Junto a cada aerogenerador, se dispondrá una zona especialmente acondicionada para la colocación de los medios de elevación necesarios para el montaje de los distintos elementos que componen el aerogenerador. Las plataformas tendrán áreas diferenciadas para el emplazamiento de las grúas principal y auxiliar, para el acopio temporal de los distintos componentes del aerogenerador y para el montaje de la pluma de la grúa principal.

Igualmente, para el montaje de la torre meteorológica se dispondrá una plataforma de montaje para el emplazamiento de la grúa, y una zona acondicionada para montaje en el suelo de la celosía, previo a su izado.

Plataformas de montaje aerogeneradores

El acabado de las plataformas será el siguiente para las distintas áreas de la misma:

- Área de maniobra de grúas (principal y auxiliares) y áreas de acopio de tramos de torre y góndola: el acabado consistirá en una capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor, compactada hasta el 98% del ensayo P.M. La capacidad portante mínima será de 5 kg/cm² para la zona de trabajo de las grúas y de 2 kg/cm² para el resto de las áreas.

- Áreas de acopio de palas y elementos auxiliares y área auxiliar para montaje de la grúa principal: no se contempla firme de zahorra, siendo suficiente con que la superficie esté debidamente compactada, nivelada y libre de obstáculos. La capacidad portante mínima será de 3 kg/cm².

Todas las áreas indicadas serán completamente regeneradas una vez finalizada la fase de montaje del parque eólico, realizándose los movimientos de tierras necesarios para la restitución del terreno a sus cotas iniciales, para a continuación extender una capa de tierra vegetal para su posterior revegetación, excepto el área de maniobra de las grúas, en la cual se retirará la capa de firme y se extenderá igualmente una capa de tierra vegetal, y la zona de acceso al aerogenerador, donde se mantendrá la capa de firme granular, todo ello de acuerdo con lo indicado en los planos nº 17 y 26 adjuntos.

Plataforma de montaje torre meteorológica

El acabado de la plataforma será el siguiente:

- Área de maniobra de grúa: el acabado consistirá en una capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor, compactada hasta el 98% del ensayo P.M. La capacidad portante mínima será de 3 kg/cm².
- Área auxiliar para montaje de la celosía: no se contempla firme de zahorra, siendo suficiente con que la superficie esté debidamente compactada, nivelada y libre de obstáculos. La capacidad portante mínima será de 3 kg/cm².

Las áreas indicadas serán completamente regeneradas una vez finalizada la fase de montaje del parque eólico, realizándose los movimientos de tierras necesarios para la restitución del terreno a sus cotas iniciales, para a continuación extender una capa de tierra vegetal para su posterior revegetación, excepto la zona de acceso a la torre meteorológica, donde se mantendrá la capa de firme granular, todo ello de acuerdo con lo indicado en los planos nº 21 y 26 adjuntos.

7.6.5. Cimentaciones.

Las cimentaciones adoptadas para los aerogeneradores y para la torre meteorológica se basan en los diseños tipo del fabricante, y deberán ser comprobadas previamente a su construcción, una vez se complete la necesaria campaña de reconocimientos geotécnicos.

Cimentación aerogenerador

La cimentación del aerogenerador consistirá en una zapata de planta circular, de 24 m de diámetro y canto variable de 0,50 a 3,50 m, con un pedestal cilíndrico de 6 m de diámetro y 0,6 m de altura donde quedará embebida la jaula de pernos para anclaje del primer tramo de la torre, de acuerdo con el plano nº 15 adjunto.

Previo a la excavación, se retirará la cobertura vegetal, que se acopiará convenientemente para su posterior empleo en la regeneración de los terrenos afectados.

La cimentación se construirá a base de hormigón armado, C45/55 (HA-45) para la zapata y C50/60 (HA-50) para el pedestal, con una capa de hormigón C20/25 (HM-20), de 10 cm de espesor, para la limpieza y nivelación del fondo de excavación. Las armaduras serán barras corrugadas de acero B-500-S.

Una vez construida la cimentación, el hueco circundante al pedestal se rellenará hasta la cota original del terreno con material seleccionado procedente de la excavación, debidamente compactado, libre de fragmentos de tamaño superior a 10 cm y contenido en materia orgánica inferior al 1%. Puesto que se trata de un relleno estructural, la densidad mínima del material empleado será de 1800 kg/m³.

Cimentación torre meteorológica

La cimentación de la torre meteorológica consistirá en una zapata de planta cuadrada, de 10 m de lado y 0,70 m de canto, con tres pedestales cilíndricos de 0,8 m de diámetro y 1 m de altura donde se alojarán los pernos para anclaje de las tres patas de la torre, de acuerdo con el plano nº 19 adjunto.

Previo a la excavación, se retirará la cobertura vegetal, que se acopiará convenientemente para su posterior empleo en la regeneración de los terrenos afectados.

La cimentación se construirá a base de hormigón armado C30/37 (HA-30), con una capa de hormigón en masa C20/25 (HM-20), de 10 cm de espesor, para la limpieza y nivelación del fondo de excavación. Las armaduras serán barras corrugadas de acero B-500-S.

Una vez construida la cimentación, se efectuará un relleno con material seleccionado procedente de la excavación, con una densidad mínima de 1600 kg/m³, debidamente compactado hasta alcanzar la cota original del terreno.

7.6.6. Zanjas para cableado.

Todas las canalizaciones eléctricas y de control del parque, así como la línea de conexión con la subestación Aiara, serán subterráneas. Los cables se instalarán directamente enterrados, en zanja de profundidad y anchura variables en función del tipo de canalización y del número de circuitos instalados en cada tramo, según se indica en las secciones tipo incluidas en el plano nº 13 adjunto.

Conjuntamente con los cables de potencia y señal, se instalará un conductor de cobre desnudo de 50 mm² como electrodo de tierra directamente enterrado en el fondo de la zanja, a lo largo de todo su recorrido.

Los trabajos de apertura y cierre de zanjas se realizarán de acuerdo con la siguiente secuencia:

- En el fondo de la zanja, se tenderá el conductor de tierra, y sobre él se extenderá una capa de arena fina, de 10 cm de espesor. A continuación se dispondrán los cables de media tensión y, sobre ellos, se extenderá otra capa de arena de 15 cm de espesor, que se compactará convenientemente, y sobre la que se colocará, en todo su recorrido, una o varias placas de protección mecánica de polietileno, disponiéndose el número de placas necesarias para la completa protección de los cables en función del número de ternas instaladas.

- Sobre la placa de protección, se extenderá otra capa de arena de 20 cm de espesor, sobre la que se tenderán los cables de comunicaciones, para sobre ellos extender una última capa de arena de 15 cm de espesor, debidamente compactada, sobre la que se colocará, en todo su recorrido, una o varias cintas de señalización de polietileno que adviertan de la presencia bajo la misma de cables de alta tensión.
- Sobre la cinta de señalización, se completará el relleno de la zanja con material seleccionado procedente de la excavación, que se compactará convenientemente con compactador manual, hasta las cotas indicadas en la sección tipo correspondiente.

La capa final de relleno se realizará con tierra vegetal procedente de la capa superficial de la excavación, que previamente habrá sido separada y conservada convenientemente, a fin de recuperar el entorno vegetal de la zona lo antes posible.

La entrada y salida de cables en los aerogeneradores se realizará mediante tubos de polietileno de alta densidad y doble pared, lisa la interior y corrugada la exterior, de 200 mm de diámetro para los cables de potencia y 90 mm para los de control, embebidos en la cimentación.

De acuerdo con las secciones tipo, la profundidad de instalación de los conductores será de 1 m.

Condiciones reglamentarias reguladas en el apartado 5 de la Instrucción ITC-LAT 06

Las condiciones reglamentarias para los cruzamientos de las líneas eléctricas subterráneas de alta tensión se establecen en el apartado 5 de la Instrucción ITC-LAT 06:

- Cruzamientos con calles y carreteras, ferrocarriles, otros cables de energía eléctrica, cables de telecomunicación, canalizaciones de agua, canalizaciones de gas, conducciones de alcantarillado y depósitos de carburante.
- Proximidades y paralelismos a otros cables de energía eléctrica, cables de telecomunicación, canalizaciones de agua y canalizaciones de gas.
- Acometidas (conexiones de servicio).

A continuación se resumen las condiciones de aplicación al proyecto.

A) Cruzamientos con calles y carreteras

De acuerdo con la Instrucción, en los cruzamientos con calles o carreteras, siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial, y los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud, a una profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no inferior a 0,8 metros.

Con el diseño de proyecto, no se produce ningún cruzamiento con carreteras de la red provincial, autonómica o estatal, y tampoco con carreteras locales pavimentadas.

B) Cruzamientos con caminos y con los viales del parque

El trazado de las canalizaciones supone varios cruzamientos con caminos locales no asfaltados y con los propios viales internos del parque en terrenos del municipio de Laudio, cuyos datos identificativos se incluyen a continuación, de acuerdo con lo indicado en el plano nº 12 adjunto.

Nº Crz.	Ayunt.	Elem. afectado	Titular	Sección tipo	UTM X (m)	UTM Y (m)
CR-1	Laudio	Vial parque eólico	--	1 (T)	498.488	4.776.063
CR-2	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	1 (T)	498.493	4.775.959
CR-3	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	1 (T)	498.683	4.775.899
CR-4	Laudio	Vial parque eólico	--	2 (T)	498.888	4.775.793
CR-5	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	1 (T)	498.884	4.775.751
CR-6	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	1 (T)	499.217	4.775.434
CR-7	Laudio	Vial parque eólico	--	1 (T)	499.320	4.775.339
CR-8	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	2 (T)	499.332	4.775.333
CR-9	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	2 (T)	499.393	4.775.293
CR-10	Laudio	Vial parque eólico	--	2 (T)	499.435	4.775.253
CR-11	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	1 (T)	499.332	4.775.230
CR-12	Laudio	Vial parque eólico	--	1 (T)	499.349	4.775.120
CR-13	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	TM (T)	499.402	4.774.999
CR-14	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	TM (T)	499.676	4.774.823
CR-15	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	TM (T)	499.845	4.774.816
CR-16	Laudio	Vial parque eólico	--	TM (T)	500.076	4.774.757
CR-17	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	1 (T)	499.333	4.775.105
CR-18	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	1 (T)	499.043	4.774.734
CR-19	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	1 (T)	498.801	4.774.388
CR-20	Laudio	Camino	Ayto. Laudio	1 (T)	498.779	4.774.217

En estos puntos, los conductores se instalarán en el interior de tubos protectores, y la canalización se reforzará con hormigón en masa como protección mecánica. La profundidad de instalación de los conductores será así mismo superior a la mínima reglamentaria, como queda justificado en las secciones tipo de canalizaciones incluidas en el plano nº 13.

C) Cruzamientos con arroyos y cauces

Con el diseño de proyecto, produce un cruzamiento con un cauce perteneciente a la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental, en terrenos del municipio de Aiara.

D) Cruzamientos con canalizaciones de hidrocarburos

El trazado de las canalizaciones supone 1 cruzamiento con el oleoducto “Bilbao-Valladolid”, cuyo titular es la sociedad Exolum Corporation, S.A. (antes Compañía Logística de Hidrocarburos, CLH), cuyos datos identificativos se incluyen a continuación, de acuerdo con lo indicado en el plano nº 12 adjunto:

Nº Crz.	Ayunt.	Elem. afectado	Titular	Sección tipo	UTM X (m)	UTM Y (m)
CR-14	Laudio	Oleoducto	Exolum Corp., S. A.	TM (T)	499.676	4.774.823

Los cables eléctricos discurrirán bajo la canalización de hidrocarburos, manteniéndose una distancia mínima de 25 cm entre los cables y la generatriz inferior de la tubería.

En el punto de cruce con la canalización de hidrocarburos, se reforzará la canalización mediante un relleno de hormigón en masa, y los cables se canalizarán en el interior de tubos de polietileno de alta densidad y doble pared (lisa interior y corrugada exterior), de 200 mm de diámetro para los cables de potencia y 90 mm para los de control, todo ello según lo indicado en las secciones tipo incluidas en el plano nº 13.

E) Otros cruzamientos

Con el diseño de proyecto, no se produce ningún cruzamiento con líneas de ferrocarril, otros cables de energía eléctrica, cables de telecomunicación, canalizaciones de agua, canalizaciones de gas, conducciones de alcantarillado o depósitos de carburante, salvo 2 pasos bajo tendidos aéreos de A.T. pertenecientes a la Red de Transporte y a la Red de Distribución de energía eléctrica, cuyos titulares son respectivamente las empresas de servicio público Red Eléctrica de España, S.A. (REE) e i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. (i-DE), en terrenos del municipio de Aiara.

F) Paralelismos y proximidades

Con el diseño de proyecto, no se producen proximidades o paralelismos con otros cables de energía eléctrica, cables de telecomunicación, canalizaciones de agua o canalizaciones de gas.

G) Acometidas de servicios

Con el diseño de proyecto, no se produce ningún paralelismo o proximidad con acometidas de servicios.

7.7. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA.

7.7.1. Introducción.

Los centros de transformación incorporados en los aerogeneradores estarán interconectados entre sí y con el centro de seccionamiento mediante líneas de 30 kV subterráneas en canalización conjunta con la red de comunicaciones por fibra óptica, que incorporará además un cable de cobre desnudo que conectará entre sí las tomas de tierra de los aerogeneradores.

A continuación se describen cada una de las unidades de obra que constituyen la infraestructura eléctrica del parque:

- Líneas de interconexión de media tensión
- Red de tierras
- Red de comunicaciones

7.7.2. Líneas de interconexión de media tensión.

Las líneas de interconexión de 30 kV estarán constituidas por ternas de conductores unipolares agrupados directamente enterrados en zanja. Los 3 aerogeneradores que constituyen el parque se distribuirán en un único circuito, según lo indicado en el siguiente cuadro (se incluye además la línea de interconexión con la Red de Distribución en la subestación Aiara:

Circuito	Aerogeneradores	P (MW)
1	FI-1, FI-2, FI-3	21,0
Interconexión	Todo el parque	21,0

Se resumen a continuación las características principales de los conductores previstos:

Designación y tipo:	RHZ1 18/30 kV Al
Conductor:	Aluminio
Sección:	150-400-500-630 mm ²
Tensión nominal:	18/30 kV
Aislamiento:	Polietileno reticulado XLPE
Pantalla metálica:	Hilos de cobre de 16 mm ²
Cubierta exterior:	Polioléfina

Empalmes y terminales

Los empalmes y terminales se confeccionarán mediante accesorios normalizados y kits especialmente preparados con tal propósito, adecuados a la sección y aislamiento de los conductores, que cumplirán las especificaciones de las Normas UNE aplicables. En todos los casos se limpiará cuidadosamente la superficie del aislamiento hasta asegurarse que se ha eliminado toda traza de material semiconductor.

Ensayos

Los conductores se recibirán en obra acompañados de sus correspondientes certificados de ensayo en fábrica, de acuerdo con lo indicado en las Normas UNE aplicables para el nivel de aislamiento y tensión de servicio previstos.

Una vez finalizada la instalación, para comprobar que todos sus elementos (conductores, terminales y empalmes) se encuentran en correcto estado, se comprobará la continuidad y resistencia del conductor y la pantalla, se realizarán los ensayos de aislamiento y rigidez dieléctrica de la cubierta, así como ensayos de descargas parciales conforme a lo especificado en las normas UNE aplicables, extendiéndose el correspondiente informe, que será suscrito por entidad acreditada e independiente.

7.7.3. Red de tierras.

Introducción

Con el objeto de garantizar la seguridad del personal y el propio equipamiento ante eventuales elevaciones de tensión, la instalación contará con una instalación de puesta de acuerdo con la Instrucción ITC-RAT 13 del vigente Reglamento de condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Se incluye como Anexo nº 6 el estudio de puesta a tierra de la instalación, cuya descripción se incluye en los siguientes apartados.

Puesta a tierra aerogeneradores

La instalación de puesta a tierra del aerogenerador consistirá en un conjunto de tres anillos formados por cable de cobre desnudo de 70 mm² de sección: un anillo inferior situado en torno a la zapata, en contacto directo con el terreno; un anillo superior sobre la zapata, alrededor del pedestal y a 0,5 m de profundidad; y un anillo interior, situado dentro del tramo inferior de la torre.

La instalación se completará con cuatro picas de acero recubierto de cobre (opcionales, en función de los valores obtenidos en las mediciones), situadas en extremos opuestos del anillo inferior, todo ello según lo indicado en el plano nº 16 adjunto.

En el interior del fuste se instalará una pletina de cobre para reparto de tierras, donde se conectarán los cuadros, celdas de media tensión, herrajes y restantes elementos de la instalación.

En cada aerogenerador, se conectarán a la instalación de puesta a tierra los siguientes elementos:

- El cable de tierra de los armarios eléctricos situados en la base del aerogenerador.
- Los cables que bajan por la torre conectando las masas del generador y del bastidor, así como los cables de tierra de los armarios eléctricos situados en la góndola.
- El cable de tierra de las celdas de media tensión situadas en la base del aerogenerador.
- El neutro del lado B.T. del transformador 0,95/30 kV.
- Cuatro puntos en la base de la torre, unidos a través del anillo interior.
- Cualquier parte metálica en el interior de la torre del aerogenerador que pueda adquirir un nivel de tensión peligroso respecto a la propia torre.

Todas estas conexiones se realizarán en las pletinas existentes en la parte baja de la torre, que se encuentran unidas entre sí y a su vez a la instalación de puesta a tierra del aerogenerador. Por otra parte, los diferentes tramos de torre instalados deben unirse a través de un cable de cobre asegurando una mínima impedancia en los puntos de unión.

La instalación de puesta a tierra se complementa mediante un conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección (cable de acompañamiento) que se instalará en canalización conjunta con los cables de potencia, interconectando entre sí los 3 aerogeneradores, y éstos con el centro de seccionamiento.

Este conductor, instalado en el fondo de la excavación, en contacto directo con el terreno, actuará como electrodo horizontal, mejorando en gran medida la resistencia de tierra de la instalación.

7.7.4. Red de comunicaciones.

Los diferentes componentes del sistema de control (aerogeneradores y torre meteorológica) se conectarán, mediante una red de fibra óptica, con el sistema centralizado de gestión del parque.

Para ello, conjuntamente con los cables de media tensión, se instalarán cables de fibra óptica monomodo E9/125 µm, formados por 12 conductores individuales de fibra óptica de estructura ajustada y refuerzo individual de aramida, protección antirroedores de fibra de vidrio trenzada y cubierta exterior de poliuretano, aptos para instalación directamente enterrada.

Se indican a continuación las principales características de los cables a instalar:

Número de fibras	12
Construcción	Ajustada
Material de refuerzo	Aramida
Material de cubierta	Termoplástico
Radio de curvatura mínimo	20 x Diámetro exterior
Tracción máxima	1300 N
Rango de temperaturas	-20/+70°C
Diámetro del núcleo	9 µm
Diámetro del revestimiento	125 µm

La conexión del cable en los equipos de comunicaciones se efectuará dentro de cajas especialmente diseñadas para ello, mediante conectores de tipo FC/PC.

Una vez tendida la fibra se efectuarán las correspondientes pruebas de atenuación para comprobar el correcto estado del tendido.

7.8. SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL.

7.8.1. Introducción.

El parque eólico contará con un sistema de control compuesto por un conjunto de dispositivos que, en función de la programación y parámetros establecidos y de los valores proporcionados por los distintos elementos de medida, posibilitan la operación automática y estable de la instalación, así como atender restricciones de operación emitidas por el centro de control asignado. El sistema consistirá en un conjunto de hardware y software que permitirá la supervisión de todos los elementos del parque.

Básicamente, el sistema comprende los siguientes subsistemas:

- Sistema de control de aerogeneradores
- Supervisión de la estación meteorológica
- Sistema de comunicaciones
- Sistema de regulación de potencia

Siendo sus principales funcionalidades las siguientes:

- Supervisión de datos instantáneos de máquinas y estación meteorológica
- Comandos sobre máquinas
- Cálculos de producciones y disponibilidades
- Gestión de alarmas con aviso a móvil ó fax
- Generador de informes
- Gestión de usuarios

7.8.2. Sistema automático de control de aerogeneradores.

El sistema de control que se instalará en cada uno de los aerogeneradores es autónomo, funcionando cada máquina de forma independiente del resto del parque eólico; se conecta al sistema de control de parque por fibra óptica a través de la red de comunicaciones interna.

De esta forma, mediante el Scada de parque pueden ser monitorizados y controlados todos los aerogeneradores, siendo las funciones principales del sistema de control las siguientes:

- Comprobación de los parámetros de red
- Comprobación de los parámetros de viento
- Control de operación del aerogenerador
- Verificación del estado de funcionamiento y alarmas del aerogenerador
- Medida de potencia

El control de los aerogeneradores podrá hacerse en modo local, desde el cuadro de mando situado en el interior del fuste, o bien en modo remoto, desde el centro de control.

El sistema de control, siempre que el aerogenerador esté en funcionamiento normal (sin alarmas), pondrá en funcionamiento el aerogenerador cuando las condiciones de viento lo permitan.

En caso de producirse una alarma no crítica, se detendrá el funcionamiento del aerogenerador, hasta que la contingencia sea despejada, sin necesidad de intervención de personal del parque. Ante una alarma crítica, realizará una parada de emergencia, quedando el aerogenerador fuera de servicio, hasta la intervención del personal del parque.

7.8.3. Sistema de control y supervisión de la estación meteorológica.

Además de los propios aerogeneradores, también se conectará al sistema la estación meteorológica instalada en el parque. Esto permite alimentar al sistema de control del parque con datos meteorológicos (velocidad y dirección de viento, temperatura, presión atmosférica, precipitación, etc.) para su uso en la propia operación, así como para su estudio posterior en el análisis del funcionamiento de la instalación.

7.8.4. Sistema de comunicaciones.

Los diferentes componentes del sistema de control estarán conectados, mediante una red de fibra óptica, con el computador que realiza las funciones de servidor de datos y control de parque.

El sistema de comunicaciones se basa en la utilización de una red Ethernet sobre fibra óptica que enlaza los diferentes aerogeneradores con el servidor Scada. Los componentes fundamentales son, por tanto:

- Un servidor Scada central basado en arquitectura PC que centraliza toda la información proveniente de los generadores y la estación meteorológica. Así mismo, se encarga del envío de información a los despachos de nivel superior.
- Unidades Remotas de Interconexión (URI) que captan la información del PLC existente en cada generador, y en la estación meteorológica para su envío al servidor Scada.
- Red de comunicaciones sobre fibra óptica con topología en anillo.

7.8.5. Sistema de regulación de potencia.

El sistema de control permitirá la actuación directamente sobre cada máquina, regulando la energía activa producida. Si se excede el límite máximo de potencia este sistema actúa regulando la producción del parque.

8. POTENCIA INSTALADA.

El Parque Eólico Ferosca I estará constituido por un total de 3 aerogeneradores con una potencia nominal unitaria de 7000 kW, lo que supone una potencia total instalada de 21 MW.

9. PLAZO DE EJECUCIÓN.

El plazo de ejecución previsto para la ejecución de las obras es de SIETE MESES, contados a partir de la disponibilidad de las autorizaciones y licencias necesarias, de acuerdo con el programa de ejecución que se incluye como Anexo nº 11.

10. PRESUPUESTO.

El presupuesto de ejecución material previsto para las obras e instalaciones contempladas en el presente Proyecto, situadas en terrenos del municipio de Laudio, asciende a la cantidad de QUINCE MILLONES SEISCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS DE EURO (15.687.147,40 €), con el desglose indicado en el documento correspondiente.

11. ORGANISMOS AFECTADOS.

11.1. RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS.

En el siguiente cuadro se indican los organismos que se verán afectados por la construcción del Parque Eólico Ferosca I.

Organismo/Entidad	Tipo de afección
Ayuntamiento de Laudio	Implantación de 3 aerogeneradores (FI-1, FI-2, FI-3) y sus infraestructuras asociadas. Implantación de la torre meteorológica y sus infraestructuras asociadas. Implantación del centro de seccionamiento. Viales de acceso y canalizaciones subterráneas. Afecciones al Monte de Utilidad Pública Nº 76 "Pagolar".
Ayuntamiento de Aiara	Viales de acceso y canalizaciones subterráneas. Centro de seccionamiento 30 kV Canalización subterránea de conexión con la subestación Aiara (i-DE).
Concejo de Murga	Afecciones al Monte de Utilidad Pública Nº 16 "Arcillores".
Concejo de Respaldiza	Afecciones al Monte de Utilidad Pública Nº 46 "Penabarra".
Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Gobierno de España)	Servidumbres aeronáuticas

Organismo/Entidad	Tipo de afección
Confederación Hidrográfica del Cantábrico Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Gobierno de España)	Afecciones a cauces y zona de policía de la D.H. del Cantábrico Occidental
Departamento de Infraestructuras Viarias y Movilidad (Diputación Foral de Araba)	Acceso a partir de la Carretera AS-3622
Red Eléctrica de España, S.A.	Afecciones a tendidos eléctricos de alta tensión (Red de Transporte)
i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. (grupo Iberdrola)	Afecciones a tendidos eléctricos de alta tensión (Red de Distribución)
Exolum Corporation, S.A.	Afecciones al oleoducto "Bilbao-Valladolid"
Sociedad pública de Telecomunicaciones del Gobierno Vasco (Itelazpi)	Posible afección a infraestructuras de telecomunicaciones en la zona
Subdirección General de Operadores de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales Ministerio de Asuntos Económicos Y Transformación Digital (Gobierno de España)	Posible afección a infraestructuras de telecomunicaciones en la zona

En todos los casos, se redacta la correspondiente separata dirigida al organismo, empresa de servicio público o interés general afectada.

11.2. AFECCIONES A MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA.

El parque eólico Ferosca I afectará al monte catalogado de utilidad pública Nº 76 "Pagolar", cuyo titular el es Excmo. Ayuntamiento de Laudio, de acuerdo con la información del Catálogo de Montes de Utilidad Pública de Álava.

En el siguiente cuadro se identifica el monte y las afecciones previstas, de acuerdo con lo indicado en el plano nº 04 adjunto.

Nº	Nombre del monte	Municipio	Titular	Afecciones
76	Pagolar	Laudio	Ayto. de Laudio	Aerogeneradores FI-1, FI-2 y FI-3 y sus infraestructuras asociadas. Torre meteorológica y sus infraestructuras asociadas. Viales de acceso. Canalizaciones subterráneas.

12. ASPECTOS AMBIENTALES.

La energía eólica ofrece, desde el punto de vista ambiental, importantes ventajas comparativas sobre las centrales térmicas convencionales que utilizan carbón, derivados del petróleo o gas natural. Las plantas eólicas no utilizan combustibles, no emiten a la atmósfera sustancias contaminantes ni gases de efecto invernadero, ni producen residuos tóxicos ni consumen agua o recursos naturales escasos.

Por otra parte, el empleo de la energía eólica genera un ahorro en el uso de las reservas de combustible fósiles en general, un aporte al uso racional de la energía, y una reducción de la dependencia energética de los países productores de petróleo, contribuyendo a la seguridad y a la diversidad en el suministro de energía.

La operación del parque eólico Ferosca I permitirá la reducción de emisiones de CO₂ asociadas a la energía eléctrica que se deja de producir con fuentes convencionales. Tomando como referencia los factores de emisión de CO₂ y el mix de generación peninsular publicado por Red Eléctrica de España (REE) en 2024, se estima en 3.704 toneladas la cantidad de CO₂ que deja de emitirse a la atmósfera gracias a la operación de la nueva planta eólica.

13. ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS.

La instalación de un parque eólico tiene una notable importancia desde el punto de vista social, debido tanto a la creación de puestos de trabajo directos como a los indirectos que se derivan del volumen de suministros contratados, además de la ya comentada contaminación evitada.

El aspecto laboral se potencia al máximo mediante la colaboración de empresas radicadas en la zona en los trabajos de construcción, montaje y mantenimiento del parque. El volumen de puestos de trabajo generados es grande en las etapas de fabricación, montaje, instalación y puesta en marcha, y algo menor para los años sucesivos (gestión, operación y mantenimiento).

Junto al hecho cuantitativo de generación de empleos, cabe mencionar la componente cualitativa: junto a los empleos tradicionales, se potencian otros de nuevo cuño como son la gestión y explotación informatizada de las instalaciones.

De acuerdo con los estudios realizados en el sector en base a la experiencia contrastada de años de desarrollo eólico en España, los impactos y beneficios de un parque eólico con una potencia instalada de 21 MW serían los siguientes:

- Impacto en empleo: 189 empleos que se generan en la cadena de valor con los encargos de aerogeneradores, componentes, materias primas, obra civil, instalación, asesorías, ingenierías (civil, eléctricas, medioambiental), estudios legales, bancos, etc.
- Encargos fabricación: 23,1 M€ en encargos a las fábricas. España cuenta con el 100 % de la cadena de valor de la eólica.

- Ahorro para las familias: ahorra 8,1 M€ que los consumidores eléctricos ahorran, al sustituir el gas natural que sería necesario importar para generar la electricidad que produciría el parque eólico:
 - 6,1 M€ en importaciones de gas natural (241 GWh).
 - 2,0 M€ de derechos de emisión de CO₂ que hay que pagar por parte de los consumidores por las toneladas que se seguirían emitiendo a la atmósfera.
- Ingresos fiscales para los ayuntamientos, los propietarios de los terrenos y la Administración Pública:
 - 1,2 M€ durante el primer año en ingresos para el presupuesto de los ayuntamientos, Eusko Juralitza y los arrendadores de los terrenos donde se ubica el parque, que se pueden reinvertir en la mejora de infraestructuras y equipamientos sociales o en dar cobertura a los colectivos locales más desfavorecidos, entre otras actuaciones.
 - 0,3 M€/año de ingresos los siguientes años durante por lo menos 25 años.
 - En total 7,7 M en ingresos para la socioeconomía local y autonómica, a lo largo de la vida operativa de las instalaciones
- Solidaridad ambiental: seguramente el punto más importante y relevante. El hecho de contribuir y solidarizarse para evitar los devastadores efectos que genera el calentamiento global en el planeta. Si unos unimos todos generaremos un mundo sostenible y aseguraremos el futuro de las nuevas generaciones.

Así mismo, añadir a lo comentado en el párrafo anterior, la compatibilidad de los proyectos de energías renovables en estos municipios con otros sectores productivos como la agricultura, la ganadería o el turismo, permitiendo en numerosas ocasiones sinergias entre los mismos que enriquecen todas las áreas.

A su vez, y además de su contribución a la creación de empleo, el proyecto mejorará las infraestructuras existentes en la zona, particularmente la red de caminos existentes, gracias a los viales previstos en cualquiera de sus fases, construcción y explotación.

La energía eólica se postula como el futuro más inmediato para todos los intervinientes en ella, y el País Vasco claramente, no se puede quedar atrás.

14. CONCLUSIÓN.

Con lo expresado en la presente Memoria, y demás documentos y planos que se acompañan y componen la Separata, su autor entiende haber descrito adecuadamente las instalaciones contempladas en el Proyecto que se ubicarán en terrenos del ayuntamiento de Laudio, y sus posibles afecciones sobre las infraestructuras y bienes de titularidad municipal, sin perjuicio de cualquier ampliación o aclaración que los técnicos del Excmo. Ayuntamiento de Laudio y demás partes interesadas consideren oportuna.

Araba, julio de 2023



Fdo.: Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. Nº 1267 (I.C.O.I.I.G.)



Anexo 7

Estudio de campos magnéticos

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO FEROSCA I**Anexo 7. Estudio de campos magnéticos**

1. OBJETO.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	1
3. MARCO LEGAL.....	2
4. REQUISITOS NORMATIVOS.....	2
5. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	4
6. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE 30 kV.....	4
6.1. Bases de cálculo.....	4
6.2. Valores obtenidos.....	5
7. INSTALACIONES A.T AEROGENERADORES.....	5
7.1. Bases de cálculo.....	5
7.2. Modelización.....	7
7.3. Resultados de la simulación.....	7
8. CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30 kV.....	11
8.1. Bases de cálculo.....	11
8.2. Modelización.....	11
8.3. Resultados de la simulación.....	12
9. LÍNEA DE CONEXIÓN 30 kV.....	17
10. CONCLUSIÓN.....	17

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO FEROSCA I

Anexo 7. Estudio de campos magnéticos

1. OBJETO.

El objeto del presente documento es el estudio de los campos magnéticos en el exterior de las instalaciones de alta tensión previstas en el Proyecto, así como justificar los requisitos reglamentarios de aplicación a estas instalaciones.

2. INTRODUCCIÓN.

Las instalaciones eléctricas de alta tensión generan campos electromagnéticos de frecuencia industrial, cuyas magnitudes dependen de diversos factores como el voltaje, la potencia eléctrica y las características, geometría y dimensiones de la propia instalación.

La principal característica de los campos magnéticos generados por las líneas de transmisión es su gran atenuación cuando el receptor se aleja del eje de la línea, debido a la pequeña distancia entre los conductores que favorece la cancelación entre los campos que generan las tres fases.

En el interior de las subestaciones y centros de transformación, donde el acceso está restringido únicamente a trabajadores autorizados, los niveles de campo magnético pueden llegar a ser algo superiores a los generados por las líneas. Sin embargo, estos valores disminuyen aún más rápidamente cuando el receptor se aleja que en el caso de las líneas, ya que la cancelación de campo que se genera es muy superior al encontrarse los elementos confinados y muy próximos entre sí. Por este motivo, en el exterior de estas instalaciones, los valores de los campos electromagnéticos serán incluso inferiores a los que se generan en el entorno de las líneas eléctricas.

Para prevenir los posibles efectos de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, varias agencias nacionales e internacionales han elaborado normativas de exposición a campos eléctricos y magnéticos.

Actualmente la normativa internacional más extendida es la promulgada por ICNIRP (Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación No Ionizante), organismo vinculado a la Organización Mundial de la Salud.

La Unión Europea, siguiendo el consejo del Comité Científico Director, se basó en ICNIRP para elaborar la Recomendación del Consejo Europeo relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz), 1999/519/CE, publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas en julio de 1999.

Su objetivo es únicamente prevenir los efectos agudos (a corto plazo) producidos por la inducción de corrientes eléctricas en el interior del organismo, puesto que no existe evidencia científica de que los campos electromagnéticos estén relacionados con enfermedad alguna.

3. MARCO LEGAL.

El presente estudio tiene en cuenta la siguiente normativa relativa a la exposición a campos electromagnéticos en general y, en particular, en las instalaciones eléctricas de alta tensión:

- Recomendación de la UE (1999/519/EC) relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. En particular, lo establecido en las instrucciones ITC-RAT 14 e ITC-RAT 15 respecto a los niveles de campo magnético admisibles en las instalaciones.

4. REQUISITOS NORMATIVOS.

La Recomendación UE 1999/519/EC, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos, establece una exposición máxima a campos magnéticos de 50 Hz de 100 μ T en sitios donde el público pueda permanecer mucho tiempo.

Por su parte, el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, limita igualmente a 100 μ T la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial para el público en general.

Finalmente, el Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos, que transpone la Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2013, sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos), establece las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados o que puedan derivarse de la exposición a campos electromagnéticos durante su trabajo.

Este Real Decreto establece unos valores límite de exposición (VLE) y unos niveles de acción (NA), medibles y objetivos, cuyo cumplimiento asegura que no se superan los VLE.

Los VLE se establecen a partir de consideraciones biofísicas y biológicas, en particular sobre la base de efectos directos agudos y a corto plazo comprobados científicamente, por ejemplo los efectos térmicos y la estimulación eléctrica de los tejidos, diferenciándose dos VLE diferentes:

- Los VLE relacionados con efectos para la salud: valores límite de exposición por encima de los cuales los trabajadores pueden sufrir efectos adversos para la salud, como el calentamiento o la estimulación de los tejidos nervioso y muscular.
- Valores límite de exposición relacionados con efectos sensoriales: valores límite de exposición por encima de los cuales los trabajadores pueden estar sometidos a trastornos transitorios de las percepciones sensoriales y a pequeños cambios en las funciones cerebrales.

Finalmente, los niveles de acción (NA) son los niveles operativos establecidos para simplificar la demostración del cumplimiento de los valores límite de exposición correspondientes o, en su caso, para tomar las medidas de protección o prevención establecidas igualmente en el Real Decreto. Para los campos magnéticos, se definen los siguientes niveles de acción:

- Niveles de acción inferiores: los niveles correspondientes a los VLE relacionados con efectos sensoriales.
- Niveles de acción superiores: los correspondientes a VLE relacionados con efectos para la salud.
- Niveles de acción para la exposición de las extremidades: se derivan de los VLE relacionados con efectos para la salud relacionados con la estimulación eléctrica de los tejidos en las extremidades, teniendo en cuenta que el campo magnético se acopla más débilmente a las extremidades que al cuerpo entero.

Para instalaciones eléctricas a frecuencia industrial (50 Hz), los niveles de acción para los campos magnéticos variables son los siguientes:

Nivel de acción NA (B) inferior	1 mT
Nivel de acción NA (B) superior	6 mT
Nivel de acción NA para exposición de las extremidades	18 mT

En el presente documento se justifica el cumplimiento de los valores máximos de campo magnético para el público en general establecidos en el Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, medidos en el exterior de las instalaciones eléctricas de alta tensión, tal y como exige el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 14 e ITC-RAT 15.

No obstante, se calculan también los valores de campo magnético en el interior de las instalaciones, donde sólo puede encontrarse el personal de explotación, comprobándose igualmente que dichos valores son inferiores a los establecidos en el Real Decreto 299/2016, de 22 de julio.

5. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.

En una instalación eléctrica de alta tensión, los elementos susceptibles de producir campos magnéticos de cierta magnitud son principalmente las líneas y circuitos aéreos y subterráneos, los transformadores y los embarrados de A.T.

En el presente documento, se analizan los campos magnéticos generados por los siguientes elementos del proyecto:

- Líneas subterráneas de 30 kV que interconectan los aerogeneradores entre sí, y éstos con el centro de seccionamiento.
- Transformador y celdas de 30 kV en el interior de los aerogeneradores.
- Centro de seccionamiento 30 kV
- Línea de conexión con la subestación Aiara (i-DE)

6. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE 30 kV.

6.1. BASES DE CÁLCULO.

El campo magnético producido por la corriente eléctrica que circula por una línea trifásica se obtiene a partir de las leyes de Ampere, Lenz y Biot-Savart, resultando las siguientes expresiones:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{I_R \cdot (y_P - y_R)}{(x_P - x_R)^2 + (y_P - y_R)^2} + \frac{I_S \cdot (y_P - y_S)}{(x_P - x_S)^2 + (y_P - y_S)^2} + \frac{I_T \cdot (y_P - y_T)}{(x_P - x_T)^2 + (y_P - y_T)^2} \right]$$
$$B_y = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{I_R \cdot (x_P - x_R)}{(x_P - x_R)^2 + (y_P - y_R)^2} + \frac{I_S \cdot (x_P - x_S)}{(x_P - x_S)^2 + (y_P - y_S)^2} + \frac{I_T \cdot (x_P - x_T)}{(x_P - x_T)^2 + (y_P - y_T)^2} \right]$$
$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$$

Donde:

B_x	Componente horizontal del campo magnético (T)
B_y	Componente vertical del campo magnético (T)
μ_0	Permeabilidad magnética del vacío ($4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$)
$I_{R,S,T}$	Intensidad de corriente de cada fase (A)
x_P	Ordenada de la posición del receptor (m)
y_P	Abscisa de la posición del receptor (m)
$x_{R,S,T}$	Ordenadas de las posiciones de los conductores R, S y T (m)
$y_{R,S,T}$	Abscisas de las posiciones de los conductores R, S y T (m)

De acuerdo con los cálculos del proyecto, la intensidad de corriente máxima prevista es de 425 Amperios en la entrada al centro de seccionamiento. Se tomará, por tanto, este valor como caso más desfavorable.

Por otra parte, de acuerdo con la sección tipo de canalización prevista y considerando un receptor situado sobre el eje de la canalización, en la superficie del terreno (punto más desfavorable), se tiene:

$$\begin{aligned}x_P &= 0,00 \text{ m} \\y_P &= 1,00 \text{ m} \\x_R &= 0,00 \text{ m} \\x_S &= 0,00 \text{ m} \\x_T &= 0,00 \text{ m} \\y_R &= -1,00 \text{ m} \\y_S &= -1,00 \text{ m} \\y_T &= -1,00 \text{ m}\end{aligned}$$

6.2. VALORES OBTENIDOS.

Sustituyendo en la expresión anterior, se obtiene el campo magnético a 1 m sobre el suelo en el eje de la canalización:

$$B = 54,11 \mu\text{T}$$

Inferior, por tanto, al máximo valor admisible ($100 \mu\text{T}$) para el público en general de acuerdo con el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

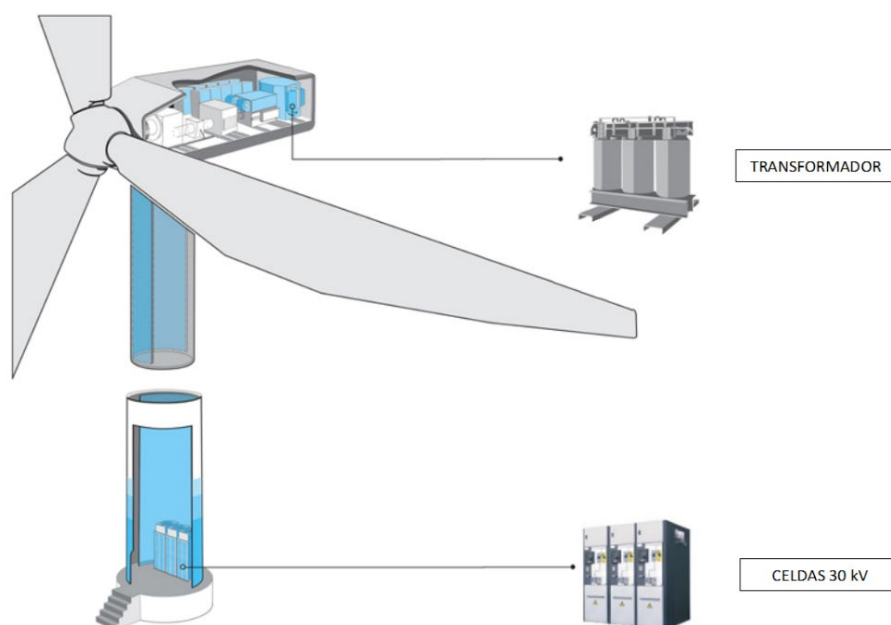
Además, el valor de campo magnético disminuye rápidamente en cuanto el receptor se aleja del punto estudiado. Por ejemplo, a 1 metro sobre la superficie del terreno el valor es $B = 36,30 \mu\text{T}$, y si el receptor se aleja tan sólo a 2 m del eje de la canalización, el valor es $B = 26,53 \mu\text{T}$.

7. INSTALACIONES A.T AEROGENERADORES.

7.1. BASES DE CÁLCULO.

La instalación en el interior de los aerogeneradores estará constituida por un transformador de aislamiento seco 0,95/30 kV, 7800 kVA, un conjunto de celdas de 30 kV para maniobra y protección y los cables aislados de 30 kV de conexión.

El transformador se sitúa en el interior de la nacelle, en la parte superior de la máquina, y las celdas de 30 kV en una plataforma situada en la parte inferior del fuste.



Dada la complejidad de cálculo en este tipo de instalaciones, se utiliza la herramienta informática CRMag Plus[®], desarrollada por el Grupo Inielectric de la Universidad Politécnica de Valencia, que permite modelizar separadamente el transformador, y cada elemento conductor en tres dimensiones como un conjunto de tramos discretos rectilíneos, asignando a cada tramo la intensidad de corriente que previsiblemente circulará por él.

El software calcula el campo magnético inducido por estas corrientes y realiza la composición de las componentes vectoriales de campo para obtener finalmente el módulo del campo magnético en cada punto considerado.

Campo magnético generado por el transformador

Aunque en un transformador existe una gran cantidad de flujo magnético conducido a través de su núcleo, el campo magnético generado hacia el exterior de la máquina no es muy elevado, debido a que la propia máquina se diseña de la manera más óptima posible para reducir los costes de explotación, de modo que la cantidad de campo magnético que escapa del núcleo es ya muy reducida, y en segundo lugar, hay que tener en cuenta el efecto de apantallamiento, por el cual el campo que atraviesa la cuba metálica se puede ver reducido hasta en un 90 %.

Para calcular el campo magnético generado por el transformador, se introducen en el modelo sus datos característicos (tensiones nominales, potencia aparente y dimensiones).

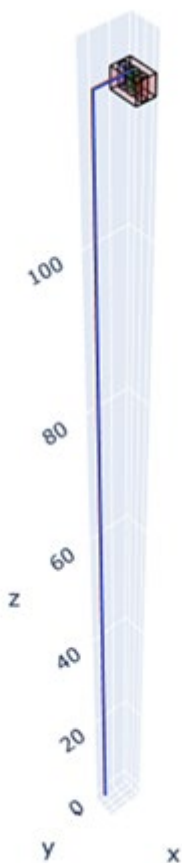
Campo magnético generado por los cables aislados de 30 kV

La conexión del transformador con su celda de protección de 30 kV se realizará mediante una línea trifásica con cables aislados de aluminio, que discurrirán en bandeja metálica de tipo rejiband desde la nacelle hasta la parte inferior del fuste.

La línea se modeliza mediante tramos rectos de conductor insertando en el programa sus datos geométricos y la intensidad máxima prevista, que en este caso es de 150 A, valor nominal correspondiente al transformador a plena carga.

7.2. MODELIZACIÓN.

Se representa a continuación el modelo 3D de la instalación construido con el software de cálculo.



7.3. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.

Se representan a continuación los resultados de la simulación de los campos magnéticos en el exterior del recinto, mediante diagramas de isolíneas, diagramas 3D y secciones en los puntos representativos.

En el exterior del aerogenerador, el valor más alto es $B = 18,62 \mu\text{T}$ en un punto situado a 0,2 metros de la pared del fuste, a 1 m sobre el suelo.

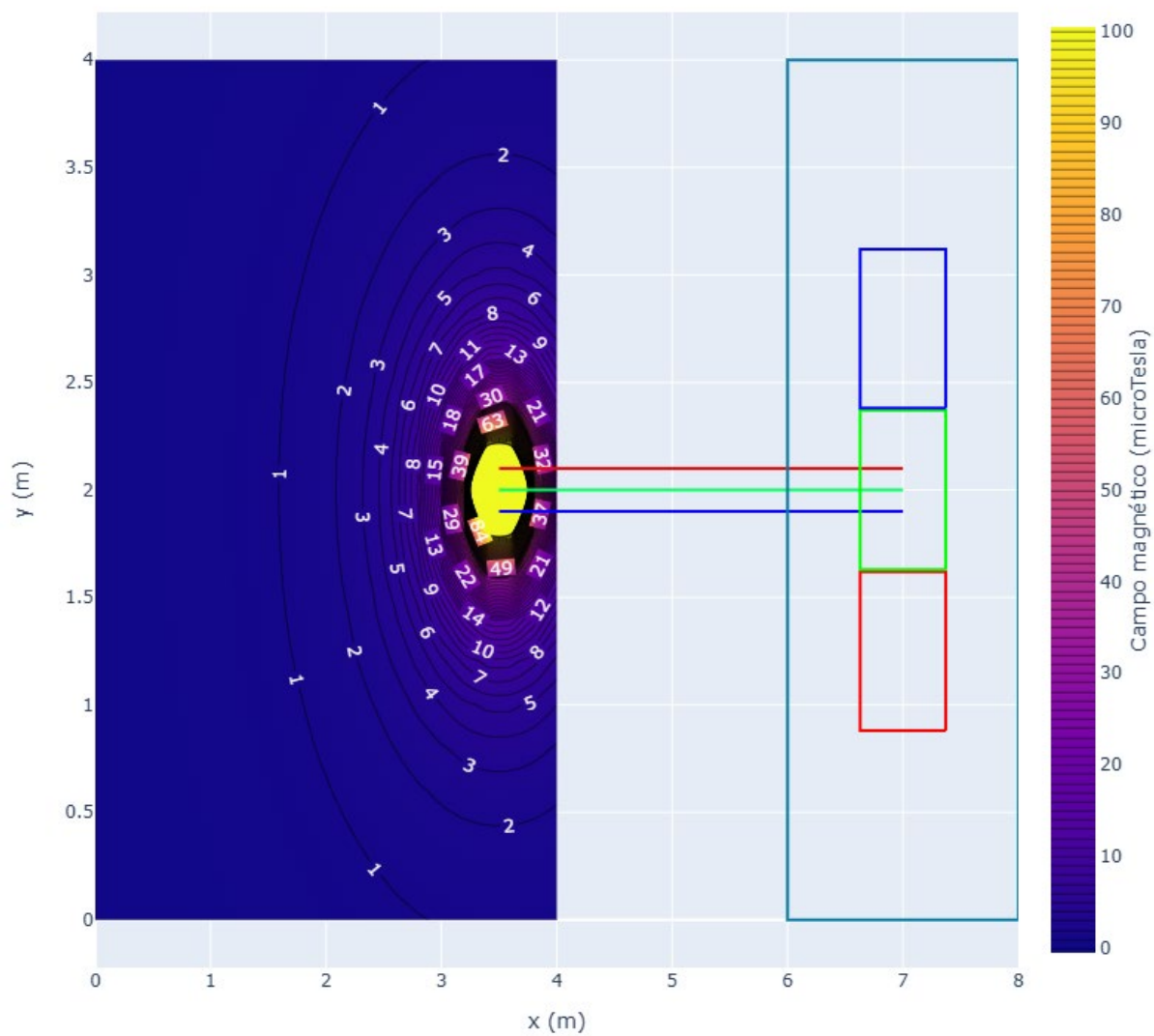


Diagrama de isolíneas, a 1 m del suelo

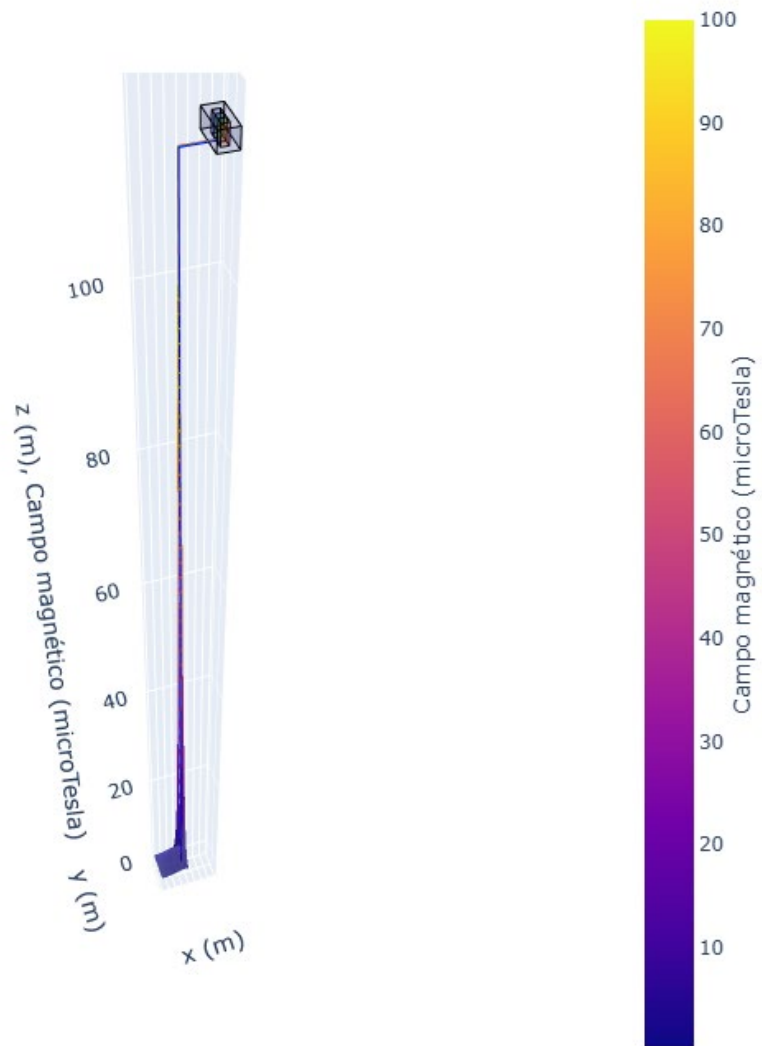
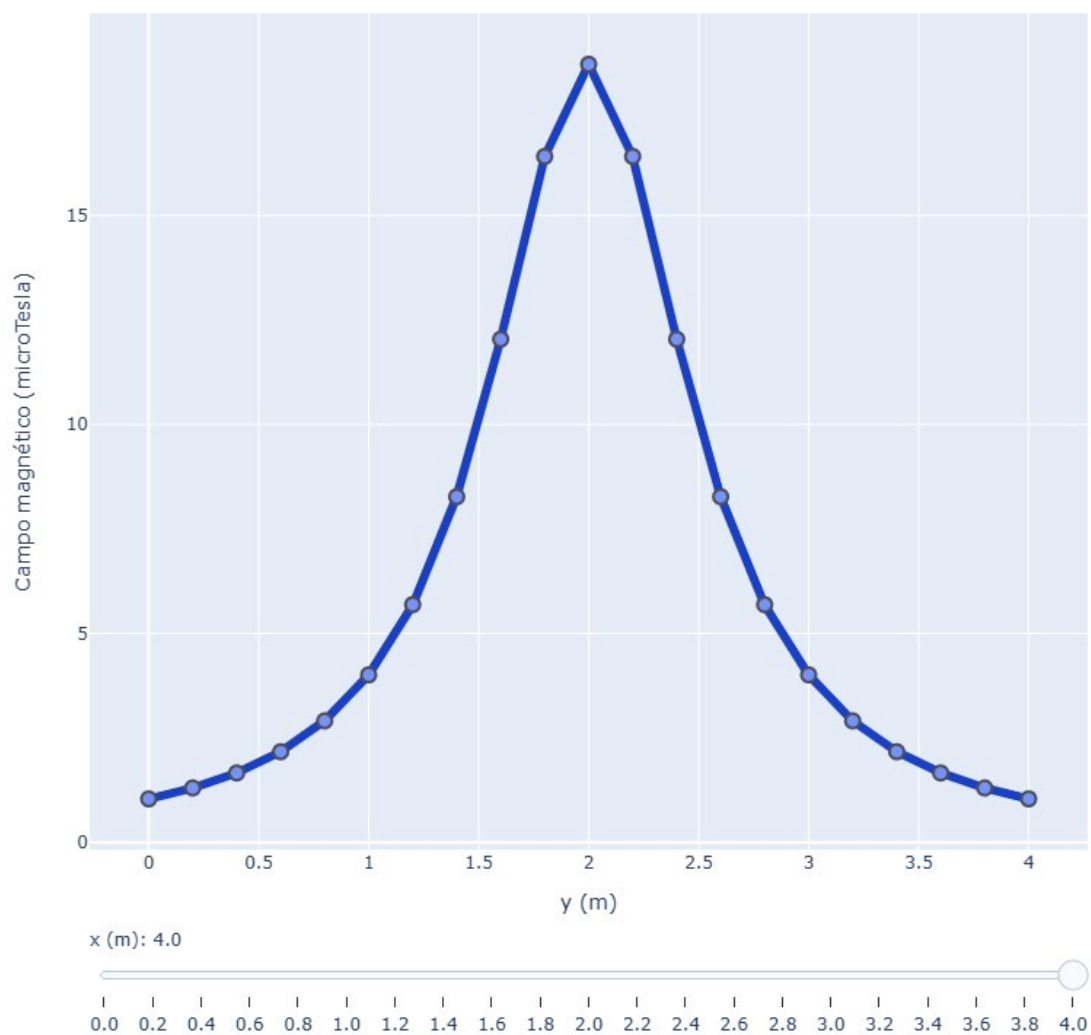


Diagrama 3D, a 1 m del suelo



Sección transversal X = 4 m (exterior del aerogenerador, 0,2 m del fuste, a 1 m del suelo)
Valor máximo B = 18,62 μ T en Y = 2 m (punto más próximo a los cables)

8. CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30 kV.

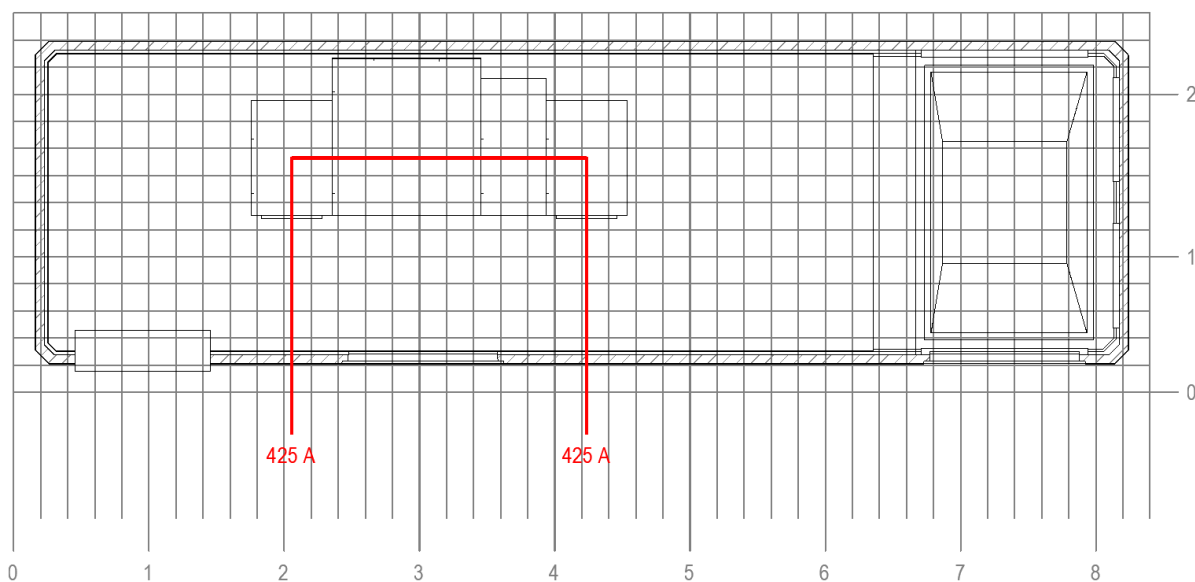
8.1. BASES DE CÁLCULO.

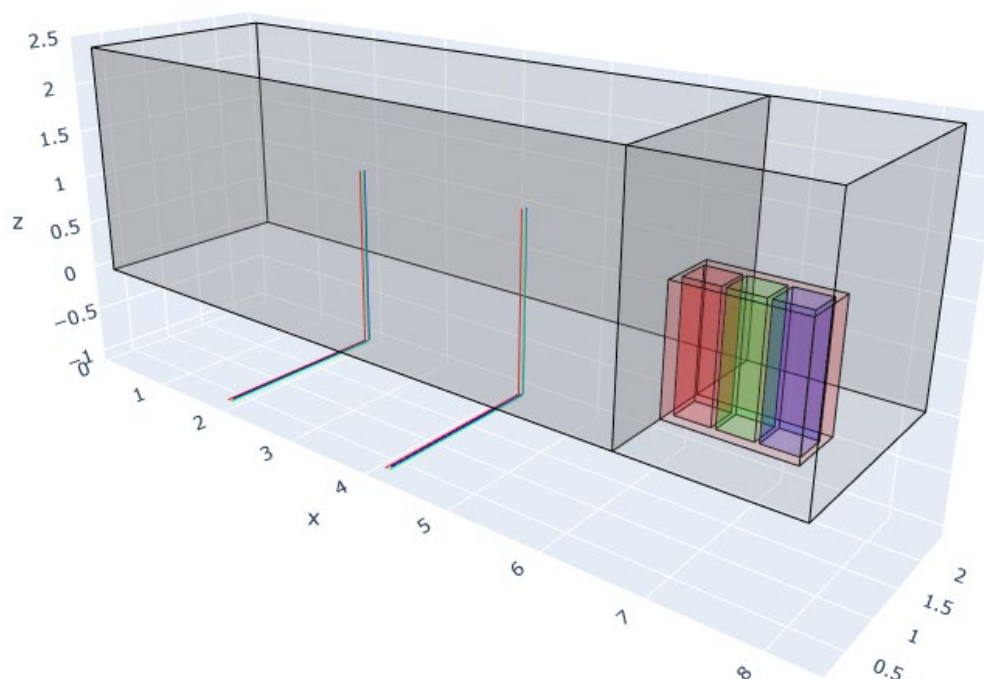
La instalación estará constituida por un conjunto de celdas de 30 kV para maniobra y protección de los circuitos procedentes del parque eólico y la línea de 30 kV de conexión con la subestación Aiara. El centro contará además con un transformador 30/0,4 kV de 25 kVA, con devanados encapsulados para alimentación de los servicios auxiliares del centro.

Dada la complejidad de cálculo en este tipo de instalaciones, se utiliza la herramienta informática CRMag Plus[®], desarrollada por el Grupo Inielectric de la Universidad Politécnica de Valencia, que permite modelizar separadamente el transformador, y cada elemento conductor en tres dimensiones como un conjunto de tramos discretos rectilíneos, asignando a cada tramo la intensidad de corriente que previsiblemente circulará por él.

El software calcula el campo magnético inducido por estas corrientes y realiza la composición de las componentes vectoriales de campo para obtener finalmente el módulo del campo magnético en cada punto considerado.

8.2. MODELIZACIÓN.





8.3. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.

Se representan a continuación los resultados de la simulación de los campos magnéticos en diferentes puntos de la instalación y en el exterior del recinto, mediante diagramas de isolíneas, diagramas 3D y secciones en ambos ejes.

En el exterior del recinto, el valor más alto es $B = 10,40 \mu\text{T}$ en un punto situado a 0,2 metros del paramento en la zona más próxima al transformador de servicios auxiliares.

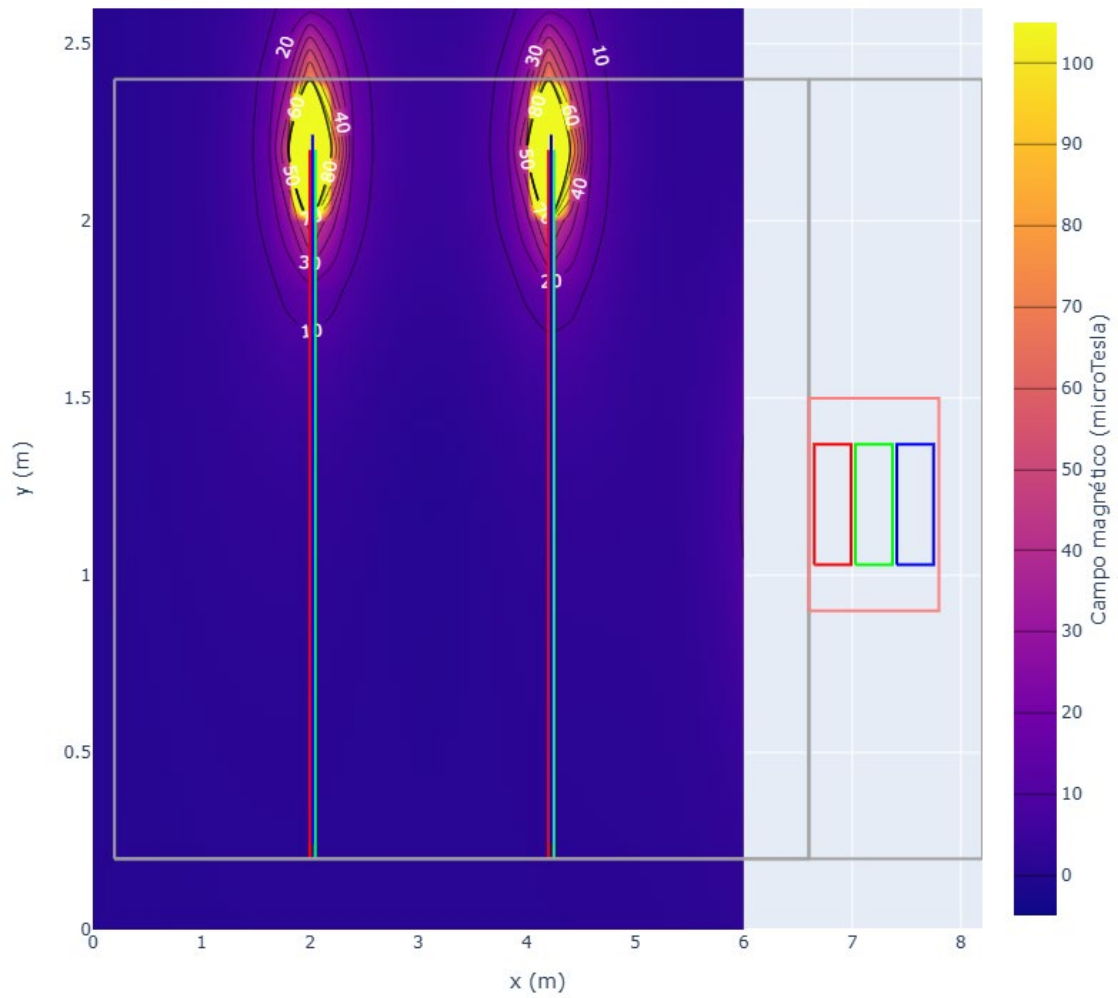


Diagrama de isolíneas, a 1 m del suelo

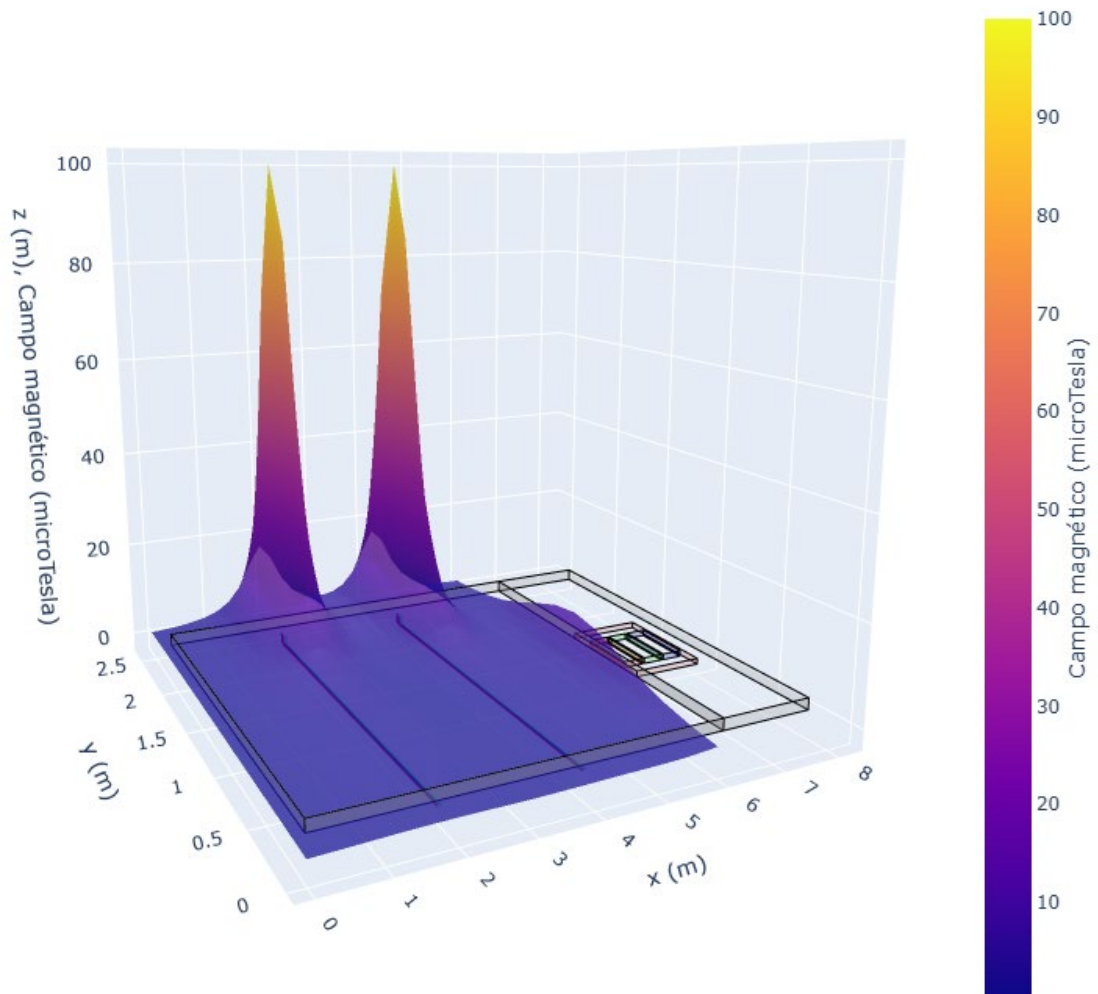
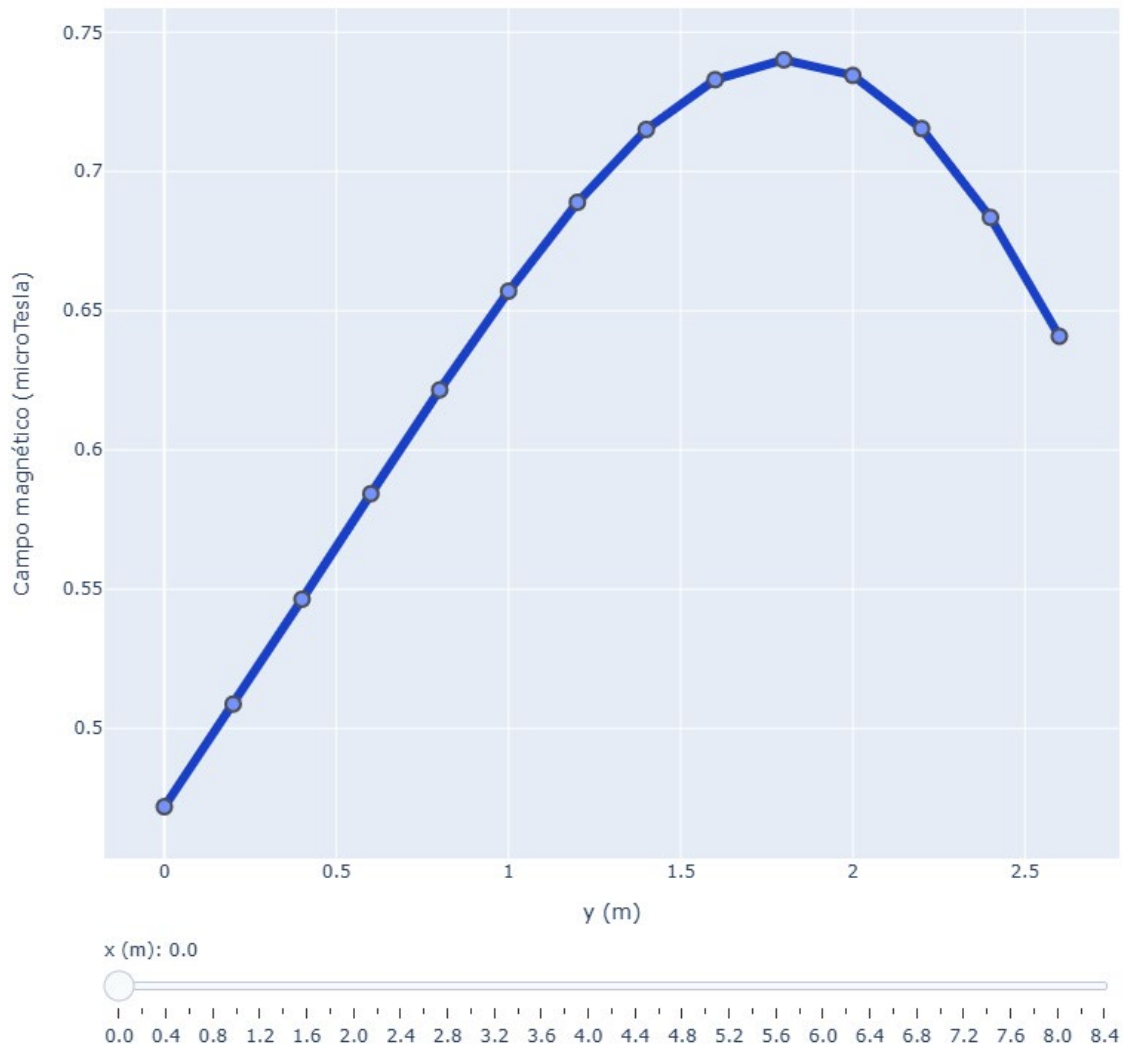
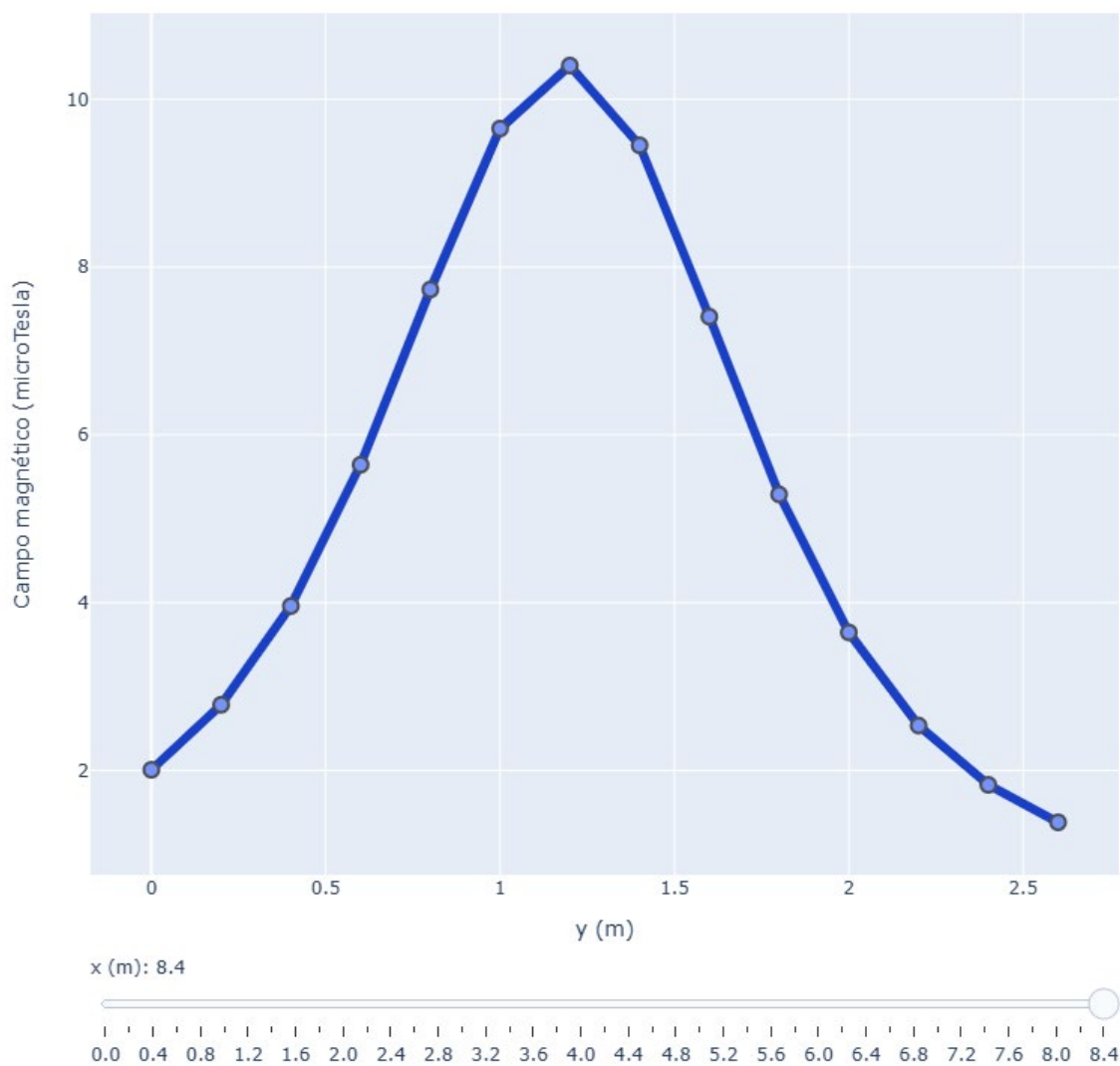


Diagrama 3D, a 1 m del suelo



Sección transversal X = 0 m (exterior del recinto, 0,2 m del paramento)
Valor máximo B = 0,74 μT en Y = 1,8 m



Sección transversal X = 8,4 m (exterior del recinto, 0,2 m del paramento)
Valor máximo B = 10,40 μ T en Y = 1,2 m

9. LÍNEA DE CONEXIÓN 30 kV.

La línea de conexión con la subestación Aiara será subterránea, presentando las mismas características que los circuitos internos del parque y con una intensidad máxima de 425 A.

Por tanto, los valores máximos de campo magnético serán los ya obtenidos para los circuitos internos en la entrada al centro de seccionamiento: $B = 54,11 \mu\text{T}$ a 1 m sobre el suelo en el eje de la canalización.

10. CONCLUSIÓN.

De acuerdo con los cálculos desarrollados, los valores de campo magnético en el exterior de las instalaciones de alta tensión contempladas en el proyecto, a una distancia de 0,20 metros de los recintos y a una altura de 1 metro sobre el suelo, son los siguientes:

- Sobre los circuitos subterráneos de 30 kV: $54,11 \mu\text{T}$
- En el exterior de los aerogeneradores: $18,62 \mu\text{T}$
- En el exterior del centro de seccionamiento: $10,40 \mu\text{T}$
- Sobre la línea subterránea de 30 kV: $54,11 \mu\text{T}$

En todos los casos, estos valores son inferiores a los valores máximos admisibles para el público en general, de acuerdo con la normativa de referencia ($100 \mu\text{T}$ de acuerdo con el R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre), con lo que queda justificada la validez de la instalación proyectada en cuanto al cumplimiento de los límites normativos relativos a la generación de campos electromagnéticos (CEM), en las condiciones y supuestos más desfavorables, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 14 e ITC-RAT 15.

Anexo 8

Estudio de ruido

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO FEROSCA I**Anexo 8. Estudio de ruido**

1. OBJETO.....	1
2. MARCO LEGAL.....	1
3. FUENTES DE RUIDO.....	1
4. LÍMITES DE RUIDO ADMISIBLES.....	1
5. ESTIMACIÓN DEL RUIDO EN EL ENTORNO DE LA INSTALACIÓN.....	2
6. CONCLUSIÓN.....	3

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO FEROSCA I

Anexo 8. Estudio de ruido

1. OBJETO.

El objeto del presente Anexo es analizar los niveles de ruido producido por las instalaciones eléctricas de alta tensión previstas en el Proyecto, así como justificar que los niveles previstos son inferiores a los valores límite establecidos en la legislación aplicable.

2. MARCO LEGAL.

En el estudio, se tiene en cuenta la siguiente normativa:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. En particular, lo establecido en la instrucción ITC-RAT 14 respecto a los niveles de ruido admisibles en las instalaciones.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

3. FUENTES DE RUIDO.

La principal fuente de ruido en la instalación provendrá de los propios aerogeneradores, producido tanto por el rozamiento de las palas contra el viento como por los distintos accionamientos hidráulicos de la máquina. El nivel máximo de presión sonora declarado para el aerogenerador seleccionado (Nordex N163 7.0 HH113) es de 109,4 dB(A). No se considera el ruido generado por el transformador incorporado dentro del aerogenerador, por ser éste despreciable frente al ruido aerodinámico.

Por otra parte, el transformador de servicios auxiliares previsto para el centro de seccionamiento, dada su reducida potencia, emitirá una presión sonora no superior a 45 dB(A), que además se verá reducida por el aislamiento acústico que proporciona la envolvente del edificio.

4. LÍMITES DE RUIDO ADMISIBLES.

Según establece Art. 24 del R.D. 1367/2007, de 19 de octubre, los valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas actividades serán los establecidos en la Tabla B1 del Anexo III, que se reproduce a continuación:

Tabla B1. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a infraestructuras portuarias y a actividades

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	50	50	40
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	55	55	45
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c.	60	60	50
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	63	63	53
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	65	65	55

Dada la ubicación de la instalación en zona rural, alejada de los núcleos de población, pero con posibilidad de asentamiento futuro de alguna vivienda aislada, se contempla como criterio más restrictivo el valor correspondiente a sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.

Por otra parte, puesto que la instalación tendrá un régimen de funcionamiento ininterrumpido durante las 24 horas del día, se toma como valor límite de inmisión de ruido el correspondiente al horario nocturno. Por todo ello, el valor límite que no deberá sobrepasarse es de 45 dBA.

5. ESTIMACIÓN DEL RUIDO EN EL ENTORNO DE LA INSTALACIÓN.

En campo libre, para una fuente puntual con propagación esférica, el nivel de presión sonora decae a razón de 6 dB cada vez que se dobla la distancia entre la fuente y el receptor; el fenómeno responde a la siguiente ecuación:

$$A = 20 \cdot \log L + 10,9$$

donde:

- A Atenuación por divergencia geométrica (dB)
- L Distancia desde la fuente al receptor (m)

Por otra parte, la propagación de la onda sonora en el aire tiene asociada unas pérdidas de energía que se disipan en forma de calor, caracterizada a través de un coeficiente que depende de la presión atmosférica y la temperatura del aire:

$$D = \gamma \cdot L$$

donde:

- D Atenuación por disipación de energía (dB)
- L Distancia desde la fuente al receptor (m)

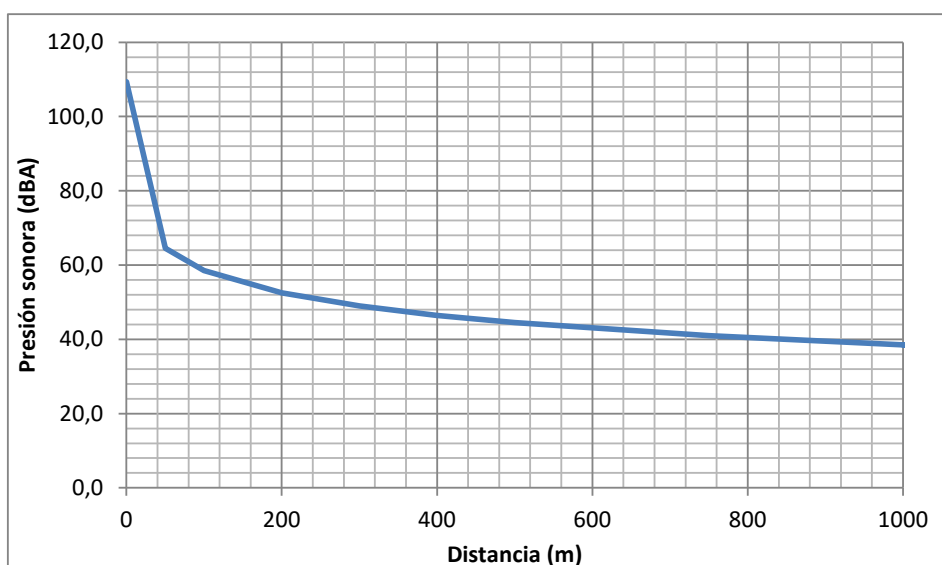
A modo de referencia, para una temperatura de 20°C y una humedad relativa del 70 %, la atenuación es de 2,8 dB/km para una frecuencia de 500 Hz.

Finalmente, el suelo se comporta como una superficie reflectante, de manera que el sonido que recibe un receptor le llega por dos vías: el directo y el reflejado por el suelo, este último dependiendo del tipo de superficie, ángulo de rozamiento, frecuencia del sonido y de la diferencia de longitud de los recorridos entre la distancia del sonido reflejado y la distancia real.

A los efectos del presente estudio, se considera únicamente la atenuación debida a la divergencia geométrica, despreciándose la disipación de energía en el aire y el efecto de reflexión del suelo.

De este modo, la presión sonora debida al aerogenerador, percibida por un observador situado a distintas distancias de dicha fuente, sería la indicada en el siguiente cuadro:

Distancia (m)	0	50	100	200	300	400	500	750	1000
Presión sonora (dBA)	109,4	64,5	58,5	52,5	49,0	46,5	44,5	41,0	38,5



6. CONCLUSIÓN.

De acuerdo con los cálculos anteriores, el nivel de ruido estimado en las poblaciones existentes en el entorno de la instalación, todas ellas a una distancia superior a 500 metros desde el aerogenerador más próximo, no superará los 44,5 dBA, valor inferior al máximo admisible de acuerdo con los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas para áreas residenciales en horario nocturno.

Queda por tanto justificado el cumplimiento de lo establecido en el apartado 4.8 de la Instrucción ITC-RAT 14 en relación a la limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión contempladas en el Proyecto.

Anexo 11
Programa de ejecución

PARQUE EÓLICO FEROSCA I		M0				M1				M2				M3				M4				M5				M6				M7			
PROGRAMA DE EJECUCIÓN		S-4	S-3	S-2	S-1	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28
Trabajos previos																																	
Suscripción de los contratos de obra		◆																															
Ingeniería de detalle																																	
Plan de seguridad y salud																																	
Plan de control de calidad																																	
Replanteo general																																	
Instalaciones provisionales de obra																																	
Accesos, viales y plataformas de montaje																																	
Movimiento de tierras																																	
Firmes																																	
Cunetas y drenajes																																	
Repaso final																																	
Cimentaciones																																	
Movimiento de tierras																																	
Puesta a tierra y hormigón de limpieza																																	
Encofrados y armaduras																																	
Hormigonado																																	
Desencofrado y relleno																																	
Montaje de aerogeneradores																																	
Montaje mecánico																																	
Cableado interno y conexiones																																	
Pruebas																																	
Puesta en servicio																																	
Canalizaciones subterráneas																																	
Apertura de zanjas																																	
Tendido de conductores y cables																																	
Relleno y reposición de zanjas																																	
Terminales, empalmes y conexiones																																	
Pruebas y ensayos																																	
Centro de seccionamiento																																	
Obra civil y montaje edif. prefabricado																																	
Cableado y conexiones																																	
Pruebas																																	
Puesta en servicio																																	
Restauración ambiental																																	
Restauración ambiental																																	

PRESUPUESTO

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO FEROSCA I
SEPARATA EXCMO. AYUNTAMIENTO DE LAUDIO
PRESUPUESTO

<i>Código</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	<i>Medición</i>	<i>Precio</i>	<i>Importe</i>
CAPÍTULO 1. AEROGENERADORES Y TORRE METEOROLÓGICA					
1.01 Aerogeneradores					
1.01.01	Ud	AEROGENERADOR V163-4.5 HH 113 m Suministro y montaje de aerogenerador Vestas V163-4.5 HH113, de 4500 kW de potencia unitaria, i/ transporte, descarga, acopio y montaje en obra de los distintos elementos de la máquina, pruebas y puesta en marcha del conjunto. Incluye dispositivos de balizamiento y sistema de control y gestión del parque desde puesto de control.	3,00	4.105.000,00	12.315.000,00
Total subcapítulo 1.01					12.315.000,00
1.02 Torre meteorológica					
1.02.01	Ud	TORRE MET. 113 m Suministro y montaje de torre meteorológica autosoportada de 113 m de altura total, de tipo celosía de acero galvanizado, i/ transporte, obra civil, cimentación y puesta a tierra, montaje, conexión de equipos de medición y transmisión de datos.	1,00	90.000,00	90.000,00
Total subcapítulo 1.02					90.000,00
TOTAL CAPÍTULO 1					12.405.000,00

<i>Código</i>	<i>Ud</i>	<i>Descripción</i>	<i>Medición</i>	<i>Precio</i>	<i>Importe</i>
CAPÍTULO 2. OBRA CIVIL					
2.01 Obra civil aerogeneradores					
2.01.01	M3	EXC. POZOS TODO TIPO DE TERRENOS Excavación de pozos para cimentaciones en todo tipo de terreno, incluso roca, realizada por medios mecánicos o voladura, limpieza y extracción de restos a los bordes y posterior carga, transporte y descarga de sobrantes a vertedero o préstamo autorizados.	7.627,80	7,80	59.496,84
2.01.02	M3	RELLENO CON MATERIAL EXCAVACIÓN Relleno, extendido y compactado de tierras en zonas localizadas, con material seleccionado procedente de la excavación o préstamo autorizado, realizado con medios mecánicos, comprendiendo extendido en tongadas de 30 cm, incluso humectación de las mismas, con aporte de material, medido sobre perfil.	5.173,20	2,30	11.898,36
2.01.03	M3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-200 Hormigón en masa HL-200, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, i/ transporte, vertido mediante bomba y colocación todo ello s/ Código Estructural.	135,60	59,60	8.081,76
2.01.04	M3	HORMIGÓN C45/55 CIMENTACIÓN Hormigón C45/55 en cimentaciones para aerogeneradores s/ planos, elaborado en central, i/ transporte, vertido con bomba, vibrado y colocación todo ello s/ Código Estructural.	2.268,00	78,40	177.811,20
2.01.05	M3	HORMIGÓN C50/60 CIMENTACIÓN Hormigón C50/60 en cimentaciones para aerogeneradores s/ planos, elaborado en central, i/ transporte, vertido con bomba, vibrado y colocación todo ello s/ Código Estructural.	51,00	86,20	4.396,20

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.01.06	t	ACERO PARA ARMAR B-500-S Acero para armar B-500-S en barras corrugadas, de diferentes diámetros, elaborado y colocado s/ planos.	206,10	1.230,00	253.503,00
2.01.07	M2	ENCOFRADO METÁLICO Encofrado y desencofrado a una cara en cimentaciones de aerogeneradores, a base de paneles metálicos con sus correspondientes puntales y refuerzos, s/ planos.	294,00	12,60	3.704,40
2.01.08	Ud	CANALIZACIÓN CABLES EN ZAPATA Canalización de entrada y salida de cables en aerogenerador, mediante tubos de polietileno de doble pared, corrugada exterior y lisa interior, de 200 y 90 mm de diámetro, reforzados con hormigón. Incluye, de ser el caso, canalización similar para líneas pasantes.	3,00	560,00	1.680,00
2.01.09	Ud	MONTAJE ANCLAJE AEROGENERADOR Descarga mediante grúa, colocación y nivelación de anclaje de aerogenerador con precisión milimétrica, utilizando nivel óptico o equipo similar. Incluye aplicación de mortero de alta resistencia y sellado de juntas.	3,00	1.160,00	3.480,00
Total subcapítulo 2.01					524.051,76
2.02	Obra civil torre meteorológica				
2.02.01	M3	EXC. POZOS TODO TIPO DE TERRENOS Excavación de pozos para cimentaciones en todo tipo de terreno, incluso roca, realizada por medios mecánicos o voladura, limpieza y extracción de restos a los bordes y posterior carga, transporte y descarga de sobrantes a vertedero o préstamo autorizados.	300,70	7,80	2.345,46

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.02.02	M3	RELLENO CON MATERIAL EXCAVACIÓN Relleno, extendido y compactado de tierras en zonas localizadas, con material seleccionado procedente de la excavación o préstamo autorizado, realizado con medios mecánicos, comprendiendo extendido en tongadas de 30 cm, incluso humectación de las mismas, con aporte de material, medido sobre perfil.	219,20	2,30	504,16
2.02.03	M3	HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-200 Hormigón en masa HL-200, elaborado en central, para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, i/ transporte, vertido mediante bomba y colocación todo ello s/ Código Estructural.	10,00	59,60	596,00
2.02.04	M3	HORMIGÓN C30/37 CIMENTACIÓN Hormigón C30/37 en cimentación para torre meteorológica s/ planos, elaborado en central, i/ transporte, vertido con bomba, vibrado y colocación todo ello s/ Código Estructural.	71,50	67,20	4.804,80
2.02.05	t	ACERO PARA ARMAR B-500-S Acero para armar B-500-S en barras corrugadas, de diferentes diámetros, elaborado y colocado s/ planos.	6,40	1.230,00	7.872,00
2.02.06	M2	ENCOFRADO METÁLICO Encofrado y desencofrado a una cara en cimentaciones de aerogeneradores, a base de paneles metálicos con sus correspondientes puntales y refuerzos, s/ planos.	35,50	12,60	447,30
2.02.07	Ud	CANALIZACIÓN CABLES EN ZAPATA Canalización de entrada y salida de cables en aerogenerador, mediante tubos de polietileno de doble pared, corrugada exterior y lisa interior, de 200 y 90 mm de diámetro, reforzados con hormigón HM-20. Incluye, de ser el caso, canalización similar para líneas pasantes.	1,00	240,00	240,00

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.02.08	Ud	MONTAJE ANCLAJE TORRE MET. Descarga mediante grúa, colocación y nivelación de anclaje de torre meteorológica con precisión milimétrica, utilizando nivel óptico o equipo similar.	1,00	480,00	480,00
Total subcapítulo 2.02					17.289,72
2.03 Obra civil viales, plataformas y explanadas					
2.03.01	M2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO Despeje y desbroce del terreno para ejecución de viales y plataformas de montaje, por medios mecánicos, incluyendo retirada de capa vegetal en una profundidad de 20 cm, incluso almacenamiento en montones de altura inferior a dos metros para posterior utilización y reposición de tierra vegetal donde proceda y carga y transporte de sobrantes a vertedero autorizado.	161.753,00	0,60	97.051,80
2.03.02	M3	EXC. DESMONTE TODO TIPO TERRENOS Excavación en cielo abierto en todo tipo de terreno, incluso roca, con medios mecánicos o voladura, para ejecución de viales o explanación de zonas localizadas, incluso carga y transporte a vertedero autorizado o lugar de empleo, medido sobre perfil.	158.770,00	4,60	730.342,00
2.03.03	M3	FORMACIÓN DE TERRAPLENES Terraplenado, extendido y compactado tierras procedentes de la excavación, por medios mecánicos, en ejecución de viales y plataformas de montaje, i/ humectación y refino de taludes.	155.384,00	1,60	248.614,40
2.03.04	M3	SUBBASE DE VIALES Subbase de viales mediante una capa de material procedente de excavación o zahorra natural, según PG3-510 de 25 cm de espesor compactado hasta el 95%PM, según sección tipo viales.	13.817,00	4,80	66.321,60

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.03.05	M3	RELLENO FIRME VIALES Y PLATAF. Relleno en ejecución de firme de viales y plataformas de montaje con zahorras artificiales calidad subbase del PG-3-510 procedente de préstamo o cantera, compactado (con eventual humectación) hasta 97% Proctor modificado, según sección tipo de viales.	14.003,00	12,60	176.437,80
2.03.06	M2	FIRME HORMIGÓN VIALES Refuerzo superficial de hormigón en masa HM-20, de 20 cm de espesor, con mallazo de acero electro-soldado d=5mm, #20x20cm, en tramos de vial con pendiente superior al 12%, i/ posterior demolición con martillo picador, carga y transporte a vertedero autorizado una vez finalizado el montaje del parque.	14.289,00	14,20	202.903,80
2.03.07	MI	CUNETA TIERRA Formación de cuneta de tierra en viales, por medios mecánicos, con dimensiones y taludes s/ planos y secciones tipo.	3.504,00	4,30	15.067,20
2.03.08	MI	CUNETA REVESTIDA Formación de cuneta revestida con hormigón, por medios mecánicos, con dimensiones y taludes s/ planos y secciones tipo.	1.568,00	24,60	38.572,80
2.03.09	MI	ODT D=400 mm Drenaje transversal a base de tubo de hormigón armado de 400 mm de diámetro, unión por enchufe y campana con junta elástica, colocada transversalmente bajo la calzada sobre cama de arena y reforzada con hormigón HM-20, incluso tajeas y/o arquetas para recogida y evacuación de aguas pluviales, s/ planos.	6,00	56,80	340,80

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.03.10	MI	ODT D=600 mm Drenaje transversal a base de tubo de hormigón armado de 600 mm de diámetro, unión por enchufe y campana con junta elástica, colocada transversalmente bajo la calzada sobre cama de arena y reforzada con hormigón HM-20, incluso tajeas y/o arquetas para recogida y evacuación de aguas pluviales, s/ planos.	43,00	62,40	2.683,20
2.03.11	MI	ODT D=800 mm Drenaje transversal a base de tubo de hormigón armado de 800 mm de diámetro, unión por enchufe y campana con junta elástica, colocada transversalmente bajo la calzada sobre cama de arena y reforzada con hormigón HM-20, incluso tajeas y/o arquetas para recogida y evacuación de aguas pluviales, s/ planos.	60,00	76,20	4.572,00
2.03.13	M2	LOSA DE HORMIGÓN Losa de hormigón armado HA-25 fabricado en central y vertido con bomba, acero B 500 S, cuantía aprox. 85 kg/m3, de 20 cm de espesor, en cruces de vial con oleoducto.	70,00	52,80	3.696,00
Total subcapítulo 2.03					1.586.603,40
2.04 Obra civil zanjas de cableado					
2.04.01	M2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos y retirada de capa vegetal en una profundidad de 20 cm, incluso almacenamiento en montones de altura inferior a dos metros para posterior utilización y reposición de tierra vegetal donde proceda y carga y transporte de sobrantes a vertedero autorizado.	8.144,00	0,60	4.886,40

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.04.02	M3	EXC. ZANJA TODO TIPO DE TERRENOS Excavación en zanja para cableado en cualquier clase de terreno, incluso agotamientos, desagües, etc., separación de tierra vegetal y áridos, transporte a vertedero autorizado por los organismos competentes, acopio de materiales, refino de taludes, mano de obra y maquinaria necesaria para su correcta ejecución.	1.810,00	6,80	12.308,00
2.04.03	M3	ARENA ASIENTO DE CABLES DE LÍNEAS Asiento de cables de líneas. El asiento se hará con arena (Tamiz 032 UNE). Están incluidos: la mano de obra de extendido de la arena, acondicionado de los cables (separación) y material (arena). No está incluido el tendido del cable.	785,00	11,20	8.792,00
2.04.04	M3	RELLENO MATERIAL DE EXCAVACIÓN Relleno localizado en zanjas con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del Proctor modificado.	1.000,00	1,80	1.800,00
2.04.05	MI	RELLENO HORMIGÓN Relleno de zanjas con hormigón en masa M-20, fabricado en central y vertido desde camión.	85,00	54,20	4.607,00
2.04.06	MI	TUBO PEAD D=200 mm Tubo curvable de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de 200 mm de diámetro, resistencia a la compresión 250 N, grado de protección IP549 s/ UNE 20324.	306,00	10,40	3.182,40
2.04.07	MI	TUBO PEAD D=90 mm Tubo curvable de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de 90 mm de diámetro, resistencia a la compresión 250 N, grado de protección IP549 s/ UNE 20324.	610,00	3,20	1.952,00

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.04.08	MI	CINTA DE SEÑALIZACIÓN Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico, colocada sobre los cables eléctricos y de comunicaciones, s/ planos.	4.072,00	0,40	1.628,80
2.04.09	MI	PLACA DE PROTECCIÓN Placa plástica de protección de cables subterráneos, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico, colocada sobre los cables eléctricos y de comunicaciones, s/ planos.	3.646,00	2,70	9.844,20
2.04.10	Ud	HITO SEÑALIZACIÓN DE ZANJA Hito de señalización hormigonado, para señalización de zanja, colocado cada 25 m, en los cambios de sentido de las zanjas y en las derivaciones, incluyendo colocación y balizamiento, incluso la siguiente indicación "PELIGRO. CABLES ELÉCTRICOS MT".	136,00	4,20	571,20
Total subcapítulo 2.04					49.572,00
2.04	Varios				
2.04.01	Ud	ZONA ACOPIO Y CASSETAS DE OBRA Preparación de zonas para acopio de material e instalaciones provisionales de obra, con cierre perimetral.	1,00	12.000,00	12.000,00

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.04.02	PA	MANT. Y REPOSIC. DE CAMINOS Mantenimiento y reposición en caminos, incluyendo adecuación de enlaces y sobreeanchos en caminos y carreteras locales, así como mantenimiento de los accesos durante la fase de ejecución de las obras y posterior reposición una vez finalizadas las mismas, incluyendo movimientos de tierras necesarios, obras de drenaje, pavimentos, señalización, marcas viales, reposición de muros y servicios existentes y tramitación de los permisos necesarios. Todo ello según planos.	0,50	50.000,00	25.000,00
Total subcapítulo 2.04					37.000,00
TOTAL CAPÍTULO 2					2.214.516,88

CAPÍTULO 3. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

3.01 Conductores de media tensión

3.01.01	ML	LÍNEA III 18/30 kV 3x1x630 mm ² Al Línea trifásica constituida por conductores de aislamiento seco tipo RHZ1-OL 18/30kV 3x1x630 mm ² Al, completamente instalado tendido en zanja según secciones tipo de proyecto, i/ coca de 20 m en interior de aerogeneradores y centro de seccionamiento, cinta para señalización de fases, cinta adhesiva para fijación y pequeño material.	2.017,00	54,20	109.321,40
3.01.03	ML	LÍNEA III 18/30 kV 400 mm ² Al Línea trifásica constituida por conductores de aislamiento seco tipo RHZ1-OL 18/30kV 3x1x400 mm ² Al, completamente instalado tendido en zanja según secciones tipo de proyecto, i/ coca de 20 m en interior de aerogeneradores y centro de seccionamiento, cinta para señalización de fases, cinta adhesiva para fijación y pequeño material.	981,00	38,40	37.670,40

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.01.04	ML	LÍNEA III 18/30 kV 150 mm ² Al Línea trifásica constituida por conductores de aislamiento seco tipo RHZ1-OL 18/30kV 3x1x150 mm ² Al, completamente instalado tendido en zanja según secciones tipo de proyecto, i/ coca de 20 m en interior de aerogeneradores y centro de seccionamiento, cinta para señalización de fases, cinta adhesiva para fijación y pequeño material.	711,00	17,60	12.513,60
3.01.05	Ud	CONJ. TERMINAL 18/30 kV 630 mm ² Suministro y montaje de conjunto terminal interior trifásico, de tipo acodado, para conductor de aislamiento seco tipo RHZ1-OL 18/30kV 3x1x630 mm ² Al, completamente ejecutado en conexión con celdas de media tensión en aerogeneradores, centro de seccionamiento y subestación, s/ planos y esquemas, i/ pequeño material y elementos de fijación.	3,00	540,00	1.620,00
3.01.06	Ud	CONJ. TERMINAL 18/30 kV 500 mm ² Suministro y montaje de conjunto terminal interior trifásico, de tipo acodado, para conductor de aislamiento seco tipo RHZ1-OL 18/30kV 3x1x500 mm ² Al, completamente ejecutado en conexión con celdas de media tensión en aerogeneradores, centro de seccionamiento y subestación, s/ planos y esquemas, i/ pequeño material y elementos de fijación.	6,00	490,00	2.940,00
3.01.07	Ud	CONJ. TERMINAL 18/30 kV 400 mm ² Suministro y montaje de conjunto terminal interior trifásico, de tipo acodado, para conductor de aislamiento seco tipo RHZ1-OL 18/30kV 3x1x400 mm ² Al, completamente ejecutado en conexión con celdas de media tensión en aerogeneradores, centro de seccionamiento y subestación, s/ planos y esquemas, i/ pequeño material y elementos de fijación.	6,00	460,00	2.760,00

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.01.08	Ud	CONJ. TERMINAL 18/30 kV 150 mm2 Suministro y montaje de conjunto terminal interior trifásico, de tipo acodado, para conductor de aislamiento seco tipo RHZ1-OL 18/30kV 3x1x150 mm2 Al, completamente ejecutado en conexión con celdas de media tensión en aerogeneradores, centro de seccionamiento y subestación, s/ planos y esquemas, i/ pequeño material y elementos de fijación.	6,00	290,00	1.740,00
3.01.09	Ud	EMPALME UNIP. 18/30 kV 630 mm2 Suministro y montaje de empalme unipolar, para conductor de aislamiento seco tipo RHZ1 18/30kV 1x630 mm2 Al, completamente ejecutado en línea de subterránea, s/ planos, i/ pequeño material y elementos de fijación.	3,00	340,00	1.020,00
3.01.11	PA	ENSAYOS DE CONDUCTORES MT Ensayo de aislamiento y rigidez dieléctrica de cubierta para conductores 18/30 kV, s/ Normas UNE y/o IEC de aplicación, a realizar en el 100 % de los tramos de canalización, i/ certificados emitidos por Organismo de Control.	0,75	4.200,00	3.150,00
Total subcapítulo 3.01					172.735,40
3.03	Instalación de fibra óptica				
3.03.01	MI	LINEA TRANSMISIÓN SEÑALES Línea de transmisión de señales mediante manguera de fibra óptica de 12 fibras, instalada directamente enterrada en zanja conjunta con cables de potencia, todo ello s/ planos, i/ coca de 15 m en interior de aerogeneradores y torre meteorológica y pequeño material.	5.103,00	2,40	12.247,20

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.03.02	Ud	CONECTORIZACIÓN FIBRA ÓPTICA Conectorización de fibra óptica en aerogeneradores, torre meteorológica y centro de control, incluyendo suministro y colocación de cajas de conexión y latiguillos para conexión a equipos de comunicación, todo ello s/ planos, i/ medidas de potencia y reflectometría y certificados correspondientes.	0,70	4.800,00	3.360,00
Total subcapítulo 3.03					15.607,20
3.04	Puesta a tierra				
3.04.01	Ud	PUESTA A TIERRA AEROGENERADORES Puesta a tierra de aerogenerador a base de tres anillos formados por cable de cobre desnudo de 70 mm ² de sección y picas de acero recubierto de cobre s/ RU 6501 F, dimensiones s/ planos, i/ cables de conexión a aerogenerador, pletina de conexión en fuste y uniones mediante atado y/o soldadura aluminotérmica.	3,00	1.260,00	3.780,00
3.04.02	ML	PUESTA A TIERRA ENLACE PARQUE Instalación de puesta a tierra para enlace entre aerogeneradores, torre anemométrica y subestación, mediante cable de cobre desnudo de 50 mm ² directamente enterrado en zanja en canalización conjunta con cables de potencia y transmisión de señal, todo ello s/ planos.	2.420,00	3,40	8.228,00
3.04.03	PA	MEDICIÓN DE TIERRAS Medición resistencia de puesta a tierra y tensiones de paso y contacto según Instrucción MIE-RAT 13 y demás normativa vigente, incluso expedición del certificado correspondiente por empresa homologada.	0,75	3.600,00	2.700,00
Total subcapítulo 3.04					14.708,00

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.05	Varios				
3.05.01	MI	CABLE TRES HILOS 220 V Cable RZ1(AS) 0,6/1kV 3G10 (fase + neutro + protección) para la alimentación en baja tensión de torre meteorológica desde aerogenerador más próximo (FI-2), i/ tubo de protección de polietileno.	1.394,00	2,60	3.624,40
Total subcapítulo 3.05					3.624,40
TOTAL CAPÍTULO 3					206.675,00
CAPÍTULO 4. SEGURIDAD Y SALUD					
4.01	Ud	SEGURIDAD Y SALUD Previsión seguridad y salud	0,70	35.938,90	25.157,23
TOTAL CAPÍTULO 4					25.157,23
CAPÍTULO 5. GESTIÓN DE RESIDUOS					
5.01	Ud	GESTIÓN DE RESIDUOS Previsión gestión de residuos de construcción, s/ desglose incluido en Anexo nº 6.	0,70	32.578,99	22.805,29
TOTAL CAPÍTULO 5					22.805,29
CAPÍTULO 6. MEDIDAS AMBIENTALES					
6.01	PA	MEDIDAS PREVENTIVAS Medidas preventivas a adoptar durante la fase de construcción del parque eólico, con el alcance y desglose incluido en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental.	0,70	526.672,50	368.670,75

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.02	PA	MEDIDAS COMPENSATORIAS Medidas compensatorias a adoptar durante la fase de construcción del parque eólico, con el alcance y desglose incluido en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental.	0,70	25.014,90	17.510,43
6.03	PA	RESTAURACIÓN AMBIENTAL Restauración ambiental de terrenos afectados una vez finalizada la fase de construcción del parque eólico, con el alcance y desglose incluido en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental, así como en el Proyecto de Restauración Ambiental e Integración Paisajística incorporado al presente Proyecto.	0,70	369.330,13	258.531,09
TOTAL CAPÍTULO 6					644.712,27

CAPÍTULO 7. VARIOS

7.01	Ud	CONTROL DE CALIDAD Control de calidad de ejecución, i/ elaboración y seguimiento del plan de control de calidad.	0,70	50.000,00	35.000,00
7.02	Ud	DIRECCIÓN DE OBRA Dirección facultativa de las obras, i/ certificado firmado por técnico competente y visado por el colegio profesional.	0,70	70.000,00	49.000,00
7.03	Ud	COORD. SEGURIDAD Y SALUD Coordinación de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras, i/ aprobación del Plan de Seguridad y Salud redactado por la empresa adjudicataria.	0,70	30.000,00	21.000,00

Código	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.04	Ud	VIGILANCIA AMBIENTAL Vigilancia ambiental en fase de ejecución de las obras, con el alcance y desglose incluido en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental, así como en el Programa de Vigilancia Ambiental incorporado al presente Proyecto.	0,70	66.401,04	46.480,73
7.05	Ud	DOCUMENTACIÓN AS-BUILT Documentación as-built elaborada por la empresa adjudicataria de las obras, i/ planos, especificaciones de materiales y equipos, registros de calidad, etc.	0,70	24.000,00	16.800,00
TOTAL CAPÍTULO 7					168.280,73
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL					15.687.147,40

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo 1. Aerogeneradores y torre meteorológica	12.405.000,00
Capítulo 2. Obra civil	2.214.516,88
Capítulo 3. Infraestructura eléctrica	206.675,00
Capítulo 4. Seguridad y salud	25.157,23
Capítulo 5. Gestión de residuos	22.805,29
Capítulo 6. Medidas ambientales	644.712,27
Capítulo 7. Varios	168.280,73
Total presupuesto de ejecución material	15.687.147,40

Asciende el presente presupuesto de ejecución material a la cantidad de QUINCE MILLONES SEISCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS DE EURO.

Araba, marzo de 2026



Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 1267 (I.C.O.I.I.G)

PLANOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARQUE EÓLICO FEROSCA I
SEPARATA EXCMO. AYUNTAMIENTO DE LAUDIO
ÍNDICE DE PLANOS

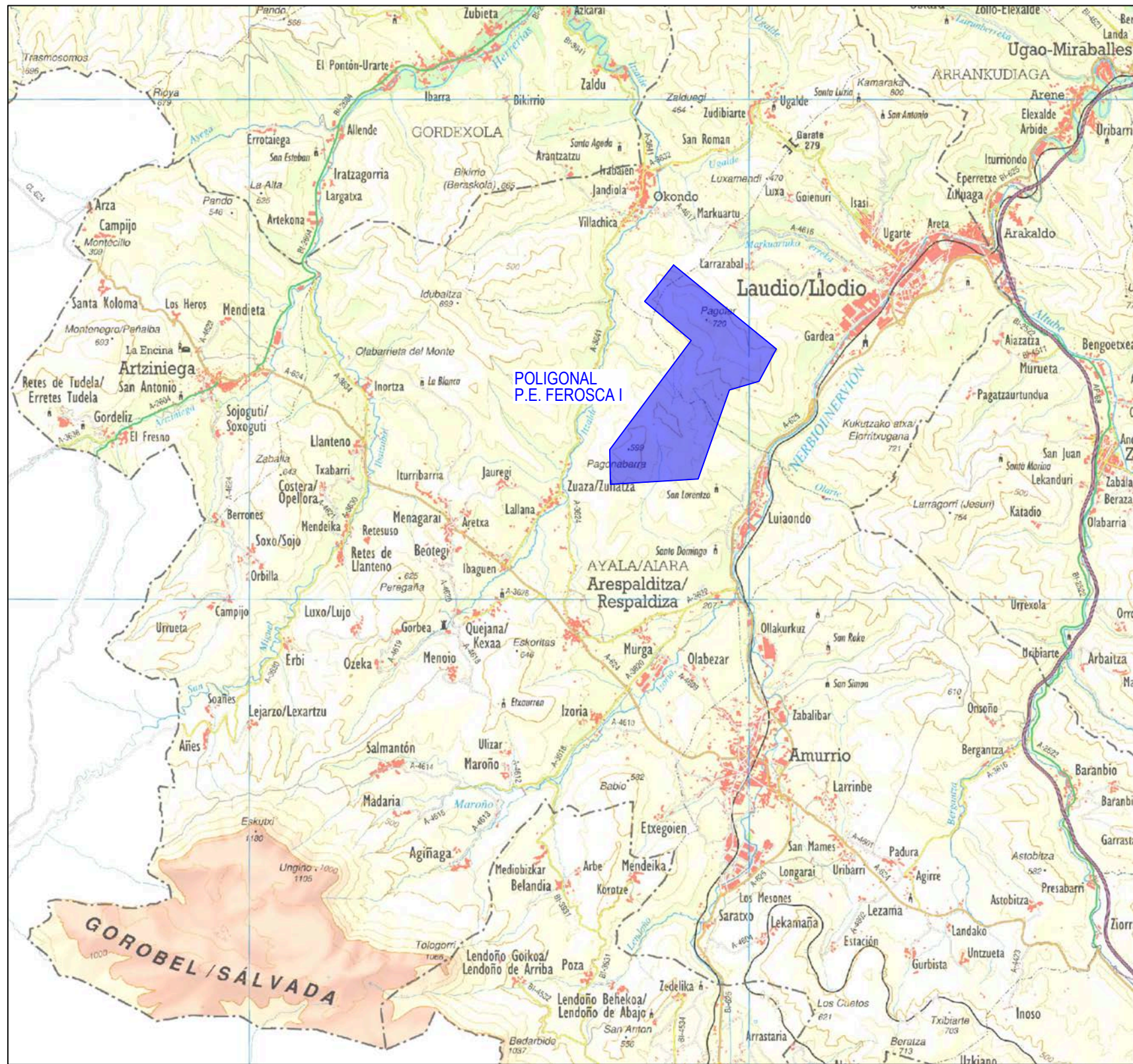
DOCUMENTO III. PLANOS

- 01. Situación general
- 02. Emplazamiento y acceso
- 03. Planta general sobre ortofoto
- 04. Planta general sobre cartografía
- 05. Planta de replanteo
- 08. Secciones tipo de viales
- 09. Paso canadiense
- 10. Planta de drenaje
- 11. Detalles tipo drenaje
- 12. Planta de canalizaciones
- 13. Secciones tipo canalizaciones
- 14. Conjunto aerogenerador
- 15. Cimentación aerogenerador
- 16. Puesta a tierra aerogenerador
- 17. Plataforma de montaje aerogenerador
- 18. Torre meteorológica
- 19. Cimentación torre meteorológica
- 20. Puesta a tierra torre meteorológica
- 21. Plataforma de montaje torre meteorológica
- 26. Restauración plataformas de montaje

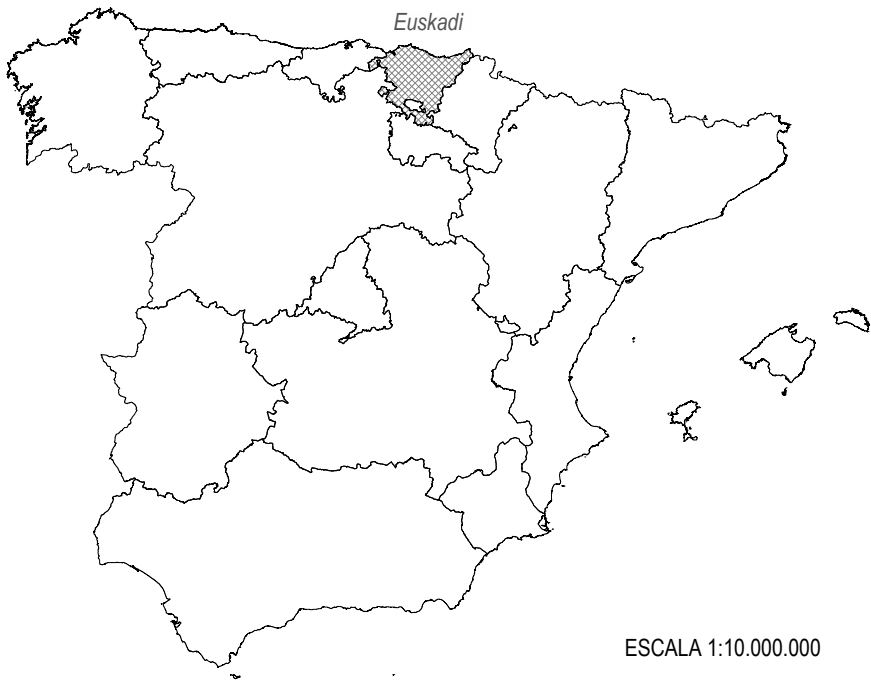
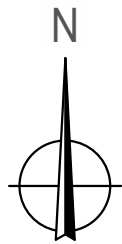
Araba, marzo de 2026



Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 1267 (I.C.O.I.I.G)



ESCALA 1:100.000



ESCALA 1:10.000.000



ESCALA 1:1.000.000



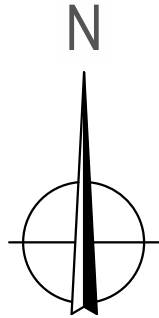
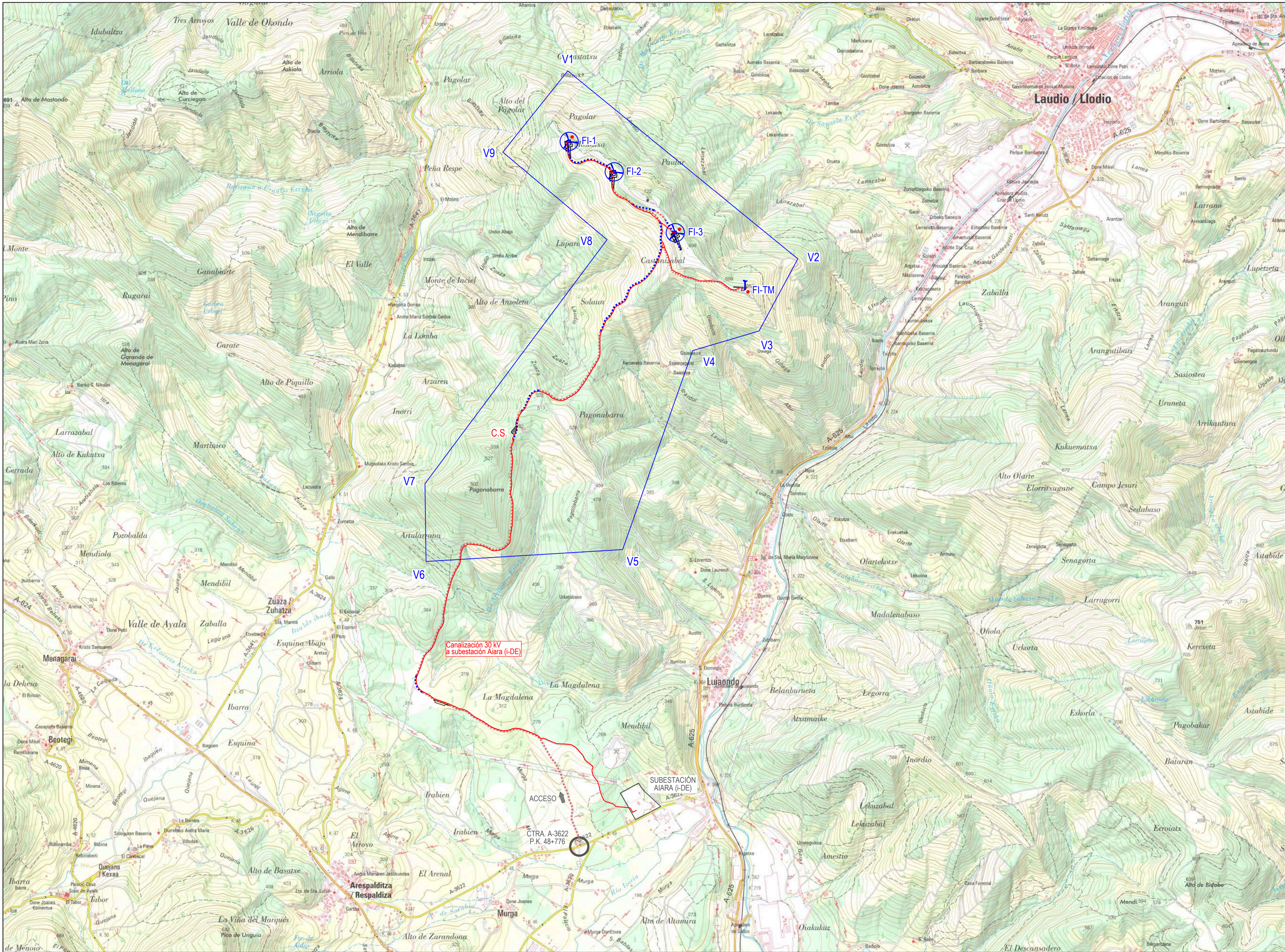
LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

c/ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

FEROSCA WIND

Plano:			Nº: 01	
SITUACIÓN GENERAL				
			hoja: 1 de: 1	
Revisión	Fecha	Motivo	Autor: Juan José González Fernández Ingeniero Industrial Col. nº 1267 (I.C.C.M.G.)	
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW		
01	20.07.2023	INICIAL		
			Escala: INDICADAS	
			Formato: DIN A3	



COORDENADAS UTM POLIGONAL (ETRS89, Huso 30)		
Vértice	UTM X (m)	UTM Y (m)
V1	498.491,00	4.776.701,00
V2	500.549,00	4.775.020,00
V3	500.202,00	4.774.374,00
V4	499.609,00	4.774.198,00
V5	498.982,00	4.772.418,00
V6	497.223,00	4.772.311,00
V7	497.214,00	4.773.008,00
V8	498.842,00	4.775.191,00
V9	497.910,00	4.775.974,00

COORDENADAS UTM AEROGENERADORES (ETRS89, Huso 30)		
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)
FI-1	498 504.00	4 776 070.00
FI-2	498 907.00	4 775 798.00
FI-3	499 453.00	4 775 253.00

COORDENADAS UTM TORRE MET. (ETRS89, Huso 30)		
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)
FI-TM	500.077,00	4.774.749,00

COORDENADAS UTM CENTRO DE SECC. (ETRS89, Huso 30)		
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)
FI-CS (centro)	498.009,65	4.773.452,79

LEYENDA

-  Sistema de balizamiento
AEROGENERADOR N163 7.0 HH113
Y PLATAFORMA DE MONTAJE
-  Sistema de balizamiento
TORRE METEOROLÓGICA AUTOSOPORTADA H = 113 m
Y PLATAFORMA DE MONTAJE
-  VIAL SOBRE CAMINO EXISTENTE
-  VIAL DE NUEVO TRAZADO
-  CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA
-  CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30 kV



c/ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

FEROSCA WIND

EMPLAZAMIENTO Y ACCESO

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor:
Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.S.M.G.)

Nº:
02
hoja: 1 de: 1
Escala: 1:25.000
Formato: DIN A3

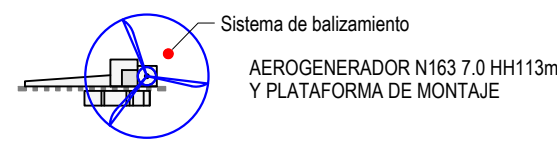


COORDENADAS UTM AEROGENERADORES (ETRS89, Huso 30)							
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (msnm)	HH (m)	Htot (m)	Hmáx (m)	Municipio
FI-1	498 504.00	4 776 070.00	604.00	113.00	194.50	798.50	Laudio
FI-2	498 907.00	4 775 798.00	651.00	113.00	194.50	845.50	Laudio
FI-3	499 453.00	4 775 253.00	674.00	113.00	194.50	868.50	Laudio

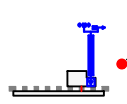
COORDENADAS UTM TORRE METEOROLÓGICA (ETRS89, Huso 30)						
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (msnm)	Htot (m)	Hmáx (m)	Municipio
FI-TM	500 077.00	4 774 749.00	661.00	113.00	774.00	Laudio

COORDENADAS UTM CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30 KV (ETRS89, Huso 30)				
Punto	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (msnm)	Municipio
A	498 006.24	4 773 455.26	478.00	Aiara
B	498 013.86	4 773 452.57		
C	498 013.06	4 773 450.32		
D	498 005.44	4 773 453.01		
Centro	498 009.65	4 773 452.79		

LEYENDA



Sistema de balizamiento
AEROGENERADOR N163 7.0 HH113m
Y PLATAFORMA DE MONTAJE



Sistema de balizamiento
TORRE METEOROLÓGICA AUTOSOPORTADA H = 113 m
Y PLATAFORMA DE MONTAJE

- VIAL SOBRE CAMINO EXISTENTE
- VIAL DE NUEVO TRAZADO
- CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30 KV

AFECCIONES:

- MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA
- ZONA DE POLICÍA DE CAUCES
- OLEODUCTO BILBAO-VALLADOLID
- TENDIDO A.T. TRANSPORTE / DISTRIBUCIÓN



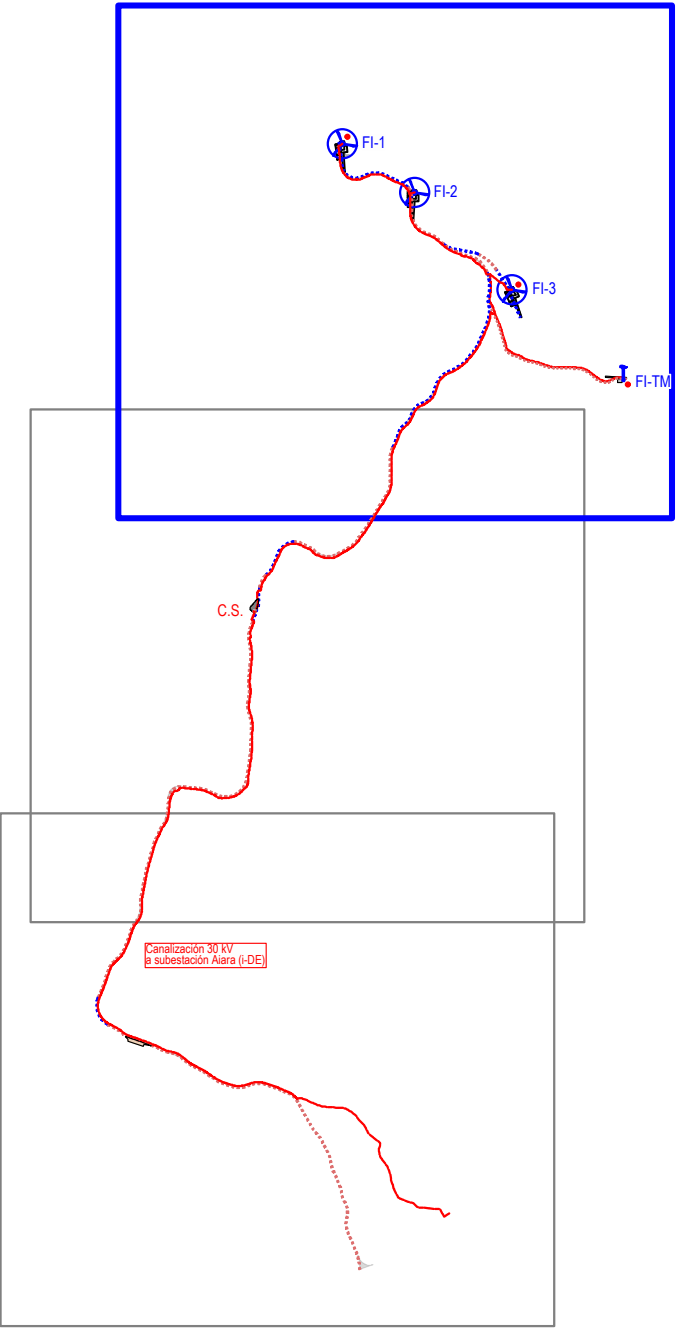
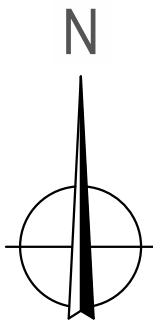
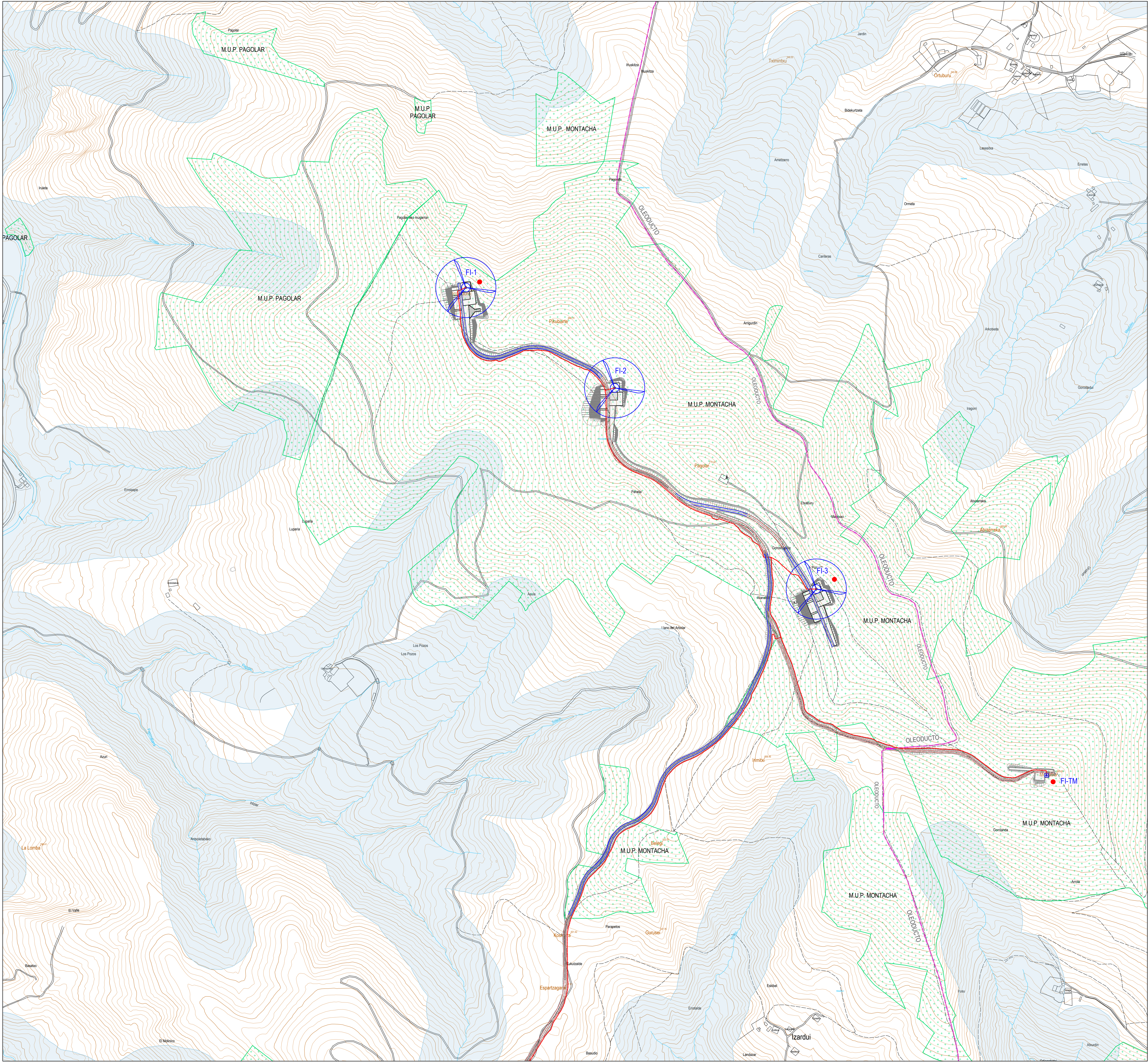
Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

Plano:

PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO

Revisión	Fecha	Motivo	Autor
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW	Juan José González Hernández Ingeniero Técnico Industrial Cof. nº 1267 (I.C.M.I.G.)
01	20.07.2023	INICIAL	

Nº:	03
hoja:	1 de 1
Escala:	1:10.000
Formato:	DIN A1



COORDENADAS UTM AEROGENERADORES (ETRS89, Huso 30)						
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (msnm)	HH (m)	Htot (m)	Hmáx (m)
FI-1	498 504.00	4 776 070.00	604.00	113.00	194.50	798.50
FI-2	498 907.00	4 775 798.00	651.00	113.00	194.50	845.50
FI-3	499 453.00	4 775 253.00	674.00	113.00	194.50	868.50

COORDENADAS UTM TORRE METEOROLÓGICA (ETRS89, Huso 30)						
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (msnm)	Htot (m)	Hmáx (m)	Municipio
FI-TM	500.077,00	4.774.749,00	661,00	113,00	774,00	Laudio

COORDENADAS UTM CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30 kV (ETRS89, Huso 30)				
Punto	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (msnm)	Municipio
A	498 006.24	4 773 455.26	478.00	Aiara
B	498 013.86	4 773 452.57		
C	498 013.06	4 773 450.32		
D	498 005.44	4 773 453.01		
Centro	498 009.65	4 773 452.79		

AFECCIONES:

- MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA
- OLEODUCTO BILBAO-VALLADOLID
- ZONA DE POLICÍA DE CAUCES
- TENDIDO A.T. TRANSPORTE / DISTRIBUCIÓN

LEYENDA

- Sistema de balizamiento
- AEROGENERADOR N°163 7.0 HH113 Y PLATAFORMA DE MONTAJE
- Sistema de balizamiento
- TORRE METEOROLÓGICA AUTOSOPORTADA H = 113 m Y PLATAFORMA DE MONTAJE
- VIAL SOBRE CAMINO EXISTENTE, FIRME GRANULAR
- VIAL DE NUEVO TRAZADO, FIRME GRANULAR
- VIAL DE NUEVO TRAZADO, FIRME HORMIGÓN
- VIAL DE NUEVO TRAZADO, FIRME HORMIGÓN
- CRUZAMIENTO VIAL CON OLEODUCTO (LOSA DE HORMIGÓN)
- CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30 kV



Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

FEROSCA WIND

PLANTA GENERAL SOBRE CARTOGRAFÍA

Nº:

04

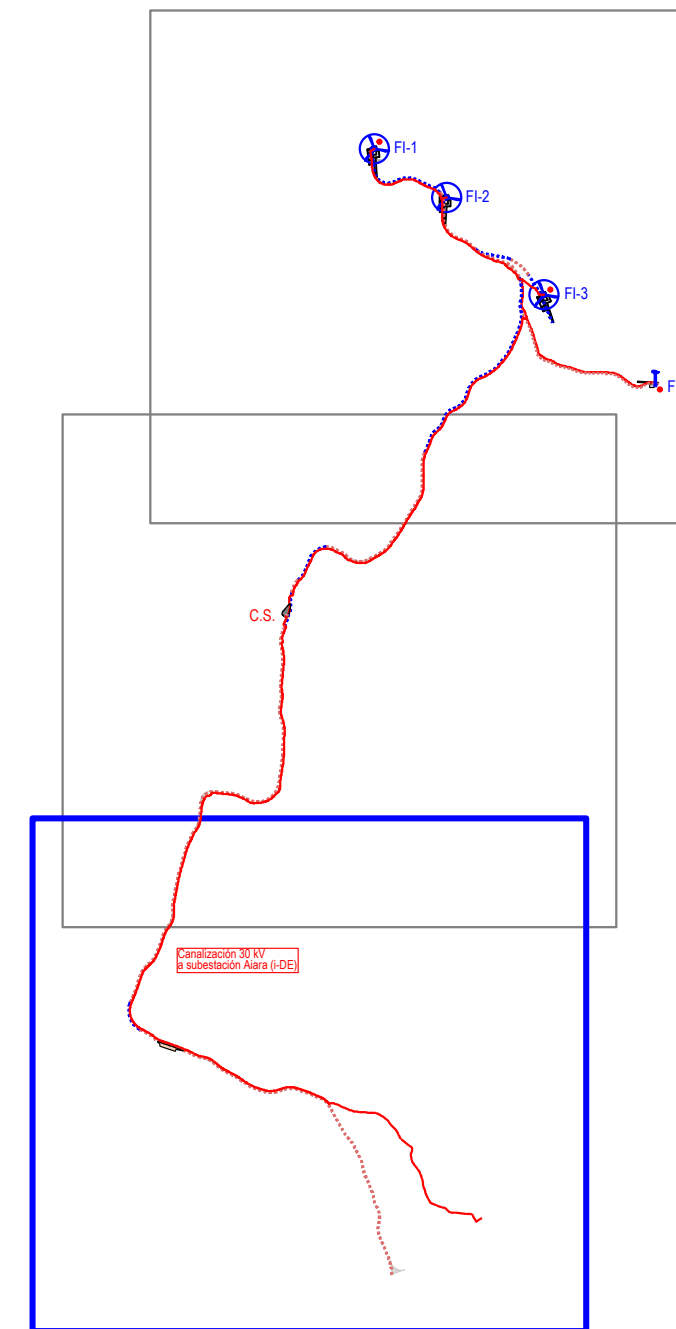
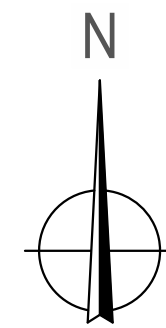
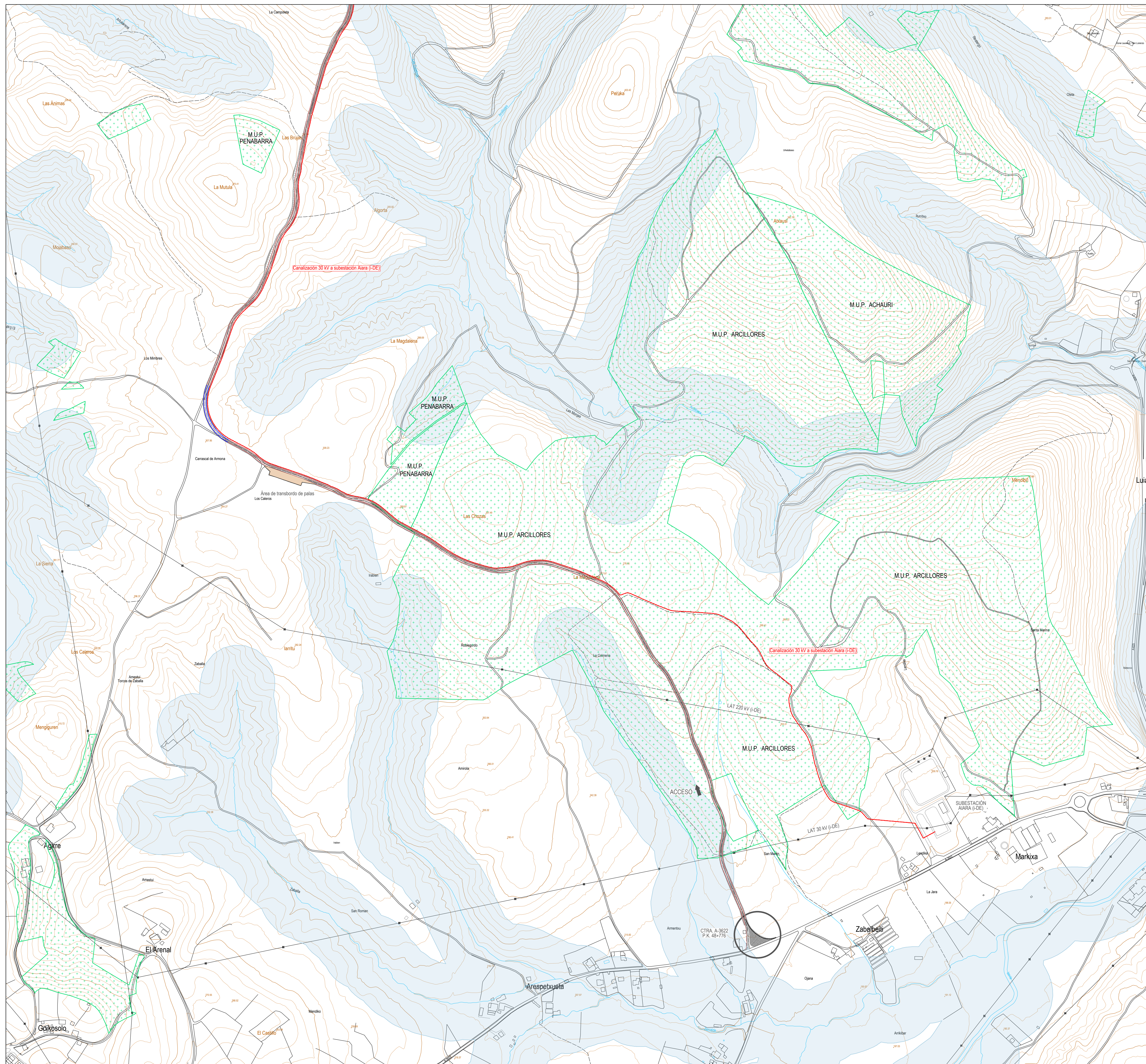
hoja: 1 de: 3

Revisión	Fecha	Motivo	Autor
02	27.03.2025	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N°163 - 21 MW	Juan José González Hernández Ingeniero T.E.C. nº 1267 (I.C.N.A.G.)
01	20.07.2023	INICIAL	

Escala: 1:5.000

Formato: DIN A1

o María Puga Cerdido, 6
Entresuelo-B
15009 A Coruña
Tel: 685 17 89 20
ingenieria@embus.com



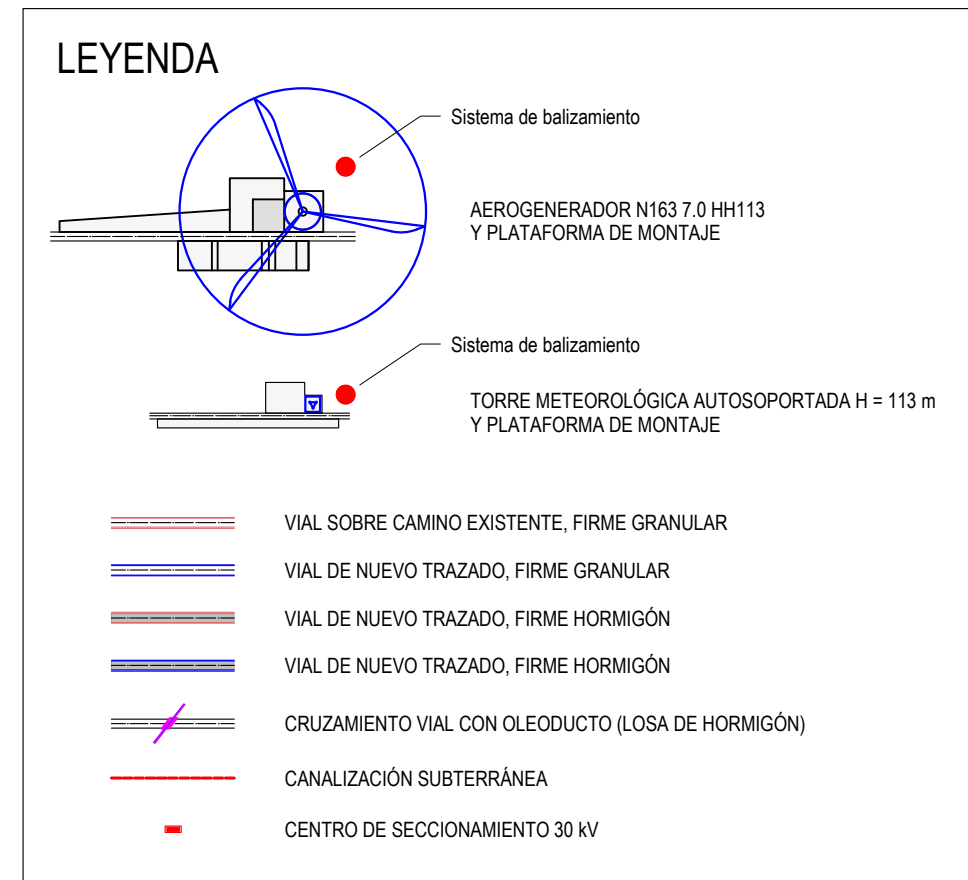
COORDENADAS UTM AEROGENERADORES (ETRS89, Huso 30)							
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (msnm)	HH (m)	Htot (m)	Hmáx (m)	Municipio
FI-1	498 504.00	4 776 070.00	604.00	113.00	194.50	798.50	Laudio
FI-2	498 907.00	4 775 798.00	651.00	113.00	194.50	845.50	Laudio
FI-3	499 453.00	4 775 253.00	674.00	113.00	194.50	868.50	Laudio

COORDENADAS UTM TORRE METEOROLÓGICA (ETRS89, Huso 30)						
Posición	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (msnm)	Htot (m)	Hmáx (m)	Municipio
FI-TM	500.077,00	4.774.749,00	661,00	113,00	774,00	Laudio

COORDENADAS UTM CENTRO DE SECCIONAMIENTO 30 kV (ETRS89, Huso 30)				
Punto	UTM X (m)	UTM Y (m)	Cota Z (msnm)	Municipio
A	498 006.24	4 773 455.26	478.00	Aiara
B	498 013.86	4 773 452.57		
C	498 013.06	4 773 450.32		
D	498 005.44	4 773 453.01		
Centro	498 009.65	4 773 452.79		

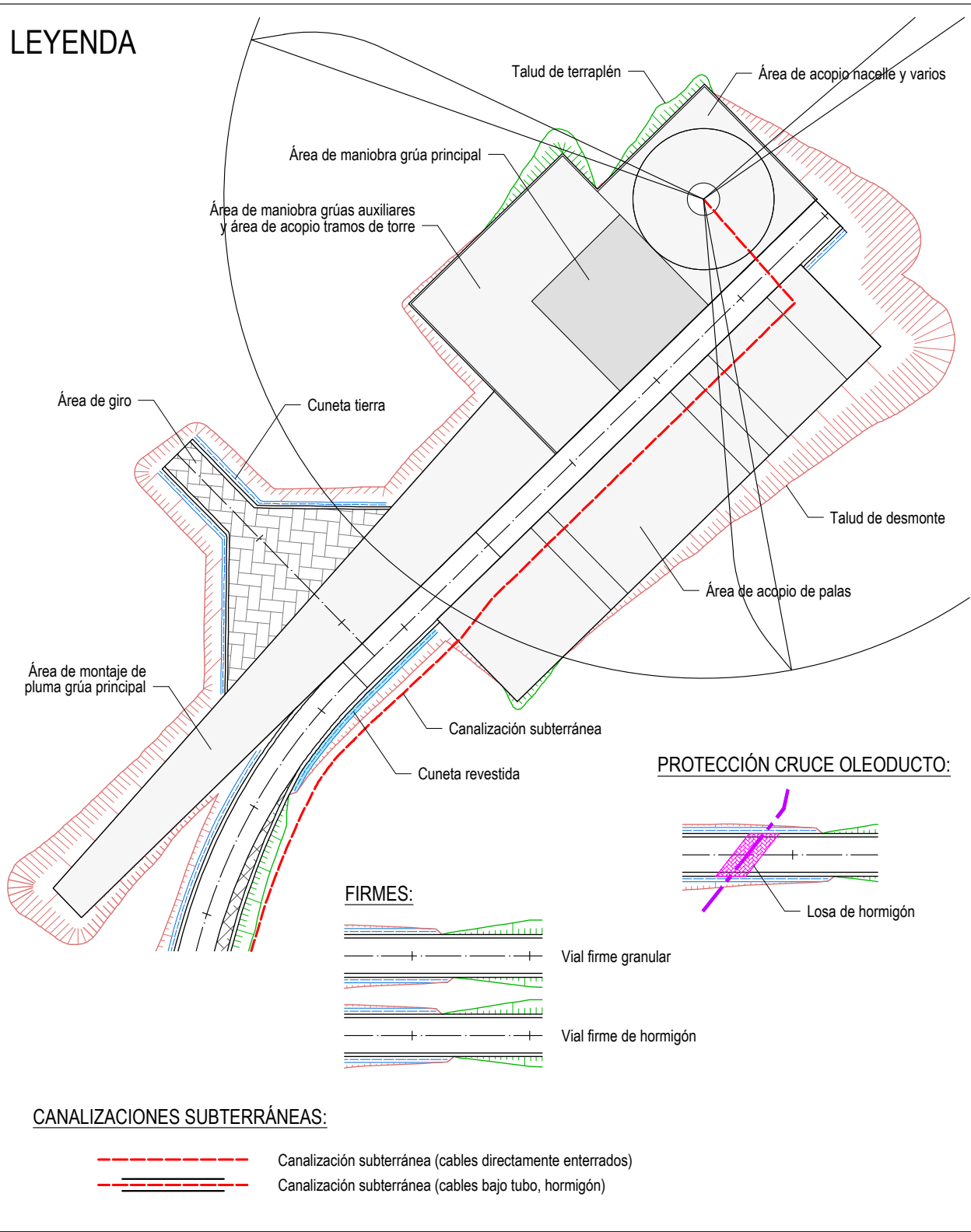
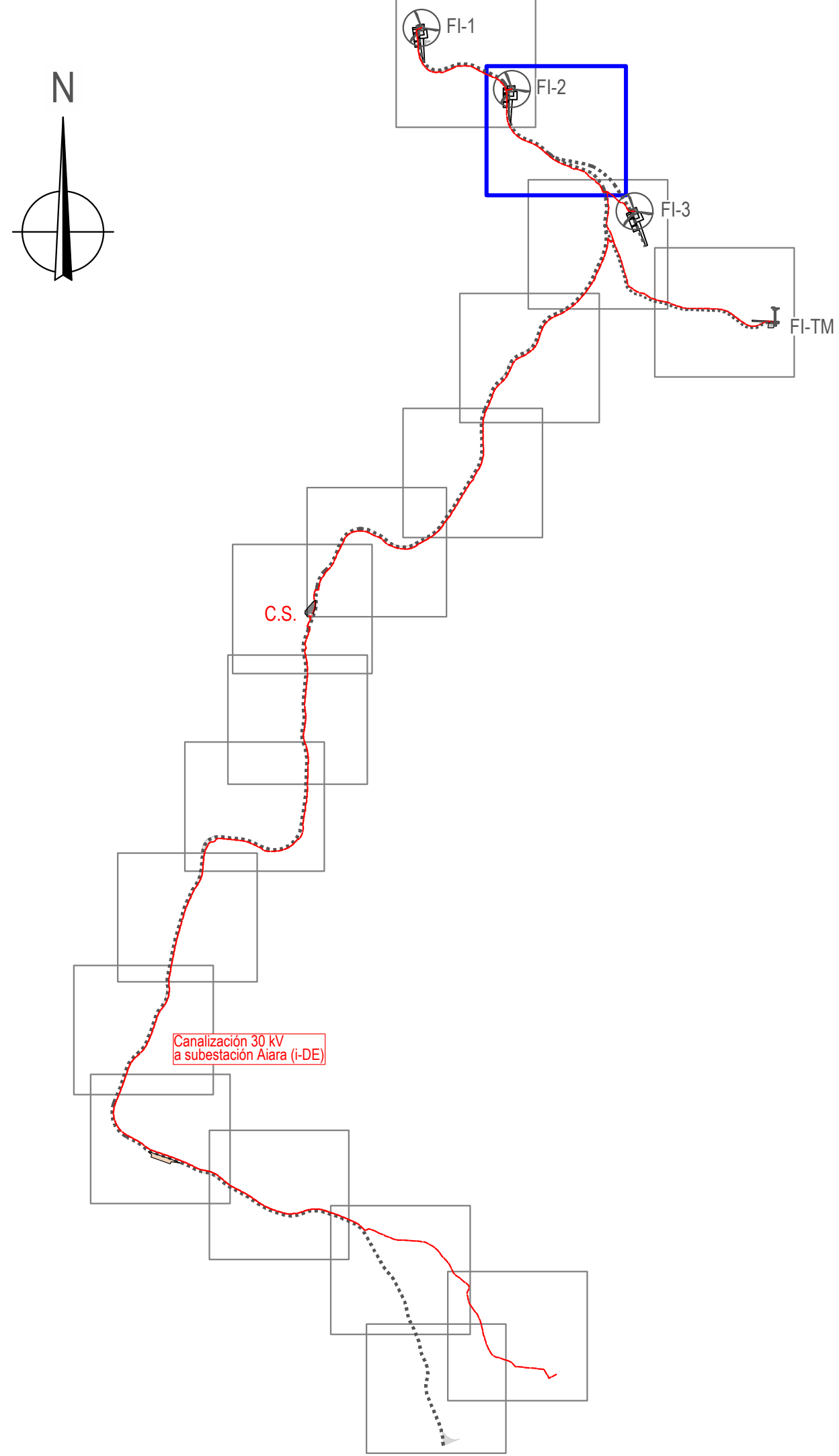
AFECCIONES:

	MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA		OLEODUCTO BILBAO-VALLADOLID
	ZONA DE POLICÍA DE CAUCES		TENDIDO A.T. TRANSPORTE / DISTRIBUCIÓN





Posición	FI-2
UTM X (m)	498.907
UTM Y (m)	4.775.798
Cota Z (m)	651,0
Municipio	Laudio



Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AJARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

Plano:

PLANTA DE REPLANTEO

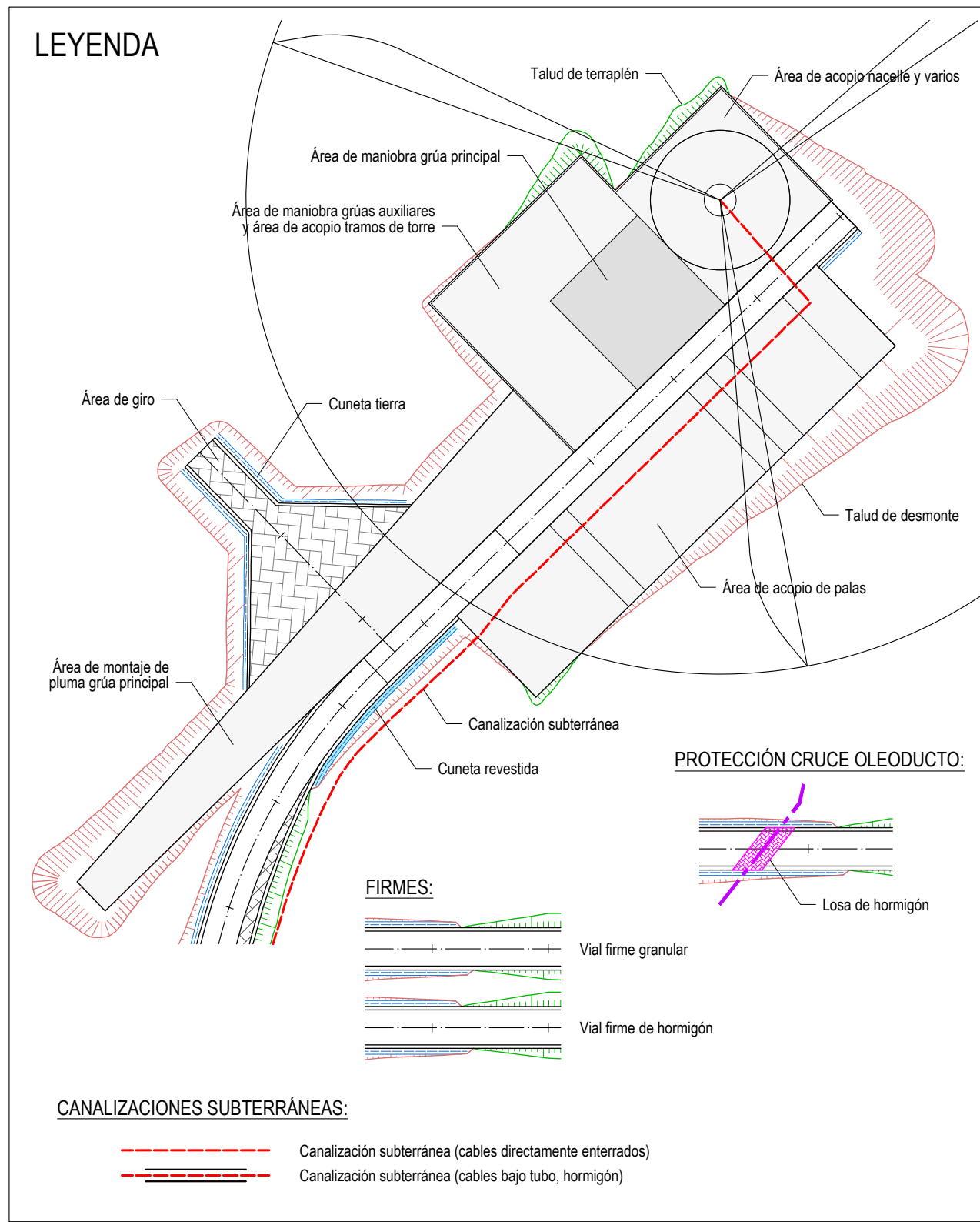
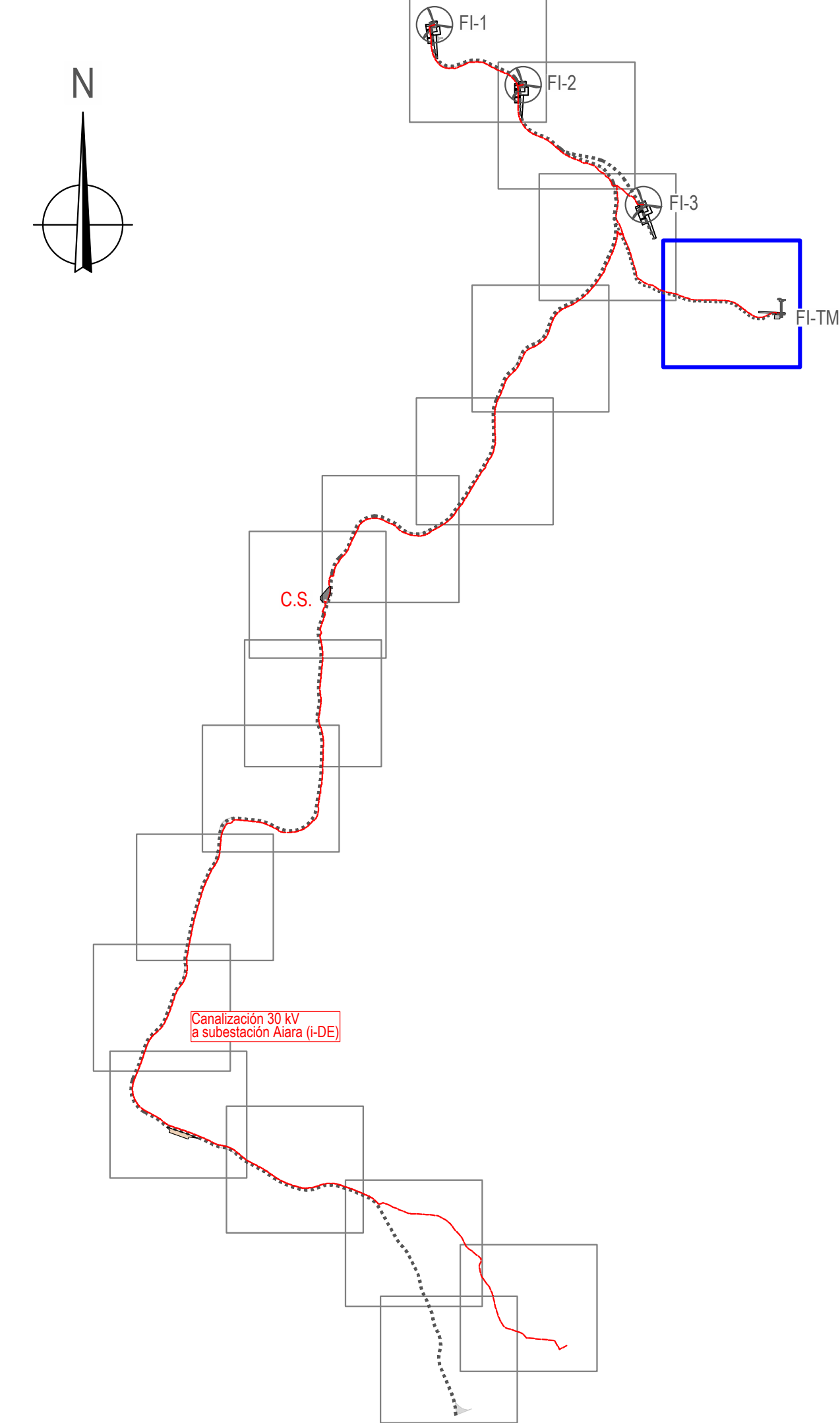
Nº: **05**

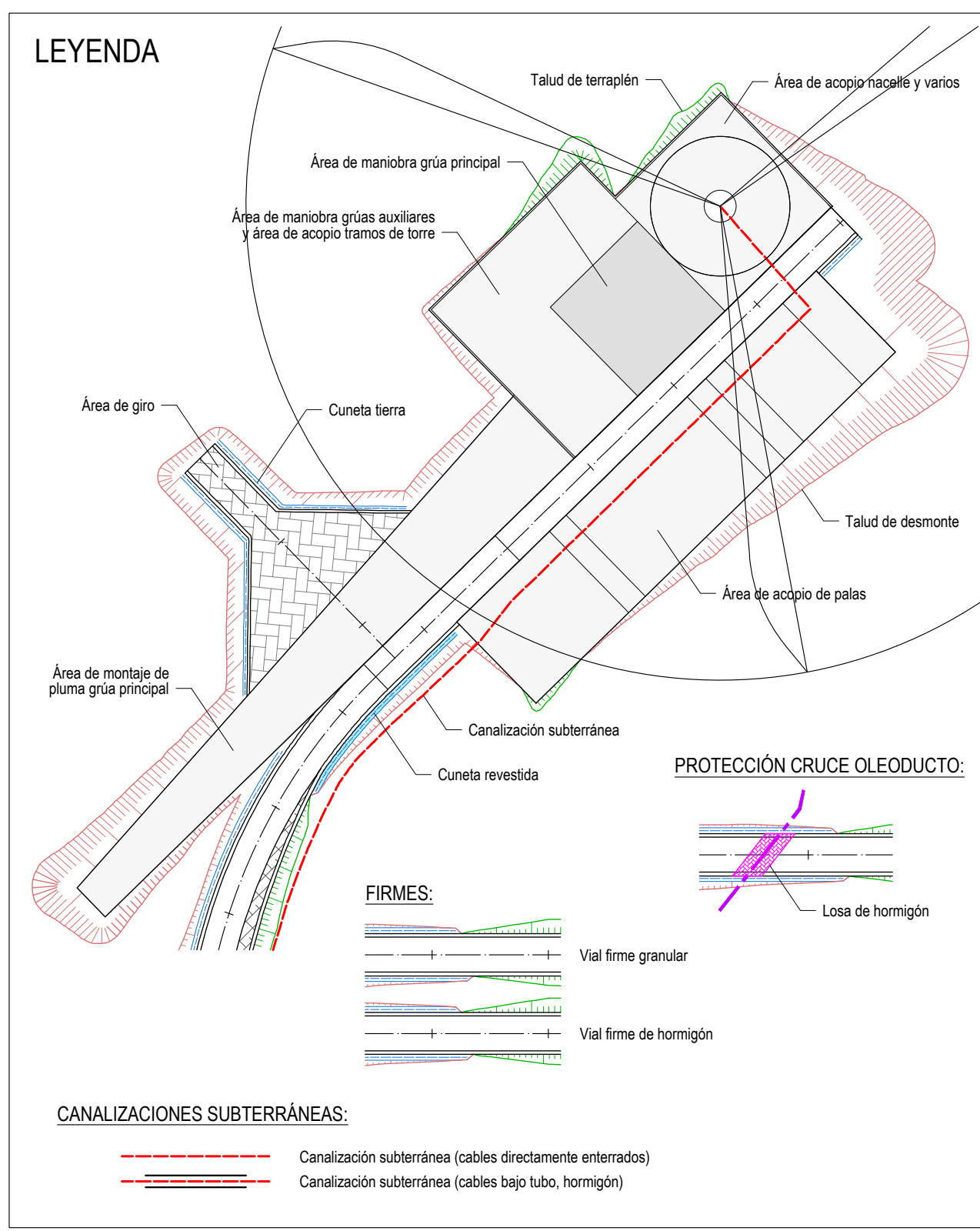
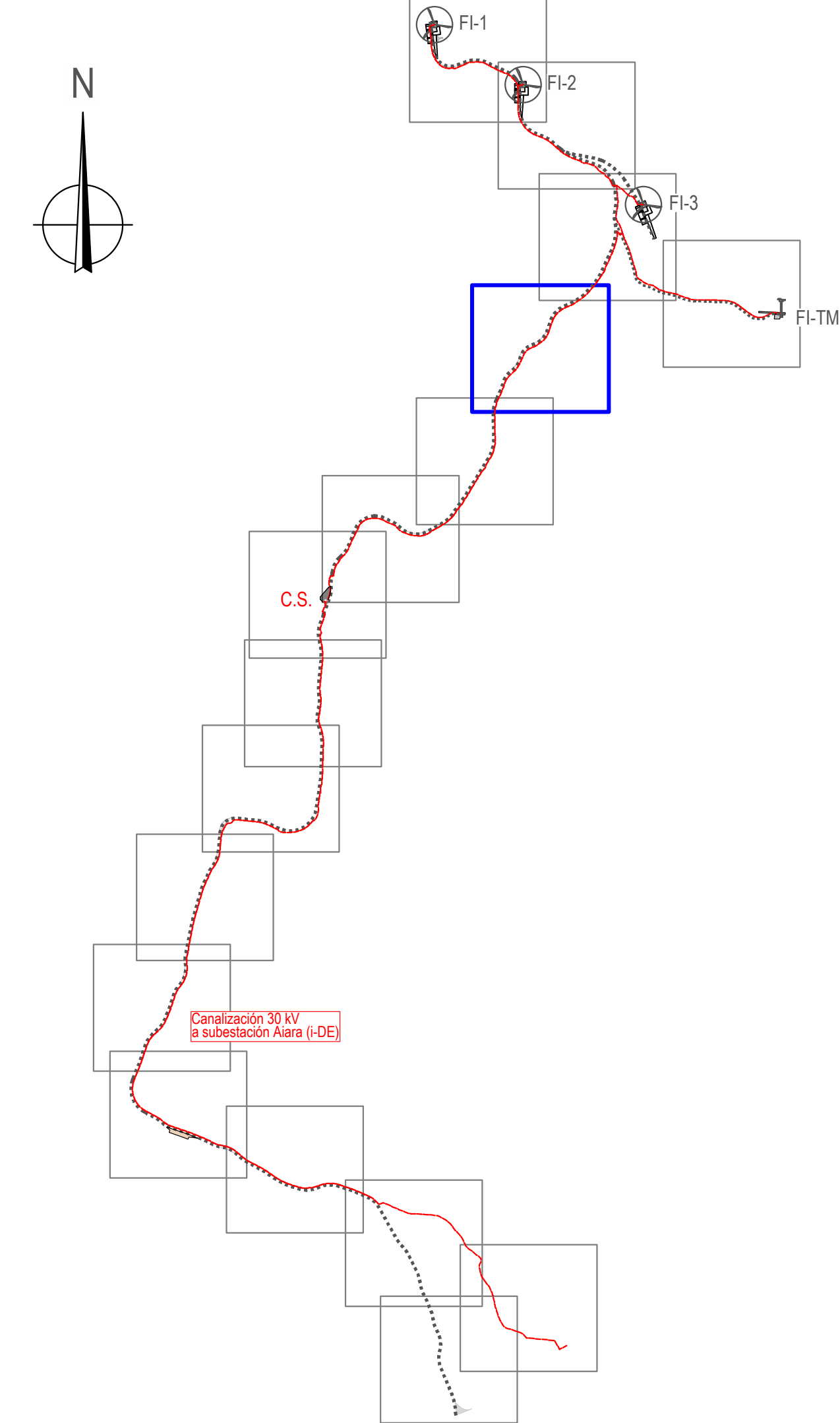
Revisión: 02, 01
Fecha: 27.03.2025, 20.07.2023
Motivo: CONFIGURACIÓN 3 AEROG N163 - 21 MW, INICIAL

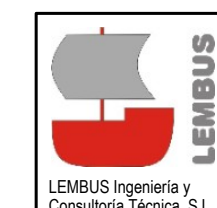
Autó: Juan José González
Ingeniero Técnico
Cof. nº 1267 (I.C.N.A.G.)

Escala: 1:1.000

Formato: DIN A1







Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

Plano:

PLANTA DE REPLANTEO

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2025	CONFIGURACIÓN 3 AEROG N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autó: Juan José González Hernández
Ingeniero Técnico
Cof. nº 1267 (I.C.N.A.G.)

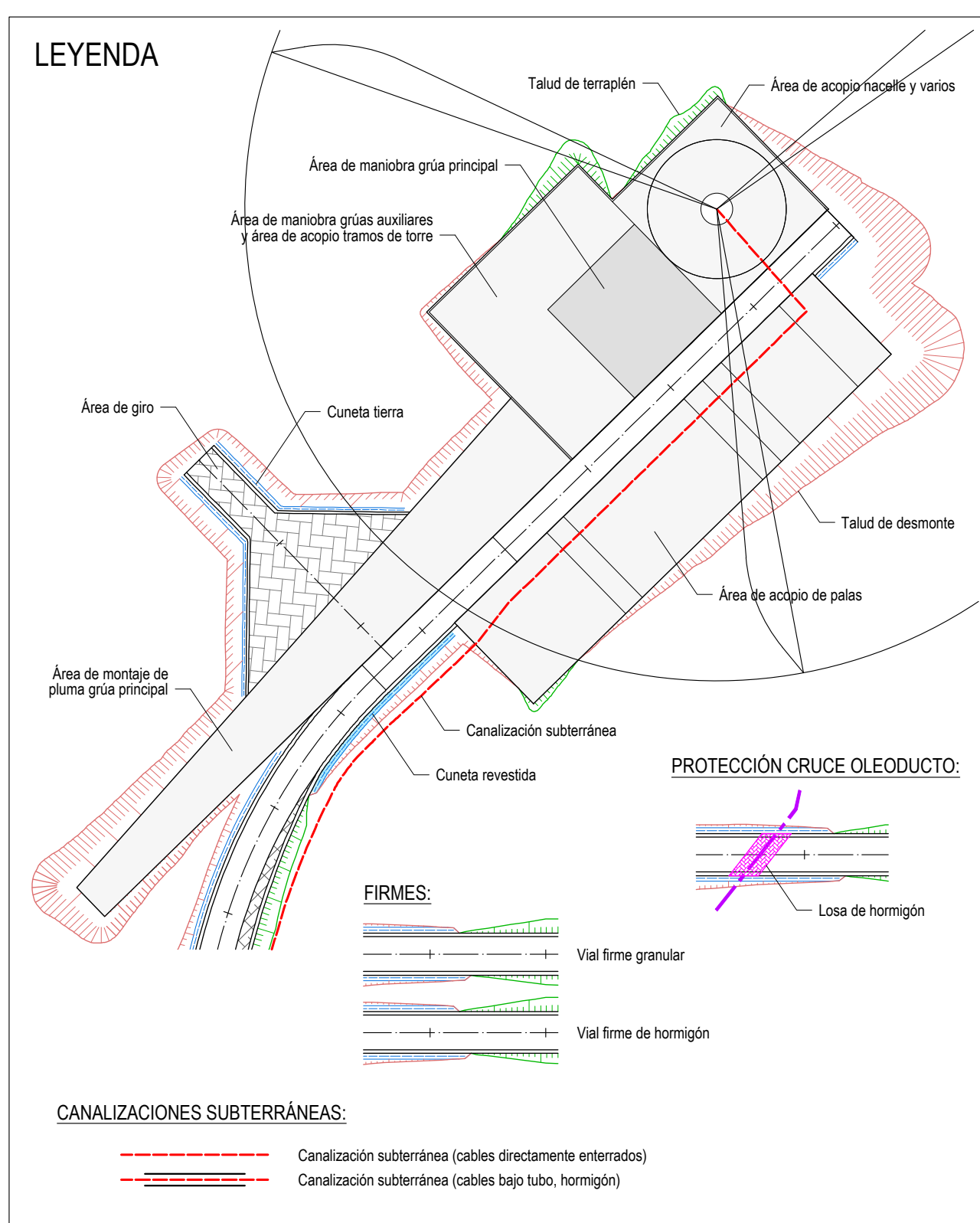
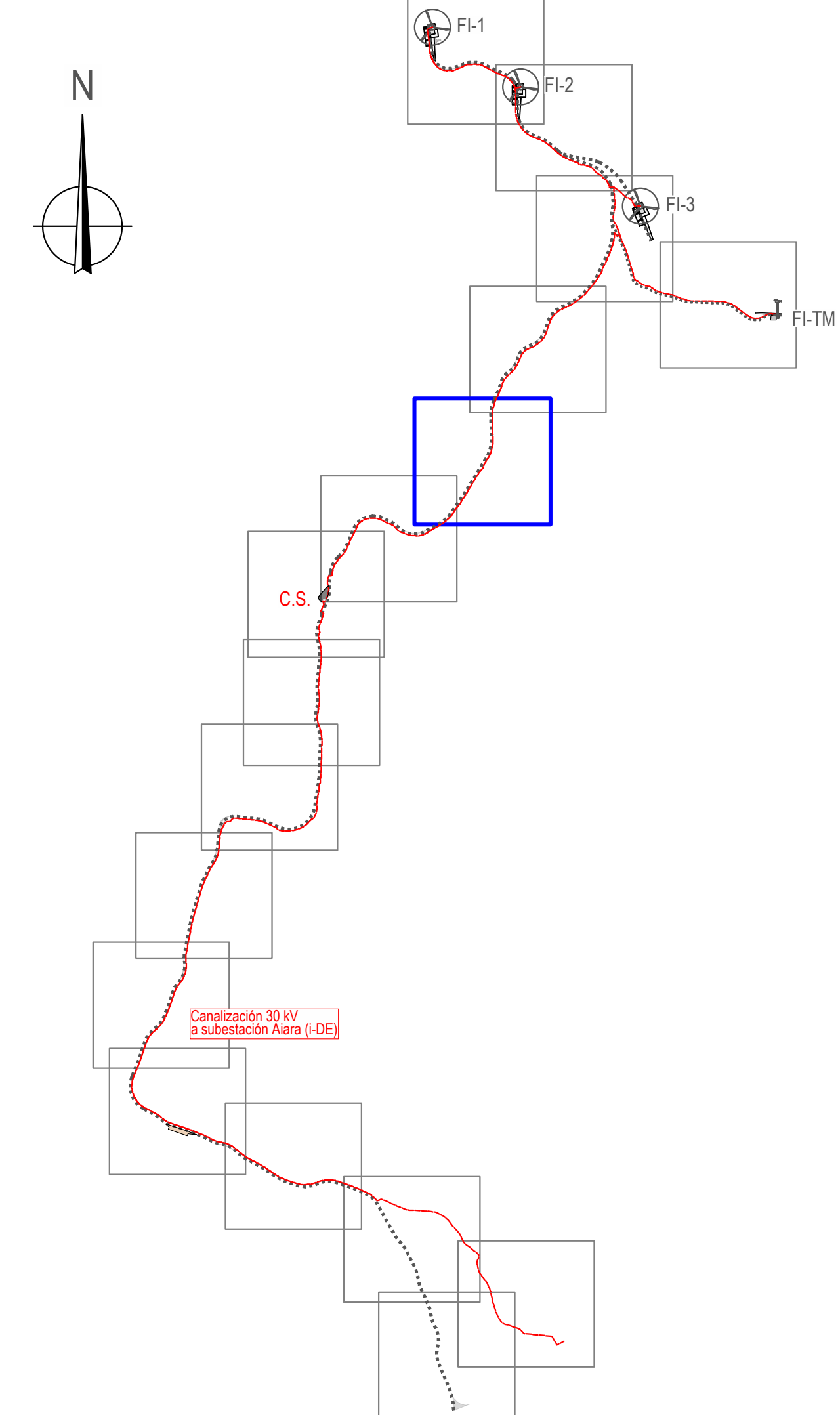
Nº: **05**

hoja: 5 de 17

Escala: 1:1.000

Formato: DIN A1

or María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com





Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

Plano:

PLANTA DE REPLANTEO

Revisión: 02, 01
Fecha: 27.03.2025, 20.07.2023
Motivo: CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW, INICIAL

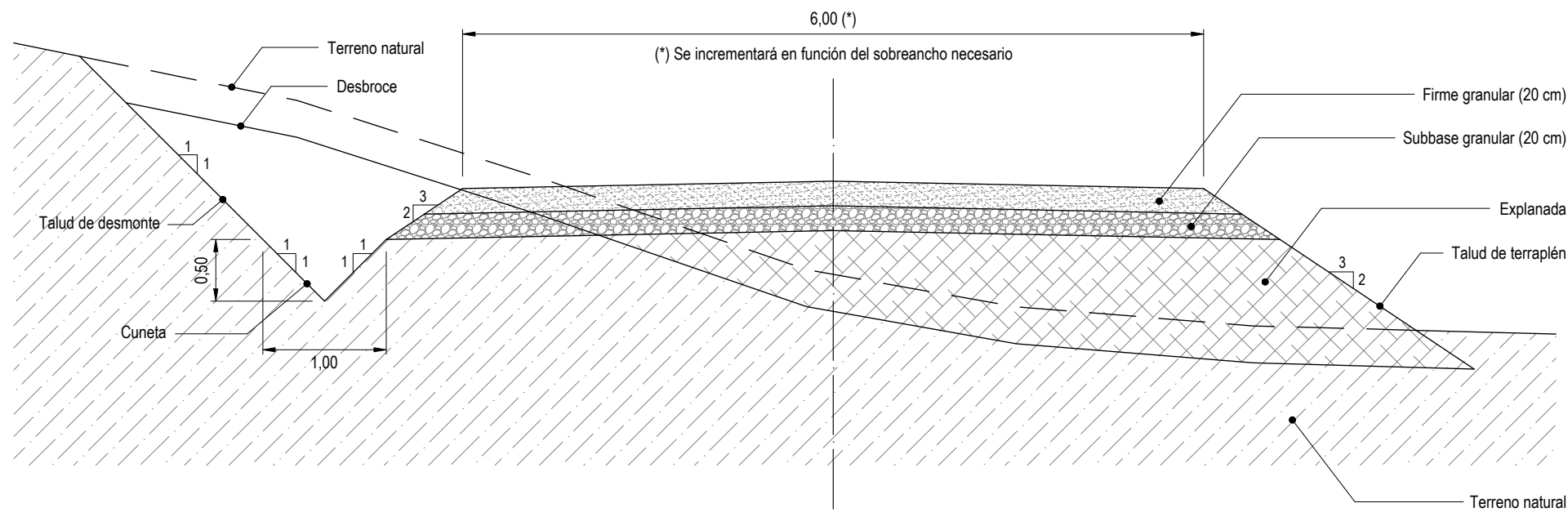
Nº: 05

hoja: 6 de: 17

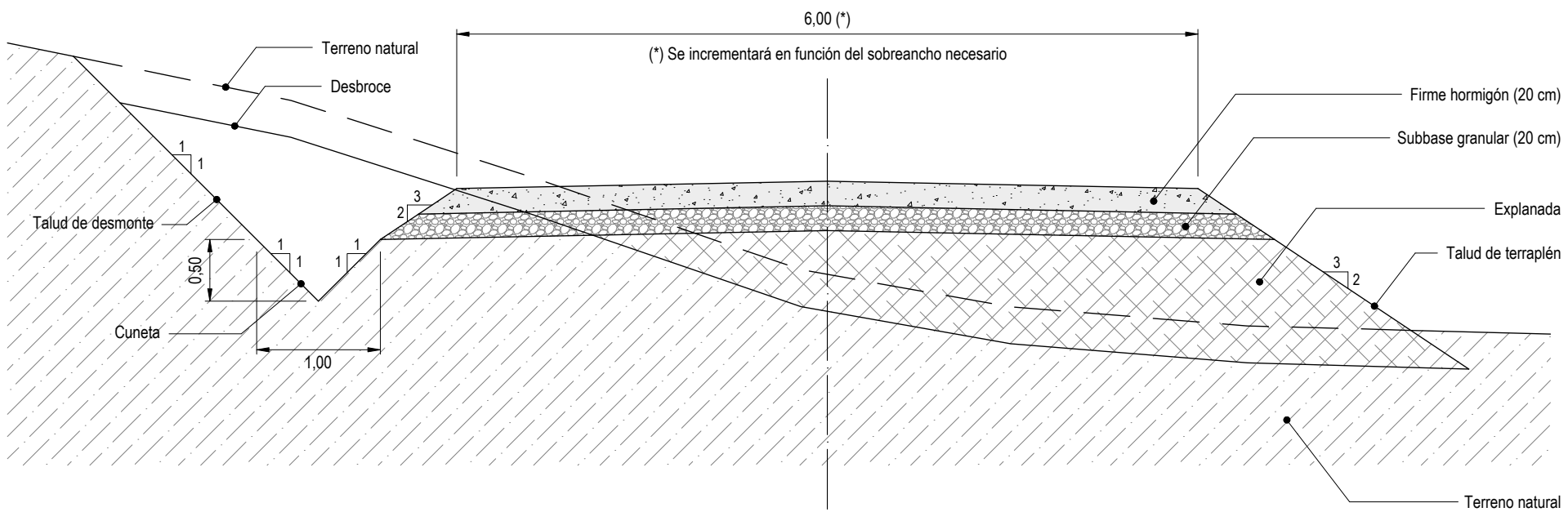
Escala: 1:1.000

Formato: DIN A1

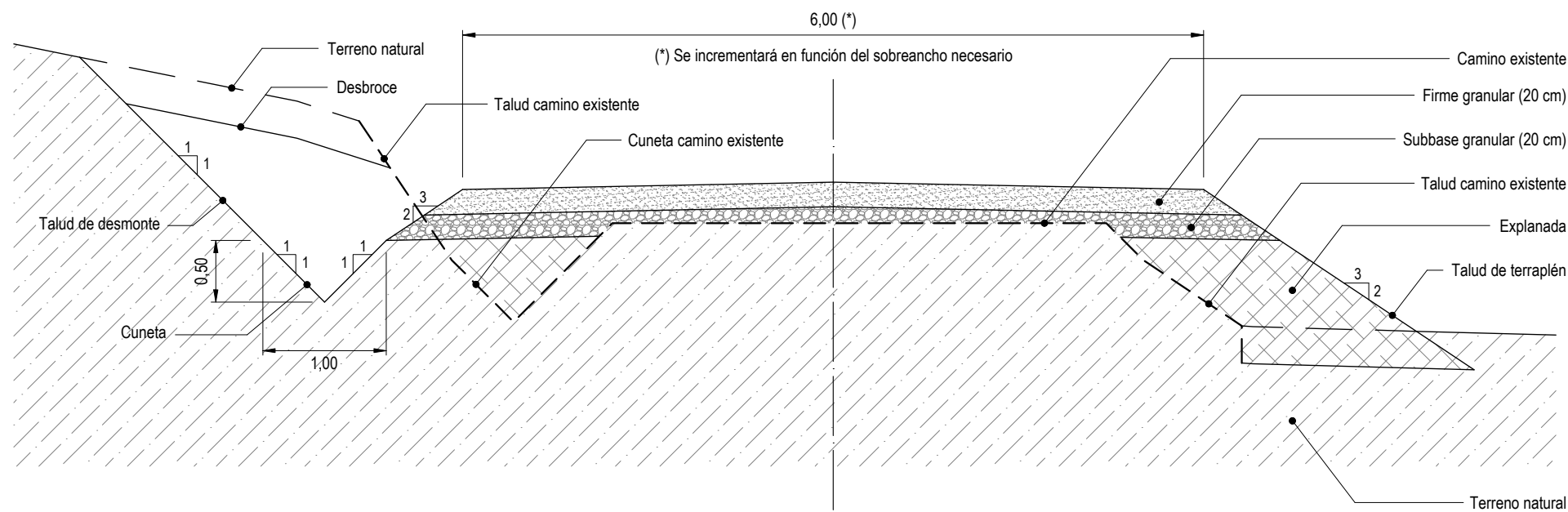
Aut: Juan José González Hernández
Ingeniero Técnico de Obras Públicas
Cof. nº 1287 (I.C.N.A.G.)



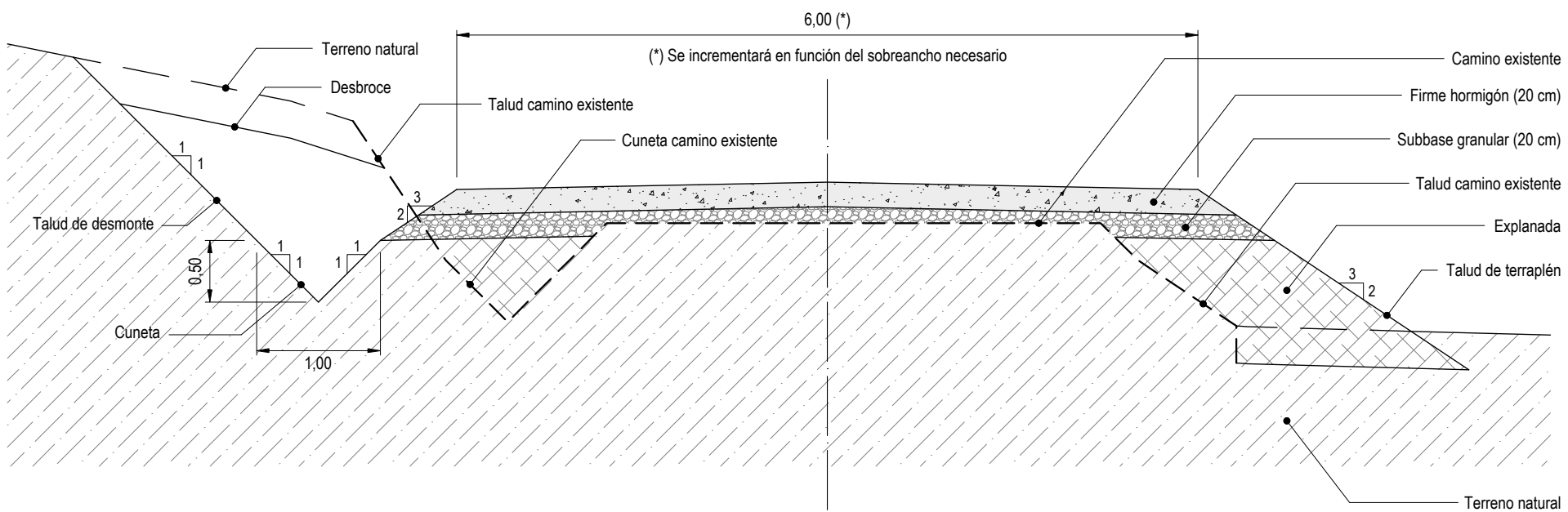
SECCIÓN TIPO VIAL NUEVO (FIRME GRANULAR)



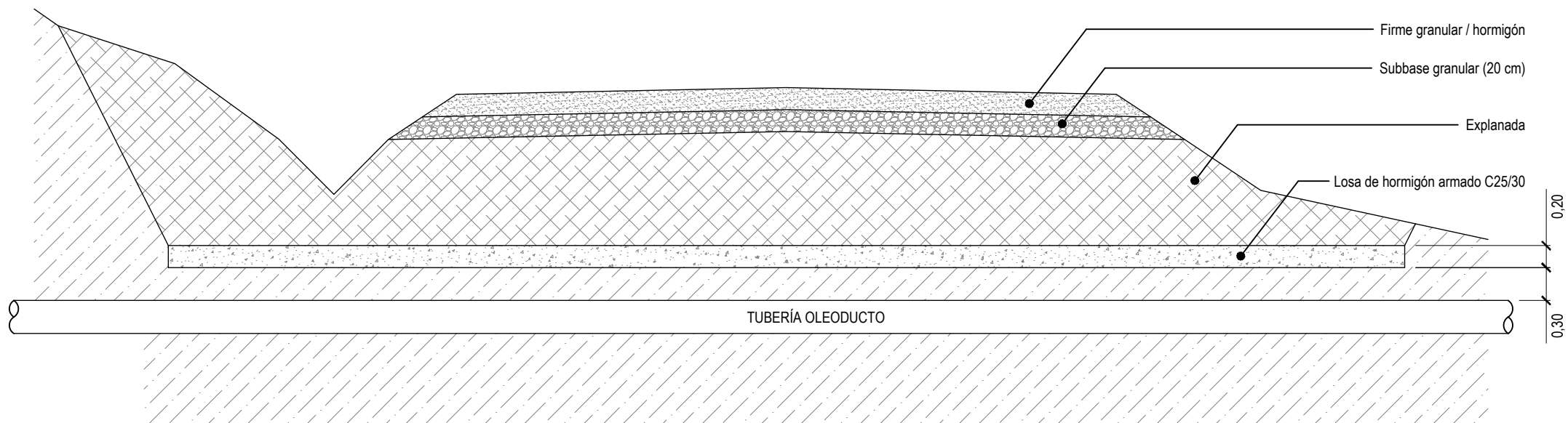
SECCIÓN TIPO VIAL NUEVO (FIRME HORMIGÓN)



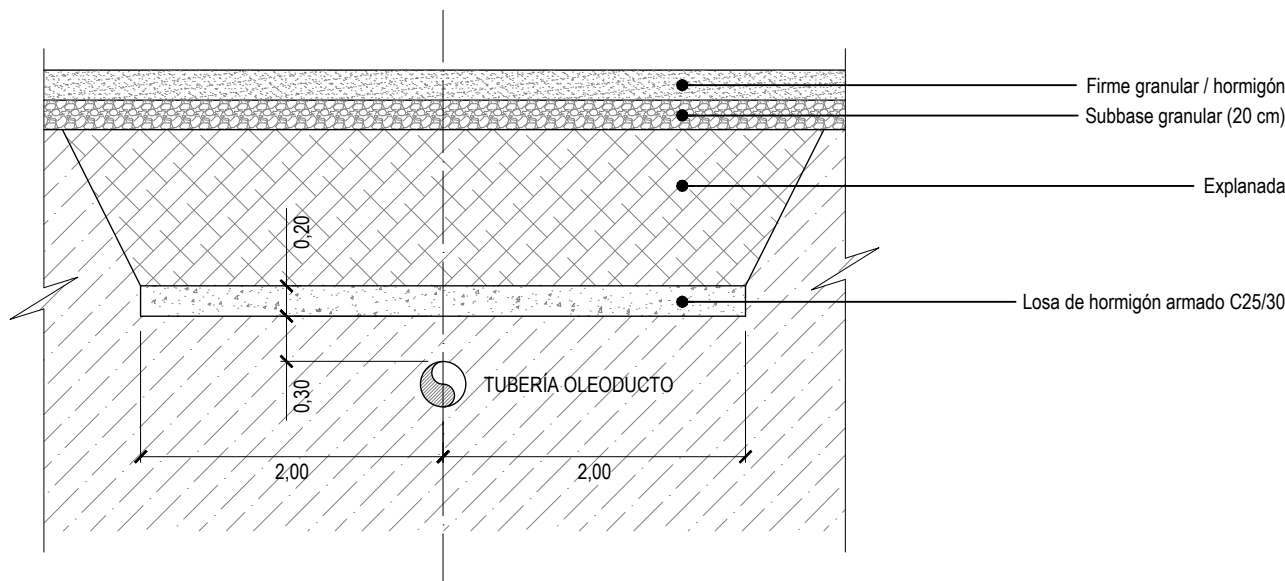
SECCIÓN TIPO VIAL SOBRE CAMINO EXISTENTE (FIRME GRANULAR)



SECCIÓN TIPO VIAL SOBRE CAMINO EXISTENTE (FIRME HORMIGÓN)



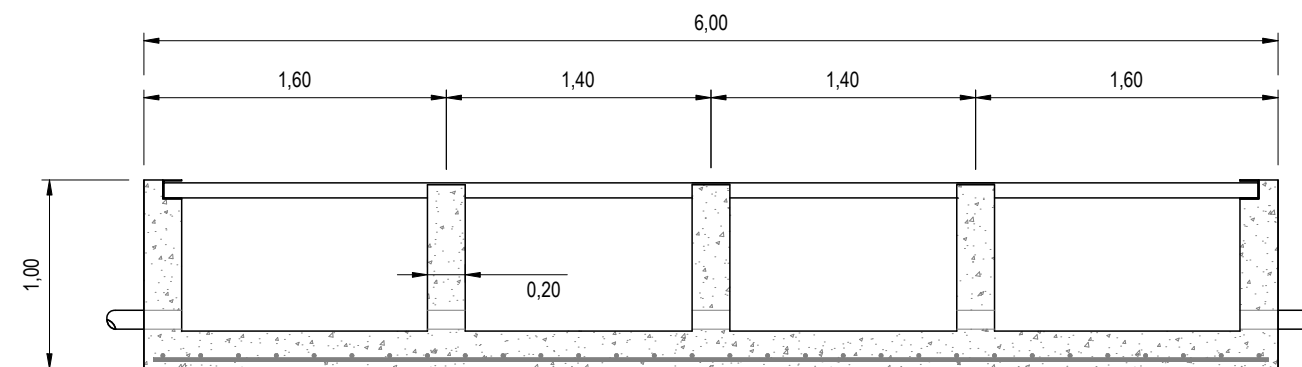
SECCIÓN TRANSVERSAL



SECCIÓN LONGITUDINAL

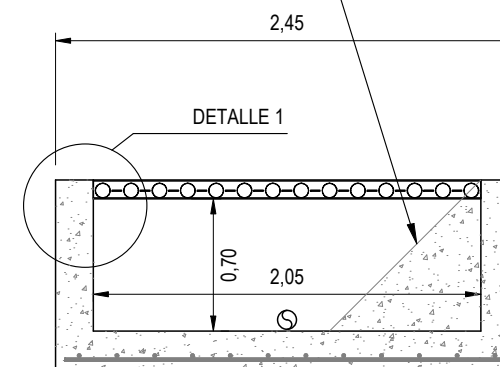
SECCIÓN TIPO CRUZAMIENTO DE VIAL SOBRE OLEODUCTO
(REFUERZO LOSA DE HORMIGÓN ARMADO)

 LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L. c/ María Puga Cerdido, 6 Entresuelo B 15009 A Coruña Tel.: 685 17 89 20 ingenieria@lembus.com	Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I Promotor: FEROSCA WIND, S.L. Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA) Fecha: MARZO 2026			FEROSCA WIND	
	Plano: SECCIONES TIPO DE VIALES				Nº: 08
					hoja: 1 de 1
					Escala: 1:50
					Formato: DIN A2

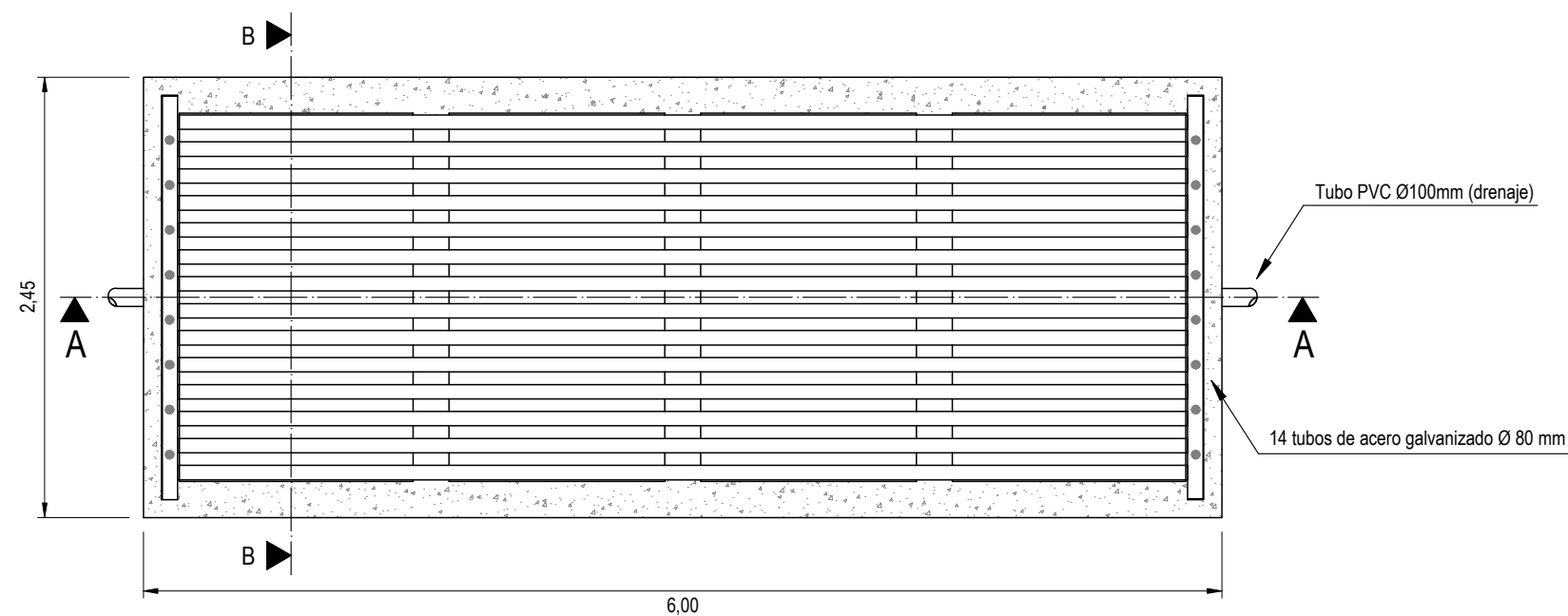


SECCIÓN A-A

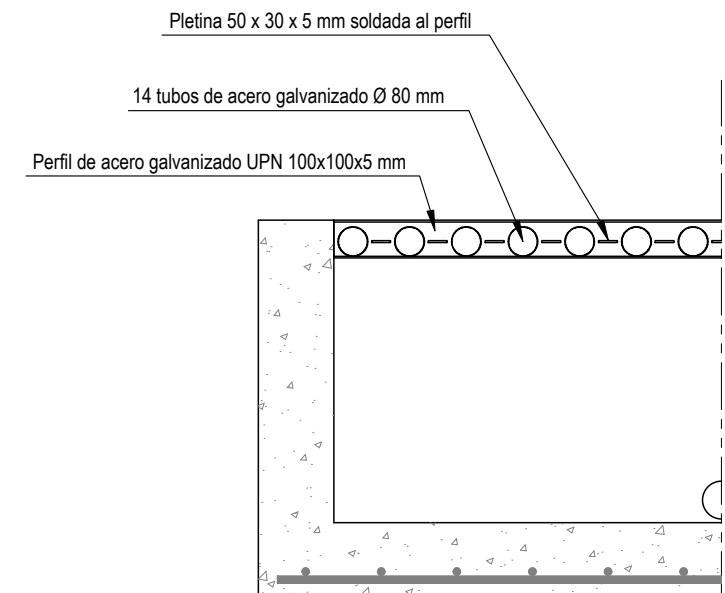
Rampa para facilitar la salida de pequeños animales



SECCIÓN B-B



PLANTA



DETALLE 1
Escala 1:20



LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

c/ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

FEROSCA WIND

Plano:

PASO CANADIENSE

Nº:

09

hoja: 1 de: 1

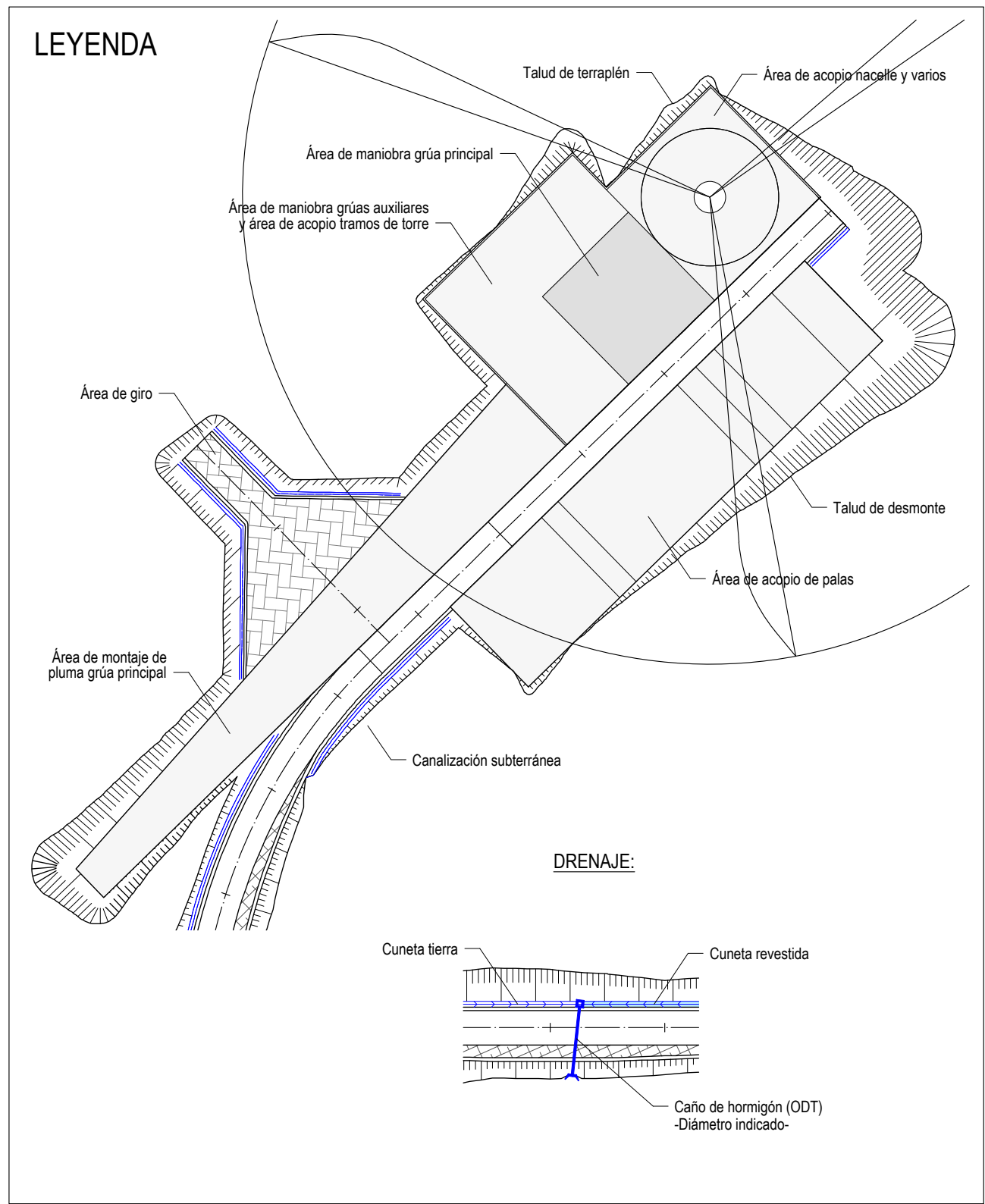
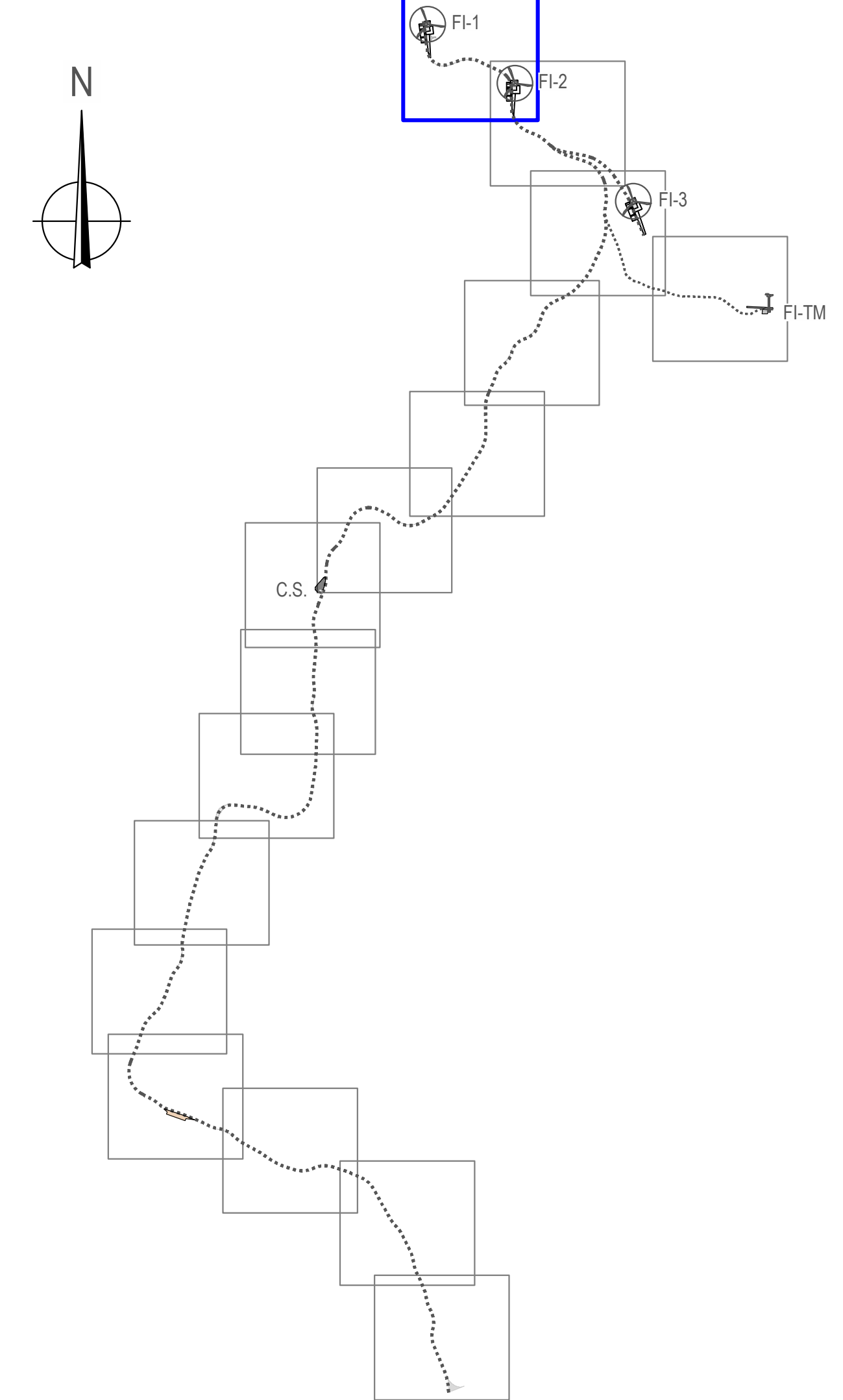
Escala: 1:40

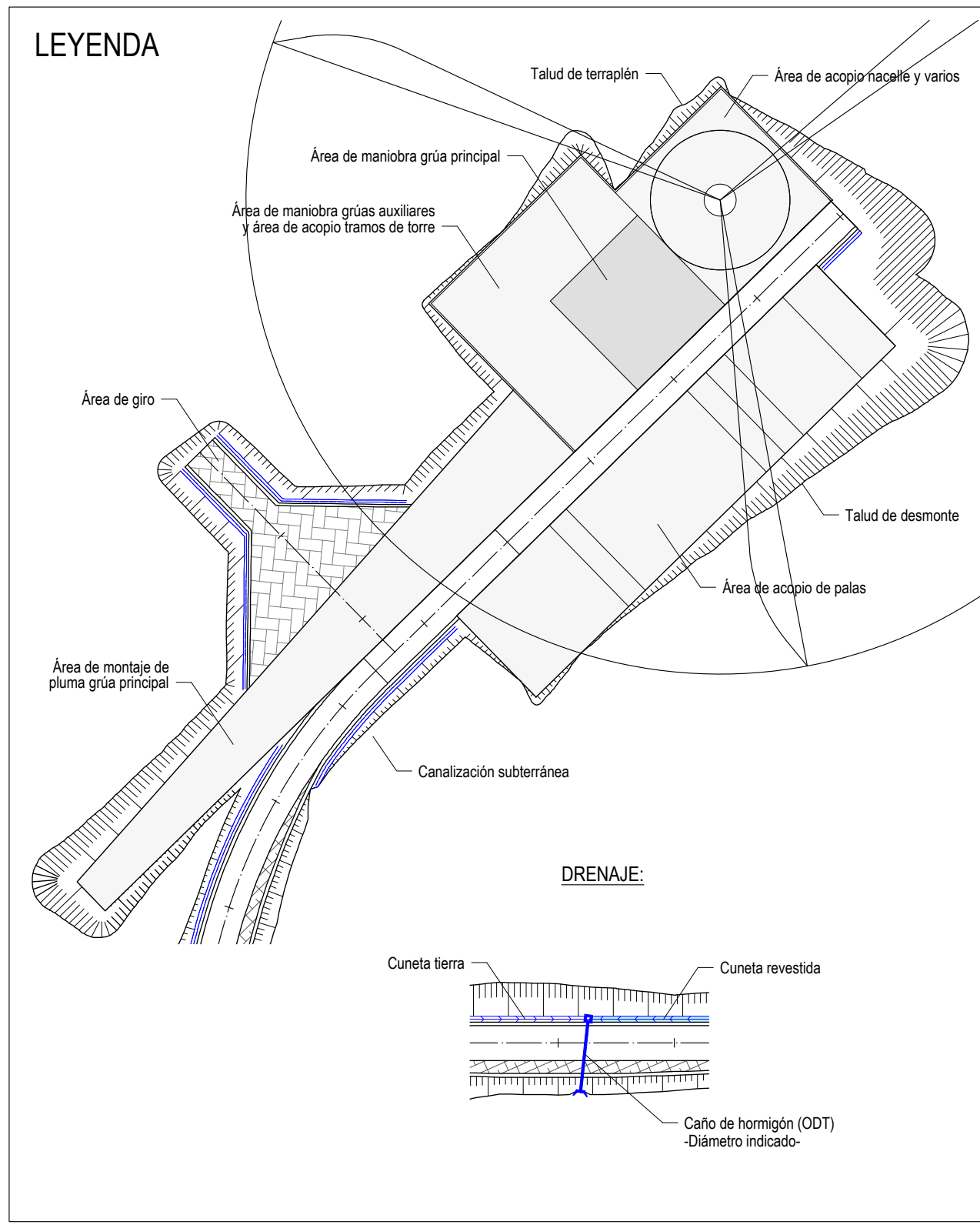
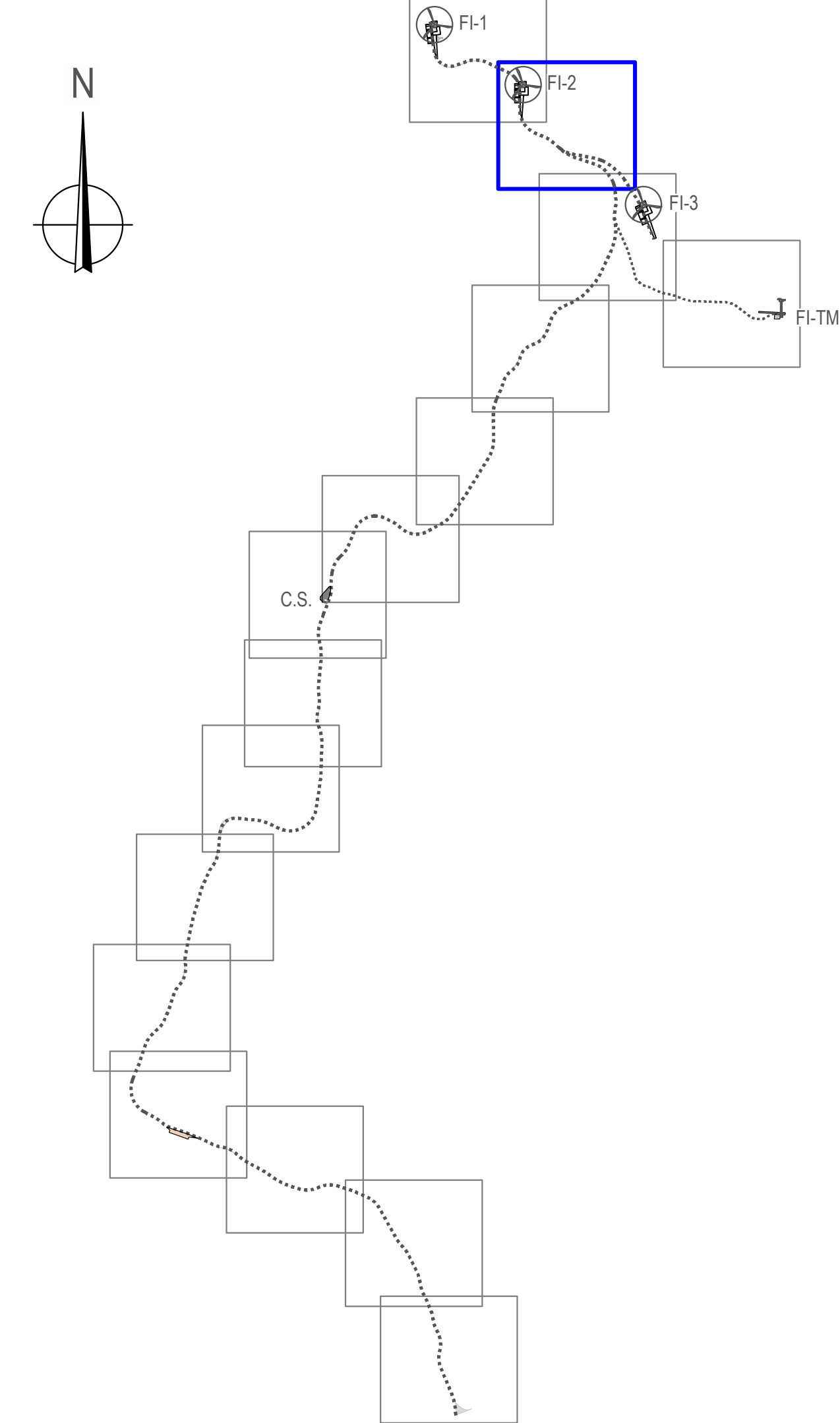
Formato: DIN A3

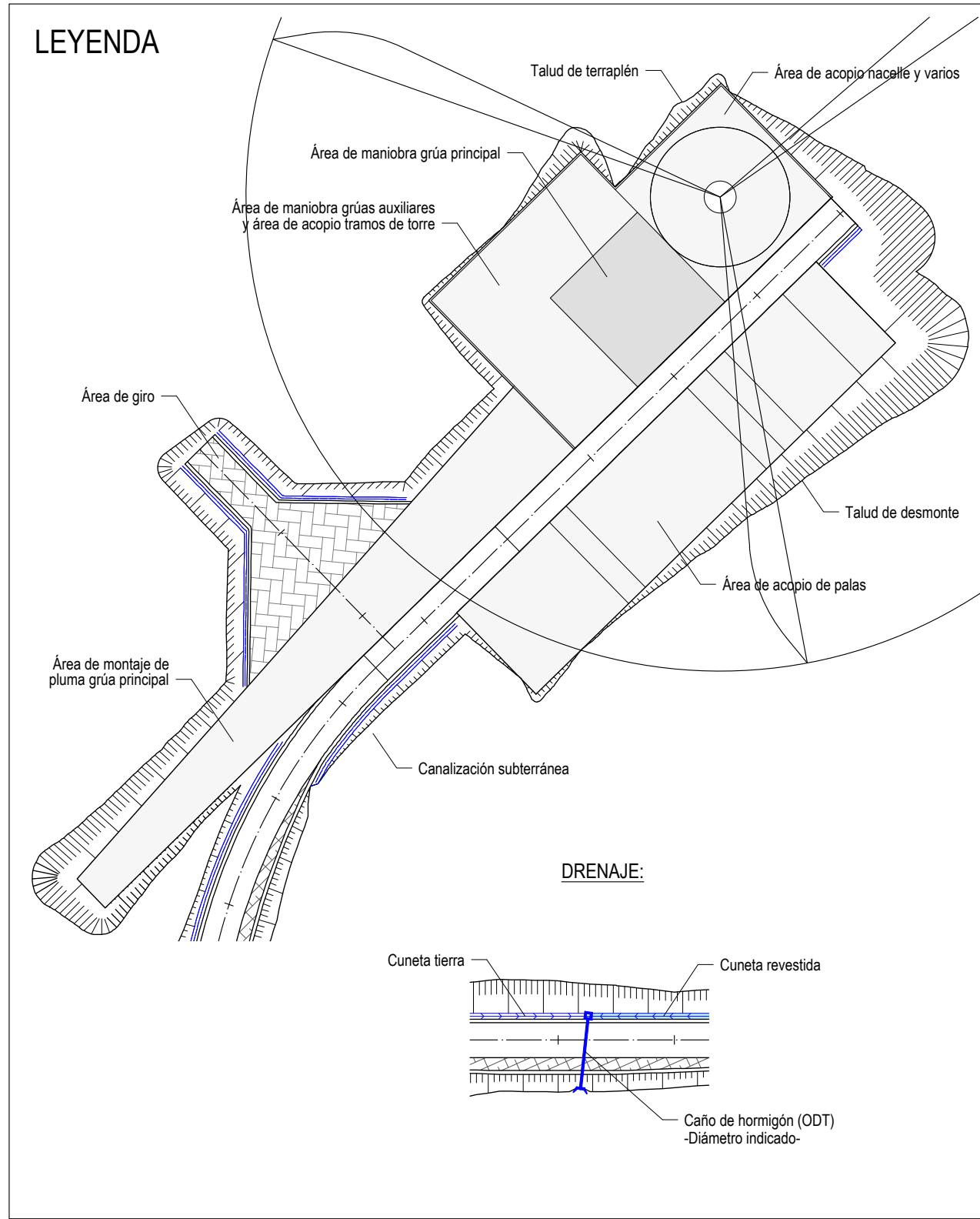
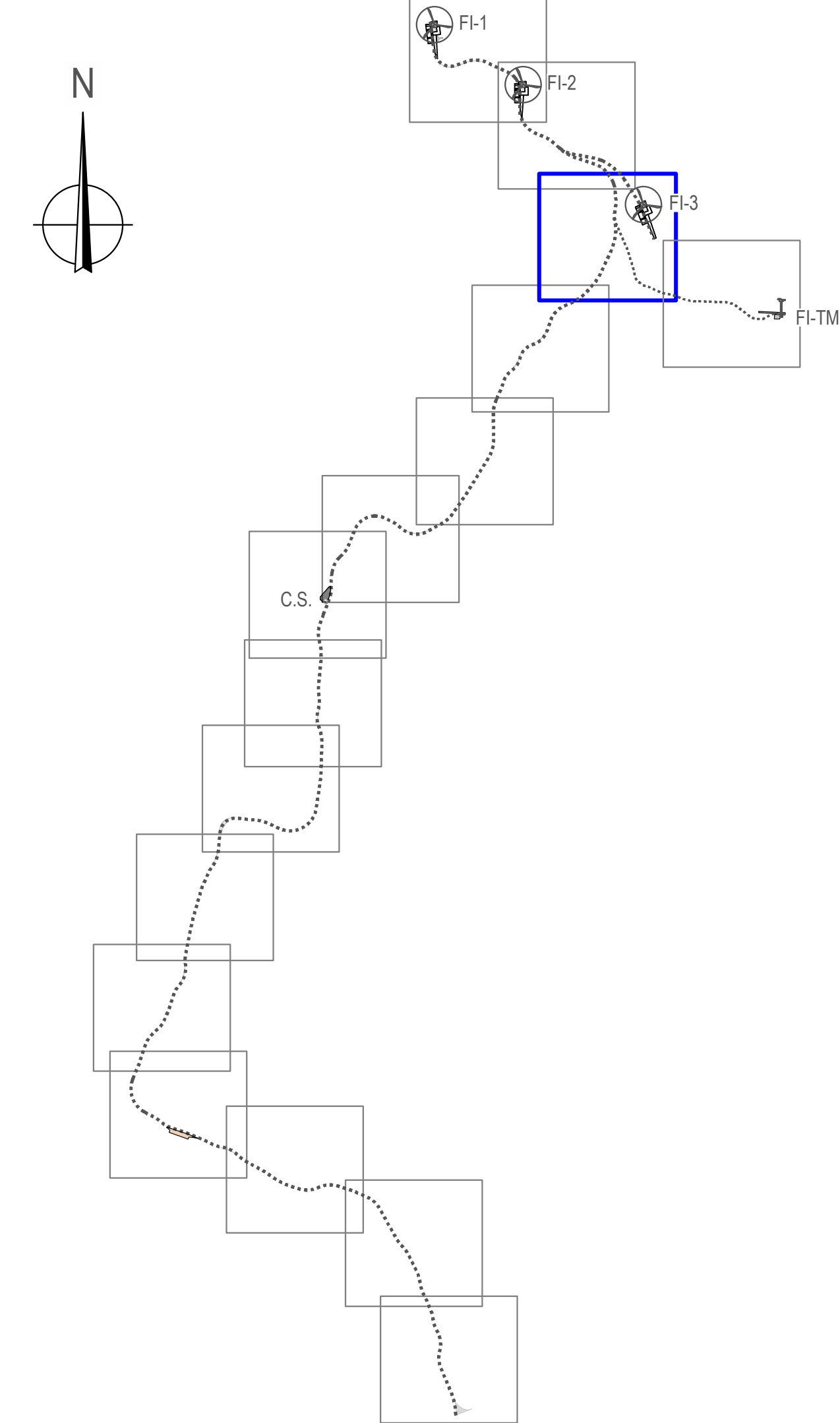
Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

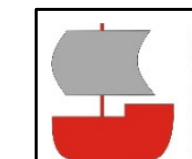
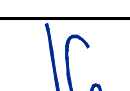
Autor:

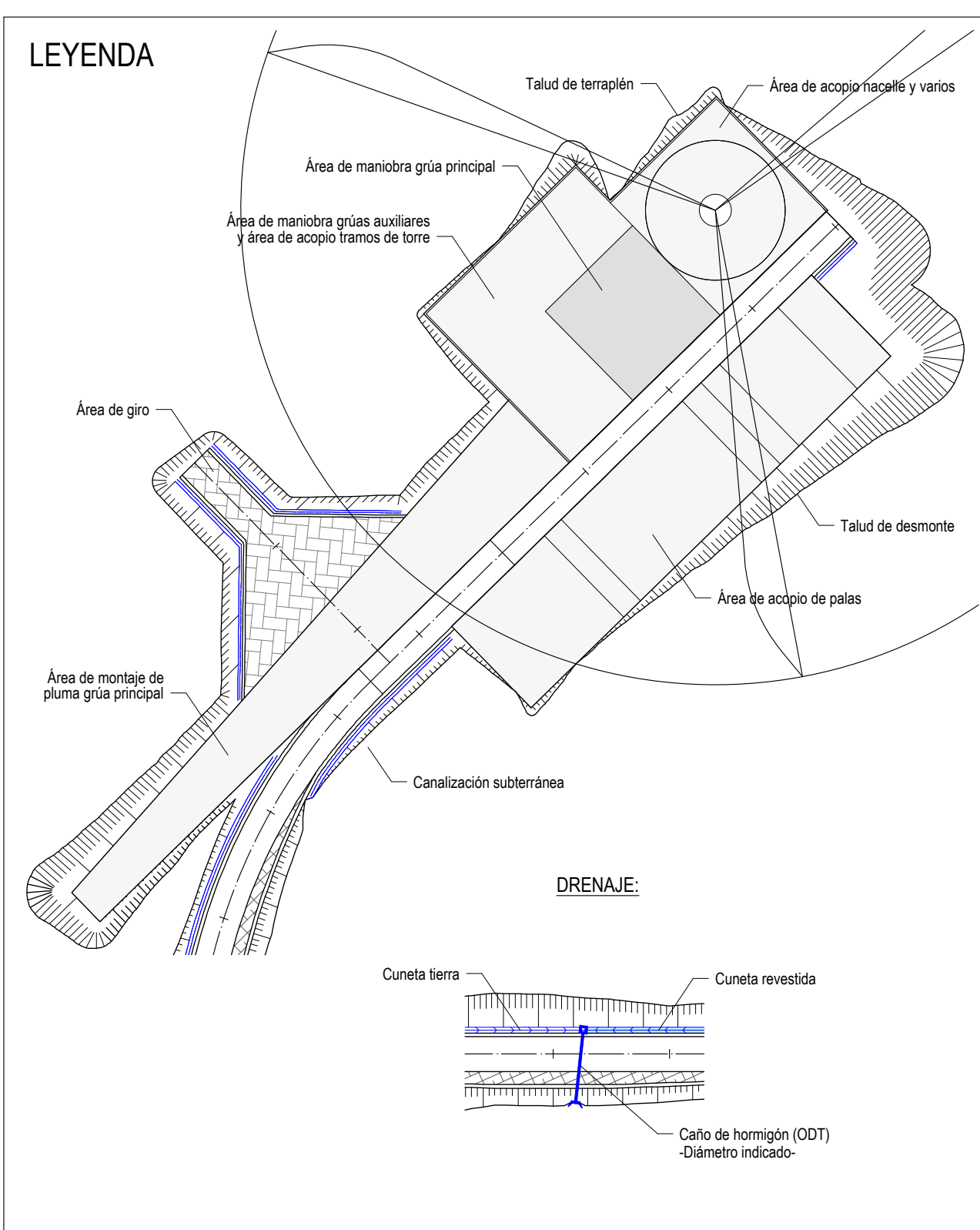
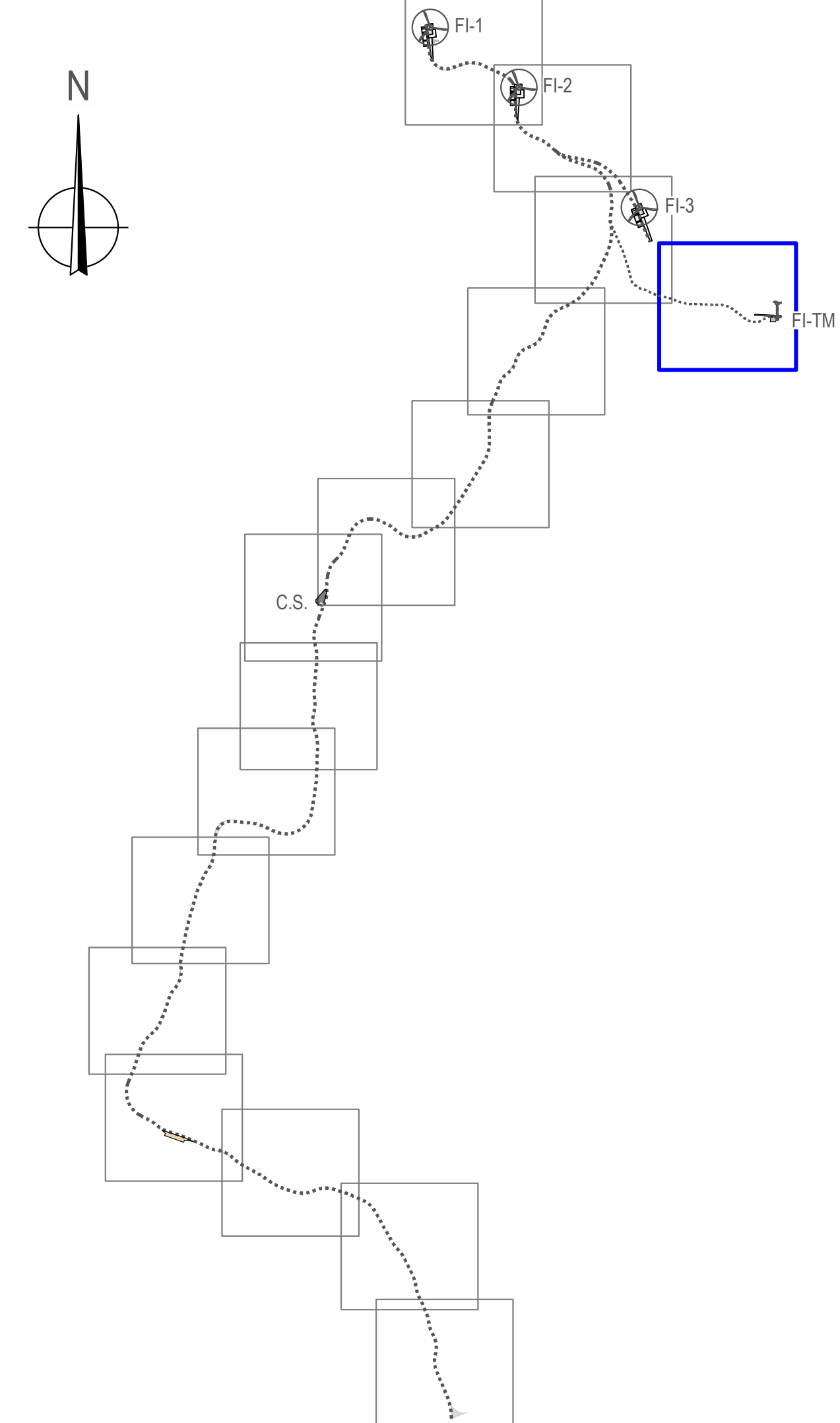
Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.O.M.G.)

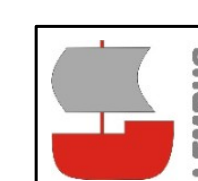






 LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.	Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I	Plano: PLANTA DE DRENAJE	Nº: 10	
	Promotor: FEROSCA WIND, S.L.			
	Situación: TT.MM. AJARA Y LAUDIO (ARABA)			
	Fecha: MARZO 2025			
Revisión	Fecha	Motivo	Autor	 Juan José González Ingeniero Técnico Cof. nº 1267 (I.C.N.A.G.)
02	27.03.2025	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW		
01	20.07.2023	INICIAL		
c/ María Puga Cerdido, 6 Entresuelo B 15009 A Coruña Tel: 685 17 89 20 ingenieria@lembus.com				Escala: 1:1.000 Formato: DIN A1





LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

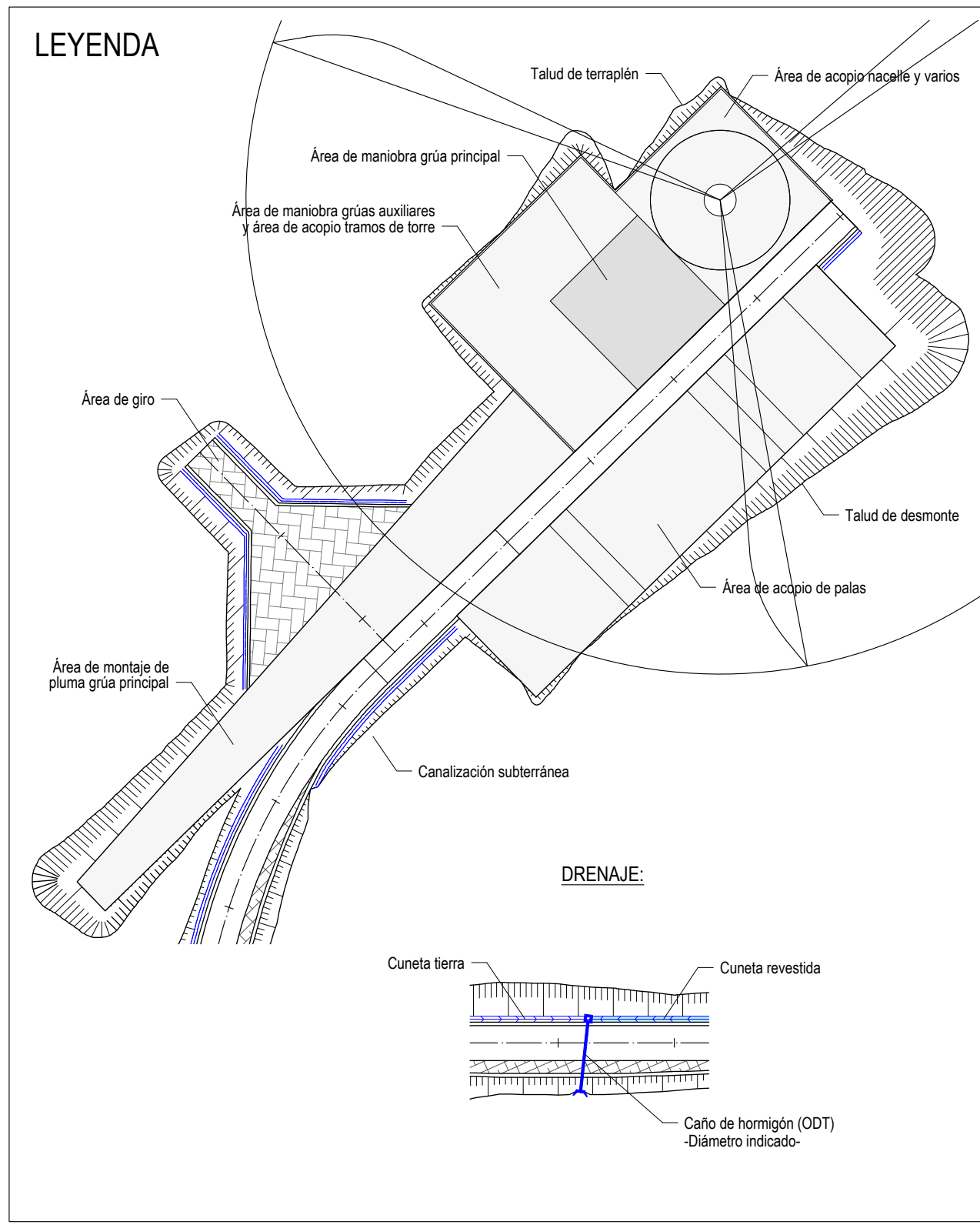
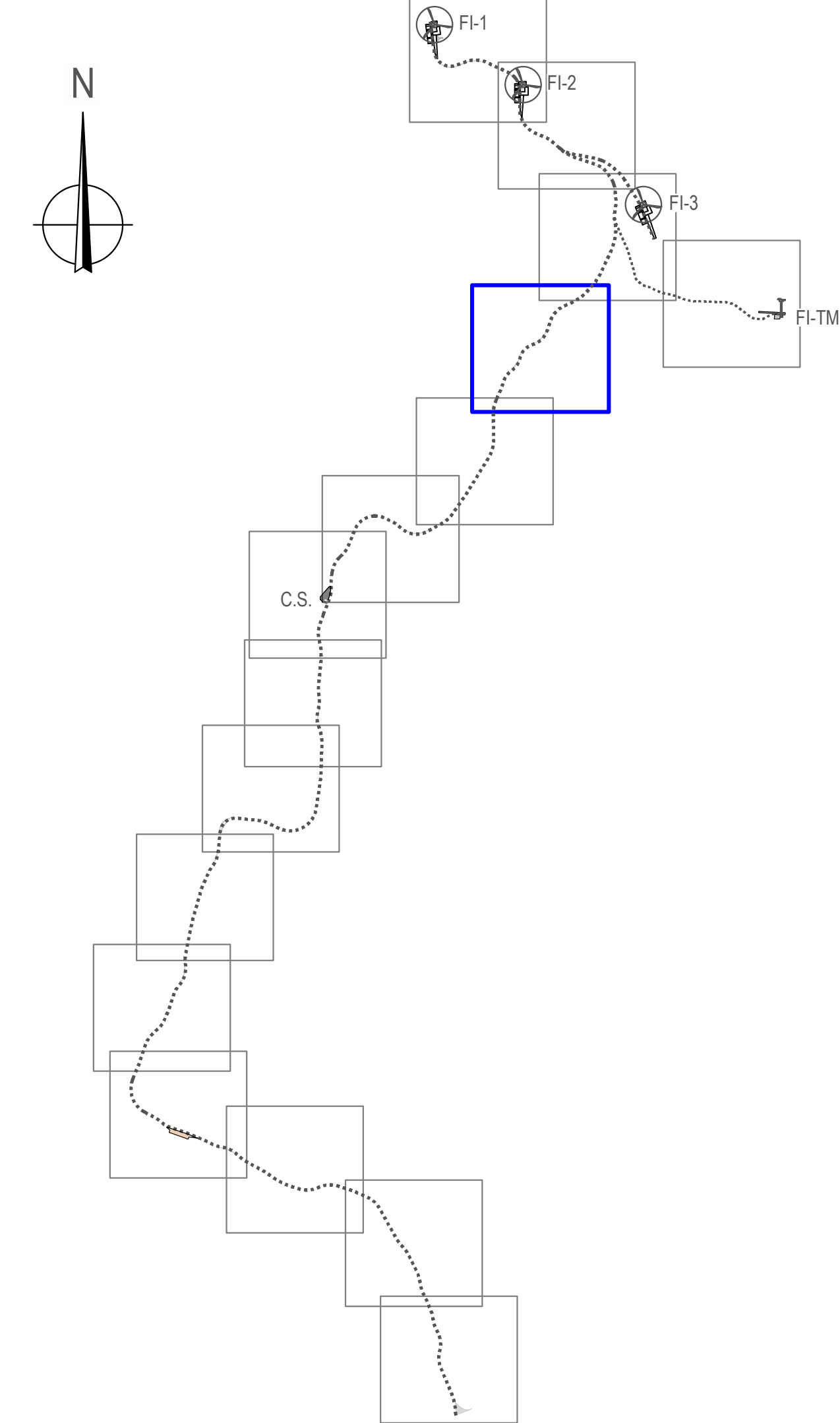
FEROSCA WIND

Plano: **PLANTA DE DRENAJE**

Nº: **10**
Hoja: 4 de 16

Revisión	Fecha	Motivo	Autor
02	27.03.2025	CONFIGURACIÓN 3 AEROG N163 - 21 MW	Juan José González
01	20.07.2023	INICIAL	Ingeniero 1287 (I.C.N.A.G.)

Escala: 1:1.000
Formato: DIN A1





LEMBUS Ingenieria y Consultoria Técnica, S.L.

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AJARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

Plano: **PLANTA DE DRENAJE**

Nº: **10**

hoja: 5 de 16

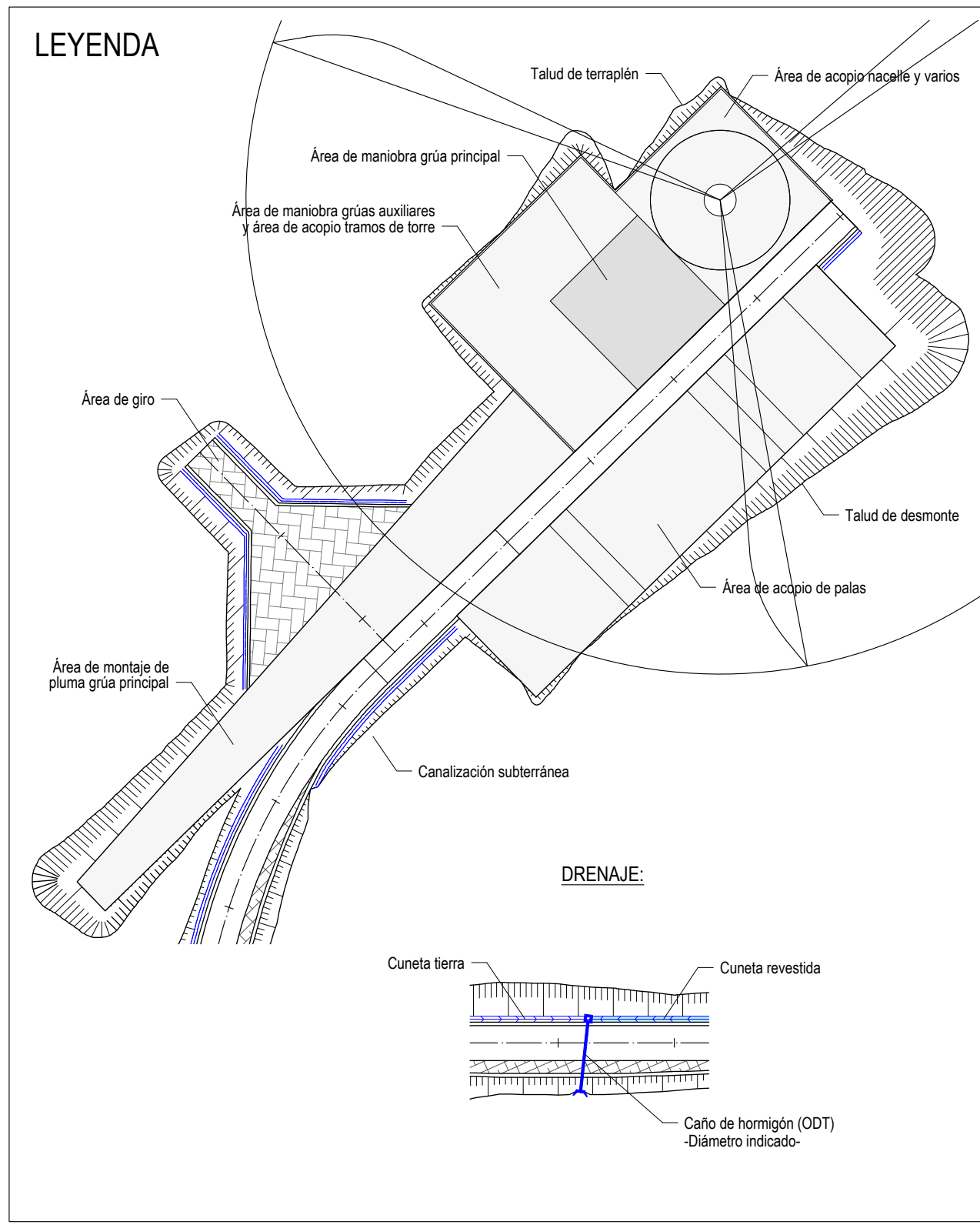
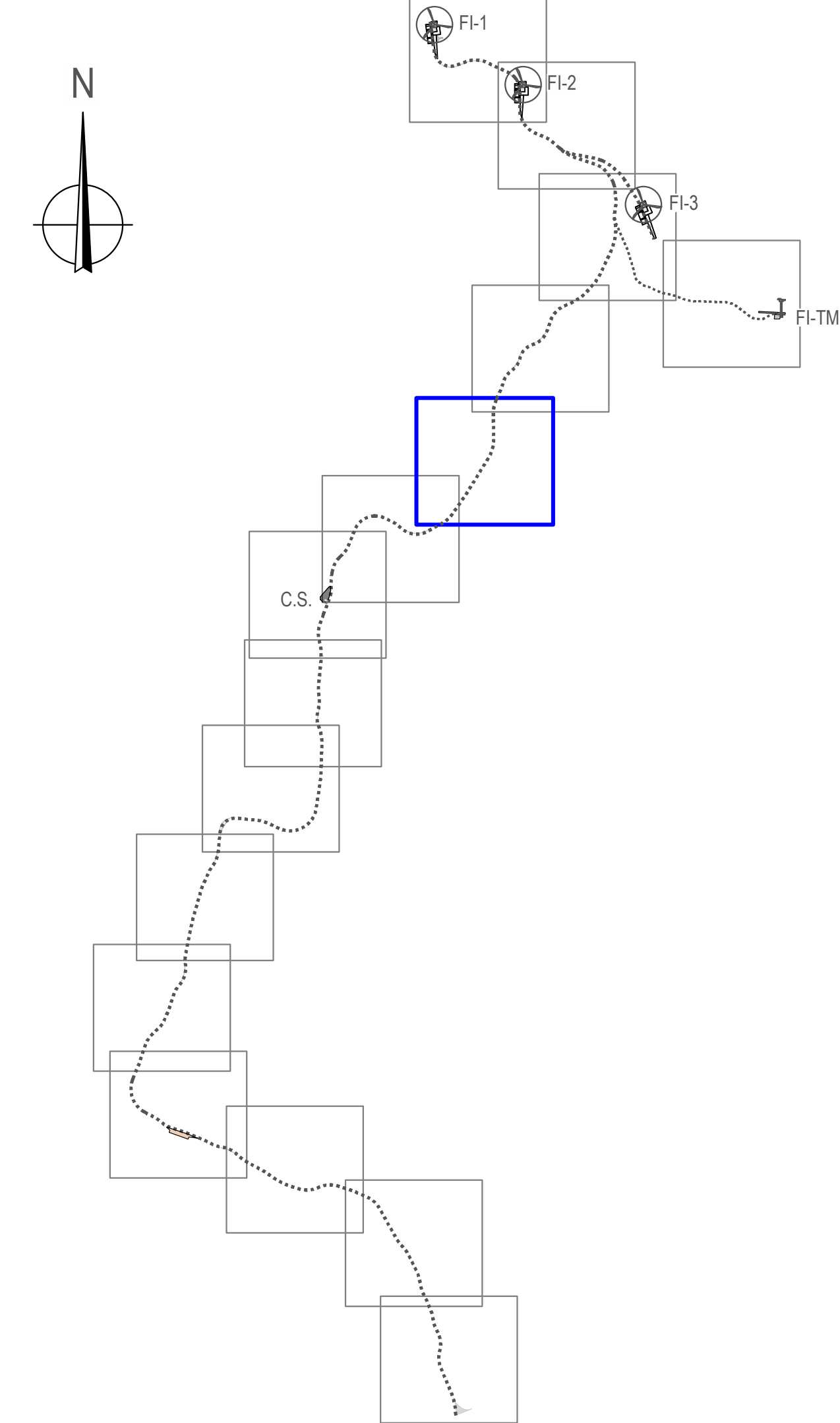
Escala: 1:1.000

Formato: DIN A1

Revisión 02 27.03.2026 CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01 20.07.2023 INICIAL

Autor: Juan José González Hernández
Ingeniero Técnico
Col. nº 1267 (I.C.N.A.G.)

or María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com





Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AJARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

Plano:

PLANTA DE DRENAJE

Revisión	Fecha	Motivo	Autor
02	27.03.2025	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW	Juan José González
01	20.07.2023	INICIAL	Ingeniero 15267 (I.C.N.A.G.)

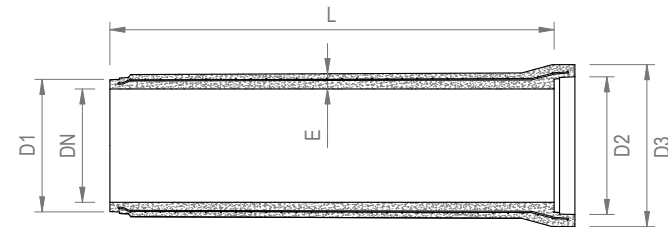
Nº: **10**

hoja: 6 de: 16

Escala: 1:1.000

Formato: DIN A1

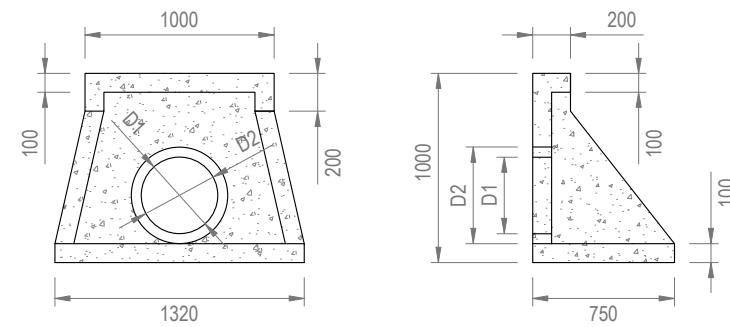
o María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com



CUADRO DE DIMENSIONES					
DN (mm)	L (mm)	E (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)
400	2350	65	464	487	604
600	2350	80	702	728	858
800	2350	95	935	968	1130
1000	2350	110	1204	1237	1.460

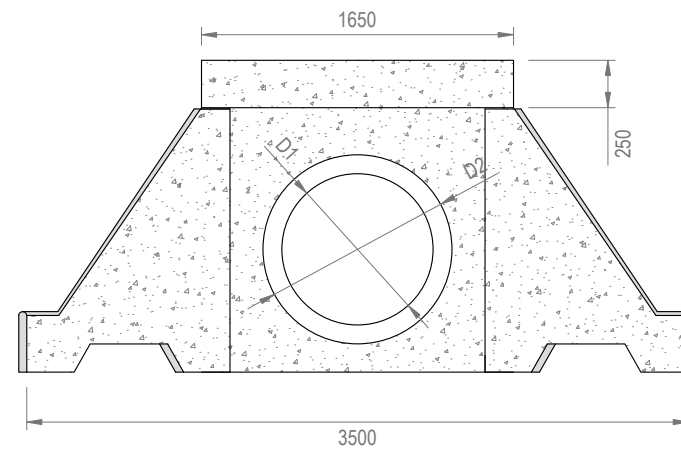
Tubos de hormigón armado HA-30
Armadura de acero B-500-T
Clase resistente E-180 s/ Normas UNE-EN 1916 y UNE 127916

TUBERÍA Ø 400-1000 mm

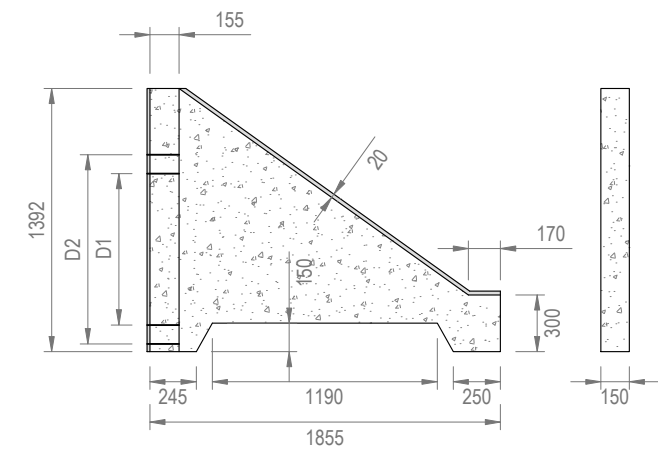


EMBOCADURA TUBO Ø 400-600 mm

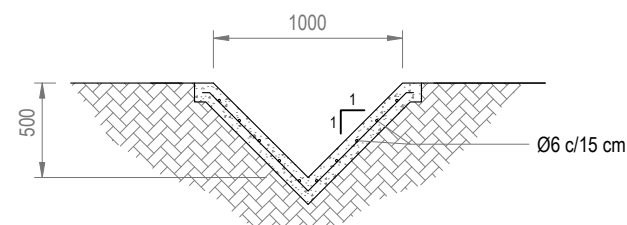
DIÁMETROS CONEXIÓN		
DN (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)
400	400	510
600	600	750
800	800	95
1000	1000	1240



Armadura de acero B-500-T Ø 8 mm a 150 x 150 mm



EMBOCADURA TUBO Ø 800-1000 mm



CUNETA REVESTIDA



c/ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

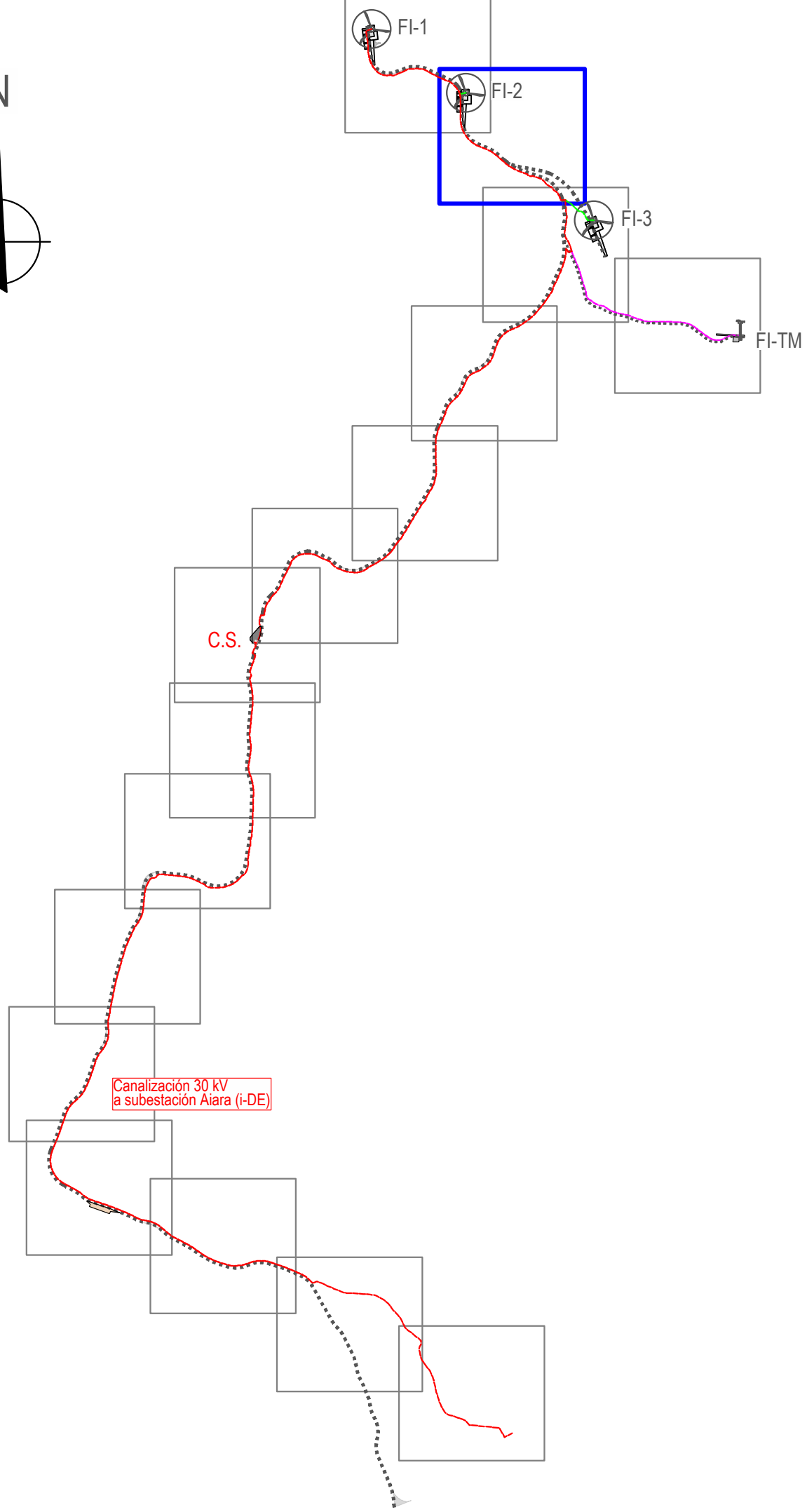
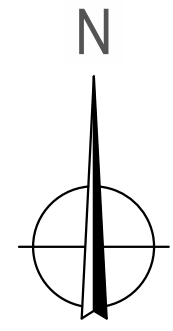
Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

FEROSCA WIND

Plano:			Nº:	
DETALLES DE DRENAJE			11	
			hoja: 1 de: 1	
Revisión	Fecha	Motivo	Autor: Juan José González Fernández Ingeniero Industrial Col. nº 1267 (I.C.O.M.G.)	Escala:
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW		1:40
01	20.07.2023	INICIAL		
				Formato:
				DIN A3



Posición	FI-2
UTM X (m)	498.907
UTM Y (m)	4.775.798
Cota Z (m)	651,0
Municipio	Laudio

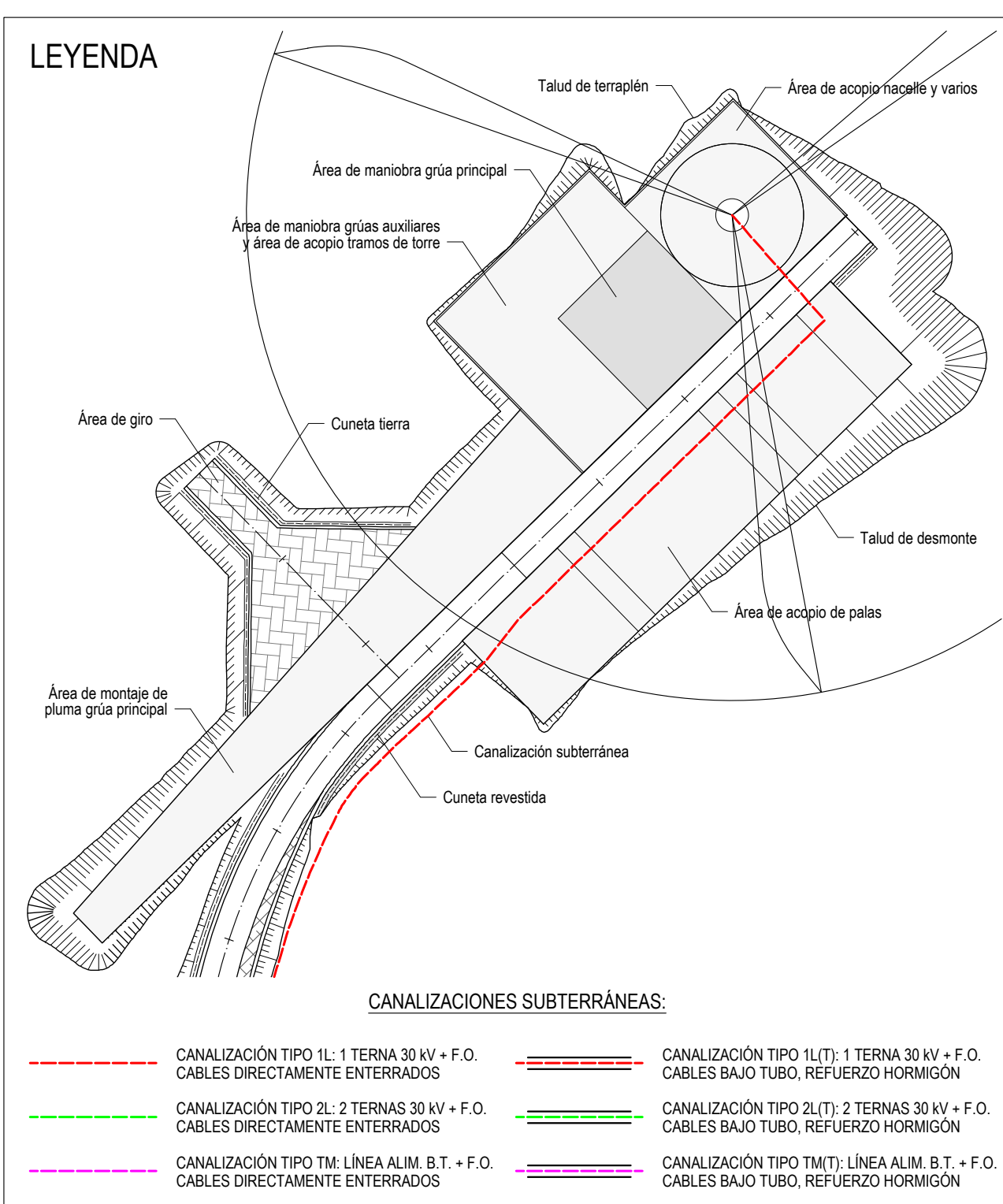
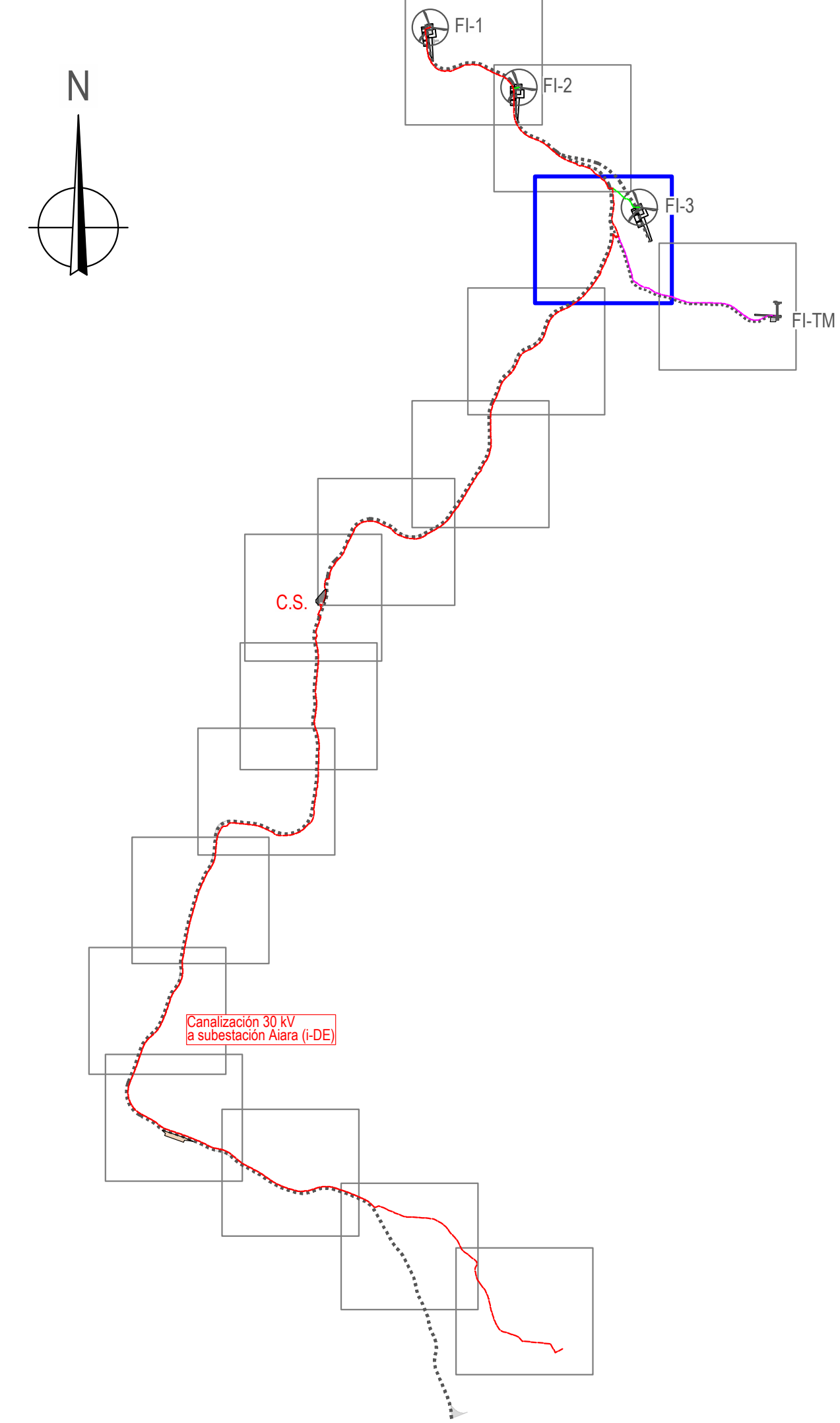


LEYENDA

CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS:

---	CANALIZACIÓN TIPO 1L: 1 TERNA 30 kV + F.O. CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS	---	CANALIZACIÓN TIPO 1LT: 1 TERNA 30 kV + F.O. CABLES BAJO TUBO, REFUERZO HORMIGÓN
---	CANALIZACIÓN TIPO 2L: 2 TERNAS 30 kV + F.O. CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS	---	CANALIZACIÓN TIPO 2LT: 2 TERNAS 30 kV + F.O. CABLES BAJO TUBO, REFUERZO HORMIGÓN
---	CANALIZACIÓN TIPO TM: LINEA ALIM. B.T. + F.O. CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS	---	CANALIZACIÓN TIPO TMT: LINEA ALIM. B.T. + F.O. CABLES BAJO TUBO, REFUERZO HORMIGÓN

 LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.	Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I	Plano:	PLANTA DE CANALIZACIONES	Nº: 12	
	Promotor: FEROSCA WIND, S.L.				hija: 2 de: 16
	Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)				Escala: 1:1.000
	Fecha: MARZO 2025				Formato: DIN A1
o María Puga Cerdido, 6 Entresuelo B 15009 A Coruña Tel: 685 17 89 20 ingenieria@lembus.com	Revisión	Fecha	Motivo	Autor:	Juan José González Fernández Ingeniero Técnico Col. nº 1267 (I.C.N.A.G.)
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW	INICIAL		
01	20.07.2023				



Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AJARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

Plano:

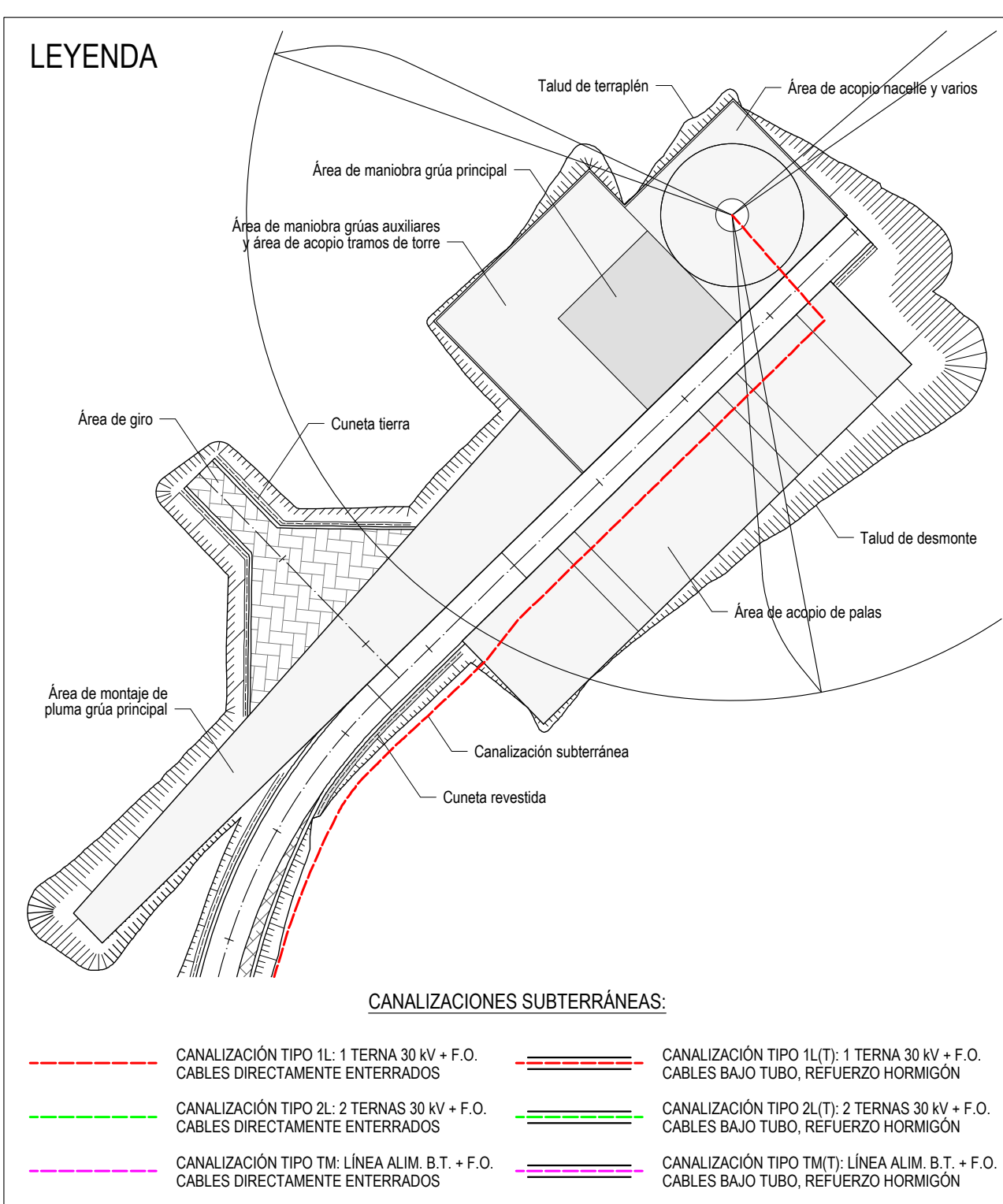
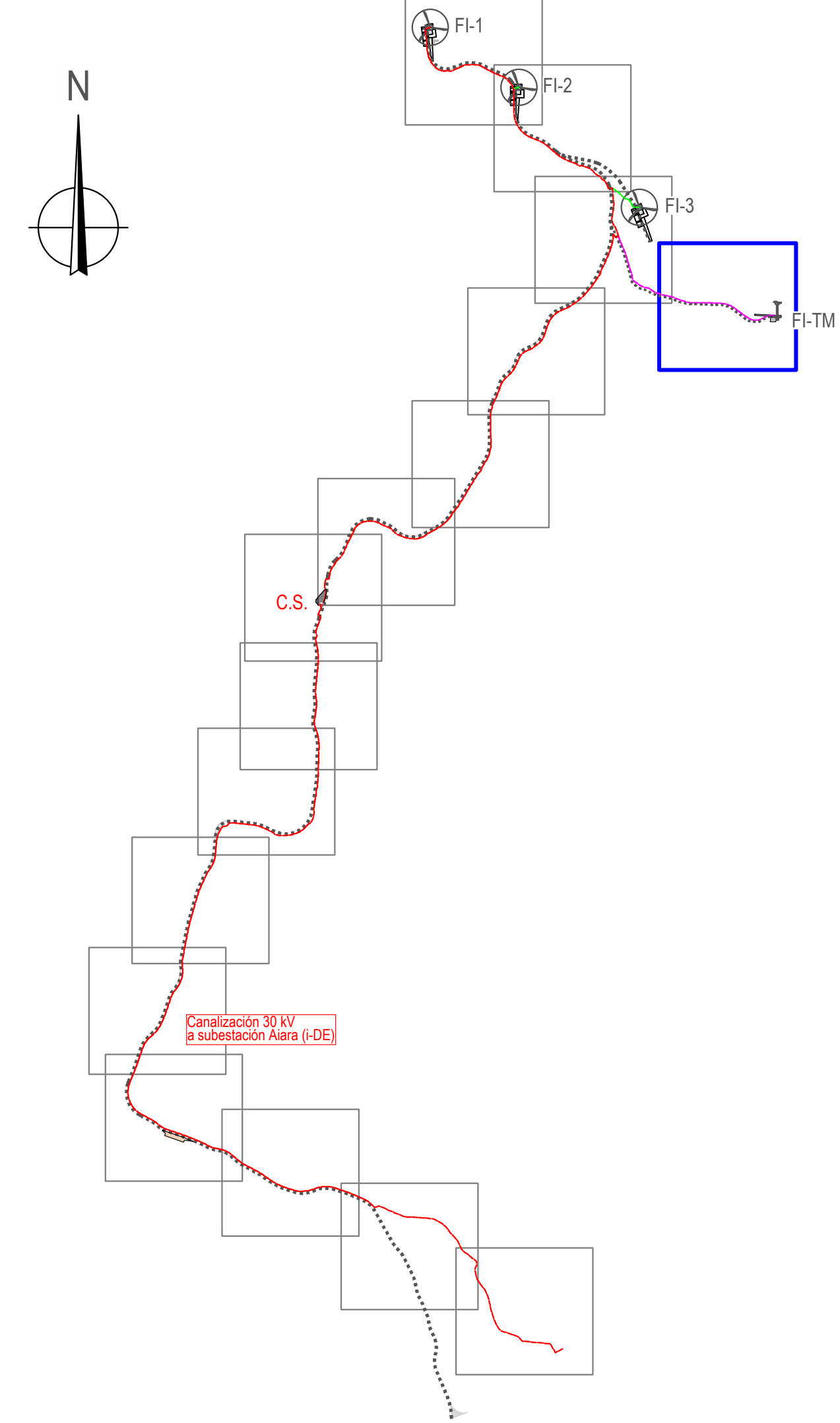
PLANTA DE CANALIZACIONES

Revisión	Fecha	Motivo	Autor
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW	Juan José González
01	20.07.2023	INICIAL	

Juan José González
Ingeniero Técnico
Col. nº 1267 (I.C.N.A.G.)

Nº: **12**
hoja: 3 de: 16
Escala: 1:1.000
Formato: DIN A1

or María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com



Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

Plano:

PLANTA DE CANALIZACIONES

Nº: 12
hoja: 4 de 16
Escala: 1:1.000
Formato: DIN A1

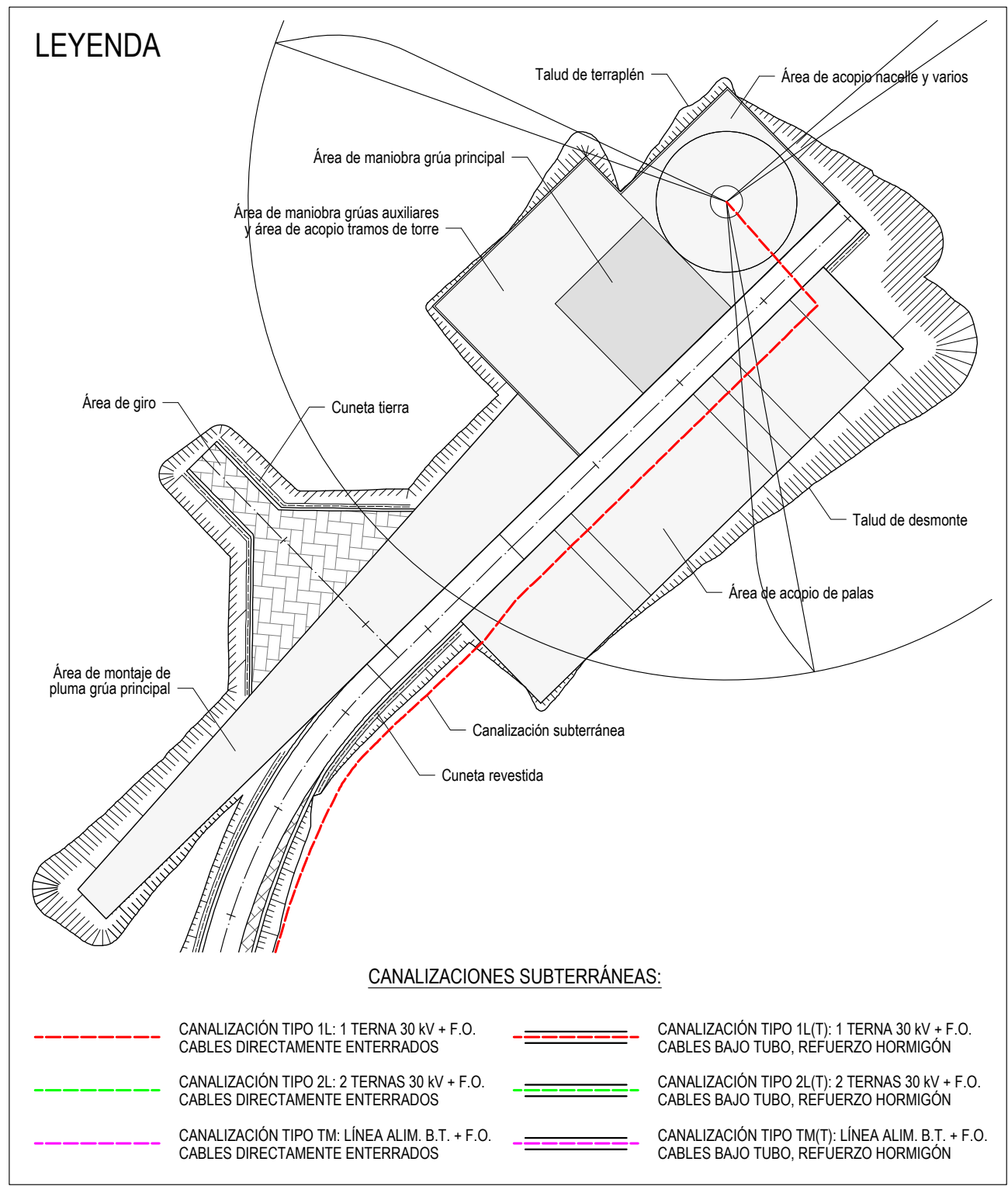
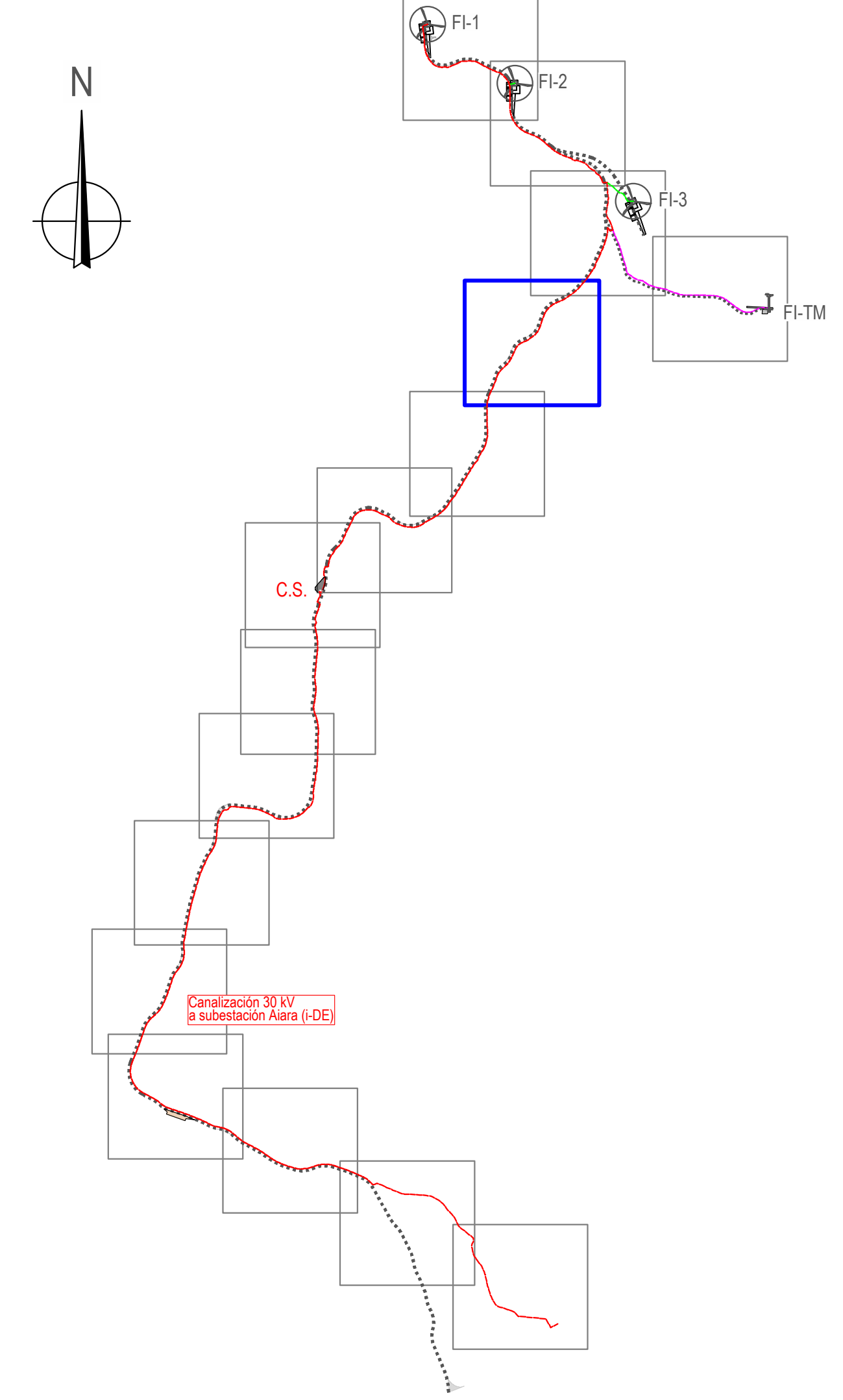
Revisión

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2025	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autó:

Juan José González Fernández
Ingeniero Técnico Superior
Cof. nº 1267 (I.C.N.A.G.)

or María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@embus.com



Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AJARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2025

Plano:

PLANTA DE CANALIZACIONES

Nº: **12**

hija: 5 de: 16

Escala: 1:1.000

Formato: DIN A1

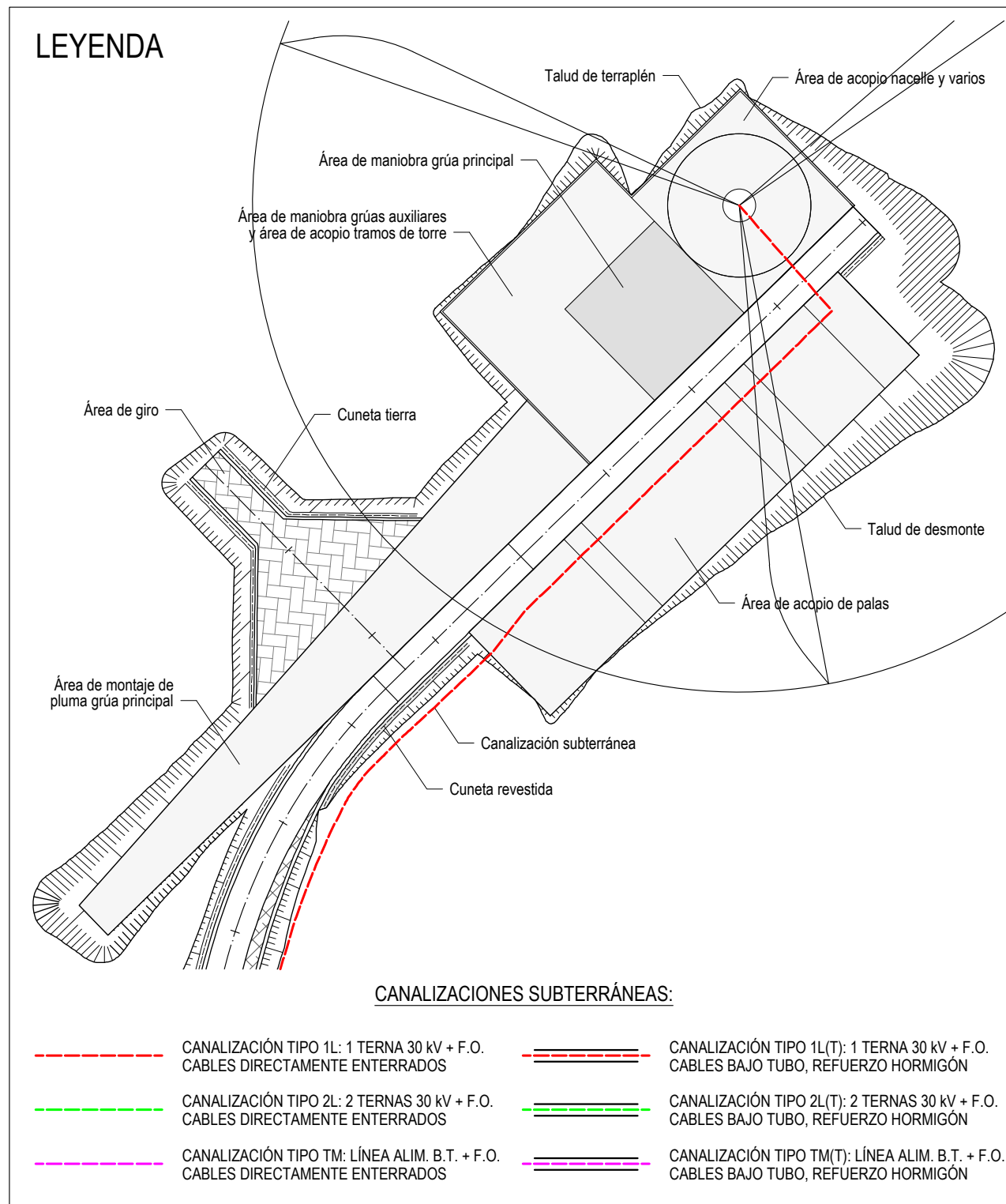
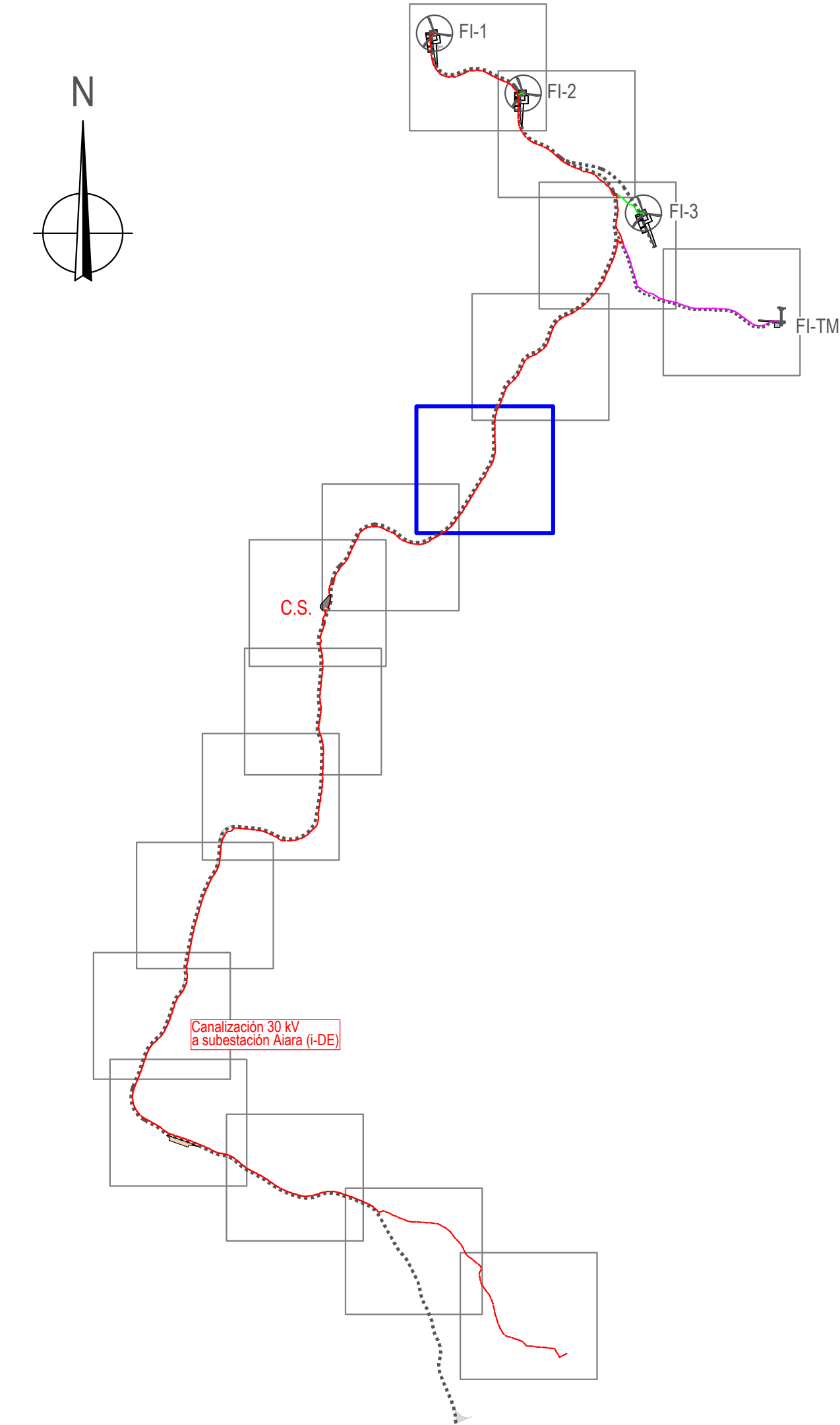
Revisión

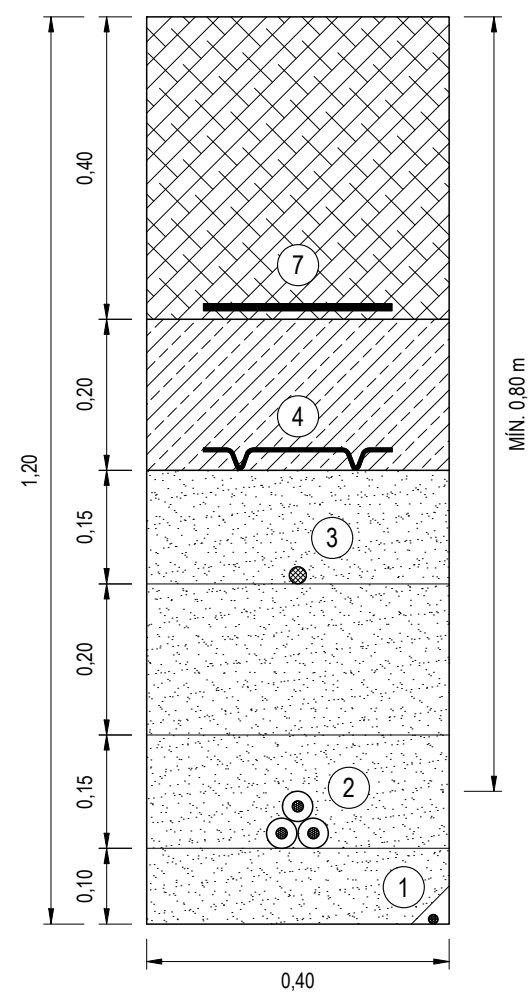
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor:

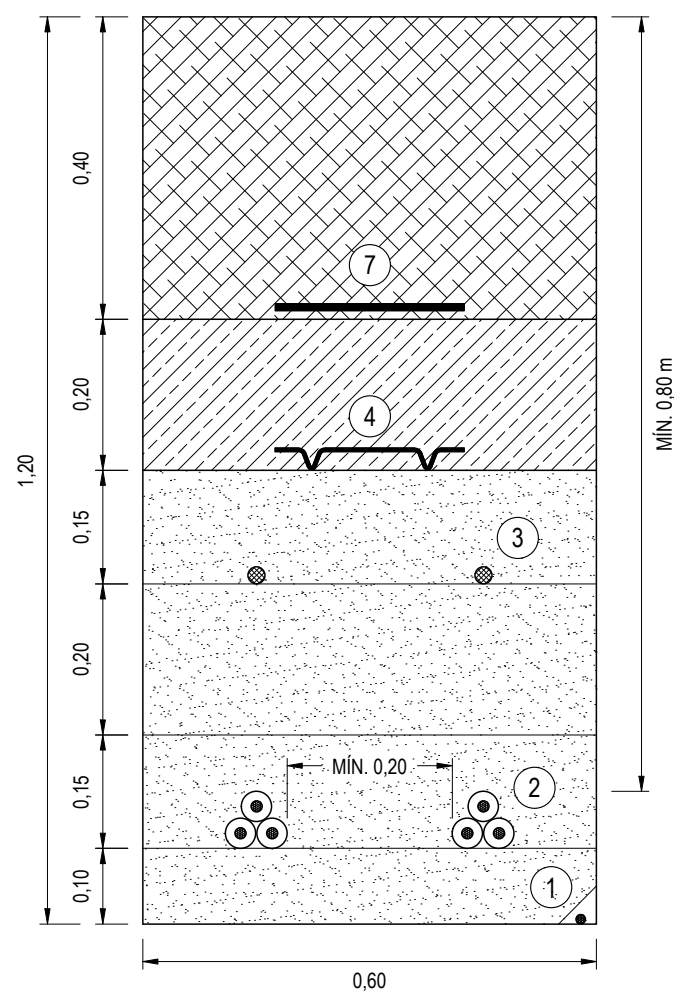
Juan José González Fernández
Ingeniero Técnico
Cof. nº 1267 (I.C.N.A.G.)

σ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

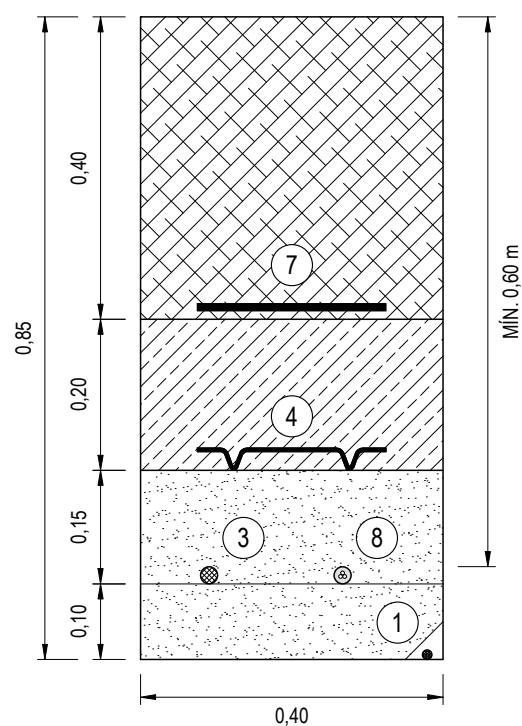




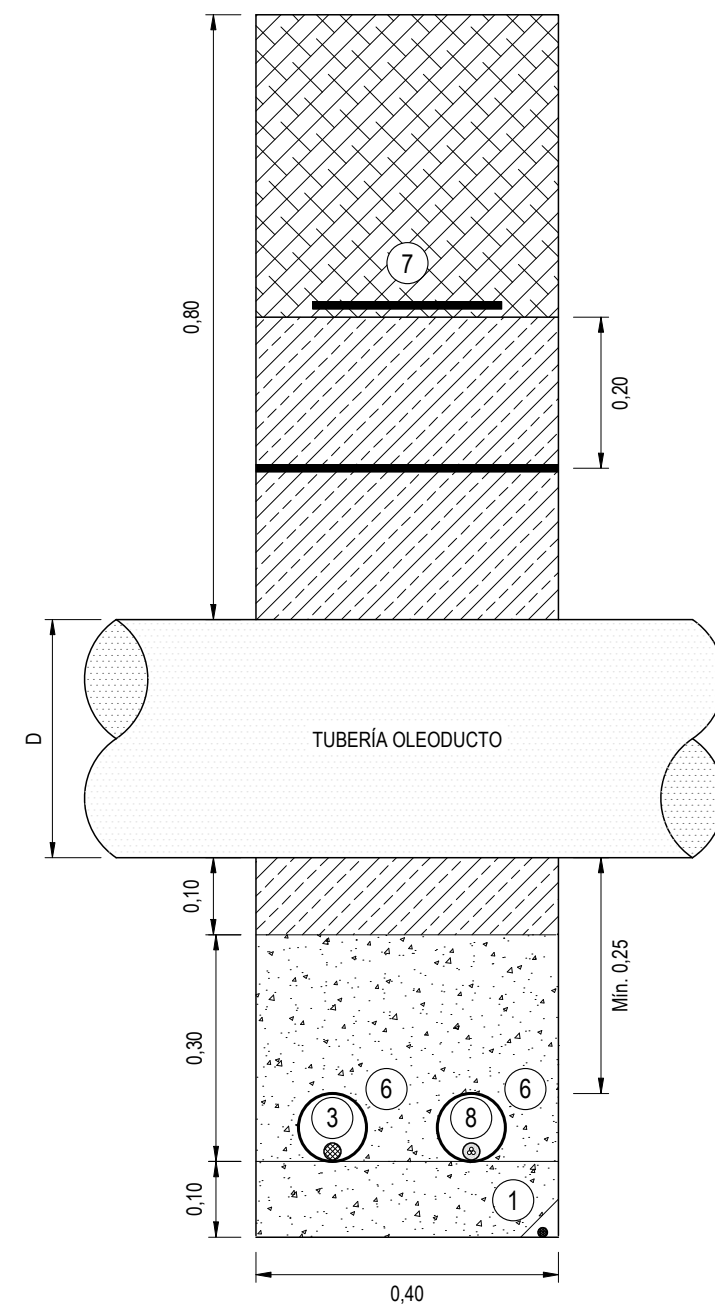
SECCIÓN TIPO 1L
1 TERNA 30 kV + FIBRA ÓPTICA
CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS



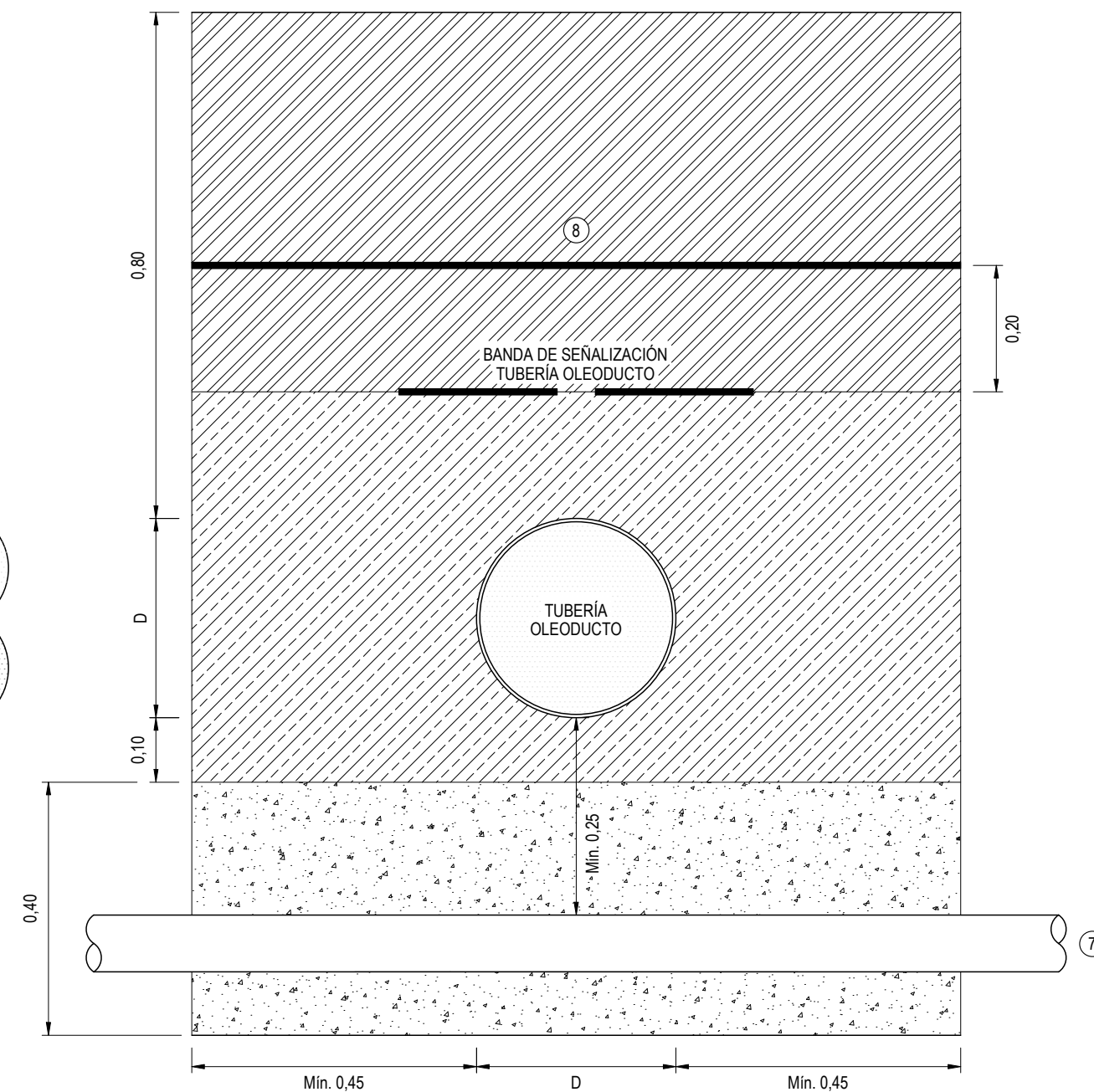
SECCIÓN TIPO 2 / TIPO 5
2 TERNAS 30 kV + FIBRA ÓPTICA
CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS



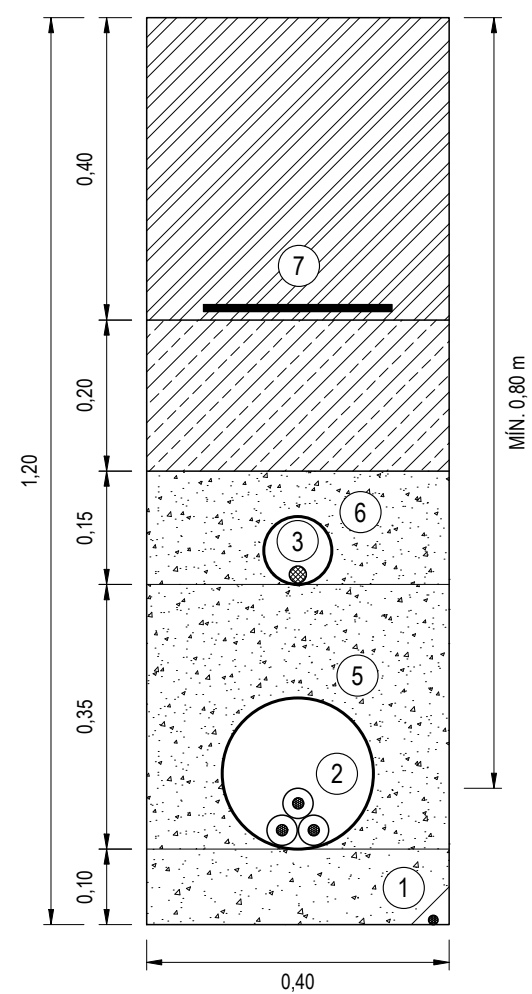
SECCIÓN TIPO TM
CABLE ALIMENTACIÓN B.T. + FIBRA ÓPTICA
CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS



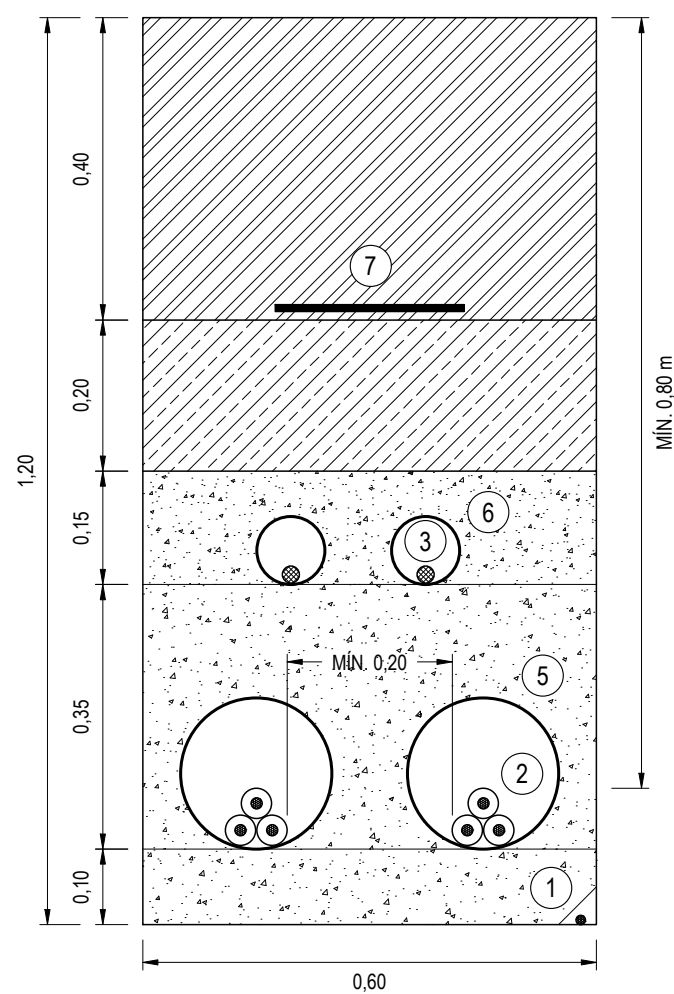
SECCIÓN TIPO TM (T)
-CRUCE CON OLEODUCTO-



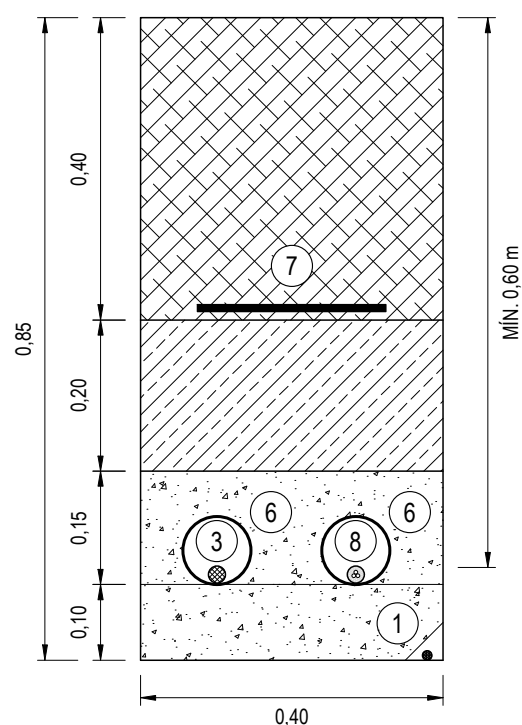
SECCIÓN LONGITUDINAL ZANJA TIPO TM (T)
-CRUCE CON OLEODUCTO-



SECCIÓN TIPO 1L (T)
1 TERNA 30 kV + FIBRA ÓPTICA
CABLES BAJO TUBO CON REFUERZO DE HORMIGÓN

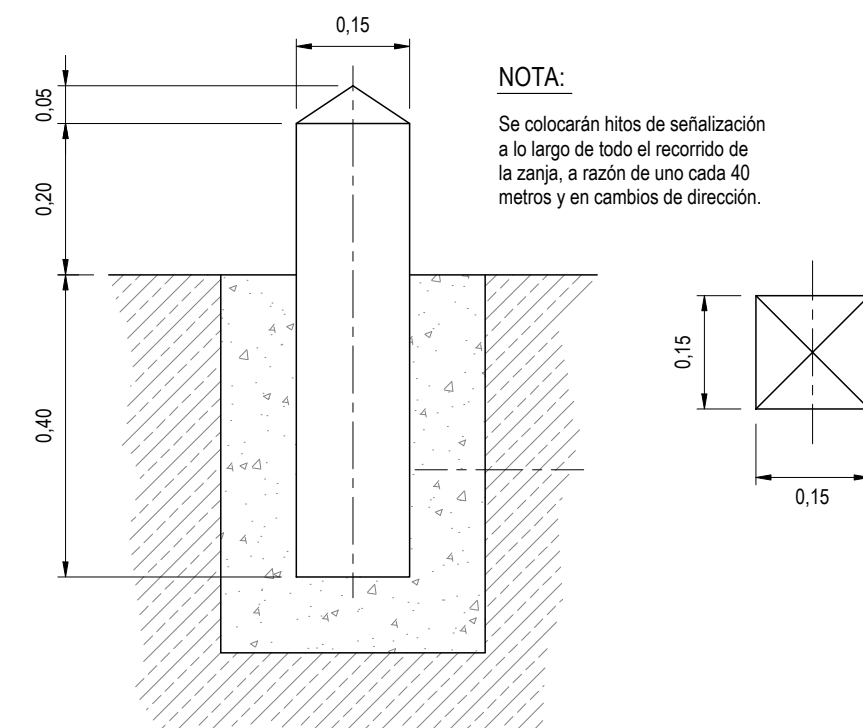


SECCIÓN TIPO 2 (T) / TIPO 5 (T)
2 TERNAS 30 kV + FIBRA ÓPTICA
CABLES BAJO TUBO CON REFUERZO DE HORMIGÓN



SECCIÓN TIPO TM (T)
CABLE ALIMENTACIÓN B.T. + FIBRA ÓPTICA
CABLES BAJO TUBO CON REFUERZO DE HORMIGÓN

LEYENDA	
	1 CABLE DE TIERRA
	2 CONDUCTORES M.T.
	3 CABLE DE COMUNICACIONES
	4 PLACA DE PROTECCIÓN
	5 TUBO PEAD Ø200mm
	6 TUBO PEAD Ø90mm
	7 CINTA DE SEÑALIZACIÓN
	8 CABLE B.T. ALIMENTACIÓN T.M.



DETALLE HITO DE SEÑALIZACIÓN

NOTA:
Se colocarán hitos de señalización a lo largo de todo el recorrido de la zanja, a razón de uno cada 40 metros y en cambios de dirección.

LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

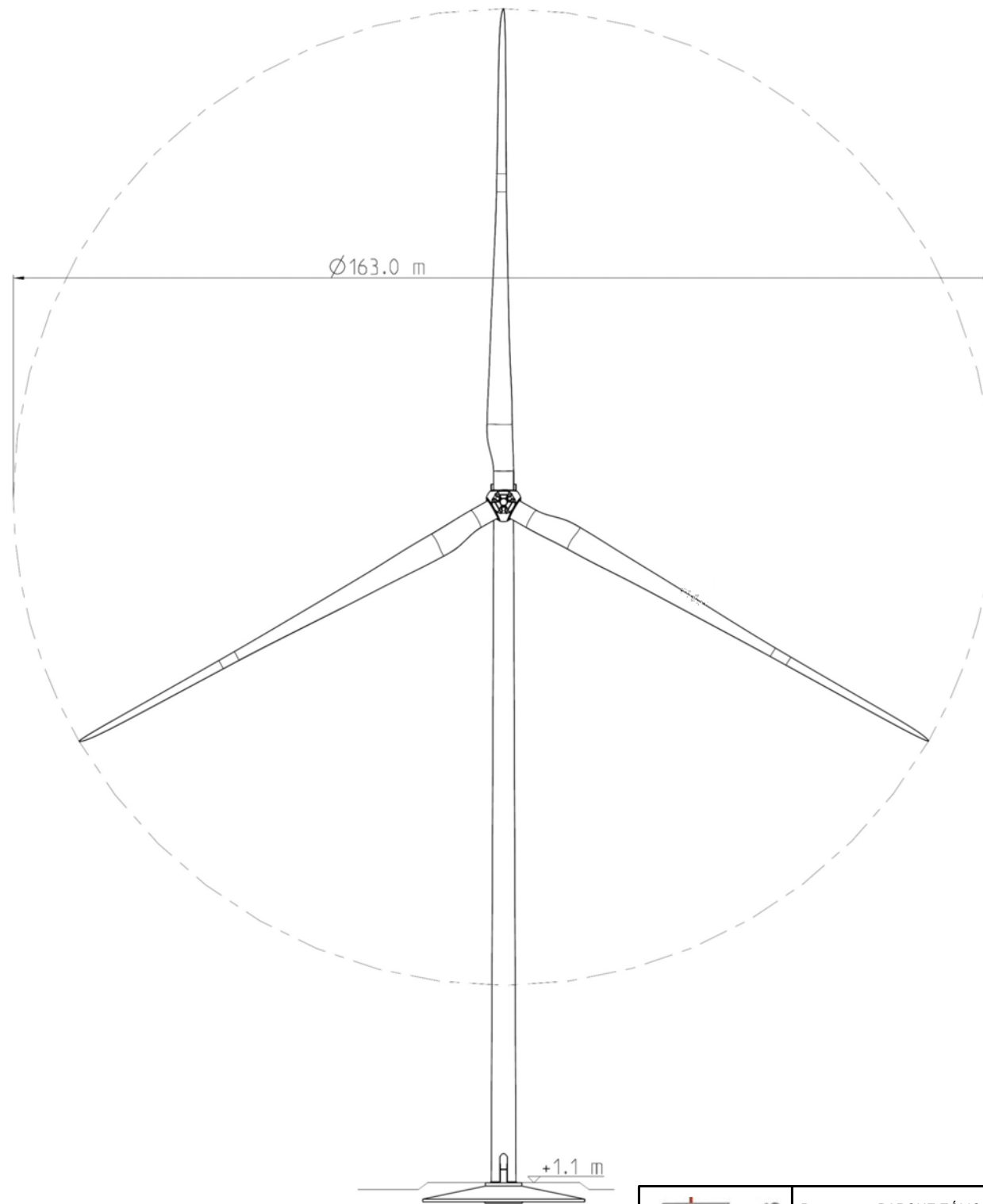
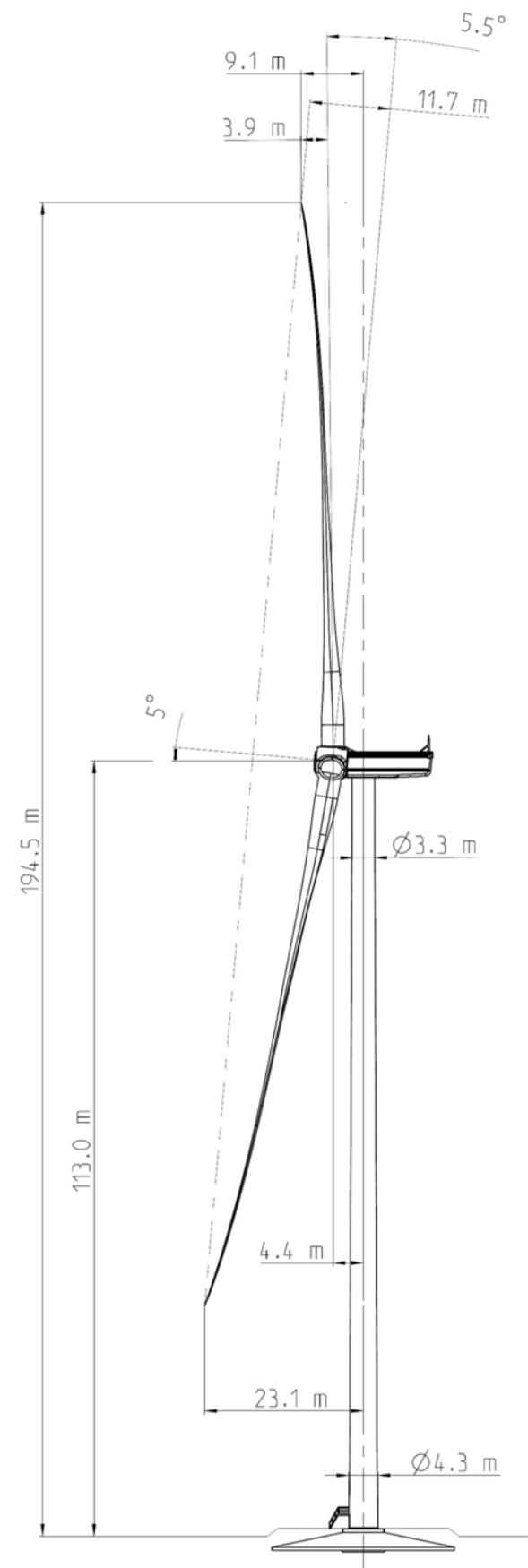
Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

Plano: SECCIONES TIPO CANALIZACIONES

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor: Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.S.I.G.)

Nº: 13
hoja: 1 de 1
Escala: 1:10
Formato: DIN A2



LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

c/ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

FEROSCA WIND

Plano:

CONJUNTO AEROGENERADOR

Nº:

14

hoja: 1 de: 1

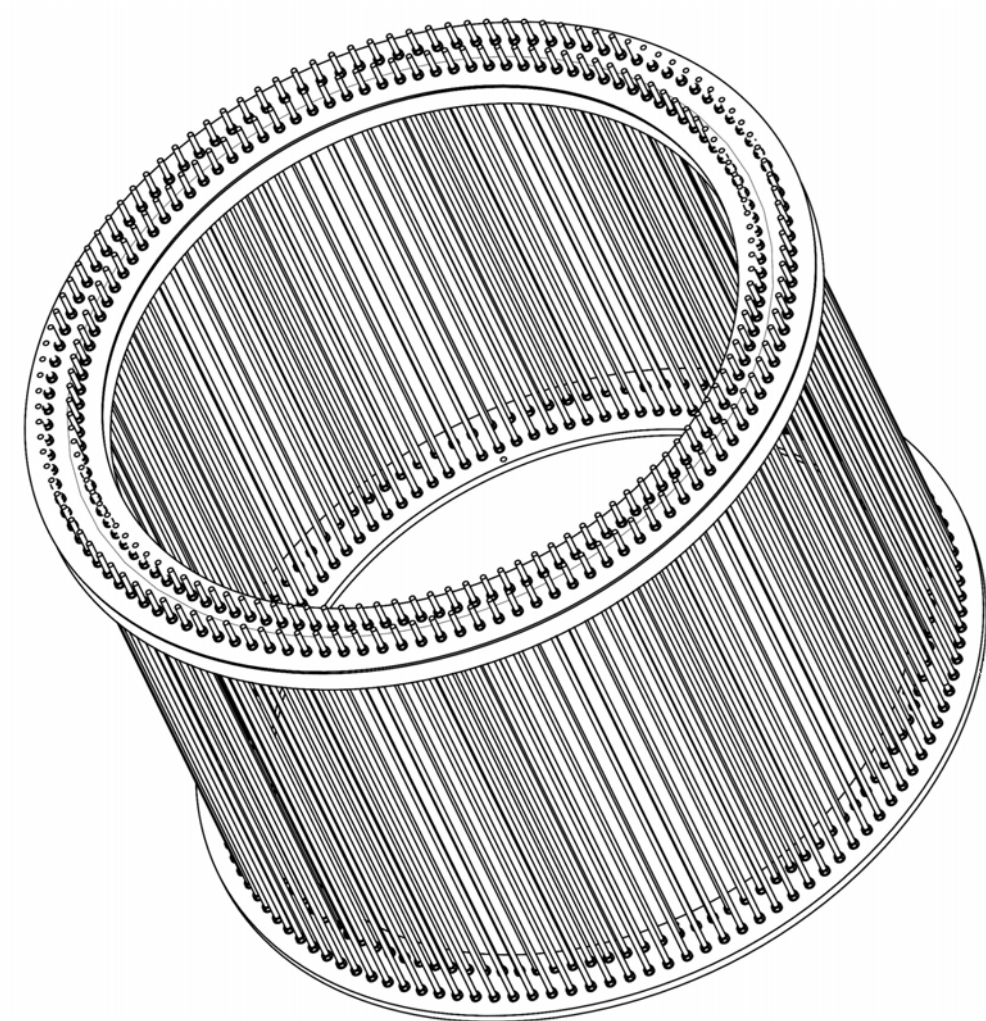
Escala: S/E

Formato: DIN A3

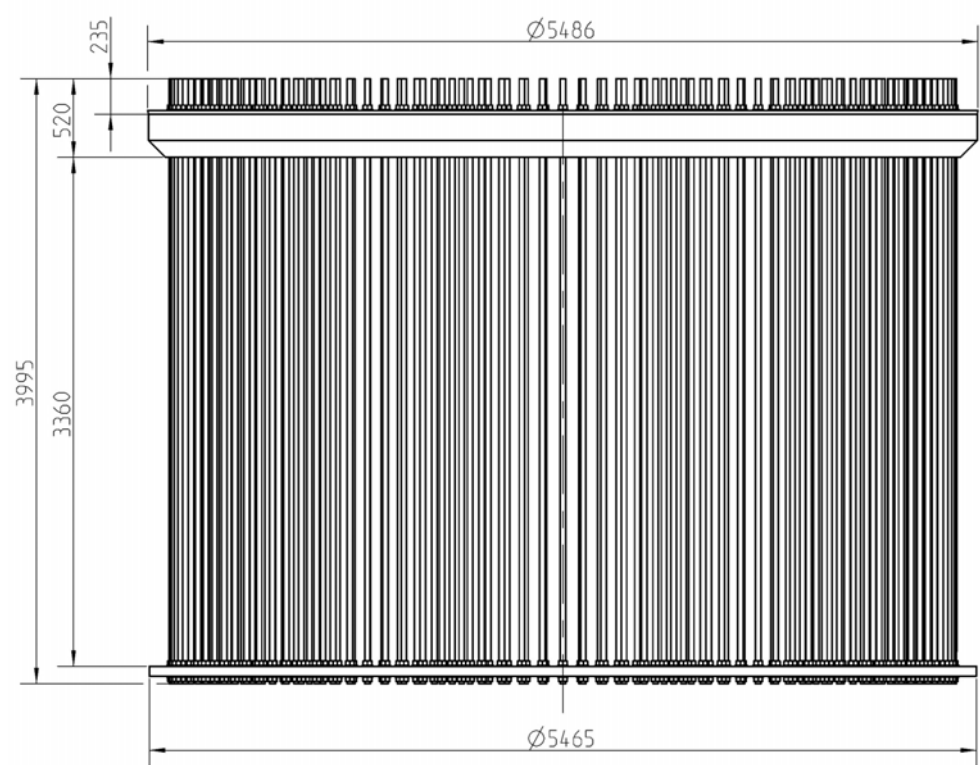
Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor:

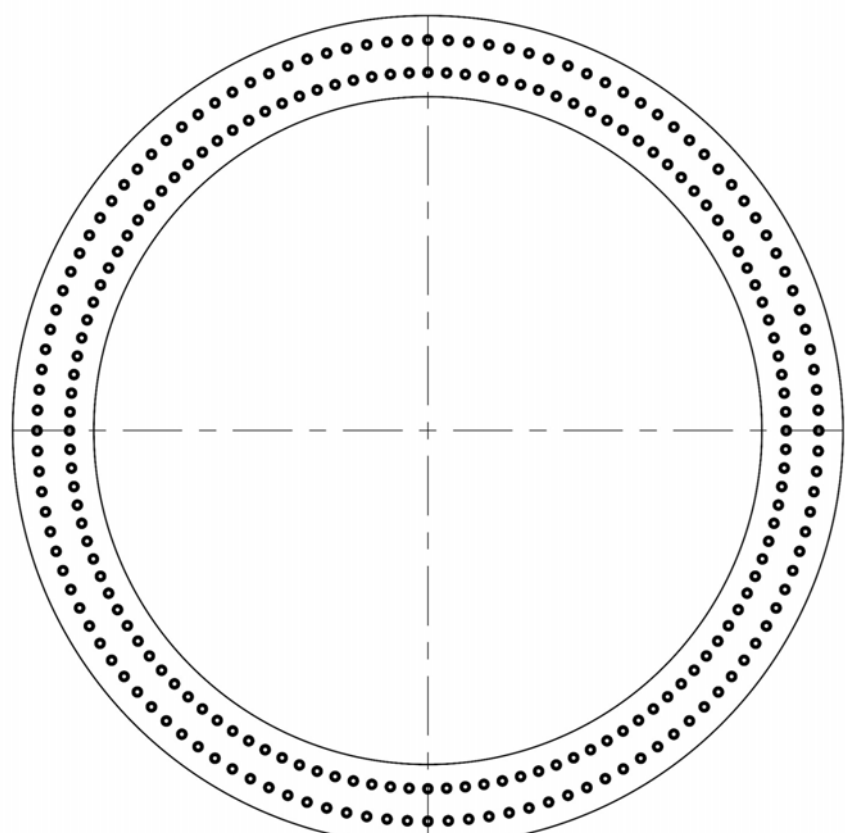
Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.O.M.G.)



Isometric view

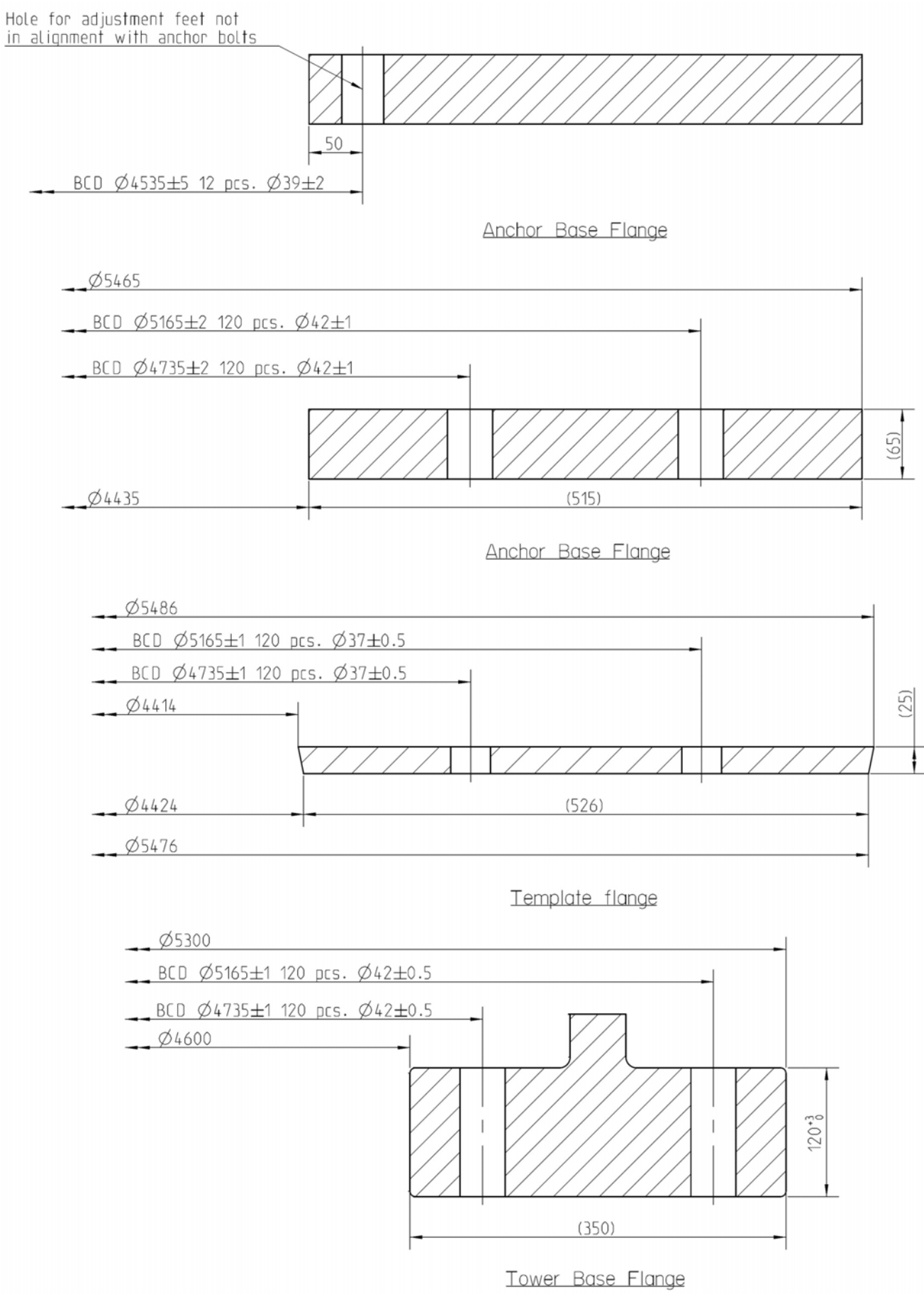


Profile view

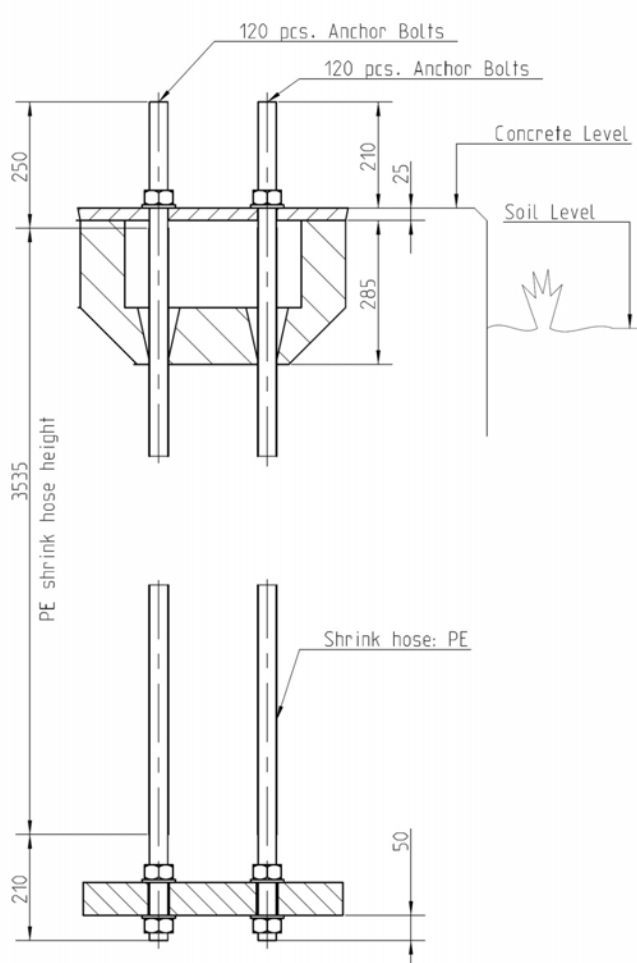


Plan view

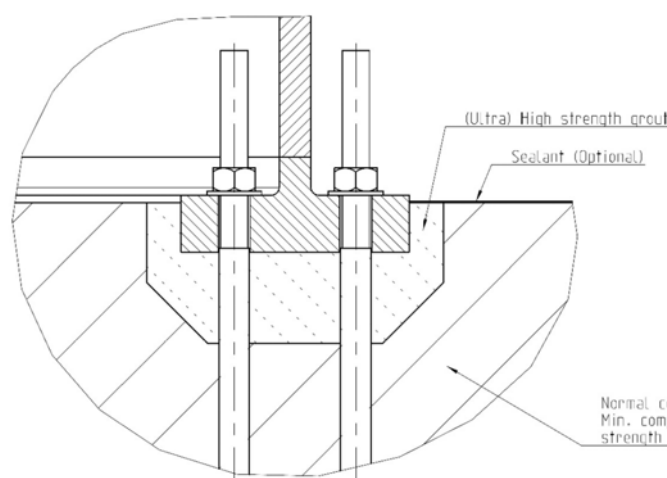
JAUJA DE PERNOS
ESCALA 1:50



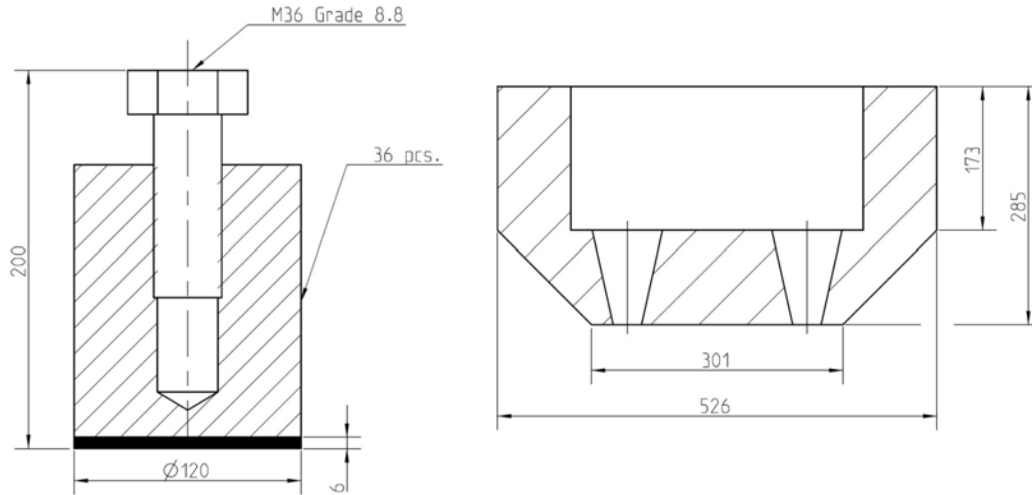
DETALLE BRIDAS Y PLANTILLA DE ANCLAJE
ESCALA 1:5



DETALLE MONTAJE PREVIO AL HORMIGONADO
ESCALA 1:15



VISTA GENERAL ANCLAJE EN EL HORMIGÓN
ESCALA 1:10

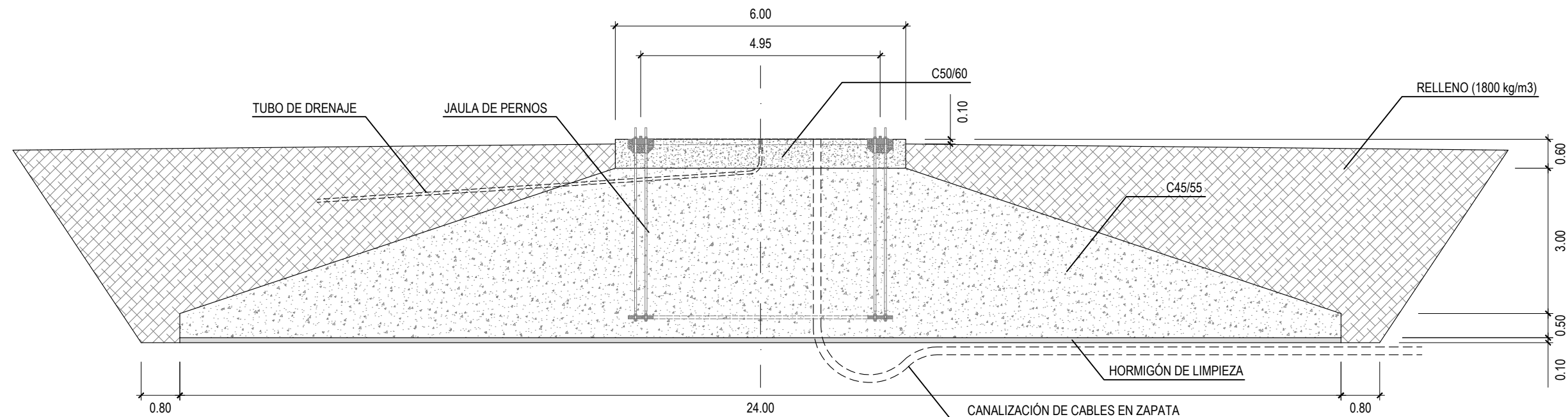


DETALLE PATA DE AJUSTE
S/E

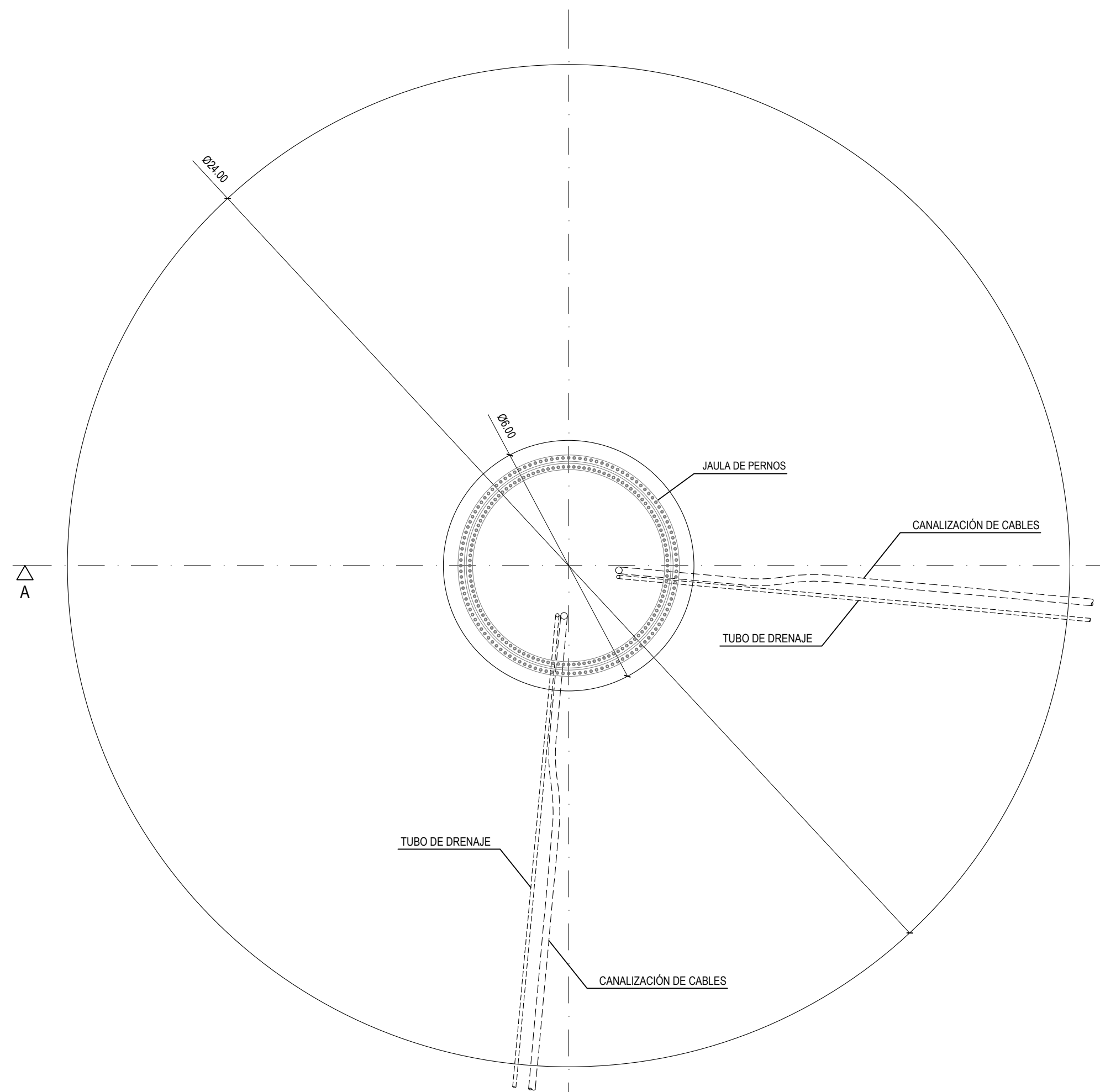
DETALLE ESPUMA
S/E

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS

Tower Bottom Flange		Post-tension ratio %	Post-tension force [kN]	Min strength at post-tensioning [MPa]	Grout grade [MPa]	Pedestal Concrete Grade [MPa]	Slab Concrete Grade [MPa]	Elongation (mm)	
W idth[mm]	Thickness[mm] Tolerance(+3/0)							Min.	Max.
350	120	56	458	44	C90/105	C45/55	C30/37	8.4	9.9



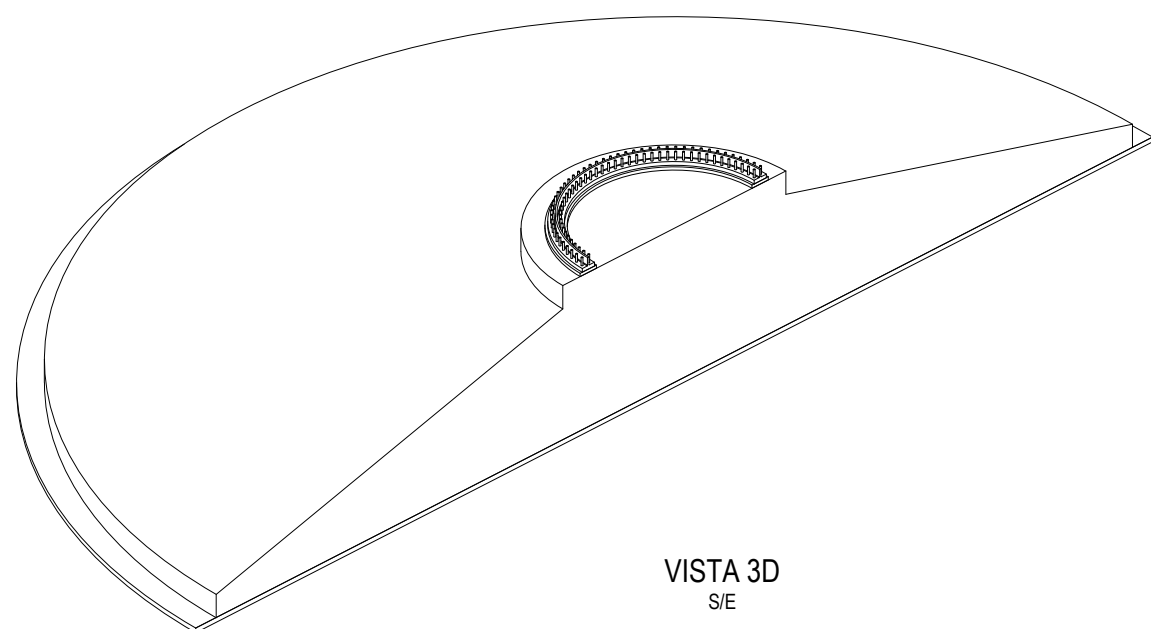
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:100



PLANTA
ESCALA 1:100

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

Hormigón (zapata): C45/55 (f_{ck} = 45 MPa)
Hormigón (pedestal): C50/60 (f_{ck} = 50 MPa)
Grout (mortero): C90/105 (f_{ck} = 90 MPa)
Recubrimiento mínimo: 50 mm
Acero: B-500-S (f_{yk} = 500 MPa)
Relleno: Material seleccionado y ≥ 1800 kg/m³



VISTA 3D
S/E



LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

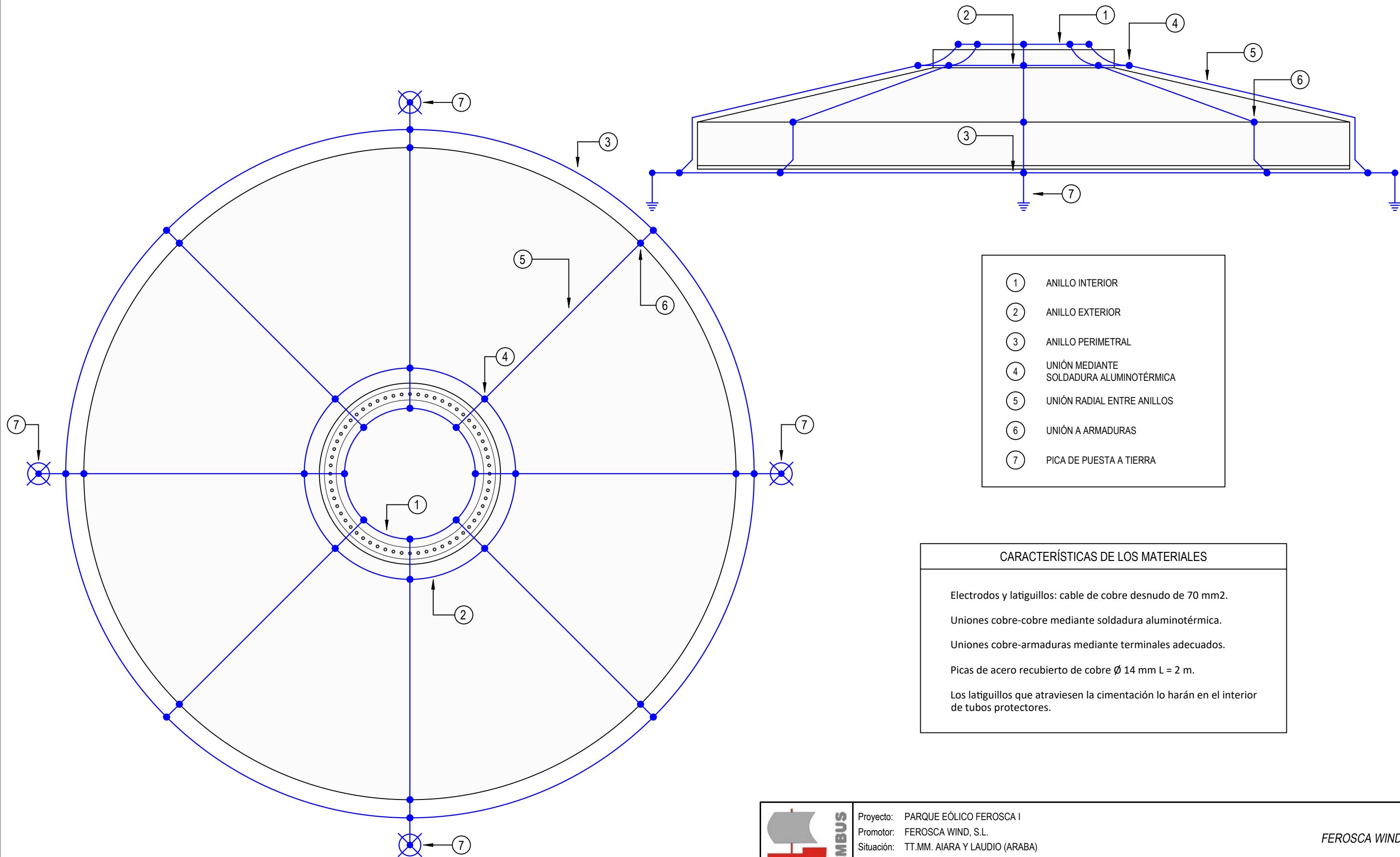
Plano: CIMENTACIÓN AEROGENERADOR

Revisión 02 27.03.2026 CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 211W
01 20.07.2023 INICIAL

Aut: Juan José González Hernández
Ingeniero Técnico Industrial
Col. nº 1287 (I.C.N.A.G.)

Nº: 15
hoja: 1 de: 1
Escala: 1:100
Formato: DIN A1

of María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com



- 1 ANILLO INTERIOR
- 2 ANILLO EXTERIOR
- 3 ANILLO PERIMETRAL
- 4 UNIÓN MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA
- 5 UNIÓN RADIAL ENTRE ANILLOS
- 6 UNIÓN A ARMADURAS
- 7 PICA DE PUESTA A TIERRA

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Electrodos y latiguillos: cable de cobre desnudo de 70 mm2.

Uniones cobre-cobre mediante soldadura aluminotérmica.

Uniones cobre-armaduras mediante terminales adecuados.

Picas de acero recubierto de cobre Ø 14 mm L = 2 m.

Los latiguillos que atraviesen la cimentación lo harán en el interior de tubos protectores.



c/ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

FEROSCA WIND

Plano:

PUESTA A TIERRA AEROGENERADOR

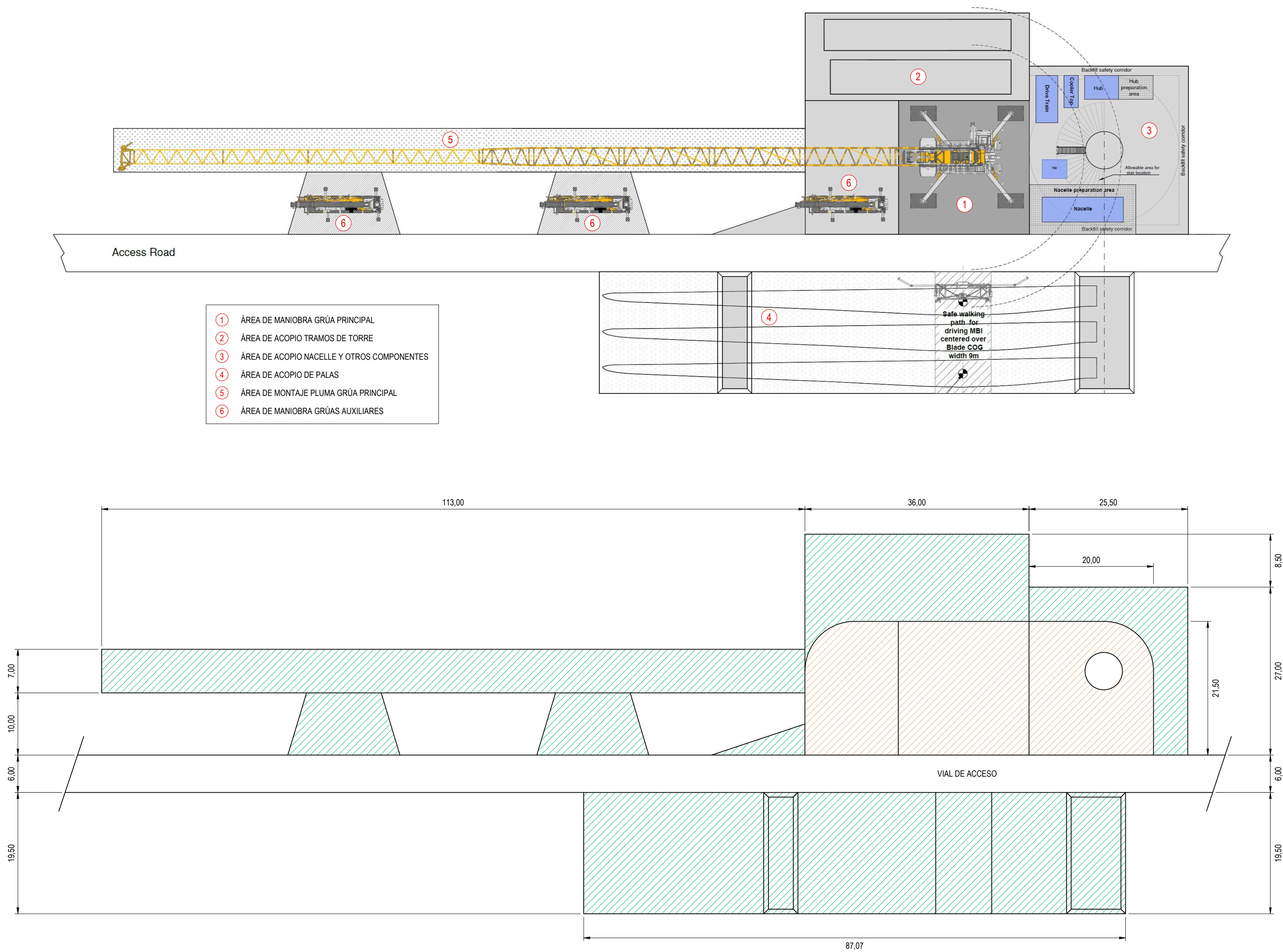
Nº: 16
hoja: 1 de: 1

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor:

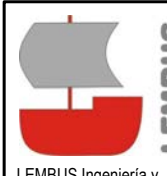
Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.C.M.I.G.)

Escala: 1:100
Formato: DIN A3



- 1 ÁREA DE MANIOBRA GRÚA PRINCIPAL
- 2 ÁREA DE ACOPIO TRAMOS DE TORRE
- 3 ÁREA DE ACOPIO NACELLE Y OTROS COMPONENTES
- 4 ÁREA DE ACOPIO DE PALAS
- 5 ÁREA DE MONTAJE PLUMA GRÚA PRINCIPAL
- 6 ÁREA DE MANIOBRA GRÚAS AUXILIARES

- ÁREAS A REGENERAR COMPLETAMENTE, INCLUYENDO MOVIMIENTOS DE TIERRAS (3.616 m2 + TALUDES)
- ÁREAS NECESARIAS EN FASE DE OPERACIÓN (1.148 m2 + TALUDES)



LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

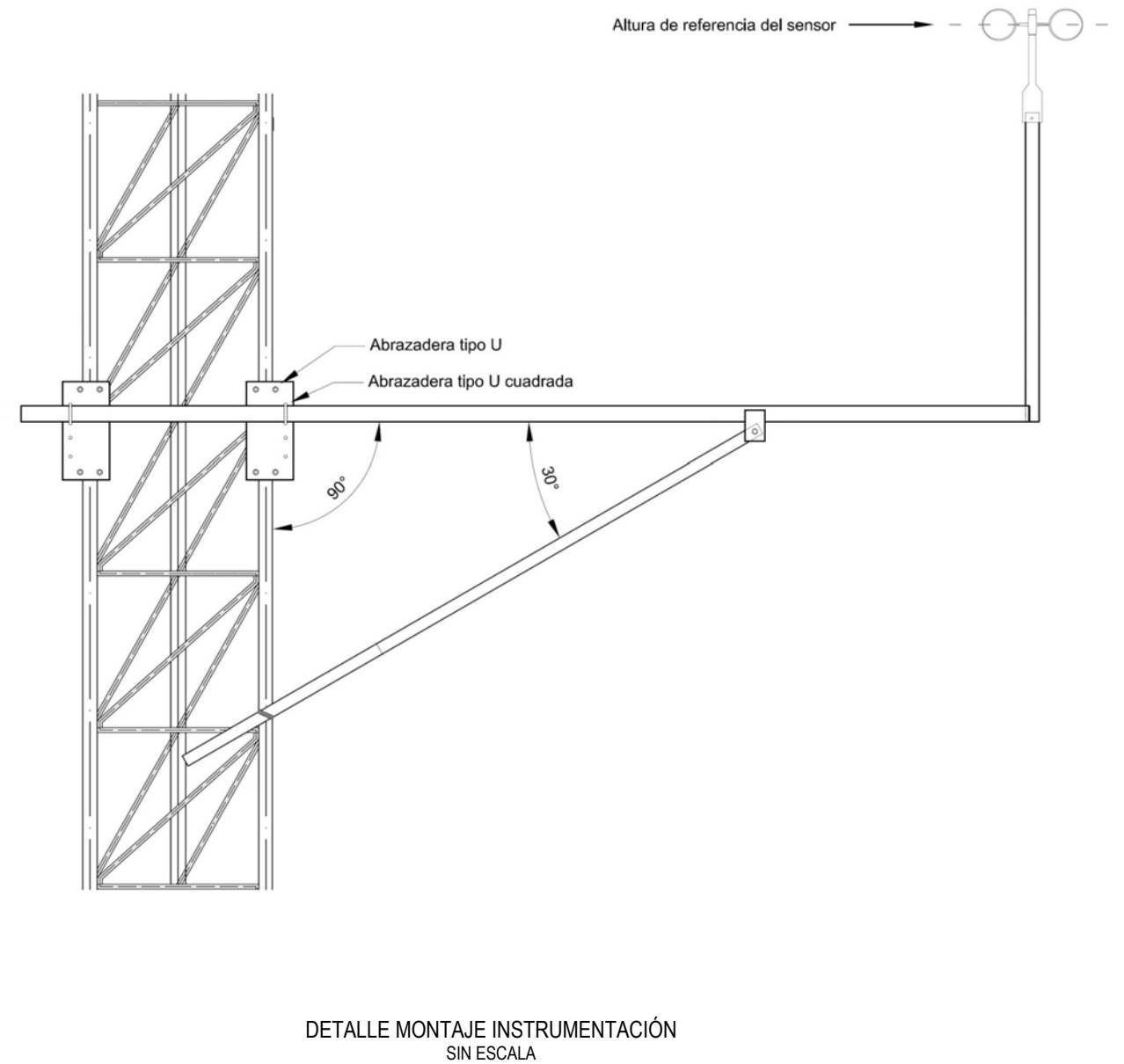
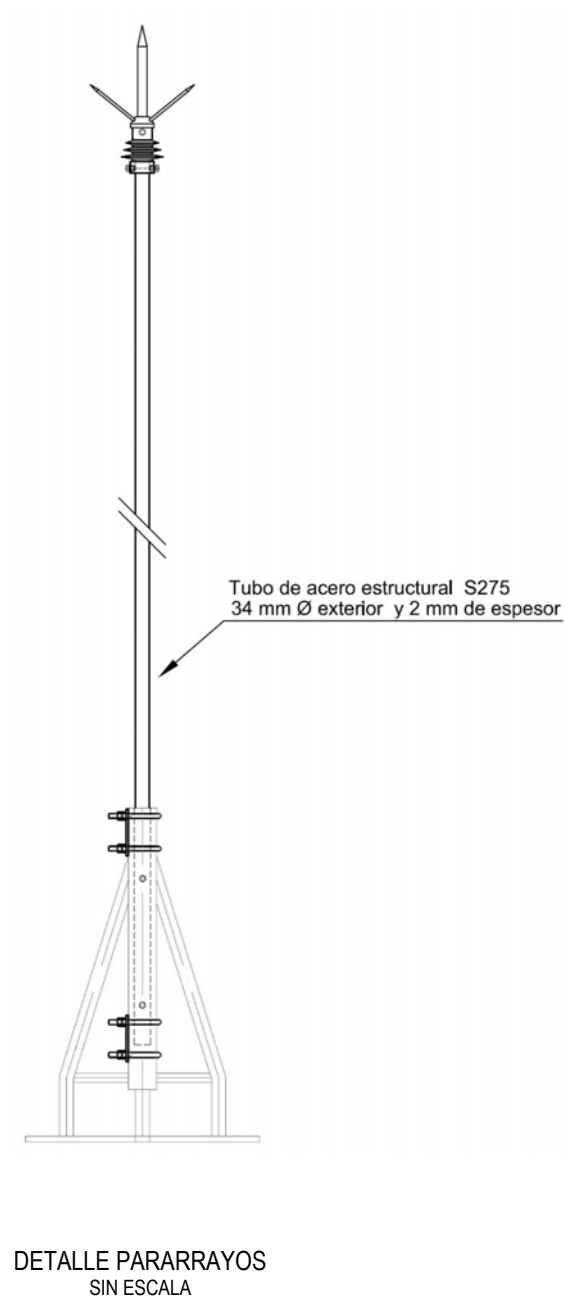
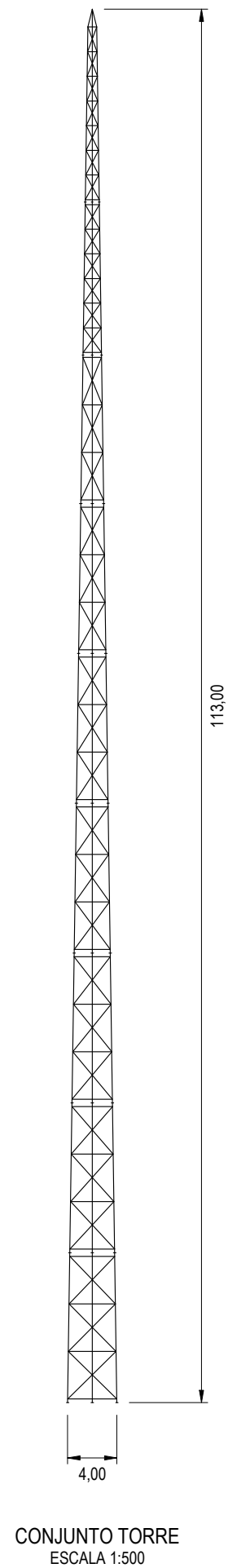
Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

Plano: PLATAFORMA DE MONTAJE AEROGENERADOR

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor: Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.S.M.I.G.)

Nº: 17
hoja: 1 de 1
Escala: 1:500
Formato: DIN A2





LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

c/ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

Plano:

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor:

Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.C.M.I.G.)

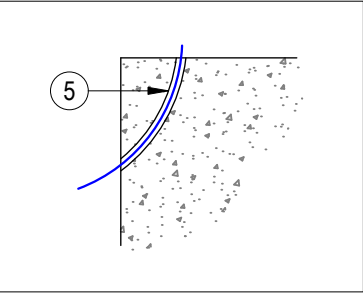
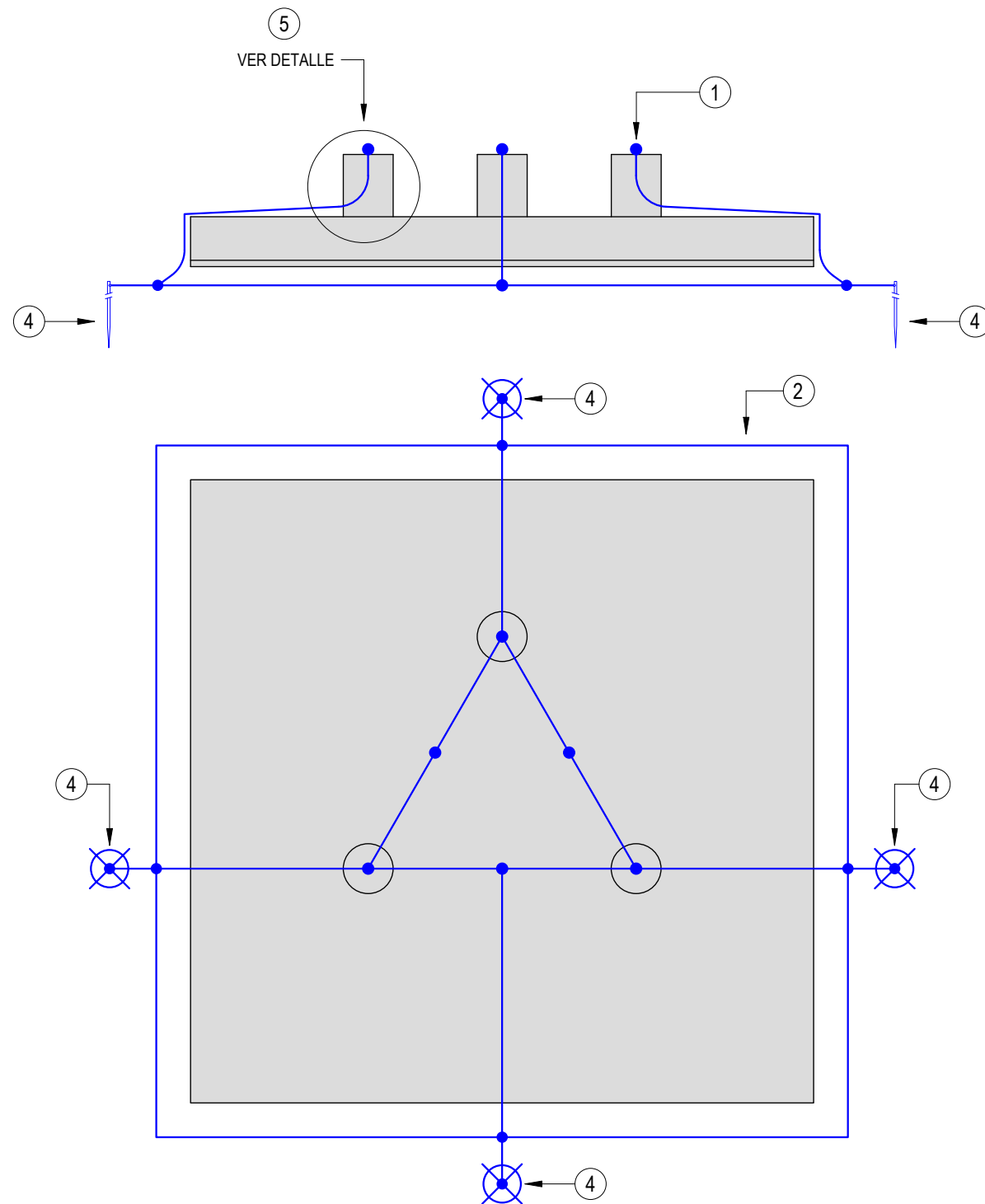
FEROSCA WIND

Nº: 18

hoja: 1 de: 1

Escala: INDICADAS

Formato: DIN A3



DETALLE TUBO PROTECCIÓN

- 1 CONEXIÓN TORRE
- 2 ANILLO PERIMETRAL
- 3 UNIÓN MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA
- 4 PICA DE PUESTA A TIERRA
- 5 TUBO PARA PROTECCIÓN DE CABLE DE PUESTA A TIERRA

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Electrodos y latiguillos: cable de cobre desnudo de 70 mm².
Uniones cobre-cobre mediante soldadura aluminotérmica.
Uniones cobre-armaduras mediante terminales adecuados.
Picas de acero recubierto de cobre Ø 14 mm L = 2 m.
Los latiguillos que atraviesen la cimentación lo harán en el interior de tubos protectores.



LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

c/ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

FEROSCA WIND

Plano:
PUESTA A TIERRA TORRE METEOROLÓGICA

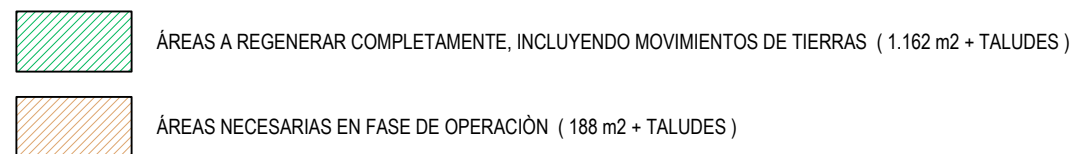
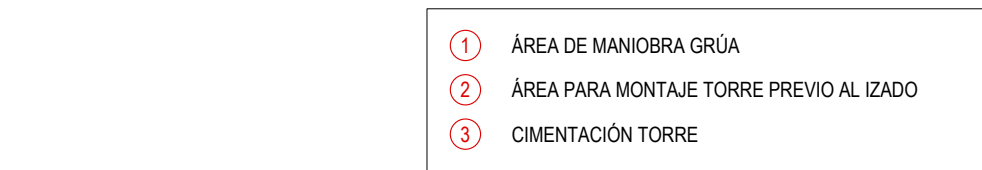
Nº:
20
hoja: 1 de: 1

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

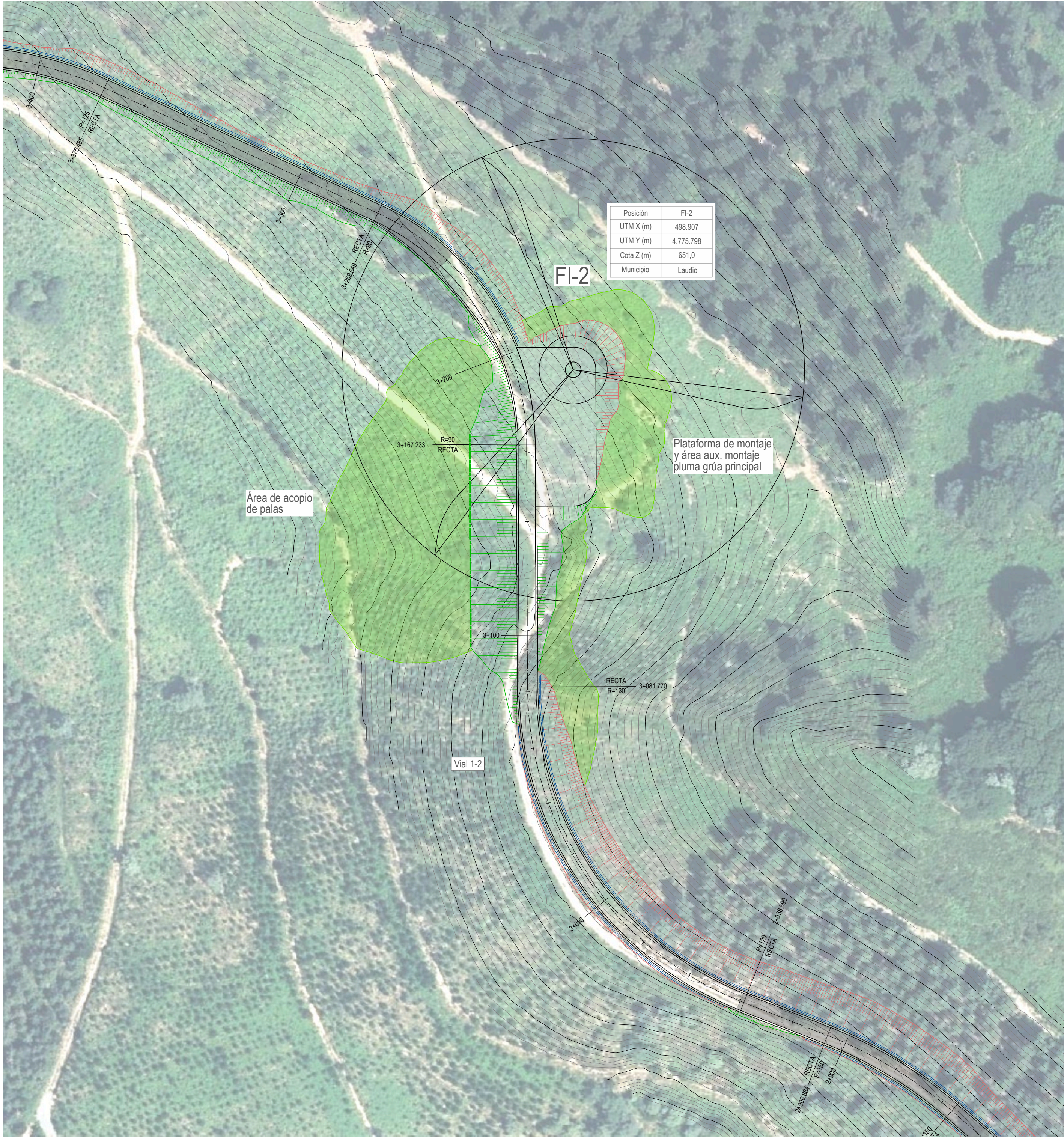
Autor:

Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.C.M.G.)

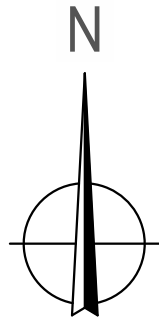
Escala: S/E
Formato: DIN A3



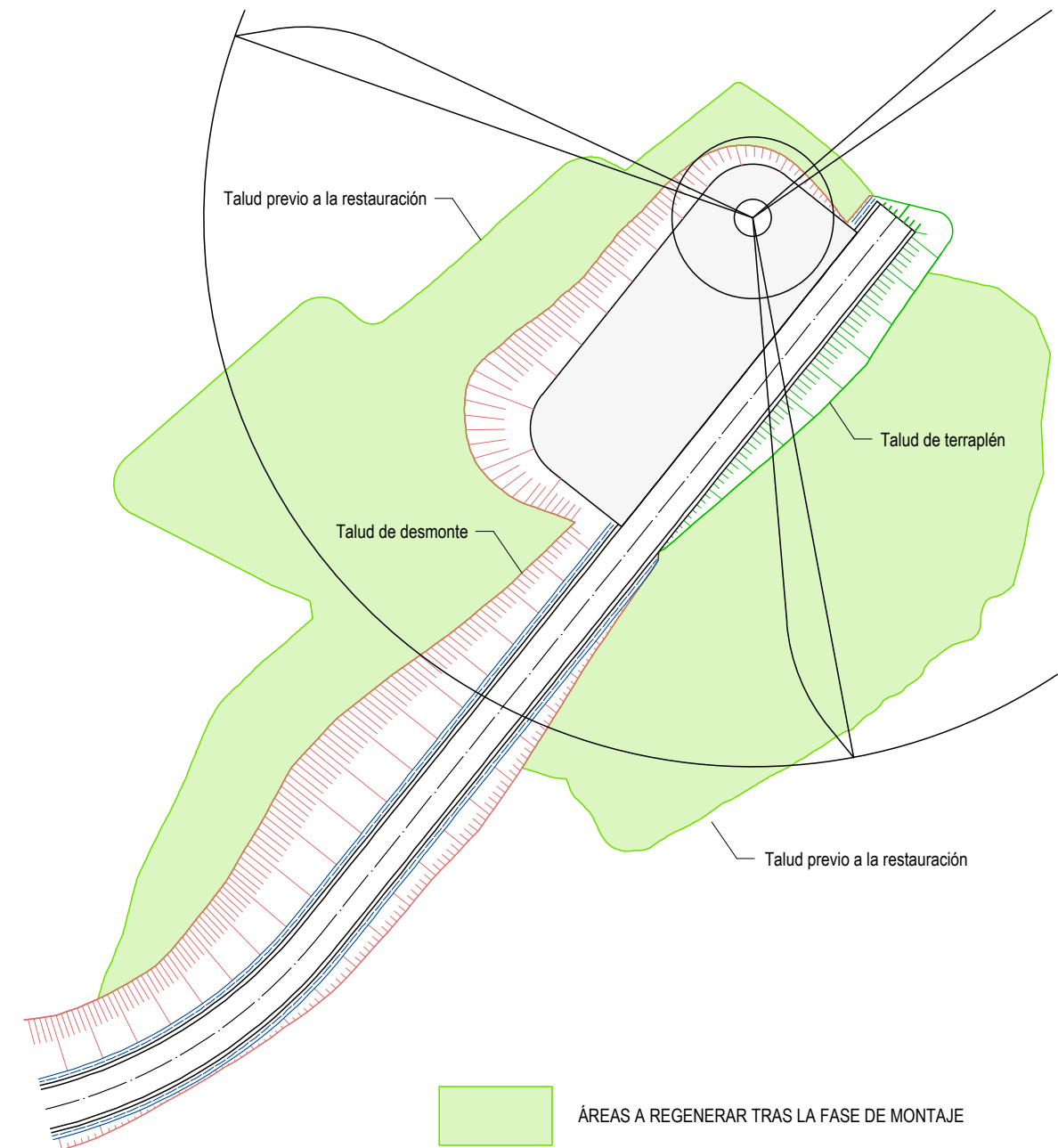
 LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.	Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I Promotor: FEROSCA WIND, S.L. Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA) Fecha: MARZO 2026	FEROSCA WIND															
	Plano: PLATAFORMA DE MONTAJE TORRE METEOROLÓGICA	Nº: 21 hoja: 1 de: 1															
c/ María Puga Cerdido, 6 Entresuelo B 15009 A Coruña Tel.: 685 17 89 20 ingenieria@lembus.com	<table><tr><th>Revisión</th><th>Fecha</th><th>Motivo</th></tr><tr><td>02</td><td>27.03.2026</td><td>CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW</td></tr><tr><td>01</td><td>20.07.2023</td><td>INICIAL</td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>	Revisión	Fecha	Motivo	02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW	01	20.07.2023	INICIAL							Autor:  Juan José González Fernández Ingeniero Industrial Col. nº 1267 (I.C.C.V.I.G.)
	Revisión	Fecha	Motivo														
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW															
01	20.07.2023	INICIAL															
		Escala: 1:500 Formato: DIN A3															



Posición	FI-2
UTM X (m)	498.907
UTM Y (m)	4.775.798
Cota Z (m)	651,0
Municipio	Laudio



LEYENDA



c/ María Puga Cerdido, 6
Entresuelo B
15009 A Coruña
Tel.: 685 17 89 20
ingenieria@lembus.com

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

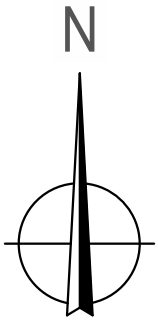
FEROSCA WIND

Plano:
RESTAURACIÓN PLATAFORMAS Y EXPLANADAS

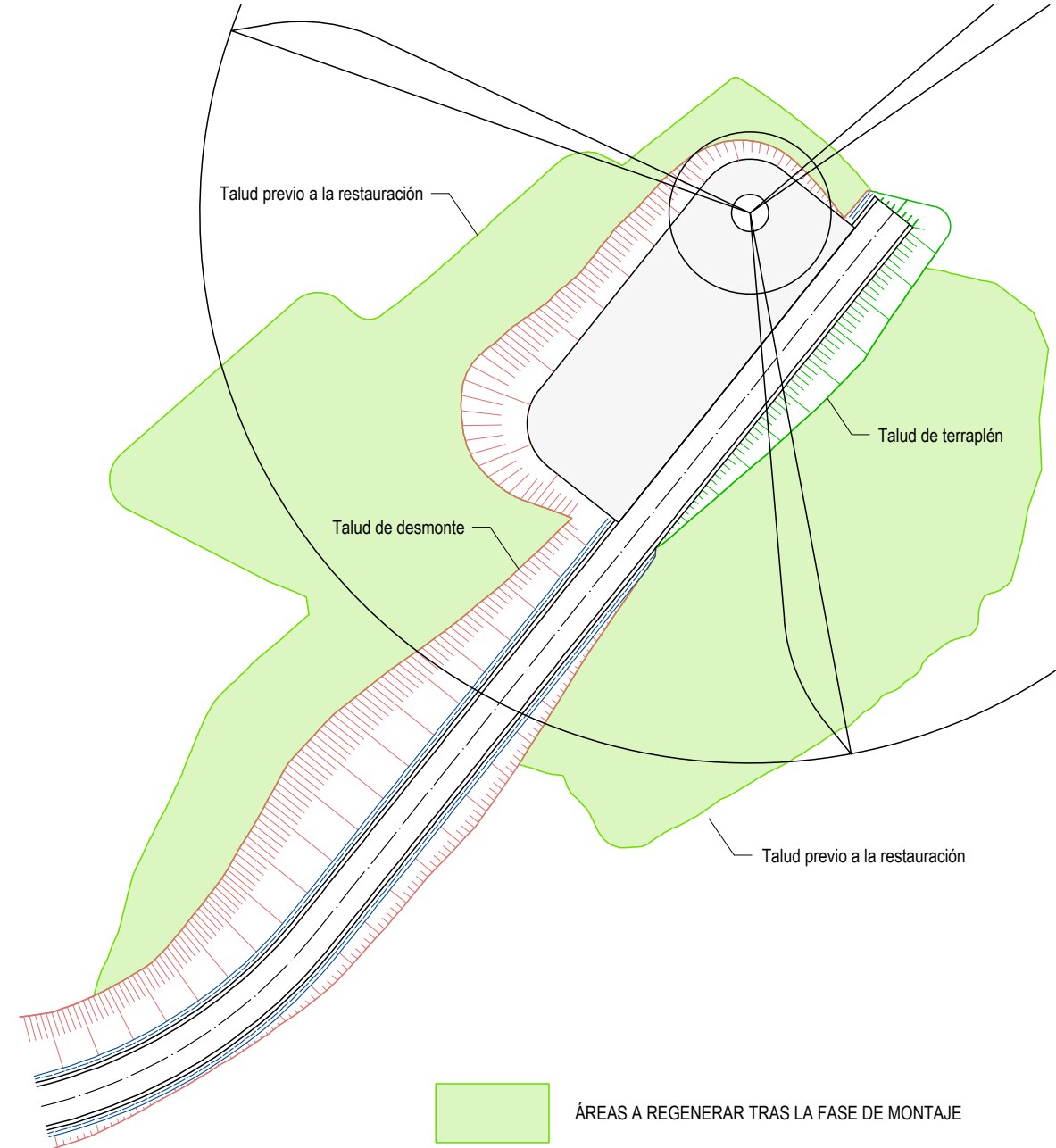
Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor:
Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.S.M.I.G.)

Nº:
26
hoja: 2 de 6
Escala: 1:1.000
Formato: DIN A2



LEYENDA





LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I
Promotor: FEROSCA WIND, S.L.
Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)
Fecha: MARZO 2026

Plano:

RESTAURACIÓN PLATAFORMAS Y EXPLANADAS

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor:

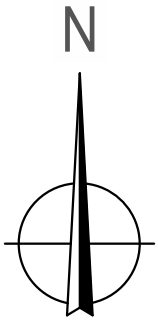
Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.S.I.G.)

FEROSCA WIND

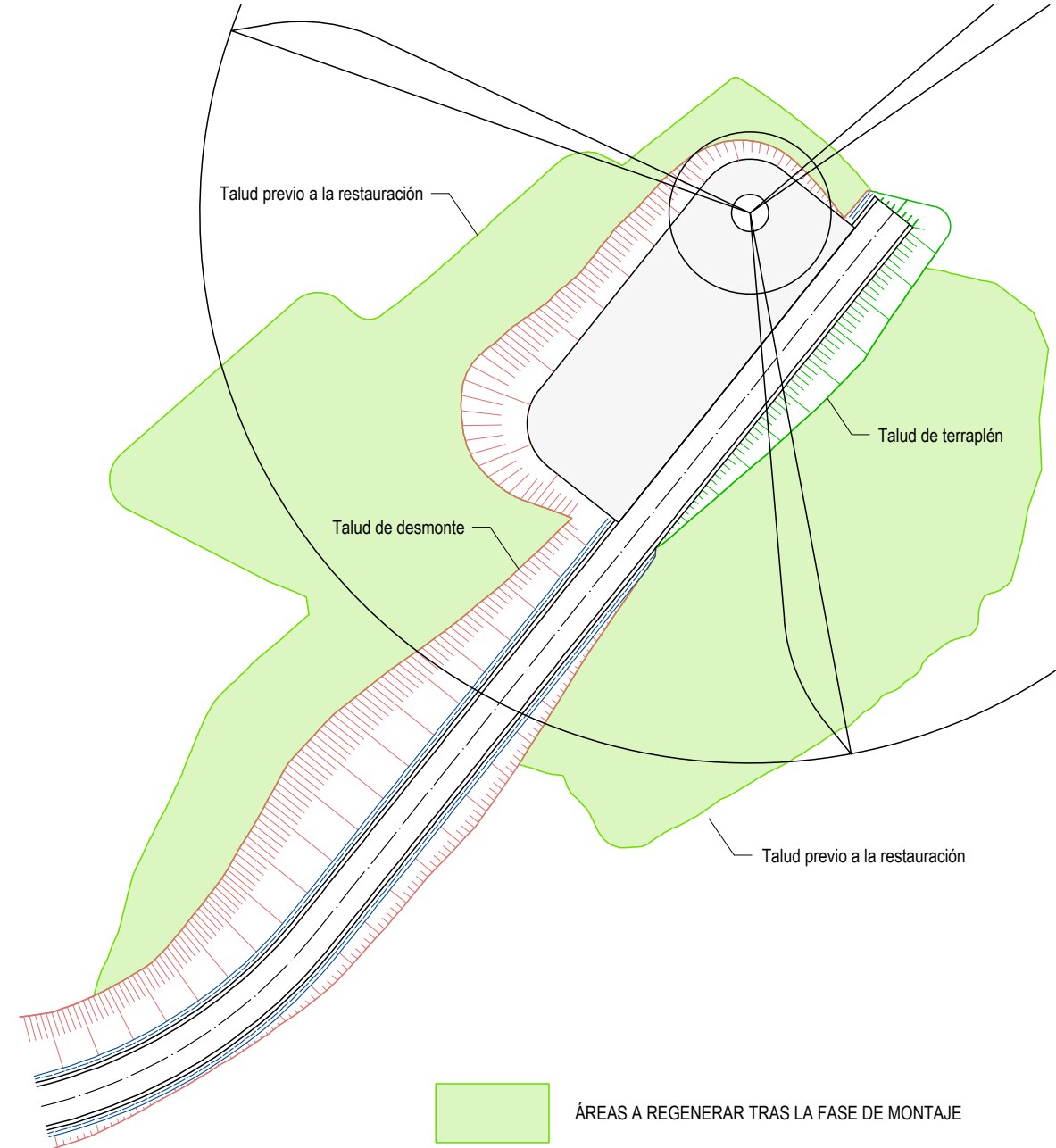
Nº: **26**
hoja: 3 de 6

Escala: 1:1.000

Formato: DIN A2



LEYENDA





LEMBUS Ingeniería y Consultoría Técnica, S.L.

Proyecto: PARQUE EÓLICO FEROSCA I

Promotor: FEROSCA WIND, S.L.

Situación: TT.MM. AIARA Y LAUDIO (ARABA)

Fecha: MARZO 2026

Plano: RESTAURACIÓN PLATAFORMAS Y EXPLANADAS

Revisión	Fecha	Motivo
02	27.03.2026	CONFIGURACIÓN 3 AEROG. N163 - 21 MW
01	20.07.2023	INICIAL

Autor: Juan José González Fernández
Ingeniero Industrial
Col. nº 1267 (I.C.S.M.G.)

Nº: 26

hoja: 4 de: 6

Escala: 1:1.000

Formato: DIN A2

FEROSCA WIND