



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

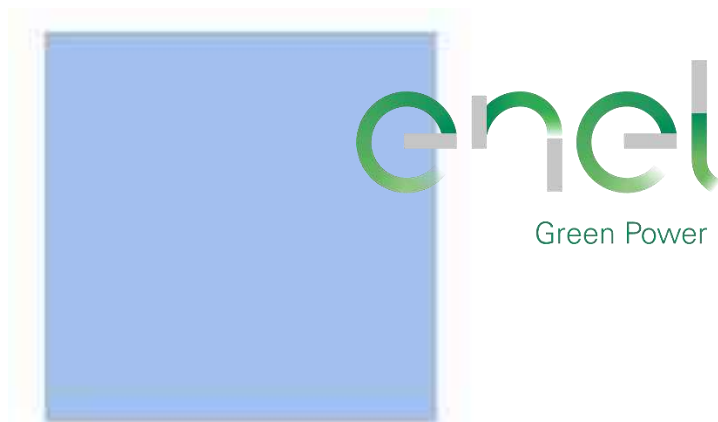
Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:



PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"

**EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA
(PROVINCIA DE ZARAGOZA)**

Julio de 2025

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
02	21/03/2024	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	03/05/2024	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	13/05/2022	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT P.E. “LA MUELA III MODIFICACIÓN”	EGP CODE														
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT					SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION	
	GRE	EEC	R	9	9	E	S	W	1	8	5	3	2	0	0
CLASSIFICATION	UTILIZATION SCOPE														

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

ÍNDICE

I.- MEMORIA

ANEXO I.- INFORMACIÓN ADICIONAL AEROGENERADOR

ANEXO II.- RECURSO EÓLICO

ANEXO III.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEXO IV. - MOVIMIENTOS DE TIERRAS

(*) ANEXO V.- PUNTO DE CONEXIÓN

(*) ANEXO VI.- ADECUACIÓN AL PLAN URBANÍSTICO

ANEXO VII.- ESTUDIO DE ACCESOS

(*) ANEXO VIII.- PLAN DE OBRA

ANEXO IX.- ESTUDIO VIABILIDAD

ANEXO X.- GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEXO XI.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

(*) ANEXO XII.- ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEXO XIII.- RBDA

(*) ANEXO XIV.- PROYECTO DESMANTELAMIENTO

(**) ANEXO XV.- MEMORIA JUSTIFICATIVA POLIGONAL

ANEXO XVI.- DECLARACIÓN RESPONSABLE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.002.02

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.003.02

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.004.02

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.005.02

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.006.02

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.007.00

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.008.00

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.009.02

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.010.00

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.011.00

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.012.02

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.013.00

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.014.00

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.015.00

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.059.00

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.060.02

(*) II.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.016.00

(*) III.- PLIEGO DE CONDICIONES

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.017.00

IV.- PRESUPUESTO

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

V.- PLANOS

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.019.02

(*) No se aportan puesto únicamente sufre variación del modelo de aerogenerador no afectando a los resultados iniciales.

(**) No se aporta, aunque sufre variaciones respecto al proyecto anterior.(Detalles en Memoria apartado 6.1).

Zaragoza, julio 2025

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

Óscar Escusa Villalba

Colegiado Nº 2.832 del C.O.I.I.A.R.

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

DOCUMENTO I MEMORIA

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN” EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.002.02_MEMORIA1

02	21/04/25	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	20/06/24	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	13/05/22	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

P.E. “LA MUELA III
MODIFICACIÓN”

EGP CODE

GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GRE	EEC	R	99	ES	W	18532	00	00	202

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

INDICE

1. ANTECEDENTES	4
2. OBJETO	5
3. PROPONENTE Y PROMOTOR.....	6
4. NORMATIVA LEGAL APLICABLE	6
5. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS	8
6. SITUACIÓN	8
6.1. COORDENADAS DE LA POLIGONAL.....	8
6.2. COORDENADAS DE AEROGENERADORES	9
7. DESCRIPCIÓN GENERAL	10
7.1. JUSTIFICACIÓN Y NECESIDAD DE LA IMPLANTACIÓN	10
7.2. GENERALIDADES	11
8. DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO	13
8.1. AEROGENERADORES	13
8.1.1. Características generales	13
8.1.2. Rotor	14
8.1.3. Eje Principal.....	14
8.1.4. Multiplicadora.....	14
8.1.5. Generador eléctrico.....	14
8.1.6. Transformador de Media Tensión	14
8.1.7. Sistema de frenado.....	14
8.1.8. Unidad de Control.....	14
8.1.9. Sistema de Orientación	14
8.1.10. Góndola	15
8.1.11. Torre.....	15
8.2. OBRA CIVIL DEL PARQUE EÓLICO	16
8.2.1. Desmantelamiento del parque	16
8.2.2. Acceso al Parque	16
8.2.3. Viales internos	17
8.2.4. Plataformas de montaje.....	19
8.2.5. Zona de acopio de materiales.....	20
8.2.6. Cimentaciones.....	21
8.2.7. Restauración ambiental	22
8.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	23
8.3.1. General	23
8.3.2. Transformador y celda integrada en el aerogenerador	23
8.3.3. Red de Media Tensión, puesta a tierra y comunicaciones	24
8.3.4. Terminales.....	29
9. MEDIDAS PREVISTAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	29
9.1. MEDIDAS PREVENTIVAS	29
9.2. MEDIDAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INCENDIO	30
10. ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO VIGENTE	31
11. PLAZO DE EJECUCIÓN Y CRONOGRAMA.....	31
12. ORGANISMOS AFECTADOS	32

13.	PRESUPUESTO	32
14.	CONCLUSIONES	33

1. ANTECEDENTES

Eólica Valle del Ebro, S.A., con domicilio en C/Doctor Joaquín Aznar Molina, 2, 50002, Zaragoza, ha proyectado la repotenciación del Parque Eólico "La Muela II", en el Término Municipal de La Muela (Zaragoza).

El presente proyecto contempla la modificación sustancial del Parque Eólico "La Muela III Modificación", exponiendo en el mismo las modificaciones del proyecto, el estudio, descripción y cálculo de las obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo la repotenciación, mediante la sustitución de los actuales aerogeneradores por un aerogenerador de mayor potencia y el desmantelamiento de las infraestructuras internas del parque.

Los antecedentes técnicos y administrativos del proyecto Parque Eólico "La Muela III Modificación", se exponen a continuación:

- Mediante resolución del 4 de Noviembre de 1997, del Departamento de Economía, Hacienda y Fomento, se autorizó el cambio de titularidad de derechos dimanantes de la aprobación del Plan Eólico Estratégico PARQUE EÓLICO ARAGON, AIE, siendo Eólica Valle del Ebro, S.A., la nueva titular del parque correspondiente al Parque Eólico La Muela III, y subrogándose en los derechos y obligaciones de Parque Eólico Aragón, AIE.
- Mediante resolución de 8 de Marzo de 1999, la Dirección General de Industria y comercio de Aragón concede la autorización administrativa de instalación eólica al Parque Eólico La Muela III, de 25 aerogeneradores de 660 kW de potencia cada uno.
- Con fecha 9 de enero de 2023 el proyecto Parque Eólico "La Muela III Modificación" en el Término Municipal de La Muela (Zaragoza) fue admitido a trámite por la Dirección General de Energía del Gobierno de Aragón dando traslado del mismo al Servicio Provincial de Industria de Zaragoza con número de expediente: G-Z-2023-006.
- Este proyecto ha sido subvencionado por los programas de concesión de ayudas a la inversión en la repotenciación de instalaciones eólicas, en la renovación tecnológica y medioambiental de minicentrales hidroeléctricas de hasta 10 MW y en instalaciones innovadoras de reciclaje de palas de aerogeneradores ("Programas Repotenciación Circular") del «Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea-NextGenerationEU, mediante resolución de la Secretaria de Estado de Energía y Presidenta de E.P.E. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), M.P. el 24 de noviembre de 2023.
- El 29 de noviembre de 2023 el proyecto Parque Eólico "La Muela II Modificación" fue Publicado en el BOE.

En fecha 17 de mayo de 2024 ENEL GREEN POWER ESPAÑA. S.L. aporta proyecto modificado para poder cumplir el condicionado emitido por Defensa. Dicha modificación reduce los aerogeneradores de tamaño y potencia, por lo que con fecha 11 de junio de 2024 el promotor presenta declaración responsable en la que indica que el proyecto modificado aportado no supone una modificación sustancial del proyecto anterior.

El 30 de octubre de 2024 se obtiene la Resolución del Proyecto Modificado del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental de fecha 30 de octubre de 2024, expediente INAGA/500306/01/2024/06920 con resultado, solo a efectos ambientales, favorable, emitiendo un condicionado.

2. OBJETO

Se redacta el presente Proyecto Refundido Parque eólico "Muela III Modificación" en el término Municipal de La Muela, Provincia de Zaragoza.

Este presente proyecto modificado cuyo objeto fundamental es reducir la altura máxima del modelo de aerogenerador propuesto en el proyecto modificado para cumplir con el nuevo condicionado de Defensa incrementando a cuatro (4) el número de posiciones.

La repotenciación del Parque eólico "Muela III Modificación" consistirá en el desmantelamiento de 25 aerogeneradores modelo MADE AE 46 (potencia total instalada 16,5 MW) actualmente en servicio y la instalación por 2 aerogeneradores, modelo V117-4.3 del fabricante VESTAS o similar, de 4.300 kW de potencia unitaria con rotor tripala a barlovento de 117 m de diámetro, con alturas de buje de 84 m y de 2 aerogeneradores, modelo V136-4.5 del fabricante VESTAS o similar, de 4.500 kW de potencia unitaria con rotor tripala a barlovento de 136 m de diámetro, con alturas de buje de 81 m y 82 m. La potencia instala del parque eólico será de 17,4 MW, limitando la capacidad de acceso y conexión de 16,5 MW.

La evacuación de la energía eléctrica generada por los aerogeneradores se realizará a través de 1 línea subterránea de Media tensión (20kV) a la SET "LA PORTILLADA" (esta última forma parte de otro proyecto).

La SET 20/132 kV "LA PORTILLADA", recibirá la energía generada por el parque eólico "La Muela II Modificación" por medio de las líneas subterráneas correspondientes, y la evacuará a través de una línea Aérea de Alta Tensión en 132 kV, a Seccionamiento "Los Vientos" 132 kV.

Todas las obras que aquí se definen tienen a fin describir el conjunto de equipos e instalaciones y las características técnicas esenciales a que habrá que ajustarse el Parque eólico "Muela II Modificación" y su infraestructura de evacuación, siempre de acuerdo con lo prescrito en la normativa aplicable vigente, y con el fin de informar a las Autoridades y Organismos Oficiales correspondientes, con el objetivo de obtener por parte de los mismos los permisos necesarios para su construcción y puesta en marcha.

3. PROPONENTE Y PROMOTOR

La entidad titular de la instalación eólica objeto del presente documento es:

EÓLICA VALLE DEL EBRO, S.A.

Con domicilio social:

C/Doctor Joaquín Aznar Molina, 2

50002-Zaragoza

CIF A- 50662014

Y domicilio a efectos de notificaciones:

C/ Doctor Joaquín Aznar Molina 2

50002 ZARAGOZA

4. NORMATIVA LEGAL APLICABLE

Para la elaboración del presente proyecto se han tenido en cuenta los reglamentos, normas e instrucciones técnicas siguientes en su edición vigente:

Instalaciones eléctricas

- 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.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias, aprobado por R.D. 842/2002, de 2 de agosto.
- Ley de Conservación de la Energía Nº 82/1980 (parcialmente derogada por la Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional).
- Ley 54/1997, de 27 de diciembre, del sector eléctrico.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto - Ley 6/2009, de 30 de abril, por la que se adoptan determinadas medidas en el Sector Energético y se aprueba el Bono Social.
- Obtención de la condición de Autogenerador Eléctrico (Orden de 7 de julio de 1982). Relaciones Técnicas y Económicas entre autogeneradores y empresas o entidades eléctricas.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de Energía eléctrica.
- Instrucciones y Normas Técnicas de la compañía distribuidora de electricidad de la zona.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de Autogeneración eléctrica.
- Real Decreto 198/2010 de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley de libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida en el Sistema Eléctrico.
- Ministerio para la transición ecológica. Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo, por el que se establecen la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, en los capítulos y artículos no derogados por el R.D. 661/2007.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.

- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.

Obra civil y estructuras

- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- PG 3-4/88 y sus revisiones del Ministerio de Fomento.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Normas Básicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.

Varios

- O.C. 15/2003, de 13 de octubre, sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.
- Real Decreto 2267/2004. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, por la que se reforma el marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Nota de servicio 2/2016. Instrucciones para la emisión de los informes preceptivos y vinculantes relativos a solicitudes de autorización de transportes especiales a los que hace referencia el artículo 108.3 del reglamento general de carreteras.

Normativa ambiental

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

Para aspectos no cubiertos por la legislación nacional (normas UNE), serán de aplicación las recomendaciones CEI, o la de los países de origen de los equipos en caso de ser importados.

Los reglamentos y normas indicados se complementan con las especificaciones técnicas de EGPE, tanto en el apartado de Obra Civil como en el apartado de instalaciones eléctricas.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos mencionados, se aplicará el criterio correspondiente al que tenga fecha de aprobación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos, lo expresado en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.002.02

PAGE

8 di/of 33



5. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

Titular	EOLICA VALLE DEL EBRO, S.A.
Términos Municipales	La Muela (Provincia de Zaragoza)
Potencia Instalada	17.6 MW
Tipo de aerogenerador	Modelo V117-4.3 – 84 HH o similar Modelo V136-4.5 – 81 y 82 HH o similar
Nº de aerogeneradores	4
Tensión RSMT	20 kV
Nº de circuitos RSMT	1
Presupuesto de Ejecución Material	13.235.510,92 €

6. SITUACIÓN

6.1. COORDENADAS DE LA POLIGONAL

El Parque Eólico “La Muela III Modificación” se enmarca en el Término Municipal de La Muela (Provincia de Zaragoza), dentro de la poligonal definida por los vértices siguientes (en coordenadas UTM, respecto al huso 30 y sobre los elipsoides ETRS89):

UTM (ETRS89, Huso 30)		
Núm. Vértice	X	Y
V1	652.518	4.610.085
V2	652.040	4.609.183
V3	654.102	4.603.412
V4	654.302	4.603.542
V5	654.260	4.603.988
V6	654.337	4.603.995
V7	654.161	4.605.065
V8	654.892	4.604.190
V9	655.292	4.604.190
V10	655.981	4.604.640
V11	656.325	4.605.393
V12	655.466	4.607.431
V13	655.811	4.607.950
V14	655.567	4.608.110
V15	655.323	4.607.767
V16	654.894	4.608.788
V17	654.254	4.609.138
V18	653.541	4.609.330
V19	653.410	4.609.598

(**) El parque eólico “La Muela III Modificación” estará dentro de la poligonal del parque eólico actualmente en funcionamiento (en este caso el parque eólico a ser desmantelado) sin modificaciones de la misma.

Como parte del proceso de verificación del rendimiento de los aerogeneradores conforme a la norma internacional IEC 61400-12-1, será necesaria la realización de una campaña de calibración del emplazamiento. Para ello, se contempla la instalación de cuatro mástiles de medición temporales.

Dos de ellos se instalarán para la posición MLMIII-02 (X: 653.200; Y: 4.607.478)

- Uno se ubicará en las mismas coordenadas del aerogenerador (o un margen de 18m) entre 3 y 5 meses antes del montaje del mismo y se desmontará justo antes de su instalación.
- El segundo mástil de referencia, ubicado en las proximidades del aerogenerador (X: 653.076; Y: 4.607.781), que se instalará también entre 3 y 5 meses antes del montaje del aerogenerador para medir simultáneamente y completar la calibración y permanecerá operativo durante toda la campaña de medición de la curva de potencia (aproximadamente 12 meses después de la energización del parque).

Y otros dos para la posición MLMIII-03 (X: 653.185; y: 4.608.249), que de la misma forma:

- Uno se ubicará en las mismas coordenadas del aerogenerador (o un margen de 18m) entre 3 y 5 meses antes del montaje del mismo y se desmontará justo antes de su instalación.
- El segundo mástil de referencia, ubicado en las proximidades del aerogenerador (X: 653.099; Y: 4.608.547), que se instalará también entre 3 y 5 meses antes del montaje del aerogenerador para medir simultáneamente y completar la calibración y permanecerá operativo durante toda la campaña de medición de la curva de potencia (aproximadamente 12 meses después de la energización del parque).

Esta configuración permitirá realizar la calibración del emplazamiento y garantizar la validez de los datos recogidos durante la fase de operación.

6.2. COORDENADAS DE AEROGENERADORES

El Parque Eólico "La Muela III Modificación" objeto del presente proyecto, está compuesto por 2 aerogeneradores, modelo V117-4.3 del fabricante VESTAS o similar, de 4.300 kW de potencia unitaria y de 2 aerogeneradores, modelo V136-4.5 del fabricante VESTAS o similar, de 4.500 kW de potencia unitaria

La instalación del Parque Eólico "La Muela III Modificación", objeto del presente proyecto, supondrá una reducción en el número de aerogeneradores (de 40 a 4 aerogeneradores). La posición de los nuevos aerogeneradores del Parque Eólico "La Muela III Modificación", en coordenadas UTM (respecto al huso 30 y sobre los elipsoides ETRS89) son las siguientes:

UTM (ETRS89, Huso 30)					
*NOMENCLATURA ANTERIOR AEROS	NOMENCLATURA AEROS PROYECTO REFUNDIDO	X	Y	COTA VIAL Y PLATAFORMA (Z)	MODELO DE AEROGENERADOR A TRAMITAR
MLMIII-1	MLMIII-01	653.281	4.606.765	561.20	V117-4,3MW HH84
MLMIII-2	MLMIII-02	653.200	4.607.478	546.05	V117-4,3MW HH84
MLMIII-3	MLMIII-03	653.185	4.608.249	527.10	V136-4,5MW HH81
RpLMIII-1	MLMIII-04	653.664	4.608.535	503.00	V136-4,5MW HH82

*En la tabla pueden verse las nomenclaturas anteriores de las posiciones que formarán el Parque Eólico "La Muela III Modificación".



Green Power
Engineering & Construction

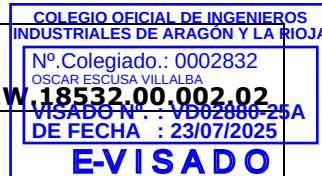


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.002.02

PAGE

10 di/of 33



7. DESCRIPCIÓN GENERAL

7.1. JUSTIFICACIÓN Y NECESIDAD DE LA IMPLANTACIÓN

El desarrollo de la instalación objeto del presente proyecto se enmarca en el proceso de transición energética definido en los objetivos de generación de energía eléctrica con fuentes renovables aprobados por la Unión Europea que, a nivel nacional, han sido trasladados mediante el Plan Nacional Integral de Energía y Clima 2021-2030.

En la elección del emplazamiento de las instalaciones y en el diseño de su configuración; se han tomado en consideración criterios de minimización de las afecciones y del impacto ambiental que pudiere generar; así como se han adoptado todas las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de toda la normativa de aplicación.

En particular, se han tomado en consideración, entre otros, los siguientes criterios:

- Geográfico/eólico: se ha optimizado el diseño en función de la disponibilidad de espacio y de la orografía de la zona, así como en función de los estudios de recurso eólico del emplazamiento.
- Ambiental: Se han aplicado todas las medidas necesarias para la minimización del impacto ambiental asociado a su construcción.
- Patrimonial: Se han aplicado todas las medidas, que ha sido posible, para evitar las afecciones al patrimonio histórico y cultural de los términos municipales afectados.
- Interconexión eléctrica: optimización de las infraestructuras necesarias para la conexión a la red de transporte o distribución, priorizando la utilización compartida de infraestructuras y la utilización de infraestructuras existentes.
- Ordenación del territorio: en el diseño de la instalación se ha priorizado la compatibilidad del proyecto con el ordenamiento urbanístico vigente en los municipios afectados.

Adicionalmente, el desarrollo de la instalación objeto del presente proyecto supondrá un notable impacto socioeconómico, tanto en términos de generación de ingresos como de empleo.

Se trata de una instalación intensiva en capital, cuya materialización tendrá incidencia directa en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Aragón y principalmente en los municipios afectados, ya que gran parte de las empresas proveedoras que intervendrán en el proceso de licitación de los servicios y suministros de los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto deberán usar servicios y mano de obra en el área de desarrollo del proyecto.

La actividad de construcción asociada a esta inversión tendrá una fuerte repercusión en cuanto a creación de empleo en la fase de obra, en términos directamente ligados al presupuesto de ejecución material de las infraestructuras constitutivas del proyecto, excluido el suministro de los equipos principales que, por sus características, son suministrados por proveedores especializados.

En la fase de explotación comercial del proyecto, la repercusión en el ámbito socioeconómico estará ligada, en gran medida, a las actuaciones de operación y mantenimiento de las instalaciones; en las que, nuevamente, gran parte de las empresas proveedoras que intervendrán en el proceso, así como gran parte del empleo generado, serán de carácter local, al ser prioritaria la proximidad geográfica a las instalaciones. Así como en los ingresos derivados del arrendamiento de los terrenos necesarios para su implantación.

El desarrollo del proyecto también supondrá un notable impacto fiscal, particularmente en los municipios afectados, tanto en la fase de construcción (ICIO) como en la fase de operación comercial (IBI, IAE).

Por todo lo indicado, cabe concluir que la instalación proyectada contribuye de forma decidida al cumplimiento de los objetivos previstos en el Plan Nacional Integral de Energía y Clima 2021-2030 y ha sido diseñada en términos que garantizan el estricto cumplimiento de la normativa de aplicación, así como la adopción de todas las medidas necesarias para evitar la afección al medio ambiente y al patrimonio histórico-cultural; a la vez que su efectivo desarrollo supondrá un impacto positivo en términos de generación de riqueza y empleo en su ámbito de implantación.

Conforme a lo expuesto, se opta por la disposición que puede observarse en los planos GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.023.02 Planta General sobre Cartografía y GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.024.02 Planta General sobre Ortofoto.

7.2.

GENERALIDADES

El actual Parque Eólico denominado "La Muela III", está compuesto por un total de 25 aerogeneradores modelo MADE AE 46 de potencia unitaria 660 kW (potencia total instalada 16,5 MW.). Los aerogeneradores MADE AE 46 existentes son tripala, de 46 m. de diámetro de rotor y con una altura de buje de 45 m.

El presente proyecto Parque Eólico "La Muela III Modificación", consiste en una reducción del número de aerogeneradores, estando compuesto por 2 aerogeneradores, modelo V117-4.3 del fabricante VESTAS o similar, de 4.300 kW de potencia unitaria con rotor tripala a barlovento de 117 m de diámetro, con alturas de buje de 84 m y de 2 aerogeneradores, modelo V136-4.5 del fabricante VESTAS o similar, de 4.500 kW de potencia unitaria con rotor tripala a barlovento de 136 m de diámetro, con alturas de buje de 81 m y 82 m. Ambos modelos regulados por sistema de control de ángulo de paso y con sistema de orientación activo, dispuestos siguiendo la configuración del terreno atendiendo a las condicionantes descritos en el apartado JUSTIFICACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN y toda la normativa aplicable.

La infraestructura eólica del Parque Eólico "La Muela III Modificación" consta de cuatro (4) aerogeneradores, 2 de 4.300 kW y 2 de 4.500 kW de potencia unitaria, resultando una potencia instalada de 17,6 MW, aunque estando limitada a 16,5 MW.

El sistema eléctrico del parque eólico tiene su origen en el generador instalado en cada nacelle de la turbina, cuyo objeto es transformar en energía eléctrica la energía mecánica proveniente del rotor del aerogenerador.

La energía eléctrica producida por el generador, en forma de corriente alterna trifásica de 50 Hz, a una tensión de 720 V, después de ser convertida en los inversores instalados en el interior de la máquina, es elevada a 20 kV mediante un transformador 0,720/20 kV instalado en el interior del aerogenerador.

Los aerogeneradores están dotados de un sistema de componentes eléctricos internos, objeto de descripción posterior, con las protecciones necesarias para su operación en conexión con la red.

La obra civil del Parque Eólico "La Muela III Modificación" está formada por:

- Vial de acceso al parque. El acceso al parque eólico "La Muela III Modificación" se realizará desde la carretera SC-50182-02 a la altura del punto con coordenadas x,y (655.016, 4.604.028) y permite acceder en dirección Norte al Parque eólico. La carretera de acceso principal será la A2, que se encuentra a 1 km al sureste de la ubicación del Parque Eólico, compartiendo viales con el proyecto PE "La Muela II Modificación", objeto de otro proyecto.

Los nuevos viales de acceso al parque se han realizado siguiendo el trazado de los caminos existentes. Debido a las características actuales de dicho camino, ha sido necesario adecuarlo para cumplir las especificaciones requeridas por el fabricante para los viales del parque eólico.

- Viales Interiores al parque. Partirán de los Ejes de Acceso y accederán a la base de los aerogeneradores que constituyen el parque, aprovechando al máximo la red de caminos existentes. La longitud total de los viales interiores es de 4.284 m.

- Plataformas de Montaje (4 Uds.) Las plataformas de montaje se han previsto con la distribución que a continuación se describe; sus dimensiones pueden verse en el plano GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.031.02 Plataforma tipo.
 - Plataforma Principal: Corresponde a un área de 4kg/cm² de carga portante y unas dimensiones de 36x22,5 m y se encuentra junto a la zona de cimentación del aerogenerador.
 - Zona Cimentación: Junto al área de maniobra de la grúa principal. Corresponde a un círculo de 23 m de diámetro aproximadamente.
 - Zona Acopio y preparación de la Nacelle: Alrededor de la plataforma de la grúa principal hay una zona que se utilizará para acopio de los diferentes elementos del aerogenerador. Corresponde a un área de 2kg/cm² de carga portante
 - Plataforma Palas: Zona para acopio de palas, frente a la Plataforma principal Corresponde a un polígono de 2kg/cm² de carga portante o de zona libre de obstáculos y unas dimensiones máximas de 20,20x73,65 m.
 - Plataformas Plumas: Áreas para el montaje de la grúa de celosía. Se realizará únicamente en las posiciones en las que sea necesaria. Corresponde a un rectángulo de 2kg/cm² de carga portante y unas dimensiones de 87m x 17m m en su parte más desfavorable anexa a la zona de acopio.
 - Plataformas Grúas Auxiliares: Áreas para el montaje de las grúas auxiliares. Corresponde a dos rectángulos de 2kg/cm² de carga portante y unas dimensiones de 18x12 m.
- Cimentaciones Aerogeneradores (4 Uds.) Para anclaje de la torre del aerogenerador. Los aerogeneradores estarán cimentados en una zapata de planta circular con diámetro 23 m, 3,5 m de canto en su radio máximo y de altura hasta 0,1 m por encima del terreno en el pedestal.
- Zanjas: En las que se dispondrá el tendido de las líneas de 20 kV, red de tierra y red de comunicaciones en su recorrido subterráneo. Discurrirán por el borde de los viales del parque y dispondrán de amojonamiento exterior. Si fuera necesario atravesar campos de cultivo, su profundidad será suficiente para garantizar la continuidad de los usos agrarios de la finca. La longitud total de zanjas a construir es de 3.600 m.
- Red De Drenaje: el sistema de red de drenaje, constituido por cunetas y tubos, asegura la natural escorrentía del agua para la defensa de ambiente circundante. las obras de drenaje se diseñarán en conformidad con el estudio hidrológico/hidráulico correspondiente siendo necesaria una actuación en la zona de la cimentación del aerogenerador permitiendo la evacuación por gravedad.

Los componentes de la infraestructura civil son objeto de una descripción detallada en el apartado 8.2.

La infraestructura eléctrica del Parque Eólico "La Muela III Modificación" está constituida por los siguientes elementos, descritos en el sentido de las turbinas hacia la red:

- Líneas Subterráneas de Media Tensión (20 kV). Para interconexión de los aerogeneradores con la SET "LA PORTILLADA 20/132 kV". Discurrirán en zanjas construidas, en su mayor parte, en los laterales de los viales del parque.
- Línea de Tierra. Común para todo el Parque Eólico, formando un circuito equipotencial de puesta a tierra.
- Red de Comunicaciones: La red de comunicaciones estará constituida por conductor de fibra óptica que interconectará los aerogeneradores con el centro de control situado en la SET "LA PORTILLADA 20/132 kV".

Como se ha detallado, la red de interconexión de los aerogeneradores en media tensión, la red de tierras y la red de comunicaciones se tienden en canalización subterránea en el interior del parque a fin de minimizar el impacto ambiental.

Los componentes de la infraestructura eléctrica son objeto de una descripción detallada en el apartado 8.3.

8. DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO

8.1. AEROGENERADORES

8.1.1. Características generales

Se instalarán los aerogeneradores descritos abajo o similar:

Unidades de aerogeneradores	2	2
Fabricante	VESTAS	VESTAS
Modelo	V117-4.3	V136-4.5
Potencia unitaria (kW)	4.300	4.500
Tensión de generación (kV)	20	20
Frecuencia de red (Hz)	50	50
Altura de Buje (m)	84	81 y 82
Diámetro de Rotor (m)	117	136
Número de palas	3	3
Torre	Acero	Acero

Se trata de cuatro aerogeneradores a barlovento de paso variable, con sistema de orientación activo y rotor de tres palas.

Estos modelos utilizan un sistema de potencia basado en un generador de inducción y un convertidor a escala completa. Con estas características, los aerogeneradores son capaces de operar el rotor a velocidad variable y por lo tanto mantener la potencia de salida en o cerca de la potencia nominal, incluso con velocidades altas de viento. A una velocidad de viento baja el sistema de potencia trabaja para maximizar la potencia de salida operando a la velocidad óptima del rotor y el ángulo de paso.

Cada aerogenerador está constituido esencialmente por una turbina compuesta principalmente por un rotor formado por 3 palas aerodinámicas y un buje al que van ancladas, una caja multiplicadora y un generador eléctrico situados a la parte alta de una torre tubular cónica anclada sobre una base de cemento armado.

La turbina tiene un rotor tripala situado a barlovento, con velocidad y ángulo de pasada de las palas variable. Además, posee un sistema activo de orientación para dirigir la turbina en todo momento hacia la dirección del viento dominante.

Todos los elementos mecánicos y eléctricos se sitúan en el interior de una góndola dispuesta sobre la corona de orientación de la torre. La góndola actúa a modo de capota que aísla todos los mecanismos de los agentes externos, al mismo tiempo que reduce la transmisión de ruido y vibraciones al exterior.

Todas las funciones de los aerogeneradores son monitorizadas y controladas por una unidad de control basada en microprocesador.

Cada aerogenerador se conectará individualmente a su centro de transformación 0,720/20kV, integrados en la estructura de cada aerogenerador, ubicado en la nacelle o en la base de la torre.

En el Anexo I se incluye la información adicional del aerogenerador disponible.



Green Power
Engineering & Construction

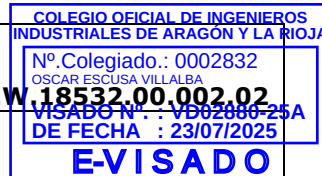


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.002.02

PAGE

14 di/of 33



8.1.2. Rotor

El rotor del aerogenerador está constituido por tres palas a 120° y unidas al buje por medio de rodamientos. Las palas están controladas por el sistema de control de paso del microprocesador así, basándose en las condiciones de viento predominante, las palas son posicionadas continuamente para optimizar el ángulo de paso.

El buje central al que se unen las palas mediante rodamientos de pala, está realizado en fundición nodular. Soporta a las tres palas y transfiere la fuerza de reacción desde las palas al eje principal.

Las palas están hechas de fibra de carbono y epoxy reforzado con fibra de vidrio. Cada pala está formada por dos valvas unidas a un travesaño de soporte. Una raíz a base de insertos de un acero especial une la pala a su rodamiento. El rodamiento de la pala es un rodamiento de bola de 4 puntos de contacto unido mediante pernos al buje.

8.1.3. Eje Principal

El eje principal transmite la energía al generador a través de la multiplicadora.

El eje está fabricado en acero forjado y tiene un orificio central longitudinal para alojar las mangueras hidráulicas y los cables de control del sistema de cambio de paso.

8.1.4. Multiplicadora

La multiplicadora está formada por una combinación de engranajes planetarios y un helicoidal. La energía se transmite de la multiplicadora al generador especial de 4 polos asíncrono de rotor bobinado, por medio de un acoplamiento de material compuesto.

8.1.5. Generador eléctrico

Está constituido por un generador de inducción asíncrono trifásico con rotor de jaula que está conectado a la red a través de un convertidor a escala completa.

La carcasa del generador permite la circulación del aire de refrigeración dentro del estator y del rotor. El intercambio de calor aire-agua se produce en un intercambiador de calor externo instalado en la parte superior del generador.

El generador es de 4/6 polos y está controlado por el convertidor.

8.1.6. Transformador de Media Tensión

El transformador de media tensión es un Transformador de resina de molde seco de diseño ecológico, autoextinguible. Los devanados se conectan en delta en el lado de alta tensión, a menos que se especifique otra conexión. Se encuentra en la parte trasera de la góndola, en un compartimiento separado.

8.1.7. Sistema de frenado

El freno principal de la turbina es aerodinámico. La detención de la turbina se realiza mediante el giro completo de las palas, girando cada pala individualmente mediante un acumulador hidráulico individual de cada una.

Además, el aerogenerador cuenta con un freno de disco mecánico sobre el eje de alta velocidad de la multiplicadora, con sistema hidráulico. Este solo se utiliza como freno de estacionamiento y al activar los botones de parada de emergencia.

8.1.8. Unidad de Control

Una unidad de control basada en un microprocesador gestiona y controla todas las funciones y operaciones del aerogenerador. El sistema de control está equipado con múltiples sensores para garantizar un funcionamiento seguro y óptimo del aerogenerador. Esta se conecta al sistema SCADA de monitorización de parque.

8.1.9. Sistema de Orientación

El sistema de orientación permite el giro de la góndola alrededor del eje de la torre buscando el ataque óptimo en función de la dirección predominante del viento. Cuatro motorreductores eléctricos giran la góndola sobre la torre. El rodamiento del sistema de orientación es un rodamiento plano de fricción.

8.1.10. Góndola

La cubierta de la góndola, reforzada con fibra de vidrio, protege todos los componentes del interior de la lluvia, la nieve, el polvo, el sol, etc. Una apertura central permite el acceso a la góndola desde la torre.

Tiene un diseño modular que ofrece más espacio que otros modelos y está optimizado para su transporte. Combinado con las prácticas puertas laterales, facilita y agiliza la instalación y las tareas de reparación y mantenimiento.

8.1.11. Torre

La torre es tubular cónica puede ser en acero u hormigón y está formada por secciones unidas entre sí.

Las torres están diseñadas con la mayoría de las conexiones soldadas internas reemplazadas por soportes de imán para crear una torre predominantemente de paredes lisas. Los imanes proporcionan soporte de carga en una dirección horizontal y los elementos internos, tales como plataformas, escaleras, etc., están soportados verticalmente (es decir, en la dirección de la gravedad) por una conexión mecánica.

En el interior de cada torre se aloja un ascensor para subir a la nacelle, el cuadro de potencia y control del aerogenerador, así como las celdas de media tensión de protección del transformador y de entrada y/o salida de cables de la red de media tensión. El centro de transformación de la turbina también puede ser instalado dentro de la torre.



Green Power
Engineering & Construction

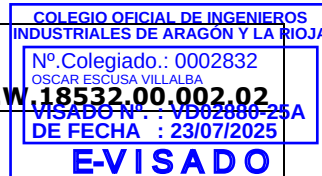


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.002.02

PAGE

16 di/of 33



8.2. OBRA CIVIL DEL PARQUE EÓLICO

Para la instalación y mantenimiento del Parque Eólico "La Muela III Modificación" es preciso realizar una Obra Civil que contemple los siguientes elementos:

- Desmantelamiento de los aerogeneradores actualmente en servicio.
- Red de viales del Parque Eólico:
 - Vial de acceso al parque eólico (Compartido con otros parques)
 - Viales interiores de acceso a los aerogeneradores.
- Plataformas para montaje de los aerogeneradores.
- Cimentación de los aerogeneradores.
- Zanjas para el tendido de cables subterráneos.
- Zonas de giro
- Obras de drenaje
- Zonas acopio temporal
- Obras auxiliares.

8.2.1. Desmantelamiento del parque

Antes de proceder a la repotenciación será necesario realizar las obras de desmantelamiento del parque actualmente en servicio, comprendiendo las siguientes obras:

- Plataforma de desmontaje
- Desmantelamiento de aerogeneradores
- Desmantelamiento de cimentaciones hasta al menos 1m de profundidad
- Desmantelamiento de zanjas de cables que interfieran con las nuevas instalaciones en caso contrario no se desmantelaran las canalizaciones. También se eliminarán las arquetas y dados de hormigón de los cruces bajo caminos.
- Desmantelamiento de viales que no se puedan aprovechar en la nueva implantación.
- Desmantelamiento de la aparamenta asociada en la Subestación del Parque Eólico.

Las obras se ejecutarán en ese mismo orden tras haberse producido la completa desconexión del parque de la red de energía eléctrica.

No obstante, cabrá optimizar la secuencia de los trabajos con el objeto de minimizar las interrupciones en la operación del parque.

El detalle de estos trabajos, así como su valoración económica, figuran en el Anexo XIV GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.015.00 Estudio de desmantelamiento del parque del proyecto original.

8.2.2. Acceso al Parque

Se ha realizado un estudio del acceso (Anexo VII) del proyecto original, del parque eólico desde la salida 299 de la Autovía A2 denominada "La Muela (centro)" hasta el nuevo vial de acceso del parque. Para ello se han establecido una serie de actuaciones en este recorrido:

- Se han encontrado dos glorietsas a ser desmontadas y posteriormente reacondiciones para permitir el acceso del camión.
- La balsa de San Roque no supone un obstáculo para el vial de acceso, pero en caso de serlo se realizarán las adecuaciones y reacondicionamientos que se estimen necesarios.
- Tramo de la carretera SC-50182-02 donde comenzará el nuevo vial de acceso al parque eólico.

El acceso al parque eólico "La Muela III Modificación" se realizará desde la carretera N2a a la altura del punto con coordenadas x,y (656.967, 4.604.168). Cabe destacar que la todas las actuaciones a realizar para la construcción de este vial serán objeto del proyecto refundido de parque Eólico "Aragón Modificación", aunque será un vial de acceso que compartirán los parques eólicos: Aragón Modificación, La Muela II Modificación y La Muela III Modificación.

El vial de acceso al parque eólico "La Muela III Modificación" se realizará desde la carretera SC-50182-02 a la altura del punto con coordenadas X,Y (655.016, 4.604.028), a través del parque eólico "La Muela II Modificación" permitiendo así acceder en dirección Norte al Parque eólico.

En todos los casos se planteará un acceso conforme especificación de tecnólogo que permita la acometida de transportes especiales a las vías interiores del parque eólico, para lo cual se diseñan encuentros carretera/viales internos con un ancho útil mínimo de rodadura de 6 metros y con curvas que en todo caso cumplan la especificación de radio de giro requerido para el transporte de las palas.

Se señalizarán en los puntos de cruce de la carretera con el camino mediante la instalación en lugar bien visible y en cada sentido de circulación al menos las siguientes señales:

- Una señal normalizada informativa de salida de camiones.
- Una señal normalizada limitativa de velocidad.

Se señalizará en el punto de cruce del camino con la carretera mediante la instalación de una señal de stop.

Se realizarán sobreanchos según especificaciones de los tecnólogos, según se indica en los planos correspondientes.

Para facilitar la evacuación del agua de lluvia fuera de la plataforma del acceso, evitando que penetre en el firme, se hará un bombeo o pendiente transversal del 2.0 % hacia ambos lados. Para el desagüe longitudinal del agua procedente de la plataforma y de sus márgenes, allí donde el camino discurre a nivel o en un desmonte, se dispondrá de una cuneta triangular.

Para dar continuidad a la cuneta en su entronque con el vial de la carretera, se emplearán tubos rígidos de hormigón (caños) cubiertos con hormigón HM-20.

Por otro lado, debido a la optimización de la distribución de los aerogeneradores, se aprovechará todo lo posible los factores del relieve local, como son el trazado de los viales internos del parque por las cuerdas y divisorias de aguas.

8.2.3. Viales internos

El objetivo general perseguido en el diseño de la red de caminos necesaria para dar acceso a las infraestructuras del parque eólico (aerogeneradores, subestación, torres de medición y a plataformas temporales) ha sido el de minimizar las afecciones a los terrenos por los que discurren, optimizando anchuras, radios mínimos y pendientes máximas para la circulación de los vehículos de montaje (camiones especiales tipo "góndola", grúas pesadas) y el mantenimiento de los aerogeneradores de los parques eólicos.

Se respetará al máximo la geometría en planta y alzado de los caminos existentes siempre que cumplan las características mínimas. Se abrirán nuevos caminos para la ejecución y servicio del parque eólico, cuando no puedan aprovecharse vías preexistentes, o cuando el uso de estos viales existentes suponga una mayor afección por adaptación que la abertura de uno nuevo, siendo el criterio la apertura del menor número posible de kilómetros de camino y el menor impacto ambiental y paisajístico de los mismos.

Los viales interiores partirán del vial de acceso del PE "La Muela II Modificación", objeto de otro proyecto, y accederán a la base de cada uno de los aerogeneradores que constituyen el parque y las plataformas temporales de acopio de materiales con sus oficinas/servicios de obra necesarios.

Los viales se han proyectado con las características principales que solicita el tecnólogo de turbina para habilitar el transporte y montaje de la misma, en los planos de proyecto se puede ver el diseño de viales, características generales se detallan a continuación:

- Se realizará un Desbroce y posterior retirada de tierra vegetal.
- La anchura útil de rodadura en los viales será como mínimo de 6 m, además se aplicarán distintos sobre anchos en función del radio de curvatura para que habilite el paso de transportes especiales y el sobrevuelo de los principales componentes como pueden ser las palas. Se aplicará un sobre ancho para la ejecución de la Canalización de la Red Subterránea de Media Tensión. (La explanada estará compactada > 98% P.M.).
- Radio de curvatura del vial mínimo, pendientes, así como el Kv diseñado ha sido el mínimo exigido por el tecnólogo necesario para el paso de los transportes especiales y los requisitos de las grúas de montaje.
- Espesor de tierra vegetal: 5 cm en caminos y 30 cm en el resto.

- Pendiente máxima recomendada: 10% en tramos mayores a 200 m y 13% en tramos menores a 200 m en alineaciones rectas y menor al 7% en curvas, con objeto de minimizar el desmonte de grúas y asegurar un esquema de montaje óptimo.
- Pendiente máxima recomendada en tramos hormigonados: en alineaciones rectas hasta el 13% en tramos mayores a 200 m y en alineaciones curvas mayores a 10 m.
- Capacidad portante mínima de 2 Kg/cm²
- Firmes de 30 cm de espesor de zahorra artificial, compactada al 98% del Próctor modificado.
En los viales internos los últimos 50 cm previos a las cunetas no son válidos para soportar pesos por el peligro de fluencia horizontal del terreno. Por ello la grúa y el transporte de la nacelle bajo ningún concepto deben pisar estos límites. Las secciones de los viales se detallan en los planos de proyecto.
- En los tramos hormigonados se aplicará un firme de hormigón de 15 cm de espesor sobre 20 cm de zahorra artificial.
- Taludes:
 - Desmonte: Talud 1/1, con aristas redondeadas de radio 2,00 m.
 - Terraplén: Talud 3/2, igualmente con aristas redondeadas de radio 2,00 m.
 - Firme: Talud 3/2.
- Elementos de drenaje:
- Cunetas en tierras con una anchura de 1 m y una profundidad de 0,50 m. Las cunetas en los desmontes se realizarán con carácter general en todas las zonas (viales y/o plataformas de montaje). En los casos en los que las cunetas atraviesen plataformas de montaje o viales, se efectuará protección de las mismas. Cuando las pendientes de las cunetas superan el 5% deberán ser revestidas de hormigón.
 - Tubos en hormigón: para garantizar la natural escorrentía del agua se pondrán unos tubos de hormigón perpendicularmente al eje del vial, a la salida de este estará puesta una escollera para reducir la erosión por velocidad de salida de la misma. Se diseñarán con un diámetro que se definirá según el estudio hidrológico e hidráulico.
Las aletas o arquetas a construir en los extremos de los tubos pueden ser de hormigón prefabricado o ejecutadas in situ.

En los puntos bajos de los viales interiores en los que se prevén posibles acumulaciones de agua que sean necesarias evacuar se dispondrán obras de drenaje y/o vados hormigonados que faciliten la evacuación de las mismas. En aquellos puntos donde sea necesario se ejecutarán bajantes que faciliten la evacuación.

Todos los viales darán continuidad a otros viales existentes que crucen, ya sea para acceso a campos de labor o caminos particulares.

Como características más importantes de los viales interiores hay que señalar el hecho de que se cumple con las especificaciones mínimas necesarias con un aprovechamiento máximo de los viales existentes, por lo que la afección resultante es la menor posible habilitando el transporte y montaje de los transportes especiales, así como las grúas de gran tonelaje necesarias para el izado de las turbinas. Así mismo, se intentará compensar el volumen de tierras, reutilizando siempre que sea posible las tierras procedentes de la excavación para los rellenos.

Para minimizar el impacto ambiental se revegetarán los taludes de terraplén, mediante técnicas de hidrosiembra.

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 debe ser tal que no interfiera con los cursos hidrográficos existentes.

8.2.4. Plataformas de montaje

Se considera como plataforma de montaje la superficie libre de obstáculos que debe de habilitarse a pie de cada aerogenerador, en la cual se llevan a cabo las operaciones de descarga de los componentes principales, almacenaje temporal de los mismos y montaje mediante grúa de gran tonelaje y grúas auxiliares de apoyo las turbinas eólicas.

Las plataformas de montaje se proyectan a la cota en la que se instala la base de la torre del aerogenerador. Se han previsto con las dimensiones y distribución que solicita el fabricante del aerogenerador para habilitar el descenso y almacenaje de todos los componentes, montaje de la grúa principal con el soporte de grúas auxiliares y las posteriores maniobras de izado del aerogenerador.

Las plataformas estarán diseñadas para soportar las cargas derivadas del empleo de grúas de montaje de los aerogeneradores. En cualquier caso, deberán dimensionarse para soportar una carga mínima de 4 Kg/cm²

La nivelación de la plataforma contempla una pendiente máxima del 1%. Esta pendiente es requisito de la grúa principal para no desnivelarse en el izado de los componentes a gran altura.

Dentro de la plataforma se ubica el área de cimentación que quedará enterrada. Se prevé que el relleno sobre la cimentación del aerogenerador sea con material seleccionado exento de piedras, cascotes y materia orgánica. La densidad del material sobre la zapata será como mínimo de 1800 kg/m³, alcanzando un grado de compactación de, por lo menos, el 95% del Proctor Modificado.

Las morfologías de las plataformas de montaje junto con sus dimensiones se definen en los planos adjuntos del proyecto. Se destaca que existen las plataformas llamadas intermedias que tienen continuidad del vial por ambos lados y las plataformas de final de alineación en donde muere el vial. En estas últimas deben prever el retorno de los transportes especiales (zona de giro).

Las zonas principales que conforman las plataformas se describen a continuación:

- Zona para la grúa Principal: Área de maniobra de la grúa principal. Corresponde al rectángulo (36m x 22,5m) en donde se ubicará la grúa principal de gran tonelaje. Es un área alineada con el eje de cimentación, se caracteriza por tener una gran capacidad portante 4 Kg/cm² que permita la maniobra de la grúa principal en condiciones de seguridad y tendrá un firme en zahorra de un espesor de 20 cm.
- Zona para apoyo y preparación de la nacelle y cimentación: Junto al área de maniobra de la grúa y al lado de la cimentación se proyectará una zona para descarga y preparación de la nacelle correspondiente a un polígono con unas dimensiones en su parte más desfavorable de rectángulo de (36m x 14.5m). Tendrá una capacidad portante 2Kg/cm². No se aplicará ningún tipo de firme en esta área.
- Zona Cimentación: Junto al área de maniobra de la grúa y al lado de la zona para el apoyo de la nacelle se ubica la cimentación, que irá enterrada sobresaliendo solamente el pedestal en donde se instalará la torre. Se irá a recubrir rellenando dicha cimentación creando esta área de cimentación. Esta tendrá un drenaje alrededor de su perímetro
- Zona de acopio de Palas y tramos de Torre: Zona para acopio de palas y los tramos de torre. Frente a la Plataforma principal ubicada al otro lado del vial, se preparará una zona poligonal que se aproximará a un rectángulo de dimensiones máximas (73,65 m x 22,20 m) para el acopio temporal. Esta superficie debe estar preparada (compactada con capacidad portante de 2Kg/cm² y nivelada) para el acopio de estos elementos de gran tamaño. No se aplicará ningún tipo de firme en esta área.

- Zona para el montaje de la pluma principal (Celosía): Zona libre de obstáculos de forma poligonal que se aproximará a un rectángulo de dimensiones máximas (87m x 17m) y que sobre sale de plataforma para el montaje de la grúa de celosía. Se realizará únicamente en las posiciones en las que sea necesaria. En estas áreas no se aplicará ningún tipo de firme. Es un área de acopio temporal para el montaje y desmontaje de la pluma.
- Zona para las grúas Auxiliares: Áreas para el posicionamiento de las grúas auxiliares necesarias para el montaje de la pluma de grúa principal. Corresponde a 2 rectángulos de dimensiones (18m x 12m). Son áreas alineadas con el eje del área de montaje de grúa, se caracterizan por tener una capacidad portante de 2Kg/cm² para garantizar el montaje en condiciones de seguridad. No se aplicará ningún tipo de firme en estas áreas.

Los viales, a su paso por las áreas de plataforma, deben ser solidarios a éstas, en cuanto a cotas, para evitar la creación de escalones o pendientes bruscas de acceso. Excepto en la zona de montaje de pluma que podría permitirse cierto desnivel entre vial y esta área.

En los planos de proyecto se define el plano de la plataforma.

8.2.5. Zona de acopio de materiales

Con el fin de minimizar transporte de materiales con su correspondiente impacto ambiental, se habilitarán zonas para el acopio de materiales. Estas zonas serán comunes y de carácter temporal, para varios aerogeneradores con el fin de reducir el impacto ambiental.

8.2.6. Cimentaciones

8.2.6.1. Cimentación superficial aerogenerador

La cimentación de los aerogeneradores se realizará mediante una zapata de hormigón armado con la geometría, dimensiones y según las recomendaciones del fabricante del aerogenerador.

En la definición de la forma y dimensiones de la cimentación se ha intentado conseguir una buena relación peso/resistencia al vuelco. Los aerogeneradores estarán cimentados por una zapata circular de aproximadamente 23,2 m de diámetro, y 3,5 m de canto, según especificación técnica del tecnólogo.

La cimentación requiere una excavación previa donde en primer lugar se retirará la capa de tierra vegetal, que se acopiará convenientemente para su posterior empleo en la regeneración de los terrenos afectados.

Embebida en la cimentación se dispondrá la jaula de pernos, nivelada previamente, de forma que se transmitan los esfuerzos de la torre al anillo inferior de la misma. El hueco circundante al pedestal se rellenará con material seleccionado procedente de la excavación.

Los materiales utilizados en la cimentación serán:

- C-30/45/XC4/XDI/XSI/XF3/XA2;
- Barras de acero corrugado B 500 S;
- Hormigón de limpieza C12/15;
- Jaula de Pernos;
- Grouting de alta resistencia;
- Tubos corrugados para la colocación de cable de media tensión, cable de tierra y fibra óptica.

El acceso de los cables al interior de la torre se realiza a través de tubos flexibles embebidos en la peana de hormigón. Asimismo, en el interior de la peana se han colocado tubos de desagüe para evitar que se formen charcos de agua en el interior de la torre. Para facilitar la evacuación del agua a través de los desagües, se ha dado una cierta inclinación a la superficie de relleno de la cimentación (2%).

Una vez hecha la excavación para la cimentación con las dimensiones adecuadas, se procederá al vertido de una solera de hormigón de limpieza, en un espesor mínimo de 0,10 m por m², se dispondrá la jaula de pernos, la ferralla y se nivelará el carrete por medio de espárragos de nivelación. Se recalca la necesidad de una total precisión en el posicionado y nivelado referido, el cual deberá ser comprobado mediante nivel óptico, no admitiéndose ningún desvío respecto del posicionamiento teórico en dicha comprobación.

Ya nivelado el carrete, se procederá al hormigonado, con hormigón armado (según el Código Estructural.).

En fase de obra se evaluará la forma más conveniente de ejecutar el armado de la cimentación. O bien con ejecución in situ de toda la cimentación, con armado de ferralla y hormigonado en campo, o bien realizarla con piezas prefabricadas.

El hueco circundante al pedestal se rellenará con material seleccionado procedente de la excavación o de prestado con densidad mayor o igual a 1,8 Tn/m³.

En obra se deben realizar las pruebas de hormigón y se rellenan probetas para verificación de las propiedades del mismo.

En los planos de proyecto se detallan las características principales de las zapatas.

8.2.6.2. **Cimentación pilotada aerogenerador**

Cuando la capacidad portante del terreno no permita realizar la zapata superficial se ejecutarán cimentaciones pilotadas.

Esta consiste en una zapata circular de aproximadamente 23,7 m de diámetro, 3 m de canto, con un pedestal macizo de hormigón, de planta circular de 6,0 m de diámetro y 0,30 m de altura, en el interior del cual se ubicarán los pernos de anclaje.

La cimentación se construirá con hormigón C-30/45/XC4 y acero B-500-S.

El hueco que rodea al pedestal se rellenará con material seleccionado procedente de la excavación.

Proceso constructivo:

Al igual que la superior, la cimentación requiere una excavación previa donde en primer lugar se retirará la capa de tierra vegetal, que se acopiará convenientemente para su posterior empleo en la regeneración de los terrenos afectados.

Embebida en la cimentación se dispondrá la jaula de pernos, nivelada previamente, de forma que se transmitan los esfuerzos de la torre al anillo inferior de la misma. El hueco circundante al pedestal se rellenará con material seleccionado procedente de la excavación.

Los materiales utilizados en la cimentación serán:

- C-30/45/XC4/XDI/XSI/XF3/XA2
- Barras de acero corrugado B 500 S y unas camisas de acero
- Hormigón de limpieza C12/15
- Jaula de Pernos.
- Grouting de alta resistencia;
- Tubos corrugados para la colocación de cable de media tensión, cable de tierra y fibra óptica.

El acceso de los cables al interior de la torre se realizará por unos tubos corrugados de doble pared. Una vez se han introducido los cables, todos los tubos deberán cerrarse con espuma desde fuera y se les proveerá con una tapa para proteger los cables de pequeños animales.

Se colocarán tubos de desagüe para evitar que se formen charcos de agua en el interior de la torre.

El hueco circundante al pedestal se rellenará con material seleccionado procedente de la excavación o de prestado con densidad mayor o igual a 1,8 Tn/m³.

En obra se deben realizar las pruebas de hormigón y se rellenan probetas para verificación de las propiedades del mismo.

8.2.7. **Restauración ambiental**

Una vez llegado a la fase final de obra, se implementará el plan de restauración ambiental indicado en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

El movimiento de tierras del proyecto estará sujeto a las especificaciones técnicas del tecnólogo en cuanto a construcción de viales y accesos del parque.

No se restaurarán los caminos, al ser necesaria su utilización para los trabajos de mantenimiento. Ni las plataformas, necesarias para la explotación del parque.

La superficie destinada para la instalación temporal necesarias para fase de obra, se restaurarán conforme a las características del terreno afectado y de acuerdo al plan de restauración del proyecto.

Previo al inicio de las excavaciones, se retirará la capa de tierra vegetal de la zona a explotar.

Esta tierra se almacenará en sitios adecuados para tal fin y si es posible en cordones alrededor de la zona de explotación con una altura máxima de 1 metro.

8.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

8.3.1. General

El sistema eléctrico del parque eólico tiene su origen en el generador instalado en cada aerogenerador, cuyo objeto es transformar en energía eléctrica, la energía mecánica proveniente del rotor. La energía eléctrica producida por el generador, a una tensión:

- de 720 V, y elevada a 20 kV

mediante un transformador instalado en el interior del aerogenerador.

La energía transformada por cada aerogenerador se evacúa, desde cada torre, mediante una red enterrada, compuestas por cables de fuerza en media tensión, de puesta a tierra y de comunicación dispuestos a través de una canalización que unirá las torres entre sí. Se efectuará la interconexión de cada uno de los grupos de aerogeneradores, mediante las celdas correspondientes que también se instalarán en el interior de las torres, llevándose las líneas ya agrupadas hasta la subestación transformadora.

Cada aerogenerador dispondrá de una red de tierras, estas estarán conectadas subterráneamente.

EL parque eólico dispondrá de un sistema de fibra óptica conectando todos los aerogeneradores al sistema SCADA de la subestación, el cual permitirá la monitorización y control remoto del parque.

A pesar de realizarse el Proyecto Refundido con una Potencia Instalada de 17.6MW, la Potencia Máxima autorizada de 16,5MW, la línea Subterránea de Media Tensión de Evacuación del Parque Eólico se ha calculado para 17.6MW, ante la previsión de futuras variaciones en la tecnología del aerogenerador y la posible variación de la potencia del mismo.

8.3.2. Transformador y celda integrada en el aerogenerador

Integrado en el aerogenerador, formando por tanto parte del alcance del suministro de la máquina e incluido dentro de los certificados y homologaciones de la turbina, se encuentra un transformador que eleva la tensión del generador hasta la tensión de la RMT, así como una celda que habilite la maniobra eléctrica del mismo, las características principales serán:

- de tipo seco,
- con una potencia de 4.800 kVA para (V-117-4,3MW) y de 5.100 kVA (V-136 – 4,5MW)
- La relación de transformación es de 0,720 / 20 kV.

Las celdas utilizadas en los centros de transformación de los aerogeneradores serán de distribución secundaria, blindadas, aislamiento de SF₆-free, 24 kV de tensión nominal y valor eficaz de la intensidad de cortocircuito 1s de 25 kA.

El esquema de conexión en media tensión de los aerogeneradores será conforme a la siguiente tabla:

Posición	Esquema
Aerogenerador intermedio de una línea de aerogeneradores	K+1R+1L
Aerogenerador final de línea	K+1L

En los planos anejos se describe en profundidad los circuitos, y las posiciones de los aerogeneradores.

8.3.3. Red de Media Tensión, puesta a tierra y comunicaciones

Serán ejecutadas por parte del contratista de obra civil y tendrán por objeto alojar las líneas subterráneas de media tensión, la línea de comunicaciones y la red de tierras que interconecta todos los aerogeneradores del parque.

La red consistirá varios circuitos subterráneos. Cada uno de los circuitos evacuará la energía generada por un número de aerogeneradores, tal y como se indica en el cuadro siguiente, realizando entrada y salida en las celdas de línea situadas en el interior de cada uno de ellos.

POTENCIA		
Nº de línea de M.T.	Nº de aerogeneradores	Potencia línea (MW)
Circuito 1	2	9
Circuito 2	2	8.6
TOTAL	4	17.6 (limitada a 16,5)

La red subterránea objeto de este Proyecto, presentará como características principales:

Sistema Corriente Alterna Trifásica
Tensión nominal: 20 kV
Frecuencia: 50 Hz
Nº de circuitos: 2
Nº de cables por fase: 1
Nº de cables en zanja de: 2 terna

El orden de interconexión de los aerogeneradores y la longitud, sección y número de ternas del conductor en cada tramo, se muestra en la memoria de Cálculos anexa a este proyecto.

8.3.3.1. Canalizaciones

Las canalizaciones de las líneas subterráneas de Baja y Media Tensión se disponen junto a los viales del parque o caminos existentes, siempre que sea posible, y bordeando las plataformas de montaje por el lado del desmonte. Si fuera necesario atravesar campos de cultivo, su profundidad será suficiente para garantizar la continuidad de los usos agrarios de la finca.

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena tamizada, sobre la que se tenderán los cables de potencia, para ser recubiertos posteriormente también con arena tamizada hasta completar una capa de como mínimo 35 cm de espesor. Sobre ésta se colocará la placa de protección. La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación debidamente compactados. Se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación "Canalización Eléctrica de Alta Tensión". El cable de tierras se colocará en la parte superior de los cables de MT, mientras que el de comunicaciones irá paralelo a los cables de Media Tensión y separado de ellos una distancia de 200 mm.

En los cruces con los viales, y en general en todas aquellas zonas de la canalización sobre las que se prevea tráfico rodado, los cables de MT se tenderán en el interior de tubos corrugados fabricados en polietileno con el diámetro de 200 mm, los de comunicaciones y tierras en tubos de diámetro 90 mm, recubiertos de hormigón HM-20 hasta un espesor de 60 ó 90 cm desde el fondo de la zanja, en función del número de ternas alojadas, colocándose una cinta de polietileno para señalización con la indicación "Canalización Eléctrica de Alta Tensión" 30 cm por encima del prisma de hormigón.

Así mismo en la entrada y salida de los aerogeneradores, es decir, en el cruce con plataformas de montaje (si los hubiese) se empleará una sección tipo de zanja que considere la instalación de tubos de protección de características semejantes (uno por línea más uno de reserva) al especificado para cruce de viales y con una protección mecánica consistente en recubrimiento de hormigón en masa HM-20 N/mm² con un espesor mínimo sobre la clave del tubo de 300 mm, además de las cintas y placas especificadas para la zanja convencional. Cuando la programación de los trabajos lo permita se podrá emplear media caña de tubos de hormigón completando el tubo una vez instalados los conductores y procediendo a continuación a completar la zanja con hormigón.

Para el acceso al interior de los aerogeneradores se utilizarán tubos corrugados fabricados en polietileno de alta densidad embebidos en un dado de hormigón del pedestal de la cimentación.

Sus dimensiones, en función de los circuitos alojados y de la zona a atravesar, se reflejan en la tabla adjunta:

Nº Ternas	ZANJA EN TIERRA			ZANJA DE CRUCE		
	Anchura (m)	Profundidad (m)	Espesor arena (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)	Espesor hormigón (m)
1	0,47	1,10	0,40	0,60	1,20	0,60
2	0,79	1,10	0,40	0,60	1,40	0,90

Estas dimensiones permiten el alojamiento de los cables de media tensión y comunicaciones necesarios.

Las longitudes totales de cada tipo de zanja, son las indicadas en la tabla siguiente:

Nº Ternas	LONGITUD TOTAL (METROS)	
	Zanja en tierra	Zanja de cruce
1	1.718,05	47
2	1.762,15	63

En aquellos tramos de canalización de mayor longitud, será necesario efectuar empalmes en los conductores de media tensión, puesto que dichos cables se suministran en bobinas de longitud limitada. A fin de facilitar las labores de inspección y mantenimiento durante la explotación del parque, los empalmes realizados se señalarán adecuadamente.

Para señalar la traza de la zanja se instalarán hitos de señalización, realizados conforme a las siguientes especificaciones:

- En todo su recorrido, enterrado en la zanja se instalará una cinta de señalización de polietileno, según la Recomendación UNESA 0205.
- Sobre superficie se instalarán hitos de señalización en cada cambio de dirección, empalmes y en alineaciones rectas se respetará una interdistancia máxima de 50 m.
- Los hitos se pintarán de rojo en la localización de empalmes.
- El hito estará fabricado preferentemente en hormigón con las siguientes dimensiones mínimas: $h_{\text{sobre rasante}}=300\text{mm}$, $h_{\text{bajo rasante}}=500\text{mm}$, sección= 150x150mm.
- Incorporar placa metálica con al menos los siguientes datos: Nombre del Parque Eólico, nº de circuito y advertencia de "PELIGRO LINEA ELECTRICA SUBTERRANEA.

8.3.3.2. Circuitos de Interconexión en MT

Los aerogeneradores se conectan mediante líneas subterráneas de Media Tensión (20 kV) a la Subestación. Estas líneas subterráneas se denominan líneas colectoras.

Para la conexión de los aerogeneradores del Parque Eólico "La Muela III Modificación" a la SET 20/132 kV "LA PORTILLADA" se ha dispuesto de 2 líneas colectoras. El cálculo de las secciones se ha realizado por caída de tensión, densidad de corriente, intensidad de cortocircuito y optimización de pérdidas e inversión.

Los cables utilizados, unipolares, están formados por conductores aislados con polietileno reticulado XLPE y cubierta de poliolefina, con designación UNE RH5Z1 12/20 kV y secciones de 240 y 400 mm² de aluminio.

Su itinerario en el conjunto del Parque Eólico se indica en el plano GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.037.00 Planta canalizaciones eléctricas y, su conexionado y sección en el plano GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.036.00 Esquema Unifilar Parque Eólico.

Las longitudes y secciones de cable serán:

- 1.740 metros cable RH5Z1 3x1x240 mm² Al 12/20 kV
- 3.830 metros cable RH5Z1 3x1x400 mm² Al 12/20 kV

8.3.3.2.1. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Los cables subterráneos cumplirán, además de lo indicado en los siguientes apartados, las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos.

i. Cruzamientos

Se señalarán los servicios que coincidan con el trazado de los cables y se realizarán catas o inspección superficial mediante georradar o similar, en su caso, para confirmar o ajustar el trazado. Se respetarán las distancias mínimas a las infraestructuras existentes de acuerdo a la normativa vigente Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

ii. Proximidades y Paralelismos

Se procurará evitar que las nuevas instalaciones a colocar queden en el mismo plano vertical que las existentes.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Proximidad o Paralelismo	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables eléctricos	Enterrada o entubada	≥ 25 cm (*)	Los conductores de AT podrán instalarse paralelamente a conductores de BT o AT.
Cables telecomunicación	Enterrada o entubada	≥ 20 cm (*)	-
Canalizaciones de agua	Enterrada o entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1m del punto de cruce (*).

(*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Cruzamiento	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (**)
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada o entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 25 cm	≥ 15 cm
Acometida interior de gas (***)	Enterrada o entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 20 cm	≥ 10 cm

(**): La protección complementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos o por tubos de adecuada resistencia.

(***): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.

La distancia mínima entre los empalmes de los conductores de energía eléctrica y las juntas de canalizaciones de gas será de 1m.

8.3.3.3. Sistema de Tierras

8.3.3.3.1. GENERAL

El sistema de puesta a tierra será único para la totalidad del Parque Eólico y estará unido a la Puesta a tierra de la Subestación. Comprenderá, asimismo, las tierras de protección y de servicio según la ITC-RAT-13, apartado 6.

La puesta a tierra, además de asegurar el funcionamiento de las protecciones, garantiza la limitación del riesgo eléctrico en caso de defectos de aislamiento, manteniendo las tensiones de paso y de contacto por debajo de los valores admisibles; según la ITC-RAT 13.

Basándose en las recomendaciones sobre instalación general de puesta a tierra dadas por el fabricante de los aerogeneradores, se adopta como solución la de realizar un tendido general, discurriendo por las zanjas de los cables eléctricos, con conductor de cobre desnudo de al menos 50 mm² de sección.

8.3.3.3.2. SISTEMA GENERADOR

La línea principal de protección será de mínimo 50 mm², aislada, conectando todos los elementos metálicos: celdas de M.T; armadura zapata, torre, plataformas, herrajes, estructura envolvente del transformador, cuadros y otros.

A la principal de servicio, análoga a la anterior, se conexionarán los neutros de los transformadores y del generador.

Se prevé, en el interior de la torre de los aerogeneradores, una caja para verificación y conexionado de las tierras.

8.3.3.3.3. SISTEMA COLECTOR

Discurre por el mismo itinerario que las zanjas que contienen la línea subterránea de Media Tensión, enlazando los aerogeneradores con la Subestación.

La pantalla de los cables de MT que unirán los aerogeneradores se conectará, en sus extremos, a la instalación de puesta a tierra de cada uno de ellos.

Se resuelve con cable de cobre desnudo de 1x50 mm² de sección, instalado a una distancia de 150 mm por encima de los cables de media tensión (según plano de zanjas tipo), hasta alcanzar la caja de verificación de la Subestación.

8.3.3.3.4. UNIONES

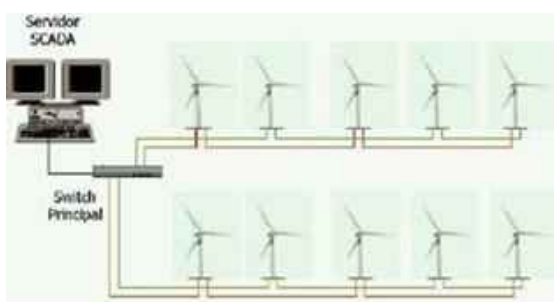
Todas las uniones entre conductores y entre éstos y picas, se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

8.3.3.3.5. INSPECCIÓN

Se medirán la resistencia de tierra y las tensiones de paso y contacto en la Subestación del Parque y aerogeneradores.

8.3.3.4. **Circuitos de Control y Comunicaciones**

Los aerogeneradores estarán conectados mediante una red de fibra óptica con el centro de control situado en la Subestación.



Se instalarán cables de fibra óptica monomodo 9/125 μm , armado dieléctrico, libre de elementos rígidos para garantizar su flexibilidad, formado por 24 conductores individuales de fibra óptica de estructura ajustada y refuerzo individual, protección antirroedores de fibra de vidrio trenzada y cubierta exterior de polietileno, aptos para instalación directamente enterrada.

La conexión del cable en los equipos de comunicaciones se efectuará mediante conectores del tipo SC.

La fibra irá tendida directamente enterrada en la zanja de media tensión del parque y siempre por encima de los conductores eléctricos; con el fin de evitar un desplazamiento de potencial dentro del parque, el cable de FO deberá estar realizado con una protección libre de metal.

Ante el eventual empalme de cables de FO, cada uno de los cables deberá medir unos 5 metros más como mínimo para poder recoger los extremos de los mismos de la fosa excavada y poderlos empalmar a nivel del suelo.

En el paso al interior del aerogenerador la FO se instalará en el interior de un tubo de protección canalizado a unos 50 cm de profundidad dentro del conducto portatubos del aerogenerador, que se aislará desde dentro mediante el sellado de caucho a presión y con espuma desde el exterior a efectos de evitar el paso de roedores o penetración de agua.

Cuando se instale el cable, se tendrá en cuenta que cuando éste se introduzca en el aerogenerador tenga una longitud que exceda unos 10 metros a partir del suelo del sótano. Estos 10 metros son necesarios para la introducción del cable en la bandeja de empalme y para disponibilidad en caso de un empalme posterior. En caso de que el aerogenerador no disponga de foso para albergar este excedente de cable de MT, se deberá dejar un excedente de 2 metros de cable en la zanja de canalizaciones eléctricas, justo antes de la entrada al aerogenerador.

En el interior de los aerogeneradores las fibras serán empalmadas en el interior de una caja de tipo monomodo de 24 puntos de conexión, a los que se conectarán fibras de 1,5 m a modo de pigtaills y sobre los que se realizarán los conexionados finales. Las cajas de empalme las suministrará el tecnólogo junto con todos sus accesorios.

La configuración de conexión por aerogenerador se resumirá en una roseta de puenteo de modo que en la caja de conexiones de los equipos instalados en los generadores se empleen aquellas fibras necesarias para el buen funcionamiento de estos equipos. Reconectándose entre sí todas aquellas que se asignen a reserva mediante puentes directos en la caja de conexión, lo que las habilita para su uso inmediato en caso de ser necesario.

Después de la finalización del tendido de los cables, deberá llevarse a cabo una medición de la reflexión (OTDR) además de la redacción de un protocolo de mediciones y un informe de comprobación. Con esta medición se determina la calidad de la transmisión del cable de fibra óptica, ya que se mide la atenuación de cada fibra.

8.3.4. Terminales

Los terminales correspondientes a las celdas de M.T. en los aerogeneradores para el cable RH5Z1 12/20 kV, consiste en 7 unidades de un kit de tres conectores unipolares atornillables acodados para las entradas y salidas de líneas.

Además de los terminales indicados en el apartado anterior, será necesario también 1 unidades de un kit de tres conectores unipolares atornillables apantallados para la entrada de los circuitos a la SET "LA PORTILLADA".

9. MEDIDAS PREVISTAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los incendios forestales han sufrido un importante incremento en los dos últimos decenios, tanto en su número como en la superficie total afectada por los mismos. Este incremento es imputable no sólo a causas meteorológicas, sino también a diversas causas estructurales y coyunturales. Así, un fenómeno que era natural en nuestros ecosistemas, ha derivado en un importante problema ecológico, social y económico por la importancia de las pérdidas que ocasionan, por su grave repercusión en la protección del suelo contra la erosión y, en general, por su impacto negativo sobre el patrimonio natural.

9.1. MEDIDAS PREVENTIVAS

A continuación, se describe el periodo y zona de riesgo de incendio a tener en cuenta según la Administración:

- La Administración, establece la época de peligro de incendios forestales para el año 2022 durante el periodo comprendido entre el 01 de abril y el 15 de octubre, ambos incluidos.
- El departamento competente en materia de medio ambiente podrá declarar de alto riesgo aquellas zonas que por sus características muestren una mayor incidencia y peligro en el inicio y propagación de los incendios o de la importancia de los valores amenazados precisen de medidas especiales de protección.
- Dicha declaración de Alto Riesgo conllevará la aprobación de un plan de defensa, que contenga la delimitación de dichas zonas y las medidas a aplicar, así como el restante contenido que prevea la legislación básica estatal, y que se incluirá en el apartado de prevención contra incendios forestales del plan de ordenación de los recursos forestales correspondiente a la comarca donde se ubiquen.

En la Fase de diseño del proyecto se tuvo en cuenta:

- La reducción del campo visual de los observatorios de prevención de incendios.
- Limitación de los medios aéreos en las labores de extinción en los parques eólicos y su entorno inmediato.

En la Fase de construcción y desmantelamiento se tendrá en cuenta:

- Entorpecimiento de operaciones de extinción por corte de caminos o pistas forestales.
- Generación de polvo, en las fases de construcción y desmantelamiento, que podría ser, si se dieran las circunstancias oportunas, explosivo, y por ello, ser fuente generadora de incendio.
- Acumulación y acopio de materiales fácilmente inflamables, o capaces de originar focos de fuego en días calurosos como puede ser metales o materiales reflectantes.
- Utilización de maquinaria que en su arranque o durante su funcionamiento podría originar chispas y poder ser detonante de un incendio.

9.2.

MEDIDAS PARA DISMINUIR EL RIESGO DE INCENDIO

En primer término, se analizan los posibles impactos negativos diferenciándolos en los generados en fase de ejecución y operación, como son la producción de incendios forestales, entorpecimiento de operaciones de extinción por corte de caminos o pistas forestales, de los de explotación, como son la reducción del campo visual de los observatorios de prevención de incendios y limitación de la utilización de medios aéreos en las labores de extinción en los parques eólicos y entorno inmediato.

A continuación, se proponen una serie de Medidas para cada una de las fases:

Fase de Ejecución y Desmantelamiento

- Según Normativa, durante la fase de construcción y desmantelamiento se quedará prohibido el empleo de fuego en la zona.
- Para evitar el incremento de partículas en suspensión, polvo, etc. durante las obras, y que de esta forma se produzca una mínima alteración del medio ambiente atmosférico, se proponen las siguientes medidas:
- Evitar que el material removido quede directamente a merced del viento, acopiando el mismo a reparo, o mantenerlo constantemente húmedo ante la previsión de vientos, evitando así la voladura de los materiales más finos del suelo.
- Regar periódicamente los accesos y todas aquellas vías que sean necesarias para el acceso a la obra y que estén desprovistos de capa asfáltica de rodadura, para reducir al mínimo el levantamiento de polvo durante la fase de obras.
- Habrá un agente forestal encargado de vigilar que las obras se realicen con el menor riesgo posible de incendio. Esta persona se pondrá en contacto con las brigadas de extinción en caso de producirse alguna incidencia de este tipo.
- Se evitará la instalación de aerogeneradores en el entorno de puntos de agua con posibilidades de carga de helicópteros.
- Se primará la concentración de aerogeneradores, evitando dispersiones que dificulten aún más las labores de los medios de extinción.
- Los aerogeneradores dispondrán de transformadores de tipo seco.
- Limpiar la zona en la que se efectúen actividades en las que se utilice un soplete o elemento similar, en un radio de 3.5 m. Dichas tareas, se efectuarán con un radio mínimo de 10 m de distancia de árboles que posean una circunferencia mayor de 60 cm, medida ésta a 1,20 m del suelo.
- En todas las actuaciones en la que intervengan máquinas, sean automotrices o no, que utilicen materiales inflamables y que puedan ser generadoras de riesgo de incendio o de explosión, se facilitará un extintor (tipo ABC) de 5 kg a menos de 5 m de la misma.
- La maquinaria que funcione defectuosamente será sustituida, ya que puede producirse un incendio al saltar una chispa.
- En todo momento se mantendrán en buen estado de conservación y libres de obstáculos los caminos y pistas forestales afectados por los trabajos, de tal manera que no interrumpa el funcionamiento normal de los medios de prevención y extinción de incendios.
- Se realizará de manera general la mejora de los accesos y del firme para facilitar la llegada de los vehículos de extinción disponiendo viales interiores para facilitar las tareas de mantenimiento y acceso a los aerogeneradores.
- Para el adecuado cumplimiento de las medidas de seguridad, se alertará del riesgo de incendios forestales con la colocación de carteles informativos, en aquellas áreas más susceptibles de sufrir un incendio (masas forestales, matorrales...) además de en los principales accesos del parque eólico.
- En la revegetación de taludes, las especies forestales que se utilicen tendrán que mantener un contenido de humedad elevado durante la época de máximo riesgo de incendio.
- Se retirarán inmediatamente todos los restos de los desbroces.
- Seleccionar, dentro de las especies adecuadas para la revegetación en esta zona, aquellas menos inflamables.
- Contemplar en la restauración la pendiente adecuada.

Fase de Explotación

Como se ha indicado anteriormente, la instalación de aerogeneradores en terrenos forestales genera una disminución de eficacia de los medios de prevención, al tratarse de obstáculos de gran envergadura, que en caso de incendio pueden estar ocultos por el humo, por lo que las medidas correctoras han de ir dirigidas fundamentalmente al refuerzo de estos medios de tal manera que se compense esta disminución de efectividad. Así pues, en los parques:

- Se evitará la instalación de aerogeneradores en el entorno de los observatorios forestales que puedan entorpecer l visual de los mismos.
- Se vigilarán así mismo las instalaciones, de manera que éstas estén en perfectas condiciones y no puedan provocar riesgos de incendio. En estas inspecciones periódicas se revisarán fundamentalmente las subestaciones eléctricas y la línea de alta tensión. En esta fase, la vigilancia se llevará a cabo por el personal dedicado al mantenimiento de los parques.
- Se reforzará la vigilancia en la zona de influencia, bien mediante sistemas automáticos de detección de incendios forestales o mediante el personal del parque.
- Se dispondrá de un sistema de vigilancia y alerta de incendios integrado en un sistema que permita, en caso de incendio, la parada de los aerogeneradores y su orientación más adecuada en función de las características y localización del incendio. Así mismo, los aerogeneradores dispondrán de señales y balizamientos, que faciliten su detección por medios aéreos.

10.

ADECUACIÓN DEL PROYECTO AL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO VIGENTE

El Parque Eólico "La Muela III Modificación" afectará al Término Municipal de La Muela (provincia de Zaragoza).

El Término Municipal de La Muela dispone de Plan General de Ordenación Urbana.

Los terrenos afectados por las obras e instalaciones del Parque Eólico "La Muela III Modificación", se encuentran sobre una zona de Suelo No Urbanizable Genérico (SNU-G) y Suelo No Urbanizable Especial (SNU-E).

En cualquier caso, la utilización que se pretende dar a estos terrenos se corresponde con usos y actividades permitidas para este tipo de suelo.

En el Anexo VI del proyecto original se incluye la adecuación del proyecto al planeamiento urbanístico vigente.

11.

PLAZO DE EJECUCIÓN Y CRONOGRAMA

El plazo de ejecución previsto para la realización de las obras es de ocho (8) meses, contados a partir de la fecha de inicio de obra con la abertura al sitio y montaje del campamento de obra.

En el Anexo VIII del proyecto original se incluye un cronograma donde se puede observar el plan de obra.



Green Power
Engineering & Construction

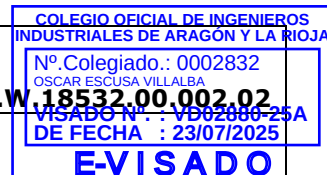


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.002.02

PAGE

32 di/of 33



12. ORGANISMOS AFECTADOS

El Parque Eólico "La Muela III Modificación" y las infraestructuras necesarias para su montaje, mantenimiento y explotación, contempladas en el presente proyecto, afectan a los siguientes bienes de la administración pública y privados, en el Término Municipal de La Muela en la provincia de Zaragoza:

	ORGANISMOS AFECTADOS	AFECCIÓN
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA	AYUNTAMIENTO DE LA MUELA	- Todos los aerogeneradores, plataformas y cimentaciones (MLMIII 1, MLMIII 2, MLMIII 3, MLMIII 4). - Todos los ejes de los viales - Red subterránea Media Tensión. - Site camp y zonas de acopio. - Carretera convencional SC-50182-02, con entronque del vial del parque eólico.

	ORGANISMOS AFECTADOS	AFECCIÓN	MEDIDAS CORRECTORAS
OTRAS ADMINISTRACIONES	EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES.	Cruce Red subterránea MT con LAAT 132 kV Cruce del vial Eje Acceso 1_D con LAAT 132 kV	En los puntos de cruce se mantendrá la misma cota de terreno con la zanja para conservar la misma altura de gálibo a los conductores. Las distancias de los apoyos a los aerogeneradores más cercanos son superiores en todo momento a la distancia de reglamento $d \geq H + 10 + \text{pandeo LAAT}$
	INAGA. MUP	Todos los aerogeneradores, gran parte de los viales y parte de la zanja de MT del Parque Eólico "La Muela III Modificación" se encuentra en el MUP nº 0293, denominado "La Plana" en el T.M de La Muela.	Se considerarán las condiciones de protección establecidas en su normativa propia y en sus planes específicos de gestión, protección y ordenación. En la separata correspondiente a Montes de Utilidad Pública se describen de forma detallada todas las afecciones y los planos de las afecciones.
	AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA	Aerogeneradores del Parque Eólico "La Muela III Modificación".	*El presente proyecto cuenta con autorización de AESA en materia de Servidumbres aéreas respecto al parque eólico "La Muela III Modificación"

13. PRESUPUESTO

El presupuesto de Ejecución Material previsto para el Parque Eólico "La Muela III Modificación", incluyendo el presupuesto de Desmantelamiento PE "LA MUELA III" asciende a la cantidad de **TRECE MILLONES DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL QUINIENTOS DIEZ EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (13.235.510,92 €)**.

14.

CONCLUSIONES

Con lo expuesto anteriormente en la presente memoria, anexos, presupuesto, planos y demás documentos adjuntos, se considera suficientemente descritos los elementos constitutivos y las actuaciones constructivas derivadas de la instalación y funcionamiento del Parque Eólico "La Muela III Modificación".

Zaragoza, julio 2025

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

Óscar Escusa Villalba

Colegiado Nº 2.832 del C.O.I.I.A.R.

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

ANEXO I – DOCUMENTACIÓN DE AEROGENERADOR V 117-4.3 Y AEROGENERADOR V 136-4.5

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.003.03

03	04/04/25	Aprobado			
			SATEL	SATEL	SATEL
02	10/12/24	Aprobado			
			SATEL	SATEL	SATEL
01	05/04/24	Aprobado			
			SATEL	SATEL	SATEL
00	25/04/22	Aprobado			
			SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

P.E. “LA MUELA III
MODIFICACIÓN”

EGP CODE

GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER		COUNTRY		TEC	PLANT					SYSTEM		PROGRESSIVE			REVISION	
GRE	EEC	R	9	9	E	S	W	1	8	5	3	2	0	0	0	0	3	0	3

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

INDEX

- INFORMACIÓN GENERAL AEROGENERADOR V-117-4.3 Y AEROGENERADOR V-136-4.5
- PLATAFORMAS Y VIALES AEROGENERADOR V-117-4.3 Y AEROGENERADOR V-136-4.5

INFORMACIÓN GENERAL
AEROGENERAGOR V 117-4.3
Y
AEROGENERAGOR V 136-4.5

Restricted
Document no.: 0089-9140 V05
2021-11-24

General Description

V117/V136/V150-4.3 MW



Vestas

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Århus N · Denmark · www.vestas.com

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

Table of contents

1	Introduction.....	5
2	General Description.....	5
3	Mechanical Design.....	5
3.1	Rotor.....	5
3.2	Blades.....	6
3.3	Blade Bearing	6
3.4	Pitch System.....	6
3.5	Hub.....	7
3.6	Main Shaft	7
3.7	Main Bearing Housing.....	7
3.8	Main Bearing.....	8
3.9	Gearbox.....	8
3.10	Generator Bearings.....	8
3.11	High-Speed Shaft Coupling.....	8
3.12	Yaw System.....	8
3.13	Crane.....	9
3.14	Towers.....	9
3.15	Nacelle Bedplate and Cover	10
3.16	Thermal Conditioning System	10
3.16.1	Generator and Converter Cooling	10
3.16.2	Gearbox and Hydraulic Cooling	11
3.16.3	Transformer Cooling	11
3.16.4	Nacelle Cooling.....	11
3.16.5	Optional Air Intake Hatches	11
4	Electrical Design.....	11
4.1	Generator	11
4.2	Converter.....	12
4.3	HV Transformer	12
4.3.1	Eco-designs - IEC 50 Hz/60 Hz version	13
4.4	HV Cables	17
4.5	HV Switchgear	18
4.5.1	IEC 50/60Hz version	20
4.5.2	IEEE 60Hz version.....	21
4.6	AUX System	21
4.7	Wind Sensors	22
4.8	Vestas Multi Processor (VMP) Controller	22
4.9	Uninterruptible Power Supply (UPS)	22
5	Turbine Protection Systems.....	23
5.1	Braking Concept	23
5.2	Short Circuit Protections	24
5.3	Overspeed Protection	24
5.4	Arc Detection	24
5.5	Smoke Detection	24
5.6	Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower.....	25
5.7	EMC	26
5.8	Earthing	26
5.9	Corrosion Protection	27
6	Safety.....	27
6.1	Access.....	27
6.2	Escape.....	27
6.3	Rooms/Working Areas	28
6.4	Floors, Platforms, Standing, and Working Places	28

6.5	Service Lift.....	28
6.6	Climbing Facilities.....	28
6.7	Moving Parts, Guards, and Blocking Devices.....	28
6.8	Lights.....	28
6.9	Emergency Stop.....	28
6.10	Power Disconnection.....	29
6.11	Fire Protection/First Aid.....	29
6.12	Warning Signs.....	29
6.13	Manuals and Warnings.....	29
7	Environment.....	29
7.1	Chemicals.....	29
8	Design Codes.....	29
8.1	Design Codes – Structural Design.....	29
9	Colours.....	30
9.1	Nacelle Colour.....	30
9.2	Tower Colour.....	31
9.3	Blade Colour.....	31
10	Operational Envelope and Performance Guidelines.....	31
10.1	Climate and Site Conditions.....	31
10.2	Operational Envelope – Temperature and Altitude.....	31
10.3	Operational Envelope – Temperature and Altitude.....	32
10.4	Operational Envelope – Grid Connection.....	34
10.5	Operational Envelope – Reactive Power Capability in 4.3 MW.....	35
10.6	Operational Envelope – Temperature dependent Reactive Power Capability.....	36
10.7	Performance – Fault Ride Through.....	37
10.8	Performance – Reactive Current Contribution.....	37
10.8.1	Symmetrical Reactive Current Contribution.....	37
10.8.2	Asymmetrical Reactive Current Contribution.....	38
10.9	Performance – Multiple Voltage Dips.....	38
10.10	Performance – Active and Reactive Power Control.....	38
10.11	Performance – Voltage Control.....	39
10.12	Performance – Frequency Control.....	39
10.13	Distortion – Immunity.....	39
10.14	Main Contributors to Own Consumption.....	39
11	Drawings.....	40
11.1	Structural Design – Illustration of Outer Dimensions.....	40
11.2	Structural Design – Side View Drawing.....	41
12	General Reservations, Notes and Disclaimers.....	42

Recipient acknowledges that (i) this General Description is provided for recipient's information only, and, does not create or constitute a warranty, guarantee, promise, commitment, or other representation (Commitment) by Vestas Wind Systems or any of its affiliated or subsidiary companies (Vestas), all of which are disclaimed by Vestas and (ii) any and all Commitments by Vestas to recipient as to this general description (or any of the contents herein) are to be contained exclusively in signed written contracts between recipient and Vestas, and not within this document.

See general reservations, notes and disclaimers (including, section 12, p. 42) to this general description.

1 Introduction

The V117-4.3 MW, V136-4.3MW and V150-4.3MW wind turbine configurations covered by this General Description are listed below with designations according to IEC61400-22.

Please refer to the Performance Specification for the relevant turbine variant for full wind class definition.

The variant specific performance can be found in the Performance Specifications for the turbine variant and operational mode required.

Turbine Type Class	Turbine Type Operating Mode
V117-4.3 MW Strong Wind	V117-4.3 MW IEC S based on IEC IB/IIA 50/60 Hz
V117-4.3 MW Typhoon Wind	V117-4.3 MW IEC S-T based on IEC IB/IIA/IIIB-T 50/60 Hz
V136-4.3 MW	V136-4.3 MW IEC S based on IIB 50/60 Hz
V150-4.3 MW	V150-4.3 MW IEC S based on IIIB/C 50/60 Hz

Table 1-1: 4.3MW Turbine configurations covered.

2 General Description

This General Description applies to V117-4.3 MW, V136-4.3 MW and V150-4.3MW

These turbines are pitch regulated upwind turbine with active yaw and a three-blade rotor.

The wind turbine family utilises the OptiTip® concept and a power system based on an induction generator and full-scale converter. With these features, the wind turbine is able to operate the rotor at variable speed and thereby maintain the power output at or near rated power even in high wind speed. At low wind speed, the OptiTip® concept and the power system work together to maximise the power output by operating at the optimal rotor speed and pitch angle.

3 Mechanical Design

3.1 Rotor

The wind turbine is equipped with a rotor consisting of three blades and a hub. The blades are controlled by the microprocessor pitch control system OptiTip®. Based on the prevailing wind conditions, the blades are continuously positioned to optimise the pitch angle.

Rotor Details	V117	V136	V150
Diameter	117 m	136 m	150 m
Swept Area	10751 m ²	14527 m ²	17671 m ²
Speed, Dynamic Operation Range	6.7-17.5	5.6-14.0	4.9-12.0

Vestas

Rotor Details	V117	V136	V150
Rotational Direction	Clockwise (front view)		
Orientation	Upwind		
Tilt	6°		
Hub Coning	4°	4°	5.5°
No. of Blades	3		
Aerodynamic Brakes	Full feathering		

Table 3-1: Rotor data

3.2 Blades

The blades are made of carbon and fibreglass and consist of two airfoil shells bonded to a supporting beam or with embedded structure.

Blades	V117	V136	V150
Type Description	Airfoil shells bonded to supporting beam	Prepreg or infused structural airfoil shell	Prepreg or infused structural airfoil shell
Blade Length	57.15 m	66.66 m	73.66 m
Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)		
Blade Connection	Steel roots inserted		
Airfoils	High-lift profile		
Maximum Chord	4.0 m	4.1 m	4.2 m
Chord at 90% blade radius	1.1 m	1.2 m	1.4 m

Table 3-2: Blades data

3.3 Blade Bearing

The blade bearings allow the blades to operate at varying pitch angles.

Blade Bearing	
Blade bearing type (V117/V136)	Double-row four-point contact ball bearings
Blade bearing type (V150)	3-rows roller bearings
Lubrication	Manual grease lubrication

Table 3-3: Blade bearing data

3.4 Pitch System

The turbine is equipped with a pitch system for each blade and a distributor block, all located in the hub. Each pitch system is connected to the distributor block with flexible hoses. The distributor block is connected to the pipes of the hydraulic rotating transfer unit in the hub by means of three hoses (pressure line, return line and drain line).

Vestas

Each pitch system consists of a hydraulic cylinder mounted to the hub and a piston rod mounted to the blade bearing via a torque arm shaft. Valves facilitating operation of the pitch cylinder are installed on a pitch block bolted directly onto the cylinder.

Pitch System	
Type	Hydraulic
Number	1 per blade
Range	-10° to 95°

Table 3-4: Pitch system data

Hydraulic System	
Main Pump	Two redundant internal-gear oil pumps
Pressure	260 bar
Filtration	3 µm (absolute)

Table 3-5: Hydraulic system data.

3.5 Hub

The hub supports the three blades and transfers the reaction loads to the main bearing and the torque to the gearbox. The hub structure also supports blade bearings and pitch cylinders.

Hub	
Type	Cast ball shell hub
Material	Cast iron

Table 3-6: Hub data

3.6 Main Shaft

The main shaft transfers the reaction forces to the main bearing and the torque to the gearbox.

Main Shaft	
Type Description	Hollow shaft
Material	Cast iron or forged steel

Table 3-7: Main shaft data

3.7 Main Bearing Housing

The main bearing housing covers the main bearing and is the first connection point for the drive train system to the bedplate.

Main Bearing Housing	
Material	Cast iron

Table 3-8: Main bearing housing data

3.8 Main Bearing

The main bearing carries all thrust loads.

Main Bearing	
Type	Double-row spherical roller bearing
Lubrication	Automatic grease lubrication

Table 3-9: Main bearing data

3.9 Gearbox

The main gear converts the low-speed rotation of the rotor to high-speed generator rotation.

The disc brake is mounted on the high-speed shaft. The gearbox lubrication system is a pressure-fed system.

Gearbox	
Type	Planetary stages + one helical stage
Gear House Material	Cast
Lubrication System	Pressure oil lubrication
Backup Lubrication System	Oil sump filled from external gravity tank
Total Gear Oil Volume	1000-1500
Oil Cleanliness Codes	ISO 4406-/15/12
Shaft Seals	Labyrinth

Table 3-10: Gearbox data

3.10 Generator Bearings

The bearings are grease lubricated and grease is supplied continuously from an automatic lubrication unit.

3.11 High-Speed Shaft Coupling

The coupling transmits the torque of the gearbox high-speed output shaft to the generator input shaft.

The coupling consists of two 4-link laminate packages and a fibreglass intermediate tube with two metal flanges.

The coupling is fitted to two-armed hubs on the brake disc and the generator hub.

3.12 Yaw System

The yaw system is an active system based on a robust pre-tensioned plain yaw-bearing concept with PETP as friction material.

Yaw System	
Type	Plain bearing system
Material	Forged yaw ring heat-treated. Plain bearings PETP
Yawing Speed (50 Hz)	0.45°/sec.
Yawing Speed (60 Hz)	0.55°/sec.

Table 3-11: Yaw system data

Yaw Gear	
Type	Multiple stages geared
Ratio Total	944:1
Rotational Speed at Full Load	1.4 rpm at output shaft

Table 3-12: Yaw gear data

3.13 Crane

The nacelle houses the internal safe working load (SWL) service crane. The crane is a single system hoist.

Crane	
Lifting Capacity	Maximum 800 kg

Table 3-13: Crane data

3.14 Towers

Tubular towers with flange connections, certified according to relevant type approvals, are available in different standard heights. The towers are designed with the majority of internal welded connections replaced by magnet supports to create a predominantly smooth-walled tower.

Magnets provide load support in a horizontal direction and internals, such as platforms, ladders, etc., are supported vertically (that is, in the gravitational direction) by a mechanical connection. The smooth tower design reduces the required steel thickness, rendering the tower lighter compared to one with all internals welded to the tower shells.

Available hub heights are listed in the Performance Specification for each turbine variant. Designated hub heights include a distance from the foundation section to the ground level of approximately 0.2 m depending on the thickness of the bottom flange and a distance from tower top flange to centre of the hub of 2.2 m.

Towers	
Type	Cylindrical/conical tubular

Table 3-14: Tower structure data

3.15 Nacelle Bedplate and Cover

The nacelle cover is made of fibreglass. Hatches are positioned in the floor for lowering or hoisting equipment to the nacelle and evacuation of personnel. The roof section is equipped with wind sensor system and skylights.

The skylights can be opened from inside the nacelle to access the roof and from outside to access the nacelle. Access from the tower to the nacelle is through the yaw system.

The nacelle bedplate is in two parts and consists of a cast iron front part and a girder structure rear part. The front of the nacelle bedplate is the foundation for the drive train and transmits forces from the rotor to the tower through the yaw system. The bottom surface is machined and connected to the yaw bearing and the yaw gears are bolted to the front nacelle bedplate.

The crane girders are attached to the top structure. The lower beams of the girder structure are connected at the rear end. The rear part of the bedplate serves as the foundation for controller panels, the cooling system and transformer. The nacelle cover is installed on the nacelle bedplate.

Type Description	Material
Nacelle Cover	GRP
Bedplate Front	Cast iron
Bedplate Rear	Girder structure

Table 3-15: Nacelle bedplate and cover data

3.16 Thermal Conditioning System

The thermal conditioning system consists of a few robust components:

- The Vestas CoolerTop® located on top of the rear end of the nacelle. The CoolerTop® is a free flow cooler, thus ensuring that there are no electrical components in the thermal conditioning system located outside the nacelle.
- The CoolerTop is available in a standard variant and an optional high temperature variant with improved cooler performance at high ambient temperatures (HT version is not available for all turbine variants. Please consult Vestas for more information).
- The CoolerTop® comes as standard in a “naked” form, with no side cover panels. Side cover panels are available as an option.
- The Liquid Cooling System, which serves the gearbox, hydraulic systems, generator and converter is driven by an electrical pumping system.
- The transformer forced air cooling comprised of an electrical fan.

3.16.1 Generator and Converter Cooling

The generator and converter cooling systems operate in parallel. A dynamic flow valve mounted in the generator cooling circuit divides the cooling liquid flow. The

Vestas

cooling liquid removes heat from the generator and converter unit using a free-air flow radiator placed on the top of the nacelle. In addition to the generator, converter unit and radiator, the circulation system includes an electrical pump and a three-way thermostatic valve.

3.16.2 Gearbox and Hydraulic Cooling

The gearbox and hydraulic cooling systems are coupled in parallel. A dynamic flow valve mounted in the gearbox cooling circuit divides the cooling flow. The cooling liquid removes heat from the gearbox and the hydraulic power unit through heat exchangers and a free-air flow radiator placed on the top of the nacelle.

In addition to the heat exchangers and the radiator, the circulation system includes an electrical pump and a three-way thermostatic valve.

3.16.3 Transformer Cooling

The transformer is equipped with forced-air cooling. The ventilator system consists of a central fan, located below the converter and an air duct leading the air to locations beneath and between the high voltage and low voltage windings of the transformer.

3.16.4 Nacelle Cooling

Hot air generated by mechanical and electrical equipment is dissipated from the nacelle by a fan system located in the nacelle.

3.16.5 Optional Air Intake Hatches

Specific air intakes in the nacelle can optionally be fitted with hatches which can be operated as a part of the thermal control strategy. In case of lost grid to the turbine, the hatches will automatically be closed.

4 Electrical Design

4.1 Generator

The generator is a three-phase asynchronous induction generator with cage rotor that is connected to the grid through a full-scale converter. The generator housing allows the circulation of cooling air within the stator and rotor.

The air-to-water heat exchange occurs in an external heat exchanger.

Generator	
Type	Asynchronous with cage rotor
Rated Power [P_N]	4250 / 4450 kW
Frequency [f_N]	0-100 Hz
Voltage, Stator [U_{NS}]	3 x 800 V (at rated speed)
Number of Poles	6
Winding Type	Form with VPI (Vacuum Pressurized Impregnation)
Winding Connection	Delta

Generator	
Rated rpm	1450-1550 rpm
Overspeed Limit Acc. to IEC (2 minutes)	2400 rpm
Generator Bearing	Hybrid/ceramic
Temperature Sensors, Stator	3 PT100 sensors placed at hot spots and 3 as back-up
Temperature Sensors, Bearings	1 per bearing
Insulation Class	H
Enclosure	IP54

Table 4-1: Generator data

4.2 Converter

The converter is a full-scale converter system controlling both the generator and the power quality delivered to the grid. The converter consists of 3 machine-side converter units and 3 line-side converter units operating in parallel with a common controller.

The converter controls conversion of variable frequency AC power from the generator into fixed frequency AC power with desired active and reactive power levels (and other grid connection parameters) suitable for the grid.

The converter is located in the nacelle and has a grid side voltage rating of 720 V. The generator side voltage rating is up to 800 V dependent on generator speed.

Converter	
Rated Apparent Power [S_N]	5100 kVA
Rated Grid Voltage	3 x 720 V
Rated Generator Voltage	3 x 800 V
Rated Grid Current	4100 A ($\leq 30^\circ\text{C}$ ambient) / 4150 ($\leq 20^\circ\text{C}$ ambient)
Rated Generator Current	3600 A ($\leq 30^\circ\text{C}$ ambient) / 3650 ($\leq 20^\circ\text{C}$ ambient)
Enclosure	IP54

Table 4-2: Converter data

4.3 HV Transformer

The step-up HV transformer is located in a separate locked room in the back of the nacelle.

The transformer is a three-phase, three limb, two-winding, dry-type transformer that is self-extinguishing. The windings are delta-connected on the high-voltage side and star connected on the low voltage side.

The transformer is designed according to IEC standards, but also complying to European Eco-design regulation No 548/2014 and No 2019/1783 set by the

European Commission.

The transformer supplied for countries under EU legislation will be:

- Eco-design based on Tier 1 requirements (effective in EU until 1 July 2021)¹.
- Eco-design based on Tier 2 requirements (effective in EU from 1 July 2021)¹.

For other countries Eco-design based on Tier 1 requirements will be supplied as default.

4.3.1 Eco-designs - IEC 50 Hz/60 Hz version

Transformer	
Type description	Eco-design dry-type cast resin transformer.
Basic layout	3 phase, 3 limb, 2 winding transformer.
Applied standards	IEC 60076-11, IEC 60076-16, IEC 61936-1, Commission Regulation No 548/2014 and Commission Regulation No 2019/1783.
Cooling method	AF
Rated power	5150 kVA
Rated voltage, turbine side	
U _m 1.1kV	0.720 kV
Rated voltage, grid side	
U _m 24.0kV	15.7-22.0 kV
U _m 36.0kV	22.1-33.0 kV
U _m 40.5kV	33.1-36.0 kV
Insulation level AC / LI / LIC	
U _m 1.1kV	3 ² / 3 / 3 kV
U _m 24.0kV	50 ² / 125 / 125 kV
U _m 36.0kV	70 ² / 170 / 170 kV
U _m 40.5kV	80 ² / 170 / 170 kV
Off-circuit tap changer	±2 x 2.5 %
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Vector group	Dyn5
No-load current ³	~0.5 %
Positive sequence short-circuit impedance @ rated power, reference temperature according to IEC 60076-11 ⁴	9.9 %
Positive sequence short-circuit resistance @ rated power, reference temperature according to IEC 60076-11 ³	~0.8 %
Zero sequence short-circuit impedance @ rated power, reference temperature according to IEC 60076-11 ³	~8.3 %
Zero sequence short-circuit resistance @ rated power, reference temperature according to IEC 60076-11 ³	~0.7 %
No-load reactive power ³	~20 kVAr
Full load reactive power ³	~550 kVAr
Inrush peak current ³	5-8 x I _n A
Half crest time ³	~ 0.6 s

Vestas

Transformer	
Sound power level	≤ 80 dB(A)
Average temperature rise at max altitude	≤ 90 K
Max altitude ⁵	2000 m
Insulation class	
LV coil	155 (F)
HV coil	155 (F) or 180 (H)
Environmental class	E2
Climatic class	C2
Fire behaviour class	F1
Corrosion class	C4
Weight	≤11000 kg
Temperature monitoring	PT100 sensors in LV windings and core
Overvoltage protection	Surge arresters on HV terminals
Temporary earthing	3 x Ø25 mm earthing ball points

Table 4-3: Transformer data for Eco-designs IEC 50 Hz/60 Hz version.

The transformer loss limits are given at rated power as combination of load loss and no-load loss which shall fulfil the Peak Efficiency Index (PEI) of the Eco-design requirements.

The maximum losses are described by the PEI limit section and stretches over a range between Loss variant 1 and Loss variant 2, see Figure 4-1 and Figure 4-2. The loss variant values are selected based on energy loss optimization with the turbine user profile hence the energy loss of transformers between Loss variant 1 and Loss variant 2 are comparable.

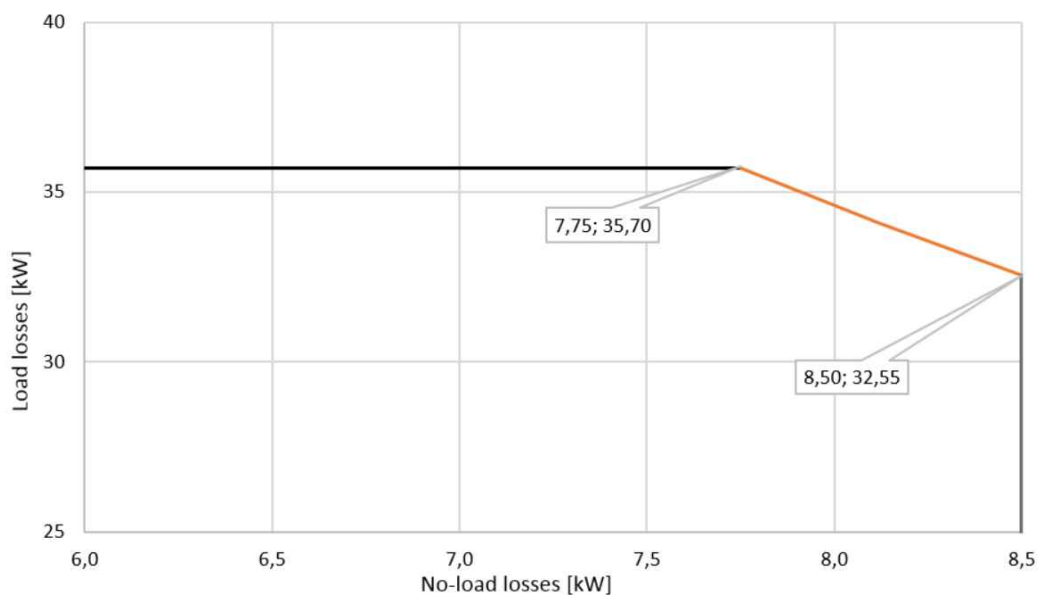


Figure 4-1 Transformer losses allowable area for Tier 1

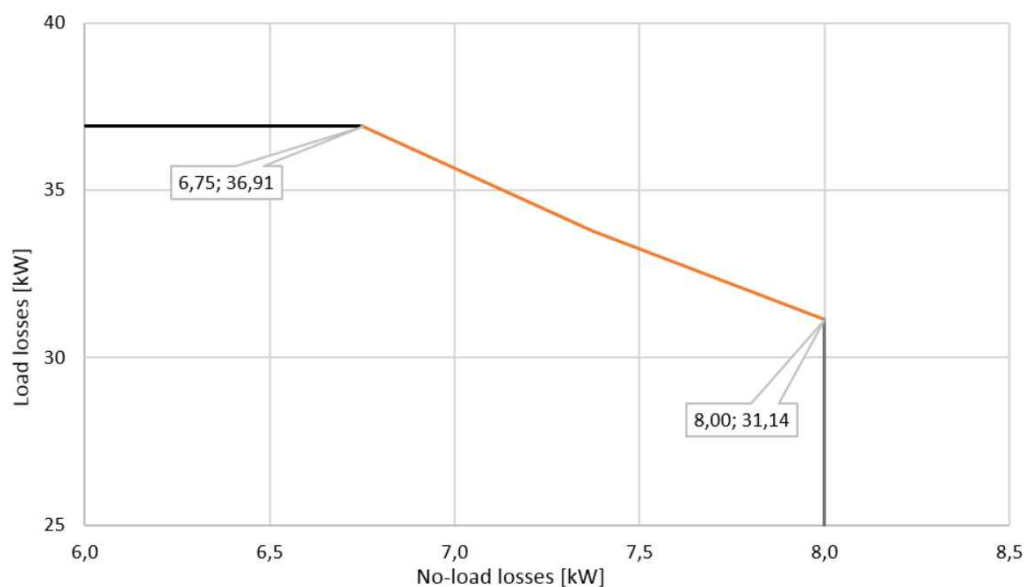


Figure 4-2 Transformer losses allowable area for Tier 2

The actual load losses vary depend on the operation mode of the turbine, hence in Table 4-4 the load losses are provided at different operation modes for the two loss variants. Table 4-4 covers both Tier 1 and Tier 2 transformer design. For further recalculation of load losses at different operation modes, refer to Figure 4-3.

Vestas

Transformer losses Tier 1			
Peak Efficiency Index (PEI)	> 99.354		
Loss variant 1			
No-load loss	7.75 kW		
Load loss @ power, reference temperature according to IEC 60076-11	@5150kVA	@4200kVA ⁶	@4000kVA ⁶
	≤ 35.70 kW	≤ 23.75 kW	≤ 21.54 kW
Loss variant 2			
No-load loss	8.5 kW		
Load loss @ power, reference temperature according to IEC 60076-11	@5150kVA	@4200kVA ⁶	@4000kVA ⁶
	≤ 32.55 kW	≤ 21.65 kW	≤ 19.64 kW
Transformer losses Tier 2			
Peak Efficiency Index (PEI)	> 99.387		
Loss variant 1			
No-load loss	6.75 kW		
Load loss @ power, reference temperature according to IEC 60076-11	@5150kVA	@4200kVA ⁶	@4000kVA ⁶
	≤ 36,91 kW	≤ 24.55 kW	≤ 22.27 kW
Loss variant 2			
No-load loss	8.0 kW		
Load loss @ power, reference temperature according to IEC 60076-11	@5150kVA	@4200kVA ⁶	@4000kVA ⁶
	≤ 31.14 kW	≤ 20.71 kW	≤ 18.79 kW

Table 4-4: Transformer losses for Eco-designs IEC 50 Hz/60 Hz version.

NOTE

¹ The date reflects date for shipment of transformer from manufacturer.

² @1000m. According to IEC 60076-11, AC test voltage is altitude dependent.

³ Based on an average of calculated values across voltages and manufacturers.

⁴ Subjected to standard IEC tolerances.

⁵ Transformer max altitude may be adjusted to match turbine location. For voltage class Um 40,5 kV altitude are limited to 1000m for Eco-design Tier 2.

⁶ Information values based on operation mode, see Figure 4-3.

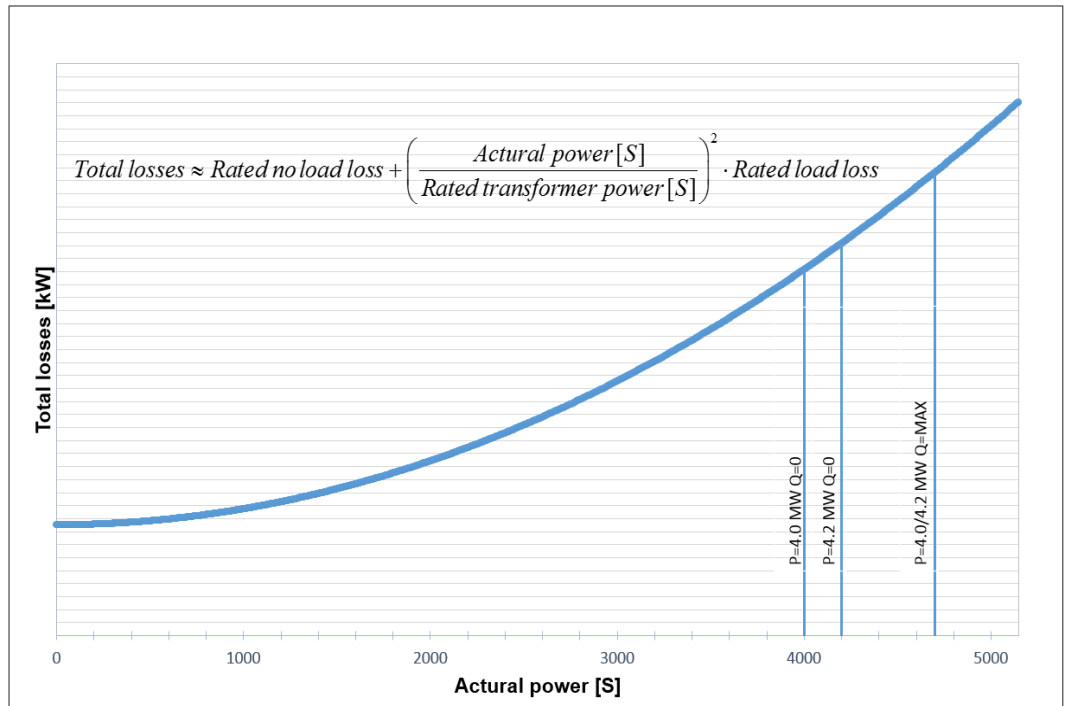


Figure 4-3: Total Losses vs. Actual Power.

4.4 HV Cables

The high-voltage cable runs from the transformer in the nacelle down the tower to the HV switchgear located at the bottom of the tower. The high-voltage cable can be of two different constructions:

- A three-core, rubber-insulated, halogen-free, high-voltage cable with a three-core split earth conductor.
- A four-core, rubber-insulated, halogen-free, high-voltage cable.

HV Cables	
High-Voltage Cable Insulation Compound	Improved ethylene-propylene (EP) based material-EPR or high modulus or hard grade ethylene-propylene rubber-HEPR
Pre-terminated	HV termination in transformer end. T-Connector Type-C in switchgear end.
Maximum Voltage	24 kV for 19.1-22.0 kV rated voltage 42 kV for 22.1-36.0 kV rated voltage
Conductor Cross Sections	3x70 / 70 mm ² (Single PE core) 3x70 + 3x70/3 mm ² (Split PE core)

Table 4-5: HV cables data

4.5 HV Switchgear

A gas insulated switchgear is installed in the bottom of the tower as an integrated part of the turbine. Its controls are integrated with the turbine safety system, which monitors the condition of the switchgear and high voltage safety related devices in the turbine. This system is named 'Ready to Protect' and ensures all protection devices are operational, whenever high voltage components in the turbine are energised. To ensure that the switchgear is always ready to trip, it is equipped with redundant trip circuits consisting of an active trip coil and an undervoltage trip coil.

In case of grid outage the circuit breaker will disconnect the turbine from the grid after an adjustable time.

When grid returns, all relevant protection devices will automatically be powered up via UPS.

When all the protection devices are operational, the circuit breaker will re-close after an adjustable time. The re-close functionality can furthermore be used to implement a sequential energization of a wind park, in order to avoid simultaneous inrush currents from all turbines once grid returns after an outage.

In case the circuit breaker has tripped due to a fault detection, the circuit breaker will be blocked for re-connection until a manual reset is performed.

In order to avoid unauthorized access to the transformer room during live condition, the earthing switch of the circuit breaker, contains a trapped-key interlock system with its counterpart installed on the access door to the transformer room.

The switchgear is available in three variants with increasing features, see Table 4-6. Beside the increase in features, the switchgear can be configured depending on the number of grid cables planned to enter the individual turbine. The design of the switchgear solution is optimized such grid cables can be connected to the switchgear even before the tower is installed and still maintain its protection toward weather conditions and internal condensation due to a gas tight packing.

The switchgear is available in an IEC version and in an IEEE version. The IEEE version is however only available in the highest voltage class. The electrical parameters of the switchgear are seen in Table 4-7 for the IEC version and in Table 4-8 for the IEEE version.

HV Switchgear			
Variant	Basic	Streamline	Standard
IEC standards	○	⊙	⊙
IEEE standards	⊙	○	⊙
Vacuum circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Overcurrent, short-circuit and earth fault protection	⊙	⊙	⊙
Disconnecter / earthing switch in circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Voltage Presence Indicator System for circuit breaker	⊙	⊙	⊙
Voltage Presence Indicator System for grid cables	⊙	⊙	⊙
Double grid cable connection	⊙	⊙	⊙
Triple grid cable connection	⊙	○	○
Preconfigured relay settings	⊙	⊙	⊙
Turbine safety system integration	⊙	⊙	⊙
Redundant trip coil circuits	⊙	⊙	⊙
Trip coil supervision	⊙	⊙	⊙
Pendant remote control from outside of tower	⊙	⊙	⊙
Sequential energization	⊙	⊙	⊙
Reclose blocking function	⊙	⊙	⊙
Heating elements	⊙	⊙	⊙
Trapped-key interlock system for circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Motor operation of circuit breaker	⊙	⊙	⊙
Cable panel for grid cables (configurable)	○	⊙	⊙
Switch disconnector panels for grid cables – max three panels (configurable)	○	⊙	⊙
Earthing switch for grid cables	○	⊙	⊙
Internal arc classification	○	⊙	⊙
Supervision on MCB's	○	⊙	⊙
Motor operation of switch disconnector	○	○	⊙
SCADA operation and feedback of circuit breaker	○	○	⊙
SCADA operation and feedback of switch disconnector	○	○	⊙

Table 4-6: HV switchgear variants and features

4.5.1 IEC 50/60Hz version

HV Switchgear	
Type description	Gas Insulated Switchgear
Applied standards	IEC 62271-103 IEC 62271-1, 62271-100, 62271-102, 62271-200, IEC 60694
Insulation medium	SF ₆
Rated voltage	
U _r 24.0kV	15.7-22.0 kV
U _r 36.0kV	22.1-33.0 kV
U _r 40.5kV	33.1-36.0 kV
Rated insulation level AC // LI Common value / across isolation distance	
U _r 24.0kV	50 / 60 // 125 / 145 kV
U _r 36.0kV	70 / 80 // 170 / 195 kV
U _r 40.5kV	85 / 90 // 185 / 215 kV
Rated frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated normal current	630 A
Rated Short-time withstand current	
U _r 24.0kV	20 kA
U _r 36.0kV	25 kA
U _r 40.5kV	25 kA
Rated peak withstand current 50 / 60 Hz	
U _r 24.0kV	50 / 52 kA
U _r 36.0kV	62.5 / 65 kA
U _r 40.5kV	62.5 / 65 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Internal arc classification (option)	
U _r 24.0kV	IAC A FLR 20 kA, 1 s
U _r 36.0kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
U _r 40.5kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Connection interface	Outside cone plug-in bushings, IEC interface C1.
Loss of service continuity category	LSC2
Ingress protection	
Gas tank	IP 65
Enclosure	IP 2X
LV cabinet	IP 3X
Corrosion class	C3

Table 4-7: HV switchgear data for IEC version

4.5.2 IEEE 60Hz version

HV Switchgear	
Type description	Gas Insulated Switchgear
Applied standards	IEEE 37.20.3, IEEE C37.20.4, IEC 62271-200, ISO 12944.
Insulation medium	SF ₆
Rated voltage	
	U_r 38.0kV 22.1-36.0 kV
Rated insulation level AC / LI	70 / 150 kV
Rated frequency	60 Hz
Rated normal current	600 A
Rated Short-time withstand current	25 kA
Rated peak withstand current	65 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Internal arc classification (option)	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Connection interface grid cables	Outside cone plug-in bushings, IEEE 386 interface type deadbreak, 600A.
Ingress protection	
	Gas tank NEMA 4X / IP 65
	Enclosure NEMA 2 / IP 2X
	LV cabinet NEMA 2 / IP 3X
Corrosion class	C3

Table 4-8: HV switchgear data for IEEE version

4.6 AUX System

The AUX system is supplied from a separate 650/400/230 V transformer located in the nacelle inside the converter cabinet. All motors, pumps, fans and heaters are supplied from this system.

230 V consumers are generally supplied from a 400/230 V transformer located in the tower base. Internal heating and ventilation of cabinets as well as specific option 230 V consumers are supplied from the auxiliary transformer in the converter cabinet.

Power Sockets	
Single Phase (Nacelle)	230 V (16 A) (standard) 110 V (16 A) (option) 2 x 55 V (16 A) (option)
Single Phase (Tower Platforms)	230 V (10 A) (standard) 110 V (16 A) (option) 2 x 55 V (16 A) (option)
Three Phase (Nacelle and Tower Base)	3 x 400 V (16 A)

Table 4-9: AUX system data

4.7 Wind Sensors

The turbine is equipped with a wind sensing system which can provide the wind speed and wind direction in all weather conditions. It consists of at least one wind sensor combined with different estimators which gives an estimate of the wind in the entire rotor area.

4.8 Vestas Multi Processor (VMP) Controller

The turbine is controlled and monitored by the VMP8000 control system.

VMP8000 is a multiprocessor control system comprised of main controller, distributed control nodes, distributed IO nodes and ethernet switches and other network equipment. The main controller is placed in the tower bottom of the turbine. It runs the control algorithms of the turbine, as well as all IO communication.

The communications network is a time triggered Ethernet network (TTEthernet).

The VMP8000 control system serves the following main functions:

- Monitoring and supervision of overall operation.
- Synchronizing of the generator to the grid during connection sequence.
- Operating the wind turbine during various fault situations.
- Automatic yawing of the nacelle.
- OptiTip® - blade pitch control.
- Reactive power control and variable speed operation.
- Noise emission control.
- Monitoring of ambient conditions.
- Monitoring of the grid.
- Monitoring of the smoke detection system.

4.9 Uninterruptible Power Supply (UPS)

During grid outage, an UPS system will ensure power supply for specific components.

1. 230V AC UPS for all power backup to nacelle and hub control systems
2. 24V DC UPS for power backup to tower base control systems and ready to protect.
3. 230V AC UPS for power backup to internal lights in tower, nacelle and hub.

UPS panel		
Backup Time	Standard	Optional
Control System* (230V AC and 24VDC UPS)	30 min	Up to 19.5 hours **
Ready to protect (24V DC UPS)	7 days	80 days***

Table 4-10: UPS data

Light Box		
Backup Time	Standard	Optional
Internal Lights	30 min	60 min****

Table 4-11: UPS data

*The control system includes: the turbine controller (VMP8000), HV switchgear functions, and remote control system.

**Requires upgrade of the 230V UPS for control system with extra batteries.

***Requires upgrade of the 24V DC UPS with extra battery panel.

****Requires upgrade of the 230V UPS for internal light with extra batteries.

NOTE For alternative backup times, consult Vestas.

5 Turbine Protection Systems

5.1 Braking Concept

The main brake on the turbine is aerodynamic. Stopping the turbine is done by full feathering the three blades (individually turning each blade). Each blade has a hydraulic accumulator to supply power for turning the blade.

In addition, there is a mechanical disc brake on the high-speed shaft of the gearbox with a dedicated hydraulic system. The mechanical brake is only used as a parking brake and when activating the emergency stop buttons.

5.2 Short Circuit Protections

Breakers	Breaker for Aux. Power. Back-up CB (T5V-HA 400A TMA 800V) and aux. power CB (T4V-HA 125A TMA 800V) tested in coordination	Breaker 1 for Converter Modules MTZ2 1600A 1000 V	Breaker 2 for Converter Modules MTZ2 3200A 1000 V
Breaking Capacity I_{cu} , I_{cs}	75 kA rms @ max 840 V $I_{cs} = 100\%$	66 kA rms @ max 1000 V $I_{cs} = 100\%$	66 kA rms @ max 1000 V $I_{cs} = 100\%$
Making Capacity I_{cm}	166 kA peak @ max 840 V	145 kA peak @ max 1000 V	145 kA peak @ max 1000 V

Table 5-1: Short circuit protection data

5.3 Overspeed Protection

The generator rpm and the main shaft rpm are registered by inductive sensors and calculated by the wind turbine controller to protect against overspeed and rotating errors.

The safety-related partition of the VMP8000 control system monitors the rotor rpm. In case of an overspeed situation, the safety-related partition of the VMP8000 control system activates the emergency feathered position (full feathering) of the three blades independently of the non-safety related partition of VMP8000 control system.

Overspeed Protection	
Sensors Type	Inductive
Trip Level (variant dependent)	12.0-17.5 rpm / 2000 (generator rpm)

Table 5-2: Overspeed protection data

5.4 Arc Detection

The turbine is equipped with an Arc Detection system including multiple optical arc detection sensors placed in the HV transformer compartment and the converter cabinet. The Arc Detection system is connected to the turbine safety system ensuring immediate opening of the HV switchgear if an arc is detected.

5.5 Smoke Detection

The turbine is equipped with a Smoke Detection system including multiple smoke detection sensors placed in the nacelle (above the disc brake), in the transformer compartment, in main electrical cabinets in the nacelle and above the HV switchgear in the tower base. The Smoke Detection system is connected to the turbine safety system ensuring immediate opening of the HV switchgear if smoke is detected.

5.6 Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower

The Lightning Protection System (LPS) helps protect the wind turbine against the physical damage caused by lightning strikes. The LPS consists of five main parts:

- Lightning receptors. All lightning receptor surfaces on the blades are unpainted, excluding the Solid Metal Tips (SMT).
- Down conducting system (a system to conduct the lightning current down through the wind turbine to help avoid or minimise damage to the LPS itself or other parts of the wind turbine).
- Protection against overvoltage and overcurrent.
- Shielding against magnetic and electrical fields.
- Earthing system.

V136 blades and V150 blades:

Lightning Protection Design Parameters			Protection Level I
Current Peak Value	$i_{\max}$	[kA]	200
Impulse Charge	Q_{impulse}	[C]	100
Long Duration Charge	Q_{long}	[C]	200
Total Charge	Q_{total}	[C]	300
Specific Energy	W/R	[MJ/Ω]	10
Average Steepness	di/dt	[kA/μs]	200

Table 5-3: Lightning protection design parameters (IEC)

Hub/Nacelle/Tower/Foundation and V117 blades:

Lightning Protection Design Parameters			Protection Level I
Current Peak Value	$i_{\max}$	[kA]	200
Impulse Charge	Q_{impulse}	[C]	200
Long Duration Charge	Q_{long}	[C]	600
Total Charge	Q_{total}	[C]	800
Specific Energy	W/R	[MJ/Ω]	20
Average Steepness	di/dt	[kA/μs]	200

Table 5-4: Lightning protection design parameters (IEC & JIS)

NOTE The Lightning Protection System is designed according to IEC and JIS standards (see section 8 Design Codes, p. 29).

5.7 EMC

The turbine and related equipment fulfils the EU Electromagnetic Compatibility (EMC) legislation:

- DIRECTIVE 2014/30/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility.

5.8 Earthing

The Vestas Earthing System consists of a number of individual earthing electrodes interconnected as one joint earthing system.

The Vestas Earthing System includes the TN-system and the Lightning Protection System for each wind turbine. It works as an earthing system for the medium voltage distribution system within the wind farm.

The Vestas Earthing System is adapted for the different types of turbine foundations. A separate set of documents describe the earthing system in detail, depending on the type of foundation.

In terms of lightning protection of the wind turbine, Vestas has no separate requirements for a certain minimum resistance to remote earth (measured in ohms) for this system. The earthing for the lightning protection system is based on the design and construction of the Vestas Earthing System.

A primary part of the Vestas Earthing System is the main earth bonding bar placed where all cables enter the wind turbine. All earthing electrodes are connected to this main earth bonding bar. Additionally, equipotential connections are made to all cables entering or leaving the wind turbine.

Requirements in the Vestas Earthing System specifications and work descriptions are minimum requirements from Vestas and IEC. Local and national requirements, as well as project requirements, may require additional measures.

5.9 Corrosion Protection

Classification of corrosion protection is according to ISO 12944-2.

Corrosion Protection	External Areas	Internal Areas
Nacelle	C5	C3
Hub	C5	C3
Tower	C5	C3

Table 5-5: Corrosion protection data for nacelle, hub, and tower

6 Safety

The safety specifications in this section provide limited general information about the safety features of the turbine and are not a substitute for Buyer and its agents taking all appropriate safety precautions, including but not limited to (a) complying with all applicable safety, operation, maintenance, and service agreements, instructions, and requirements, (b) complying with all safety-related laws, regulations, and ordinances, and (c) conducting all appropriate safety training and education.

6.1 Access

Access to the turbine from the outside is through a door located at the entrance platform approximately 3 meter above ground level. The door is equipped with a lock. Access to the top platform in the tower is by a ladder or service lift. Access to the nacelle from the top platform is by ladder. Access to the transformer room in the nacelle is controlled with a lock. Unauthorised access to electrical switchboards and power panels in the turbine is prohibited according to IEC 60204-1 2006.

6.2 Escape

In addition to the normal access routes, alternative escape routes from the nacelle are through the crane hatch, from the spinner by opening the nose cone, or from the roof of the nacelle. Rescue equipment is placed in the nacelle.

The hatch in the roof can be opened from both the inside and outside. Escape from the service lift is by ladder.

An emergency response plan, placed in the turbine, describes evacuation and escape routes.

6.3 Rooms/Working Areas

The tower and nacelle are equipped with power sockets for electrical tools for service and maintenance of the turbine.

6.4 Floors, Platforms, Standing, and Working Places

All floors have anti-slip surfaces.

There is one floor per tower section.

Rest platforms are provided at intervals of 9 metres along the tower ladder between platforms.

Foot supports are placed in the turbine for maintenance and service purposes.

6.5 Service Lift

The turbine is delivered with a service lift installed as an option.

6.6 Climbing Facilities

The tower ladder is equipped with a fall arrest system, either a rail system or a wire.

The service areas in the turbines are equipped with anchor points. The anchor point may be used for work positioning, fall restraint, fall arrest and to attach a descent device to perform rescue or escape from the turbine.

Anchor points are coloured yellow and are tested to 22.5 kN.

6.7 Moving Parts, Guards, and Blocking Devices

All moving parts in the nacelle are shielded.

The turbine is equipped with a rotor lock to block the rotor and drive train.

Blocking the pitch of the cylinder can be done with mechanical tools in the hub.

6.8 Lights

The turbine is equipped with lights in the tower, nacelle and hub.

There is emergency light in case of the loss of electrical power.

6.9 Emergency Stop

There are emergency stop buttons in the nacelle, hub and bottom of the tower.

6.10 Power Disconnection

The turbine is equipped with breakers to allow for disconnection from all power sources during inspection or maintenance. The switches are marked with signs and are located in the nacelle and bottom of the tower.

6.11 Fire Protection/First Aid

A handheld 5-6 kg CO₂ fire extinguisher, first aid kit and fire blanket are required to be located in the nacelle during service and maintenance.

- A handheld 5-6 kg CO₂ fire extinguisher is required only during service and maintenance activities, unless a permanently mounted fire extinguisher located in the nacelle is mandatorily required by authorities.
- First aid kits are required only during service and maintenance activities.
- Fire blankets are required only during non-electrical hot work activities.

6.12 Warning Signs

Warning signs placed inside or on the turbine must be reviewed before operating or servicing the turbine.

6.13 Manuals and Warnings

The Vestas Corporate OH&S Manual and manuals for operation, maintenance and service of the turbine provide additional safety rules and information for operating, servicing or maintaining the turbine.

7 Environment

7.1 Chemicals

Chemicals used in the turbine are evaluated according to the Vestas Wind Systems A/S Environmental System certified according to ISO 14001:2015. The following chemicals are used in the turbine:

- Anti-freeze to help prevent the cooling system from freezing.
- Gear oil for lubricating the gearbox.
- Hydraulic oil to pitch the blades and operate the brake.
- Grease to lubricate bearings.
- Various cleaning agents and chemicals for maintenance of the turbine.

8 Design Codes

8.1 Design Codes – Structural Design

The turbine design has been developed and tested with regard to, but not limited to, the following main standards:

Design Codes	
Nacelle and Hub	IEC 61400-1 Edition 3 EN 50308



Design Codes	
Tower	IEC 61400-1 Edition 3 Eurocode 3
Blades	DNV-OS-J102 IEC 1024-1 IEC 60721-2-4 IEC 61400 (Part 1, 12 and 23) IEC WT 01 IEC DEFU R25 ISO 2813 DS/EN ISO 12944-2
Gearbox	IEC 61400-4
Generator	IEC 60034
Transformer	IEC 60076-11, IEC 60076-16, CENELEC HD637 S1
Lightning Protection	IEC 62305-1: 2006 IEC 62305-3: 2006 IEC 62305-4: 2006 IEC 61400-24:2010 JIS C 1400-24 2014
Rotating Electrical Machines	IEC 34
Safety of Machinery, Safety-related Parts of Control Systems	IEC 13849-1
Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines	IEC 60204-1

Table 8-1: Design codes

9 Colours

9.1 Nacelle Colour

Colour of Vestas Nacelles	
Standard Nacelle Colour	RAL 7035 (light grey)
Standard Logo	Vestas

Table 9-1: Colour, nacelle

9.2 Tower Colour

Colour of Vestas Tower Section		
	External:	Internal:
Standard Tower Colour	RAL 7035 (light grey)	RAL 9001 (cream white)

Table 9-2: Colour, tower

9.3 Blade Colour

Blade Colour	
Standard Blade Colour	RAL 7035 (light grey). All lightning receptor surfaces on the blades are unpainted, excluding the Solid Metal Tips (SMT).
Tip-End Colour Variants	RAL 2009 (traffic orange), RAL 3020 (traffic red)
Gloss	< 30% DS/EN ISO 2813

Table 9-3: Colour, blades

10 Operational Envelope and Performance Guidelines

Actual climate and site conditions have many variables and should be considered in evaluating actual turbine performance. The design and operating parameters set forth in this section do not constitute warranties, guarantees, or representations as to turbine performance at actual sites.

10.1 Climate and Site Conditions

Values refer to hub height:

Extreme Design Parameters	
Wind Climate	All
Ambient Temperature Interval (Standard Temperature Turbine)	-40° to +50°C

Table 10-1: Extreme design parameters

10.2 Operational Envelope – Temperature and Altitude

Values below refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval (V117 and V136 Standard Turbine)	-20° to +45°C
Ambient Temperature Interval (V117 and V136 Low Temperature Turbine)	-30° to +45°C

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval (V150 Standard Turbine)	-30° to +45°C

Table 10-2: Operational envelope – temperature

NOTE The wind turbine will stop producing power at ambient temperatures above 45°C. For the low temperature options of the wind turbine, independent site evaluation is needed, consult Vestas.

The turbine is designed for use at altitudes up to 1000 m above sea level as standard and optional up to 2000 m above sea level.

10.3 Operational Envelope – Temperature and Altitude

The turbine comes in two cooler top configurations with different performance as function of temperature. Figure 10-1 illustrate performance for standard cooler top and Figure 10-2 illustrate performance for high temperature cooler top. (HT version is not available for all turbine variants. Please consult Vestas for more information).

The values in the graphs refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine. At ambient temperatures above the thresholds shown in the figures the turbine will maintain derated production. The derate values depend of the altitude of the turbine.

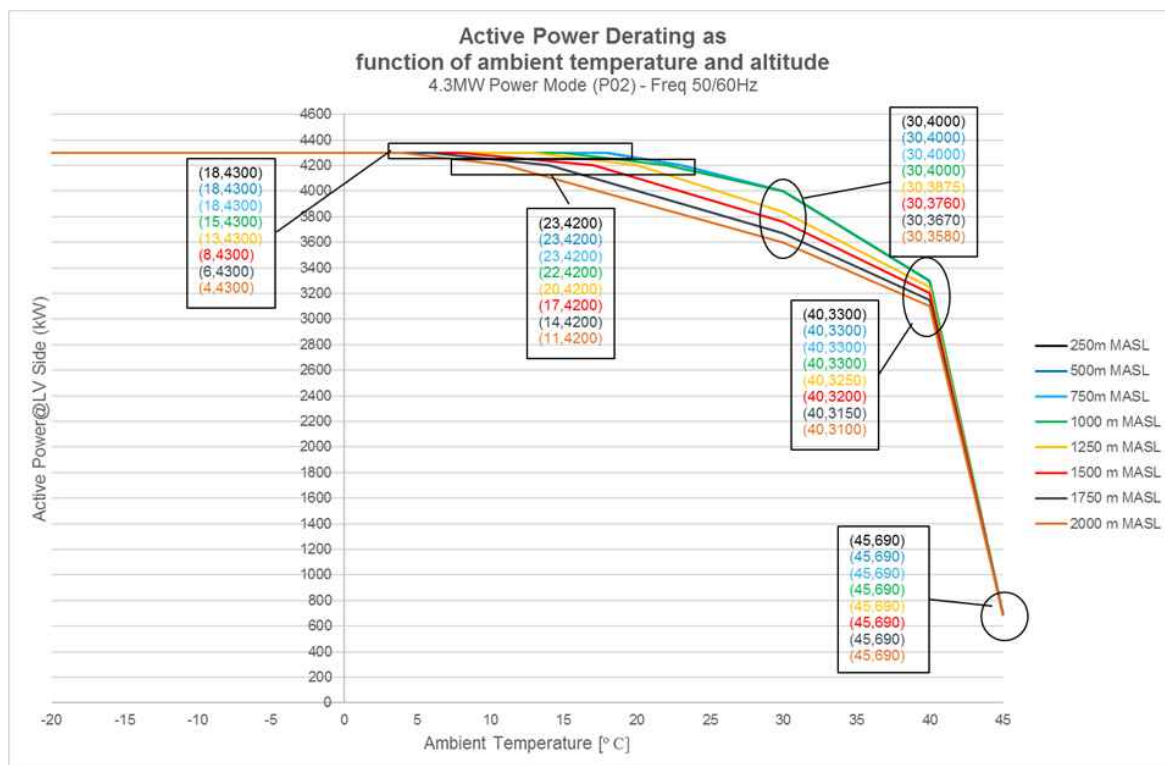


Figure 10-1: Temperature dependant derated operation – Standard Cooler Top.

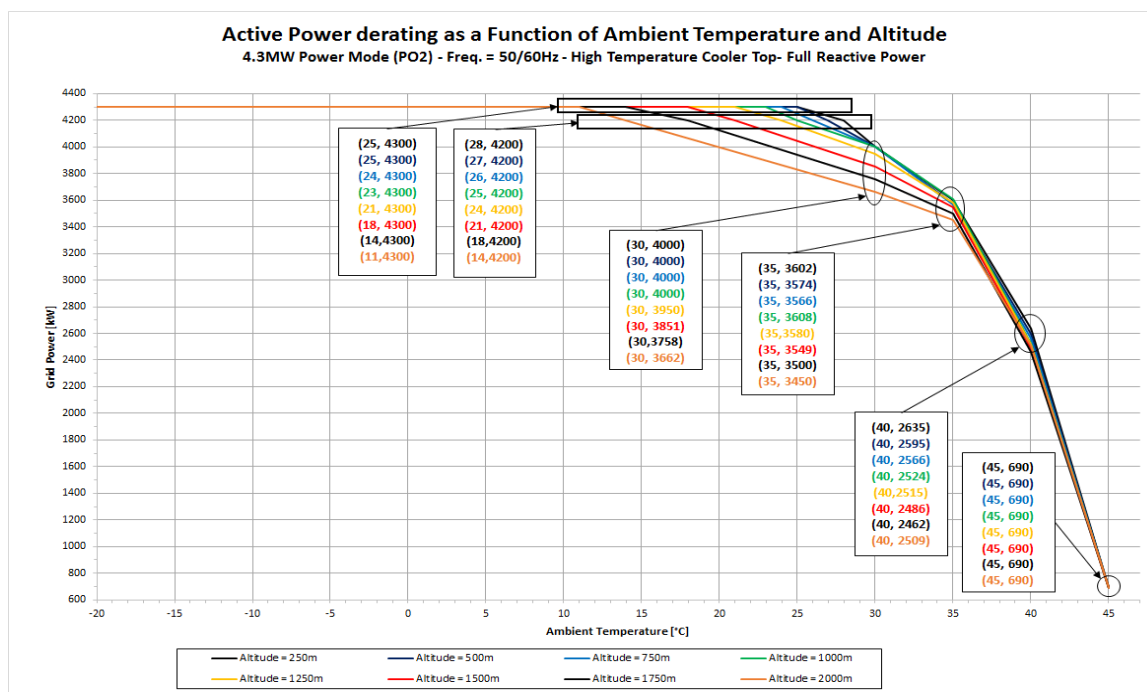


Figure 10-2: Temperature dependant derated operation – High Temperature Cooler Top.

10.4 Operational Envelope – Grid Connection

Operational Envelope – Grid Connection		
Nominal Phase Voltage	[U _{NP}]	720 V
Nominal Frequency	[f _N]	50/60 Hz
Maximum Frequency Gradient	±4 Hz/sec.	
Maximum Negative Sequence Voltage	3% (connection) 2% (operation)	
Minimum Required Short Circuit Ratio at Turbine HV Connection	5.0 (contact Vestas for lower SCR levels)	
Maximum Short Circuit Current Contribution	Contact Vestas for details	

Table 10-3: Operational envelope – grid connection

The generator and the converter will be disconnected if*:

Protection Settings	
Voltage Above 110%** of Nominal for 1800 Seconds	792 V
Voltage Above 116% of Nominal for 60 Seconds	835 V
Voltage Above 125% of Nominal for 2 Seconds	900 V
Voltage Above 136% of Nominal for 0.150 Seconds	979 V
Voltage Below 90%** of Nominal for 180 Seconds (FRT)	648 V
Voltage Below 85% of Nominal for 12 Seconds (FRT)	612 V
Voltage Below 80% of Nominal for 4.8 Seconds (FRT)	576 V
Frequency is Above 106% of Nominal for 0.2 Seconds	53/63.6 Hz
Frequency is Below 94% of Nominal for 0.2 Seconds	47/56.4 Hz

Table 10-4: Generator and converter disconnecting values

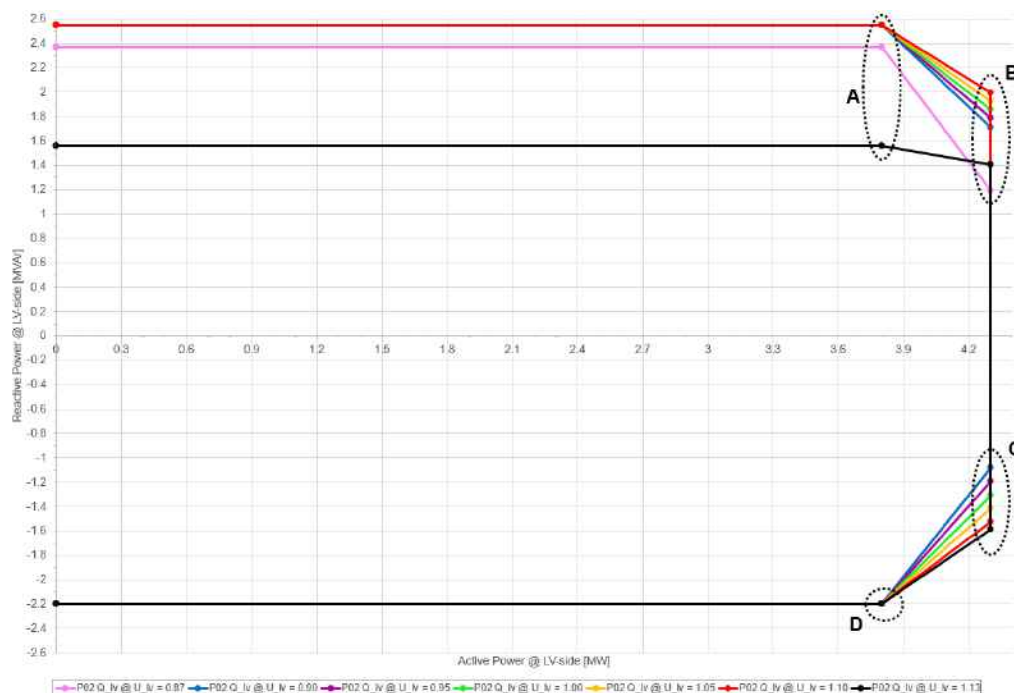
NOTE

* Over the turbine lifetime, grid drop-outs are to occur at an average of no more than 50 times a year.

** The turbine may be configured for continuous operation @ +/- 13 % voltage. Reactive power capability is limited for these widened settings to an extent that is yet to be determined.

10.5 Operational Envelope – Reactive Power Capability in 4.3 MW

The turbine has a reactive power capability in 4.3 MW on the low voltage side of the HV transformer as illustrated in Figure 10-3:



Point	Coordinate	Coordinates								Power factor	
		A		B		C		D		B(Capacitive)	C(Inductive)
	Reactive power [kVar] @ LV @ U_LV = 0.87 p.u. voltages	3.800	2.370	4.300	1.189	4.300	-1.080	3.800	-2.200	0.964	0.970
	Reactive power [kVar] @ LV @ U_LV = 0.90 p.u. voltages	3.800	2.550	4.300	1.709	4.300	-1.080	3.800	-2.200	0.929	0.970
	Reactive power [kVar] @ LV @ U_LV = 0.95 p.u. voltages	3.800	2.550	4.300	1.785	4.300	-1.190	3.800	-2.200	0.924	0.964
	Reactive power [kVar] @ LV @ U_LV = 1.00 p.u. voltages	3.800	2.550	4.300	1.860	4.300	-1.313	3.800	-2.200	0.918	0.956
	Reactive power [kVar] @ LV @ U_LV = 1.05 p.u. voltages	3.800	2.550	4.300	1.928	4.300	-1.413	3.800	-2.200	0.913	0.950
	Reactive power [kVar] @ LV @ U_LV = 1.10 p.u. voltages	3.800	2.550	4.300	1.994	4.300	-1.525	3.800	-2.200	0.907	0.942
	Reactive power [kVar] @ LV @ U_LV = 1.13 p.u. voltages	3.800	1.560	4.300	1.409	4.300	-1.590	3.800	-2.200	0.950	0.938

Figure 10-3: Reactive power capability for 4.3 MW.

When operating at 4.3 MW nominal power at LV side of the HV transformer, the reactive power capability on the high voltage side of the HV transformer is approximately:

- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.97/0.93$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 0.90$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.95/0.89$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.10$ p.u. voltage

Reactive power is produced by the full-scale converter. Traditional capacitors are, therefore, not used in the turbine.

The turbine is able to maintain the reactive power capability at low wind with no active power production.

10.6 Operational Envelope – Temperature dependent Reactive Power Capability

The reactive power capabilities shown in Figure 10-3 are valid for ambient temperatures at which no active power derate is needed according to Figure 10-1 and Figure 10-2.

For ambient temperatures up to 40°C, where active power is derated as a consequence of ambient temperature, the shape of the PQ chart (Figure 10-3: A, B, C and D points) is maintained. The active power for the A, B, C and D points is however adjusted according to the overall WTG active power derate according to Figure 10-1 and Figure 10-2.

For ambient temperatures between 40°C and 45°C, reactive power is derated proportional to the active power derate.

Figure 10-4 shows an illustrative example of the reactive power derate.

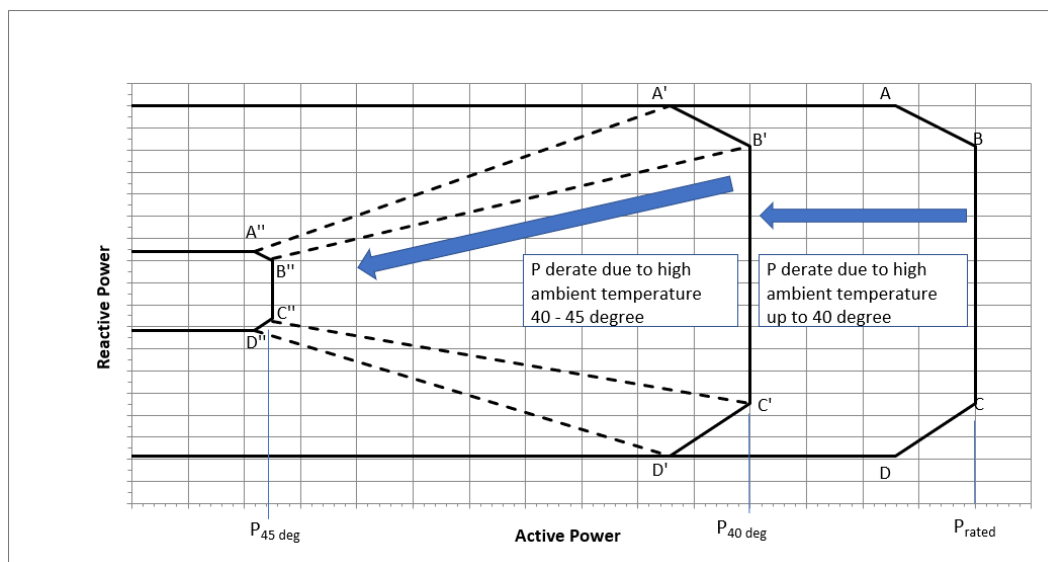


Figure 10-4: Reactive power capability temperature dependency. Illustrative example.

10.7 Performance – Fault Ride Through

The turbine is equipped with a full-scale converter to gain better control of the wind turbine during grid faults. The turbine control system continues to run during grid faults.

The turbine is designed to stay connected during grid disturbances within the voltage tolerance curve as illustrated below:

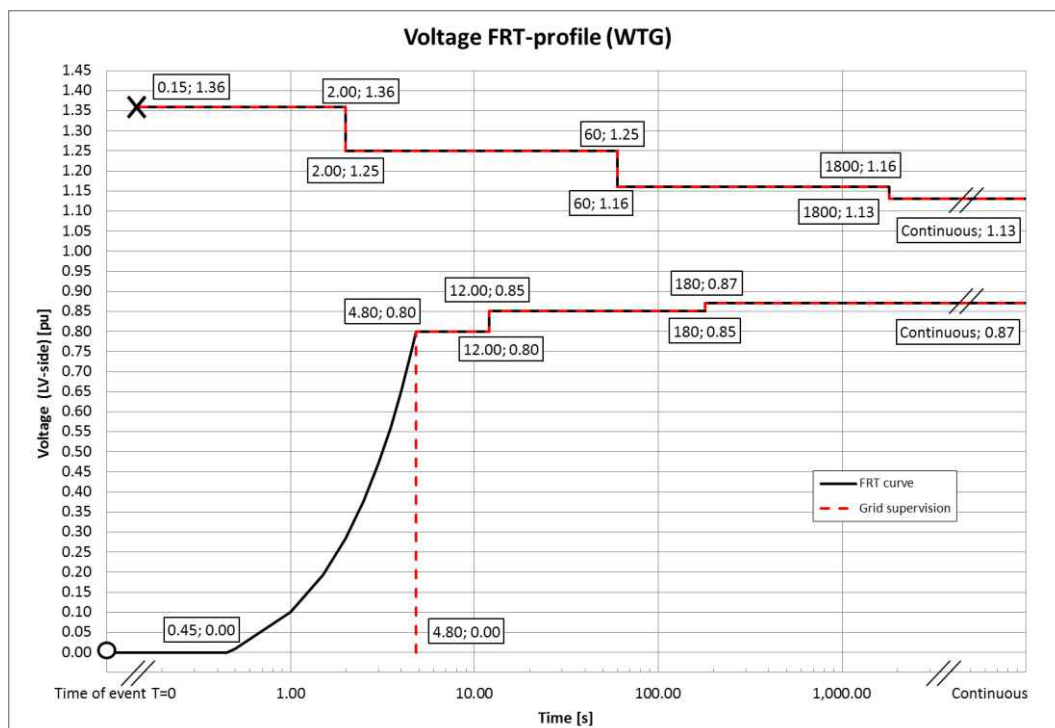


Figure 10-5: Voltage tolerance curve for symmetrical and asymmetrical faults, where U represents voltage as measured on the grid.

For grid disturbances outside the tolerance curve in Figure 10-5, the turbine will be disconnected from the grid.

Power Recovery Time	
Power Recovery to 90% of Pre-Fault Level	Maximum 0.1 seconds

Table 10-5: Power recovery time

10.8 Performance – Reactive Current Contribution

The reactive current contribution depends on whether the fault applied to the turbine is symmetrical or asymmetrical.

10.8.1 Symmetrical Reactive Current Contribution

During symmetrical voltage dips, the wind farm will inject reactive current to support the grid voltage. The reactive current injected is a function of the measured grid voltage.

The default value gives a reactive current part of 1 p.u. of the rated active current at the high voltage side of the HV transformer. Figure 10-6, indicates the reactive current contribution as a function of the voltage. The reactive current contribution is independent from the actual wind conditions and pre-fault power level. As seen in Figure 10-6, the default current injection slope is 2% reactive current increase per 1% voltage decrease. The slope can be parameterized between 0 and 10 to adapt to site specific requirements.

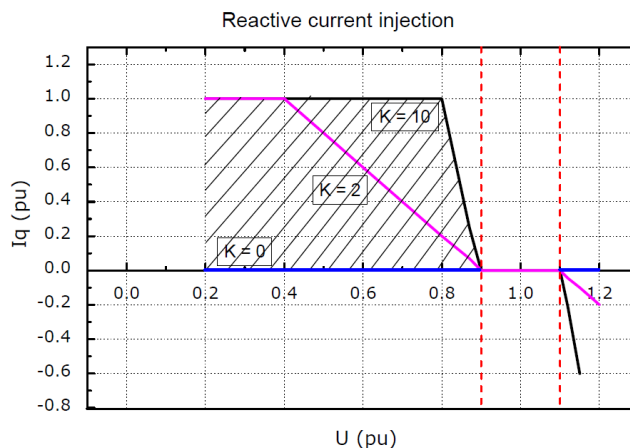


Figure 10-6: Reactive current injection

10.8.2 Asymmetrical Reactive Current Contribution

The injected current is based on the measured positive sequence voltage and the used K-factor. During asymmetrical voltage dips, the reactive current injection is limited to approximate 0.4 p.u. to limit the potential voltage increase on the healthy phases.

10.9 Performance – Multiple Voltage Dips

The turbine is designed to handle re-closure events and multiple voltage dips within a short period of time due to the fact that voltage dips are not evenly distributed during the year. For example, the turbine is designed to handle 10 voltage dips of duration of 200 ms, down to 20% voltage, within 30 minutes.

10.10 Performance – Active and Reactive Power Control

The turbine is designed for control of active and reactive power via the VestasOnline® SCADA system.

Maximum Ramp Rates for External Control	
Active Power	0.1 p.u./sec for max. power level change of 0.3 p.u. 0.3 p.u./sec for max. power level change of 0.1 p.u.
Reactive Power	20 p.u./sec

Table 10-6: Active/reactive power ramp rates.

To support grid stability the turbine is capable to stay connected to the grid at active power references down to 10 % of nominal power for the turbine. For active power references below 10 % the turbine may disconnect from the grid.

10.11 Performance – Voltage Control

The turbine is designed for integration with VestasOnline® voltage control by utilising the turbine reactive power capability.

10.12 Performance – Frequency Control

The turbine can be configured to perform frequency control by decreasing the output power as a linear function of the grid frequency (over frequency). Dead band and slope for the frequency control function are configurable.

10.13 Distortion – Immunity

The turbine is able to connect with a pre-connection (background) voltage distortion level at the grid interface of 8% and operate with a post-connection voltage distortion level of 8%.

10.14 Main Contributors to Own Consumption

The consumption of electrical power by the wind turbine is defined as the power used by the wind turbine when it is not providing energy to the grid. This is defined in the control system as Production Generator 0 (zero).

The components in Table 10-7 have the largest influence on the own consumption of the wind turbine (the average own consumption depends on the actual conditions, the climate, the wind turbine output, the cut-off hours, etc.).

The VMP8000 control system has a hibernate mode that reduces own consumption when possible. Similarly, cooling pumps may be turned off when the turbine idles.

Main contributors to Own Consumption	
Hydraulic Motor	2 x 15 (V117) / 18.5 kW (V136 + V150) (master-slave)
Yaw Motors	Maximum 21 kW in total
Water Heating	10 kW
Water Pumps	2.2 + 5.5 kW
Oil Heating	7.9 kW
Oil Pump for Gearbox Lubrication	12.5 kW
Controller Including Heating Elements for the Hydraulics and all Controllers	Approximately 3 kW
HV Transformer No-load Loss	See section 4.3 HV Transformer, p. 12

Table 10-7: Main contributors to own consumption data.

11 Drawings

11.1 Structural Design – Illustration of Outer Dimensions

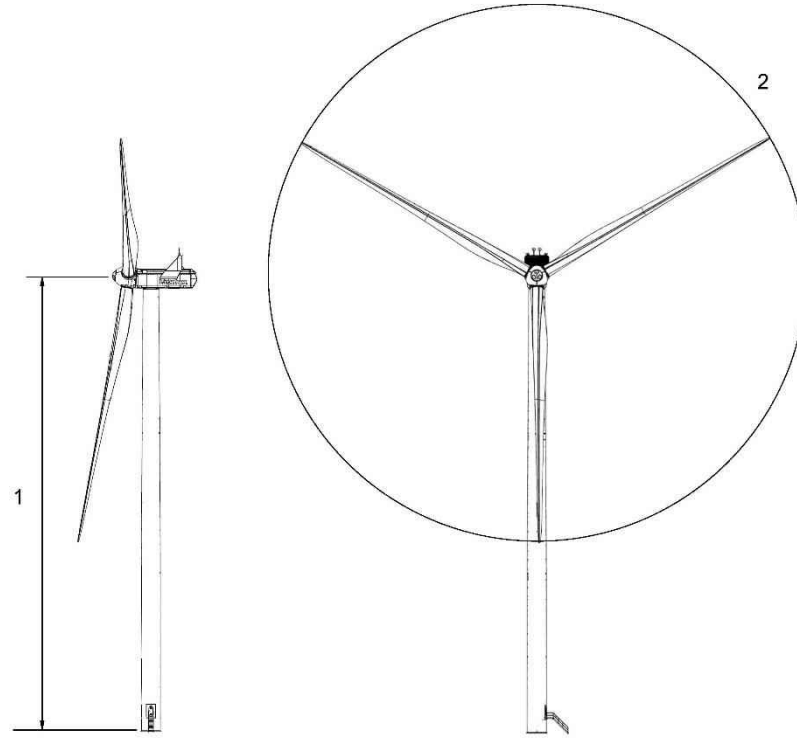


Figure 11-1: Illustration of outer dimensions – structure

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1 Hub heights: See Performance Specification | 2 Rotor diameter: 117/136/150m |
|---|---------------------------------------|

11.2 Structural Design – Side View Drawing

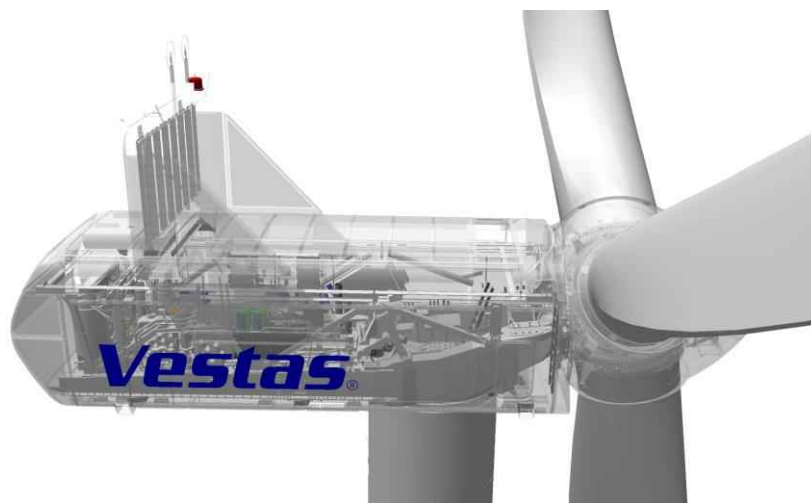


Figure 11-2: Side-view drawing

12 General Reservations, Notes and Disclaimers

- © 2020 Vestas Wind Systems A/S. This document is created by Vestas Wind Systems A/S and/or its affiliates and contains copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the document may be reproduced or copied in any form or by any means – such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems – without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of this document is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. Trademarks, copyright or other notices may not be altered or removed from the document.
- The general descriptions in this document apply to the current version of the 4.3MW Platform wind turbines. Updated versions of the 4.3MW Platform wind turbines, which may be manufactured in the future, may differ from this general description. In the event that Vestas supplies an updated version of a specific 4.3MW Platform wind turbine, Vestas will provide an updated general description applicable to the updated version.
- Vestas recommends that the grid be as close to nominal as possible with limited variation in frequency and voltage.
- A certain time allowance for turbine warm-up must be expected following grid dropout and/or periods of very low ambient temperature.
- All listed start/stop parameters (e. g. wind speeds and temperatures) are equipped with hysteresis control. This can, in certain borderline situations, result in turbine stops even though the ambient conditions are within the listed operation parameters.
- The earthing system must comply with the minimum requirements from Vestas, and be in accordance with local and national requirements and codes of standards.
- This document, General Description, is not an offer for sale, and does not contain any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and noise (including, without limitation, the power curve and noise verification method). Any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and noise (including, without limitation, the power curve and noise verification method) must be agreed to separately in writing.

**PLATAFORMAS Y VIALES
AEROGENERAGOR V 117-4.3
Y
AEROGENERAGOR V 136-4.5**

Restricted
Document no.: 0067-7060 V07
2021-03-16

General Description

4MW Platform



Table of contents

1	Introduction.....	5
2	General Description.....	6
3	Mechanical Design.....	7
3.1	Rotor.....	7
3.2	Blades.....	7
3.3	Blade Bearing	8
3.4	Pitch System.....	8
3.5	Hub.....	8
3.6	Main Shaft	9
3.7	Main Bearing Housing.....	9
3.8	Main Bearing.....	9
3.9	Gearbox.....	9
3.10	Generator Bearings.....	10
3.11	High-Speed Shaft Coupling.....	10
3.12	Yaw System.....	10
3.13	Crane.....	10
3.14	Towers.....	10
3.15	Nacelle Bedplate and Cover	11
3.16	Thermal Conditioning System	11
3.16.1	Generator and Converter Cooling	12
3.16.2	Gearbox and Hydraulic Cooling	12
3.16.3	Transformer Cooling	12
3.16.4	Nacelle Cooling.....	12
3.16.5	Optional Air Intake Hatches	12
4	Electrical Design.....	12
4.1	Generator	12
4.2	Converter.....	13
4.3	HV Transformer	14
4.3.1	Eco-designs - IEC 50 Hz/60 Hz version	14
4.4	HV Cables	18
4.5	HV Switchgear	19
4.5.1	IEC 50/60Hz version	21
4.5.2	IEEE 60Hz version.....	22
4.6	AUX System	22
4.7	Wind Sensing System.....	23
4.8	Vestas Multi Processor (VMP) Controller	23
4.9	Uninterruptible Power Supply (UPS)	23
5	Turbine Protection Systems.....	24
5.1	Braking Concept	24
5.2	Short Circuit Protections	25
5.3	Overspeed Protection	25
5.4	Arc Detection	25
5.5	Smoke Detection	25
5.6	Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower.....	26
5.7	EMC	27
5.8	Earthing	27
5.9	Corrosion Protection	28
6	Safety.....	28
6.1	Access	28
6.2	Escape.....	28
6.3	Rooms/Working Areas	29
6.4	Floors, Platforms, Standing, and Working Places	29

6.5	Service Lift.....	29
6.6	Climbing Facilities.....	29
6.7	Moving Parts, Guards, and Blocking Devices.....	29
6.8	Lights.....	29
6.9	Emergency Stop.....	29
6.10	Power Disconnection.....	30
6.11	Fire Protection/First Aid.....	30
6.12	Warning Signs.....	30
6.13	Manuals and Warnings.....	30
7	Environment.....	30
7.1	Chemicals.....	30
8	Design Codes.....	30
8.1	Design Codes – Structural Design.....	30
9	Colours.....	31
9.1	Nacelle Colour.....	31
9.2	Tower Colour.....	32
9.3	Blade Colour.....	32
10	Operational Envelope and Performance Guidelines.....	32
10.1	Climate and Site Conditions.....	32
10.2	Operational Envelope – Temperature and Altitude.....	32
10.3	Operational Envelope – Temperature and Altitude.....	33
10.4	Operational Envelope – Grid Connection.....	35
10.5	Operational Envelope – Reactive Power Capability in 4.0 MW Mode 0.....	36
10.6	Operational Envelope – Reactive Power Capability in 4.0 MW Reactive Power Optimized Mode (QO1).....	37
10.7	Operational Envelope – Reactive Power Capability in 4.2 MW Power Optimized Mode (PO1).....	38
10.8	Performance – Fault Ride Through.....	39
10.9	Performance – Reactive Current Contribution.....	40
10.9.1	Symmetrical Reactive Current Contribution.....	40
10.9.2	Asymmetrical Reactive Current Contribution.....	40
10.10	Performance – Multiple Voltage Dips.....	40
10.11	Performance – Active and Reactive Power Control.....	41
10.12	Performance – Voltage Control.....	41
10.13	Performance – Frequency Control.....	41
10.14	Distortion – Immunity.....	41
10.15	Main Contributors to Own Consumption.....	41
11	Drawings.....	43
11.1	Structural Design – Illustration of Outer Dimensions.....	43
11.2	Structural Design – Side View Drawing.....	43
12	General Reservations, Notes and Disclaimers.....	44

Recipient acknowledges that (i) this General Description is provided for recipient's information only, and, does not create or constitute a warranty, guarantee, promise, commitment, or other representation (Commitment) by Vestas Wind Systems or any of its affiliated or subsidiary companies (Vestas), all of which are disclaimed by Vestas and (ii) any and all Commitments by Vestas to recipient as to this general description (or any of the contents herein) are to be contained exclusively in signed written contracts between recipient and Vestas, and not within this document.

See general reservations, notes and disclaimers (including, section 12, p. 44) to this general description.

1 Introduction

The 4MW Platform wind turbine configurations covered by this General Description are listed below with designations according to IEC61400-22.

DIBt 2012 wind classes are also listed where applicable.

Please refer to the Performance Specification for the relevant turbine variant for full wind class definition.

This General Description contains data and descriptions common among the platform variants.

The variant specific performance can be found in the Performance Specifications for the turbine variant and operational mode required.

Turbine Type Class	Turbine Type Operating Mode
V117-4.0/4.2 MW Strong Wind	V117-4.0 MW IEC IB / IEC IIA 50/60 Hz Mode 0
	V117-4.0 MW IEC IB / IEC IIA 50/60 Hz Reactive Power Optimized Mode (QO1)
	V117-4.2 MW IEC S / IEC IIA 50/60 Hz Power Optimized Mode (PO1)
	V117-3.8 MW IEC IB / IEC IIA 50/60 Hz Load Optimized Mode (LO1)
	V117-3.6 MW IEC IB / IEC IIA+ 50/60 Hz Load Optimized Mode (LO2)
V117-4.0/4.2 MW Typhoon	V117-4.0 MW IEC IB-T / IEC IIA-T 50/60 Hz Mode 0
	V117-4.0 MW IEC IB-T / IEC IIA-T 50/60 Hz Reactive Power Optim. Mode (QO1)
	V117-4.2 MW IEC S-T / IEC IIA-T 50/60 Hz Power Optimized Mode (PO1)
	V117-3.8 MW IEC IB-T / IEC IIA-T 50/60 Hz Load Optimized Mode (LO1)
	V117-3.6 MW IEC IB-T / IEC IIA+-T 50/60 Hz Load Optimized Mode (LO2)
V136-4.0/4.2 MW	V136-4.0 MW IEC IIB / IEC IIIB 50/60 Hz Mode 0
	V136-4.0 MW IEC IIB / IEC IIIB 50/60 Hz Reactive Power Optim. Mode (QO1)
	V136-4.2 MW IEC S / IEC IIIB 50/60 Hz Power Optimized Mode (PO1)
	V136-3.8 MW IEC IIB / IEC IIIB 50/60 Hz Load Optimized Mode (LO1)
	V136-3.6 MW IEC IIB / IEC IIIB 50/60 Hz Load Optimized Mode (LO2)
	V136-4.0 MW DIBt S 50 Hz Mode 0
	V136-4.0 MW DIBt S 50 Hz Reactive Power Optimized Mode (QO1)
	V136-4.2 MW DIBt S 50 Hz Power Optimized Mode (PO1)
	V136-3.8 MW DIBt S 50 Hz Load Optimized Mode (LO1)
	V136-3.6 MW DIBt S 50 Hz Load Optimized Mode (LO2)
V150-4.0/4.2 MW	V150-4.0 MW IEC IIIB 50/60 Hz Mode 0
	V150-4.0 MW IEC IIIB 50/60 Hz Reactive Power Optim. Mode (QO1)
	V150-4.2 MW IEC S 50/60 Hz Power Optimized Mode (PO1)
	V150-3.8 MW IEC IIIB / IEC S 50/60 Hz Load Optimized Mode (LO1)
	V150-3.6 MW IEC IIIB / S 50/60 Hz Load Optimized Mode (LO2)
	V150-4.0 MW DIBt S 50 Hz Mode 0

Turbine Type Class	Turbine Type Operating Mode
V150-4.0/4.2 MW (cont'd)	V150-4.0 MW DIBt S 50 Hz Reactive Power Optimized Mode (QO1)
	V150-4.2 MW DIBt S 50 Hz Power Optimized Mode (PO1)
	V150-3.8 MW DIBt S 50 Hz Load Optimized Mode (LO1)
	V150-3.6 MW DIBt S 50 Hz Load Optimized Mode (LO2)

Table 1-1: 4MW Platform turbine configurations covered.

2 General Description

Vestas 4MW Platform comprises a family of wind turbines sharing a common design basis.

The 4MW Platform family of wind turbines includes V105-3.45/3.6 MW, V112-3.45/3.6 MW, V117-3.45/3.6 MW, V126-3.45 MW LTq, V126-3.45/3.6 MW HTq, V136-3.45/3.6 MW, V117-4.0/4.2 MW Strong Wind, V117-4.0/4.2 MW Typhoon, V136-4.0/4.2 MW and V150-4.0/4.2 MW.

For V105-3.45/3.6 MW, V112-3.45/3.6 MW, V117-3.45/3.6 MW, V126-3.45 MW LTq, V126-3.45/3.6 MW HTq and V136-3.45/3.6 MW, please refer to General Description 0053-3707.

This General Description only applies to V117-4.0/4.2 MW Strong Wind, V117-4.0/4.2 MW Typhoon, V136-4.0/4.2 MW and V150-4.0/4.2 MW.

These turbines are pitch regulated upwind turbines with active yaw and a three-blade rotor.

The turbines covered in this General Description are equipped with rotor with diameters residing in the range 117 m to 150 m and a rated output power of 4.0 MW.

A 4.0 MW Reactive Power Optimized Mode (QO1) is available for all variants.

A 4.2 MW Power Optimized Mode (PO1) is available for all variants.

Also, a 3.8 MW Load Optimized Mode (LO1) and a 3.6 MW Load Optimized Mode (LO2) is available for all variants.

The wind turbine family utilises the OptiTip® concept and a power system based on an induction generator and full-scale converter. With these features, the wind turbine is able to operate the rotor at variable speed and thereby maintain the power output at or near rated power even in high wind speed. At low wind speed, the OptiTip® concept and the power system work together to maximise the power output by operating at the optimal rotor speed and pitch angle.

Operating the wind turbine in 4.0 MW Reactive Power Optimized Mode (QO1) is achieved by applying an extended ambient temperature derate strategy compared with 4.0 MW Mode 0 operation.

Operating the wind turbine in 4.2 MW Power Optimized Mode (PO1) is achieved by applying an extended ambient temperature derate strategy and reduced reactive power capability compared with 4.0 MW Mode 0 operation.

3 Mechanical Design

3.1 Rotor

The wind turbine is equipped with a rotor consisting of three blades and a hub. The blades are controlled by the microprocessor pitch control system OptiTip®. Based on the prevailing wind conditions, the blades are continuously positioned to optimise the pitch angle.

Rotor	V117	V136	V150
Diameter	117 m	136 m	150 m
Swept Area	10751 m ²	14527 m ²	17671 m ²
Speed, Dynamic Operation Range	6.7-17.5	5.6-14.0	4.9-12.0
Rotational Direction	Clockwise (front view)		
Orientation	Upwind		
Tilt	6°		
Hub Coning	4°	4°	5.5°
No. of Blades	3		
Aerodynamic Brakes	Full feathering		

Table 3-1: Rotor data

3.2 Blades

The blades are made of carbon and fibreglass and consist of two airfoil shells bonded to a supporting beam or with embedded structure.

Blades	V117	V136	V150
Type Description	Airfoil shells bonded to supporting beam	Prepreg or infused structural airfoil shell	Prepreg or infused structural airfoil shell
Blade Length	57.15 m	66.66 m	73.66 m
Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)		
Blade Connection	Steel roots inserted		
Airfoils	High-lift profile		
Maximum Chord	4.0 m	4.1 m	4.2 m
Chord at 90% blade radius	1.1 m	1.2 m	1.4 m

Table 3-2: *Blades data*

3.3 Blade Bearing

The blade bearings allow the blades to operate at varying pitch angles.

Blade Bearing	
Blade bearing type (V117/V136)	Double-row four-point contact ball bearings
Blade bearing type (V150)	3-rows roller bearings
Lubrication	Manual grease lubrication

Table 3-3: *Blade bearing data*

3.4 Pitch System

The turbine is equipped with a pitch system for each blade and a distributor block, all located in the hub. Each pitch system is connected to the distributor block with flexible hoses. The distributor block is connected to the pipes of the hydraulic rotating transfer unit in the hub by means of three hoses (pressure line, return line and drain line).

Each pitch system consists of a hydraulic cylinder mounted to the hub and a piston rod mounted to the blade bearing via a torque arm shaft. Valves facilitating operation of the pitch cylinder are installed on a pitch block bolted directly onto the cylinder.

Pitch System	
Type	Hydraulic
Number	1 per blade
Range	-10° to 95°

Table 3-4: *Pitch system data*

Hydraulic System	
Main Pump	Two redundant internal-gear oil pumps
Pressure	260 bar
Filtration	3 µm (absolute)

Table 3-5: *Hydraulic system data.*

3.5 Hub

The hub supports the three blades and transfers the reaction loads to the main bearing and the torque to the gearbox. The hub structure also supports blade bearings and pitch cylinders.

Hub	
Type	Cast ball shell hub
Material	Cast iron

Table 3-6: Hub data

3.6 Main Shaft

The main shaft transfers the reaction forces to the main bearing and the torque to the gearbox.

Main Shaft	
Type Description	Hollow shaft
Material	Cast iron or forged steel

Table 3-7: Main shaft data

3.7 Main Bearing Housing

The main bearing housing covers the main bearing and is the first connection point for the drive train system to the bedplate.

Main Bearing Housing	
Material	Cast iron

Table 3-8: Main bearing housing data

3.8 Main Bearing

The main bearing carries all thrust loads.

Main Bearing	
Type	Double-row spherical roller bearing
Lubrication	Automatic grease lubrication

Table 3-9: Main bearing data

3.9 Gearbox

The main gear converts the low-speed rotation of the rotor to high-speed generator rotation.

The disc brake is mounted on the high-speed shaft. The gearbox lubrication system is a pressure-fed system.

Gearbox	
Type	Planetary stages + one helical stage
Gear House Material	Cast
Lubrication System	Pressure oil lubrication
Backup Lubrication System	Oil sump filled from external gravity tank
Total Gear Oil Volume	1000-1500
Oil Cleanliness Codes	ISO 4406-/15/12
Shaft Seals	Labyrinth

Table 3-10: Gearbox data

3.10 Generator Bearings

The bearings are grease lubricated and grease is supplied continuously from an automatic lubrication unit.

3.11 High-Speed Shaft Coupling

The coupling transmits the torque of the gearbox high-speed output shaft to the generator input shaft.

The coupling consists of two 4-link laminate packages and a fibreglass intermediate tube with two metal flanges.

The coupling is fitted to two-armed hubs on the brake disc and the generator hub.

3.12 Yaw System

The yaw system is an active system based on a robust pre-tensioned plain yaw-bearing concept with PETP as friction material.

Yaw System	
Type	Plain bearing system
Material	Forged yaw ring heat-treated. Plain bearings PETP
Yawing Speed (50 Hz)	0.45°/sec.
Yawing Speed (60 Hz)	0.55°/sec.

Table 3-11: Yaw system data

Yaw Gear	
Type	Multiple stages geared
Ratio Total	944:1
Rotational Speed at Full Load	1.4 rpm at output shaft

Table 3-12: Yaw gear data

3.13 Crane

The nacelle houses the internal safe working load (SWL) service crane. The crane is a single system hoist.

Crane	
Lifting Capacity	Maximum 800 kg

Table 3-13: Crane data

3.14 Towers

Tubular towers with flange connections, certified according to relevant type approvals, are available in different standard heights. The towers are designed with the majority of internal welded connections replaced by magnet supports to create a predominantly smooth-walled tower.

Magnets provide load support in a horizontal direction and internals, such as platforms, ladders, etc., are supported vertically (that is, in the gravitational direction) by a mechanical connection. The smooth tower design reduces the required steel thickness, rendering the tower lighter compared to one with all internals welded to the tower shells.

Available hub heights are listed in the Performance Specification for each turbine variant. Designated hub heights include a distance from the foundation section to the ground level of approximately 0.2 m depending on the thickness of the bottom flange and a distance from tower top flange to centre of the hub of 2.2 m.

Towers	
Type	Cylindrical/conical tubular

Table 3-14: Tower structure data

3.15 Nacelle Bedplate and Cover

The nacelle cover is made of fibreglass. Hatches are positioned in the floor for lowering or hoisting equipment to the nacelle and evacuation of personnel. The roof section is equipped with wind sensor system and skylights.

The skylights can be opened from inside the nacelle to access the roof and from outside to access the nacelle. Access from the tower to the nacelle is through the yaw system.

The nacelle bedplate is in two parts and consists of a cast iron front part and a girder structure rear part. The front of the nacelle bedplate is the foundation for the drive train and transmits forces from the rotor to the tower through the yaw system. The bottom surface is machined and connected to the yaw bearing and the yaw gears are bolted to the front nacelle bedplate.

The crane girders are attached to the top structure. The lower beams of the girder structure are connected at the rear end. The rear part of the bedplate serves as the foundation for controller panels, the cooling system and transformer. The nacelle cover is installed on the nacelle bedplate.

Type Description	Material
Nacelle Cover	GRP
Bedplate Front	Cast iron
Bedplate Rear	Girder structure

Table 3-15: Nacelle bedplate and cover data

3.16 Thermal Conditioning System

The thermal conditioning system consists of a few robust components:

- The Vestas CoolerTop[®] located on top of the rear end of the nacelle. The CoolerTop[®] is a free flow cooler, thus ensuring that there are no electrical components in the thermal conditioning system located outside the nacelle.

- The CoolerTop is available in a standard variant and an optional high temperature variant with improved cooler performance at high ambient temperatures (HT version is not available for all turbine variants. Please consult Vestas for more information).
- The CoolerTop® comes as standard in a “naked” form, with no side cover panels. Side cover panels are available as an option.
- The Liquid Cooling System, which serves the gearbox, hydraulic systems, generator and converter is driven by an electrical pumping system.
- The transformer forced air cooling comprised of an electrical fan.

3.16.1 Generator and Converter Cooling

The generator and converter cooling systems operate in parallel. A dynamic flow valve mounted in the generator cooling circuit divides the cooling liquid flow. The cooling liquid removes heat from the generator and converter unit using a free-air flow radiator placed on the top of the nacelle. In addition to the generator, converter unit and radiator, the circulation system includes an electrical pump and a three-way thermostatic valve.

3.16.2 Gearbox and Hydraulic Cooling

The gearbox and hydraulic cooling systems are coupled in parallel. A dynamic flow valve mounted in the gearbox cooling circuit divides the cooling flow. The cooling liquid removes heat from the gearbox and the hydraulic power unit through heat exchangers and a free-air flow radiator placed on the top of the nacelle.

In addition to the heat exchangers and the radiator, the circulation system includes an electrical pump and a three-way thermostatic valve.

3.16.3 Transformer Cooling

The transformer is equipped with forced-air cooling. The ventilator system consists of a central fan, located below the converter and an air duct leading the air to locations beneath and between the high voltage and low voltage windings of the transformer.

3.16.4 Nacelle Cooling

Hot air generated by mechanical and electrical equipment is dissipated from the nacelle by a fan system located in the nacelle.

3.16.5 Optional Air Intake Hatches

Specific air intakes in the nacelle can optionally be fitted with hatches which can be operated as a part of the thermal control strategy. In case of lost grid to the turbine, the hatches will automatically be closed.

4 Electrical Design

4.1 Generator

The generator is a three-phase asynchronous induction generator with cage rotor that is connected to the grid through a full-scale converter. The generator housing allows the circulation of cooling air within the stator and rotor.

The air-to-water heat exchange occurs in an external heat exchanger.

Generator	
Type	Asynchronous with cage rotor
Rated Power [P_N]	4250 / 4450 kW
Frequency [f_N]	0-100 Hz
Voltage, Stator [U_{NS}]	3 x 800 V (at rated speed)
Number of Poles	6
Winding Type	Form with VPI (Vacuum Pressurized Impregnation)
Winding Connection	Delta
Rated rpm	1450-1550 rpm
Overspeed Limit Acc. to IEC (2 minutes)	2400 rpm
Generator Bearing	Hybrid/ceramic
Temperature Sensors, Stator	3 PT100 sensors placed at hot spots and 3 as back-up
Temperature Sensors, Bearings	1 per bearing
Insulation Class	H
Enclosure	IP54

Table 4-1: Generator data

4.2 Converter

The converter is a full-scale converter system controlling both the generator and the power quality delivered to the grid. The converter consists of 3 machine-side converter units and 3 line-side converter units operating in parallel with a common controller.

The converter controls conversion of variable frequency AC power from the generator into fixed frequency AC power with desired active and reactive power levels (and other grid connection parameters) suitable for the grid.

The converter is located in the nacelle and has a grid side voltage rating of 720 V. The generator side voltage rating is up to 800 V dependent on generator speed.

Converter	
Rated Apparent Power [S_N]	5100 kVA
Rated Grid Voltage	3 x 720 V
Rated Generator Voltage	3 x 800 V
Rated Grid Current	4100 A ($\leq 30^\circ\text{C}$ ambient) / 4150 ($\leq 20^\circ\text{C}$ ambient)
Rated Generator Current	3600 A ($\leq 30^\circ\text{C}$ ambient) / 3650 ($\leq 20^\circ\text{C}$ ambient)
Enclosure	IP54

Table 4-2: Converter data

4.3 HV Transformer

The step-up HV transformer is located in a separate locked room in the back of the nacelle.

The transformer is a three-phase, three limb, two-winding, dry-type transformer that is self-extinguishing. The windings are delta-connected on the high-voltage side and star connected on the low voltage side.

The transformer is designed according to IEC standards, but also complying to European Eco-design regulation No 548/2014 and No 2019/1783 set by the European Commission.

The transformer supplied for countries under EU legislation will be:

- Eco-design based on Tier 1 requirements (effective in EU until 1 July 2021)¹.
- Eco-design based on Tier 2 requirements (effective in EU from 1 July 2021)¹.

For other countries Eco-design based on Tier 1 requirements will be supplied as default.

4.3.1 Eco-designs - IEC 50 Hz/60 Hz version

Transformer	
Type description	Eco-design dry-type cast resin transformer.
Basic layout	3 phase, 3 limb, 2 winding transformer.
Applied standards	IEC 60076-11, IEC 60076-16, IEC 61936-1, Commission Regulation No 548/2014 and Commission Regulation No 2019/1783.
Cooling method	AF
Rated power	5150 kVA
Rated voltage, turbine side	
U _m 1.1kV	0.720 kV
Rated voltage, grid side	
U _m 24.0kV	15.7-22.0 kV
U _m 36.0kV	22.1-33.0 kV
U _m 40.5kV	33.1-36.0 kV
Insulation level AC / LI / LIC	
U _m 1.1kV	3 ² / 3 / 3 kV
U _m 24.0kV	50 ² / 125 / 125 kV
U _m 36.0kV	70 ² / 170 / 170 kV
U _m 40.5kV	80 ² / 170 / 170 kV
Off-circuit tap changer	±2 x 2.5 %
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Vector group	Dyn5
No-load current ³	~0.5 %
Positive sequence short-circuit impedance @ rated power, reference temperature according to IEC 60076-11 ⁴	9.9 %
Positive sequence short-circuit resistance @ rated power, reference temperature according to IEC 60076-11 ³	~0.8 %

Transformer	
Zero sequence short-circuit impedance@ rated power, reference temperature according to IEC 60076-11 ³	~8.3 %
Zero sequence short-circuit resistance@ rated power, reference temperature according to IEC 60076-11 ³	~0.7 %
No-load reactive power ³	~20 kVAr
Full load reactive power ³	~550 kVAr
Inrush peak current ³	5-8 x $\hat{I}_n$ A
Half crest time ³	~ 0.6 s
Sound power level	≤ 80 dB(A)
Average temperature rise at max altitude	≤ 90 K
Max altitude ⁵	2000 m
Insulation class	
LV coil	155 (F)
HV coil	155 (F) or 180 (H)
Environmental class	E2
Climatic class	C2
Fire behaviour class	F1
Corrosion class	C4
Weight	≤11000 kg
Temperature monitoring	PT100 sensors in LV windings and core
Overvoltage protection	Surge arresters on HV terminals
Temporary earthing	3 x Ø25 mm earthing ball points

Table 4-3: Transformer data for Eco-designs IEC 50 Hz/60 Hz version.

The transformer loss limits are given at rated power as combination of load loss and no-load loss which shall fulfil the Peak Efficiency Index (PEI) of the Eco-design requirements.

The maximum losses are described by the PEI limit section and stretches over a range between Loss variant 1 and Loss variant 2, see Figure 4-1 and Figure 4-2. The loss variant values are selected based on energy loss optimization with the turbine user profile hence the energy loss of transformers between Loss variant 1 and Loss variant 2 are comparable.

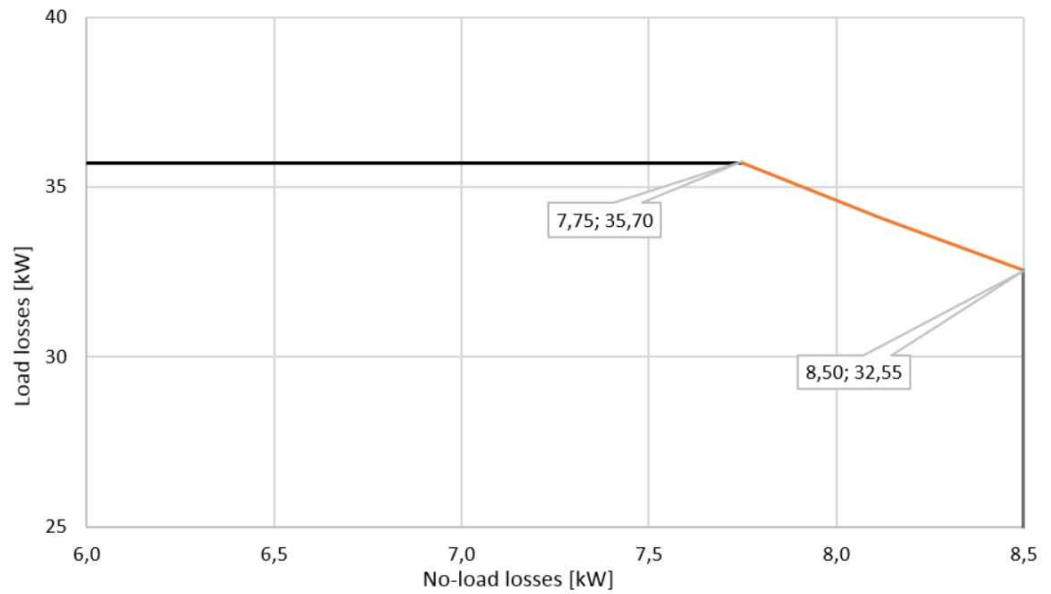


Figure 4-1 Transformer losses allowable area for Tier 1

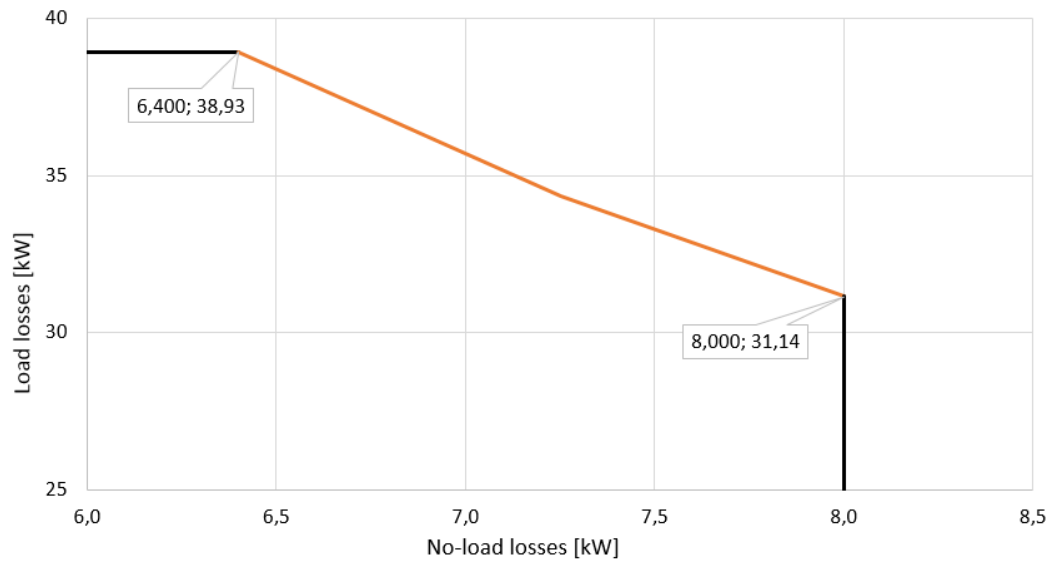


Figure 4-2 Transformer losses allowable area for Tier 2

The actual load losses vary depend on the operation mode of the turbine, hence in Table 4-4 the load losses are provided at different operation modes for the two loss variants. Table 4-4 covers both Tier 1 and Tier 2 transformer design. For further recalculation of load losses at different operation modes, refer to Figure 4-3.

Transformer losses Tier 1			
Peak Efficiency Index (PEI)	> 99.354		
Loss variant 1			
No-load loss	7.75 kW		
Load loss @ power, reference temperature according to IEC 60076-11	@5150kVA	@4200kVA ⁶	@4000kVA ⁶
	≤ 35.70 kW	≤ 23.75 kW	≤ 21.54 kW
Loss variant 2			
No-load loss	8.5 kW		
Load loss @ power, reference temperature according to IEC 60076-11	@5150kVA	@4200kVA ⁶	@4000kVA ⁶
	≤ 32.55 kW	≤ 21.65 kW	≤ 19.64 kW
Transformer losses Tier 2			
Peak Efficiency Index (PEI)	> 99.387		
Loss variant 1			
No-load loss	6.4 kW		
Load loss @ power, reference temperature according to IEC 60076-11	@5150kVA	@4200kVA ⁶	@4000kVA ⁶
	≤ 39.93 kW	≤ 25.89 kW	≤ 23.49 kW
Loss variant 2			
No-load loss	8.0 kW		
Load loss @ power, reference temperature according to IEC 60076-11	@5150kVA	@4200kVA ⁶	@4000kVA ⁶
	≤ 31.14 kW	≤ 20.71 kW	≤ 18.79 kW

Table 4-4: Transformer losses for Eco-designs IEC 50 Hz/60 Hz version.

NOTE

¹ The date reflects date for shipment of transformer from manufacturer.

² @1000m. According to IEC 60076-11, AC test voltage is altitude dependent.

³ Based on an average of calculated values across voltages and manufacturers.

⁴ Subjected to standard IEC tolerances.

⁵ Transformer max altitude may be adjusted to match turbine location. For voltage class Um 40,5 kV altitude are limited to 1000m for Eco-design Tier 2.

⁶ Information values based on operation mode, see Figure 4-3.

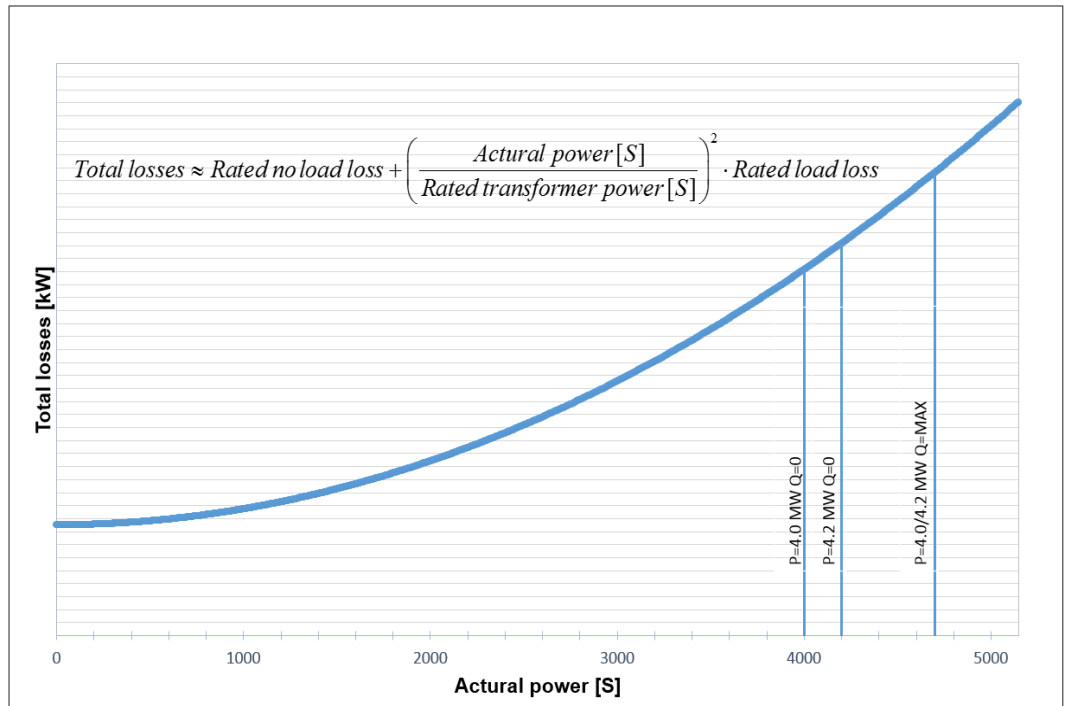


Figure 4-3: Total Losses vs. Actual Power.

4.4 HV Cables

The high-voltage cable runs from the transformer in the nacelle down the tower to the HV switchgear located at the bottom of the tower. The high-voltage cable can be of two different constructions:

- A three-core, rubber-insulated, halogen-free, high-voltage cable with a three-core split earth conductor.
- A four-core, rubber-insulated, halogen-free, high-voltage cable.

HV Cables	
High-Voltage Cable Insulation Compound	Improved ethylene-propylene (EP) based material-EPR or high modulus or hard grade ethylene-propylene rubber-HEPR
Pre-terminated	HV termination in transformer end. T-Connector Type-C in switchgear end.
Maximum Voltage	24 kV for 19.1-22.0 kV rated voltage 42 kV for 22.1-36.0 kV rated voltage
Conductor Cross Sections	3x70 / 70 mm ² (Single PE core) 3x70 + 3x70/3 mm ² (Split PE core)

Table 4-5: HV cables data

4.5 HV Switchgear

A gas insulated switchgear is installed in the bottom of the tower as an integrated part of the turbine. Its controls are integrated with the turbine safety system, which monitors the condition of the switchgear and high voltage safety related devices in the turbine. This system is named 'Ready to Protect' and ensures all protection devices are operational, whenever high voltage components in the turbine are energised. To ensure that the switchgear is always ready to trip, it is equipped with redundant trip circuits consisting of an active trip coil and an undervoltage trip coil.

In case of grid outage the circuit breaker will disconnect the turbine from the grid after an adjustable time.

When grid returns, all relevant protection devices will automatically be powered up via UPS.

When all the protection devices are operational, the circuit breaker will re-close after an adjustable time. The re-close functionality can furthermore be used to implement a sequential energization of a wind park, in order to avoid simultaneous inrush currents from all turbines once grid returns after an outage.

In case the circuit breaker has tripped due to a fault detection, the circuit breaker will be blocked for re-connection until a manual reset is performed.

In order to avoid unauthorized access to the transformer room during live condition, the earthing switch of the circuit breaker, contains a trapped-key interlock system with its counterpart installed on the access door to the transformer room.

The switchgear is available in three variants with increasing features, see Table 4-6. Beside the increase in features, the switchgear can be configured depending on the number of grid cables planned to enter the individual turbine. The design of the switchgear solution is optimized such grid cables can be connected to the switchgear even before the tower is installed and still maintain its protection toward weather conditions and internal condensation due to a gas tight packing.

The switchgear is available in an IEC version and in an IEEE version. The IEEE version is however only available in the highest voltage class. The electrical parameters of the switchgear are seen in Table 4-7 for the IEC version and in Table 4-8 for the IEEE version.

HV Switchgear			
Variant	Basic	Streamline	Standard
IEC standards	○	⊙	⊙
IEEE standards	⊙	○	⊙
Vacuum circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Overcurrent, short-circuit and earth fault protection	⊙	⊙	⊙
Disconnecter / earthing switch in circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Voltage Presence Indicator System for circuit breaker	⊙	⊙	⊙
Voltage Presence Indicator System for grid cables	⊙	⊙	⊙
Double grid cable connection	⊙	⊙	⊙
Triple grid cable connection	⊙	○	○
Preconfigured relay settings	⊙	⊙	⊙
Turbine safety system integration	⊙	⊙	⊙
Redundant trip coil circuits	⊙	⊙	⊙
Trip coil supervision	⊙	⊙	⊙
Pendant remote control from outside of tower	⊙	⊙	⊙
Sequential energization	⊙	⊙	⊙
Reclose blocking function	⊙	⊙	⊙
Heating elements	⊙	⊙	⊙
Trapped-key interlock system for circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Motor operation of circuit breaker	⊙	⊙	⊙
Cable panel for grid cables (configurable)	○	⊙	⊙
Switch disconnector panels for grid cables – max three panels (configurable)	○	⊙	⊙
Earthing switch for grid cables	○	⊙	⊙
Internal arc classification	○	⊙	⊙
Supervision on MCB's	○	⊙	⊙
Motor operation of switch disconnector	○	○	⊙
SCADA operation and feedback of circuit breaker	○	○	⊙
SCADA operation and feedback of switch disconnector	○	○	⊙

Table 4-6: HV switchgear variants and features

4.5.1 IEC 50/60Hz version

HV Switchgear	
Type description	Gas Insulated Switchgear
Applied standards	IEC 62271-103 IEC 62271-1, 62271-100, 62271-102, 62271-200, IEC 60694
Insulation medium	SF ₆
Rated voltage	
U _r 24.0kV	15.7-22.0 kV
U _r 36.0kV	22.1-33.0 kV
U _r 40.5kV	33.1-36.0 kV
Rated insulation level AC // LI Common value / across isolation distance	
U _r 24.0kV	50 / 60 // 125 / 145 kV
U _r 36.0kV	70 / 80 // 170 / 195 kV
U _r 40.5kV	85 / 90 // 185 / 215 kV
Rated frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated normal current	630 A
Rated Short-time withstand current	
U _r 24.0kV	20 kA
U _r 36.0kV	25 kA
U _r 40.5kV	25 kA
Rated peak withstand current 50 / 60 Hz	
U _r 24.0kV	50 / 52 kA
U _r 36.0kV	62.5 / 65 kA
U _r 40.5kV	62.5 / 65 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Internal arc classification (option)	
U _r 24.0kV	IAC A FLR 20 kA, 1 s
U _r 36.0kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
U _r 40.5kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Connection interface	Outside cone plug-in bushings, IEC interface C1.
Loss of service continuity category	LSC2
Ingress protection	
Gas tank	IP 65
Enclosure	IP 2X
LV cabinet	IP 3X
Corrosion class	C3

Table 4-7: HV switchgear data for IEC version

4.5.2 IEEE 60Hz version

HV Switchgear	
Type description	Gas Insulated Switchgear
Applied standards	IEEE 37.20.3, IEEE C37.20.4, IEC 62271-200, ISO 12944.
Insulation medium	SF ₆
Rated voltage	
	U_r 38.0kV 22.1-36.0 kV
Rated insulation level AC / LI	70 / 150 kV
Rated frequency	60 Hz
Rated normal current	600 A
Rated Short-time withstand current	25 kA
Rated peak withstand current	65 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Internal arc classification (option)	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Connection interface grid cables	Outside cone plug-in bushings, IEEE 386 interface type deadbreak, 600A.
Ingress protection	
	Gas tank NEMA 4X / IP 65
	Enclosure NEMA 2 / IP 2X
	LV cabinet NEMA 2 / IP 3X
Corrosion class	C3

Table 4-8: HV switchgear data for IEEE version

4.6 AUX System

The AUX system is supplied from a separate 650/400/230 V transformer located in the nacelle inside the converter cabinet. All motors, pumps, fans and heaters are supplied from this system.

230 V consumers are generally supplied from a 400/230 V transformer located in the tower base. Internal heating and ventilation of cabinets as well as specific option 230 V consumers are supplied from the auxiliary transformer in the converter cabinet.

Power Sockets	
Single Phase (Nacelle)	230 V (16 A) (standard) 110 V (16 A) (option) 2 x 55 V (16 A) (option)
Single Phase (Tower Platforms)	230 V (10 A) (standard) 110 V (16 A) (option) 2 x 55 V (16 A) (option)
Three Phase (Nacelle and Tower Base)	3 x 400 V (16 A)

Table 4-9: AUX system data

4.7 Wind Sensing System

The turbine is equipped with a wind sensing system which can provide the wind speed and wind direction in all weather conditions. It consists of at least one wind sensor combined with different estimators which gives an estimate of the wind in the entire rotor area.

4.8 Vestas Multi Processor (VMP) Controller

The turbine is controlled and monitored by the VMP8000 control system.

VMP8000 is a multiprocessor control system comprised of main controller, distributed control nodes, distributed IO nodes and ethernet switches and other network equipment. The main controller is placed in the tower bottom of the turbine. It runs the control algorithms of the turbine, as well as all IO communication.

The communications network is a time triggered Ethernet network (TTEthernet).

The VMP8000 control system serves the following main functions:

- Monitoring and supervision of overall operation.
- Synchronizing of the generator to the grid during connection sequence.
- Operating the wind turbine during various fault situations.
- Automatic yawing of the nacelle.
- OptiTip® - blade pitch control.
- Reactive power control and variable speed operation.
- Noise emission control.
- Monitoring of ambient conditions.
- Monitoring of the grid.
- Monitoring of the smoke detection system.

4.9 Uninterruptible Power Supply (UPS)

During grid outage, an UPS system will ensure power supply for specific components.

1. 230V AC UPS for all power backup to nacelle and hub control systems
2. 24V DC UPS for power backup to tower base control systems and ready to protect.
3. 230V AC UPS for power backup to internal lights in tower, nacelle and hub.

Backup Time	Standard	Optional
Control System* (230V AC and 24VDC UPS)	30 min	Up to 19.5 hours **
Ready to protect (24V DC UPS)	7 days	80 days***

Table 4-10: UPS data

Light Box		
Backup Time	Standard	Optional
Internal Lights	30 min	60 min****

Table 4-11: UPS data

*The control system includes: the turbine controller (VMP8000), HV switchgear functions, and remote control system.

**Requires upgrade of the 230V UPS for control system with extra batteries.

***Requires upgrade of the 24V DC UPS with extra battery panel.

****Requires upgrade of the 230V UPS for internal light with extra batteries.

NOTE For alternative backup times, consult Vestas.

5 Turbine Protection Systems

5.1 Braking Concept

The main brake on the turbine is aerodynamic. Stopping the turbine is done by full feathering the three blades (individually turning each blade). Each blade has a hydraulic accumulator to supply power for turning the blade.

In addition, there is a mechanical disc brake on the high-speed shaft of the gearbox with a dedicated hydraulic system. The mechanical brake is only used as a parking brake and when activating the emergency stop buttons.

5.2 Short Circuit Protections

Breakers	Breaker for Aux. Power. Back-up CB (T5V-HA 400A TMA 800V) and aux. power CB (T4V-HA 125A TMA 800V) tested in coordination	Breaker 1 for Converter Modules MTZ2 1600A 1000 V	Breaker 2 for Converter Modules MTZ2 3200A 1000 V
Breaking Capacity I_{cu} , I_{cs}	75 kA rms @ max 840 V $I_{cs} = 100\%$	66 kA rms @ max 1000 V $I_{cs} = 100\%$	66 kA rms @ max 1000 V $I_{cs} = 100\%$
Making Capacity I_{cm}	166 kA peak @ max 840 V	145 kA peak @ max 1000 V	145 kA peak @ max 1000 V

Table 5-1: Short circuit protection data

5.3 Overspeed Protection

The generator rpm and the main shaft rpm are registered by inductive sensors and calculated by the wind turbine controller to protect against overspeed and rotating errors.

The safety-related partition of the VMP8000 control system monitors the rotor rpm. In case of an overspeed situation, the safety-related partition of the VMP8000 control system activates the emergency feathered position (full feathering) of the three blades independently of the non-safety related partition of VMP8000 control system.

Overspeed Protection	
Sensors Type	Inductive
Trip Level (variant dependent)	12.0-17.5 rpm / 2000 (generator rpm)

Table 5-2: Overspeed protection data

5.4 Arc Detection

The turbine is equipped with an Arc Detection system including multiple optical arc detection sensors placed in the HV transformer compartment and the converter cabinet. The Arc Detection system is connected to the turbine safety system ensuring immediate opening of the HV switchgear if an arc is detected.

5.5 Smoke Detection

The turbine is equipped with a Smoke Detection system including multiple smoke detection sensors placed in the nacelle (above the disc brake), in the transformer compartment, in main electrical cabinets in the nacelle and above the HV switchgear in the tower base. The Smoke Detection system is connected to the turbine safety system ensuring immediate opening of the HV switchgear if smoke is detected.

5.6 Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower

The Lightning Protection System (LPS) helps protect the wind turbine against the physical damage caused by lightning strikes. The LPS consists of five main parts:

- Lightning receptors. All lightning receptor surfaces on the blades are unpainted, excluding the Solid Metal Tips (SMT).
- Down conducting system (a system to conduct the lightning current down through the wind turbine to help avoid or minimise damage to the LPS itself or other parts of the wind turbine).
- Protection against overvoltage and overcurrent.
- Shielding against magnetic and electrical fields.
- Earthing system.

V136 blades and V150 blades:

Lightning Protection Design Parameters			Protection Level I
Current Peak Value	$i_{\max}$	[kA]	200
Impulse Charge	Q_{impulse}	[C]	100
Long Duration Charge	Q_{long}	[C]	200
Total Charge	Q_{total}	[C]	300
Specific Energy	W/R	[MJ/Ω]	10
Average Steepness	di/dt	[kA/μs]	200

Table 5-3: Lightning protection design parameters (IEC)

Hub/Nacelle/Tower/Foundation and V117 blades:

Lightning Protection Design Parameters			Protection Level I
Current Peak Value	$i_{\max}$	[kA]	200
Impulse Charge	Q_{impulse}	[C]	200
Long Duration Charge	Q_{long}	[C]	600
Total Charge	Q_{total}	[C]	800
Specific Energy	W/R	[MJ/Ω]	20
Average Steepness	di/dt	[kA/μs]	200

Table 5-4: Lightning protection design parameters (IEC & JIS)

NOTE The Lightning Protection System is designed according to IEC and JIS standards (see section 8 Design Codes, p. 28).

5.7 EMC

The turbine and related equipment fulfils the EU Electromagnetic Compatibility (EMC) legislation:

- DIRECTIVE 2014/30/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility.

5.8 Earthing

The Vestas Earthing System consists of a number of individual earthing electrodes interconnected as one joint earthing system.

The Vestas Earthing System includes the TN-system and the Lightning Protection System for each wind turbine. It works as an earthing system for the medium voltage distribution system within the wind farm.

The Vestas Earthing System is adapted for the different types of turbine foundations. A separate set of documents describe the earthing system in detail, depending on the type of foundation.

In terms of lightning protection of the wind turbine, Vestas has no separate requirements for a certain minimum resistance to remote earth (measured in ohms) for this system. The earthing for the lightning protection system is based on the design and construction of the Vestas Earthing System.

A primary part of the Vestas Earthing System is the main earth bonding bar placed where all cables enter the wind turbine. All earthing electrodes are connected to this main earth bonding bar. Additionally, equipotential connections are made to all cables entering or leaving the wind turbine.

Requirements in the Vestas Earthing System specifications and work descriptions are minimum requirements from Vestas and IEC. Local and national requirements, as well as project requirements, may require additional measures.

5.9 Corrosion Protection

Classification of corrosion protection is according to ISO 12944-2.

Corrosion Protection	External Areas	Internal Areas
Nacelle	C5-M	C3
Hub	C5-M	C3
Tower	C5-I	C3

Table 5-5: Corrosion protection data for nacelle, hub, and tower

6 Safety

The safety specifications in this section provide limited general information about the safety features of the turbine and are not a substitute for Buyer and its agents taking all appropriate safety precautions, including but not limited to (a) complying with all applicable safety, operation, maintenance, and service agreements, instructions, and requirements, (b) complying with all safety-related laws, regulations, and ordinances, and (c) conducting all appropriate safety training and education.

6.1 Access

Access to the turbine from the outside is through a door located at the entrance platform approximately 3 meter above ground level. The door is equipped with a lock. Access to the top platform in the tower is by a ladder or service lift. Access to the nacelle from the top platform is by ladder. Access to the transformer room in the nacelle is controlled with a lock. Unauthorised access to electrical switchboards and power panels in the turbine is prohibited according to IEC 60204-1 2006.

6.2 Escape

In addition to the normal access routes, alternative escape routes from the nacelle are through the crane hatch, from the spinner by opening the nose cone, or from the roof of the nacelle. Rescue equipment is placed in the nacelle.

The hatch in the roof can be opened from both the inside and outside. Escape from the service lift is by ladder.

An emergency response plan, placed in the turbine, describes evacuation and escape routes.

6.3 Rooms/Working Areas

The tower and nacelle are equipped with power sockets for electrical tools for service and maintenance of the turbine.

6.4 Floors, Platforms, Standing, and Working Places

All floors have anti-slip surfaces.

There is one floor per tower section.

Rest platforms are provided at intervals of 9 metres along the tower ladder between platforms.

Foot supports are placed in the turbine for maintenance and service purposes.

6.5 Service Lift

The turbine is delivered with a service lift installed as an option.

6.6 Climbing Facilities

The tower ladder is equipped with a fall arrest system, either a rail system or a wire.

The service areas in the turbines are equipped with anchor points. The anchor point may be used for work positioning, fall restraint, fall arrest and to attach a descent device to perform rescue or escape from the turbine.

Anchor points are coloured yellow and are tested to 22.5 kN.

6.7 Moving Parts, Guards, and Blocking Devices

All moving parts in the nacelle are shielded.

The turbine is equipped with a rotor lock to block the rotor and drive train.

Blocking the pitch of the cylinder can be done with mechanical tools in the hub.

6.8 Lights

The turbine is equipped with lights in the tower, nacelle and hub.

There is emergency light in case of the loss of electrical power.

6.9 Emergency Stop

There are emergency stop buttons in the nacelle, hub and bottom of the tower.

6.10 Power Disconnection

The turbine is equipped with breakers to allow for disconnection from all power sources during inspection or maintenance. The switches are marked with signs and are located in the nacelle and bottom of the tower.

6.11 Fire Protection/First Aid

A handheld 5-6 kg CO₂ fire extinguisher, first aid kit and fire blanket are required to be located in the nacelle during service and maintenance.

- A handheld 5-6 kg CO₂ fire extinguisher is required only during service and maintenance activities, unless a permanently mounted fire extinguisher located in the nacelle is mandatorily required by authorities.
- First aid kits are required only during service and maintenance activities.
- Fire blankets are required only during non-electrical hot work activities.

6.12 Warning Signs

Warning signs placed inside or on the turbine must be reviewed before operating or servicing the turbine.

6.13 Manuals and Warnings

The Vestas Corporate OH&S Manual and manuals for operation, maintenance and service of the turbine provide additional safety rules and information for operating, servicing or maintaining the turbine.

7 Environment

7.1 Chemicals

Chemicals used in the turbine are evaluated according to the Vestas Wind Systems A/S Environmental System certified according to ISO 14001:2015. The following chemicals are used in the turbine:

- Anti-freeze to help prevent the cooling system from freezing.
- Gear oil for lubricating the gearbox.
- Hydraulic oil to pitch the blades and operate the brake.
- Grease to lubricate bearings.
- Various cleaning agents and chemicals for maintenance of the turbine.

8 Design Codes

8.1 Design Codes – Structural Design

The turbine design has been developed and tested with regard to, but not limited to, the following main standards:

Design Codes	
Nacelle and Hub	IEC 61400-1 Edition 3 EN 50308

Design Codes	
Tower	IEC 61400-1 Edition 3 Eurocode 3
Blades	DNV-OS-J102 IEC 1024-1 IEC 60721-2-4 IEC 61400 (Part 1, 12 and 23) IEC WT 01 IEC DEFU R25 ISO 2813 DS/EN ISO 12944-2
Gearbox	IEC 61400-4
Generator	IEC 60034
Transformer	IEC 60076-11, IEC 60076-16, CENELEC HD637 S1
Lightning Protection	IEC 62305-1: 2006 IEC 62305-3: 2006 IEC 62305-4: 2006 IEC 61400-24:2010 JIS C 1400-24 2014
Rotating Electrical Machines	IEC 34
Safety of Machinery, Safety-related Parts of Control Systems	IEC 13849-1
Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines	IEC 60204-1

Table 8-1: Design codes

9 Colours

9.1 Nacelle Colour

Colour of Vestas Nacelles	
Standard Nacelle Colour	RAL 7035 (light grey)
Standard Logo	Vestas

Table 9-1: Colour, nacelle

9.2 Tower Colour

Colour of Vestas Tower Section		
	External:	Internal:
Standard Tower Colour	RAL 7035 (light grey)	RAL 9001 (cream white)

Table 9-2: Colour, tower

9.3 Blade Colour

Blade Colour	
Standard Blade Colour	RAL 7035 (light grey). All lightning receptor surfaces on the blades are unpainted, excluding the Solid Metal Tips (SMT).
Tip-End Colour Variants	RAL 2009 (traffic orange), RAL 3020 (traffic red)
Gloss	< 30% DS/EN ISO 2813

Table 9-3: Colour, blades

10 Operational Envelope and Performance Guidelines

Actual climate and site conditions have many variables and should be considered in evaluating actual turbine performance. The design and operating parameters set forth in this section do not constitute warranties, guarantees, or representations as to turbine performance at actual sites.

10.1 Climate and Site Conditions

Values refer to hub height:

Extreme Design Parameters	
Wind Climate	All
Ambient Temperature Interval (Standard Temperature Turbine)	-40° to +50°C

Table 10-1: Extreme design parameters

10.2 Operational Envelope – Temperature and Altitude

Values below refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval (V117 and V136 Standard Turbine)	-20° to +45°C
Ambient Temperature Interval (V117 and V136 Low Temperature Turbine)	-30° to +45°C

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval (V150 Standard Turbine)	-30° to +45°C

Table 10-2: Operational envelope – temperature

NOTE The wind turbine will stop producing power at ambient temperatures above 45°C. For the low temperature options of the wind turbine, consult Vestas.

The turbine is designed for use at altitudes up to 1000 m above sea level as standard and optional up to 2000 m above sea level.

10.3 Operational Envelope – Temperature and Altitude

The turbine comes in two cooler top configurations with different performance as function of temperature. Figure 10-1 illustrate performance for standard cooler top and Figure 10-2 illustrate performance for high temperature cooler top. (HT version is not available for all turbine variants. Please consult Vestas for more information).

The values in the graphs refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine. At ambient temperatures above the thresholds shown in the figures the turbine will maintain derated production. The derate values depend of the altitude of the turbine.

The graphs show the derate curve for PO1. Mode 0, LO1 and LO2 will follow the same derate curve, but with a nominal power at respectively 4.0MW, 3.8MW and 3.6MW.

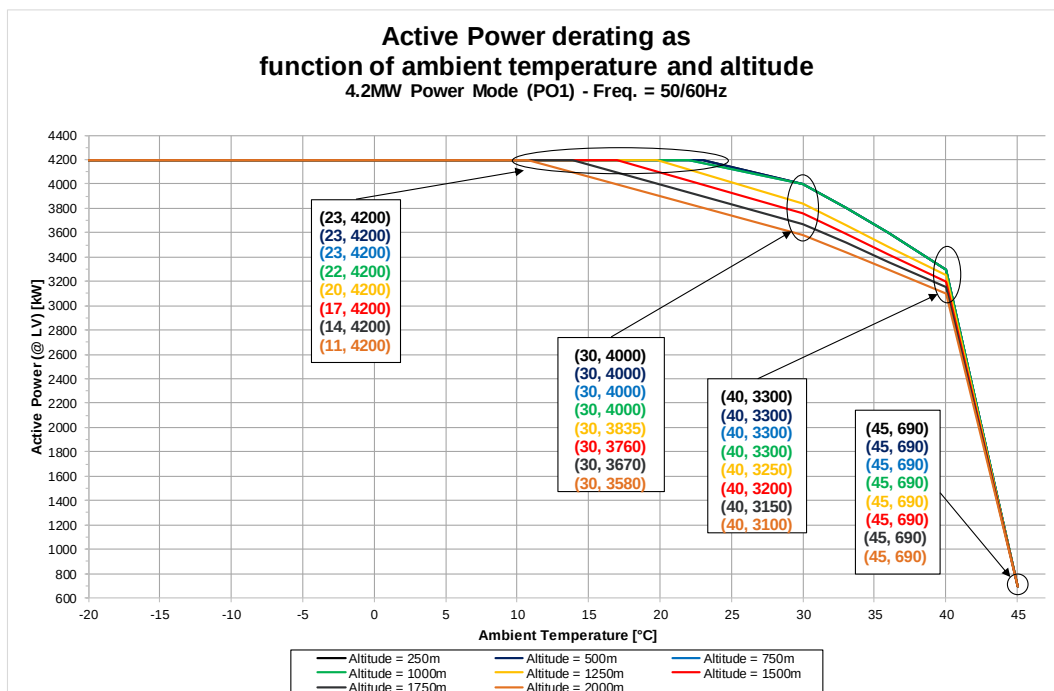


Figure 10-1: Temperature dependant derated operation – Standard Cooler Top.

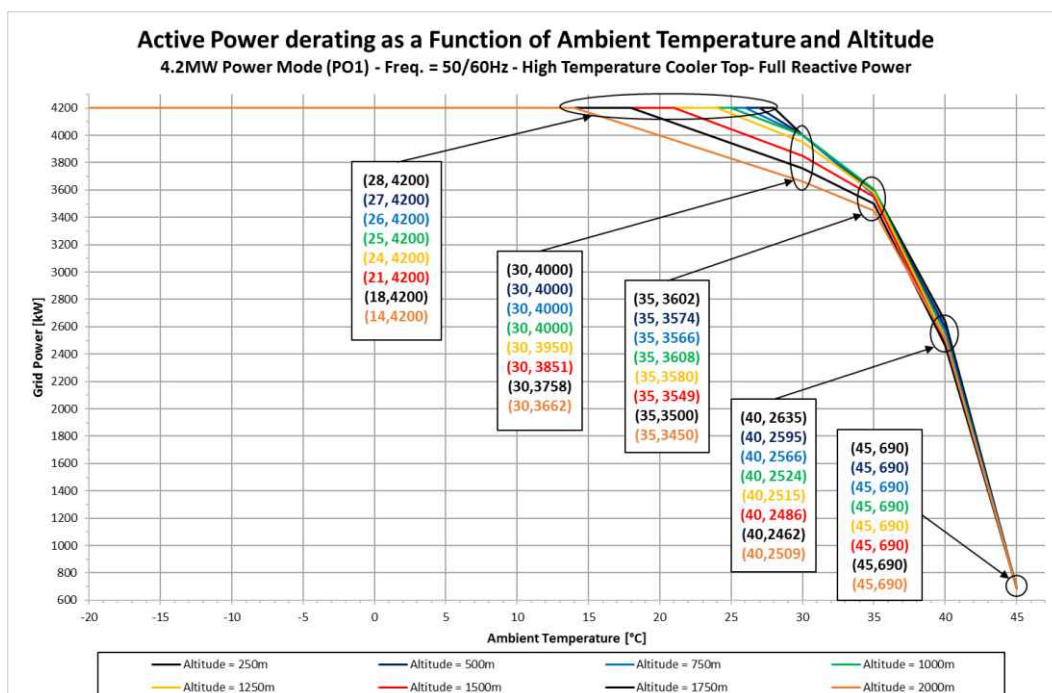


Figure 10-2: Temperature dependant derated operation – High Temperature Cooler Top.

10.4 Operational Envelope – Grid Connection

Operational Envelope – Grid Connection		
Nominal Phase Voltage	[U _{NP}]	720 V
Nominal Frequency	[f _N]	50/60 Hz
Maximum Frequency Gradient	±4 Hz/sec.	
Maximum Negative Sequence Voltage	3% (connection) 2% (operation)	
Minimum Required Short Circuit Ratio at Turbine HV Connection	5.0 (contact Vestas for lower SCR levels)	
Maximum Short Circuit Current Contribution	1.05 p.u. (continuous) 1.45 p.u. (peak)	

Table 10-3: Operational envelope – grid connection

The generator and the converter will be disconnected if*:

Protection Settings	
Voltage Above 110%** of Nominal for 1800 Seconds	792 V
Voltage Above 116% of Nominal for 60 Seconds	835 V
Voltage Above 125% of Nominal for 2 Seconds	900 V
Voltage Above 136% of Nominal for 0.150 Seconds	979 V
Voltage Below 90%** of Nominal for 180 Seconds (FRT)	648 V
Voltage Below 85% of Nominal for 12 Seconds (FRT)	612 V
Voltage Below 80% of Nominal for 4 Seconds (FRT)	576 V
Frequency is Above 106% of Nominal for 0.2 Seconds	53/63.6 Hz
Frequency is Below 94% of Nominal for 0.2 Seconds	47/56.4 Hz

Table 10-4: Generator and converter disconnecting values

NOTE

* Over the turbine lifetime, grid drop-outs are to occur at an average of no more than 50 times a year.

** The turbine may be configured for continuous operation @ +/- 13 % voltage. Reactive power capability is limited for these widened settings to an extent that is yet to be determined.

All protection settings are preliminary and subject to change.

10.5 Operational Envelope – Reactive Power Capability in 4.0 MW Mode 0

The turbine has a reactive power capability in 4.0 MW Mode 0 on the low voltage side of the HV transformer as illustrated in Figure 10-3:

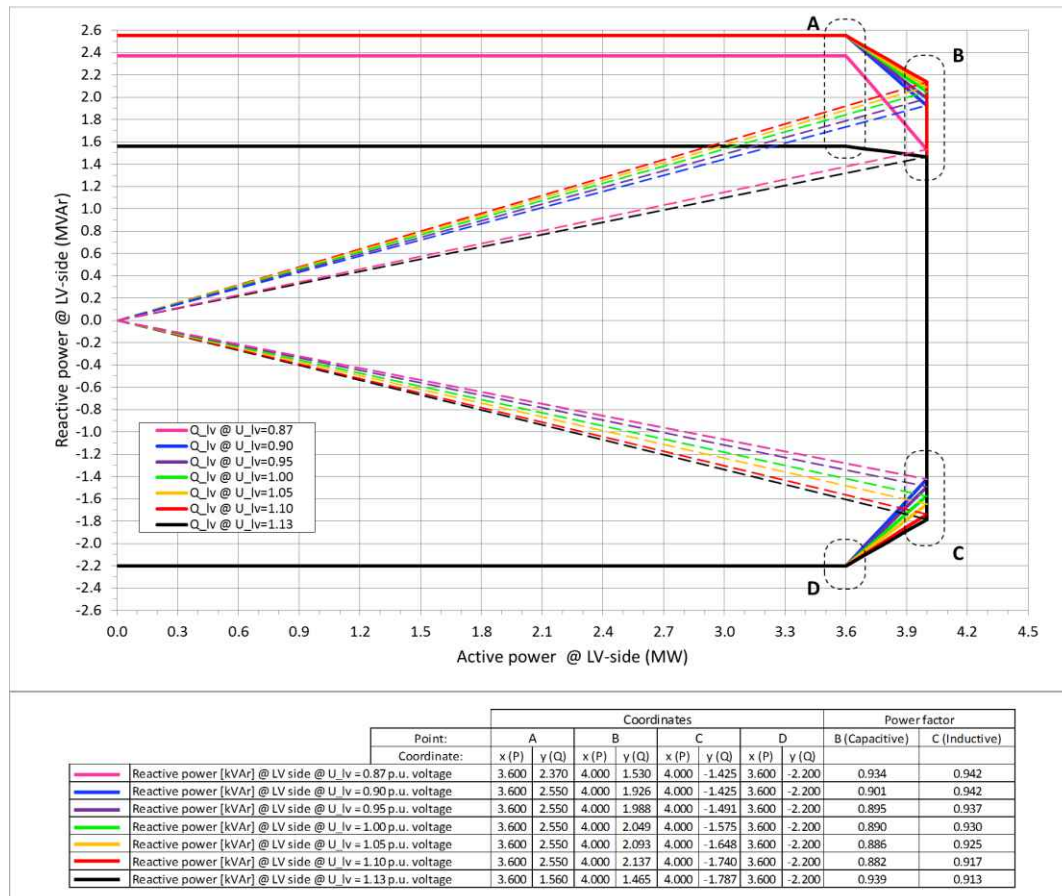


Figure 10-3: Reactive power capability for 4.0 MW Mode 0.

When operating at 4.0 MW nominal power at LV side of the HV transformer, the reactive power capability on the high voltage side of the HV transformer is approximately:

- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.95/0.90$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 0.90$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.93/0.87$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.10$ p.u. voltage

Reactive power is produced by the full-scale converter. Traditional capacitors are, therefore, not used in the turbine.

The turbine is able to maintain the reactive power capability at low wind with no active power production.

NOTE

4.0 MW Mode 0 derates above +30°C ambient temperature for ≤ 1000 m.a.s.l. according to Figure 10-1 or Figure 10-2.

10.6 Operational Envelope – Reactive Power Capability in 4.0 MW Reactive Power Optimized Mode (QO1)

An optional, extended reactive power capability is available with 4.0 MW Reactive Power Optimized Mode (QO1) when ambient temperature is below +20°C for ≤1000 m.a.s.l. The reactive power capability is as seen in Figure 10-4:

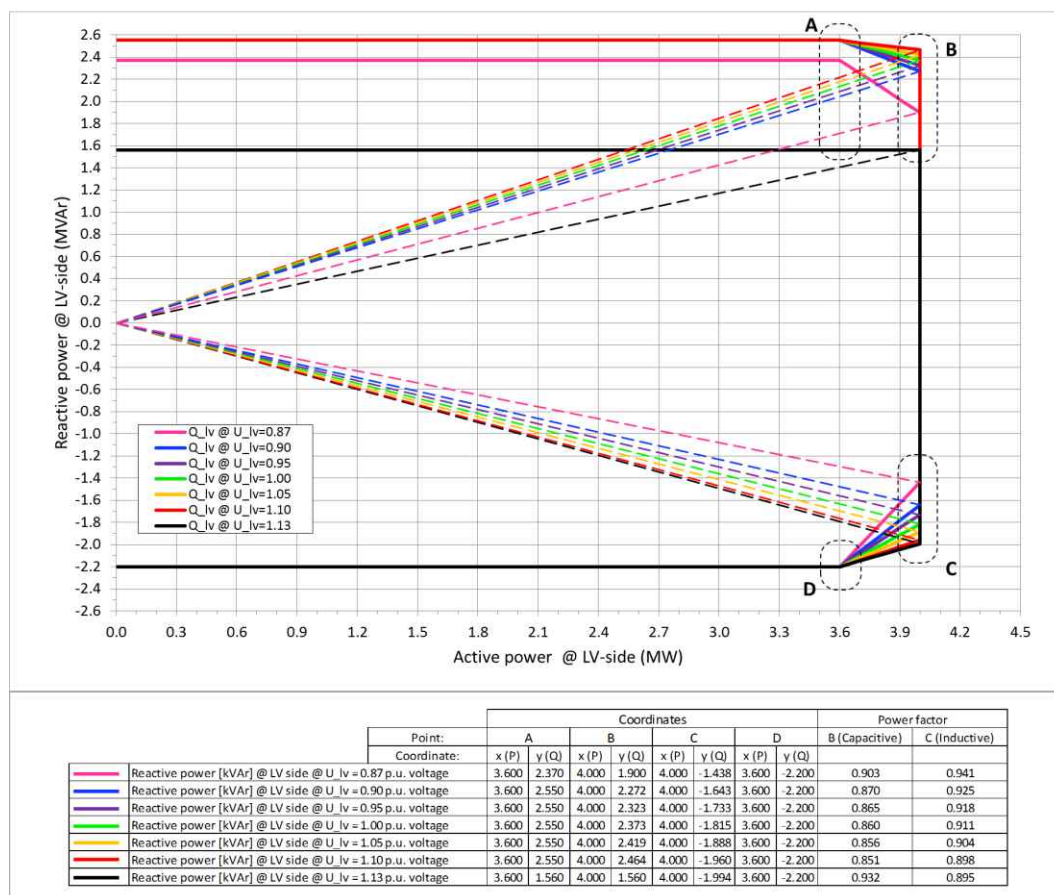


Figure 10-4: Reactive power capability for 4.0 MW Reactive Power Optimized Mode (QO1).

When operating at 4.0 MW in Reactive Power Optimized Mode (QO1) at LV side of the HV transformer, the reactive power capability on the high voltage side of the HV transformer is approximately:

- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.92/0.88$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 0.90$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.90/0.85$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.10$ p.u. voltage

The turbine is able to maintain the reactive power capability at low wind with no active power production.

NOTE

4.0 MW Reactive Power Optimized Mode (QO1) derates reactive power linearly above +20°C ambient temperature for ≤1000 m.a.s.l. to converge with the reactive power capability of 4.0 MW Mode 0 in Figure 10-3 at +30°C.

10.7 Operational Envelope – Reactive Power Capability in 4.2 MW Power Optimized Mode (PO1)

The reactive power capability for the 4.2 MW Power Optimized Mode (PO1) is as illustrated in Figure 10-5:

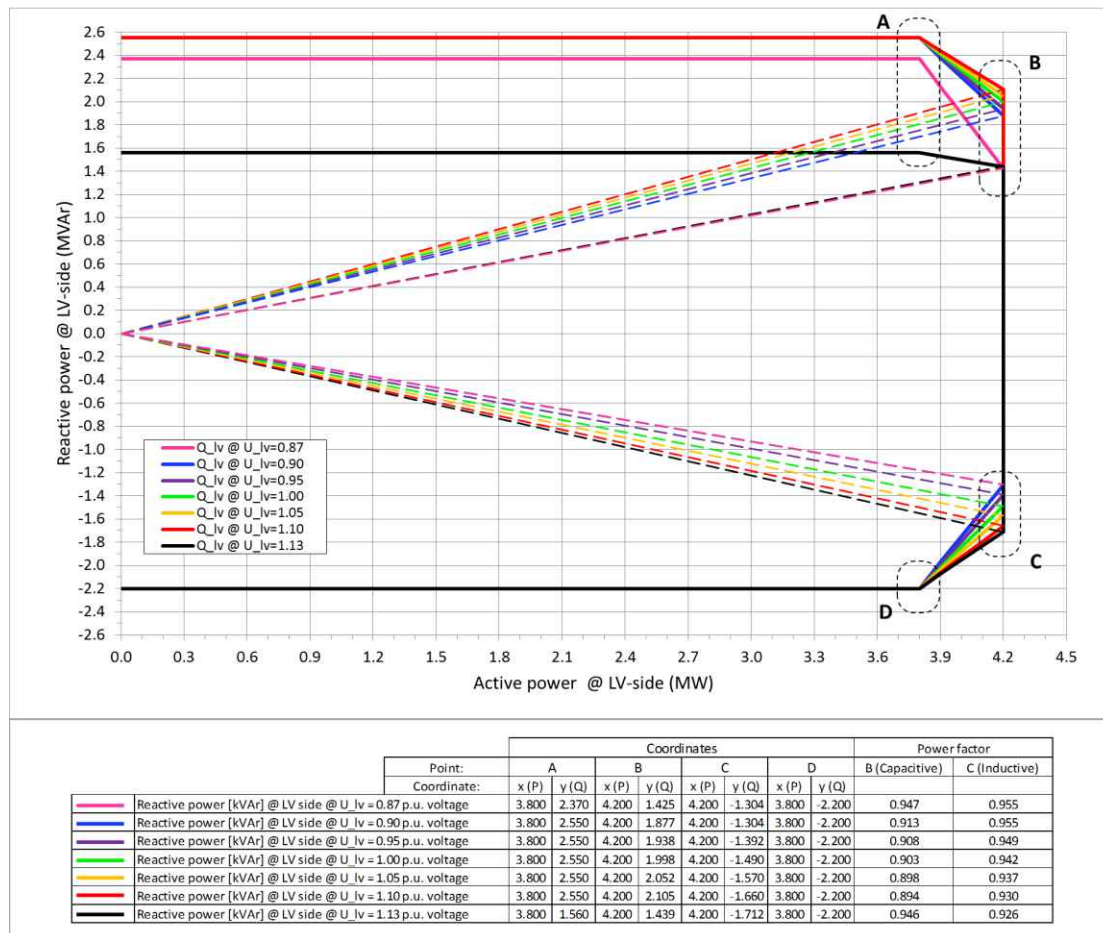


Figure 10-5: Reactive power capability for 4.2 MW Power Optimized Mode (PO1).

When operating at 4.2 MW in Power Optimized Mode (PO1) at LV side of the HV transformer, the reactive power capability on the high voltage side of the HV transformer is approximately:

- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.95/0.91$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 0.90$ p.u. voltage
- $\cos\phi(\text{HV}) = 0.94/0.88$ capacitive/inductive @ $U(\text{HV}) = 1.10$ p.u. voltage

The turbine is able to maintain the reactive power capability at low wind with no active power production.

NOTE

4.2 MW Power Optimized Mode (PO1) derates above +20°C ambient temperature for ≤1000 m.a.s.l. according to Figure 10-1 and Figure 10-2.

4.2 MW Power Optimized Mode (PO1) is mutually exclusive with 4.0 MW Reactive Power Optimized Mode (QO1) (since Q is traded for P).

10.8 Performance – Fault Ride Through

The turbine is equipped with a full-scale converter to gain better control of the wind turbine during grid faults. The turbine control system continues to run during grid faults.

The turbine is designed to stay connected during grid disturbances within the voltage tolerance curve as illustrated below:

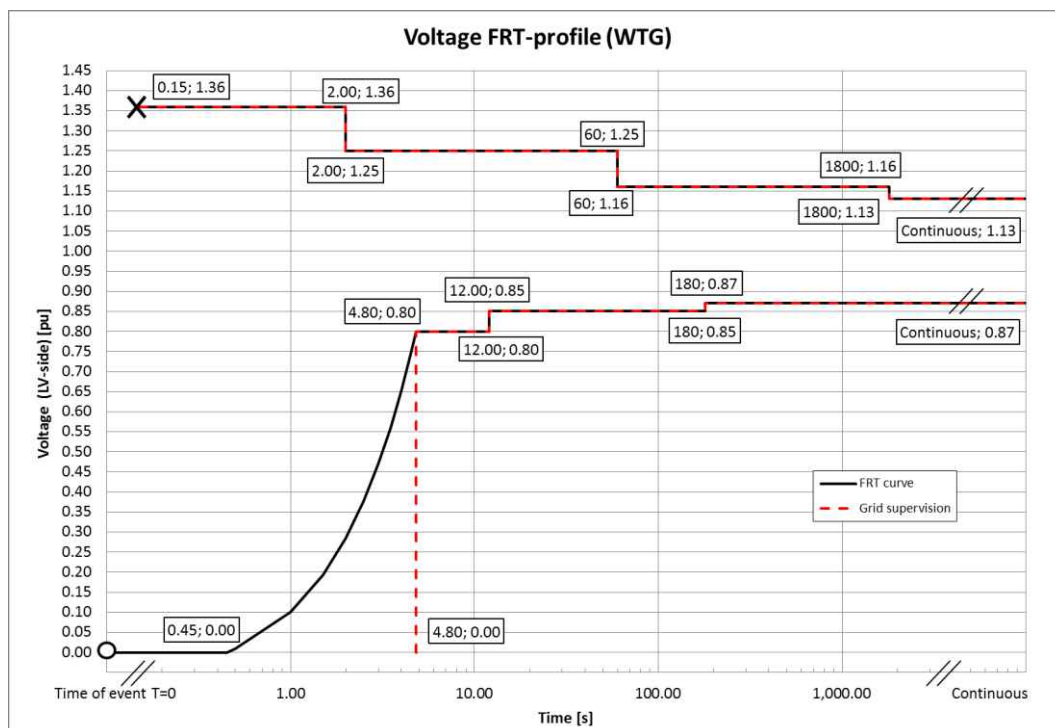


Figure 10-6: Voltage tolerance curve for symmetrical and asymmetrical faults, where U represents voltage as measured on the grid.

For grid disturbances outside the tolerance curve in Figure 10-6, the turbine will be disconnected from the grid.

NOTE All fault ride through capability values are preliminary and subject to change.

Power Recovery Time	
Power Recovery to 90% of Pre-Fault Level	Maximum 0.1 seconds

Table 10-5: Power recovery time

10.9 Performance – Reactive Current Contribution

The reactive current contribution depends on whether the fault applied to the turbine is symmetrical or asymmetrical.

NOTE

All reactive current contribution values are preliminary and subject to change.

10.9.1 Symmetrical Reactive Current Contribution

During symmetrical voltage dips, the wind farm will inject reactive current to support the grid voltage. The reactive current injected is a function of the measured grid voltage.

The default value gives a reactive current part of 1 p.u. of the rated active current at the high voltage side of the HV transformer. Figure 10-7, indicates the reactive current contribution as a function of the voltage. The reactive current contribution is independent from the actual wind conditions and pre-fault power level. As seen in Figure 10-7, the default current injection slope is 2% reactive current increase per 1% voltage decrease. The slope can be parameterized between 0 and 10 to adapt to site specific requirements.

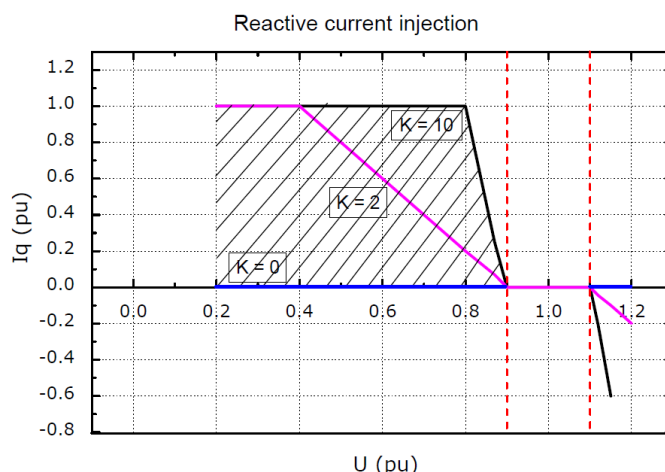


Figure 10-7: Reactive current injection

10.9.2 Asymmetrical Reactive Current Contribution

The injected current is based on the measured positive sequence voltage and the used K-factor. During asymmetrical voltage dips, the reactive current injection is limited to approximate 0.4 p.u. to limit the potential voltage increase on the healthy phases.

10.10 Performance – Multiple Voltage Dips

The turbine is designed to handle re-closure events and multiple voltage dips within a short period of time due to the fact that voltage dips are not evenly distributed during the year. For example, the turbine is designed to handle 10 voltage dips of duration of 200 ms, down to 20% voltage, within 30 minutes.

10.11 Performance – Active and Reactive Power Control

The turbine is designed for control of active and reactive power via the VestasOnline® SCADA system.

Maximum Ramp Rates for External Control	
Active Power	0.1 p.u./sec for max. power level change of 0.3 p.u. 0.3 p.u./sec for max. power level change of 0.1 p.u.
Reactive Power	20 p.u./sec

Table 10-6: Active/reactive power ramp rates (values are preliminary)

To support grid stability the turbine is capable to stay connected to the grid at active power references down to 10 % of nominal power for the turbine. For active power references below 10 % the turbine may disconnect from the grid.

10.12 Performance – Voltage Control

The turbine is designed for integration with VestasOnline® voltage control by utilising the turbine reactive power capability.

10.13 Performance – Frequency Control

The turbine can be configured to perform frequency control by decreasing the output power as a linear function of the grid frequency (over frequency). Dead band and slope for the frequency control function are configurable.

10.14 Distortion – Immunity

The turbine is able to connect with a pre-connection (background) voltage distortion level at the grid interface of 8% and operate with a post-connection voltage distortion level of 8%.

10.15 Main Contributors to Own Consumption

The consumption of electrical power by the wind turbine is defined as the power used by the wind turbine when it is not providing energy to the grid. This is defined in the control system as Production Generator 0 (zero).

The components in Table 10-7 have the largest influence on the own consumption of the wind turbine (the average own consumption depends on the actual conditions, the climate, the wind turbine output, the cut-off hours, etc.).

The VMP8000 control system has a hibernate mode that reduces own consumption when possible. Similarly, cooling pumps may be turned off when the turbine idles.

Main contributors to Own Consumption	
Hydraulic Motor	2 x 15 (V117) / 18.5 kW (V136 + V150) (master-slave)
Yaw Motors	Maximum 21 kW in total
Water Heating	10 kW
Water Pumps	2.2 + 5.5 kW
Oil Heating	7.9 kW
Oil Pump for Gearbox Lubrication	12.5 kW
Controller Including Heating Elements for the Hydraulics and all Controllers	Approximately 3 kW
HV Transformer No-load Loss	See section 4.3 HV Transformer, p. 14

Table 10-7: Main contributors to own consumption data (values are preliminary).

11 Drawings

11.1 Structural Design – Illustration of Outer Dimensions

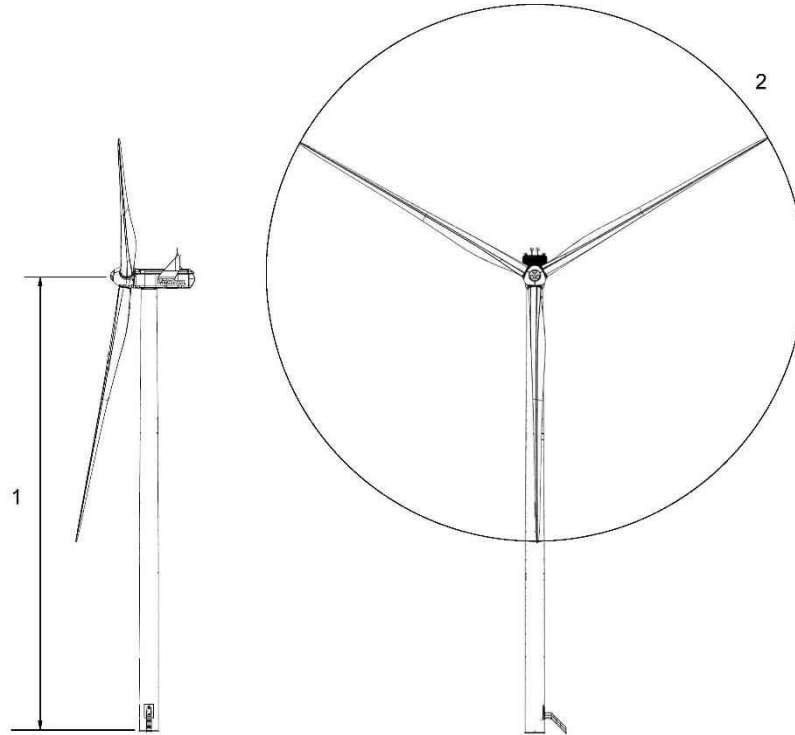


Figure 11-1: Illustration of outer dimensions – structure

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 Hub heights: See Performance Specification | 2 Rotor diameter: 117-150 m |
|---|------------------------------------|

11.2 Structural Design – Side View Drawing



Figure 11-2: Side-view drawing

12 General Reservations, Notes and Disclaimers

- © 2017 Vestas Wind Systems A/S. This document is created by Vestas Wind Systems A/S and/or its affiliates and contains copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the document may be reproduced or copied in any form or by any means – such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems – without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of this document is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. Trademarks, copyright or other notices may not be altered or removed from the document.
- The general descriptions in this document apply to the current version of the 4MW Platform wind turbines. Updated versions of the 4MW Platform wind turbines, which may be manufactured in the future, may differ from this general description. In the event that Vestas supplies an updated version of a specific 4MW Platform wind turbine, Vestas will provide an updated general description applicable to the updated version.
- Vestas recommends that the grid be as close to nominal as possible with limited variation in frequency and voltage.
- A certain time allowance for turbine warm-up must be expected following grid dropout and/or periods of very low ambient temperature.
- All listed start/stop parameters (e. g. wind speeds and temperatures) are equipped with hysteresis control. This can, in certain borderline situations, result in turbine stops even though the ambient conditions are within the listed operation parameters.
- The earthing system must comply with the minimum requirements from Vestas, and be in accordance with local and national requirements and codes of standards.
- This document, General Description, is not an offer for sale, and does not contain any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and noise (including, without limitation, the power curve and noise verification method). Any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and noise (including, without limitation, the power curve and noise verification method) must be agreed to separately in writing.

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

ANEXO II – RECURSO EÓLICO

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.004.02

02	02/04/25	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	03/05/24	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	13/05/22	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

P.E. “LA MUELA III
MODIFICACIÓN”

EGP CODE

GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GRE	EEC	R	99	ES	W	18532	0000	04	02

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.004.02

PAGE

2 di/of 9



INDEX

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CAMPAÑA DE MEDIDAS Y TRATAMIENTO DE DATOS	4
2.1. DATOS DISPONIBLES	4
2.2. RESUMEN DE DATOS DE VIENTO	5
3. EXTRAPOLACIÓN A LARGO PLAZO	6
4. PERFIL VERTICAL DE VELOCIDAD	6
5. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DEL PARQUE EÓLICO "LA MUELA III" MODIFICACIÓN.....	6
6. CONCLUSIONES.....	9

1. INTRODUCCIÓN

En este informe se presenta un estudio de evaluación del recurso eólico y una estimación de la producción eléctrica para el Proyecto Refundido de Parque Eólico "La Muela III modificación", de 17.6MW.

El Proyecto Refundido de Parque Eólico "La Muela III modificación" constará de 4 aerogeneradores. Dos V117 del fabricante Vestas, con una potencia nominal de 4.3 MW, con 117 m de diámetro de rotor y una altura de buje de 84 metros, o un modelo similar, y dos V136, del fabricante Vestas, con una potencia nominal de 4.5 MW, con 136 m de diámetro de rotor, o un modelo similar. Para la V136 hay una turbina con 82 m de altura de buje, y otra con 81m.

UTM (ETRS89, Huso 30)				ALTURA DE BUJE (M)
NOMENCLATURA DEL PROYECTO	NOMENCLATURA DE RECURSO EÓLICO	X	Y	
MLMIII 1	M3_MOD1	653.281	4.606.765	84
MLMIII 2	M3_MOD2	653.200	4.607.478	84
MLMIII 3	M3_MOD3	653.185	4.608.249	81
MLMIII 4	M3_MOD4	653.664	4.608.535	82

Tabla 1 – Coordenadas de los aerogeneradores (UTM ETRS89 z30)

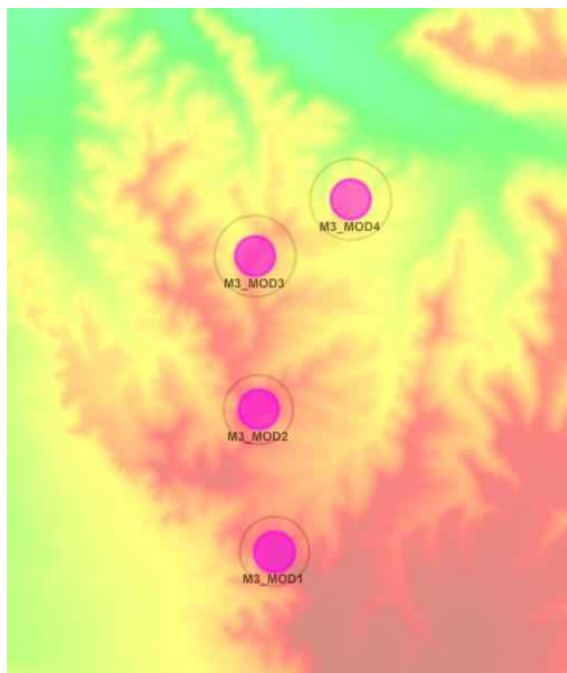


Figura 1 – Ubicación de los aerogeneradores

A continuación, se recogen los puntos más importantes de la evaluación del recurso eólico llevada a cabo en el área de referencia.

2. CAMPAÑA DE MEDIDAS Y TRATAMIENTO DE DATOS

2.1. DATOS DISPONIBLES

En el área de investigación se dispone de 3 dispositivos de medida: 2 lidars y una torre meteorológica. Las coordenadas de los dispositivos de medida son las siguientes:

NOMBRE	X	Y	TIPO
LMUEL1	654.857	4.601.488	Lidar
MUEL2	653.152	4.608.229	Met Mast
LMUEL2	655.204	4.605.073	Lidar

Tabla 2 – Coordenadas de los dispositivos de medida (UTM ETRS89 z30)

La siguiente imagen muestra la ubicación de los dispositivos de medida:



Figura 2- Ubicación de los dispositivos de medida

2.2. RESUMEN DE DATOS DE VIENTO

Los gráficos siguientes resumen las características del viento en la zona de estudio:

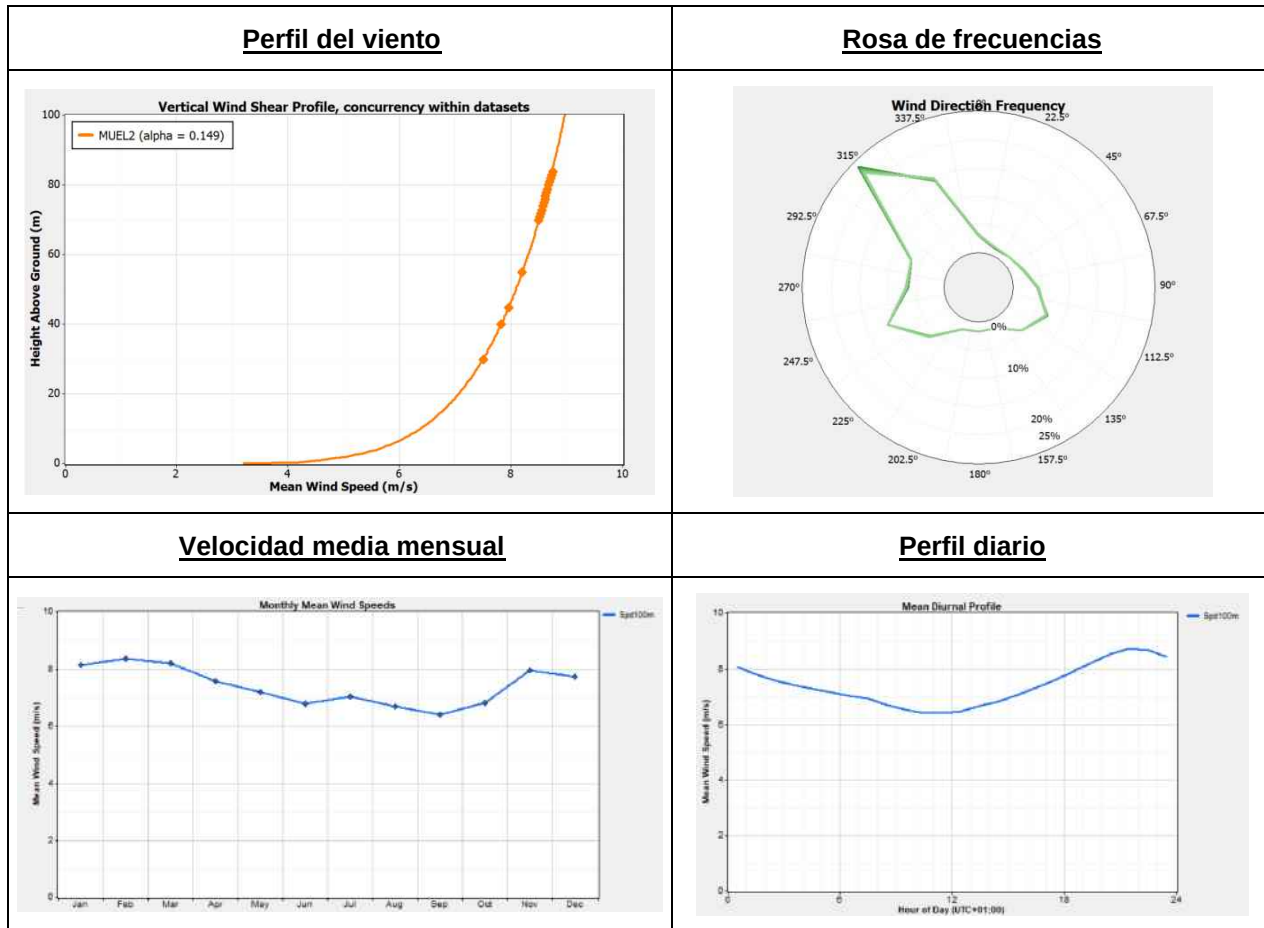


Figura 3: Condiciones climáticas



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.004.02

PAGE

6 di/of 9



3. EXTRAPOLACIÓN A LARGO PLAZO

Para hacer una estimación del recurso eólico a largo plazo es necesario el uso de medidas de referencia con un período de medidas de varios años. El recurso eólico ha sido calculado empleando los datos de re-análisis de Vortex. Así mismo, y para mejorar los datos atmosféricos, se emplean datos mejorados de elevación y cobertura terrestre para el modelado a microescala.

Por tanto, se cumple con las buenas prácticas de la industria y con las recomendaciones internacionales, según las cuales se debe emplear una referencia con diez años de datos, aunque en la mayoría de los emplazamientos bastan cinco para obtener resultados ajustados. Del análisis a largo plazo realizado se obtienen la siguiente velocidad media a largo plazo a altura de buje de los aerogeneradores.

- 7,06 m/s a 84 m

4. PERFIL VERTICAL DE VELOCIDAD

Se ha estimado un perfil potencial para la extrapolación en altura de la velocidad del viento de 0.149.

5. PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DEL PARQUE EÓLICO "LA MUELA III" MODIFICACIÓN

Teniendo en cuenta los resultados de datos de viento y las restricciones impuestas por las características orográficas de la zona, se realizó una configuración inicial para el Proyecto Refundido de Parque Eólico "Muela 3 modificación". Esta disposición inicial fue revisada de acuerdo a las restricciones ambientales y zonas excluidas por valores patrimoniales, así como los parques eólicos autorizados en el entorno.

Los aerogeneradores están dispuestos en una elevación del terreno bien expuestas a las direcciones predominantes del viento.

La producción para las posiciones de los aerogeneradores y el factor de estela se obtienen mediante el modelo y software de Openwind.

Se han considerado las curvas de potencia de los aerogeneradores V117, en su modo de funcionamiento de 4.3MW, y V136, en su modo de funcionamiento de 4.5MW, y adaptando estas a la densidad del emplazamiento de 1.14 kg/m3.

Se han calculado unas pérdidas por estela teniendo en cuenta parques eólicos cercanos del 0.55%.

Una vez determinada la producción por aerogenerador incluyendo estas pérdidas, se han estudiado y calculado otro tipo de pérdidas que van a afectar a la producción del parque.

Para el cálculo de la producción neta, se han estimado las siguientes pérdidas energéticas:

Disponibilidad	
Turbina y disponibilidad de la planta	97.55%
Disponibilidad de la red	99.70%
Limitación de red	95.73%
Mantenimiento programado de la red	99.80%
Fuerza mayor	99.50%
Eficiencia eléctrica	
Acuerdo de conexión a red	100.00%
Transformador alta/ media tensión	99.10%
Sistema de media tensión	99.20%
Transformador principal	99.70%
Línea alta tensión	99.20%
Auxiliares: Consumos operacionales	99.90%
Auxiliares: Consumos de la red	99.90%
Rendimiento de turbina	
Rendimiento de la curva de potencia	99.50%
Desviaciones sobre curva de potencia garantizada	97.50%
Otros/ Subóptimos	99.85%
Degradación de las palas	98.42%
Histéresis	99.00%
Operacional	
Limitación de potencia	99.26%
Reducción de red	100.00%
Gestión del sector eólico (wind sector management)	99.00%
Apagado por temperatura	99.50%
Otras estrategias operativas	99.50%
Ambientales	
Heladas	99.90%
Suciedad de las palas	99.50%
Otras pérdidas ambientales	98.29%

Tabla 3: Pérdidas estimadas



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.004.02

PAGE

8 di/of 9

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUJA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

En la siguiente tabla se muestran los valores de producción obtenidos. En ella se indica el número de aerogeneradores del parque, la potencia total instalada, la producción teórica corregida, el factor de estela, la producción bruta obtenida teniendo en cuenta las pérdidas por efecto estela, y la producción neta teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas anteriores.

Fabricante	Vestas	
Modelo de aerogenerador	V117	V136
Potencia nominal (MW)	4.3MW	4.5MW
Número de aerogeneradores	2	2
Potencia total (MW)	17.6 MW	
Altura de buje (m)	84	81/82
CONDICIONES CLIMÁTICAS		
Velocidad libre media (m/s)	7.06	
Air Density (kg/m³)	1.14	
ENERGÍA		
Libre (MWh/year)	53567	
Efecto estela	0.55%	
Pérdidas	19.5%	
Neta P50 (MWh/year)	42073	
Neta P50 (Horas equivalentes)	2391	

Tabla 4: Resumen



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W

PAGE

9 di/of 9



6. CONCLUSIONES

El emplazamiento del Proyecto Refundido de Parque Eólico "Muela III Modificación" muestra un elevado nivel de recurso eólico, con una media de 2391 horas equivalentes. El emplazamiento se ha encontrado adecuado para la instalación de 2 aerogeneradores Vestas V117 de 84m de altura de buje y trabajando en los modos de funcionamiento de 4.3 MW de potencia nominal, o un modelo similar, y 2 aerogeneradores Vestas V136, de 81m y 82m de altura de buje y trabando en el modo de funcionamiento de 4.5MW de potencia nominal, o un modelo similar. Dichos aerogeneradores se han colocado optimizando el recurso eólico y minimizando la interferencia sobre los parques eólicos próximos. Así mismo, se han tenido en cuenta las restricciones ambientales y por valor patrimonial para su ubicación.

La velocidad de viento media a la altura del buje en el área de interés es 7.06 m/s.

Los rumbos predominantes de la dirección del viento son los del NW.

Existe una ligera variación estacional del recurso eólico, siendo los meses más ventosos los correspondientes al invierno y los menos ventosos durante el verano.

Las pérdidas por estela dentro del parque eólico producidas por parques externos cercanos, con la disposición de aerogeneradores considerada, se estima en un 0.55%.

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

ANEXO III – CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.005.02

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
02	21/03/2025	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	03/05/2024	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	13/05/2022	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT P.E. "LA MUELA III MODIFICACIÓN"	EGP CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER		COUNTRY		TEC	PLANT					SYSTEM		PROGRESSIVE		REVISION	
	GRE	EEC	R	9	9	E	S	W	1	8	5	3	2	0	0	0	0	5	0
CLASSIFICATION				UTILIZATION SCOPE															

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

INDEX

1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS PE "LA MUELA III MODIFICACIÓN"	3
1.1. CABLES DE MEDIA TENSIÓN.....	3
1.2. CÁLCULO DE CONDUCTORES.....	3
1.2.1. Criterios de cálculo	3
1.2.2. Líneas colectoras de Media Tensión.....	3
1.2.3. Justificación de las pantallas de los cables	7
1.4. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS	8
1.4.1. Cálculo de las tensiones de paso y de contacto en el C.T.- aerogenerador.....	10

1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS PE "LA MUELA III MODIFICACIÓN"

1.1. CABLES DE MEDIA TENSIÓN

La tensión simple de la red fase-neutro será:

$$\frac{20}{\sqrt{3}} = 11,55 \text{ kV}$$

Se adoptará para una red de categoría A, según normas vigentes, un cable para MT de:

$$\frac{U}{U_0} = \frac{12}{20} \text{ kV}$$

1.2. CÁLCULO DE CONDUCTORES

1.2.1. Criterios de cálculo

Los cálculos de las secciones de los conductores se realizarán según el triple criterio:

- Intensidad permanente máxima admisible: según el tipo de cable utilizado en cada tramo.
- Caída de tensión: el límite de la caída de tensión en la conexión a la red, en el caso de generadores eólicos, se establece en el 4%.
- Cos fi máximo de la turbina = 0,90.

Dado que se trata de una generación de energía, para el dimensionamiento de las secciones, se calcularán también las pérdidas máximas por efecto Joule (RI^2).

1.2.2. Líneas colectoras de Media Tensión

Se han previsto 2 líneas colectoras (20 kV), con sección de cable de 240 y 400 mm² en aluminio, XLPE (RH5Z1) 12/20 kV.

Para su cálculo se han adoptado los criterios enunciados anteriormente.

La intensidad permanente máxima admitida por este tipo de cable (directamente enterrados a 25°C, 1 m de profundidad y resistividad térmica 1,5 K·m/W) es la siguiente:

SECCIÓN (mm ²)	INTENSIDAD ADMISIBLE (A) (1,5 K·m/W)
240 Al	281
400 Al	470

A esta intensidad se le aplicará los siguientes coeficientes reductores:

- En función de número de ternas alojadas en la zanja:

1 terna.....	1,00
2 ternas	0,82

La fórmula aplicada para la caída de tensión será:

$$e(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)}{U}$$

donde:

- e% = Caída de tensión en %.
- L = Longitud en km
- R = Resistencia del conductor en Ω/km
- X = Reactancia del conductor en Ω/km
- I = Intensidad en A
- U = Tensión nominal en V
- $\cos \varphi = 0,90$

Con lo anteriormente expuesto, se ha confeccionado una tabla de cálculo en la cual se comprueba que las líneas colectoras, con las distintas magnitudes expuestas por columnas, resuelven sobradamente los criterios de cálculo indicados, más el de pérdidas máximas por "efecto de Joule".

Seguidamente se exponen los resultados obtenidos y se comprueba que cumplen:

- Intensidad permanente máxima admisible $< I_{\max}$ admisible por el cable.
- Caída de tensión: deberá de ser menor que 4 %

A continuación, se adjuntan cálculos justificativos de la sección elegida en cada uno de los tramos de los circuitos de la red subterránea de media tensión en proyecto. En esta tabla se define un nuevo parámetro:

- "G.U.(%)" es el grado de utilización del conductor:

$$G.U. = \frac{I}{I_{\max,f}} \cdot 100$$



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.005.01

PAGE

5 di/of 12



PROYECTO REFUNDIDO PE LA MUELA III MODIFICACIÓN

2xV136-4,5 + 2xV117-4,3

Potencia instalada=2x4,5MW+ 2x4,3MW=17,6MW

Potencia Autorizada= 16,20MW

	Sección	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	cos fi	U (kV)	I _{max} (A)
Conductor:	150	0,270	0,118	0,90	20	281
	240	0,164	0,109	0,90	20	367
	400	0,102	0,101	0,90	20	470
	630	0,062	0,093	0,90	20	615

	DE	A	L(KM)	P(Kw)	I(A)	nº cir.	coef.*	Iadm(A)	S	e%	e%total	p(kw)	p%	G.U.(%)
CIRCUITO 1	LMIIIM_1	SET	0,980	8.600	275,85	2	0,82	385,40	400	0,32%	0,32%	19,31	0,110%	71,57%
	LMIIIM_2	LMIIIM_1	0,955	4.300	137,92	2	0,82	300,94	240	0,22%	0,54%	7,54	0,043%	45,83%
Perdida pot. (kW)												26,85	0,153%	

	DE	A	L(KM)	P(Kw)	I(A)	nº cir.	coef.*	Iadm(A)	S	e%	e%total	p(kw)	p%	G.U.(%)
CIRCUITO 2	LMIIIM_3	SET	2,850	9.000	288,68	2	0,82	385,40	400	0,97%	0,97%	61,51	0,349%	74,90%
	LMIIIM_4	LMIIIM_3	0,785	4.500	144,34	2	0,82	300,94	240	0,19%	0,19%	6,79	0,039%	47,96%
Perdida pot. (kW)												68,29	0,388%	

	150	240	400	630
Longitud total de las ternas del conductor(km)	0,000	1,740	3,830	0,000

Total (km)	5,570
------------	-------

Perdida total (kW)	95,14
Perdida total (%)	0,54%

Ternas de cable RH5Z1 12/20 kV

Condiciones de instalación: una terna de cables enterrada a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

Valores de Resistencia a 90°C y 50 Hz

Valores de Reactancia a 50 Hz

coef.* = coeficiente de corrección en función del número de ternas alojadas en la zanja

para el cálculo de la pérdida de potencia se ha utilizado un cos fi=0,98

Intensidad de cortocircuito máxima admisible – cables MT (240 mm² Al)

Como se ha indicado el cable está protegido en cada celda de aerogenerador por un interruptor automático con tiempo de desconexión por cortocircuito inferior a 1 sg. Para este tiempo con una temperatura inicial de 90 °C y final de 250 °C el fabricante del cable facilita la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{S \cdot C}{\sqrt{t}}$$

donde :

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito.

S = Sección del conductor.

t = Tiempo de duración del cortocircuito.

C = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito.

Para $T_i = 90$ °C y $T_f = 250$ °C se tiene:

Aluminio.....	C=94
Cobre.....	C=142

$$I_{cc} = \frac{240 \cdot 94}{\sqrt{1}} = 22,560 \text{ kA}$$

(Intensidad máxima de cortocircuito soportada por el conductor)

La intensidad de cortocircuito en el nivel de 20 kV en la Subestación existente es inferior a 16 kA, y la modificación realizada para la SET no varía sustancialmente la potencia recibida por los parques eólicos "La Muela II" y "La Muela III".

Para este valor de Intensidad de Cortocircuito considerada de 16 kA que se presenta en el nivel de 20 kV de la SET, el cable elegido RH5Z1 12/20 kV 3x1x240 mm² en Al, es adecuado para estos valores.

Intensidad de cortocircuito máxima admisible – cables MT (400 mm² Al)

Como se ha indicado el cable está protegido en cada celda de aerogenerador por un interruptor automático con tiempo de desconexión por cortocircuito inferior a 1 sg. Para este tiempo con una temperatura inicial de 90 °C y final de 250 °C el fabricante del cable facilita la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{S \cdot C}{\sqrt{t}}$$

donde :

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito.

S = Sección del conductor.

t = Tiempo de duración del cortocircuito.

C = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito.

Para $T_i = 90$ °C y $T_f = 250$ °C se tiene:

Aluminio.....	C=94
Cobre.....	C=142

$$I_{cc} = \frac{400 \cdot 94}{\sqrt{1}} = 37,600 \text{ kA}$$

(Intensidad máxima de cortocircuito soportada por el conductor)

La intensidad de cortocircuito en el nivel de 20 kV en la Subestación existente es inferior a 16 kA, y la modificación realizada para la SET no varía sustancialmente la potencia recibida por los parques eólicos "La Muela II" y "La Muela III".

Para este valor de Intensidad de Cortocircuito considerada de 16 kA que se presenta en el nivel de 20 kV de la SET, el cable elegido RH5Z1 12/20 kV 3x1x400 mm² en Al, es adecuado para estos valores.

1.2.3. Justificación de las pantallas de los cables

La corriente de defecto fase-tierra está limitada a un valor máximo de 0,5 kA en todo el parque. A partir de los valores proporcionados por el fabricante de intensidad de cortocircuito máxima en las pantallas constituidas por fleje de aluminio, en función del tiempo de reacción de las protecciones al cortocircuito fase-tierra (1 segundo), podemos presentar la siguiente tabla en la que se resume la intensidad soportada en función de la duración del cortocircuito y la sección de la pantalla:

Sección Conductor (mm ²)	I _{max} de cortocircuito en la pantalla (kA) [t=1 s]	I _{max} de defecto fase-tierra (kA)
1x240	3,47	0,5
1x400	4,30	0,5

Así pues, en todos los casos la intensidad de cortocircuito admisible para cada una de las secciones es superior a los 500 A.

1.4. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

Se proyecta un electrodo único para el conjunto de instalaciones eléctricas del PE "La Muela III Modificación". El sistema proyectado de puesta a tierra se compone de:

- 4 unidades de electrodo de puesta a tierra de la cimentación del aerogenerador.
- Electrodo horizontal, formado por un conductor de cobre desnudo de 50 mm² que se instalará en canalización conjunta con los cables de potencia y comunicaciones, interconectando todos los aerogeneradores entre sí, y que estará unido asimismo a la red de tierras de la subestación. 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.

Las tierras de protección y de servicio también pertenecen al mismo sistema, puesto que se comprueba posteriormente que se cumple $V_d < 10.000 \text{ V}$.

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación, se provoca una elevación del potencial del electrodo, a través del cual circula la corriente hacia tierra, apareciendo sobre el terreno gradientes de potencial.

Por lo tanto, al diseñar los electrodos de puesta a tierra deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial: Tensiones de paso y de contacto.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga funcionar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

Datos de partida

- Resistividad del terreno (estimada): $\rho = 1.500 \Omega \text{ m}$

Cálculo de la resistencia de puesta a tierra del sistema

Para el cálculo de la resistencia de tierra del aerogenerador, se emplean las tablas del Anexo 2 del documento UNESA "Método del cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría".

A efectos del cálculo de la resistencia de puesta a tierra, se considera una configuración de un cuadrado de 6 x 6 m, y 8 picas de 6 m, a una profundidad de 0,8 m, que es un caso más desfavorable que la situación real.

Electrodo seleccionado	60-60/6/86
Parámetros característicos del electrodo	
De la resistencia	$k_r \leq 0,043 \frac{\Omega}{\Omega \text{ m}}$
De la tensión de paso	$k_p \leq 0,006 \frac{\text{V}}{[(\Omega \text{ m})(A)]}$
De la tensión de contacto	$k_c \leq 0,014 \frac{\text{V}}{[(\Omega \text{ m})(A)]}$

Resistencia de puesta a tierra del aerogenerador:

$$R_A = k_r \cdot \rho = 0,043 \cdot 1.500 = 64,5 \Omega$$

Dada que la situación real de la puesta a tierra de los aerogeneradores es mucho más favorable por la cantidad de anillos y la configuración de los mismos este valor se verá reducido en gran medida siendo siempre inferior a los 10 Ω . En aquellos aerogeneradores que una vez medida su puesta a tierra se supere este valor se colocarán tantas picas como sea necesario para reducir este valor por debajo de los 10 Ω .

La puesta a tierra de los 4 aerogeneradores del parque eólico "La Muela III Modificación" resulta:

$$R_{TA} = \frac{R_A}{N^{\circ} AEROS} = \frac{64,5}{4} = 16,125 \Omega$$

Resistencia a tierra del cable de enlace

Según ITC-RAT 13-4.2, para conductor enterrado horizontalmente, se aplicará la fórmula:

$$R_{CON} = \frac{2\rho}{L_c}$$

Donde:

ρ = Resistividad estimada del terreno = 1.500 Ω m

L_c = Longitud del conductor

La longitud total de conductor enterrado en la construcción del nuevo parque eólico es de 3.659 m. Sin embargo, los extremos de este conductor, tanto en el enlace con cada aerogenerador, como con la subestación, no se deben considerar por estar afectados por la resistencia mutua, por lo tanto, descontaremos 100 m en torno a cada aerogenerador, resultando una longitud de 2.759 m para el cálculo de la resistencia del cable de enlace:

$$R_{CON} = \frac{2 \cdot 1.500}{2.759} = 1,087 \Omega$$

Resistencia total del sistema de tierras

Las resistencias de los aerogeneradores y de la línea de acompañamiento se consideran en paralelo; por lo tanto, la resistencia equivalente, resulta:

$$R_{T_MN} = \frac{1}{\frac{1}{R_{TA}} + \frac{1}{R_{CON}}}$$

$$R_{T_MN} = 1,019 \Omega < 2 \Omega$$

Tendríamos que considerar, por otra parte, la resistencia en paralelo que supone la propia Subestación, por lo que el valor de la resistencia del electrodo general de tierras aún será menor.

1.4.1. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO EN EL C.T.-AEROGENERADOR

1.4.1.1.1. Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad:

- La totalidad de las partes metálicas del C.T. instalado en el interior de la torre estarán puestas a tierra, formando un sistema equipotencial.
- Exterior C.T. (torre aerogenerador). Se colocará un electrodo perimetral que sobresalga 1 m en todas las direcciones respecto a la base de la torre, que se conectará a la tierra de protección.

Valores de resistencia de puesta a tierra (R'_t), intensidad de defecto (I'_d) y tensiones de paso (V'_p y $V'_{p(acc)}$) del electrodo tipo seleccionado, para la resistividad del terreno ($\rho=1.500 \Omega\text{m}$).

- Resistencia de puesta a tierra: Será la resistencia total del sistema único de tierras calculado: $R_T = 1,019 \Omega$
- Intensidad de defecto: Estará limitada a 500 A.
- Tensión de defecto:

$$V'_d = R_t \cdot I'_d = 509,33 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = k_p \cdot \rho \cdot I'_d = 0,006 \cdot 1500 \cdot 500 = 7.969 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al aerogenerador:

$$V'_{p(acc)} = V'_c = k_c \cdot \rho \cdot I'_d = 0,014 \cdot 2656 \cdot 500 = 18.859 \text{ V}$$

1.4.1.1.2. Comprobación entre las tensiones de paso, contacto y defecto calculados y admisibles en el C.T.-aerogenerador

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se determinan de acuerdo con las expresiones indicadas en la ITC-RAT 13. La superficie ocupada por el aerogenerador se cubrirá con una capa de grava de, al menos, 10 cm de espesor. Como valor de resistividad de dicha capa superficial tomaremos $3.000 \Omega\text{m}$.

La resistividad superficial equivalente ρ_{sup} se obtiene mediante la fórmula:

$$\rho_{sup} = \left(1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right) \right) \cdot \rho_s$$

Siendo:

ρ = resistividad del terreno en Ohmios metro

ρ_s = resistividad de la capa superficial en Ohmios metro. (Se estima 350)

h_s = espesor de la capa superficial en m (0,1)

Sustituyendo valores, obtenemos:

$$\rho_{sup} = \left(1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{1500}{3.000}}{2 \cdot 0,1 + 0,106} \right) \right) \cdot 3.000 = 2.656 \Omega\text{m}$$

La máxima tensión de contacto admisible se halla a partir de la expresión:

$$V_{\text{contacto}} = U_{\text{ca}} \left(1 + \frac{\left(\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s \right)}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_{ca} = tensión de contacto aplicada admisible en el cuerpo humano (107 V obtenidos de la tabla 1 de la ITC-RAT 13 para una duración de la falta de 1 seg)

t = duración de la falta en segundos (se considerará 1 segundo)

ρ_s = resistividad superficial del terreno

R_{a1} = resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante (2.000 Ω)

Determinamos los valores para la playa del aerogenerador y también para el terreno exterior (sin grava). Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

VALORES ADMISIBLES DE V_{contacto}	
	Tensión de contacto
Interior (con grava)	695 V
Exterior (sin grava)	455 V

- Tensiones de paso:
 - Tensión de paso en el exterior del C.T.
Valor calculado $V'_p = 4.500 \text{ V}$

$$V'_p = k_p \cdot \rho \cdot I'_d = 4.500 \text{ V}$$

$$V_p = 10 \cdot U_{\text{ca}} \cdot (1 + (2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho) / 1000) = 14.980 \text{ V}$$

Siendo:

U_{ca} = tensión de contacto aplicada admisible en el cuerpo humano (107 V obtenidos de la tabla 1 de la ITC-RAT 13 para una duración de la falta de 1 seg)

t = duración de la falta en segundos (se considerará 1 segundo)

ρ_s = resistividad superficial del terreno

R_{a1} = resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante (2.000 Ω)

Valor admisible..... $V_p = 14.980 \text{ V}$

Condición a cumplir..... $V'_p < V_p$

- Tensión de paso en el acceso al C.T.
Valor calculado $V'_{p(\text{acc})} = 10.650 \text{ V}$

$$V'_{p(\text{acc})} = V'_c = k_c \cdot \rho \cdot I'_d = 18.859 \text{ V}$$

$$V_{p(\text{acc})} = 10 \cdot U_{\text{ca}} \cdot (1 + (2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_h) / 1000) = 19.795 \text{ V}$$

Siendo:

U_{ca} = tensión de contacto aplicada admisible en el cuerpo humano (107 V obtenidos de la tabla 1 de la ITC-RAT 13 para una duración de la falta de 1 seg)

t = duración de la falta en segundos (se considerará 1 segundo)

ρ_s = resistividad superficial del terreno

R_{a1} = resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante (2.000 Ω)

Valor admisible..... $V_{p(acc)} = 19.795 \text{ V}$
Condición a cumplir..... $V'_{p(acc)} < V_{p(acc)}$

- Tensión de defecto en el C.T.

$$V'_d = R_t \cdot I'_d = 509,33 \text{ V}$$

Valor calculado $V'_d = 509,33 \text{ V}$

Valor admisible..... $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Condición a cumplir..... $V_d < V_{bt}$

1.4.1.2. Comprobación del conductor

Basándonos en esto se tiene:

$$A = I \cdot \sqrt{\frac{T_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10.000}{T_{CAP} \cdot L_n \left(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a} \right)}} = 3,23 \text{ mm}^2$$

Donde:

I : Corriente de falta prevista 0,500 kA

T_c : Tiempo de despeje del defecto 1 s

α_r : Coeficiente térmico de resistividad a 20 °C 0,00397 °C⁻¹

$k_0 = 1/\alpha_0$ (con α_0 = Coeficiente térmico de resistividad a 0 °C) .. 234 °C

ρ_r : Resistividad a 20 °C 1,72 μΩ/cm

T_{CAP} : Factor de capacidad térmica 3,42 J/(cm³·°C)

T_m : Temperatura máxima (según recomendación IEEE) 200 °C

T_a : Temperatura ambiente 35 °C

Obtenemos que la sección de conductor que necesitamos instalar en la red de tierras debe de ser igual o superior a 3,23 mm².

Para el cable de cobre desnudo que conformará la red de tierras profunda, adoptaremos la sección de 50 mm².

Comprobamos que la sección elegida cumple las prescripciones establecidas por la ITC-RAT 13:

- Para las líneas de puesta a tierra la densidad de corriente es $\leq 160 \text{ A/mm}^2$.
- La sección adoptada, 50 mm², se corresponde con la sección mínima indicada en el apartado 3.4 de la ITC-RAT 13.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.006.02

PAGE

1 di/of 13

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUSA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA: 23/07/2025

E-VISADO

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

ANEXO IV – MEDICIONES MOVIMIENTO DE TIERRAS

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN” EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.006.02_A04_MOV TIERRAS1

02	24/03/25	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	03/05/24	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	13/05/22	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT P.E. "LA.MUELA III MODIFICACIÓN"	EGP CODE																			
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER		COUNTRY		TEC	PLANT					SYSTEM		PROGRESSIVE			REVISION	
	GRE	EEC	R	9	9	E	S	W	1	8	5	3	2	0	0	0	0	6	0	2

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W

PAGE

2 di/of 13



INDEX

1. COORDENADAS UTM (ETRS89, HUSO 30)	3
2. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE EJES.....	4
3. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE ZAPATAS.....	5
4. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE PLATAFORMAS Y ZONAS DE ACOPIO	6
5. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE VIALES	7
6. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE ZANJAS EN TIERRA	8
7. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE ZANJAS DE CRUCE	9
8. MOVIMIENTO DE TIERRAS OBRAS DE FÁBRICA	10
9. MEDICIÓN DE CUNETAS	11
10. MEDICIÓN DE HIDROSIEMBRA.....	12
11. BALANCE DE TIERRAS.....	13



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W

PAGE

3 di/of 13

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUZA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

1. COORDENADAS UTM (ETRS89, HUSO 30)

Nº	Coordenadas		Modelo Aerogerador	Cota Vial y Plataforma	Vial	P.K.
	X	Y				
MLMIII-01	653.281	4.606.765	V117-4.3 MW HH84m	561,20	EJE LMLIIIM-01	0+183
MLMIII-02	653.200	4.607.478	V117-4.3 MW HH84m	546,05	EJE LMLIIIM-02	0+127
MLMIII-03	653.185	4.608.249	V136-4.5MW HH81m	527,10	EJE LMLIIIM-03	0+755
MLMIII-04	653.664	4.608.535	V136-4.5 MW HH82m	503,00	EJE LMLIIIM-04	0+580

2. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE EJES

EJE / RAMAL	PK Inicial Tramo	PK Final Tramo	Anchos Calzada (m)		Taludes			Radios (m)		Pendientes		Espesor (m)			Tierra Vegetal (m)
			Izqui.	Dcha.	Desmante	Terraplen	Firmes	Maximo	Minimo	Maxima (%)	Longitud (m)	Hormigón	Base	Subbase	
EJE ACCESO_1A	0+000	0+129	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	60,00	60,00	4,07%	9,67	-	0,30	-	0,35
EJE MLMII-02	0+000	1+526	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	250,00	60,00	4,69%	13,95	-	0,30	-	0,35
EJE ACCESO_1B	0+000	0+556	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	-	0,30	-	0,35
EJE ACCESO_1C	0+000	0+183	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	-	0,30	-	0,35
EJE ACCESO 1D	0+000	1+052	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	-	0,30	-	0,35
EJE MLMIII-01	0+000	0+065	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	0,15	-	0,15	0,35
	0+065	0+197										-	0,30	-	
EJE ACCESO 1E	0+000	0+750	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	-	0,30	-	0,35
	0+750	0+870										0,15	-	0,15	
	0+870	1+141										-	0,30	-	
EJE MLMIII-02	0+000	0+150	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	-	0,30	-	0,35
	0+150	0+310										0,15	-	0,15	
	310	0+594										-	0,30	-	
EJE MLMIII-03	0+000	0+769	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	-	0,30	-	0,35
EJE MLMIII-04	0+000	0+594	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	-	0,30	-	0,35
EJE GIRO MLMIII-01	0+000	0+050	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	-	0,30	-	0,35
EJE GIRO MLMIII-03 - MLMIII-04	0+000	0+040	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	180,00	60,00	3,84%	14,42	-	0,30	-	0,35
EJE ACCESO ARAGON - LA MUELA	0+000	1+197	3,00	3,00	1/1	3/2	3/2	200,00	60,00	5,80%	3,75	-	0,30	-	0,35

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE ARAGON MODIFICACIÓN".

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE LA MUELA II MODIFICACIÓN"



Green Power
Engineering & Construction

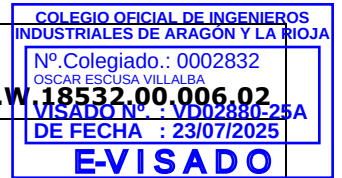


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W

PAGE

5 di/of 13



3. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE ZAPATAS

Zapata	VOLÚMENES (m ³)					Acero (kg)
	Excavación en pozo	Relleno en tierras	Hormigón Limpieza	HA-30	HA-45	
MLMIII-01	2.570	1.805	44	724	20	74.025
MLMIII-02	2.570	1.805	44	724	20	74.025
MLMIII-03	2.570	1.805	44	724	20	74.025
MLMIII-04	2.570	1.805	44	724	20	74.025
TOTAL	10.282	7.218	176	2.896	80	296.100



Green Power
Engineering & Construction

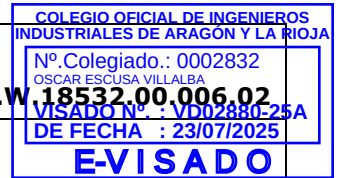


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W 18532.00.006.02

PAGE

6 di/of 13



4. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE PLATAFORMAS Y ZONAS DE ACOPIO

PLATAFORMA				VOLÚMENES (m³)				Ocupación (m²)
Nombre	Zonas	Dimensiones Aprox.	Cotas	Desmante	Terraplén	Tierra Vegetal	Base	
MLMIII-01	Grúa+Acopio	145,5 x 37 m	561,20	17.189,25	17,94	1.391,94	162,00	3.975,97
	Palas	73,65 x 22,2 m		7.881,60	2,81	658,53		1.892,96
MLMIII-02	Grúa+Acopio	145,5 x 37 m	546,05	10.447,97	348,17	1.376,47	162,00	3.925,11
	Palas	73,65 x 22,2 m		6.025,33	3,24	646,66		1.842,43
MLMIII-03	Grúa+Acopio	145,5 x 37 m	527,10	14.760,33	383,23	1.414,95	162,00	4.029,18
	Palas	73,65 x 22,2 m		236,81	7.225,47	949,65		2.713,02
MLMIII-04	Grúa+Acopio	145,5 x 37 m	503,00	11.660,27	223,88	1.389,91	162,00	3.972,28
	Palas	73,65 x 22,2 m		1.519,30	612,30	655,49		1.869,21
CAMPA	Obra, acopios y Planta Hormigón	variable	581,40	8.597,20	1.686,52	6.517,62		18.623,75
TOTAL PLATAFORMAS DE MONTAJE				Excavación en Desmante	Terraplén	Excavación en Tierra Vegetal	Base	Ocupación
				69.721	8.817	8.484	648	24.220

Nota: N° de Plataforma (1,2,3, etc) equivale a su Aerogenerador correspondiente

La sección de firme en la plataforma de la grúa principal es: 20 cm de base

Espesor de tierra vegetal 35 cm

Talud en desmante 1H/1V

Talud en terraplén 3H/2V

CAMPA compartida con otros parques eólicos. La obra civil es objeto del Parque Eólico La Muela II Modificación



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W

PAGE

7 di/of 13

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUJA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

5. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE VIALES

EJE	Longitud (m)	Volúmenes (m ³)						Superficie Desbroce (m ²)
		Excavación en Desmonte	Terraplén	Excavación en tierra vegetal	Base	Hormigón	Subbase	
EJE ACCESO_1A	129,0	297	29	396	383	-	-	1.517
EJE MLMII-02	1.525,7	3.286	1.708	4.174	2.950	-	-	14.176
EJE ACCESO_1B	555,5	798	236	1.583	1.077	-	-	5.420
EJE ACCESO_1C	182,6	175	49	474	170	-	-	1.616
EJE ACCESO 1D	1.051,6	626	1.028	2.687	983	-	-	9.100
EJE MLMIII-01	196,9	12.669	40	1.349	233	55	38	3.656
EJE ACCESO 1E	1.141,2	2.248	6.783	3.377	944	117	126	11.321
EJE MLMIII-02	259,0	17.741	344	1.632	920	-	-	4.922
EJE MLMIII-03	768,8	4.942	2.372	2.415	719	-	-	8.172
EJE MLMIII-04	593,6	13.996	1.299	2.413	404	149	160	8.163
EJE GIRO MLMIII-01	50,0	0	1.088	260	88	-	-	788
EJE GIRO MLMIII-03 - MLMII-04	40,0	275	61	204	55	21	19	671
EJE ACCESO ARAGON - LA MUELA	1.197,4	1.340	4.079	3.365	2.455	-	-	11.260
SUMAS:	4.284	52.673	13.064	14.810	4.516	342	342	48.409

Nota:

Talud en desmonte 1H/1V

Talud en terraplén 3H/2V

Espesor de tierra vegetal 30 cm en parcelas de cultivo y 5 cm en caminos existentes

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE ARAGON MODIFICACIÓN".

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE LA MUELA II MODIFICACIÓN"

6. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE ZANJAS EN TIERRA

LÍNEAS	Tipos de Zanja	Longitud total	Longitud CS	Longitud en tierra	Hitos	Volúmenes			Superficie	M.L.	M.L.
						Desmonte	Relleno	Arena	Desbroce	Baliza	Placa PPC
LMIIM-04 - E/S LMIIM-03	1C	703,50	10,00	693,50	15,00	333,15	248,06	130,38	1.407,00	703,50	693,50
E/S LMIIM-03 - LMIIM-03	2C	46,20	12,00	25,00	2,00	29,83	18,41	7,90	92,40	37,00	50,00
E/S LMIIM-03 - E/S LMIIM-02	1C	1.002,75	37,00	965,75	21,00	480,54	353,75	181,56	2.005,50	1.002,75	965,75
E/S LMIIM-02 - LMIIM-02	1C	58,80	0,00	58,80	2,00	27,64	20,73	11,05	117,60	58,80	58,80
E/S LMIIM_02 - E/S LMIIM_01	2C	844,20	35,00	809,20	18,00	668,67	489,95	255,71	1.688,40	844,20	1.618,40
E/S LMIIM-01 - LMIIM-01	2C	18,90	0,00	18,90	1,00	14,93	11,20	5,97	37,80	18,90	37,80
E/S LMIIM_01 a SET "LA PORTILLADA"	2C	925,05	16,00	909,05	20,00	731,59	543,41	287,26	1.850,10	925,05	1.818,10
Resumen 1C		1.765,05	47,00	1.718,05	38,00	841,32	622,53	322,99	3.530,10	1.765,00	1.718,00
Resumen 2C		1.834,35	63,00	1.762,15	41,00	1.445,02	1.062,97	556,84	3.668,70	1.825,00	3.524,00
SUMA TOTAL		3.599,40	110,00	3.480,20	79,00	2.286,34	1.685,50	879,83	7.198,80	3.590,00	5.242,00

Nota: Los tipos de zanja "1C" y "2C" vienen especificados, con sus dimensiones, en plano "Zanjas Tipo".

Zanja Tipo "1C": Zanja para 1 circuito

Zanja Tipo "2C": Zanja para 2 circuito



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W

PAGE

9 di/of 13

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUJA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

7. MOVIMIENTO DE TIERRAS DE ZANJAS DE CRUCE

Cruce					Mediciones		
Nº de C.S.	Situación EJE	P.K.	Nº Circuitos	Longitudes	A (ml.)	B (m.l)	HM-20 (m³)
1	Eje Giro LMIIM-03	0+027	1	10.00	20.00	30.00	2.78
2	Eje LMIIM-04	0+008	2	12.00	48.00	36.00	4.74
3	Eje LMIIM-03	0+434	1	10.00	20.00	30.00	2.78
4	Camino existente	-	1	8.00	16.00	24.00	2.22
5	Eje Acceso_1E / Eje LMIIM-02	1+032 / 0+080	1	19.00	38.00	57.00	5.28
6	Camino existente	-	2	6.00	24.00	18.00	2.37
7	Camino existente	-	2	5.00	20.00	15.00	1.98
8	Eje Giro LMIIM-01	0+033	2	16.00	64.00	48.00	6.32
9	Eje Acceso 1E	0+015	2	8.00	32.00	24.00	3.16
10	Eje Acceso 1D	0+950	2	8.00	32.00	24.00	3.16
11	Eje Acceso 1D	0+495	2	8.00	32.00	24.00	3.16

Suma Cruce	1 circuitos	47	99	148	14
Suma Cruce	2 circuitos	63	252	189	25

Total cruces hormigonados	110	351	337	39
---------------------------	-----	-----	-----	----

1= Zanja 1 Circuito 2= Zanja 2 Circuitos

A= Tubos Coarrugados de Polietileno diámetro 200

B= Tubos Coarrugados de Polietileno diámetro 90

HM-20= Hormigón de refuerzo en zanja

Nota: Mov. de tierras de cruces contemplados en mediciones de canalización Red Subterránea M.T.

8. MOVIMIENTO DE TIERRAS OBRAS DE FÁBRICA

Nº de O.D.	Situación EJE	P.K.	Longitud Tubos (m)			Observaciones
			Ø 400	Ø 800	Ø 1600	
O.D. 08	Eje Acceso 1A	0+040		20		Arqueta-Aletas
O.D. 09	Eje MLMII_02	0+285	8			Arqueta-Aletas
O.D. 10	Eje MLMII_02	0+555		10		Aletas-Aletas
O.D. 11	Eje Acceso 1B	0+090	8			Arqueta-Aletas
O.D. 12	Eje Acceso 1E	0+415	14			Aletas-Aletas
O.D. 13	Eje Acceso 1D	0+725	12			Aletas-Aletas
O.D. 14	EJE MLMII-04	0+100	16			Aletas-Aletas
O.D. 15	Eje Acceso ARAGON-LA MUELA	0+080			12	Aletas-Aletas
Tubos salvacunetas			50			Salvacunetas

Suma Tubo 400 = 92

Suma Tubo 800 = 0

Suma Tubo 1600 = 0

VADOS HORMIGONADOS

Nº de O.D.	Situación EJE	P.K.	Mediciones	
			Dimensión	HM30 (m³)
V.H. 03	Eje Acceso 1C	0+180	7 x 10 m	14
V.H. 04	Eje Acceso 1E	0+565	7 x 10 m	14
V.H. 01	Eje Acceso ARAGON-LA MUELA	0+515	7 x 30 m	42,0
V.H. 02	Eje Acceso ARAGON-LA MUELA	1+125	Existente	

Sumas 28,0

Nota: Boquillas de O.D.S = Aletas-Aletas/Arquetas-Aletas con bajantes en aquellas que sean necesarias

Nota: Se colocarán arquetas intermedias cada 10 metros para facilitar su limpieza en las OD que superen los 10 m de long.

Nota: La ejecución de las obras de drenaje y vados hormigonados se realizará según los planos de sección tipo.

Este listado incluye los tubos para las intersecciones de cunetas y caminos vecinales existentes

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE ARAGON MODIFICACIÓN".

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE LA MUELA II MODIFICACIÓN"



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W 18532.00.006.02

PAGE

11 di/of 13

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUJA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

9. MEDICIÓN DE CUNETAS

Vial / Plataforma	Longitud de cunetas (m)	
	Cuneta en tierras	Cuneta hormigonada
EJE ACCESO_1A	141	-
EJE MLMII-02	1.718	-
EJE ACCESO_1B	984	-
EJE ACCESO_1C	251	-
EJE ACCESO 1D	1.014	-
EJE MLMIII-01	56	35
EJE ACCESO 1E	136	846
EJE MLMIII-02	125	113
EJE MLMIII-03	674	294
EJE MLMIII-04	353	378
EJE GIRO MLMIII-01	4	-
EJE GIRO MLMIII-03 - MLMIII-04	117	-
Plataforma LMIIM-01	307	-
Plataforma LMIIM-02	288	-
Plataforma LMIIM-03	205	-
Plataforma LMIIM-04	191	-
EJE ACCESO ARAGON - LA MUELA	927	120
SUMA:	3.720	1.665

SUMA TOTAL: 5.385

NOTA:

Cunetas de dimensiones 0,5 m de profundidad por 1 m de anchura

Cunetas revestidas en pendientes superiores al 7%

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE ARAGON MODIFICACIÓN".

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE LA MUELA II MODIFICACIÓN".



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W

PAGE

12 di/of 13

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUSA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

10. MEDICIÓN DE HIDROSIEMBRA

Vial / Plataforma	Área de hidrosiembra (m ²)
EJE ACCESO_1A	-
EJE MLMII-02	201
EJE ACCESO_1B	9
EJE ACCESO_1C	0
EJE ACCESO 1D	0
EJE MLMIII-01	19
EJE ACCESO 1E	2.209
EJE MLMIII-02	147
EJE MLMIII-03	811
EJE MLMIII-04	511
EJE GIRO MLMII-01	205
EJE GIRO MLMIII-03 - MLMIII-04	5
EJE ACCESO ARAGON - LA MUELA	908

SUMA VIALES:

3.908

SUMA TOTAL:

3.908

NOTA:

Hidrosiembra en taludes de terraplén superiores a 1 m

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE ARAGON MODIFICACIÓN".

*Tramos de viales compartidos con otros parques eólicos contabilizados en "PE LA MUELA II MODIFICACIÓN"



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W 18532.00.006.02

PAGE

13 di/of 13

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUJA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

11.

BALANCE DE TIERRAS

Concluimos con un capítulo a modo de resumen, donde se obtiene un balance de la cantidad de tierra para el vertedero externo, y/o la cantidad de tierra que necesita de préstamo.

BALANCE DE TIERRAS	Volúmenes			
	Excavación en Desmante	Terraplén	Volumen de tierras a vertedero externo	Importacion Firme
VIALES	52.673	13.064	39.609	4.516
CIMENTACIONES	10.282	7.218	3.064	-
PLATAFORMAS	69.721	8.817	60.904	648
ZANJA	2.286	1.686	601	-
SUMAS:	134.962	30.785	104.178	5.164

Por lo tanto, habrá un sobrante de tierras de 104.178 m³ que habrá que llevar a vertedero y 5.164 m³ de préstamo para los firmes.

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

ANEXO VII – ESTUDIO DE ACCESOS

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.009.02

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
02	04/04/25	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	03/05/24	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	25/04/22	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT P.E. “LA MUELA III MODIFICACIÓN”	EGP CODE														
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT					SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION	
	GRE	EEC	R	9	9	ES	W	1	8	5	3	2	0	0	0
CLASSIFICATION					UTILIZATION SCOPE										

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

INDEX

1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN	3
2. ESTADO DE LOS VIALES EXISTENTES	3
2.1. VIALES INTERIORES	3
2.2. VIALES EXTERIORES	3
3. RUTAS	4

1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

El objetivo de este anexo es la adecuación y justificación de la viabilidad de los transportes especiales de los elementos referentes a los aerogeneradores del proyecto refundido Parque Eólico "La Muela III Modificación" situado dentro del Término Municipal de La Muela, en la provincia de Zaragoza.

Para seleccionar las posibles rutas de transporte será necesario conocer: las dimensiones de los principales componentes de los aerogeneradores y las vías de acceso desde el punto de recogida de los mismos hasta el lugar de instalación.

El tamaño de las palas de las turbinas V117-4.3 y V136-4.5 serán las que condicionarán la ruta y el transporte por carretera. Los resultados obtenidos deberán considerarse teóricos y estar sujetos a verificación y aprobación de las autoridades viales.

- Pala (V117): l=57,15m
- Pala (V136): l=66,66m

2. ESTADO DE LOS VIALES EXISTENTES

2.1. VIALES INTERIORES

Los viales de acceso tienen conexión con la carretera SC-50182-02.

Los viales se encuentran sin asfaltar salvo las zonas de acceso desde la carretera. No presentan pendientes pronunciadas en ninguno de sus tramos. Su sección, según proyecto, está formada por una plataforma en cabeza de 6 m de anchura, una base de zahorra natural de 30 cm de espesor y taludes de 1:1 en desmontes y 3/2 en terraplén. En sus bordes laterales llevara una cuneta de desagüe de 1 m de anchura y 0,50 m de profundidad. Se respetará al máximo la geometría en planta y alzado siempre que cumplan las características mínimas marcadas por el fabricante.

2.2. VIALES EXTERIORES

El acceso al parque eólico "La Muela III Modificación" se realizará desde la carretera SC-50182-02 a la altura del punto con coordenadas x,y (655.016, 4.604.028) y permite acceder en dirección Norte al Parque eólico. La carretera de acceso principal será la A2, que se encuentra a 1 km al sureste de la ubicación del Parque Eólico.

Los nuevos viales de acceso al parque se han realizado siguiendo el trazado de los caminos existentes. Debido a las características actuales de dicho camino, ha sido necesario adecuarlo para cumplir las especificaciones requeridas por el fabricante para los viales del parque eólico.

A continuación, se muestran imágenes aéreas obtenidas a través de Google Earth y fotos de la visita. Sobre el estado de los viales exteriores al parque, los accesos deberán ser reacondicionados para poder acceder con los nuevos transportes.



Carretera SC-50182-02. (Obtenido de Google Maps)

El parque eólico "La Muela III Modificación" compartirá acceso con el parque eólico "La Muela II Modificación", el cuál es el siguiente:



Foto de Acceso al Parque Eólico "La Muela III Modificación"

3. RUTAS

Para la valoración del transporte es necesario analizar la cartografía para seleccionar las posibles rutas que deberá recorrer el transporte de los elementos del parque. Para esta valoración se han considerado dos rutas, descartando una de ellas por indicación del Ayuntamiento de La Muela, puesto que afectaba terrenos urbanizables. Así pues, tras varias reuniones con el ayuntamiento afectado y una comprobación in situ, se opta por la siguiente ruta de acceso, que comienza en la salida 299 de la A2 denominada "La Muela (este)", y cuenta con una longitud de 5,67 km. cuyo diseño, mediciones y ocupación están contemplados dentro del proyecto modificado del Parque Eólico "Aragón Modificación".



Ruta 1. Acceso desde A2 (Salida 299)

A unos 570m del inicio de la ruta, aproximadamente, existe una rotonda que será necesario desmontar para el paso de los transportes, reacondicionándola posteriormente, al término de las obras:



Ruta 1. Rotonda a desmontar (Fuente: Google Earth)

Avanzando 1.140 m, la calle por la que avanza la antigua N-II se convierte en la calle Reina Sofía que tiene unas islas centrales que reducen el ancho de la calle. A pesar de esto, a priori esto no va a suponer un problema para el paso de los transportes; no obstante, la empresa transportista deberá valorar si es necesaria alguna pequeña actuación (por ejemplo, desmontaje y reposición de señalización o medidas similares).



Ruta 1. Calle Reina Sofía (Fuente: Google Earth)

Pasados unos 2.200m del inicio de la ruta, aproximadamente nos encontraremos una segunda rotonda que será necesario desmontar para el paso de los transportes, reacondicionándola posteriormente, al término de las obras:



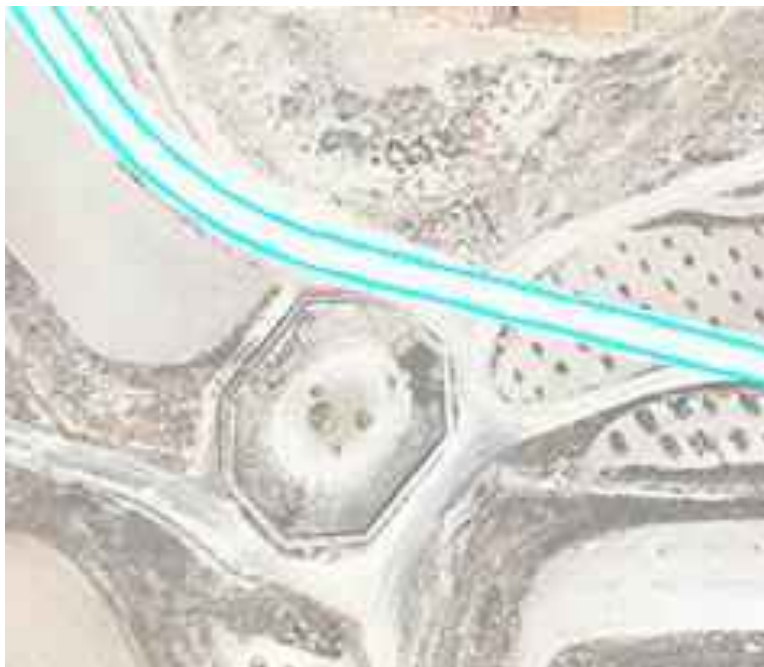
Ruta 1. Segunda rotonda a desmontar (Fuente: Google Earth)

Una vez superada la calle Reina Sofia, avanzando unos 240 se propone un giro a derechas para alcanzar un camino existente que conecta con la carretera SC-50182-02. Este camino deberá adecuarse para cumplir con los requerimientos del fabricante del aerogenerador para el paso de los transportes. Su diseño, mediciones, ocupación y presupuesto se incluye dentro del proyecto modificado del Parque Eólico "Aragón modificación". En la siguiente imagen corresponde con el representado en color cian:



Ruta 1. Eje Acceso (Fuente: Google Earth)

En un punto del camino de acceso nos encontraremos con la balsa de San Roque la cual no se verá afectada por el vial de propuesto, y en caso de ser así se tomarán las medidas de reacondicionamiento que se estimen necesarias.



Ruta 1. Eje Acceso (Fuente: Google Earth)

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

ANEXO IX - ESTUDIO ECÓNOMICO DE VIABILIDAD

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.011.02

02	17/06/25	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	03/05/24	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	13/05/22	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT P.E. “LA MUELA III MODIFICACIÓN”	EGP CODE														
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER		COUNTRY		TEC	PLANT					SYSTEM	PROGRESSIVE
	GRE	EEC	R	9	9	E	S	W	1	8	5	3	2	0	0

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

INDICE

1. OBJETO	3
2. CONTENIDO DEL ESTUDIO	3
3. RESULTADOS DEL ESTUDIO	3
3.1. DATOS FUNDAMENTALES DEL PLAN	3
3.2. HIPÓTESIS PARA LA PROYECCIÓN DE BALANCES Y CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS....	4
3.3. PARÁMETROS DE RENTABILIDAD	5
4. CONCLUSIÓN	6

1. OBJETO

El objeto del presente documento es el análisis de la viabilidad económico-financiera del proyecto eólico constituido por 2 aerogeneradores, modelo V117-4.3 del fabricante VESTAS o similar, de 4.300 kW de potencia unitaria con rotor tripala a barlovento de 117 m de diámetro, con alturas de buje de 84 m y de 2 aerogeneradores, modelo V136-4.5 del fabricante VESTAS o similar, de 4.500 kW de potencia unitaria con rotor tripala a barlovento de 136 m de diámetro, con alturas de buje de 81 m y 82 m, en el Término Municipal de La Muela, Provincia de Zaragoza.

2. CONTENIDO DEL ESTUDIO

Se contempla en el trabajo:

- Estudio de viabilidad económica: análisis y evaluación, en un horizonte temporal definido, de los ingresos y gastos de la actividad.
- Estudio de viabilidad financiera: análisis y evaluación, en un horizonte temporal definido, de los cobros y pagos de la explotación.

3. RESULTADOS DEL ESTUDIO**3.1. DATOS FUNDAMENTALES DEL PLAN**Inversión

Potencia total instalada (MW)	17,6 MW
Número de aerogeneradores	4
Potencia unitaria (MW)	4,3-4,5
Horas equivalentes anuales	2.391
Producción neta (MWh/año)	42.073
Coste ejecución por contrata (€)*	13.484.338,5
IVA 21% s/Inversión (€)	2.831.711,1

*NOTA: Coste ejecución por contrata del Parque Eólico y parte proporcional de Línea AT y SET "La Portillada".

Financiación

Las obras se realizarán a partir de recursos propios al 100%.

Datos para el cálculo financiero

Horizonte temporal (años)	25
Tasa de descuento VAN (%)	5,5
Inflación (%)	1,00

3.2. HIPÓTESIS PARA LA PROYECCIÓN DE BALANCES Y CUENTA DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

Ingresos

La base de cálculo de los ingresos es el precio (€/MWh) determinado por la legislación actual española.

Precio promedio anual del Pool (€/MWh)	57,41
Incremento interanual del Pool (%)	1,00
Coeficiente de apuntamiento de la instalación	0,93
Pool que recibirá la sociedad (€/MWh)	53,39

La producción del parque será la siguiente:

Potencia unitaria (MW)	4,3-4,5
Potencia total (MW)	15
Producción neta (MWh/año)	42.073
Horas equivalentes (h)	2.391

En consecuencia, los Ingresos anuales serían:

$$\text{Ingresos} = 42.073 \text{ MWh/año} \times 53,39 \text{ €/MWh} = 2.246.277,47 \text{ €/año.}$$

Gastos de explotación

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	TOTAL (miles de €/año)
Arrendamientos y Cánones	10.000 €/turbina	40,00
Mantenimiento aerogeneradores	25.000 €/MW	435,00
Seguros	1.500 €/MW	26,10
Cánon eólico	2.300 €/turbina	9,20
Impuestos locales	3.800 €/MW	66,12
Gestión y administración	2.500 €/MW	43,50
Total		619,92

Lo que supone $619,92 / 17,4 \text{ MW} = 35,63$ miles de euros anuales por MW instalado.

3.3. PARÁMETROS DE RENTABILIDAD

A partir de los datos anteriores se realiza el cálculo de la tasa interna de rentabilidad (TIR) del proyecto, que representa la rentabilidad de la inversión y del valor actual neto (VAN), que representa el valor presente de los flujos de caja futuros, originados por la inversión.

Conforme figura en las tablas adjuntas, los valores obtenidos para ambos parámetros, considerando un horizonte temporal de 25 años, son:

TIR del proyecto9,01 %

VAN (5,50%)5,18 Millones de euros

Engineering & Construction		EGP CODE GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.011.02 PAGE 6 di/of 7
4. CONCLUSIÓN En vista de los resultados obtenidos, puede concluirse que proyecto es económicamente viable, existiendo fuentes de financiación adecuadas.		

TABLAS DE CÁLCULO

PARQUE EÓLICO LA MUELA III MODIFICACIÓN
ESTUDIO ECONÓMICO

Estimación precio energía (€/MWh) (Worst case Escenario PNIEC)		56,25	53,45	53,00	52,75	52,75	52,63	52,50	52,46	52,98	53,51	54,05	54,59	55,14	55,69	56,24	56,81	57,37	57,95	58,53	59,11	59,70	60,30	60,90	61,51	62,13	62,75	63,38	64,01	64,65	65,30
OPEX - incluidos impuestos sobre actividad (€/MW)		-35630	-35986	-36346	-36710	-37077	-37447	-37822	-38200	-38582	-38968	-39358	-39751	-40149	-40550	-40956	-41365	-41779	-42197	-42619	-43045	-43475	-43910	-44349	-44793	-45241	-45693	-46150	-46611	-47078	-47548
Horas	2391																														
Potencia	17,40																														
Inversión (M€/MW)	0,76	13,22																													
Periodo amortización	25																														
Impuesto sociedades	25%																														
Senda revisión precios	1,0%																														
Tasa de descuento	5,50%																														

Estados financieros simplificados (M€)

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2048	2049	2050
Ingresos			2,28	2,17	2,15	2,14	2,14	2,13	2,13	2,13	2,15	2,17	2,19	2,21	2,24	2,26	2,28	2,30	2,33	2,35	2,37	2,40	2,42	2,45	2,47	2,50	2,52	2,55	2,57	2,60	2,62	2,65
Gastos de operación			-0,62	-0,63	-0,63	-0,64	-0,65	-0,65	-0,66	-0,66	-0,67	-0,68	-0,68	-0,69	-0,70	-0,71	-0,71	-0,72	-0,73	-0,73	-0,74	-0,75	-0,76	-0,76	-0,77	-0,78	-0,79	-0,80	-0,80	-0,81	-0,82	-0,83
EBITDA			1,66	1,54	1,52	1,50	1,49	1,48	1,47	1,46	1,48	1,49	1,51	1,52	1,54	1,55	1,57	1,58	1,60	1,62	1,63	1,65	1,67	1,68	1,70	1,72	1,73	1,75	1,77	1,79	1,80	1,82
Amortización contable			-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53	-0,53
EBIT			1,13	1,01	0,99	0,97	0,97	0,95	0,94	0,93	0,95	0,96	0,98	0,99	1,01	1,02	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,15	1,17	1,19	1,20	1,22	1,24	1,26	1,27	1,29
Intereses			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EBT			1,13	1,01	0,99	0,97	0,97	0,95	0,94	0,93	0,95	0,96	0,98	0,99	1,01	1,02	1,04	1,06	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	1,15	1,17	1,19	1,20	1,22	1,24	1,26	1,27	1,29
Impuesto de sociedades			-0,28	-0,25	-0,25	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,23	-0,24	-0,24	-0,24	-0,25	-0,25	-0,26	-0,26	-0,26	-0,26	-0,27	-0,27	-0,28	-0,28	-0,28	-0,29	-0,29	-0,30	-0,30	-0,31	-0,31	-0,32	-0,32
Resultado neto			0,85	0,76	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,71	0,72	0,73	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,92	0,93	0,94	0,96	0,97

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2048	2049	2050
EBITDA			1,66	1,54	1,52	1,50	1,49	1,48	1,47	1,46	1,48	1,49	1,51	1,52	1,54	1,55	1,57	1,58	1,60	1,62	1,63	1,65	1,67	1,68	1,70	1,72	1,73	1,75	1,77	1,79	1,80	1,82
(±) Variación de capital circulante			-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Inversión	-1,32	-11,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Impuesto sobre EBIT			-0,28	-0,25	-0,25	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,23	-0,24	-0,24	-0,24	-0,25	-0,25	-0,26	-0,26	-0,26	-0,27	-0,27	-0,28	-0,28	-0,28	-0,29	-0,29	-0,30	-0,30	-0,31	-0,31	-0,31	-0,32	-0,32
Flujo de caja generado por las operaciones	-1,32	-11,90	1,38	1,29	1,27	1,26	1,25	1,24	1,24	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,36	1,37	1,38	1,39	1,41	1,42	1,43	1,44	1,46	1,47	1,48	1,50
(±) Saldo neto intereses			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(+) Impuesto sobre EBIT			0,28	0,25	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32
(-) Impuesto sobre EBT			-0,28	-0,25	-0,25	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,23	-0,24	-0,24	-0,24	-0,25	-0,25	-0,26	-0,26	-0,26	-0,27	-0,27	-0,28	-0,28	-0,28	-0,29	-0,29	-0,30	-0,30	-0,31	-0,31	-0,31	-0,32	-0,32
(-) Ampliaciones de capital	1,32	11,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caja neta disponible al final del ejercicio	0,00	0,00	1,38	1,29	1,27	1,26	1,25	1,24	1,24	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,36	1,37	1,38	1,39	1,41	1,42	1,43	1,44	1,46	1,47	1,48	1,50

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2048	2049	2050
Activo neto	1,32	11,90	11,37	10,84	10,31	9,79	9,26	8,73	8,20	7,67	7,14	6,61	6,08	5,55	5,03	4,50	3,97	3,44	2,91	2,38	1,85	1,32	0,79	0,26	-0,26	-0,79	-1,32	-1,85	-2,38	-2,91	-3,44	-3,97
Capital circulante		0,28	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	
Total Activo		12,18	11,63	11,10	10,56	10,03	9,50	8,97	8,44	7,92	7,39	6,86	6,34	5,81	5,28	4,76	4,23	3,70	3,18	2,65	2,13	1,60	1,07	0,54	0,01	-0,52	-1,05	-1,58	-2,11	-2,63	-3,16	-3,69
Recursos propios		12,18	11,63	11,10	10,56	10,03	9,50	8,97	8,44	7,92	7,39	6,86	6,34	5,81	5,28	4,76	4,23	3,70	3,18	2,65	2,13	1,60	1,07	0,54	0,01	-0,52	-1,05	-1,58	-2,11	-2,63	-3,16	-3,69
Deuda a corto plazo		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Deuda a largo plazo		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total recursos propios y pasivo		12,18	11,63	11,10	10,56	10,03	9,50	8,97	8,44	7,92	7,39	6,86	6,34	5,81	5,28	4,76	4,23	3,70	3,18	2,65	2,13	1,60	1,07	0,54	0,01	-0,52	-1,05	-1,58	-2,11	-2,63	-3,16	-3,69

TIR proyecto	9,01 %
Valor actual neto proyecto	5,18 Millones de euros

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

ANEXO X -GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PARQUE EÓLICO

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.012.02

02	27/03/25	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	03/05/24	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	13/05/22	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT P.E. “LA MUELA III MODIFICACIÓN”	EGP CODE														
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT					SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION	
	GRE	EEC	R	9	9	E	S	W	1	8	5	3	2	0	0

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

INDEX

1. INTRODUCCIÓN	3
2. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN	3
3. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS	5
3.1. GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS	5
3.1.1. Residuos no peligrosos	5
3.1.2. Residuos peligrosos	5
3.2. GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS	5
3.2.1. Residuos no peligrosos	6
3.2.2. Residuos peligrosos	6
3.3. MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN / SELECCIÓN).....	6
4. CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	7
4.1. CUANTIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS	7
4.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	8
4.2.1. Residuos no peligrosos	8
4.2.2. Residuos peligrosos	8
4.2.3. Total Gestión de Residuos.....	8
5. CONCLUSIÓN	9

1. INTRODUCCIÓN

Para la elaboración del presente documento se han tenido en cuenta la normativa siguiente:

- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decreto 262/2006, por el que se aprueba el reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
- RD 553/2000, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- RD 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

En relación a los residuos generados en la fase de ejecución del Parque Eólico "La Muela III Modificación" podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados. A continuación, se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras.

2. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

En cuanto a los residuos peligrosos generados en la fase de construcción, éstos serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra. Los residuos referidos serán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc. Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque debido a averías de la maquinaria en la propia obra y la dificultad de traslado de maquinaria de gran tonelaje en ocasiones resulta inevitable realizar dichas operaciones en la propia obra.

Debido a situaciones accidentales durante el mantenimiento de la maquinaria o a la manipulación de sustancias peligrosas pueden darse pequeños vertidos de aceites, combustibles, etc. que originen tierras contaminadas con sustancias peligrosas.

En la fase de construcción los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo, metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón, restos orgánicos, etc.

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa más superficial, constituida por tierra vegetal que podrá ser reutilizada para las labores de restauración de la zona.

Con vistas a su posterior reutilización, se evitará la pérdida de la tierra vegetal presente. Para ello se procederá a su acopio y retirada al inicio de los trabajos, de forma que ésta no se mezcle con sustratos profundos o que quede sepultada por acumular sobre ella tierra de menor calidad.

Se procederá a la retirada de la capa de tierra vegetal (30 centímetros de espesor), cuando las condiciones de humedad del terreno sean apropiadas (tempero o sazón) nunca cuando el suelo está muy seco, o demasiado húmedo.

La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva. Esta acumulación se deberá realizar con la cautela precisa para que la tierra vegetal no pierda sus características (altura máxima de los acopios de 2 metros).

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones, serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.

Debido a las labores de hormigonado, se generarán restos de hormigón procedente del lavado de hormigoneras.

Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc.

A continuación, en las siguientes tablas se especifica a modo de resumen los residuos generados como consecuencia de la actividad evaluada:

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
17 01 01	Hormigón	Operaciones de hormigonado de cimentaciones y zanjas.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 02 01	Madera	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 02 03	Plástico	Envoltorio de componentes, protección transporte de materiales	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 05	Hierro y acero	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 07	Metales mezclados	Realización de instalaciones interiores del edificio de control	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 11	Cables desnudos	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
20 03 01	Restos asimilables a urbanos	Restos procedentes del personal de la obra (restos de comida, bolsas de plásticos, latas, envoltorios, etc.).	Retirada por Gestor autorizado o por acuerdos con el Ayuntamiento.
17 05 04	Tierras sobrantes	Operaciones que implican movimientos de tierras como apertura de cimentaciones y zanjas.	Reutilización en la medida de lo posible en la propia obra, el resto será retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje y finalmente si no son posibles las dos opciones anteriores a vertederos autorizados.
20 01 01	Papel y cartón	Embalaje de componentes, protección transporte de materiales	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización
16 06 04	Pilas alcalinas (excepto 16 06 03)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de la obra	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
15 02 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y manipulación de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, ...	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
13 02 05	Aceites usados (RP).	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
15 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc... (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
17 04 10	Cables aislados (RP)	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.

3. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Para la correcta gestión de los residuos en la instalación desde su producción hasta su recogida por parte de un gestor autorizado se habilitará una zona de almacenamiento de residuos que cumplirán con las características descritas a continuación.

3.1. GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS

3.1.1. Residuos no peligrosos

Durante la fase de obra se habilitarán zonas para el almacenamiento de residuos no peligrosos de fácil acceso a los operarios (junto a casetas de obras, zonas de almacenamiento de materiales), los mismos estarán perfectamente señalizados y serán conocidos por el personal de obra. En los mismos se instalarán diferentes cubas y contenedores que faciliten la segregación de los residuos para así facilitar su posterior gestión.

Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra tratando de disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible, se tratará preferentemente de utilizar estas tierras en la propia obra.

Los restos de hormigón que se encontrarán principalmente en las balsas de recogida de lavado de hormigonera, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Los restos de materiales que sean usados para la construcción del edificio de control, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Se dispondrán contenedores para el almacén de residuos asimilables a urbanos, identificados de forma que faciliten la recogida selectiva. Además, se dispondrán papeleras en el lugar de origen.

Para materiales reciclables como maderas, metales, restos plásticos se dispondrán cubas diferenciadas que faciliten su segregación.

3.1.2. Residuos peligrosos

El almacenamiento de residuos peligrosos para los residuos generados en la fase de construcción se realizará en una zona adecuada y destinada a tal fin, perfectamente señalizada y con las características que se describen a continuación:

- Se realizará sobre una superficie impermeabilizada y con estructuras que sean capaces de contener un posible vertido accidental de los residuos.
- Contará con una cubierta superior que evite que el agua de lluvia pueda provocar el arrastre de los contaminantes y sea protegido por la radiación solar.
- El área de almacenamiento de residuos peligrosos estará perfectamente identificado y señalizado.
- Los recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos peligrosos serán adecuados a cada tipo de residuo y se encontrarán en perfecto estado, cumpliendo lo establecido en el Real Decreto 833/1988 que desarrolla la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados en materia de residuos peligrosos.
- Cada uno de los contenedores de residuos peligrosos se encontrará etiquetado, según el sistema de identificación establecido en la legislación vigente.

3.2. GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS

Según lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados, los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación. Siendo prioritario destinar todo residuo potencialmente reciclable o valorizable a estos fines, evitando su eliminación siempre que sea posible.

De acuerdo con el R.D. 553/2020, la figura del Contratista, que hasta el momento simplemente ostentaba el rol de "poseedor", pasa a ser el "productor" con las responsabilidades que eso conllevará.

En este sentido el destino final de los residuos generados en la instalación será siempre que sea posible la valorización. A continuación, se especifica la gestión final a la que se destinará cada uno de ellos.

3.2.1. Residuos no peligrosos

Las tierras sobrantes serán principalmente reutilizadas siempre que sea posible para el relleno de excavaciones en la propia obra, si esto no es posible se destinará junto con los restos de hormigón y el resto de residuos de construcción a plantas donde sea posible su reutilización, finalmente y como última opción serán retirados a vertederos autorizados. Las maderas, chatarras y plásticos serán retiradas por gestor autorizado de residuos priorizando su reciclaje.

Los residuos asimilables a urbanos serán segregados de forma que se facilite su valorización, estos residuos serán retirados por gestor autorizado de residuos o bien mediante acuerdos con el ayuntamiento.

3.2.2. Residuos peligrosos

Los aceites usados generados en la instalación serán retirados por un gestor autorizado de residuos priorizando su valorización.

El resto de residuos peligrosos generados será retirado por un gestor autorizado de residuos peligrosos para su inertización y eliminación en vertedero autorizado.

3.3. MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN / SELECCIÓN)

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

RESIDUO	PESO
Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	0,50 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Medidas empleadas (se marcan las casillas según lo aplicado):

	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
	Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos...). Solo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008
x	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta

4. CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

4.1. CUANTIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS

A partir de las estimaciones realizadas a partir de los datos obtenidos en la cuantificación de los residuos totales resultantes de la construcción de otros parques eólicos, la previsión de generación de residuos de construcción y demolición para la obra del Parque Eólico "La Muela III Modificación" es la siguiente:

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (T)	CANTIDAD (m³)
17 01 01	Hormigón	472,800	315,200
17 02 01	Madera	0,501	0,460
17 02 03	Plástico	1,003	1,120
17 04 05	Hierro y acero	14,805	1,890
17 04 11	Cables desnudos	0,037	0,020
20 03 01	Restos asimilables a urbanos	0,020	0,020
17 05 04	Tierras sobrantes	6.875,737	4.167,114
20 01 01	Papel y cartón	0,240	0,270
16 06 04	Pilas alcalinas (excepto 16 06 03)	0,008	0,020

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (T)	CANTIDAD (m3)
15 02 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	0,020	0,040
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	17,193	10,420
13 02 05	Aceites usados (RP)	0,010	0,010
15 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc... (RP)	0,005	0,042
17 04 10	Cables aislados (RP)	0,167	0,100

4.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

4.2.1. Residuos no peligrosos

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN				
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (m³)	P.U. (€/m³)	P. Total (€)
17 01 01	Hormigón	315,20	10,00	3.152,00
17 02 01	Madera	0,46	10,00	4,60
17 02 03	Plástico	1,12	10,00	11,20
17 04 05	Hierro y acero	1,89	10,00	18,90
17 04 11	Cables desnudos	0,02	10,00	0,20
20 03 01	Restos asimilables a urbanos	0,02	10,00	0,20
17 05 04	Tierras sobrantes	4.167,11	10,00	41.671,14
20 01 01	Papel y cartón	0,27	10,00	2,70
16 06 04	Pilas alcalinas (excepto 16 06 03)	0,02	10,00	0,20
TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS (€)				44.799,70

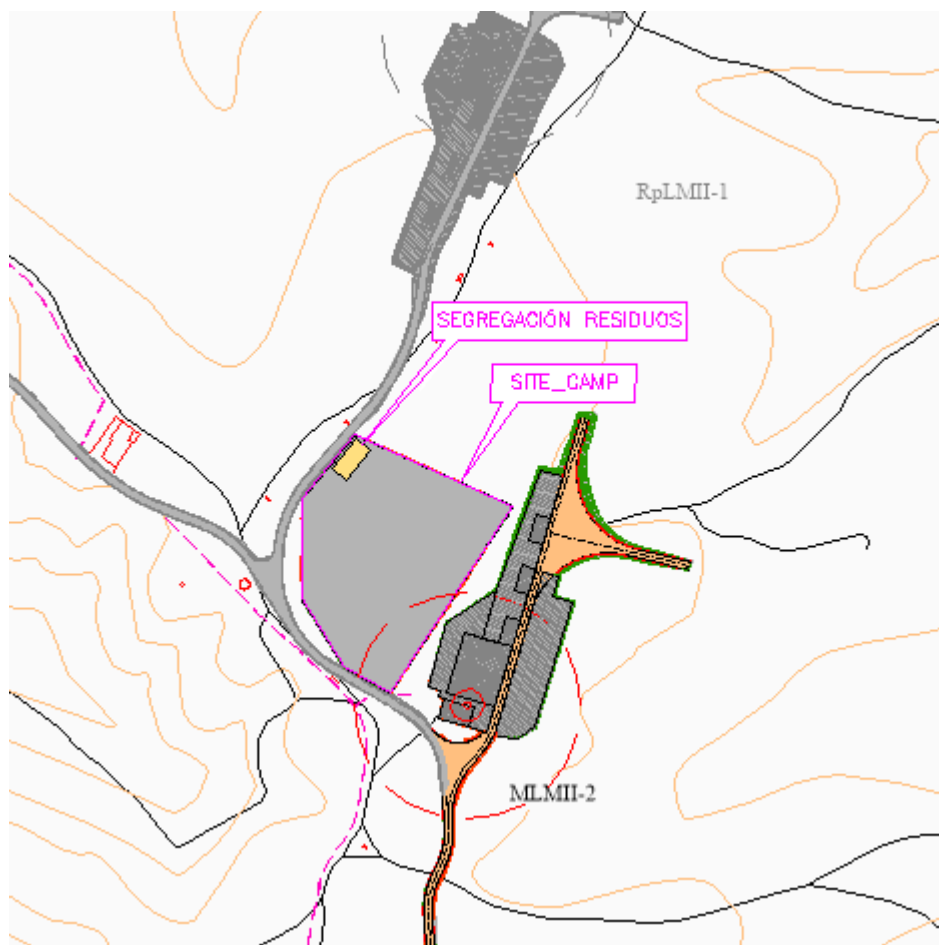
4.2.2. Residuos peligrosos

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN				
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (m³)	P.U. (€/m³)	P. Total (€)
15 02 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	0,04	1.600,00	64,00
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	10,42	1.600,00	16.672,00
13 02 05	Aceites usados (RP).	0,01	1.600,00	16,00
15 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc... (RP)	0,04	1.600,00	67,20
17 04 10	Cables aislados	0,10	1.600,00	160,00
TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS (€)				16.899,20

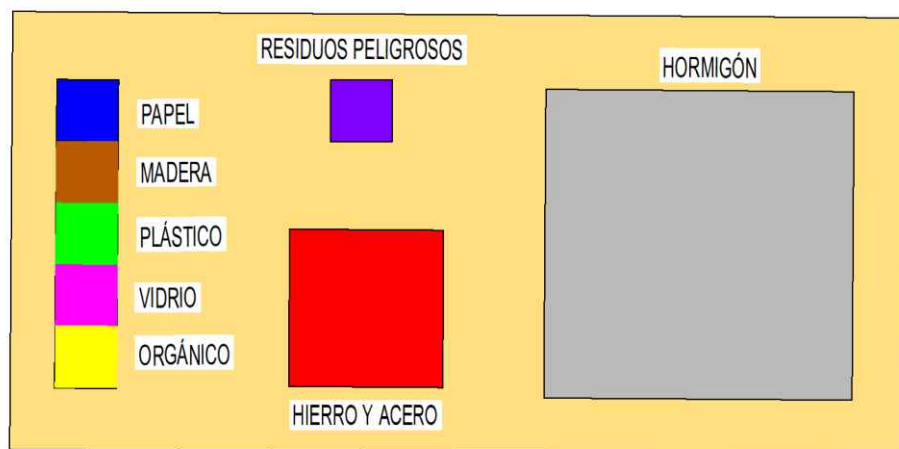
4.2.3. Total Gestión de Residuos

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN	
TIPO DE RESIDUO	P. TOTAL (€)
Gestión Residuos No Peligrosos	44.861,14
Gestión Residuos Peligrosos	16.979,20
TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN (€)	61.840,34

En la siguiente imagen queda reflejada la disposición prevista de las instalaciones en obra designadas a la segregación y almacenamiento temporal de residuos de acuerdo con el Real Decreto 105/2008.



En el site camp, junto al Aerogenerador MLMII-2 (Parque Eólico "La Muela II Modificación") y próxima al vial de acceso, queda habilitada una pequeña zona cuyas dimensiones son 18,00 x 9,00 metros aproximadamente para la segregación de residuos cuya disposición queda reflejada en la siguiente imagen:



5. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, se entiende que queda suficientemente desarrollado el Estudio de Gestión de Residuos para el proyecto.

TITLE:

ANEXO XI

ESTUDIO HIDROLÓGICO-HIDRÁULICO

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.013.01 HIDRO MUELA_III_MOD_CON FORMATO1

01	27/03/2025		A. SARDÓN SATEL	I.DOLSET SATEL	D.GAVÍN SATEL
00	01/05/2022		A. SARDÓN SATEL	I.DOLSET SATEL	D.GAVÍN SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

EGP VALIDATION

COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT P.E. “LA MUELA II MODIFICACIÓN”	EGP CODE																			
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER		COUNTRY		TEC	PLANT					SYSTEM		PROGRESSIVE		REVISION		
	GRE	EEC	R	9	9	E	S	W	1	8	5	3	2	0	0	0	1	3	0	1
CLASSIFICATION				UTILIZATION SCOPE																

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETO	3
3. METODOLOGÍA	3
4. ESTUDIO HIDROLÓGICO	4
4.1. Introducción	4
4.2. Determinación de las cuencas vertientes	6
4.3. Método Racional.....	7
4.4. Caudales de Diseño	17
5. ESTUDIO HIDRÁULICO	19
5.1. Introducción	19
5.2. Diseño de drenaje longitudinal.....	19
5.3. Diseño de drenaje transversal.....	22
6. CONCLUSIONES.....	26
LÁMINAS. HIDROLOGÍA	27
CUENCAS DE PROYECTO	28
MODELO DIGITAL DEL TERRENO	29
MAPA DE PENDIENTES.....	30
USOS DEL SUELO.....	30
MAPA DE PERMEABILIDADES.....	31

1. INTRODUCCIÓN

El Parque Eólico "La Muela III Modificación" se encuentra ubicado en el Término Municipal de La Muela, Provincia de Zaragoza.

El objeto del proyecto es exponer las modificaciones a realizar en la instalación del Parque Eólico "La Muela III Modificación" para su repotenciación que consistirá en el desmantelamiento de 25 aerogeneradores modelo MADE AE 46 (16,5 MW) actualmente en servicio y la instalación de 2 aerogeneradores modelo V117-4.3 y otros 2 aerogeneradores modelo V136-4.5 del fabricante VESTAS o similar, de 4.300 kW y 4.500 KW de potencia unitaria, con 117 m y 136 m de diámetros de rotor y alturas de buje de 81, 82 y 84 metros. La potencia máxima del parque eólico es de 17,6 MW.

UTM (ETRS89, Huso 30)		
Núm. Aero	X	Y
MLMIII-01	653.281	4.606.765
MLMIII-02	653.200	4.607.478
MLMIII-03	653.185	4.608.249
MLMIII-04	653.664	4.608.535

La evacuación de la energía eléctrica generada por los aerogeneradores se realizará a través de 2 líneas subterráneas de Media Tensión (20kV) a la SET "La Portillada", objeto de otro proyecto.

La SET 20/132 kV "La Portillada", recibirá la energía generada por el P.E. "La Muela III Modificación" por medio de las líneas subterráneas correspondientes, y la evacuará a través de una línea Aérea de Alta Tensión en 132 kV, a Seccionamiento "Los Vientos" 132 kV donde está el punto de conexión.

Las plataformas o áreas de maniobra adyacentes a los aerogeneradores permiten mejorar el acceso para realizar la excavación de la zapata y también el estacionamiento de la grúa para montaje de la torre, sirviendo a su vez como zona de acopio de materiales. Las plataformas de montaje se realizan a la cota en que se vaya a colocar la base de la torre del aerogenerador.

2. OBJETO

El objeto de este informe es realizar un estudio de hidrología para definir las cuencas y los cauces que vierten sobre las infraestructuras del proyecto y determinar los caudales de diseño; y un estudio hidráulico para diseñar el sistema de drenaje que es necesario proyectar en el Parque Eólico.

3. METODOLOGÍA

La metodología y alcance empleados se basan en:

- Norma 5.2- I.C de Drenaje Superficial editada por Ministerio de Fomento en Febrero 2016 (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 – IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras. Publicada en el BOE nº 60 de 10 de marzo de 2016.
- Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Ministerio de Fomento. 1999.
- Guía Metodológica del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundaciones (en adelante, SNCZI) del MAPAMA.
- Documento de EGP – "Design guidelines for the civil works of wind plants" (S.25.XX.W.00000.00.006.01), en lo relativo al apartado HYDROLOGICAL AND HYDRAULIC STUDIES.
- EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural.

4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.1. Introducción

Según la norma 5.2. – I.C. de Drenaje Superficial, “El caudal máximo anual correspondiente a un determinado período de retorno Q_T , se debe determinar a partir de la información sobre caudales máximos que proporcione la Administración Hidráulica competente. En caso de no disponer de dicha información, se debe calcular a través de la metodología que se establece en este capítulo.”

La elección del método de cálculo más adecuado a cada caso concreto debe seguir el siguiente procedimiento:

- En cuencas de área inferior a cincuenta kilómetros cuadrados ($A < 50 \text{ km}^2$):
 - Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.
 - Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos se debe aplicar el método racional.

Para la determinación de la información hidrológica de partida, se hace uso de la publicación *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular*, publicada por el Ministerio de Fomento, y que permite obtener valores de precipitación máxima diaria asociada a diferentes periodos de retorno.

Para ello, esta publicación recoge en un mapa con dos parámetros asociado a la zona de estudio:

- P_t : Máxima precipitación media anual, en milímetros.
- C_v : Coeficiente de variación.

Los valores asociados a este proyecto son $P_t = 43 \text{ mm.}$; $C_v = 0,4$; obtenidos a partir de la hoja 4-2 “Zaragoza”, de la que se extrae la siguiente imagen:

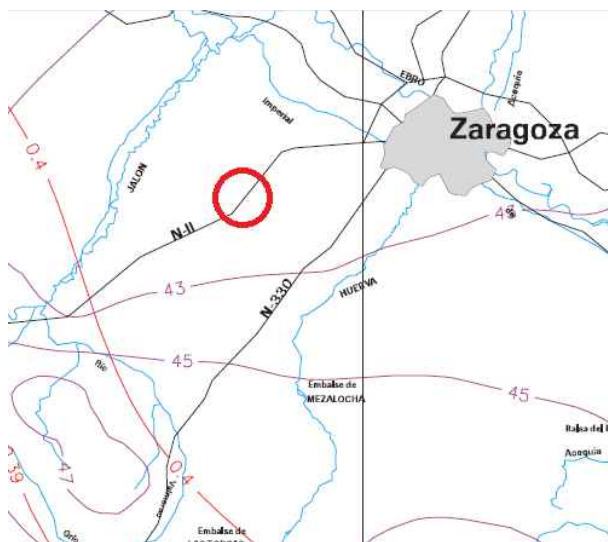


Figura 1 – Valores de P_d y C_v . “Máximas Lluvias en la España Peninsular”

A partir de estos valores, y siguiendo nuevamente el proceso descrito en la publicación indicada, se determina el valor del factor de amplificación “ K_t ” asociado a cada periodo de retorno, partir de la siguiente tabla.

C _v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Figura 2 – Valores de factores de multiplicación K_t asociados a un periodo de retorno y un coeficiente de variación C_v . "Máximas Lluvias en la España Peninsular"

En este caso, como ya se ha indicado, el valor que toma el coeficiente de variación es $C_v = 0,40$.

La precipitación máxima diaria " P_d " asociada a cada periodo de retorno " T " viene determinada por la siguiente expresión:

$$P_d(T) = P_t \cdot K_t(T)$$

En la siguiente tabla se recogen los valores resultantes, sobre los que se realizarán los cálculos en siguientes apartados:

Precipitaciones máximas diarias asociadas a un periodo de retorno					
P _t (mm)	43		C _v	0,40	
T (años)	10	25	50	100	200
K _t	1,492	1,839	2,113	2,403	2,708
P _d (mm)	64,16	79,08	90,86	103,33	116,44

Tabla 2 – Precipitaciones máximas diarias asociadas a diferentes periodos de retorno.

4.2. Determinación de las cuencas vertientes

En base a la topografía del ámbito, las fotografías aéreas disponibles y el trazado de los nuevos viales se han acotado un total de 3 cuencas.

El recorrido del agua de cada cuenca para determinar el tiempo de concentración se obtiene mediante análisis de la topografía y herramientas GIS. Este recorrido puede ser por la cuneta o por zona de drenaje natural. En caso de simplificar el recorrido, se debe realizar siempre reduciendo la longitud (del lado de la seguridad), nunca aumentándola.

En la siguiente imagen se muestran, sombreadas en color, las diferentes cuencas de estudio. Las zonas en las que no aparecen cuencas asociadas a los viales discurren sobre crestas, lo que permite gestionar su drenaje a través de cunetas, ya que no se interceptan cuencas significativas.

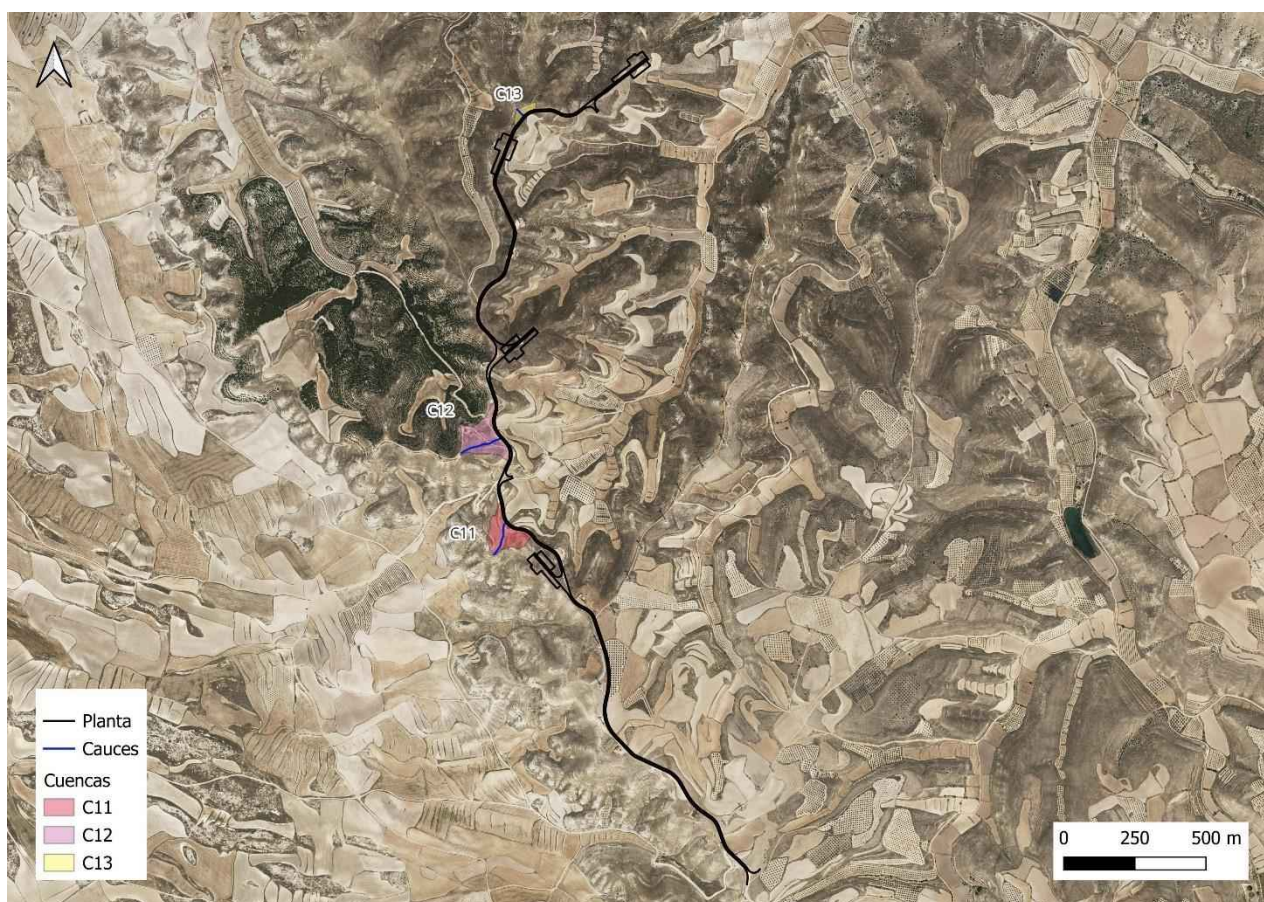


Figura 3 - Cuencas

4.3. Método Racional

El caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un período de retorno T , se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3.6}$$

Siendo:

- Q_T : caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca. [m^3/s]
 A : área de la cuenca. [km^2]
 $I(T, t_c)$: intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje. [mm/h]
 C : coeficiente de escorrentía de la cuenca.
 K_t : coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

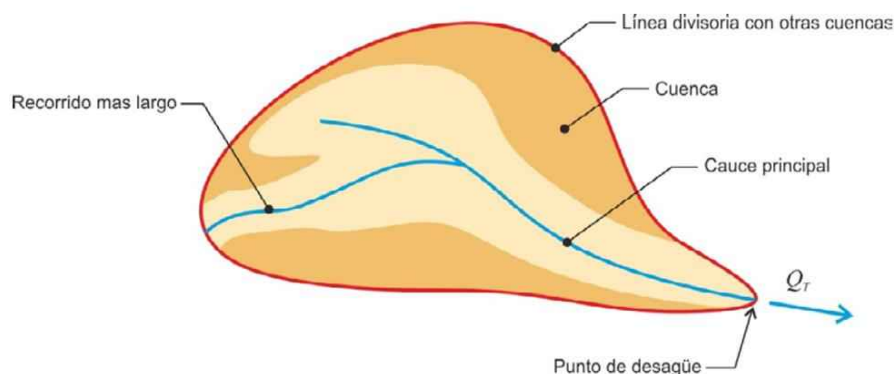


Figura 5 – Esquema de cuenca.

Las fórmulas que definen los factores de la fórmula general, son los siguientes:

Intensidad de Precipitación, I

La intensidad de precipitación $I(T, t)$ correspondiente a un período de retorno T , y a una duración del aguacero t , a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

Siendo:

- I_d : intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T . [mm/h]
 F_{int} : factor de intensidad

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca Q_T , es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_c$) de dicha cuenca.

Coeficiente de Uniformidad, K_t

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

Siendo:

- K_t : coeficiente de uniformidad
 T_c : tiempo de concentración [horas]

Coeficiente de simultaneidad o factor reductor, K_A

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie.

Si $A < 1 \text{ km}^2$,

$$K_A = 1$$

Si $A \geq 1 \text{ km}^2$,

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

Precipitación máxima corregida sobre la cuenca, P_d'

$$P_d' = K_A \cdot P_d$$

Siendo:

P_d' : precipitación máxima diaria corregida [mm]
 K_A : coeficiente de simultaneidad
 P_d : precipitación máxima diaria [mm]

La intensidad media diaria de precipitación corregida, I_d

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T , se obtiene en mm/h mediante la fórmula.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Siendo:

I_d : intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T . [mm/h]
 P_d : precipitación diaria correspondiente al período de retorno T . [mm/h]
 K_A : factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

Tiempo de Concentración, t_c

Es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante las siguientes formulaciones:

$$t_c = 0.3 \cdot L_c^{0.76} \cdot J_c^{-0.209}$$

Siendo:

t_c : tiempo de concentración [h]
 L_c : longitud del cauce mayor [km]
 J_c : pendiente promedio del cauce mayor

En aquellas cuencas principales de pequeño tamaño en las que el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno sea apreciable respecto al tiempo de recorrido total, el tiempo de concentración se debe determinar dividiendo el recorrido de la escorrentía en tramos de característica homogéneas inferiores a trescientos metros de longitud (300 m) y sumando los tiempos parciales obtenidos.

Se considera que se da esta circunstancia cuando el tiempo de concentración obtenido con la fórmula anterior sea igual o inferior a 15 minutos ($t_c \leq 0,25$ horas).

Para estos casos, el tiempo de concentración se obtendrá como se ha indicado, dividiendo el recorrido de la escorrentía en tramos inferiores a 300 metros, y aplicando la fórmula siguiente:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

Siendo:

t_{dif} : tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno [h]
 n_{dif} : coeficiente de flujo difuso [km]
 L_{dif} : longitud de recorrido en flujo difuso [km]
 J_{dif} : pendiente media

El valor del coeficiente " n_{dif} " de flujo difuso se obtiene a partir de la siguiente tabla:

Cobertura del terreno		n_{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
No pavimentado ni revestido	Sin vegetación	0,050
	Con vegetación escasa	0,120
	Con vegetación media	0,320
	Con vegetación densa	1,000

Tabla 3 – Valores del coeficiente de flujo difuso " n_{dif} "

Para el presente proyecto se ha optado por emplear un valor genérico de $n_{dif} = 0,120$, que en general queda del lado de la seguridad teniendo en cuenta la zona del proyecto.

El valor del tiempo de concentración " t_c " se obtendrá, para los casos de aplicación del flujo difuso, se obtendrán a partir de la siguiente tabla.

t_{dif} (minutos)	t_c (minutos)
≤ 5	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	t_{dif}
≥ 40	40

Tabla 4 – Valores del coeficiente de flujo difuso " n_{dif} "

Factor de intensidad, F_a

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de la duración del aguacero t , a partir del índice de torrencialidad I_1/I_d .

$$F_a = (I_1/I_d)^{3.5287-2.5287 \cdot t}$$

Siendo:

F_a : factor de intensidad
 t : duración del aguacero [horas]
 I_1/I_d : índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa siguiente:

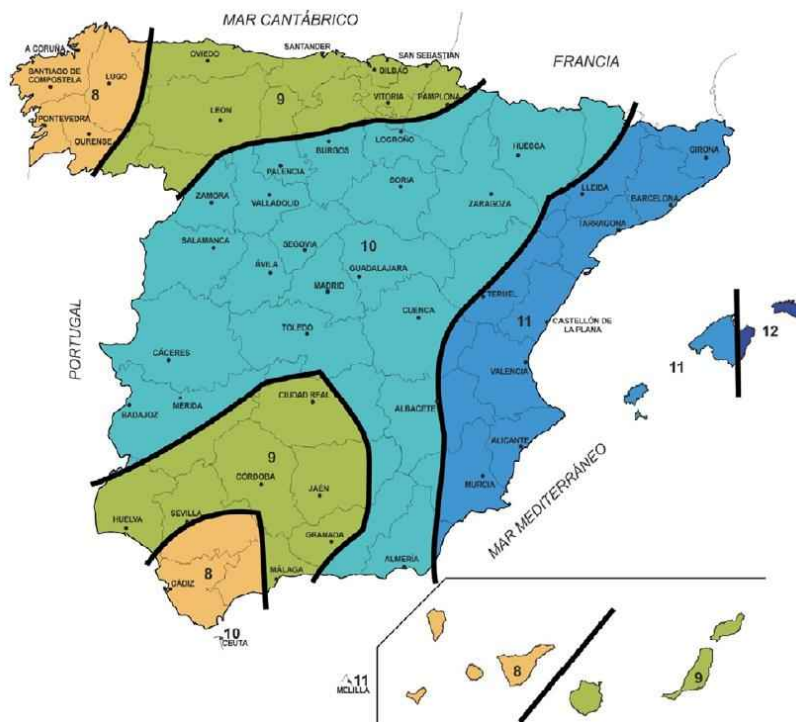


Figura 6 – Mapa de torrencialidad (I_1/I_a)

Coeficiente de Escorrentía, C

El coeficiente de escorrentía C , define la parte de la precipitación de intensidad I (T , t_c) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. El coeficiente de escorrentía C , se obtendrá mediante la siguiente formula:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq 0,$$

$$C = 0$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > 0,$$

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)}$$

Siendo:

C : coeficiente de escorrentía
 P_d : precipitación máxima diaria [mm]
 K_A : factor reductor de la precipitación por área de la cuenca
 P_0 : umbral de escorrentía [mm]

Umbral de Escorrentía, P_0

El umbral de escorrentía P_0 , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Siendo:

P_0 : umbral de escorrentía [mm]
 P_0^i : valor inicial del umbral de escorrentía [mm]
 β : coeficiente corrector del umbral de escorrentía

El valor inicial del umbral de escorrentía P_0^i , se determinará a partir de:

- **MDT02:** Modelo digital del terreno con paso de malla de 2 m, disponible en el centro de descargas del CNIG en formato ASCII con la misma distribución de hojas que el MTN50.
- **MALIPER:** Mapa litoestratigráfico y de permeabilidades a escala 1/200.000 facilitado por el IGME en formato shape.
- **CORINE LAND COVER:** Mapa de usos del suelo en España, disponible en el centro de descargas del CNIG en formato shape, actualizado en 2018.

A continuación, se resume brevemente el procedimiento operativo:

- A partir de las cuencas ya definidas, se solapa la información de usos del suelo. Los usos del suelo vienen clasificados según los códigos recogidos en la tabla de umbrales de escorretía de la Instrucción de Carreteras según el proyecto europeo Corine Land Cover 2000. (Tabla 2.3 de la Instrucción).

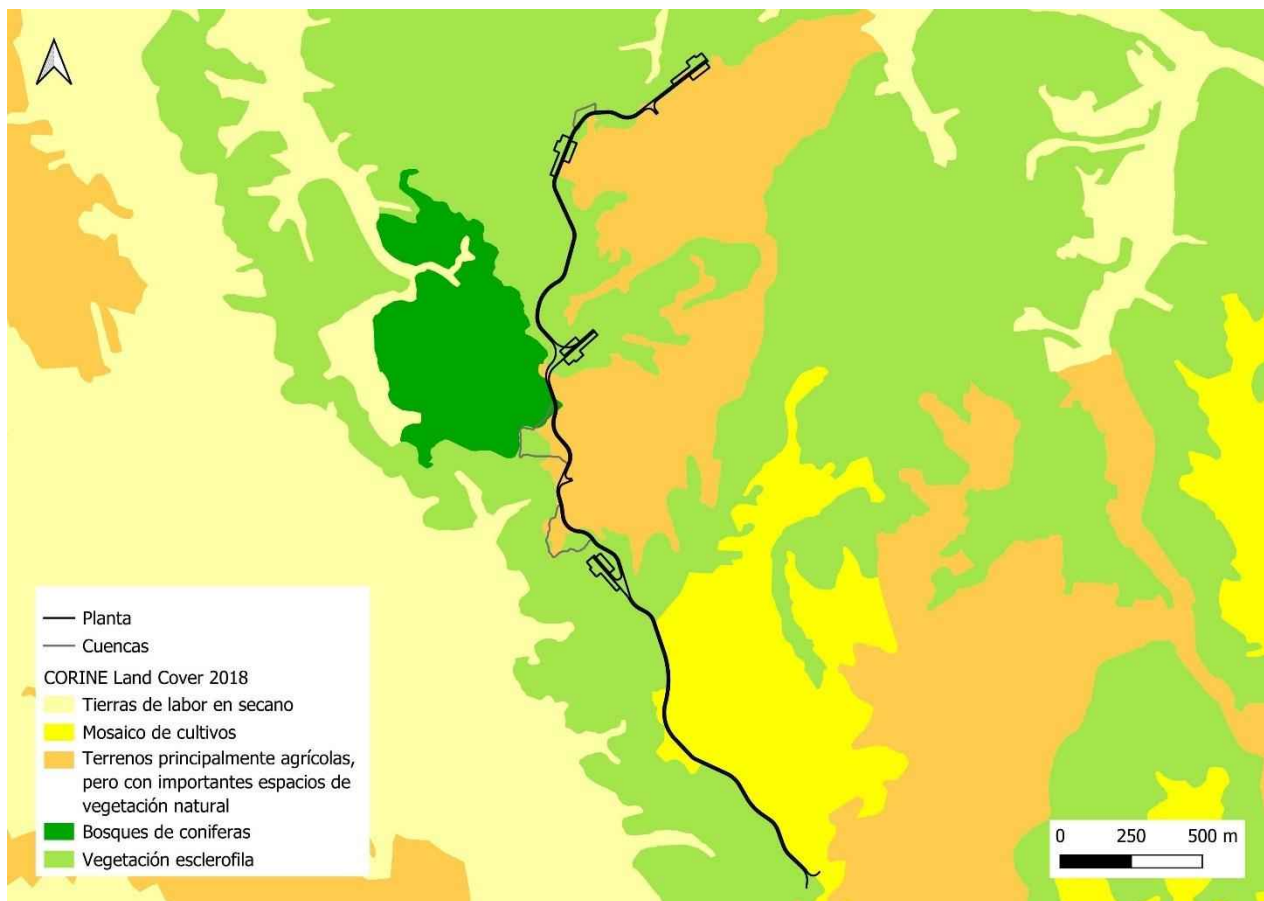


Figura 7 – Usos del suelo

- b) Además del uso del suelo, la Instrucción de Carreteras proporciona valores diferentes de umbral de escorrentía inicial en función de si la pendiente del terreno es mayor o menor del 3%, para determinados usos del suelo. Para evaluar esta circunstancia, se realiza un mapa de pendientes a partir del modelo digital del terreno.

En la siguiente imagen se representan en verde las áreas del terreno con pendientes inferiores al 3%, y en morado las que están por encima de este valor.

Dado el marcado carácter suave de las cuencas de estudio, se ha considerado como criterio general una pendiente inferior al 3%.

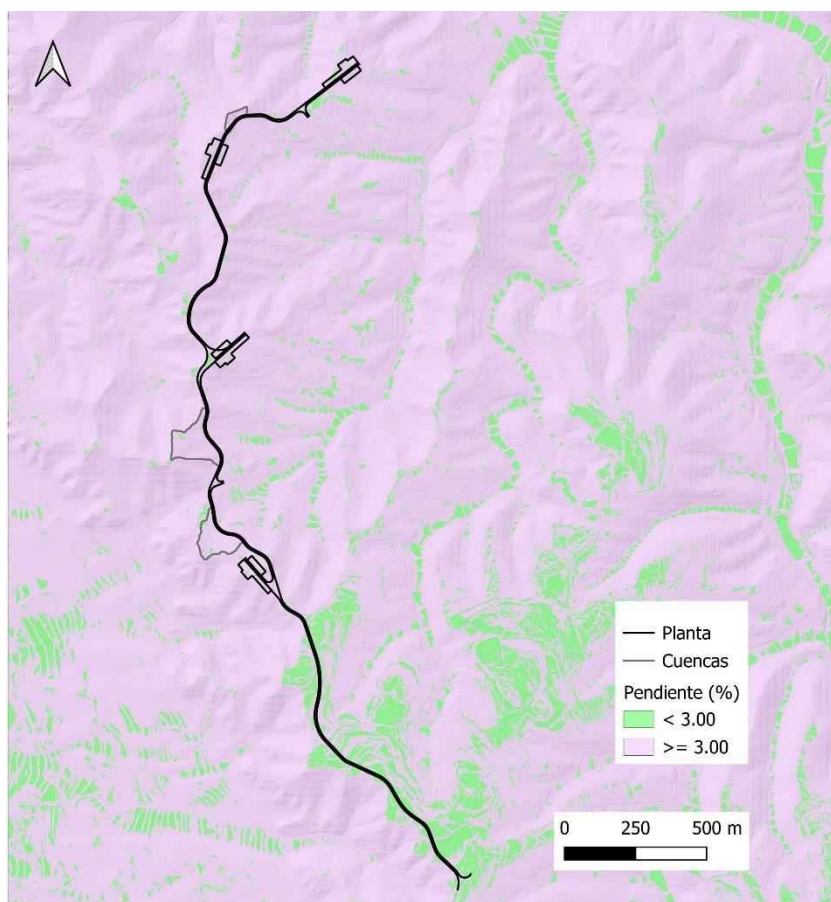


Figura 8 – Mapa de pendientes

- c) Siguiendo una metodología análoga, se crea un mapa de permeabilidades en la zona a partir de la información facilitada por el IGME.

A partir de este mapa, se establece una equivalencia entre las permeabilidades obtenidas y la clasificación de tipos de suelo que figura en la Instrucción de Carreteras y que se recoge a continuación:

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Tabla 5 – Grupos hidrológicos del suelo a efectos de la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía. Instrucción 5-2 I.C.

La relación empleada entre los valores de MALIPER y de la Instrucción de carreteras son:

Permeabilidad MALIPER	Grupo de suelo (I.C.)
MUY ALTA	A
ALTA	B
EDIA	C
BAJA	C
MUY BAJA	D

Tabla 6 – Relación entre permeabilidad según MALIPER y grupo de suelo.

En la siguiente figura se reflejan los diferentes valores de permeabilidad del suelo localizados en la zona de estudio.



Figura 9 – Mapa de permeabilidades

- d) A continuación. se intersecan las capas SIG de cuencas vertientes, usos del suelo y permeabilidades, y se obtienen mediante media ponderada los valores iniciales del umbral de escorrentía asociado a cada cuenca.

USOS DE SUELO	GRUPOS DE SUELO	Po, i (TABLA 2.3 NORMA 5.2-IC)	Cuenca 11	Cuenca 12	Cuenca 13
Tejido urbano continuo	C	1	0	0	0
Tejido urbano discontinuo	C	8	0	0	0
Tierras de labor en secano Pend. < 3%	C	14	0	0	0
Tierras de labor en secano Pend. > 3%	C	8	0	0	0
Frutales Pend. < 3%	C	19	0	0	0
Frutales Pend. > 3%	C	15	0	0	0
Olivares Pend. < 3%	C	19	0	0	0
Olivares Pend. > 3%	C	15	0	0	0
Mosaico de cultivos Pend. < 3%	C	13	0	0	0
Mosaico de cultivos Pend. < 3%	C	9	0	0	0
Terrenos mayormente agrícolas y vegetación natural Pend. < 3%	C	13	677	0	0
Terrenos mayormente agrícolas y vegetación natural Pend. > 3%	C	9	6 929	7 575	0
Bosques de coníferas	C	31	0	1 466	0
Vegetación esclerófila	C	8	5 929	8 534	3 228
Po,i (mm)			8,8	10,3	8,0

Tabla 7 – Superficies en metros cuadrados por uso de suelo, grupo de suelo y cuenca vertiente; y obtención del valor inicial del coeficiente de escorrentía "Po,i"

Coefficiente corrector del Umbral de Escorrentía, β^{PM}

La formulación del método racional efectuada en los epígrafes precedentes requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía β .

Cuando no se disponga de información suficiente en la propia cuenca de cálculo o en cuencas próximas similares, para llevar a cabo la calibración, se puede tomar el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de la tabla siguiente, correspondiente a la región 942.



Figura 10 – Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Círculo rojo: ubicación del Parque Eólico.

Para el drenaje transversal de vías de servicio, ramales, caminos, accesos a instalaciones y edificaciones auxiliares de la carretera y otros elementos anejos (siempre que el funcionamiento hidráulico de estas obras no afecte a la carretera principal) y drenaje de plataforma y márgenes: se debe aplicar el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía por un factor dependiente del período de retorno T, considerado para el caudal de proyecto en el elemento de que en cada caso se trate:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

Siendo:

- β^{PM} : coeficiente corrector del umbral de escorrentía.
- β_m : valor medio de la región.
- F_T : factor corrector en función del periodo de retorno T

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61.
Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla
En todos los casos $F_{10}=1,00$

Tabla 8 – Calibraciones regionales.

De la tabla se obtiene que para la región 942 un valor de $\beta_m = 1,2$, y los valores de F_T correspondientes para los periodos de retorno incluidos en la tabla.

Para el periodo de retorno de 50 años ($T=50$) se ha realizado una interpolación lineal a partir del resto de datos, obteniendo unos valores $F_{T,50} = 1,14$.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.013.01

PAGE

17 di/of 32

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUJA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

4.4. Caudales de Diseño

En las siguientes tablas se reflejan los datos hidrológicos descritos en los apartados anteriores, las características geomorfológicas de las cuencas consideradas y el resultado final de los caudales de cálculo tras aplicar el método racional.

CUENCA	ÁREA (km ²)	CAUCE PRINCIPAL				
		LONGITUD (km)	COTA MAX (m)	COTA MIN (m)	PTE (%)	T _c (H)
Cuenca 11	0,014	0,122	547,76	542,39	4,40%	0,11
Cuenca 12	0,018	0,146	563,11	539,16	16,41%	0,10
Cuenca 13	0,003	0,054	534,30	523,62	19,78%	0,04

Tabla 9 – Características geométricas de las cuencas y tiempo de concentración

CUENCA	K _a	P _d (mm)				P' _d (mm)			
		T=10	T=25	T=50	T=100	T=10	T=25	T=50	T=100
Cuenca 11	1,00	64,16	79,08	90,86	103,33	64,16	79,08	90,86	103,33
Cuenca 12	1,00	64,16	79,08	90,86	103,33	64,16	79,08	90,86	103,33
Cuenca 13	1,00	64,16	79,08	90,86	103,33	64,16	79,08	90,86	103,33

Tabla 10 – Precipitación máxima diaria corregida



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.013.01

PAGE

18 di/of 32

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUJA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

CUENCA	T_c (H)	I_1/I_d	F_{int}	I_d (mm/h)				I (mm/h)			
				T=10	T=25	T=50	T=100	T=10	T=25	T=50	T=100
Cuenca 01B	0,54	10	14,20	2,67	3,29	3,79	4,31	37,95	46,78	53,75	61,13
Cuenca 08	0,28	10	20,13	2,67	3,29	3,79	4,31	53,81	66,32	76,21	86,66
Cuenca 09	0,21	10	23,10	2,67	3,29	3,79	4,31	61,74	76,10	87,43	99,43
Cuenca 10	0,22	10	22,66	2,67	3,29	3,79	4,31	60,57	74,66	85,78	97,56
Cuenca 11	0,11	10	31,71	2,67	3,29	3,79	4,31	84,77	104,49	120,05	136,53
Cuenca 12	0,10	10	33,43	2,67	3,29	3,79	4,31	89,37	110,15	126,57	143,94
Cuenca 13	0,04	10	47,50	2,67	3,29	3,79	4,31	126,98	156,51	179,83	204,51
Cuenca 15A	2,58	10	5,60	2,52	3,10	3,56	4,05	14,10	17,38	19,97	22,72
Cuenca 15B	2,42	10	5,85	2,61	3,21	3,69	4,20	15,23	18,77	21,57	24,53
Cuenca 15C	2,28	10	6,06	2,61	3,22	3,70	4,21	15,81	19,49	22,40	25,47

Tabla 11 – Intensidad de cálculo

CUENCA	P_0 (mm)	β_m	F_t				P_0^i (mm)				C				K_t
			T=10	T=25	T=50	T=100	T=10	T=25	T=50	T=100	T=10	T=25	T=50	T=100	
Cuenca 11	8,76	1,20	1,00	1,11	1,14	1,24	10,51	11,67	11,99	13,04	0,51	0,54	0,58	0,60	1,00
Cuenca 12	10,35	1,20	1,00	1,11	1,14	1,24	12,42	13,79	14,16	15,40	0,45	0,49	0,53	0,54	1,00
Cuenca 13	8,00	1,20	1,00	1,11	1,14	1,24	9,60	10,66	10,94	11,90	0,54	0,58	0,61	0,63	1,00

Tabla 12 – Valores de umbral de escorrentía, coeficiente de escorrentía y coeficiente de uniformidad

CUENCA	Q (m³/s)			
	T=10	T=25	T=50	T=100
Cuenca 11	0,16	0,21	0,26	0,31
Cuenca 12	0,20	0,26	0,33	0,38
Cuenca 13	0,06	0,08	0,10	0,12

Tabla 13 - Caudales de diseño



Green Power
Engineering & Construction

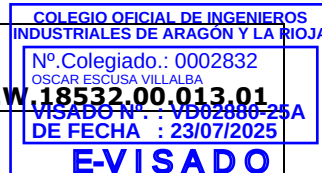


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.013.01

PAGE

19 di/of 32



5. ESTUDIO HIDRÁULICO

5.1. Introducción

En el diseño hidráulico del parque eólico se aplica la norma 5.2 – IC de drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, aplicable a la red de carreteras del Estado.

No obstante, puede ocurrir que alguno de los criterios sea excesivamente exigente para la entidad del vial a proyectar. En ese caso, se adoptará un criterio en base al criterio apropiado basado en reglas de buena práctica.

5.2. Diseño de drenaje longitudinal

Las cunetas de los viales y plataformas del parque eólico se diseñan con una geometría triangular con un ancho 1 metro, profundidad de 0,5 metros y taludes 1H:1V.

Se dispondrán cunetas de guarda en taludes de 4 m de altura (zonas áridas y poco erosionables) de altura para evitar que el vertido de aguas de la plataforma cause cárcavas en el terraplén.

La comprobación hidráulica de las cunetas se debe efectuar en régimen uniforme, comprobando que se cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

- La capacidad hidráulica, de los elementos lineales en régimen uniforme y en lámina libre para la sección llena sin entrada en carga debe ser mayor que el caudal de proyecto, Q_P .

$$Q_{CH} = \frac{J^{1/2} \cdot R_H^{2/3} \cdot S_{MAX}}{n} \geq Q_P$$

- La velocidad media del agua para el caudal de proyecto, debe ser menor que la que produce daños en el elemento de drenaje superficial, en función de su material constitutivo.

$$V_P = \frac{Q_P}{S_P} \leq V_{MAX}$$

Siendo:

Q_{CH} :	capacidad hidráulica del elemento de drenaje, caudal en régimen uniforme en lámina libre para la sección llena calculado igualando las pérdidas de carga por rozamiento con las paredes y fondo del conducto a la pendiente longitudinal [m^3/s]
J :	pendiente geométrica del elemento lineal
S_{MAX} :	área de la sección transversal del conducto [m^2]
S :	área de la sección transversal ocupada por la corriente [m^2]
p :	perímetro mojado de la sección ocupada por la corriente [m]
R_H :	radio hidráulico = S/p [m]
n :	coeficiente de rugosidad de Manning [$s/m^{1/3}$]
Q_P :	caudal de proyecto
V_P :	velocidad media de la corriente del caudal de proyecto [m/s]
S_P :	área de la sección de la corriente del caudal de proyecto [m]
V_{MAX} :	velocidad máxima admisible en el elemento de drenaje [m/s]

A continuación, se muestran los valores de n y de V_{MAX} según la Norma Norma 5.2 – IC:

MATERIAL		n (sm ^{-1/3})
Cuneta	Sin vegetación. Superficie uniforme	0,020-0,025
	Sin vegetación. Superficie irregular	0,020-0,033
	Con vegetación herbácea segada	0,033-0,040
	Con vegetación herbácea espesa	0,040-0,050
	En roca. Superficie uniforme	0,029-0,033
	En roca. Superficie irregular	0,033-0,050
	Fondo de grava. Cajeros de hormigón	0,017-0,020
	Fondo de grava. Cajeros encachados	0,022-0,033
	Encachado	0,020-0,029
	Hormigón proyectado	0,017-0,022
	Revestida con hormigón in situ	0,013-0,017
Pavimento con mezclas bituminosas		0,013-0,018
Hormigón en marcos y otras estructuras in situ		0,014-0,017
Gaviones		0,020-0,040
Tubo de hormigón		0,012-0,017
Tubo de fundición		0,010-0,015
Tubo de acero		0,010-0,014
Tubo de materiales poliméricos		0,008-0,013

Nota: Los valores inferiores de cada uno de los rangos resultan de aplicación a conductos recién instalados, rectos, sin arquetas ni piezas especiales intermedias, limpios y en buen estado de conservación. El envejecimiento de los conductos se suele traducir en un incremento del valor del número n de Manning que no suele superar el límite superior de esta tabla.

Tabla 14 – Coeficiente de rugosidad de Manning según la Norma 5.2 – IC

Naturaleza de la superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Terreno sin vegetación arenoso o limoso	0,20-0,60
Terreno sin vegetación arcilloso	0,60-0,90
Terreno sin vegetación en arcillas duras y margas blandas	0,90-1,40
Terreno sin vegetación en gravas y cantos	1,20-2,30
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Terreno con vegetación herbácea permanente	1,20-1,80
Rocas blandas	1,40-3,00
Mampostería, rocas duras	3,00-5,00
Hormigón	4,50-6,00

Nota: Además de las variaciones debidas al distinto comportamiento de los materiales comprendidos en las categorías genéricas de esta tabla, los valores superiores son admisibles para situaciones esporádicas, mientras que los valores más bajos son para situaciones frecuentes.

Tabla 15 – Velocidad máxima del agua según la Norma 5.2 – IC

Las cunetas de parque eólico se dispondrán sobre el terreno natural. Para pendientes elevadas se revestirán de hormigón.

Los parámetros de cálculo en régimen uniforme en función del calado para cunetas triangulares de pendientes 1H:1V son los siguientes:

$$S(y) = y^2 \quad p(y) = 2 \cdot y \cdot \sqrt{2} \quad R_H(y) = \frac{S(y)}{p(y)} = \frac{y}{2\sqrt{2}}$$

$$Q_{triangular} = \frac{y^{8/3} \cdot J^{1/2}}{2 \cdot n} \quad V_{triangular} = \frac{y^{2/3} \cdot J^{1/2}}{2 \cdot n}$$

Los coeficientes de rugosidad adoptados para cunetas en tierras y revestidas de hormigón son los siguientes:

- Tierras: $n = 0,033$
- Hormigón: $n = 0,017$

Por lo tanto para cunetas de 0,5 m de profundidad se obtienen la siguiente tabla de capacidad hidráulica en función de la pendiente:

Cuneta triangular, 1H:1V, y=0.5m		
J	Q (m ³ /s)	
	n = 0.017	n = 0.033
1%	0,463	0,239
2%	0,655	0,337
3%	0,802	0,413
4%	0,926	0,477
5%	1,036	0,534
6%	1,135	0,585
7%	1,226	0,631
8%	1,310	0,675
9%	1,390	0,716
10%	1,465	0,755

Tabla 16 – Caudal de la cuneta triangular en función de la pendiente

Cuneta triangular, 1H:1V, y=0.5m		
J	V (m/s)	
	n = 0.017	n = 0.033
1%	1,853	0,954
2%	2,620	1,350
3%	3,209	1,653
4%	3,706	1,909
5%	4,143	2,134
6%	4,538	2,338
7%	4,902	2,525
8%	5,241	2,700
9%	5,558	2,863
10%	5,859	3,018

Tabla 17 – Velocidad de la cuneta triangular en función de la pendiente

5.3. Diseño de drenaje transversal

El objeto del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, etc.) una vez ejecutadas las obras, permitiendo el paso del caudal de proyecto.

En general las obras de drenaje transversal se plantean mediante tubos de hormigón. El diámetro mínimo será de 400 mm y la pendiente mínima del 0,5% por motivos de auto limpieza, evitando problemas de aterramiento, con carácter general.

Para caudales elevados, se disponen marcos hormigonados, de mayor capacidad de desagüe respecto a los tubos.

En aquellos casos en los que el perfil longitudinal del vial lo recomiende, debido a la existencia de un punto bajo en una zona de bajo volumen de movimiento de tierras, la solución propuesta consistirá en un vado hormigonado que permita el flujo sobre el vial.

Los caudales de proyecto Q_P a considerar son los correspondientes a las cuencas que vierten a la obra de drenaje.

El perfil longitudinal de las ODT se ajustará lo más posible al del cauce o a su rectificación en planta. Cada uno de los tramos enterrados se proyectará con pendiente uniforme.

Los cambios de pendiente se situarán en las conexiones y en las embocaduras de entrada y salida, disponiendo protecciones para evitar desbordamientos y erosiones, teniendo en cuenta las sobreelevaciones y velocidades que se producen al paso del caudal de proyecto.

Las embocaduras deben disponer de solera terminada en un rastrillo. Se dispondrá protección de escollera a continuación del rastrillo a la entrada y salida, especialmente donde se esperan velocidades elevadas por fuertes pendientes.

Donde la embocadura se sitúe en terraplén y haya espacio suficiente se dispondrá una embocadura con aletas. En caso contrario, así como en cunetas se dispondrá de embocadura de arqueta o pozo.

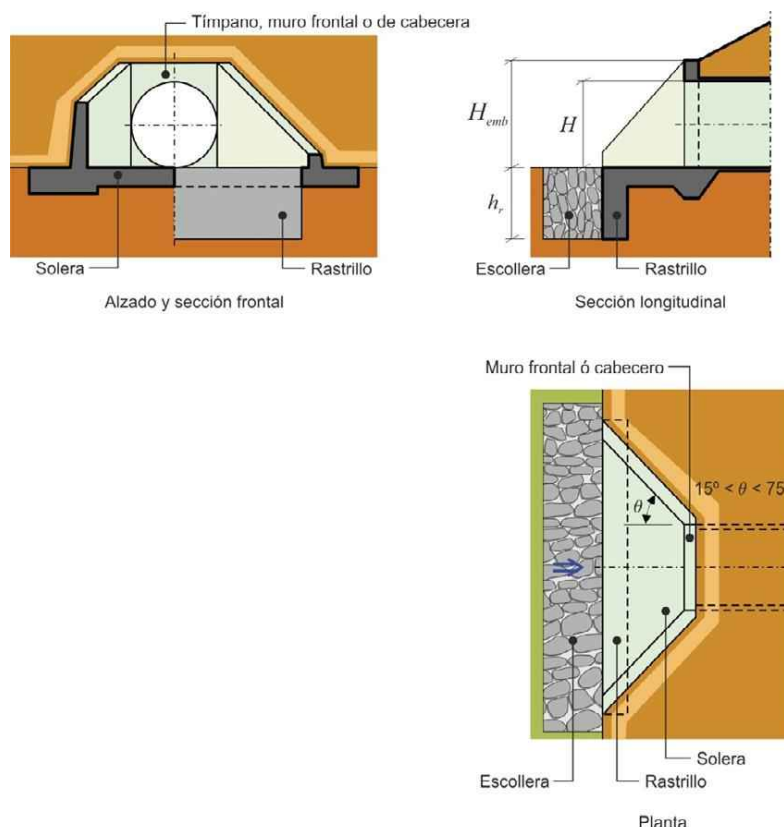


Figura 11 – Esquema de las embocaduras de una ODT

Comprobación hidráulica

Con carácter general las ODT deben funcionar con control de entrada, donde la capacidad de desagüe de la ODT viene dada por la capacidad de la entrada y el flujo del agua en el interior tiende al régimen uniforme.

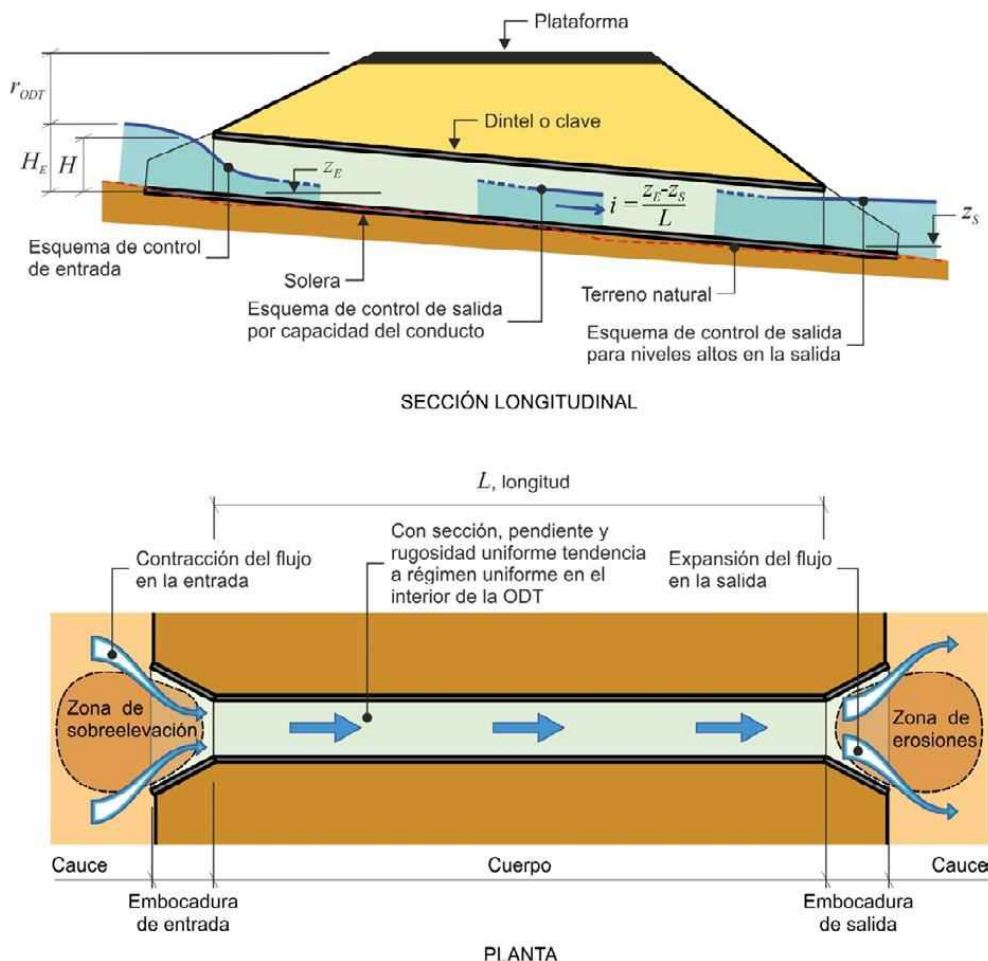


Figura 12 - Esquema de una ODT

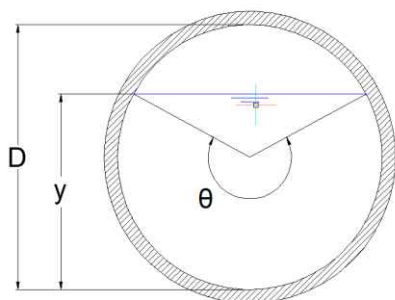
Las obras de drenaje transversal del proyecto se dimensionan mediante su comprobación en régimen uniforme. La capacidad hidráulica, de los elementos lineales en régimen uniforme y en lámina libre sin entrada en carga debe ser mayor que el caudal de proyecto, Q_P .

$$Q_{CH} = \frac{J^{1/2} \cdot R_H^{2/3} \cdot S_{MAX}}{n} \geq Q_P$$

Siendo:

- Q_{CH} : capacidad hidráulica del elemento de drenaje [m^3/s]
- J : pendiente geométrica del elemento lineal
- S_{MAX} : área de la sección para el caudal máximo en lámina libre [m^2]
- p : perímetro mojado de la sección ocupada por la corriente [m]
- R_H : radio hidráulico = S/p [m]
- n : coeficiente de rugosidad de Manning [$s/m^{1/3}$]
- Q_P : caudal de proyecto
- S_p : área de la sección de la corriente del caudal de proyecto [m]

Para una sección circular los valores de los diferentes parámetros se muestran a continuación:



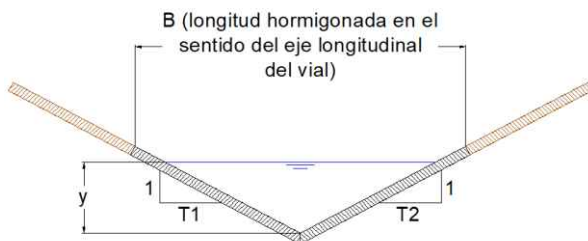
$$\theta(y) = 2 \cdot \cos^{-1} \left(1 - 2 \cdot \frac{y}{D} \right)$$

$$S(\theta) = \frac{(\theta - \sin \theta) \cdot D^2}{8}$$

$$p(\theta) = \frac{\theta \cdot D}{2}$$

$$R_H(y) = \frac{S(y)}{p(y)} = \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right) \cdot \frac{D}{4}$$

En el caso de los vados hormigonados, se realiza un cálculo asimilándolos a un canal de sección triangular. La altura de la lámina de agua no debe alcanzar los tramos no hormigonados del vial:



$$A(y) = \frac{y^2}{2} \cdot (T1 + T2)$$

$$p(\theta) = y \cdot (\sqrt{1 + T1^2} + \sqrt{1 + T2^2})$$

$$R_H(y) = \frac{S(y)}{p(y)} = \frac{y \cdot (T1 + T2)}{2 \cdot (\sqrt{1 + T1^2} + \sqrt{1 + T2^2})}$$

Obras de Drenaje Transversal proyectadas

Se han considerado dos tipos actuaciones posibles en los puntos de desagüe de las cuencas bajo o sobre el vial:

- Mediante tubo de hormigón
- Mediante vado hormigonado en un punto bajo

En las siguientes tablas se el listado de las obras de drenaje transversal, y el resultado de su dimensionamiento hidráulico a partir de la formulación de régimen uniforme.

Para cuencas mayores de 0.2 km², se considera como caudal de cálculo el correspondiente a un periodo de retorno T=50 años. En caso contrario, se considera el caudal de periodo de retorno T=10 años.

O.D.	VIAL	P.K. DESAGÜE	CUENCA	SUPERFICIE (km ²)	CAUDALES		CAUDAL DISEÑO (m ³ /s)
					T=10 AÑOS	T=50 AÑOS	
O.D. 12	Eje Acceso 1E	0+420	11	0,01	0,163	0,264	0,163
O.D. 13	Eje Acceso 1D	0+725	12	0,02	0,197	0,326	0,197
O.D. 14	EJE LMIIIM_04	0+105	13	0,003	0,062	0,099	0,062
VADO 04	Eje Acceso 1C	0+180	-	-	-	-	-
VADO 05	Eje Acceso 1E	0+565	-	-	-	-	-

Tabla 18 – Ubicación de las obras de drenaje transversal y los vados hormigonados.

O.D.	CUENCA	Q _P (m ³ /s)	TUBO D (mm)	n (s/m ^{1/3})	J	Q _{MAX} (m ³ /s)	y (mm)	V (m/s)	% llenado
O.D. 12	11	0,16	400	0,017	2%	0,24	251,65	1,95	63%
O.D. 13	12	0,20	400	0,017	2%	0,24	289,26	2,02	72%
O.D. 14	13	0,06	400	0,017	2%	0,24	143,03	1,53	36%

Tabla 19 – Comprobación hidráulica de las obras de drenaje transversal.

O.D.	CUENCA	Q _P (m ³ /s)	VADO			n (s/m ^{1/3})	J	Q _{MAX} (m ³ /s)	y (mm)	V (m/s)	% llenado
			T1	T2	B (m)						
VADO 04	-	-	100	100	10	0,017	2	1,8	13	0,15	-
VADO 05	-	-	100	100	10	0,017	2	1,8	13	0,15	-

Tabla 20 – Comprobación hidráulica de vados.

El Vado 04 y el Vado 05 se proyecta como un vado mínimo para dar salida a las cunetas por variaciones de pendiente.

Se adecuará el entorno para que las nuevas infraestructuras del parque eólico no afecten hidráulicamente a la carretera existente.

6. CONCLUSIONES

De los epígrafes anteriores se puede resaltar y concluir lo siguiente:

- i. Los viales internos del parque interceptar 3 cuencas vertientes de pequeño tamaño.
- ii. Para cada cuenca se propone un desagüe mediante tubo o mediante vado hormigonado permitiendo el flujo del agua sobre el vial.
- iii. Se dispone de un vado mínimo en el eje Acceso 1C y otro en el eje Acceso 1E por exigencias de cuneta.
- iv. A rasgos generales, las posiciones de los aerogeneradores, al ubicarse en los puntos de mayor cota, no se encuentran afectadas por el curso principal de las cuencas presentes en el ámbito de estudio. Se recomienda igualmente disponer una cuneta de guarda y encauzamiento siempre que la ladera vierta sobre el talud.

Zaragoza, julio 2025

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

Óscar Escusa Villalba

Colegiado Nº 2.832 del C.O.I.I.A.R.

LÁMINAS. HIDROLOGÍA

CUENCAS NATURALES

CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE PROYECTO

MODELO DIGITAL DEL TERRENO

MAPA DE PENDIENTES

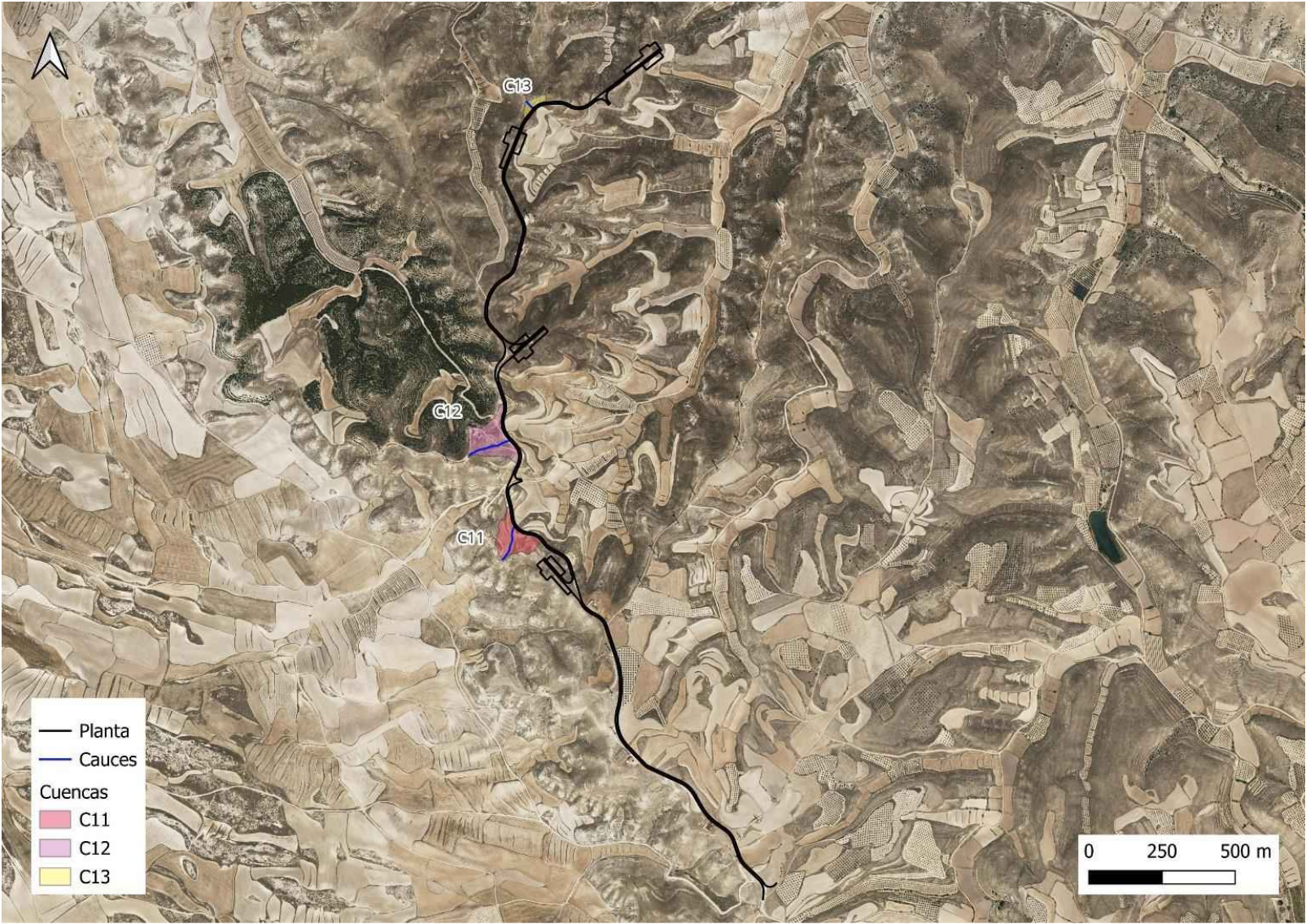
USOS DEL SUELO

MAPA DE PERMEABILIDADES

CUENCAS DE PROYECTO

 Green Power Engineering &		EGP CODE GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.013.01
		PAGE 28 di/of 32

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO



MODELO DIGITAL DEL

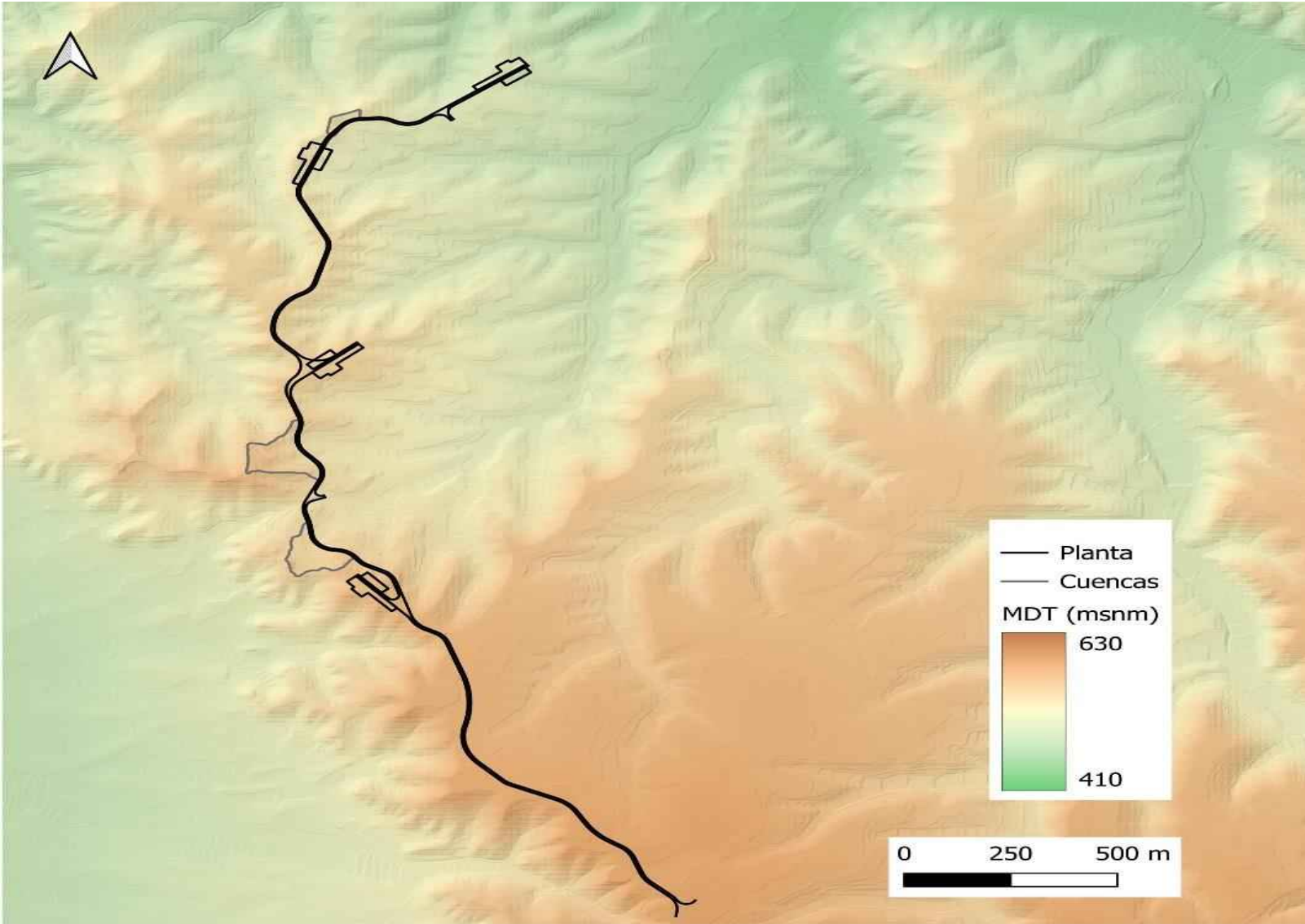
 Green Power Engineering &		EGP CODE GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.013.01
		PAGE 29 di/of 32

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

TERRENO 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA

VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO



MAPA DE PENDIENTES



Green Power
Engineering &



EGP CODE
GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.013.01

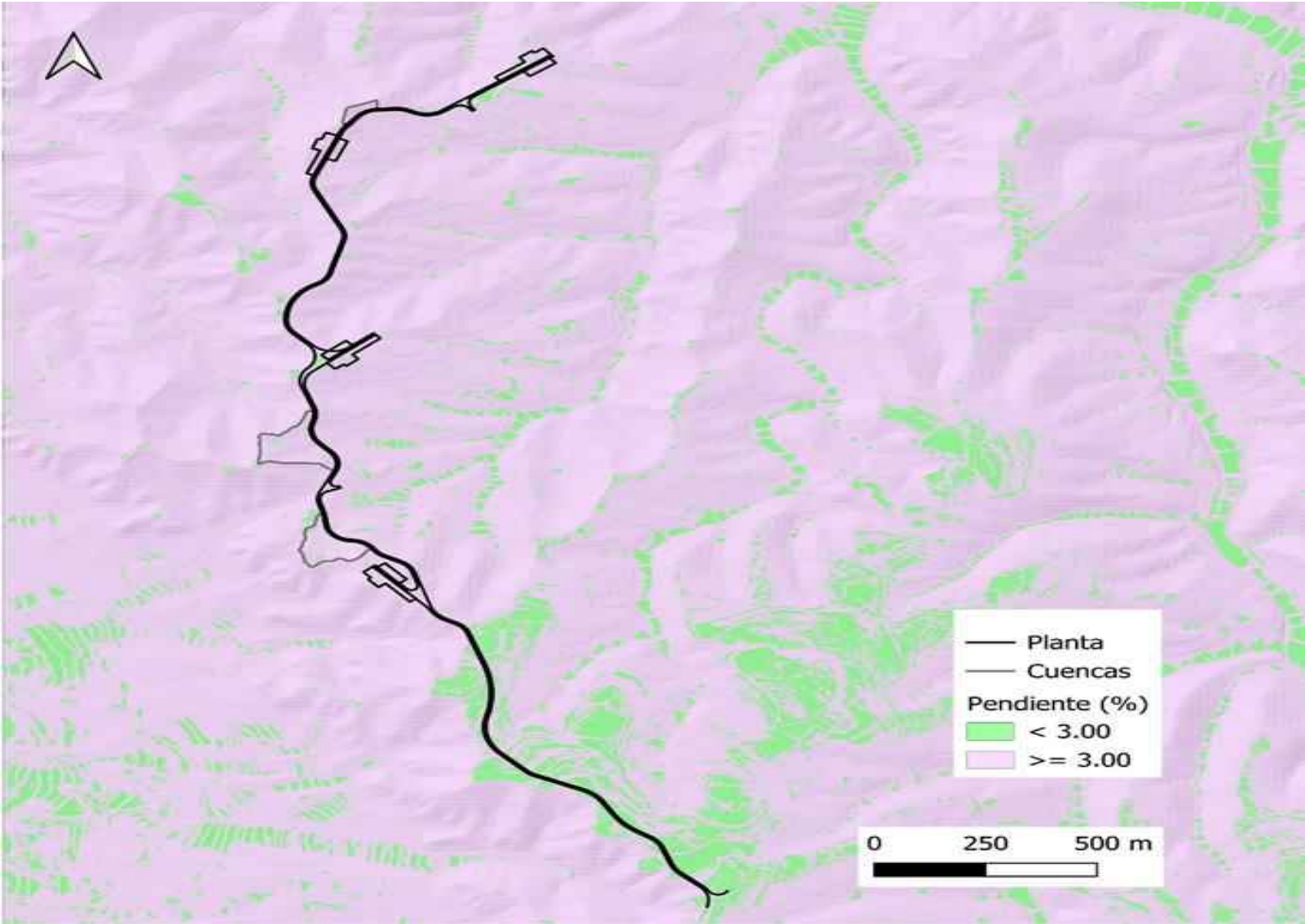
PAGE
30 di/of 32

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

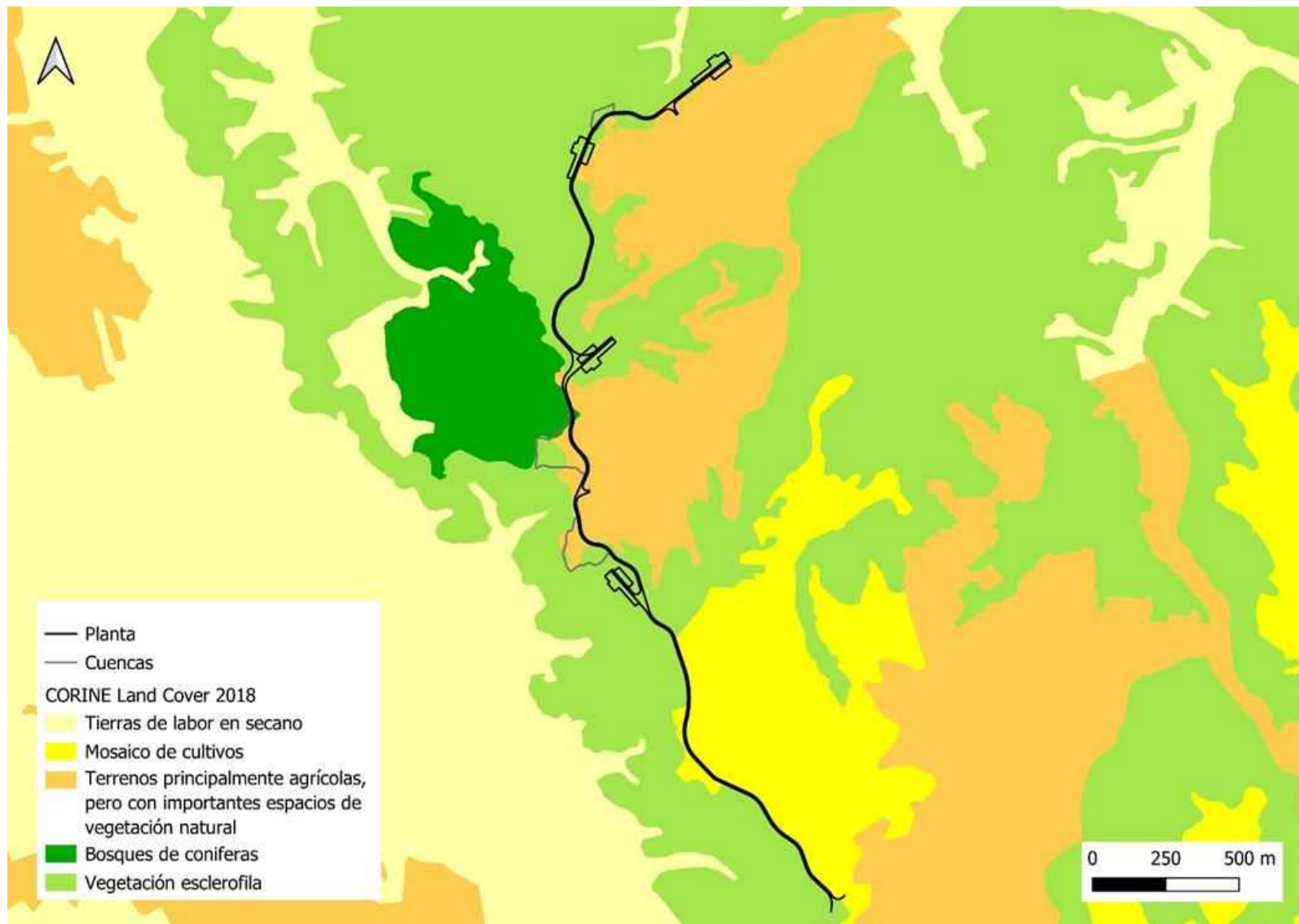
Nº.Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA

VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025

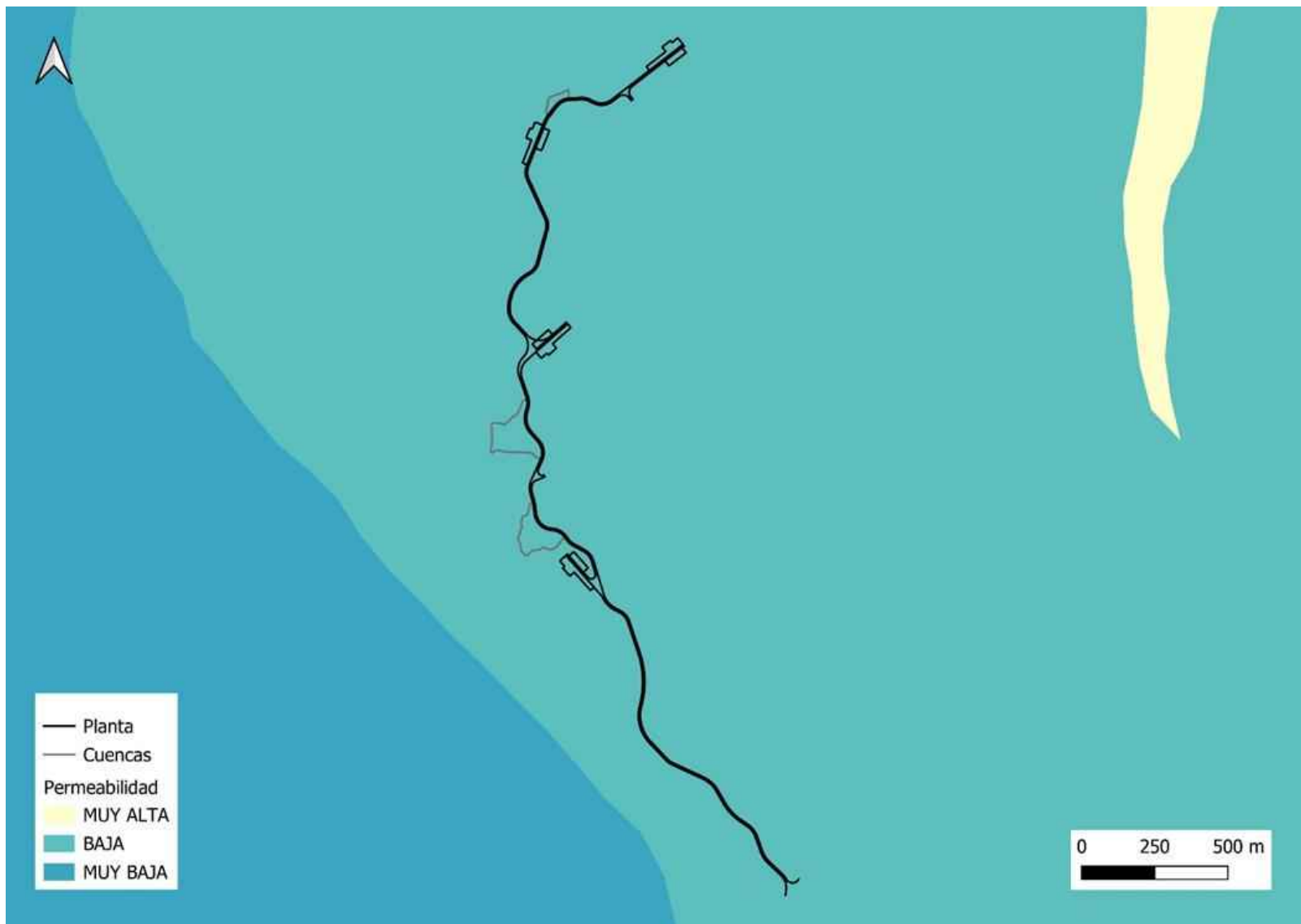
E-VISADO



USOS DEL SUELO



MAPA DE PERMEABILIDADES





Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

2 di/of 16

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUSA VILLALBA

VISADO Nº.: VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

INDEX

1. ANTECEDENTES	3
2. OBJETO	4
3. PROPONENTE Y PROMOTOR.....	5
4. DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN.....	5
4.1. Pleno dominio	5
4.2. Servidumbres de paso	5
5.1. Servidumbres de vuelo por las palas:	5
5.2. Ocupación temporal.....	5
5.3. Ocupación definitiva	5
6.1. Otros bienes afectados.....	5
7. CONCLUSIONES.....	6

ANEXO: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (PARQUE EÓLICO Y ACCESO)

PLANO: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (PARQUE EÓLICO Y ACCESO)



Green Power
Engineering & Construction

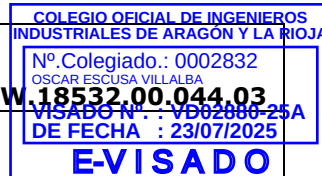


EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

3 di/of 16



1. ANTECEDENTES

Eólica Valle del Ebro, S.A., con domicilio en C/Doctor Joaquín Aznar Molina, 2, 50002, Zaragoza, ha proyectado la repotenciación del Parque Eólico "La Muela II", en el Término Municipal de La Muela (Zaragoza).

El presente proyecto contempla la modificación sustancial del Parque Eólico "La Muela III Modificación", exponiendo en el mismo las modificaciones del proyecto, el estudio, descripción y cálculo de las obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo la repotenciación, mediante la sustitución de los actuales aerogeneradores por un aerogenerador de mayor potencia y el desmantelamiento de las infraestructuras internas del parque.

Los antecedentes técnicos y administrativos del proyecto Parque Eólico "La Muela III Modificación", se exponen a continuación:

- Mediante resolución del 4 de Noviembre de 1997, del Departamento de Economía, Hacienda y Fomento, se autorizó el cambio de titularidad de derechos dimanantes de la aprobación del Plan Eólico Estratégico PARQUE EÓLICO ARAGON, AIE, siendo Eólica Valle del Ebro, S.A., la nueva titular del parque correspondiente al Parque Eólico La Muela III, y subrogándose en los derechos y obligaciones de Parque Eólico Aragón, AIE.
- Mediante resolución de 8 de Marzo de 1999, la Dirección General de Industria y comercio de Aragón concede la autorización administrativa de instalación eólica al Parque Eólico La Muela III, de 25 aerogeneradores de 660 kW de potencia cada uno.
- Con fecha 9 de enero de 2023 el proyecto Parque Eólico "La Muela III Modificación" en el Término Municipal de La Muela (Zaragoza) fue admitido a trámite por la Dirección General de Energía del Gobierno de Aragón dando traslado del mismo al Servicio Provincial de Industria de Zaragoza con número de expediente: G-Z-2023-006.
- Este proyecto ha sido subvencionado por los programas de concesión de ayudas a la inversión en la repotenciación de instalaciones eólicas, en la renovación tecnológica y medioambiental de minicentrales hidroeléctricas de hasta 10 MW y en instalaciones innovadoras de reciclaje de palas de aerogeneradores ("Programas Repotenciación Circular") del «Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea-NextGenerationEU, mediante resolución de la Secretaria de Estado de Energía y Presidenta de E.P.E. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), M.P. el 24 de noviembre de 2023.
- El 29 de noviembre de 2023 el proyecto Parque Eólico "La Muela II Modificación" fue Publicado en el BOE.

En fecha 17 de mayo de 2024 ENEL GREEN POWER ESPAÑA. S.L. aporta proyecto modificado para poder cumplir el condicionado emitido por Defensa. Dicha modificación reduce los aerogeneradores de tamaño y potencia, por lo que con fecha 11 de junio de 2024 el promotor presenta declaración responsable en la que indica que el proyecto modificado aportado no supone una modificación sustancial del proyecto anterior.

El 30 de octubre de 2024 se obtiene la Resolución del Proyecto Modificado del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental de fecha 30 de octubre de 2024, expediente INAGA/500306/01/2024/06920 con resultado, solo a efectos ambientales, favorable, emitiendo un condicionado.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

4 di/of 16



2. OBJETO

Se redacta el presente Proyecto Refundido Parque eólico "Muela III Modificación" en el término Municipal de La Muela, Provincia de Zaragoza.

Este presente proyecto modificado cuyo objeto fundamental es reducir la altura máxima del modelo de aerogenerador propuesto en el proyecto modificado para cumplir con el nuevo condicionado de Defensa incrementando a cuatro (4) el número de posiciones.

La repotenciación del Parque eólico "Muela III Modificación" consistirá en el desmantelamiento de 25 aerogeneradores modelo MADE AE 46 (potencia total instalada 16,5 MW) actualmente en servicio y la instalación por 2 aerogeneradores, modelo V117-4.3 del fabricante VESTAS o similar, de 4.300 kW de potencia unitaria con rotor tripala a barlovento de 117 m de diámetro, con alturas de buje de 84 m y de 2 aerogeneradores, modelo V136-4.5 del fabricante VESTAS o similar, de 4.500 kW de potencia unitaria con rotor tripala a barlovento de 136 m de diámetro, con alturas de buje de 81 m y 82 m. La potencia instala del parque eólico será de 17,4 MW, limitando la capacidad de acceso y conexión de 16,5 MW.

La evacuación de la energía eléctrica generada por los aerogeneradores se realizará a través de 1 línea subterránea de Media tensión (20kV) a la SET "LA PORTILLADA" (esta última forma parte de otro proyecto).

La SET 20/132 kV "LA PORTILLADA", recibirá la energía generada por el parque eólico "La Muela II Modificación" por medio de las líneas subterráneas correspondientes, y la evacua a través de una línea Aérea de Alta Tensión en 132 kV, a Seccionamiento "Los Vientos" 132 kV.

Todas las obras que aquí se definen tienen a fin describir el conjunto de equipos e instalaciones y las características técnicas esenciales a que habrá que ajustarse el Parque eólico "Muela II Modificación" y su infraestructura de evacuación, siempre de acuerdo con lo prescrito en la normativa aplicable vigente, y con el fin de informar a las Autoridades y Organismos Oficiales correspondientes, con el objetivo de obtener por parte de los mismos los permisos necesarios para su construcción y puesta en marcha.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

5 di/of 16



3. PROPONENTE Y PROMOTOR

La entidad titular de la instalación eólica objeto del presente documento es:

EÓLICA VALLE DEL EBRO, S.A.

Con domicilio social:

C/Doctor Joaquín Aznar Molina, 2

50002-Zaragoza

CIF A- 50662014

Y domicilio a efectos de notificaciones:

C/ Doctor Joaquín Aznar Molina 2

50002 ZARAGOZA

4. DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN

Las afecciones descritas corresponden a:

4.1. Pleno dominio

Afección permanente. Aplicaría a:

- Cimentaciones de los Aerogeneradores, considerando los taludes y terraplenes generados en la excavación de la misma.
- Plataformas de Montaje, incluyendo dentro del área todos los movimientos de tierras previstos así como los taludes y terraplenes.

4.2. Servidumbres de paso

5. Afección permanente. Aplicaría a:

- Viales del parque: para acceder a los aerogeneradores del parque se han diseñado viales que permitan el paso de los transportes especiales, en función de los requisitos solicitados por el fabricante de las turbinas. Conllevan la obligación para el propietario del terreno gravado de permitir la construcción de viales con sus movimientos de tierra, desmontes, terraplenes y cunetas asociadas en su propiedad para el libre paso de personas, vehículos y maquinaria para construcción y servicio del parque eólico. Podrá tratarse de vial-zanja cuando el tendido eléctrico subterráneo de media tensión discorra paralelo al vial.
- Zanjas de cables MT: afecta a una franja del terreno donde se alojan los cables de media tensión, las comunicaciones y la red de tierras que interconecta los aerogeneradores. Conlleva la obligación para el propietario de la finca gravada de permitir su construcción, a través de su propiedad, así como de permitir el acceso y ocupación de los terrenos para hacer posible la vigilancia, control y mantenimiento de las instalaciones.

5.1. Servidumbres de vuelo por las palas:

Afección permanente. Se trata de la superficie afectada por el vuelo de las palas de los aerogeneradores, quitando aquellas otras zonas de afección permanente como viales, zanjas, cimentaciones y plataformas. Supone la prohibición para el titular del terreno gravado de realizar plantaciones y/o actividades incompatibles con el parque eólico. Básicamente habría que contemplar al diámetro del rotor de turbina eólica.

5.2. Ocupación temporal

Afección temporal que puede ser en régimen de pleno dominio o de servidumbre, para la ocupación de terrenos durante el tiempo que duren las obras, y que sirven temporalmente para viales, acopio de materiales, montaje de grúas, acopio de palas y resto de componentes de los aerogeneradores.

5.3. Ocupación definitiva

6. Ocupación de terrenos que prevalecerán una vez finalicen las obras, y que incluyen todas aquellas ocupaciones de pleno dominio en los cual se encontraría el montaje de la grúa y su plataforma.

6.1. Otros bienes afectados

Se incluyen en este apartado los bienes más destacados objeto de afección, tales como vallados, árboles; del mismo modo, deben recogerse los derechos afectados, tales como concesiones, consorcios o convenios con la Administración, etc. o figuras como montes vecinales en mano común, montes de utilidad pública, etc.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

6 di/of 16



7.

CONCLUSIONES

Con lo expuesto anteriormente se considera suficientemente descrita la Relación de Bienes y Derechos Afectados derivada de la instalación y funcionamiento del Parque Eólico "La Muela III Modificación", en el Término Municipal de La Muela, en la provincia de Zaragoza.

Zaragoza, julio 2025

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

Óscar Escusa Villalba

Colegiado Nº 2.832 del C.O.I.I.A.R.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

7 di/of 16

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUSA VILLALBA

VISADO N.º : VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

ANEXO: RELACIÓN DE BIENES Y DRECHOS AFECTADOS (PARQUE EÓLICO Y ACCESO)



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

8 di/of 16

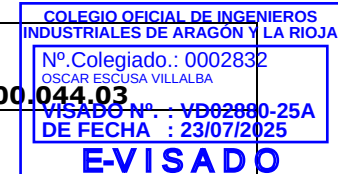


TABLA RBDA PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"

PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN". RELACION DE FINCAS AFECTADAS Y SUPERFICIES DE OCUPACIÓN													
Nº Parc. según Proyecto	DATOS CATASTRALES						OCUPACIONES (m2)						
	Ayto.	Polg.	Parcela	Area (m ²)	Nº Ref. Catas.	Uso/Cultivo	PLENO DOMINIO		SERV. PASO		SERV. VUELO	SITE CAMP	OCUP. TEMPORAL (*)
							Ciment.	Plataf.	Vial	Zanja			
21	LA MUELA	016	09002	9047	50183A01609002	Improductivo	--	--	257,32	--	--	--	--
22	LA MUELA	017	09003	13764	50183A01709003	Improductivo	--	--	148,75	--	--	--	--
23	LA MUELA	017	00050	7548	50183A01700050	Labor o Labradio secoano	--	--	392,33	--	--	--	--
24	LA MUELA	016	00034	7549	50183A01600034	Labor o Labradio secoano	--	--	627,71	--	--	--	--
25	LA MUELA	017	09002	6177	50183A01709002	Improductivo	--	--	84,86	--	--	--	--
26	LA MUELA	016	00032	19053	50183A01600032	Pastos	--	--	45,47	--	--	--	--
27	LA MUELA	016	00025	2069	50183A01600025	Labor o Labradio secoano	--	--	68,15	--	--	--	--
28	LA MUELA	017	00048	9260	50183A01700048	Labor o Labradio secoano	--	--	456,60	--	--	--	--
29	LA MUELA	016	00046	525	50183A01600046	Pastos	--	--	115,62	--	--	--	--
30	LA MUELA	017	09001	3906	50183A01709001	Improductivo	--	--	16,34	--	--	--	--
31	LA MUELA	016	00045	10203	50183A01600045	Labor o Labradio secoano	--	--	328,06	--	--	--	--
32	LA MUELA	017	00105	2518	50183A01700105	Labor o Labradio secoano	--	--	563,95	--	--	--	--
33	LA MUELA	016	00047	155	50183A01600047	Pastos	--	--	84,20	--	--	--	--
34	LA MUELA	017	00108	1798	50183A01700108	Labor o Labradio secoano	--	--	140,34	--	--	--	--
35	LA MUELA	016	00049	8112	50183A01600049	Labor o Labradio secoano	--	--	97,75	--	--	--	--
36	LA MUELA	017	09007	5056	50183A01709007	Improductivo	--	--	3.828,77	--	--	--	--
37	LA MUELA	016	09001	19512	50183A01609001	Improductivo	--	--	3.487,75	--	--	--	--
38	LA MUELA	016	00050	6730	50183A01600050	Labor o Labradio secoano	--	--	101,83	--	--	--	--
39	LA MUELA	016	00051	9424	50183A01600051	Labor o Labradio secoano	--	--	515,86	--	--	--	--
40	LA MUELA	017	00044	12218	50183A01700044	Labor o Labradio secoano	--	--	889,37	--	--	--	--



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

9 di/of 16

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº.: VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO

PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN". RELACION DE FINCAS AFECTADAS Y SUPERFICIES DE OCUPACIÓN													
Nº Parc. según Proyecto	DATOS CATASTRALES						OCUPACIONES (m2)						
	Ayto.	Polg.	Parcela	Area (m ²)	Nº Ref. Catas.	Uso/Cultivo	PLENO DOMINIO		SERV. PASO		SERV. VUELO	SITE CAMP	OCUP. TEMPORAL (*)
							Ciment.	Plataf.	Vial	Zanja			
41	LA MUELA	016	00052	45415	50183A01600052	Pastos	--	--	241,06	--	--	--	--
42	LA MUELA	016	00053	19134	50183A01600053	Labor o Labradío secoano	--	--	441,88	--	--	--	--
43	LA MUELA	017	00043	846	50183A01700043	Almendo secoano	--	--	83,57	--	--	--	--
44	LA MUELA	016	00054	3409	50183A01600054	Almendo secoano	--	--	602,61	--	--	--	--
45	LA MUELA	016	00055	22503	50183A01600055	Olivos secoano	--	--	293,39	--	--	--	--
46	LA MUELA	016	00060	2701	50183A01600060	Olivos secoano	--	--	397,03	--	--	--	--
47	LA MUELA	016	00059	13992	50183A01600059	Labor o Labradío secoano	--	--	604,34	--	--	--	--
48	LA MUELA	017	00040	5395	50183A01700040	Labor o Labradío secoano	--	--	0,55	--	--	--	--
49	LA MUELA	017	00093	3244	50183A01700093	Almendo secoano	--	--	543,72	--	--	--	--
50	LA MUELA	016	00061	17168	50183A01600061	Labor o Labradío secoano	--	--	1.074,59	--	--	--	--
51	LA MUELA	017	00102	322347	50183A01700102	Pastos	--	--	920,39	--	--	--	--
52	LA MUELA	016	00058	6209	50183A01600058	Labor o Labradío secoano	--	--	316,07	--	--	--	--
53	LA MUELA	017	00005	408161	50183A01700005	Pastos	--	--	3.180,08	--	--	--	--
54	LA MUELA	015	09005	8119	50183A01509005	Improductivo	--	--	36,27	--	--	--	--
55	LA MUELA	015	00024	64491	50183A01500024	Labor o Labradío secoano	--	--	812,26	--	--	--	--
56	LA MUELA	015	00021	15412	50183A01500021	Almendo secoano	--	--	86,40	--	--	--	--
57	LA MUELA	015	00023	46	50183A01500023	Improductivo	--	--	45,55	--	--	--	--
58	LA MUELA	015	09006	3108	50183A01509006	Improductivo	--	--	2.335,46	--	--	--	--
59	LA MUELA	017	00098	2501	50183A01700098	Pastos	--	--	531,38	--	--	--	--
60	LA MUELA	015	00018	120676	50183A01500018	Labor o Labradío secoano	--	--	2.206,90	--	--	--	--
61	LA MUELA	015	00019	8478	50183A01500019	Almendo secoano	--	--	2.021,06	--	--	--	--
62	LA MUELA	015	00020	688	50183A01500020	Pastos	--	--	481,92	--	--	--	--
63	LA MUELA	015	09007	5927	50183A01509007	Improductivo	--	--	16,63	--	--	--	--
64	LA MUELA	015	00001	192840	50183A01500001	Labor o Labradío secoano	--	--	2.442,21	--	--	--	--
65	LA MUELA	012	09011	1677	50183A01209011	Improductivo	--	--	1.677,41	--	--	--	--



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

10 di/of 16

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO N.º.: VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO

PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN". RELACION DE FINCAS AFECTADAS Y SUPERFICIES DE OCUPACIÓN													
Nº Parc. según Proyecto	DATOS CATASTRALES						OCUPACIONES (m2)						
	Ayto.	Polg.	Parcela	Area (m ²)	Nº Ref. Catas.	Uso/Cultivo	PLENO DOMINIO		SERV. PASO		SERV. VUELO	SITE CAMP	OCUP. TEMPORAL (*)
							Ciment.	Plataf.	Vial	Zanja			
66	LA MUELA	012	00025	191303	50183A01200025	Pastos	--	--	6.283,44	--	--	--	--
67	LA MUELA	015	09001	973	50183A01509001	Improductivo	--	--	14,75	--	--	--	--
68	LA MUELA	013	09007	7409	50183A01309007	Improductivo	--	--	11,57	--	--	--	--
69	LA MUELA	015	09002	173	50183A01509002	Improductivo	--	--	172,74	--	--	--	--
70	LA MUELA	012	09008	7048	50183A01209008	Improductivo	--	--	6.229,91	--	--	--	--
71	LA MUELA	015	00071	5660	50183A01500071	Pastos	--	--	177,98	--	--	--	--
72	LA MUELA	015	09003	99	50183A01509003	Improductivo	--	--	13,37	--	--	--	--
73	LA MUELA	012	09010	78	50183A01209010	Improductivo	--	--	12,74	--	--	--	--
74	LA MUELA	012	00081	585	50183A01200081	Pastos	--	--	156,76	--	--	--	--
75	LA MUELA	012	09003	10027	50183A01209003	Improductivo	--	--	60,00	--	--	--	--
76	LA MUELA	012	00078	1388	50183A01200078	Pastos	--	--	755,07	--	--	--	--
77	LA MUELA	013	00157	10149	50183A01300157	Labor o Labradio secoano	--	--	397,35	--	--	9.223,79	--
78	LA MUELA	013	00292	83085	50183A01300292	Pastos	--	--	296,00	--	--	9.266,03	--
79	LA MUELA	012	09009	315	50183A01209009	Improductivo	--	--	39,99	--	--	--	--
80	LA MUELA	012	00020	492526	50183A01200020	Pastos	415,14	3.994,62	11.323,57	2.757,02	6.150,18	--	1.648,66
81	LA MUELA	012	00072	1776	50183A01200072	Labor o Labradio secoano	--	--	354,20	--	--	--	--
82	LA MUELA	013	09002	7979	50183A01309002	Improductivo	--	--	24,44	--	--	--	--
83	LA MUELA	012	00071	846	50183A01200071	--	--	--	132,43	--	--	--	--
84	LA MUELA	013	00217	188058	50183A01300217	Labor o Labradio secoano	--	--	3.060,56	--	--	--	--
85	LA MUELA	012	00070	1308	50183A01200070	Labor o Labradio secoano	--	--	388,19	--	--	--	--
86	LA MUELA	013	00238	1952	50183A01300238	Labor o Labradio secoano	--	--	134,17	--	--	--	--



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

11 di/of 16

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº.: VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO

PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN". RELACION DE FINCAS AFECTADAS Y SUPERFICIES DE OCUPACIÓN													
Nº Parc. según Proyecto	DATOS CATASTRALES						OCUPACIONES (m2)						
	Ayto.	Polg.	Parcela	Area (m ²)	Nº Ref. Catas.	Uso/Cultivo	PLENO DOMINIO		SERV. PASO		SERV. VUELO	SITE CAMP	OCUP. TEMPORAL (*)
							Ciment.	Plataf.	Vial	Zanja			
87	LA MUELA	013	09005	17833	50183A01309005	Improductivo	--	--	5.155,03	33,03	--	--	48,97
88	LA MUELA	013	00239	10406	50183A01300239	Labor o Labradío secoano	--	--	1.689,98	--	--	--	--
89	LA MUELA	013	00246	57923	50183A01300246	Labor o Labradío secoano	--	--	3.927,60	--	--	--	--
90	LA MUELA	013	00248	174155	50183A01300248	Pastos	--	--	4.491,24	194,40	--	--	4,97
91	LA MUELA	013	00253	804	50183A01300253	--	--	--	0,19	--	--	--	--
92	LA MUELA	013	00260	16261	50183A01300260	Labor o Labradío secoano	--	--	397,30	140,48	--	--	23,92
93	LA MUELA	012	09002	1078	50183A01209002	Improductivo	--	--	5,17	--	--	--	--
94	LA MUELA	007	09002	12797	50183A00709002	Improductivo	--	--	613,31	17,27	--	--	25,54
95	LA MUELA	008	09002	6277	50183A00809002	Improductivo	--	--	274,92	--	--	--	--
96	LA MUELA	008	00044	2809	50183A00800044	Labor o Labradío secoano	--	--	2,49	--	--	--	--
97	LA MUELA	007	00379	17765	50183A00700379	Pastos	--	--	3.169,66	233,32	--	--	55,66
98	LA MUELA	008	00106	629532	50183A00800106	Pastos	--	--	55,98	--	--	--	--
99	LA MUELA	007	00146	10814	50183A00700146	Labor o Labradío secoano	--	--	836,92	111,68	--	--	--
100	LA MUELA	007	00375	513373	50183A00700375	Pastos	830,28	7.985,55	20.101,38	859,14	13.202,71	--	3.630,03
101	LA MUELA	007	09008	6759	50183A00709008	Improductivo	--	--	2.003,94	0,65	--	--	--
102	LA MUELA	007	00004	2249008	50183A00700004	Labor o Labradío secoano	415,14	4.034,81	14.048,39	1.108,82	7.621,87	--	888,75
103	LA MUELA	007	00153	4678	50183A00700153	Labor o Labradío secoano	--	--	--	375,49	--	--	277,35
104	LA MUELA	007	00382	19023	50183A00700382	Labor o Labradío secoano	--	--	250,64	764,72	649,99	--	110,41
105	LA MUELA	007	00384	14307	50183A00700384	Pastos	--	--	0,64	--	--	--	--
106	LA MUELA	007	00099	6746	50183A00700099	Labor o Labradío secoano	--	4,62	385,40	993,78	2.523,35	--	719,88

(*) Esta superficie corresponde las superficies temporales de plataformas, viales y zonas de giro.



Green Power

Engineering & Construction

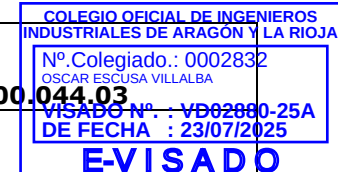


EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

12 di/of 16



**TABLA RBDA PROYECTO REFUNDIDO DEL ACCESO COMPARTIDO DE LOS PARQUE EÓLICOS:
"ARAGÓN MODIFICACIÓN", "LA MUEL II MODIFICACIÓN" Y "LA MUELA III" MODIFICACIÓN**

ACCESO COMPARTIDO PE "ARAGÓN MODIFICACIÓN", "LA MUELA II MODIFICACIÓN" Y "LA MUELA III MODIFICACIÓN"													
Nº Parc. según Proyecto	DATOS CATASTRALES						OCUPACIONES (m ²)						
	Ayto.	Polg.	Nº Parc. Catas.	Area (m ²)	Nº Ref. Catas.	Uso/Cultivo	PLENO DOMINIO		SERV. PA SO		SERV. VUELO	OCUP. TEMPORAL	
							Cim ent.	Plataf.	Vial (*)	Zanja			
1	LA MUELA	023	09005	84223	50183A02309005	Via de comunicacion de dominio publico	--	--	905,98	--	--	--	
2	LA MUELA	023	09004	16401	50183A02309004	Via de comunicacion de dominio publico	--	--	2.295,33	--	--	--	
3	LA MUELA	023	00023	5625	50183A02300023	Labor o Labradio seco ano	--	--	235,25	--	--	--	
4	LA MUELA	023	00024	3557	50183A02300024	Labor o Labradio seco ano	--	--	1.109,69	--	--	--	
5	LA MUELA	023	00043	12401	50183A02300043	Labor o Labradio seco ano	--	--	408,65	--	--	--	
6	LA MUELA	023	00025	9611	50183A02300025	Labor o Labradio seco ano	--	--	691,72	--	--	--	
7	LA MUELA	023	00033	8441	50183A02300033	Pastos	--	--	864,25	--	--	--	
8	LA MUELA	023	00032	8069	50183A02300032	Labor o Labradio seco ano	--	--	1.701,45	--	--	--	
9	LA MUELA	022	09002	15029	50183A02209002	Improductivo	--	--	48,40	--	--	--	
10	LA MUELA	022	00019	16498	50183A02200019	Pastos	--	--	2,95	--	--	--	
11	LA MUELA	022	00007	18782	50183A02200007	Pastos	--	--	1.584,18	--	--	--	
12	LA MUELA	022	00018	6826	50183A02200018	Almendro seco ano	--	--	1.253,54	--	--	--	
13	LA MUELA	022	09003	3545	50183A02209003	Improductivo	--	--	3.406,36	--	--	--	
14	LA MUELA	022	00016	767	50183A02200016	Pastos	--	--	11,76	--	--	--	
15	LA MUELA	022	00017	1363	50183A02200017	Pastos	--	--	511,07	--	--	--	
16	LA MUELA	022	00102	3721	50183A02200102	Labor o Labradio seco ano	--	--	1.712,53	--	--	--	
17	LA MUELA	022	09001	9517	50183A02209001	Via de comunicacion de dominio publico	--	--	819,87	--	--	--	
18	LA MUELA	022	00021	58239	50183A02200021	Pastos	--	--	11,35	--	--	--	
19	LA MUELA	014	09003	2687	50183A01409003	Via de comunicacion de dominio publico	--	--	723,76	--	--	--	
20	LA MUELA	014	00020	5777	50183A01400020	Labor o Labradio seco ano	--	--	151,25	--	--	--	

(*) Vial de acceso compartido con proyectos PE "ARAGÓN MODIFICACIÓN", "LA MUELA II MODIFICACIÓN" Y "LA MUELA III MODIFICACIÓN"

(*) Vial de acceso es objeto del proyecto PE "ARAGÓN MODIFICACIÓN".



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.044.03

PAGE

13 di/of 13

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002832

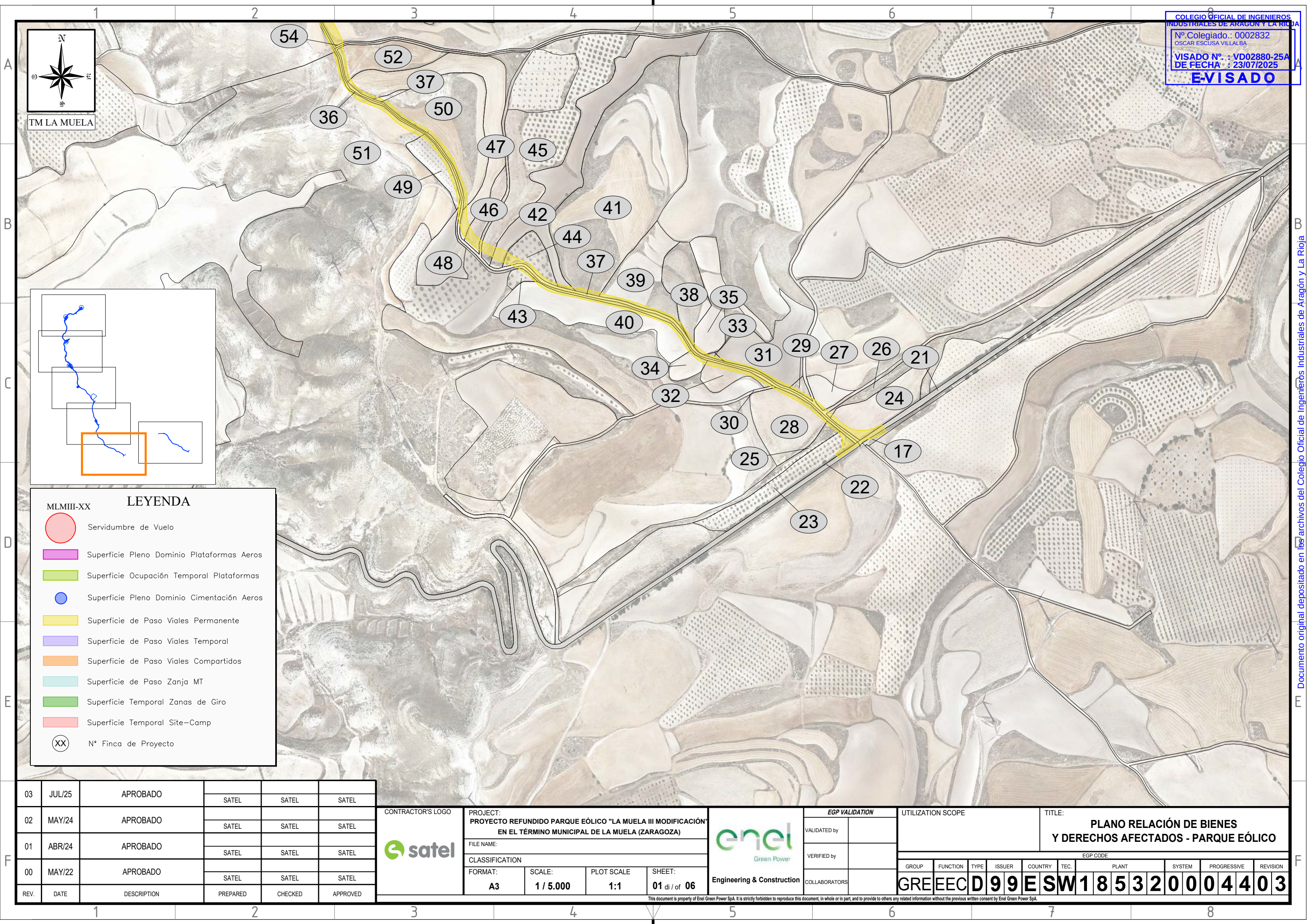
OSCAR ESCUSA VILLALBA

VISADO N.º : VD02880-25A

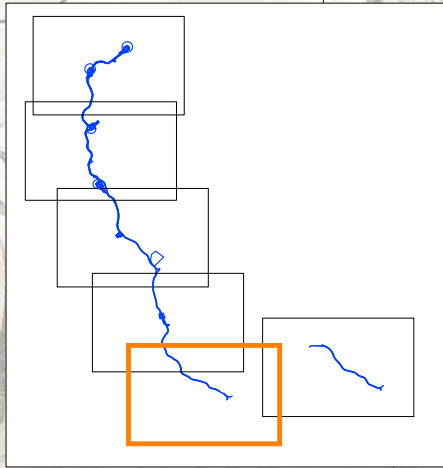
DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

**PLANO: RELACIÓN DE BIENES Y DRECHOS AFECTADOS
(PARQUE EÓLICO Y ACCESO)**



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO



MLMIII-XX

LEYENDA

Servidumbre de Vuelo

Superficie Pleno Dominio Plataformas Aeros

Superficie Ocupación Temporal Plataformas

Superficie Pleno Dominio Cimentación Aeros

Superficie de Paso Viales Permanente

Superficie de Paso Viales Temporal

Superficie de Paso Viales Compartidos

Superficie de Paso Zanja MT

Superficie Temporal Zanjas de Giro

Superficie Temporal Site–Camp

XX

Nº Finca de Proyecto

03	JUL/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



CONTRACTOR'S LOGO

PROJECT:
PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)

FILE NAME:

CLASSIFICATION

FORMAT: A3

SCALE: 1 / 5.000

PLOT SCALE 1:1

SHEET: 01 di / of 06



EGP VALIDATION

VALIDATED by

VERIFIED by

COLLABORATORS

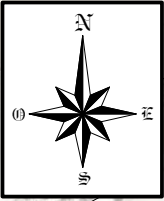
UTILIZATION SCOPE

EGP CODE

GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GREEN	EEC	D	9	9	E	SW	1	8	5
3	2	0	0	0	4	4	0	3	

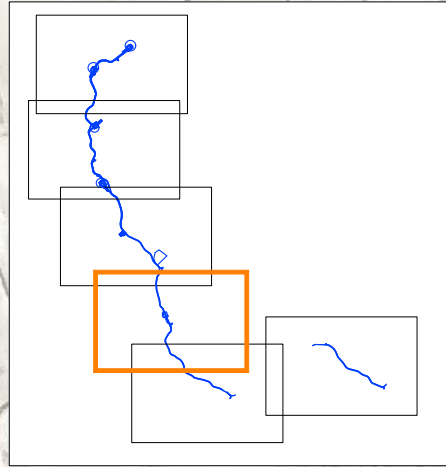
TITLE:

PLANO RELACIÓN DE BIENES
Y DERECHOS AFECTADOS - PARQUE EÓLICO



TM LA MUELA

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESGUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO



MLMIII-XX

Servidumbre de Vuelo

Superficie Pleno Dominio Plataformas Aeros

Superficie Ocupación Temporal Plataformas

Superficie Pleno Dominio Cimentación Aeros

Superficie de Paso Viales Permanente

Superficie de Paso Viales Temporal

Superficie de Paso Viales Compartidos

Superficie de Paso Zanja MT

Superficie Temporal Zanjas de Giro

Superficie Temporal Site-Camp

XX

Nº Finca de Proyecto

LEYENDA

03	JUL/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



CONTRACTOR'S LOGO

PROJECT:
PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)

FILE NAME:

CLASSIFICATION

FORMAT: A3

SCALE: 1 / 5.000

PLOT SCALE 1:1

SHEET: 02 di / of 06



EGP VALIDATION

VALIDATED by

VERIFIED by

COLLABORATORS

UTILIZATION SCOPE

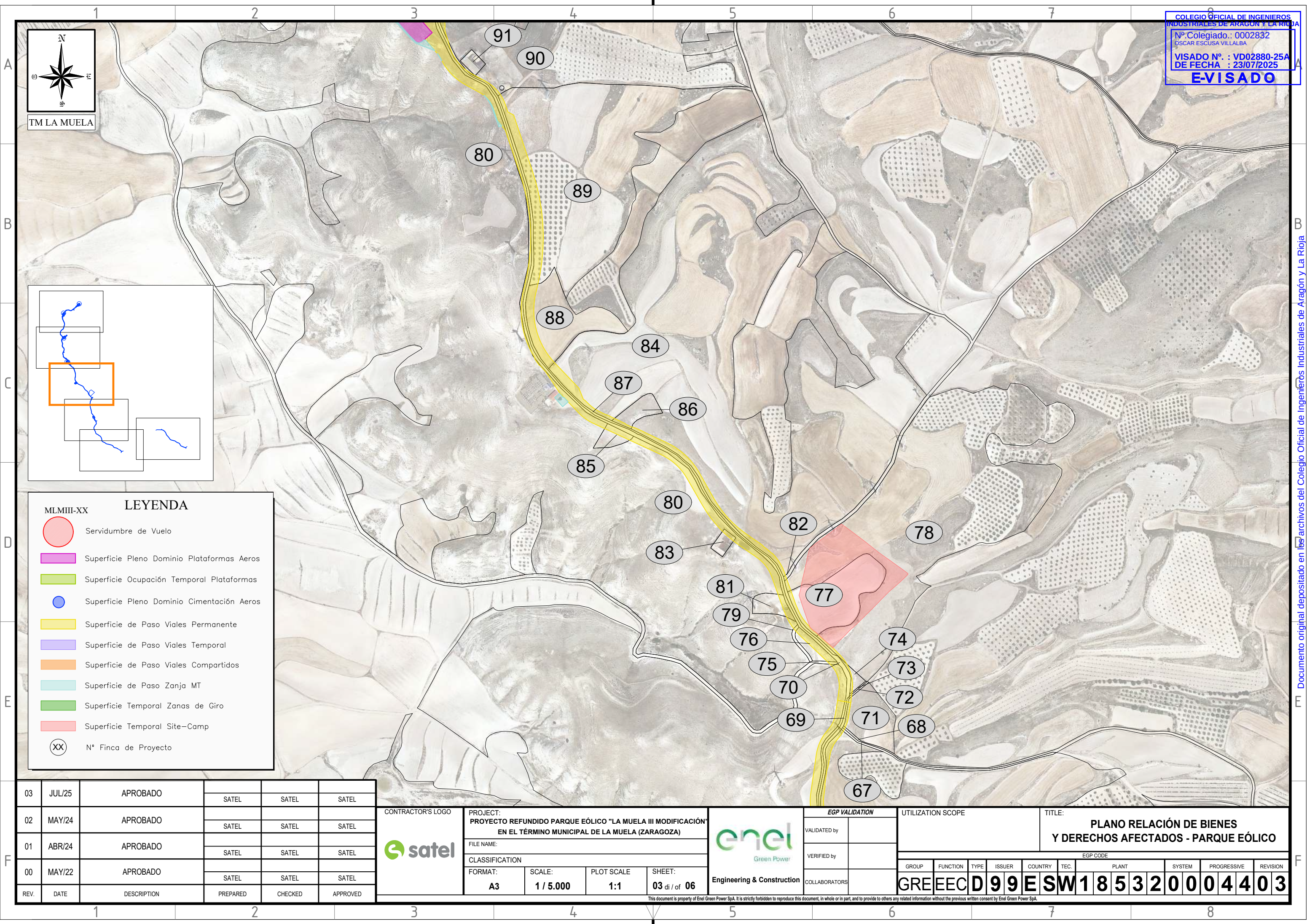
EGP CODE

GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GREEN	EEC	D	9	9	E	SW	1	8	5
3	2	0	0	0	4	4	0	3	

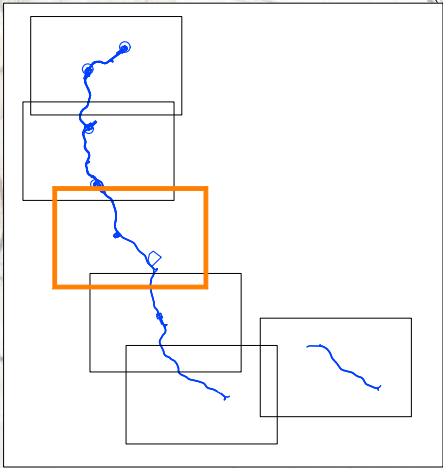
TITLE:

PLANO RELACIÓN DE BIENES
Y DERECHOS AFECTADOS - PARQUE EÓLICO

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO



MLMIII-XX

LEYENDA

Servidumbre de Vuelo

Superficie Pleno Dominio Plataformas Aeros

Superficie Ocupación Temporal Plataformas

Superficie Pleno Dominio Cimentación Aeros

Superficie de Paso Viales Permanente

Superficie de Paso Viales Temporal

Superficie de Paso Viales Compartidos

Superficie de Paso Zanja MT

Superficie Temporal Zanas de Giro

Superficie Temporal Site-Camp

XX

Nº Finca de Proyecto

03	JUL/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



CONTRACTOR'S LOGO

PROJECT:
PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)

FILE NAME:

CLASSIFICATION

FORMAT: A3

SCALE: 1 / 5.000

PLOT SCALE 1:1

SHEET: 03 di / of 06

Green Power

Engineering & Construction

EGP VALIDATION

VALIDATED by

VERIFIED by

COLLABORATORS

UTILIZATION SCOPE

GROUP

FUNCTION

TYPE

ISSUER

COUNTRY

TEC.

PLANT

SYSTEM

PROGRESSIVE

REVISION

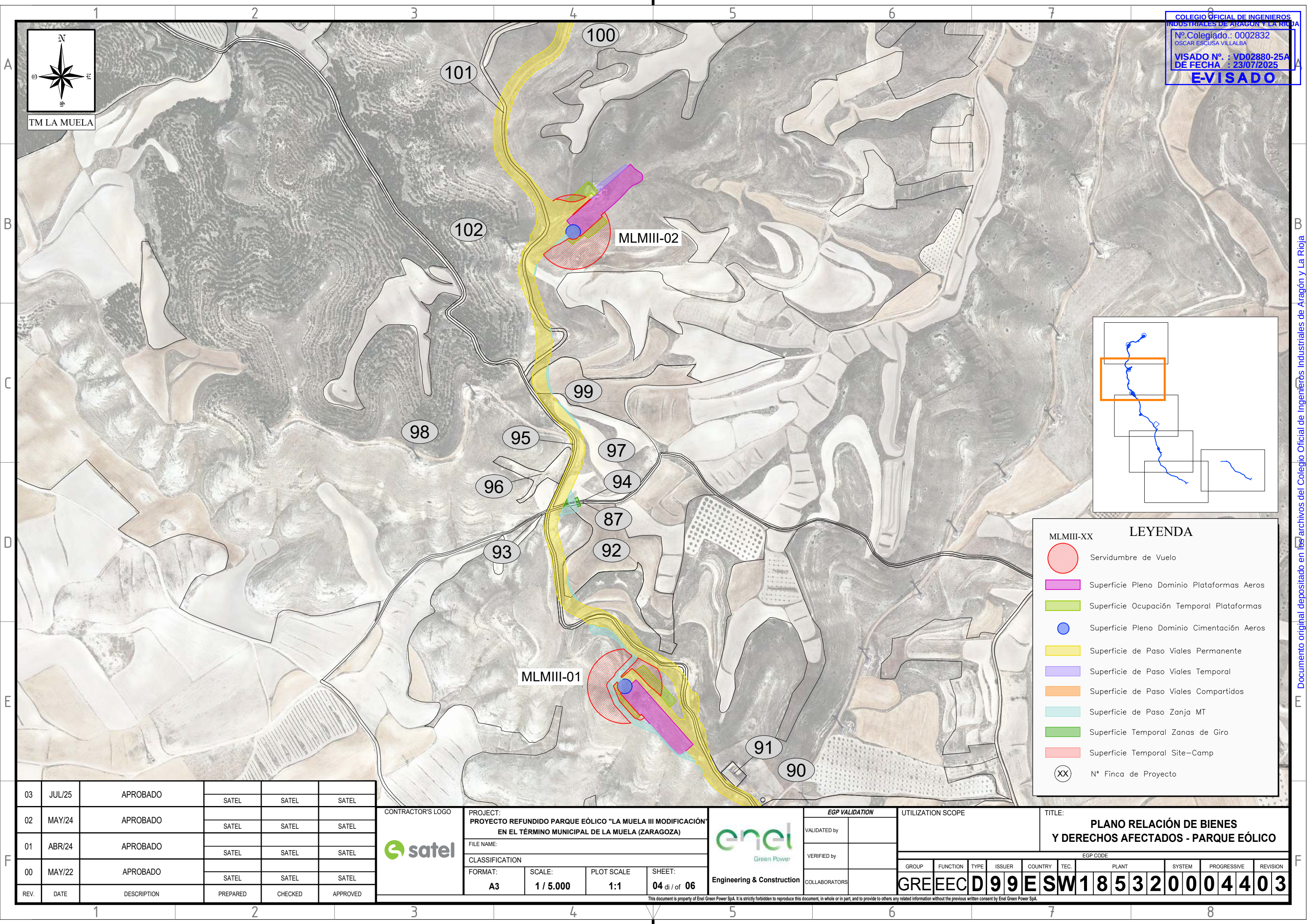
TITLE:

PLANO RELACIÓN DE BIENES
Y DERECHOS AFECTADOS - PARQUE EÓLICO

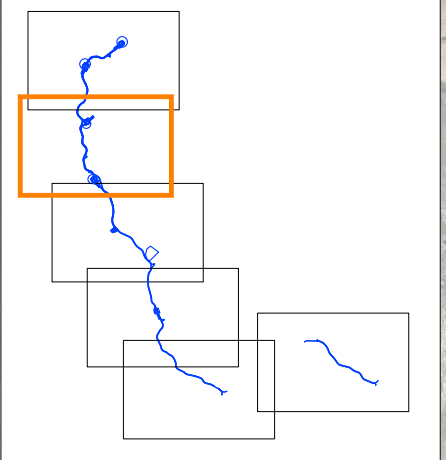
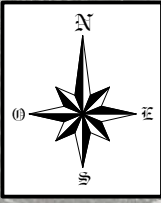
EGP CODE

GREENEED99ESW185320004403

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGON Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO



LEYENDA	
MLMIII-XX	
	Servidumbre de Vuelo
	Superficie Pleno Dominio Plataformas Aeos
	Superficie Ocupación Temporal Plataformas
	Superficie Pleno Dominio Cimentación Aeos
	Superficie de Paso Viales Permanente
	Superficie de Paso Viales Temporal
	Superficie de Paso Viales Compartidos
	Superficie de Paso Zanja MT
	Superficie Temporal Zanaz de Giro
	Superficie Temporal Site-Camp
	Nº Finca de Proyecto

03	JUL/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



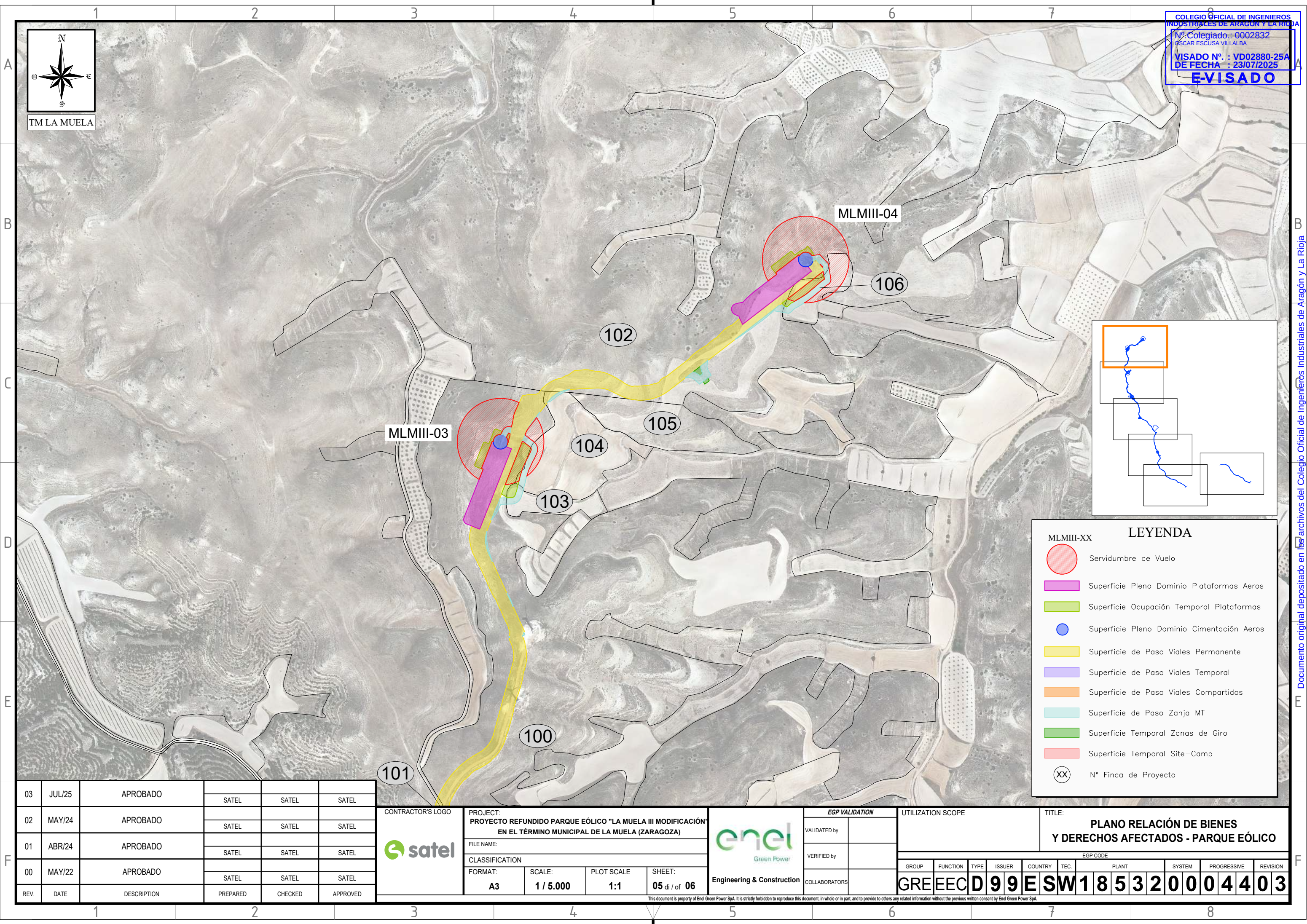
PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)			
FILE NAME:			
CLASSIFICATION			
FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE	SHEET:
A3	1 / 5.000	1:1	04 di / of 06



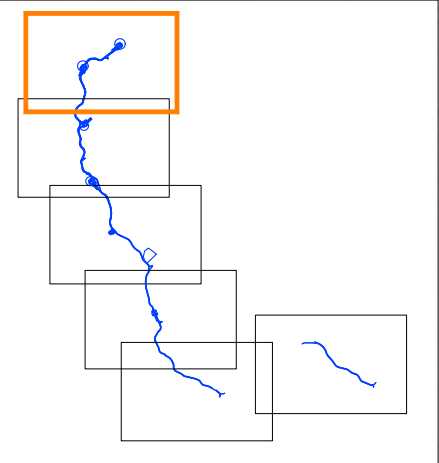
EGP VALIDATION	
VALIDATED by	
VERIFIED by	
COLLABORATORS	

UTILIZATION SCOPE									
EGP CODE									
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GREEN	EEC	D99E	SW18532000	4403					

TITLE: PLANO RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS - PARQUE EÓLICO									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO



LEYENDA	
MLMIII-XX	
	Servidumbre de Vuelo
	Superficie Pleno Dominio Plataformas Aeras
	Superficie Ocupación Temporal Plataformas
	Superficie Pleno Dominio Cimentación Aeras
	Superficie de Paso Viales Permanente
	Superficie de Paso Viales Temporal
	Superficie de Paso Viales Compartidos
	Superficie de Paso Zanja MT
	Superficie Temporal Zanjas de Giro
	Superficie Temporal Site-Camp
	Nº Finca de Proyecto

03	JUL/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)			
FILE NAME:			
CLASSIFICATION			
FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE	SHEET:
A3	1 / 5.000	1:1	05 di / of 06



EGP VALIDATION	
VALIDATED by	
VERIFIED by	
COLLABORATORS	

UTILIZATION SCOPE									
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GREEN	EEC	D99E	SW18532000	4403					

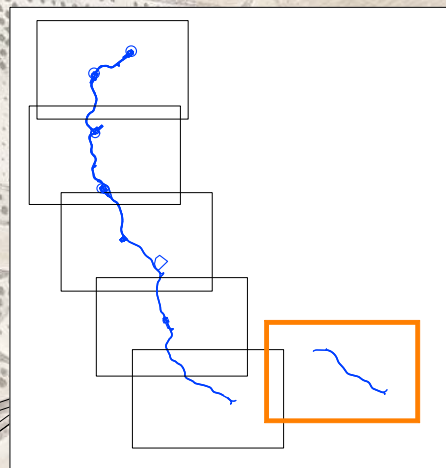
TITLE: PLANO RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS - PARQUE EÓLICO									
EGP CODE									
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GREEN	EEC	D99E	SW18532000	4403					

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.



TM LA MUELA

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO



MLMIII-XX

LEYENDA

- Servidumbre de Vuelo
- Superficie Pleno Dominio Plataformas Aeros
- Superficie Ocupación Temporal Plataformas
- Superficie Pleno Dominio Cimentación Aeros
- Superficie de Paso Viales Permanente
- Superficie de Paso Viales Temporal
- Superficie de Paso Viales Compartidos
- Superficie de Paso Zanja MT
- Superficie Temporal Zanas de Giro
- Superficie Temporal Site-Camp
- N° Finca de Proyecto

*Vial de acceso compartido con proyectos PE "ARAGÓN MODIFICACIÓN", "LA MUELA II MODIFICACIÓN" Y "LA MUELA III MODIFICACIÓN"
*Vial de acceso es objeto del proyecto PE "ARAGÓN MODIFICACIÓN".

03	JUL/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)			
FILE NAME:			
CLASSIFICATION			
FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE	SHEET:
A3	1 / 5.000	1:1	06 di / of 06



EGP VALIDATION	
VALIDATED by	
VERIFIED by	
COLLABORATORS	

UTILIZATION SCOPE					TITLE: PLANO RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS - ACCESO												
EGP CODE																	
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT				SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION					
GRE	EEC	D	99	E	SW	1	8	5	3	2	0	0	0	4	4	0	3

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.060.02

PAGE

1 di/of 2



TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: EN

ANEXO XVI - DECLARACIÓN RESPONSABLE

PARQUE EÓLICO “LA MUELA III MODIFICACIÓN” EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.060.02

02	01/04/2025	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	03/04/2024	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	13/05/2022	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT P.E. “LA MUELA III MODIFICACIÓN”	EGP CODE																		
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER		COUNTRY		TEC	PLANT					SYSTEM		PROGRESSIVE		REVISION	
	GRE	EEC	R	9	9	E	S	W	1	8	5	3	2	0	0	0	6	0	0

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.060.02

PAGE

2 di/of 2

DECLARACIÓN RESPONSABLE

D. Óscar Escusa Villalba, con D.N.I. 29.118.786-G, Ingeniero Industrial, colegiado nº 2832 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja (C.O.I.I.A.R.), al servicio de la empresa Servicios Auxiliares de Telecomunicación S.A. (SATEL), y con domicilio, a efectos de notificación, en Avenida Pablo Gargallo, 100, 5ª planta, 50003 de Zaragoza, mediante la presente,

DECLARA BAJO SU RESPONSABILIDAD:

1. Posee la titulación indicada anteriormente.
2. De acuerdo con las atribuciones profesionales de esta titulación, tiene competencia para la redacción y firma del documento denominado **PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN", EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)**, valido para solicitud de autorización administrativa previa (AAP) y autorización administrativa de construcción (AAC), promovido por EÓLICA VALLE DEL EBRO, S.A.
3. Dispone del correspondiente seguro de responsabilidad civil profesional o garantía equivalente.
4. No está inhabilitado ni administrativo ni judicialmente para la redacción y firma de dicho proyecto.
5. Que el citado proyecto cumple con toda la normativa que le es de aplicación a los efectos de lo establecido en el apartado 1b) del artículo 53 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Y para que conste y produzca los efectos oportunos, expido y suscribo esta Declaración.

Zaragoza, julio 2025

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

Óscar Escusa Villalba

Colegiado Nº 2.832 del C.O.I.I.A.R.



Green Power
Engineering & Construction

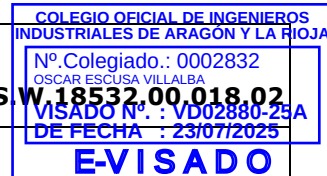


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

1 di/of 25



TITLE: AVAILABLE LANGUAGE: EN

DOCUMENTO IV
PRESUPUESTO

PARQUE EÓLICO
“LA MUELA III MODIFICACIÓN”

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL
DE LA MUELA
(PROVINCIA DE ZARAGOZA)

File: GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

02	04/04/25	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
01	03/05/24	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
00	13/05/22	Aprobado	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

EGP VALIDATION

Name (EGP)		
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT P.E. "LA MUELA III" MODIFICACIÓN	EGP CODE																			
	GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER		COUNTRY	TEC	PLANT					SYSTEM		PROGRESSIVE			REVISION		
	GRE	EEC	R	9	9	E	S	W	1	8	5	3	2	0	0	0	1	8	0	2
CLASSIFICATION				UTILIZATION SCOPE																

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.



Green Power
Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

2 di/of 25

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº.Colegiado.: 0002832

OSCAR ESCUSA VILLALBA

VISADO N.º : VD02880-25A

DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

INDEX

- | | |
|--|----|
| 1. PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" | 3 |
| 2. PRESUPUESTO TOTAL | 25 |



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

3 di/of 25



1. PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"

Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
02.00.00.00	EXCAVACIONES				
02.01.00.00	TIPOS DE EXCAVACION				
02.01.01.00	DESBROCE Y DESENRAICE				
02.01.01.00/04	MATORRALES, ARBUSTOS Y ARBOLES CUALQUIER PROFUNDIDAD Y CIRCUNFERENCIA				
	MEASUREMENTS:				
	1- Roads	M2	12.102,25		
	2- Platforms	M2	6.055,00		
	3- WTG_Foundations	M2	0,00		
	4- Meteo_Station	M2	0,00		
	5- Drainage	M2	0,00		
	TOTAL	M2	18.157,25	1,66 €	30.141,04 €
02.01.02.00	RETIRO DE LA CAPA VEGETAL				
02.01.02.00/01	CUALQUIER PROFUNDIDAD				
	MEASUREMENTS:				
	1- Roads	M3	14.810,00		
	2- Platforms	M3	8.484,00		
	3- WTG_Foundations	M3	0,00		
	4- Meteo_Station	M3	0,00		
	5- Drainage	M3	0,00		
	TOTAL	M3	23.294,00	0,47 €	10.948,18 €
02.01.05.00	GRANDES EXCAVACIONES EN TERRENO NO ROCOSO				
02.01.05.01/01	QUALQUIER PROFUNDIDAS				
	MEASUREMENTS:				
	1- Roads	M3	42.138,40		
	2- Platforms	M3	55.776,80		
	TOTAL	M3	97.915,20	2,19 €	214.434,29 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

4 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
02.01.06.00 02.01.06.00/04	GRANDES EXCAVACIONES PARA CIMENTACIONES DE AEROGENERADORES Y TORRES METEREOLÓGICAS QUALQUIER PROFUNDIDAS QUALQUIER MEDIO INCLUIDO TERRENO ROCOSO MEASUREMENTS: 3- WTG_Foundations 4- Meteo_Station	M3 M3 TOTAL M3	10.282,00 0,00 10.282,00	9,00 €	92.538,00 €
02.05.00.00 02.05.03.00 02.05.03.00/01	EXCAVACION EN TERRENOS ROCOSOS EXCAVACIONES EN TERRENO ROCOSO QUALQUIER MEDIO QUALQUIER PROFUNDIDAS MEASUREMENTS: 1- Roads 2- Platforms	M3 M3 TOTAL M3	10.534,60 13.944,20 24.478,80	21,24 €	519.929,71 €
02.06.00.00 02.06.00.00/01	CARACTERIZACION DEL MATERIAL EXCAVADO CARACTERIZACION DEL MATERIAL EXCAVADO MEASUREMENTS: 1- Roads 2- Platforms 3- WTG_Foundations 4- Meteo_Station 5- Drainage	each each each each each TOTAL each	11,00 14,00 1,00 0,00 0,00 26,00	500,00 €	13.000,00 €



Green Power

Engineering & Construction

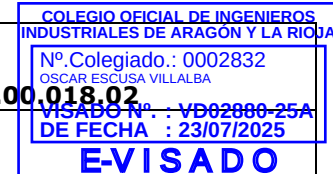


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

5 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
02.07.00.00	DISPOSICION Y ALMACENAJE DE MATERIALES EXCAVADOS				
02.07.00.00/01	PERMANENTEMENTE EN SITIO MEASUREMENTS: 1- Roads 2- Platforms 3- WTG_Foundations 4- Meteo_Station 5- Drainage TOTAL	M3 M3 M3 M3 M3 M3	13.826,06 8.817,00 0,00 0,00 0,00 22.643,06	 0,88 €	 19.925,89 €
02.07.00.00/02	VERTEDERO EXTERNO MEASUREMENTS: 1- Roads 2- Platforms 3- WTG_Foundations 4- Meteo_Station 5- Drainage TOTAL	M3 M3 M3 M3 M3 M3	39.609,00 60.904,00 3.064,00 0,00 0,00 103.577,00	 4,22 €	 437.094,94 €
03.00.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
03.01.00.00	PREPARACION DE LA SUBRASANTE				
03.01.00.00/01	COMPACTACION Y EVALUACION DE LA SUBRASANTE: PENDIENTES ≤ 15% MEASUREMENTS: 1- Roads 2- Platforms TOTAL	M2 M2 M2	18.473,33 129,60 18.602,93	 0,21 €	 3.906,62 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

6 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
03.03.00.00	TERRAPLEN				
03.03.00.00/01	MATERIAL DE EXCAVACION DEL SITIO O DEL LUGAR DE ALMACENAMIENTO				
	MEASUREMENTS:				
	1- Roads	M3	13.064,00		
	2- Platforms	M3	8.817,00		
	TOTAL	M3	21.881,00	4,25 €	92.994,25 €
03.05.00.00	RELLENOS				
03.05.03.00	RELLENO SOBRE ESTRUCTURAS				
03.05.03.01	DE EXCAVACION DEL SITIO O DEL LUGAR DE ALMACENAMIENTO				
03.05.03.01/04	QUALQUIER PROFUNDIDAS				
	MEASUREMENTS:				
	3- WTG_Foundations	M3	7.218,00		
	4- Meteo_Station	M3	0,00		
	TOTAL	M3	7.218,00	3,50 €	25.263,00 €
04.02.00.00	PLATAFORMAS Y VIAS DE GRUAS				
	AGREGADOS DE SUBBASE				
04.02.00.00/03	MATERIAL DE ACUERDO AL DISEÑO, IMPORTADO DE CANTERA				
	MEASUREMENTS:				
	1- Roads	M3	342,00		
	2- Platforms	M3	0,00		
	TOTAL	M3	342,00	23,00 €	7.866,00 €
	AGREGADOS DE BASE				
04.02.00.00/06	MATERIAL DE ACUERDO AL DISEÑO, IMPORTADO DE CANTERA				
	MEASUREMENTS:				
	1- Roads	M3	4.516,00		
	2- Platforms	M3	648,00		
	TOTAL	M3	5.164,00	32,81 €	169.430,84 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

7 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
04.02.03.00 04.02.03.00/01	PAVIMENTO DE HORMIGON MEASUREMENTS MEASUREMENTS: 1- Roads	M3	342,00		
	TOTAL	M3	342,00	51,00 €	17.442,00 €
05.00.00.00 05.01.00.00 05.01.03.00	GEOSINTETICOS GEOTEXTILES SEPARADOR				
05.01.03.00/01	TEJIDA Y NO TEJIDA, PESO POR UNIDAD DE AREA > 0 A 7,5 oz/sq-yd (0 A 250 g/M2) MEASUREMENTS: 1- Roads	M2	5.542,00		
	TOTAL	M2	5.542,00	0,55 €	3.048,10 €
07.00.00.00 07.02.00.00 07.02.01.00	DRENAJE DRENAJE DE SUPERFICIE EXCAVACION DE ZANJA				
07.02.01.00/03	QUALQUIER PROFUNDIDAS MEASUREMENTS: 1- Roads 2- Platforms	M3	682,25		
	TOTAL	M3	247,75		
		M3	930,00	10,63 €	9.885,90 €
07.03.00.00 07.03.03.00	ZANJAS DE DRENAJE DE CAMINOS/ CUNETAS ZANJA DE DRENAJE DE CAMINOS CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGON				
07.03.03.00/01	CON ELEMENTOS DE CONCRETO PREFABRICADOS MEASUREMENTS: 1- Roads	M2	2.347,65		
	TOTAL	M2	2.347,65	29,89 €	70.171,26 €



Green Power

Engineering & Construction

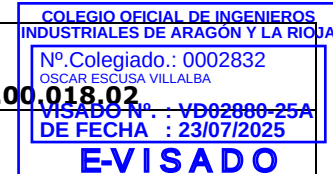


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

8 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
08.02.00.00/04	SUMINISTRO Y COLADO, RESISTENCIA A LA COMPRESION HM 20 MEASUREMENTS: 3- WTG_Foundations 4- Meteo_Station TOTAL	M3 M3 M3 M3	176,00 0,00 0,00 176,00	29,89 €	5.260,64 €
08.02.00.00/06	SUMINISTRO Y COLADO, RESISTENCIA A LA COMPRESION HA 30 /F/20 II a MEASUREMENTS: 3- WTG_Foundations 4- Meteo_Station 5- Drainage TOTAL	M3 M3 M3 M3	2.896,00 0,00 0,00 2.896,00	90,00 €	260.640,00 €
08.02.00.00/08	SUMINISTRO Y COLADO, RESISTENCIA A LA COMPRESION HA 45 L-F /20 /II a MEASUREMENTS: 3- WTG_Foundations 4- Meteo_Station TOTAL	M3 M3 M3	80,00 0,00 80,00	145,00 €	11.600,00 €
08.04.00.00	ACERO DE REFUERZO				
08.04.00.00/01	BARRAS GRADO 60 (ASTM A615) / B450 C / B-500 S MEASUREMENTS: 3- WTG_Foundations 4- Meteo_Station TOTAL	Kg Kg Kg	296.100,00 0,00 296.100,00	0,85 €	251.685,00 €
08.05.00.00	EMPOTRAMIENTOS				
08.05.00.00/04	TUBERIAS DE PLASTICO PARA CABLES - DIAMETRO > 2 A 4" (50 100 MM) MEASUREMENTS: 3- WTG_Foundations TOTAL	M M	40,00 40,00	13,48 €	539,20 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

9 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
08.05.00.00/06	TUBERIAS DE PLASTICO PARA CABLES- DIAMETRO > 6 A 8" (150 A 200 MM) MEASUREMENTS: 3- WTG_Foundations TOTAL	M M	40,00 40,00	29,22 €	1.168,80 €
08.05.01.03 08.05.01.03/01	PERNOS DE ANCLAJE PARA CIMENTACIONES DE AEREOGENERADORES INSTALACCION CUALQUIER SUPERFICIE TRATADA MEASUREMENTS: 3- WTG_Foundations TOTAL	each each	4,00 4,00	31,50 €	126,00 €
08.06.00.00 08.06.02.00 08.06.02.00/01	GROUTING GROUT PARA CIMENTACIONES DE AEREOGENERADORES BASADA EN CEMENTO MEASUREMENTS: 3- WTG_Foundations TOTAL	M3 M3	1,31 1,31	1.377,39 €	1.801,63 €
09.00.00.00 09.01.00.00 09.01.02.00 09.01.02.00/01	DRENAJE Y TUBERIAS DE ALCANTARILLADO TUBOS DE CONCRETO TUBOS DE CONCRETO REFORZADO PROFUNDIDAD DE COLOCACION SIN EXCEDER DE 6,6 ft (2 M) -DIAMETRO INTERNO > 0 A 16" (0 A 400 MM) MEASUREMENTS: 5- Drainage TOTAL	M M	92,00 92,00	37,42 €	3.442,64 €
09.05.00.00 09.05.00.00/01	BADENES BADENES EN VIALES PARA CRUCE DE CAUCES DE AGUA DE 15 M TOTAL	M M	28,00 28,00	119,58 €	3.348,24 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

10 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
11.00.00.00	TRABAJOS VARIOS				
11.03.00.00	PAISAJISMO Y PLANTACION				
11.03.02.00	TIERRA VEGETAL				
11.03.02.00/01	DEL SITIO DE RESGUARDO				
	MEASUREMENTS:				
	1- Roads	M3	586,20		
	2- Platforms	M3	0,00		
	TOTAL	M3	586,20	0,89 €	521,72 €
11.03.04.00	SIEMBRA DE CESPED Y PLANTAS				
11.03.04.00/01	HIDRO-SEMBRADO- TARIFA POR DISEÑO				
	MEASUREMENTS:				
	1- Roads	M2	3.908,00		
	2- Platforms	M2	0,00		
	3- WTG_Foundations	M2	0,00		
	4- Meteo_Station	M2	0,00		
	TOTAL	M2	3.908,00	0,89 €	3.478,12 €
12.00.00.00	INFRASTRUCTURA ELECTRICA				
12.00.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
	Despeje y desbroce del terreno por medios mecánicos y retirada de capa vegetal en una profundidad de 35 cm, incluso almacenamiento en montones de altura inferior a 2 m para posterior utilización y restitución de la tierra vegetal y/o carga y transporte de sobrantes a vertedero autorizado.				
12.00.01.01/01	MEASUREMENTS:				
	6- Zanjas_Cables	M2	7.198,80		
	TOTAL	M2	7.198,80	0,77 €	5.543,08 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

11 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.01.02/01	EXC. ZANJA PARALELA A CAMINO PARA 1 CIRCUITO MT (1C) Excavación de zanja en terreno <u>no rocoso</u> para cables para un circuito de MT que discurre paralelo al camino y no cruza ningún camino según plano secciones tipo y especificación técnica, incluso asiento de cables de arena silícea (tamiz 032 UNE) y su acondicionamiento (separación y embreado), materiales necesarios de relleno, su extendido y compactación (95% PM) por medios mecánicos, humectación, 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				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	1.374,44		
	TOTAL	M	1.374,44	8,41 €	11.559,04 €
12.00.01.03/01	EXC. ZANJA PARALELA A CAMINO PARA 2 CIRCUITOS MT O MIXTA 1 (2C/1C+MM) Excavación de zanja <u>en terreno no rocoso</u> para cables para un circuito de MT que discurre paralelo al camino y no cruza ningún camino según plano secciones tipo y especificación técnica, incluso asiento de cables de arena silícea (tamiz 032 UNE) y su acondicionamiento (separación y embreado), materiales necesarios de relleno, su extendido y compactación (95% PM) por medios mecánicos, humectación, 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				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	1.409,72		
	TOTAL	M	1.409,72	15,02 €	21.173,99 €



Green Power

Engineering & Construction

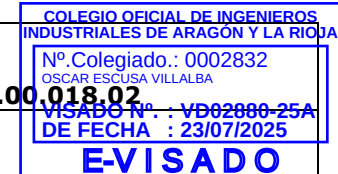


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

12 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.01.09/01	EXC. ZANJA CRUCE DE CAMINO PARA 1 CIRCUITO MT (1RC) Excavación de zanja en terreno no rocoso para cables para un circuito de MT que discurre por un cruce de camino según plano secciones tipo y especificación técnica, en cualquier clase de terreno, incluso el suministro e instalación de los tubos de polietileno de alta densidad (sin halógenos) de diametro 200 mm para cables de MT y de 90 mm para cables de fibra óptica y cable de tierra de doble pared, lisa la interior y corrugada la exterior, parte exterior de color rojo, incluso tubos de reserva, incluidos manguitos de unión, separadores y sellado mediante producto resistente al agua en los extremos de la canalización, embebidos en hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, tmáx 20 mm, elaborado en central y vertido por medios manuales y colocación, materiales necesarios de relleno, su extendido y compactación (95% PM) por medios mecánicos, humectación, 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				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	37,60		
	TOTAL	M	37,60	62,26 €	2.340,98 €



Green Power

Engineering & Construction

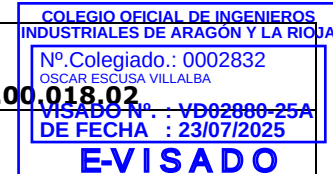


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

13 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.01.10/01	EXC. ZANJA CRUCE DE CAMINO PARA 2-3 CIRCUITOS MT (RC2-3) Excavación de zanja <u>en terreno no rocoso</u> para cables para un circuito de MT que discurre por un cruce de camino según plano secciones tipo y especificación técnica, incluso el suministro e instalación de los tubos de polietileno de alta densidad (sin halógenos) de diametro 200 mm para cables de MT y de 90 mm para cables de fibra óptica y cable de tierra de doble pared, lisa la interior y corrugada la exterior, parte exterior de color rojo, incluso tubos de reserva, incluidos manguitos de unión, separadores y sellado mediante producto resistente al agua en los extremos de la canalización, embebidos en hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, tmáx 20 mm, elaborado en central y vertido por medios manuales y colocación, materiales necesarios de relleno, su extendido y compactación (95% PM) por medios mecánicos, humectación, 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				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	50,40		
	TOTAL	M	50,40	91,48 €	4.610,59 €
12.00.01.13/01	EXC. ZANJA PARALELA A CAMINO PARA 1 CIRCUITO MT (1C) Excavación de zanja <u>en terreno rocoso</u> para cables para un circuito de MT que discurre paralelo al camino y no cruza ningún camino según plano secciones tipo y especificación técnica, en cualquier clase de terreno, incluso asiento de cables de arena silficia (tamiz 032 UNE) y su acondicionamiento (separación y embridado), materiales necesarios de relleno, su extendido y compactación (95% PM) por medios mecánicos, humectación, 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				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	343,61		
	TOTAL	M	343,61	13,44 €	4.618,12 €



Green Power

Engineering & Construction

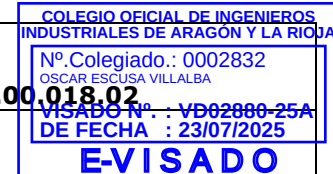


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

14 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.01.14/01	EXC. ZANJA PARALELA A CAMINO PARA 2 CIRCUITOS MT (2C/1C+MM) Excavación de zanja <u>en terreno rocoso</u> para cables para un circuito de MT que discurre paralelo al camino y no cruza ningún camino según plano secciones tipo y especificación técnica, incluso asiento de cables de arena silícea (tamiz 032 UNE) y su acondicionamiento (separación y embreado), materiales necesarios de relleno, su extendido y compactación (95% PM) por medios mecánicos, humectación, 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				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	352,43		
	TOTAL	M	352,43	24,20 €	8.528,81 €
12.00.01.20/01	EXC. ZANJA CRUCE DE CAMINO PARA 1 CIRCUITO MT (1RC) Excavación de zanja <u>en terreno rocoso</u> para cables para un circuito de MT que discurre por un cruce de camino según plano secciones tipo y especificación técnica, incluso el suministro e instalación de los tubos de polietileno de alta densidad (sin halógenos) de diametro 200 mm para cables de MT y de 90 mm para cables de fibra óptica y cable de tierra de doble pared, lisa la interior y corrugada la exterior, parte exterior de color rojo, incluso tubos de reserva, incluidos manguitos de unión, separadores y sellado mediante producto resistente al agua en los extremos de la canalización, embebidos en hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, tmáx 20 mm, elaborado en central y vertido por medios manuales y colocación, materiales necesarios de relleno, su extendido y compactación (95% PM) por medios mecánicos, humectación, 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				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	9,40		
	TOTAL	M	9,40	92,26 €	867,24 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

15 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.01.21/01	EXC. ZANJA CRUCE DE CAMINO PARA 2-3 CIRCUITOS MT (RC2-3) Excavación de zanja en terreno rocoso para cables para un circuito de MT que discurre por un cruce de camino según plano secciones tipo y especificación técnica, incluso el suministro e instalación de los tubos de polietileno de alta densidad (sin halógenos) de diametro 200 mm para cables de MT y de 90 mm para cables de fibra óptica y cable de tierra de doble pared, lisa la interior y corrugada la exterior, parte exterior de color rojo, incluso tubos de reserva, incluidos manguitos de unión, separadores y sellado mediante producto resistente al agua en los extremos de la canalización, embebidos en hormigón en masa HM-20 N/mm2, consistencia plástica, tmáx 20 mm, elaborado en central y vertido por medios manuales y colocación, materiales necesarios de relleno, su extendido y compactación (95% PM) por medios mecánicos, humectación, 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 MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	12,60		
	TOTAL	M	12,60	121,48 €	1.530,65 €
12.00.02.00	CANALIZACIONES				
12.00.02.01/01	CINTA SEÑALIZACIÓN Suministro y colocación en zanja de cinta de plástico (sin halógenos) para señalización de cables subterráneos MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	3.590,00		
	TOTAL	M	3.590,00	0,33 €	1.184,70 €
12.00.02.02/01	PLACA PROTECCIÓN Suministro y colocación en zanja de placa de plástico (sin halógenos) para protección de cables subterráneos MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	5.242,00		
	TOTAL	M	5.242,00	2,05 €	10.746,10 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

16 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.02.03/01	HITO SEÑALIZACIÓN DE ZANJA Hito de señalización de hormigón, para señalización de zanja, colocado cada 50 m, en los cambios de dirección de la zanja y en las derivaciones, incluyendo colocación y balizamiento, así como suministro y montaje de chapas serigrafiadas según modelo indicado al final de este documento (*) MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	each	79,00		
	TOTAL	each	79,00	39,78 €	3.142,62 €
12.00.03.07/01	SUMINISTRO CONDUCTOR 12/20 kV 3x(1x240 Al) Suministro de terna de cables unipolares para 12/20 kV de sección 240 mm ² , tipo Al RH5Z1, conductor de aluminio, aislamiento XLPE, pantalla de cinta longitudinal de aluminio y cubierta exterior de poliolefina termoplástica (DMZ1) , i/ coca de 10 m en interior de aerogeneradores. (OPCIONAL) MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	1.740,00		
	TOTAL	M	1.740,00	27,00 €	46.980,00 €
12.00.03.08/01	INSTALACIÓN CONDUCTOR 12/20 kV 3x(1x240 Al) Instalación de terna de cables unipolares para 12/20 kV de sección 240 mm ² , tipo Al RH5Z1, conductor de aluminio, aislamiento XLPE, pantalla de cinta longitudinal de aluminio y cubierta exterior de poliolefina termoplástica (DMZ1) , i/ coca de 10 m en interior de aerogeneradores, tendida en zanja s/ plano secciones tipo, cinta para señalización de fases, cinta adhesiva para fijación y pequeño material MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	1.740,00		
	TOTAL	M	1.740,00	9,00 €	15.660,00 €



Green Power

Engineering & Construction

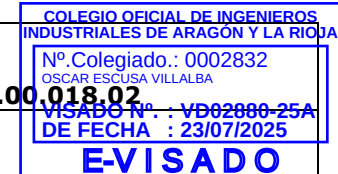


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

17 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.03.09/01	SUMINISTRO CONDUCTOR 12/20 kV 3x(1x400 Al) Suministro de terna de cables unipolares para 12/20 kV de sección 400 mm2, tipo Al RH5Z1, conductor de aluminio, aislamiento XLPE, pantalla de cinta longitudinal de aluminio y cubierta exterior de poliolefina termoplástica (DMZ1) , i/ coca de 10 m en interior de aerogeneradores. (OPCIONAL)				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	3.830,00		
	TOTAL	M	3.830,00	33,25 €	127.347,50 €
12.00.03.10/01	INSTALACIÓN CONDUCTOR 12/20 kV 3x(1x400 Al) Instalación de terna de cables unipolares para 12/20 kV de sección 400 mm2, tipo Al RH5Z1, conductor de aluminio, aislamiento XLPE, pantalla de cinta longitudinal de aluminio y cubierta exterior de poliolefina termoplástica (DMZ1) , i/ coca de 10 m en interior de aerogeneradores, tendida en zanja s/ plano secciones tipo, cinta para señalización de fases, cinta adhesiva para fijación y pequeño material				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	3.830,00		
	TOTAL	M	3.830,00	10,50 €	40.215,00 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

18 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.04.00	CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN - RED DE COMUNICACIONES Línea de transmisión de señales mediante manguera de fibra óptica monomodo de 24 fibras, para interconexión de aerogeneradores, torre de medición y centro de control y mando en subestación, instalada en zanja conjunta con cables de media tensión según plano secciones de zanja tipo, bajo tubo de 90 mm (sólo en el caso de zanjas para cruces de caminos) incluido en la partida correspondiente, todo ello s/ planos y especificaciones técnicas, i/ coca de 10 m en interior de aerogeneradores, subestación y torre anemométrica y pequeño material. -Monomodo 9/125 µm -Multitubo (6 fibras por tubo) -Acorde a standard ITU-T G.652D -Atenuación @1310 nm: 0,35 dB/km -Atenuación @1550 nm: 0,22 dB/km -Totalmente dieléctrico -Protección contra roedores -Cubierta interior y exterior de polietileno -Refuerzo De Aramida -Fibras de vidrio reforzadas -Rango temperaturas -Transporte/ Almacenaje: -40°C to +75°C - Instalación: 10°C to +50°C - Operación: -40°C to +70°C -Radio de curvatura mínimo - Instalación: 20 x OD - Operación: 15 x OD -Máxima tracción - Instalación: 2000 N - Operación: 1000 N -Máximo aplastamiento: 2000N/10cm -Máximo impacto: 5 J				
12.00.04.01/01	-Penetración agua acorde a IEC 60974-1-22 F5B MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	5.570,00		
	TOTAL	M	5.570,00	2,20 €	12.254,00 €



Green Power

Engineering & Construction

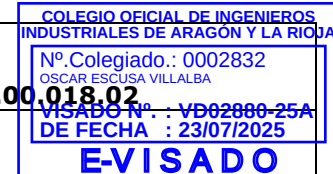


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

19 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.04.02/01	CONECTORIZACIÓN FIBRA ÓPTICA Conectorización de fibra óptica en aerogeneradores, torre anemométrica y arqueta de interconexión, con suministro e instalación de conectores (SC o ST) y latiguillos para conexión a equipos de comunicación. Se incluye la instalación de las cajas de conexión para la fibra óptica en los aerogeneradores y el suministro e instalación de las cajas de conexión en la subestación, todo ello según planos y esquemas adjuntos.				
	Se conectorizarán sólo 12 fibras de las 24 del cable.				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	Partida	4,00		
12.00.04.03/01	ENSAYO CABLE FIBRA ÓPTICA Verificación de la instalación de fibra óptica. Incluye la verificación de los carretes, de los empalmes, las correspondientes pruebas de reflectometría en 2 sentidos				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	Partida	1,00		
	TOTAL	Partida	4,00	500,00 €	2.000,00 €
12.00.05.00	CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN - RED DE TIERRAS				
	PUESTA A TIERRA AEROGENERADOR Puesta a tierra de aerogenerador a base de malla formada por cable de cobre desnudo de sección mínima 50 mm ² , según planos. Incluye suministro del cable de cobre, puntos de soldadura aluminotérmica en cruz sobre conductor, cajas seccionables para medida de puesta a tierra, pequeño material y conexionado, según planos. Incluye también suministro e hincado de pica/s de acero cobrizado de D=14,3 mm y 2 m de longitud y los medios necesarios para conseguir una resistencia de puesta a tierra $R_t \leq 10 \Omega$ con el aerogenerador desconectado del sistema general de puesta a tierra del parque.				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	each	4,00		
12.00.05.01/01	TOTAL	each	4,00	1.056,00 €	4.224,00 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

20 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.05.03/01	PUESTA A TIERRA ENLACE PARQUE Suministro e instalación de conductor de cobre desnudo para la puesta a tierra de enlace de aerogeneradores, torre anemométrica y subestación, mediante cable de cobre desnudo de sección mínima 50 mm2, directamente enterrado en zanja, en canalización conjunta con cables de potencia y comunicación, todo ello s/ planos secciones zanja tipo, i/ coca de 20 m de longitud en interior de aerogeneradores y torre anemométrica. Incluye: transporte, enderezamiento, tendido, corte del cable y, en general, todas las operaciones necesarias para su ejecución y conexionado. Incluye los medios necesarios para conseguir una resistencia de puesta a tierra $R_t \leq 2 \Omega$ con las puestas a tierra de los aerogeneradores conectados a la puesta a tierra del parque. MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	M	3.659,00		
		TOTAL	M	3.659,00	2,82 €
					10.318,38 €
12.00.05.04/01	MEDICIÓN RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA Y TENSIONES DE PASO Y CONTACTO Medición de resistencia de puesta a tierra y tensiones de paso y contacto en aerogeneradores, s/ Instrucción MIE-RAT-13, i/ certificado emitido por Organismo de Control Autorizado MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	Partida	1,00		
		TOTAL	Partida	1,00	500,00 €
					500,00 €



Green Power

Engineering & Construction

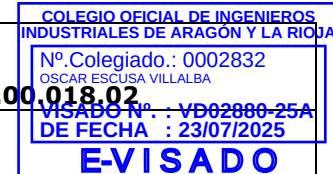


EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

21 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.05.05/01	ENSAYOS CONDUCTORES I- Comprobación de cables: orden de fases, radios de curvatura, etc, por cada circuito de MT, según especificado en ET "Commissioning Activities in Wind Farms" GRE.EEC.S.45.XX.W.00000.00.018.02 (puntos 9.2.1.1 y 9.2.1.2) además de la comprobación del aislamiento la cubierta según la ITC.LAT-05 y ensayos de la rigidez dieléctrica de la cubierta por cada circuito de M.T . Están incluidas la mano de obra y las herramientas y equipos de prueba necesarias para la comprobación en las tres fases del cable. Incluye inspección inicial antes de la puesta en servicio ejecutado por un Organismo de Control Autorizado.				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	Partida	1,00		
	TOTAL	Partida	1,00	1.000,00 €	1.000,00 €
12.00.05.06/01	ENSAYOS CONDUCTORES II- Comprobación aislamiento de los cables MT mediante test DESCARGAS PARCIALES, al 100% de los cables, según especificado en ET "Commissioning Activities in Wind Farms" GRE.EEC.S.45.XX.W.00000.00.018.02 (punto 9.2.1.3.2) y la ET "Partial Discharge Test in the Field" GRE.EEC.S.24.XX.X.00000.10.014.02 . Están incluidas la mano de obra y las herramientas y equipos de prueba necesarias para la comprobación en las tres fases del cable. Incluye inspección inicial antes de la puesta en servicio ejecutado por un Organismo de Control Autorizado.				
	NOTA: Quedan exluidos del alcance del suministro slos siguientes puntos de la Especificación GRE.EEC.S.45.XX.W.00000.00.018.02: - Punto 9.2.1.3.1 TAN DESTA TEST (no aplican y no son requeridos) - Punto 9.2.1.3.3. VERY LOW FREQUENCY TEST (No aplican y no son requeridos)				
	MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables	Partida	1,00		
	TOTAL	Partida	1,00	1.000,00 €	1.000,00 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

22 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.06.00	VARIOS RESTAURACIÓN TERRENOS AFECTADOS Restauración y acondicionamiento de terrenos afectados por las obras en taludes de viales, zanjas plataformas de montaje, cimentaciones y zonas de acopio de materiales, así como el Site Camp, a la finalización de las mismas, incluyendo el movimiento de tierras necesario, así como la reposición, aporte (en su caso) y perfilado, de tierra vegetal. Incluye carga y transporte del material necesario a cualquier distancia. En zonas de excesiva compactacion, será necesario descompactar previamente mediante ripado o método similar. Plantación de árboles o arbustos, o especies de plantas y siembra ó hidrosiembra de pasto para prados de acuerdo con los requisitos de diseño y conforme a autorizaciones ambientales para restaurar o crear las condiciones ambientales previas a su afección. MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables				
12.00.06.01/01	TOTAL	M2	7.198,80		
		M2	7.198,80	0,89 €	6.406,93 €
12.00.06.05/01	TERMINAL 12/20 kV 240 mm2 Al Suministro y montaje de terminal para interior, de tipo acodado atornillable apantallado, para conductor tipo Al RH5Z1, 12/20 kV de sección 1x240 mm2, completamente ejecutado en conexión con celdas de media tensión (aero y set), o formando los empalmes desmontables incluídos en las arquetas de descargas parciales, s/ planos, i/ pequeño material y elementos de fijación. Incluye todo lo necesario para dejar terminada la partida y una provisión de 1 terminal de cada tipo de sección como backup. MEASUREMENTS: 6- Zanjas_Cables				
	TOTAL	each	12,00		
		each	12,00	103,58 €	1.242,96 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

23 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
12.00.06.06/01	TERMINAL 12/20 kV 400 mm2 Al Suministro y montaje de terminal para interior, de tipo acodado atornillable apantallado, para conductor tipo Al RH5Z1, 12/20 kV de sección 1x400 mm2, completamente ejecutado en conexión con celdas de media tensión (aero y set), o formando los empalmes desmontables incluidos en las arquetas de descargas parciales, s/ planos, i/ pequeño material y elementos de fijación. Incluye todo lo necesario para dejar terminada la partida y una provisión de 1 terminal de cada tipo de sección como backup. MEASUREMENTS: 03.03.00.00	each	12,00		
	TOTAL	each	12,00	132,24 €	1.586,88 €
12.00.06.15/01	EMPALME UNIP. 12/20 kV 400 mm2 Al Suministro y ejecución de empalme unipolar con tecnología retractil en frío para conductor Al RH5Z, 12/20 kV de sección 400 mm2 Al completamente terminado. Incluye una provisión del 10% de empalmes del total como backup. MEASUREMENTS: 6-Zanjas_Cables	each	6,00		
	TOTAL	each	6,00	253,65 €	1.521,90 €
12.00.06.16/01	EMPALME UNIP. 12/20 kV 630 mm2 Al Suministro y ejecución de empalme unipolar con tecnología retractil en frío para conductor Al RH5Z, 12/20 kV de sección 630 mm2 Al completamente terminado. Incluye una provisión del 10% de empalmes del total como backup. MEASUREMENTS: 6-Zanjas_Cables	each	3,00		
	TOTAL	each	3,00	264,42 €	793,26 €



Green Power

Engineering & Construction



EGP CODE

GRE.EEC.R.99.ES.W.18532.00.018.02

PAGE

24 di/of 25



Código	DESCRIPCIÓN	Unidad de medida	Cantidad	Precio por Unidad	Precio Total
13.00.00.00	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD				
13.00.01.00	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD				
13.00.01.00/01	ELABORACIÓN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD Redactar un Plan de Seguridad y Salud, teniendo como base el Estudio de Seguridad y Salud. Dicho Plan desarrollará los contenidos del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción. MEASUREMENTS: 7- Plan de Seguridad y Salud	each	1,00		
	TOTAL	each	1,00	17.237,97 €	17.237,97 €
14.00.00.00	AEROGENERADORES				
	AEROGENERADORES MODELO V117-4.3 MW Altura de buje 84 m Tensión de generación 0,72 kV AEROGENERADORES	each	2,00		
	TOTAL	each	2,00	2.508.332,76 €	5.016.665,52 €
	AEROGENERADORES MODELO V136-4.5 MW Altura de buje 81 m Tensión de generación 0,72 kV AEROGENERADORES	each	1,00	2.624.999,40 €	2.624.999,40 €
	AEROGENERADORES MODELO V136-4.5 MW Altura de buje 82 m Tensión de generación 0,69 kV AEROGENERADORES	each	1,00	2.624.999,40 €	2.624.999,40 €
	TOTAL	each	4,00		10.266.664,32 €

TOTALES	12.914.931,01 €
1- Roads	845.256,22 €
2- Platforms	765.532,55 €
3- WTG_Foundations	664.052,35 €
4- Meteo_Station	- €
5- Drainage	6.790,88 €
6- Zanjas Cables	349.396,73 €
7- Plan de Seguridad y Salud	17.237,97 €
8- Aerogenerador	10.266.664,32 €

2. PRESUPUESTO TOTAL

CONCEPTO	IMPORTE TOTAL (€)
PE LA MUELA III MODIFICACIÓN	12.914.931,01€
DESMANTELAMIENTO PE "LA MUELA III"	320.579,91 €
TOTAL	13.235.510,92 €

El importe total del PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" junto con el desmantelamiento asciende a la cantidad de **TRECE MILLONES DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL QUINIENTOS DIEZ EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (13.235.510,92 €)**.

Zaragoza, julio 2025

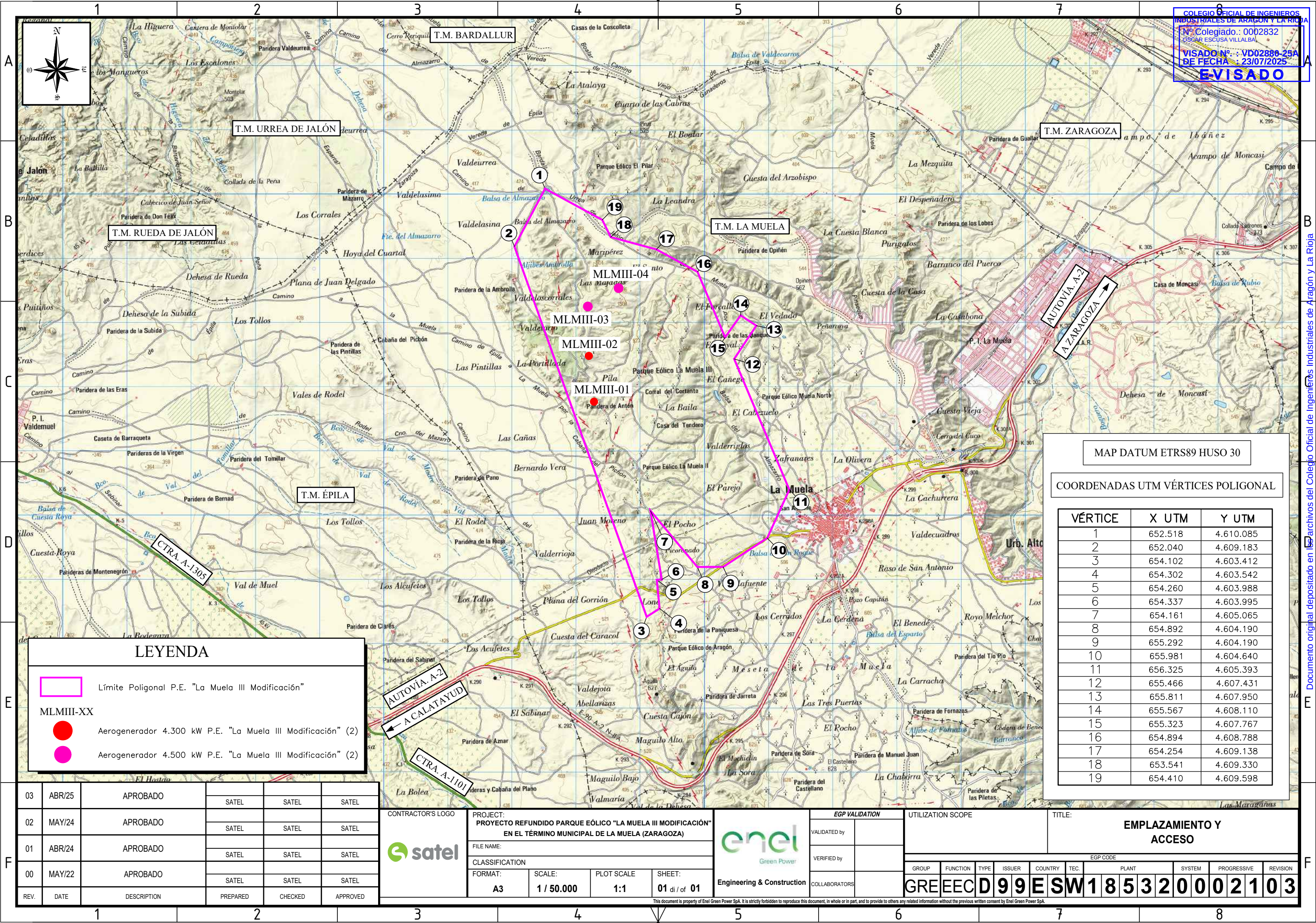
El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

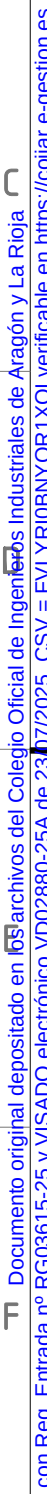
Óscar Escusa Villalba

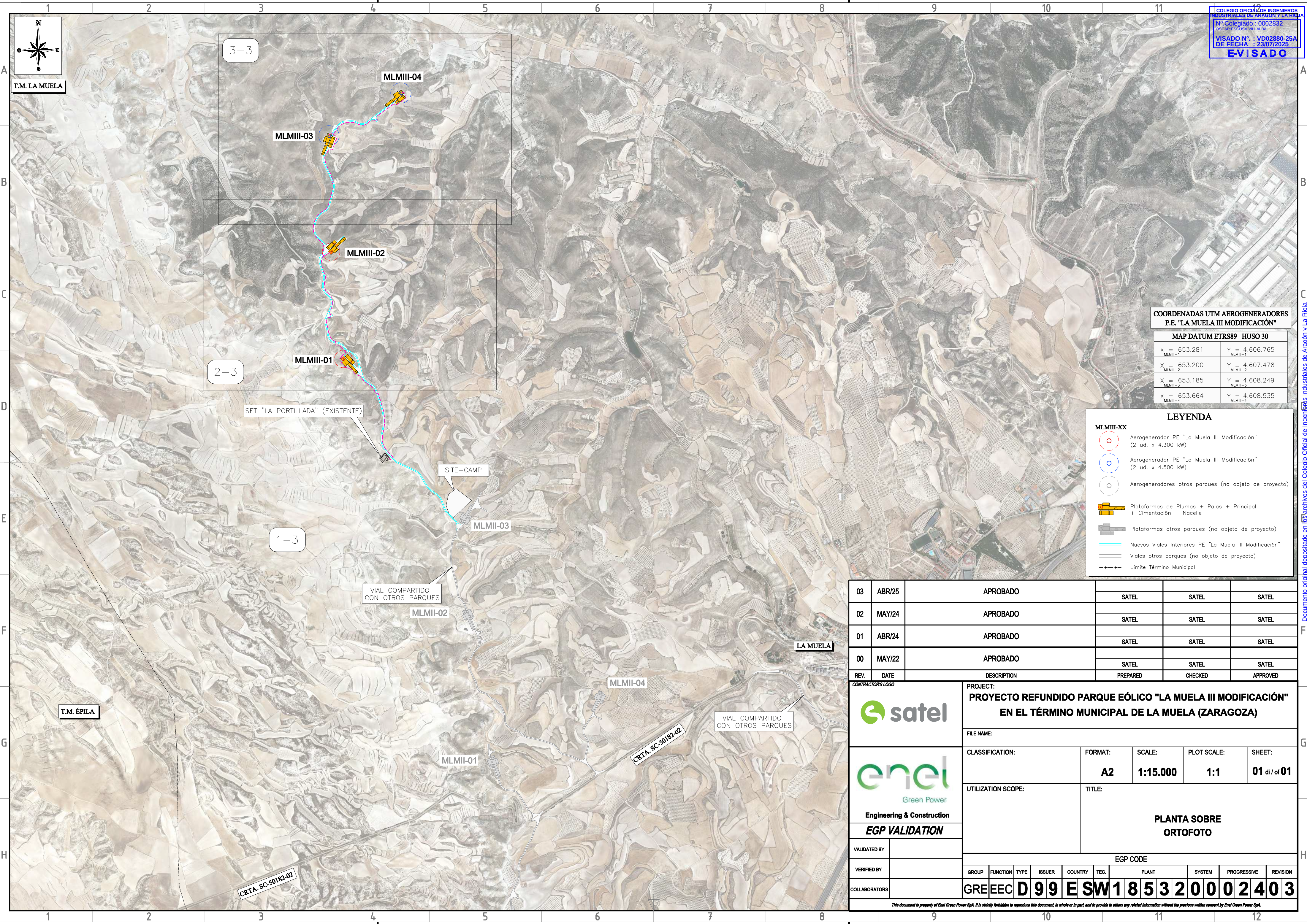
Colegiado Nº 2.832 del C.O.I.I.A.R.

INDEX

GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.020.02	SITUACIÓN
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.021.03	EMPLAZAMIENTO Y ACCESO
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.022.03	PLANTA SOBRE PLANEAMIENTO
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.023.03	PLANTA GENERAL SOBRE CARTOGRAFÍA
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.024.03	PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.025.03	PLANTA DE REPLANTEO
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.026.02	PERFILES LONGITUDINALES
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.027.02	SECCIÓN TIPO VIALES
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.028.01	DRENAJE. DETALLES
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.029.01	DRENAJE. PLANTA GENERAL CUENCAS
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.030.01	DRENAJE. PLANTA DE DRENAJES
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.031.02	DISPOSICIÓN TIPO PLATAFORMA DE MONTAJE
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.032.02	DESCRIPCIÓN GENÉRICA AEROGENERADOR
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.033.01	CIMENTACIÓN AEROGENERADOR DIRECTA
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.035.01	SECCIÓN TIPO ZANJAS
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.036.02	ESQUEMA UNIFILAR MT DEL PARQUE EÓLICO
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.037.01	PLANTA GENERAL DE LAS CANALIZACIONES ELÉCTRICAS
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.038.01	RED DE COMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.039.01	SISTEMA PUESTA A TIERRA AEROGENERADORES
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.040.03	RED MT. DISEÑO EN PLANTA
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.042.01	RED DE TIERRAS DEL PARQUE EÓLICO
GRE.EEC.D.99.ES.W.18532.00.043.03	BALIZAMIENTO Y SEÑALIZACIÓN AEROGENERADORES







COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO

COORDENADAS UTM AEROGENERADORES
P.E. "LA MUELA III MODIFICACIÓN"

MAP DATUM ETRS89 HUSO 30	
X _{MLMIII-1} = 653.281	Y _{MLMIII-1} = 4.606.765
X _{MLMIII-2} = 653.200	Y _{MLMIII-2} = 4.607.478
X _{MLMIII-3} = 653.185	Y _{MLMIII-3} = 4.608.249
X _{MLMIII-4} = 653.664	Y _{MLMIII-4} = 4.608.535

LEYENDA

- MLMIII-XX**
- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.300 kW)
 - Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.500 kW)
 - Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)
 - Plataformas de Plumas + Palas + Principal + Cimentación + Nacelle
 - Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)
 - Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"
 - Viales otros parques (no objeto de proyecto)
 - Límite Término Municipal

03	ABR/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED

Green Power
Engineering & Construction
EGP VALIDATION

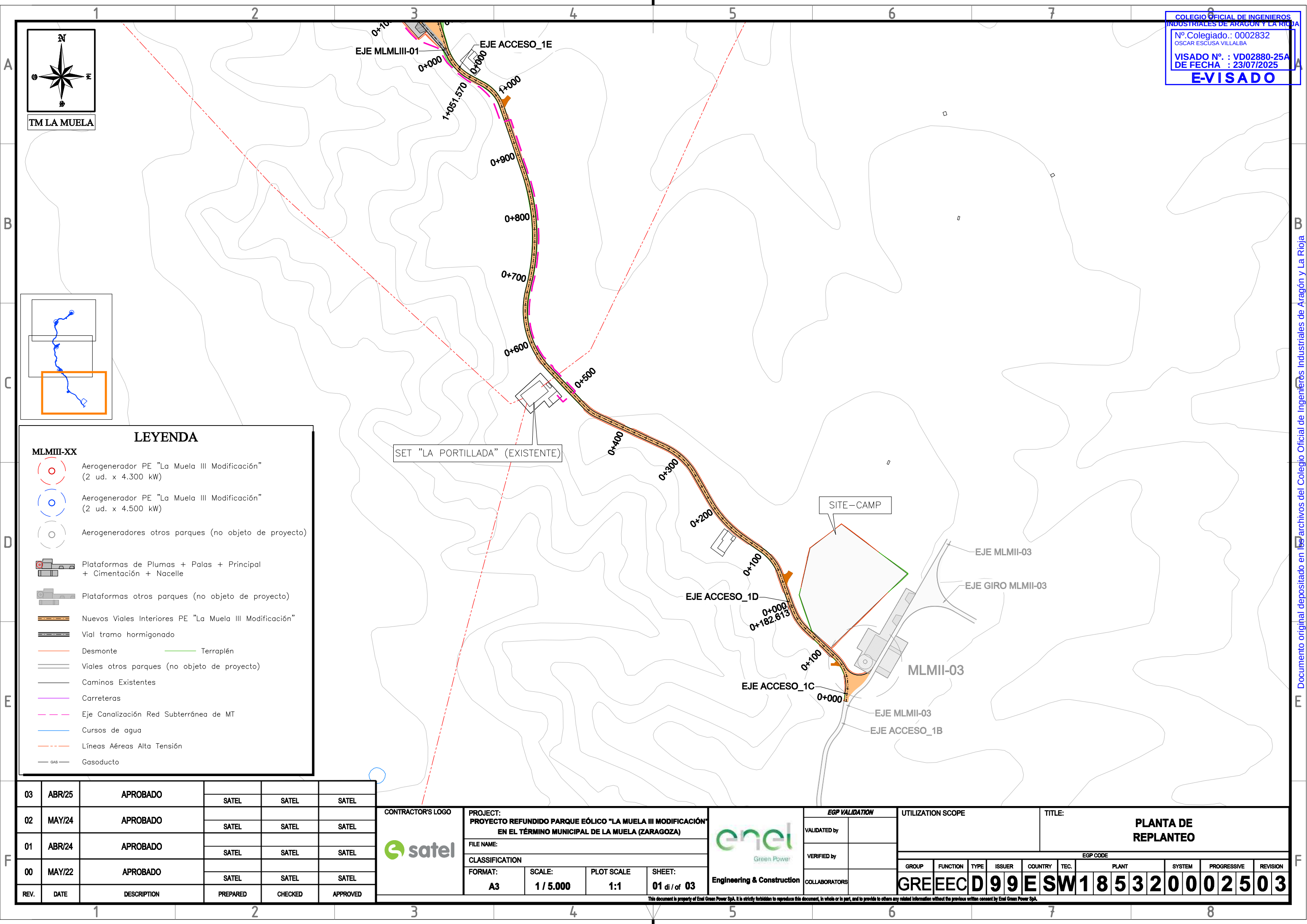
PROJECT:
PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)

FILE NAME:

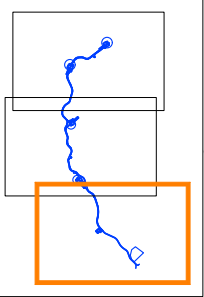
CLASSIFICATION:	FORMAT: A2	SCALE: 1:15.000	PLOT SCALE: 1:1	SHEET: 01 di / of 01
UTILIZATION SCOPE:	TITLE: PLANTA SOBRE ORTOFOTO			

EGP CODE									
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GREEEC	D	99	ES	W	1	8532	0002	403	

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.



TM LA MUELA



LEYENDA

- MLMII-XX**
- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.300 kW)
 - Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.500 kW)
 - Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)
 - Plataformas de Plumas + Palas + Principal + Cimentación + Nacelle
 - Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)
 - Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"
 - Vial tramo hormigonado
 - Desmonte
 - Terraplén
 - Viales otros parques (no objeto de proyecto)
 - Caminos Existentes
 - Carreteras
 - Eje Canalización Red Subterránea de MT
 - Cursos de agua
 - Líneas Aéreas Alta Tensión
 - GAS
 - Gasoducto

03	ABR/25	APROBADO	SÁTEL	SÁTEL	SÁTEL
02	MAY/24	APROBADO	SÁTEL	SÁTEL	SÁTEL
01	ABR/24	APROBADO	SÁTEL	SÁTEL	SÁTEL
00	MAY/22	APROBADO	SÁTEL	SÁTEL	SÁTEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)			
FILE NAME:			
CLASSIFICATION			
FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE	SHEET:
A3	1 / 5.000	1:1	01 of 03



EGP VALIDATION	
VALIDATED by	
VERIFIED by	
COLLABORATORS	

UTILIZATION SCOPE					
EGP CODE					
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.
PLANT					
SYSTEM					
PROGRESSIVE					
REVISION					

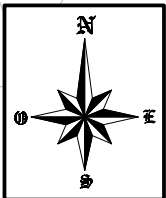
TITLE:												PLANTA DE REPLANTEO													
EGP CODE																									
NTRY		TEC.		PLANT						SYSTEM				PROGRESSIVE				REVISION							
SW		1		8		5		3		2		0		0		0		2		5		0		3	

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA

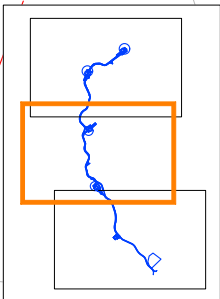
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO



TM LA MUELA

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº. Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO



LEYENDA

MLMIII-XX

- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación"
(2 ud. x 4.300 kW)
- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación"
(2 ud. x 4.500 kW)
- Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)
- Plataformas de Plumas + Palas + Principal +
Cimentación + Nacelle
- Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)
- Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"
- Vial tramo hormigonado
- Desmonte
- Terraplén
- Viales otros parques (no objeto de proyecto)
- Caminos Existentes
- Carreteras
- Eje Canalización Red Subterránea de MT
- Cursos de agua
- Líneas Aéreas Alta Tensión
- Gasoducto

03	ABR/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



PROJECT:
PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)

FILE NAME:

CLASSIFICATION

FORMAT: A3

SCALE: 1 / 5.000

PLOT SCALE 1:1

SHEET: 02 of 03



EGP VALIDATION

VALIDATED by

VERIFIED by

COLLABORATORS

UTILIZATION SCOPE

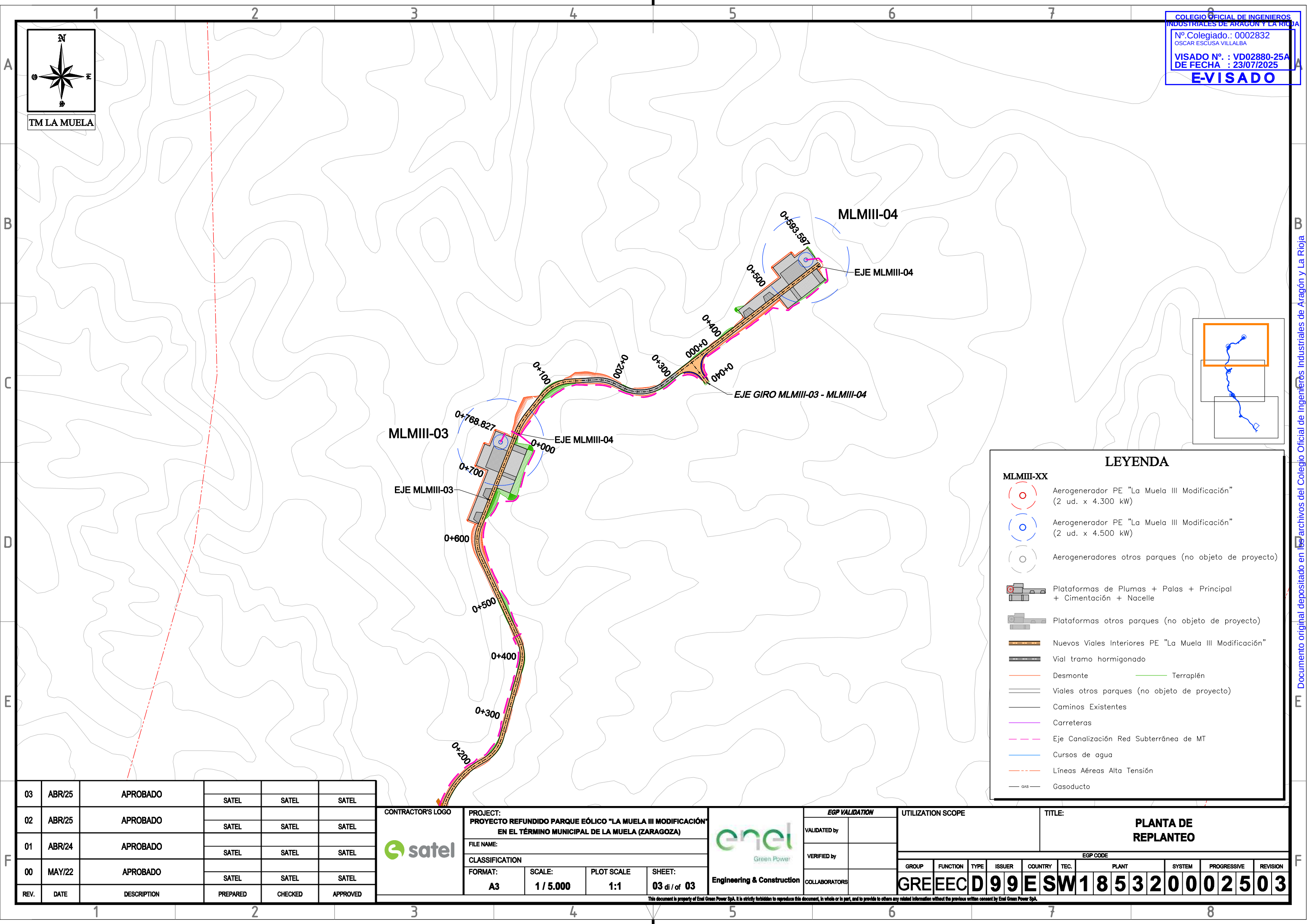
TITLE:

PLANTA DE
REPLANTEO

EGP CODE

GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GREEN	EE	D	99	E	SW	18532000	2503		

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO

LEYENDA

MLMIII-XX

Aerogenerador PE "La Muela III Modificación"
(2 ud. x 4.300 kW)

Aerogenerador PE "La Muela III Modificación"
(2 ud. x 4.500 kW)

Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)

Plataformas de Plumas + Palas + Principal
+ Cimentación + Nacelle

Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)

Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"

Vial tramo hormigonado

Desmante

Terraplén

Viales otros parques (no objeto de proyecto)

Caminos Existentes

Carreteras

Eje Canalización Red Subterránea de MT

Cursos de agua

Líneas Aéreas Alta Tensión

Gasoducto

03	ABR/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	ABR/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



CONTRACTOR'S LOGO

PROJECT:
PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)

FILE NAME:

CLASSIFICATION

FORMAT:
A3

SCALE:
1 / 5.000

PLOT SCALE
1:1

SHEET:
03 of 03



EGP VALIDATION	
VALIDATED by	
VERIFIED by	
COLLABORATORS	

UTILIZATION SCOPE				
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY
GRE	EEC	D	99	E

TITLE:

PLANTA DE
REPLANTEO

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03615-25 y VISADO electrónico VD02880-25A de 23/07/2025. CSV = FVLYR10BNYOR1XQI verificable en https://coi.ar.e-gestion.es

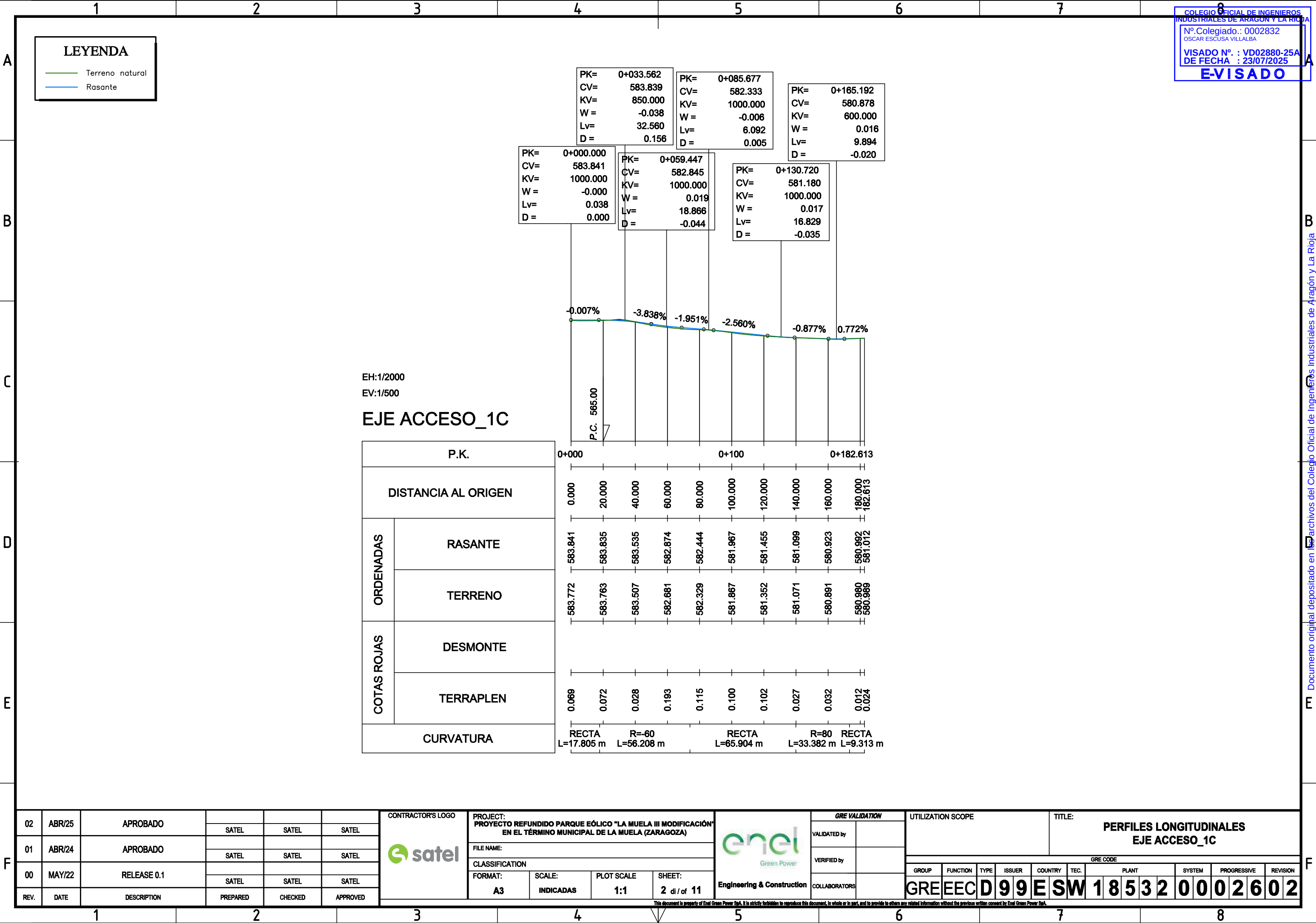
— Terreno natural
— Rasante

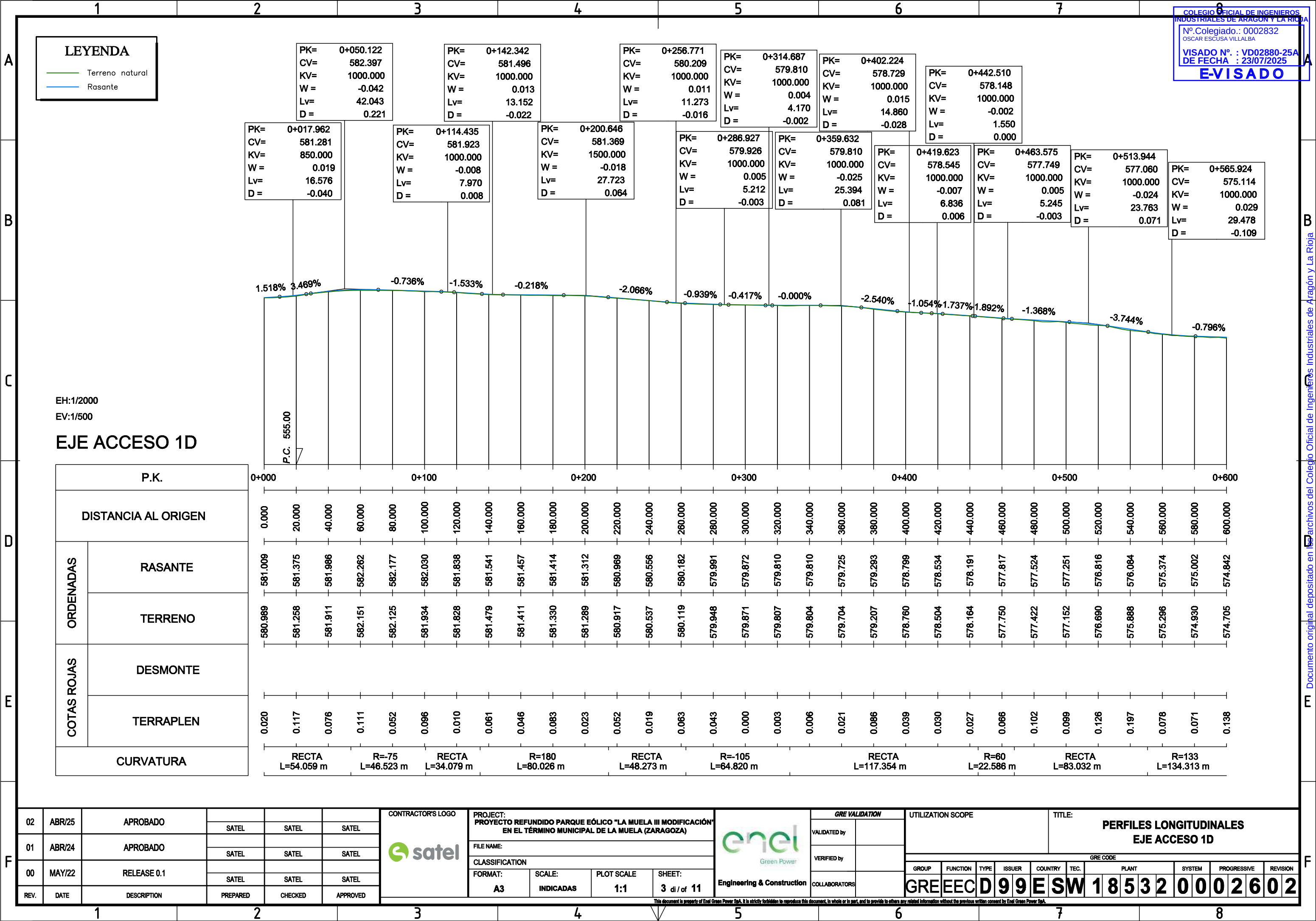


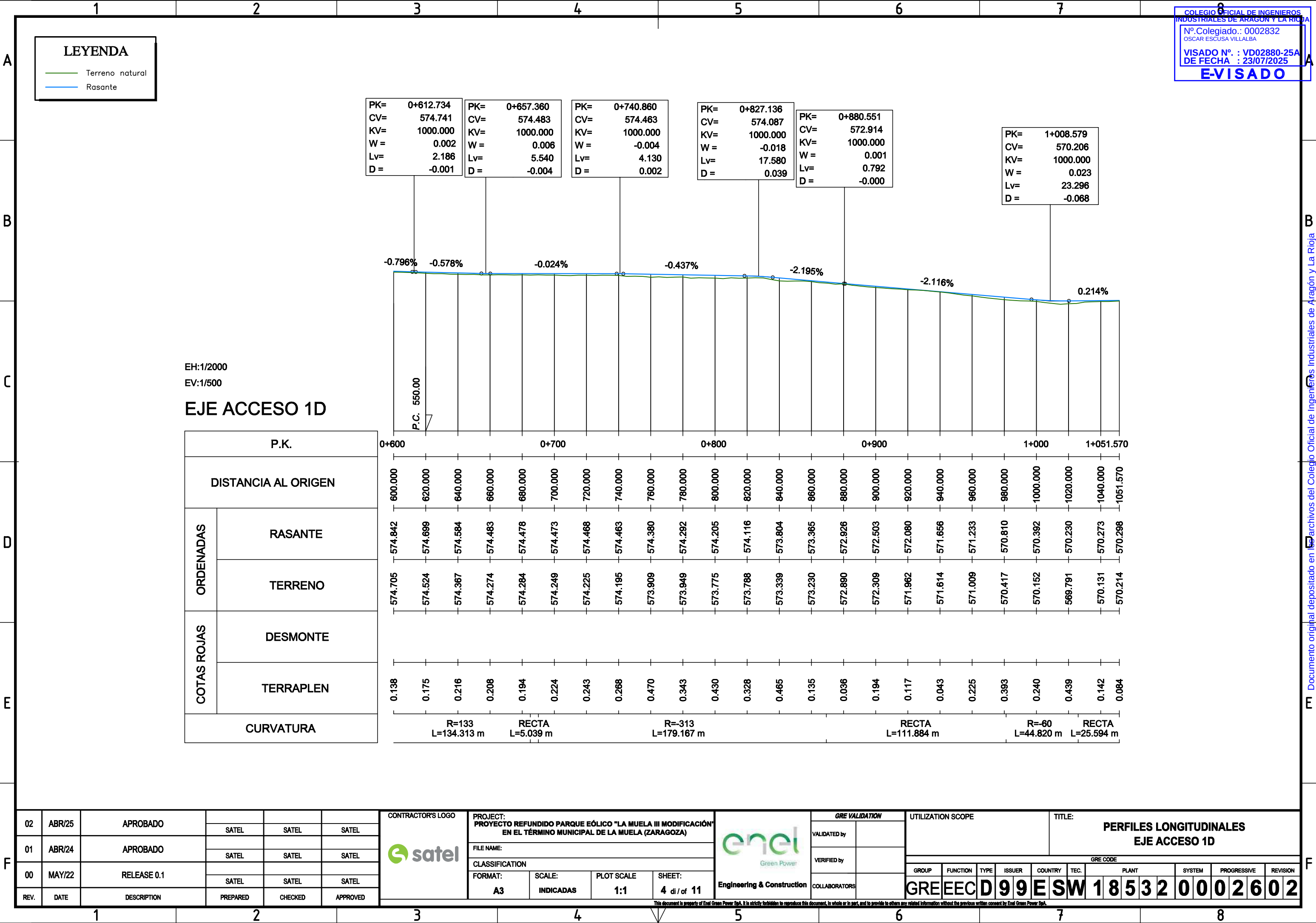
EJE MLMIII-01

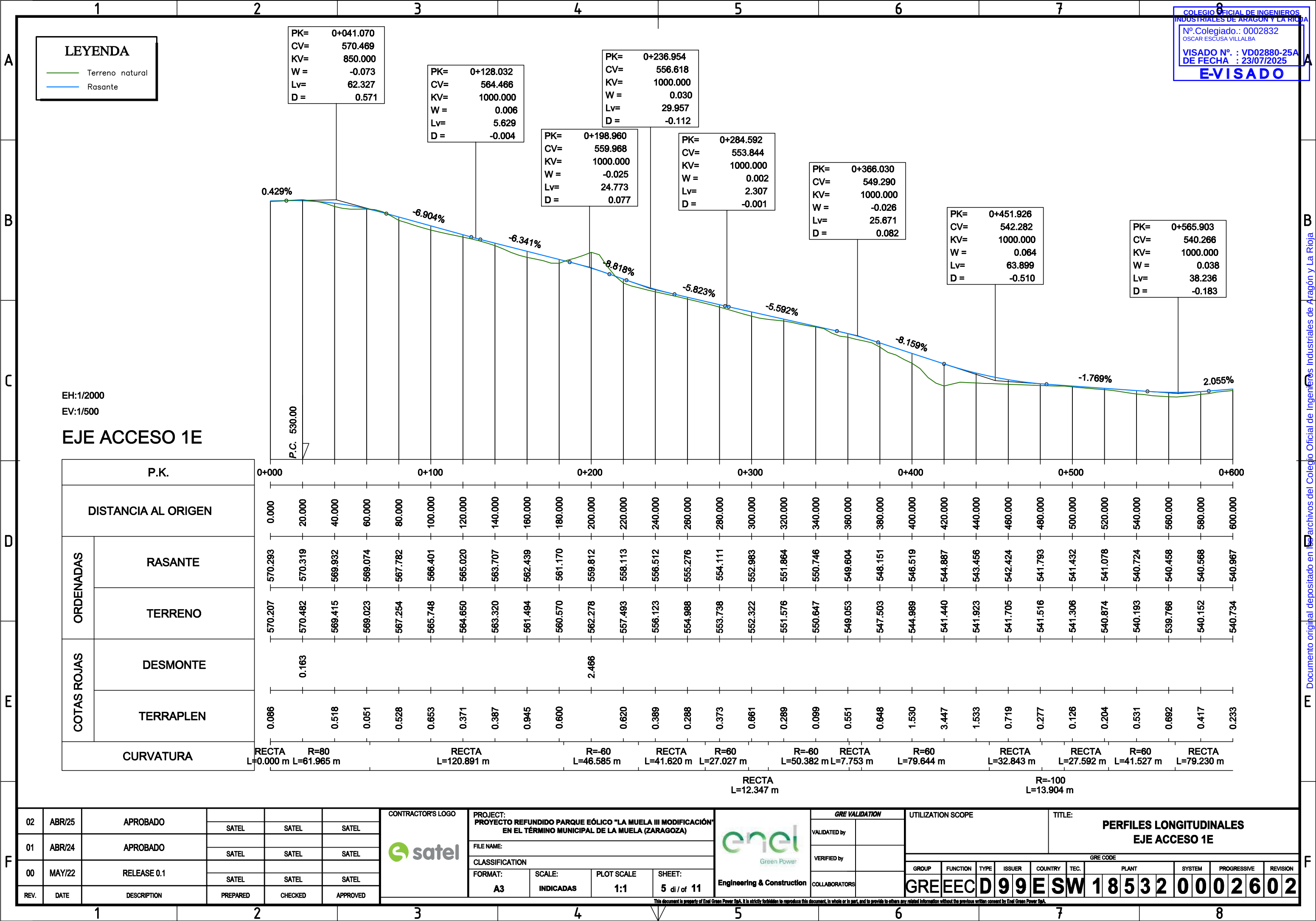
R=-60 L=15.867 m	RECTA L=181.011 m
---------------------	----------------------

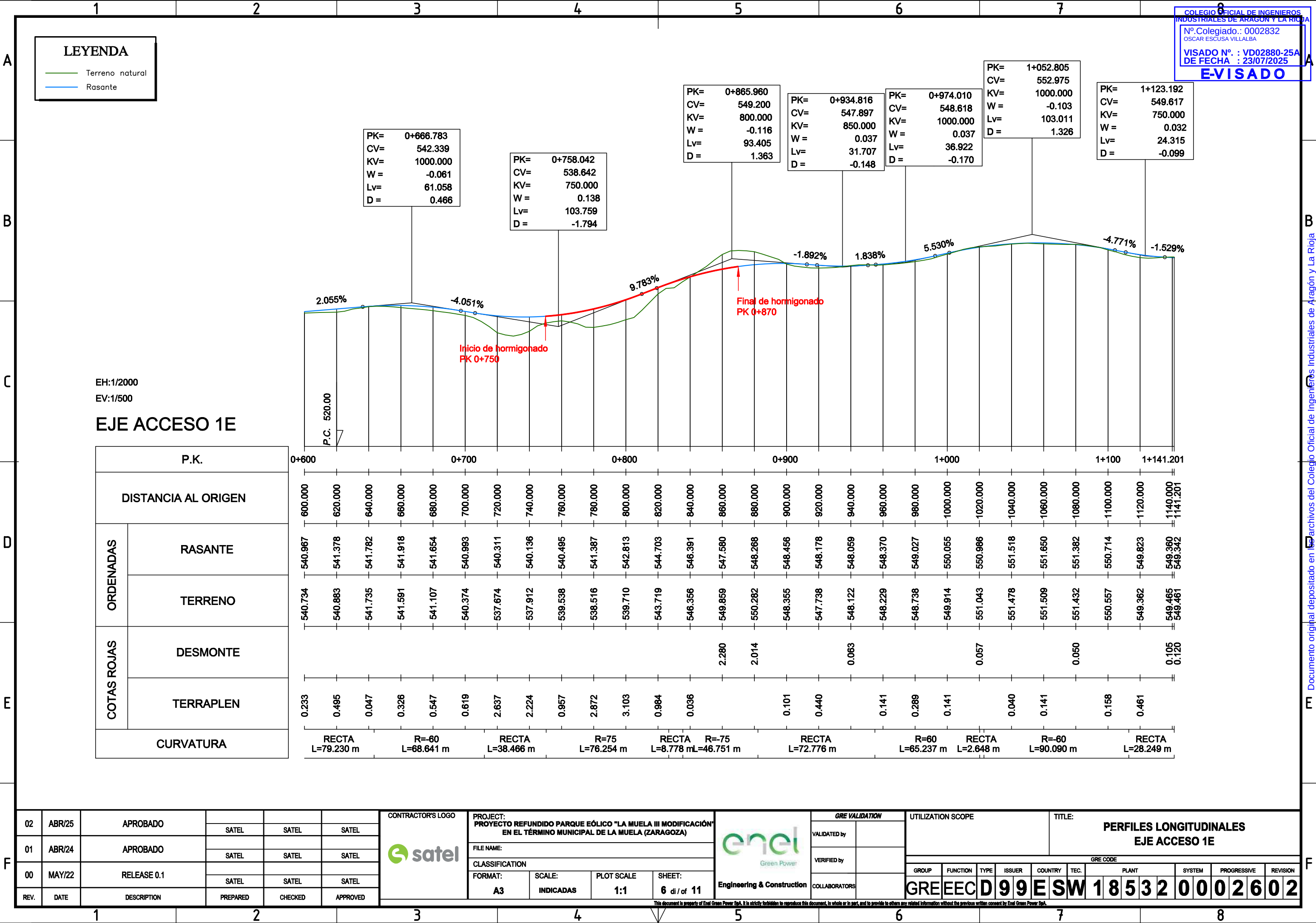
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION			
GRE	EEC	D	99	ESW		1	8	5	3	2	00	02	60	2

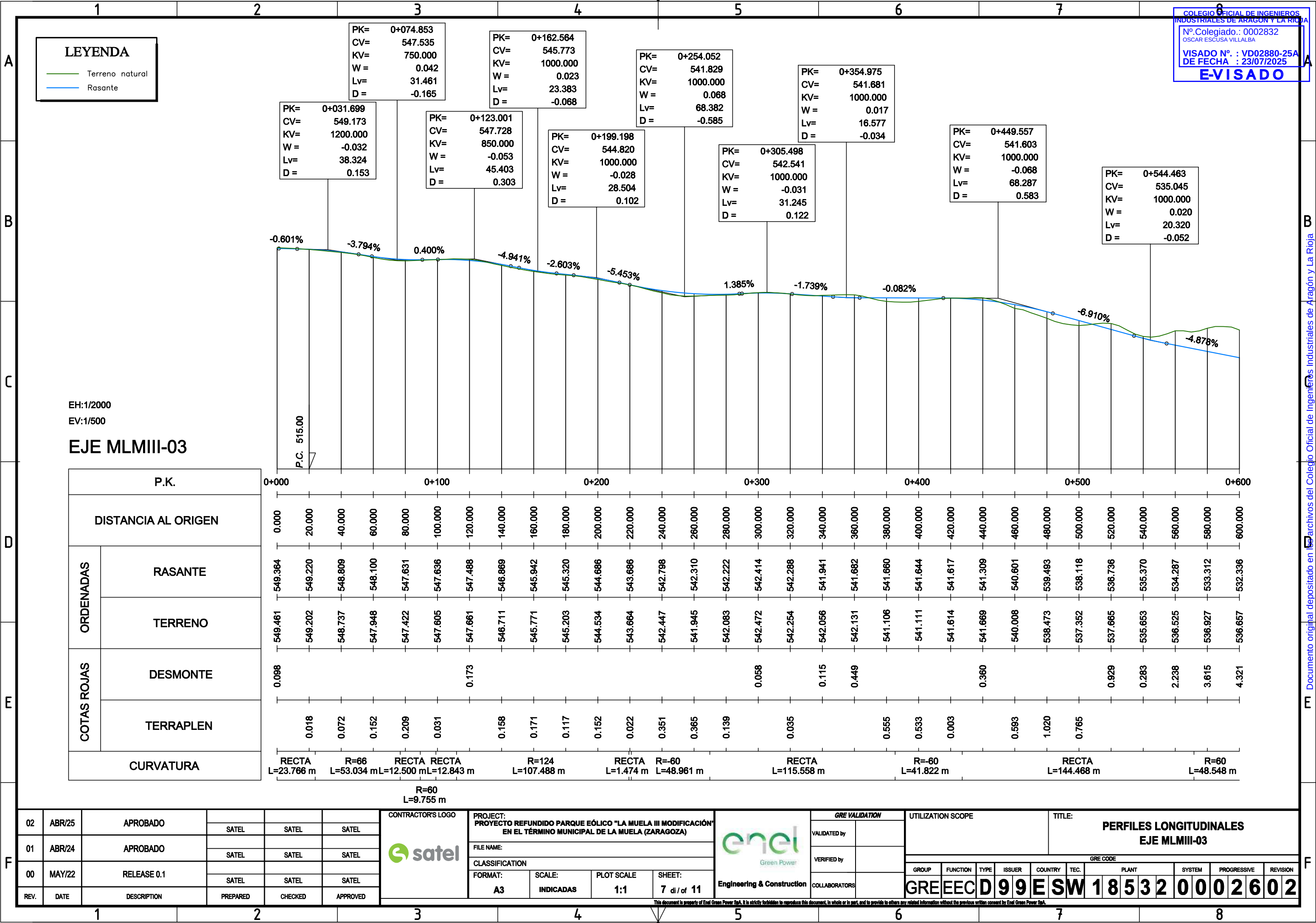




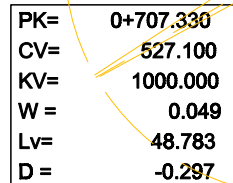








— Terreno natural
— Rasante

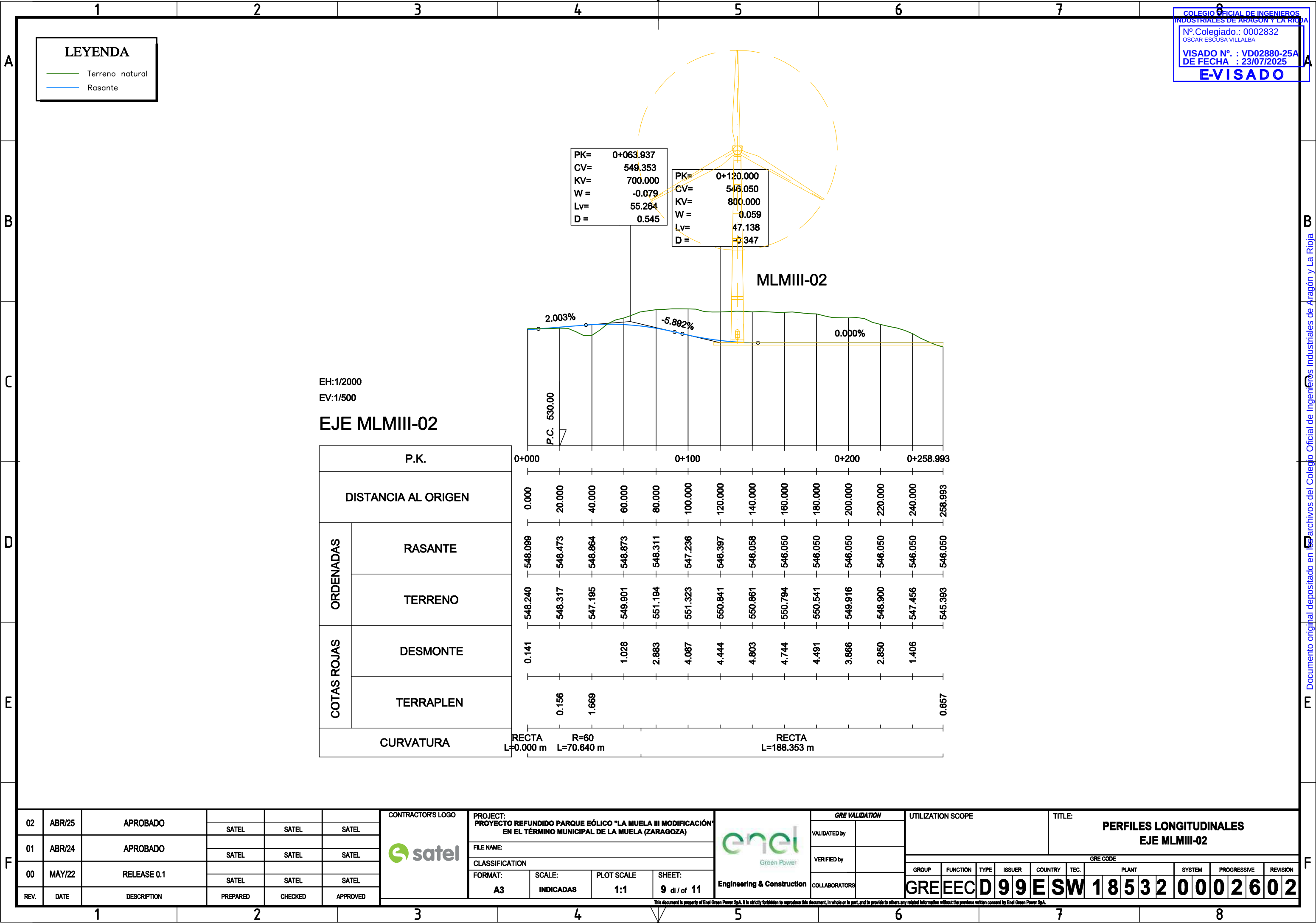
**MLMIII-03**

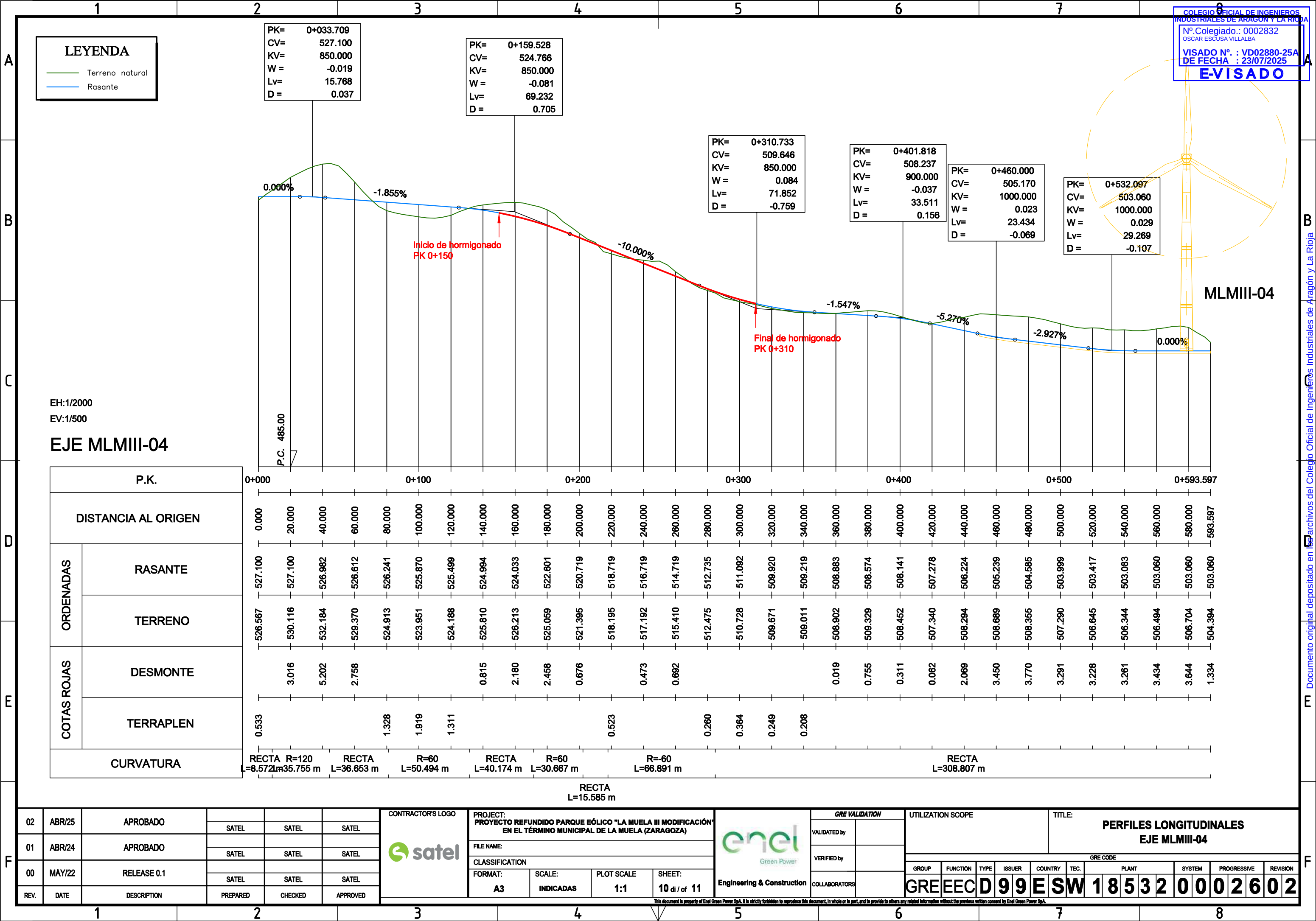
EV:1/500

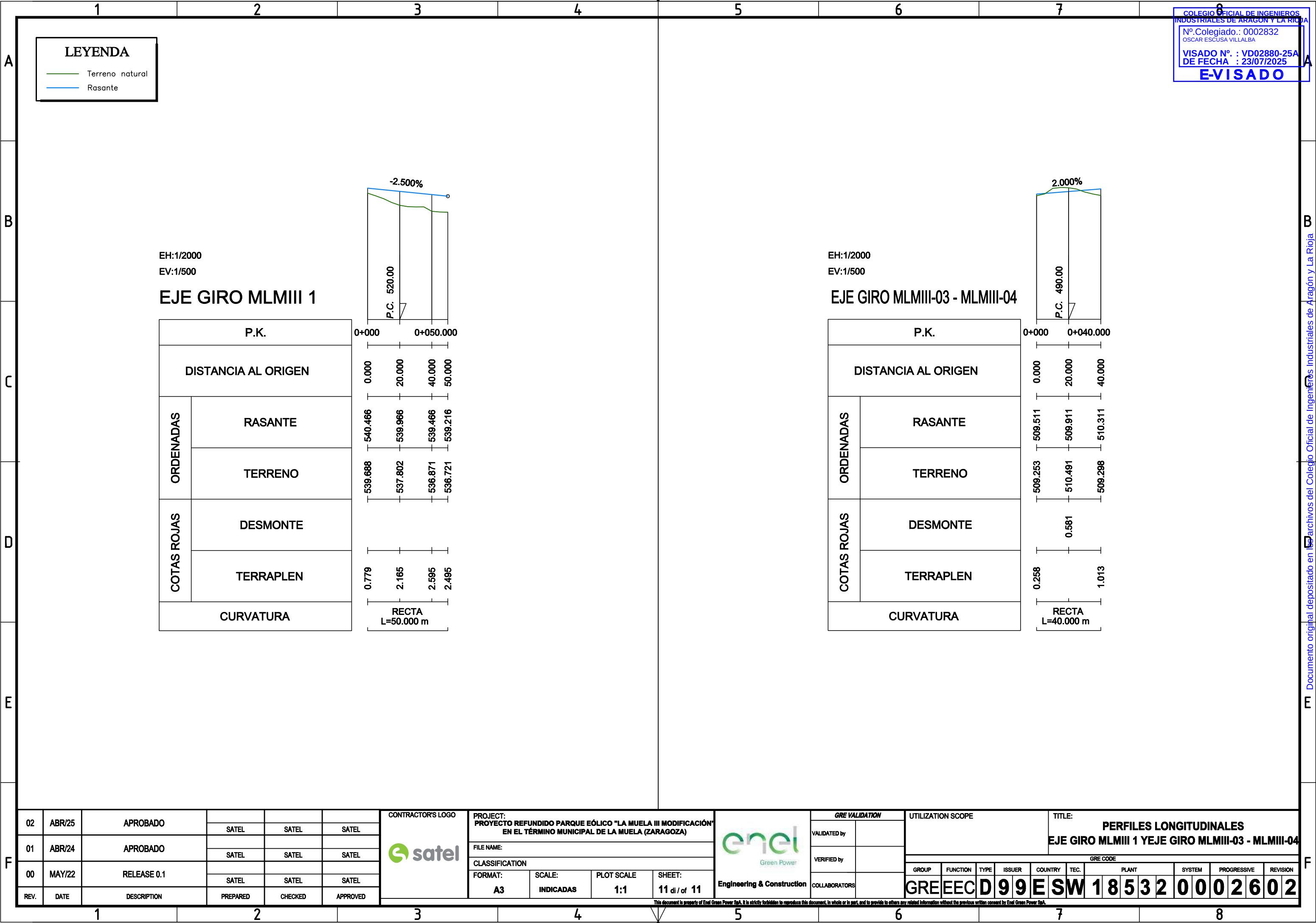
EJE MLMIII-03

[illegible]

02	ABR/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL	CONTRACTOR'S LOGO 	PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				 Green Power Engineering & Construction	GRE VALIDATION		UTILIZATION SCOPE						TITLE: PERFILES LONGITUDINALES EJE MLMIII-03										
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL		FILE NAME:					VALIDATED by																		
00	MAY/22	RELEASE 0.1	SATEL	SATEL	SATEL		CLASSIFICATION					VERIFIED by		GRE CODE																
							FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE	SHEET:				GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM		PROGRESSIVE	REVISION				
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED		A3	INDICADAS	1:1	8 di / of 11		COLLABORATORS		GRE	EECD	99	E	SW	1	8	5	3	2	0	0	0	2	6	0	2
This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.																														

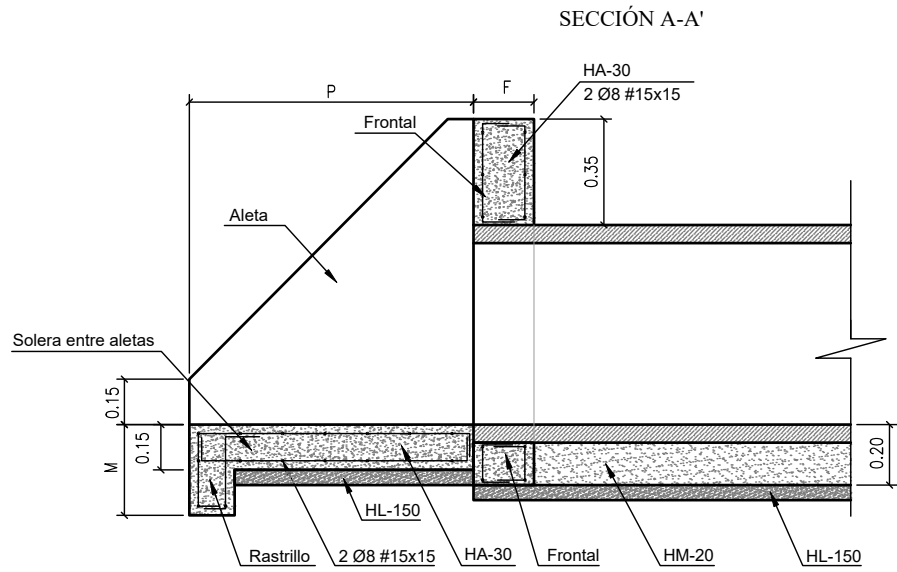
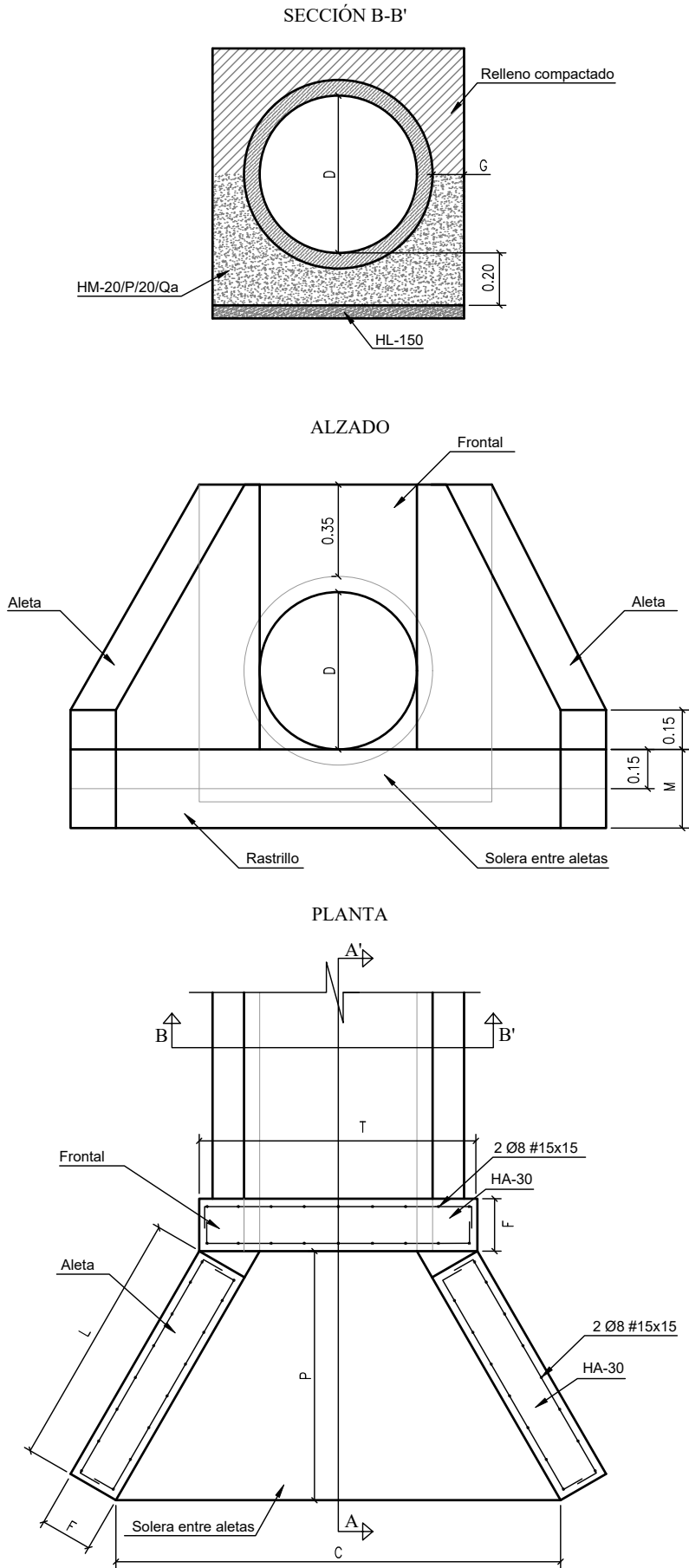






02	ABR/25	APROBADO					CONTRACTOR'S LOGO				PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				 Engineering & Construction	EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE						TITLE: VIALES SECCIÓN TIPO																	
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL		FILE NAME:				VALIDATED by		R. Rivadulla			VERIFIED by																		A. Valladolid / E. Renart							
00	MAY/22	APROBADO					CLASSIFICATION				FORMAT:		SCALE:			PLOT SCALE		SHEET:		GROUP		FUNCTION		TYPE		ISSUER		COUNTRY		TEC.		EGP CODE				SYSTEM		PROGRESSIVE		REVISION	
			SATEL	SATEL	SATEL		A3				1:100		1:1			02 di / of 02																									
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED		This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.																																		

EMBOCADURAS TIPO TUBOS

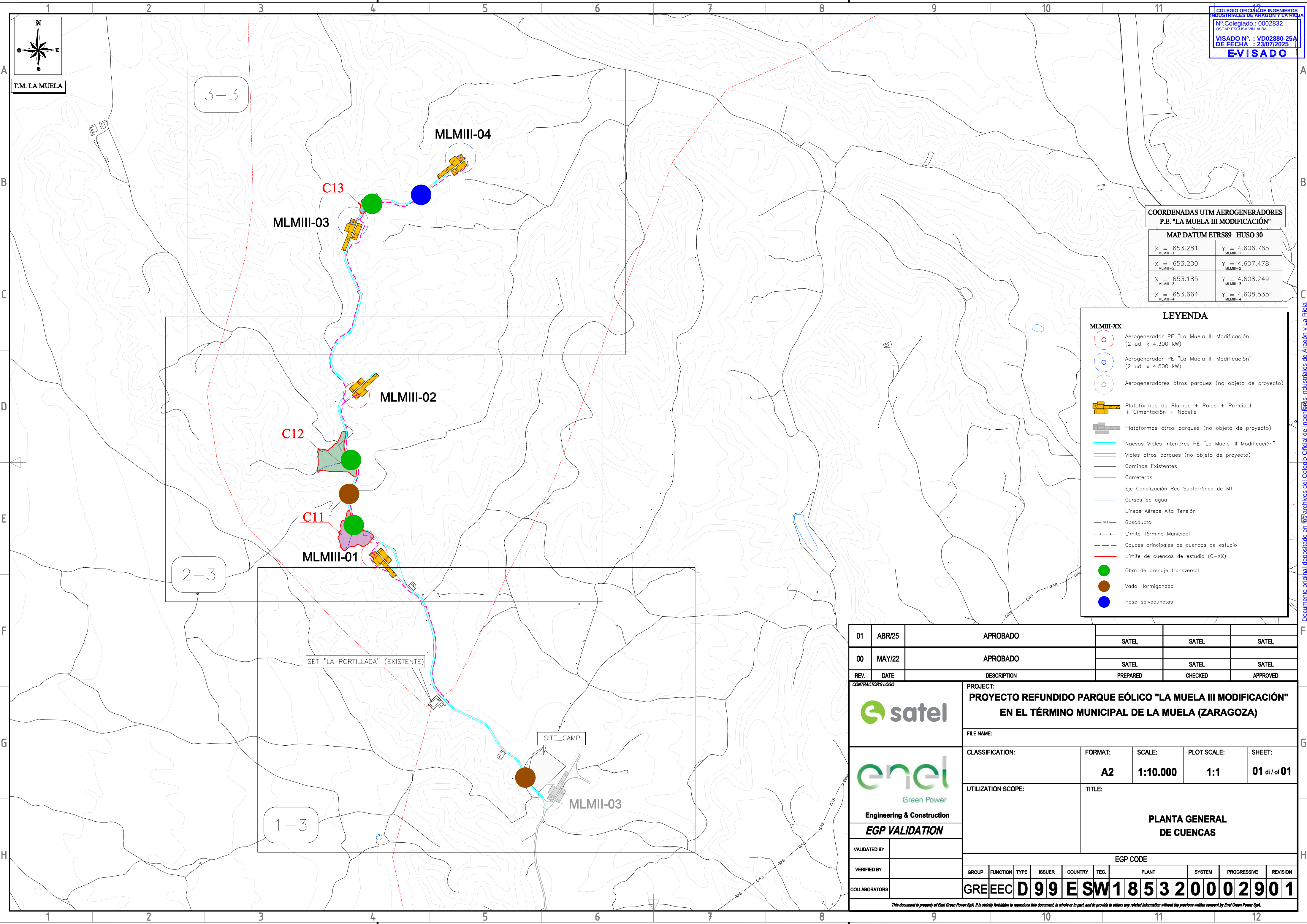


Ø INTERIOR	C	L	P	F	T	M	G
0,40	1,21	0,72	0,70	0,15	0,75	0,30	0,10
0,60	1,70	0,98	0,95	0,20	1,06	0,30	0,15
0,80	2,30	1,39	1,30	0,20	1,26	0,40	0,15
1,00	2,85	1,70	1,60	0,30	1,58	0,40	0,20

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

- HORMIGÓN ARMADO HA-30/P/20/Ia-Qa
- HORMIGÓN EN MASA HM-20/P/20/Qa
- HORMIGÓN DE LIMPIEZA HL-150
- ARMADURAS DE ACERO B500S

							CONTRACTOR'S LOGO				PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				 Engineering & Construction		EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE						TITLE: DRENAJE PLANO TIPO									
01	ABR/25	APROBADO						FILE NAME:		VALIDATED by																								
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL			CLASSIFICATION				VERIFIED by		EGP CODE																				
							FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE	SHEET:	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER			COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM		PROGRESSIVE			REVISION							
			SATEL	SATEL	SATEL		A3	1 / 25	1:1	02 di / of 04	GRE	EEC	D	99E			SW	1	8	5	3	1	0	0	0	2	8	0	1					
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED			This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.																										



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº.: VD02880-25A
DE FECHA.: 23/07/2025
EVISADO

COORDENADAS UTM AEROGENERADORES
P.E. "LA MUELA III MODIFICACIÓN"

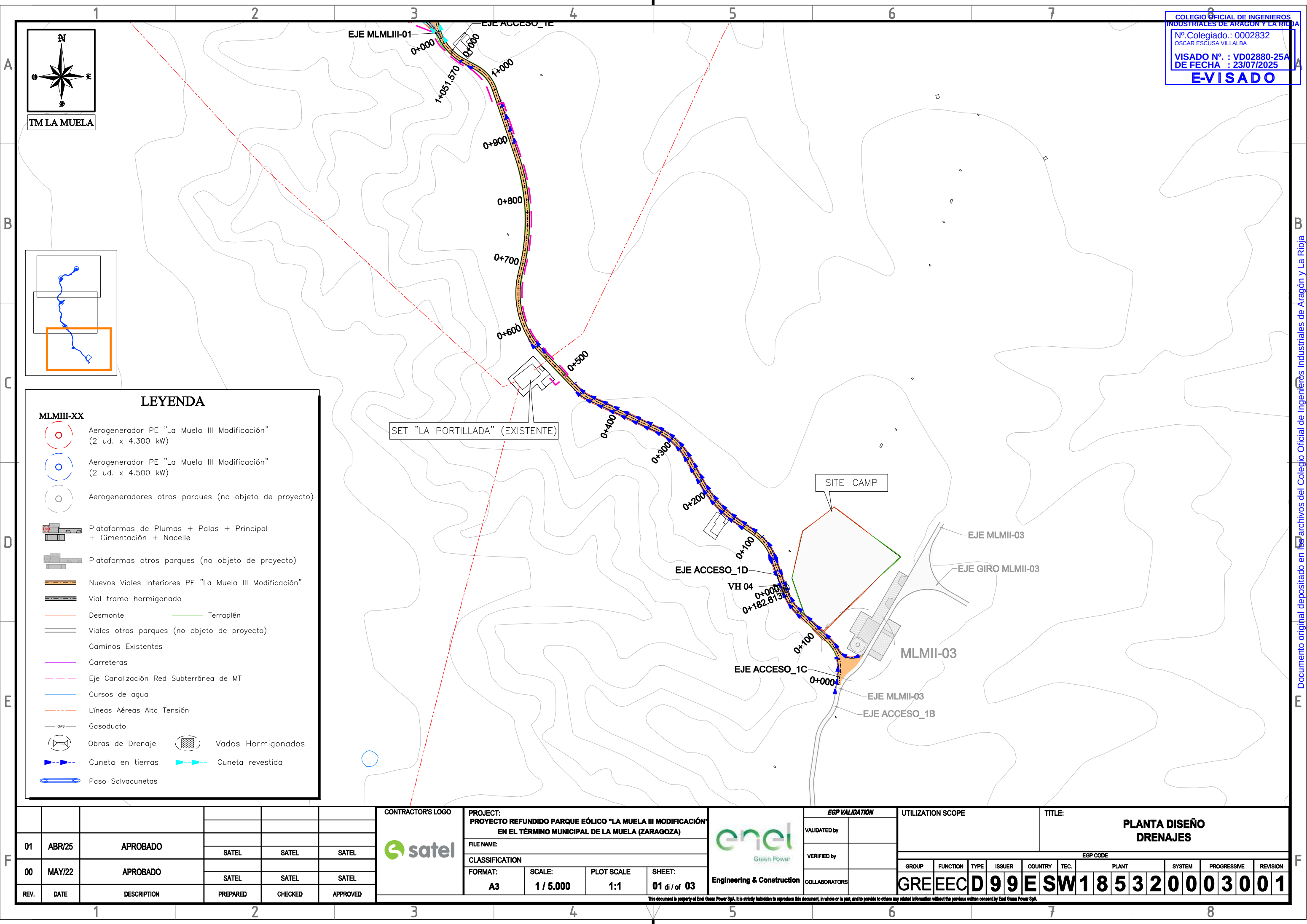
MAP DATUM ETRS89 HUSO 30	
X _{MLMIII-1} = 653.281	Y _{MLMIII-1} = 4.606.765
X _{MLMIII-2} = 653.200	Y _{MLMIII-2} = 4.607.478
X _{MLMIII-3} = 653.185	Y _{MLMIII-3} = 4.608.249
X _{MLMIII-4} = 653.664	Y _{MLMIII-4} = 4.608.535

LEYENDA

MLMIII-XX

- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.300 kW)
- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.500 kW)
- Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)
- Plataformas de Plumas + Palas + Principal + Cimentación + Nacelle
- Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)
- Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"
- Viales otros parques (no objeto de proyecto)
- Caminos Existentes
- Carreteras
- Eje Canalización Red Subterránea de MT
- Cursos de agua
- Líneas Aéreas Alta Tensión
- Gasoducto
- Límite Término Municipal
- Cauces principales de cuencas de estudio
- Límite de cuencas de estudio (C-XX)
- Obra de drenaje transversal
- Vado Hormigonado
- Paso salvacunetas

01	ABR/25	APROBADO		SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO		SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION		PREPARED	CHECKED	APPROVED
CONTRACTORS LOGO		PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				
enel Green Power Engineering & Construction EGP VALIDATION		FILE NAME:				
VALIDATED BY		CLASSIFICATION:		FORMAT: A2	SCALE: 1:10.000	PLOT SCALE: 1:1
VERIFIED BY		UTILIZATION SCOPE:		SHEET: 01 di / of 01		
COLLABORATORS		TITLE: PLANTA GENERAL DE CUENCAS				
		EGP CODE				
		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY
		GREEEC	D	99	ES	W185320002901
		This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.				



LEYENDA

- MLMLII-XX**
- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.300 kW)
 - Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.500 kW)
 - Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)
 - Plataformas de Plumas + Palas + Principal + Cimentación + Nacelle
 - Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)
 - Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"
 - Vial tramo hormigonado
 - Desmonte
 - Terraplén
 - Viales otros parques (no objeto de proyecto)
 - Caminos Existentes
 - Carreteras
 - Eje Canalización Red Subterránea de MT
 - Cursos de agua
 - Líneas Aéreas Alta Tensión
 - Gasoducto
 - Obras de Drenaje
 - Vados Hormigonados
 - Cuneta en tierras
 - Cuneta revestida
 - Paso Salvacunetas

CONTRACTOR'S LOGO



PROJECT:
PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)

FILE NAME:

CLASSIFICATION

FORMAT: A3 SCALE: 1 / 5.000 PLOT SCALE 1:1 SHEET: 01 of 03



Engineering & Construction

EGP VALIDATION

VALIDATED by

VERIFIED by

COLLABORATORS

UTILIZATION SCOPE

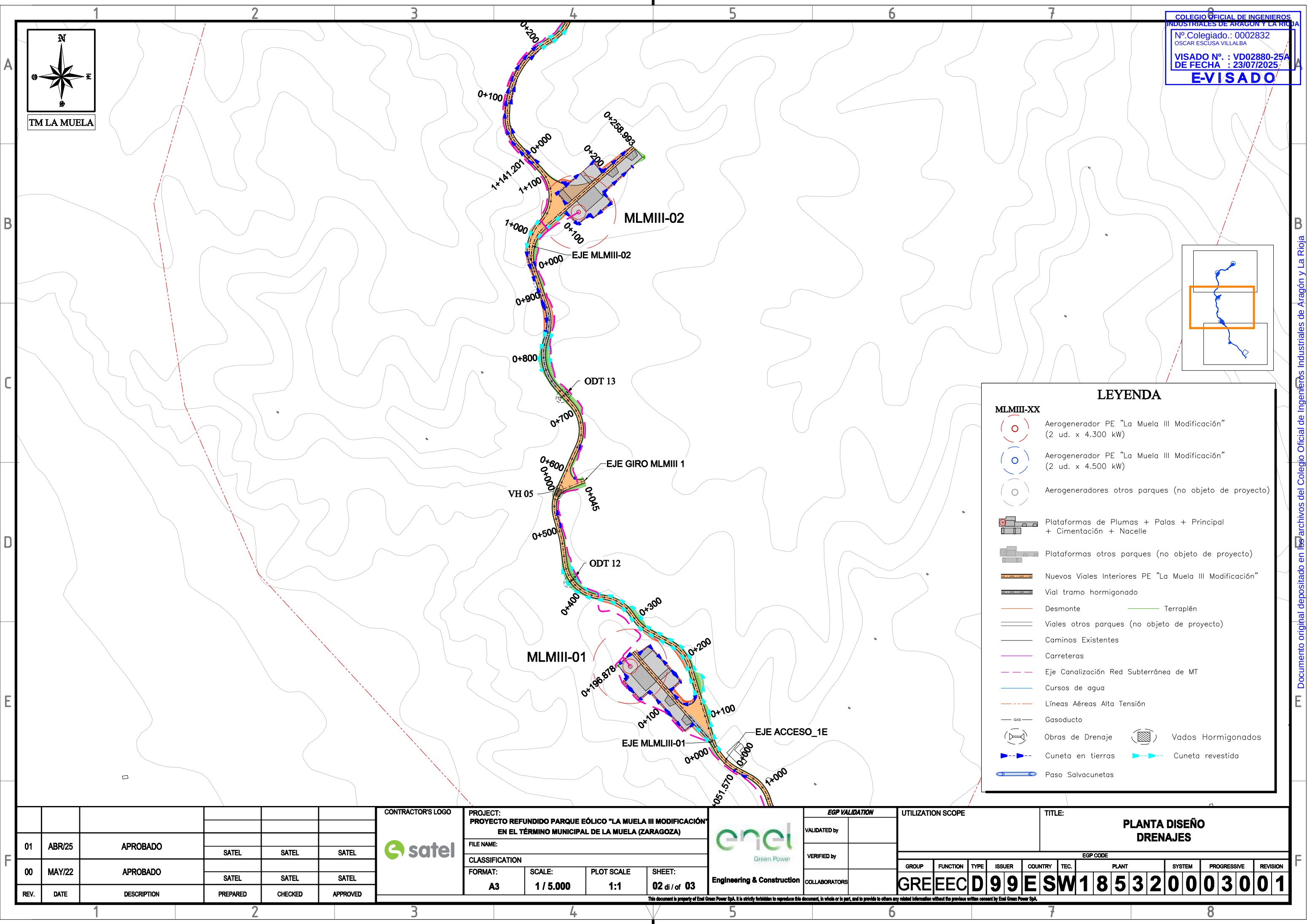
TITLE:

PLANTA DISEÑO
DRENAJES

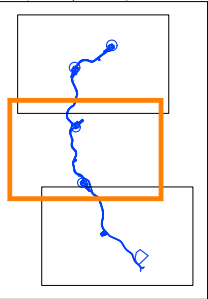
EGP CODE

GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GREEN	EE	D	99	ES	W	185320003001			

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.



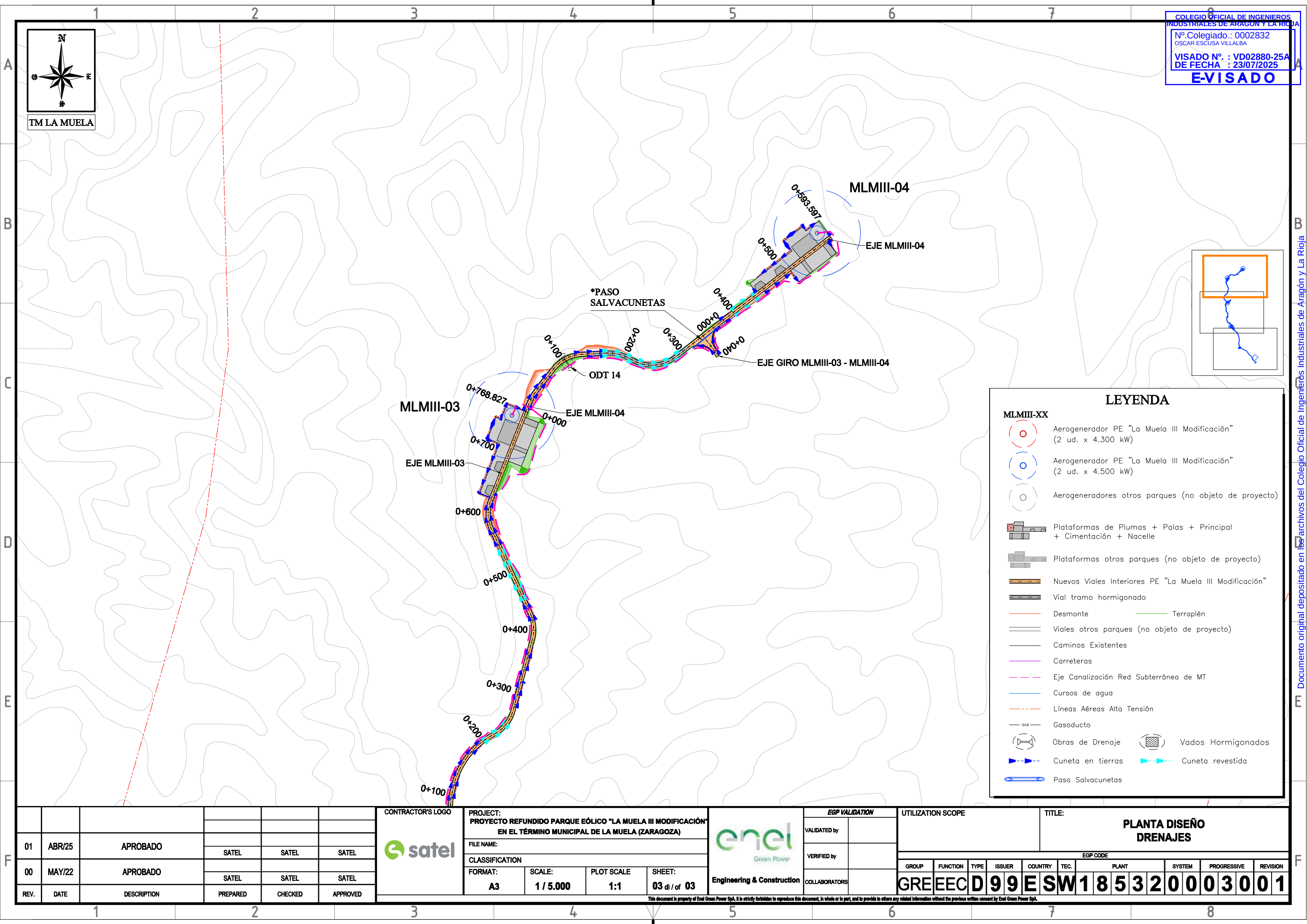
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO



LEYENDA

- MLMIII-XX**
- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.300 kW)
 - Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.500 kW)
 - Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)
 - Plataformas de Plumas + Palas + Principal + Cimentación + Nacelle
 - Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)
 - Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"
 - Vial tramo hormigonado
 - Desmante
 - Viales otros parques (no objeto de proyecto)
 - Caminos Existentes
 - Carreteras
 - Eje Canalización Red Subterránea de MT
 - Cursos de agua
 - Líneas Aéreas Alta Tensión
 - Gasoducto
 - Obras de Drenaje
 - Cuneta en tierras
 - Paso Salvacunetas
 - Vados Hormigonados
 - Cuneta revestida
 - Terraplén

						CONTRACTOR'S LOGO 	PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				 Green Power Engineering & Construction	EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE				TITLE: PLANTA DISEÑO DRENAJES									
01	ABR/25	APROBADO										VALIDATED by															
							FILE NAME:					VERIFIED by		EGP CODE													
00	MAY/22	APROBADO					CLASSIFICATION							GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION		
REV.	DATE	DESCRIPTION					FORMAT: A3	SCALE: 1 / 5.000	PLOT SCALE 1:1	SHEET: 02 di / of 03		COLLABORATORS		GREEEC D99E SW185320003001													
This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.																											



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO

LEYENDA

MLMIII-XX

Aerogenerador PE "La Muela III Modificación"
(2 ud. x 4.300 kW)

Aerogenerador PE "La Muela III Modificación"
(2 ud. x 4.500 kW)

Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)

Plataformas de Plumas + Palas + Principal
+ Cimentación + Nacelle

Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)

Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"

Vial tramo hormigonado

Desmante

Terraplén

Viales otros parques (no objeto de proyecto)

Caminos Existentes

Carreteras

Eje Canalización Red Subterránea de MT

Cursos de agua

Líneas Aéreas Alta Tensión

Gasoducto

Obras de Drenaje

Vados Hormigonados

Cuneta en tierras

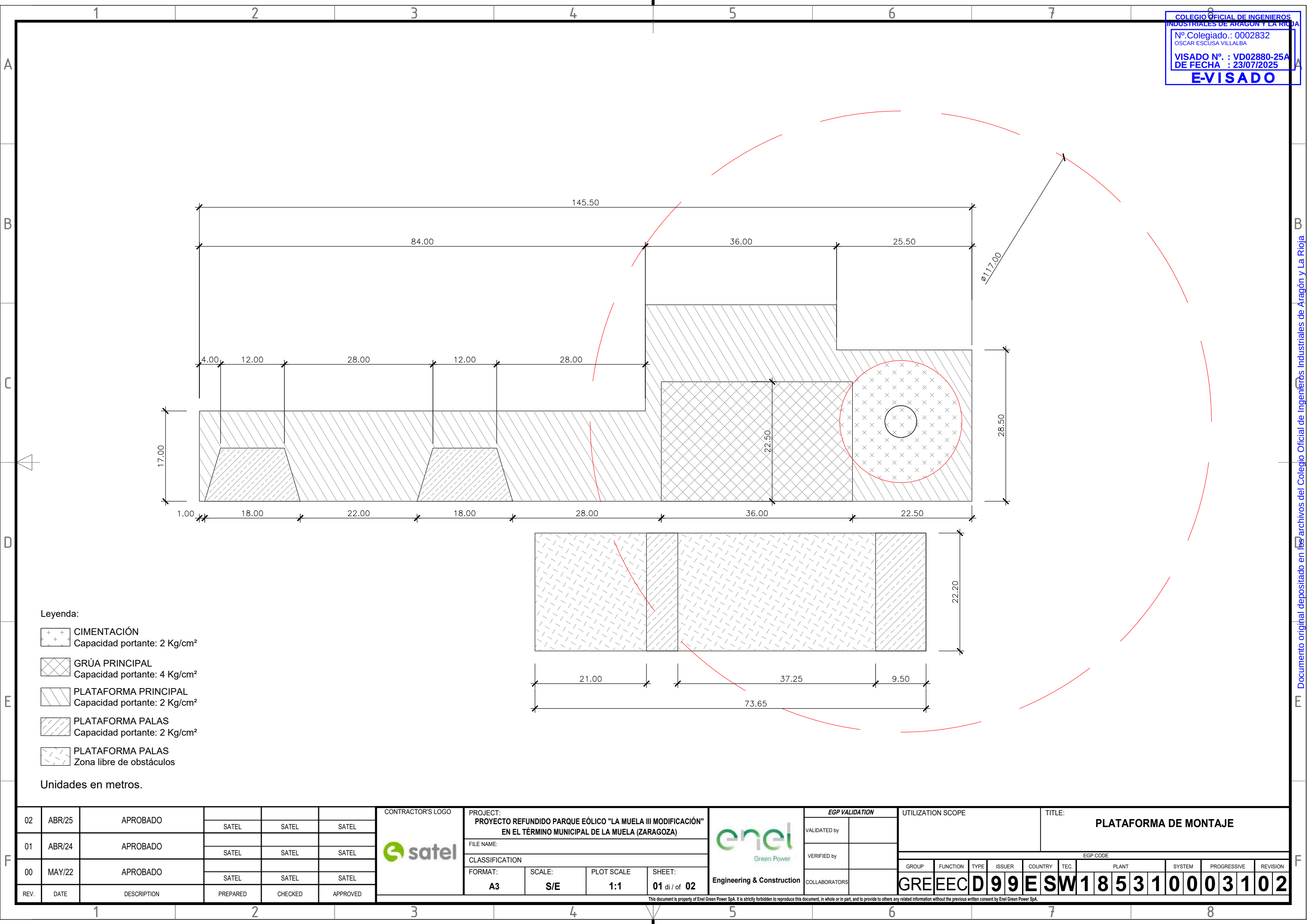
Cuneta revestida

Paso Salvacunetas

						CONTRACTOR'S LOGO 	PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				 Green Power Engineering & Construction	EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE				TITLE: PLANTA DISEÑO DRENAJES										
01	ABR/25	APROBADO										VALIDATED by																
							FILE NAME:					VERIFIED by		EGP CODE														
00	MAY/22	APROBADO					CLASSIFICATION							GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT		SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION				
REV.	DATE	DESCRIPTION					FORMAT: A3	SCALE: 1 / 5.000	PLOT SCALE 1:1	SHEET: 03 di / of 03		COLLABORATORS		GRE	EEC	D	99	ESW	1	8	5	3	2	0	0	0	3	0

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.



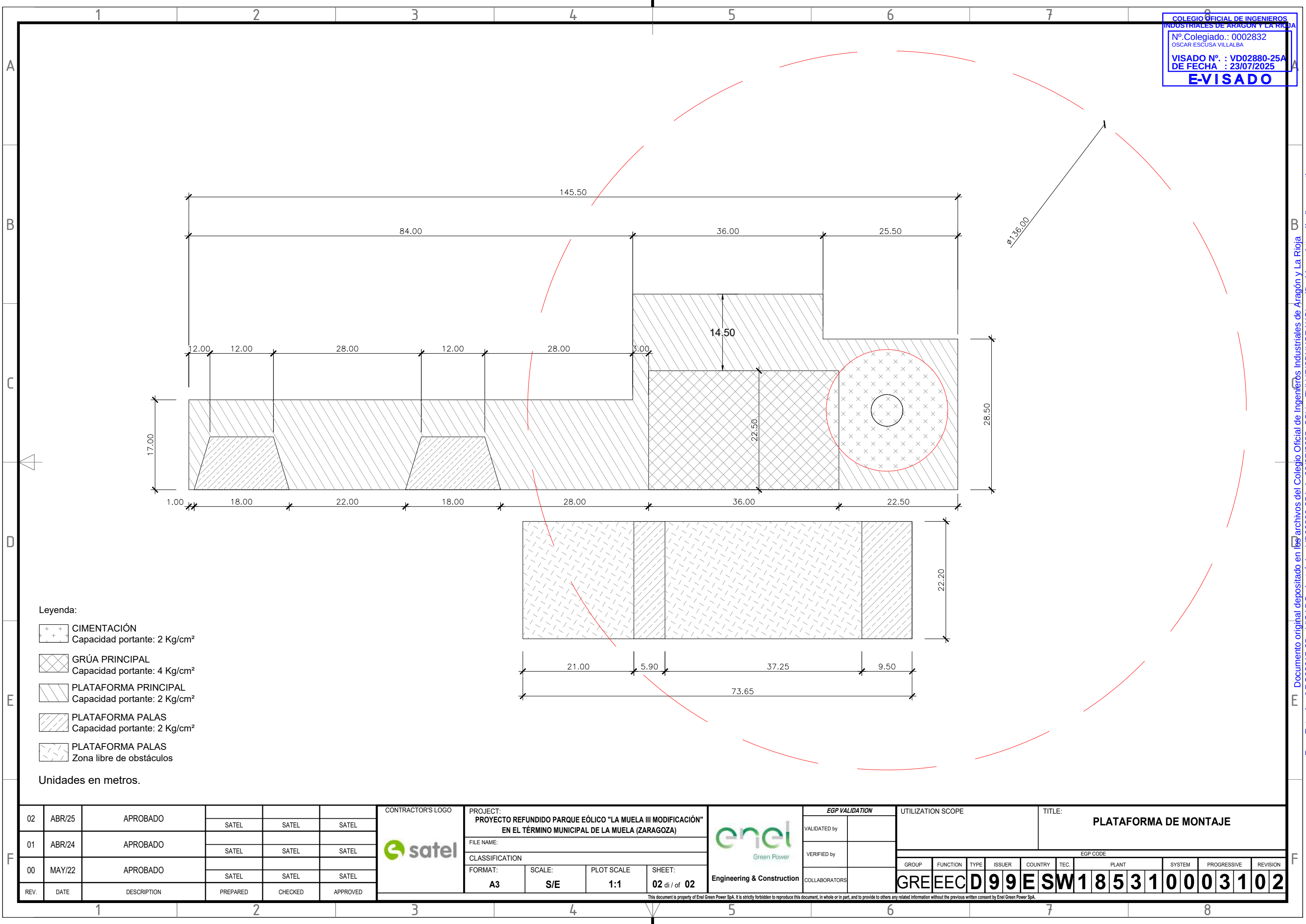
- Leyenda:
- CIMENTACIÓN
Capacidad portante: 2 Kg/cm²
 - GRÚA PRINCIPAL
Capacidad portante: 4 Kg/cm²
 - PLATAFORMA PRINCIPAL
Capacidad portante: 2 Kg/cm²
 - PLATAFORMA PALAS
Capacidad portante: 2 Kg/cm²
 - PLATAFORMA PALAS
Zona libre de obstáculos

Unidades en metros.

02	ABR/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL		CONTRACTOR'S LOGO	PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)	FILE NAME:	CLASSIFICATION	FORMAT: A3	SCALE: S/E	PLOT SCALE 1:1	SHEET: 01 di of 02	 Green Power Engineering & Construction	EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE				TITLE: PLATAFORMA DE MONTAJE									
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL											VALIDATED by															
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL											EGP CODE															
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED											COLLABORATORS		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION		
																GREEECD99ESW185310003102															

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº. Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO

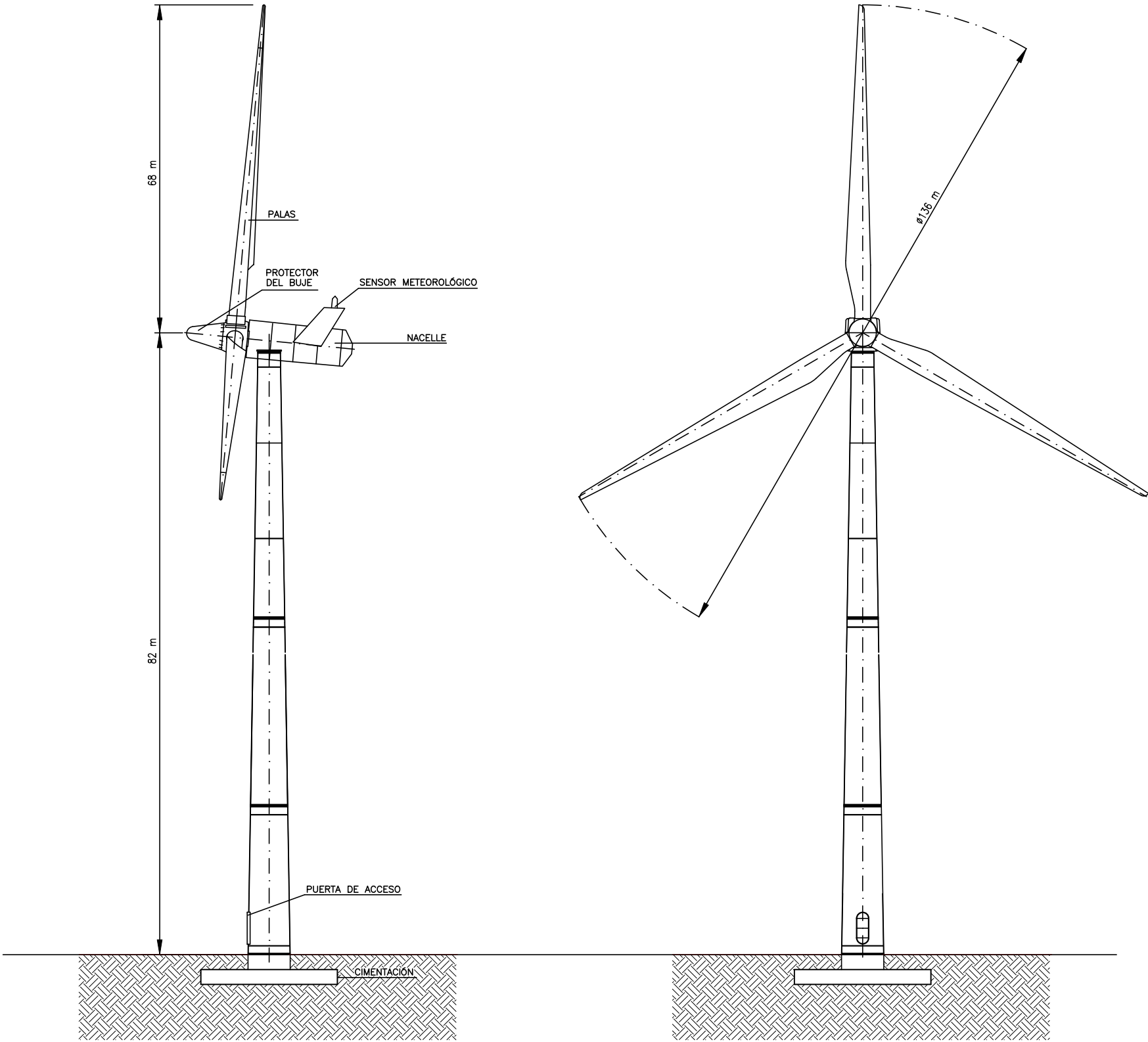
- Leyenda:
- CIMENTACIÓN
Capacidad portante: 2 Kg/cm²
 - GRÚA PRINCIPAL
Capacidad portante: 4 Kg/cm²
 - PLATAFORMA PRINCIPAL
Capacidad portante: 2 Kg/cm²
 - PLATAFORMA PALAS
Capacidad portante: 2 Kg/cm²
 - PLATAFORMA PALAS
Zona libre de obstáculos

Unidades en metros.

02	ABR/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL	CONTRACTOR'S LOGO 	PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA) FILE NAME: CLASSIFICATION FORMAT: A3 SCALE: S/E PLOT SCALE 1:1 SHEET: 02 di / of 02				 Green Power Engineering & Construction	EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE						TITLE: PLATAFORMA DE MONTAJE														
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL							VALIDATED by																						
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL							VERIFIED by																						
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED											COLLABORATORS			EGP CODE															
													GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION										
													GREEECD99ESW185310003102																					

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.

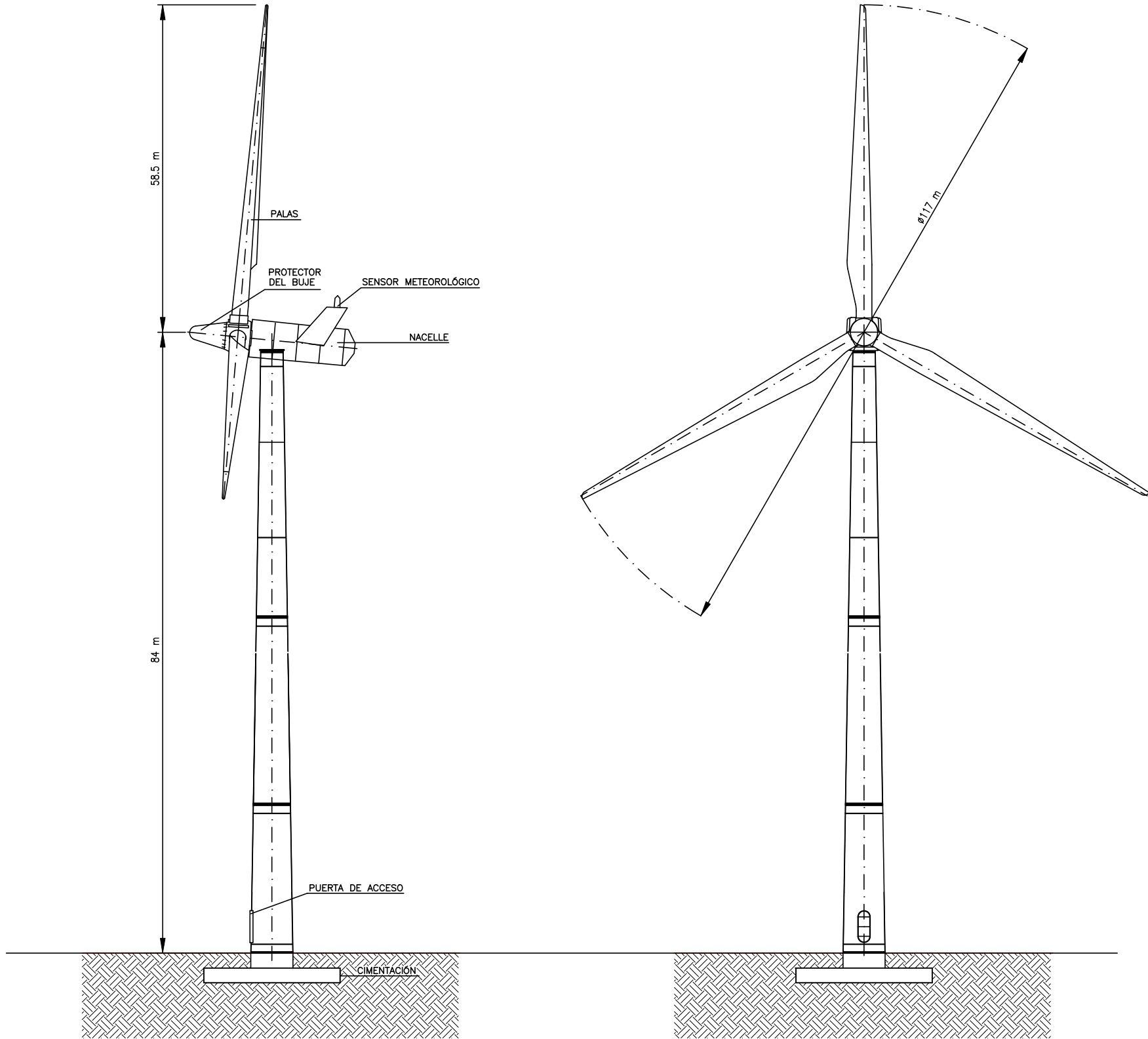


CARATERÍSTICAS GENERALES:

1- POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA	4.500 kW
2- DIÁMETRO DEL ROTOR	136 m
3- NÚMERO DE PALAS	3
4- VELOCIDAD DE CONEXIÓN	3 m/s
5- VELOCIDAD DE DESCONEXIÓN	25 m/s

01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL	CONTRACTOR'S LOGO	PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA II MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				Green Power	EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE				TITLE: DESCRIPCIÓN GENÉRICA AEROGENERADOR									
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL							VALIDATED by															
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL							FILE NAME:				VERIFIED by		EGP CODE									
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED		CLASSIFICATION					COLLABORATORS	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM		PROGRESSIVE		REVISION	
							FORMAT: A3	SCALE: S/E	PLOT SCALE 1:1	SHEET: 02 di / of 03			Engineering & Construction		GREEECD99ESW185310003201												
This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.																											

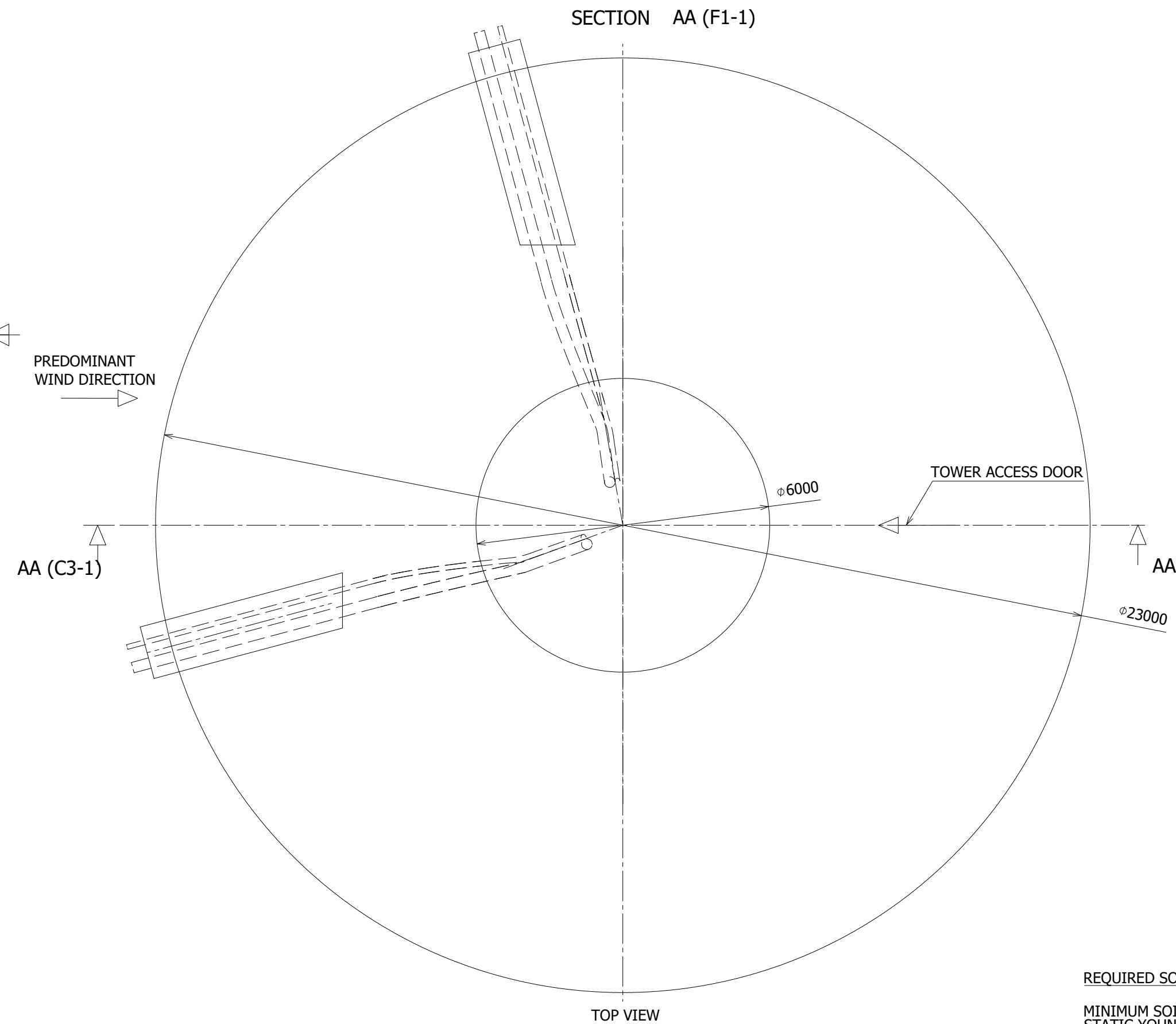
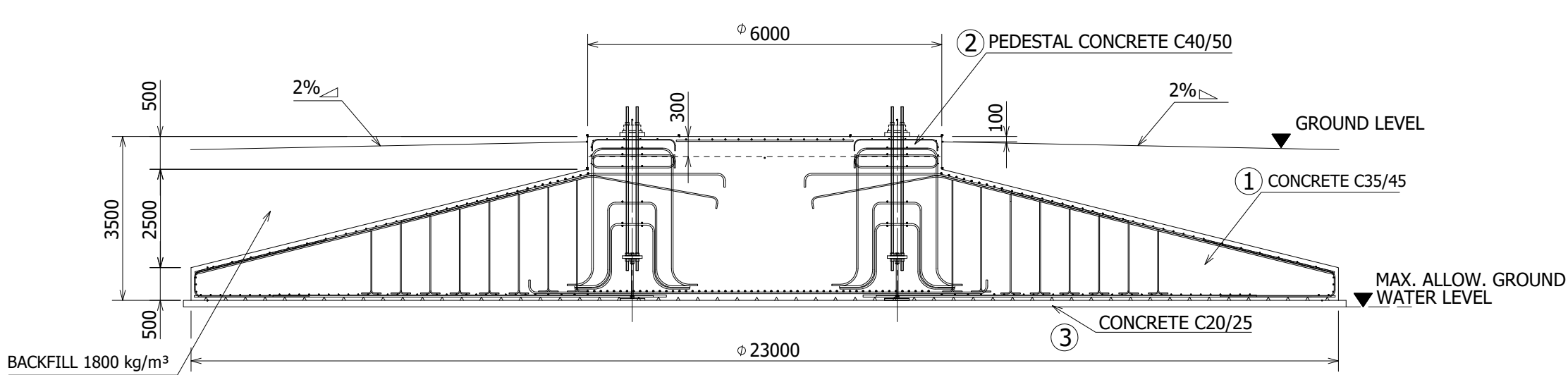
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GREEN	EECD	99E	SW	18	53	10	00	32	01		



CARATERÍSTICAS GENERALES:

- | | |
|------------------------------|----------|
| 1- POTENCIA DE SALIDA MÁXIMA | 4.300 kW |
| 2- DIÁMETRO DEL ROTOR | 117 m |
| 3- NÚMERO DE PALAS | 3 |
| 4- VELOCIDAD DE CONEXIÓN | 3 m/s |
| 5- VELOCIDAD DE DESCONEXIÓN | 25 m/s |

01	ABR/24	APROBADO				CONTRACTOR'S LOGO	PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA II MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				Green Power Engineering & Construction	EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE					TITLE: DESCRIPCIÓN GENÉRICA AEROGENERADOR												
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL							VALIDATED by																			
			SATEL	SATEL	SATEL							VERIFIED by																			
00	MAY/22	APROBADO					FILE NAME:					EGP CODE																			
			SATEL	SATEL	SATEL		CLASSIFICATION		FORMAT:			SCALE:		PLOT SCALE		SHEET:		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION		
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED		A3		S/E		1:1		03 di / of 03		GREEECD99ESW185310003201																
This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.																															

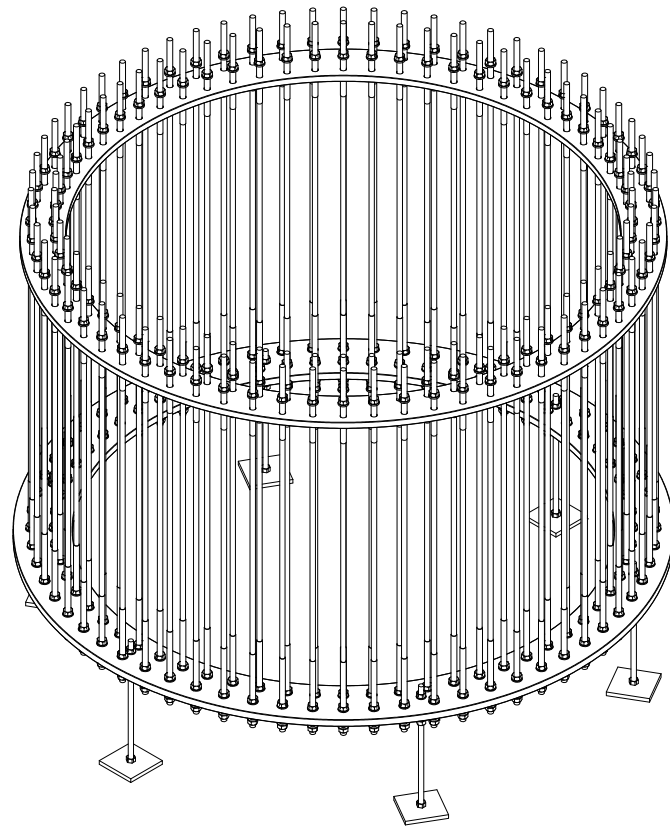


REQUIRED SOIL CONDITIONS:

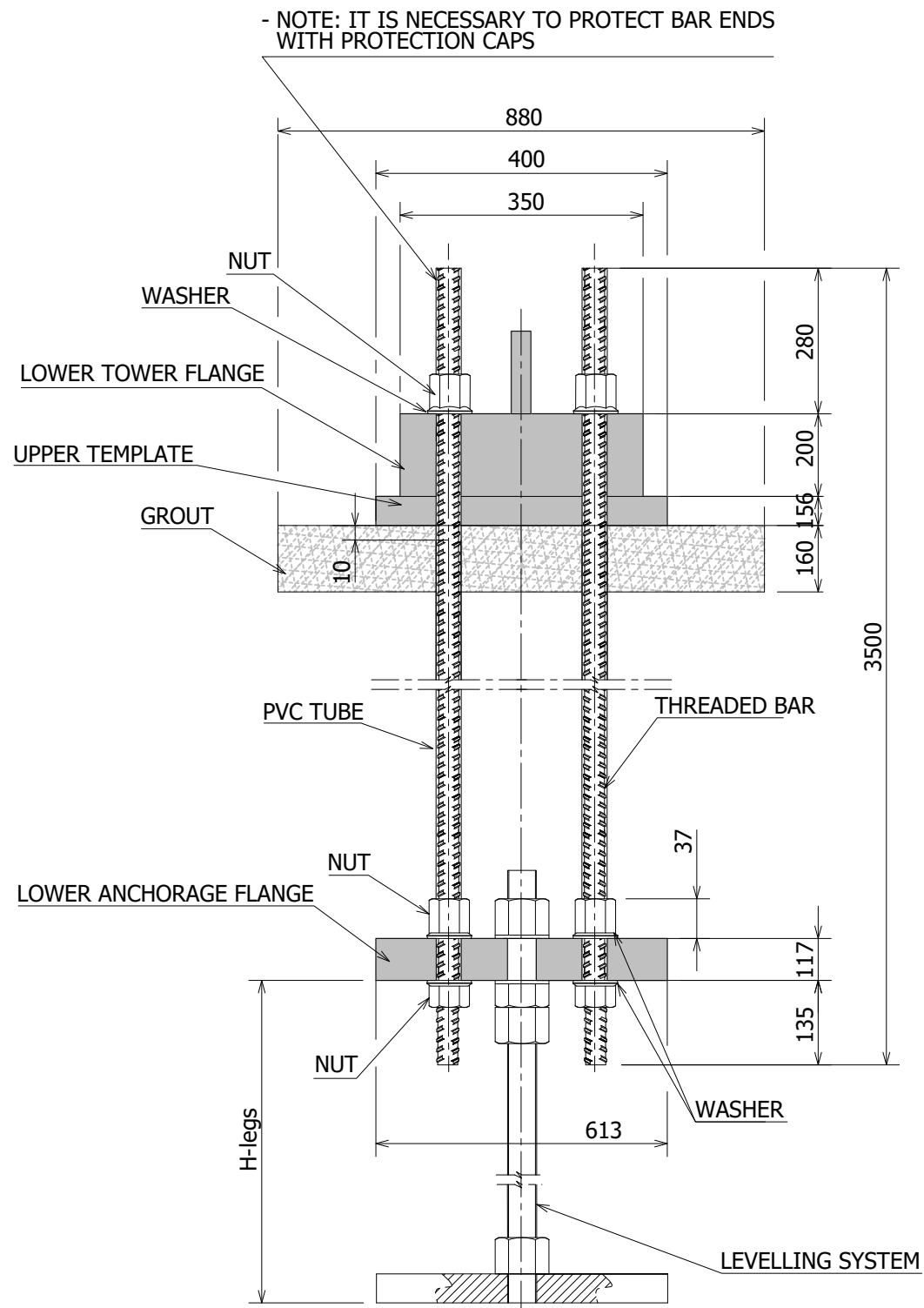
MINIMUM SOIL BEARING CAPACITY = 3 kg/cm² (SF=2 applied)
STATIC YOUNG MODULUS E = 75 MPa
DYNAMIC YOUNG MODULUS E = 200 MPa
POISSON COEFFICIENT = 0,3
INTERNAL FRICTIONAL ANGLE: 30°

REFILL SOIL DENSITY = 1800 kg/m³
WATER LEVEL LOCATED BELOW SUPPORT LAYER
MAXIMUM SETTLEMENTS 3mm/m

NOTA: LA CIMENTACIÓN ES GENÉRICA (CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES DE SG)
EL DISEÑO FINAL DEPENDERÁ DEL TERRENO DE CADA POSICIÓN Y LAS CARGAS PROPORCIONADAS
REFERENCIAS: D2370721/001 SG 6.0-170 FOUNDATION LOADS T115-50A

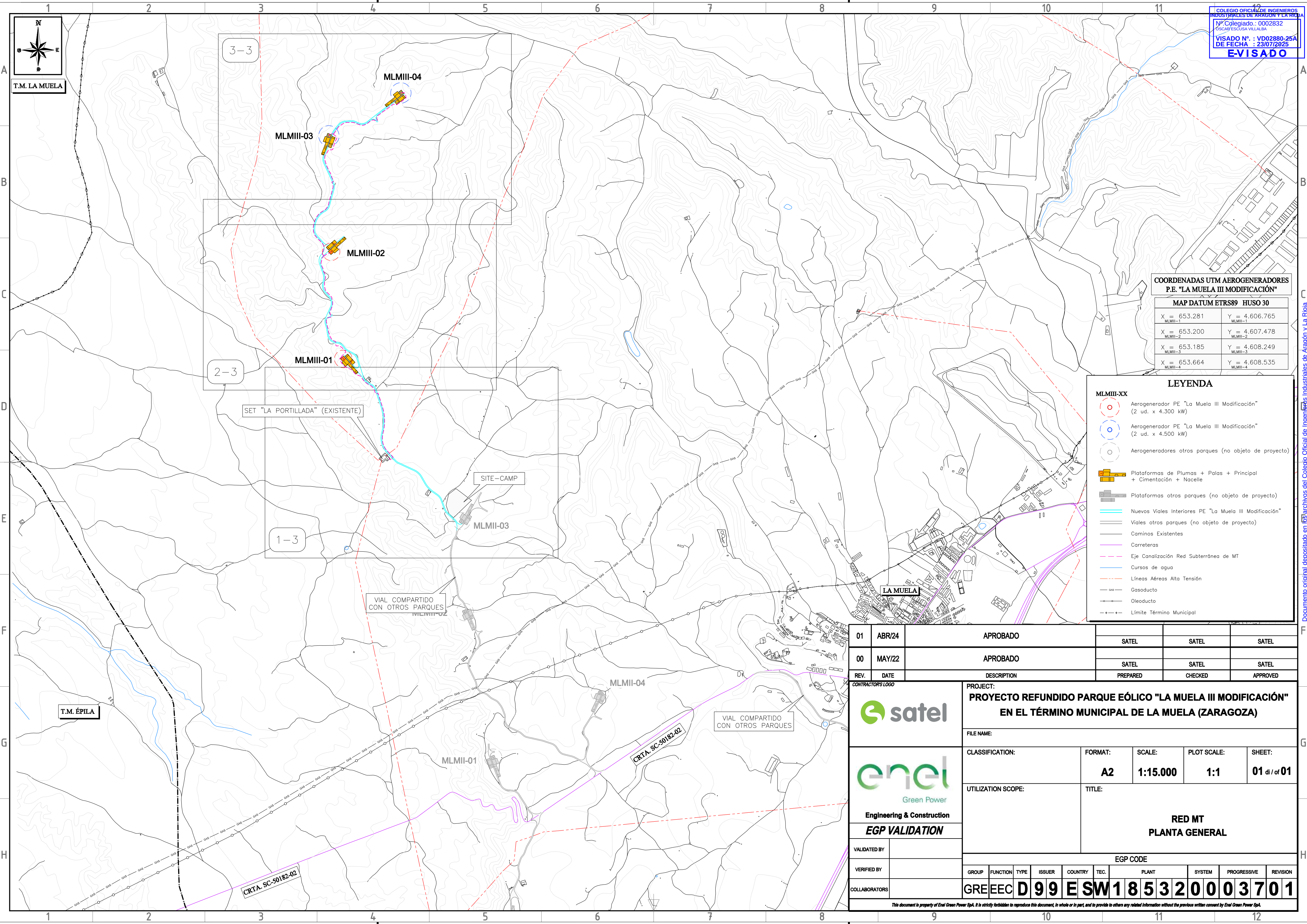


BARS CAGE EXAMPLE 3D VIEW



DETAIL OF CONECTION BETWEEN FLANGES

01		ABR/25		APROBADO				SATEL		SATEL		SATEL			
00		ABR/22		RELEASE 0.1				SATEL		SATEL		SATEL			
REV.		DATE		DESCRIPTION				PREPARED		CHECKED		APPROVED			
CONTRACTOR'S LOGO				PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)											
				FILE NAME:											
 Engineering & Construction				CLASSIFICATION:				FORMAT: A2		SCALE: 1:30.000		PLOT SCALE: 1:1		SHEET: 01 di / of 01	
EGP VALIDATION				UTILIZATION SCOPE:				TITLE: CIMENTACIÓN TIPO AEROGENERAODR							
VALIDATED BY				EGP CODE											
VERIFIED BY				GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
COLLABORATORS				GREECECD99ESW185310003301											
This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.															



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº: : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
EVISADO

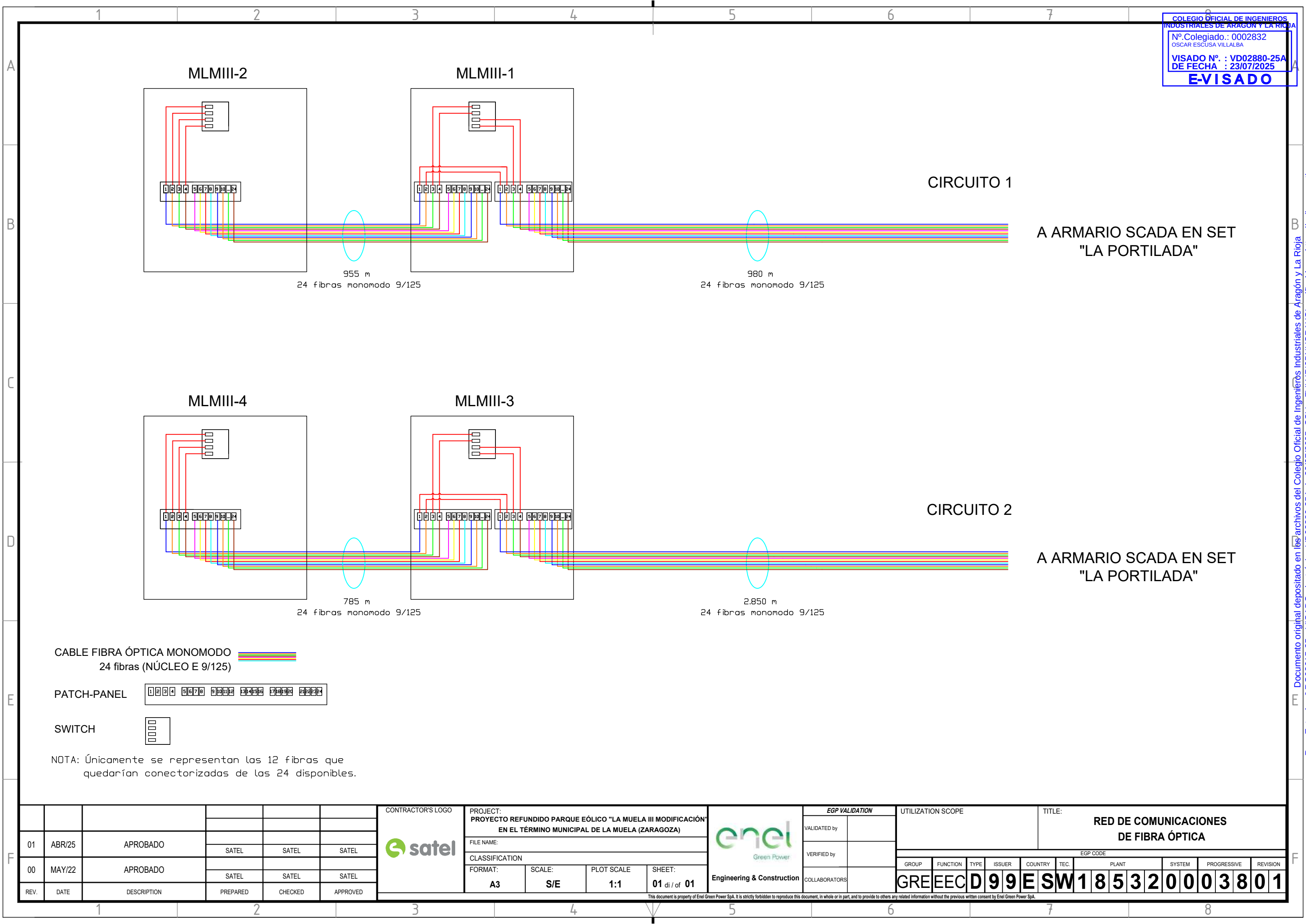
COORDENADAS UTM AEROGENERADORES
P.E. "LA MUELA III MODIFICACIÓN"

MAP DATUM ETRS89 HUSO 30	
MLMIII-1	X = 653.281 Y = 4.606.765
MLMIII-2	X = 653.200 Y = 4.607.478
MLMIII-3	X = 653.185 Y = 4.608.249
MLMIII-4	X = 653.664 Y = 4.608.535

LEYENDA

- MLMIII-XX**
- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.300 kW)
 - Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.500 kW)
 - Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)
 - Plataformas de Plumas + Palos + Principal + Cimentación + Nacelle
 - Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)
 - Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"
 - Viales otros parques (no objeto de proyecto)
 - Caminos Existentes
 - Carreteras
 - Eje Canalización Red Subterránea de MT
 - Cursos de agua
 - Líneas Aéreas Alta Tensión
 - Gasoducto
 - Oleoducto
 - Límite Término Municipal

01	ABR/24	APROBADO		SATEL	SATEL	SATEL					
00	MAY/22	APROBADO		SATEL	SATEL	SATEL					
REV.	DATE	DESCRIPTION		PREPARED	CHECKED	APPROVED					
CONTRACTORS LOGO		PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)									
		FILE NAME:									
		CLASSIFICATION:	FORMAT: A2	SCALE: 1:15.000	PLOT SCALE: 1:1	SHEET: 01 di / of 01					
Engineering & Construction		TITLE: RED MT PLANTA GENERAL									
EGP VALIDATION		EGP CODE									
VALIDATED BY		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
VERIFIED BY		GREEECD99ESW185320003701									
COLLABORATORS											
This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.											



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº. Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA

VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025

E-VISADO

CABLE FIBRA ÓPTICA MONOMODO
24 fibras (NÚCLEO E 9/125)

PATCH-PANEL

SWITCH

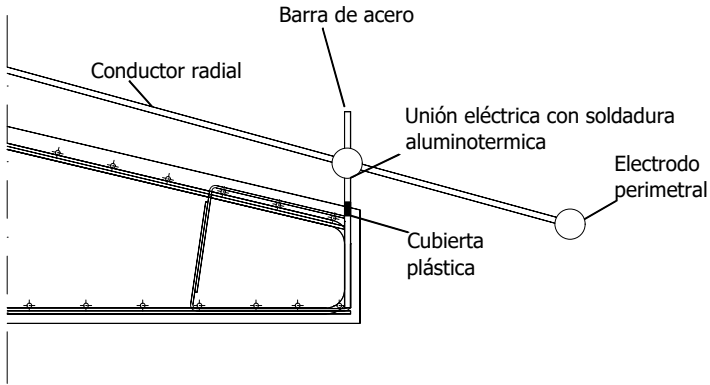
NOTA: Únicamente se representan las 12 fibras que
quedarían conectorizadas de las 24 disponibles.

						CONTRACTOR'S LOGO 	PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				 Green Power Engineering & Construction	EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE				TITLE: RED DE COMUNICACIONES DE FIBRA ÓPTICA										
01	ABR/25	APROBADO										FILE NAME:	VALIDATED by															
00	MAY/22	APROBADO					CLASSIFICATION					VERIFIED by	EGP CODE															
							FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE	SHEET:		COLLABORATORS		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT			SYSTEM		PROGRESSIVE		REVISION	
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED		A3	S/E	1:1	01 di / of 01				GREENEED99ESW185320003801														

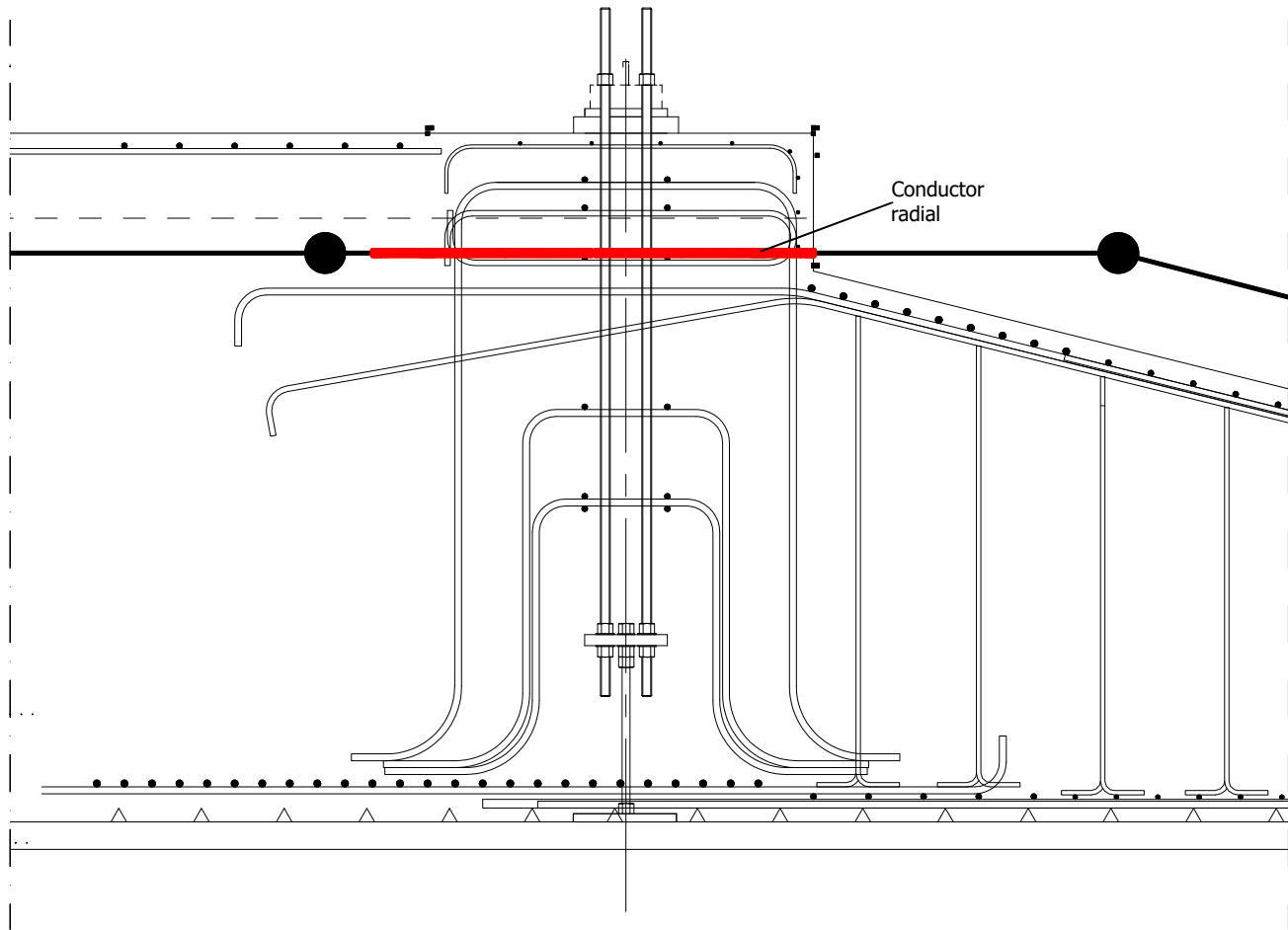
This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja
con Reg. Entrada nº RG03615-25 y VISADO electrónico VD02880-25A de 23/07/2025. CSV = FVLYR10BNYOR1XQI verificable en https://coi.ar.e-gestion.es

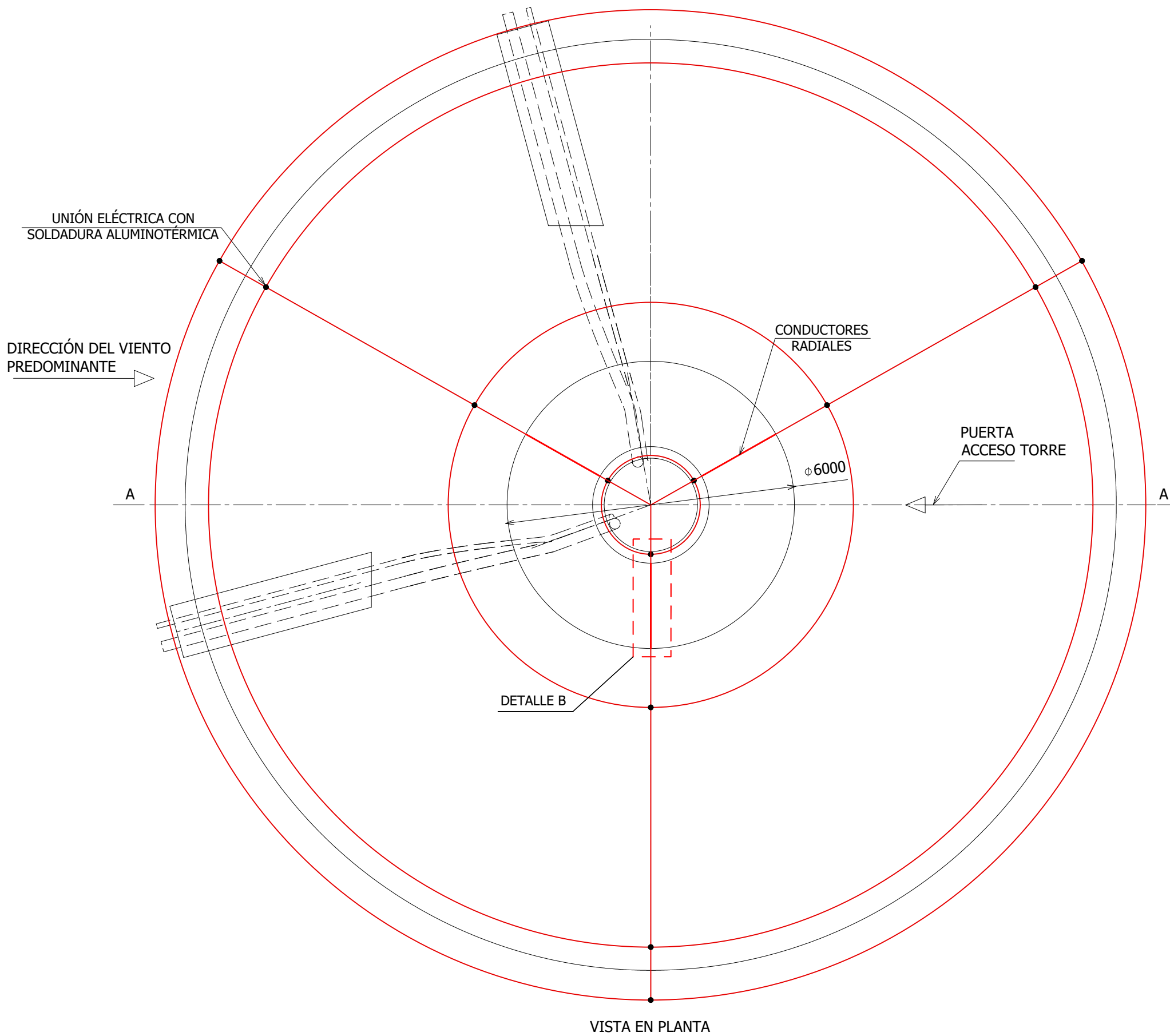
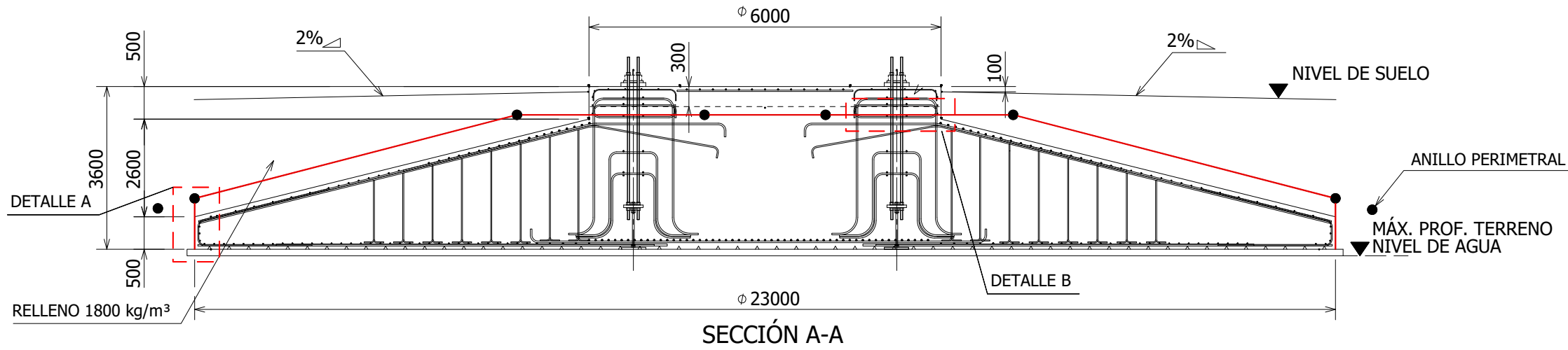
DETALLE A - Conexión del conductor radial con el borde de la cimentación



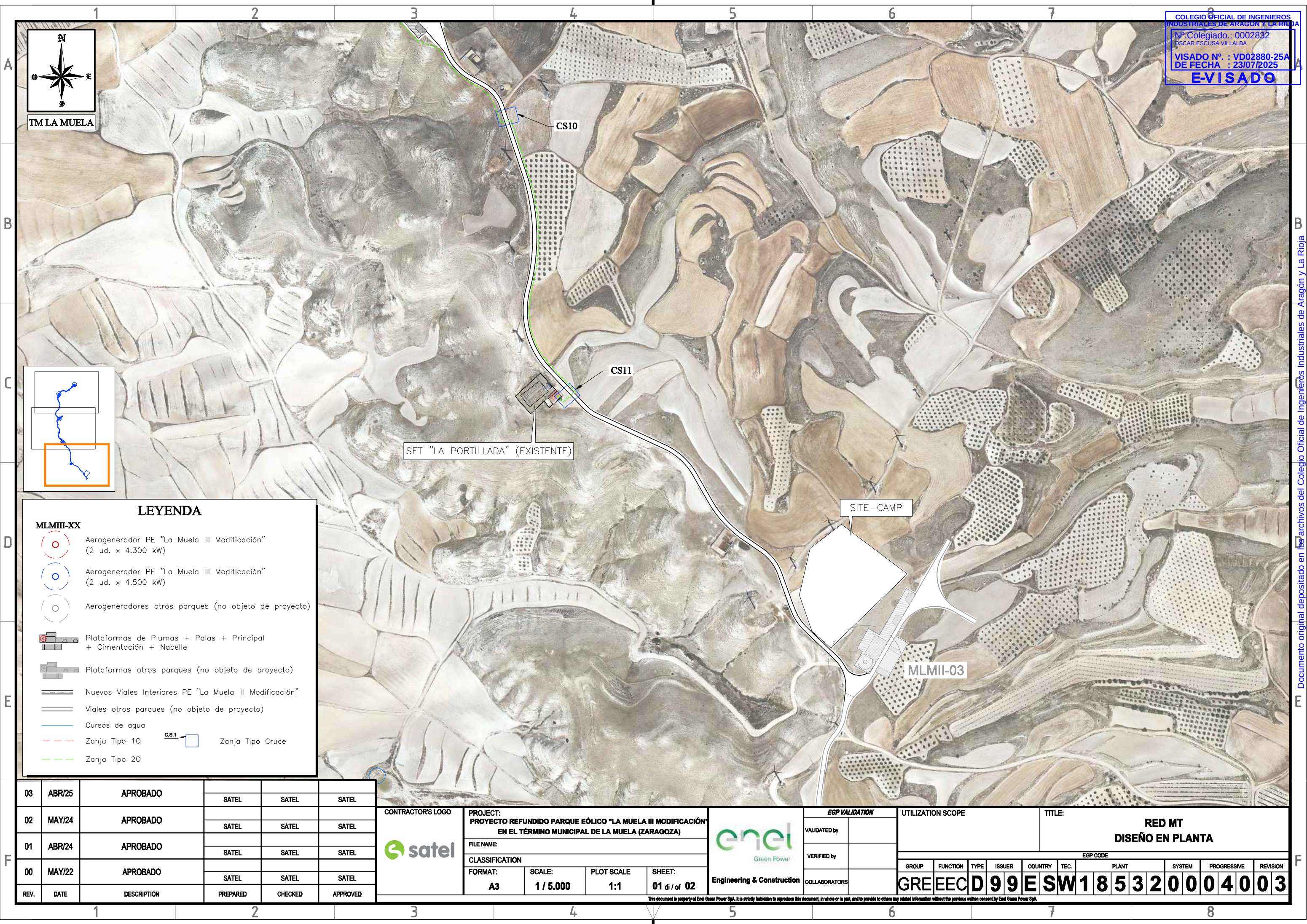
DETALLE B - Posicionamiento de los conductores radiales entre el pedestal



01	ABR/25	APROBADO			SATEL	SATEL	SATEL				
00	MAY/22	APROBADO			SATEL	SATEL	SATEL				
REV.	DATE	DESCRIPTION			PREPARED	CHECKED	APPROVED				
CONTRACTOR'S LOGO 		PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)									
		FILE NAME:									
 Green Power Engineering & Construction		CLASSIFICATION:		FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE:	SHEET:				
				A2	S/E	1:1	01 di / of 01				
EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE:		TITLE:							
				DISPOSICIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE WTG							
VALIDATED BY		EGP CODE									
VERIFIED BY		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
COLLABORATORS		GREEN	EEC	D99	ESW	1853	1000	0390	1		
This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.											



CABLE DE TIERRA Cu 50 mm²



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGON Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº. : VD02880-25A
DE FECHA : 23/07/2025
E-VISADO

LEYENDA

- MLMII-XX**
- Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.300 kW)
 - Aerogenerador PE "La Muela III Modificación" (2 ud. x 4.500 kW)
 - Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)
 - Plataformas de Plumas + Palas + Principal + Cimentación + Nacelle
 - Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)
 - Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"
 - Viales otros parques (no objeto de proyecto)
 - Cursos de agua
 - Zanja Tipo 1C
 - Zanja Tipo 2C
 - Zanja Tipo Cruce

03	ABR/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED

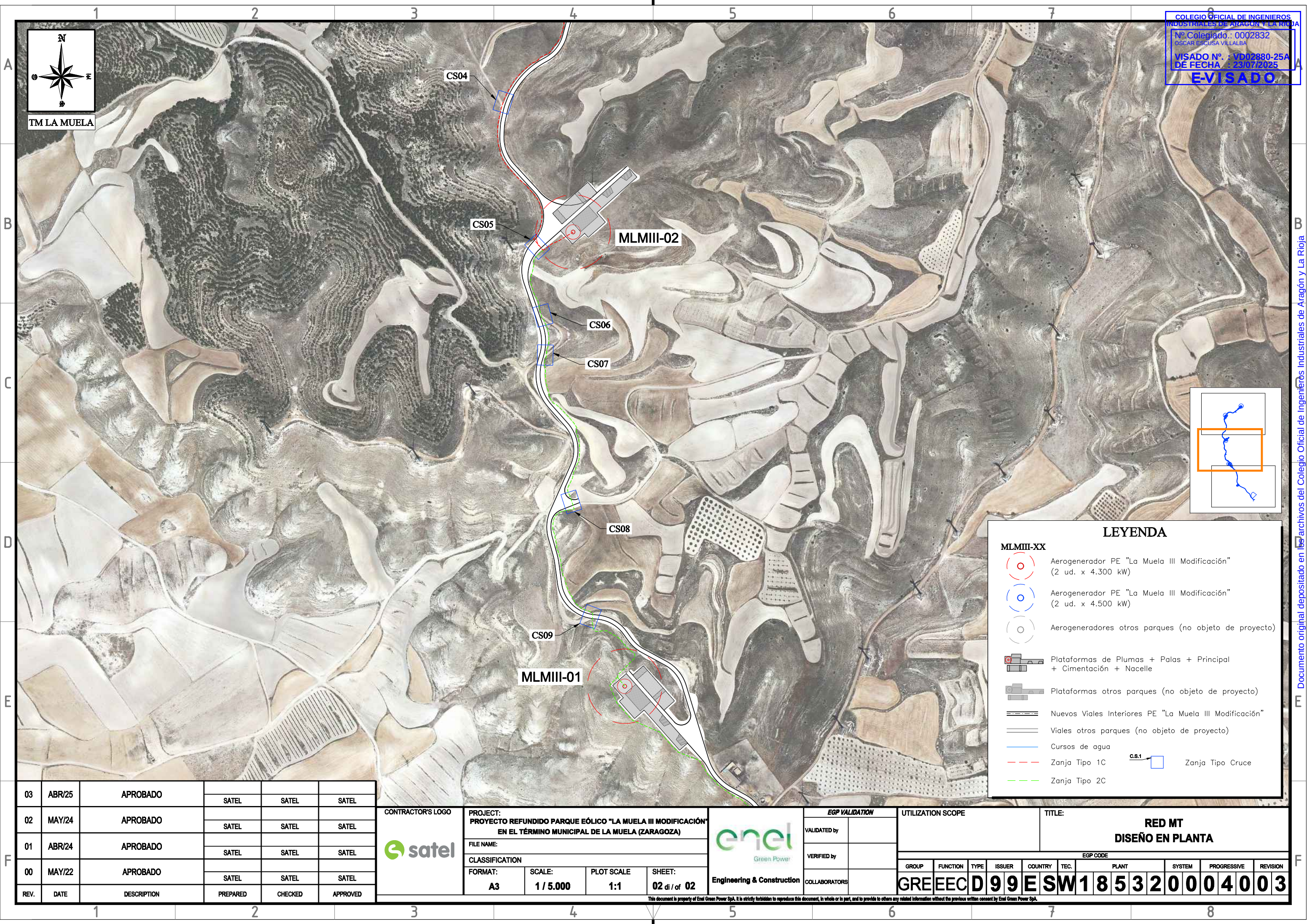


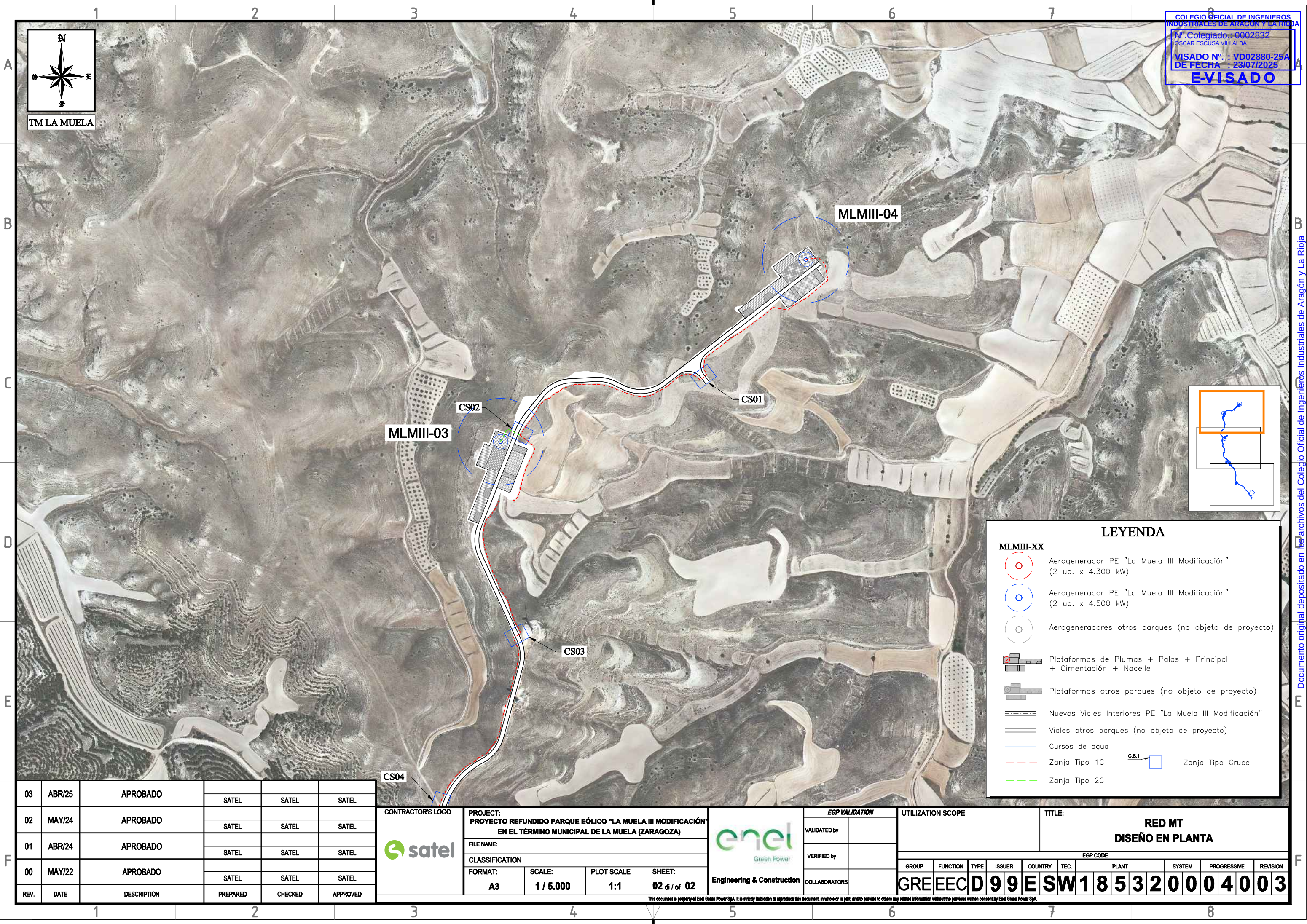
PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)			
FILE NAME:			
CLASSIFICATION			
FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE	SHEET:
A3	1 / 5.000	1:1	01 di / of 02



EGP VALIDATION	
VALIDATED by	
VERIFIED by	
COLLABORATORS	

UTILIZATION SCOPE					TITLE: RED MT DISEÑO EN PLANTA									
EGP CODE														
GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT					SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION	
GRE	EEC	D	99	E	SW	1	8	5	3	2	0	0	0	4003

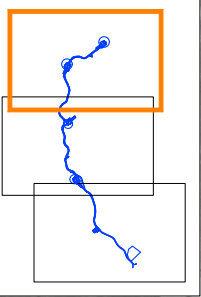




COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado: 0002832
OSCAR ESCUSA VILLALBA
VISADO Nº: VD02880-25A
DE FECHA: 23/07/2025
E-VISADO



TM LA MUELA



LEYENDA

MLMIII-XX

Aerogenerador PE "La Muela III Modificación"
(2 ud. x 4.300 kW)

Aerogenerador PE "La Muela III Modificación"
(2 ud. x 4.500 kW)

Aerogeneradores otros parques (no objeto de proyecto)

Plataformas de Plumas + Palas + Principal + Cimentación + Nacelle

Plataformas otros parques (no objeto de proyecto)

Nuevos Viales Interiores PE "La Muela III Modificación"

Viales otros parques (no objeto de proyecto)

Cursos de agua

Zanja Tipo 1C

Zanja Tipo 2C

Zanja Tipo Cruce

03	ABR/25	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
02	MAY/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
01	ABR/24	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
00	MAY/22	APROBADO	SATEL	SATEL	SATEL
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED



PROJECT:
PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN"
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)

FILE NAME:

CLASSIFICATION

FORMAT:
A3

SCALE:
1 / 5.000

PLOT SCALE
1:1

SHEET:
02 of 02

Green Power

Engineering & Construction

EGP VALIDATION

VALIDATED by

VERIFIED by

COLLABORATORS

UTILIZATION SCOPE

GROUP

FUNCTION

TYPE

ISSUER

COUNTRY

TEC.

TITLE:
RED MT
DISEÑO EN PLANTA

EGP CODE

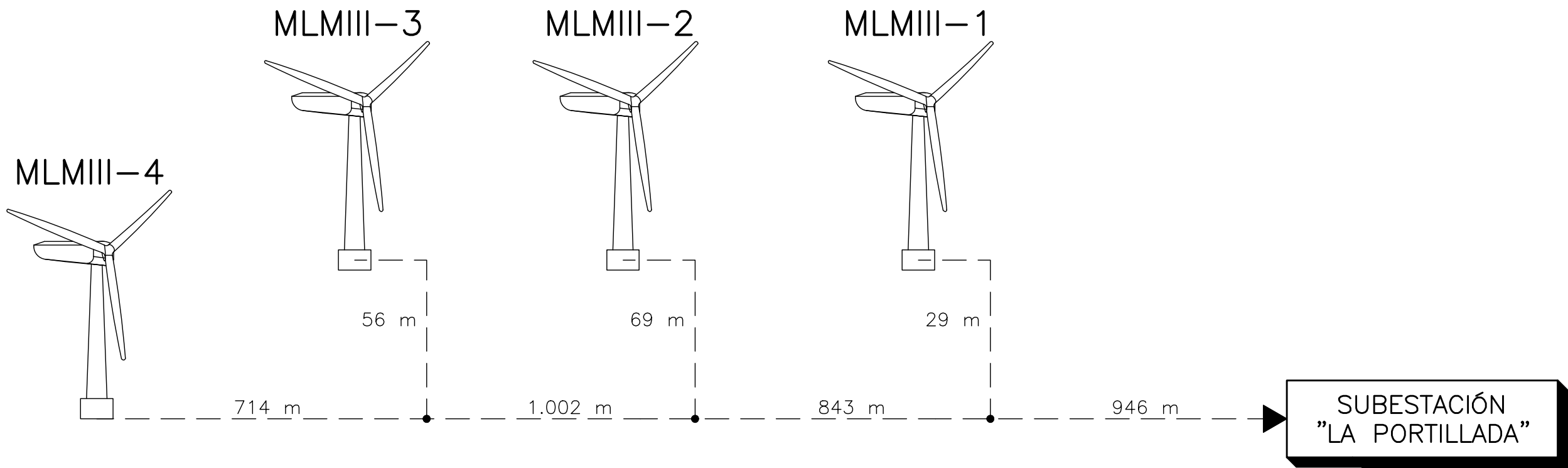
PLANT

SYSTEM

PROGRESSIVE

REVISION

GREEECD99ESW185320004003



Aerogenerador objeto de proyecto PE LA MUELA III MODIFICACIÓN

--- Cable Cu desnudo de 50 mm²

• Soldadura aluminotérmica

						CONTRACTOR'S LOGO 	PROJECT: PROYECTO REFUNDIDO PARQUE EÓLICO "LA MUELA III MODIFICACIÓN" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LA MUELA (ZARAGOZA)				 Green Power Engineering & Construction	EGP VALIDATION		UTILIZATION SCOPE				TITLE: RED DE TIERRAS ESQUEMA GENERAL							
01	ABR/25	APROBADO										FILE NAME:	VALIDATED by												
00	MAY/22	APROBADO					CLASSIFICATION					VERIFIED by	EGP CODE												
							FORMAT:	SCALE:	PLOT SCALE	SHEET:		GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC.	PLANT		SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION			
REV.	DATE	DESCRIPTION					A3	S/E	1:1	01 di / of 01		GREENEED99ESW185320004201													

This document is property of Enel Green Power SpA. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power SpA.

