

ANTEPROYECTO

PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA

TAFALLA, PUEYO (NAVARRA)



Noviembre 2020

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	2
2. OBJETO.....	2
3. SOLICITANTE	2
4. DISPOSICIONES LEGALES	3
5. ESTUDIO DEL RECURSO EÓLICO	6
5.1. Ficha técnica del parque eólico.....	6
5.2. Medida de datos	6
6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	8
6.1. Localización y Diseño	8
6.2. Acceso.....	11
6.3. Aerogenerador	12
6.4. Obra civil.....	15
6.5. Instalación eléctrica de media tensión	19
6.6. Cumplimiento código de red	22
7. EVACUACIÓN DE ENERGÍA.....	22
8. PROGRAMA DE EJECUCIÓN	23
9. ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE AFECTADA	29
10. CONCLUSIÓN.....	29

PRESUPUESTO

ANEXO I: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

PLANOS

1. ANTECEDENTES

Enerfín Sociedad de Energía S.L.U. (ENERFÍN) con fecha 12 de abril de 2019 solicitó a ACCIONA ENERGÍA S.A. acceso y conexión a la red de transporte como calidad de Interlocutor Único de Nudo (IUN) para el parque eólico Santa Águeda en la Subestación Tafalla en barras de 220 kV.

Con fecha de 29 de mayo de 2019 ENERFÍN solicitó a ACCIONA ENERGÍA S.A. la modificación de la solicitud de acceso y conexión del parque eólico Santa Águeda, variando el punto de conexión a la SET Muruarte 220 kV.

Posteriormente, con fecha de 21 de enero de 2020 REE concedió acceso al parque eólico Santa Águeda, de 36,84MW de potencia, en la posición prevista Muruarte 220 kV (de la que ENERFÍN SOCIEDAD DE ENERGÍA S.L.U. es IUN).

El 15 de abril de 2020 y como complemento a la concesión anterior REE actualizó el acceso tras la solicitud de modificación por parte de ENERFÍN de la instalación de conexión

Conforme a las indicaciones de REE, ENERFÍN ajustó la potencia del parque eólico Santa Águeda respecto a la solicitud inicial de acceso desde 50 MW hasta los 36,84 MW actuales.

Que con fecha 20 de abril de 2020, ENERFÍN solicitó a REE actualización de la ubicación del parque eólico Santa Águeda, así como la presentación de un nuevo aval del parque eólico Santa Águeda en el nudo Muruarte 220 kV, ajustando la potencia conforme al acceso concedido (36,84 MW) y la ubicación actualizada.

2. OBJETO

El objeto del presente anteproyecto correspondiente al Parque Eólico "Santa Águeda", ubicado en los términos municipales de Tafalla y Pueyo es la justificación, descripción, cálculo y valoración de las características técnicas y condiciones de funcionamiento del parque eólico "Santa Águeda".

El parque eólico "Santa Águeda" estará formado por 9 aerogeneradores de 4,09 MW de potencia unitaria, totalizando 36,86 MW. La evacuación de energía se llevará a cabo mediante línea eléctrica aéreo-subterránea de 30 kV hasta la Subestación "Valdetina", subestación colectora para la evacuación de los parques Valdetina, Santa Águeda y Akermendia, también promovidos por Enerfín. La descripción y características de la línea de 30 kV viene como Anexo al presente Anteproyecto.

3. SOLICITANTE

El peticionario de la instalación es ENERFÍN SOCIEDAD DE ENERGÍA, S.L.U., con N.I.F. B-84.220.755 y domicilio en Madrid, Paseo de la Castellana, 141, Edificio Cuzco IV – planta 16ª.

ENERFÍN, filial eólica del Grupo Elecnor, desarrolla, construye y explota parques eólicos, tanto propios como de terceros, gestionando actualmente la operación y construcción de más de 1.200 MW en España, Brasil, Canadá y Australia.

Con una experiencia de más de 20 años en el sector, Enerfín aporta sus capacidades humanas, técnicas y financieras, aplicadas a la gestión de proyectos de inversión de energía eólica en todas sus fases de desarrollo, realizando las siguientes actividades:

- Estudios técnicos: Evaluación del potencial eólico y estudios de producción. Estudios de impacto ambiental y seguimiento ambiental de parques eólicos. Estudio y selección de las tecnologías. Proyectos básicos de infraestructuras e instalaciones.
- Estudios económico-financieros.
- Tramitación administrativa de los proyectos.
- Gestión de permisos y autorizaciones.
- Proyectos constructivos e ingeniería de detalle.
- Supervisión de la construcción "llave en mano".
- Operación y gestión de la explotación (técnica, administrativa, contable y financiera).

Dispone de oficinas en Madrid, donde se ubica su sede central, en Porto Alegre y Natal (Brasil), Montreal (Canadá), Melbourne (Australia), México DF y Bogotá (Colombia).

4. DISPOSICIONES LEGALES

Las instalaciones y obras objeto del presente anteproyecto estarán sometidas a la siguiente reglamentación:

Instalaciones 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002, de 2 de agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT.
- 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.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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.
- Normas particulares de la compañía distribuidora.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Obra Civil

- Decreto 1964/75 de 23 de mayo por el que se aprueba el Pliego General de Condiciones para la recepción de Conglomerantes Hidráulicos, y sus modificaciones posteriores.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08 (R.D. 1247/2008 de 18 de julio).
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- Ley Foral 5/2007, de 23 de marzo, de carreteras de Navarra
- Decreto Foral Legislativo 1/2017 de 26 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley foral de ordenación del territorio y urbanismo. (Publicado en el Boletín Oficial de Navarra el 31 de agosto de 2017)
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación
- Normativa DB SE-A Acero
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.
- Decreto Foral 56/2019, de 8 de mayo, por el que se regula la autorización de parques eólicos

Medio Ambiente

- Resolución de 23 de mayo de 2002 de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal sobre normas de protección acústica.
- Ley Foral 19/1997, de 15 de diciembre, de vías pecuarias de Navarra.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley Foral 4/2005, de 22 de marzo, de intervención para la protección ambiental de Navarra
- Decreto Foral 59/1992, de 17 de febrero, Reglamento de Montes en desarrollo de la Ley Foral 13/1990, de 31 de diciembre, de Protección y Desarrollo del Patrimonio Forestal de Navarra.
- Orden Foral 926/1996, de 6 de septiembre, del Consejero de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda, por la que se aprueba el Primer Inventario de Espacios Naturales, Hábitats y Montes de Utilidad Pública de Navarra.
- Ley Foral 2/1993, de 5 de marzo, de Protección y Gestión de la Fauna Silvestre y sus Hábitats

Patrimonio

- Ley Foral 13/1990, de 31 de diciembre, de protección y desarrollo del patrimonio forestal de Navarra.

Seguridad e Higiene

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9 de marzo de 1971).
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las obras".
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

5. ESTUDIO DEL RECURSO EÓLICO

5.1. Ficha técnica del parque eólico

Nombre del parques eólicos	Parque Eólico Santa Águeda
Potencia a instalar	36,86 MW
Nº de aerogeneradores	9
Potencia unitaria	4,09 MW
Producción neta	124,07 GWh/año
Horas equivalentes	3.446 horas

5.2. Medida de datos

5.2.1. Fuente de datos

La ausencia de torres anemométricas que permita elaborar una campaña de medida ha obligado al uso de datos meteorológicos procedentes de Vortex, empresa con reconocimiento dentro del sector de energía eólica.

Vortex ejecuta exclusivamente el sistema numérico WRF (Weather Research & Forecasting Model) pasando de una resolución macroescala a microescala (100 m). WRF es un sistema de predicción numérica atmosférica de mesoescala diseñado para satisfacer las necesidades de pronóstico operacional y de investigación atmosférica.

La implementación de WRF por parte de Vortex cubre todo un espectro de espacio que presenta una cadena de simulación anidada que abarca desde cientos de kilómetros hasta cientos de metros. Lo que permite modelizar diferentes variables meteorológicas como la velocidad el viento, dirección del viento, temperatura, presión atmosférica y densidad del aire.

La fuente de datos que emplea Vortex en sus modelos meteorológicos son:

- Topografía procedente de Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).
- Rugosidad procedente de ESA GlobCover Land Cover1.
- Datos mesoescalares de tres fuentes diferentes: CFSR, MERRA-2, ERA-1.

5.2.2. Procesado de datos y resultados

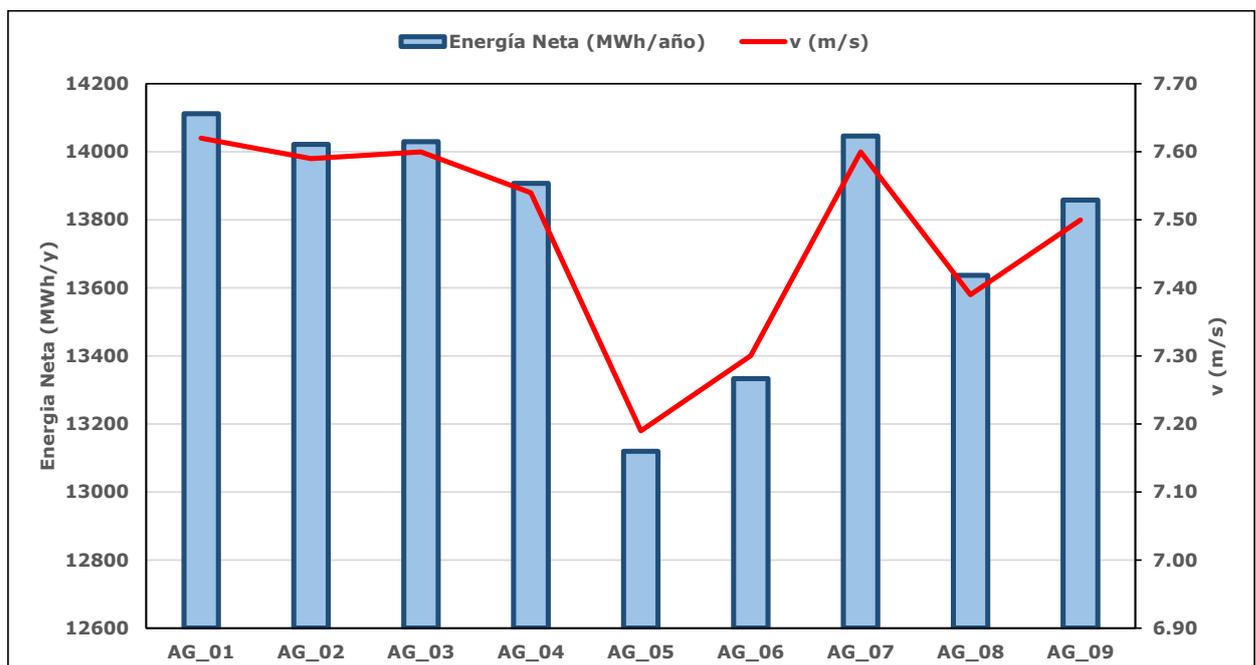
Los datos proporcionados por Vortex han sido usados por el modelo de viento lineal Windfarmer 5.3.38, desarrollado por DNV. Este modelo permite determinar el régimen de viento en cada una de las posiciones de los aerogeneradores junto con un cálculo de estela basado en el modelo *Eddy Viscosity*. El modelo de aerogenerador considerado tiene una potencia nominal de 4.0 MW, un diámetro de rotor de 164 m y 125 m de altura de buje.

Es importante destacar que los resultados obtenidos mediante el modelo de viento tienen en cuenta las pérdidas por efecto estela de aerogeneradores y parques eólicos vecinos existentes. Asimismo, es necesario aplicar una serie de pérdidas sistemáticas adicionales a esos resultados:

PÉRDIDAS APLICADAS	
Disponibilidad	3.0 %
Transporte Eléctrico	2.5 %
Mantenimiento de la subestación	1.0 %
Comportamiento de la curva de potencia	3.0 %
Eficiencia de las Palas	0.5 %
Ajuste Modelo viento	8.0 %
Total	18.0%

Los resultados obtenidos en cada una de las posiciones de los aerogeneradores son:

Turbina	Velocidad media de viento libre de estelas (m/s)	Velocidad media de viento (m/s)	Energía Bruta (MWh/año)	Energía Bruta (MWh/año) (Estelas)	Energía Neta (MWh/año)	Horas Equivalentes
VA_01	7.68	7.62	17430	17210	14112	3528
VA_02	7.71	7.59	17550	17100	14022	3506
VA_03	7.74	7.60	17620	17110	14030	3508
VA_04	7.67	7.54	17460	16960	13907	3477
VA_05	7.38	7.19	16700	16000	13120	3280
VA_06	7.50	7.30	16980	16260	13333	3333
VA_07	7.67	7.60	17370	17130	14047	3512
VA_08	7.47	7.39	16930	16630	13637	3409
VA_09	7.54	7.50	17050	16900	13858	3465
Total	7.60	7.48	155090	151300	124066	3446



A continuación, se muestra la estimación de producción, bruta y neta, obtenida para el modelo de aerogenerador considerado:

PRODUCCIÓN ESTIMADA P.E SANTA AGUEDA	
Número de Turbinas	9
Altura de buje (m)	125
Velocidad viento altura buje (m/s)	7.5
Capacidad del Emplazamiento (MW)	36.0
Eficiencia (Efecto estela)	0.975
Producción Anual Bruta (GWh/año) (considera efecto estela)	151.30
Pérdidas Aplicadas (%)	18.0
Producción Anual neta (GWh/año)	124.07
Nº Horas Equivalentes	3 446
Factor de Capacidad (%)	39.33

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El proyecto del Parque Eólico Santa Águeda, consistirá en instalar 9 aerogeneradores de 4,09 MW de potencia unitaria, lo que totalizará una potencia de 36,86 MW, se deberá construir las infraestructuras de evacuación del parque.

El proyecto se situará en los términos municipales de Tafalla y Pueyo, en la provincia de Navarra.

El parque, conectará con una línea de 30 kV con la subestación "Valdetina 30/220 kV", situada en el parque eólico Valdetina, del que Enerfín también es promotor. Posteriormente, conectará con una línea de alta tensión de 220 kV desde la Subestación "Valdetina 30/220 kV" con la subestación "Muruarte" 220 kV.

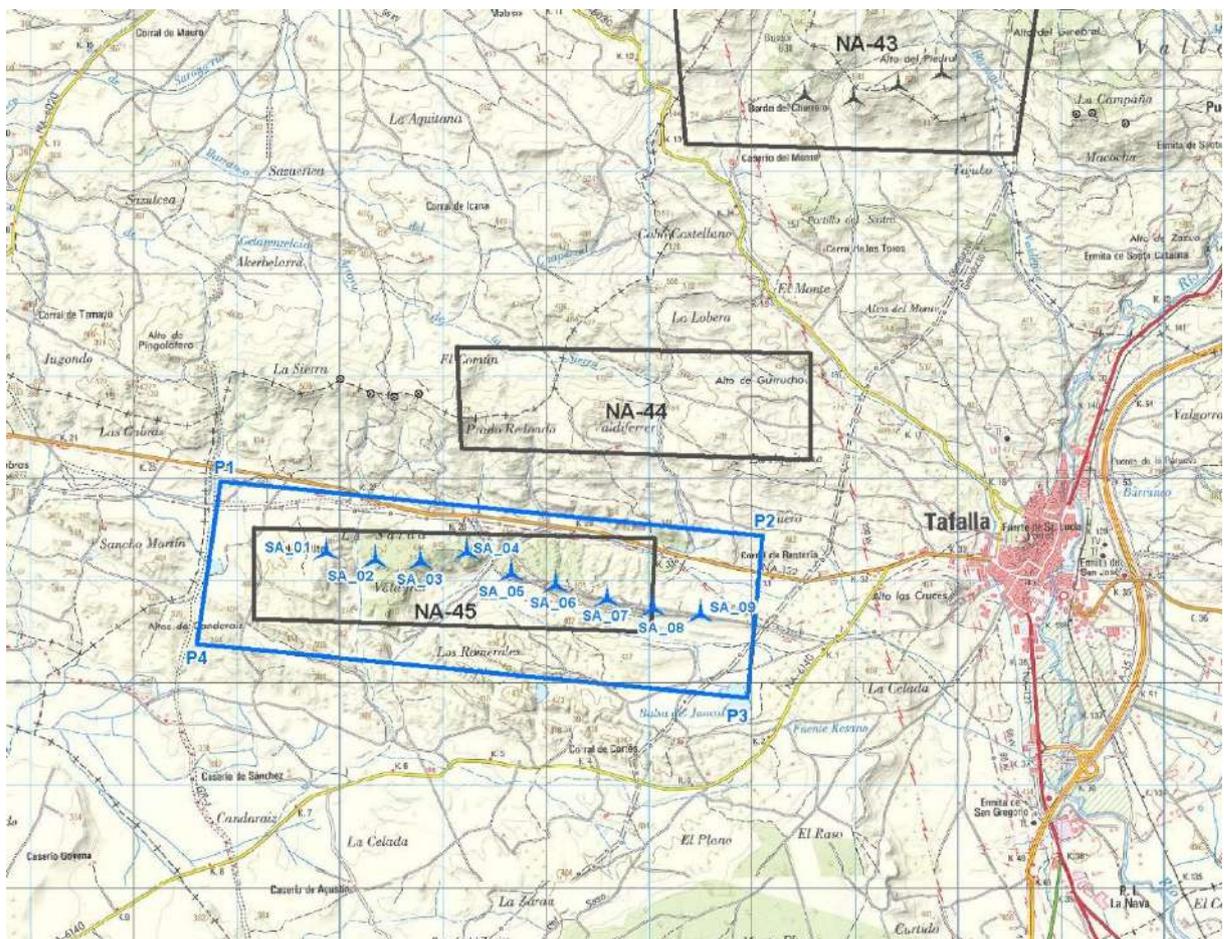
Será necesaria la ejecución de una red de viales que conecte con los aerogeneradores, torre anemométrica y subestación.

Está prevista la instalación de una torre anemométrica fija para disponer de un registro histórico de los datos de viento. La torre será de acero galvanizado, de celosía, autoportante, de 125 m de altura.

6.1. Localización y Diseño

El parque eólico se encuentra cercano a la población de Tafalla, delimitando la poligonal con las siguientes coordenadas UTM (ETRS89, Huso 30):

	UTM (X)	UTM (Y)
P1	600.843	4.709.975
P2	606.105	4.709.436
P3	605.958	4.707.855
P4	600.614	4.708.385



Criterios generales de diseño del parque eólico

La implantación de aerogeneradores se diseña siguiendo una orientación lo más perpendicular posible a los vientos predominantes.

La distancia mínima considerada entre aerogeneradores de una misma fila es de 3 diámetros de rotor. De esta forma se consigue la mayor eficiencia posible, dado que una adecuada separación entre aerogeneradores minimiza el efecto estela existente obteniéndose una mayor producción energética y se minimizan las situaciones de riesgo para la avifauna que tiende a cruzar las líneas de aerogeneradores durante sus desplazamientos diarios.

A continuación, se detallan los principales criterios que se han seguido en el diseño del proyecto del parque eólico "Santa Águeda":

Criterios técnicos de diseño del parque eólico

1. Optimización del recurso
2. Estudio de la orografía, rugosidad, y complejidad del terreno
3. Influencia de unos aerogeneradores sobre otros
4. Recomendaciones del fabricante: distancia de 3 diámetros de rotor como mínimo entre aerogeneradores y entre 6-7 diámetros de rotor como mínimo entre alineaciones

Criterios socio-ambientales de diseño del parque eólico

1. Diseño según pautas de respeto e integración ambiental
2. Minimización del impacto paisajístico (reducción de nº de aerogeneradores, etc)
3. Minimización de afección a zonas arboladas, hábitats prioritarios y espacios naturales protegidos (LIC, ZEPA...).
4. Minimización de afección a núcleos urbanos (distancia mínima 500 m)
5. Minimización del impacto sobre la avifauna
6. Minimización de la afección sobre la seguridad vial (distancia mínima 210 m a carreteras nacionales, regionales y comarcales)
7. Evitar la afección a instalaciones existentes, como antenas de comunicación, líneas eléctricas, etc.
8. Máximo aprovechamiento y mejora de infraestructuras existentes (caminos, cortafuegos, etc)

Implantación del parque eólico

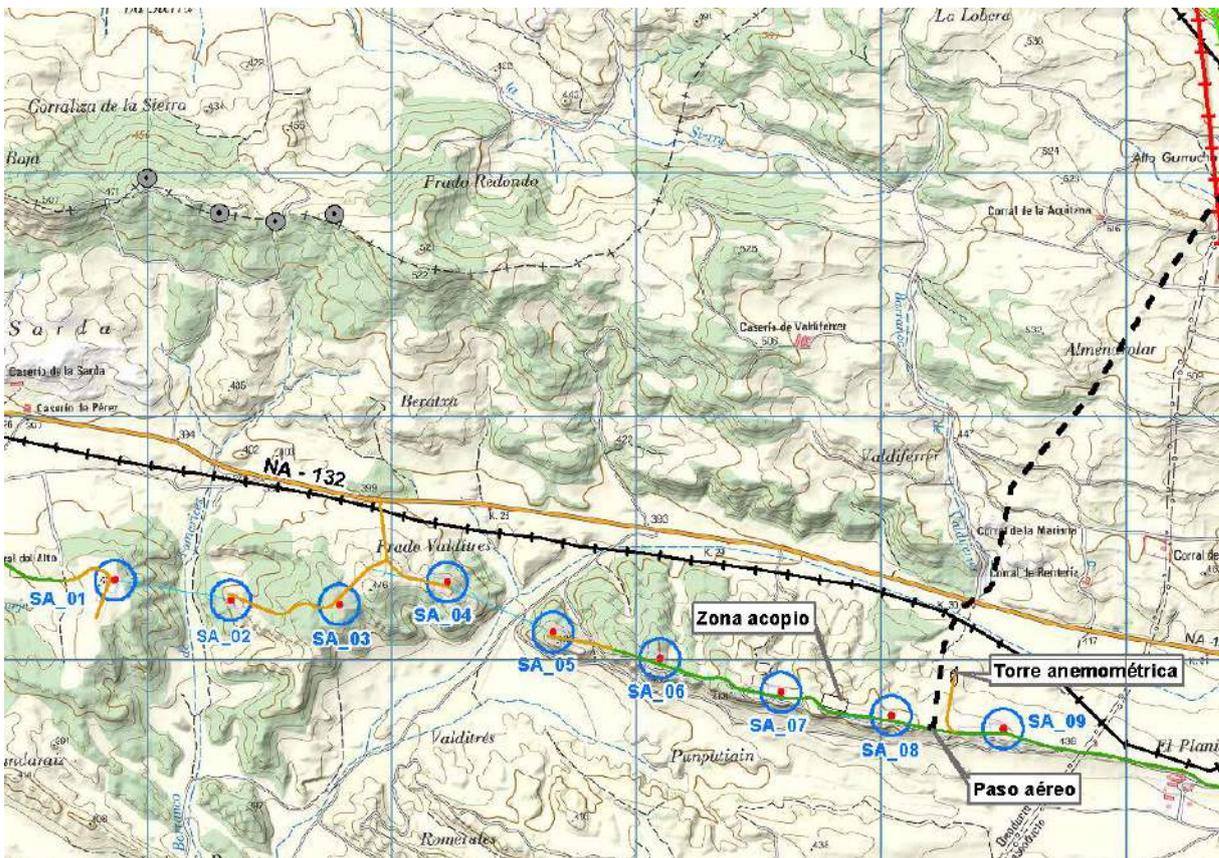
La implantación del parque eólico se ha realizado con ayuda de mapas de isoventas, donde se aprecian las zonas de mayor recurso eólico. Estos mapas son generados teniendo en cuenta información sobre la topografía, la rugosidad del terreno y el recurso eólico de la zona.

Así, se propone instalar 9 aerogeneradores de 4,09 MW de potencia unitaria, lo que supone una potencia total instalada de 36,86 MW.

Los aerogeneradores se situarán en los parajes de "Prado Valditres", "Corral del Alto" y "La Sarda", situados a cotas entre 408 y 451 m.s.n.m.

Las coordenadas U.T.M. de los aerogeneradores que componen el parque eólico son las siguientes:

COORDENADAS UTM (HUSO 30, ETRS89)		
AG nº	X	Y
SA_01	601.872	4.709.325
SA_02	602.345	4.709.242
SA_03	602.787	4.709.225
SA_04	603.228	4.709.317
SA_05	603.661	4.709.111
SA_06	604.097	4.709.003
SA_07	604.593	4.708.865
SA_08	605.042	4.708.769
SA_09	605.499	4.708.715



6.2. Acceso

El entorno de actuación se encuentra próximo a la carretera comarcal NA-132. Para acceder a este emplazamiento se hará uso de ésta, y habrá que tomar distintas salidas para acceder hasta todas las posiciones de los aerogeneradores. Para las posiciones SA_1 – SA_5 tomaremos un camino que va hacia el sur a la altura del pk. 31,4, y a unos 570 metros giraremos al oeste, tomando el camino que lleva a las posiciones. Para las posiciones SA_6 – SA_8 nos desviaremos hacia el sur a la altura del pk. 27,6 por el camino que lleva hacia la Torre de Beratxa. Por último para acceder a la posición SA_9 nos desviaremos hacia el Anteproyecto Parque Eólico Santa Águeda

sur a la altura del pk. 26,1, y tras recorrer unos 600 metros por un camino de tierra giraremos hacia el este accediendo a la última posición.

6.3. Aerogenerador

La continua evolución tecnológica puede hacer que resulte técnica y económicamente adecuado incrementar la potencia unitaria de la máquina prevista en proyecto, en función de la mejor adaptación de los nuevos desarrollos al aprovechamiento energético en el emplazamiento.

La compleja normativa de tramitación de este tipo de instalaciones retrasa el inicio de la construcción de los parques, de forma que el modelo de aerogenerador adoptado en la fase de diseño resulta en ocasiones obsoleto al inicio de su construcción, penalizando severamente el proyecto en sus distintos aspectos técnico-económico y medioambiental, y constituyendo una infrutilización del recurso eólico existente.

Por estos motivos, el modelo y potencia unitaria de la máquina proyectada podrá ser modificado en función de la evolución tecnológica, debiendo considerarse, por tanto, como una solución básica.

Características generales

Las principales características técnicas del parque eólico "Santa Águeda" son:

Principales Características Técnicas	
Número de aerogeneradores	9
Potencia Nominal Unitaria (MW)	4,09
Potencia Total Instalada (MW)	36,86
Altura del buje (m)	125
Diámetro del rotor (m)	164

Ha sido diseñado siguiendo las especificaciones de la Clase II de la norma IEC-61.400-1, apta para emplazamientos con una media anual de viento a la altura de buje de hasta 8,5 m/s.

El control de la potencia mediante el sistema de velocidad variable permite que el aerogenerador funcione con una eficacia óptima, pero sin que se produzcan cargas operativas, y evita la aparición de picos de potencia no deseados. De ese modo, se garantiza un buen rendimiento energético y una alta calidad de la energía suministrada a la red.

Finalmente, el sistema de conexión a la red de distribución garantiza la calidad deseada de la energía y contribuye al buen funcionamiento de la red ya que puede adaptarse a sus principales parámetros, como la tensión y la frecuencia.

Rotor

El rotor estará compuesto de tres palas, el buje y todos los mecanismos necesarios para la regulación y seguridad del aerogenerador (protección contra descargas atmosféricas, posicionamiento de las palas, sistema de ajuste, sistema de frenado o parada, etc).

Las palas estarán realizadas en fibra de vidrio reforzada con resina epoxi, y su diseño responderá a los siguientes criterios:

- Alta eficiencia
- Durabilidad
- Bajas emisiones sonoras (LNTEs)
- Bajas cargas mecánicas
- Ahorro de material
- Operación con paso y velocidad variable

El paso de pala permite una rápida y precisa adaptación a las condiciones de viento. Se controla a través de tres sistemas independientes para determinar el ángulo de pala o de apagar el aerogenerador en caso de corte de red.

Multiplicadora

Transmite la potencia del eje principal al generador. La multiplicadora se compone de 3 etapas combinadas, 2 planetarias y una de ejes paralelos. El dentado de la multiplicadora está diseñado para obtener una máxima eficiencia junto con un bajo nivel de emisión de ruido y vibraciones. El eje de alta velocidad está unido al generador por medio de un acoplamiento flexible con limitador de par que evita sobrecargas en la cadena de transmisión.

Gracias al diseño modular del tren de potencia, el peso de la multiplicadora está soportado por el eje principal mientras que los amortiguadores de unión al bastidor reaccionan únicamente ante el par torsor restringiendo el giro de la multiplicadora, así como la ausencia de cargas no deseadas.

La multiplicadora tiene un sistema de lubricación principal con sistema de filtrado asociado a su eje de alta velocidad.

Los componentes y parámetros de funcionamiento de la multiplicadora están monitorizados mediante sensores tanto del sistema de control como del sistema de mantenimiento predictivo SMP.

Generador

El generador utilizado será del tipo asíncrono doblemente alimentado. Es altamente eficiente y está refrigerado por un intercambiador de aire-agua.

El generador está protegido frente a corto-circuitos y sobrecargas.

Sistema de control de red

El sistema de control de red del aerogenerador convertirá la corriente generada en corriente alterna con las condiciones de funcionamiento definidas por la compañía eléctrica.

Con el fin de cumplir con los requisitos de red, el aerogenerador cuenta con un sistema que permite el control de la frecuencia, tensión, factor de potencia y potencia reactiva de cada aerogenerador para funcionar dentro de los parámetros establecidos por el operador de red.

El factor de potencia de los aerogeneradores de potencia unitaria 5,33 MW se encuentra entre los límites 0,95 capacitivo y 0,95 inductivo en todo el rango de potencias en las siguientes condiciones: [-5 % ÷ +10 %] de tensión nominal. Opcionalmente esta capacidad puede extenderse hasta 0,92 capacitivo – 0,92 inductivo, e incluso generar o consumir reactiva sin generación de potencia activa.

En cuanto a huecos de tensión, los aerogeneradores de potencia unitaria 5,33 MW son capaces de mantenerse conectados a la red durante huecos de tensión, contribuyendo de este modo a garantizar la calidad de la energía y la continuidad del suministro.

El convertidor incorpora un dispositivo, capaz de soportar huecos más exigentes y de contribuir a la inyección de reactiva requerida en ciertos códigos de red.

El aerogenerador también puede aportar capacidad de regulación para la estabilización de la frecuencia, permitiendo un aporte adicional de potencia durante un periodo corto de tiempo para la recuperación de la frecuencia de la red.

El sistema de control y el parque eólico dispondrá de los sistemas y elemento necesarios para el cumplimiento del Reglamento Europeo UE631/2016 y del RD647/2020 así como de las órdenes ministeriales que lo desarrollen, disponiendo de las certificaciones requeridas que justifiquen su cumplimiento.

Sistema de orientación

El soporte de orientación estará montado directamente sobre el extremo superior de la torre. El giro de la góndola se producirá por 6 motorreductores accionados eléctricamente por el sistema de control del aerogenerador de acuerdo con la información recibida de los anemómetros y veletas colocados en la parte superior de la góndola. Los motores del sistema hacen girar los piñones del sistema de giro, los cuales engranan con los dientes de la corona de orientación, constituida por una sola pieza y montada en la parte superior de la torre. El peso de la góndola se transmitirá a la torre a través del soporte de orientación.

Torre

La torre del aerogenerador será de tipo tubular troncocónica de 125 m de altura, y estará construida y dimensionada para las cargas existentes en el emplazamiento, con material capaz de resistir los esfuerzos transmitidos y la corrosión.

En su interior se podrá instalar un ascensor para acceder a la góndola, provisto de sistemas de seguridad.

Serán previstas tres plataformas, sin contar el nivel del suelo, conformes con las normas vigentes, para la inspección de las piezas de ensamblaje de las diferentes partes troncocónicas de la torre.

Sistema de protección contra rayos.

Todos los aerogeneradores del parque estarán equipados con un sistema de pararrayos permanente, desde la carcasa hasta su cimentación, de forma que las descargas eléctricas se deriven a la red de tierras.

Balizamiento aeronáutico

Los aerogeneradores que componen el parque eólico "Santa Águeda" se elevan a una altura superior a 100 m, por lo que se consideran como obstáculos y deben señalizarse e iluminarse para garantizar la seguridad de la navegación aérea.

Para la señalización del parque eólico, todos los aerogeneradores se pintarán íntegramente de color blanco.

Para la iluminación, se balizarán los aerogeneradores con un sistema dual Media A/Media C, de mediana intensidad de tipo A durante el día y el crepúsculo, y de mediana intensidad de tipo C durante la noche, además de colocar un nivel intermedio de luces de baja intensidad Tipo E en la torre.

6.4. Obra civil

La obra civil necesaria para la construcción, puesta en marcha y explotación del parque eólico comprenderá:

- a) Caminos de acceso a los aerogeneradores.
- b) Drenajes.
- c) Plataformas de montaje.
- d) Cimentación de los aerogeneradores y torre anemométrica.
- e) Zanjias para cableado.
- f) Edificio de control.
- g) Línea de evacuación 220 kV y subestación "Valdetina" (no descritas en el presente anteproyecto).

Accesos y Viales Interiores

El acceso principal al parque se realizará a partir de la infraestructura viaria existentes. Los caminos se mejorarán para adecuar su anchura y firme al tráfico de los vehículos necesarios para la construcción, operación y mantenimiento del parque eólico. En su caso, los ramales de acceso específicos a cada aerogenerador se realizarán mediante la ejecución de viales de nueva construcción.

Los caminos han sido proyectados de acuerdo con los siguientes requisitos mínimos de diseño:

Anchura útil de la calzada	6,00 m
Anchura libre del trayecto	7,50 m
Altura libre del trayecto	5,50 m
Radio interior de la curva	65 m
Pendientes/desniveles en firmes sin compactar	≤ 7%
Pendientes/desniveles en firmes compactados	≤ 13%
Espacio libre debajo de los vehículos de transporte	0,20 m

Los principales criterios seguidos a la hora de proyectar los caminos han sido:

- Aprovechar al máximo los caminos existentes a fin de reducir el impacto ambiental.
- Compensar los volúmenes de desmonte y terraplén, con el fin de utilizar lo menos posible préstamos y vertederos.
- Utilizar la tierra vegetal para acondicionar paisajísticamente los préstamos y vertederos, caso de existir, así como los taludes de desmonte y terraplén.

Partiendo de estas bases, se proyectan los viales mediante rasantes que aseguren un mínimo movimiento de tierras y, por tanto, un reducido impacto sobre el medio.

La ejecución de los viales comprende una primera fase de apertura de la traza, con desbroce y retirada de la capa de tierra vegetal. La tierra vegetal retirada será acopiada convenientemente, separada del resto de material de excavación. Es importante garantizar la conservación de sus propiedades durante el periodo de acopio, evitando, en la medida de lo posible, que se produzcan arrastres de material, tanto por la acción del viento como por la erosión debida a la lluvia.

Los materiales empleados en la formación del firme dependerán del tipo de suelo existente en cada emplazamiento; en cualquier caso, se parte de una sección tipo de vial compuesta por una primera capa de zahorra natural, o material seleccionado de 25-35 cm de espesor, debidamente compactada, con taludes laterales 3:2 y una segunda capa de rodadura de zahorras artificiales, y con un espesor de 25 cm.

Cuando sea necesario realizar sobreanchos, en éstos no se realizará el extendido de las capas de subbase ni de la base. El firme de los sobreanchos será realizado con material óptimo resultante de las propias excavaciones de la obra o de préstamos autorizados.

La longitud estimada de los viales que se han previsto para el parque eólico es:

VIAL	LONGITUD (m)
Vial a rehabilitar	4.353
Vial de nueva construcción	2.223

Drenajes

A fin de preservar los viales de la acción erosiva del agua, se dispondrán cunetas para drenaje longitudinal, de 100 cm de anchura y 50 cm de profundidad, con la sección indicada en los planos adjuntos.

Asimismo, se colocarán drenajes transversales en las vaguadas y donde sea necesario desviar las aguas de escorrentía; estos drenajes serán prefabricados, de hormigón vibrocomprimido o PVC y 40/60 cm de diámetro, y se reforzarán con hormigón en masa HM-20 para evitar su deterioro con el paso de vehículos pesados.

También se instalarán tubos de drenaje del mismo tipo en los accesos a las plataformas de montaje que lo necesiten y en los accesos desde carreteras y viales existentes.

Todos los drenajes transversales dispondrán de sus correspondientes embocaduras prefabricadas de hormigón, para conducción de las aguas.

Plataformas de montaje

Junto a cada aerogenerador se dispondrá una zona especialmente acondicionada para la colocación de los medios de elevación necesarios para el montaje de los distintos elementos que componen el aerogenerador, con unas características constructivas de preparación de su superficie análogas a las de los viales del parque.

Las plataformas de montaje tendrán dimensiones de 40 x 35 m², de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del aerogenerador. En el diseño, y siempre que sea factible se situará la plataforma encima de la cota del terreno original para garantizar la evacuación del agua superficial. Esta superficie será la única que se mantenga una vez construido el aerogenerador, junto con la superficie de éste.

Adicionalmente, se dispondrá de una superficie auxiliar 20 x 95 m² sensiblemente plana y libre de vegetación para el acopio de las palas y para facilitar los trabajos de las grúas.

Debido al tamaño y peso de las torres será necesario trabajar con grúas de celosía. Por esta razón se hace necesario disponer de un espacio recto adicional, de aproximadamente 20 x 125 m, para realizar las labores de montaje de los tramos de celosía con una grúa auxiliar. Se podrá emplear para tal fin los viales de acceso a los aerogeneradores siempre que las pendientes y traza lo permitan.

Adicionalmente, para facilitar las labores de montaje se despejará una superficie auxiliar de 5 m bordeando parte de la plataforma de montaje (5 x 35 m + 5 x 45 m). Además, se despejará una superficie alrededor de la cimentación formando un rectángulo de 40 x 32 m² para facilitar los trabajos durante la obra.

Durante los trabajos de cimentación, la plataforma de la grúa servirá además como superficie de almacenamiento del material y máquinas.

Cimentación de los aerogeneradores

La cimentación de los aerogeneradores estará compuesta por una losa de hormigón de base circular de 26,00 m de diámetro, suficientemente armada, tal como se detalla en el plano de cimentación.

Las tierras excavadas se situarán en las áreas acondicionadas para el acopio temporal para ser posteriormente utilizadas en el relleno de las cimentaciones. El resto del material excavado se extenderá en las inmediaciones de forma integrada con el paisaje; también será empleado como material de relleno en la construcción de los viales nuevos.

El acceso de cables al interior de la torre se realizará a través de tubos de PVC de 200 mm embebidos en la peana de hormigón.

La cimentación de la torre anemométrica será un dado de hormigón armado de dimensiones de 10 x 10 x 3 m.

Torre anemométrica

Se instalará una torre anemométrica de 125 m de altura, metálica autoportante, de forma troncocónica, para disponer de un registro histórico de los datos de viento.

Se dotará a los equipos de la torre de suministro eléctrico en baja tensión desde el aerogenerador más cercano, mediante línea subterránea. Asimismo, se enlazarán con el bus de comunicaciones del parque.

Asimismo, se tenderá un cable de comunicaciones hasta el aerogenerador más cercano, para allí enlazar con el bus de comunicaciones del parque.

Las coordenadas U.T.M. de la torre anemométrica son las siguientes:

	COORDENADAS UTM (HUSO 30, ETRS89)	
	X	Y
Torre anemométrica	605.295	4.708.948

Zanjas para cableado

Para el tendido de cables se excavarán una zanja de 0,60 a 1,00 m de anchura y 1,00 m de profundidad.

En aquellos puntos en los que la zanja del cableado cruce pistas de servicio o sea previsible el paso de vehículos, se formarán pasos de camino, mediante tubos de PVC embebidos en un dado de hormigón de 0,8 x 0,8 m de sección. Estos cruces se realizarán perpendiculares al camino.

En el fondo de las canalizaciones y sobre un lecho de arena de 0,10 m se depositarán los cables de Media Tensión, sobre los que se extenderá otra capa de arena de 0,35 m. Sobre esta capa se colocará el cable de fibra óptica para el telecontrol y por encima de éste se extenderá otra capa de 0,15 m de arena de río lavada. Una vez colocado el cableado, la zanja se cubrirá hasta el nivel del terreno colindante con tierras seleccionadas procedentes de la propia excavación y se colocará rasilla y cinta de señalización.

Red de tierras

La red de tierras cubre dos objetivos: seguridad del personal y de la instalación, así como la provisión de una buena unión eléctrica con la tierra que garantice un correcto funcionamiento de las protecciones. Una vez realizados los trabajos de montaje y previamente a la puesta en servicio de esta posición, se procederá a la medida de las tensiones de paso y contacto de la red en cada uno de los centros de transformación de la instalación.

Se tenderá un cable de comunicaciones enlazando los aerogeneradores, la subestación y la torre anemométrica con el equipo de monitorización en el edificio de control. El cable será de fibra óptica, con armadura de protección, y se tenderá directamente enterrado en la zanja de cables de eléctricos, manteniendo las distancias de separación reglamentarias.

El tendido de este conductor se hará en un nivel superior de la zanja, tras el cual se dispondrá una capa de arena de río de un mínimo de 10 cm de espesor, una rasilla de protección y una cinta de señalización de presencia de cables.

Servicios

La instalación no precisa abastecimiento de servicios como agua, gas o electricidad.

La electricidad en Baja Tensión para la operación del parque será suministrada por la propia instalación, tomándose de los transformadores de servicios auxiliares ubicados en los aerogeneradores, subestación y edificio de control.

Dada la escasa presencia de personal durante la explotación del parque, las necesidades de agua potable se cubrirán mediante un depósito de 500 litros que se llenará periódicamente con camión-aljibe. Por tanto, no se precisan infraestructuras para el abastecimiento de agua.

De igual manera, las aguas residuales producidas serán de escasa entidad y se almacenarán en una fosa estanca enterrada que será vaciada periódicamente por gestor de residuos autorizado.

Zonas de acopio

Por motivos logísticos se propone la ubicación de una zona de acopio para agilizar la construcción para acopio de los elementos del aerogenerador, maquinaria y casetas de obra. Al finalizar la obra se dismantelará y se restaurará la superficie afectada.

Línea de evacuación

Se propone evacuación conjunta con los parques eólicos Valdetina y Akermendia. Para ello, se plantea una línea de evacuación que conectará el P.E Santa Águeda mediante línea de media tensión aéreo-sbterránea de 30 kV con la subestación Valdetina, donde se transformará a 220 kV evacuando esa energía mediante una línea aérea de 220 kV de unos 12,1 km de longitud hasta la subestación de "Muruarte". La evacuación será conjunta entre los parques eólicos Akermendia, Valdetina y Santa Águeda.

La descripción y características de la línea de 30 kV viene como Anexo al presente Anteproyecto.

Los anteproyectos de la línea de evacuación de 220 kV y la subestación "Valdetina" se presentaron junto al del Parque Eólico Valdetina.

6.5. Instalación eléctrica de media tensión

Centros de Transformación de aerogeneradores

El aerogenerador produce energía eléctrica a 690 V, que es elevada para su transporte a 30 kV en un centro de transformación ubicado en el interior del fuste del aerogenerador. Este centro de transformación comprende las celdas de maniobra y protección M.T. y un transformador de aislamiento seco.

El acceso se hará mediante la puerta situada en la base, que dispondrá de lamas metálicas para facilitar la ventilación natural a través del fuste.

El centro de transformación estará constituido por los siguientes elementos:

- Transformador B.T./M.T.
- Enlace de M.T. entre transformador y celda
- Celdas de M.T.
- Material de seguridad
- Red de tierras

Transformador

El transformador de B.T./M.T. con aislamiento en aceite de silicona, tendrá las siguientes características:

Potencia asignada	5000 kVA (aerogenerador de 4,09 MW)
Tipo de máquina	Trifásica
Aislamiento y refrigerante	Seco
Instalación	Interior
Tipo de servicio	Continuo
Refrigeración	ONAN
Frecuencia	50 Hz
Tensión primaria	690 V
Tensión secundaria	$30 \pm 2,5 \pm 5\%$ kV
Regulación	En vacío
Conexión	Triángulo/estrella
Grupo de conexión	Dyn 5
Tensión de cortocircuito	8%

El transformador estará dotado de protección de temperatura, nivel y presión de aceite, con contactos de alarma y disparo. Éste último actuará sobre la bobina de disparo del interruptor M.T.

Para protección contra contactos directos, el embarrado de baja tensión estará protegido por envolvente metálica. Las conexiones de M.T. se harán con bornes enchufables y las de B.T. mediante tornillos para conectarse a cables o pletinas.

Enlace de M.T. entre transformador y celda

La interconexión entre el transformador y la celda de M.T. se hará con cable RHZ1 18/30 kV de 3 (1x95) mm² de sección en cobre y 6 metros de longitud. Para el conexionado se emplearán conectores enchufables tanto en el lado del transformador como en la celda de M.T.

Celdas de protección

Se instalarán celdas compactas de tipo monobloque de dimensiones reducidas y en las que toda la aparamenta y embarrado están comprendidas, por diseño, en una única envolvente metálica, hermética y rellena de SF₆.

Las características eléctricas de las celdas son:

Tensión nominal asignada	36 kV
Tensión de servicio	30 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Intensidad nominal	630 A

Niveles de aislamiento:

Tensión ensayo corta duración (1 minuto)	50 kV
Tensión impulsos tipo rayo (1,2/50 μ s)	125 kV
Intensidad cc admisible corta duración (1seg, valor eficaz)	16 kA
Intensidad cc admisible (valor cresta)	40 kA

La celda dispondrá de enclavamientos eléctricos y mecánicos que impidan la realización de maniobras de riesgo tanto para el aparellaje como para el personal de operación:

- No se podrá cerrar el seccionador de puesta a tierra si no está abierto el interruptor.
- No se podrá cerrar el interruptor si no está abierto el seccionador de puesta a tierra.
- El acceso a los conectores de línea estará dotado de una tapa con cerradura enclavada con la puesta a tierra de la celda de línea correspondiente de la subestación.

Las celdas se instalarán en el nivel inferior de la torre del aerogenerador, enfrente del cuadro de control de la unidad, soportadas sobre vigas metálicas o elementos similares.

Material de seguridad

- Guantes aislantes de 36 kV.
- Pértiga de detección de tensión de 36 kV.
- Banqueta aislante interior de 36 kV.
- Cartel de primeros auxilios.
- Placas de riesgo eléctrico.
- Extintor contra incendios.
- Armario de primeros auxilios.

Red de Media Tensión

La red subterránea de 30 kV se realizará con cable de aislamiento 18/30 kV, de polietileno reticulado, armado con fleje de aluminio, con cubierta exterior de poliolefinas, tipo RHZ1, en aluminio de sección variable según tramo.

La capacidad máxima utilizada en cada una de las secciones no excederá el 90% de la intensidad de transporte del cable, de acuerdo con la recomendación del fabricante, para las condiciones específicas del tendido.

Se instalarán pararrayos en cada una de las tres fases de los extremos de la red de 30 kV, con el fin de proteger de posibles sobretensiones.

Los pararrayos presentarán las siguientes características:

Tipo	Interior
Tensión asignada	300 kV
Poder de descarga	10 KA

Red de tierras

La red de tierras cubre dos objetivos: seguridad del personal y de la instalación, así como la provisión de una buena unión eléctrica con la tierra que garantice un correcto funcionamiento de las protecciones. Una vez realizados los trabajos de montaje y previamente a la puesta en servicio de esta posición, se procederá a la medida de las tensiones de paso y contacto de la red.

Se tenderá un cable de comunicaciones enlazando los aerogeneradores, la subestación y la torre anemométrica con el equipo de monitorización en el edificio de control. El cable será de fibra óptica, con armadura de protección, y se tenderá directamente enterrado en la zanja de cables de eléctricos, manteniendo las distancias de separación reglamentarias.

El tendido de este conductor se hará en un nivel superior de la zanja, tras el cual se dispondrá una capa de arena de río de un mínimo de 10 cm de espesor, una rasilla de protección y una cinta de señalización de presencia de cables.

Cable de comunicaciones

Se tenderá un cable de comunicaciones enlazando los aerogeneradores, la torre anemométrica y la subestación con el equipo de monitorización en el edificio de control. El cable será de fibra óptica, con armadura de protección, y se tenderá directamente enterrado en la zanja de cables de eléctricos, manteniendo las distancias de separación reglamentarias.

El tendido de este conductor se hará en un nivel superior de la zanja, tras el cual se dispondrá una capa de arena de río de un mínimo de 10 cm de espesor, una rasilla de protección y una cinta de señalización de presencia de cables.

6.6. Cumplimiento código de red

Los aerogeneradores cumplen con el P.O. 12.3 del Operador del Sistema Eléctrico, "Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones de producción de régimen especial".

El parque eólico, aerogeneradores e instalaciones de evacuación cumplen de forma individual con los requerimientos del reglamento UE-631/2016, el RD647/2020 y la orden ministerial TED/749/2020 que lo desarrolle y tendrá las certificaciones necesarias por entidad acreditada por ENAC para garantizar el cumplimiento a nivel de instalación.

7. EVACUACIÓN DE ENERGÍA

Los aerogeneradores estarán unidos por circuitos eléctricos soterrados de 30 KV que se encargarán de transportar la energía eléctrica producida a través de una línea de 30 kV hasta la subestación transformadora 30/220kV, denominada ST 30/220kV Valdetina (ubicada en el anexo PE Valdetina), en la cual se dispone de un transformador que elevará la tensión de 30KV a 220KV.

De dicha ST 30/220kV partirá un tendido de evacuación de 220kV que permita la conexión desde el parque eólico hasta el punto de entrega de la energía producida en la SET 220KV Muruarte colectora, anexa a la SET 220/400kV REE Muruarte, la cual permite la conexión del parque eólico con la Red de Transporte Nacional dependiente de Red Eléctrica de España.

Esta línea de evacuación será compartida por los cercanos parques eólicos de Valdetina y Akermendia, de manera que la línea eléctrica de evacuación transportará la energía producida en los PPEE de Santa Agueda, Akermendia y Valdetina.

Los anteproyectos de la línea de evacuación de 220 kV y la subestación "Valdetina" se presentaron junto al del Parque Eólico Valdetina.

La descripción y características de la línea de 30 kV viene como Anexo al presente Anteproyecto.

8. PROGRAMA DE EJECUCIÓN

Se adjunta a continuación el programa de ejecución de los trabajos.

P.E. SANTA ÁGUEDA

Id	Nombre de tarea	Duración	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
1	DURACIÓN TOTAL	292 días										
2	CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS DE ACCESO	48 días										
3	Desbroce	15 días										
4	Movimiento de tierras	45 días										
5	Extendido y compactado	15 días										
6	CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMAS	121 días										
7	Desbroce	30 días										
8	Movimiento de tierras	96 días										
9	Extendido y compactado	60 días										
10	EJECUCIÓN DE ZANJAS	30 días										
11	Apertura de zanja	21 días										
12	Tapado de zanja	21 días										
13	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	165 días										
14	Tendido de conductores MT y fibra óptica	21 días										
15	Instalación botellas de conexión	145 días										
16	CONSTRUCCIÓN CIMENTACIONES	240 días										
17	Construcción cimentaciones AG 1-4	180 días										
18	Construcción cimentaciones AG 4-9	210 días										
19	INSTALACIÓN AEROGENERADORES	173 días										
20	Montaje torre, góndola y palas	173 días										
21	Pruebas de puesta en marcha circuitos 1-2	5 días										
22	RECEPCIÓN PROVISIONAL DEL PARQUE	1 día										
23	RESTAURACIÓN VEGETAL	14 días										

Proyecto: P.E. Santa Águeda Fecha: noviembre de 2020	Tarea	
	Resumen	

9. ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE AFECTADA

La superficie que ocupará el proyecto es por tanto la siguiente:

• Plataformas de montaje de los aerogeneradores	66.517 m ²
• Cimentaciones	4.779 m ²
• Caminos	44.652,6 m ²
• Zona de obra y acopio y parking.	5.000 m ²
• Torre anemométrica	1.100 m ²
• Zanjas*	3.300 m ²
TOTAL	125.348,6 m²

* Zanjas no incluidas en la afección de caminos

La afección de las zanjas que discurren paralelas a los caminos se ha considerado en éstos. Para el resto la superficie considerada es de 2 m.

Adicionalmente, la implantación del proyecto establece otras servidumbres que suponen la ocupación del subsuelo y el vuelo, y que no se consideran por tanto como ocupación del terreno, ya que no impiden las actividades tradicionales en la zona:

• Servidumbre de vuelo de palas	190.116,621 m ²
---------------------------------	----------------------------

Esta baja ocupación posibilita el mantenimiento de las actividades tradicionales forestales, agrícolas y ganaderas en el área del proyecto.

10. CONCLUSIÓN

Con el presente anteproyecto y demás documentación que se acompaña, se consideran adecuadamente descritas y justificadas las instalaciones del Parque Eólico "Santa Águeda".

PRESUPUESTO

A continuación, se indica el presupuesto estimado del parque eólico Santa Águeda:

Capítulo I:	AEROGENERADORES	21.194.500 €
Capítulo II	TORRE ANEMOMÉTRICA	120.000 €
Capítulo III:	OBRA CIVIL	5.396.610 €
Capítulo IV:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA M.T.	126.210 €
Capítulo V:	SEGURIDAD Y SALUD	35.000 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		26.872.319 €
Gastos Generales y Beneficio Industrial (16%)		4.299.571 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		31.171.891 €

ANEXO I. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ÍNDICE

1.- TRAFO AEROGENERADOR	1
2.- RED INTERIOR DE 30 kV	1

1. TRAFIO AEROGENERADOR

Elección del trafo

La potencia nominal del aerogenerador es 4.090 kW. Considerando conservadoramente el factor de potencia como 0,92, tenemos:

$$P_{ap} = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{4090}{0,92} = 4.456 \text{ kVA}$$

Se instalará un transformador de 5000 kVA 690V/30kV en el aerogenerador.

2. RED INTERIOR DE 30 kV

En las tablas que se acompañan a continuación se recogen los valores de cálculo de los parámetros eléctricos para la red de 30 kV. Las fórmulas aplicadas son:

$$I = \frac{\sum P_i \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta}$$

$$\Delta P = \sum \frac{I_i^2 \cdot xL_i}{\rho \cdot S_i} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cos \theta + X \sin \theta).$$

Donde:

I	Intensidad nominal en el tramo, en A.
P	Potencia nominal del aerogenerador, en MW.
U	Tensión nominal, en kV.
$\cos \theta$	Factor de potencia.
ΔU	Caída de tensión, en %.
ΔP	Pérdida de potencia, en kW.
L	Longitud del tramo de línea entre dos aerogeneradores, en m.
S	Sección del conductor, en mm ² .
ρ	Conductividad para el aluminio, $35 \text{ m}\Omega^{-1} \text{ mm}^{-2}$
R	Resistencia del conductor, en Ω/Km .
X	Reactancia del conductor, en Ω/Km .

Datos de los cables utilizados

Sección (mm ²)	R (Ω/Km)	X (Ω/Km)
95	0,43	0,13
150	0,277	0,118

240	0,168	0,109
400	0,105	0,102

Circuito 1- Santa Agueda
n° aeros

4

<i>N° Aerogenerador</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>Paso Sub-Aer</i>
Tramo	1-2	2-3	3-4	4-Paso Sub-Aer	
Longitud [m]	580	586	671	2338	
Potencia acumulada [MW]	4,09	8,19	12,28	12,28	
Intensidad acumulada [A]	85,62	171,24	256,86	256,86	
Conductores por fase	1	1	1	1	
Temp. Terreno	25	25	25	25	
Coefficiente	1	1	1	1	
Resistividad terreno	100	100	101	100	
Coefficiente	1	1	1	1	
Ternas unipolares en zanja	1	1	1	2	
Factor de corrección	1	1	1	0,82	
Profundidad terreno	100	100	101	100	
Corrección	1	1	1	1	
Coefficiente total	0,9	0,9	0,9	0,738	
Sección [mm²]	150	150	240	400	
Intensidad admisible [A]	260	260	345	445	
Intensidad asignada [A]	234	234	310,5	328,41	
c.d.t. [%]	0,086	0,174	0,166	0,407	
Pérdidas [kW]	3,53	14,28	17,90	38,91	
Pérdidas acumuladas [kW]	3,53	14,28	17,90	38,91	
Vol cable [m³]	0,08700	0,08790	0,16104	0,93520	
Req	0,00241	0,00972	0,01218	0,02649	
Cargada la línea	37%	73%	83%	78%	
N° aeros que lleva el tramo	1	2	3	3	
	OK	OK	OK	OK	

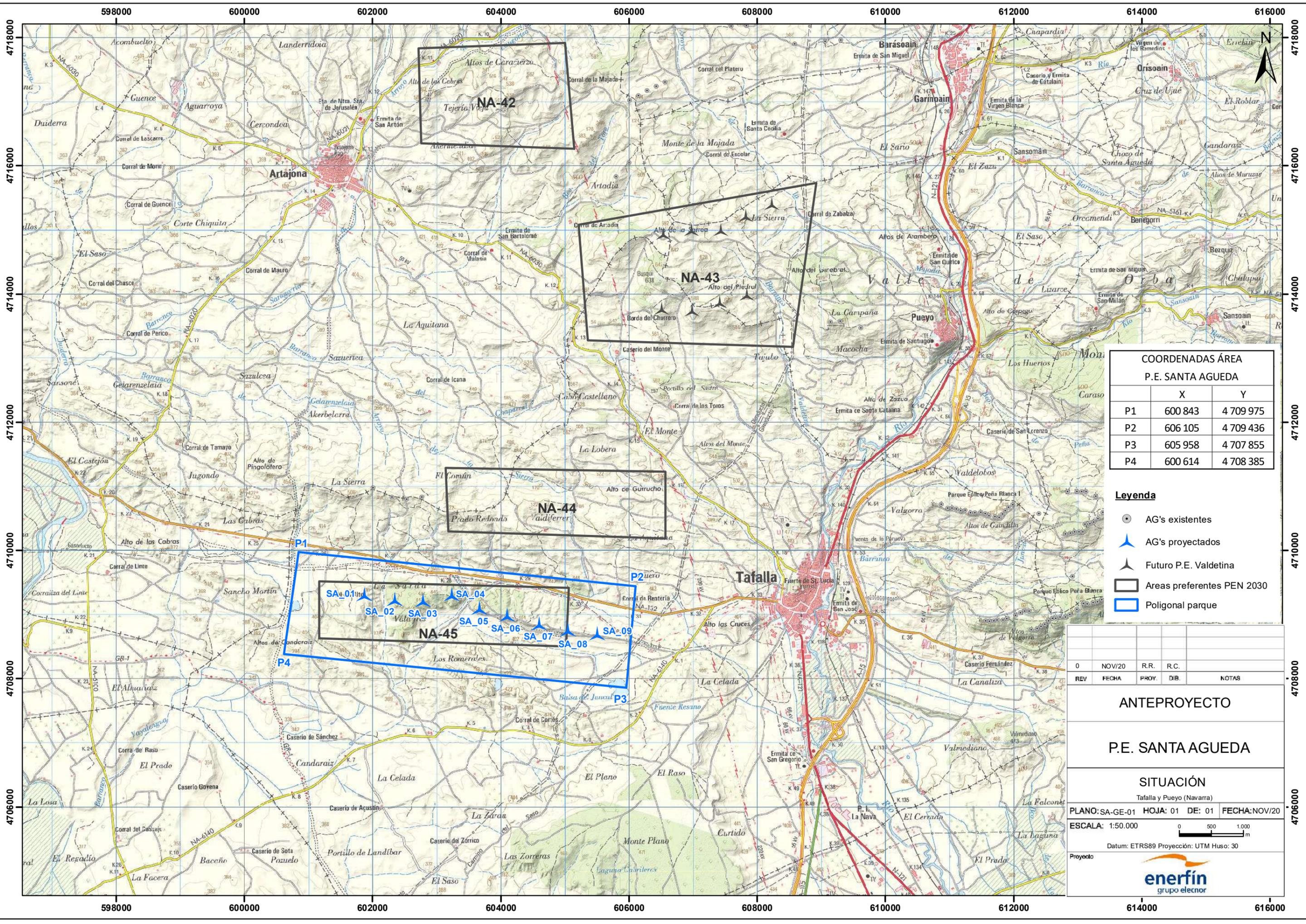
Circuito 2- Santa Agueda
n° aeros

5

<i>N° Aerogenerador</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>Paso Sub-Aer</i>
Tramo	6-7	7-8	8-5	5-Paso Sub-Aer	6-5	
Longitud [m]	597	681	2639	290	824	
Potencia acumulada [MW]	4,09	8,19	12,28	20,47	4,09	
Intensidad acumulada [A]	85,62	171,24	256,86	428,1	85,62	
Conductores por fase	1	1	1	1	1	
Temp. Terreno	25	25	25	25	25	
Coefficiente	1	1	1	1	1	
Resistividad terreno	100	101	102	101	100	
Coefficiente	1	1	1	1	1	
Ternas unipolares en zanja	2	2	2	2	2	
Factor de corrección	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	
Profundidad terreno	100	101	102	100	100	
Corrección	1	1	1	1	1	
Coefficiente total	0,738	0,738	0,738	0,738	0,738	
Sección [mm²]	150	240	400	630	150	
Intensidad admisible [A]	260	345	445	660	260	
Intensidad asignada [A]	191,88	254,61	328,41	487,08	191,88	
c.d.t. [%]	0,089	0,112	0,459	0,061	0,123	
Pérdidas [kW]	3,64	8,07	43,92	8,06	5,02	
Pérdidas acumuladas [kW]	3,64	8,07	43,92	8,06	5,02	
Vol cable [m³]	0,08955	0,16344	1,05560	0,18270	0,12360	
Req	0,00131	0,00292	0,01588	0,00291	0,00181	
Cargada la línea	45%	67%	78%	88%	45%	
N° aeros que lleva el tramo	1	2	3	5	1	
	OK	OK	OK	OK	OK	

INDICE DE PLANOS

SA-GE-01	Situación
SA-GE-02	Emplazamiento
SA-GE-03	Ortofoto
SA-GE-04	Evacuación de energía
SA-AG-01	Aerogenerador tipo
SA-AG-02	Torre anemométrica
SA-IE-01	Esquema unifilar Aerogenerador
SA-IE-02	Esquema unifilar M.T. parque
SA-IE-03	Puesta a tierra Aerogenerador
SA-OC-01	Trazado viales y zanjas
SA-OC-02	Cimentación aerogenerador tipo
SA-OC-03	Cimentación torre anemométrica
SA-OC-04	Plataforma tipo
SA-OC-05	Sección de vial tipo
SA-OC-06	Sección zanja tipo



COORDENADAS ÁREA
P.E. SANTA AGUEDA

	X	Y
P1	600 843	4 709 975
P2	606 105	4 709 436
P3	605 958	4 707 855
P4	600 614	4 708 385

- Leyenda**
- AG's existentes
 - AG's proyectados
 - Futuro P.E. Valdentina
 - Areas preferentes PEN 2030
 - Poligonal parque

REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
0	NOV/20	R.R.	R.C.	

ANTEPROYECTO
P.E. SANTA AGUEDA

SITUACIÓN
Tafalla y Puyo (Navarra)

PLANO: SA-GE-01 HOJA: 01 DE: 01 FECHA: NOV/20
ESCALA: 1:50.000

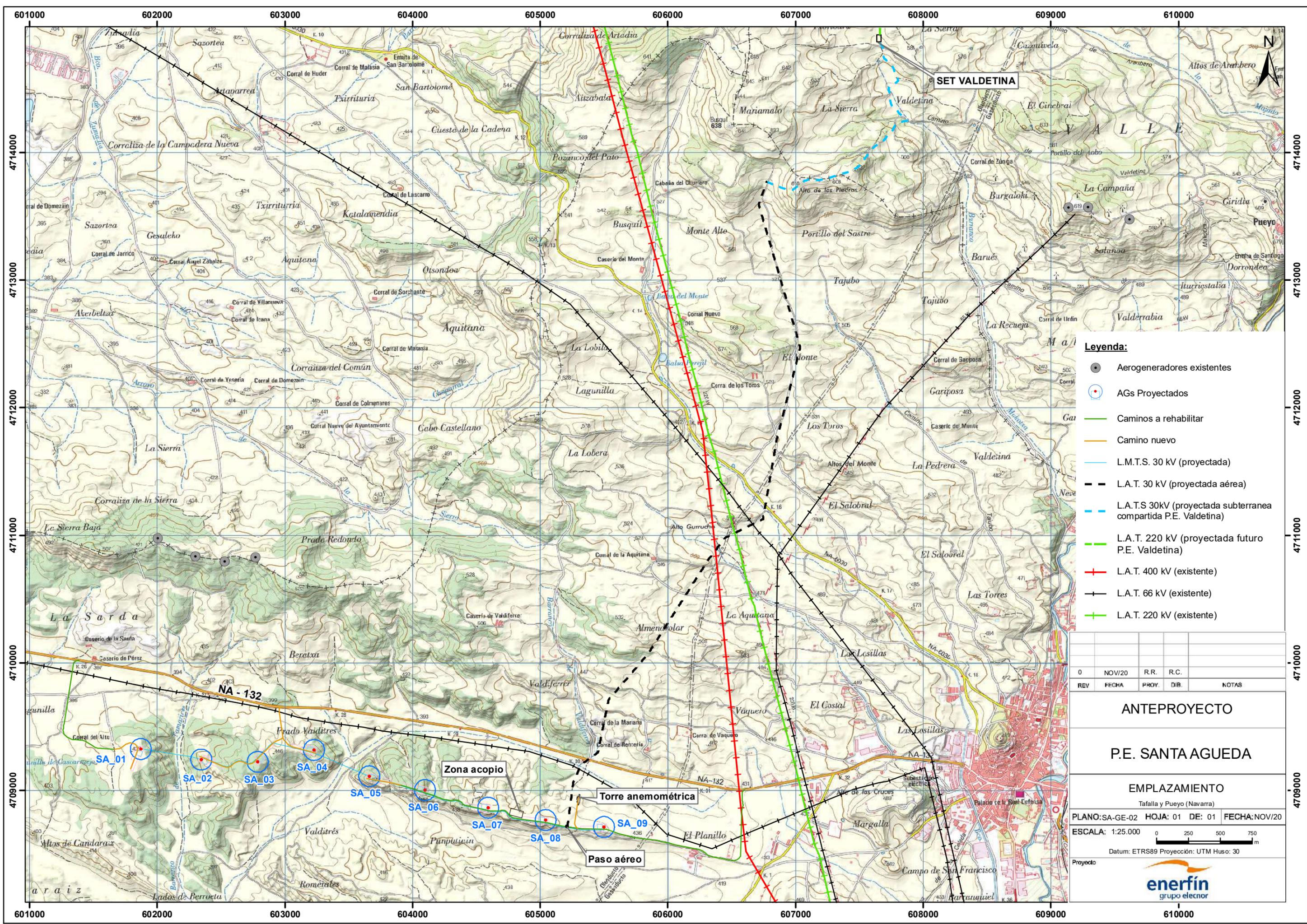
Datum: ETRS89 Proyección: UTM Huso: 30



4718000
4716000
4714000
4712000
4710000
4708000
4706000

598000 600000 602000 604000 606000 608000 610000 612000 614000 616000

4718000
4716000
4714000
4712000
4710000
4708000
4706000



- Leyenda:**
- Aerogeneradores existentes
 - AGs Propietarios
 - Caminos a rehabilitar
 - Camino nuevo
 - L.M.T.S. 30 kV (proyectada)
 - L.A.T. 30 kV (proyectada aérea)
 - L.A.T.S 30kV (proyectada subterránea compartida P.E. Valdetina)
 - L.A.T. 220 kV (proyectada futuro P.E. Valdetina)
 - L.A.T. 400 kV (existente)
 - L.A.T. 66 kV (existente)
 - L.A.T. 220 kV (existente)

REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
0	NOV/20	R.R.	R.C.	

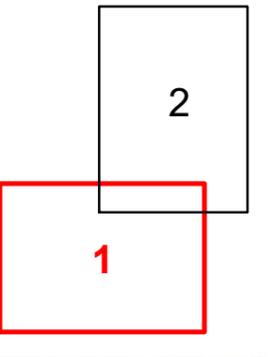
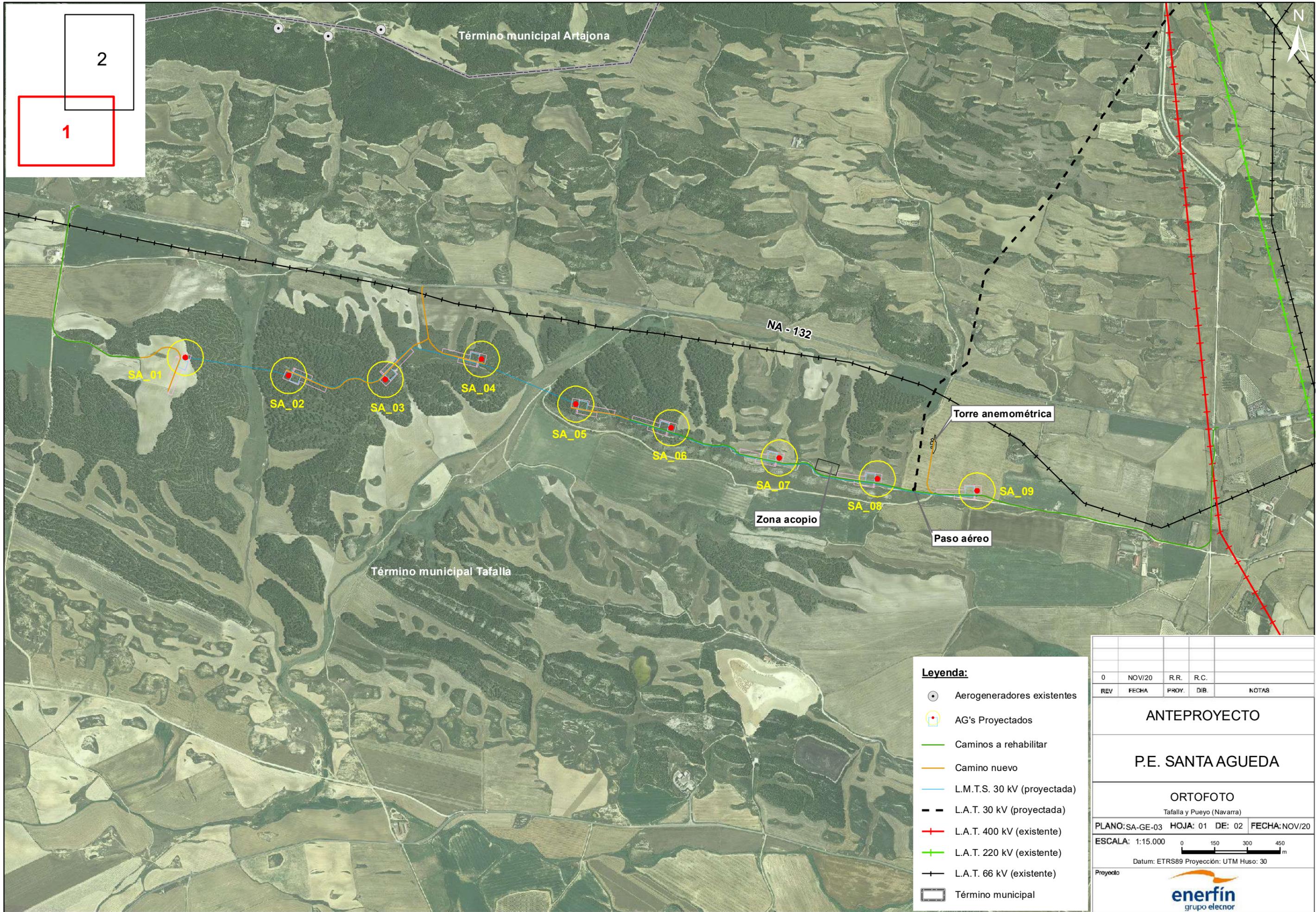
ANTEPROYECTO

P.E. SANTA AGUEDA

EMPLAZAMIENTO

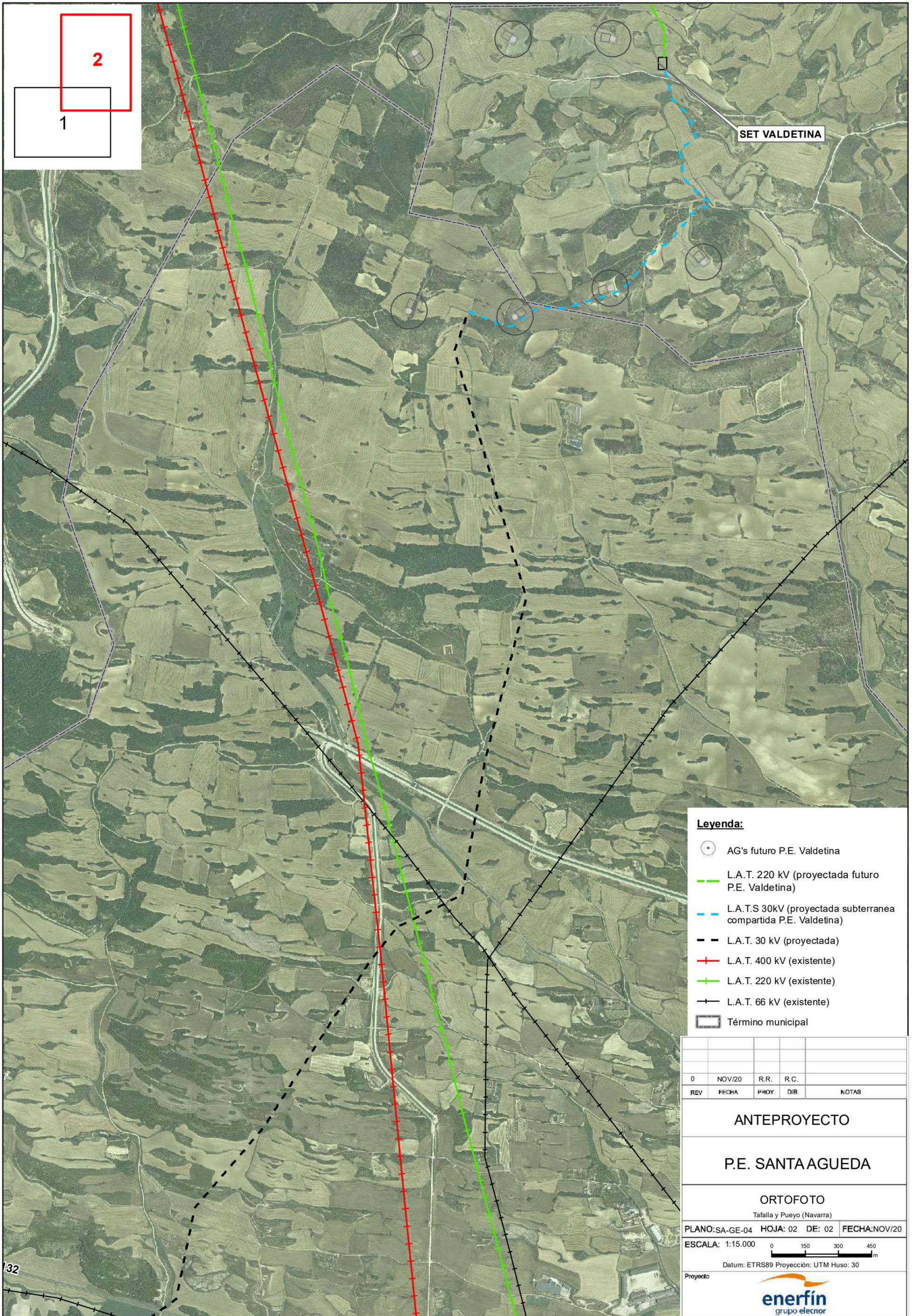
Tafalla y Pueyo (Navarra)
 PLANO:SA-GE-02 HOJA: 01 DE: 01 FECHA:NOV/20
 ESCALA: 1:25.000
 Datum: ETRS89 Proyección: UTM Huso: 30





- Leyenda:**
- Aerogeneradores existentes
 - AG's Propietarios
 - Caminos a rehabilitar
 - Camino nuevo
 - L.M.T.S. 30 kV (proyectada)
 - L.A.T. 30 kV (proyectada)
 - L.A.T. 400 kV (existente)
 - L.A.T. 220 kV (existente)
 - L.A.T. 66 kV (existente)
 - Término municipal

0	NOV/20	R.R.	R.C.	
REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
ANTEPROYECTO				
P.E. SANTA AGUEDA				
ORTOFOTO Tafalla y Pueyo (Navarra)				
PLANO: SA-GE-03		HOJA: 01	DE: 02	FECHA: NOV/20
ESCALA: 1:15.000				
Datum: ETRS89 Proyección: UTM Huso: 30				
Proyecto				



Leyenda:

-  AG's futuro P.E. Valdetina
-  L.A.T. 220 kV (proyectada futuro P.E. Valdetina)
-  L.A.T.S 30kV (proyectada subterranea compartida P.E. Valdetina)
-  L.A.T. 30 kV (proyectada)
-  L.A.T. 400 kV (existente)
-  L.A.T. 220 kV (existente)
-  L.A.T. 66 kV (existente)
-  Término municipal

REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
0	NOV/20	R.R.	R.C.	

ANTEPROYECTO

P.E. SANTAAGUEDA

ORTOFOTO

Tafalla y Pueyo (Navarra)

PLANO:SA-GE-04 HOJA: 02 DE: 02 FECHA:NOV/20

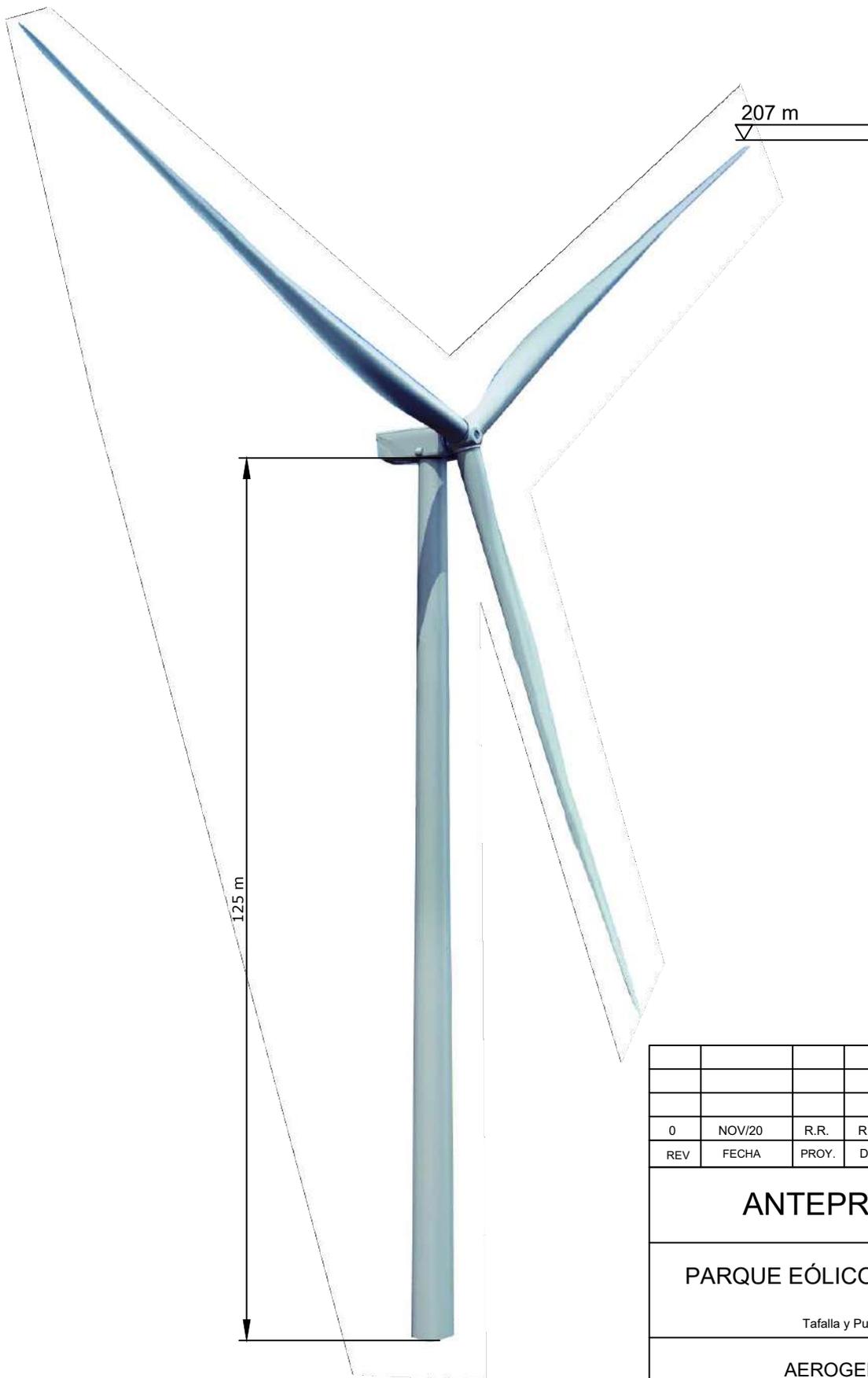
ESCALA: 1:15.000



Datum: ETRS89 Proyección: UTM Huso: 30

Proyecto





Altura total	207 m
Altura buje	125 m
Diámetro de rotor	164 m

0	NOV/20	R.R.	R.C.	
REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS

ANTEPROYECTO

PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA

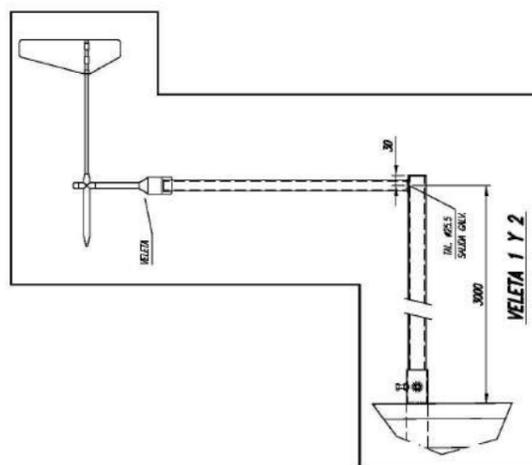
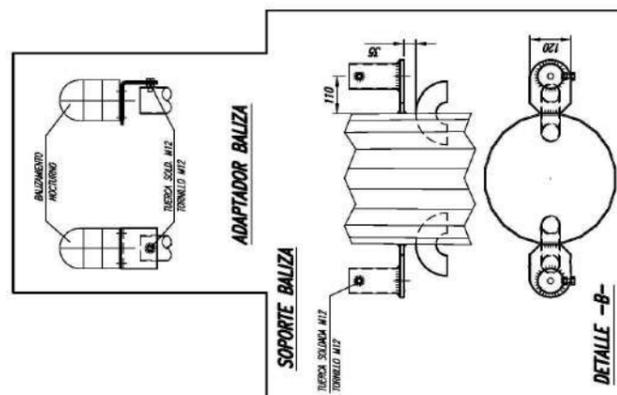
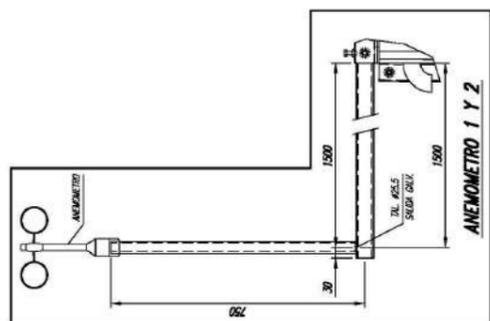
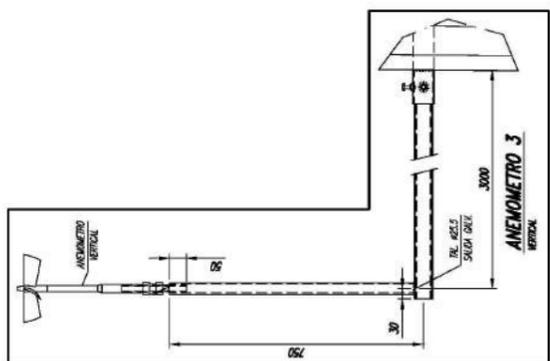
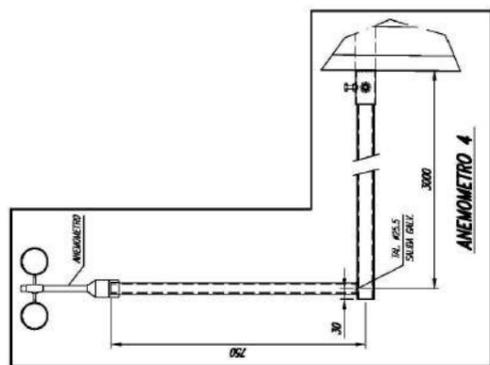
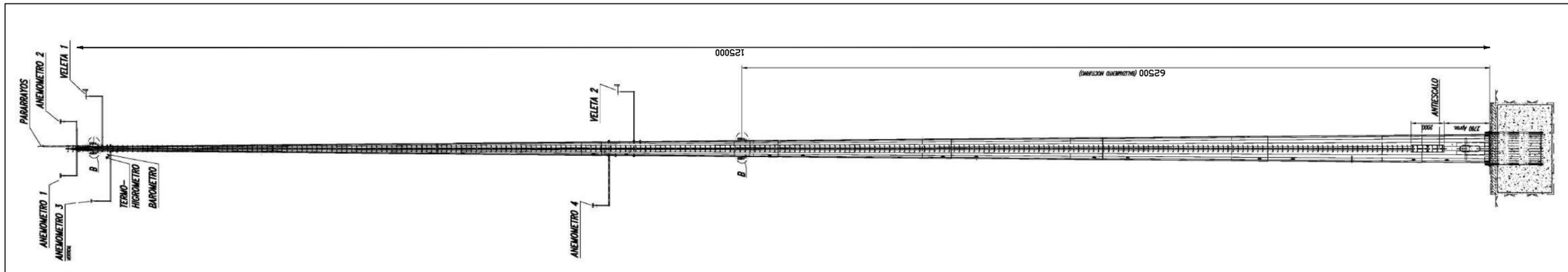
Tafalla y Pueyo (Navarra)

AEROGENERADOR

PLANO: SA-AG-01 | HOJA: 01 DE: 01 | FECHA: NOV/20

ESCALA: --





0	NOV/20	R.R.	R.C	
REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS

ANTEPROYECTO

PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA

Tafalla y Pueyo (Navarra)

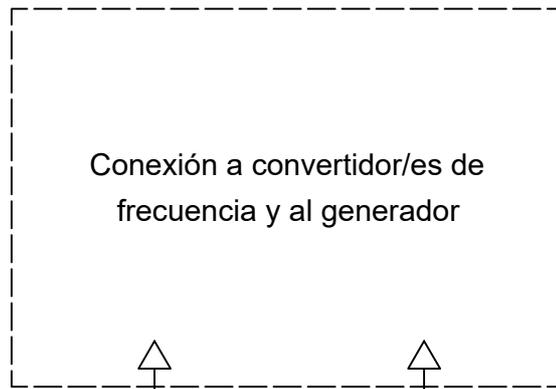
TORRE ANEMOMÉTRICA

PLANO: SA-AG-02 HOJA: 1 DE: 1 FECHA: NOV/20

ESCALA: --



BASE DE LA TORRE



Cuadro B.T.

Transformador

Celdas M.T.

REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
0	NOV/20	R.R.	R.C.	

ANTEPROYECTO

PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA

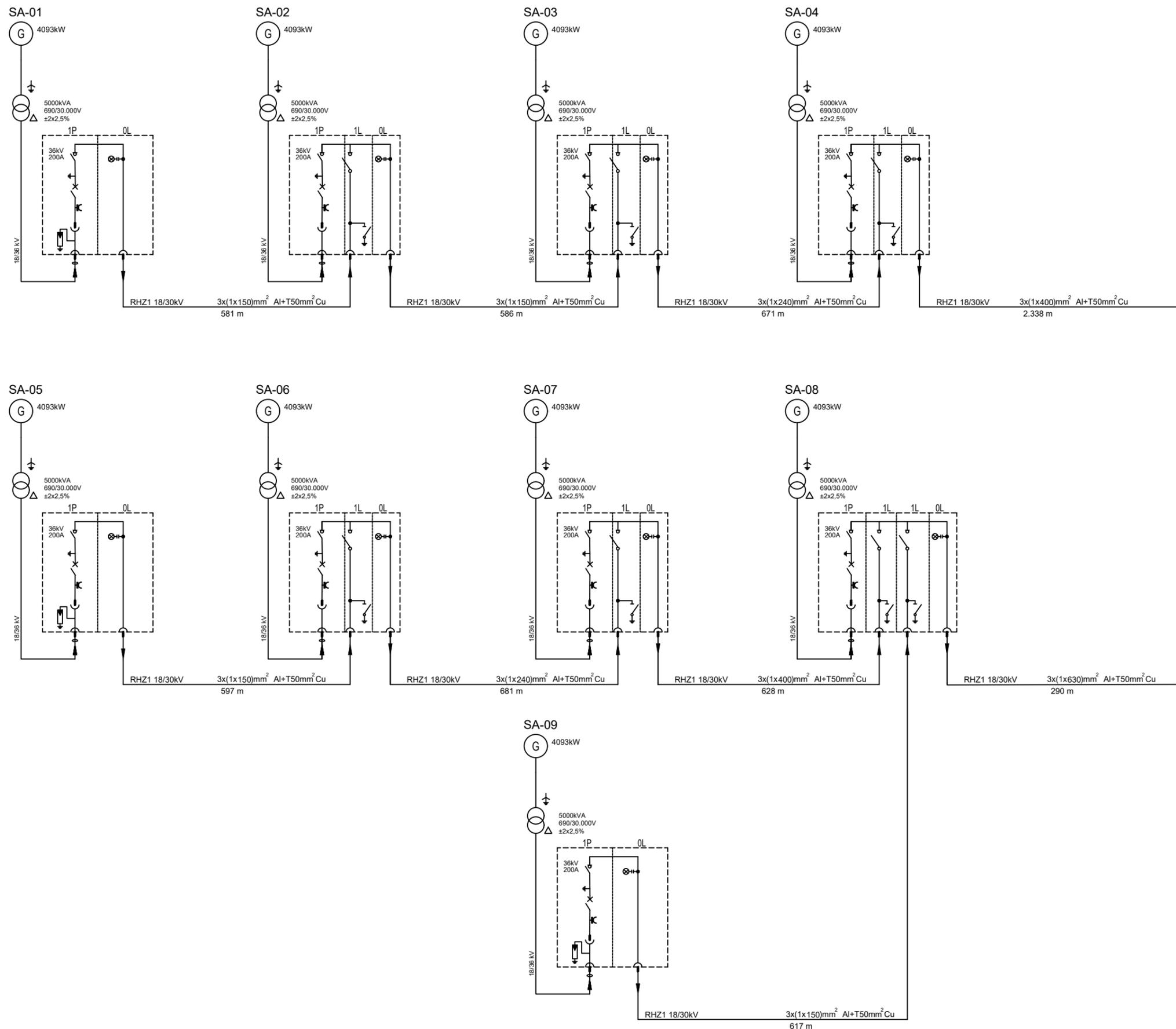
Tafalla y Pueyo (Navarra)

ESQUEMAS UNIFILARES AEROGENERADORES

PLANO: SA-IE-01 | HOJA: 01 DE: 01 | FECHA: NOV/20

ESCALA: S/E





Paso
subterráneo - aéreo

LAAT 30kV DC LA 280

0	NOV/20	R.R.	R.C.	
REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS

ANTEPROYECTO

PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA

Tafalla y Pueyo (Navarra)

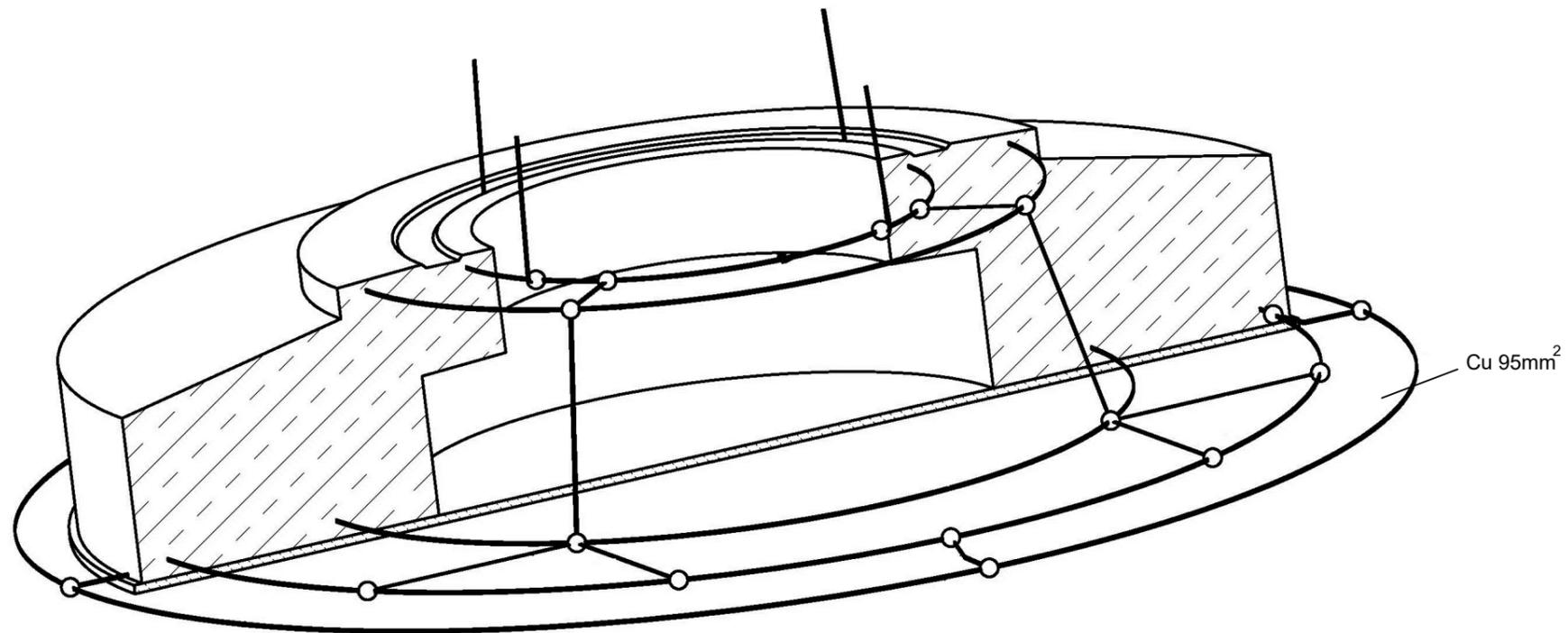
ESQUEMA UNIFILAR M.T.

PLANO: SA-IE-02 HOJA: 01 DE: 01 FECHA: NOV/20

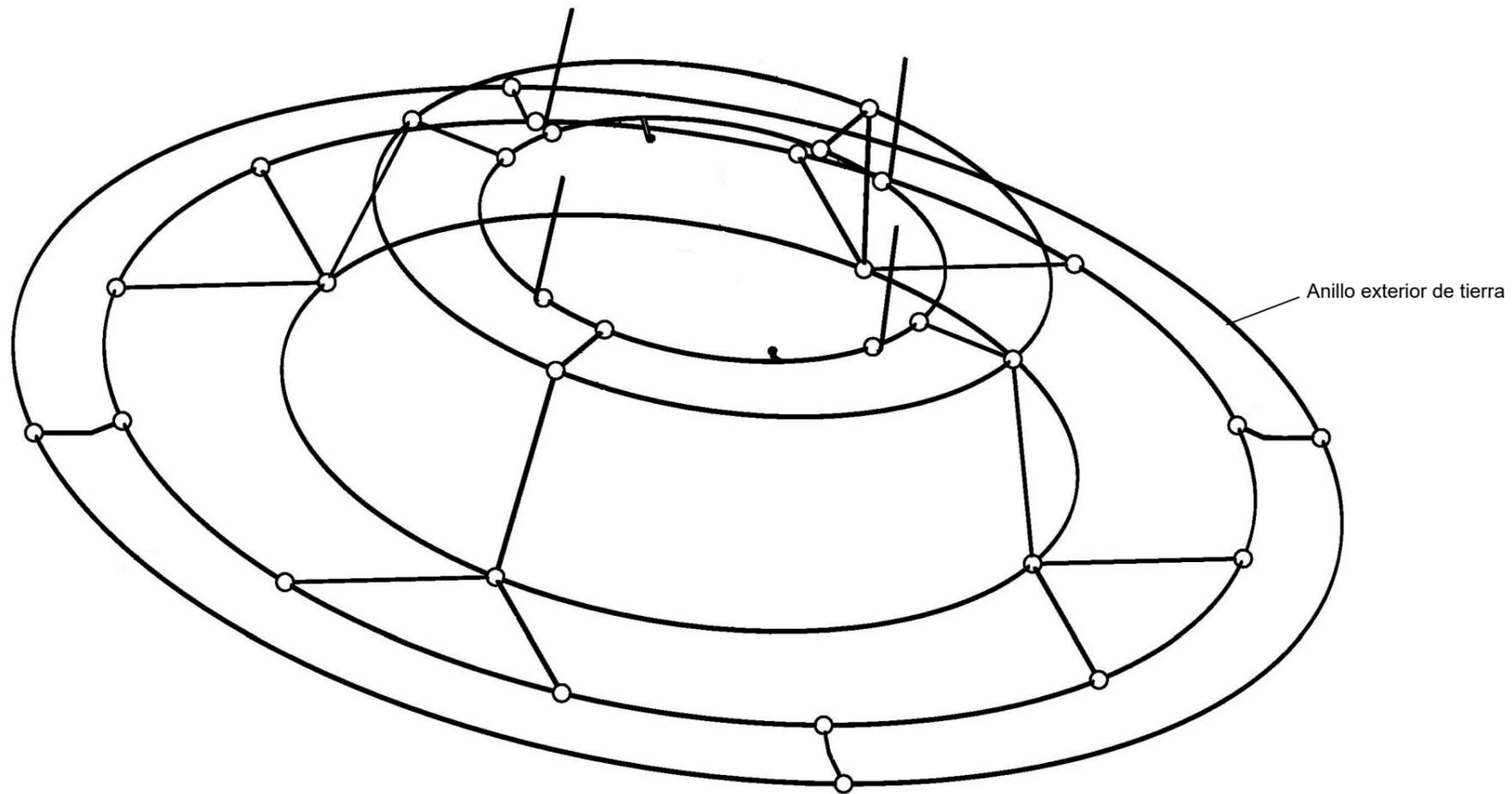
ESCALA: --



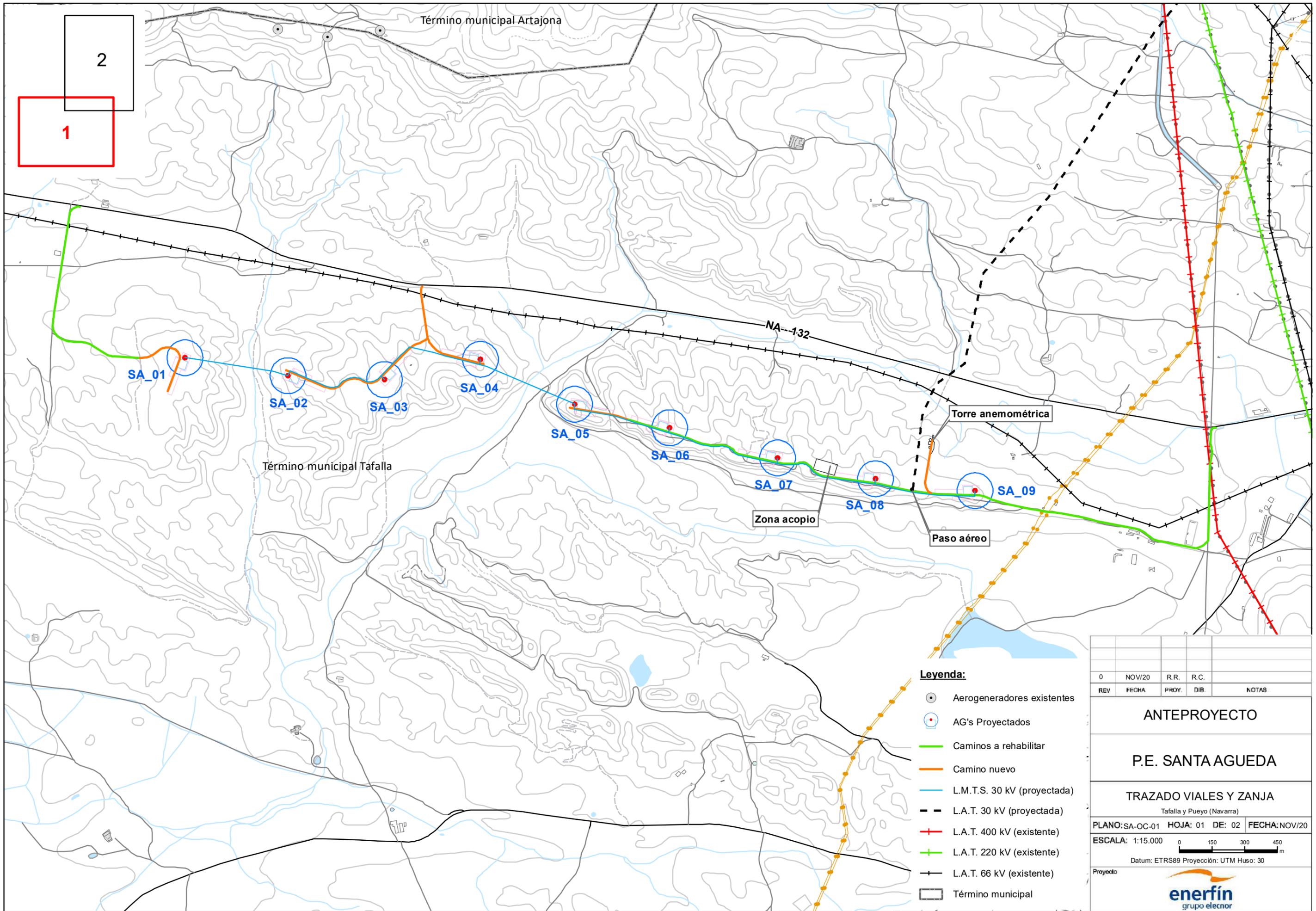
VISTA ISOMÉTRICA Y SECCIÓN DE LA CIMENTACIÓN



VISTA ISOMÉTRICA



REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
0	NOV/20	R.R.	R.C.	
ANTEPROYECTO				
PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA				
Tafalla y Pueyo (Navarra)				
PUESTA EN TIERRA AEROGENERADOR				
PLANO: SA-IE-03		HOJA: 01 DE: 01		FECHA: NOV/20
ESCALA: --				
				



2
1

Término municipal Artajona

Término municipal Tafalla

NA-132

Torre anemométrica

Zona acopio

Paso aéreo

SA_01

SA_02

SA_03

SA_04

SA_05

SA_06

SA_07

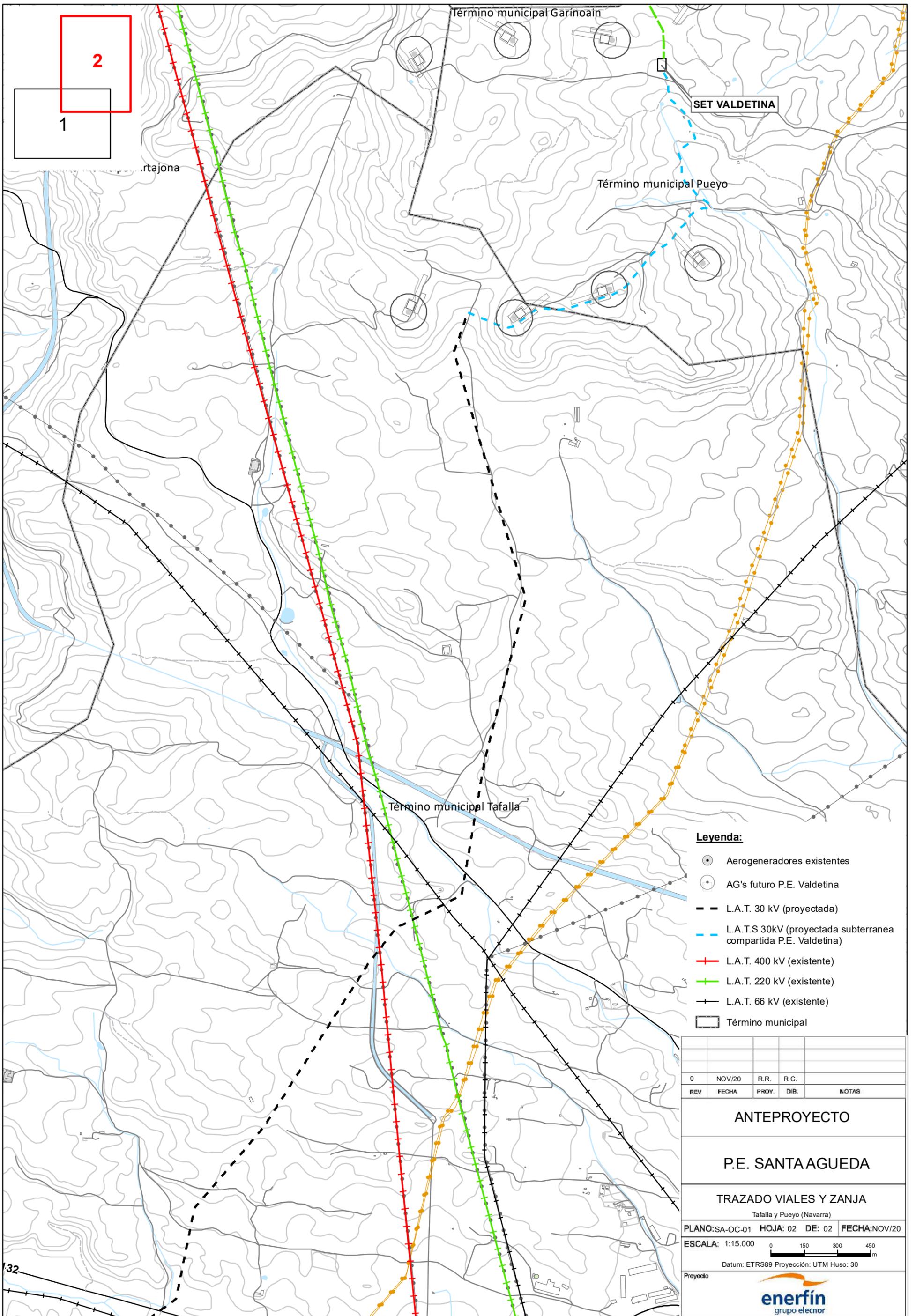
SA_08

SA_09

Leyenda:

- Aerogeneradores existentes
- AG's Projectados
- Caminos a rehabilitar
- Camino nuevo
- L.M.T.S. 30 kV (proyectada)
- L.A.T. 30 kV (proyectada)
- L.A.T. 400 kV (existente)
- L.A.T. 220 kV (existente)
- L.A.T. 66 kV (existente)
- Término municipal

0	NOV/20	R.R.	R.C.	
REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
ANTEPROYECTO				
P.E. SANTA AGUEDA				
TRAZADO VIALES Y ZANJA				
Tafalla y Pueyo (Navarra)				
PLANO: SA-OC-01		HOJA: 01		DE: 02
FECHA: NOV/20				
ESCALA: 1:15.000				
Datum: ETRS89 Proyección: UTM Huso: 30				
Proyecto				



2

1

Término municipal Garinoain

SET VALDETINA

Artajona

Término municipal Pueyo

Término municipal Tafalla

Legenda:

- Aerogeneradores existentes
- AG's futuro P.E. Valdetina
- - L.A.T. 30 kV (proyectada)
- - L.A.T.S 30kV (proyectada subterranea compartida P.E. Valdetina)
- +— L.A.T. 400 kV (existente)
- +— L.A.T. 220 kV (existente)
- +— L.A.T. 66 kV (existente)
- Término municipal

0	NOV/20	R.R.	R.C.
REV	FECHA	PROY.	DIB.
			NOTAS

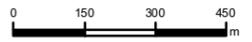
ANTEPROYECTO

P.E. SANTAAGUEDA

TRAZADO VIALES Y ZANJA
Tafalla y Pueyo (Navarra)

PLANO:SA-OC-01 HOJA: 02 DE: 02 FECHA:NOV/20

ESCALA: 1:15.000

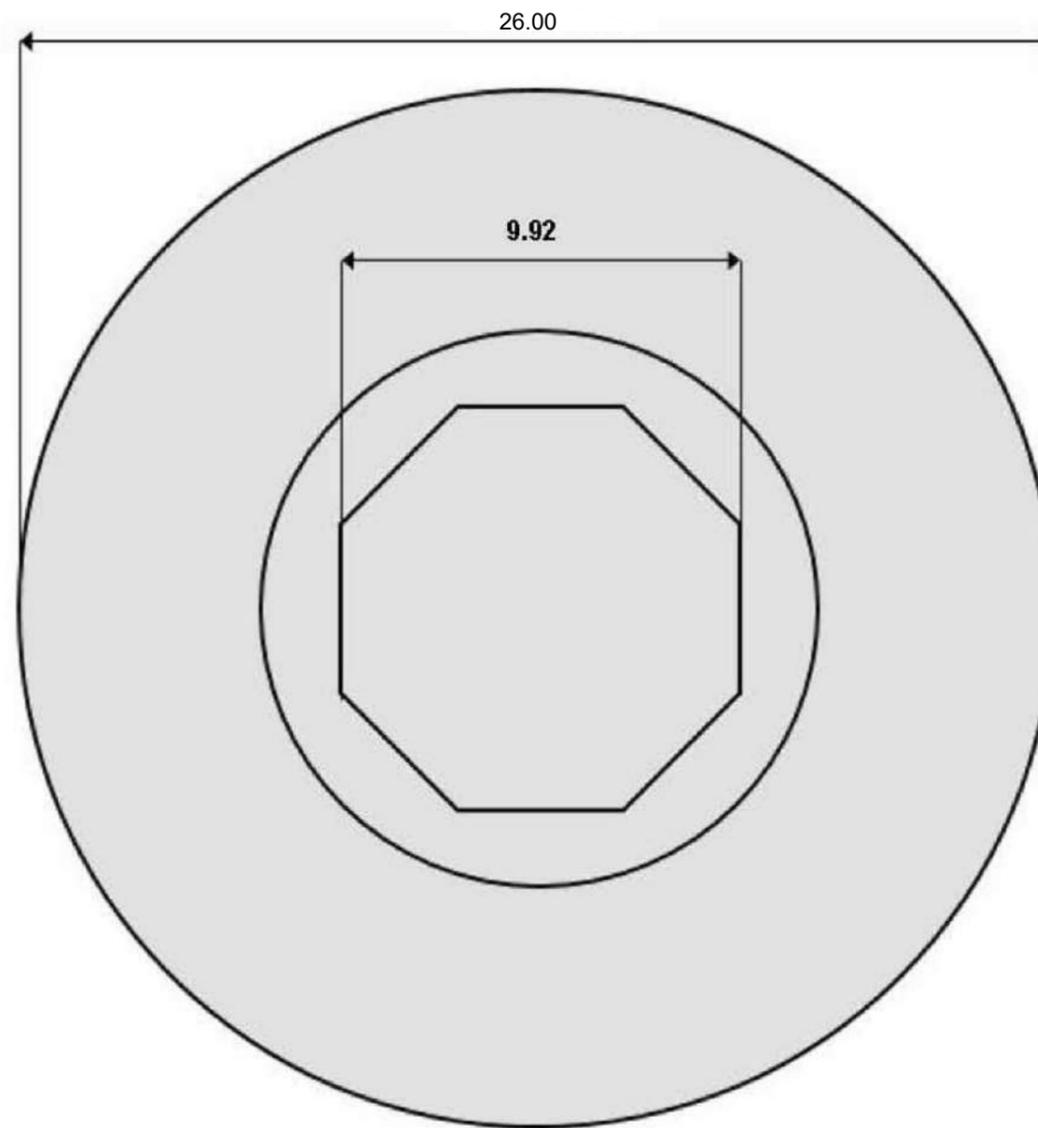
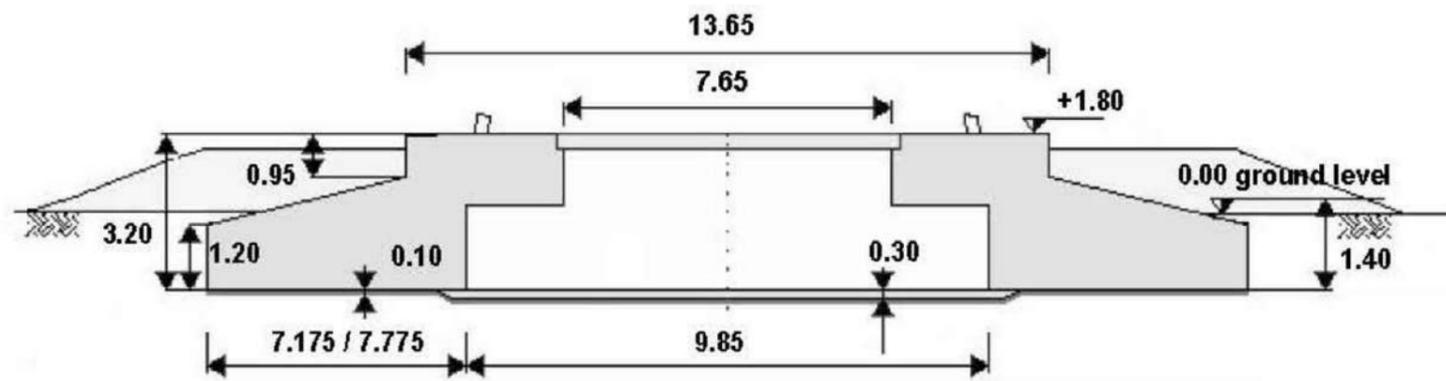


Datum: ETRS89 Proyección: UTM Huso: 30

Proyecto



32



Diameter	Reinforcement		Concrete	
	Steel type	Weight	Grade	Quantity
26,00 m	B 500 B	Approx 127 t	C45/55	861 m3

REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
0	NOV/20	R.R.	R.C.	

ANTEPROYECTO

PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA

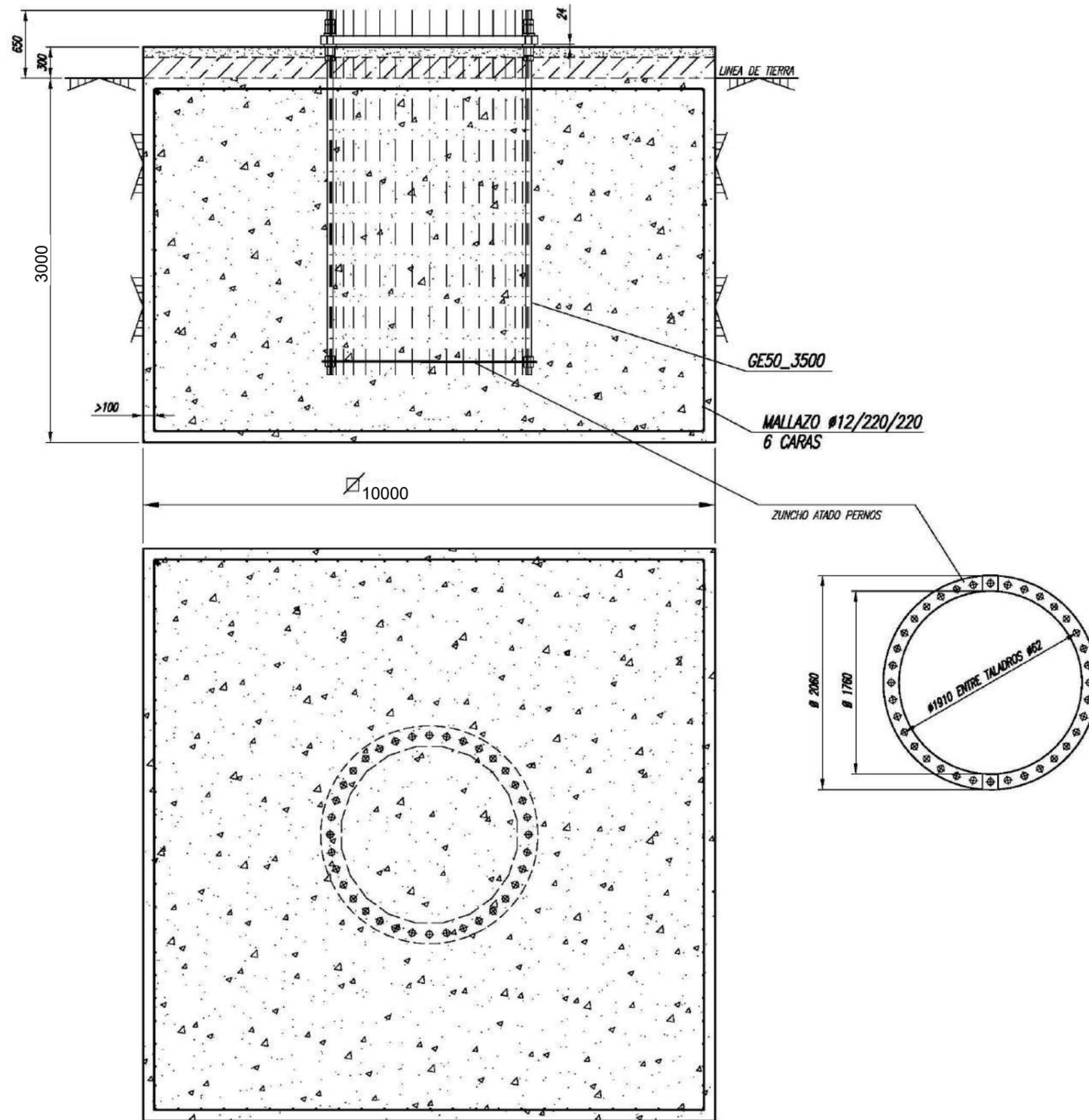
Tafalla y Pueyo (Navarra)

CIMENTACIÓN AEROGENERADOR

PLANO: SA-OC-02 | HOJA: 01 DE: 01 | FECHA: NOV/20

ESCALA: 1/150





REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
0	NOV/20	R.R.	R.C.	

ANTEPROYECTO

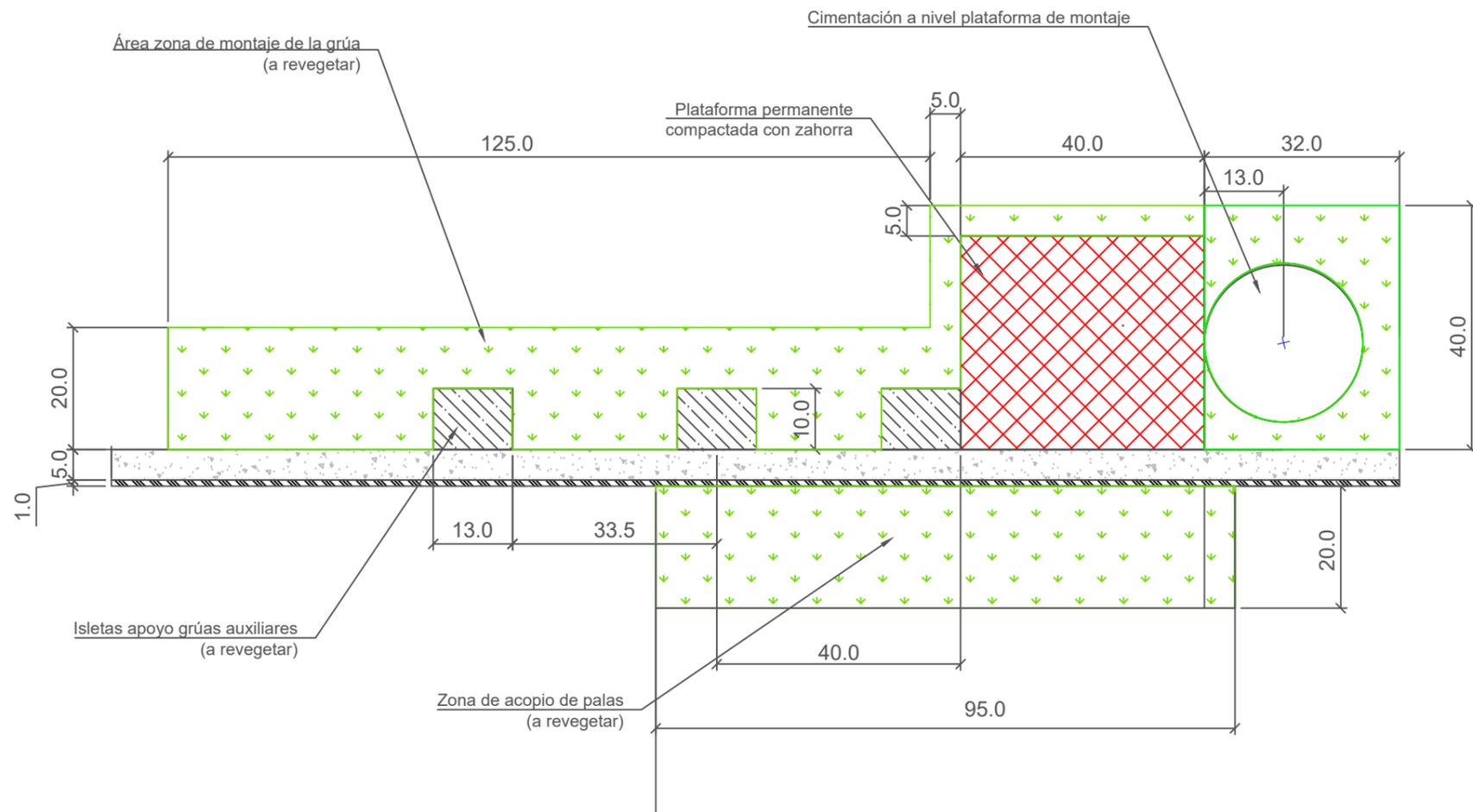
PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA

Tafalla y Pueyo (Navarra)

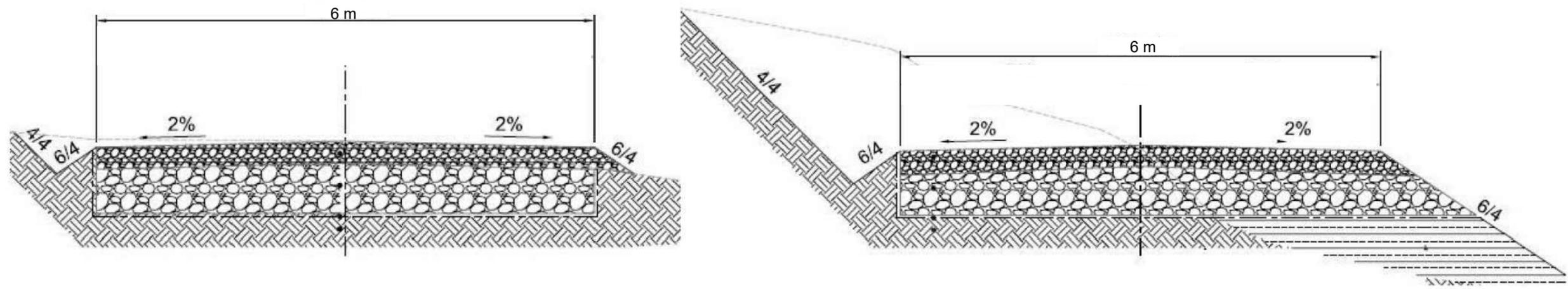
CIMENTACIÓN TORRE ANEMOMÉTRICA

PLANO: SA-OC-03 HOJA: 01 DE: 01 FECHA: NOV/20

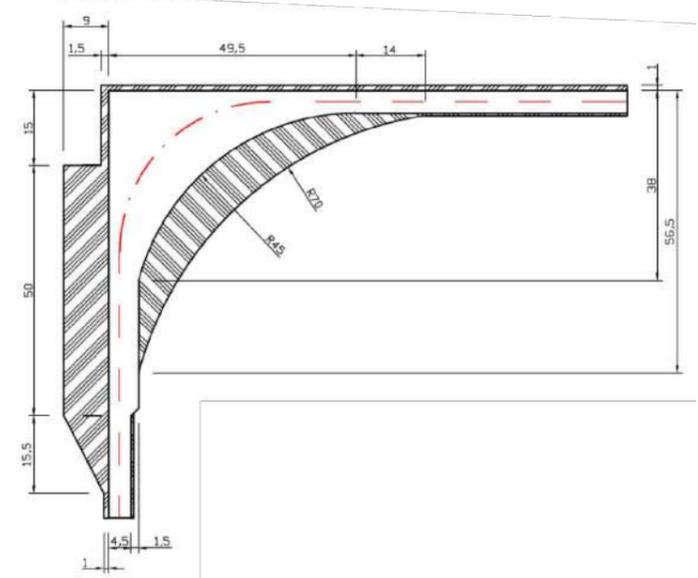
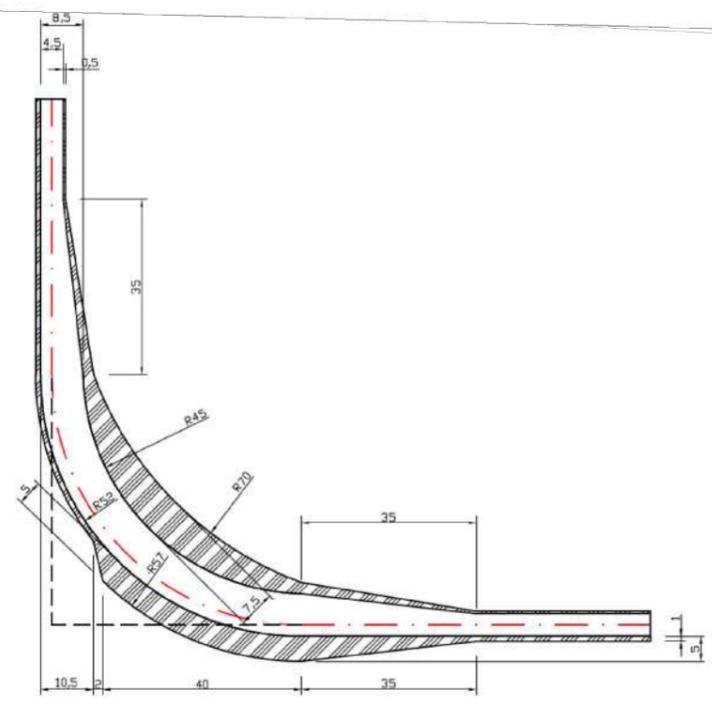
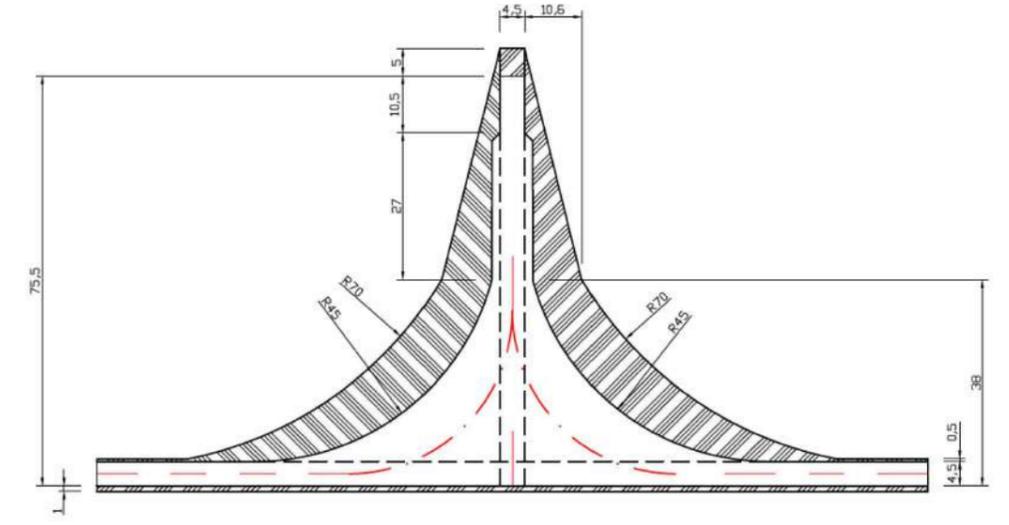
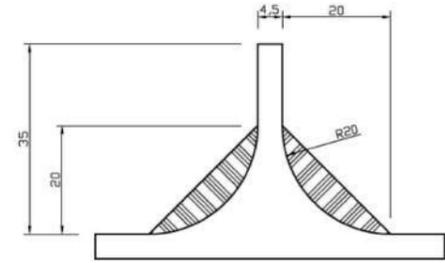
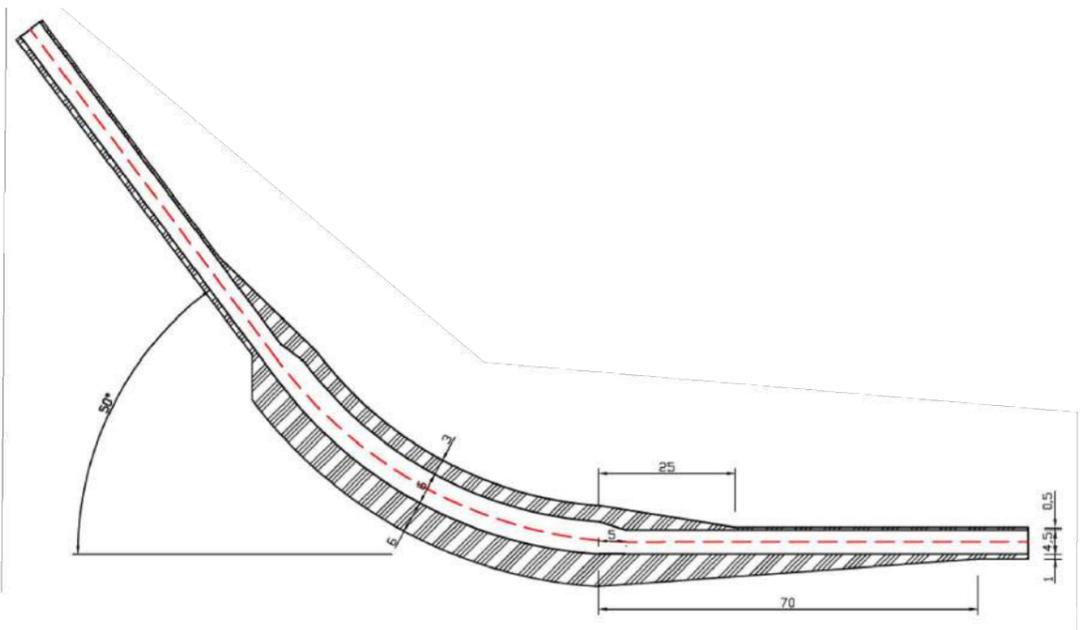
ESCALA: 1/150



0	NOV/20	R.R.	R.C.	
REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
ANTEPROYECTO				
PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA				
Tafalla y Pueyo (Navarra)				
PLATAFORMA TIPO				
PLANO: SA-OC-04	HOJA: 01	DE: 01	FECHA: NO/20	
ESCALA: 1:1.000				



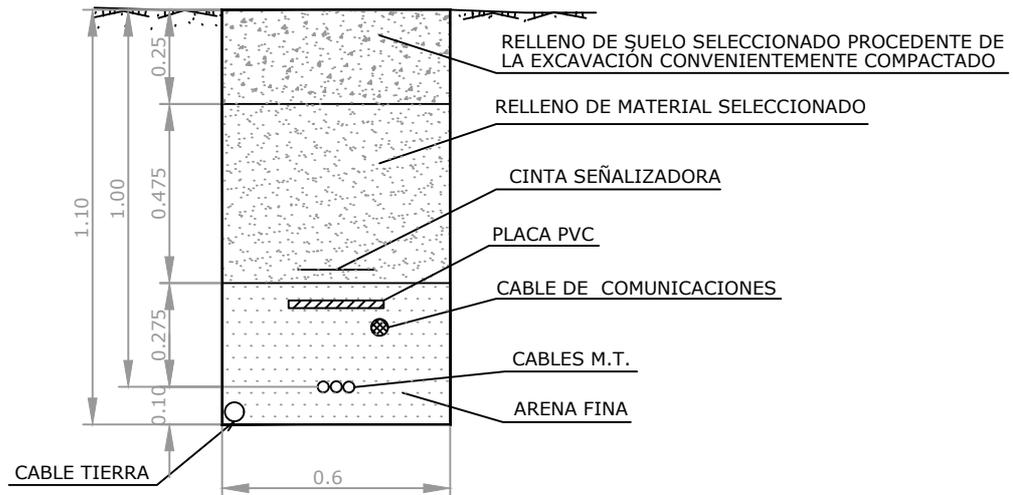
E: 1/40



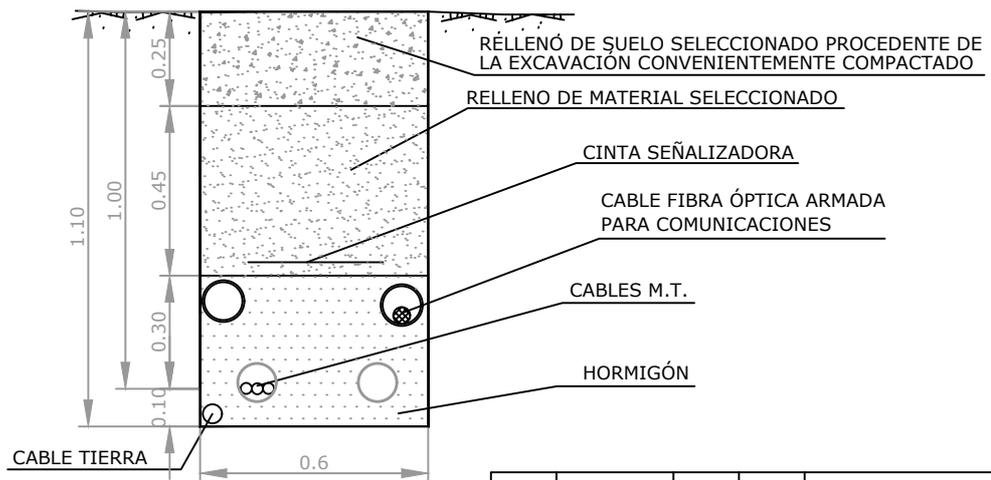
S/E

0	NOV/20	R.R.	R.C.	
REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS
ANTEPROYECTO				
PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA				
Tafalla y Pueyo (Navarra)				
SECCIÓN DE VIAL TIPO				
PLANO: SA-OC-05	HOJA: 01	DE: 01	FECHA: NOV/20	
ESCALA: 1/40				

ZANJAS EN TERRENO ORDINARIO



ZANJAS BAJO PISTA



0	NOV/20	R.R.	R.C.	
REV	FECHA	PROY.	DIB.	NOTAS

ANTEPROYECTO

PARQUE EÓLICO SANTA ÁGUEDA

Tafalla y Pueyo (Navarra)

SECCIÓN ZANJA TIPO

PLANO: SA-OC-06 | HOJA: 01 DE: 01 | FECHA: NOV/20

ESCALA: --