

Proyecto **PROYECTO DE PARQUE EÓLICO
"SAN MARCOS II"**

Documento **MEMORIA**

Número de proyecto **TP164-WF-MEMORIA-SAN MARCOS
II-REV00-200220**

Elaborado para **AGROWIND NAVARRA 2013**

Elaborado por **AF-ARIES**
Febrero 2020

El Ingeniero Industrial, Colegiado N.º 15877

Francisco Javier Gala Lupiani



ÍNDICE

1	Introducción. Antecedentes	1
1.1	Situación actual del mercado eólico.....	3
1.1.1	Descripción de la tecnología	3
1.1.2	Marco actual en el mundo	3
1.1.3	Marco actual en España	4
1.1.4	Ventajas de la energía eólica.....	5
2	Objeto y alcance	6
3	Datos generales	7
3.1	Datos del promotor.....	7
3.2	Normativa de aplicación	7
3.3	Justificación de la necesidad de la instalación	8
4	Descripción de la instalación.....	9
4.1	Emplazamiento	9
5	Descripción del recurso eólico.....	10
6	Criterios de elección del emplazamiento	13
7	Descripción de la obra civil	13
7.1	Dimensionado de viales y movimientos de tierras	13
7.2	Características de vías-caminos.....	13
7.2.1	Viales interiores.....	13
7.3	Características de las plataformas de montaje y zonas de acopio.....	15
7.4	Características de las cimentaciones	16
7.5	Características de las canalizaciones y drenajes.....	16
7.6	Características de la torre de medición.....	16
7.7	Características de las zonas temporales	17
7.7.1	Áreas de almacenamiento y acopio durante la Obra	17
8	Descripción de las instalaciones eléctricas.....	17
8.1	Red Subterránea.....	17
8.1.1	Cable subterráneo	17



8.2	Red de tierra.....	18
8.3	Transformador elevador de los Aerogeneradores	18
8.4	Celdas de Protección y Maniobra de los aerogeneradores.....	18
8.5	Comunicaciones.....	20
9	Descripción de la infraestructura de evacuación hasta el punto final de conexión.....	20
10	Presupuesto	22



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Potencia mundial acumulada 2001-2017	3
Figura 2 – Top 10 de potencial acumulada mundial (diciembre 2017).....	4
Figura 3 – Generación eólica en España (enero 2018)	5
Figura 4 – Mapa eólico de Navarra	9
Figura 5 – Localización del Parque Eólico “San Marcos II”	10
Figura 6 – Rosas de viento de la torre de medición “Lerín”	12
Figura 7 – Esquema de vías-caminos de “San Marcos II”	15
Figura 8 – Evacuación de energía del Parque Eólico “San Marcos II”	21



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Coordenadas de ubicación de los aerogeneradores.....	10
Tabla 2 – Características de la torre de medición "Lerín".....	10
Tabla 3 – Equipamiento de la torre de medición "Lerín"	11
Tabla 4 – Principales parámetros de la torre de medición "Lerín"	11
Tabla 5 – Generación a largo plazo	12
Tabla 6 – Coordenadas de ubicación de la torre de medición "WF Mast San Marcos II"	16
Tabla 7 – Equipamiento de Torre de Medición "WF Mast San Marcos II"	16
Tabla 8 – Características técnicas de los cables de media tensión	18
Tabla 9 – Características técnicas de las celdas de media tensión	19
Tabla 10 – Características técnicas de los tramos de la línea de evacuación 132kV	21
Tabla 11 – Presupuesto general del Parque Eólico "San Marcos II"	22

1 Introducción. Antecedentes

El Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal, (en adelante, PROSIS) Proyecto Eólico Navarra fue presentado para su tramitación en el Gobierno de Navarra el 5 de marzo de 2015. El proyecto se ha desarrollado para evacuar la energía eléctrica generada a través una nueva posición de 220 kV en la subestación Olite 220 kV de REE, incluida en la Planificación Energética 2015-2020 del Ministerio de Industria.

El PROSIS fue aprobado por la Comisión de Ordenación del Territorio en diciembre de 2015 y posteriormente fue declarado como Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal por el Gobierno de Navarra en febrero de 2016. El PROSIS fue sometido a exposición pública y se respondió a las alegaciones presentadas por particulares, ayuntamientos y entidades y organismos afectados competentes en Julio de 2016.

En diciembre de 2015, Agrowind Navarra 2013 S.L. (en adelante, AGW2013) es nombrado por el Gobierno de Navarra como Interlocutor Único de Nudo (en adelante, IUN) para la nueva posición de 220 kV de la subestación Olite 220 kV, y confirmado el 18 de mayo de 2018 por el mismo servicio a petición de REE.

Como resultado de las conversaciones mantenidas con la Dirección General de Medio Ambiente en octubre-diciembre de 2016 y haciendo caso a sus recomendaciones y sugerencias, AGW2013 presentó en Marzo de 2017 una revisión del PROSIS manteniendo la potencia original del mismo (190 MW) e introduciendo una serie de cambios en los proyectos eólicos y sistema de evacuación que mejoraban la compatibilidad ambiental del proyecto.

El PROSIS revisado en 2017 fue aprobado inicialmente por el Gobierno de Navarra el 19 de mayo de 2017, y sometido a exposición pública hasta el 30 de junio de 2017. En julio de 2017 AGW2013 respondió a las alegaciones presentadas en este segundo periodo de exposición pública.

El 14 de mayo de 2018, la Dirección del Servicio de Territorio y Paisaje notifica a AGW2013 la propuesta de resolución de declaración de impacto ambiental y se le dio trámite de audiencia.

El 1 de junio de 2018, AGW2013 presenta un documento de respuesta a la propuesta de resolución de declaración de impacto ambiental, en el que se propone la sustitución de los aerogeneradores del PROSIS revisado en 2017, en el que se contemplaba la instalación de 45 aerogeneradores G114 2,0MW y 40 aerogeneradores G126 2,5MW, por aerogeneradores AW140 3,0MW, AW132 3,3MW y V136 3,6MW, lo que conlleva una reducción del número de aerogeneradores a instalar. La motivación del cambio de modelo de aerogenerador se entiende en el contexto del sector eólico español en el período posterior a las subastas celebradas en los años 2015 y 2017, y las dificultades de los fabricantes para poder comprometer los plazos de suministro de aerogeneradores en los plazos que marcaban las reglas de las mencionadas subastas. Cabe destacar en este punto que los parques eólicos que integran el Plan Eólico de Navarra fueron identificados ante el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo como parte de los proyectos con los que el grupo Alfanar cubriría la potencia que se le adjudicó en el marco de la subasta bajo el Real Decreto 650/2017 de 16 de junio de 2017, la Orden ETU/315/2017 de 26 de abril de 2017 (modificada por la Orden ETU/615/2017 de 27 de junio de 2017), y la Resolución de 30 de junio de 2017, de la Secretaría de Estado por la Energía publicada en el BOE nº 156 de 1 de julio de 2017.

Finalmente, el 6 de agosto de 2018 se publica en el Boletín Oficial de Navarra nº 151 la Resolución 400E/2018, de 14 de junio, de la Directora General de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental de los parques eólicos de San Marcos I, San Marcos II, Linte, Jenariz, Tres Hermanos y Corraliza Paulino, incluidos en el Plan eólico de Navarra, promovido por Agrowind Navarra 2013, de acuerdo a la cual se aprueban los parques eólicos San Marcos I (de la posición SMI-1 a SMI-8), San Marcos II (de la posición SMII-3 a SMII-10), Linte (con 11 posiciones) y Jenariz (de la posición JE-7 a JE-12), es decir, 33 posiciones de aerogenerador.

Conforme a la Resolución de la DIA se elabora y entrega el Texto Refundido del PROSIS Proyecto Eólico Navarra de Agrowind Navarra 2013 S.L., y el 22 de octubre de 2018 se publica en el Boletín Oficial de Navarra nº 204 el Acuerdo del Gobierno de Navarra, de 3 de octubre de 2018, por el que se aprueba el Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal "Proyecto Eólico de Navarra", promovido por "Agrowind Navarra 2013, S.L."

En paralelo a la tramitación administrativa con los órganos competentes en materia de medio ambiente y urbanismo, se solicita el permiso de acceso a la red eléctrica a través de la nueva posición planificada de 220 kV en la subestación Olite 220 kV de REE. Para ello, en mayo de 2018 AGW2013, cumpliendo lo establecido en el art.66 bis del Real Decreto 1955/2000, deposita los avales requeridos para solicitar acceso y conexión, y solicita permiso de acceso en su calidad de IUN de la nueva posición planificada de 220 kV en la subestación Olite 220 kV. En octubre de 2018 REE traslada comunicación a AGW2013, en su calidad de IUN, en el que se le informa que no resultaría técnicamente viable la conexión de las instalaciones que han solicitado permiso de acceso en la nueva posición planificada de 220 kV, entre las que se encuentran los parques eólicos del Proyecto Eólico Navarra. Ante esta negativa, AGW2013 presenta un conflicto de acceso ante la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (en adelante, CNMC) que resuelve en octubre 2019 y que da lugar, finalmente, a la comunicación del 21 de enero de 2020 de REE por medio de la cual se otorga permiso de acceso a los parques eólico San Marcos II, Jenariz y Linte, para evacuar 6 MW, 24 MW y 33 MW respectivamente.

A la vista del permiso de acceso otorgado, AGW2013 ha actualizado la configuración de los parques eólicos para cumplir con los condicionantes derivados de la Resolución 400E/2018, de 14 de junio, de la Directora General de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental de los parques eólicos de San Marcos I, San Marcos II, Linte, Jenariz, Tres Hermanos y Corraliza Paulino, incluidos en el Plan eólico de Navarra, y del Acuerdo del Gobierno de Navarra, de 3 de octubre de 2018, por el que se aprueba el Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal "Proyecto Eólico de Navarra", promovido por "Agrowind Navarra 2013, S.L".

Conforme esta actualización, AGW2013 procede a solicitar Autorización Administrativa Previa y de Construcción para continuar la tramitación administrativa de los parques eólicos del Proyecto Eólico Navarra.

1.1 Situación actual del mercado eólico

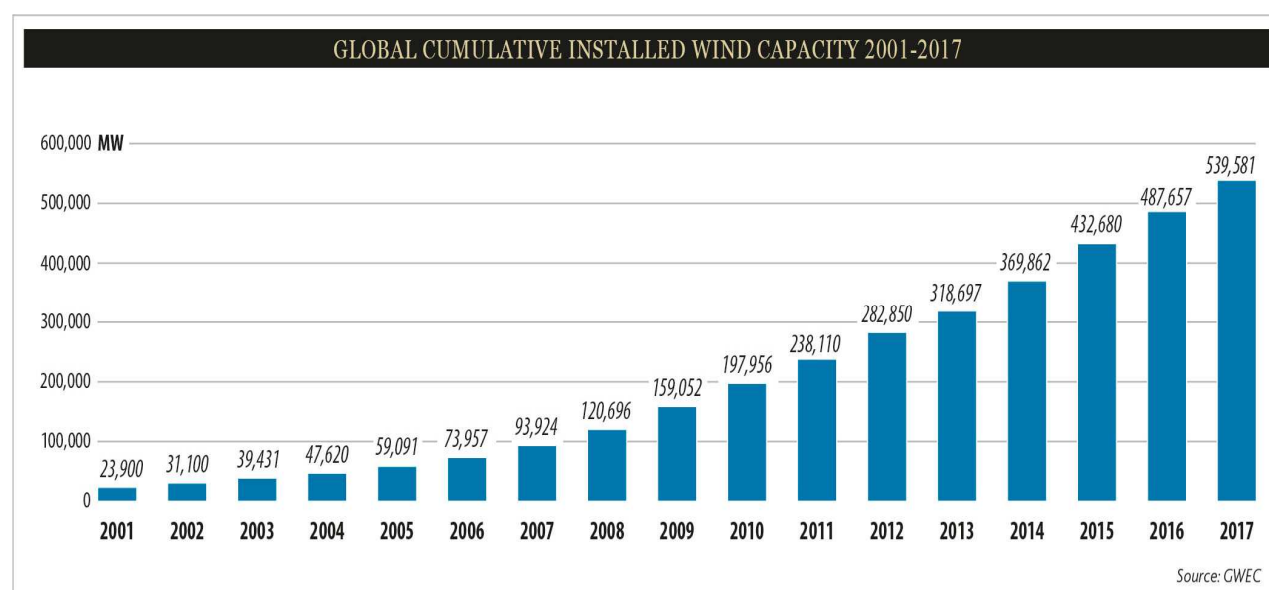
1.1.1 Descripción de la tecnología

La energía eólica es la energía renovable más madura, eficiente y desarrollada en todo el mundo. Permite generar electricidad a través de la fuerza del viento, a partir de la energía cinética producida por efecto de las corrientes de aire. Se trata de una fuente de energía limpia e inagotable, que reduce la emisión de gases de efecto invernadero y preserva el medio ambiente.

1.1.2 Marco actual en el mundo

A nivel mundial, la energía eólica instalada se incrementó en 52.573 MW, situándose en 539.581 MW instalados, siendo esta cifra la tercera más alta de megavatios instalados en un año, tras años récord de 2015 y 2014. Con este crecimiento en 2017, la energía eólica cubre, actualmente, más del 5% de la demanda eléctrica mundial.

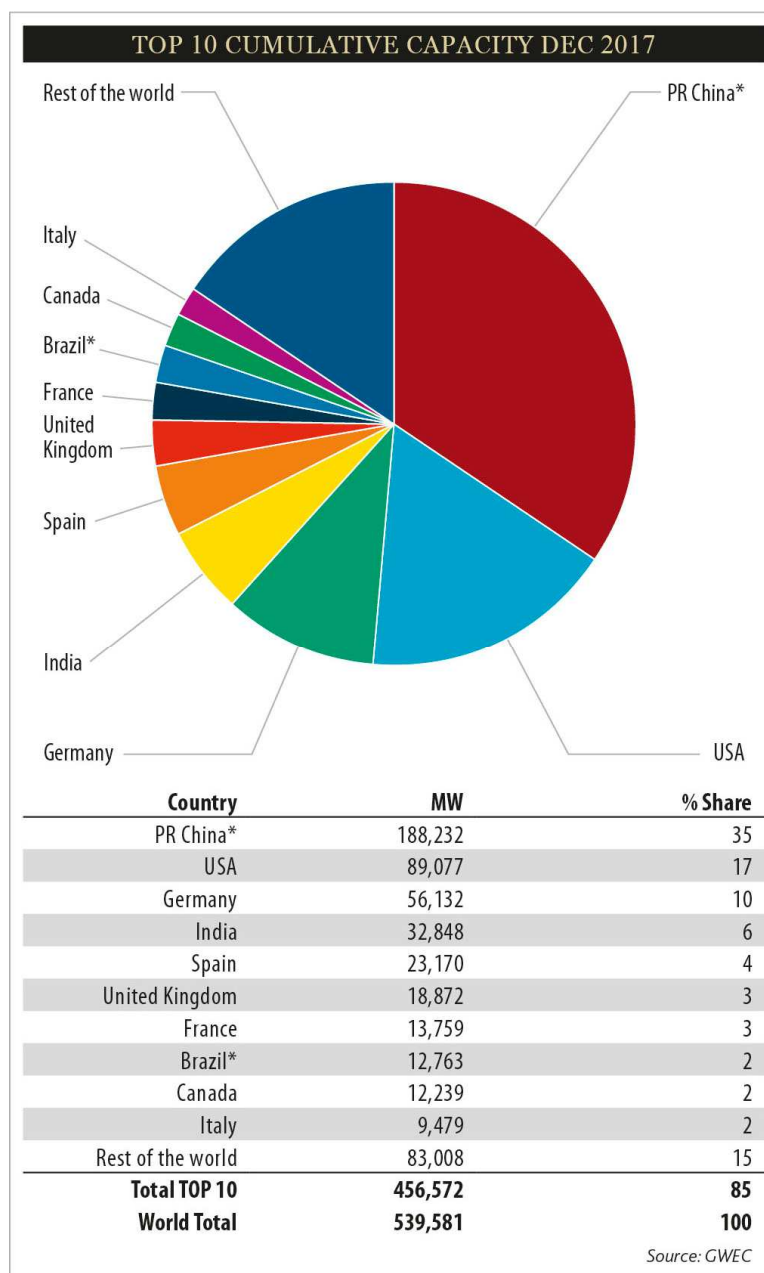
Figura 1 – Potencia mundial acumulada 2001-2017



Fuente: [GWEC]

China, Estados Unidos, Alemania, India y España son los primeros productores mundiales, en orden descendente de generación. (Fuente: Global Wind Energy Council (GWEC)).

Figura 2 – Top 10 de potencial acumulada mundial (diciembre 2017)



Fuente: [GWEC]

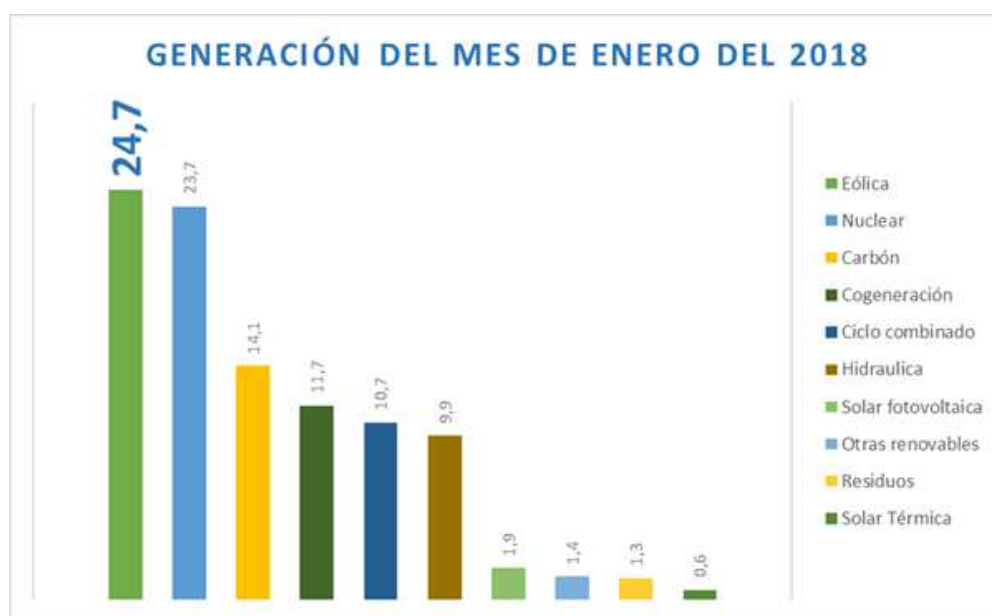
1.1.3 Marco actual en España

En España, la energía eólica se ha incrementado en un total de 95,775 MW con respecto al 2016. Con 23.170 MW de potencia acumulada a 31 de diciembre de 2017 en más de 1.000 parques eólicos distribuidos en 800 municipios españoles, la energía eólica ha sido la segunda fuente de generación eléctrica en 2017, convirtiéndose en el quinto país del mundo por potencia eólica instalada.

La eólica fue la segunda tecnología en el sistema eléctrico en 2017, con una producción de 47.886 GWh, y una cobertura de la demanda eléctrica del 18,4%. (Fuente: Asociación Empresarial Eólica (AEE)).

Cabe destacar el mes de enero de 2018, durante el cual la energía eólica ha producido el 24,7% de la generación total en España, convirtiéndose en la primera tecnología del sistema energético español. Con una demanda mensual de 22.635 GWh, la eólica ha generado 5.300 GWh, un 10,5% superior a la del mismo mes del año pasado [Fuente: Red Eléctrica Española (REE)].

Figura 3 – Generación eólica en España (enero 2018)



Fuente: [Asociación Empresarial Eólica (AEE)].

1.1.4 Ventajas de la energía eólica

Ventajas generales

- Fuente de energía renovable
- Eficiente
- Tecnología madura y desarrollada
- Inagotable
- No contaminante
- No genera residuos
- Reduce el uso de combustibles fósiles
- Resuelve las importaciones energéticas
- Genera riqueza y empleo local
- Contribuye al desarrollo sostenible
- Fuente de energía autóctona
- El sector eólico es clave para cumplir con los objetivos europeos en 2020

- Cada kWh producido con energía eólica tiene 21 veces menos impacto medioambiental que el producido por el petróleo, 10 veces menos que el de la energía nuclear y 5 veces menos que el gas.

Ventajas en España

- Apuesta estratégica: España es una isla energética con una fuerte dependencia del exterior.
- El sector eólico da empleo a más de 22.400 persona en España, siendo el motor de las comunidades rurales en las que se instala.
- Fuente de energía barata
 - Muy competitiva
 - Permite disminuir el precio de la electricidad al desplazar tecnologías de combustión más caras en el mercado
- Históricamente, España ha tenido una regulación estable
- España dispone de un buen recurso eólico
- Cuenta con empresas pioneras y líderes mundiales en el sector eólico, con grandes inversiones en I+D
- El desarrollo de la industria eólica en España es citado como ejemplo a nivel mundial
- España necesita modificar el modelo productivo, incentivar las inversiones en I+D y promover empresas fuertes y competitivas; el sector eólico es un modelo por contar con empresas líderes mundiales y con pequeñas y medianas empresas fuertes en toda la cadena de suministro

2 Objeto y alcance

El objeto del presente Proyecto es la descripción de las instalaciones previstas para la implantación del "Parque Eólico San Marcos II", de 6 MW, constituido por dos (2) aerogeneradores de 3,00 MW de potencia unitaria entre los términos municipales de Lerín, Oteiza y Larraga (Navarra) para la generación de energía eléctrica de origen eólico y renovable.

El modelo de turbina utilizada será del tipo genérico, acorde con la tecnología de punta en este campo, con valores máximos de 140 m de diámetro de rotor y 116 m de altura de buje.

En este Proyecto se especificará la ubicación de cada uno de los aerogeneradores que componen el Parque Eólico, así como el diseño de los caminos y viales de acceso a cada una de estas turbinas y al propio Parque, incluidas las plataformas de montaje y las zanjas para la instalación de las redes de media tensión, comunicaciones y tierra.

Se diseñará, además, la red subterránea de media tensión de interconexión entre los aerogeneradores y entre éstos y la Subestación "SET San Marcos" (la subestación será objeto de un proyecto independiente).

El Parque Eólico San Marcos II se encuentra cercano a dos parques eólicos adicionales, Jenariz (al Suroeste de San Marcos II) y Linte (al Suroeste de San Marcos II), que se encuentran en fase de evaluación y proyecto. Por tal razón, existirán además de infraestructuras privativas (tales como vías de acceso, zanjas eléctricas, cableados, etc.), una serie de infraestructuras que son comunes para estos parques. Específicamente, se destaca una ruta de acceso hacia el parque San Marcos II, además de los elementos eléctricos principales como son la Subestación Elevadora donde llegarán los circuitos del parque San Marcos II, para su transformación a la

tensión de evacuación, definida en 132kV. Las subestaciones de los parques dispondrán de un transformador elevador exclusivo, que se incorporará a la barra común de 132kV y posterior línea de evacuación.

3 Datos generales

3.1 Datos del promotor

AGROWIND NAVARRA 2013 S.L., sociedad de nacionalidad española, con domicilio a efectos de notificaciones en Navarra en el Parque Empresarial La Muga nº11, Planta 3, Oficina 5, Orkoyen (Navarra), inscrita en el Registro Mercantil de Navarra con CIF número B-71158190.

3.2 Normativa de aplicación

El presente Proyecto se ha elaborado teniendo en cuenta los reglamentos, normas e instrucciones técnicas que se citan a continuación:

- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 297/2013, de 26 de abril, por el que se modifica el Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de Servidumbres Aeronáuticas y por el que se modifica el Real Decreto 2591/1998, de 4 de diciembre, sobre la Ordenación de los Aeropuertos de Interés General y su Zona de Servicio, en ejecución de lo dispuesto por el artículo 166 de la Ley 13/1996, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre sobre regulación de las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio del Ministerio de Fomento sobre la Instrucción EHE-08 de hormigón estructural.
- Real Decreto 337/2014, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCAT 01 a 23.
- Real Decreto Ley 9/2013 de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento de Alta Tensión. 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 413/2014 de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1541/03, por el que se modifica el decreto 584/72 y el Decreto 1844/75 para regular las excepciones a los límites establecidos por las superficies limitadoras de obstáculos alrededor de aeropuertos y helipuertos.

3.3 Justificación de la necesidad de la instalación

El actual modelo energético basado en la combustión de hidrocarburos importados de terceros países se muestra insostenible a medio plazo por la fuerte dependencia económica que crea, su futuro agotamiento y su relación directa con la degradación medioambiental y el cambio climático.

La necesidad de buscar nuevas y mejores soluciones técnico-económicas al problema de generación energética, suministro y conservación medioambiental influye sobre las políticas que en este campo aplican empresas y organismos oficiales a la hora de fomentar la investigación, desarrollo y aplicaciones de las energías renovables, como solución a la utilización masiva de formas de energía no renovables y altamente contaminantes.

Entre los principales beneficios para la sociedad se encuentran la reducción de la dependencia exterior del sector energético (actualmente, España depende en un 76% de la importación de recursos energéticos), y la enorme capacidad de creación de empleo en las zonas rurales en las que se implantan estas fuentes energéticas, fomentando e impulsando el desarrollo regional.

El Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de noviembre de 2011, establece objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de Abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, y atendiendo a los mandatos del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.

Según la Directiva 2009/28/CE, se establece como objetivos para 2020 lograr un aporte mínimo del 20% de energía procedente de fuentes renovables sobre el consumo final bruto de energía en los países de la UE, además de un 10% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo energético del sector transporte.

Esto conlleva una oportunidad para encarar no sólo el reto de la descarbonización del sistema energético, sino también otras cuestiones endémicas como la seguridad y la dependencia energética de España.

En este sentido, dada la madurez y el nivel de desarrollo de la tecnología eólica, el sector eólico desempeña un papel clave para poder cumplir con los objetivos europeos establecidos.

Las previsiones para los próximos años indican que las energías renovables continuarán experimentando una importante promoción que permitirán acercarse y en algunos casos superar los objetivos fijados en las diversas planificaciones energéticas oficiales como el Plan de Fomento de las Energías Renovables.

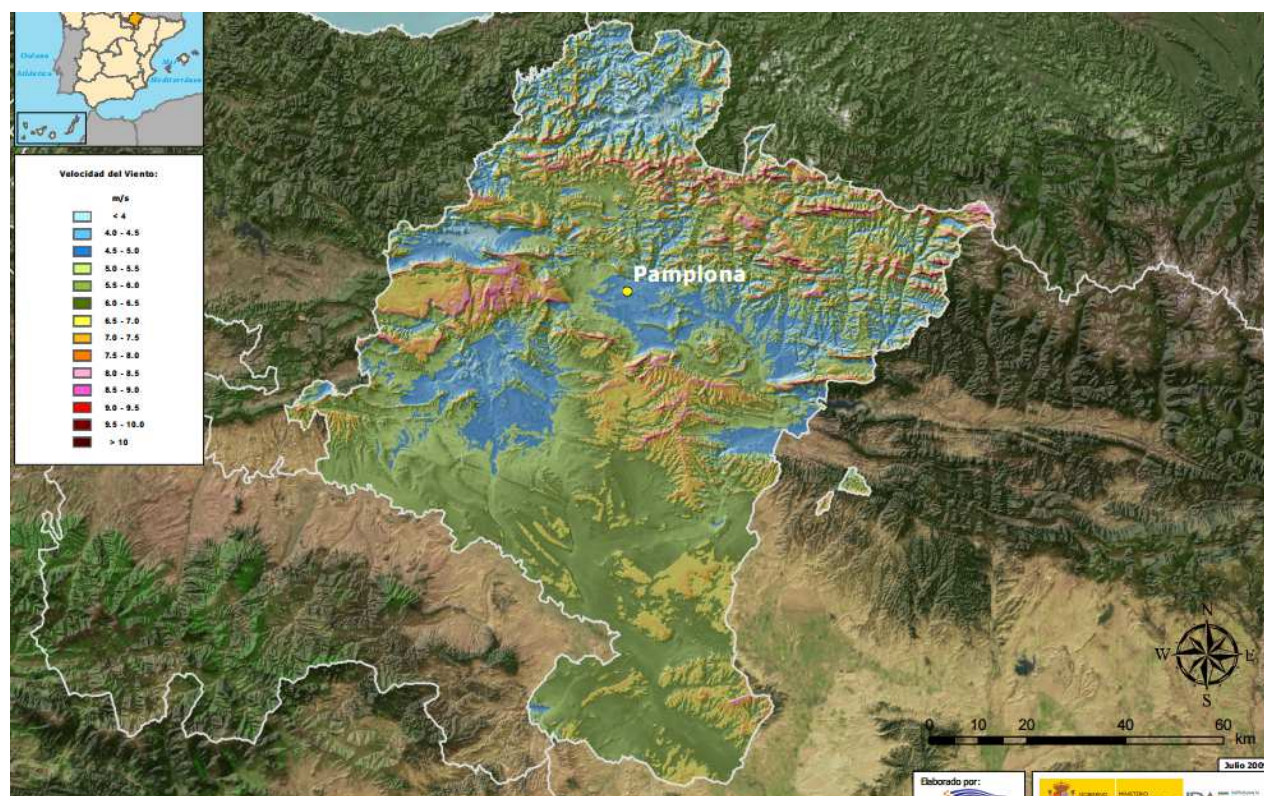
En la Comunidad Foral de Navarra existen 45 parques en funcionamiento, con un total de 1.094 MW.

Estos datos demuestran la idoneidad de esta comunidad para el desarrollo de proyectos eólicos, presentando un gran potencial de utilización de esta energía, con un elevado recurso eólico.

En Navarra, los datos de velocidad media registrados se sitúan en torno a los 6 m/s, con máximos de 8 m/s (*Fuente: [IDAE]*).

La presencia de condiciones adecuadas para la generación de energía eólica se cumplen objetivos establecidos por el Plan Nacional de Energía y Clima (PNIEC), referido a la reducción de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética.

Figura 4 – Mapa eólico de Navarra



Fuente: [IDAE]

4 Descripción de la instalación

4.1 Emplazamiento

El proyecto del parque eólico "San Marcos II" se encuentra ubicado en la Comunidad Foral de Navarra, entre los términos municipales de Lerín, Oteiza y Larraga.

Dicho proyecto incluye la implantación del conjunto de aerogeneradores, los viales requeridos, drenajes, redes eléctricas, movimientos de tierra y en general todos los sistemas requeridos para la completa instalación del parque eólico. La subestación elevadora, así como la línea eléctrica de evacuación en alta tensión correspondiente, serán objeto de otros proyectos, por lo que la presente memoria únicamente está referida al parque de generación.

El parque se encuentra al Noroeste de los Parques Eólicos de Jenariz y Linte.

Figura 5 – Localización del Parque Eólico “San Marcos II”

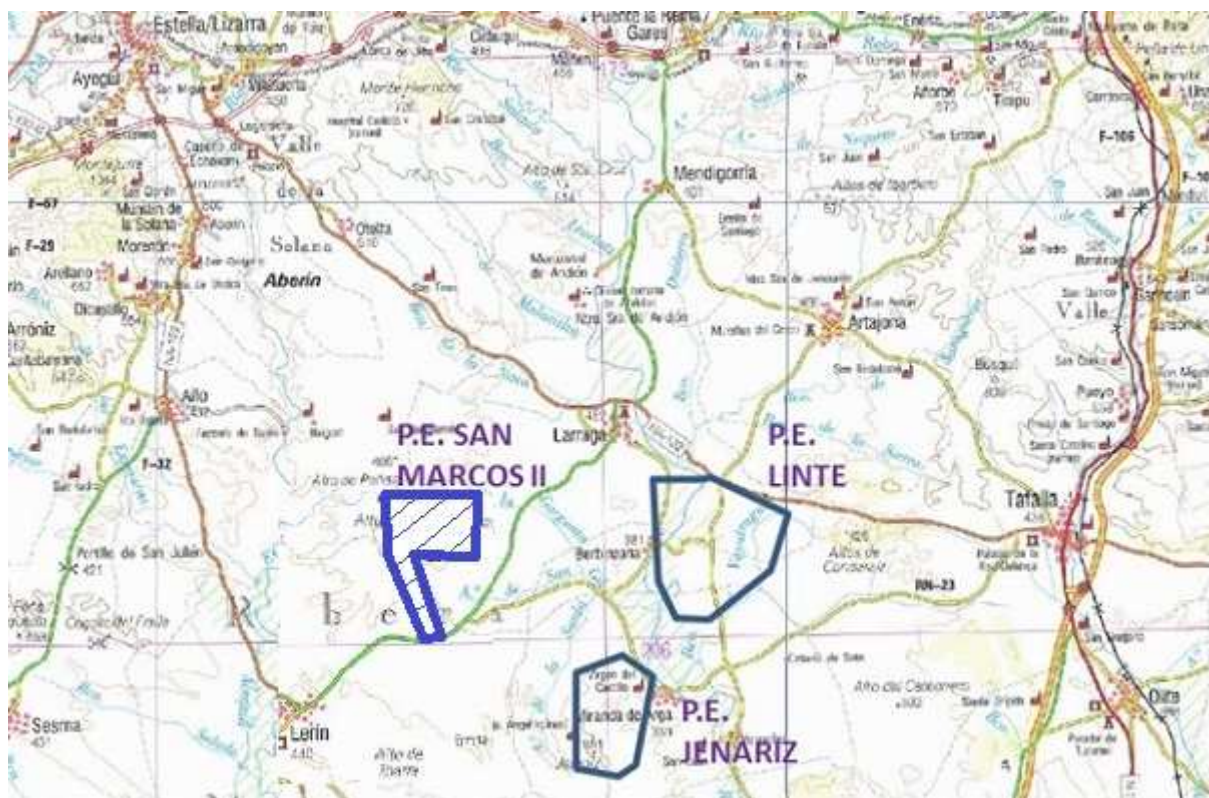


Tabla 1 – Coordenadas de ubicación de los aerogeneradores

Identificación Aerogenerador	Coordenadas UTM ERS89 (Huso 30)		Potencia (MW)
	X	Y	
SM-08	589.650,00	4.710.163,00	3,000
SM-06	589.217,00	4.709.941,00	3,000
Wind Farm Mast	588.924,00	4.709.612,00	-

5 Descripción del recurso eólico

La evaluación del recurso eólico presente en la ubicación del Parque Eólico “San Marcos II” se ha llevado a cabo a partir de los datos de la torre meteorológica “Lerín” ubicada en ese mismo Término Municipal, cuya información se resume en la siguiente tabla.

Tabla 2 – Características de la torre de medición “Lerín”

MAST ID	LERIN
Promotor	AGROWIND
Nombre	LERIN
Provincia	NAVARRA
País	Spain
Fecha inicio	18/12/14 14:30
Altura (m)	82.9
UTM (X)	586.893
UTM (Y)	4.708.835



Altura (m)	537
Zona	30T
Map Datum	WGS84

El huso horario en el que se han tomado los datos es el correspondiente a España, UTC+01:00. La torre consta de la siguiente equipación.

Tabla 3 – Equipamiento de la torre de medición “Lerín”

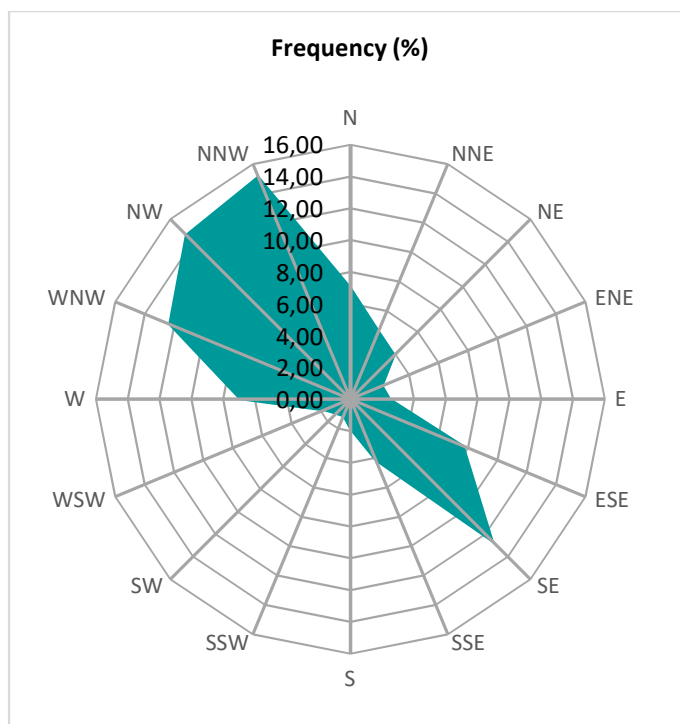
ALTURAS	CANAL	EQUIPAMIENTO			SN	ORIENT.	LONGITUD BRAZOS (m)
		EQUIPO	MARCA	MODELO			
82.9	Anemo 1	Cup anemómetro	VECTOR INSTRUMENT S	A100K	3596 EUZ3	top	0
80.6	Anemo 2	Cup anemómetro	SECONDWIND	C3	24842	34	2
80.6	Anemo 3	Cup anemómetro	SECONDWIND	C3	179500107466	214	2.05
60	Anemo 4	Cup anemómetro	VECTOR INSTRUMENT S	A100K	3749 FCJV	33	2
40	Anemo 5	Cup anemómetro	VECTOR INSTRUMENT S	A100K	3595 EUZ2	33	2
78	Vane 1	Veleta	NRG Systems	#200P	-	34	2
40	Vane 2	Veleta	NRG Systems	#200P	-	214	2
78	Thermo 1	Termómetro	ELEKTRONIC	EE21	123201000086	33	1.1
78	RH	Higrómetro	ELEKTRONIC	FT6A26	123201000086	33	1.1
1.5	PRE	Barómetro	NRG	BP20	180519598	-	-

Los principales datos obtenidos de la torre de medición “Lerín” son los mostrados a continuación.

Tabla 4 – Principales parámetros de la torre de medición “Lerín”

Nivel (m)	82.9	80.6 (34°)	80.6 (214°)	60 (33°)	40 (33°)
Velocidad de viento (m/s)	6.07	6.03	6.01	5.95	5.61
Ráfaga máxima (m/s)	35.96	35.10	33.57	35.08	35.33
Turbulencia media ($v > 5 \text{ m/s}$)	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11
Weibull A (m/s)	6.81	6.73	6.71	6.67	6.30
Weibull k	1.81	1.73	1.72	1.75	1.78
Densidad de Potencia (W/m^2)	264.70	264.43	264.61	260.03	217.11

Figura 6 – Rosas de viento de la torre de medición “Lerín”



Finalmente, la generación estimada a partir de los datos de la torre meteorológica “Lerín” para el presente proyecto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5 – Generación a largo plazo

WTG modelo	GE
WTG No.	07
Altura de buje (m)	116
Diámetro de rotor (m)	140
Potencia Instalada (MW)	23,1
Estelas (%)	6.37%
Pérdidas (%)	10.17%
Factor de Planta Neto (%)	30.51%



6 Criterios de elección del emplazamiento

La ubicación y disposición de los aerogeneradores se ha elegido en función de los siguientes criterios:

- Recurso eólico: en función de la dirección predominante del viento, del efecto de sombra generado entre las turbinas, así como del recurso eólico disponible en la zona.
- Distancias: en función de las distancias mínimas establecidas en la reglamentación a otros elementos como carreteras y caminos existentes, edificaciones, además de las propias distancias entre las turbinas, que viene determinado por el fabricante de estas.
- Servicios existentes: en función de evitar cruzamientos y acercamientos indebidos con instalaciones existentes de alta tensión, la facilidad de orientación de la o las líneas eléctricas de evacuación hacia las instalaciones de la Red Principal de transmisión (REE). También en función de la disponibilidad de áreas adecuadas para la implantación de las instalaciones colectoras y elevadoras de los circuitos propias del parque, evitando cruzamientos y acercamientos indebidos con las instalaciones de los parques eólicos vecinos en etapa de proyecto.
- Geográfico: en función de la disponibilidad del terreno y de la orografía de la zona, considerando también la facilidad para llevar a cabo las obras necesarias, incluyendo accesos y logística.
- Cultural: dependiendo de la existencia de patrimonio histórico en las inmediaciones del terreno afectado.

7 Descripción de la obra civil

7.1 Dimensionado de viales y movimientos de tierras

El acceso se realizará desde la Carretera NA-601, que deriva desde la carretera NA-6120, de Campanas a Lerín. La vía de derivación, identificada como Camino 1 del Parque Eólico San Marcos II es existente y se ha analizado las modificaciones requeridas para adecuar la misma para los fines del Parque Eólico San Marcos II.

7.2 Características de vías-caminos

El acceso se realizará desde la Carretera NA-601, que deriva desde la Carretera NA-6120, de Campanas a Lerín. La vía de derivación, identificada como Camino 3 del Parque Eólico San Marcos II es existente y se han analizado las modificaciones requeridas para adecuarla con el fin de construir el proyecto.

Las coordenadas de acceso al parque eólico "San Marcos II" son (ETRS89 HUSO 30)
E=589.990,02 N=4.706.706,88.

7.2.1 Viales interiores

Para acceder a cada Aerogenerador, así como las redes de 30 kV se han diseñado 7.304,88 m de viales, entre serán caminos de nueva construcción y modificaciones de caminos existentes.

Quedan definidos 5 vías interiores que se describen y representan a continuación:

- Camino 1: Se define como un camino que une la estación meteorológica (WF-Mast) con el aerogenerador SM2-06. Posee una longitud de 277,67 m.
- Camino 2: Es un camino en sentido Oeste-este que une los aerogeneradores SM2-06 y SM2-08, con una longitud total de 341,60 m.
- El Camino 3: Representa el acceso principal al Parque, a la Subestación Eléctrica del Parque San Marcos II y los aerogeneradores de dicho Parque derivando desde la carretera nacional NA-601. Parte de esta vía es existente, que se ha propuesto ser ampliada como camino 1 del Parque Eólico San Marcos II, y que al llegar al área de aerogeneradores recorre por el parque en sentido 10º a 45º Noreste y desde el cual en su ruta presenta 2 derivaciones:
 - A 3.970 metros al Norte del entronque con la carretera pública NA-601., se define el área de la Subestación Eléctrica, orientándose hacia los aerogeneradores SM2-06 y SM2-08.
 - A 2.500 metros sobre el Camino 3 desde la Subestación, se establece una derivación en dos ramales:
 - Ramal 1: continuación del camino 3 hacia el Noroeste con una longitud de ramal de 58,27 m hasta empalmar con el camino 2, a partir del cual se accede al Aerogenerador SM2-06.
 - Ramal 2: definido como Camino 4, hacia el Noroeste, con una longitud de 56,16, hasta empalmar con el Camino 2, que recorre entre los aerogeneradores SM2-06 y SM2-08.
- Camino 5: Es una derivación desde la Carretera Nacional NA-6010 desde el Norte hasta empalmar con el camino 3. El entronque posee una longitud de 60,07 m entre la carretera NA-6100 y el empalme en el camino 3.

Las longitudes totales por cada camino son las siguientes:

EJE	Longitud (m)
Camino 1	277,67
Camino 2	341,60
Camino 3	6.569,38
Camino 4	56,16
Camino 5	60,07
Total	7.304,88

Figura 7 – Esquema de vías-caminos de “San Marcos II”



7.3 Características de las plataformas de montaje y zonas de acopio

Las plataformas o áreas de maniobra son pequeñas explanaciones, adyacentes a los aerogeneradores que permiten mejorar el acceso para realizar la excavación de la cimentación, así como, los procesos de descarga, ensamblaje y estacionamiento de las grúas para posteriores izados de los diferentes elementos que componen el aerogenerador. Dichas plataformas se preparan según especificaciones técnicas indicadas por el fabricante de los aerogeneradores

Se considerará un tipo de plataforma permanente de dimensiones aproximadas a 45x30 m, con áreas complementarias provisionales para construcción definidas por el fabricante y reflejadas en los planos del proyecto.

7.4 Características de las cimentaciones

En la cimentación de los aerogeneradores se ha previsto la utilización de elementos tipo zapata de hormigón armado con la geometría, dimensiones y armado según las recomendaciones del fabricante de aerogeneradores.

La cimentación tipo del aerogenerador se compone de una zapata circular cuyo diseño preliminar define un diámetro circunscrito de 18,8 m (que será ajustada en la fase final de Ingeniería basado en la data geológica puntual de cada locación), con la estructura de anclaje de la torre embebida en el centro. Siendo todo el conjunto de hormigón armado.

7.5 Características de las canalizaciones y drenajes

Debido a concentraciones de lluvia, será necesario construir alcantarillas que permitan el drenaje libre del agua después de fuertes aguaceros, protegiendo así la superficie de las vías y la erosión hídrica de las zonas aledañas.

Un buen drenaje es el secreto para la buena conservación de todo tipo de vías. Es fundamental asegurar que los drenajes laterales sean más profundos que la base de las vías, de manera de impedir la inundación de la misma. La pendiente lateral de la vía permite evacuar el agua de la superficie sin erosionar la base del camino.

7.6 Características de la torre de medición

Para evaluar correctamente el recurso eólico durante la explotación del parque, se ha considerado la instalación de una torre de medición, cuya ubicación es la siguiente:

Tabla 6 – Coordenadas de ubicación de la torre de medición "WF Mast San Marcos II"

Torre de medición	COORDENADAS UTM ETRS89 (HUSO 30)	
	X	Y
WF Mast	588.924,00	4.709.612,00

Esta torre dispondrá de conexión a la fibra de comunicaciones del parque y constará de los siguientes equipos de medición:

Tabla 7 – Equipamiento de Torre de Medición "WF Mast San Marcos II"

Sensor	Altura de Instalación (m)	Modelo
Anemómetro 1	120	Thies First Clss Advanced
Anemómetro 2	120	Thies First Clss Advanced
Anemómetro 3	85	Thies First Clss Advanced
Anemómetro 4	50	Thies First Clss Advanced
Veleta 1	118	Thies First Class
Veleta 2	50	Thies First Class
Anemómetro Vertical	116	RM Young - 271067



Sensor	Altura de Instalación (m)	Modelo
Termo-higrómetro 1	118	Galltec Mella KPC1 5/5-ME-R05
Termo-higrómetro 2	10	Galltec Mella KPC1 5/5-ME-R05
Barómetro 1	116	NRG8P 20 or Ammonit AB60
Pluviómetro	5	RMYoung S2203 Tippng Bucket
Registrador de data + gabinete + comunicaciones	6	CR1000/CR3000, con accesorios
Iluminación de balizaje aéreo #1	120	Intensidad Media - C
Iluminación de balizaje aéreo #2	90	Intensidad Media - C
Iluminación de balizaje aéreo #3	60	Intensidad Media - C

Adicionalmente a la estructura y componentes de la torre se habilitará el camino 1 para acceso independiente.

7.7 Características de las zonas temporales

7.7.1 Áreas de almacenamiento y acopio durante la Obra

Adicionalmente se describen las zonas temporales que se utilizarán exclusivamente durante el proceso de construcción del Parque Eólico. Adicional a la zona de acopio de palas descrita en el apartado de Plataforma, se considera dentro de este proyecto, una zona de Acopio/Almacenamiento. Esta zona será definida por el Constructor dentro de las zonas de desarrollo del proyecto.

8 Descripción de las instalaciones eléctricas

8.1 Red Subterránea

Las redes de distribución han sido propuestas en forma de circuitos subterráneos mediante cables de 30kV enterrados en zanjas. Las características de estas zanjas se indican en los planos del proyecto y varían según el número de circuitos a instalar en cada tramo.

Los cables se instalan en zanjas directamente enterrados salvo en los puntos de cruces de vías donde se colocan dentro de tuberías y protegidos por una envolvente de hormigón. En general, se da preferencia a trazados paralelos a las vías internas del parque salvo en aquellos casos en que el uso de estos recorridos penalice de manera inconveniente el comportamiento de los circuitos eléctricos o que obligue a trazados innecesarios.

8.1.1 Cable subterráneo

Los tipos de cables considerados estándar y sus características técnicas principales para el caso de cables directamente enterrados, con una temperatura promedio de 25° C, un (1) metro de profundidad, y una resistividad térmica del terreno de 1,5 km/W, serán:



Tabla 8 – Características técnicas de los cables de media tensión

Cable	mm ²	R (ohm/km)	X (ohm/km)	K	I _{max} (A)
Tipo 1	150	0,277	0,123	585,28	260
Tipo 2	240	0,168	0,114	924,62	345
Tipo 3	400	0,105	0,106	1.396,89	445
Tipo 4	630	0,067	0,092	2.062,76	575

8.2 Red de tierra

En cuanto a la red de tierra, tal como se muestra en los planos del proyecto, se ha indicado la instalación en las mismas zanjas de cables de media tensión, un conductor de cobre desnudo que interconectará todos los aerogeneradores del parque entre sí y todos ellos a la malla de tierra de la SET elevadora.

8.3 Transformador elevador de los Aerogeneradores

Los aerogeneradores generarán la potencia a un voltaje de 690 V, producidas en la parte superior de la unidad. Para fines de distribución eficiente de la energía hacia un centro colector, la tensión deberá ser llevada a un voltaje de 30 kV que permitirá transportar la potencia las distancias que requiere el proyecto; de lo contrario las limitaciones de caída de tensión y pérdidas en la línea serían insostenibles para la operación eficiente del sistema eléctrico.

Para el presente caso, cada unidad dispondrá de un transformador de 690/30000 V, que se ubicará en la parte superior de la góndola. Dicho transformador será de una potencia acorde con la capacidad de cada aerogenerador, que en este caso exige una potencia aparente no menor de 4000 kVA. Su suministro formará parte de los componentes de la unidad generadora. Los transformadores serán acordes con los lineamientos de diseño eficiente "Ecodesign", con el fin de minimizar las pérdidas y asegurar la eficiencia energética.

8.4 Celdas de Protección y Maniobra de los aerogeneradores

Se distinguen tres tipos de sistemas de maniobra y protección asociados a los aerogeneradores, cada uno de ellos formado por un conjunto de celdas, que según la posición que ocupen dentro del circuito de interconexión entre los mismos, tendrá una de las siguientes configuraciones:

- Configuración 0L1P: Para aerogeneradores situados en extremo de línea.
- Configuración 0L1L1P: Para aerogeneradores con posición intermedia en línea radial, con llegada de cables desde un generador vecino y continuación de la red al siguiente punto de conexión.
- Configuración 0L1L1L1P: Para aerogeneradores con posición intermedia en esquema estrellado, con llegada de dos generadores vecinos y continuación de la red al siguiente punto de conexión.

Todas las celdas a instalar serán de corte y aislamiento en hexafluoruro de azufre, con características eléctricas 36 kV, 630 A, 25 kA. Las celdas se instalarán en la parte inferior de la torre del aerogenerador, como ya se ha indicado previamente.

Las celdas a instalar serán parte del suministro de la turbina, metálicas prefabricadas, modulares, de aislamiento y corte en SF6, con las funciones de protección de transformador del aerogenerador con un interruptor automático tripolar (CBP), de entradas de líneas con seccionador (SDP) y de entrada de línea directa desde el Aerogenerador previo a la línea para el conexionado con cajas terminales enchufables a la red de M.T. (ICP).

Las características generales de las celdas de media tensión serán las siguientes:

Las características generales de las celdas de media tensión serán las siguientes:

Tabla 9 – Características técnicas de las celdas de media tensión

Característica	Valor
Tensión nominal (kV)	36
Intensidad asignada a barras (A)	630
Tensión soportada a frecuencia industrial a tierra y entre fases (kV)	70
Tensión soportada a frecuencia industrial a la distancia de seccionamiento (kV)	80
Tensión soportada a impulso tipo rayo a tierra y entre fases (kV) cresta	170
Tensión soportada a impulso tipo rayo a la distancia de seccionamiento (kV) cresta	170
Intensidad admisible de corta duración (kA):	25

Según las funciones que componen las celdas modulares, tendrán las siguientes características:

CELDA DE PROTECCIÓN – 1P

Se identifican con el código 1P. Son utilizadas como celda de protección del transformador del aerogenerador. Están constituidas por una protección mediante interruptor automático tripolar en vacío. Además, también irán provistas de una bobina de disparo a emisión por temperatura del transformador, seccionador de puesta a tierra y alojamiento para las cabezas terminales de los puentes de unión de los interruptores seccionadores con el transformador

Función de protección del conjunto aerogenerador-transformador 36KV:

- Interruptor automático tripolar, 36kV, con bobina de disparo, contactos auxiliares y mando manual.
- Seccionador tripolar de puesta a tierra 36KV, con mando manual, con posiciones Conectado – Seccionamiento - Puesta a tierra.
- Enclavamiento mecánico con cerradura interruptor-seccionador y seccionador de puesta a tierra.
- Transformadores de intensidad toroidales para protección de fases.
- Captadores capacitivos de presencia de tensión de 36 kV.
- Pasatapas en lateral de celda para llegada de cables con conexión atornillable.
- Embarrado tripolar para conexión a celdas conexas.
- Pletina de cobre para puesta a tierra de instalación.
- Accesorios y pequeño material.

Además, la celda irá provista de un relé de protección adicional autoalimentado, con las funciones de máxima intensidad de fases temporizada e instantánea y máxima intensidad de neutro temporizada e instantánea. El relé de protección incluye los transformadores o captadores de intensidad necesarios para las funciones de protección asignadas al relé.

CELDAS DE LÍNEA

Se identifican con el código 1L. Son utilizadas como celda de entrada o salida de otros aerogeneradores del mismo circuito. Están constituidas por un seccionador de tres posiciones con seccionador de puesta a tierra y su función es la de independizar o conectar el siguiente aerogenerador del circuito radial.

Función de seccionador 36KV:

- Seccionador tripolar con posiciones Conexión-Seccionamiento-Puesta a Tierra, 36KV, con mando manual.
- Captore capacitivos de presencia de tensión de 36 kV
- Pasatapas en lateral de celda para llegada de cables con conexión atornillable (dependiendo de la configuración).
- Embarrado tripolar.
- Pletina de cobre de puesta a tierra.
- Accesorios y pequeño material.

CELDAS DE REMONTE

Se identifican con el código 0L. Son utilizadas como celda de salida del circuito radial desde generadores de final de ramal. Únicamente dispone de un seccionador de puesta a tierra por lo que la desconexión del aerogenerador y su circuito saliente se realiza en la celda CBP. Solamente están constituidas por un paso de cables a barras para unirse a la otra celda.

Función de entrada de cable:

- Entrada de cables con conexión enchufable.
- Captore capacitivos de presencia de tensión de 36 kV
- Embarrado tripolar.
- Seccionador de puesta a tierra
- Pletina de cobre de puesta a tierra.

Accesorios y pequeño material.

8.5 Comunicaciones

La red de comunicaciones utilizará igualmente las zanjas de cables de media tensión, que incorporan una fibra óptica según se muestra en los detalles de secciones de zanjas, incluidos en los planos del proyecto.

9 Descripción de la infraestructura de evacuación hasta el punto final de conexión

Los circuitos de 30 kV del parque eólico serán elevados a 132 kV en una subestación de transmisión (SET) ubicada dentro de los predios del Parque Eólico San Marcos II. Esa subestación tendrá un tramo de salida de línea a 132 kV que se conectará a la Red Eléctrica española mediante una línea de uso compartido con una longitud total de 31,599 km.

La línea de evacuación representa una línea troncal que evacuará los siguientes parques eólicos:

- San Marcos II
- Jenariz
- Linte Fase I
- Linte Fase II

Dicha línea presenta tramos en aéreos y subterráneos con una longitud total de 31,599 km aproximadamente hasta llegar a la Subestación de la Red Eléctrica, Olite, que se resumen en la siguiente tabla:

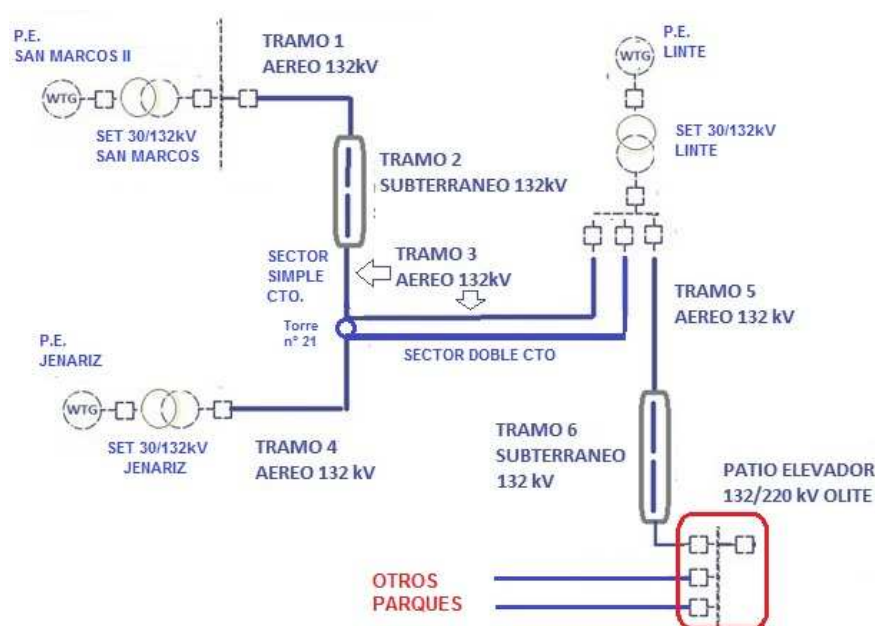
Tabla 10 – Características técnicas de los tramos de la línea de evacuación 132kV

Característica	Longitud según tipo de arreglo (m)			Longitud del circuito
	Simple circuito Aéreo	Simple circuito Subterráneo	Doble circuito aéreo	
Tramo San Marcos – Linte	6.467,90	3.105,29	2.577,72	6.467,90
Tramo Jenariz- Linte	2.836,10			2.836,10
Tramo Linte - Olite	2.045,49	14.566,52		2.045,49
Longitud total según tipo de arreglo	6.467,90	3.105,29	2.577,72	6.467,90
Longitud total de línea de evacuación 132kV (m)	31.599,02			

El punto de conexión se ha definido en 220kV por lo que se implementará una subestación elevadora 132/220kV en terrenos vecinos a la Subestación Olite para lograr el punto de conexión solicitada por las autoridades eléctricas.

El siguiente esquema muestra el concepto que priva en la evacuación de la energía del parque San Marcos II y su conexión final con la red de R.E.E.

Figura 8 – Evacuación de energía del Parque Eólico “San Marcos II”





10 Presupuesto

Tabla 11 – Presupuesto general del Parque Eólico "San Marcos II"

RESUMEN PRESUPUESTO P.E. SAN MARCOS II		
CAPÍTULOS		COSTE
CAPÍTULO 1:	OBRA CIVIL	872.486,90
1.1	VIALES Y PLATAFORMAS DE MONTAJE	677.970,93
1.2	CANALIZACIONES M.T. y DRENAJES	28.052,15
1.3	CIMENTACIONES	158.557,19
1.4	MEDIDAS AMBIENTALES Y DE REVEGETACIÓN	7.906,64
CAPÍTULO 2:	RED M.T.	92.330,58
2.1	CABLEADO INTERIOR	70.000,28
2.2	TOMAS DE TIERRA	11.830,30
2.3	PUESTA EN MARCHA	10.500,00
CAPÍTULO 3:	TORRES DE MEDICIÓN	84.244,91
3.1	INSTALACIÓN y EQUIPAMIENTO	76.161,50
3.2	OBRAS CIVILES	8.083,41
CAPÍTULO 4:	ESTUDIOS Y SEGUIMIENTO DE OBRA	42.009,00
CAPÍTULO 5:	AEROGENERADORES, TRANSPORTE E INSTALACIÓN	3.760.000,00
CAPÍTULO 6:	MEDIDAS CORRECTORAS	74.876,51
TOTAL EJECUCIÓN		4.925.947,92