Nº de trabajo:
PS005/24
05/06/2024

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Parque eólico “P.E. Hornazos” de 4,95 MW

e infraestructuras de evacuación para conexión a red

EMPLAZAMIENTO EÓLICO

Murchante [Navarra]

Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1

PROMOTOR

MISTRAL RENOVABLES 22 SL

CIF B72433444

AUTOR

Colegiado 3.509 de ingenierosVA

FECHA

Junio 2024

RESUMEN DEL PROYECTO

TÍTULO: Parque eólico "P.E. Hornazos" de 4,95 MW e infraestructuras de evacuación para conexión a red en Murchante y Tudela (Navarra).

PETICIONARIO: MISTRAL RENOVABLES 22 , S.L. con domicilio social en Calle Francisco de Vitoria, 8 loc - 50008 Zaragoza (Zaragoza), provista de NIF B72433444.

DENOMINACIÓN DE LA INSTALACIÓN: "P.E. Hornazos".

OBJETO: Construcción de una instalación de producción energía eléctrica de 4,95 MW de capacidad de acceso con conexión a red por tecnología eólica y la línea de evacuación de 30 kV de una longitud aproximada de 4.689 m.

UBICACIÓN DEL PARQUE: Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1 del término municipal de Murchante (Navarra)

UBICACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN: Parcelas de los términos municipales de Murchante y Tudela (Navarra)

POTENCIA INSTALADA (R.D.413/2014) : 4,95 MW.

Las principales características del parque eólico son:

Capacidad de acceso	4.950 kW
Potencia nominal o instalada (R.D.413/2014)	4.950 kW
Nudo, tramo de línea o posición exacta a la que se va conectar	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, en posición existente de barras de 66 kV con identificador 0034030050, perteneciente a la subestación ST LA SERNA (66 kV).
Modelo y fabricante del aerogenerador	Aerogenerador de SANY modelo SI-16050
Tipo de Generador	Generador asíncrono doblemente alimentado
Diámetro del Rotor	160m
Altura del buje	120m
Numero de aspas y longitud	3 aspas de 78m

Las coordenadas del punto geométrico de la poligonal del parque eólico UTM ETRS89 HUSO 30 son:

X = 609.010,6195 Y = 4.657.827,5933

Las coordenadas del aerogenerador del parque eólico UTM ETRS89 HUSO 30 son:

X = 608.675,5047 Y = 4.658.310,9001

El aerogenerador a instalar en este parque corresponde al modelo SI-16050, del fabricante SANY con una potencia nominal de 5.000 kW, pero que se ajustará a 4.950 kW ya que esta es la capacidad de acceso a red. La tecnología SANY ofrece un rango de potencia flexible, que se adapta a las necesidades de cada proyecto.

CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN: La instalación generadora eléctrica proyectada tendrá una potencia máxima de 4,95 MW, estará compuesta por un solo aerogenerador.

El aerogenerador es de tipo asíncrono y de tecnología doblemente alimentado estando conectado por su estator directamente a la red y por otro lado el sistema de anillos rozantes (rotor) se conecta a un doble convertidor que en primer lugar transforma la corriente alterna en corriente continua y luego viceversa adaptando las distintas velocidades de giro del propio aerogenerador a las características y frecuencias de la red.

El aerogenerador contará con todas las protecciones necesarias como puede ser el sistema de frenado, cadena de seguridad, sistema antirayos y de puesta a tierra, protección contra las altas y bajas temperaturas y sistemas de seguridad de las personas. Por otro lado este aerogenerador posee su propio centro de transformación, con un transformador de potencia de relación 0,69/30 kV y potencia aparente de 5,5 MVA, además del conjunto de celdas de MT formado por dos celdas de 630A de corriente nominal siendo una celda de seccionamiento y otra de protección del transformador.

La infraestructura eléctrica de evacuación se realizará mediante circuitos enterrados de 30 kV, del parque eólico se tenderá un tramo subterráneo hasta la nueva subestación eléctrica Promotores LA SERNA 66/30 kV (No objeto de proyecto), que será compartida entre varios promotores. Esta subestación tendrá la función de recolectar la energía procedente del parque objeto.

La evacuación se realizará mediante conductores subterráneos del tipo HEPRZ1 de aluminio con aislamiento 18/30 kV + H16. La longitud total aproximada de la línea de evacuación medida en planta será de 4.689 metros, siendo la longitud de conductor de 4.739 metros. La SET Promotores estará ubicada en el término municipal de Tudela (Navarra). En dicha subestación se realizara la medida de la energía generada incluyendo la celda de medida así como el contador de medida, por tanto no sera objeto del presente proyecto al localizarse en la subestación colectora/elevadora.

Desde la subestación Promotores LA SERNA 66/30 kV partirá una línea subterránea de 66 kV que finalmente enlazará con la red de distribución en la Subestación ST LA SERNA 66kV (No objeto de proyecto).

El punto de conexión de la instalación generadora a la Red de Distribución se llevará a cabo en el actual nudo ST LA SERNA 66kV (identificador n.º 0034030050) 66 kV, propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes.

Con la finalidad de obtener detalles del recurso eólico en el emplazamiento del parque y validar la operación de los aerogeneradores, es preciso contar con información suficiente sobre las características de los vientos en la zona, y para ello se instalará una torre de medición anemométrica (no objeto de proyecto), que enviará la información al sistema de control del parque por medio de la red de comunicaciones directamente hasta la subestación.

La torre será autosoportada de base cuadrada, tendrá una altura máxima de 122,5 m y se situará en las siguientes coordenadas UTM ETRS89 HUSO 30 aproximadas:

X = 609.213,8994 Y = 4.658.924,8702

Para el alojamiento de los equipos de telemedida y control del parque, así como un pequeño aseo y un almacén de equipos de mantenimiento está previsto la construcción de un edificio de control (no objeto de proyecto), el cual quedará construido en la poligonal de la instalación en las coordenadas aproximadas:

X = 609.220,0836 Y = 4.658.151,4846

La torre de medición y el edificio de control no serán objeto de este proyecto, ya que se encuentran en las instalaciones objeto del proyecto "P.E. Canraso". Estas instalaciones serán compartidas con los parques eólicos "P.E. Canraso" y "P.E. Barcelosa" situados en las cercanías de "P.E. Hornazos".

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL: 4.144.355,90 € desglosados de la siguiente manera:

1	ACTUACIONES PREVIAS		1.580,48
2	VIALES Y PLATAFORMAS		77.492,46
3	CAMPO EÓLICO		3.741.287,72
4	LINEA DE EVACUACIÓN EN 30 KV		265.650,13
5	GESTIÓN DE RESIDUOS		13.274,98
6	SEGURIDAD Y SALUD		8.305,20
7	PRUEBAS Y ENSAYOS		36.764,93
		TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**4.144.355,90**
	16,00 % Gastos generales	663.096,94	
	6,00 % Beneficio industrial	248.661,35	
		SUMA DE G.G. y B.I.	911.758,29
	21,00 % I.V.A		1.061.783,98
		TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	**6.117.898,17**
		TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**6.117.898,17**

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

F: *Número que asigna el proyecto a cada finca afectada, como elemento de identificación.*

PD: *Expropiación en pleno dominio.*
Se refleja la superficie, en metros cuadrados, de la finca que se expropia en pleno dominio. Es la superficie ocupada por los apoyos y sus cables de puesta a tierra, superficie ocupada por centros de seccionamiento, superficie ocupada por centros de transformación y subestaciones, superficie ocupada por los caminos de acceso que quedan a disposición y uso permanente de las instalación.

SSP*: Superficie servidumbre permanente*
Permanente de paso.
Se considera la superficie, en metros cuadrados, ocupada por la proyección de las líneas sobre el terreno en las condiciones más desfavorables de viento. En las líneas aéreas se obtiene calculando el área obtenida por la proyección sobre el terreno de los conductores exteriores, en las condiciones más desfavorables en que los conductores estén desplazados hacia el exterior de la línea por un viento de 120 km/h, para cada finca afectada. En las líneas subterráneas se obtiene de multiplicar el ancho de la zanja necesaria para establecer la línea por la longitud de tendido subterráneo que afecta a la finca. Por esta superficie la línea pasa permanentemente y el titular de la instalación tiene servidumbre de paso, como predio dominante, para vigilarla, conservarla y repararla.
El uso de esta servidumbre lleva implícita la indemnización de los daños que se produzcan al dueño del predio sirviente, cada vez que se haga uso de la misma.
Construcción
Se considerará la superficie necesaria para construir los centros de seccionamiento, los centros de transformación, las subestaciones u otros

SSA*: Superficie de afección, con limitaciones a la propiedad. Se expresará en metros cuadrados.*
Es la superficie en la que, debido a las líneas eléctricas de distribución, no se pueden plantar árboles, no se pueden construir edificios ni instalaciones industriales y no se pueden realizar trabajos de arada con profundidad superior a 60 centímetros en los tramos por los que discurren líneas subterráneas. Para líneas aéreas de distribución, se calcula añadiendo 5 metros a la proyección más desfavorable sobre el terreno de los conductores exteriores, bajo una acción del viento de 120 km/h.
Para líneas subterráneas, se calcula multiplicando el doble del ancho de la zanja necesaria por la longitud de afección a la finca por la línea subterránea.

OT*: Superficie Ocupación temporal.*
Se considerará la superficie necesaria para construir las líneas, los centros de seccionamiento, los centros de transformación, las subestaciones o lel parque eólico, que no esté incluida en la superficie considerada en la servidumbre permanente. Son los caminos para la maquinaria, cuando no se pueda ir por la traza de la línea, por los caminos realizados mediante expropiación en pleno dominio.Estas superficies, tras realizar la instalación, se van a dejar como estaba antes de iniciar los trabajos.

TABLA LÍNEA DE EVACUACIÓN													
F	Municipio	Pol	Parc.	Uso	Sup. Parcela	Ref catastral	Instalaciones de Evacuación						
							Instalación	Long.	Ancho	PD	SSP	SSA	OT
1	MURCHANTE	1	63	T. LABOR SECANO	1.905 m2	31000000000001298198BH	Línea de evacuación	16,3 m	0,6 m	--	9,8 m2	19,6 m2	57,2 m2
2	MURCHANTE	1	66	T. LABOR SECANO	6.347 m2	31000000000001298201XK	Línea de evacuación	18,5 m	0,6 m	--	11,1 m2	23,5 m2	144,7 m2
3	MURCHANTE	1	55	T. LABOR SECANO	24.443 m2	31000000000001298191DO	Línea de evacuación	281,8 m	0,6 m	--	174,7 m2	348,1 m2	1262,6 m2
4	MURCHANTE	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	23,5 m	0,6 m	--	14,1 m2	28,1 m2	37,8 m2
5	MURCHANTE	1	667	T. LABOR REGADIO	21.901 m2	31000000000001298726PY	Línea de evacuación	104,8 m	0,6 m	--	65,0 m2	129,9 m2	476,3 m2
6	MURCHANTE	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	389,6 m	0,9 m	--	354,6 m2	709,2 m2	1586,3 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	9,6 m2	--	--	--
7	MURCHANTE	1	675	T. LABOR REGADIO	20.334 m2	31000000000001298734GA	Línea de evacuación	117,9 m	0,9 m	--	106,1 m2	212,0 m2	498,9 m2
8	MURCHANTE	1	676	T. LABOR REGADIO	21.854 m2	31000000000001298735HS	Línea de evacuación	0,4 m	0,9 m	--	0,3 m2	1,6 m2	337,8 m2
9	MURCHANTE	1	705	PASTOS	1.801 m2	31000000000001298761PY	Línea de evacuación	7,6 m	0,9 m	--	6,8 m2	12,7 m2	37,4 m2
10	MURCHANTE	1	41	T. LABOR SECANO	32.294 m2	31000000000002353520IS	Línea de evacuación	15,5 m	0,9 m	--	13,9 m2	27,9 m2	64,3 m2
11	TUDELA	42	39	CONSTRUCCIÓN	11.518 m2	31000000000002425663GO	Línea de evacuación	6,4 m	0,9 m	--	5,7 m2	11,5 m2	26,1 m2
12	TUDELA	42	32	IMPRODUCTIVO	3.583 m2	31000000000002303721GB	Línea de evacuación	50,1 m	0,9 m	--	45,1 m2	90,2 m2	539,9 m2
13	TUDELA	42	78	PASTOS	608 m2	31000000000001382939GL	Línea de evacuación	8,9 m	0,9 m	--	8,0 m2	16,4 m2	91,5 m2
14	TUDELA	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	1530,9 m	0,9 m	--	1377,8 m2	2772,3 m2	5713,2 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	9,6 m2	--	--	--
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	9,6 m2	--	--	--
15	TUDELA	43	124	T. LABOR SECANO	201.460 m2	31000000000001383261TO	Línea de evacuación	20,1 m	0,9 m		18,1 m2	45,5 m2	45,5 m2
16	TUDELA	42	99	T. LABOR SECANO	98.561 m2	31000000000001382960RI	Línea de evacuación	42,1 m	0,9 m	--	37,9 m2	75,2 m2	176,5 m2
17	TUDELA	42	103	PASTOS	12.641 m2	31000000000001382964IS	Línea de evacuación	33,6 m	0,9 m	--	30,3 m2	55,3 m2	132,0 m2
18	TUDELA	42	110	T. LABOR SECANO	21.065 m2	31000000000001382971SH	Línea de evacuación	20,6 m	0,9 m	--	18,5 m2	42,8 m2	73,8 m2
19	TUDELA	42	109	FORESTAL-PASTOS	7.748 m2	31000000000001382970AG	Línea de evacuación	42,9 m	0,9 m	--	38,6 m2	77,1 m2	173,5 m2
20	TUDELA	42	107	T. LABOR SECANO	20.633 m2	31000000000001382968SH	Línea de evacuación	163,7 m	0,9 m	--	147,3 m2	294,7 m2	669,4 m2
21	TUDELA	42	105	T. LABOR SECANO	16.252 m2	31000000000001382966PF	Línea de evacuación	102,4 m	0,9 m	--	92,2 m2	183,4 m2	394,3 m2
22	TUDELA	42	104	T. LABOR SECANO	12.607 m2	31000000000001382965OD	Línea de evacuación	15,5 m	0,9 m	--	13,9 m2	28,4 m2	53,8 m2
23	TUDELA	42	50	CAÑADA	127.267 m2	31000000000001382916ZW	Línea de evacuación	59,4 m	0,9 m	--	53,5 m2	106,8 m2	229,7 m2
24	TUDELA	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	711,7 m	0,9 m	--	640,5 m2	1262,1 m2	1904,2 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	5,8 m2	--	--	--
25	TUDELA	42	270	T. LABOR SECANO	28.933 m2	31000000000001383129TO	Línea de evacuación	--	0,9 m	--	--	--	95,9 m2
26	TUDELA	42	207	FORESTAL-PASTOS	42.590 m2	31000000000001383067TO	Línea de evacuación	--	0,9 m	--	--	--	108,6 m2
27	TUDELA	42	208	T. LABOR SECANO	15.178 m2	31000000000001383068YP	Línea de evacuación	--	0,9 m	--	--	--	286,4 m2
28	TUDELA	42	209	T. LABOR SECANO	2.070 m2	31000000000001383069UA	Línea de evacuación	--	0,9 m	--	--	--	119,8 m2
29	TUDELA	42	210	ARBOLADO DIVERSO	302.970 m2	31000000000001383070TO	Línea de evacuación	144,4 m	0,9 m	--	130,0 m2	276,7 m2	996,9 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	3,8 m2	--	--	--
30	TUDELA	42	236	T. LABOR SECANO	4.904 m2	31000000000001383095QT	Línea de evacuación	64,3 m	0,9 m		57,8 m2	115,6 m2	217,3 m2
31	TUDELA	42	235	T. LABOR SECANO	7.271 m2	31000000000001383094MR	Línea de evacuación	144,1 m	0,9 m	--	129,7 m2	259,2 m2	542,8 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	9,6 m2	--	--	--
32	TUDELA	42	234	FORESTAL-PASTOS	6.564 m2	31000000000001383093XE	Línea de evacuación	125,1 m	0,9 m	--	112,6 m2	225,1 m2	548,4 m2
33	TUDELA	42	239	T. LABOR SECANO	111.999 m2	31000000000001383090LM	Línea de evacuación	47,4 m	0,9 m	--	42,62	85,42	184,7 m2
34	TUDELA	42	231	T. LABOR SECANO	111.999 m2	31000000000001383090LM	Línea de evacuación	234,6 m	0,9 m	--	211,13	421,67	1006,2 m2
35	TUDELA	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	132,1 m	0,9 m	--	118,9 m2	236,8 m2	454,8 m2
36	TUDELA	39	144	T. LABOR SECANO	5.603 m2	31000000000001382355UA	Línea de evacuación	8,4 m	0,9 m	--	7,6 m2	15,1 m2	33,5 m2

TABLA INSTALACIONES												
F	Municipio	Pol	Parc.	Uso	Sup. Parcela	Ref catastral	Instalaciones Aerogenerador		Instalaciones permanentes		Instalaciones temporales	
							Instalación	PD	Instalación	PD	Instalación	OT
10	MURCHANTE	1	41	T. LABOR SECANO	32.294 m2	31000000000235352OIS	--	--	Camino de acceso	285,3 m2	--	--
3	MURCHANTE	1	55	T. LABOR SECANO	24.443 m2	31000000000129819 1DO	Plataforma	1458,4 m2	Camino de acceso	256,1 m2	--	--
							Vuelo aéreo	1404,1 m2				
1	MURCHANTE	1	63	T. LABOR SECANO	1.905 m2	31000000000129819 8BH	Cimentación	289,1 m2	--	--	--	--
							Plataforma	506,9 m2				
							Vuelo aéreo	1905,0 m2				
2	MURCHANTE	1	66	T. LABOR SECANO	6.347 m2	31000000000129820 1XK	Plataforma	30,8 m2	--	--	--	--
							Vuelo aéreo	2857,8 m2				
37	MURCHANTE	1	11	T. LABOR SECANO	3.336 m2	31000000000129816 8XK	Vuelo aéreo	167,7 m2	Camino de acceso	825,8 m2	--	--
38	MURCHANTE	1	12	PASTOS	5.521 m2	31000000000129816 9ML	--	--	Camino de acceso	179,2 m2	--	--
39	MURCHANTE	1	15	T. LABOR SECANO	9.081 m2	31000000000129817 2ML	Plataforma	1768,7 m2	--	--	--	--
							Vuelo aéreo	1068,3 m2				
40	MURCHANTE	1	56	T. LABOR REGADIO	15.794 m2	31000000000129819 2FP	Cimentación	19,8 m2	Camino de acceso	336,4 m2	Zona de acopios	2442,5 m2
							Plataforma	3727,2 m2				
							Vuelo aéreo	3789,6 m2				
41	MURCHANTE	1	59	T. LABOR SECANO	3.435 m2	31000000000129819 5JD	Cimentación	34,6 m2	Camino de acceso	202,3 m2	--	--
							Plataforma	1112,6 m2				
							Vuelo aéreo	3405,2 m2				
42	MURCHANTE	1	60	T. LABOR SECANO	5.021 m2	31000000000129819 6KF	Vuelo aéreo	772,7 m2	Camino de acceso	45,3 m2	--	--
43	MURCHANTE	1	62	PASTOS	3.086 m2	31000000000129819 7LG	Vuelo aéreo	1445,2 m2	--	--	--	--
44	MURCHANTE	1	64	T. LABOR SECANO	2.153 m2	31000000000129819 9ZJ	Vuelo aéreo	1739,8 m2	--	--	--	--
45	MURCHANTE	1	65	T. LABOR SECANO	7.867 m2	31000000000129820 0ZJ	Vuelo aéreo	1798,9 m2	--	--	--	--

RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS:

Durante la inspección visual de las parcelas se han detectado los siguientes Administraciones, organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectados, para los que se presentan las correspondientes separatas de acuerdo con el art. 130 del RD 1955/2000:

- **Ayuntamiento de Tudela:** por el tendido de la línea de evacuación subterránea de media tensión en su término municipal.
- **Ayuntamiento de Murchante:** por la construcción del parque eólico objeto y por el tendido de la línea de evacuación subterránea de media tensión en su término municipal.
- **Gobierno de Navarra, Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, Dirección General de Agricultura y Ganadería, Servicio de Infraestructuras Agrarias:** por el cruzamiento de la línea subterránea de evacuación de 30 kV con la Cañada Real del Villar de Corella al Portillo de Santa Margarita en Ejea de Los Caballeros en Tudela (Navarra) y por el cruzamiento con la Pasada nº11 de la Cañada Real del Villar de Corella al Portillo de Santa Margarita en Ejea de Los Caballeros en Tudela (Navarra).
- **Gobierno de Navarra, Dirección general de obras públicas e infraestructuras:** por el cruzamiento y paralelismo de la línea de evacuación subterránea MT con la carretera NA-160 y por la creación de nuevos accesos al parque eólico desde la carretera NA-160.
- **i-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U**.: por la construcción de un parque eólico conectado a su red de distribución. Por el cruzamiento de la línea de evacuación subterránea MT con varias líneas aéreas AT de su propiedad.
- **Canal de Navarra, S.A.:** por el cruzamiento de la línea de evacuación subterránea MT con el trazado del Canal de Navarra.
- **Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA):** por la construcción de un aerogenerador de más de 100 m de altura en la cercanía de los aeródromos Agua Salada y Ablitas.
- **ENAIRE:** por la construcción de un aerogenerador de más de 100 m de altura en la cercanía de los aeródromos Agua Salada y Ablitas.
- **EÓLICA MONTES DE CIERZO, S.L.U:** por el paralelismo de la línea de evacuación subterránea de media tensión con su línea de evacuación subterránea correspondiente con el proyecto Repotenciación Montes de Cierzo.
- **Dirección general de Cultura del Departamento de Cultura y Deporte del Gobierno de Navarra.**
- **Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda, Paisaje y Proyectos Estratégicos.**

Índice de contenido

MEMORIA **12**
1.- ANTECEDENTES **1**
2.- OBJETO Y PETICIONARIO DEL PROYECTO **2**
2.1.- OBJETO DEL PROYECTO 2
2.2.- PETICIONARIO DEL PROYECTO 3
3.- REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA **4**
4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN **8**
4.1.- RESUMEN 8
4.1.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN PARQUE EÓLICO 8
4.1.2.- DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO 8
4.2.- DEFINICIÓN DEL PROYECTO 10
4.3.- CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 12
4.4.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO, DE LA UTILIDAD PÚBLICA Y LA CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRES 13
4.4.1.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 13
4.4.2.- JUSTIFICACIÓN DE LA RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS 18
4.5.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: CAMINOS, CARRETERAS, CAUCES 21
4.6.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: AEROPUERTOS, AERÓDROMOS Y HELIPUERTOS 24
4.7.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN 25
4.8.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: CAPACIDAD DE ACOGIDA EÓLICA 26
4.9.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: PATRIMONIO CULTURAL 27
4.10.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: USO DE SUELO Y LICENCIAS 28
4.10.1.- USO EXCEPCIONAL DEL SUELO NO URBANIZABLE 28
4.10.2.- LICENCIAS URBANÍSTICA, DE OBRAS Y DE ACTIVIDAD 29
4.11.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: MEDIOAMBIENTALES 29
4.12.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO ANTE EL DECRETO FORAL 56/2019 32
5.- DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN GENERADORA **34**
5.1.- AEROGENERADOR 34
5.1.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL 34
5.1.2.- NORMATIVA 36
5.1.3.- ESTRUCTURA 36
5.1.4.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO 37
5.1.5.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 37
5.1.6.- ROTOR 39
5.1.7.- GÓNDOLA/NACELLE 45
5.1.8.- TRANSMISIÓN 46
5.1.9.- SISTEMA DE GENERACIÓN 51
5.1.10.- SISTEMA DE ORIENTACIÓN 53

5.1.11.- SISTEMA DE CONTROL....53
5.1.12.- TORRE....55
5.1.13.- SISTEMAS AUXILIARES....56
5.1.14.- EQUIPAMIENTO AUXILIAR....58
5.1.15.- PROTECCIONES DEL AEROGENERADOR....59
5.2.- EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN....65
5.2.1.- TRANSFORMADOR 0,69/30 kV....65
5.2.2.- CELDAS DE MEDIA TENSIÓN....70
5.3.- TORRE DE MEDICIÓN....75
5.4.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA....76
5.4.1.- PROTECCIONES....76
5.4.2.- PUESTA A TIERRA....77
5.5.- INSTALACIONES DE COMUNICACIONES....78
5.6.- OBRA CIVIL....79
5.6.1.- RED DE VIALES....79
5.6.2.- CIMENTACIONES....87
5.6.3.- OBRAS DE DRENAJE....88
5.6.4.- REQUISITOS DE LA ZONA DE GRÚA....89
5.7.- EDIFICIO DE CONTROL....92
5.8.- EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES TEMPORALES DE OBRA....96
5.9.- SEÑALIZACIONES....98
6.- LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA A 30 KV....99
6.1.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA....99
6.2.- CONDUCTORES....100
6.3.- TERMINALES....102
6.4.- EMPALMES....103
6.5.- ZANJA Y CANALIZACIÓN....105
6.6.- TENDIDO....107
6.7.- PUESTA A TIERRA....109
6.8.- ENSAYOS....109
6.9.- PROTECCIONES....111
6.10.- CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS....112
6.10.1.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS....112
6.10.2.- OTROS CABLES DE ENERGÍA....113
6.10.3.- CANALIZACIONES DE AGUA....114
6.10.4.- CARRETERAS....115
7.- MEDIDA DE LA GENERACIÓN....115
8.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN....116

8.1.- OPERACIÓN....116
8.2.- MANTENIMIENTO....117
9.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS....124
10.- ESQUEMA DE CONEXIÓN SEGÚN NORMA IBERDROLA....125
11.- RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS....126
12.- CONCLUSIÓN....127
CÁLCULOS....128
CÁLCULOS DE LA RED DE PUESTA A TIERRA....1
1.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA....1
1.1.- INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO....1
1.2.- DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO....1
1.2.1.- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA....2
1.3.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA....2
1.4.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN EL INTERIOR....3
1.5.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO....4
1.6.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO....4
1.7.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS....4
1.8.- INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR....5
1.9.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL....6
CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN....7
1.- GENERALIDADES DEL CABLE....7
2.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE....7
3.- RESISTENCIA Y REACTANCIA APARENTE....8
4.- CAÍDA DE TENSIÓN....8
5.- POTENCIA A TRANSPORTAR....9
6.- PÉRDIDAS DE POTENCIA....10
7.- RESULTADOS OBTENIDOS....10
8.- PÉRDIDAS DIELÉCTRICAS....10
9.- TENSIÓN INDUCIDA EN LAS PANTALLAS....11
9.1.- TENSIÓN INDUCIDA EN SERVICIO PERMANENTE....11
9.2.- TENSIÓN INDUCIDA EN CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO....11
9.3.- TENSIÓN INDUCIDA EN CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO....11
10.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO DE LA LINEA....12
11.- CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS DE CORTOCIRCUITO DE LA LINEA....12
12.- RESULTADOS DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO OBTENIDOS....13
INFORME ESTIMADO DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA....14
SEGURIDAD Y SALUD....15

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 1
PLIEGO DE CONDICIONES 1
PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS 1
PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS 1
PRESUPUESTO 1
PLANOS 1
ANEXO I - INFORME DE CÁLCULO ESTIMADO DE PRODUCCIÓN 1
ANEXO II – ESTUDIO AERONÁUTICO DE SEGURIDAD 1
ANEXO III - HOJAS DE CARACTERÍSTICAS 1

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Parque eólico "P.E. Hornazos" de 4,95 MW

e infraestructuras de evacuación para conexión a red

EMPLAZAMIENTO EÓLICO

Murchante [Navarra]

Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1

PROMOTOR

MISTRAL RENOVABLES 22 SL

CIF B72433444

AUTOR

Colegiado 3.509 de ingenierosVA

FECHA

Junio 2024

MEMORIA

1.- ANTECEDENTES

La mercantil MISTRAL RENOVABLES 22 SL, desea construir un parque eólico conectado a la Red de Distribución propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes (i-DE en adelante) en el término municipal de Murchante (Navarra), con punto de conexión solicitado por el cliente en nudo con código de identificador único 0034030050, a la tensión de 66 kV.

Para ello, en marzo de 2023 se solicitó Acceso y Conexión a la Red de Distribución a i-DE a la nueva posición del sistema de 66kV de la ST LA SERNA de i-DE para el PE Hornazos de 4,95 MW de potencia de vertido y expediente EXP-31-9042604225.

Con fecha 22 de noviembre de 2023 se recibió comunicación por parte de i-DE mediante un Pliego de Condiciones Técnicas con la viabilidad de acceso para Parque Eólico Hornazos por una potencia de 4,95 MW mediante una nueva posición compartida de línea de 66 kV a construir en la Subestación ST LA SERNA (66 kV) con código de identificador único 112790239 y coordenadas en el sistema ETRS 89 (HUSO 30): [X=610.383,04 m; Y=4.661.386,01 m].

El punto de conexión propuesto en este Pliego de Condiciones Técnicas será compartido por los siguientes expedientes:

- PSFV LA GALERA 4,94 MW
- PSFV EL ROYO 4,94 MW
- PSFV LA MUGA 4,94 MW
- PE HORNAZOS 4,95 MW
- PE CANRASO 4,95 MW
- PE BARCELOSA 4,95 MW

El día 11 de enero de 2024 se aceptaron las condiciones técnicas y económicas.

El día 12 de enero de 2024 i-DE emite los Permisos de Acceso y Conexión.

Las instalaciones se han proyectado buscando la seguridad para el personal y los equipos, así como una fiabilidad y regularidad del servicio, de acuerdo con la normativa vigente.

2.- OBJETO Y PETICIONARIO DEL PROYECTO

2.1.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto de ejecución es describir todas las infraestructuras para la construcción del Parque Eólico denominado "PE Hornazos", de 4,95 MW de potencia, ubicado en el término municipal de Murchante y su línea de evacuación de media tensión hasta la Subestación de Promotores LA SERNA 66/30 kV en el termino municipal de Tudela,Comunidad Foral de Navarra. La instalación estará ubicada en las Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1 de Murchante (Navarra).

El aerogenerador posee su propio centro de transformación con un transformador de potencia de relación 0,69/30 kV dando lugar así a la infraestructura eléctrica de evacuación mediante circuitos enterrados de 30 kV, hasta la nueva subestación eléctrica Promotores LA SERNA 66/30 kV (No objeto del presente proyecto).

El parque eólico objeto tendrá una potencia instalada de 4,95 MW y su línea de evacuación subterránea de 30 kV con una longitud aproximada de 4.689 m medida en planta y tiene necesidad de sometimiento a Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria de acuerdo con la Ley 21/2013, de 9 de Diciembre.

Este proyecto servirá también al efecto de obtener la Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción, Declaración de Utilidad Pública y Evaluación de Impacto Ambiental, para instalar dicho parque eólico de generación eléctrica, según 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.

El resumen de características del parque eólico:

Nombre del Parque	PE Hornazos
Titular	MISTRAL RENOVABLES 22 SL
Término Municipal	Murchante- Navarra
Potencia Instalada	4,95 MW
Potencia de capacidad de acceso	4,95 MW
Aerogenerador	SANY SI-16050
Altura Buje	120 m
Diámetro Rotor	160 m
N.º Aerogeneradores	1
Red Media Tensión y Evacuación	30 kV
Punto de conexión	Subestación Promotores LA SERNA 66/30 kV
Accesos al parque	Por carretera de la zona Media. NA-160 TUDELA-CINTRUÉNIGO

Son objeto del presente proyecto los siguientes elementos:

- Obra Civil:
  - Adecuación del camino existente para el acceso al parque
  - Nuevos viales interiores y adecuación de los existentes para el acceso a los aerogeneradores
  - Plataformas para el montaje y acopio de los aerogeneradores
  - Cimentación de los aerogeneradores.
  - Zanjas para las líneas eléctricas, red de tierras y comunicaciones.
  - Obra de drenaje
- Instalaciones eléctricas:
  - Circuitos y líneas Subterráneas de Media Tensión
  - Puesta a tierra del parque
  - Evacuación del parque hasta Subestación Promotores LA SERNA 66/30 kV

2.2.- PETICIONARIO DEL PROYECTO

Titular: MISTRAL RENOVABLES 22 S.L.

CIF: B72433444

Domicilio: Calle Francisco de Vitoria, 8 loc - 50008 Zaragoza (Zaragoza)

3.- REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

- 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.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica.
- Normas de UNESA.

OBRA CIVIL:

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- 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.
- Ley 34/1998, de 7 de octubre, del sector de hidrocarburos.

SEGURIDAD Y SALUD:

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mo Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- 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.

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

EQUIPOS:

- Todos los equipos que se instalen deberán incorporar marcado CE.

URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE:

- Ley 3/1995 de 23 de Marzo sobre vías pecuarias.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Real Decreto 369/2023, de 16 de mayo, por el que se regulan las servidumbres aeronáuticas.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación de impacto ambiental.

NAVARRA:

- Plan General Municipal de Tudela
- Plan General Municipal de Murchante
- Normativa Sectorial de Navarra
- Decreto Foral 56/2019, de 8 de mayo, por el que se regula la autorización de parques eólicos en Navarra.
- Ley Foral 19/1997, de 15 de diciembre, de Vías Pecuarias de Navarra.
- 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
- Decreto Foral Legislativo 1/2017, de 26 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de Ordenación del Territorio y Urbanismo.
- Ley Foral 5/2007, de 23 de marzo, de carreteras de Navarra.
- Ley Foral 6/1987, de 10 de abril, de normas urbanísticas regionales para protección y uso del territorio.
- Ley Foral 13/1990, de 31 de diciembre, de protección y desarrollo del patrimonio forestal de Navarra.

- Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre, del Patrimonio Cultural 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)
- Ley Foral 7/1989, de 8 de junio, de medidas de intervención en materia de suelo y vivienda de navarra.
- Ley Foral 4/2022, de 22 de marzo, de Cambio Climático y Transición Energética.
- Acuerdo de 15 de mayo de 2000, por el que se aprueban los Lugares de Importancia Comunitaria en Navarra, de la Red Natura 2000.
- Decreto Foral 231/1997, de 5 de septiembre, por el que se establecen las zonas periféricas de protección de determinados enclaves naturales.
- Decreto Foral 4/1997, de 13 de enero, por el que se crea el Inventario de Zonas Húmedas de Navarra.
- Ley Foral 9/1996, de 17 de junio, de Espacios Naturales de Navarra.
- Decreto Foral 97/1991, de 21 de marzo, por el que se declaran Enclaves Naturales determinados espacios naturales del territorio de Navarra.
- Decreto Foral 254/2019, de 16 de octubre, por el que se establece el listado navarro de especies silvestres en régimen de protección especial, se establece un nuevo catálogo de especies de flora amenazadas de Navarra y se actualiza el catálogo de especies de fauna amenazadas de Navarra.
- Ley Foral 18/2002, de 13 de junio, de modificación de la Ley Foral 2/1993, de 5 de marzo, de Protección y Gestión de la Fauna Silvestre y sus Hábitats.
- Decreto Foral 10/2023, de 15 de febrero, por el que se crea el Listado Navarro de Especies de Flora Silvestre en Régimen de Protección Especial y se establece el Catálogo de Especies de Flora Amenazada de Navarra.
- Decreto Foral 129/1991, de 4 de abril, por el que se establecen normas de carácter técnico para instalaciones eléctricas con objeto de proteger la avifauna.
- Decreto Foral 23/2011, de 28 de marzo, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en el ámbito territorial de la Comunidad Foral de Navarra.
- Ley Foral 17/2020, de 16 de diciembre, reguladora de las Actividades con Incidencia Ambiental (BON nº 296 de 22 de diciembre de 2020).

4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

4.1.- RESUMEN

4.1.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE UN PARQUE EÓLICO

El proyecto consiste en la instalación de un parque eólico de generación de energía eléctrica que permite el aprovechamiento de la velocidad y fuerza del viento a partir de aerogeneradores para transformar la energía procedente del viento en electricidad, que posteriormente se acondicionará y evacuará a la red.

El viento es un efecto derivado del calentamiento desigual de la superficie de la Tierra por el Sol. El principal problema de los parques eólicos es la incertidumbre respecto a la disponibilidad de viento cuando se necesita. Esto imposibilita que la energía eólica sea utilizada como fuente de energía única y la obliga a estar respaldada siempre por otras fuentes de energía con mayor capacidad de regulación (térmicas, nucleares, hidroeléctricas, etc).

El viento hace girar las palas al incidir sobre ellas, convirtiendo así la energía cinética del viento en energía mecánica que se transmite al rotor. Esta energía se transmite mediante un eje de baja velocidad a la caja del multiplicador, de donde sale a una velocidad varias veces superior. Es entonces cuando se puede transmitir al eje del generador eléctrico para producir energía eléctrica.

Las crecientes necesidades de energía, la mayor preocupación por el medio ambiente, la naturaleza y la calidad de vida, obligan a investigar nuevas fuentes de energía limpias y renovables que contribuyan a una oferta energética sólida, diversificada y eficaz con garantías de abastecimiento y sin connotaciones negativas. La energía proporcionada por el viento resulta ser una vía alternativa a las fuentes convencionales. Se utilizan para este fin las más recientes tecnologías desarrolladas, siempre bajo el criterio de un máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

4.1.2.- DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO

La Parque eólico "P.E. Hornazos" se ubica en las Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1 del término municipal de Murchante (Navarra).

La instalación generadora eléctrica proyectada tendrá una potencia máxima de 4,95 MW, estará compuesta por 1 aerogenerador instalado en las parcelas objeto.

Las principales características de la instalación son:

Potencia de capacidad de acceso	4.950 kW
Potencia nominal o instalada (R.D.413/2014)	4.950kW
Nudo, tramo de línea o posición exacta a la que se va conectar	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, en posición existente de barras de 66 kV con identificador 0034030050, perteneciente a la subestación ST LA SERNA (66 kV).
Modelo y fabricante del aerogenerador	Aerogenerador de SANY modelo SI-16050
Tipo de Generador	Generador asíncrono doblemente alimentado
Diámetro del Rotor	160 m
Altura del buje	120 m
Numero de aspas y longitud	3 aspas de 78m

El aerogenerador es de tipo asíncrono y de tecnología doblemente alimentado estando conectado por su estator directamente a la red y por otro lado el sistema de anillos rozantes (rotor) se conecta a un doble convertidor que en primer lugar transforma la corriente alterna en corriente continua y luego viceversa adaptando las distintas velocidades de giro del propio aerogenerador a las características y frecuencias de la red.

El aerogenerador cuenta con todas las protecciones necesarias como puede ser el sistema de frenado, cadena de seguridad, sistema antirayos y de puesta a tierra, protección contra las altas y bajas temperaturas y sistemas de seguridad de las personas. Por otro lado este aerogenerador posee su propio centro de transformación, con un transformador de potencia de relación 0,69/30 kV y potencia aparente de 5,5MVA, además el conjunto de celdas de MT incorpora dos celdas de 630A de corriente nominal, siendo una celda de seccionamiento y otra de protección del transformador.

Por otro lado tenemos la torre de medición (no objeto de proyecto) cuyo objetivo es la gestión de la operaciones de los aerogeneradores del parque del presente proyecto así como de los parques eólicos "P.E. Canraso" y "P.E. Barcelosa". De igual modo se proyecta una caseta de control (no objeto de proyecto) compartida por los tres parques. No obstante, tanto la torre de medición como el edificio de control no forman parte del objeto del presente proyecto.

La infraestructura eléctrica de evacuación se realizará mediante circuitos enterrados de 30 kV, del parque eólico se tenderá un tramo subterráneo hasta la nueva subestación eléctrica Promotores LA SERNA 66/30 kV (No objeto de proyecto), que será compartida entre varios promotores. Esta subestación tendrá la función de recolectar la energía procedente del parque objeto.

La evacuación se realizará mediante conductores subterráneos del tipo HEPRZ1 de aluminio con aislamiento 18/30 kV + H16. La longitud total aproximada de la línea de evacuación medida en planta será de 4.689 metros, siendo la longitud de conductor de 4.739 metros. La SET Promotores estará ubicada en el término municipal de Tudela (Navarra). En dicha subestación se realizara la medida de la energía generada incluyendo la celda de medida así como el contador de medida, por tanto no sera objeto del presente proyecto al localizarse en la subestación colectora/elevadora.

Desde la subestación Promotores LA SERNA 66/30 kV partirá una línea subterránea de 66 kV que finalmente enlazará con la red de distribución en la Subestación LA SERNA 66kV (No objeto de proyecto).

El punto de conexión de la instalación generadora a la Red de Distribución se llevará a cabo en el actual nudo ST LA SERNA 66kV (identificador n.º 0034030050) 66 kV, propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes.

4.2.- DEFINICIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de "Parque eólico Hornazos de 4,95MW e infraestructuras de evacuación para conexión a red", consiste en el diseño, instalación y explotación de un parque eólico de 4,95 MW de capacidad de acceso, con conexión a red, en las Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1 de Murchante (Navarra). La instalación está compuesta por por 1 aerogenerador de 4,95MW de potencia instalada.

La calificación del suelo donde se proyecta la construcción del parque eólico es suelo no urbanizable y suelo no urbanizable unidades de valor ambiental.

El aerogenerador produce energía para posteriormente elevar su nivel de tensión con un transformador de potencia de relación 0,69/30 kV y después ser evacuada mediante una línea subterránea de 30 kV y 4.689 metros de longitud hasta la nueva subestación eléctrica Promotores LA SERNA 66/30 kV (No objeto del presente proyecto).

El parque eólico a construir se ubica al oeste del municipio de Murchante (Navarra) en la poligonal formada por la unión de las siguientes coordenadas UTM ETRS89 – HUSO 30:

COORDENADAS UTM ETRS89 – HUSO 30		
PUNTO	**X**	**Y**
P1	608.456,56	4.658.483,12
P2	609.510,42	4.658.072,88
P3	609.614,51	4.657.755,95
P4	609.522,07	4.657.496,38
P5	608.720,36	4.657.204,40

Las coordenadas del centro geométrico de la poligonal del parque eólico son:

COORDENADAS UTM ETRS89 – HUSO 30		
PUNTO	**X**	**Y**
C.G.	609.010,62	4.657.827,59

Las coordenadas del aerogenerador y el resto de construcciones del parque eólico como la torre de medición (no objeto de proyecto) y el centro de control (no objeto de proyecto) son:

COORDENADAS UTM ETRS89 – HUSO 30		
PUNTO	**X**	**Y**
Aerogenerador	608.675,50	4.658.310,90
Torre Medición	609.213,90	4.658.924,87
Centro Control	609.220,08	4.658.151,48

4.3.- CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Las crecientes necesidades de energía, la mayor preocupación por el medio ambiente, la naturaleza y la calidad de vida, obligan a investigar nuevas fuentes de energía limpias y renovables que contribuyan a una oferta energética sólida, diversificada y eficaz con garantías de abastecimiento y sin connotaciones negativas. La energía proporcionada por el viento resulta ser una vía alternativa a las fuentes convencionales. Se utilizan para este fin las más recientes tecnologías desarrolladas, siempre bajo el criterio de un máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

El presente proyecto consiste en la instalación de un parque eólico de generación de energía eléctrica que permite el aprovechamiento de la velocidad y fuerza del viento a partir de aerogeneradores para transformar la energía procedente del viento en electricidad, que posteriormente se acondicionará y evacuará a la red.

El viento es un efecto derivado del calentamiento desigual de la superficie de la Tierra por el Sol. Este viento hace girar las palas al incidir sobre ellas, convirtiendo así la energía cinética del viento en energía mecánica que se transmite al rotor. Esta energía se transmite mediante un eje de baja velocidad a la caja del multiplicador, de donde sale a una velocidad varias veces mayor. Es entonces cuando se puede transmitir al eje del generador eléctrico para producir energía eléctrica.

La electricidad, generada como corriente alterna en el generador, es conducida a un convertidor cuyas funciones principales son:

- Adaptar la forma de onda del generador a una forma de onda que pueda inyectarse a red en las condiciones aceptadas.
- Regular la generación ante la variabilidad en el recurso eólico.
- Actuar como protección (Tensión fuera de rango, frecuencia inadecuada, cortocircuitos, sobretensiones, etc.)

La energía producida, en baja tensión, es elevada a 30 kV, mediante un transformador elevador situado en la góndola del propio aerogenerador. También en la base del aerogenerador se dispone de una celda de protección con seccionador de puesta a tierra e interruptor automático para después evacuar la energía por medio de una línea subterránea que se conecta a una subestación de Promotores (no objeto de proyecto) donde se eleva la tensión a 66kV y se unen varias instalaciones en un único punto a la SET "LA SERNA 66kV" propiedad de i-DE.

La construcción del parque eólico se realizará en una zona con calificación de suelo no urbanizable y suelo no urbanizable unidades de valor ambiental. La instalación generadora eléctrica proyectada tendrá una potencia instalada de 4.950 kW, estará compuesta por un aerogenerador del fabricante SANY de la misma potencia.

La instalación se ha denominado "Parque Eólico Hornazos" y dispondrá de una potencia máxima de inyección a red de 4,95 MW y una línea de evacuación de 30 kV de longitud aproximada de 4.689 m.

4.4.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO, DE LA UTILIDAD PÚBLICA Y LA CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRES

4.4.1.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las plantas de generación renovable se caracterizan por funcionar con fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas y, como tales, ser teóricamente inagotables si se utilizan de forma sostenible. Ésta característica permite en mayor grado la coexistencia de la producción de electricidad con el respeto al medio ambiente.

Este tipo de proyectos, presentan las siguientes ventajas respecto a otras instalaciones energéticas:

- Disminución de la dependencia exterior de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético renovable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.
- Utilización de recursos renovables a nivel global.
- No emisión de CO2 y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.

Sirviendo de base la Resolución de 11/04/2018, de la Secretaría de General de la Consejería de Economía, Empresas y Empleo, por la que se da publicidad al Acuerdo de 10/04/2018, del Consejo de Gobierno, por el que se aprecian razones de interés público a efectos de aplicación del procedimiento de tramitación de urgencia y despacho prioritario de expedientes en materia de autorización de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables [2018/4532], se aprecian razones por las que se pueden considerar las actuaciones del presente proyecto como instalación de utilidad publica, teniendo en cuenta las siguientes disposiciones incluidas en la publicación de la citada resolución:

- Reglamento (UE) 2022/2577 del Consejo de 22 de diciembre de 2022 por el que se establece un marco para acelerar el despliegue de energías renovables, establece normas temporales de emergencia para acelerar el proceso de concesión de autorizaciones aplicable a la producción de energía procedente de fuentes de energía renovables, prestando especial atención a tecnologías o tipos de proyectos específicos de energía renovable que sean capaces de acelerar a corto plazo el ritmo de despliegue de las energías renovables en la Unión.

En particular, en el Artículo 3 establece que las instalaciones de producción de energía procedente de fuentes renovables y su conexión a la red, así como la propia red conexa y los activos de almacenamiento, son de interés público superior y contribuyen a la salud y la seguridad públicas, al ponderar los intereses jurídicos de cada caso.

De igual forma los Estados miembros garantizarán, al menos en el caso de los proyectos que se consideren de interés público superior, que al ponderar los intereses jurídicos de cada caso en el proceso de planificación y concesión de autorizaciones, se dé prioridad a la construcción y explotación de centrales e instalaciones de producción de energía procedente de fuentes renovables y al desarrollo de la infraestructura de red conexa.

- La Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables. Fija un objetivo vinculante para la Unión en relación con la cuota general de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión en 2030.

Concretamente, la Directiva establece como objetivo conseguir que la cuota de energía procedente de fuentes renovables sea de al menos el 32 % del consumo final bruto de energía de la UE en 2030. Los Estados miembros fijarán contribuciones nacionales para cumplir, colectivamente, el objetivo global de la Unión que establece el apartado 1 del presente artículo en el marco de los planes nacionales integrados de energía y clima

- Por su parte, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 fue aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, estableciendo objetivos acordes con la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

- La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico en el apartado séptimo de su artículo 14 autoriza al Gobierno para que pueda establecer un régimen retributivo específico para fomentar la producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración de alta eficiencia y residuos, cuando exista una obligación de cumplimiento de objetivos energéticos derivados de Directivas u otras normas de Derecho de la Unión Europea o cuando su introducción suponga una reducción del coste energético y de la dependencia energética exterior, fijando los términos en los que ha de realizarse.

- En desarrollo de la citada norma legal, el 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 renovables, cogeneración y residuos, que establece el régimen jurídico y económico para dichas instalaciones, dispone en su artículo 12 que para el otorgamiento del régimen retributivo específico se establecerán mediante real decreto las condiciones, tecnologías o colectivo de instalaciones concretas que podrán participar en el mecanismo de concurrencia competitiva, así como los supuestos en los que se fundamente de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 14.7 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre.

- El citado mecanismo de concurrencia competitiva previsto en la normativa del sector eléctrico actualmente vigente, ha sido objeto de implementación hasta el momento, a efectos de la necesidad de cumplimiento del objetivo europeo fijado en el 20 % de energía renovable sobre consumo de energía final en 2020, a través de los siguientes instrumentos normativos: el Real Decreto 947/2015, de 16 de octubre, por el que se establece una convocatoria para el

otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de biomasa en el sistema eléctrico peninsular y para instalaciones de tecnología eólica, concretando un cupo de 200 MW para instalaciones de biomasa y 500 MW para la tecnología eólica, y su desarrollo mediante la Orden IET/2212/2015, de 23 de octubre, por la que se regula el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico en la convocatoria para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de biomasa situadas en el sistema eléctrico peninsular y para instalaciones de tecnología eólica, convocada al amparo del Real Decreto 947/2015, de 16 de octubre, y se aprueban sus parámetros retributivos, estableciendo la asignación del mismo mediante subasta; el Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, por el que se establece una convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables en el sistema eléctrico peninsular. Posteriormente y en desarrollo de dicho Real Decreto, en el que se aprobó una convocatoria de hasta 3.000 MW de potencia instalada, se aprobó la Orden ETU/315/2017, de 6 de abril, por la que se regula el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico en la convocatoria para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, convocada al amparo del Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, y se aprueban sus parámetros retributivos, en la que se establece de nuevo que la asignación del régimen retributivo se realizará mediante un procedimiento de subasta; por último por el Real Decreto 650/2017, de 16 de junio, se establece un cupo de 3.000 MW de potencia instalada, de nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables en el sistema eléctrico peninsular, al que se podrá otorgar el régimen retributivo específico, cuyo desarrollo se llevó a cabo a través de la Orden ETU/615/2017, de 27 de junio, por la que se determina el procedimiento de asignación del régimen retributivo específico, los parámetros retributivos correspondientes, y demás aspectos que serán de aplicación para el cupo de 3.000 MW de potencia instalada, convocado al amparo del Real Decreto 650/2017, de 16 de junio.

- En el ámbito autonómico, la comunidad Foral de Navarra se plantea una Estrategia Energética 2050 propia que tiene como objetivo final "Todo el suministro de Energía de 2050 para la generación de electricidad y calor y usos en industria y transporte, tendrá un origen renovable". Esta estrategia energética 2050 conduce a un escenario de cero emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Este Plan se plantea cumplir los objetivos de la Unión Europea, Hoja de Ruta 2050, a través de los siguientes objetivos temporales del Plan Energético de Navarra Horizonte 2030:

<u>Objetivos 2020</u>

- Reducir las emisiones GEI energéticas (Gases de Efecto Invernadero) en un 20 % con respecto a las cifras de 1990. Esta cifra aumentaría a un 30 % si se alcanza un acuerdo entre las diversas naciones. Reducción del 10% de las emisiones en los sectores difusos en 2020 respecto a 2005.
- Obtener al menos el 28 % del consumo energético a partir de fuentes renovables, y al mismo tiempo cubrir el 10 % de las necesidades del transporte con energías renovables.
- Reducir un 30 % el consumo energía primaria respecto a las cifras proyectadas para el 2020 por actuaciones de eficiencia energética.

Objetivos 2025

- Reducir las emisiones GEI energéticas (Gases de Efecto Invernadero) en un 30 % con respecto a las cifras de 1990. Reducción del 18% de las emisiones en los sectores difusos en 2025 respecto a 2005.
- Alcanzar el 35 % la contribución de las energías renovables en el consumo total de energía final y al mismo tiempo cubrir el 12 % de las necesidades del transporte con energías renovables.
- Reducir un 10 % el consumo energía primaria respecto a las cifras proyectadas para el 2025 por actuaciones de eficiencia energética.

Objetivos 2030

- Reducir las emisiones GEI energéticas (Gases de Efecto Invernadero) en un 40 % con respecto a las cifras de 1990. Reducción del 26% de las emisiones en los sectores difusos en 2030 respecto a 2005.
- Alcanzar el 50 % la contribución de las energías renovables en el consumo total de energía final y al mismo tiempo cubrir el 15 % de las necesidades del transporte con energías renovables.
- Reducir un 10% el consumo energía primaria respecto a las cifras proyectadas para el 2030 por actuaciones de eficiencia energética.

Los objetivos relacionados con generación eólica son los siguientes:

- Alcanzar el 20% de renovables en el consumo energético de la UE en 2020.
- Alcanzar el 50 % la contribución de las energías renovables en el consumo total de energía final en 2030.
- Fomentar las energías renovables de manera sostenible (medio ambiente, economía y sociedad).
- Fortalecer el tejido empresarial e industrial en el ámbito de las nuevas tecnologías energéticas a través de aplicaciones adaptadas a las necesidades del territorio, relacionadas con la economía local y la formación.
- Asegurar la información y participación pública en las fases de definición y desarrollo del PEN 2030.
- Incrementar el autoabastecimiento de energía primaria (relación entre la producción de energía primaria y el consumo de energía primaria).
- Incrementar la relación entre electricidad generada con renovables y electricidad consumida.
- Incrementar la cuota de EE.RR. en el consumo final bruto de energía.
- Incrementar la cuota cuota de EE.RR. en el consumo final de energía en el transporte.
- Promocionar el autoabastecimiento apostando por la generación en pequeñas pero numerosas instalaciones cercanas a los puntos de consumo para reducir pérdidas en la distribución.
- Promocionar la generación distribuida: Tanto para núcleos urbanos como industriales con sistemas de generación de electricidad mediante instalaciones eólicas, sistemas interconectados en red de distribución y conectados a la red de transporte.

Indicadores para el seguimiento del Plan Energético de Navarra Horizonte 2030:

Los indicadores definidos para el PEN 2030 se han establecido en relación a cada uno de los ámbitos de planificación y gestión que son los siguientes:

I. Modelo energético. Estrategia energética y ambiental.

II. Generación y gestión energética.

III. Eólica.

IV. Biomasa.

V. Infraestructuras. Transporte y distribución.

VI. Consumo y ahorro de energía. Eficiencia energética.

VII. Movilidad y transporte.

VIII. Investigación, Desarrollo y innovación (I+D+i).

IX. Comunicación y participación pública. Formación y sensibilización.

X. Monitorización. Evaluación y seguimiento del PEN 2030

Los indicadores planteados se caracterizan por estar diseñados específicamente y estar estrechamente vinculados con los planes específicos de cada ámbito del PEN 2030. Estos indicadores sirven como base para realizar la monitorización, seguimiento y evaluación del PEN 2030, posibilitando tomar las medidas oportunas en función de dichos resultados.

Los indicadores que se han definido tienen las siguientes características:

- Estar alineados con los objetivos generales y específicos del PEN 2030.
- Ser medibles y existir disponibilidad de datos.
- Que las magnitudes que reflejen permitan actuar de una manera directa a la administración para modificar sus resultados.

Una vez identificados los distintos indicadores para cada una de las áreas, se han organizado de tal manera que se puedan definir niveles de indicadores dentro de cada ámbito del PEN 2030 para que sea viable la gestión de los mismos.

Los indicadores planteados para la gestión de la eólica en Navarra son los siguientes:

- Nº máquinas instaladas = 1 de 4,95 MW
- % de máquinas o parques repotenciados debido a requisitos de seguridad industrial
- Potencia instalada eólica (MW). = 4,95 MW
- % (electricidad generada con renovables / electricidad consumida)
- % anual (instalaciones de autoabastecimiento solicitadas / instaladas)
- Compromiso promotores ante la administración (Nº de parques autorizados / Nº parques construidos en funcionamiento) (%)

Este tipo de instalaciones contribuyen a la consecución de los objetivos del Plan Energético de Navarra (PEN 2030) y sería compatible con los intereses del Estado, que busca una planificación energética que contenga entre otros los siguientes aspectos (extracto artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible): "Optimizar la participación de las energías renovables en la cesta de generación energética y, en particular en la eléctrica".

Por lo tanto tiene carácter de "Interés Público".

4.4.2.- JUSTIFICACIÓN DE LA RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS

Relación de bienes y derechos para el establecimiento de las instalaciones y para la imposición y ejercicio de la servidumbre del parque eólico, que se refleja en la siguientes tablas.

F: *Número que asigna el proyecto a cada finca afectada, como elemento de identificación.*

PD: *Expropiación en pleno dominio.*
Se refleja la superficie, en metros cuadrados, de la finca que se expropia en pleno dominio. Es la superficie ocupada por los apoyos y sus cables de puesta a tierra, superficie ocupada por centros de seccionamiento, superficie ocupada por centros de transformación y subestaciones, superficie ocupada por los caminos de acceso que quedan a disposición y uso permanente de las instalación.

SSP*: Superficie servidumbre permanente*
Permanente de paso.
Se considera la superficie, en metros cuadrados, ocupada por la proyección de las líneas sobre el terreno en las condiciones más desfavorables de viento.
En las líneas aéreas se obtiene calculando el área obtenida por la proyección sobre el terreno de los conductores exteriores, en las condiciones más desfavorables en que los conductores estén desplazados hacia el exterior de la línea por un viento de 120 km/h, para cada finca afectada. En las líneas subterráneas se obtiene de multiplicar el ancho de la zanja necesaria para establecer la línea por la longitud de tendido subterráneo que afecta a la finca.
Por esta superficie la línea pasa permanentemente y el titular de la instalación tiene servidumbre de paso, como predio dominante, para vigilarla, conservarla y repararla.
El uso de esta servidumbre lleva implícita la indemnización de los daños que se produzcan al dueño del predio sirviente, cada vez que se haga uso de la misma.
Construcción
Se considerará la superficie necesaria para construir los centros de seccionamiento, los centros de transformación, las subestaciones u otros

SSA*: Superficie de afección, con limitaciones a la propiedad. Se expresará en metros cuadrados.*
Es la superficie en la que, debido a las líneas eléctricas de distribución, no se pueden plantar árboles, no se pueden construir edificios ni instalaciones industriales y no se pueden realizar trabajos de arada con profundidad superior a 60 centímetros en los tramos por los que discurren líneas subterráneas.
Para líneas aéreas de distribución, se calcula añadiendo 5 metros a la proyección más desfavorable sobre el terreno de los conductores exteriores, bajo una acción del viento de 120 km/h.
Para líneas subterráneas, se calcula multiplicando el doble del ancho de la zanja necesaria por la longitud de afección a la finca por la línea subterránea.

OT*: Superficie Ocupación temporal.*
Se considerará la superficie necesaria para construir las líneas, los centros de seccionamiento, los centros de transformación, las subestaciones o el parque eólico, que no esté incluida en la superficie considerada en la servidumbre permanente. Son los caminos para la maquinaria, cuando no se pueda ir por la traza de la línea, por los caminos realizados mediante expropiación en pleno dominio.Estas superficies, tras realizar la instalación, se van a dejar como estaba antes de iniciar los trabajos.

TABLA LÍNEA DE EVACUACIÓN													
F	Municipio	Pol	Parc.	Uso	Sup. Parcela	Ref catastral	Instalaciones de Evacuación						
							Instalación	Long.	Ancho	PD	SSP	SSA	OT
1	MURCHANTE	1	63	T. LABOR SECANO	1.905 m2	31000000000001298198BH	Línea de evacuación	16,3 m	0,6 m	--	9,8 m2	19,6 m2	57,2 m2
2	MURCHANTE	1	66	T. LABOR SECANO	6.347 m2	31000000000001298201XK	Línea de evacuación	18,5 m	0,6 m	--	11,1 m2	23,5 m2	144,7 m2
3	MURCHANTE	1	55	T. LABOR SECANO	24.443 m2	31000000000001298191DO	Línea de evacuación	281,8 m	0,6 m	--	174,7 m2	348,1 m2	1262,6 m2
4	MURCHANTE	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	23,5 m	0,6 m	--	14,1 m2	28,1 m2	37,8 m2
5	MURCHANTE	1	667	T. LABOR REGADIO	21.901 m2	31000000000001298726PY	Línea de evacuación	104,8 m	0,6 m	--	65,0 m2	129,9 m2	476,3 m2
6	MURCHANTE	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	389,6 m	0,9 m	--	354,6 m2	709,2 m2	1586,3 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	9,6 m2	--	--	--
7	MURCHANTE	1	675	T. LABOR REGADIO	20.334 m2	31000000000001298734GA	Línea de evacuación	117,9 m	0,9 m	--	106,1 m2	212,0 m2	498,9 m2
8	MURCHANTE	1	676	T. LABOR REGADIO	21.854 m2	31000000000001298735HS	Línea de evacuación	0,4 m	0,9 m	--	0,3 m2	1,6 m2	337,8 m2
9	MURCHANTE	1	705	PASTOS	1.801 m2	31000000000001298761PY	Línea de evacuación	7,6 m	0,9 m	--	6,8 m2	12,7 m2	37,4 m2
10	MURCHANTE	1	41	T. LABOR SECANO	32.294 m2	31000000000023535201S	Línea de evacuación	15,5 m	0,9 m	--	13,9 m2	27,9 m2	64,3 m2
11	TUDELA	42	39	CONSTRUCCIÓN	11.518 m2	31000000000002425663GO	Línea de evacuación	6,4 m	0,9 m	--	5,7 m2	11,5 m2	26,1 m2
12	TUDELA	42	32	IMPRODUCTIVO	3.583 m2	31000000000002303721GB	Línea de evacuación	50,1 m	0,9 m	--	45,1 m2	90,2 m2	539,9 m2
13	TUDELA	42	78	PASTOS	608 m2	31000000000001382939GL	Línea de evacuación	8,9 m	0,9 m	--	8,0 m2	16,4 m2	91,5 m2
14	TUDELA	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	1530,9 m	0,9 m	--	1377,8 m2	2772,3 m2	5713,2 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	9,6 m2	--	--	--
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	9,6 m2	--	--	--
15	TUDELA	43	124	T. LABOR SECANO	201.460 m2	31000000000001383261TO	Línea de evacuación	20,1 m	0,9 m		18,1 m2	45,5 m2	45,5 m2
16	TUDELA	42	99	T. LABOR SECANO	98.561 m2	31000000000001382960RI	Línea de evacuación	42,1 m	0,9 m	--	37,9 m2	75,2 m2	176,5 m2
17	TUDELA	42	103	PASTOS	12.641 m2	31000000000001382964IS	Línea de evacuación	33,6 m	0,9 m	--	30,3 m2	55,3 m2	132,0 m2
18	TUDELA	42	110	T. LABOR SECANO	21.065 m2	31000000000001382971SH	Línea de evacuación	20,6 m	0,9 m	--	18,5 m2	42,8 m2	73,8 m2
19	TUDELA	42	109	FORESTAL-PASTOS	7.748 m2	31000000000001382970AG	Línea de evacuación	42,9 m	0,9 m	--	38,6 m2	77,1 m2	173,5 m2
20	TUDELA	42	107	T. LABOR SECANO	20.633 m2	31000000000001382968SH	Línea de evacuación	163,7 m	0,9 m	--	147,3 m2	294,7 m2	669,4 m2
21	TUDELA	42	105	T. LABOR SECANO	16.252 m2	31000000000001382966PF	Línea de evacuación	102,4 m	0,9 m	--	92,2 m2	183,4 m2	394,3 m2
22	TUDELA	42	104	T. LABOR SECANO	12.607 m2	31000000000001382965OD	Línea de evacuación	15,5 m	0,9 m	--	13,9 m2	28,4 m2	53,8 m2
23	TUDELA	42	50	CAÑADA	127.267 m2	31000000000001382916ZW	Línea de evacuación	59,4 m	0,9 m	--	53,5 m2	106,8 m2	229,7 m2
24	TUDELA	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	711,7 m	0,9 m	--	640,5 m2	1262,1 m2	1904,2 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	5,8 m2	--	--	--
25	TUDELA	42	270	T. LABOR SECANO	28.933 m2	31000000000001383129TO	Línea de evacuación	--	0,9 m	--	--	--	95,9 m2
26	TUDELA	42	207	FORESTAL-PASTOS	42.590 m2	31000000000001383067TO	Línea de evacuación	--	0,9 m	--	--	--	108,6 m2
27	TUDELA	42	208	T. LABOR SECANO	15.178 m2	31000000000001383068YP	Línea de evacuación	--	0,9 m	--	--	--	286,4 m2
28	TUDELA	42	209	T. LABOR SECANO	2.070 m2	31000000000001383069UA	Línea de evacuación	--	0,9 m	--	--	--	119,8 m2
29	TUDELA	42	210	ARBOLADO DIVERSO	302.970 m2	31000000000001383070TO	Línea de evacuación	144,4 m	0,9 m	--	130,0 m2	276,7 m2	996,9 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	3,8 m2	--	--	--
30	TUDELA	42	236	T. LABOR SECANO	4.904 m2	31000000000001383095QT	Línea de evacuación	64,3 m	0,9 m		57,8 m2	115,6 m2	217,3 m2
31	TUDELA	42	235	T. LABOR SECANO	7.271 m2	31000000000001383094MR	Línea de evacuación	144,1 m	0,9 m	--	129,7 m2	259,2 m2	542,8 m2
							Cámara de empalme	4,0 m	2,4 m	9,6 m2	--	--	--
32	TUDELA	42	234	FORESTAL-PASTOS	6.564 m2	31000000000001383093XE	Línea de evacuación	125,1 m	0,9 m	--	112,6 m2	225,1 m2	548,4 m2
33	TUDELA	42	239	T. LABOR SECANO	111.999 m2	31000000000001383090LM	Línea de evacuación	47,4 m	0,9 m	--	42,62	85,42	184,7 m2
34	TUDELA	42	231	T. LABOR SECANO	111.999 m2	31000000000001383090LM	Línea de evacuación	234,6 m	0,9 m	--	211,13	421,67	1006,2 m2
35	TUDELA	-	-	CAMINO	-	-	Línea de evacuación	132,1 m	0,9 m	--	118,9 m2	236,8 m2	454,8 m2
36	TUDELA	39	144	T. LABOR SECANO	5.603 m2	31000000000001382355UA	Línea de evacuación	8,4 m	0,9 m	--	7,6 m2	15,1 m2	33,5 m2

TABLA INSTALACIONES												
F	Municipio	Pol	Parc.	Uso	Sup. Parcela	Ref catastral	Instalaciones Aerogenerador		Instalaciones permanentes		Instalaciones temporales	
							Instalación	PD	Instalación	PD	Instalación	OT
10	MURCHANTE	1	41	T. LABOR SECANO	32.294 m2	3100000000002353520IS	--	--	Camino de acceso	285,3 m2	--	--
3	MURCHANTE	1	55	T. LABOR SECANO	24.443 m2	31000000000001298191DO	Plataforma	1458,4 m2	Camino de acceso	256,1 m2	--	--
							Vuelo aéreo	1404,1 m2				
1	MURCHANTE	1	63	T. LABOR SECANO	1.905 m2	31000000000001298198BH	Cimentación	289,1 m2	--	--	--	--
							Plataforma	506,9 m2				
							Vuelo aéreo	1905,0 m2				
2	MURCHANTE	1	66	T. LABOR SECANO	6.347 m2	31000000000001298201XK	Plataforma	30,8 m2	--	--	--	--
							Vuelo aéreo	2857,8 m2				
37	MURCHANTE	1	11	T. LABOR SECANO	3.336 m2	31000000000001298168XK	Vuelo aéreo	167,7 m2	Camino de acceso	825,8 m2	--	--
38	MURCHANTE	1	12	PASTOS	5.521 m2	31000000000001298169ML	--	--	Camino de acceso	179,2 m2	--	--
39	MURCHANTE	1	15	T. LABOR SECANO	9.081 m2	31000000000001298172ML	Plataforma	1768,7 m2	--	--	--	--
							Vuelo aéreo	1068,3 m2				
40	MURCHANTE	1	56	T. LABOR REGADIO	15.794 m2	31000000000001298192FP	Cimentación	19,8 m2	Camino de acceso	336,4 m2	Zona de acopios	2442,5 m2
							Plataforma	3727,2 m2				
							Vuelo aéreo	3789,6 m2				
41	MURCHANTE	1	59	T. LABOR SECANO	3.435 m2	31000000000001298195JD	Cimentación	34,6 m2	Camino de acceso	202,3 m2	--	--
							Plataforma	1112,6 m2				
							Vuelo aéreo	3405,2 m2				
42	MURCHANTE	1	60	T. LABOR SECANO	5.021 m2	31000000000001298196KF	Vuelo aéreo	772,7 m2	Camino de acceso	45,3 m2	--	--
43	MURCHANTE	1	62	PASTOS	3.086 m2	31000000000001298197LG	Vuelo aéreo	1445,2 m2	--	--	--	--
44	MURCHANTE	1	64	T. LABOR SECANO	2.153 m2	31000000000001298199ZJ	Vuelo aéreo	1739,8 m2	--	--	--	--
45	MURCHANTE	1	65	T. LABOR SECANO	7.867 m2	31000000000001298200ZJ	Vuelo aéreo	1798,9 m2	--	--	--	--

4.5.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: CAMINOS, CARRETERAS, CAUCES

Para la implantación del parque eólico se han tenido en cuenta las distancias de separación a caminos, cauces, carreteras y linderos que establece la normativa vigente. Además se ha tenido en cuenta el Plan General Municipal de Murchante y el Plan General Municipal de Tudela.

De acuerdo con esta normativa se han respetado las siguientes distancias se seguridad:

SECCIÓN 1ª.- SUELO DE VALOR AMBIENTAL. 1.2.- UNIDADES DE VALOR AMBIENTAL. PGM de Murchante.

1.2.2.1.- Actividades no constructivas:

a.- Permitidas:

- Las actividades vinculadas a infraestructuras de interés general o de utilidad pública.

1.2.2.2.- Actividades constructivas:

a.- Autorizables:

- Equipamientos y dotaciones. Autorizables excepcionalmente los que se declaren de interés públicos y social y cuando no existan otras alternativas, con criterio de diseño de mínimo cosnumo de suelo, control de contaminación de suelo, y puesta en valor del paisaje.
- Infraestructuras.

Artículo 54. Actividades y Usos Autorizables. Plan Urbanismo Municipal de Tudela.

1. Se consideran actuaciones autorizables:

- a) Las constructivas, salvo aquellas señaladas como permitidas en el artículo anterior.
- b) Los cambios de uso o actividad en edificaciones preexistentes.
- c) Aquellas actuaciones expresamente reguladas por la legislación sectorial.

Estas actividades y usos precisarán autorización conforme a lo dispuesto en el artículo relativo al procedimiento de autorización de actividades autorizables en suelo no urbanizable del DFL 1/2017, sin perjuicio de que también deban ser objeto de licencia, autorización o informe por otros órganos o administraciones.

En los suelos comunales de Tudela toda actuación que, sin contravenir lo establecido en el PGM, representen una modificación o limitación de su uso comunal y requieran de desafectación u ocupación, se tramitará con carácter previo el correspondiente expediente para obtener la autorización del Gobierno de Navarra conforme a lo establecido en la legislación vigente en esta materia, Ley Foral 6/1990, de 2 de julio y Decreto Foral 280/1990, de 18 de octubre, y para explicitar las condiciones a que esta desafectación u ocupación estén sujetas.

2. En suelo no urbanizable de protección serán autorizables aquellas construcciones, instalaciones o usos cuya compatibilidad con los específicos valores que motivan su especial protección quede justificada, y no estén expresamente prohibidos por la legislación sectorial, por los instrumentos de planificación sectorial o territorial, y/o por el presente PGM de Tudela.

3. En suelo no urbanizable de preservación serán autorizables:

d) Las actuaciones vinculadas a actividades de carácter agrícola, forestal o ganadero, deportivas, de turismo activo o de ocio, incluyéndose la horticultura de ocio, infraestructuras, servicios, equipamientos y dotaciones que deban desarrollarse en suelo no urbanizable, que sean conformes a lo establecido en el POT 5 Eje del Ebro y estén expresamente previstos en el presente PGM de Tudela.

e) Las actividades industriales o terciarias que deban emplazarse y desarrollarse en suelo no urbanizable, Estas actuaciones estarán sujetas al deber de adjudicación al ayuntamiento del aprovechamiento correspondiente al 10 por ciento del incremento de valor de los terrenos afectados, una vez concedida la autorización y previo al inicio de cualquier actuación. Con carácter previo o simultáneo a la edificación, los promotores deberán garantizar la urbanización completa y adecuada de los terrenos afectados, así como su mantenimiento.

f) La actividad de horticultura de ocio según lo regulado por el presente PGM de conformidad con lo establecido en los instrumentos de ordenación territorial vigentes, al objeto de mantener los paisajes tradicionales y la preservación de la biodiversidad de forma compatible con la utilización delterritorio para el ejercicio de actividades económicas de turismo activo en el medio natural tradicional.

Artículo 56. TIPOS DE ACTIVIDADES Y USOS EN EL SNU POR SU FUNCIÓN. Apartado 2. Actividades y usos constructivos en SNU Plan Urbanismo Municipal de Tudela.

e) Instalaciones de producción energética.

- Plantas fotovoltaicas.
- Parques eólicos.
- instalaciones de producción hidroeléctrica.

Artículo 34. Delimitación de la zona de dominio público adyacente. Ley Foral 5/2007, de 23 de marzo, de carreteras de Navarra.

1. La zona de dominio público adyacente comprende los terrenos contiguos a la carretera y a sus zonas funcionales y de servicio.

2. La zona de dominio público adyacente está formada por dos franjas de terreno, una a cada lado de la carretera, cuya anchura medida desde la línea exterior de la explanación, según se define en el artículo 8.1 , es la siguiente:

a) Autopistas, autovías y vías desdobladas: ocho metros.

b) Carreteras de altas prestaciones y carreteras convencionales: tres metros.

3. En las zonas funcionales y de servicio de las carreteras la zona de dominio público adyacente está formada por una franja de terreno equivalente a la dispuesta con carácter general para el tipo de carretera en que se encuentren, medida desde la línea exterior de su correspondiente explanación.

Artículo 35. Delimitación de la zona de servidumbre. Ley Foral 5/2007, de 23 de marzo, de carreteras de Navarra.

1. La zona de servidumbre está formada por dos franjas de terreno, una a cada lado de la carretera, cuya anchura medida desde la línea exterior de la zona de dominio público adyacente es la siguiente:

a) Autopistas, autovías y vías desdobladas: diecisiete metros.

b) Carreteras de altas prestaciones, carreteras convencionales: cinco metros.

2. En las zonas funcionales y de servicio de las carreteras la zona de servidumbre está formada por una franja de terreno de cinco metros, medida desde la línea exterior de su zona de dominio público adyacente.

Artículo 36. Delimitación de la línea de edificación. Ley Foral 5/2007, de 23 de marzo, de carreteras de Navarra.

1. La línea de edificación está situada a ambos lados de la carretera con un trazado que discurre en paralelo a la línea exterior de delimitación de la calzada y a las siguientes distancias de ésta:

a) Autopistas, autovías y vías desdobladas: cincuenta metros.

b) Carreteras de altas prestaciones, carreteras de interés general y carreteras de interés de la Comunidad Foral: veinticinco metros.

c) Carreteras locales: dieciocho metros.

2. En el supuesto de que la línea de edificación quede incluida dentro de las zonas de protección, dicha línea se establecerá en la delimitación exterior de la zona de servidumbre.

3. El Departamento competente en materia de carreteras podrá reducir excepcional y motivadamente las distancias señaladas en este artículo, siempre que quede garantizada la ordenación de las márgenes de la carretera, el adecuado control de sus accesos y la seguridad vial, cuando en una carretera las características del lugar hagan imposible el respeto de las distancias señaladas o razones técnicas o socioeconómicas así lo aconsejen.

Ley 37/2015 de 29 de septiembre de Carreteras.

- La zona de servidumbre de las carreteras del Estado está constituida por dos franjas de terreno a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de dominio público y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación, a una distancia de 25 metros en autopistas y autovías y de 8 metros en carreteras convencionales y carreteras multicarril, medidos horizontalmente desde las citadas aristas.
- A ambos lados de las carreteras del Estado se establece la línea límite de edificación, que se sitúa a 50 metros en autopistas y autovías y a 25 metros en carreteras convencionales y carreteras multicarril, medidos horizontal y perpendicularmente a partir de la arista exterior de la calzada más próxima. La arista exterior de la calzada es el borde exterior de la parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos en general.
- La zona de afección de las carreteras del Estado está constituida por dos franjas de terreno a ambos lados de las mismas, delimitadas interiormente por la zona de servidumbre y exteriormente por dos líneas paralelas a las aristas exteriores de la explanación, a una distancia de 100 metros en autopistas y autovías y de 50 metros en carreteras multicarril y convencionales, medidos horizontalmente desde las citadas aristas.

Artículos 87.2 y 94.g del Real Decreto 1812/1994: Reglamento General de Carreteras.

- La Dirección General de Carreteras podrá autorizar la colocación de instalaciones fácilmente desmontables, así como de cerramientos diáfanos, entre el borde exterior de la zona de servidumbre y la línea límite de edificación, siempre que no resulten mermadas las condiciones de visibilidad y seguridad de la circulación vial.
- Cerramientos. En la zona de servidumbre sólo se podrán autorizar cerramientos totalmente diáfanos, sobre piquetes sin cimiento de fábrica. Los demás tipos sólo se autorizarán exteriormente a la línea límite de edificación.

Artículo 162. Texto consolidado Real Decreto 1955/2000

- Para las líneas eléctricas aéreas, queda limitada la plantación de árboles y prohibida la construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la proyección sobre el terreno de los conductores extremos en las condiciones más desfavorables, incrementada con las distancias reglamentarias a ambos lados de dicha proyección.

Artículo 6.1 Texto refundido de la Ley de Aguas – Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio

Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas, y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces.

Las márgenes están sujetas, en toda su extensión longitudinal:

a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura, para uso público que se regulará reglamentariamente.
b) A una zona de policía de 100 metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen.

Artículo 6.2 Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, modificado por RD 606/2003 de 23 de mayo, modificado por RD 9/2008 de 11 enero

La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, las márgenes de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal:

a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, que se regula en este reglamento.
b) A una zona de policía de cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

4.6.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: AEROPUERTOS, AERÓDROMOS Y HELIPUERTOS

El aeródromo Agua Salada y el aeródromo Ablitas son los más cercanos a la ubicación del Proyecto, situándose ambos a unos 5 km del Parque Eólico.

El proyecto dispone de un aerogenerador y una torre de medición de más de 100 m de altura en la cercanía de los aeródromos Agua Salada y Ablitas.

Según la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), deben señalizarse e iluminarse, y solicitar la correspondiente autorización, los parques eólicos que se encuentren con las siguientes características:

- Aerogeneradores que se encuentren dentro de las zonas afectadas por Servidumbres Aeronáuticas (Aeródromo, Radioeléctricas y de Operación), independientemente de la altura del aerogenerador (Decreto 584/1972).

- Aerogeneradores fuera de las zonas afectadas por Servidumbres Aeronáuticas y cuya altura sea superior a los 100 m (Artículo 8 del Decreto 584/1972).

Al tratarse de una estructura con una altura superior a 100 m situada en una zona de Servidumbre, se realizará la tramitación de las mencionadas aprobaciones según el procedimiento legalmente establecido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

Al tratarse de una estructura con una altura superior a 100 m, la tramitación de la Torre de Medición se realizará junto a la del aerogenerador según el procedimiento legalmente establecido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

En los anexos del presente proyecto se refleja el estudio aeronáutico de seguridad del parque eólico, con el correspondiente análisis de servidumbres aeronáuticas, procedimientos instrumentales de vuelo, procedimientos visuales y medidas de mitigación de riesgos, señalización, iluminación y publicación en AIP-España.

4.7.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

Para la implantación del parque eólico se ha tenido en cuenta las distancias de separación con otras líneas según estipulan el Real Decreto 1955/200 sobre el sector eléctrico y el 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.

Según el Reglamento sobre condiciones técnicas y Garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, ITC- LAT 07 sobre Líneas Aéreas con conductores desnudos, en su apartado 5.12.4 de proximidad a parques eólicos, "no se permite la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja de terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura total del aerogenerador, incluida la pala, más 10 m."

Construcciones e instalaciones – Afección a líneas eléctricas aéreas Franja de servidumbre sobre la proyección vertical de los conductores				
Normativa / Afección	**LAAT ≤ 45 kV**	**LAAT 220 kV**	**LAAT 400 kV**	**¿Cumplimiento?**
RD 1955/2000	No hay afección	No hay afección	No hay afección	Si
RLAT – ITC-LAT 07				Si

4.8.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: CAPACIDAD DE ACOGIDA EÓLICA

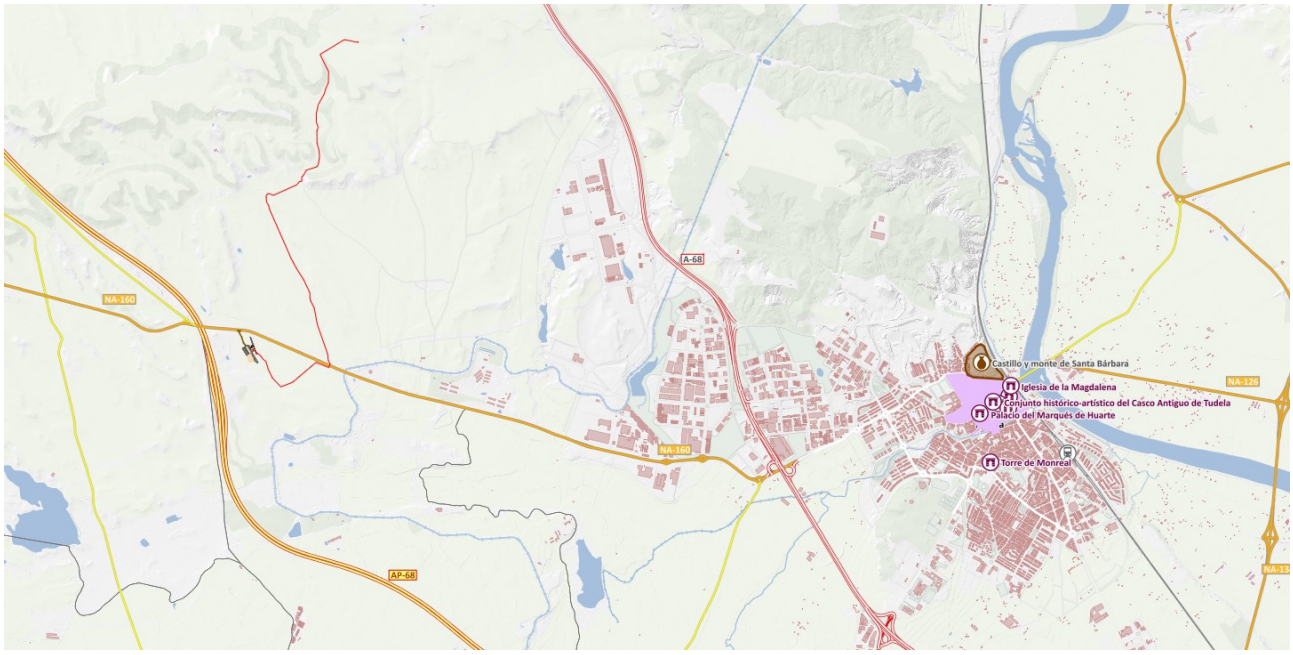
Para la implantación del parque eólico se ha tenido en cuenta la información contenida en el Plan Energético de Navarra Horizonte 2030, que clasifica el territorio de Navarra en función de su aptitud para acoger instalaciones eólicas

En la siguiente imagen se puede observar el mapa de acogida para parques eólicos en Navarra, con la situación del Parque Eólico Hornazos, donde se comprueba que los aerogeneradores del parque están ubicados sobre zonas libres o con escasa limitación ambiental, pero en ningún caso se encuentran sobre zonas no aptas.

4.9.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: PATRIMONIO CULTURAL

Para la implantación del parque eólico se ha tenido en cuenta la información contenida en el IDENA (Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra) y no se han encontrado Bienes de Interés Cultural (BIC) en las inmediaciones del Parque eólico. El más cercano se sitúa a más de 6 km de distancia y se corresponde con el Conjunto histórico-artístico del Casco Antiguo de Tudela. Aún así,ante la posible coexistencia con yacimientos no detectados durante la fase de diseño de las instalaciones, se considera al Servicio Territorial de Cultura, Turismo y Deporte como posible organismo afectado.

En la siguiente imagen se puede observar el mapa de Patrimonio Cultural con la situación del Parque Eólico Hornazos, donde se comprueba que el aerogenerador del parque está ubicado en una zona alejada de Bienes de Interés Cultural.



4.10.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: USO DE SUELO Y LICENCIAS

4.10.1.- USO EXCEPCIONAL DEL SUELO NO URBANIZABLE

El 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, establece las actividades permitidas, autorizables y prohibidas en suelo no urbanizable: "Serán consideradas actividades autorizables aquellas actividades y usos que por su propia naturaleza deban emplazarse en suelo no urbanizable, en determinadas condiciones y con carácter excepcional, sean compatibles con los objetivos de protección y preservación del suelo no urbanizable y garanticen que no alterarán los valores o causas que han motivado la protección o preservación de dicho suelo."

Con respecto a los términos municipales de Murchante y Tudela, puesto que existe PGM, los órganos competentes para autorizar el uso excepcional del suelo no urbanizable son los Excelentísimos Ayuntamientos de Murchante y Tudela.

El parque eólico objeto de este proyecto se sitúa en suelo no urbanizable y suelo no urbanizable unidades de valor ambiental, presentando categorías cuyo régimen de protección, conforme al planeamiento urbanístico vigente en el término municipal afectado, y/o al 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, es compatible con las obras propuestas.

Salvo mejor criterio, se considera que no es necesario cambiar la categorización del suelo en el que se ubicará el parque, sus instalaciones e infraestructuras, ya que la actividad del parque es compatible con los usos del suelo definidos en el planeamiento actual.

En caso de que se considere necesario cambiar la categorización del suelo una vez ejecutados los parques, los terrenos ocupados por los mismos quedaran categorizados conforme indique el 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, pero en todo caso deberá ser un uso del suelo compatible con el aprovechamiento de recursos naturales. La autorización del uso excepcional en suelo no urbanizable y suelo no urbanizable unidades de valor ambiental, deberá atender al interés público del uso y a su conformidad con la naturaleza no urbanizable de los terrenos. En el punto 5.3.1 del presente proyecto se justifica el Interés Público.

La actividad de generación eólica tiene una compatibilidad con los usos clasificados del suelo. Por lo que se podría autorizar el uso excepcional del mismo.

4.10.2.- LICENCIAS URBANÍSTICA, DE OBRAS Y DE ACTIVIDAD

La mercantil MISTRAL RENOVABLES 22 SL desea construir un parque eólico denominado "Parque Eólico Hornazos" con una potencia instalada de 4,95 MW, en el término municipal de Murchante (Navarra). La instalación dispondrá de una línea de evacuación de media tensión que tendrá una longitud total aproximada de 4.689 m, en los términos municipales de Murchante y Tudela.

Por ello, se solicitarán las licencias necesarias al Excelentísimo Ayuntamiento de Murchante y al Excelentísimo Ayuntamiento de Tudela.

4.11.- JUSTIFICACIÓN AFECCIONES DEL PROYECTO: MEDIOAMBIENTALES

Como se ha comentado anteriormente, el parque eólico objeto tiene una potencia de 4.950 kW y una línea de evacuación de 30 kV con una longitud total aproximada de 4.689 m.

Para la implantación del parque eólico se ha tenido en cuenta que la instalación no se encuentra próxima ni dentro de ninguna Zona de la Red Natura 2000. El diseño de la instalación se ha realizado con especial atención a minimizar el impacto medioambiental. El presente proyecto incluye un plan de gestión de residuos durante la ejecución, en el que se instalarán puntos limpios temporales en las zonas de acopio.

El diseño de la instalación se ha realizado en base a los siguientes anexos de las leyes 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, así como el Real Decreto 455/2023 por el que se modifican los Anexos I,II y III.

Se considera que SÍ será necesario someter al proyecto a Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria de acuerdo con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, así como el Real Decreto 455/2023 por el que se modifican los anexos I, II y III de Evaluación Ambiental por encontrarse dentro de alguno de los grupos de los Anexos I y II.

ANEXO I:

Grupo 3 - g) Construcción de líneas eléctricas con un voltaje igual o superior a 220 kV y una longitud superior a 15 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas. A estos efectos, las líneas aéreas de contacto de las infraestructuras ferroviarias no tienen la consideración de líneas de transmisión de energía eléctrica.

Grupo 3 – i) Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) que tengan cincuenta o más aerogeneradores, o que tengan más de 30 MW, o que se encuentren a menos de 2 km de otro parque eólico en funcionamiento, en construcción, con autorización administrativa o con declaración de impacto ambiental.

Grupo 9 – a) – Los siguientes proyectos cuando se desarrollen en espacios protegidos de la Red Natura 2000, en espacios naturales protegidos, en humedales de importancia internacional (Ramsar), en sitios naturales de la Lista del Patrimonio Mundial, en áreas o zonas protegidas de los Convenios para la protección del medio ambiente marino del Atlántico del Nordeste (OSPAR) o para la protección del medio marino y de la región costera del Mediterráneo (ZEPIM) y en zonas núcleo de Reservas de la Biosfera de la UNESCO.

-Punto 2. Concentraciones parcelarias.

-Punto 10. Líneas eléctricas con una longitud superior a 3 km, excluidas las que atraviesen zonas urbanizadas.

-Punto 11. Parques eólicos.

ANEXO II:

Grupo 4 – b) Construcción de líneas eléctricas (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, incluidas sus subestaciones asociadas, así como por debajo de los anteriores umbrales cuando cumplan los criterios generales 1 o 2, o no incluyan las medidas preventivas establecidas en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, o discurran a menos de 200 m de población o de 100 m de viviendas aisladas en alguna parte de su recorrido, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado.

Grupo 4 – c) Repotenciación de líneas de transmisión de energía eléctrica existentes cuando cumplan los criterios generales 1 o 2.

Grupo 4 – h) Instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) no incluidos en el anexo I.

Grupo 9 – l) Cualquier proyecto que suponga un cambio de uso del suelo en una superficie igual o superior a 50 ha o igual o superior a 10 ha si cumple los criterios generales 1 o 2.

ANEXO III:

Apartado B: **Criterios generales** para sometimiento a evaluación ambiental simplificada de proyectos situados por debajo de los umbrales establecidos en el anexo II:

1.Proyectos en espacios protegidos Red Natura 2000, en espacios naturales protegidos, en humedales de importancia internacional (Ramsar), en sitios naturales de la Lista del Patrimonio Mundial, en áreas o zonas protegidas de los Convenios para la protección del medio ambiente marino del Atlántico del Nordeste (OSPAR) o para la protección del medio marino y de la región costera del Mediterráneo (ZEPIM) y en zonas núcleo o tampón de Reservas de la Biosfera de la UNESCO.

No se entienden incluidos los proyectos expresamente permitidos por la zonificación y normativa reguladora del espacio, así como los proyectos no susceptibles de causar efectos adversos apreciables, de acuerdo con el informe emitido por el órgano competente para la gestión de dicho espacio.

2. Proyectos solapados con elementos de infraestructura verde formalmente declarados por su papel como corredores o conectores ecológicos, áreas críticas de los planes de recuperación o conservación de especies amenazadas u otras áreas importantes para la conservación de especies en régimen de protección especial, hábitats de interés comunitario, que presenten un estado de conservación desfavorable en la unidad biogeográfica, o áreas declaradas por las autoridades competentes para la protección de especies objeto de pesca o marisqueo, excepto aquellos proyectos respecto de los que el órgano competente para la gestión del espacio informe que no son susceptibles de causar efectos adversos.

Por lo tanto, **se considera necesario someter el proyecto a Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria**.

4.12.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO ANTE EL DECRETO FORAL 56/2019

El presente apartado sirve para justificar el cumplimiento del contenido requerido frente al Decreto Foral 56/2019 de 8 de mayo, por el que se regula la autorización de parques eólicos en Navarra. Para solicitar autorización administrativa previa en un parque eólico es necesario presentar la documentación indicada en el Artículo 6:

Artículo 6. Documentación a presentar con la solicitud.

La solicitud de autorización administrativa previa deberá acompañarse de la siguiente documentación, que se presentará en formato electrónico y debidamente firmada:

a) Documentación acreditativa de la capacidad legal, técnica y económica de la persona solicitante.

b) Anteproyecto del parque eólico, incluyendo las infraestructuras de evacuación, edificios y accesos al parque. Se presentará además una copia adicional en formato electrónico, por cada municipio afectado. En el anteproyecto se incluirán, además de cualesquiera otras que pudieran resultar legalmente preceptivas, las siguientes determinaciones:

1.ª Las razones de cualquier índole que justifiquen la implantación o modificación del parque eólico en la zona de que se trate. Deberán incluirse los criterios técnicos empleados desde, al menos, los siguientes puntos de vista:

- Recurso eólico. Se incluirá una descripción de los recursos eólicos presentes mediante mediciones, o un estudio o modelización que confirme la existencia de recurso suficiente.
- Optimización de la planificación de las infraestructuras de evacuación.
- Patrimonio cultural.
- Criterios medioambientales seguidos para elegir la ubicación, incluyendo la relación con el mapa de acogida previsto en el Plan Energético de Navarra.

2.ª Archivos con la información geográfica mínima siguiente, en el sistema de referencia de coordenadas ETRS89, proyección UTM 30N, según establece el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico oficial en España : ubicación de cada aerogenerador, de las infraestructuras de evacuación, así como de los nuevos caminos de acceso o modificación de los existentes. Dichos archivos se presentarán en un formato vectorial estándar OGC (Open Geoespatial Consortium) que pueda ser manejado por software de código abierto, preferentemente shapefiles o geopackages.

3.ª Adecuación del anteproyecto a los instrumentos de ordenación territorial y urbanística vigentes y valoración de sus afecciones sectoriales.

4.ª Plazo y calendario de ejecución estimado.

5.ª Presupuesto estimado de las instalaciones, así como de las medidas correctoras, compensatorias y de seguimiento ambiental previstas en el estudio de impacto ambiental.

6.ª Separadamente se presentarán aquellas partes del anteproyecto que afecten a bienes, instalaciones, obras o servicios, centros o zonas dependientes de otras Administraciones Públicas, organismos o empresas que presten servicios públicos o de interés económico general, para que éstos establezcan, si procede, el condicionado procedente.

c) Estudio técnico-económico de viabilidad.

d) Estudio de impacto ambiental del proyecto de parque eólico debidamente firmado. El contenido del estudio de impacto ambiental responderá a lo establecido en la legislación en materia de evaluación ambiental incluyendo las medidas de restauración del área afectada tras la fase de abandono. Se presentará un estudio sobre el uso del espacio por parte de la fauna voladora en el ámbito donde se pretende implantar el parque eólico, desarrollado durante al menos un ciclo anual completo. Asimismo se aportarán datos sobre las emisiones de CO2 evitadas.

e) Declaración de la persona promotora en la que se comprometa a ejecutar las medidas de restauración del área afectada, en un plazo máximo de cinco años en caso de cese de actividad de las instalaciones.

f) Cualquier otra documentación que conforme a la legislación vigente sea exigible.

Para solicitar autorización administrativa de construcción en un parque eólico es necesario presentar la documentación indicada en el Artículo 14:

Artículo 14. Solicitud.

1. La solicitud de autorización administrativa de construcción, dirigida a la Dirección General competente en materia de energía, deberá acompañarse de la siguiente documentación que se presentará en formato electrónico y debidamente firmada:

a) Proyecto de ejecución, en el que se detallarán las obras e instalaciones necesarias, incluyendo las infraestructuras de evacuación, edificios y accesos al parque. Se presentará además una copia adicional en formato electrónico, por cada municipio afectado.

En el proyecto se incluirán, además de cualesquiera otras que pudieran resultar legalmente preceptivas, las siguientes determinaciones:

1. Descripción del aerogenerador a instalar que certifique el cumplimiento de las exigencias en materia de seguridad.
2. Plazo y calendario de ejecución.
3. Presupuesto de las instalaciones.
4. Estudio de seguridad y salud.
5. Adecuación del proyecto a los objetivos del Plan Energético de Navarra e impacto en sus indicadores de seguimiento.
6. Separadamente se presentarán aquellas partes del proyecto que afecten a bienes, instalaciones, obras o servicios, centros o zonas dependientes de otras Administraciones Públicas, organismos o empresas que presten servicios públicos o de interés económico general.

b) Documento de actuaciones de responsabilidad social corporativa a realizar por la persona promotora. Este documento expondrá los elementos en materia divulgativa, educativa y artística que faciliten la aceptación social y la divulgación de los beneficios de las energías renovables, y la energía eólica en particular, fomentando una imagen con valores de igualdad y pluralidad de roles entre hombres y mujeres.

c) Cualquier otra documentación que conforme a la legislación vigente sea exigible.

d) Cuantos documentos adicionales estime oportuno reclamar el órgano competente para la tramitación del expediente administrativo.

5.- DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN GENERADORA

5.1.- AEROGENERADOR

5.1.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL

Para el presente estudio se considera la turbina eólica SI-16050 del fabricante SANY con una potencia máxima de 5 MW . La ficha técnica proporcionada por el fabricante se incluye como documento anexo al presente Proyecto.

Este equipo deberá limitarse por medio de software a 4,95 MW para adaptarlo a la capacidad de exportación a red que tiene la instalación. El fabricante deberá emitir una carta en la que garantice esta limitación.

El aerogeneador SI-16050 es un tipo de generador de alta velocidad y con doble alimentación para conexión a red con eje horizontal y 3 palas. Algunas de las características principales son:

Elemento		Valor/Descripción
Modelo de aerogeneador		SI-16050
Parámetros Básicos	Clase de viento	IEC S
	Potencia nominal	5000 kW
	Diámetro del rotor	160 m
	Área barrida	20106 m²
	Velocidad nominal del viento	10.6 m/s (estático)
	Velocidad de conexión del viento	3 m/s
	Velocidad de desconexión del viento	25 m/s
	Velocidad máxima del viento (velocidad media del viento en 3 s)	56 m/s
	Fuente de ruido	Cumple con IEC 61400-11
	Categoría de corrosividad	C4 para exterior y C2 o C3 para interior según ISO 12944-2
	Temperatura ambiente de operación	-30 °C a +40 °C
	Temperatura ambiental límite	-40 °C a +50 °C
	Irradiación solar	1000 W/m²
	Humedad relativa	≤ 95%
	Altitud (para turbinas eólicas convencionales)	≤ 2500 m
	Vida útil	20 años
Rotor	Número de aspas	3
	Longitud de la aspa	78 m
	Material de la aspa	Plástico reforzado con fibra
	Sistema de inclinación	Tres sistemas de inclinación independientes
Multiplicador	Tipo de estructura	Engranaje helicoidal plano de dos etapas y engranaje helicoidal paralelo de una etapa
	Eficiencia mecánica	≥ 97%

Elemento			Valor/Descripción
Generador	Tipo		Generador asincrónico de doble alimentación
	Número de pares de polos		2
	Potencia nominal		5200 kW
	Voltaje nominal		690 V
	Frecuencia nominal		50 Hz
	Factor de potencia nominal		1
	Velocidad nominal		1723 rpm
	Calificación de temperatura del aislamiento		H
	Nivel de vibración		Soporte rígido ≤ 1.8 mm/s
	Cableado del estator		Δ
	Cableado del rotor		Y
	Grado de protección		IP54
Convetidor	Potencia nominal (punto de conexión a la red)		5000 kW
	Voltaje nominal (lado de la red)		690 V
	Grado de protección		IP54
	Lado del rotor (dos módulos en paralelo)	Capacidad/potencia nominal	1912 kW/1912 kVA
		Corriente continua máxima	1600 A
	Lado de la red (módulo único)	Capacidad/potencia nominal	896 kW/896 kVA
		Corriente continua máxima	750 A
Cojinete	Tipo		Cojinete de rodillos autoalineable de doble fila
Sistema de orientación	Cojinete de orientación		Cojinete de bolas de contacto de cuatro puntos
	Freno		Freno hidráulico
	Modo de accionamiento		Accionamiento motor-engranaje
	Velocidad de orientación		< 0.42 °/s
Sistema de control	Voltaje nominal		690 V (CA) ± 10%
	Frecuencia nominal		50 Hz
	Modo de comunicación	Góndola/Base	Fibra óptica HCS
		Parque eólico	Fibra óptica de modo único
	Humedad relativa en operación		≤ 95%
	Grado de protección del gabinete de control		IP54
Sistema de inclinación de pala	Modo de inclinación		Inclinación eléctrica
	Velocidad máxima de inclinación		6 °/s
	Velocidad de descenso de emergencia		Velocidad de descenso variable
	Ángulo de inclinación		0 a 90°
	Tipo de suministro de energía de respaldo		Supercondensadores
	Velocidad nominal del motor de inclinación		2000 rpm
	Tipo de motor de inclinación		Síncrono de imán permanente de CA
	Lubricación del motor de inclinación		Lubricación centralizada
	Grado de protección del gabinete de control		IP54

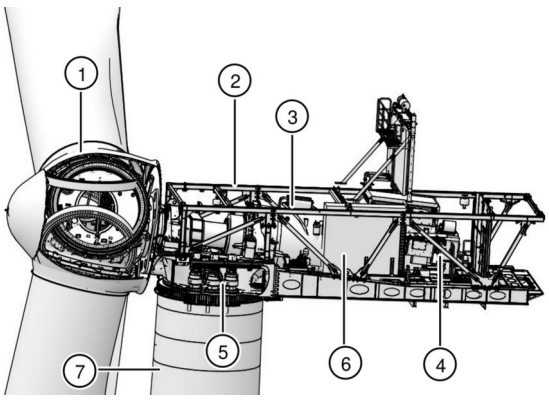
5.1.2.- NORMATIVA

En cuanto al diseño de los aerogeneradores, la normativa que cumplen y que es de aplicación para el entorno en el que van a operar es la siguiente:

Normativa	Descripción
IEC 61400-1	Sistemas de Generación de Energía Eólica – Parte 1: Requisitos de Diseño
IEC 61400-4	Aerogeneradores – Parte 4: Requisitos de Diseño para las Cajas de Engranajes de Turbinas Eólicas
IEC 61400-12-1	Sistemas de Generación de Energía Eólica – Parte 12-1: Mediciones de Rendimiento de Potencia de Turbinas Eólicas
IEC 61400-23	Aerogeneradores – Parte 23: Pruebas Estructurales a Escala Completa de Palas de Rotor
IEC 61400-24	Aerogeneradores – Parte 24: Protección contra el Rayo
IEC 60034-1	Máquinas Eléctricas Rotativas – Parte 1: Calificación y Rendimiento
IEC 60204-1	Seguridad de las Máquinas – Equipamiento Eléctrico de las Máquinas – Parte 1: Requisitos Generales
ISO 13849-1	Seguridad de las Máquinas – Partes de los Sistemas de Control Relacionadas con la Seguridad – Parte 1: Principios Generales para el Diseño

5.1.3.- ESTRUCTURA

El aerogenerador consiste principalmente en los elementos que se observan en la siguiente imagen y tabla:

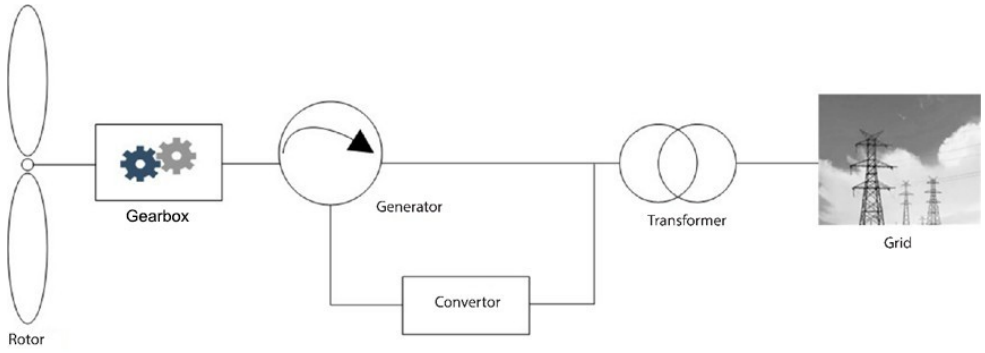


1. Rotor
2. Góndola/Nacelle
3. Transmisión
4. Sistema de generación
5. Sistema de orientación
6. Sistema de control
7. Torre

5.1.4.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Un aerogenerador es un equipo eléctrico que convierte la energía del viento en energía mecánica y ésta energía mecánica en energía eléctrica. El principio de funcionamiento del aerogenerador es que el viento hace girar el rotor y el rotor impulsa el generador para producir electricidad a través del tren de transmisión, es decir, la energía cinética del viento se convierte en energía cinética del rotor del generador, que a su vez se convierte en energía eléctrica.

La energía eléctrica producida luego es regulada por un dispositivo rectificador y transmitida a la red eléctrica a una potencia de salida constante a través de líneas de transmisión.



El rotor del generador de inducción de doble alimentación (DFIG) está conectado a la red a través de un convertidor bidireccional, lo que permite el flujo de potencia en ambos sentidos. El convertidor realiza el control de frecuencia constante del aerogenerador ajustando la frecuencia y fase de la corriente de salida del rotor del generador según el cambio en la velocidad del viento y la velocidad del generador.

El sistema de generación de energía compuesto por el generador y el convertidor, junto con el transformador, asegura que el aerogenerador siempre pueda suministrar energía a la red de manera estable.

5.1.5.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

El aerogenerador cuenta con una alta capacidad de generación de energía, es seguro, confiable, amigable con la red eléctrica, respetuoso con el medio ambiente y fácil de mantener.

Generación en media tensión

- Absorción de energía eólica: Las palas del rotor cumplen con los requisitos para la máxima absorción de energía eólica.

- Conversión de energía eléctrica: El aerogenerador cumple con los requisitos de eficiencia mecánica y eléctrica.
- Control de inclinación: El aerogenerador responde rápidamente a los cambios en la velocidad del viento para cumplir con los requisitos de conversión máxima de energía eólica.
- Control de orientación: El aerogenerador cumple con los requisitos para la máxima absorción de energía eólica cuando cambia la dirección del viento.

Seguridad y confiabilidad

- Diseño de confiabilidad: Se adoptan métodos de diseño de confiabilidad como el diseño de redundancia, diseño de margen, diseño de adaptabilidad ambiental, entre otros, y se someten a simulación y verificación por computadora.
- Capacidad de carga: Todos los componentes y subsistemas adoptan un diseño de refuerzo estructural y se realizan cálculos de carga última y de fatiga, así como comprobaciones de resistencia bajo todas las condiciones de operación, en estricto cumplimiento con las normas de diseño internacionales aplicables para garantizar el funcionamiento seguro y confiable del aerogenerador.
- Capacidad de disipación de calor: La caja de cambios y el convertidor están refrigerados por agua con una alta eficiencia de disipación de calor y una buena fiabilidad para garantizar el funcionamiento confiable de los componentes.
- Seguridad en el control: Con funciones de parada normal, parada de seguridad y parada de cadena de seguridad, el aerogenerador cumple con los requisitos de protección de parada en diversas condiciones de operación.
- Protección contra rayos y puesta a tierra: El aerogenerador cumple con los requisitos de protección contra rayos, compatibilidad electromagnética e inmunidad a interferencias.
- Seguridad del personal: El aerogenerador adopta diseños de seguridad como protección contra caídas, dispositivos de protección contra incendios y aparatos de escape para garantizar la seguridad del personal.

Conexión a red

- Adaptación a la red: El aerogenerador cumple con los requisitos de regulación de potencia activa, potencia reactiva, frecuencia y respuesta de inercia cuando la tensión o variaciones de frecuencia de la red.
- Soporte de tensión: El aerogenerador cumple con los requisitos de soporte de tensión baja y alta en caso de transitorios de tensión de red.

Respetuoso con el medio ambiente

- Adaptación ambiental: El aerogenerador está diseñado para operar en condiciones ambientales como altas temperaturas, bajas temperaturas, altitudes elevadas, alta humedad y otras, para cumplir con los requisitos relevantes.
- Prevención de arena y polvo: La góndola, las palas del rotor, las cabinas eléctricas internas y las conexiones entre las partes rotativas y estáticas están selladas para prevenir eficazmente la entrada de arena y polvo.

Mantenimiento

- Mantenimiento del aerogenerador: La cubierta de la góndola dividida y el carenado del rotor, junto con un espacio de trabajo suficiente en la góndola, mejoran la eficiencia de inspección y mantenimiento, y reducen la dificultad y el costo del mantenimiento.

5.1.6.- ROTOR

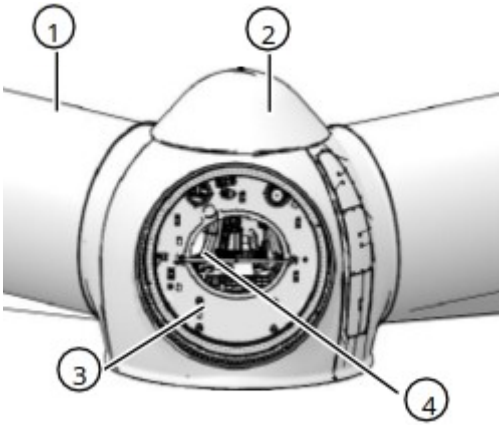
Descripción General

El sistema de rotor se encuentra en la parte frontal del aerogenerador. La función principal del rotor es capturar la energía del viento y convertirla en energía mecánica en forma de movimiento.

El sistema de rotor está compuesto por la pala del rotor, el carenado, el buje y el sistema de inclinación. Cada pala del rotor está equipada con un sistema de inclinación independiente que ajusta automáticamente el ángulo de inclinación de la pala del rotor según la velocidad del viento y la potencia de salida.

La velocidad del rotor se regula controlando el ángulo de inclinación de la pala del rotor y el par del sistema de generación de energía. En condiciones de funcionamiento normales, el aerogenerador está en posición de cara al viento, y el rotor gira en sentido horario cuando se ve desde el frente.

El aerogenerador adopta el método de regulación de potencia regulada por la inclinación de las palas del rotor.

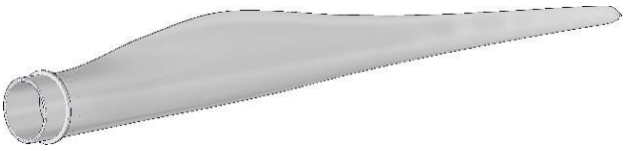


1. Palas del rotor	2. Carenado
3. Buje	4. Sistema de inclinación

Palas del rotor

Las palas del rotor son uno de los componentes más importantes del rotor y se utilizan para capturar la energía del viento. Las palas del rotor están hechas de plástico reforzado con fibra. La superficie está recubierta con pintura anticorrosión y resistente a la intemperie.

La pala del rotor está provista de un sistema de protección contra rayos incorporado. Se instalan receptores de rayos en la punta de la pala y en los lados de presión y succión a una cierta distancia desde la raíz de la pala, y se conectan a la raíz de la pala a través de cables y luego se llevan al suelo. El sistema de protección contra rayos cumple con los requisitos de la norma IEC 61400. En la siguiente imagen se muestra una representación tridimensional de la pala en cuestión:



Otras características relevantes de las palas son:

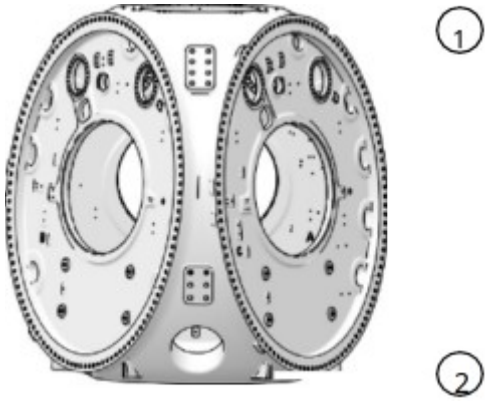
- La pala del rotor adopta un perfil aerodinámico con una alta relación de sustentación-arrastre y una baja sensibilidad a la rugosidad, lo que se adapta al amplio rango de velocidad del aerogenerador y mejora el rendimiento de generación de energía.
- La superficie de la pala del rotor está completamente recubierta para mejorar el rendimiento anticorrosión, antidesgaste, resistente a bajas temperaturas y contra los rayos ultravioleta. El borde de ataque de la pala del

rotor está adicionalmente protegido contra la corrosión mediante un recubrimiento suplementario.

- Las bases de las palas están conectadas con pernos. Las piezas de conexión metálicas están hechas de acero de alta resistencia. La superficie del material de acero está dacrotizada, y la categoría de corrosividad cumple con los requisitos de la norma ISO 9227.
- Cada pala del rotor está equipada con un conjunto de dispositivos de detección del ángulo de inclinación y un mecanismo de inclinación independiente para reducir eficazmente la carga desequilibrada en la pala del rotor. Esto mejora la fiabilidad de los componentes clave y extiende la vida útil.
- El sistema de frenado de aire comprimido puede realizar un frenado rápido cuando sea necesario (incluido el corte de energía de la red). Cada pala del rotor está equipada con al menos dos dispositivos de protección de límite de 90º. El segundo dispositivo de protección de límite se activará en caso de fallo del primer dispositivo de protección de límite.
- Se marcan puntos de elevación en las palas del rotor.

Buje

El buje está hecho de hierro dúctil y tiene una estructura esférica hueca como puede apreciarse en la imagen mostrada a continuación.



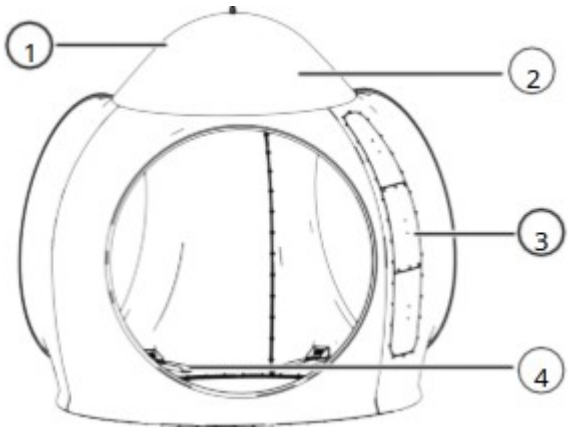
1. Superficies de brida del buje del rotor	2. Superficie de brida del eje principal

El buje tiene tres superficies de brida para las aspas del rotor y una superficie de brida para el eje principal. Estas superficies de brida están conectadas respectivamente a las tres palas del rotor y al eje principal mediante pernos de alta resistencia.

Después de que el rotor esté bloqueado, el personal puede ingresar al buje desde la góndola para inspeccionar y mantener el sistema de inclinación y las palas del rotor, siempre y cuando su seguridad esté garantizada.

Carenado

El carenado está compuesto por la parte superior del carenado, la pared del carenado y los soportes delanteros y traseros (ver imagen mostrada a continuación). La parte superior del carenado y la pared del carenado están compuestas por una cobertura de gel, resina de poliéster y tejido de fibra de vidrio. El carenado está conectado al buje a través de los soportes delanteros y traseros.

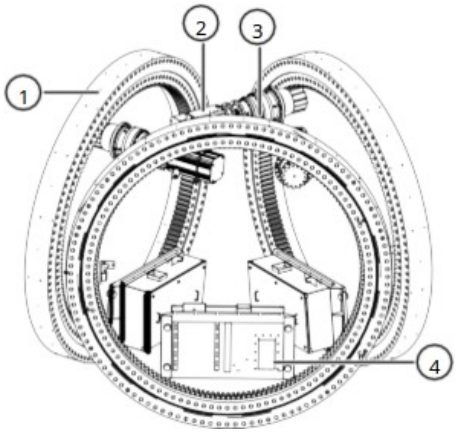


1. Parte superior del carenado	2. Soporte frontal
3. Pared del Carenado	4. Soporte trasero

La función del carenado es proteger el buje y el sistema de inclinación, para que el aerogenerador pueda operar normalmente en condiciones ambientales meteorológicas adversas como viento, lluvia, nieve, rocío salino y radiación ultravioleta. El diseño aerodinámico del carenado puede reducir el impacto del flujo de viento a través del rotor en el aerogenerador.

Sistema de inclinación

El sistema de inclinación consta del mecanismo de inclinación y el sistema de control de inclinación. El mecanismo de inclinación incluye el rodamiento de inclinación y la caja de cambios de inclinación, y el sistema de control de inclinación incluye el gabinete de control de inclinación y el motor de inclinación.



1. Rodamiento de inclinación	2. Motor de inclinación
3. Caja de cambios de la inclinación	4. Cabina de control de la inclinación

La función del mecanismo de inclinación es ajustar el ángulo de inclinación según los comandos emitidos por el controlador principal basado en la velocidad del viento en tiempo real, de modo que el aerogenerador convierta la máxima energía eólica bajo la carga mínima.

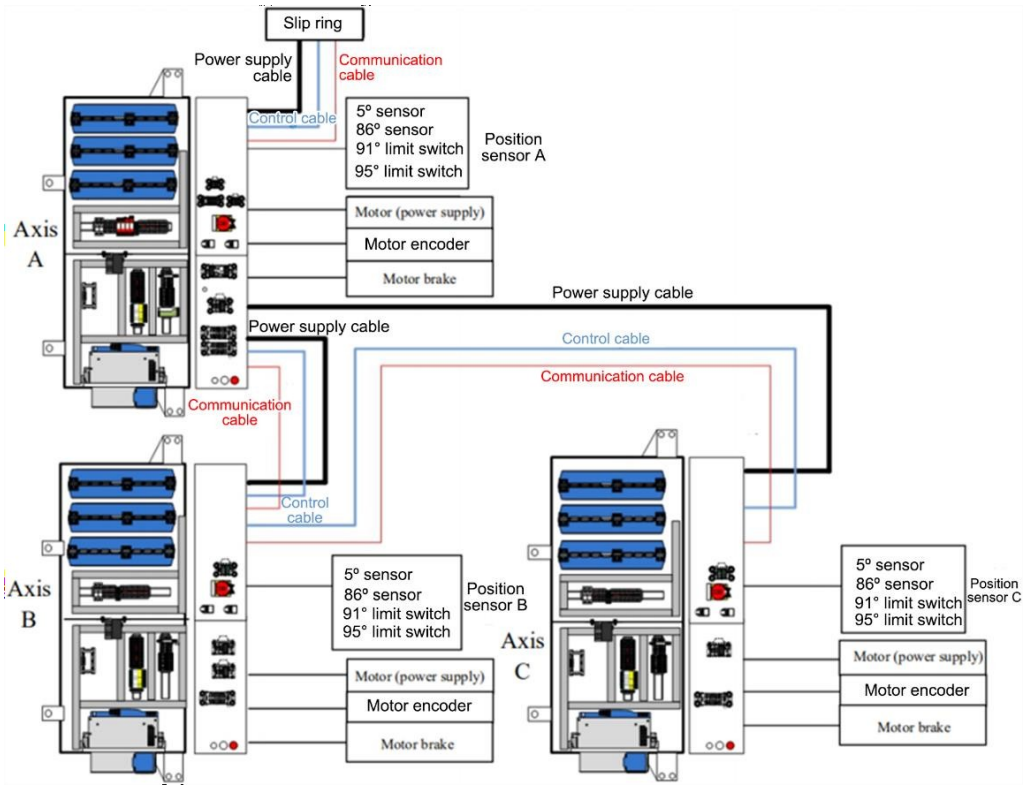
Además, el mecanismo de inclinación puede hacer que las palas del rotor realicen un empenaje rápido en caso de fallo o avería del aerogenerador. Esto ayuda a prevenir una posible sobrecarga en la estructura del aerogenerador y en la cimentación de la torre, protegiendo así la seguridad del aerogenerador.

Cada pala del rotor está equipada con un conjunto de mecanismo de inclinación independiente, que incluye el rodamiento de inclinación y la caja de cambios de inclinación. La caja de cambios de inclinación se instala en el buje, el anillo interior del rodamiento de inclinación se instala en la pala del rotor, y el anillo exterior del buje del rotor se instala en el buje

Cuando el sistema de inclinación se enciende, el motor de inclinación hace girar el piñón del eje de salida de la caja de cambios de inclinación, y el piñón se engrana con el anillo interior del rodamiento de inclinación, lo que permite que el anillo interior del rodamiento de inclinación y las palas del rotor giren juntos para obtener el ángulo de inclinación correcto.

El sistema de control de inclinación consta una cabina de control de inclinación y el motor de inclinación. El motor de inclinación se utiliza para proporcionar retroalimentación de posición para las palas del rotor y asegurarse de que las tres palas del rotor operen simultáneamente. Durante la operación en la red, el motor de inclinación es accionado por el conductor. En caso de fallo de la red, el motor de inclinación es alimentado por la fuente de alimentación de respaldo. La fuente de alimentación de respaldo adopta un supercondensador.

El sistema de control de inclinación calcula la capacitancia del supercondensador en función de la corriente de carga y descarga y el voltaje del supercondensador para asegurarse de que el supercondensador sea capaz de realizar un empenaje de emergencia. Los tres gabinetes de control de inclinación funcionan de forma independiente. Si falla un mecanismo de inclinación, los otros dos pueden garantizar el apagado correcto del aerogenerador.



El sistema de control principal del aerogenerador se comunica con el sistema de inclinación utilizando el protocolo CANOPEN. El sistema de control principal envía el comando de inclinación al sistema de inclinación a través del bus de comunicación. El sistema de inclinación ejecuta el comando para completar la inclinación. Cuando otras partes del aerogenerador fallan, el sistema de control principal activará la cadena de seguridad y notificará al sistema de inclinación que entre en el estado de parada de emergencia y empenaje.

Cuando se produce una falla dentro del sistema de inclinación, este también entrará en el estado de parada de emergencia y empenaje. Cuando falla el sistema de suministro de energía, la fuente de alimentación de respaldo entrará en estado de parada de emergencia y notificará al sistema de control principal.

El sistema de inclinación tiene los siguientes cuatro modos de operación:

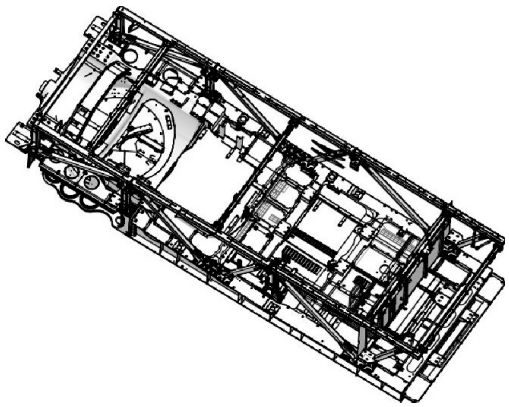
- Modo de puesta en marcha: La función correspondiente de puesta en marcha se realiza conectando el software de puesta en marcha al gabinete de control de inclinación.

- Modo manual: Las palas del rotor se controlan para rotar a una velocidad predeterminada mediante el control del botón manual en el gabinete de control de inclinación.
- Modo seguro: El sistema de inclinación no recibe comandos del sistema de control principal y completa automáticamente el empenaje y el apagado a la velocidad de empenaje de emergencia.
- Modo automático: El sistema de inclinación gira siguiendo el comando de posición dado por el sistema de control principal.

5.1.7.- GÓNDOLA/NACELLE

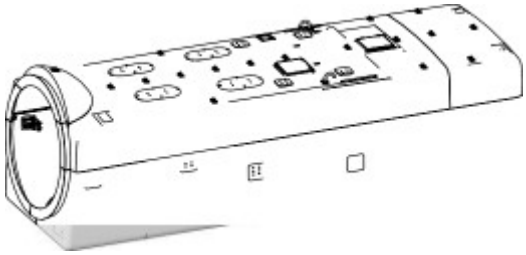
Base

La base de la góndola se compone del marco principal, placa base trasera, marco de la góndola y accesorios estructurales. Consulte la imagen mostrada a continuación. La base de la góndola tiene principalmente la función de soportar e instalar la parte superior de la torre, incluyendo el cojinete principal, carcasa del cojinete, caja de cambios, generador, convertidor, transformador y gabinete de control eléctrico. La parte inferior de la base de la góndola está conectada al cojinete de orientación y a la torre.



Cubierta

La cubierta de la góndola está compuesta por cobertura de gel, resina de poliéster, materiales compuestos, tejido de fibra de vidrio y otros materiales. La función principal de la cubierta de la góndola es proteger las instalaciones dentro del aerogenerador del entorno externo y reducir las emisiones de ruido. La cubierta de la góndola está conectada a la base de la góndola mediante un soporte.



Hay refuerzos dentro de la cubierta de la góndola para aumentar la rigidez y resistencia del recubrimiento. La plataforma inferior de la cubierta de la góndola se puede utilizar como plataforma de mantenimiento. El personal puede realizar actividades de desmontaje, instalación y mantenimiento en la plataforma inferior.

En la parte superior de la cubierta de la góndola hay una escotilla de mantenimiento y una escotilla de izaje. El personal puede acceder a la parte superior de la góndola desde el interior a través de la escotilla de mantenimiento. La escotilla de izaje se utiliza para el izado e instalación del aerogenerador.

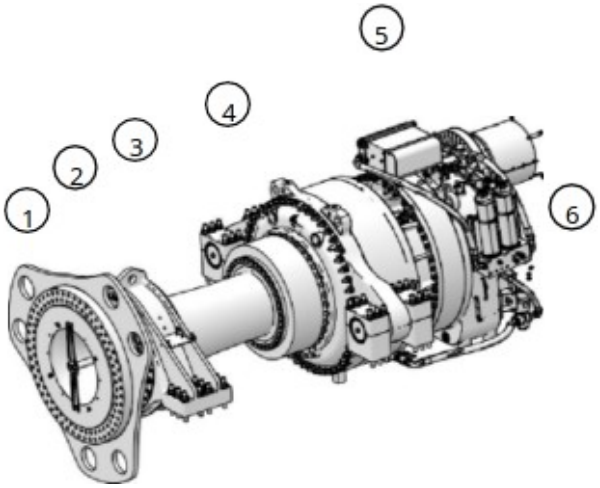
5.1.8.- TRANSMISIÓN

Descripción General

El tren de transmisión conecta el sistema de rotor al generador, y su función principal es transmitir la potencia proveniente del sistema de rotor al generador a través de una serie de componentes.

El tren de transmisión consta del dispositivo del eje principal, caja de cambios, acoplamiento y freno del eje de alta velocidad. Consulte la imagen mostrada a continuación. El eje principal está conectado al agujero interior del portador planetario de la caja de cambios y está sujeto firmemente por el disco de contracción de la caja de cambios. El eje de alta velocidad de la caja de cambios está conectado al eje de entrada del generador a través del acoplamiento. La caja de cambios está equipada con un freno del eje de alta velocidad, que es frenado por el disco de freno del acoplamiento de fricción.

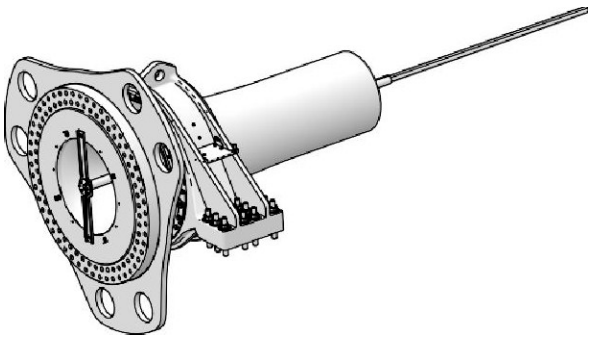
Los principales componentes mecánicos en el tren de transmisión (como la caja de cambios y el cojinete principal) están bajo monitoreo en tiempo real, y diversos fallos y riesgos ocultos pueden ser rastreados e identificados de manera oportuna.



1. Carcasa del cojinete	2. Eje principal
3. Disco de contracción de la caja de cambios	4. Caja de cambios
5. Cubierta protectora de acoplamiento	6. Freno del eje de alta velocidad

Eje principal

El dispositivo del eje principal conecta el buje a la caja de cambios y consta del eje principal, cojinete principal y carcasa del cojinete, como se muestra en la siguiente figura:



- Eje principal: El extremo delantero del eje principal está sujeto rígidamente al rotor con pernos. El extremo trasero del eje principal está conectado a la caja de cambios a través del disco de contracción de la caja de cambios. Al apretar los pernos de alta resistencia, se genera presión y fricción en la superficie hembra. Esto evita debilitar la resistencia de las piezas debido a la conexión de llave mientras se transmite la carga, aumentando así la resistencia a la fatiga y la fiabilidad de las partes. El agujero de holgura en el eje principal se utiliza para enrutamiento de cables. La expansión y contracción axial del eje principal durante el servicio, causada por cambios de temperatura y errores de montaje del cojinete, pueden ser compensados por la caja

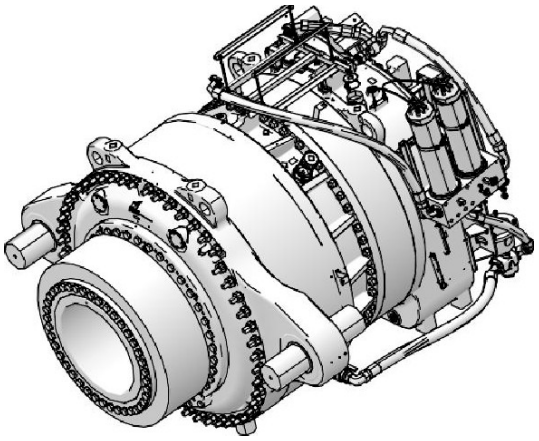
de cambios instalada en forma de montaje elastomérico.

- Cojinete principal: El cojinete principal es un rodamiento de rodillos autoalineable instalado en un extremo del eje principal para soportar y sujetar el eje principal. El anillo interior del rodamiento se asegura al eje utilizando el casquillo del eje, y el anillo exterior se instala en la carcasa del cojinete. El cojinete principal puede soportar y transmitir la fuerza axial, la fuerza radial, el momento flector y el par generados por el rotor.

- Carcasa del cojinete: La carcasa del cojinete se fija a la placa base de la góndola para soportar el cojinete principal.

Caja de cambios

La caja de cambios se fija a la placa base de la góndola a través del amortiguador. Su función principal es proporcionar velocidad variable y potencia al generador.



La caja de cambios tiene las siguientes características estructurales:

- Transmisión de tres etapas: Engranajes helicoidales planetarios de dos etapas y engranajes helicoidales de eje paralelo de una etapa.
- El engranaje solar dentro de la caja de cambios es de estructura flotante, lo que compensa el error de montaje de la transmisión de engranajes y mejora en cierta medida la suavidad y vida útil de la caja de cambios.
- El engranaje con alto grado de engranaje, el eje y el cojinete con alta rigidez, y los ejes y transmisiones de engranajes dispuestos de manera razonable garantizan el funcionamiento silencioso de la caja de cambios.

Para garantizar un funcionamiento estable, la caja de cambios está equipada con los siguientes dispositivos:

- Freno del eje de alta velocidad: Se instala en la base en el extremo de alta velocidad de la caja de cambios.

- Dispositivo amortiguador: El amortiguador se instala en la conexión entre la caja de cambios y la placa base de la góndola, y está compuesto por capas de elastómero dispuestas en anillo. Puede compensar los errores de montaje axial y radial de la caja de cambios y reduce la vibración transmitida desde la caja de cambios al marco principal. Esto evita y reduce la vibración y el ruido en la góndola para garantizar el funcionamiento suave de la caja de cambios.

- Dispositivo de enfriamiento por circulación de aceite: Asegura que la temperatura de trabajo de la caja de cambios no sea demasiado baja ni demasiado alta.

- Bomba de aceite lubricante de auto-circulación: Se utiliza lubricación forzada y lubricación por salpicadura para lubricar engranajes y rodamientos.

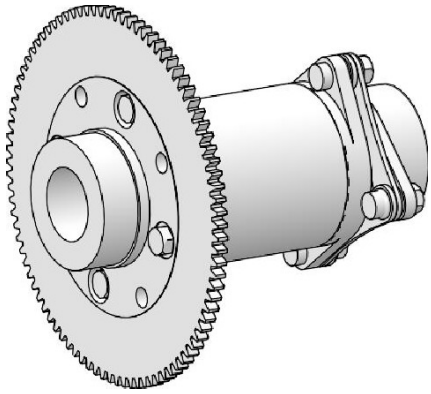
- Sistema de detección remota: La caja de cambios está conectada al sistema de detección remota. Los datos cargados en el sistema incluyen temperatura del cárter de aceite, nivel de aceite, presión de aceite, presión diferencial y temperatura del cojinete en el extremo de accionamiento y en el extremo no accionado del eje de alta velocidad.

- Sensor de temperatura PT100: Los sensores de temperatura PT100 se instalan en el eje de alta velocidad, en el cárter de aceite y en el distribuidor para el monitoreo de temperatura. Los resultados del monitoreo pueden mostrarse en el sistema de monitoreo en línea.

- Caja de cambios: Se proporcionan visores en ubicaciones clave para verificar los rodamientos dentro de la caja de cambios y las condiciones de funcionamiento.

Acoplamiento

El acoplamiento conecta el eje de alta velocidad de la caja de cambios al generador. El acoplamiento tiene un buen rendimiento de aislamiento y está equipado con un limitador de par, que puede soportar cargas como par, velocidad y vibración, y corregir desviaciones.



A 20 °C, bajo un voltaje de CC de 2 kV, la impedancia del acoplamiento es mayor o igual a 10 MΩ, y puede soportar el alto voltaje de 2 kV. Esto cumple con DIN VDE 0100-600 y previene efectivamente que la corriente parásita fluya a través del rotor del generador hacia la caja de cambios.

Cubierta protectora del acoplamiento

La parte de alta velocidad que gira del acoplamiento está equipada con una cubierta protectora hecha de aleación de aluminio, que es ligera y fácil de mantener. El cuerpo de la cubierta está provisto de un visor para verificar directamente si el acoplamiento se desliza.

Freno del eje de alta velocidad

El freno del eje de alta velocidad se instala en la base del extremo de alta velocidad de la caja de cambios y consta de carcasa, pistón y revestimiento del freno. La función principal del freno del eje de alta velocidad es bloquear el disco del freno del acoplamiento. Normalmente, está alimentado por la estación hidráulica. En caso de falla de la red, puede ser operado por el acumulador.

El freno del eje de alta velocidad es el freno secundario del aerogenerador (el freno primario es el sistema de paso de las palas), que no es un dispositivo de freno de seguridad. Generalmente se utiliza para paradas y mantenimiento. El principio de funcionamiento del freno del eje de alta velocidad es el siguiente: El aceite hidráulico entra en el cilindro hidráulico para empujar el pistón hacia el disco del freno del acoplamiento. Los dos revestimientos del freno presionan respectivamente un lado del disco del freno del acoplamiento para generar fuerzas de frenado de agarre. Cuando se libera el aceite hidráulico, el resorte de retorno instalado en el revestimiento del freno tira hacia atrás del revestimiento del freno y el pistón regresa al cilindro hidráulico. Luego, la fuerza de frenado desaparece y el disco del freno del acoplamiento puede girar libremente.

El freno del eje de alta velocidad puede detectar el límite de desgaste del revestimiento del freno. Cuando el desgaste del revestimiento del freno alcanza el límite, enviará una señal de alarma al sistema de control principal.

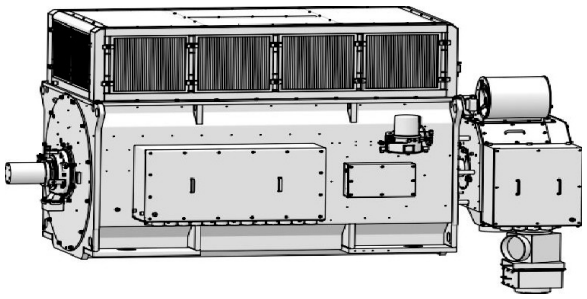
5.1.9.- SISTEMA DE GENERACIÓN

Descripción General

El principal objetivo del sistema de generación de energía es convertir la energía mecánica en energía eléctrica y garantizar el suministro estable de energía eléctrica a la red. El sistema de generación de energía consta de generador, convertidor y transformador.

Generador

El generador es de doble alimentación, con el rotor conectado al convertidor y el estátor conectado directamente a la red.



El generador presenta las siguientes características de diseño:

- Dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas están instalados.
- Se instalan sensores de temperatura en lugares como estátores y rodamientos para mantener el generador bajo monitoreo continuo.
- Se instalan dispositivos de amortiguación para garantizar un funcionamiento estable.

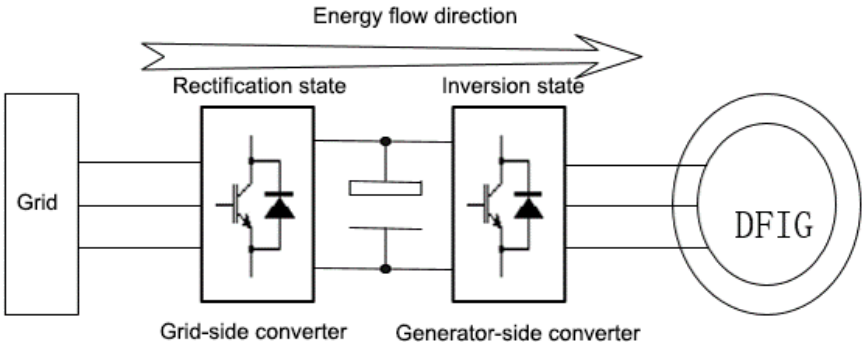
Convertidor

El convertidor y sus accesorios se utilizan principalmente en turbinas eólicas de doble alimentación. La función principal del convertidor es controlar el par del generador y alimentar la energía eléctrica a la red eléctrica, logrando un control de frecuencia constante a velocidad variable del generador de inducción de doble alimentación.

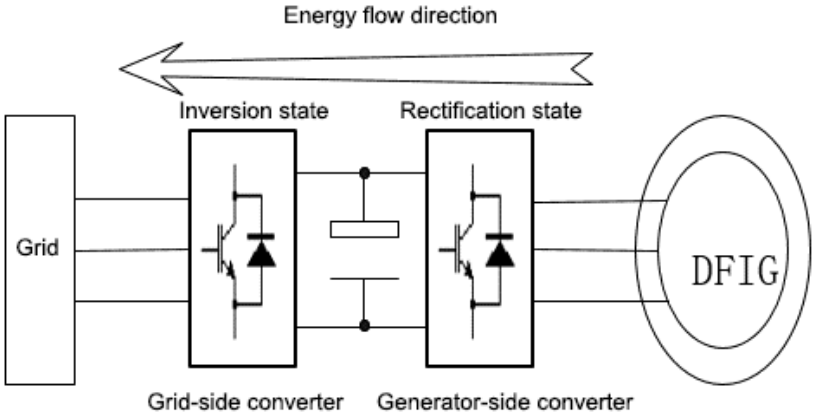
Con cierta capacidad de compensación de potencia reactiva, es uno de los componentes clave de la turbina eólica. El

convertidor se comunica con el controlador principal de la turbina eólica, recibe comandos de control del controlador principal y carga la información de estado del convertidor al controlador principal o al sistema de monitoreo remoto.

Cuando el generador está en operación subsíncrona, la frecuencia de excitación del rotor f2 es mayor que 0, y el convertidor ofrece excitación de secuencia de fase positiva al rotor del generador. El deslizamiento s es mayor que 0, la potencia de entrada del rotor p2 es mayor que 0 y el convertidor produce potencia activa al rotor. Consulte la Figura 2-14 Ilustración de la operación subsíncrona.



Cuando el generador está en operación supersíncrona, la frecuencia de excitación del rotor f2 es menor que 0 y el convertidor ofrece excitación de secuencia de fase negativa al rotor del generador. El deslizamiento s es menor que 0, la potencia de entrada del rotor p2 es menor que 0 y los devanados del rotor producen potencia activa al convertidor. Consulte la Figura 2-15 Ilustración de la operación supersíncrona.



Transformador

El transformador se instala dentro de la góndola de la turbina eólica. Su función es conectar la turbina eólica a la red de recolección de energía del parque eólico para elevar la salida de energía eléctrica de la turbina eólica y alimentarla a la red eléctrica. Más adelante se describen las características principales del transformador en un apartado dedicado a ello.

Celda de media tensión

La celda de media tensión es adecuada para la alimentación de red de anillo o la alimentación de energía radial dual de la línea de suministro de 40.5 kV. En caso de falla de línea, puede restaurar rápidamente el suministro de energía del circuito del transformador, mejorando considerablemente la confiabilidad y disponibilidad del suministro de energía. Además, el interruptor de alta tensión es seguro de usar, resistente a la intemperie, fácil de instalar, requiere poco mantenimiento y ahorra espacio. En un apartado más adelante se profundizan en las especificaciones de estos equipos.

5.1.10.- SISTEMA DE ORIENTACIÓN

El sistema de orientación se encuentra entre la torre y el marco principal. Su función principal es hacer girar la góndola en la torre. Además, el sistema de orientación puede detectar el giro del cable y desenrollar el cable si es necesario.

El sistema de orientación consta de disco de freno de orientación, rodamiento de orientación, accionamiento de orientación y freno de orientación. El anillo exterior del rodamiento de orientación está asegurado a la torre y el anillo interior del rodamiento de orientación está conectado a la placa base de la góndola.

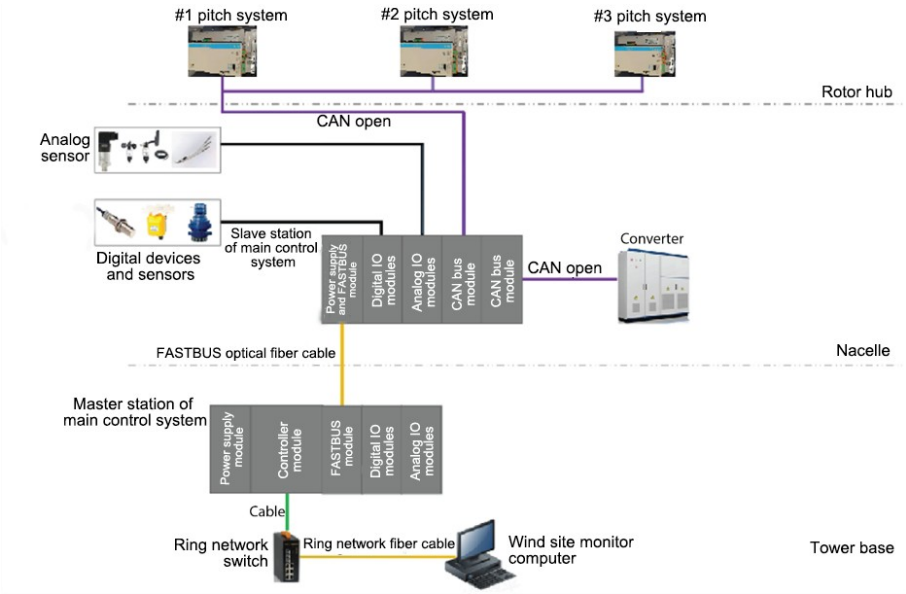
El sistema de orientación adopta el orientado activo para alinearse con el viento. Cuando cambia la dirección del viento, la veleta envía la señal al sistema de control. El accionamiento de orientación recibe la señal del sistema de control y hace girar el piñón sobre el anillo de engranaje, lo que hace girar la góndola y orienta el rotor hacia el viento. La góndola puede girar en dos direcciones y la dirección de rotación es detectada por un interruptor de proximidad. Cuando el ángulo en el que la góndola gira en la misma dirección alcanza el ángulo de desenrollado del cable, el sistema de control principal controla la turbina eólica para desenrollar el cable.

5.1.11.- SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control es uno de los componentes más importantes de una turbina eólica. Su función básica es convertir la energía eólica en energía eléctrica en la mayor medida posible, garantizando al mismo tiempo el funcionamiento seguro y confiable de la turbina eólica.

El sistema de control de la turbina eólica es un sistema de control integral, que no solo monitorea la red eléctrica, las condiciones del viento y los parámetros operativos de la turbina eólica, y controla la conexión y desconexión de la red eléctrica de la turbina eólica para garantizar la seguridad y confiabilidad durante la operación, sino que también optimiza el control de la turbina eólica basado en el cambio de velocidad y dirección del viento para mejorar la eficiencia de operación y generación de energía de la turbina eólica.

Para lograr las funciones de control de generación de energía, control de seguridad y monitoreo de la turbina eólica, y en combinación con las características de la estructura espacial de la turbina eólica, el sistema de control principal adopta un control distribuido. La estación maestra de la base de la torre, la estación esclava de la góndola, el convertidor y el sistema de inclinación forman el sistema de control de la turbina eólica. El sistema de control principal se comunica con el servidor del centro de monitoreo a través del conmutador de red de anillo de fibra.



Las funciones del sistema de control principal se dividen en dos categorías:

- Funciones operativas: Funciones que están directamente relacionadas con la operación de la turbina eólica y que convierten la energía eólica en energía eléctrica para su salida.

- Funciones auxiliares: Funciones que brindan servicios de apoyo para las funciones operativas.

No.	Función	Subfunción	Descripción
1	Funciones de operación	Control de orientación y desenrollado	Enviar comandos de control de orientación de la góndola basados en el valor medido del sensor de veleta de viento, y hacer que la góndola se oriente activamente hacia el viento, monitorear el estado de torsión del cable en la torre y enviar comandos de desenrollado del cable.
		Control de inclinación y convertidor	Ajustar el estado operativo de la turbina eólica utilizando diferentes métodos de control bajo diferentes velocidades de viento y diferentes condiciones operativas junto con el sistema de inclinación y el convertidor, para aumentar la generación de energía y optimizar las cargas.
		Control de conexión y desconexión a la red eléctrica	Controlar los parámetros de salida de la turbina eólica para cumplir con los requisitos de conexión a la red eléctrica, enviar comandos de conexión a la red y enviar comandos de desconexión de la red.

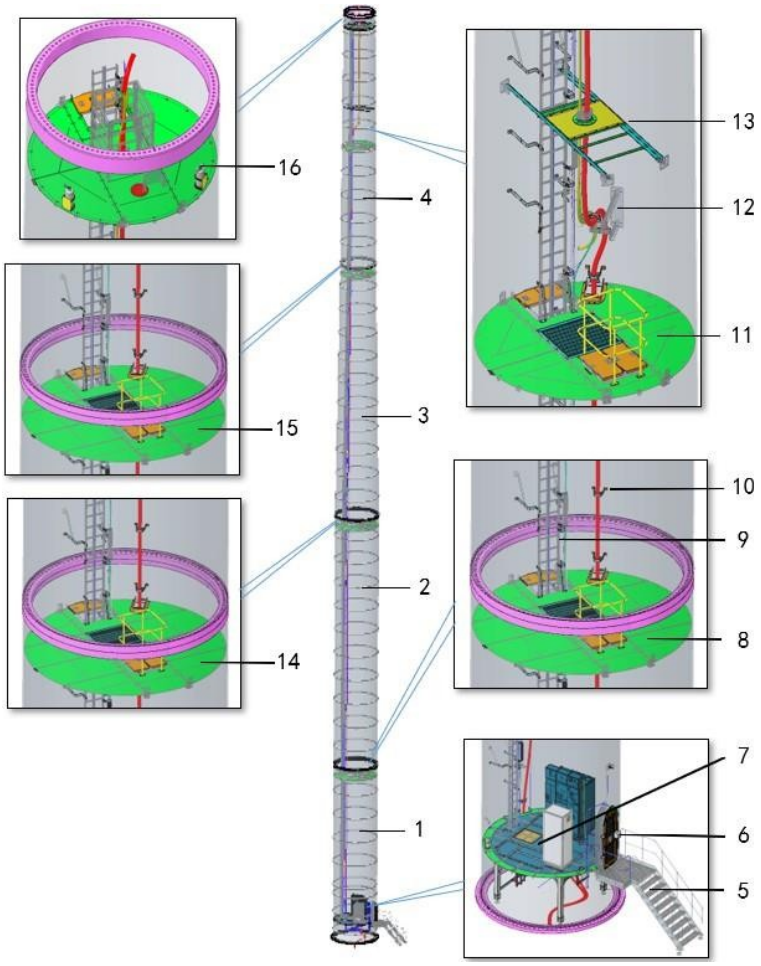
No.	Función	Subfunción	Descripción
2	Funciones Auxiliares	Detección del estado del equipo y del entorno	Enviar comandos de calentamiento o enfriamiento basados en el valor medido del sensor de temperatura. Determinar las condiciones del equipo en función de parámetros como el estado de rotación y vibración de las partes mecánicas, caja de engranajes y motor. Procesar los valores medidos de temperatura, presión y otros sensores y determinar si hay alguna falla o riesgo oculto según la configuración y la lógica.
		Registro, alarma y resolución de problemas	Generar y guardar registros, generar y guardar alarmas e implementar estrategias de apagado planificado basadas en códigos de falla.
		Sistema hidráulico	Controlar la acumulación de presión del sistema hidráulico y suministrar energía mecánica al freno.
		Comunicación remota	Intercambiar datos con el sistema de monitoreo remoto.
		Interacción humano-máquina	Proporcionar interacción humano-máquina local, implementar configuración y consulta de parámetros, y proporcionar un entorno para mantenimiento y puesta en marcha.

5.1.12.- TORRE

La función principal de la torre es soportar la góndola, el rotor y otros componentes del aerogenerador y soportar todas las cargas de los diversos componentes del aerogenerador.

La torre es una estructura cónica de acero, que está compuesta por múltiples secciones. A continuación se muestra una representación de la torre. El extremo superior está conectado al cojinete de orientación del aerogenerador y el extremo inferior está conectado a la cimentación con pernos de anclaje. Los extremos superior e inferior de cada sección de la torre están provistos de bridas de conexión y se conectan mediante pernos.

La torre también tiene múltiples plataformas de mantenimiento para la instalación y mantenimiento de los pernos de conexión de la torre, los sistemas de torsión de cables y otros componentes, y para el descanso del personal. El centro de la plataforma superior de la torre está diseñado con una escalera cuadrada para acceder a la góndola. La torre puede estar provista de equipos de elevación auxiliares como sistema de escalada automático y elevador de servicio según sea necesario y está equipada con equipos de protección contra caídas.



1. Torre inferior	9. Soporte de escalera
2. Segunda sección de torre	10. Conjunto de sujeción de cables
3. Tercera sección de torre	11. Plataforma de torsión de cables
4. Cuarta sección de torre	12. Conjunto de montura
5. Escalera exterior	13. Límite de torsión de cables
6. Puerta de la torre	14. Plataforma de la segunda sección de torre
7. Plataforma de cabina eléctrica	15. Plataforma de la tercera sección de torre
8. Plataforma de la primera sección de la torre	16. Soporte de la plataforma superior de la torre

5.1.13.- SISTEMAS AUXILIARES

Sistema de Lubricación

Los sistemas de lubricación incluyen el sistema de lubricación del rodamiento de inclinación y el sistema de lubricación de la orientación del eje principal. La caja de engranajes y el generador tienen sus propios sistemas de lubricación. Tanto el sistema de lubricación del rodamiento de inclinación como el sistema de lubricación de la orientación del eje principal constan de la bomba de lubricación, el distribuidor y las conexiones de tuberías.

La bomba de lubricación está conectada a los distribuidores en todos los niveles, para suministrar grasa alternativamente a cada punto de lubricación. Se coloca un detector de émbolo en el distribuidor principal para monitorear las condiciones de operación de todo el sistema.

Sistema Hidráulico

La función principal del sistema hidráulico es proporcionar fuerza de frenado para el freno de alta velocidad del eje y fuerza de frenado y presión residual de orientación para el sistema de orientación. El sistema hidráulico consta de la estación hidráulica, el circuito de aceite, el elemento de control y el actuador.

La unidad hidráulica se utiliza junto con el freno activo y se conecta al freno de orientación. El sistema hidráulico convierte la energía eléctrica en presión de aceite y flujo de aceite hidráulico a través del motor y la bomba. Cuando no hay fallas en el sistema hidráulico y la presión del sistema es menor que el valor establecido para iniciar la bomba hidráulica, la bomba hidráulica se iniciará automáticamente. Cuando la presión del sistema es mayor que el valor establecido para detener la bomba hidráulica, la bomba hidráulica deja de funcionar.

Sistema de Refrigeración

Los sistemas de refrigeración incluyen el sistema de refrigeración de agua de la caja de engranajes y el sistema de refrigeración de agua del convertidor, que garantizan el funcionamiento normal de la caja de engranajes y el convertidor y satisfacen los requisitos de refrigeración de los grandes aerogeneradores.

El sistema de refrigeración consta de una estación de bomba de refrigeración de agua, un radiador fuera de la góndola y tuberías de refrigeración de agua. El refrigerante circula entre la estación de bomba de refrigeración de agua, el radiador fuera de la góndola y los componentes a enfriar (caja de engranajes/convertidor) a través de las tuberías de refrigeración de agua para eliminar continuamente el calor generado durante el funcionamiento de los componentes, asegurando así que el aerogenerador opere dentro de un rango de temperatura razonable.

La bomba centrífuga en la estación de bomba de refrigeración de agua es la fuente de energía del sistema, que proporciona la fuerza motriz para el refrigerante. Después de entrar en los componentes a enfriar (caja de engranajes/convertidor), el refrigerante elimina el calor generado durante el funcionamiento de los componentes a través de la convección y la conducción. El refrigerante calentado intercambia calor con el aire ambiente a través del radiador fuera de la góndola para enfriarse. El refrigerante enfriado vuelve a entrar en los componentes a enfriar nuevamente. Se completa un ciclo de refrigeración completo.

El sistema de refrigeración tiene las siguientes características:

- El radiador fuera de la góndola se instala en la parte superior de la góndola y adopta la tecnología de enfriamiento natural por aire con bajo consumo de energía, eliminando la necesidad de ventiladores y motores para el viento forzado, reduciendo así efectivamente el consumo de energía del aerogenerador.

- Se proporcionan sensores de temperatura y presión en la entrada y salida del sistema de refrigeración de agua de la caja de engranajes y el sistema de refrigeración de agua del convertidor. La temperatura y presión del sistema de refrigeración de agua se monitorean en tiempo real a través del sistema de control principal del aerogenerador para la alarma de falla y el apagado.

5.1.14.- EQUIPAMIENTO AUXILIAR

El sistema de equipos auxiliares abarca una variedad de componentes diseñados para garantizar el funcionamiento eficiente y seguro del aerogenerador. Esto incluye la instalación de un polipasto en la góndola, facilitando el levantamiento de herramientas y piezas durante el mantenimiento regular. Además, se incorporan sensores de viento, ya sea ultrasónicos o mecánicos, colocados estratégicamente en el radiador fuera de la góndola. Estos sensores son cruciales para medir la velocidad y dirección del viento, proporcionando datos vitales para el sistema de control principal.

Asimismo, se integra una luz de obstáculo de aviación en el aerogenerador (ver imagen inferior), cumpliendo con los requisitos de señalización necesarios para la seguridad aérea durante las operaciones nocturnas. Estos equipos complementarios garantizan un entorno de trabajo seguro y eficiente para el mantenimiento y operación del aerogenerador, al tiempo que cumplen con los estándares de seguridad y regulaciones aplicables en la industria de la energía eólica.

5.1.15.- PROTECCIONES DEL AEROGENERADOR

Cadena de seguridad

La cadena de seguridad del aerogenerador constituye un sistema de protección crítico diseñado para responder ante emergencias y garantizar la seguridad operativa. Compuesta por una serie de dispositivos interconectados independientes del sistema de control principal, la cadena de seguridad incluye interruptores de parada de emergencia, sensores de velocidad de rotor, y otros elementos de monitoreo clave.

En situaciones de fallo del sistema principal o eventos críticos, como sobrepasos de velocidad, la cadena de seguridad activa el sistema de frenado para detener el aerogenerador de manera segura y prevenir posibles daños.

Entre los elementos conectados a la cadena de seguridad se incluyen:

- Parada de emergencia en la góndola
- Parada de emergencia en la base de la torre
- Sobrepaso de velocidad del rotor/alto velocidad del eje
- Vibroswitch
- Límite de torsión
- Watch Dog
- Desconexión activa de la cadena de seguridad por el sistema de control principal
- Cadena de seguridad de sobrepotencia y convertidor
- Cadena de seguridad del paso

Sistema de frenado

La turbina eólica tiene dos sistemas de frenado. Uno es el sistema de frenado aerodinámico (implementado a través del sistema de inclinación), y el otro es el sistema de frenado del eje de alta velocidad. El sistema de frenado aerodinámico es el sistema de frenado primario, y el sistema de frenado del eje de alta velocidad es el sistema de frenado secundario. Durante el frenado normal, se activa el sistema de frenado primario, las palas del rotor se ajustan y la turbina eólica se detiene de manera normal.

Cuando se activa el frenado de emergencia mediante el botón de parada de emergencia manual, primero se activa el sistema de frenado primario y las palas del rotor se ajustan rápidamente. Luego, se activa el sistema de frenado secundario y la turbina eólica se detiene en una emergencia.

El estado de frenado de la turbina eólica puede restablecerse (para liberar el estado de frenado) mediante los siguientes métodos:

- El código de estado se establece en restablecimiento automático, y el programa se ejecuta automáticamente cuando se cumplen las condiciones.

- Restablecimiento por el usuario.

- Restablecimiento por el software del sistema de monitoreo central.

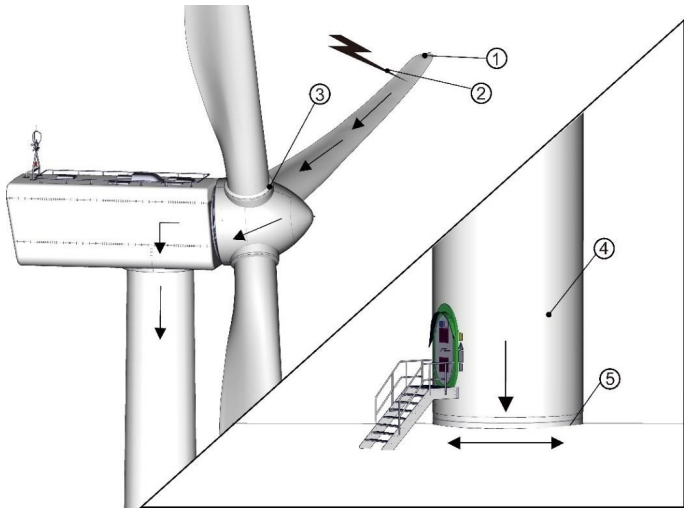
- Además, se proporcionan pasadores de bloqueo del rotor en el eje de baja velocidad. Como dispositivo de bloqueo del rotor, los pasadores de bloqueo pueden bloquear mecánicamente el rotor para asegurarse de que el rotor se detenga en caso de mantenimiento o fallo del equipo, garantizando así la seguridad de la turbina eólica durante el mantenimiento.

Sistema anti rayos y puesta a tierra

El sistema de protección contra rayos y puesta a tierra de la turbina eólica consta de dispositivos de protección externos e internos contra rayos. El diseño del sistema de protección contra rayos y puesta a tierra debe cumplir con la norma IEC 61400-24:2019. El dispositivo de protección externo contra rayos transfiere la corriente directa de un rayo hacia el suelo y la descarga, protegiendo así el equipo expuesto en la góndola. Por otro lado, el dispositivo de protección interno contra rayos previene el impacto del voltaje inducido por pulsos instantáneos generado por los rayos en el equipo eléctrico de la góndola.

Las palas del rotor están equipadas con receptores de rayos, cuyos cables están incrustados en las palas. Los receptores de rayos están conectados al soporte de protección contra rayos en la raíz de la pala del rotor a través de los cables. El soporte de protección contra rayos en la raíz de la pala del rotor está conectado al soporte de protección contra rayos en el extremo del buje del rotor mediante cables planos trenzados de cobre. Este último está asegurado al buje del rotor mediante pernos.

A su vez, el buje del rotor está conectado a la placa base de la góndola a través del cepillo de carbón de protección contra rayos en el eje principal, y luego conectado al anillo de puesta a tierra en la base de la torre mediante el cable de puesta a tierra, el cepillo de carbón de protección contra rayos del sistema de orientación, y el cable de unión de equipotencial de la torre. Estas instalaciones de protección contra rayos forman un canal completo de descarga de corriente de rayos, lo que permite que las corrientes de rayos se transmitan de manera segura al suelo.



1. Protección de rayos y terminación de tierra	2. Rayo	3. Cepillo de carbono de protección contra rayos
4. Sección de la torre	5. Anillo de tierras	

El equipo eléctrico utilizado en el sistema, como el gabinete de control principal, el motor de orientación y el generador, están conectados a la base de la góndola para lograr un equipotencial, con el fin de eliminar la diferencia de voltaje entre los equipos eléctricos, evitando así daños en el equipo y descargas eléctricas causadas por rayos o fugas de corriente o cortocircuitos a tierra del equipo. Esto reducirá las interferencias de modo común y garantizará el rendimiento del equipo eléctrico. Además, al instalar pararrayos en el equipo eléctrico, se descarga el voltaje inducido por pulsos transitorios para prevenir daños a los dispositivos electrónicos.

La red de electrodos de tierra de la base se instala durante la construcción. Al menos tres uniones de refuerzo de la red de electrodos de tierra de la base salen del suelo y se sueldan a la correa de acero de puesta a tierra en la base de la torre para formar una puesta a tierra en anillo.

Se perforan agujeros en la correa de acero de puesta a tierra a intervalos para prensar el cable de puesta a tierra conectado al perno de puesta a tierra del brida de la base de la torre, descargando así la corriente de rayos en la parte superior de la turbina eólica. Las puestas a tierra del transformador y la subestación fuera de la góndola se conectan a las de la turbina eólica.

El sistema de puesta a tierra de la turbina eólica se diseña de acuerdo con los requisitos específicos del sitio y las regulaciones eléctricas y requisitos locales. La puesta a tierra debajo de la correa de acero de puesta a tierra (inclusive) en la base de la torre es diseñada por el propietario de acuerdo con la norma IEC 61400-24:2019. La protección contra rayos y la puesta a tierra en la turbina eólica por encima de la correa de acero de puesta a tierra en la base de la torre es diseñada por Sany RE.

Protección ante bajas temperaturas

Los elementos estructurales, partes motrices, sujetadores, elementos eléctricos, sistemas de control, componentes de calefacción y sellado en la góndola, y otros componentes de la turbina eólica están diseñados para operar a temperaturas bajas de hasta -30 °C. Por lo tanto, la temperatura ambiental límite de la turbina eólica alcanza los -40 °C.

- Las secciones de la torre y los bridas están hechos de placas de acero resistentes a bajas temperaturas, y el rendimiento de las soldaduras y zonas afectadas por el calor cumple con los requisitos del metal base.

- Las palas del rotor se añaden con adhesivos de baja temperatura.

- Los componentes clave como el eje principal, el buje del rotor y el marco principal están hechos de materiales resistentes a bajas temperaturas.

- Para evitar la condensación a baja temperatura, los generadores están equipados con calentadores de bobinado.

- Todos los lubricantes de la turbina eólica tienen propiedades de baja temperatura (la resistencia a bajas temperaturas después del cambio de lubricante depende del tipo de lubricante utilizado por el usuario).

Protección ante altas temperaturas

La turbina eólica ha sido diseñada y probada para resistir altas temperaturas para garantizar su funcionamiento confiable bajo la influencia dual de la alta temperatura ambiental a largo plazo y la alta temperatura interna causada por la disipación de calor durante el funcionamiento del sistema.

- La góndola y la torre están equipadas con sistemas de ventilación para garantizar su rendimiento de ventilación y disipación de calor.

- Componentes clave como el generador, la caja de cambios y el convertidor tienen sus propios sistemas de enfriamiento.

- La turbina eólica ha sido sometida a estrictas pruebas de alta temperatura y pruebas de sistemas de enfriamiento, y es confiable en operación a altas temperaturas.

Protección contra la corrosión

El exterior e interior de la turbina eólica cumplen con los requisitos de categoría de corrosividad C4 y C2 o C3 respectivamente según ISO 12944-2

Seguridad de las personas

En general, el parque eólico proporciona equipo de protección personal (EPP) como arneses de cuerpo completo, ropa de protección y casco de seguridad para garantizar la seguridad del personal que escala la turbina eólica y trabaja dentro y fuera de la góndola. Además, la turbina eólica está equipada con dispositivos para proteger la seguridad del personal, con el fin de reducir los riesgos de seguridad y garantizar la seguridad personal.

El personal puede ingresar a la turbina eólica a través de la puerta de la torre en la base de la misma, ingresar a la góndola a través de la escalera o el sistema de escalada automática, y acceder a la plataforma superior de la góndola a través de la escotilla.
Además de las rutas convencionales mencionadas, la góndola está equipada con un dispositivo de escape de gran altura para uso en caso de emergencia, el cual cumple con los requisitos de las normas aplicables ANSI/ASSE Z 359.4, CSA/CAN Z 259.2.3, EN 341 y EN 1496.

Los pasajes en la góndola y la torre están libres de piezas afiladas que puedan causar lesiones personales. Todos los lugares potencialmente peligrosos están cubiertos con cubiertas de protección, las cuales solo pueden abrirse o retirarse con herramientas. Se asegura de que el personal no resulte herido al pasar por ellos.

El espacio de trabajo y la plataforma de pie en la turbina eólica cumplen con los requisitos para la operación. La escotilla de la cubierta de la góndola cumple con los requisitos de la Sección 4.2 en EN 50308: "Las aberturas de escotilla en una pared para la entrada de una persona deben tener una apertura libre mínima de 0,4 m × 0,6 m. Las esquinas en la abertura de paso pueden ser redondeadas". Las dimensiones de las dos escotillas en la parte superior de la góndola son de 0,7 m × 0,7 m. Hay una escotilla en la parte inferior de la góndola con dimensiones de 0,75 m × 0,75 m.

Las cargas en los lugares de pie y trabajo cerca de todas las escotillas de la góndola cumplen con los requisitos de la Sección 6.4 en GL 2010.

Las entradas, rutas de escape, pasamanos y puntos de fijación cumplen con los requisitos de la Sección 4.2 en EN 50308.
Los puntos de anclaje en la cubierta de la góndola cumplen con los requisitos de la Sección 6.4 en GL 2010 y pueden soportar una carga de 20 kN en todas las direcciones. Además, los puntos de anclaje se someten a pruebas de carga dinámica y estática en la prueba de tipo para evaluar si se cumplen los requisitos de diseño.

Se instalan dispositivos de iluminación en la torre, la góndola y el buje del rotor de la turbina eólica. Cuando se interrumpe el suministro de energía externa de la turbina eólica, el sistema de iluminación de emergencia en la misma puede cumplir con las condiciones de iluminación requeridas.

El equipo de protección contra caídas proporcionado en la turbina eólica junto con el arnés de cuerpo completo puede garantizar la seguridad del personal que sube y baja por la torre de la turbina eólica. Cuando el personal está a punto de caerse de la escalera, el deslizador anticaídas se enganchará en el riel guía de la escalera para evitar la caída de la persona.

La turbina eólica está equipada con múltiples extintores portátiles de incendios.
Además del extintor portátil de incendios, la góndola también está equipada con un sistema automático de protección contra incendios.
La clasificación de resistencia al fuego de la góndola, incluido todo el espacio y todos los armarios eléctricos, está diseñada para ser de 1 hora. Las salidas de cables de todos los motores, pisos y plataformas en la góndola deben estar provistas de compuesto de sellado ignífugo. La clasificación de resistencia al fuego del compuesto de sellado ignífugo debe ser de al menos 1 hora, y se deben proporcionar paredes de partición contra incendios alrededor del transformador en la góndola para resistir el fuego al menos 1 hora.

La turbina eólica tiene dos rutas de escape:

- Escapar desde la entrada hasta la cubierta de la góndola y llegar al suelo a través de la puerta de la torre.

- Salir por la escotilla del polipasto utilizando el aparato de escape. Según EN 50308, las rutas de escape deben mantener su función durante un mínimo de 30 minutos en caso de incendio.

Se establece un botón de parada de emergencia en la turbina eólica para apagarla y desenergizarla en caso de emergencia.

Los equipos y componentes eléctricos de alta tensión en la turbina eólica están diseñados para mantener una distancia de seguridad suficiente durante la operación y evitar malfuncionamientos.

Se proporcionan señales de advertencia de seguridad en lugares de la turbina eólica que puedan representar un peligro para el operador. Las funciones de todos los elementos y botones de operación se indican claramente mediante señales visuales y escritas para garantizar una operación segura y efectiva de la turbina eólica.

5.2.- EQUIPOS DE MEDIA TENSIÓN

Como hemos visto en el apartado anterior, los equipos principales de media tensión vienen integrados en el aerogenerador. Estos equipos son el transformador elevador y las celdas de media tensión. Ahora vamos a ver las principales características de esta aparamenta eléctrica.

5.2.1.- TRANSFORMADOR 0,69/30 kV

Características principales

Parámetro	Valor
Modelo	SCLB11-5500/35
Potencia WTG	5.0 MW
Capacidad nominal del transformador	5.5 MVA
Pérdida sin carga	7.96 kW
Pérdida en carga (120℃)	37.2 kW
Frecuencia nominal	50Hz
Tensión nominal en el lado de MT	35kV
Tensión máxima en el lado de MT	40.5kV
Tensión de aislamiento en el lado de MT	LI170 AC70
Tensión nominal en el lado de BT	690V
Tensión de aislamiento en el lado de BT	LI-/AC5
Número de bobinados	2 (3 fases en MT y 3 fases en BT)
Número de fases	3
Ajuste de tensión	±2×2.5%
Tipo de ajuste	Ajuste sin carga con tap en el lado de MT
Margen de errror del ajuste	≤0.5%
Impedancia secuencia directa	9.5%
Grupo de vector	Dyn11
Conexión del punto común del bobinado de BT	Conectado a tierra
Corriente sin carga	≤0.5%
Desviación de las pérdidas totales	±10%
Nivel de ruido	≤85dB (a un metro del transformador)
Nivel de aislamiento	≥F
Incremento de la temperatura	100K
Refrigeración	AF
Eficiencia	≥99%
Descarga parcial	10 pc
Material conductor	Aluminum
Grado ambiental, climático y de incendio	E3/C3/F1

Normativa de referencia

Los siguientes documentos normativos han sido tenidos en cuenta por el fabricante para la elección y diseño del transformador elevador integrado en el aerogenerador. Para referencias con fecha, solo se aplica la versión especificada. Para referencias sin fecha, se aplica la última versión del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

Normativa	Título
IEC 60076-5	Power transformers - Part 5: Ability to withstand short circuit
IEC 60076-11	Power transformers - Part 11: Dry-type power transformers
IEC 60076-12	Power transformers - Part 12: Loading guide for dry-type power transformers
IEC 60076-16	Power transformers - Part 16: Transformers for wind power applications

Condiciones de operación

Las condiciones ambientales básicas para la correcta operación del equipo deben cumplir estrictamente con los siguientes parámetros:

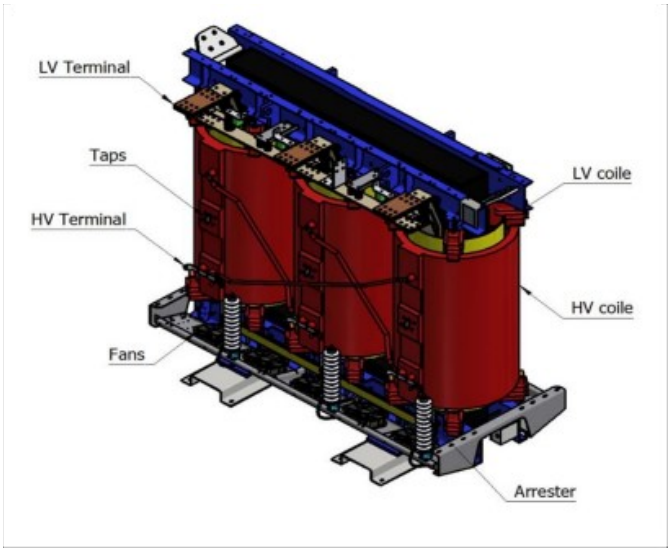
Temperatura ambiente de operación	-40 a 50°C
Máxima humedad relativa	95%
Clase de contaminación	Clase III
Nivel de rendimiento de la combustión	F1
Clase climática	C3
Clase ambiental	E3
Altitud	≤ 2,500 m
Método de instalación	En la góndola, fijado.
Nivel de corrosión	C3M

Parámetros de red

El transformador debe cumplir con las siguientes condiciones de operación en la red:

Tensión	0.9-1.1 Un, operación continua; 0.85-0.9 Un, operación por al menos 10 min
Frecuencia	50 (-1/+1) Hz, operación continua; 50 (-3/+1.5) Hz, operación continua por no menos de 120 min; 50 (-5/+2.5) Hz, operación continua por no menos de 2 s
Desequilibrio de tensión	4% operación continua, manteniendo equilibrio de corriente trifásica; 8% operación a corto plazo
Desequlibrio de impedancia	La tasa de desequilibrio de la resistencia de CC entre las bobinas de cada fase no debe ser más del 4%, y la tasa de desequilibrio de la resistencia de CC entre líneas no debe ser más del 2% para bobinas sin puntos neutros.
LVRT	*Cumple con GB/T 19963-2021 Especificación Técnica para Conectar Parques Eólicos al Sistema de Potencia*
HVRT	Requisitos mínimos: 1.1 a 1.2 Un, 10 seg; 1.2 a 1.25 Un, 1 seg; 1.25 a 1.3 Un, 0.5 seg
Calidad de red	El coeficiente de Flicker es menor a 3.1, cumpliendo con los requisitos dados en GB/T 12326-2008 Calidad de la Energía Eléctrica – Fluctuación de Voltaje y Flicker.
Corriente Armónica	La forma de onda del voltaje de suministro debe ser una onda senoidal, con un contenido armónico total de no más del 5% y un contenido armónico par de no más del 1%. El contenido armónico total de la corriente de carga no debe exceder el 5% de la corriente nominal.

Parmetros constructivos



- Bobinado: El bobinado de alta tensión del transformador está hecho de alambre electromagnético de aluminio esmaltado de alta calidad, y el bobinado de baja tensión está hecho de lámina de aluminio de alta calidad. El bobinado está fundido en resina epoxi en vacío, y la resina epoxi tratada con el proceso de desespumado de película y mezcla estática. Se agrega malla de fibra de vidrio de alta resistencia tanto en las capas internas como externas del bobinado, para asegurar que el bobinado esté libre de fisuras de aislamiento debido a cambios de temperatura. El proceso de bobinado, el material aislante y el rendimiento de envejecimiento del bobinado deben cumplir con el requisito de que la vida útil normal del transformador sea de más de 20 años.

- Núcleo y partes estructurales: El núcleo del transformador se fabrica utilizando láminas de acero de silicio eléctrico orientado de alta calidad. Este material pasa por un meticuloso proceso de laminación en etapas, garantizando rebabas inferiores a 0.02 mm y uniones uniformes, lo cual, junto a un tratamiento especial contra la corrosión, cumple con los estándares C3M de ISO 12944, reforzando su durabilidad. Se exige además un informe de pruebas de recubrimiento para confirmar su resistencia a la corrosión. La estructura, diseñada para soportar las vibraciones y las condiciones adversas dentro de la góndola, incluye un sistema de elevación y una base sólida, asegurando así su estabilidad y una larga vida útil.

- Material no conductivo: El transformador tiene una fuerte resistencia a la humedad y buena retardación de llama, y su material no conductivo cuenta con apagado automático de llama, y no generará gas nocivo en caso de incendio. Después de detener la operación por un período de tiempo, el transformador puede ponerse en operación nuevamente cuando pasa la prueba de aislamiento (cuando el transformador está bajo condiciones normales de almacenamiento).
  La resina epoxi y el agente de curado deben son de alta calidad. Se puede agregar polvo de silicio a la resina epoxi para asegurar una buena resistencia al arco y conductividad térmica.

- Terminales y fijaciones: Los terminales de conexión para los conductores primarios y secundarios del transformador requieren de una construcción meticulosa que asegure su seguridad y fiabilidad. A pesar de que el bobinado pueda ser de aluminio, es imperativo que los terminales sean de cobre, estableciendo una transición cobre-aluminio robusta y bien documentada en cuanto a diseño y pruebas. Para garantizar la durabilidad y resistencia a la corrosión, se utilizan fijaciones de acero inoxidable tanto en los terminales de alta como de baja tensión, específicamente acero inoxidable 304 para los pernos y 316 para las tuercas. Además, el terminal del lado de alta tensión se protege con una funda aislante adecuada para voltajes superiores a 10 kV, garantizando así la seguridad operacional del transformador.

- Pararayos: Se elige un pararrayos de óxido metálico de 10 kA cuya fiabilidad debe mantener una tasa de fallos inferior al 0.5%. Su selección, diseño y fabricación se alinean estrictamente con los criterios establecidos en la normativa IEC 60099-4, con el fin de proporcionar una protección fiable y un rendimiento estable. Para evitar el desgaste por las corrientes de impulso de cierre, se realizan pruebas específicas que aseguran un intervalo

mínimo de 5 minutos entre las operaciones de cierre sucesivas, favoreciendo así la integridad y eficacia a largo plazo del dispositivo.

- Refrigeración: El transformador se enfría mediante aire forzado, contando con un ventilador de enfriamiento ubicado en su parte inferior. La fiabilidad de este ventilador debe ser tal que su tasa de fallos sea inferior al 0.5%, y debe ser capaz de funcionar por largos períodos dentro de su vida útil, que es de 5 años. En caso de avería o daño del ventilador durante el periodo de garantía, el vendedor lo reemplazará sin costo alguno, iniciando un nuevo periodo de garantía para el ventilador reemplazado.

- Sensor de temperatura: El transformador estará equipado con un sensor de temperatura PT100 para el núcleo de hierro, otro para el canal de disipación de calor, y dos sensores PT100 para el bobinado de cada fase (uno en uso y otro de respaldo, ambos conectados a los terminales). El sensor de temperatura del bobinado se instala cerca del conducto de aire de la bobina, mientras que el sensor de temperatura PT100 del canal de disipación de calor se coloca en la varilla roscada lateral por encima de las abrazaderas superiores de alta y baja tensión, en el lado de salida del transformador. La sonda PT100 debe evitar el contacto directo con la varilla roscada y otros componentes, asegurándose firmemente con lazos resistentes al calor, a prueba de fuego y retardantes de llama.

5.2.2.- CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Características principales

Parámetro			Unidad	Dato		
				Envolvente	Seccionador	Interruptor automático
Tensión nominal			kV	40.5	40.5	40.5
Corriente nominal			A	630	630	630
Frecuencia nominal			Hz	50	50	50
Corriente de cortocircuito (valor pico)			kA	-	65	65
Corriente de cortocircuito (nominal)			kA	-	-	25
Soporte de corriente (Valor pico)		Circuito principal	kA	65	65	65
		Circuito de tierra		-	56.55	56.55
Soporte de corriente de corta duración (Valor efectivo)		Circuito principal	kA	25	25	25
		Circuito de tierra		-	21.75	21.75
Duración corriente cortocircuito		Circuito principal	s	4	4	4
		Circuito de tierra		-	4	4
Corriente nominal de seccionamiento			A	-	630	630
Corriente nominal de seccionamiento en lazo cerrado			A	-	630	630
Corriente nominal de carga del cable			A	-	21	50
Veces de ruptura de corriente de cortocircuito nominal del interruptor de circuito			-	-	-	Nivel E2
Nivel de aislamiento	Soporte de tensión 1 min (valor eficaz)	Fase-Fase y Fase-Tierra	kV	95	95	95
		Seccionamiento		-	118	118
	Soporte de tensión por rayo (valor pico)	Fase-Fase y Fase-Tierra	kV	185	185	185
		Seccionamiento		-	215	215
Tesion a frecuencia industrial de corta duración de circuito auxiliar y circuito de control			kV	2	2	2
Vida Útil Mecánica		Seccionador	Ciclos	-	≥5000	-
		Interruptor de tierra		-	≥3000	≥3000
		Interruptor automático		-	-	≥10000
Resistencia del circuito principal			μΩ	-	≤150	≤150
Pérdida anual de SF6			/año	-	≤0.01%	
Protección			-	Envolvente IP3X, Tanque de gas IP67 (sin incluir la parte frontal de operación)		
Transformador de intensidad			-	200/5 200/5 5P20/0.5s 5VA/5VA		
IAC			-	AFLR		
Capacidad de arco interno			-	25kA/1s		

Estándares

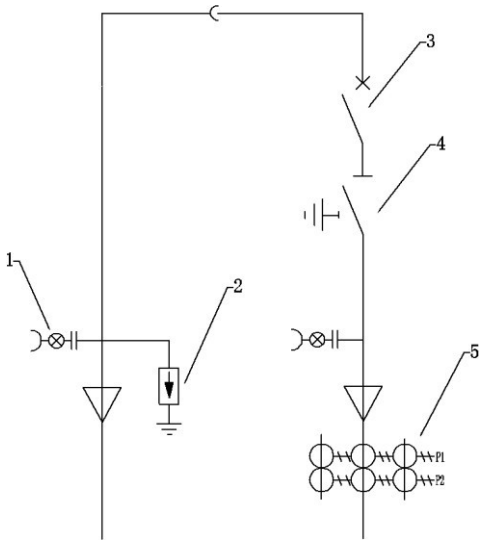
Los equipos de conmutación de alta tensión proporcionados por el proveedor deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas y normas actuales (sin limitarse a estas). El contenido no mencionado en este acuerdo técnico deberá cumplir con las normas nacionales, normas ministeriales o normas de la industria hidroeléctrica (incluidas las normas de referencia de cada estándar). Las siguientes normas están sujetas a la versión más reciente. En caso de conflicto entre las normas, especificaciones y los términos técnicos enumerados en este requisito técnico, se adoptará el requisito más estricto o más alto.

- IEC62271-200:2011, Equipos de conmutación de alta tensión - Parte 200: Equipos de conmutación y control de corriente alterna en carcasa metálica para tensiones nominales superiores a 1 kV y hasta 52 kV.
- IEC 62271-1:2017, Equipos de conmutación de alta tensión - Parte 1: Especificaciones comunes para equipos de conmutación y control de corriente alterna.
- IEC 60270:2000, Técnicas de ensayo de alta tensión: Medidas de descargas parciales.
- IEC 60529:2001, Grados de protección proporcionados por las envolturas (Código IP).
- IEC 62262, Grados de protección proporcionados por las envolturas para equipos eléctricos contra impactos mecánicos externos (Código IK).
- IEC 62271-100:2008, Equipos de conmutación de alta tensión - Parte 100: Interruptores de corriente alterna.
- IEC 60376:2018, Especificaciones del hexafluoruro de azufre (SF6) de calidad técnica y gases complementarios para su uso en equipos eléctricos.
- ISO 780:2015, Embalaje: Marcado pictórico para manejo de mercancías.

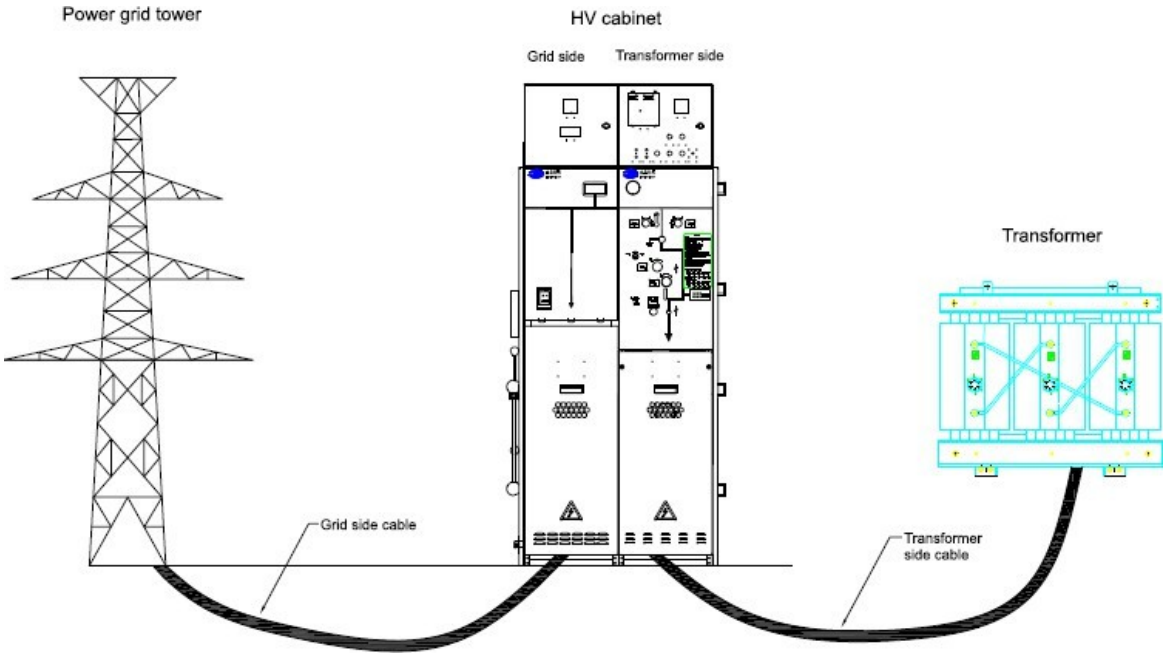
Condiciones de operación

Parámetros	Valor
Ubicación	Base de la torre
Temperatura de operación	-35°C a 50°C
Altitud	≤2500m
Humedad relativa máxima	95%
Resistencia a la corrosión	C3M (EN ISO12944)

Unifilares

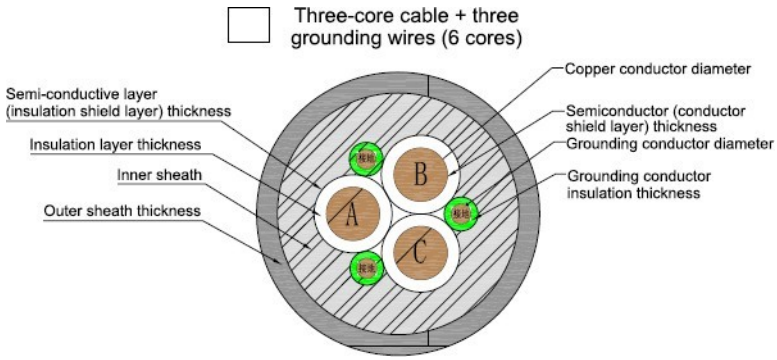


1. Electroscopio
2. SPD
3. Interruptor automático
4. Interruptor de 3 posiciones
5. Transformador de corriente



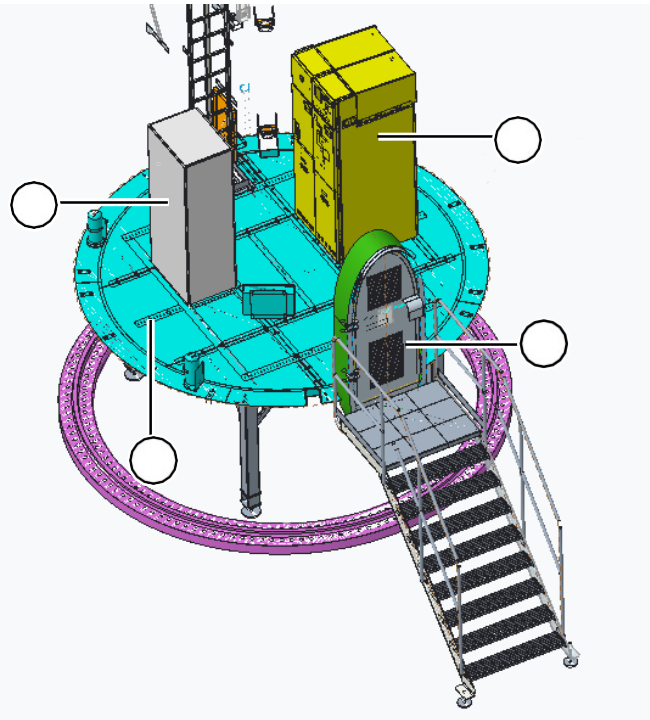
Parámetros constructivos

- Cable en el lado del transformador:



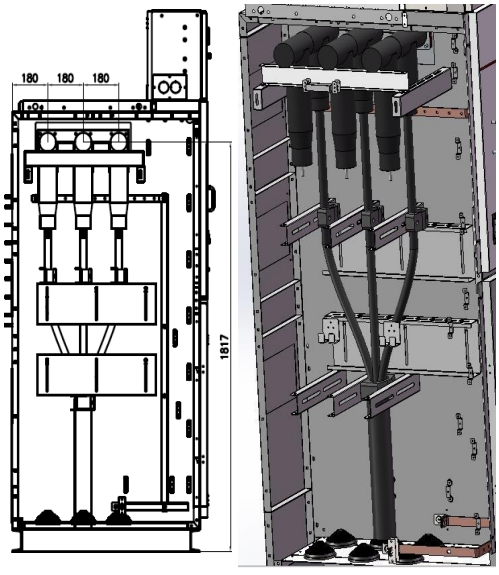
Parámetro	Dato	
Marca	FDEH	
Núcleos*Area nominal (mm²)	3*70+3*16	
Tensión nominal (kV)	21/35	
Area nominal de sección de conductor (mm²)	70	16
Diámetro del conductor (mm)	11.6±0.3	5.6±0.3
Escudo interno	/	
Material	Semi-conductive nylon tape	
Espesor (mm)	0.8	4.5
Punto más estrecho (mm)	0.6	/
Material	EPDM	
Espesor (mm)	9.3	
Diametro del aislamiento del núcleo (mm)	31.5	
Espesor nominal del escudo externo (mm)	1	
Material	Chlorinated polyethylene rubber sheath	
Espesor (mm)	5.8	
Espesor nominal del cable (mm)	82.5	
Diametro exterior del cable mínimo (mm)	80	
Diametro exterior del cable máximo (mm)	85	
Peso (kg/km)	9380	

- Disposición en la torre:



1. Celda de MT
2. Cabina de control
3. Plataforma para cabina eléctrica
4. Puerta de acceso

- Acceso de cables:



5.3.- TORRE DE MEDICIÓN

Con la finalidad de obtener detalles del recurso eólico en el emplazamiento del parque y validar la operación de los aerogeneradores, es preciso contar con información suficiente sobre las características de los vientos en la zona, y para ello se instalará una torre de medición anemométrica, que enviará la información al sistema de control del parque por medio de la red de comunicaciones directamente hasta la subestación.

Gracias a esta torre se obtendrá información sobre la velocidad y la dirección del viento a diferentes alturas sobre el terreno y de la densidad del aire en el emplazamiento mediante el registro de la presión atmosférica y la temperatura.

La torre, autosoportada, será de base cuadrada y estará formada por 39 tramos de 3 metros de altura, un tramo base de 3 metros y un tramo de punta de 2,5 m, que alcanzan los 122,5 m. A 60 y 122,5 m de altura, se disponen los soportes de los instrumentos de medida (un anemómetro y una veleta en cada altura), cableados hasta el armario de control, situado en la parte inferior de la torre y a una altura que permite su fácil utilización.

El sistema va dotado, además, de un pararrayos en cobre con terminación en cono, con objeto de proteger a la torre y a sus instrumentos contra las descargas atmosféricas. Dicho pararrayos va conectado a tierra a través de la red de puesta a tierra del parque.

No obstante a lo anterior, puede adaptarse este diseño en fases posteriores del proyecto para adaptarlas a las particularidades del proyecto.

También la torre está balizada conforme a la legislación vigente en materia de señalizaciones en construcciones de altura. La correcta medición del viento es fundamental para un aprovechamiento eólico económico en una ubicación determinada. Es por ello que en las torres de medición se utilizan instrumentos de alta precisión.

El anemómetro estará dotado de sistemas de protección contra el polvo y el desgaste. Envía al sistema de registro una forma de onda de frecuencia proporcional a la velocidad del viento.

La veleta de policarbonato, está dotada de sistemas de protección contra el polvo y el desgaste, contando además con rodamientos de bolas lubricados a vida. Envía al sistema de registro una tensión en CC según la dirección del viento.

Los instrumentos dispuestos en la torre generan una información eólica (dirección y velocidad de viento) que se muestrea en tiempo real y se envía al sistema de control, de este modo podremos comparar la velocidad registrada en la torre de medida de parque con la del aerogenerador.

El diseño y construcción de esta torre no es objeto del presente proyecto, ya que será construída en el parque "P.E. Canraso" y su uso será compartido por el presente proyecto y el de "P.E. Canraso" y "P.E. Barcelosa" situados en las cercanías.

En cumplimiento del Artículo 8 del Decreto 584/1972, al tratarse de una estructura con una altura superior a 100 m, la tramitación de la Torre de Medición se realizará junto a la del aerogenerador según el procedimiento legalmente establecido por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea.

5.4.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las partes de la instalación que funcionen en Baja Tensión deberán cumplir en todo momento el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002 de 2 de agosto, este RD tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y las garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas de B.T., con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

En cuento a la partes en Media Tensión, la instalación deberá cumplir con el Reglamento Electrotécnico para Alta Tensión, RD 337/2014 de 9 de mayo, este RD tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y las garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas de A.T., con la finalidad de:

a) Proteger las personas y la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas.
b) Conseguir la necesaria calidad en los suministros de energía eléctrica y promover la eficiencia energética.
c) Establecer la normalización precisa para reducir la extensa tipificación que existe en la fabricación de material eléctrico.
d) Facilitar desde la fase de proyecto de las instalaciones su adaptación a los futuros aumentos de carga racionalmente previsibles.

5.4.1.- PROTECCIONES

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado. Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de evacuación, por un lado y de las masas de la instalación generadora, por otro.

El esquema seleccionado es un esquema TT, es decir, tanto el neutro del transformador como las masas de la instalación de generación están puestas directamente a tierra.

En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor suficiente como para provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

La intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra se obtiene bien por la conexión a tierra en la alimentación, o bien por una impedancia mínima entre un punto de la evacuación (generalmente el neutro) y tierra. Por ello, en estas redes ante una falta monofásica a tierra se deben disparar las protecciones.

5.4.2.- PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra tienen por objeto principal el limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentarse en un momento dado en las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone la avería del material utilizado.

El sistema de tierras para la instalación eólica comprenderá por un lado las tierras de protección y por otro lado la de servicios según el RAT. Siendo los objetivos de esta red de tierras única:

- Mejorar la seguridad del personal de servicio del Parque, minimizando las tensiones de paso y contacto.
- Proporcionar un camino de retorno a la corriente de fallo con objeto de limitar su paso al terreno y minimizar la elevación del potencial de tierra GPR.
- Minimizar los efectos de la ferrorresonancia.
- Proporcionar un camino de retorno a la corriente de fallo y evitar que ésta retorne por el sistema de comunicaciones, lo que daría lugar a la destrucción del mismo.

Se conectarán a tierra todos elementos metálicos que estén en contacto con las instalaciones eléctricas.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctrica continua, en la que no podrán incluirse en serie ni masas, ni elementos no metálicos. Se prohíbe intercalar seccionadores, fusibles o interruptores en los circuitos de tierra.

El sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Conductor de tierra
- Electrodo/s

Con el fin de establecer una protección contra contactos indirectos, la instalación cuenta con un sistema de puesta a tierra según lo establecido en la ITC-BT 19 e ITC-BT 24.

Junto a la torre del aerogenerador se dispondrá un electrodo de puesta a tierra formado por dos anillos concéntricos, uno interior a la torre y otro exterior a la torre, uno de ellos sobre la cimentación y otro en el exterior de ella, de cable de Cu desnudo de 50 mm2. El anillo situado sobre la cimentación sera rectangular y de lado 3,1m a una profundidad de 0,5 metros. El anillo perimetral se situará a una distancia de 0,25 metros del contorno de la cimentación y a una profundidad de 2,5 metros. Además los dos anillos se unirán por medio de 4 conductores radiales de cable de Cu desnudo de 50 mm2. El anillo perimetral se unirá a la armadura de la cimentación en cuatro puntos.

Esta configuración de puesta a tierra se reforzará mediante picas si se superan los límites de tensión de paso y de contacto marcados por la RD 337/2014 y en concreto por la ITC-RAT-13 o la resistencia resultante es superior a 10 Ω si se mide conectada al resto del sistema de puesta a tierra.

La unión de cables y el conexionado de las picas se resolverá con soldaduras aluminotérmicas. El sistema de tierras deberá ser confirmado una vez se ejecute. La línea principal de protección será de 50 mm2, aislada, conectando todos los elementos metálicos: celdas de M.T; armadura zapata, torre, plataformas, herrajes, estructura envolvente del transformador, cuadros y otros. A la principal de servicio, análoga a la anterior, se conexionarán los neutros de los transformadores y del generador

5.5.- INSTALACIONES DE COMUNICACIONES

En paralelo a los conductores de fuerza para la generación y alimentación de equipos, se tenderán tubos específicos para canalizar las comunicaciones entre equipos.

Se tenderá una red de conductores de fibra óptica entre el aerogenerador, la torre de medición y el sistema SCADA. El cableado se realizará de una sola tirada entre equipos, estando terminantemente prohibidos los puntos de transición, empalmes o inserción de dispositivos.

Las tomas de telecomunicaciones se realizará mediante conectores de fibra óptica adecuados. El centro de control del parque eólico se situará en un edificio independiente situado en las proximidades de la instalación. Se detalla en un apartado más adelante en esta memoria.

Este edificio se utilizará también como almacén de material de mantenimiento del parque y su diseño no es objeto del presente proyecto. El uso del edificio será compartido con los parques eólicos "P.E. Canraso" y "P.E. Barcelosa" situados en las cercanías del parque objeto de proyecto.

5.6.- OBRA CIVIL

El objetivo de la red de caminos es la de proporcionar un acceso hasta el aerogenerador, minimizando las afecciones de los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos imprescindibles de forma que se respete la rasante del terreno natural, siempre atendiendo al criterio de menor afectación al medio.

Además se primarán las soluciones en desmonte frente a las de terraplén y procurando alcanzar un movimiento de tierras compensado (entre los volúmenes de desmonte y los de terraplén). El proyecto contempla la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de los vehículos de montaje y de mantenimiento del aerogenerador y la construcción de nuevos caminos necesarios en algunas zonas.

En este proyecto se ha realizado una estimación del movimiento de tierras que va a ser necesario para adaptar las condiciones de los caminos y accesos, y todas las construcciones y elementos que forman parte del parque eólico. Si es necesario, se realizará en un anexo futuro un estudio más exhaustivo sobre el movimiento de tierras requerido para este fin.

La explanación del camino y las plataformas constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos o para acopio de materiales.

Para la instalación y mantenimiento del Parque Eólico es preciso realizar una Obra Civil que cumpla las prescripciones técnicas del Tecnólogo y contemple los siguientes elementos:

- Red de viales del Parque Eólico
- Plataformas para montaje de los aerogeneradores
- Cimentación de los aerogeneradores
- Zanjas para el tendido de cables subterráneos
- Obras de drenaje

5.6.1.- RED DE VIALES

En los planos del proyecto se pueden encontrar definidos la red de acceso al aerogenerador junto con los viales que comunica este parque eólico con otros adyacentes. Se han tratado de aprovechar al máximo los caminos existentes.

Estos accesos deben cumplir una serie de características impuestas principalmente por el fabricante del aerogenerador para disminuir los riesgos durante el transporte y que sea físicamente posible.

Requisitos Generales

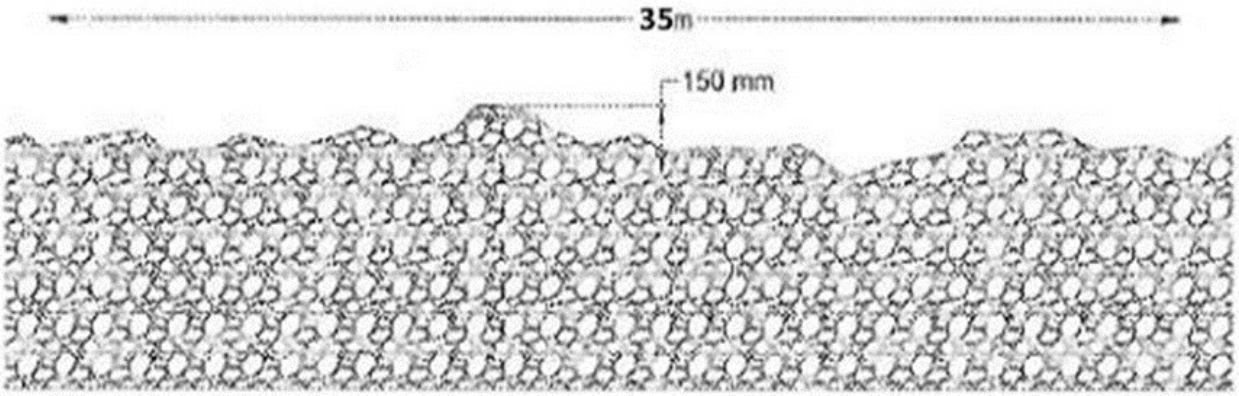
Las carreteras de parques eólicos deben diseñarse con especificaciones técnicas apropiadas según sus funciones para mantener la alineación de la carretera continua y uniforme para una conducción segura y cómoda.

En la planificación del transporte, se deben considerar diferentes sistemas de transporte en términos de sus funciones e integración, basándose en los cuales se pueden coordinar planes a corto y largo plazo para un diseño razonable con el fin de mejorar los beneficios generalesseñalizac de las carreteras.

Capacidad de carga

Las carreteras y plataformas de trabajo en el parque eólico deben cumplir con los siguientes requisitos:

No.	Magnitud	Requisito/s
1	Capacidad de carga de las carreteras	≥ 14 t/m²
2	Carga mínima permisible por eje de puentes	≥ 15 t/eje
3	Capacidad de carga de las plataformas	≥ 24.5 t/m²
4	Planitud de la carretera	En un tramo de 35 m, la diferencia entre el punto más alto y el más bajo de las carreteras es menor de 150 mm.



Radio de curvatura

Se deben cumplir con los requisitos de radio de curvatura para las carreteras. La curva circular debe cumplir con los siguientes requisitos:

Cuando las palas del rotor se transportan por remolques de plataforma, el radio mínimo de la curva circular debe diseñarse de acuerdo con las dimensiones de transporte de las palas del rotor. Cuando se transportan las secciones de la torre, el radio mínimo de la curva circular debe diseñarse según las dimensiones de transporte de la sección más larga de la torre.

Condiciones de diseño		Clase I		Clase II		Clase III	
		Curva 1	Curva 2	Curva 1	Curva 2	Curva 1	Curva 2
Radio de curvatura mínimo (m)	Valor Estándar	50	40	35	30	30	30
	Valor Límite	40	35	30	25	25	20

Notas:

- La Clase I es aplicable al transporte de palas de rotor por semirremolque de plataforma. La Clase II es aplicable al transporte de secciones de torre por semirremolque de plataforma. La Clase III es aplicable al transporte de secciones de torre por remolque con dirección en las ruedas traseras.
- La "Curva 1" se refiere a la curva circular cuando hay obstáculos dentro del balanceo de cola, y la "Curva 2" se refiere a la curva circular cuando no hay obstáculos dentro del balanceo de cola.
- El valor estándar se refiere al valor bajo condiciones normales, y el valor límite se refiere al valor bajo condiciones restringidas. El valor límite no debe usarse para equipos grandes.
- Se debe establecer una sobre-elevación cuando el radio de la curva circular es menor de 100 m.
    - La sobre-elevación debe calcularse en función del radio de la curva circular, tipo de pavimento, condiciones naturales y otros factores. El valor máximo de la sobre-elevación no debe exceder el 4%.
    - Cuando la pendiente transversal de la sobre-elevación sea igual a la pendiente de inclinación de la carretera, gire el carril exterior alrededor de la línea central de la carretera para alcanzar la pendiente transversal de la sobre-elevación. Cuando la pendiente transversal de la sobre-elevación sea mayor que la pendiente de inclinación de la carretera, gire alrededor del borde del carril interior.
    - La longitud de transición de la sobre-elevación no debe ser menor de 10 m.

- El valor de ampliación de la curva circular debe calcularse en función de parámetros que incluyen el ancho de la carretera, radio de la curva circular, distancia entre ejes del tractor, distancia entre ejes del remolque, ancho del vehículo y longitud del voladizo trasero.
- La ampliación del pavimento para la curva circular debe estar en el lado interior de la curva circular, y el terraplén debe ampliarse en consecuencia.
- La longitud mínima de la curva circular no debe ser menor de 15 m, y la longitud de línea recta entre dos curvas circulares no debe ser menor de 15 m.
- La longitud de la curva de transición de ampliación de la curva circular no debe ser menor de 10 m. El ancho debe aumentarse proporcionalmente a la longitud dentro de la longitud completa de la curva de transición de ampliación. La curva de transición de ampliación debe establecerse en la línea recta inmediatamente después

del punto de inicio o final de la curva circular. Las curvas de transición de ampliación de una curva compuesta formada por la unión de curvas circulares deben estar dispuestas simétricamente a ambos lados de las uniones.

Pendiente

La mayor pendiente en dirección del desplazamiento de una carretera principal no debe ser mayor al 12%, mientras que en una carretera secundaria debe ser menor del 15%.

Condiciones de Diseño	Carretera Principal		Carretera Secundaria	
	Subida	Bajada	Subida	Bajada
Pendiente máxima (%)	15	12	18	15

La longitud mínima de la pendente no debe ser menor de 40 metros. Las longitudes máximas para los distintos gradientes son:

Pendiente (%)		5 a 7	8 a 11	12 a 14	15 a 18
Longitud máxima(m)	Estándar	600	300	150	100
	Límite	1200	600	300	200

Notas:

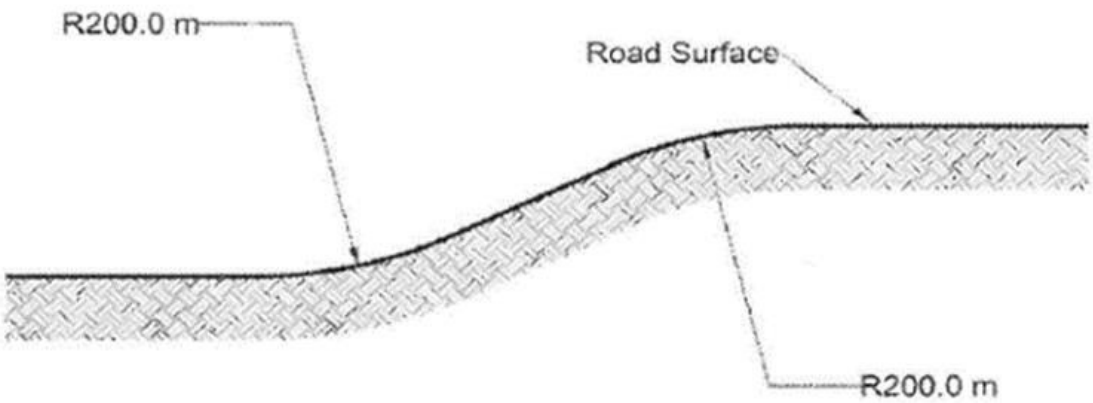
- El valor estándar se refiere al valor bajo condiciones normales, y el valor límite se refiere al valor bajo condiciones restringidas.

La pendiente máxima de la sección de transición no debe ser mayor al 3% bajo condiciones normales y del 5% bajo condiciones restringidas y su longitud debe cumplir con los requisitos mencionados anteriormente.

Allá donde haya cambio de pendiente deberá establecerse una curva vertical que cumpla con los siguientes radios:

Radio mínimo de curva vertical de cresta (m)	Estándar	200
	Límite	100
Radio mínimo de curva	Estándar	300

vertical de hondonada (m)	Límite	200
Longitud de curva vertical (m)	Estándar	50
	Límite	20



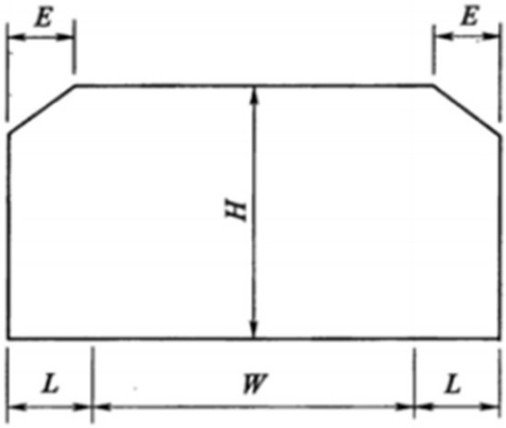
Notas:

- El valor estándar se refiere al valor bajo condiciones normales, y el valor límite se refiere al valor bajo condiciones restringidas.

Ancho de carretera

Las carreteras de parques eólicos deben usar un terraplén integral. La anchura del terraplén debe ser la suma del ancho de los carriles y el ancho de los arcenes a ambos lados.

Tipo de Carretera		**Ancho del Terraplén (m)**	**Ancho de Carretera (m)**	**Ancho del Arcén (m)**
Carretera Principal	Estándar	6.00	5.00	0.50
	Límite	5.50	5.00	0.25
Carretera Secundaria	Estándar	5.00	4.00	0.50
	Límite	4.50	4.00	0.25



W: Maximum width of vehicle and goods; L: Road shoulder width; H: Clearance height;

E: Top angle width of boundary lines of road construction

Notas:

- El valor estándar se refiere al valor bajo condiciones normales, y el valor límite se refiere al valor bajo condiciones restringidas.
- El ancho del terraplén debe aumentarse adecuadamente si el exterior de la carretera es una pendiente pronunciada o un acantilado, la geología es desfavorable, o la carretera tiene una gran altura de relleno.
- Se requiere verificación basada en las dimensiones reales de los vehículos y equipos de transporte durante el diseño.
- El ancho de carril de las carreteras de mantenimiento no debe ser menor de 3.5 m.
- Las bahías de paso establecidas durante la construcción no deben ser menores de 7.5 m de ancho. La longitud efectiva no debe ser menor de 20 m, y la longitud de transición no debe ser menor de 10 m. La pendiente de las bahías de paso no debe ser mayor del 5%. Se debe establecer una bahía de paso en un punto favorable a una distancia no mayor de 500 m. Si se establecen rampas de escape, el ancho no debe ser menor de 4.0 m.

Pavimento

El pavimento de las carreteras de los parques eólicos debe diseñarse en función del tipo, uso, tareas de transporte, condiciones naturales, suministro de materiales, métodos de construcción y condiciones de mantenimiento de las carreteras. Los materiales del pavimento deben seleccionarse en base a las condiciones locales, y se deben utilizar materiales locales:

- Si el pavimento es de hormigón de cemento o de hormigón asfáltico, los materiales de la capa superficial deben cumplir con los requisitos del estándar industrial JTG D40 o JTG D50.

- La capa base puede usar materiales que incluyen arena, escombros, piedra triturada grande y grava grande. La arena debe ser gruesa o de grano medio. La dureza de los escombros, la piedra triturada grande y la grava grande debe ser mayor que el grado 4. El tamaño máximo de partícula no debe exceder el 90% del grosor de compactación.
- En la piedra triturada y la grava utilizadas como materiales de la capa superficial, el contenido de partículas alargadas y planas no debe exceder el 20%, y el tamaño máximo de partícula no debe exceder el 70% del grosor de compactación y 5 cm.
- La mezcla natural debe estar cerca de los requisitos de gradación. La piedra natural o artificial triturada se puede utilizar como material del pavimento de macadam ligado con arcilla.
- El índice de plasticidad de la arcilla en el pavimento de macadam ligado con arcilla debe ser de 10 a 20, y el contenido debe ser del 15% al 20%. El índice de plasticidad de la arcilla en la mezcla natural debe ser de 8 a 15, y el contenido debe ser del 15% al 25%.
- El terraplén, el pavimento y el drenaje en los parques eólicos deben cumplir con los requisitos en la tabla a continuación.

Elemento	Requisito
Terraplén	Para las carreteras en el parque eólico, la profundidad del área de trabajo del sublecho debe calcularse en función de las cargas de ejes especiales, y el grosor de la base de la carretera y el valor mínimo de soporte (valor CBR) de los rellenos del sublecho deben cumplir los siguientes requisitos: no menos del 5% para la base superior de la carretera y no menos del 3% para la base inferior de la carretera. La base de la carretera debe ser pavimentada en capas y compactada de acuerdo con los siguientes requisitos: • El tamaño máximo de partícula de los rellenos no debe ser superior a 100 mm. • El grado de compactación no debe ser inferior al 94%. Para el pavimento endurecido, el grado de compactación no debe ser inferior al 95%. • La pendiente transversal superior de la base de la carretera debe ser consistente con la pendiente transversal de la corona. • La base de la carretera debe tratarse en función de la calidad del suelo, la precipitación, el tipo de agua subterránea, la profundidad de enterramiento y las fuentes de materiales de consolidación. Se toman medidas, como el rodillo local, la sustitución o mejora del suelo, el refuerzo del drenaje subterráneo y el establecimiento de geosintéticos, para la consolidación de la base de la carretera después de la comparación y selección.

<table>
<tr>
<td>Pavimento</td>
<td>
• Debido a las significativas diferencias en las condiciones de ingeniería geológica, los materiales de pavimentación para un parque eólico deben ser seleccionados en función de las condiciones locales, y el grado de pavimentación y el tipo de capa superficial deben determinarse de manera integral teniendo en cuenta las características de la carretera y los requisitos de servicio del parque eólico.
• Grado de pavimentación y tipo de capa superficial
<table>
<tr><th>Grado de pavimentación</th><th>Tipo de capa superficial</th></tr>
<tr><td>Pavimento de nivel superior</td><td>Concreto de cemento, asfalto, y macadam asfáltico caliente</td></tr>
<tr><td>Pavimento de nivel alto</td><td>Penetración de asfalto en piedras trituradas, penetración de asfalto en gravilla, tratamiento superficial de asfalto y piedras trituradas, tratamiento superficial de asfalto y gravilla, y piedra dimensionada semi-regular</td></tr>
<tr><td>Pavimento de nivel medio</td><td>Macadam ligado con arcilla, piedra triturada clasificada, grava clasificada, y piedra de dimensiones no regulares</td></tr>
<tr><td>Pavimento de nivel bajo</td><td>Suelo reforzado con agregado y grava arenosa</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>Drenaje</td>
<td>
Las carreteras en un parque eólico deben ser diseñadas con cunetas laterales, cunetas interceptoras y cunetas de drenaje de acuerdo con las condiciones hidrometeorológicas, topográficas y geológicas a lo largo de las carreteras, así como con el diseño de puentes, túneles y plataformas de instalación de aerogeneradores, siguiendo el principio de planificación integral, disposición razonable, combinación de prevención de agua y drenaje, y amigabilidad con el medio ambiente.
El sistema de drenaje del suelo debe ser capaz de recoger eficazmente el agua de la capa de pavimento y el agua que fluye hacia el sistema de drenaje.
</td>
</tr>
</table>

Altura

Los límites de altura solo se aplican a las secciones de carretera donde el radio de giro de la carretera es mayor que la longitud de una pala del rotor durante la transferencia en horizontal. Para las secciones de carretera donde una pala del rotor necesita ser levantada para pasar, se debe considerar de manera integral el ángulo de elevación y la longitud de la pala.

		Altura de puentes, alcantarillas y otros obstáculos fijos (m)	Altura de cableado eléctrico, árboles y otros objetos móviles (m)
Transporte de larga distancia de la góndola y el rotor	Estándar	5.5	5.5
	Límite	5	5
Descarga de la góndola	Estándar	6	5.5
	Límite	5.5	5.5
Transporte de larga distancia de las palas	Estándar	5.5	5.5
	Límite	5	5.5
Elevación frontal de la pala durante la descarga.	Estándar	6	6.5
	Límite	5.5	6.5
Elevación trasera de la pala durante la descarga.	Estándar	5.5	6
	Límite	5.2	6

5.6.2.- CIMENTACIONES

La base de los aerogeneradores se construirá utilizando una zapata de hormigón armado, cuya geometría, dimensiones y armado seguirán las recomendaciones del fabricante del aerogenerador.

El diseño y cálculo de esta base no será abordado en este proyecto. Se ha procurado alcanzar una relación óptima entre peso y resistencia al vuelco en la definición de la forma y dimensiones de la cimentación. Los aerogeneradores serán anclados mediante una zapata de forma circular, sobre la cual se construirá un pedestal macizo también circular. Este pedestal albergará la jaula de pernos que conectará la zapata con la torre. El hormigonado de la zapata completa, incluyendo la losa y el pedestal, se llevará a cabo en una sola fase.

Los cables accederán al interior de la torre a través de tubos embutidos en la base de hormigón. Tras excavar con las dimensiones adecuadas, se verterá una capa de hormigón de limpieza, se dispondrá el acero y se nivelará la jaula de pernos utilizando espárragos de nivelación. La precisión en el posicionamiento y nivelado será crucial y se verificará con un nivel óptico. Una vez nivelado, se procederá al hormigonado. Tanto la zapata como el pedestal serán de hormigón armado según las normas de la EHE (Instrucción de Hormigón Estructural).

Durante el hormigonado, se tomarán muestras suficientes para realizar ensayos de resistencia en un laboratorio independiente. El espacio circundante al pedestal se rellenará con material de excavación o prestado con una densidad mínima de 1.8 Tn/m3. Las cotas de la cimentación se confrontarán en obra y se tomará como referencia la cota más baja de la losa de la cimentación sobre el terreno natural. Una vez definida la cota, se utilizará para la excavación. En caso de discrepancia entre las cotas del proyecto y las detectadas en obra, prevalecerán estas últimas.

Es necesario inspeccionar las condiciones del terreno para confirmar su idoneidad, incluyendo su homogeneidad. Si es necesario, se realizarán ensayos adicionales, especialmente en el caso de capas subverticales o fuertemente inclinadas, los cuales deberán ser llevados a cabo por un profesional geotécnico.

5.6.3.- OBRAS DE DRENAJE

Cuando el camino discurre en desmonte, se han previsto cunetas laterales a ambos lados para evacuar las aguas de escorrentía y la infiltración del firme. Estas cunetas tienen una anchura de 1,00 m, una profundidad de 0,50 m y taludes de 1/1, según se indica en el plano de secciones tipo. En los puntos bajos de la plataforma, se disponen obras de paso diseñadas con tubos de hormigón prefabricado o PVC de diámetros variables según las necesidades de desagüe.

Se evitará que el agua recogida por las cunetas se infiltre en las capas del firme. Para lograrlo, se utilizarán los siguientes mecanismos:

- Puntos de paso de desmonte a terraplén: El agua seguirá las pendientes naturales del terreno hacia los cauces del mismo. Se extenderán las cunetas hasta la base de los terraplenes para evitar la erosión.
- Insuficiencia de sección de cuneta: En estos puntos, se construirán pozos para recoger el agua de las cunetas y conducirla a través de una obra de fábrica transversal. Estos pasos se realizarán con tubos de 60, 80 o 100 cm de diámetro según sea necesario.
- Cruzamientos de caminos: la ODT canalizará todos los cauces naturales existentes afectados por el vial de acceso al parque eólico.

Estas obras consisten en colectores de hormigón o PVC, revestidos de hormigón en masa, de tipo sencillo, como se muestra en el Plano de Secciones tipo.

5.6.4.- REQUISITOS DE LA ZONA DE GRÚA

Plataforma y requisitos del acceso

Se ha de planificar una plataforma de instalación de componentes que pueda alojar un aerogenerador, incluyendo seis secciones de torre, una góndola, un conjunto de sistema de inclinación y otros componentes antes de la construcción.

También se deben cumplir los requisitos para dos posiciones de grúa y el ensamblaje del rotor. La superficie de la carretera puede dañarse debido al transporte de equipos pesados, por lo que se debe asignar personal especializado para realizar el transporte de los aerogeneradores.

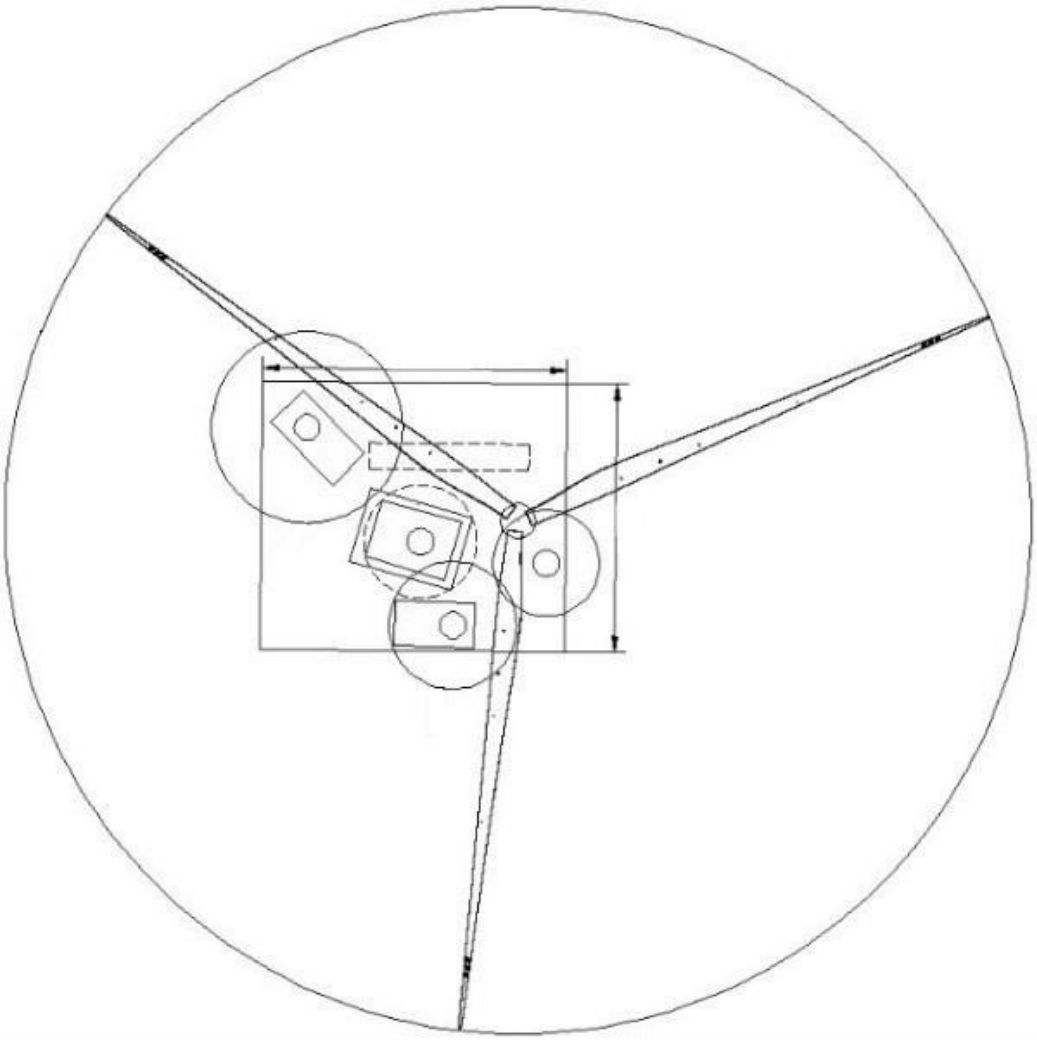
Se debe desplegar de inmediato personal, camiones volquete, excavadoras, bulldozers, rodillos de carretera y otros equipos de construcción relacionados para reparar y endurecer la superficie de la carretera si esta se daña, afectando el transporte de equipos u otras operaciones. Los profesionales también deben comprender claramente el radio de giro, la pendiente y la dureza de las carreteras y comunicarse rápidamente con ingenieros de supervisión profesional o ingenieros de calidad y conductores.

Si no se pueden satisfacer los requisitos de transporte, deben notificarse rápidamente para asignar personal para reparar secciones de carreteras especiales para la seguridad de los componentes del aerogenerador. La pendiente del terreno donde se colocan las secciones de torre no debe exceder los 6°, la diferencia de altura entre el punto más alto y el más bajo no debe exceder los 378 mm, y la capacidad de carga no debe ser inferior a 6 t/m2.

La plataforma para la grúa principal debe ser circular y nivelada para cumplir con la capacidad de carga requerida de 50 t/m2 y para la seguridad de la grúa principal durante la instalación. Se deben colocar placas de base o traviesas de madera bajo el estabilizador cuando una grúa móvil esté levantando un objeto. Se deben colocar placas de base bajo la oruga cuando una grúa esté levantando un objeto.

Notas:

- Diámetro del rotor de 160 m (longitud de la pala del rotor de 78 m), tamaño de la plataforma de instalación del rotor: 50 m × 45 m.
- Diámetro del rotor de 172 m (longitud de la pala del rotor de 84 m), tamaño de la plataforma de instalación del rotor: 50 m × 45 m.



Requisitos para la grúa principal

Se recomienda la grúa sobre orugas de 1000 toneladas por Sany RE. Las especificaciones y modelos específicos (condiciones de funcionamiento) de la grúa deben ser revisados y seleccionados estrictamente en función de los parámetros de los principales componentes del aerogenerador, la altura del cubo y los parámetros de los dispositivos de elevación para garantizar la seguridad de la instalación en el sitio.

Para un aerogenerador con una altura de 140 m, se recomienda la grúa sobre orugas SCC15000 para la instalación. Debe prestarse atención a los siguientes asuntos durante la operación de la grúa:

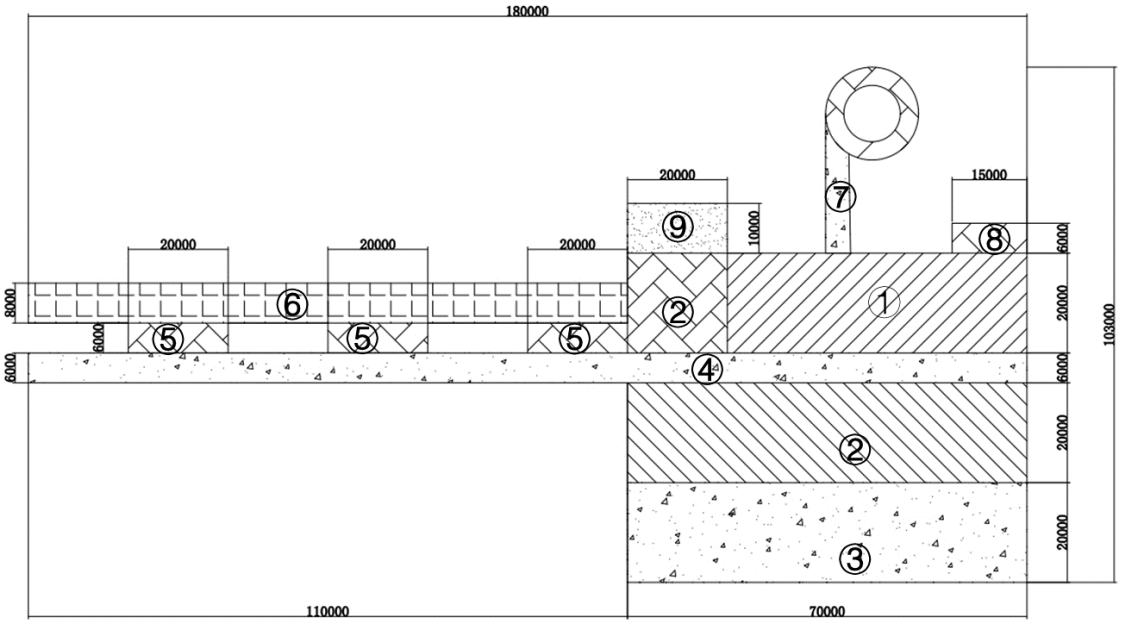
- No se permite que nadie se pare debajo del brazo de la grúa.
- El área dentro del radio de giro del brazo de la grúa es peligrosa, y no se permite que nadie permanezca en esta área.
- Cuando la grúa está en funcionamiento, está prohibido frenar bruscamente, ya que la grúa puede volcarse y los mecanismos pueden dañarse como resultado del movimiento de cargas pesadas y el impacto inercial.

- No conduzca ni gire la grúa rápidamente cuando esté levantando una carga pesada.
- Antes de levantar con una grúa, asegúrese de que todo el personal no esencial haya abandonado el área de peligro de la grúa.

Requisitos de carga

Área	Propósito	Carga Axial (t)	Requisitos o composición
Área de grúa	Montaje	21	• Gradiente 0%, 260 kN/m2, y distancia al brazo de la grúa 149 m • 350 kN/m2, distancia al brazo de la grúa mayor de 149 m, carga en el suelo, desarrollo permanente, tipo de grúa
Plataforma de instalación	Montaje	12	Gradiente 0%, temporalmente mejorado, parcialmente restaurado a su condición original
Plataforma de almacenamiento	Góndola, rotor y palas	6	Horizontal, sin obstáculos, plataformas de almacenamiento al ras entre sí y sin inclinación en todas direcciones
Ruta de transporte	Transporte	12	Definidos en otros apartados del proyecto
Área de ensamblaje de grúa auxiliar	Grúa Auxiliar	12	Gradiente menor al 2%, temporalmente removido y restaurado antes del mantenimiento
Área de montaje de grúa	Equipamiento	12	Pendiente desde el centro de la grúa: menos del 2%
Acceso a la base	Espacio de trabajo	6	Extensión permanente
Área de almacenamiento de contrapeso y grúa auxiliar	contrapeso para grandes grúas	12	Plano sin obstáculos, mejorado permanentemente
Almacenamiento de torres	Espacio de almacenamiento	12	Construcción temporal

Disposición de las piezas



1. Área de grúa	2. Plataforma de instalación	3. Plataforma de almacenamiento
4. Ruta de transporte	5. Area de ensamblaje de la grúa auxiliar	6. Area de ensamblaje de la grúa
7. Acceso a la base	8. Área de almacenamiento de contrapeso y grúa auxiliar	9. Almacenamiento de torres

5.7.- EDIFICIO DE CONTROL

Para el alojamiento de los equipos de telemedida y control del parque, así como un pequeño aseo y un almacén de equipos de mantenimiento está previsto la construcción de un edificio de control tal y como se ha especificado en los planos del proyecto.

El diseño de este edificio no es objeto del presente proyecto. Al igual que la torre de medición, el edificio de control será construido en las instalaciones de "P.E. Canraso" y su uso será compartido por el presente proyecto y por el "P.E. Canraso" y "P.E. Barcelosa". Aunque no es objeto de proyecto y el diseño está sujeto a modificaciones en etapas más avanzadas, a continuación se detallan algunas de sus características.

Estas serán las coordenadas aproximadas de la ubicación del edificio de control, situado dentro de la poligonal del proyecto "PE Canraso":

X = 609.220,0836 Y = 4.658.151,4846

Estará constituido por un edificio de obra civil a base de estructura metálica realizada con perfiles de acero laminado en caliente S275, cubierta a una sola agua con panel sándwich de 40 mm de espesor, cerramiento a base de paneles prefabricados de hormigón armado de 12 cm de espesor con terminación exterior a base de china proyectada, solera de hormigón de 15 cm de espesor y carpintería metálica.

Perimetralmente el edificio contará con un acerado de hormigón de 1.50 m de ancho y 10 cm de espesor con mallazo interior.

El edificio presenta una planta rectangular con unas dimensiones de 10.00 x 8.00 m lo que representa una superficie construida de 80.00 m2 y dispondrá de los siguientes elementos:

- Sala de control
- Aseo
- Depósito de agua
- Almacén

La altura del edificio será de 3.50 m en su parte más baja y de 5.25 m en la más alta.

Excavación, relleno y nivelación

Se realizará un desbroce y retirada de la capa vegetal en parte de la superficie de la parcela a utilizar y a continuación se procederá a la excavación y terraplenado en aquellos lugares que sea necesario con la rasante requerida, y la posterior compactación de la superficie obtenida.

La excavación se ajustará en pozos para muros, vigas y zapatas aisladas a la profundidad y dimensiones especificadas en el plano correspondiente. La compactación en aquellas zonas que lleven relleno se realizará por apisonado.

Cimentación

En la explanada, se construirá un firme de zahorra compactada al 95 % del proctor modificado, dándose las pendientes adecuadas que se definirán en el replanteo de las obras, en función de la zona en donde se ubique la nave.

Se proyecta la excavación en pozo de las zapatas y la excavación en zanja del zuncho perimetral que las une.

La cimentación consistirá en zapatas rígidas de hormigón armado HA-25/P/20/A con acero corrugado de B-400-S en los pilares de pórticos. Las vigas de atado están realizadas con los mismos materiales. Se utilizará hormigón HM-10/B/20 en la zona de limpieza.

Saneamiento

Se dispondrá de una instalación de evacuación de aguas de saneamiento procedente de los aseos del edificio de oficina que finalizará en un depósito estanco enterrado que se gestionará con una empresa de gestión de residuos autorizada.

El depósito está fabricado en polietileno lineal con aditivos anti-UV de elevada resistencia mecánica e insensibilidad a la corrosión que le confiere una estanqueidad total. Cuenta con sistema de ventilación para ausencia de olores y con sonda y cuadro de alarma de detección de nivel máximo para aviso de las tareas de mantenimiento y vaciado del efluente acumulado por parte de la empresa de gestión de residuos autorizada.

Solera

Una vez limpio el terreno y alcanzada la cota de rasante requerida, se procederá a la extensión del firme cuya sección estructural estará formada por una sub-base de zahorra artificial de 20 cm de espesor compactada al 95% del próctor y sobre ella una capa de hormigón de 15 cm de espesor, resistencia característica 200 Kg/cm2 y armado con acero AEH-400N. Toda la superficie a hormigonar dentro de la propia nave tendrá un acabado en cuarzo pulido (fratasado mecánico), salvo en la sala de control y el aseo que contará con un solado de terrazo pulido.

Albañilería y revestimientos

Todos los cerramientos de la nave estarán formados por paneles prefabricados de hormigón armado de 12 cm de espesor y dimensiones adecuadas a la altura y separación de los pilares, salvo la tabiquería interior que separa el aseo y el depósito de agua que se realizará con fábrica de ladrillo h/s de 8 cm de espesor enfoscado por ambas caras con mortero de cemento, salvo el interior del aseo que se alicatará hasta el techo con azulejos de gres de 30x30 cm recibidos con cemento cola.

Tanto la sala de control, como el aseo y el depósito de agua contarán con un falso techo desmontable realizado con placas aligeradas de escayola de 600x600 mm y perfilería de aluminio vista; siendo la altura útil de 2,70 m.

Estructura

La estructura de la nave se ha diseñado metálica, en pórticos a una sola agua empotrados a base de perfiles normalizados de acero laminado del tipo S275 y unidos entre sé mediante vigas de atado. Sobre estos pórticos irán las correas con perfiles conformados en frío.

Esta estructura se ha calculado para soportar las acciones debidas al peso de la nieve, peso propio, sobrecargas de uso y la acción del viento, de acuerdo con las Normas de CTE.

Toda la estructura llevará una mano de imprimación de pintura antioxidante.

Cubierta

Se proyecta una cubierta con un faldón inclinado sujeto a las correas. La cubierta estará constituida por panel sándwich formado por dos chapas prelacadas de 0,5 mm de espesor imitación a teja, con núcleo interior de espuma de poliuretano de 40 kg/m^3 con un espesor de 40 mm.

El canalón de la cubierta será de chapa galvanizada de 0,7 mm de espesor y con un desarrollo medio de 1000 mm y estará emboquillado y sellado a los bajantes de PVC.

Fontanería

El suministro de agua se realizará por almacenamiento por medio de un depósito de poliéster con una capacidad de 4 m^3 conectado a una bomba de presión de 0,8 kW.

La instalación interior de distribución de agua se realizará totalmente con tubo de polietileno según Norma UNE 37.141-76, con un espesor de 1 mm para diámetros inferiores a 54 mm, y 1,5 mm para diámetros superiores, capaces de soportar una presión de trabajo superior a 15 Kg/cm^2. La instalación de agua caliente se realizará por medio de un termo eléctrico de 50 litros de capacidad.

El aseo, de uso privativo, estará dotado de un inodoro, un lavabo y un plato ducha.

Carpintería

El edificio contarán con dos puertas exteriores: una de acceso a la sala de control, constituida por una puerta de chapa metálica de una sola hoja con eje de giro vertical y de dimensiones 1,00x2,10 m, otra puerta de acceso a la sala del depósito de agua de idénticas características pero de dimensiones 1,60x2,10 m, y una puerta de acceso al almacén de dos hojas abatibles, construida con chapa metálica y de dimensiones 2,50x2,50 m.

Igualmente en el cerramiento de fachada y lateral se dejarán previstos unos huecos de dimensiones según se indican en planos, para la colocación de ventanas de aluminio lacado en blanco tipo corredera con cristal sencillo de 6 mm de espesor y reja de seguridad.

En el interior, la única puerta de acceso al aseo será de madera tipo marga, de una sola hoja con eje de giro vertical y de dimensiones 0,82x2,03 m.

Pintura

Todos los perfiles laminados que se contemplan en el capítulo de estructuras, tendrán una mano de imprimación anticorrosiva (minio) y dos manos de pintura de color para superficies metálicas al óleo.

Toda la estructura metálica interior vista contará con una protección pasiva contra incendios, a base de pintura intumescente de eficacia certificada para una estabilidad R-30 en los pilares. La estructura de cubierta a ser de riesgo

bajo y tipología C, no se le exige resistencia alguna.

Instalación eléctrica

El suministro eléctrico se realizará desde el transformador de servicios auxiliares de la subestación, siendo la tensión de suministro 3x400/230 V.

El edificio contará con una caja general de protección CGP-7-80 A con c/c de 40 A y un cuadro general de distribución estanco IP-30. La línea general de alimentación y derivación individual estará constituida por conductor multipolar de cobre RZ1-k(AS) 0,6/1 kV de 4x6mm^2.

Los conductores y cables que se emplearán serán de cobre no propagadores de incendios y tensión asignada ES07Z1-K(AS) 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos. Estos conductores transcurrirán bajo tubos de PVC rígidos IPX7 directamente fijados a los paramentos verticales y horizontales, o empotrados.

La nave contará con una iluminación interior constituida por luminarias lineales estancas con lámpara LED de 20 W en la zona de almacén y downlight empotrados con lámpara LED de 10 W en la sala de control y aseos.

Como instalación de climatización, la sala de control contará con una bomba de calor por sistema partido de aire-aire, tipo casete y con una potencia frigorífica de 6.000 frig/h.

5.8.- EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES TEMPORALES DE OBRA

No hay previsión de que sea necesaria la construcción de ninguna edificación temporal de obra, en todo caso se instalará alguna caseta de obra para cobijar a los trabajadores y hacer las veces de vestuario. Todas las casetas estarán constituidas por módulos prefabricados, siendo sus principales características las que se reflejan a continuación.

Conexión a servicios generales

El acceso a dichas edificaciones, así como los servicios urbanos de saneamiento, abastecimiento de aguas y suministro de energía eléctrica en baja tensión se encontrarán accesibles.

Sistema estructural

La estructura general de cada módulo presenta las siguientes características:

- Totalmente auto-portante, construido mediante perfiles homologados, en todo su perímetro general, y unidos entre sí mediante correas.
- Todas las correas y estructura unidas por electro soldadura.

- En los 4 extremos de la base, se sitúan los pilares, formados por perfil galvanizado (100x100), unidos a estructura base por electro soldadura.
- Estructura de cubierta estudiada con doble funcionalidad, para recepción de aguas pluviales y soporte de cubierta propiamente dicha. Realizado en perfil de chapa galvanizada (2,5 y 3 mm. según modelos) electro soldada en las 4 esquinas, donde a su vez se alojan los mecanismos de unión a pilares.
- Todo el conjunto descrito está realizado en perfilería galvanizada y acabado en pintura especial para galvanizados (color azul Balat).

Cerramientos

Los cerramientos perimetrales, cubierta y fachadas, estarán realizados en panel sándwich. El panel que constituye los cerramientos perimetrales, debido a sus nervaduras, ofrece una considerable capacidad de carga como consecuencia de su sólida greca exterior, consiguiendo una altura total de 60 mm. Por su robustez y diseño este panel ofrece una total garantía de aislamiento y estanqueidad.

Dichos paneles poseen el Certificado de Idoneidad Técnica expedido por el ICITE y enmarcado en la Unión Europea para el Acuerdo Técnico de la Construcción UEAte.

Tanto los paneles de cubierta como los de fachadas, pueden ser sustituidos y suministrados en el momento, en caso de deterioro accidental de los mismos, debido al sistema continuado de fabricación.

Protección contra incendios

A pesar de no ser preceptivo, se cumplirán las prescripciones del DB SI, en concreto, en lo referente a evacuación de ocupantes (SI3) e instalaciones de protección contra incendios (SI4).

Por lo que respecta a los recorridos de evacuación, en cumplimiento de lo reflejado en la tabla 3.1 de SI3, y al tratarse de recintos con una única salida, éstos serán en cualquier caso inferiores a 25 m, a contar desde cualquier punto ocupable en su interior.

Por otra parte, tal y como se refleja en tabla 1.1 de SI4, existirá dotación de extintores portátiles eficacia 21a-113B, dispuestos de tal forma que éstos se encuentren a 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

Cumplimiento CTE

La actuación objeto del presente proyecto, debido a que se trata de una construcción de marcada sencillez técnica, escasa entidad, que no tiene carácter residencial o público, tal y como se recoge en el art. 2 de R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, queda fuera del ámbito de aplicación del mismo.

5.9.- SEÑALIZACIONES

Durante la fase de obras, el Contratista adjudicatario vendrá obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.
Será de obligación del Contratista, igualmente, la colocación de dos cartelones indicadores de las obras en la situación que disponga la inspección Facultativa de las mismas y del modelo que se determine.

En la obra, se deben indicar claramente los diferentes voltajes en cada toma de corriente, como 220 V o 380 V. Además, todos los paneles eléctricos generales y carcasas de maquinaria deben tener señales estandarizadas de "Peligro Electricidad". Las herramientas utilizadas deben contar con mangos aislantes y estar homologadas para riesgos eléctricos. Cualquier reparación que se realice utilizando escaleras o andamios debe cumplir con las especificaciones y normativas de seguridad establecidas en el Pliego de Condiciones de Seguridad y Salud correspondiente.

Se implementará la señalización adecuada tanto para el personal de obra directamente involucrado como para los usuarios de las vías afectadas por las obras. Esto incluirá señales de tráfico, señales de prevención de riesgos, carteles de aviso, banderas de señalización, cinta balizadera y malla naranja.

En el caso de las cimentaciones, se colocará malla naranja en todo el pavimento, dejando un espacio libre de 4 m para la entrada de vehículos con el propósito de facilitar la aproximación para la tarea de hormigonado.

Tanto el aerogenerador como la torre de medición estarán balizados conforme a la legislación vigente en material de señalizaciones en construcciones de altura.

6.- LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA A 30 KV

La infraestructura eléctrica de evacuación se realizará mediante circuitos enterrados de 30 kV a lo largo de los términos municipales de Murchante y Tudela (Navarra). Del parque eólico se tenderá un tramo subterráneo hasta la nueva subestación eléctrica Promotores La Serna 66/30 kV (No objeto de proyecto), que será compartida entre varios promotores. Esta subestación tendrá la función de recolectar la energía procedente del parque objeto.

La línea de evacuación discurrirá en zanja directamente enterrada bajo tubo y tendrá una longitud aproximada medida en planta de 4.689 metros, siendo la longitud del conductor de 4.739 m. Para su tendido se emplearán conductores unipolares aislados HEPRZ1 con aislamiento 18/30 kV y una sección de 95 mm².

Para el diseño de la línea de evacuación se ha priorizado minimizar el impacto ambiental y las afecciones de la misma. Para ello, se ha proyectado el trazado subterráneo escogiendo la ruta más directa posible aprovechando los máximos caminos municipales, minimizando de esta manera las afecciones a particulares. La utilización de estos criterios de diseño ha permitido la optimización de las infraestructuras de evacuación.

6.1.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA

Las principales características eléctricas de la línea son:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Tensión (kV)	30
Tensión más elevada de la red (kV)	36
Frecuencia (Hz)	50

El nivel de aislamiento de la línea objeto de estudio corresponde a la categoría de red A, según la ITC-LAT 06 apartado 2.1 por lo que los niveles de aislamiento de los cables y sus accesorios deben ser:

NIVEL DE AISLAMIENTO	
Tensión nominal de la red, Un	30 kV
Tensión más elevada de la red, Us	36 kV
Características mínimas del cable y accesorios, Uo/U (tensión nominal simple/tensión nominal entre fases)	18/30 kV
Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo, Up	170 kV
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente	90ºC
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito	170ºC

(1) El nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo se determinará conforme a los criterios de coordinación de aislamiento establecidos en la norma UNE-EN 60071-1.

Donde:

Uo: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

Nota: Esta magnitud afecta al diseño de cables de campo no radial y a sus accesorios.

Up: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Origen	CT
Final	Subestación Promotores
Longitud	4.739 m
Categoría de la línea	Segunda
Tipo de montaje	Simple circuito
Nº de conductores por fase	1
Configuración del circuito	Tresbolillo
Tipo de instalación	Enterrado bajo tubo
Conductores por tubo	3
Diámetro del tubo	160 mm
Material del tubo	Policloruro de vinilo (PVC)
Tipo de conexión de las pantallas	Conexión a tierra en ambos extremos
Profundidad mínima de enterramiento de los tubos (zona de cultivo)	1 m
Resistividad del terreno (seco)	1,5 K·m/W para instalaciones enterradas
Temperatura del terreno	30ºC

6.2.- CONDUCTORES

Los cables que se emplearán en el tendido de la Línea Subterránea de Media Tensión serán unipolares del tipo HEPR-Z1 (S) 18/30 kV 3x1x95 mm², con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR), Alta Seguridad (S) libre de halógenos y no propagador de la llama y pantalla constituida por hilos de cobre en hélice, con cinta de cobre a contra espira de una sección total de 16 mm^2.

Las características de los cables de aislamiento seco quedan recogidas en la norma de i-DE NI 56.43.01. "Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de MT hasta 30 kV".

La composición general de los cables aislados de aluminio con pantalla constituida por alambres de cobre para tensión nominal de 30 kV será la que se muestra a continuación:

1. **Conductor**: cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según UNE EN 60228.
2. **Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
3. **Aislamiento:** etileno-propileno de alto módulo (HEPR).
4. **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material semiconductor separable en frío.
5. **Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm^2 (18/30 kV).
6. **Separador**: cinta de poliéster.
7. **Cubierta exterior:** poliolefina termoplástica, Z1 Vemex no propagadora de la llama (S) de color rojo con dos bandas grises o poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes.
8. **Características de reacción al fuego**: Cables de Alta Seguridad (AS), con resistencia a la no propagación del fuego, con categoría B y a la no propagación de la llama.

Para la acometida de la línea en las cabinas del Centro de Transformación usarán unos conectores separables apantallados (simétricos) del tipo CST2R/24/50 según indica la NI 56.80.02.

Los conductores estarán debidamente protegidos contra la corrosión debida al terreno donde se instalarán, contando con la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a los que puedan estar sometidos. Las entradas y salidas de los tubos en el Centro de Transformación quedarán debidamente selladas con objeto de evitar la entrada de roedores y de agua.

Se cumplirán todas las prescripciones detalladas en el Reglamento de A.T. y más concretamente las relativas a profundidades mínimas, cinta de señalización de "Peligro de A.T.", además de todas las de la Compañía Eléctrica i-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U.

Antes de la puesta en servicio de los cables habrá que realizar las verificaciones y ensayos que se indican en la norma de i-DE MT 2.33.15 para redes de A.T. y de tensión inferior a 66 kV:

- Comprobación de continuidad y orden de fases.
- Comprobación de la continuidad y resistencia de la pantalla.
- Ensayo de rigidez dieléctrica en la cubierta.
- Ensayo de descargas parciales.
- Ensayo de tangente de delta.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.) La ejecución y montaje de los empalmes y las terminaciones se realizarán siguiendo el Manual Técnico de i-DE (MT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones: Las características serán las establecidas en la norma de i-DE NI 56.80.02.
Conectores separables apantallados enchufables: Las características serán las establecidas en la NI 56.80.02.
Empalmes: Solo en caso de que sean necesarios.

Cumplirán lo estipulado en el capítulo 4 de UNE 211027 y UNE 211028.

6.3.- TERMINALES

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.) La ejecución y montaje de los empalmes y las terminaciones se realizarán siguiendo el Manual Técnico de I-DE (AT) correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones: Las características serán las establecidas en la norma de i-DE NI 56.80.02.

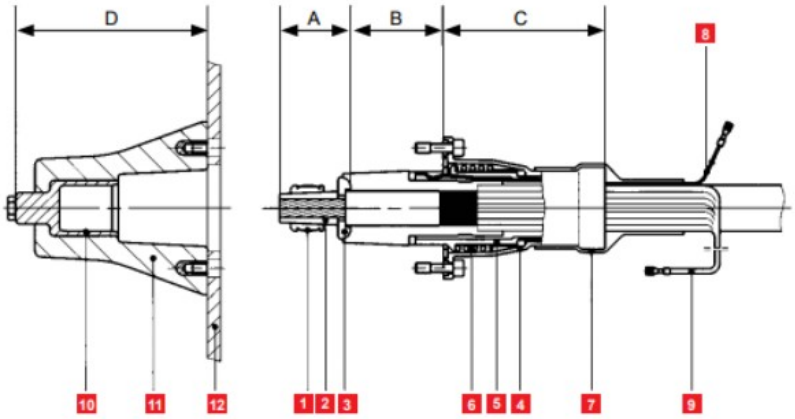
Las características técnicas de los terminales tipo Pfisterer son compatibles con el cable proyectado, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación. El terminal deberá estar diseñado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para el cable.

Además cumplirá con las características indicadas en el capítulo 7 de la citada norma UNE y con lo que a continuación se indica:

-El control de campo en las terminaciones estará integrado con la cubierta del terminal.
-Las superficies expuestas al contorneo serán resistentes a la formación de caminos de carbón y la erosión, cumplirán los ensayos especificados en la norma UNE 211027 para la clase 1A 3,5.
-No se admitirán que las aletas que se coloquen para aumentar la longitud de la línea de fuga, sean de piezas independientes. El diámetro de las aletas será como máximo el diámetro exterior de la fase del cable más 100 mm.
-El aislamiento del cable quedará cubierto totalmente entre el final de la cubierta y el conector terminal.
-Los terminales metálicos, estarán incluidos en el suministro y serán de tecnología por apriete mecánico cumpliendo los requisitos de UNE 211024, no admitiéndose que incorporen piezas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar si no son extraíbles con movimiento voluntario.

-Las longitudes máximas (L) de las terminaciones serán las especificadas en la tabla 5, siendo (L), la distancia longitudinal medida entre el extremo visto de la cubierta del cable y el extremo del conductor.

Composición:



A: sistema de contacto.

- o 1: anillo de contacto.
- o 2: deflector de tensión.
- o 3: pieza de presión.

B: aislamiento y control de campo.

C: carcasa.

- o 4: brida de campana.
- o 5: manguito de presión.
- o 6: resorte de presión.
- o 7: manguito termorretráctil.
- o 8: cable de prueba.
- o 9: pantalla del cable.

D: enchufe.

- o 10: contacto hembra.
- o 11: aislamiento.
- o 12: carcasa.

6.4.- EMPALMES

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

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para la confección y conexionado de pantallas. Las líneas se dispondrán en tramos de la mayor longitud posible, reduciendo el número de empalmes al mínimo necesario.

Según lo indicado en UNE 211027 capítulo 5, cumpliendo características indicadas en el capítulo 7 de la citada norma y además:

-Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable, tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando cavidades de aire.

-El manguito metálico de empalme, que se incluirá en el suministro, será de tecnología por apriete mecánico según UNE 211 024 no admitiéndose que incorporen piezas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar si no son extraíbles con movimiento voluntario.

-El empalme estará contenido en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

Composición:

La composición general de los empalmes para los cables unipolares de aislamiento seco será:

-Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.

-Pantalla del empalme y perfil de control de gradiente.

-Cuerpo premoldeado de aislamiento.

-Conexión de los conductores y electrodo de unión.

-Accesorios y pequeño material.

Características constructivas:

Los empalmes deberán ser diseñados y probados para cada cable aislado en particular. Se comprobará especialmente las compatibilidades con respecto a:

-Tipo de construcción del cable

-Dimensiones (diámetro, área, excentricidades, tolerancias máximas)

-Temperatura máxima de operación (tanto en continuo como bajo sobrecargas y cortocircuito)

-Aislamiento y capas semiconductoras (compatibilidad física y química)

-Esfuerzos mecánicos y de cortocircuito

-Gradiente máximo de campo eléctrico

-Tipo de instalación a la que se destina

Cubierta de protección:

Protegerá el empalme, soportará los esfuerzos mecánicos y proporcionará estanqueidad total frente a la entrada de agua. En caso de empalme con separador de pantallas, la cubierta protectora deberá estar provista de una salida para el cable concéntrico de conexión de pantallas y una brida aislada separadora.

En la zona de unión con el cable dispondrá de protección mecánica adecuada para evitar daños causados por la transmisión de esfuerzos (tanto axiales como transversales) y garantizar la completa estanqueidad de la unión (barrera contra la penetración radial y longitudinal de agua).

Como protección de la pantalla dentro de la carcasa exterior se emplearán materiales adecuados para evitar la entrada de agua, como relleno de material sellador anti-humedad, manguito retráctil, etc.

Pantalla de empalme:

Permitirá la conexión de pantallas sin suponer una disminución de la sección efectiva de las mismas. Se dispondrá del adecuado perfil de control de gradiente. En caso de empalme con separador de pantallas, las pantallas y semiconductoras exteriores quedarán separadas mediante un anillo seccionador aislante.

Cuerpo premoldeado de aislamiento:

El cuerpo premoldeado del empalme será preferentemente una única pieza formada por las siguientes capas:

-Capa semiconductora interna.

-Aislamiento HEPR.

-Capa semiconductora externa.

El material del cuerpo premoldeado será EDPM o goma de silicona realizado mediante vulcanización a alta temperatura. El cuerpo premoldeado deberá estar ensayado completamente en fábrica.

Conexión de los conductores:

Se realizará mediante conector metálico de compresión y electrodo de unión, con el objetivo de asegurar la misma capacidad de transporte y soportar los esfuerzos termomecánicos del cable.

Accesorios:

Incluye todos los accesorios (cableado, petacas, etc.) y pequeño material (cinta, masillas, etc.) necesarios para la correcta confección del empalme.

No se realizarán cámaras de empalme, los empalmes se instalarán en las zanjas y se cubrirán de forma similar a los cables de potencia según el tipo de zanja que corresponda.

6.5.- ZANJA Y CANALIZACIÓN

La canalización estará constituida por tubos corrugados de polietileno de 160 mm de diámetro para el tramo de línea y los tubos reserva y comunicaciones.

La longitud aproximada para la zanja será de 4.689 metros , siendo la longitud del conductor de 4.739 m, empleándose aproximadamente un total de 14.067 metros de conductor.

-Tramo enterrado bajo tubo en zona de cultivo: la profundidad hasta la parte superior del tubo será de 1 metro, no viéndose modificada según los requisitos del apartado 5 de la ITC-LAT 06 del Real Decreto 223/2008. Las características del terreno de implantación empleadas en los cálculos del presente proyecto han sido: resistividad térmica de 1,5 K·m/W y 30ºC de temperatura del terreno.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. Al objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos y para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán de calas de tiro mediante la instalación de arquetas intermedias ciegas. La entrada de todos los tubos en las arquetas, deberá quedar debidamente selladas en sus extremos y la cara de acceso deberá ser perpendicular a la pared de la arqueta.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además debe permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada, para asegurar estas cotas la zanja tendrá una anchura mínima de 0,4 m, para la colocación de tres tubos plásticos de 160 mm de diámetro, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. La profundidad de la zanja descrita será de 1 m aproximadamente, mientras que la anchura sería de 0,4 m.

La separación entre tubos y paredes de zanja será 0,10 m, por cada lado y la separación de tubos entre circuitos próximos será de 0,20 m en el supuesto de no utilizar separador. La cinta de señalización de polietileno se encontrará a una profundidad de 100 mm.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera arena cribada. Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará Zahorra natural o artificial compactada al 95% del proctor normal.

Después de colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural HM 12,5 de unos 0,10 m de espesor, y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

6.6.- TENDIDO

Antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de trazado con desnivel se realizará el tendido en sentido descendente.

Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

La bobina estará protegida con duelas de madera, por lo que debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable. El manejo de la misma se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos. Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se hará sobre suelo blando, y habrá que evitar que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua.

En lugares húmedos habrá que disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un periodo largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.)

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radio-teléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radio-teléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma alrededor de su eje.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina. Estará terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas. Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

La velocidad de tendido será del orden de 2,5 a 5 metros por minuto y será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de la bobina.

En el caso de temperaturas inferiores a 5ºC, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5ºC no se permitirá realizar el tendido del cable. Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.
En ningún caso se dejarán en la canalización y zona de elaboración de las botellas terminales los extremos del cable sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termorretráctiles.

En el extremo del cable en el que se vaya a confeccionar una botella terminal se eliminará una longitud de 2,5 m, ya que al haber sido sometidos los extremos del cable a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

El conductor a utilizar así como el método y características en su tendido deberán cumplir con lo reflejado en los AT 2.31.01, y NI 56.43.01, NI 50.20.41, NI 56.86.01 y NI 56.80.02.

El tendido de los cables de las instalaciones que comparten un tramo de linea de evacuación se realizara del siguiente modo en caso de que se estos proyectos se ejecuten en diferentes tiempos. El modo de operación esta basado en evitar abrir la zanja varias veces por tanto en caso del supuesto anterior se ejecutara la linea de evacuación incluyéndose todos los tubos definidos en este tramo de evacuación y así como los conductores de los proyectos que se están ejecutando pero dejando sin incluir los conductores de dichos proyectos los cuales aun no se encuentran en fase de ejecución.

El procedimiento para introducción de los conductores de los proyectos que no se ejecutaron en el tiempo de apertura de la zanja esta basado en la realización de calas cada 150-200m con el objetivo de ir introduciendo en los tubos adecuados los conductores y así no abrir la zanja al completo. Todo esto se realizara manteniendo las condiciones de tendido expuestas en el presente apartado. Este procedimientos sera empleado también para la inclusión de conductores en los tubos de reserva.

6.7.- PUESTA A TIERRA

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

En este tipo de conexión, las pantallas se conectarán entre sí y a tierra en los extremos de la línea subterránea para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a tierra se mantengan próximas a cero. Para no superar las tensiones soportadas por la cubierta en líneas de gran longitud y elevada corriente de cortocircuito, es conveniente que en los puntos de empalme de los cables las pantallas se conecten entre sí .

Como condiciones de instalación preferentes, se colocarán los cables al tresbolillo y lo más juntos posibles para que se reduzca la tensión inducida en la pantalla y, por tanto, la corriente de circulación.

6.8.- ENSAYOS

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, empalmes, terminales, etc...) se han instalado correctamente se deberán realizar los siguientes ensayos sobre la instalación totalmente terminada:

Ensayo de verificación del orden de fases

El objeto de este ensayo es realizar la comprobación y el timbrado de las fases para asegurar que no ha habido ningún cruzamiento de las mismas durante el tendido o durante la confección de los accesorios.

Ensayo de medida de la resistencia del conductor

El objeto de este ensayo es verificar la continuidad del cable y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.

Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla

El objeto de este ensayo es verificar la continuidad de la pantalla y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.

Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable

El objeto de este ensayo es comprobar que la cubierta exterior del cable no ha sido dañada accidentalmente durante el transporte, almacenamiento, manipulación o tendida del cable.

Este ensayo se realizará mediante un generador portátil, aplicando una tensión continua de 10 kV entre la pantalla metálica y tierra durante un minuto.

Ensayo de descargas parciales

La generación de la tensión de ensayo para la medida de las descargas parciales se realizará mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente alterna. La onda de tensión será prácticamente sinusoidal y de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.

La tensión de ensayo se elevará escalonadamente hasta la tensión de pre-stress que se mantendrá durante 10 segundos. Luego se reducirá lentamente el nivel de tensión hasta la tensión de ensayo a la que se realizarán la medida de las descargas parciales. Para una tensión del cable (Uo/U) de 18/30 kV la tensión de ensayo son 36 kV.

La duración del ensayo será la mínima necesaria para cada medida, teniendo en cuenta que será necesario repetir el proceso tantas veces como accesorios disponga la línea (siempre que no sea posible la medida simultánea utilizando fibra óptica, conexión por radio o Internet, etc.).

Ensayo de tensión sobre el aislamiento

La finalidad de este ensayo es asegurar que no se ha dañado el aislamiento del cable durante los trabajos previos, de manera que se pueda poner en servicio el cable con las suficientes garantías.

El método operativo será aplicar una tensión alterna a frecuencia industrial (50 Hz) entre conductor y la pantalla de 36 kV durante 60 min.

Ensayo de medida de la capacidad

Para cada una de las fases se deberá medir la capacidad entre el conductor y la pantalla metálica y la tan (δ).

Ensayo de medida de impedancias

El objeto de este ensayo es realizar una serie de medidas de impedancias que permita obtener la impedancia en secuencia directa y la impedancia homopolar de la instalación.

Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra

Una vez realizados todos los ensayos se verificará que las conexiones del sistema de puesta a tierra de la instalación (cajas de puesta a tierra, puesta a tierra de terminales y empalmes, puesta a tierra de las pantallas, conexión de autoválvulas, etc...) se corresponde con la proyectada para la instalación.

6.9.- PROTECCIONES

Protecciones contra sobreintensidades

Los cables deberán estar debidamente protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas mediante interruptores automáticos, colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta, se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de cortocircuito o sobrecarga sea la menor posible.

Debido a la existencia de fenómenos de ferroresonancias por combinación de las intensidades capacitivas con las magnetizantes de transformadores durante el seccionamiento unipolar de líneas sin carga, se utilizará el seccionamiento tripolar.

Protección contra cortocircuitos.

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en tablas 24 y 25 de este AT. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en este manual técnico siempre que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

Protecciones contra sobrecargas.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

Protecciones contra sobretensiones

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 y ITC-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de inversión y transformación.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60 071-1, UNE-EN 60 071-2 y UNE-EN 60 099-5.

6.10.- CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

6.10.1.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Afecciones con líneas aéreas

Afección	Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)
Cruzamiento 01 con línea de alta tensión de iDE	609.339,29	4.658.281,50
Cruzamiento 02 con línea de alta tensión de iDE	609.269,63	4.660.274,50
Cruzamiento 03 con línea de alta tensión de iDE	609.357,97	4.660.715,93
Cruzamiento 04 con línea de alta tensión de iDE	609.307,81	4.660.898,98

Afecciones con aguas

Afección	Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)
Cruzamiento con Canal de Navarra, S.A.	609.252,80	4.660.395,90

Afecciones con carreteras

Afección	Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)
Paralelismo con Carretera NA-160	608.556	4.658.454,6

Afección	Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)
Cruzamiento con Carretera NA-160	609.373,30	4.658.136,10

Afecciones con vías pecuarias

Afección		Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)
Cruzamiento con Cañada Real del Villar de Corella al Portillo de Santa Margarita en Ejea de Los Caballeros en Tudela (Navarra)	Desde	609.120,20	4.659.793,70
	Hasta	609.135,50	4.659.843,30

Afección		Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)
Cruzamiento con Pasada nº11 de la Cañada Real del Villar de Corella al Portillo de Santa Margarita en Ejea de Los Caballeros en Tudela (Navarra)	Desde	609.377,10	4.658.145,20
	Hasta	609.360,10	4.658.190,10

Afecciones con EÓLICA MONTES DE CIERZO, S.L.U

Afección		Coordenadas X (m)	Coordenadas Y (m)
Paralelismo con el acceso del proyecto de EÓLICA MONTES DE CIERZO, S.L.U	Desde	609.374,86	4.658.139,86
	Hasta	608.807,18	4.659.605,10
Paralelismo con la línea de evacuación del proyecto de EÓLICA MONTES DE CIERZO, S.L.U	Desde	609.269,66	4.660.480,33
	Hasta	609.505,94	4.661.067,58

6.10.2.- OTROS CABLES DE ENERGÍA

Cruzamientos

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de MT y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros.

La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N Y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Proximidades y paralelismos

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N Y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de AT. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia.

6.10.3.- CANALIZACIONES DE AGUA

Cruzamientos

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N Y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Proximidades y paralelismos

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N Y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

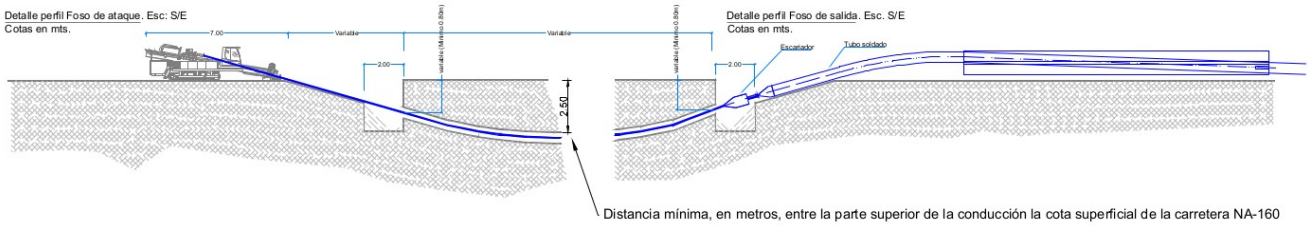
Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

6.10.4.- CARRETERAS

A continuación se exponen las condiciones a cumplir para la realización del cruzamiento:

Se realizará utilizando una perforación dirigida tipo "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, según se decida en el momento de la contratación.

La canalización estará compuesta un tubo de acero de 400 mm de diámetro en su interior se instalarán cuatro tubos de polietileno reticulado de 160 mm de diámetro.



Dicho cruzamiento queda reflejado en los planos del proyecto.

7.- MEDIDA DE LA GENERACIÓN

Según la legislación vigente, todas instalaciones de generación conectadas a niveles de tensión superiores a 1 KV, que no estén acogidas al Real Decreto 1699/2011, de 8 de diciembre de 2011, deben estar dotadas de un sistema de teledesconexión. Dicho sistema se describe en el MT 3.53.01, e integra Telecontrol y Telemedida.

Por tanto dicha instalación contara con estos sistemas de medida que nos permitan el envío de las medidas de potencia activa, potencia reactiva y tensión al centro de control de distribución así como se debe disponer de la indicación del estado del interruptor de conexión.

Además la distribuidora dispondrá de telemando sobre el equipo de conexión de la instalación, así como también la instalación tendrá la responsabilidad de estar dotada de los medios necesarios para admitir un reenganche sin ningún tipo de condición y durante el tiempo mínimo que esté establecido.

También se asegurará que la instalación contará con sistemas de funcionamiento anti-isla para que desconecte la instalación generadora ante incidencias y situaciones de red bajo perturbación, en las cuales la presencia del generador no garantice la seguridad y calidad de servicio en la red de distribución.

Dicha medida se realizará en la Subestación Promotores LA SERNA 66/30 kV por tanto el diseño de esta no sera objeto del presente proyecto.

8.- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

8.1.- OPERACIÓN

El control y gestión del parque (hardware y software) se realizará mediante el sistema de control SCADA ubicado en el edificio de control que ya se ha definido en apartados anteriores del presente proyecto.

Para ello, el aerogenerador y la torre meteorológica (no objeto de proyecto) estarán comunicados mediante una red de fibra óptica con el sistema de control eólico de orientación y potencia, situado en el edificio de control (no objeto de proyecto). Hay que recordar a que este edificio llegarán también los cables de fibra óptica provenientes de los aerogeneradores de los parques adyancentes "P.E. Canraso" y "P.E. Barcelosa". También habrá una tirada de cable (tipología por determinar) desde el sistema de control hacia la subestación de promotores aguas arriba, principalmente con la idea de monitorizar los registros de los contadores de facturación.

Los terminales de fibra óptica serán los adecuados para las terminaciones presentes en la cabina de control y en los distintos equipos, pudiendo ser estos de distinta tipología, por lo que deberá tenerse en cuenta a la hora de tirar el cable de fibra.

Los cables de fibra óptica serán de al menos 1 par de fibras de tipo monomodo 9/125 y discurrirán por las instalaciones a través de los entubados de 63mm de diámetro diseñados para este fin en las zanjas de evacuación de potencia, como puede observarse en los planos de proyecto.

El sistema de monitorización y control del Parque estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control del Parque, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas de la Instalación.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos) no es una tecnología concreta sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un "sistema" con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA.

El sistema integra la información procedente de los componentes suministrados por diferentes contratistas, permitiendo la operación y monitorización global del funcionamiento del Parque, la detección de fallos y modificaciones del funcionamiento de los distintos componentes.

El sistema de Control y Monitorización permitirá supervisar en tiempo real la producción del Parque Eólico, permitiendo atender de forma inmediata cualquier incidencia que afecte o pueda afectar a la producción y permitiendo la optimización de la capacidad productiva al operador. Para ello se basa en los datos que obtiene de los distintos componentes, entre otros:

- Aerogeneradores: envían al sistema de control las variables de entrada y salida del aerogenerador, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo.
- Torre de medición.
- Remotas de adquisición de E/S de cada centro de transformación.
- Remotas de adquisición de E/S en el centro de seccionamiento.
- Medidores de facturación.
- Sistema de seguridad.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario, se encontrará integrado en el sistema de control del aerogenerador. Si bien, se dispondrá de un sistema adicional centralizado de monitorización del todo el Parque Eólico ubicado en el centro de control.

El SCADA debe estar preparado para comunicar por Ethernet con terceras partes mediante el Protocolo IEC-60870-5-104 (perfil de interoperabilidad). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

El SCADA debe permitir realizar control remoto sobre el mismo desde cualquier lugar con conexión con el Parque a través de los programas convencionales (p. ej., VNC). Además, debe permitir mostrar los esquemas unifilares y posibilitar la realización de mandos, y permitir la visualización del registro histórico, de la lista de alarmas activas y de la pantalla de mantenimiento. También deberá poder realizar la comunicación directa con los equipos y relés a nivel de "protección" para análisis de eventos, informes de faltas, ajuste de señales/oscilaciones y pruebas de disparos.

8.2.- MANTENIMIENTO

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía eólica conectadas a red.

Se definen a continuación una serie de revisiones realizadas con una determinada frecuencia que engloban el mantenimiento preventivo, predictivo y corrrectivo que se recomienda en este tipo de instalaciones.

Revisiones bimensuales

1. Pinzas de freno rotor
    - Verificar desgaste de zapatas y discos. Si es necesario sustituir zapatas y regular pinzas según manual de mantenimiento.
    - Comprobar el par de apriete, de los tornillos de sujeción de la pinza al chasis góndola.
    - Limpieza del disco freno.
    - Comprobar posibles fugas de aceite (si es hidráulico)

2. Pinzas de freno góndola
    - Verificar desgaste de zapatas y discos. Si es necesario sustituir zapatas y regular pinzas según manual de mantenimiento.
    - Comprobar el par de apriete, de los tornillos de sujeción de la pinza al chasis góndola.
    - Limpieza del disco freno.
    - Comprobar posibles fugas de aceite (si es hidráulico)

3. Grupo hidráulio
    - Verificar nivel de aceite
    - Comprobación de fugas en la junta rotativa, el tubo buzo y el distribuidor.

4. Buje
    - Inyectar grasa en los diversos engrasadores para este fin, según manual de mantenimiento.
    - Dar spray en los dientes de corona y piñón del reductor de giro e la góndola.
    - Observar el correcto estado de conservación de los dientes del piñón y la corona.

5. Reductor de giro de la góndola
    - Revisar el nivel de aceite y rellenarlo en caso necesario, según manual mantenimiento
    - Comprobar apriete de los tornillos de sujeción al chasis góndola.
    - Comprobar la ausencia de ruidos extraños y fugas de aceite.

6. Acoplamiento multiplicador-generador
    - Verificar la ausencia de fugas de aceite y nivel.
    - Verificar la ausencia de calentamientos anormales

7. Generador
    - Comprobar la ausencia de ruidos internos y calentamientos anormales.
    - Comprobar estado de los rodamientos y aislamiento de los devanados.

8. Multiplicador
    - Comprobar la ausencia de ruidos internos, calentamientos anormales y fugas de aceite.

Revisiones semestrales

1. Buje
   - Comprobar que no existe holgura entre el buje y el eje del multiplicador.

2. Multiplicador
   - Comprobar el par de apriete de los tornillos de sujeción al chasis góndola y los de la tapa superior del multiplicador
   - Comprobar la ausencia de ruidos internos y fugas de aceite en los ejes de entrada o salida de este.

3. Central Hidráulica
   - Comprobar la presión del acumulador
   - Comprobar las presiones del grupo, válvulas de seguridad y presistatos, si fuera necesario reajustar.
   - Limpiar el filtro de posibles suciedades.

4. Mantenimiento eléctrico
   - Revisión de actuación de los micros de la maquina

5. Generador
   - Comprobar el par de apriete de los tornillos de sujeción del generador al chasis góndola

6. Tramos torre
   - Comprobar par de apriete de tornillos de unión de los tramos según manual de mantenimiento
   - Comprobar la ausencia de fisuras en la soldadura.
   - Comprobar estado del galvanizado y la pintura, para evitar corrosiones

7. Palas
   - Según manual de mantenimiento

8. Rodamiento Corona
   - Comprobar el par de apriete de los tornillos de sujeción del rodamiento al chasis góndola
   - Comprobar la holgura entre los flancos de los dientes de la corona y del piñón según el manual de mantenimiento
   - Comprobar el desgaste de los dientes según el manual de mantenimiento

9. Acoplamiento multiplicador-generador
   - Desmontar, limpiar e inyectar grasa según manual de mantenimiento
   - Comprobar el desplazamiento axial del disco de freno según manual de mantenimiento

10. Celdas de media tensión
    - Comprobar estado de envolvente metálica: faltas de pintura, oxidaciones, etc.
    - Comprobar y anotar presión de SF6 en la cuba.
    - Verificar la señalización de los señalizadores de tensión.

11. Edificio de control
    - Comprobar la existencia y estado de iluminación artificial.
    - Comprobar la existencia y estado de iluminación de emergencia.
    - Comprobar la inaccesibilidad del local una vez cerrado, verificando la imposibilidad del acceso a personal ajeno al servicio.
    - Comprobar el estado general de las puertas.
    - Observar que los lugares de paso son de dimensiones adecuadas, que su tránsito sea cómodo y seguro, no viéndose obstaculizado por objetos que supongan riesgos en caso de emergencia.
    - Comprobar que los pasos de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques se realizan convenientemente.
    - Comprobar que existe una buena ventilación, ya sea natural o forzada.
    - Verificar la correcta señalización de la instalación (placas de seguridad)
    - Comprobar la existencia de medios de extinción de incendios así como su estado de carga y sus fechas de revisión.
    - Comprobar el local en cuanto a cimentación, paredes, humedad, desconchados de pintura, arquetas, canalizaciones de conductores, etc...
    - Comprobar indicios de presencia de animales como roedores, reptiles, etc...
    - Revisión de los cuadros de Baja tensión.
    - Comprobar que los elementos almacenados están en orden y en buen estado.

12. Instalación de puesta a tierra
    - Comprobar el estado de los conductores de tierra, (conductor y/o varilla) en cuanto a resistencia mecánica, corrosión y uniones.
    - Puesta a tierra de protección: Comprobar que todas las partes metálicas que no estén normalmente a tensión, pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensión están puestas a tierra convenientemente, como: carcasa del transformador, chasis y bastidores de los aparatos de maniobra; envolventes y armazones de os conjuntos de aparamenta MT (cabinas, celdas); armarios y cofrets con aparatos y elementos de BT.
    - Puesta a tierra de servicio: Punto neutro del secundario BT; en transformadores de intensidad y de tensión uno de los bornes de cada uno de los secundarios; en los seccionadores de puesta a tierra el punto de cierre en cortocircuito de las tres fases y desconexión a tierra.
    - Comprobar la correcta puesta a tierra de la armadura de los conductores de alta tensión.
    - Medir mediante telurómetro los valores óhmicos de las distintas instalaciones a tierra.

13. Torre de medición
    - Comprobar la existencia y estado de iluminación de emergencia.
    - Observar que los lugares de paso son de dimensiones adecuadas, que su tránsito sea cómodo y seguro, no viéndose obstaculizado por objetos que supongan riesgos en caso de emergencia.
    - Verificar la correcta señalización de la instalación (placas de seguridad)
    - Verificar que los sensores de medición están funcionando correctamente
    - Comprobar que no hay ningún elemento eléctrico o electrónico dañado.

Revisiones anuales

1. Equipos eléctricos de potencia y cables
    - Revisión y limpieza de los contactos de los contactores de potencia
    - Comprobar el apriete de los cables en los terminales de potencia

2. Multiplicador
    - Analizar el aceite a las 4000 hora de funcionamiento, según manual de mantenimiento
    - Cambiar el aceite a las 6000 horas de funcionamiento

3. Acoplamiento Multiplicador generador
    - Cada 6000 horas, abrir y limpiar el acoplamiento, revisar desgaste, según manual de mantenimiento.
    - Comprobar apriete de tornillos.

4. Generador
    - Engrase de los rodamientos posterior y anterior según la placa de especificaciones instalada en el generador por el fabricante y siempre que sea necesario por el estado de los rodamientos.

5. Buje
    - Comprobar el par de apriete de los tornillos de amarre al eje del multiplicador y a las palas según manual de mantenimiento.
    - Comprobar la ausencia de fisuras

6. Palas
    - Según manual de mantenimiento

7. Celdas de media tensión
    - Limpieza del interior de la celda accesible.
    - Comprobación de los puntos de sujeción y conexión, tornillería y anclajes, reapretando si fuese necesario.

- Comprobar fusibles y relés auxiliares y lámparas de señalización.
- Comprobar enclavamientos y circuitos de mando.
- Comprobar estado de los cables y de las botellas terminales.

8. Línea de evacuación
   - Comprobar Visualmente estado de terminales.
   - Realizar medición de aislamiento mediante inyección de tensión de 10.000 Vcc entre cada conductor y barra de tierras, una vez alcanzada la tensión de aislamiento, mantener la tensión durante cinco minutos.
9. Puesta a tierra
   - Comprobar el estado de los conductores de tierra, (conductor y/o varilla) en cuanto a resistencia mecánica, corrosión y uniones.
   - Puesta a tierra de protección: Comprobar que todas las partes metálicas que no estén normalmente a tensión, pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensión están puestas a tierra convenientemente, como: carcasa del transformador, chasis y bastidores de los aparatos de maniobra; envolventes y armazones de los conjuntos de dispositivos de MT (cabinas, celdas); armarios y cofrets con aparatos y elementos de BT.
   - Puesta a tierra de servicio: Punto neutro del secundario BT; en transformadores de intensidad y de tensión uno de los bornes de cada uno de los secundarios; en los seccionadores de puesta a tierra el punto de cierre en cortocircuito de las tres fases y desconexión a tierra.
   - Comprobar la correcta puesta a tierra de la armadura de los conductores de alta tensión.
   - Medir mediante telurómetro los valores óhmicos de las distintas instalaciones a tierra.
   - Medir tensiones de paso y contacto.

10. Transformador
    - Limpieza exterior de los transformadores.
    - Análisis y nivel aceite del transformador.
    - Análisis y sustitución de dispositivo antihumedad del aceite del transformador.
    - Medida de aislamiento del transformador.
    - Medida de tensión de paso y contacto.
    - Pruebas de enclavamiento del disparo del termómetro del transformador.

Revisiones trianuales

1. Celdas de protección
   - Comprobar estado de embarrado. Limpieza del interior de la celda, barras y de elementos aislantes con trapo seco. Limpieza del interior de la celda accesible.
   - Comprobación de los puntos de sujeción y conexión, tornillería y anclajes, reapretando si fuese necesario.

- Comprobar fusibles y relés auxiliares y lámparas de señalización.
- Comprobar enclavamientos y circuitos de mando.
- Comprobar estado de los cables y de las botellas terminales.
- Medición de la resistencia de tierra.
- En las celdas de protección realizar medición en el interruptor de la resistencia de contacto, resistencia de aislamiento y sincronismo.
- En las celdas de medida, realizar comprobación de la relación de transformación de los trafos de intensidad y de tensión mediante inyección desde el primario.
- En las celdas de medida, realizar comprobación de la polaridad de cada transformador, comprobación de su marcado y conexionado.
- Comprobación de los relés de protección: ver ajustes y comprobar actuación de los mismos mediante inyección.

9.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras de el parque eólico, será de unos de unos 8 meses. Las obras comenzarán a partir de la obtención de todos los permisos y licencias administrativas.

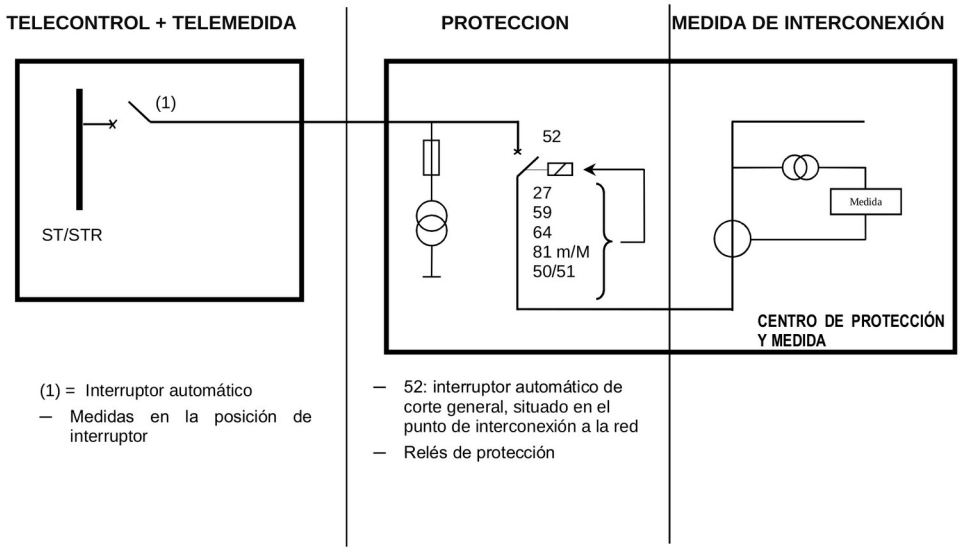
	jun-24	jul-24	ago-24	sep-24	oct-24	nov-24	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sep-25	oct-25	nov-25	dic-25	ene-26	feb-26	mar-26	abr-26	may-26
OBTENCIÓN DE PERMISOS, LICENCIAS Y AUTORIZACIONES																								
CONSTRUCCIÓN PARQUE EÓLICO																								
1. Trabajos previos de acondicionamiento																								
2. Trabajos de accesos y viales																								
3. Trabajos eléctricos																								
4. Cimentación del aerogenerador																								
5. Transformadores y celdas de MT																								
6. Instalación de aerogeneradores																								
7. Puesta en marcha aerogeneradores																								
8. Comunicaciones y monitorización																								
9. Red de Media Tensión																								
CONSTRUCCIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN																								
OTRAS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN																								
CONEXIÓN Y PUESTA EN SERVICIO																								

10.- ESQUEMA DE CONEXIÓN SEGÚN NORMA IBERDROLA

Como se ha justificado en todos los apartados anteriores la solución de conexión a la red propuesta cumple lo exigido por la normativa vigente y especialmente los Manuales Técnicos de Iberdrola Distribución Eléctrica SAU AT 3.53.01 y AT 2.80.14, con títulos "Condiciones Técnicas de la Instalación de Producción Eléctrica conectada a la Red de IBDE" y "Guía para instalación de medida en clientes y régimen especial de AT (Hasta 132 kV)" respectivamente.

Siendo la solución desarrollada y justificada la recogida el el punto 5.2.3.c de la AT 3.53.01 "Modos de conexión de instalaciones acogidas al RD 413/2014".

CONEXIÓN A ST/STR MEDIANTE LINEA PARTICULAR



11.- RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Durante la inspección visual de las parcelas se han detectado los siguientes Administraciones, organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectados, para los que se presentan las correspondientes separatas de acuerdo con el art. 130 del RD 1955/2000:

- **Ayuntamiento de Tudela:** por el tendido de la línea de evacuación subterránea de media tensión en su término municipal.
- **Ayuntamiento de Murchante:** por la construcción del parque eólico objeto y por el tendido de la línea de evacuación subterránea de media tensión en su término municipal.
- **Gobierno de Navarra, Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, Dirección General de Agricultura y Ganadería, Servicio de Infraestructuras Agrarias:** por el cruzamiento de la línea subterránea de evacuación de 30 kV con la Cañada Real del Villar de Corella al Portillo de Santa Margarita en Ejea de Los Caballeros en Tudela (Navarra) y por el cruzamiento con la Pasada nº11 de la Cañada Real del Villar de Corella al Portillo de Santa Margarita en Ejea de Los Caballeros en Tudela (Navarra).
- **Gobierno de Navarra, Dirección general de obras públicas e infraestructuras:** por el cruzamiento y paralelismo de la línea de evacuación subterránea MT con la carretera NA-160 y por la creación de nuevos accesos al parque eólico desde la carretera NA-160.
- **i-DE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U**.: por la construcción de un parque eólico conectado a su red de distribución. Por el cruzamiento de la línea de evacuación subterránea MT con varias líneas aéreas AT de su propiedad.
- **Canal de Navarra, S.A.:** por el cruzamiento de la línea de evacuación subterránea MT con el trazado del Canal de Navarra.
- **Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA):** por la construcción de un aerogenerador de más de 100 m de altura en la cercanía de los aeródromos Agua Salada y Ablitas.
- **ENAIRE:** por la construcción de un aerogenerador de más de 100 m de altura en la cercanía de los aeródromos Agua Salada y Ablitas.
- **EÓLICA MONTES DE CIERZO, S.L.U:** por el paralelismo de la línea de evacuación subterránea de media tensión con su línea de evacuación subterránea correspondiente con el proyecto Repotenciación Montes de Cierzo.
- **Dirección general de Cultura del Departamento de Cultura y Deporte del Gobierno de Navarra.**
- **Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda, Paisaje y Proyectos Estratégicos.**

12.- CONCLUSIÓN

Por todo lo expuesto y habiéndose redactado de acuerdo con las normas vigentes, se somete a la consideración de las Autoridades competentes, para que si tienen a bien, concedan la autorización correspondiente que con esta fecha se solicita, quedando a su disposición para atender cuantas observaciones nos sean formuladas.

En Valladolid, Junio de 2024

El Graduado en Ingeniería Eléctrica

Colegiado 3.509 del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Parque eólico "P.E. Hornazos" de 4,95 MW

e infraestructuras de evacuación para conexión a red

EMPLAZAMIENTO EÓLICO

Murchante [Navarra]

Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1

PROMOTOR

MISTRAL RENOVABLES 22 SL

CIF B72433444

AUTOR

Colegiado 3.509 de ingenierosVA

FECHA

Junio 2024

CÁLCULOS

CÁLCULOS DE LA RED DE PUESTA A TIERRA

1.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra del aerogenerador está formado por una serie de anillos de cobre desnudo entorno a la cimentación, los cuales se conectarán con el armado de la cimentación y entre los distintos aerogeneradores y la subestación de promotores.

Para conectar toda la instalación, se ha previsto un sistema de red de tierras compuesto por conductor de cobre desnudo de 50 mm² enterrado en la zanja eléctrica, que conectará todos los aerogeneradores y la subestación. Con esto se consigue que toda la instalación esté conectada a la misma red equipotencial, para la protección del personal y equipos contra potenciales peligrosos.

El diseño de la puesta a tierra de cada aerogenerador tendrá en cuenta las recomendaciones del fabricante, el cual indica que la impedancia global será acorde a las indicaciones de la norma IEC 61400-24:2019. En cuanto a las tensiones de paso y contacto se cumplirá lo establecido en la norma IEC 61936-1.
Los CT de cada aerogenerador cumplirán con la normativa de puesta tierra en instalaciones de media tensión, RD 337/2014, la ITC-RAT-13, por lo que estarán equipados con una tierra de protección y una tierra de servicio.

1.1.- INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

1.2.- DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

En las instalaciones de AT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

1.2.1.- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas por la cimentación del generador eólico y según el método de cálculo desarrollado.

1.3.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Las características de la red de alimentación son:

Tipo de instalación del neutro:	Neutro conectado a tierra
Tensión de servicio:	Ur = 30 kV

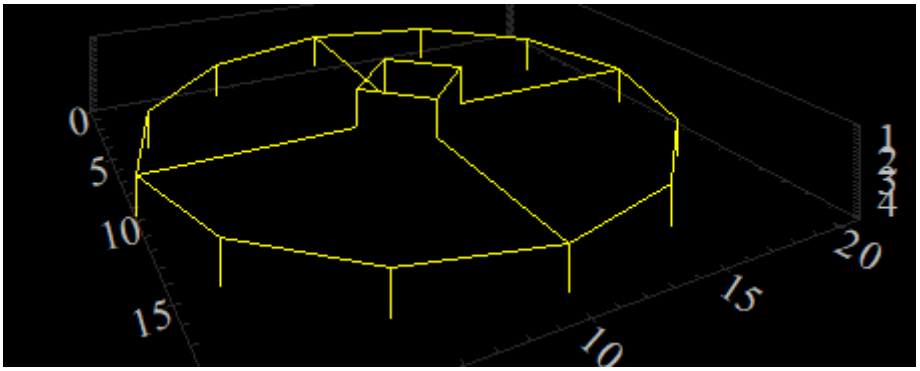
Características del terreno:

Resistencia de tierra:	Ro = 200 Ω·m
Resistencia del hormigón:	R'o = 3.000 Ω

Se selecciona el electrodo tipo, según las condiciones del sistema de tierras que se adapte a las dimensiones de la cimentación del generador eólico.

La configuración adecuada (como mínimo) para este caso tiene las siguientes propiedades:

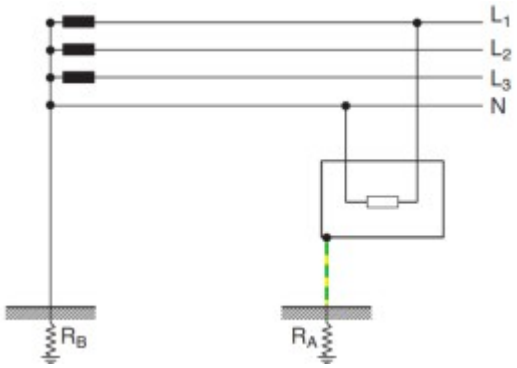
Configuración seleccionada:	Anillos según planos de detalle
Geometría del sistema:	Anillo
Diámetro picas:	14 mm
Número de picas:	16
Longitud de las picas:	2 m
Sección conductor:	50 mm²



El valor real de la resistencia de puesta a tierra obtenido según el software ETAP será:

$$R_t = 5{,}078\ \Omega$$

El sistema presenta un neutro conectado a tierra, por lo tanto, la corriente monofásica a tierra es determinada por la capacidad de la red.



La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3}\sqrt{(R_n+R_t)^2+X_n^2}}$$

donde:

U Tensión de servicio [V]

Rn Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red [Ω]

Xn Reactancia de la puesta a tierra del neutro de la red [Ω]

Rt Resistencia total de puesta a tierra [Ω]

Id Intensidad de falta a tierra [A]

Según esto:

$$I_d = 477{,}44\ A$$

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptarán las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del aerogenerador se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo..

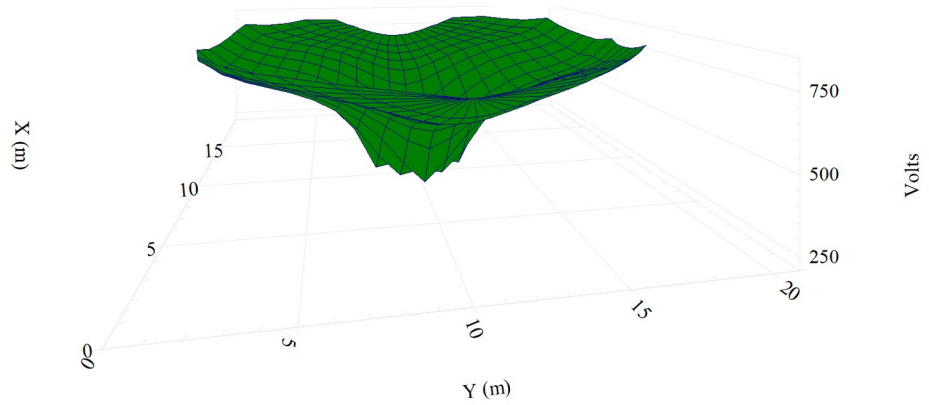
1.4.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO EN EL INTERIOR

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas (mallazo electrosoldado implica una superficie equipotencial).

1.5.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE CONTACTO

Según el software ETAP podemos observar como para la configuración definida en forma de anillos se obtiene las siguientes tensiones de contacto máximas para la simulación en base a los datos definidos anteriormente:

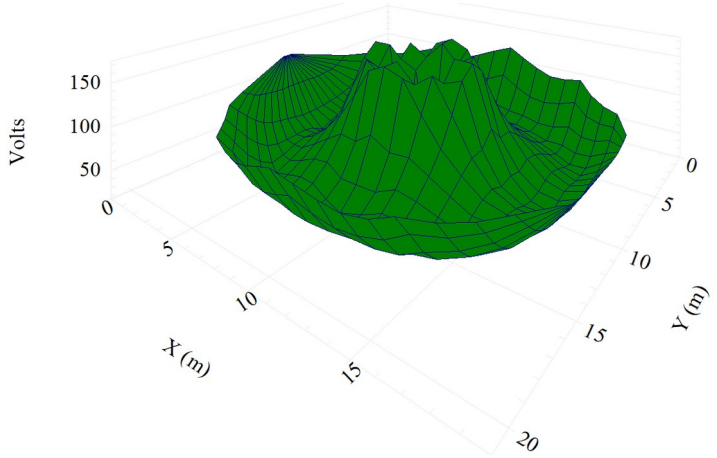
V'c = 823,4 V



1.6.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO

Según el software ETAP podemos observar como para la configuración definida en forma de anillos se obtiene las siguientes tensiones de paso máximas para la simulación en base a los datos definidos anteriormente:

V'p = 168,2 V



1.7.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

Los valores admisibles son, para una duración total de la falta igual a:

t = 0,5 seg

Tensión de contacto:

$$V_C = U_{ca}\left[1+\frac{0{,}5\cdot R_{a1}+1{,}5\cdot R_0}{1000}\right]$$

donde:

U_{ca} Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta [V]

R_o Resistividad del terreno en [Ω·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ω]

por lo que, para este caso:

$$V_c = 845{,}4V$$

La tensión de paso:

$$V_P = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right]$$

donde:

U_{ca} Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta [V]

R_o Resistividad del terreno en [Ω·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ω]. Se consideran 2000 Ω.

por lo que, para este caso

$$V_p = 2.889{,}4 \text{ V}$$

Se comprueba, ahora, que los valores calculados para este caso sean inferiores a los valores admisibles.

- Tensión de contacto:

$$V'c = 823{,}4 \text{ V} < Vc = 845{,}4 \text{ V}$$

- Tensión de paso:

$$V'p = 168{,}2 \text{ V} < Vp = 2.889{,}4 \text{ V}$$

1.8.- INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1.000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi}$$

donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

$$D = 22{,}80 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/42 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: 4
- Separación entre picas: 3 m
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

Kr = 0,104 Ω/(Ω.m)

Kc = 0,0184 V/(Ω.m) (A)

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$Rtserv = Kr \cdot Ro = 0,104 \cdot 300 = 31,20 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

1.9.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, con valores de "Rt" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas.

CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN

1.- GENERALIDADES DEL CABLE

El conductor de la línea será del tipo HEPR-Z1 (S) 18/30 kV 3x1x95 mm², con aislamiento de etileno-propileno de alto módulo (HEPR). (Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2).

1. **Conductor**: cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
2. **Semiconductora interna:** capa extruida de material conductor.
3. **Aislamiento:** etileno-propileno de alto módulo (HEPR).
4. **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
5. **Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm^2 (18/30 kV).
6. **Separador**: cinta poliéster.
7. **Cubierta exterior:** poliolefina tipo DMZ2 no propagadora de la llama (S) de color rojo con dos bandas grises o poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes.
8. **Características de reacción al fuego**: Cables de Seguridad (S), con resistencia a la no propagación del fuego, con categoría B y a la no propagación de la llama.

NIVEL DE AISLAMIENTO	
Tensión nominal simple Uo	18 kV
Tensión nominal de la red, Un	30 kV
Tensión más elevada de la red, Us	36 kV
Características mínimas del cable y accesorios, Uo/U (tensión nominal simple/tensión nominal entre fases)	18/30 kV
Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo, Up	170 kV
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente	105ºC
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito	250ºC

2.- INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Desde la celda de linea de salida del aerogenerador, se tenderá una línea subterránea de Media Tensión que discurrirá enterrada completamente hasta la entrada a la nueva Subestación Promotores LA SERNA 66/30 kV (no objeto de proyecto), tal y como se aprecia en los planos adjuntos.

La línea de evacuación discurrirá en zanja directamente enterrada bajo tubo y tendrá una longitud aproximada medida en planta de 4.689 metros, siendo la longitud del conductor de 4.739 metros. Para su tendido se emplearán conductores unipolares aislados HEPRZ1 con aislamiento 18/30 kV y una sección de 95mm².

La ITC-LAT-06 en su apartado 6.1.2 y subapartados, indica la intensidad máxima admisible en los cables y los coeficientes correctores a aplicar.

Para determinar si la sección de los conductores elegida es adecuada habrá que considerar varios factores, comentados en los subapartados siguientes.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima será de 7.014,81 kW para 30 kV.

DATOS DE PARTIDA						CÁLCULO DE INTENSIDADES				
Tensión (V)	Tramo	Metodo de Instalación	Long (m)	Potencia de Diseño (kW)	fdp	Int. Diseño (A)	Potencia máxima admisible (kW)	Int max admisible. (A)	Factor de Correción	Int max admisible corregida (A)
30.000	PE HORNAZOS TO SET PROMOTORES	Bajo Tubo	4.739,00	4.950,00	0,90	105,85	7.014,81	200,00	0,75	150,00

3.- RESISTENCIA Y REACTANCIA APARENTE

La reactancia kilométrica de la línea, se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \left(\Omega / km \right)$$

A efectos de simplificación y por ser valores muy próximos, con independencia de la separación entre conductores, se empleará el valor de X = 0,128 Ω/km para el HEPRZ1 95 mm² Al.

DATOS DE PARTIDA						DATOS DEL CONDUCTOR					
Tensión (V)	Tramo	Metodo de Instalación	Long (m)	Potencia de Diseño (kW)	fdp	Sección (mm2)	Tipo conductor			R (Ω/km) (105ºC)	X (Ω/km)
30.000	PE HORNAZOS TO SET PROMOTORES	Bajo Tubo	4.739,00	4.950,00	0,90	1x3x 95	HEPR	Al	18/30 kV	0,43	0,128

4.- CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perditancia) viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \left(R \cdot cos\, \phi + X \cdot sen\, \phi \right) \cdot L$$

donde:

ΔU	Caída de la tensión compuesta, expresada en V
I	Intensidad de la línea en A
X	Reactancia por fase en Ω/km
R	Resistencia por fase en Ω/km
Φ	Ángulo de desfase
L	Longitud de la línea en kilómetros

teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi}$$

donde:

P Potencia transportada en kW.

U Tensión compuesta de la línea en kV.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U(\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2 \cdot \cos\phi} \cdot (R \cdot \cos\phi + X \cdot tg\,\phi) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R + X \cdot tg\,\phi)$$

A continuación se valorará la caída de tensión en el nuevo circuito, para la máxima potencia admisible del conductor a las tensiones de 30 kV.

La caída de tensión máxima en los conductores HEPRZ1 a la máxima potencia instalada, será para la nueva línea de 1,28% para una tensión de 30 kV.

DATOS DE PARTIDA						CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN Y PÉRDIDAS					
Tensión (V)	Tramo	Metodo de Instalación	Long (m)	Potencia de Diseño (kW)	fdp	R (Ω) (95ºC)	X (Ω)	Caída (V)	Caída (%)	Pérdida de potencia (kW)	Pérdida potencia (%)
30.000	PE HORNAZOS TO SET PROMOTORES	Bajo Tubo	4.739,00	4.950,00	0,90	2,03777	0,606592	384,71	1,28 %	22,83	0,46 %

5.- POTENCIA A TRANSPORTAR

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 2%. La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{máx} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{máx} \cdot \cos\phi$$

Teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible para cada conductor, se obtiene que, para un coseno de ϕ del 0,90 la potencia máxima que puede transportar la línea en función de la tensión nominal será de 7.014,81 kW para HEPRZ1 3x1x95 mm².

La potencia que puede transportar la línea dependiendo de la longitud y de la caída de tensión, es:

$$P = \frac{10 \cdot U^2}{[R + X \cdot tg\,\phi]} \Delta U\,\%$$

Sustituyendo los valores conocidos de U, R y X, para un Cos ϕ = 0,90, para ΔU % = 2 se puede calcular la potencia máxima a

transportar P, en kW, en función de la longitud L, expresada en km.

6.- PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

donde:

ΔP Pérdida de potencia en vatios (W)

La pérdida de potencia en tanto por ciento es:

$$\Delta P(\%) = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \phi}$$

Donde cada variable se expresa en las unidades anteriormente expuestas. Sustituyendo los valores conocidos de R y U, se tiene para un cosϕ = 0,90:

7.- RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos y se confirma que los conductores seleccionados para el bucle de Alta Tensión cumplen con las condiciones de caída de tensión y de intensidades máximas:

DATOS DE PARTIDA						CÁLCULO DE INTENSIDADES				
Tensión (V)	Tramo	Metodo de Instalación	Long (m)	Potencia de Diseño (kW)	fdp	Int. Diseño (A)	Potencia máxima admisible (kW)	Int max admisible. (A)	Factor de Correción	Int max admisible corregida (A)
30.000	PE HORNAZOS TO SET PROMOTORES	Bajo Tubo	4.739,00	4.950,00	0,90	105,85	7.014,81	200,00	0,75	150,00

DATOS DEL CONDUCTOR						CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN Y PÉRDIDAS						CRITERIO INTENSIDADES	CRITERIO ΔV
Sección (mm2)		Tipo conductor			R (Ω/km) (105ºC)	X (Ω/km)	R (Ω) (95ºC)	X (Ω)	Caída (V)	Caída (%)	Pérdida de potencia (kW)	Pérdida potencia (%)	¿Cumple?	¿Cumple?
1x3x	95	HEPR	Al	18/30 kV	0,43	0,128	2,03777	0,606592	384,71	1,28 %	22,83	0,46 %	OK	OK

8.- PÉRDIDAS DIELÉCTRICAS

Según la norma UNE 21144, el cálculo de estas pérdidas no debe tenerse en cuenta para el caso objeto de estudio, pues la tensión simple fase- tierra es inferior a la que toma esta norma para su consideración.

9.- TENSIÓN INDUCIDA EN LAS PANTALLAS

9.1.- TENSIÓN INDUCIDA EN SERVICIO PERMANENTE

En la configuración solid bonding la corriente de circulación por las pantallas compensa en gran parte la tensión inducida por la circulación de corriente por los conductores, por lo que la tensión inducida en total resulta en general pequeña o, como en este caso, nula al disponerse de los conductores en triángulo.

9.2.- TENSIÓN INDUCIDA EN CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

Para la configuración solid bonding en el caso de cortocircuito trifásico sucede los mismo que con la corriente nominal, no se inducen tensiones debido a la configuración en triángulo de los conductores.

9.3.- TENSIÓN INDUCIDA EN CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO

Para proceder al estudio de la tensión inducida durante un circuito monofásico es necesario analizar cómo es la instalación.

En el caso del proyecto, el cable instalado se dispone entre una subestación y un generador eólico. Esto hace que la mayor parte de la corriente de defecto retorne por las pantallas, y solo una pequeña fracción retorne por tierra (ε). La circulación de corriente por las pantallas y en sentido contrario a la corriente de cortocircuito tiene un efecto de apantallamiento que reduce la tensión a lo largo de la pantalla. Por este motivo, este tipo de defecto no provoca sobretensiones importantes en los extremos de las pantallas y no resulta crítico a la hora del dimensionamiento del aislamiento de la cubierta.

Realizando los cálculos correspondientes con las anteriores hipótesis formuladas y considerando una resistencia de puesta a tierra en los extremos de la línea de 20 ohmios y una resistividad del terreno de 200 ohm·m, se alcanzan unas tensiones inducidas en la línea y en los extremos de la misma de:

$$U_{inducida} = -\left(R_{pat\,1} + R_{pat\,2}\right) \cdot \varepsilon \cdot I_{ccm} \qquad U_{extremos\ de\ línea} = R_{pat\,2} \cdot \varepsilon \cdot I_{ccm}$$

Donde:

R_{pat1} = resistencia de puesta a tierra en el extremo uno de la línea.

R_{pat2} = resistencia de puesta a tierra en el extremo dos de la línea.

ε = fracción de la corriente que retorna por tierra.

I_{ccm} = corriente de defecto de cortocircuito monofásico (1.000 A).

Estas tensiones calculadas en los extremos entre las pantallas y tierra deben ser inferiores al nivel de tensión soportado por la cubierta del cable para garantizar que esta es capaz de soportar la sobretensión provocada por un cortocircuito monofásico.

10.-METODOLOGÍA DE CÁLCULO CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO DE LA LINEA

El cálculo de la corriente de cortocircuito en cada uno de los puntos es procedente para dimensionar adecuadamente el poder de corte de las protecciones en dichos puntos. Éste ha de ser mayor que la corriente de cortocircuito que deberá despejar.

Primeramente se calcularán las impedancias del circuito y se referirán toda a una tensión base de 30 kV y, a partir de ésta se hallarán las intensidades de cortocircuito, a partir de las siguientes fórmulas:

$$I_{ccb}=\frac{U_b}{Zx\sqrt{3}}$$ en el caso de líneas monofásicas o de CC $$I_{ccb}=\frac{U_b}{Z}$$

$$I_{cc}=I_{ccb}x\frac{U_b}{U}$$

$$I_{cc}=\frac{S_{cc}}{U_n x\sqrt{3}}$$

$$Ich=kX\sqrt{2}\,xI_{cc}$$

Donde:

Icc = Intensidad de Cortocircuito

Iccb = Intensidad de cortocircuito referida a la tensión base.

Ub = Tensión Base.

U = Tensión a la que se requiere calcular el cortocircuito

Z = Impedancia del elemento a considerar.

Scc = Potencia de cortocircuito en el punto de conexión.

Ich = Poder de corte.

K = Constante que depende del momento en que se produce el cortocircuito y de la relación R/X

11.- CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS DE CORTOCIRCUITO DE LA LINEA

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, se deberá, en primer lugar, calcular las distintas impedancias que forman los circuitos de la instalación.

El cálculo de la impedancia se realiza a partir de los datos aportados por la distribuidora, que nos indica que l a potencia máxima de cortocircuito es la de diseño en el punto de conexión. Siendo esta de:

	Trifásica (MVA)	Monofásica (MVA)
Mínima habitual:	1.650	1.512
Máxima de Diseño:	2.858	2.858

Las instalaciones de conexión a la red de i-DE deben diseñarse de acuerdo con las intensidades máximas de cortocircuito indicadas. Los equipos eléctricos deben estar diseñados para soportar las intensidades de diseño indicadas.

Para la obtención de las impedancias se empelara también las siguientes fórmulas y datos:

$$Z = \sqrt{(R_k \cdot L)^2 + (X_k L)^2}$$

$$Z_b = Z \cdot \left(\frac{U_b}{U}\right)^2$$

$$Zred = \frac{3 \cdot E^{2_n}}{S_{cc}}$$

$$Z_n = \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

$$Z_t = \frac{U^2}{S_n} \cdot \frac{U_{cc}}{100}$$

Impedancias Circuito Considerado (Caso más desfavorable)

Descripción	U (kV)	Scc (MVA)	Zeq (Ω)
POI	66	2858	1,524

Descripción	Longitud (m)	Xl (mΩ/km)	ρ (mm2Ω/km)	Sección (mm2)	Material	Cables x fase
LSAT (POI-SET Promotores)	1000,00	0,1080	0,0360	630,00	Aluminio	1

Descripción	Potencia (kVA)	In (A)	Ucc (%)	Pcc (W)
Trafo SET Promotores 66/30 kV	6.000,00	115,47	6,00	65.000,00

Descripción	Longitud (m)	Xl (mΩ/km)	ρ (mm2Ω/km)	Sección (mm2)	Material	Cables x fase
LSMT (SET Promotores -PE Hornazos)	4739,00	0,1190	0,0360	95,00	Aluminio	1

12.- RESULTADOS DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO OBTENIDOS

Para los cálculos, se ha considerado el circuito más desfavorable, es decir, el que tiene menores impedancias. Las corrientes de cortocircuito resultantes en los diferentes puntos del circuito considerado son las siguientes:

Corrientes de cortocircuito

Punto Circuito Considerado	Nivel de tensión (kV)	Is simétrica (kA eficaces)	Ip asimétrica (kA pico)
POI	66,0	25,0	
SET Promotores (Lado AT 66KV)	66,0	23,3	49,3
SET Promotores (Lado MT 30kV)	30,0	1,9	3,9

INFORME ESTIMADO DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

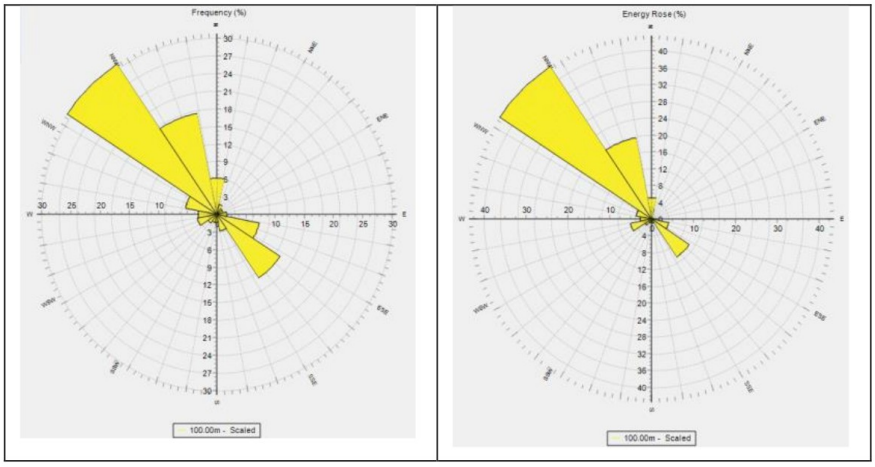
Para la estimación de la producción energética se han considerado también los parques de "P.E. Canraso" y "P.E. Barcelosa" situados en las cercanías de esta instalación, dado que esta proximidad podría afectar la producción de nuestro parque objeto. Este informe puede encontrarse anexo a este proyecto. No obstante, los valores y gráficos mostrados a continuación muestran la información de este informe correspondiente al proyecto objeto de "PE Hornazos".

Resumen generación anual

- Resultados:

WTG Layout	La Serna Hornazos 1 x SI160 50 119mHH
Hub Height [m]	119
Rotor Diameter [m]	160
Rated Power [kW]	5.000
Park Rated Capacity [MW]	5.0
No. of WTGs	1
Average free mean wind speed [m/s]	7.1
Air Density [kg/m3]	1.17
AEP Gross Incl. Wake [GWh/Year]	17.6

- Frequency and Energy roses of Mesoscale:



En Valladolid, Junio de 2024

El Graduado en Ingeniería Eléctrica

Colegiado 3.509 del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Parque eólico "P.E. Hornazos" de 4,95 MW

e infraestructuras de evacuación para conexión a red

EMPLAZAMIENTO EÓLICO

Murchante [Navarra]

Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1

PROMOTOR

MISTRAL RENOVABLES 22 SL

CIF B72433444

AUTOR

Colegiado 3.509 de ingenierosVA

FECHA

Junio 2024

SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

A – Antecedentes y datos generales

1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas.

Según el mencionado Real Decreto, la empresa constructora adjudicataria de la obra estará obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho Plan incluirá los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos; facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa.

Se considera en este estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El Servicio de Prevención.
- Los Delegados de Prevención.

Igualmente, en el centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto y con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto

1627/1997 le concede. El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Según el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, que desarrolla la Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y que modifica en su Disposición Final Tercera el apartado 4 del arto. 13 (Libro de Incidencias) del R.D. 1.627/1997, efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. Así mismo se está obligado a remitirla a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas en los casos de que exista incumplimiento reiterado de las advertencias u observaciones previamente anotadas en el Libro, por las personas facultadas para ello o, por haberse apreciado nuevas circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, tal y como establece el arto. 14 del citado Real Decreto 1627/97.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

Queda claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la Obra y, por supuesto, en todo momento la Dirección Facultativa.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

El presente proyecto de Seguridad y Salud corresponde a la obra para la realización del parque eólico "Hornazos" e instalaciones de evacuación en Murchante y Tudela (Navarra).

La descripción de la obra se encuentra definida en la memoria del presente proyecto del cual forma parte este estudio de seguridad y salud.

Se contempla en esta obra tanto la obra civil para la ubicación de los caminos y conexiones con las vías existentes (terraplenes, desmontes, cimentaciones , drenajes, etc) como la plataforma del aerogenerador y la parte eléctrica del parque (zanjas, circuitos eléctricos, cajas de empalme, etc).

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

La obra objeto del presente estudio consiste en la construcción y montaje del parque eólico Hornazos e infraestructura de evacuación. El Parque Hornazos consta de 1 aerogenerador de 4.950 kW.

2.2. PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

El plazo previsto para la ejecución de la obra asciende a 8 meses como se ha indicado en la memoria de este proyecto.
Como base de cálculo se prevé que la mayor necesidad de personal es de 10 trabajadores simultaneando sus tareas en fase punta.

2.3. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS

Se considera muy importante detectar la existencia de interferencias de cualquier tipo con el fin de poder valorar y delimitar claramente los diversos riesgos. Las interferencias detectadas son:

- Inerferecnia de tráfico de lugareños por los accesos a la obra
- Interferencia de viales públcos
- Interferencia con otras empresas y organismos afectados

Durante el período de obras, se mantendrán las vías de tránsito en buen estado para prevenir accidentes, y se señalizarán claramente las áreas de acceso restringido. Los contratistas deben cumplir con todas las regulaciones de tráfico vigentes, especialmente en lo que respecta al tráfico rodado, y se prohibirá el acceso de personas no autorizadas a la zona de obras. Dado que no es posible cercar completamente la zona debido a su extensión, se solicita la colaboración de todo el personal para lograr este objetivo.

El acceso al parque eólico se llevará a cabo a través de un camino de tierra preexistente. Además, se deben tener en cuenta los trámites y afectaciones con los organismos públicos pertinentes, como los ayuntamientos, medio ambiente, transporte y la compañía encargada de la red eléctrica general de la zona. Todas las consideraciones de estos organismos deben ser respetadas durante el proceso de obra.

2.4. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Las obras que se realizarán serán las siguientes:

- Apertura y construcción de los caminos de acceso al emplazamiento y a cada uno de los aerogeneradores.
- Apertura de zanja de cables.
- Tendido de cables y tapado de la zanja.
- Excavación, armado y hormigonado de las cimentaciones de cada uno de los aerogeneradores.
- Formación de la red de tierras de cada aerogenerador.

- Construcción de las plataformas de montaje para cada uno de los aerogeneradores.
- Suministro mediante transportes especiales de componentes
- Acopio
- Montaje de los aerogeneradores (ensamblaje de torre, nacelle y rotor).
- Acabado interior del aerogenerador (plataformas, conexiones hidráulicas...),
- Conexionado eléctrico.
- Reaprietes.
- Puesta en marcha

3. RIESGOS

3.1. RIESGOS PROFESIONALES

3.1.1. Replanteos

- Caídas al mismo y/o diferente nivel. Caída de objetos.
- Golpes en brazos, piernas con la maza al clavar estacas y materializar puntos de referencia.
- Proyección de partículas. Golpes contra objetos.
- Atropellos por maquinaria o vehículos, por presencia cercana a la misma en labores de comprobación.
- Ambientes de polvo en suspensión.
- Contactos eléctricos directos, con la mira en zonas de cables aéreos.
- Riesgo de accidentes de tráfico dentro y fuera de obra.
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas

3.1.2. Movimientos de tierra y cimentaciones

- Desprendimiento de tierras y rocas:
  - Por manejo de maquinaria
  - Por sobrecarga de los bordes de excavación
  - Por no emplear el talud adecuado
  - Por variación de la humedad del terreno
  - Por filtración acuosa
  - Por vibraciones cercanas (paso de vehículos, uso de martillos rompedores)
  - Por fallo de las entubaciones
- Atropellos, colisiones, baches y falsas maniobras de la maquinaria de movimiento de tierras
- Caídas de personal y cosas desde el borde de la excavación
- Caídas de personal al mismo nivel
- Riesgos a terceros, derivados de la intromisión descontrolada de los mismos en la obra, durante las horas dedicadas a producción o a descanso
- Caída se objetos (piedras, etc)
- Caídas de personal al caminar por la proximidad de un pozo
- Caídas de personas al entrar y salir de un pozo

- Atrapamiento de personas por maquinaria

3.1.3. Voladuras

- No se van a precisar por lo que no se desarrollan.

3.1.4. Hormigonadas

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distinto nivel
- Rotura o reventón de encofrados
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Las derivaciones de trabajos sobre suelos húmedos o mojados
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos)
- Fallo de entubaciones
- Corrimiento de tierras
- Los derivados de la ejecución de trabajos bajo circunstancias meteorológicas adversas
- Atropamientos
- Ruido ambiental
- Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Contactos eléctricos

3.1.5. Ferrallas

- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero
- Aplastamiento durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla
- Aplastamientos durante las operaciones de montaje de armaduras
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras
- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado
- Sobreesfuerzos
- Caídas al mismo nivel (entre plantas, escaleras, etc)
- Caídas a distinto nivel
- Golpes por caída de giro descontrolado de la carga suspendida

3.1.6. Enconfrados

- Desprendimiento por el mal apilado de la madera
- Golpe de las manos durante la clavación
- Caída de personas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel. Atrapamientos
- Cortes al utilizar las sierras de mano
- Cortes al utilizar las sierras de circular

- Pisadas sobre objetos punzantes
- Sobreesfuerzo por posturas inadecuadas
- Golpes en general por objetos

3.1.7. Tendido de Línea Subterránea de Media Tensión

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobreesfuerzo en el tendido de cables
- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
- Además:
  - Atrapamiento por bobinas de gran tamaño.
  - Cortes por equipos peladores de cable.

4. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican:

•Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.
•Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.
•Duchas con agua fría y caliente.
•Retretes.
•Comedor.

La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

Deberá justificarse por la contrata la no instalación de algunos de los módulos de servicios, si se opta por una solución alternativa (alquiler de locales, etc.).

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	**NOMBRE Y UBICACIÓN**	**DISTANCIA APROX (km)**
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Hospital Público Reina Sofía	9 km aproximadamente
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital Público Reina Sofía	9 km aproximadamente

El botiquín portátil ubicado en la obra dispondrá, al menos, de:

- 1 Frasco conteniendo agua oxigenada.

- 1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- 1 Frasco conteniendo tintura de yodo.
- 1 Frasco conteniendo mercurocromo.
- 1 Frasco conteniendo amoniaco.
- 1 Caja conteniendo gasa estéril.
- 1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.
- 1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 Termómetro clínico.
- 1 Caja de apósitos autoadhesivos.
- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Tónicos cardiacos de urgencia.
- Jeringuillas desechables.

En obra y junto al botiquín se colocará un cartel que incluirá un plano con los itinerarios más cortos a seguir hasta los centros sanitarios más próximos con Servicio de Urgencia. En él constarán direcciones y números de teléfono, así como de las clínicas y puestos de socorro, privados y públicos, situados en el entorno de la obra

5. MEDIOS AUXILIARES

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares empleados y sus características más importantes:

- Carretillas elevadoras móviles / automotrices:
    - Tendrán toda la documentación correspondiente a mantenimiento al día. Deben cumplir la normativa específica de Seguridad para aparatos elevadores y de transporte de personas. Estarán dotadas de barandillas reglamentarias y/o canastillas adecuadas para el transporte de personas, no se usarán para transporte de material. Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié. Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.
- Retroexcavadora
    - Para subir o bajar de la retroexcavadora, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función.
    - Suba y baje de la maquinaria de forma frontal, (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos.
    - No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
    - Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación, realice las operaciones de servicio que necesite.
    - No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la máquina, pueden incendiarse.
    - Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambiar de aceite de motor y de sistema hidráulico, con el motor frío, no fumar al manipular la batería o abastecer de combustible, etc.).
    - No libere los frenos de la máquina en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
    - No se admitirán retroexcavadoras que no vengan con la protección de cabina antivuelco instaladas (o pórtico

de seguridad).
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión.
- Estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohíbe transportar o izar personas utilizando la cuchara.
- Estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Tendrán luces y bocina de retroceso.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas bajo régimen de fuertes vientos.
- Se prohíbe realizar maniobras de movimiento de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Se prohíbe utilizar la retroexcavadora como una grúa para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.
- El cambio de posición de la retroexcavadora se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha.
- Se instalará una señal de peligro sobre un pie derecho, como límite de la zona de seguridad del alcance del brazo de la máquina.

- Hormigonera

  - La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
  - Las partes móviles y de transmisión estarán protegidas con carcasa.
  - Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor cuando la máquina esté en funcionamiento.

- Pequeñas compactaciones (pisones de mano):

  - Antes de poner en funcionamiento el pisón, asegúrese de que estén montadas todas las tapas y carcasas protectoras.
  - Guíe el pisón en avance frontal y evite los desplazamientos laterales.
  - Riegue la zona a aplanar o use una mascarilla de filtro mecánico recambiable antipolvo.
  - El pisón produce ruido, por lo que se deben utilizar protecciones auditivas.
  - Utilice calzado con la puntera reforzada.

- Grúas

  - El gancho de la grúa (o ganchos) estará dotado de prestillo de seguridad para prevenir el riesgo de desprendimiento de la carga.
  - Se respetarán las señales de tráfico interno.
  - Antes de entrar en servicio, una persona competente verificará el correcto apoyo de los estabilizadores de la grúa.
  - Todas las maniobras de carga o descarga estarán guiadas por un especialista para prevenir riesgos por maniobras incorrectas.
  - Está expresamente prohibido sobrepasar la carga máxima permitida por el fabricante de la grúa.
  - No se permitirá el uso de la grúa para maniobras inseguras o no previstas.
  - Queda prohibido permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de las cargas suspendidas para prevenir accidentes.
  - Es importante mantener la grúa alejada de terrenos inseguros que puedan propiciar hundimientos y causar vuelcos.
  - Se debe evitar que el brazo de la grúa pase sobre el personal.
  - Antes de iniciar un desplazamiento, asegurar la movilidad del brazo de la grúa.
  - Mantener siempre la carga a la vista y detener la maniobra si se mira hacia otro lado.

- Andamios sobre borriquetas:

  - La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.

- Pasarelas metálicas:

- Tendrán una anchura no inferior a 60cm, estarán protegidas con barandillas reglamentarias allí donde la profundidad de la zanja sea superior a 1,00m.

- Escaleras de mano:
  - Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = 1⁄4 de la altura total.

- Instalación eléctrica:
  - Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a h>1m:
  - Diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza.
  - Diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión > 24V.
  - Magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior.
  - Magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado.
  - La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro.
  - La puesta a tierra será ≤ 80 Ω.
  - Se dispondrán tantos cuadros secundarios cómo sean precisos según el avance de las obras, estos cumplirán el REBT.

- Grupos electrógenos:
  - Cumplirán todas las normas de seguridad específicas, puesta a tierra, mantenimiento, protección de partes móviles, etc.

OBSERVACIONES:

Mantenimiento de la instalación eléctrica provisional. Se hará entrega al vigilante de seguridad de la siguiente normativa para que sea seguida durante sus revisiones diarias de la instalación eléctrica provisional de obra:

- No permitir conexiones a tierra a través de conducciones de agua, armaduras, pilares, etc.
- No permitir conexiones directas cable - clavija de otra máquina.
- Vigilar la conexión eléctrica de cables ayudados de cuñitas de madera. Ordenar su desconexión inmediata y llevar conexiones machos para que se instalen.
- No se permitirá que se desconecten las mangueras por el procedimiento del tirón, sino tirando de la clavija del enchufe, en posición estable del operario, incluso amarrado en caso necesario.
- Comprobar diariamente el estado de disyuntores diferenciales, antes del inicio de la jornada y después de la comida, accionando el botón del test. Deberá tenerse disyuntores de repuesto de media o alta sensibilidad e interruptores magnetotérmicos para sustituir los averiados.

B – Descripción de los procedimientos, equipos y medios

1. TRABAJOS PREVIOS

Antes de dar comienzo a las obras, se procederá al cerramiento efectivo de los terrenos según el plano de Organización General, a la instalación de las casetas de oficina, aseo, vestuarios y almacén, al acondicionamiento de la zona de acopios, así como a la colocación de la señalización de seguridad. La caseta de aseo y vestuarios dispondrá de las respectivas acometidas de agua potable y alcantarillado.

La instalación eléctrica de las casetas dispondrá de todas las protecciones reglamentarias con diferenciales de sensibilidad mínima de 30 mA. Se dotará de toma de tierra mediante picas de cobre. El suministro de energía eléctrica se podrá efectuar bien mediante acometida provisional de obra a la red de baja tensión, o bien, mediante un grupo electrógeno. La empresa adjudicataria elegirá el sistema más idóneo de acuerdo con sus procedimientos constructivos.

Los medios a utilizar son: camión grúa para descarga de casetas y vallas, retroexcavadora para excavación de zanjas de las

acometidas, pala cargadora, camión y compactadora para el acondicionamiento del terreno.

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

En primer lugar, se procederá al movimiento de tierras necesario para:
- Desbrozar el total de la superficie de la actuación.
- Alcanzar el perfil longitudinal y transversal proyectado.
- Nivelar las zonas donde se supere la pendiente máxima permitida por los soportes.

Los taludes adoptados, a confirmar por el estudio geotécnico serán:
- Talud en desmonte 2(H): 3(V)
- Talud en terraplén 2(H): 3(V)

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, placa vibradora. La cantidad de movimiento de tierras a realizar se ha estimado de forma aproximada para este proyecto. No obstante, más adelante se incorporará un anexo al proyecto con un estudio de movimiento de tierras más exhaustivo.

3. CAMINOS Y VIALES

La red de caminos y viales de parque se ejecutarán de forma que permitan el acceso a cada uno de los aerogeneradores y las grúas necesarias para el izado y el montaje. Estos viales se utilizarán para todas las fases del proyecto (ejecución, montaje y mantenimiento) durante toda la vida útil del parque.

Se han adoptado las siguientes especificaciones que se deberán cumplir:
- Ancho de vial: 6 metros
- Evitar el movimiento de tierras
- Trazados: sucesión de alineaciones rectas y curvas circulares con radios mínimos internos superiores a 30
- metros.
- Sobreanchos con curvas menores de 100 metros.
- Pendiente máxima en recta: 12,5% en tierra y 15% en hormigón
- Pendiente máxima en curva: 10%
- Espesor firme 15 cm + 25cm (a confirmar con el geotécnico)
- Espesor tierra vegetal: 30 cm (a confirmar con el geotécnico)
- Talud de desmonte: 1/1 (a confirmar con el geotécnico)
- Talud terraplen: 3/2 (a confirmar con el geotécnico)

El radio mínimo de curvatura utilizado en el proyecto es de 100 m. Debido a las dimensiones de los vehículos que transportan las palas, las curvas que tienen radios inferiores a 100 m es necesario dotarlas de sobreanchos para permitir que circulen los vehículos hasta las áreas de maniobra. Las dimensiones de estos sobreanchos dependen del radio de la curva y figuran en la especificación de transporte del Tecnólogo.

Las excavaciones se realizarán con talud 1/1, y los terraplenes con talud 3/2. Estos últimos taludes estarán tratados con sistemas de hidrosiembra si así lo determinan los informes ambientales.
Las pendientes transversales de la explanada serán del 2% desde el eje hacia los extremos de la misma, en toda la longitud de los caminos, mientras que las cunetas para drenaje serán de tipo "V" con una anchura de 1 m, una profundidad de 0,5 m y taludes 1/1.
Los viales, a su paso por las áreas de maniobra, deben ser solidarios a éstas para evitar la creación de escalones o pendientes bruscas de acceso

4. ÁREA DE MANIOBRAS – PLATAFORMAS DE MONTAJE

En los alrededores de cada aerogenerador, se acondicionará una plataforma con las dimensiones suficientes para permitir las maniobras de los camiones, el montaje de grúas y acopio de los equipos.

Las plataformas se han diseñado con 3 zonas:
- Zona de montaje pluma.

- Zona de trabajo grúas.
- Zona de acopio de componentes.

Previo a la construcción de estas plataformas, se realizará un desbroce de la tierra vegetal seguido de una compactación del terreno para dar firmeza al terreno.
La sección estructural del firme, estará constituida por una capa de 15 cm de zahorra sobre la que se extenderá una segunda capa de 25 cm espesor de zahorra artificial, compactadas hasta el 98 % del Proctor Modificado. Esta configuración de firme deberá ser confirmada con el geotécnico y un estudio de firmes.
Se intentará en todo momento minimizar el movimiento de tierras necesario para tener el menor impacto ambiental posible.

5. CIMENTACIONES

La cimentación de los aerogeneradores se realizará mediante una zapata de hormigón tronco-cónica con un diámetro de 21,50 metros, con la geometría, dimensiones y armado según las recomendaciones del fabricante del aerogenerador. Será este último quien establezca el cálculo y diseño de las cimentaciones según las características especificas del proyecto.

La zapata deberá incluir los tubos embebidos necesarios para la entrada y salida de los circuitos de media tensión, así como de las comunicaciones.

El hueco de la cimentación se rellenará con material procedente de la excavación en la medida de lo posible, o material de banco si fuese preciso, hasta 10 cm por debajo del nivel superior del pedestal. El terraplenado se realizará de forma que se obtenga una rasante con pendiente hacia el exterior del aerogenerador.

Se recalca la necesidad de una total precisión en el posicionado y nivelado referido, el cual deberá ser comprobado mediante nivel óptico, no admitiéndose ningún desvío respecto del posicionamiento teórico en dicha comprobación.

Ya nivelado, se procederá al hormigonado. Tanto la zapata como el pedestal serán de hormigón armado (según EHE)

6. CUNETAS

Las pendientes en su mayoría son superiores al 3% lo que implica la necesidad del revestimiento de hormigón de todas las cunetas.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, camión-hormigonera, placa vibradora.

7. CERRAMIENTO

La superficie total de la parcela estará rodeada en la totalidad de su perímetro por una valla conformada por malla de tipo cinegético. La malla contará con una altura de 2 metros, con acabado superior en bayoneta para la colocación de alambre de espino lo que hace una altura total de 2,5m.

C – EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

1. EVALUACIÓN GENERAL DE RIESGOS

Evaluación de riesgos en movimientos de tierras:

- Verticalidad de la excavación sin entibación.
- Desprendimiento de tierras por el manejo de la maquinaria.
- Desprendimiento de tierras por sobrecarga de los bordes de la excavación.
- Desprendimientos por no utilizar el talud adecuado.

- Atropellos y vuelcos de maquinaria y vehículos.
- Caídas a igual y distinto nivel.
- Caída de materiales y objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Interferencias con servicios afectados.
- Golpes y proyecciones.
- Ruido.

Evaluación de riesgos en ejecución de canalizaciones subterráneas:

- Atropello por vehículos y maquinaria.
- Colisión y vuelco de vehículos.
- Atrapamiento entre piezas.
- Caída de cargas suspendidas por deficiente sujeción o rotura de los elementos de izado.
- Atrapamiento en zanjas.
- Entibaciones defectuosas.
- Caídas a igual o distinto nivel.
- Golpes y proyecciones.
- Sobreesfuerzo.
- Interferencias con servicios afectados.
- Ausencia de protecciones de los operarios.
- Vibraciones en coronación de zanjas por vehículos o maquinaria.
- Acción de las aguas.
- Desentibado incorrecto.
- Medios auxiliares de acceso a la zanja en mal estado.

Evaluación de riesgos en ejecución de montajes mecánico-estructurales:

- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Cortes por manejo de elementos con aristas o bordes cortantes.
- Dermatitis por el contacto con el cemento.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y proyecciones.
- Atrapamiento por el material a colocar.
- Aplastamiento de manos durante la guía de la maniobra de descarga.
- Polvo.
- Ruido.
- Quemaduras.

Evaluación de riesgos en ejecución de instalación eléctrica:

- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Pinchazos y cortes por manejo de herramientas manuales.
- Electrocución o quemaduras durante las pruebas y puesta en servicio de la instalación por:
  - Mala protección de cuadros eléctricos.
  - Maniobras incorrectas en las líneas.
  - Uso de herramientas sin aislamiento.
  - Puenteo de los mecanismos de protección.
  - Conexiones directas sin clavijas macho-hembra.
  - Contacto accidental de la máquina de movimiento de tierras con líneas aéreas o subterráneas en servicio dentro del lugar de trabajo.

Evaluación de riesgos provocados por explosiones e incendios:

- Rotura, producida durante la excavación de algún servicio existente en el solar.
- Durante el mantenimiento de la máquina: fumar manejando recipientes con combustible; utilizar gasolina para limpiar las piezas; no apagar el motor al poner combustible en el depósito; comprobar el combustible, el nivel del refrigerante o el electrólito de la batería con llama.
- No almacenar el combustible, grasas y aceites de la maquinaria en local aislado e independiente.

Evaluación de riesgos provocados por atropellos y atrapamiento del personal:

- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida, dentro de la zona de acción de la máquina.
- Ausencia de resguardos, en los elementos móviles de la máquina.

2. EVALUACIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

Riesgos debidos a la maquinaria prevista.

Evaluación de riesgos en trabajos con retroexcavadora

- Vuelco del vehículo por hundimiento del terreno.
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (aproximación excesiva a borde de taludes y bordes de excavación).
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
- Colisiones y atropellos.
- Deslizamiento de la máquina (en terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Interferencias con servicios afectados.
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos).
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo

Evaluación de riesgos en trabajos con pala cargadora

- Caída de materiales desde la cuchara.
- Caía a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
- Colisiones y atropellos en maniobras de marcha atrás y giros.
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina)
- Caídas al subir o bajar de la máquina
- Contacto con líneas eléctricas
- Interferencias con servicios afectados
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos)
- Vibraciones
- Ruido
- Polvo

Evaluación de riesgos en trabajos con compactador

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Evaluación de riesgos en trabajos con camión de transporte

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos

Evaluación de riesgos en trabajos de vibrado de hormigón

- En vibradores eléctricos
  - Vibraciones
  - Contactos eléctricos
  - Proyección de lechadas
- En vibradores neumáticos
  - Vibraciones
  - Golpes por rotura de las mangueras neumáticas
  - Proyección de lechadas

Evaluación de riesgos en trabajos con mesa de sierra circular

- Cortes en dedos y manos
- Golpes por rechazo o lanzamiento de la pieza a cortar contra el operario
- Abrasiones
- Atrapamientos
- Emisión de polvo
- Ruido ambiental
- Contacto con la energía eléctrica
- Los derivados de los lugares de ubicación

Evaluación de riesgos en trabajos con amasadora

- Contactos eléctricos
- Atrapamientos con elementos de transmisión
- Atrapamiento con paletas de mezclado

Evaluación de riesgos con trabajos con cortadora de material cerámico

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.

Evaluación de riesgos con trabajos con motovolquete (dumper)

- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el volquete o en el vehículo.
- Colisiones y atropellos
- Los derivados de la vibración durante la conducción
- Golpes de manivela en la puesta en marcha
- Ruido.
- Polvo.

Evaluación de riesgos con trabajos con camión grúa

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Golpes por la carga
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos
- Desplomes de elementos izados

Evaluación de riesgos en trabajo de vertido de hormigón

- En bomba de hormigón
  - Tapones o atoramientos en la tubería
  - Golpes con la manguera terminal
  - Colisiones y atropellos

- En camión hormigonera
  - Colisiones y atropellos
  - Golpes con la canaleta de vertido de hormigón
  - Vuelco del vehículo

Evaluación de riesgos en trabajos con motoniveladora
- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Colisiones y atropellos

Evaluación de riesgos en trabajos con grupos electrógenos
- Explosión al cargar combustible
- Contactos eléctricos

Evaluación de riesgos en trabajos con compresor
- Vuelcos durante el transporte
- Golpes por la descarga
- Ruido
- Rotura de la manguera de presión
- Por emanación de gases tóxicos del tubo de escape

Evaluación de riesgos en trabajos con martillos neumáticos
- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro
- Lesiones por rotura de las mangueras neumáticas
- Proyección de objetos o partículas

Riesgos más frecuentes:
- Descargas eléctricas.
- Proyecciones de partículas.
- Caídas en altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvo.
- Explosiones e incendios
- Cortes en extremidades.

Riesgos debidos a los medios auxiliares

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:
- Andamios de servicios, usados como elemento auxiliar, en los trabajos de cerramientos e instalaciones de los ascensores, siendo de dos tipos:
  - Andamios colgados móviles, formados por plataformas metálicas, suspendidas de cables, mediante pescantes metálicos, atravesando éstas al forjado de la cubierta a través de una de una varilla provista de tuerca y contratuerca para su anclaje al mismo.
  - Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tablones, colocados sobre dos pies en forma de "V" invertida, sin arriostramientos.
- Escaleras empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos, aunque uno de ellos no sea un medio auxiliar propiamente dicho, pero de los problemas que plantean las escaleras fijas haremos referencia de ellas aquí:
  - Escaleras fijas, constituidas por el peldañeado provisional a efectuar en las rampas de las escaleras del edificio, para comunicar dos plantas distintas; de entre todas las soluciones posibles para el empleo del material más adecuado en la formación del peldañeado hemos escogido el hormigón, puesto que es el que presenta la mayor uniformidad, y porque con el mismo bastidor de madera podemos hacer todos los tramos, constando de dos largueros y travesaños en número igual al de peldaños de la escalera, haciendo éste las veces de encofrado.
  - Escaleras de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.
- Visera de protección para acceso del personal, estando ésta formada por una estructura metálica como

elementos sustentantes de los tablones, con ancho suficiente para el acceso del personal, prolongándose hacia el exterior del cerramiento aproximadamente 2,50 m señalizadas convenientemente.

Los riesgos más frecuentes debido a estos medios son los siguientes:

a. Andamios colgados:

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.
- Caídas originadas por la rotura de los cables.

b. Andamios de borriquetas:

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablones como tablero horizontal.

c. Escaleras fijas:

- Caídas del personal.

d. Escalera de mano:

- Caídas a niveles inferiores, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

f. Cables, eslingas y aparejos de izado:

- Cables, eslingas y aparejos de izados.
- Caída del material, por rotura de los elementos de izado
- Caída del material por mal eslingado de la carga.

D – Elementos de protección para prevención de riesgos profesionales.

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

1.1. MEDIDAS PREVENTIVAS TIPO

1.1.1. Replanteos

- Todo el equipo debe utilizar botas antideslizantes y especiales para evitar caídas por las pendientes y al mismo nivel.
- Se debe evitar permanecer en zonas donde puedan caer objetos, por lo que se avisará a los equipos de trabajo para que eviten acciones que puedan dar lugar a proyecciones de objetos o herramientas mientras se trabaja en la zona.
- Para clavar las estacas con ayuda de los punzones largos, se deberá utilizar guantes y punzones con protectores de golpes en las manos.
- Es importante evitar el uso de punzones que presenten deformaciones en la zona de golpeo para prevenir el riesgo de proyección de partículas de acero en la cara y ojos. Durante estas operaciones se utilizarán gafas antipartículas.
- En los trabajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la permanencia de los equipos respetando la distancia de seguridad establecida en función de los riesgos previsibles.
- Antes de realizar el replanteo, se comprobará la existencia de cables eléctricos para evitar contactos directos con estos.
- El replanteo en las zonas de tráfico se realizará con chalecos reflectantes y con el apoyo de señalistas.
- En zonas donde existan líneas eléctricas, las miras utilizadas serán dieléctricas.
- El vehículo utilizado para el transporte del equipo y aparatos será revisado periódicamente y conducido normalmente por un mismo operario.
- En el vehículo se mantendrá un botiquín que contenga los elementos mínimos para atenciones de urgencia, así como antiinflamatorios para aplicar en caso de picaduras de insecto.

1.1.2. Movimientos de tierra y cimentaciones

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos de terreno.
- El frente de excavación realizada mecánicamente, no sobrepasará en más de un metro, la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras, de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- El frente y parámetros verticales de una excavación debe ser inspeccionada siempre al inicio de los trabajos, por

el Capataz o Encargado que señalará los puntos que deben tocarse antes de inicio (o cese) de las tareas.

- Se señalizará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde la una excavación (mínimo 1 m, como norma general).
- Las coronaciones de taludes permanentes a las que deban acceder las personas que se protegerán mediante una barandilla de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié, situada a dos metros como mínimo del borde de coronación del talud (como norma general).
- El acceso o aproximación a distancias inferiores a 2 m del borde de coronación de un talud sin proteger, se realizará sujeto con un cinturón de seguridad.
- Se detendrá cualquier trabajo al pie de un talud, si no reúne las debidas condiciones de estabilidad definidas por la Dirección Facultativa.
- Se inspeccionarán por el Jefe de Obra, Encargado o el Capataz, las entibaciones antes del inicio de cualquier trabajo en la coronación o en la base.
- Deben prohibirse los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc., cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deben eliminarse los árboles, arbustos y matojos cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, Encargado o el Vigilante de Seguridad.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros y de 4 metros para pesados, etc., usted concreta.
- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc.
- Se acotará el entorno y se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por rotura de conducciones, etc.) se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.
- Se prohibirá realizar cualquier trabajo al pie de taludes inestables.
- Habrá que entibar los taludes que cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:

PENDIENTE	TIPO DE TERRENO
1 / 1	Terrenos movedizos desmoronables
1 / 2	Terrenos blandos, pero resistentes
1 / 3	Terrenos muy compactos

- El personal que debe trabajos en esta obra en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que puede estar sometido.
- El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior a la zanja y estará apoyada sobre una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera sobrepasará en 1 m el

borde de la zanja.

- Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2 m, (como norma general) del borde de la zanja.
- Cuando la profundidad de una zanja sea inferior a los 2 m puede instalarse una señalización de peligro de los siguientes tipos:
- Línea en yeso o cal situada a 2 m del bode de la zanja y paralela a la misma (su visión es posible con escasa iluminación).

a) Línea de señalización paralela a la zanja formada por cuerda de banderolas sobre pies derechos.
b) Cierre eficaz del acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en toda una determinada zona.
c) La combinación de los anteriores.

- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes exógenos por proximidad de caminos, carreteras, calles, etc., transitados por vehículos; y en especial si en la proximidad es establece tajos con uno de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

1.1.3. Voladuras

No se van a precisar, por lo que no desarrollamos este capítulo.

1.1.4. Hormigonado

1.1.4.1. Vertidos directos mediante canaletas

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, para evitar vuelcos.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 m (cono norma general) del borde la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante del retroceso.
- Se instalarán barandillas sólidas en el frente de la excavación protegiendo el tajo de guía de la canaleta.
- La maniobra de vertido será dirigida por una Capataz que vigilará no se realicen maniobras inseguras.

1.1.4.2. Vertido mediante cubo o cangilón

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalizará mediante una traza horizontal , ejecuta con pintura en color amarillo, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones.
- Del cubo (o cubilete) penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe

guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

1.1.5. Ferralla

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al copio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras, tal como se describe en los planos.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1,5 m.
- La ferralla montada (pilares, perillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje, señalados en los planos.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acoplándose en el lugar determinado en los planos para su posterior carga y transporte al vertedero.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres, y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) del trabajo.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical. Se transportarán suspendidos en dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación exacta "in situ".
- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

1.1.6. Encofrados

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán, (premacharán, según casos).
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.
- Se instalarán señales de:
  a) Uso obligatorio de casco.
  b) Uso obligatorio de botas de seguridad.
  c) Uso obligatorio de guantes.

d) Peligro de caída de objetos en los lugares definidos en los planos de señalización de obra.

- El personal que utilice las máquinas-herramienta contará con autorización escrita de la Jefatura de la Obra, entregándose a la Dirección Facultativa el listado de las personas autorizadas.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el dado del que no puede desprenderse la madera; es decir, desde el ya desencofrado.
- El personal encofrador, acreditará a su contratación ser carpintero encofrador con experiencia.

1.1.7. Tendido de Líneas subterráneas de M.T.

- Caídas de personas y/u objetos al mismo nivel
- Caídas de personas y/u objetos a distintos nivel
- Sobreesfuerzo en el tendido de cables
- Atrapamiento por accesorios de tendido (gatos, rodillos, bobinas, etc)
- Atrapamiento y/o atropello por manguera de tendido (cabestrante, frenadora, etc)
- Cortes por herramienta de corte, empalme y prensaterminales.
- Además:
  - Se asegurarán las bobinas de gran tamaño con topes o tacos de madera adecuados para evita sus movimientos intempestivos.
  - En el uso de gatos hidráulicos en bobinas de gran tamaño, se inspeccionarán estos para detectar posibles deterioros que eviten su normal operatividad y se tomará especial cuidado en la preparación del soporte o base de apoyo de los mismos.
  - Revisión por parte del personal de mando de los equipos de tendido para verificar su correcto estado de uso.
  - Se despejará una zona de trabajo y su señalización adecuadamente.
  - Se respetarán escrupulosamente las "CINCO REGLAS DE ORO" para trabajos en M.T.:

    1ª Regla: Corte efectivo de toda la fuente de tensión.

    2ª Regla: Enclavamiento o bloqueo de todos los aparatos de corte.

    3ª Regla: Detectar ausencia de tensión (con el equipo adecuado: Pértiga + verificador de tensión).

    4ª Regla: Poner a tierra y en contacto.

    5ª Regla: Señalizar la zona de trabajo.
  - La llamada "SEXTA REGLA DE ORO" se observará también: Ningún trabajo en M.T. se hará en solitario; es decir se desplazarán siempre dos operarios, al menos, a realizar cualquier trabajo en M.T.

1.1.8. Montaje de las estructuras, módulos y los cuadros de baja tensión

- Los descritos en "Movimiento de Tierras" y "Hormigonadas"
- Además:
  - Especial cuidado a la circulación de grandes vehículos.
  - Especial cuidado y atención a las plumas y grúas de descarga.

1.2. PROTECCIONES INDIVIDUALES

1.2.1. Protección de la cabeza

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Pantalla contra proyección de partículas y virutas de cobre fundido, con filtro UV para maniobra de equipos eléctricos en tensión.
- Filtros para mascarillas.
- Protectores auditivos.

1.2.2. Protección del cuerpo

- Cinturones de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo provincial.
- Trajes de agua. Se prevé un acopio en obra.
- Mandil de cuero.
- Fajas de soporte dorsal (para sobreesfuerzo de tendido).

1.2.3. Protección extremidades superiores

- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen con hormigonado.
- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.
- Equipo soldador.
- Protección extremidades inferiores.
- Botas de agua, de acuerdo con MT-27.
- Botas de seguridad, clase 111.

1.3. SEGURIDAD EN ALTURA

- Arnés de Seguridad con cinturón, cuerda de mantenimiento y mosquetones.
- Línea de vida provisional:
  - Cuerda de antiácidas
  - Sistema anticaídas (COBRA, VIPER o similar homologado).
  - Gancho de enganche con sistema de recuperación.
  - Pértiga de instalación de 4 m, al menos.
- Anticaídas de reposición automática con sistema de anti-tirón con costuras de "descosido programado".

1.4. SEGURIDAD ELÉCTRICA

- Detector de ausencia de tensión con pértiga de al menos 2 m, autoverificable.
- Equipo de salvamento portátil (a transportar en los vehículos), compuesto por:
  - Pértiga de salvamento.
  - Guantes aislantes adecuados a la tensión a la que se va a trabajar.
  - Banqueta aislante

1.5. TRABAJOS EN TENSIÓN

No se harán trabajos en tensión en ningún caso, por lo que no se desarrolla aquí, no obstante, se observará escrupulosamente todo lo descrito en el R.D. 614/2001 sobre RIESGO ELÉCTRICO y más concretamente la parte sobre DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA TRABAJOS EN TENSIÓN.

1.6. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Movimiento de tierras: vallas, señalización, topes para camiones y tableros para protección de huecos horizontales.
- Muros y pavimentación: vallas, señalización y tableros para accesos.
- Protección eléctrica: Conductor de protección y pica o placa de tierra, así como interruptores diferenciales de 300 mA para fuerzo y 30 mA para alumbrado.
- Protección contra incendios. Extintores portátiles.
- Voladuras: vallas y señalización incluida acústica sin perjuicio del empleo de todas las medidas reglamentarias.
- Soldaduras: Válvulas antirretroceso.

2. FORMACIÓN

Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los tajos a los que van a ser designados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear, personal y colectivamente.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo, al personal de la obra.

3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

3.1. BOTIQUINES

Se dispondrá en la zona de servicios de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

3.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

3.3. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DAÑOS A TERCEROS

- Señalización y balizamiento de la obra y caminos o vías limítrofes y de accesos existentes.
- Para voladuras remitirse al apartado correspondiente de Plan de Seguridad y Salud.
- En aquellas zonas de la obra con riesgo a terceros, próximas a caminos, vías públicas o zonas de paso, se realizará un cerramiento provisional.

E – Pliego de Condiciones Particulares.

1. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD

1.1. Normas de seguridad y salud generales

NORMAS DE SEGURIDAD EN EXCAVACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRA

Se comprobará la maquinaria antes de su utilización, tanto su estado de funcionamiento como las diversas protecciones que deba tener, estando prohibido su uso si se observase algún fallo. Se exigirá al propietario de la máquina los certificados de las revisiones que deba pasar en el transcurso de la obra.

Se revisarán periódicamente los circuitos hidráulicos y neumáticos, tanto de la maquinaria de excavación como de la auxiliar que se utilice.

El personal será experto y conocerá los riesgos de este tipo de actividad. Al inicio de los trabajos será informado de los métodos a emplear, el sistema de excavación o perforación, las medidas de seguridad a emplear y la forma de actuación en caso de accidente.

Se controlará mediante el riego periódico, la formación de ambiente pulvígeno. Se prohibirá el estacionamiento y la circulación de personas en las zonas de excavación y carga de escombros.

Los vehículos cumplirán las normas del Código de Circulación en lo que se refiere a luces, bocinas, etc.

En los lugares en los que el ruido sea superior a 80 dBA se utilizarán protectores auditivos.

Para el acceso de vehículos a las zonas de trabajo se construirán rampas cuya pendiente no sea superior al 8%.

Las zonas de trabajo se mantendrán ordenadas.

Se establecerán caminos de circulación para vehículos y personal de obra en las zonas de trabajo, que se señalizarán adecuadamente.

Se reconocerá el estado del terreno antes de iniciarse el trabajo diario, especialmente después de lluvias.

Se dispondrán barandillas de protección o como mínimo se señalizarán bermas, pozos y zanjas, para evitar caídas de personal.

NORMAS DE SEGURIDAD EN CANALIZACIONES ENTERRADAS

El acceso a las zanjas se ha de hacer por medio de escaleras de mano sólidamente fijadas al límite superior y que sobresaldrán como mínimo un metro.

Se prohíbe el amontonamiento de tierras, materiales, tubos, etc. a una distancia inferior a 2 metros del límite de la excavación. Esta distancia puede variar en función de la profundidad y de las características del terreno.

El montaje de los tubos se hará por medios mecánicos y para el traslado y descenso al fondo de la excavación se emplearán los medios adecuados para garantizar la inmovilidad.

Las maniobras de aproximación y ajuste de tubos se harán con las herramientas adecuadas y nunca con los pies o las manos.
Durante las maniobras de descenso de los tubos no habrá ninguna persona en el fondo de la zanja, bajo la vertical del tubo que se iza.

Una vez instalados los tubos se repondrán las protecciones y/o señalización en los límites de la zanja hasta que se tape definitivamente.

Los pozos de registro se protegerán con la tapa definitiva en el momento de su ejecución, y si esto no fuera posible con tapas provisionales de resistencia probada. Se extremará el cuidado cuando estén en zonas de paso de vehículos y personal.

Se revisarán periódicamente los elementos de izado en la maquinaria de elevación y transporte.

Los trabajadores permanecerán unidos al exterior mediante una soga anclada al cinturón de seguridad, tal que permita bien la extracción del operario tirando, o en su defecto, su localización en caso de rescate.

Se prohíbe el acceso al interior del pozo a toda persona ajena al proceso de construcción.

NORMAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado.
En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la "compañía suministradora", guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.

las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja
Tensión.

La entrada en servicio de las celdas de transformación se efectuará con la obra desalojada de personal, en presencia del Jefe de Obra y de la Dirección Facultativa.

Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, así como que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección parcial. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

1.2. Normas de seguridad y salud profesionales

Normas de seguridad y salud en el uso de la maquinaria

En retroexcavadora

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada.
- Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
- En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
- En ningún caso se sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
- Se tratará de trabajar sobre un plazo horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

En pala cargadora

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada, y conocerá y cumplirá las normas de la "Guía del operador".
- Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
- En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
- No excavará un frente de altura superior a un metro de la altura máxima de la pala.
- En ningún caso sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
- Se tratará de trabajar sobre un plano horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilara el buen funcionamiento de las luces.

En motovolquete (dumper)

- Respetará las señales del código de circulación.
- Se prohíbe bajar las rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- No circulará por rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y del 30% en terreno seco.
- No se sobrecargará el vehículo, y se distribuirá la carga uniformemente para evitar vuelcos.
- Se prohíbe terminantemente realizar maniobras peligrosas y sobrepasar los 20 km/hora.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el vehículo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada, y tendrá permiso de conducir.
- Se considerará siempre que el vehículo es una máquina, no un automóvil.
- Antes de empezar a trabajar se comprobará la presión de los neumáticos y el estado de los frenos.
- Al poner el motor en marcha se sujetará con fuerza la manivela y se evitará soltarla de golpe para prevenir posibles golpes.
- No se pondrá el vehículo en marcha sin cerciorarse de que el freno de mano está en posición de frenado para evitar movimientos incontrolados.
- No se sobrepasará nunca la carga máxima.
- Está prohibido transportar personas en el dumper, no admitiéndose ninguna excepción a esta regla.
- Se evitará sobrepasar con la carga la línea de visión del conductor.
- Se evitará descargar al borde de cortes del terreno, si ante estos, no existe instalado un tope final de recorrido.
- Respetará las señales de circulación interna, y por supuesto las de tráfico en el caso de utilizar carreteras o calles públicas. En ningún caso sobrepasará en obra los 20 km por hora.
- Si se debe remontar pendientes con el dumper cargado, se hará marcha atrás para evitar vuelcos.
- Los conductores estarán en posesión del carnet de conducir clase B-1 en el caso de tener que circular fuera del recinto de la obra.

En camión de transporte.

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las

Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
- Para cargar se mantendrá el vehículo lo más nivelado posible y colocado de manera que la cuchara de descarga deposite el material sin peligro.
- El chófer no abandonará la cabina cuando esté cargando.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
- Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- No se accionará el mando del basculante hasta que el vehículo esté parado.
- Después de descargar se accionará la palanca del basculante y se comprobará que la caja ha bajado y está en posición de transporte.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.

<u>En camión grúa</u>
- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
- En presencia de líneas eléctricas aéreas, mantendrán las distancias de seguridad.
- Se situará siempre en terrenos seguros y estables.
- Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.
- Los gatos estabilizadores se apoyarán sobre terreno firme o sobre tablones de 9 cm de espesor para utilizarlos como elementos de reparto.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la grúa.
- El gancho llevará pestillo de seguridad.
- Revisión al menos trimestral de la grúa y sus elementos auxiliares.

<u>Camión hormigonera</u>
- No se parará en recodos o curvas de poca visibilidad.
- Probará los frenos después de limpiarlo o de circular por zonas mojadas.
- No circulará con la canaleta suelta.
- Maniobrará lentamente mientras descarga el hormigón de los tajos.
- No hará marcha atrás sin asegurarse que el camino está libre.
- En caso de bascular hormigón en pendientes se asegurará el buen funcionamiento del freno de mano y se calzará adecuadamente el vehículo.
- En caso de ausencia del conductor no se dejarán puestas las llaves.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Puede volcar la máquina y sufrir lesiones.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con cargo o sin ella sobre el personal, puede producir accidentes.
- No dé marcha atrás sin ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.
- Suba y baje de la cabina y plataformas por los lugares previstos para ello.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para su integridad física.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina, aunque el contacto eléctrico haya cesado, podría sufrir lesiones. Sobre todo, no permita que nadie la toque, la grúa autopropulsada, puede estar cargada de electricidad.
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista y evitará accidentes.
- Antes de cruzar un "puente provisional de obra", cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- Póngalo en la posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.
- No permita que nadie se encarame sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.

- Limpie sus zapatos del barro o de la grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o marcha, puede provocar accidentes.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y, en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.
- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.
- No permita que haya operarios bajo cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.
- Antes de izar una carga, comprueba en la tabla de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en la tabla.
- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respeten el resto del personal.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Pueden provocar accidentes.
- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas, o estribos defectuosos o dañados. No es seguro.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito. Evitará accidentes.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

Vibradores eléctricos.

- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya consistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, la que garantice una tensión máxima de 24 V.

Vibradores neumáticos.

- Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.

En motoniveladora.

- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- El maquinista será siempre una persona cualificada y conocerá el tipo de trabajo a realizar, el método a emplear y la naturaleza y estado del terreno en el que se ha de mover.
- Trabajará siempre a velocidad adecuada.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

En grupos electrógenos.

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
- Al reponer combustible estará siempre parado y con las llaves de contacto retiradas.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Las partes activas estarán aisladas.
- Las mangueras estarán protegidas contra la humedad y la abrasión.
- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya resistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, a la que garantice una tensión máxima de 24 V.

En compresores.

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
- El compresor quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Se protegerán del sol u otras fuentes de calor los recipientes de presión.
- Las mangueras se protegerán contra golpes, paso de vehículos, etc.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.
- Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, desechándose las que se observen deterioradas o agrietadas.
- Los mecanismos de conexión estarán recibidos mediante racores de presión.

En martillos neumáticos.

- Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.
- Los mangos y puños serán del tipo que absorban las vibraciones.
- Tendrán un diseño que los haga fácilmente manejables.
- Estarán equipados con un atenuador de sonido bien interior o exteriormente.
- No se desmontará la manguera del martillo sin haber cortado antes el aire.
- Se comprobará el acoplamiento perfecto de los punteros, barrenas, etc., con el martillo.
- Se trabajará siempre con los pies en un plano superior al de ataque con el puntero.
- Para prevenir la proyección de partículas que puedan dañar al operario, deberá utilizar ropa de trabajo cerrada, gafas antiproyecciones y mandil, manguitos y polainas de cuero.
- Para evitar las vibraciones utilizará cinturón antivibratorio y muñequeras.
- Para evitar lesiones en los pies utilizará botas de seguridad, homologadas clase III para prevenir posibles daños pulmonares por el polvo se utilizará mascarillas con filtro mecánico recambiable.
- Si el martillo está provisto de culata de apoyo en el suelo, se evitará apoyarse a horcajadas sobre ella, pare recibir más vibraciones de las inevitables.
- No se dejará el martillo hincado en el suelo, pared o roca, para evitar la dificultad de extraerlo después.
- Antes de accionar el martillo se asegurará que está perfectamente amarrado el puntero.
- Si el puntero está gastado o deteriorado se cambiará para evitar posibles accidentes.
- Se vigilará que las mangueras de gases estén en perfecto estado.
- Los operarios serán especialistas, para prevenir los riesgos de impericia.
- Se prohíbe expresamente el uso de martillos en presencia de líneas eléctricas y/o gas enterradas a partir de ser encontradas las bandas de señalización.

En mesa de sierra circular.

- Será manejada por personal especializado y con instrucción de su uso que deberá estar autorizado para utilizarla.
- El personal empleará pantallas o gafas para protegerse de posibles proyecciones a los ojos o a la cara.
- El dispositivo de puesta en marcha debe estar situado al alcance del operario, pero de tal manera que resulte imposible ponerse en marcha accidentalmente.
- La hoja de la sierra será de excelente calidad, y se colocará bien ajustada y prieta para que no se descentre ni se mueva durante el trabajo.
- La hoja se protegerá por debajo, lateralmente con dos mamparas desmontables.
- Sobre la mesa, se protegerá la parte posterior con un cuchillo divisor y la parte anterior con un cobertor regulable.

En amasadora.

- El cable de alimentación eléctrica tendrá el grado de aislamiento adecuado a intemperie y su conexionado perfectamente protegido. No estará prensado por la carcasa y estará la toma de tierra conectada a la misma.
- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada.
- La limpieza de las paletas de mezclado se realizará con la máquina parada.

Herramientas portátiles y manuales

Normas básicas de seguridad:

- Todas las herramientas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe, si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento, o bien de toma de tierra asociada a un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el

atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc. se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante "montacorreas" (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etcétera, para evitar el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán protegidos mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- La instalación de letreros con leyendas de "máquina averiada", "máquina fuera de servicio", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidas mediante carcasas anti deflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramientas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Las herramientas accionadas mediante compresor, se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 m., (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico.
- Las herramientas a utilizar en esta obra, accionadas mediante compresor estarán dotadas de camisas insonorizadas, para disminuir el nivel acústico.
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente, para prevenir el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte (o taladro), abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas-herramientas, se instalarán en forma aérea. Se señalizarán mediante cuerda de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo (o corte del circuito de presión).

1.3. Normas de seguridad y salud de equipos auxiliares

Prevención de riesgos en andamios sobre borriquetas.
- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos de trabajar sobre superficies inclinadas.
- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán más de 40 cm por los laterales para evitar el riesgo de vuelco, y la separación de las borriquetas no será superior a 2,50 m. Los andamios se formarán con un mínimo de dos borriquetas, prohibiéndose el uso de bidones, tablones, etc.
- Las plataformas tendrán un mínimo de 60 cm de anchura. Se limitarán con barandilla de 90 cm de altura, formada por listón superior, intermedio y rodapié de 20 cm.

Prevención de riesgos en escaleras de mano.
- No se podrán utilizar para salvar alturas de más de 6 m. Se deberán utilizar para mayores alturas, escaleras telescópicas.
- En su extremo inferior llevarán zapatas antideslizantes.
- Sobrepasarán en 0,90 m la altura a salvar, estando amarradas en su extremo superior a la estructura a la que dan acceso.
- Se instalarán de tal modo, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior; 1⁄4 de la longitud del larguero entre apoyos.
- El acceso de los operarios se hará de uno en uno, y se efectuará frontalmente. No se podrán transportar pesos superiores a 25 kg.
- Serán preferiblemente metálicas. En el caso de ser de madera, tendrán los largueros de una sola pieza, sin nudos o defectos, los peldaños estarán ensamblados y no clavados, y no estarán pintadas, si no que el barniz será transparente.

Prevención de riesgos en cables, cadenas, eslingas y aparejos de izado.

- Se emplearán únicamente elementos de resistencia adecuada.
- No se utilizarán los elementos de manutención haciéndolos formar ángulos agudos o sobre aristas vivas. En este sentido conviene:
  - Proteger las aristas con trapos, sacos o mejor con escuadras de protección.
  - Equipar con guardacabos los anillos terminales de los cables.
- No utilizar cables ni cadenas anudados.
- En la carga a elevar se elegirán los puntos de fijación que no permitan el deslizamiento de las eslingas, cuidando que estos puntos se encuentren convenientemente dispuestos en relación con el centro de gravedad del bulto.
- La carga permanecerá en equilibrio estable, utilizando si es preciso, un pórtico para equilibrar las fuerzas de las eslingas.
- Se observarán con detalle las siguientes medidas:
  - Cuando haya que mover una eslinga se aflojara lo suficiente para desplazarla.
  - No se desplazará una eslinga situándose debajo de la carga.
  - No se elevarán las cargas de forma brusca.

Prevención del riesgo de incendio.

- Se seguirán las siguientes medidas de seguridad:
- Designación de un equipo especialmente formado para el manejo de los medios de extinción.
- Cortar la corriente desde el cuadro general, para evitar cortacircuitos una vez acabada la jornada laboral.
- Prohibir fumar en las zonas de trabajo donde haya un peligro evidente de incendio, a causa de los materiales que se manejen.
- Prohibir el paso a personas ajenas a la empresa.

Normas de seguridad y salud en previsión de riesgos por servicios afectados.

NORMAS DE SEGURIDAD EN LA PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS; CONDUCCIONES DE GAS, TELÉFONO Y AGUA

Líneas eléctricas subterráneas

Actuaciones previas:

- Informarse de la posible existencia de cables enterrados.
- Efectuar las gestiones oportunas para conseguir el correspondiente descargo de la línea.
- En el caso de que no sea posible el descargo, o existan dudas razonables sobre el corte de tensión efectuado por la Compañía (indefinición de comienzo o fin de descargo, ausencia de justificación documental sobre la forma de realización del descargo, etc.) se considerará a todos los efectos a la línea en tensión, por lo que, en el caso de que se deba trabajar ineludiblemente en el área afectada por la línea se deberán considerar dos procedimientos:

Procedimientos de operación:
1) Conocida perfectamente la línea (tensión, profundidad, trazado y sistema de protección).

- Se podrá excavar mecánicamente hasta una distancia (proyecciones vertical y horizontal) de 0,50 m., debiendo continuarse la aproximación manualmente hasta acceder a la protección (fábrica de ladrillo, tubo, etc.) o hasta la cubierta aislante en caso de cubrición con arena o tierras.
- El procedimiento de trabajo desde que se inicie la excavación, pasando por los apeos correspondientes, cambio de emplazamiento (si procede), y posterior protección, se efectuará de conformidad con la compañía suministradora de fluido eléctrico.
- Estos trabajos de comienzo a fin deberán estar supervisados "in situ" por un responsable de los mismos.
- Las protecciones personales obligatorias, específicas del riesgo, consistirán en guantes dieléctricos adecuados a la tensión de la línea, protegidos con guantes de trabajo de cuero. Igualmente será obligatorio el casco con barbuquejo, protección ocular y calzado de seguridad clase III (aislante).
- El responsable de los trabajos no permitirá el inicio de estos mientras no compruebe que el procedimiento de trabajo tiene el visto bueno de la compañía eléctrica y que el personal utilice las protecciones personales obligatorias.

- En cualquier caso, es preceptiva la realización de calicatas por lo menos en dos puntos del trazado, para confirmar la exactitud de la línea, antes del inicio de los trabajos.

2) Conocida la existencia de una línea, pero no su trazado, profundidad o sistema de protección mecánica.

- Solicitar de la Compañía que mediante un detector de campo nos defina las coordenadas del trazado de la línea en la zona a operar.
- Si ofrecen garantías sobre la exactitud de las mediciones, se operará de acuerdo con el apartado 1o, pero solicitando la supervisión por persona cualificada perteneciente a la compañía eléctrica.
- Si no ofrece garantías la medición, o no la realiza la compañía eléctrica, se efectuará el correspondiente escrito a la Propiedad de la obra poniéndola en antecedentes del caso, así como el no inicio del trabajo en la posible zona afectada, dado su extrema peligrosidad, al objeto que efectúe las diligencias necesarias para el correspondiente descargo, o en su caso, la realización de los trabajos por la compañía eléctrica o por otra, con la correspondiente especialización en trabajos en tensión.

Conducciones de gas.
Se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Cuando se trabaje próximo a estas conducciones o cuando sea necesario descubrir éstas, se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Se instalarán las señales precisas para indicar el acceso a la obra, circulación en la zona que ocupan los trabajadores y los puntos de posible peligro, debido a la marcha de aquéllos, tanto en dicha zona como en sus límites e inmediaciones.
- Queda enteramente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.
- Queda enteramente prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Está prohibido la utilización, por parte del personal, de calzado que lleve herrajes metálicos, a fin de evitar la posible formación de chispas al entrar en contacto con elementos metálicos.
- No se podrá almacenar material sobre dicha conducción.
- En los lugares donde exista riesgo de caída de objetos o materiales, se pondrán carteles advirtiendo de tal peligro, además de la protección correspondiente.
- Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantas cargas.
- Para colocar o quitar bombillas de los portalámparas, es obligatorio desconectar previamente el circuito eléctrico.
- Todas las máquinas utilizadas que funcionen eléctricamente dispondrán de una correcta conexión a tierra.
- Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados en estos trabajos estarán perfectamente aislados y se procurará que en sus tiradas no haya empalmes.
- Si hubiera que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible de la instalación en servicio, equipando los escapes con rejillas cortafuegos. En caso de escape incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la compañía instaladora.

Conducciones de teléfono.
Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción. Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la tubería, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalizará convenientemente, para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la compañía instaladora.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- En caso de rotura o fuga en la canalización, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

Conducciones de agua.

Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado de la conducción.
Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la conducción en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la conducción, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no se rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular cualquier elemento de la conducción en servicio.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar la conducción como punto de apoyo.

• En caso de rotura de la conducción, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora para su posterior reparación.

Normas de seguridad y salud en accesos y señalización

A- Accesos

- Antes de vallar la obra, se establecerán accesos cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria. Si es posible, se separarán los accesos de personal de los de vehículos y maquinaria.
- Si no es posible lo anterior, se separará por medio de barandilla la calzada de circulación de vehículos y la de personal, señalizándose debidamente.
- Se procederá al cerramiento perimetral de la obra, de manera que se impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma.
- Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.
- El ancho mínimo será de 4,5 metros en los tramos rectos y sobre ancho adecuado en las curvas.
- Se colocarán las siguientes señales:
  - Al comienzo de la rampa señal de "subida con pendiente".
  - A la salida de la rampa señal de "stop".
  - A la entrada de la rampa señales de "limitación de velocidad a 20 km/h", "bajada con pendiente" y "entrada prohibida a peatones".
- Asimismo, se señalizarán adecuadamente los dos laterales de la rampa estableciendo límites seguros para evitar vuelcos o desplazamientos de camiones o maquinaria.

B- Señalización

- De forma general, deberá atenderse la siguiente señalización en esta obra, si bien se utilizará la adecuada en función de las situaciones no previstas que surjan.
- Se instalará un cartel en la oficina de obra con los teléfonos de interés más importantes utilizables en caso de accidente o incidente en el recinto de obra. El referido cartel debe estar en sitio visible, para poder hacer uso de los teléfonos, si fuera necesario, en el menor tiempo posible.
- En la/s entrada/s de personal a la obra, se instalarán las siguientes señales:
  - Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
  - Utilización obligatoria del casco.
- En los cuadros eléctricos general y auxiliares de obra, se instalarán las señales de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de caída de altura se utilizarán las señales de peligro de caídas a distinto nivel y utilización obligatoria del cinturón de seguridad.
- Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir de la señal de peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados, etc.) hasta instalar la protección efectiva perimetral y colocarse la señal de riesgo de caída a distinto nivel.
- En las zonas donde exista peligro de incendio por almacenamiento de material combustible, se instalará señal de prohibido fumar.
- En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente para ser localizado visualmente.
- En las zonas donde se coloquen extintores se pondrán las correspondientes señales para su fácil localización.

Asimismo, se señalizarán los accesos naturales a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena, colocando los cerramientos necesarios. Para ello se limitará físicamente todo el perímetro de las obras mediante una valla de

cerramiento. La señalización será mediante:

- Avisos al público colocados perfectamente verticales y en consonancia con su mensaje.
- Banda de acotamiento destinada al acotamiento y limitaciones de zanjas, así como a la limitación e indicación de pasos peatonales y de vehículos.
- Postes soporte para banda de acotamiento, perfil cilíndrico y hueco de plástico rígido, color butano de 100 cm de longitud, con una hendidura en la parte superior del poste para recibir la banda de acotamiento.
- Adhesivos reflectantes destinados para señalizaciones de vallas de acotamiento, paneles de balizamiento, maquinaria pesada, etc.
- Valla plástica tipo masnet de color naranja, para el acotamiento y limitación de pasos peatonales y de vehículos, zanjas, y como valla de cerramiento en lugares poco conflictivos.

Todos los desvíos, itinerarios alternativos, estrechamientos de calzada, etc. que se puedan producir durante el transcurso de la obra, se señalizarán según la Norma de Carreteras 8.3-IC del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 31 de agosto de 1987.

Las señales serán de los tipos:

- TP, señales de peligro.
- TR, señales de reglamentación y prioridad.
- TS, señales de indicación.
- TM, señales manuales.
- TB, elementos de balizamiento reflectantes.
- TL, elementos luminosos.
- TD, elementos de defensa.

1.4. Instalaciones de Salud y Bienestar

Todas las instalaciones de la obra, se mantendrán limpias, por lo que se organizará un servicio de limpieza para que diariamente sean barridas y fregadas con los medios necesarios para tal fin. En esta obra se cumplirán las siguientes normas:

- Comedor
  - 1 Calientacomidas por cada 30 operarios.
  - 1 Grifo en la pileta por cada 10 operarios.
- Asesos
  - 1 Inodoro por cada 25 operarios.
  - 1 Ducha por cada 10 operarios.
  - 1 Lavabo por cada 10 operarios.
  - 1 Espejo (40 x 50) por cada 25 operarios.
  - 1 Calentador agua.
  - Jabón, portarrollos, papel higiénico, etc.
- Vestuarios
  - Bancos, perchas.
  - 1 Taquilla por trabajador.

1.5. Organización de la seguridad y Salud en la obra

Órganos de seguridad en obra

Vigilante de seguridad

La empresa constructora estará obligada a nombrar un vigilante de seguridad que será el encargado general de la obra. Deberá comunicarse su nombre a la Dirección Facultativa de las obras previamente al comienzo de las mismas El nombramiento del vigilante de seguridad estará permanentemente expuesto en lugar visible.

Su misión es la de hacer eficaces los medios de seguridad, previendo las necesidades con antelación, haciendo cumplir el programa establecido en este Plan y en sus posibles actualizaciones.

Comité de Seguridad y Salud

Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud que será el órgano de seguimiento de las condiciones de seguridad de la

obra, de forma permanente.

El Comité estará formado por:

- Presidente; el jefe de obra.
- Vigilante de Seguridad: encargado general.
- Secretario: administrativo de obra.
- Vocales: un representante de nuestro personal y un representante de los trabajadores de cada subcontrata.

El Comité se reunirá mensualmente redactando un acta de la reunión que firmarán todos los asistentes y se presentará a la Dirección Provincial de Trabajo recabando el correspondiente acuse de recibo. La fotocopia de esta acta se fijará en el Tablero de Seguridad y Salud.

Se guardará fotocopia de todos los documentos que se generen relacionados a Vigilante y Comité en una carpeta-archivador de Seguridad y Salud.

Formación e Información de Riesgos.

Todo el personal deberá recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y de los riesgos que éstos pudieran comportar, juntamente con las medidas de seguridad que tendrá que emplear.

Escogiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de manera que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Normas de Seguridad para todos los trabajadores

Todos los trabajadores saldrán del vestuario con la ropa de trabajo, el casco y las otras prendas de protección que su puesto de trabajo exija.

Se considera falta grave la no utilización de estos equipos.

Accederán a los puntos de trabajo por los itinerarios establecidos y utilizarán los pasos, torretas, escaleras, etc., instalados con esta finalidad.

No utilizarán las grúas dumpers, retros, etc., como medio de acceso al puesto de trabajo.

No se situarán en el radio de acción de maquinaria en movimiento.

No permanecerán bajo cargas suspendidas.

No trabajarán en niveles superpuestos.

No manipularán cuadros o líneas eléctricas. Si se produjese alguna avería, avisarán al encargado o al personal de mantenimiento correspondiente.

Cumplirán las instrucciones que reciban de los encargados, capataces, y vigilantes de seguridad.

No consumirán bebidas alcohólicas durante las horas de trabajo.

Notificación e Investigación de Accidentes.

Todos los accidentes que se produzcan deberán ser notificados e investigados para evaluar su gravedad potencial y adoptar las medidas correctoras necesarias para evitar su repetición.

Seguimiento y control

Habrá reuniones periódicas del Comité de Seguridad y Salud en las que se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

1. Instalaciones médicas

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá el material consumido.

2. Protecciones personales.

Se comprobará la existencia, uso y estado de las protecciones personales las cuales tendrán fijadas un periodo de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de una

determinada prenda, se repondrá ésta independientemente de su duración prevista o fecha de entrega.

La entrega de las prendas de protección personal se controlará mediante unas fichas personales de entrega de material, controlando a su vez las reposiciones efectuadas. Se adjunta modelo de justificante de entrega de Equipos de Protección Individual.

3. Protecciones colectivas

Al igual que las protecciones personales, cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de un determinado equipo, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista.

4. Instalación del personal.

Para la limpieza y la conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria

F – Consideraciones Básicas de Seguridad y Salud – Parques eólicos

Existen notas técnicas de prevención para las tareas de mantenimiento de los aerogeneradores. Se trata de las NTP 1022, 1023 y 1024. Cualquier trabajador que vaya a trabajar en un aerogenerador debería conocer estas notas en detalle, disponer del certificado de trabajos en altura y formación sobre evaluación y prevención del riesgo eléctrico y sobre uso de extintores, además de la específica sobre aerogeneradores.

Los principales riesgos son: atrapamiento, caída a diferente nivel, riesgo eléctrico, incendio y manipulación de cargas. Se trata de riesgos cuya prevención es sencilla siempre que se sea riguroso en el cumplimiento de los procedimientos. En este sentido, la NTP 1023 y 1024 detallan estos aspectos y a ellas nos remitimos. Como resumen destacamos:

- Atrapamiento, desplome
  - Medidas de protección colectiva bajo el hueco del elevador para impedir atrapamiento
  - Dispositivos de seguridad del elevador
  - Revisiones periódicas del elevador.
  - Sistemas de renteción de la puerta de entrada a la base.
  - Sistemas de sujección de las trampillas que eviten el despolme.
- Caídas de objetos a distinto nivel
  - Obligatorio el uso del casco de seguridad en la base y otras zona sde trabajos
  - Cerrar aperturas en caso de trabajar en distinto niveles
  - No dejar material abandonado en plataformas ni en la góndola
  - Revisiones periódicas del estado estructural
- Contacto eléctricos
  - Seguir los procedimientos específicos de riesgos frente a contactos eléctricos
  - Cumplimiento de la normativa electrotécnica específica
  - Revisión periódica de la instalación eléctrica
- Explosión
  - Evaluación especifica del riesgo eléctrico y medidas de prevención y control, contemplando el derivado de arco eléctrico.
  - Equipos y materiales adecuados, contemplando eespecficiamente el riesgo derivado de arco eléctrico.
  - EPI específicos para operaciones con riesgo de explosión por arco eléctricos
  - No maniobrar celdas que carezcan o tenga bajo nivel de Hexafluoruro de azufre
- Exposición sustancias químicas
  - Evitar operaciones de maniobra en caso de detección de fuga de Hexafluoruro de azufre

Así, podemos distinguir:

E1E: Explotación y mantenimiento de las instalaciones

Identificación de riesgos

E1E R1 Caída de objetos o cargas.

E1E R2 Caída de personas a diferente nivel.

E1E R3 Caída de personas al mismo nivel

E1E R4 Proyección de partículas a los ojos.

E1E R5 Daños en los ojos por arco eléctrico (soldadura u otros).

E1E R6 Daños en las extremidades.

E1E R7 Sobreesfuerzos.

E1E R8 Golpes contra objetos.

E1E R9 Atrapamiento por objetos o máquinas.

E1E R10 Quemaduras.

E1E R11 Electrocuciones.

E1E R12 Atropello por vehículos.

E1E R13 Ambiente pulverulento.

E1E R14 Volcadura de la grúa.

Riesgos específicos

Los trabajos deben realizarse con el aerogenerador desenergizado para evitarlos.

Prevención (P)

E1E R1 P1 Asegurarse de que no hay personas bajo cargas en movimiento. E1E R1 P2 Asegurar el estrobo de objetos y cargas.

E1E R3 P Mantener la zona de trabajo limpia y libre de obstáculos.

E1E R9 P Balizamiento de las zonas de alcance de las partes móviles de las máquinas.

E1E R11 P1 Identificación de la instalación al esquema unifilar. E1E R11 P2 Mantener las distancias de seguridad.

E1E R11 P3 Corte con corte visible de todas las fuentes de tensión*. E1E R11 P4 Enclave o bloqueo de los aparatos de corte y señalización*. E1E R11 P5 Reconocimiento de la ausencia de tensión*.

E1E R11 P6 Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las fuentes posibles de tensión*.

E1E R12 P Organización cuidadosa de los trabajos. Comunicación. E1E R14 P Estacionamiento y apuntalamiento cuidadoso de la grúa.

*En caso de tener que manipular elementos sin tensión pero que habitualmente sí la tienen.

Elementos de protección colectiva (PC)

E1E PC1 Señalización de puesta en tensión de la instalación.

E1E PC2 Señalización de seguridad delimitando la zona de trabajo. E1E PC3 Descensores en góndola

Protección individual (PI)

E1E R1 PI Casco.

E1E R2 PI Arnés de seguridad sujeto a estructuras estables que permita una caída máxima de 1,5 m.

E1E R3 PI Calzado antideslizante. E1E R4 PI Pantalla facial.

E1E R5 PI Gafas de protección contra rayos ultravioleta. E1E R6 PI Guantes de protección mecánica.

E1E R7 PI Faja lumbar. E1E R8 PI Casco.

E1E R10 PI Guantes antitérmicos. E1E R11 PI1 Guantes aislantes.

E1E R11 PI2 Pértigas detectoras de tensión. E1E R11 PI3 Banquetas aislantes.

E1E R13 PI Máscara buconasal.

Protección contra incendios y sobrecargas eléctricas

Por ser los elementos que el trabajador supone que siempre se encuentran en condiciones aunque él no los haya revisado, deben ser objeto de especial atención:

- Se realizará una revisión periódica de las instalaciones eléctricas, al menos semestralmente.
- Existirá la adecuada señalización indicando la situación de extintores, camino de evacuación, etc.
- Debe procurarse – en incidir en la formación- para que el personal extinga el fuego en su fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales, en todos los casos, serán avisados inmediatamente.
- Los extintores se someterán las revisiones y retimbrado Periódico.
- Los medios de extinción serán los siguientes: en góndola, un extintor manual de 6 kg de CO2, y uno de polvo ABC de 9 kg; en la base del aerogenerador, un extintor de 6 kg de CO2

Medios de rescate desde la góndola

La góndola dispone de un portillo para poder descender a una persona accidentada o para evacuarla en caso de incendio.

Para permitir esta evacuación, en cada aerogenerador se equiparán bien dos descensores indivuduales, bien un descensor para dos persones. Se ubicaran en la góndola, junto a la trampilla.

Con respecto al personal dedicado al mantenimiento de los aerogeneradores:

- No se aceptará ningún trabajador que previamente no haya pasado por un control médico que garantice que se encuentra en las condiciones adecuadas para realizar los trabajos que se le encomienden.
- Prestará especial atención a los siguientes aspectos:
  - Higiene del trabajo en cuanto a condiciones ambientales e higiénicas.

- Higiene del personal de obra mediante reconocimientos previos, vigilancia de la salud y bajas y altas durante la obra.
- Asesoramiento y colaboración en temas de higiene y en la formación de aplicación de primeros auxilios.

Primeros auxilios

- En los casos en los que se requiera, se efectuarán sobre el/los accidentados operaciones sencillas y que, al menos el delegado de prevención debe saber realizar:
  - Curar heridas superficiales.
  - Torniquetes en extremidades inferiores y superiores.
  - Respiración artificial. Normas en caso de accidente laboral

Normas en caso de accidente laboral

- Accidente menor:
  - Se interrumpirá la situación de peligro sin arriesgar al afectado ni a ningún otro compañero.
  - Se avisará al responsable de mantenimiento y al técnico de Seguridad y Salud, y se efectuarán los primeros auxilios.
  - Si fuera necesario, trasladar al accidentado al centro de salud u hospitalario indicado.
  - Se realizará la declaración de accidente.
- Accidente mayor:
  - Mismo procedimiento que en el caso del accidente menor, además se comunicará a los servicios de socorro la naturaleza, gravedad, afectados y situación de los mismos.
  - Se informará inmediatamente a la Mutua Patronal, Propiedad y Autoridades pertinentes, además de contactar con el Servicio de Prevención Mancomunado.
  - Consignas específicas para distintos casos de accidente:
  - Si el accidentado no está en peligro, se le cubre, tranquiliza y se le atiende en el mismo lugar de accidente.
  - Si el accidentado está en peligro, se le traslada con el máximo cuidado, evitando siempre mover la columna vertebral.

- Asfixia o electrocución:

Detener la causa que lo genera, sin exponerse uno mismo.

Si el accidentado respira, situarlo en posición lateral de seguridad.

Si no respira, realizar la respiración artificial.

- Quemaduras:
  - En todos los casos, lavar abundantemente con agua embotellada.
  - Si la quemadura es grave, por llama o líquidos hirvientes, no despojar de la ropa y mojar abundantemente con agua fría.
  - Si ha sido producida por productos químicos, levantar la ropa con un chorro de agua y lavar abundantemente

con agua durante, al menos, quince minutos.

- Si la quemadura se puede extender, no tocarla.
- Si la hinchazón es profunda, desinfectarla, sin frotar, con un antiséptico y recubrir con gasas.

- Heridas y cortes:
  - Si son superficiales, desinfectar con productos antisépticos y recubrir con una protección adhesiva.
  - Importante, recubrir la herida con compresas y, si sangra abundantemente, presionar con la mano o con una banda bien ajustada sin interrumpir la circulación de la sangre.

G – Presupuesto y mediciones de Seguridad y Salud

El presupuesto para el suministro de protecciones colectivas, individuales y elementos de señalización necesarios para la ejecución del proyecto, tapado de zanjas, señalización, etc., así como caseta de obra, vestuarios y aseos, además de la coordinación de seguridad y salud en la obra y la asistencia técnica ascenderá a ocho mil trescientos cinco con veinte céntimos [8.305,2 €].

En Valladolid, Junio de 2024

El Graduado en Ingeniería Eléctrica

Colegiado 3.509 del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Parque eólico "P.E. Hornazos" de 4,95 MW

e infraestructuras de evacuación para conexión a red

EMPLAZAMIENTO EÓLICO

Murchante[Navarra]

Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1

PROMOTOR

MISTRAL RENOVABLES 22 SL

CIF B72433444

AUTOR

Colegiado 3.509 de ingenierosVA

FECHA

Junio 2024

PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este Pliego es la ordenación de las condiciones técnicas que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de las obras relativas a movimiento de tierras, obra civil y todas las instalaciones eléctricas para la implantación del parque eólico Hornazos, ubicado en el término municipal de Tudela, en la Comunidad Foral de Navarra.

En él se señalan los criterios generales que serán de aplicación, se describen las instalaciones comprendidas y se fijan las características de los materiales a emplear, las normas que han de seguirse en la ejecución de las distintas unidades de obra, las pruebas previstas para la recepción, así como las formas de medición y abono de las obras relacionadas con las instalaciones eléctricas.

1.2. REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en este mismo proyecto.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y normas citadas.

1.3. MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en lo documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

1.4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

-Comienzo

El contratista dará comienzo a la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma de contrato.

El contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

-Plazo de ejecución

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

-Libro de Ordenes

El contratista dispondrá en la obra de un Libro de Ordenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

1.5. INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del proyecto, corresponde al Técnico Director. El Contratista está obligado a someter a éste a cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El Contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto.

El Contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma.

1.6. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe del contrato.

1.7. OBRA DEFECTUOSA

Cuando el contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

1.8. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

1.9. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

-Recepción provisional

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr ese día el plazo de garantía.

-Plazo de garantía

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

-Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

1.10. FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el Contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo de garantía no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1. NORMAS A SEGUIR

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en las últimas ediciones de los siguientes códigos:

1. Reglamento electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
2. Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
3. Reglamento de Líneas Eléctricas de Media tensión.
4. Recomendaciones UNESA y normas UNE.
5. Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (C.E.I).
6. Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Y además, también a lo indicado en este Pliego de Condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.

2.2. PERSONAL

El Contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

2.3. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS

Cuando lo estime oportuno el Técnico Director, podrá encargar y ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque estos no estén indicados en este pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio oficial que el Técnico Director de obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas serán a cargo de la empresa contratada.

3. CONDICIONES TÉCNICAS

3.1. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

3.1.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los cables que se emplearán en el tendido de la Línea de Media tensión serán unipolares de aislamiento de dieléctrico seco de las características descritas en la Memoria y Planos.

No se permitirán realizar empalmes. En caso de tener que hacerse alguno, sólo se permitirá en los cableados de corriente contínua y se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme. Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme. Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

3.1.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1 - Todos los materiales utilizados en las obras e instalaciones, serán de constructores o fabricantes de reconocida solvencia. El contratista vendrá obligado a presentar cuantas especificaciones se requieran para comprobar la bondad de los citados materiales.

2 - Todos los elementos o materiales sometidos a reglamentaciones o especificaciones reglamentarias, deberán estar convenientemente

homologados por las entidades oficiales, estatales o paraestatales que entienden del caso.
3 - Los materiales que lo requieran, deberán llevar grabadas de modo inconfundible sus características.

4 - No se admitirán elementos o materiales que no cumplan los requisitos anteriores no pudiendo presentar el contratista reclamación alguna por este motivo o por haber sido rechazado a causa de deficiencias o anomalías observadas en ellos.

5 - Todo el material utilizado deberá estar homologado por UNESA por la CEI, o en todo caso debe ser material que haya sido verificado por el Ministerio de Industria como cumplidor de las exigencias técnicas de funcionamiento requeridas para él. Deben de estar grabados en el material cuanto menos la tensión de servicio y la intensidad para la que han sido dimensionados.

6 - No se podrá modificar la instalación sin la intervención del instalador autorizado o técnico competente, según corresponda.

3.1.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Antes de la recepción de las instalaciones, deberán haber sido realizadas las siguientes mediciones, claro está, con resultados satisfactorios:

- Medición de la resistencia de aislamiento de la instalación.
- Medición del poder dieléctrico de la instalación.
- Medición de la toma de tierra.

y haberse realizado las siguientes comprobaciones:

- Comprobación visual general de la instalación.
- Comprobación de disparo de los interruptores automáticos.
- Examen del conductor
- Verificación de dimensiones.
- Ensayo de tensión durante 4 horas.
- Ensayo de alargamiento en caliente.

Debiendo hacerse constar todos estos extremos, en la certificación de Dirección y Terminación de Obra correspondiente a esta instalación.

3.1.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

1º - Queda terminantemente prohibido el acceso a los apoyos. a toda persona ajena a su funcionamiento, exceptuando a todo el personal técnico de la misma o perteneciente a la empresa suministradora y también al Agente de la Administración o algún representante del mismo.

2º - El personal encargado de las manipulaciones, tendrá especial cuidado en conservar en perfecto estado de funcionamiento y limpieza todos los elementos y protecciones instalados. Asimismo se asegurará con frecuencia que los conductores que unen las apoyos con las tomas de tierra estén en perfecto estado.

3º - No se efectuará ninguna manipulación tanto en la parte de Media tensión, como en la de baja, sin tener previa y absoluta seguridad de que la corriente ha sido cortada.

4º - La maniobra con los seccionadores se realizará siempre que previamente se haya desconectado el interruptor general. Para esta maniobra se utilizará siempre una pértiga de maniobra, situándose sobre una banqueta aislante y colocándose unos guantes de seguridad de 36 kV. de aislamiento.

5º - No obstante haber tomado las medidas de precaución a que se refiere el art. 3º, siempre que se tenga necesidad de manipular en un aparato de Media tensión (sin corriente), se hará a ser posible, con una sola mano y sin tocar masa con la otra. Se emplearán guantes aislantes.

6º - Siempre que se observe alguna anormalidad se pondrá en conocimiento del superior inmediato.

3.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS CENTROS

3.2.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

3.2.1.1. OBRA CIVIL

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista y procederán de los lugares, fábricas o marcas que, elegidas por dicho Contratista, hayan sido previamente aprobadas por el Director de las Obras. Cuando existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor en la fecha de licitación.

El Contratista está obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de los yacimientos, y si durante la ejecución de las obras los materiales dejasen de cumplir las condiciones establecidas por el presente Pliego, o si la producción resultase insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista deberá buscar otro lugar de extracción, siguiendo las normas anteriores.

3.2.1.2. APARAMENTA DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

3.2.1.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al reste del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.2.1.4. EQUIPOS DE MEDIDA

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Ésta será redundante según se indique en la memoria del Proyecto.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.
Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm2 de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm2 para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo

indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

3.2.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

3.2.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el ITC-RAT 02.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de una entidad acreditada por los Organismos Públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Medición de las Tensiones de Paso y Contacto.
- Resistencia de Puesta a Tierra.

3.2.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

3.2.4.1. PREVENCIONES GENERALES

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación o subestación, como banqueta, guantes, etc.
No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación o subestación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de

Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro o subestación, para su inspección y aprobación, en su caso.

3.2.4.2. PUESTA EN SERVICIO

Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

3.2.4.3. SEPARACIÓN DEL SERVICIO

Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenirse en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para la garantizar la seguridad de personas y cosas.

La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

3.2.4.4. PREVENCIONES ESPECIALES

No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de seccionamiento, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

4. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los Organismos Público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

Autorización administrativa de la obra.
Proyecto firmado por un técnico competente.
Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
Certificado de ensayos de los conductores.
Certificado de calidad y de ensayos de todos los componentes de los aerogeneradores.
Certificación de fin de obra.
Contrato de mantenimiento.
Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

5. LIBRO DE ÓRDENES

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado Centro de Transformación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

En Valladolid, Junio de 2024

El Graduado en Ingeniería Eléctrica

Colegiado 3.509 del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Parque eólico "P.E. Hornazos" de 4,95 MW

e infraestructuras de evacuación para conexión a red

EMPLAZAMIENTO EÓLICO

Murchante [Navarra]

Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1

PROMOTOR

MISTRAL RENOVABLES 22 SL

CIF B72433444

AUTOR

Colegiado 3.509 de ingenierosVA

FECHA

Junio 2024

PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Se redacta el presente documento con el objeto de definir la planificación para la reducción y la gestión de los residuos generados por el desarrollo de las obras definidas como:

- Tipo de obra: Parque Eólico Hornazos
- Emplazamiento: Murchante y Tudela (Navarra).
- Técnico redactor: Colegiado 3.509 de ingenierosVA.
- Productor de los residuos: MISTRAL RENOVABLES 22 SL como promotor de la obra.

2. DEFINICIONES

A continuación se identifican los residuos a generar en la obra según la codificación de la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

RCDs de Nivel I

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

Para este proyecto se han considerado unas cantidades de movimiento de tierras estimadas. No obstante, en fases más avanzadas se incorporará un anexo con un estudio más exhaustivo del movimiento de tierras necesario en el proyecto.

RCDs de Nivel II

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Terminología:

- RCDs Residuos de la Construcción y la Demolición
- RSU Residuos Sólidos Urbanos
- RNP Residuos NO peligrosos
- RP Residuos peligrosos

3. NORMATIVA

- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE núm. 96, de 22.04.1998).
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante deposito en vertedero (BOE núm. 25, de 29.01.2002).
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos (BOE núm. 43, de 19.02.2002).
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).
- Orden de 23 abril de 2003, por la que se regula la repercusión del impuesto sobre depósito de residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13.02.2008).
- Decreto Foral 23/2011, de 28 de marzo, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en el ámbito territorial de la Comunidad Foral de Navarra.

4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

La identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, se muestra en la siguiente tabla:

RCDs Nivel I		
	1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN	
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétrea

	1. Asfalto	
X	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
	2. Madera	
X	17 02 01	Madera
	3. Metales	
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	4. Papel	
X	20 01 01	Papel
	5. Plástico	
X	17 02 03	Plástico
	6. Vidrio	
	17 02 02	Vidrio
	7. Yeso	
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétrea

	1. Arena Grava y otros áridos	
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla

	2. Hormigón	
X	17 01 01	Hormigón

	3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	
	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 1 7 01 06.

	4. Piedra	
X	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

	RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
	1. Basuras	
	20 02 01	Residuos biodegradables
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

	2. Potencialmente peligrosos y otros	
	17 01 06	mezcal de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plastico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercúrio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
	17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
	15 02 02	Absorventes contaminados (trapos,…)
X	13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,…)
	16 01 07	Filtros de aceite
	20 01 21	Tubos fluorescentes
	16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
	16 06 03	Pilas botón
X	15 01 10	Envases vacíos de metal o plastico contaminado
	08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
	14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
	07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
	15 01 11	Aerosoles vacios
	16 06 01	Baterías de plomo
X	13 07 03	Hidrocarburos con agua
	17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

5. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

1 Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos…).

2 Residuos de procedentes de las cimentaciones.

3 Residuos procedentes de demoliciones.

4 Residuos procedentes de la excavación de la zanja de las líneas eléctricas.

5 Residuos procedentes del embalaje de los equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos.

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados de la composición en peso de los RCDs que van a vertederos, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:
NOTA: Los porcentajes (%) se extraen del Plan Nacional de Residuos 2001 - 2006. Se basan en los estudios realizados en la Comunidad de Madrid para obra nueva. El Plan RCD de la CAM 2002-2011 establece valores ligeramente diferentes, pero siempre se trata de una estimación variable en función del tipo de obra.

En el punto 6,4 del Plan RCD de la CAM 2002-2011 se estima que de la totalidad de residuos de una obra nueva, el 32% son tierras y productos inertes no recuperables que pasarán a depósito, el 20% serán de tipología variada entregados a cada gestor y el 48% pasará a plantas de reciclaje, con un rechazo estimado del 17%.

6. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere.
Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- **En las operaciones de movimiento de tierras se ha intentado compensar el volumen de desmonte y terraplenado para aprovechar al máximo las tierras, de forma que el transporte de tierras a vertedero se vea reducido al mínimo posible.**
- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- Utilización de elementos prefabricados.
- Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posteriorincrementa los costes de gestión.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

7. OPERACIONES DE SEPARACIÓN, REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Operaciones de separación de los residuos en obra.

En base al artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separase en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón 160 Tm
- Ladrillos, tejas, cerámicos 80 Tm
- Metal 2 Tm
- Madera 1 Tm
- Vidrio 1 Tm
- Plástico 0,5 Tm
- Papel y Cartón 0,5 Tm

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías, como mínimo se contemplará lo siguiente:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.
- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.
- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, 1 contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

Operaciones de reutilización y valorización.

Dadas las características de la obra, no se prevé en principio la reutilización ni valorización "in situ" de los residuos, a excepción de parte de las tierras procedentes de la excavación de zanjas, que se reutilizarán en la propia obra, yendo la otra parte a vertedero autorizado. Sin embargo, se procurará la reutilización en las propias instalaciones de aquellos elementos retirados y desmontados que se encuentren en buenas condiciones, como por ejemplo, cables o tubos de las canalizaciones. En cualquier caso, se llevará a cabo la separación selectiva de los residuos que se generen para favorecer su valorización y reutilización en la propia instalación u otras externas a la obra.

Operaciones de reutilización y valorización.

Mediante la separación de las distintas fracciones de residuos se facilitará la gestión posterior, estando previsto el siguiente destino para cada una de ellas:

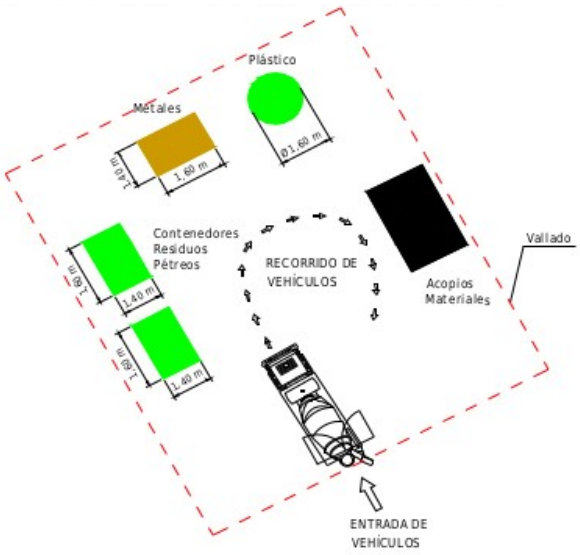
INSTALACIONES PREVISTAS

Tipo de RCD	**Destino previsto**
Excedentes de excavaciones	Vertedero
RCD de naturaleza pétrea	Planta de reciclaje / Vertedero de RCD
Metales, plásticos, maderas, papel y cartón	Entrega a empresa de reciclaje (Gestor autorizado de residuos no peligrosos)
Potencialmente peligrosos y otros	Entrega a Gestor autorizado de residuos peligrosos
Basuras	Gestión a través de los servicios de recogida municipal

Para una correcta gestión de los RCDs generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (pétreos, plásticos...).
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón.
- Contenedores para residuos urbanos.

A continuación se incluye, a nivel esquemático, el detalle de las instalaciones previstas:



8. PRESUPUESTO

6.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (calculo sin fianza)				
Tipología RCDs	Estimación (m³)	Precio gestión en Planta / Vertedero / Cantera / Gestor (€/m³)	Importe (€)	% del presupuesto de Obra
RCDs Nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	342,77	5,50	1.885,26	0,0471%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €				**0,0471%**
RCDs Nivel II				
RCDs Naturaleza Pétrea	1,37	10,00	13,71	0,0003%
RCDs Naturaleza no Pétrea	4,80	10,00	47,99	0,0012%
RCDs Potencialmente peligrosos	0,69	10,00	6,86	0,0002%
Presupuesto aconsejado límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra				**0,0017%**

.- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN		
6.1.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I	799,31	0,1998%
6.2.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II	6.554,91	0,1983%
6.3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc…	3.966,94	0,6000%

TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs	13.274,98	1,0470%

En Valladolid, Junio de 2024

El Graduado en Ingeniería Eléctrica

Colegiado 3.509 del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Parque eólico "P.E. Hornazos" de 4,95 MW

e infraestructuras de evacuación para conexión a red

EMPLAZAMIENTO EÓLICO

Murchante [Navarra]

Parcelas 11, 15, 55, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66 del Polígono 1

PROMOTOR

MISTRAL RENOVABLES 22 SL

CIF B72433444

AUTOR

Colegiado 3.509 de ingenierosVA

FECHA

Junio 2024

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 ACTUACIONES PREVIAS			
01.01	**m2 Desbr. y limp. terreno a máquina**			
	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxilares.			
		13.170,70	0,12	1.580,48
	TOTAL CAPÍTULO 01 ACTUACIONES PREVIAS.....			**1.580,48**
	CAPÍTULO 02 VIALES Y PLATAFORMAS			
02.01	**m3 Extendido de terraplén**			
	Formación de terraplén con productos seleccionados extendido, humectación y compactación (95% P.M.) incluso perfilado de taludes y rasanteo de la superficie de coronación, totalmente terminado.			
		1.095,00	9,00	9.855,00
02.02	**m3 Excavación en desmonte**			
	Excavación en desmonte para explanación por medios mecánicos en cualquier clase de terreno, incluso clasificación y transporte de los productos a vertedero o lugar de empleo perfilado de taludes y rasanteo, totalmente terminado.			
		1.433,77	2,30	3.297,67
02.03	**m3 Zahorra base**			
	Capa de zahorra natural o artificial de 10 cm, con Índice Plástico inferior a 9, CBR>80%, para el firme de viales, incluso transporte desde planta o cantera, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de Proctor Modificado			
		438,00	22,00	9.636,00
02.04	**m3 Zahorra subbase**			
	Capa de zahorra natural o artificial de 20 cm, con Índice Plástico inferior a 9, CBR>60%, para el firme de viales, incluso transporte desde planta o cantera, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de Proctor Modificado			
		876,00	15,00	13.140,00
02.05	**m Drenaje mediante cunetas**			
	Cuneta triangular en pie de terraplén o cuneta de guarda, de tierra o revestida de hormigón HM-20, de espesor mínimo 10cm, incluso excavación y demoliciones, encofrado, relleno, refino y compactación. Totalmente terminado.			
		413,44	1,00	413,44
02.06	**m3 Restitución zona de palas**			
	Restitución a estado original del terreno de la zona de palas de las plataformas			
		4.629,91	2,22	10.278,40
02.07	**ud Señalizacion provisional de obra**			
	Señalización provisional de obra homologada, a mantener durante la ejecución de la obra.			
		1,00	600,00	600,00
02.08	**m2 Plataforma de zona de acopios y base del aerogenerador**			
	Capa de zahorra natural o artificial de 10 cm, con Índice Plástico inferior a 9, CBR>80%, para el firme de viales, incluso transporte desde planta o cantera, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de Proctor Modificado			
		8.527,31	3,55	30.271,95
	TOTAL CAPÍTULO 02 VIALES Y PLATAFORMAS.....			**77.492,46**

CAPÍTULO 03 CAMPO EÓLICO

SUBCAPÍTULO 03.01 OBRA CIVIL

APARTADO 03.01.01 CIMENTACIONES

03.01.01.01 **ud** **Cimentacion aerogenerador sany renewable energy SI-16050**

Cimentación para aerogenerador SANY RENEWABLE ENERGY SI-16050, completamente terminada, incluyendo excavación, colocación y nivelación de jaula de pernos, hormigón HA-30 para armado, acero B500S, encofrado, grout de nivelación, impermeabilización y sellado de tubos de entrada.

1,00	85.000,00	85.000,00

TOTAL APARTADO 03.01.01 CIMENTACIONES..... 85.000,00

APARTADO 03.01.02 ESTUDIOS E INGENIERIA

03.01.02.01 **ud** **Topografía coloc. picas coord.**

Trabajos profesionales de topógrafo para el marcaje en el terreno. Se registrarán además las cordenadas x, y, z de cada punto.

1,00	2.156,52	2.156,52

TOTAL APARTADO 03.01.02 ESTUDIOS E INGENIERIA..... 2.156,52

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 OBRA CIVIL..... 87.156,52

SUBCAPÍTULO 03.02 MAQUINAS

03.02.01 **ud** **Aerogenerador SI-16050**

Aerogenerador SANY RENEWABLE ENERGY SI-16050 de 5.000 kW y 690 V. IEC S. 160 m de diámetro de rotor, 120 m de altura de buje y corte de velocidad del viento entre 3 y 25 m/s.

1,00	3.625.000,00	3.625.000,00

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.02 MAQUINAS..... 3.625.000,00

SUBCAPÍTULO 03.03 INST. SEGURIDAD ANTI INTRUSIÓN

03.03.01 **ud** **Instalación seguridad anti-intrusión**

Instalación completa de seguridad antiintrusión, con un videograbador 32 canales, monitor, cámaras compactas con IR, sirena optoacústica, barreras infrarrojas, central de alarmas ADSL+GSM todo totalmente cableado, conexionado, instalado, incluyendo mástiles y pequeño material.

1,00	25.568,15	25.568,15

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.03 INST. SEGURIDAD ANTI..... 25.568,15

SUBCAPÍTULO 03.04 PUESTA A TIERRA AEROGENERADOR

03.04.01 **ud** **PICA DE T.T. 200/14,3 FE+CU**

Pica de acero cobrizado de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, totalmente instalada.

20,00	12,61	252,20

03.04.02 **m** **Conductor aislado 1x50 mm2**

Conductor aislado de cobre 1x50 mm2 para puesta a tierra de inversores desde su borna interior hasta pica independiente. Incluido conexión mediante conector tipo C, unión exotérmica o tornillo y tuerca M8. Según REBT.

115,00	28,79	3.310,85

TOTAL SUBCAPÍTULO 03.04 PUESTA A TIERRA 3.563,05

TOTAL CAPÍTULO 03 CAMPO EÓLICO..... 3.741.287,72

CAPÍTULO 04 LINEA DE EVACUACIÓN EN 30 KV

SUBCAPÍTULO 04.01 OBRA CIVIL LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 30 kV

04.01.01 **m** **Zanja completa**

Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno, incluso roca por medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a lugar de empleo dentro de la superficie de actuación, perfilado nivelado y compactación del fondo de caja al 100% del Próctor Modificado, medido según perfil, realmente ejecutado. Incluyendo cama de arena / hormigón de río lavada para el tendido y la protección de los tubos en la zanja, compactada en caso de ser necesario. Relleno de la zanja con tierras de préstamo y/o hormigonado en zonas de cruce. Se incluye señalización mediante cinta de PVC con mensaje de peligro y placa de protección mecánica.

4.689,00	20,66	96.874,74

04.01.02 **m** **Tubo polietileno 160 mm diámetro**

Canalización formada por 1 tubo de polietileno reticulado de 160 mm instalado en zanja sobre cama de arena / hormigón de 10 cm de espesor y recubierta 10 cm del mismo material sobre la generatriz superior del tubo, excluída arena / hormigón.

18.756,00	2,59	48.578,04

04.01.03 **m** **Tubo polietileno 63 mm diámetro**

Canalización formada por 1 tubo de polietileno reticulado de 63 mm instalado en zanja sobre cama de arena / hormigón de 10 cm de espesor y recubierta 10 cm del mismo material sobre la generatriz superior del tubo, excluída arena / hormigón.

9.378,00	1,02	9.565,56

04.01.04 **Ud** **Cámaras de empalme**

Camara de empalme de hormigon para conexionado de las diferentes bobinas de conductor y puesta a tierra de las pantallas de los mismos. Totalmente instaladas, segun tamaños y especificaciones de planos

5,00	912,58	4.562,90

TOTAL SUBCAPÍTULO 04.01 OBRA CIVIL LÍNEA..... 159.581,24

SUBCAPÍTULO 04.02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 30 kV

04.02.01 **m** **Conductor AL HEPRZ1 18/30 kV 95mm2 AL**

Suministro y tendido de conductor unipolar tipo HEPRZ1 18/30 kV 95mm2 Al, incluyendo suministro e instalación de terminales y empalmes de 36 kV completamente instalados.

14.217,00	5,75	81.747,75

04.02.02 **Ud** **Terminal exterior AL 1X95MM2**

Suministro y colocación de botella terminal exterior para cable Al HEPRZ1 1x95mm2 18/30 KV, totalmente montada. Medida la unidad conectada.

6,00	221,98	1.331,88

04.02.03 **m** **Conductor CU desnudo 1x50 mm2**

Conductor desnudo de 1x50mm2 de cobre para interconexion de las estructuras de puesta a tierra de los diferentes aerogeneradores del parque eólico, así como para la interconexion con la subestación en la que evacuaran los mismos. Tendido sobre zanja de evacuacion

4.739,00	3,19	15.117,41

TOTAL SUBCAPÍTULO 04.02 INSTALACIÓN ELÉCTRICA..... 98.197,04

SUBCAPÍTULO 04.03 INSTALACIÓN DE COMUNICACIONES

04.03.01 **m** **Cable monomodo de 24 fibras d=6,5 mm**

Tendido de cable de fibra óptica, compuesto por 24 fibras monomodo. Diámetro del cable es de 6,5 mm. Refuerzo de aramida, cubierta de LSZH, no propagador de la llama y baja emisión de humos.

6.615,00	1,19	7.871,85

TOTAL SUBCAPÍTULO 04.03 INSTALACIÓN DE..... 7.871,85

TOTAL CAPÍTULO 04 LINEA DE EVACUACION EN 30 KV..... 265.650,13

CAPÍTULO 05 GESTIÓN DE RESIDUOS

05.01 **PA** **Gestión de residuos**

Gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1,00	13.274,98	13.274,98

TOTAL CAPÍTULO 05 GESTIÓN DE RESIDUOS..... 13.274,98

CAPÍTULO 06 SEGURIDAD Y SALUD

06.01 **PA** **Seguridad y salud**

Suministro de protecciones colectivas, individuales y elementos de señalización necesarios para la ejecución del proyecto, incluyendo aquellos elementos de corte en el camino, tapado de zanjas, señalización, etc., así como caseta de obra, vestuarios y aseos.

1,00	8.305,20	8.305,20

TOTAL CAPÍTULO 06 SEGURIDAD Y SALUD..... 8.305,20

CAPÍTULO 07 PRUEBAS Y ENSAYOS

07.01 **ud** **Ensayos de paso y contacto**

Ensayos correspondientes a la red de tierras

1,00	1.115,39	1.115,39

07.02 **ud** **Pruebas cables MT**

Ensayo de los conductores de la línea de evacuación en MT

1,00	1.784,22	1.784,22

07.03 **ud** **Estudio previo cobertura telecomunicaciones centro y otros**

Comprobación de los niveles de cobertura y telecomunicaciones en campo

1,00	865,32	865,32

07.04 **ud** **Inspección y verificación por organismo de control**

Ensayo de las protecciones y certificación.

1,00	33.000,00	33.000,00

TOTAL CAPÍTULO 07 PRUEBAS Y ENSAYOS..... 36.764,93

TOTAL..... 4.144.355,90

RESUMEN DEL PRRESUPUESTO

1	ACTUACIONES PREVIAS	1.580,48
2	VIALES Y PLATAFORMAS	77.492,46
3	CAMPO EÓLICO	3.741.287,72
4	LINEA DE EVACUACIÓN EN 30 KV	265.650,13
5	GESTIÓN DE RESIDUOS	13.274,98
6	SEGURIDAD Y SALUD	8.305,20
7	PRUEBAS Y ENSAYOS	36.764,93
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**4.144.355,90**
	16,00 % Gastos generales	663.096,94
	6,00 % Beneficio industrial	248.661,35
	SUMA DE G.G. y B.I.	911.758,29
	21,00 % I.V.A	1.061.783,98
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	**6.117.898,17**
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**6.117.898,17**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SEIS MILLONES CIENTO DIECISIETE MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

En Valladolid, Junio de 2024

El Graduado en Ingeniería Eléctrica

Colegiado 3.509 del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Valladolid