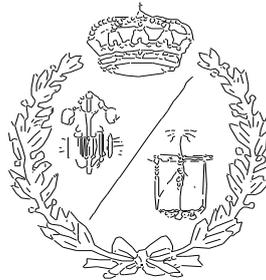


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Grado

**LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE
EVACUACIÓN DE 66 KV DEL PARQUE
EÓLICO “CASTRÍO” EN VALDEOLEA
(CANTABRIA)**

**66 kV overhead evacuation power line of the
“Castrío” wind farm in Valdeolea (Cantabria)**

Para acceder al Título de

GRADUADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Autor: Bruno García Bermejo

Junio-2023

RESUMEN

Ante la necesidad de la implantación de desarrollos energéticos impulsados por fuentes renovables, y de las consecuentes necesidades de interconexión de entre estos desarrollos y la red de transporte del sistema eléctrico español, se ha propuesto el diseño y cálculo de una línea eléctrica aérea de 66 kV para la evacuación de la energía generada por un parque eólico de 20 MW ubicado en el término municipal de Valdeolea, en el sur de Cantabria, hasta una subestación colectora a la que se unirían futuros desarrollos que evacuen su energía a través de la subestación “Mataporquera 220 kV”, propiedad de Red Eléctrica de España.

Para realizar el presente Trabajo de Fin de Grado se han empleado los conocimientos teóricos y prácticos obtenidos en las distintas asignaturas del Grado en Ingeniería Eléctrica, desde el planteamiento de alternativas para esta línea eléctrica, pasando por la distribución de apoyos, cálculos mecánicos de conductores y de apoyos, elección del tipo de armado y de apoyo, así como las cimentaciones de estos últimos, todo ello ajustándose a la legislación vigente en materia de líneas eléctricas de alta tensión, tanto nacionales como las de las diferentes entidades distribuidoras de energía eléctrica.

ABSTRACT

Given the need to implement energy developments driven by renewable sources, and the consequent interconnection needs between these developments and the transmission grid of the Spanish electricity system, the design and calculation of a 66 kV overhead power line has been proposed for the evacuation of the energy generated by a 20 MW wind farm located in the municipality of Valdeolea, in the south of Cantabria, to a collector substation where future developments that evacuate their energy through the “Mataporquera 220 kV” substation, owned by Red Eléctrica de España, would join.

To carry out this Final Degree Project, the theoretical and practical knowledge obtained in the different subjects of the Degree in Electrical Engineering has been used, from the approach of alternatives for this electrical line, through the distribution of supports, mechanical calculations of conductors and of supports, choice of the type of reinforcement and support, as well as the foundations of the latter, all complying with current legislation on high-voltage power lines, both national and those of the different electricity distribution entities.

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

- MEMORIA DESCRIPTIVA
- ANEXOS
 - ANEXO I: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
 - ANEXO II: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1.	OBJETO	6
2.	DOCUMENTOS QUE CONFORMAN LA MEMORIA.....	6
3.	LEGISLACIÓN APLICABLE	6
4.	SITUACIÓN.....	7
5.	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS	8
6.	DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA.....	9
7.	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	13
7.1	CADENAS DE AISLAMIENTO	14
7.1.1.	Cadena de aisladores	15
7.2	HERRAJES.....	16
8.	APOYOS	16
8.1	Apoyos en el presente proyecto	17
8.2	Clasificación de los apoyos.....	18
8.3	Esfuerzos sometidos a los apoyos.....	19
9.	CIMENTACIONES	20
10.	PUESTA A TIERRA	21
11.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.....	22
11.1	Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas.....	22
11.2	Distancias en el apoyo.....	22
11.2.1.	Distancias entre conductores.....	22
11.2.2.	Distancia entre conductores y partes puestas a tierra	23
11.2.3.	Distancias al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables	23
11.2.4.	Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o de telecomunicación.....	24
11.2.5.	Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas.....	27
11.2.6.	Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación	27
11.2.7.	Distancias a carreteras	27
11.2.8.	Distancias a ferrocarriles sin electrificar	28
11.2.9.	Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.....	29
11.2.10.	Distancias a teleféricos y cables transportadores.....	30
11.2.11.	Distancias a ríos y canales, navegables o flotables	30
11.2.12.	Paso por zonas	31
12.	ACCESOS A LOS APOYOS	34

1. OBJETO

El presente proyecto es la descripción, justificación y valoración de la línea aérea de alta tensión (en adelante "LAAT 66 kV"), perteneciente a la infraestructura de evacuación del Parque Eólico "Castrío", hasta la subestación colectora donde se recogerá la energía de otros proyectos que pudieran desarrollarse en el futuro en el ámbito de funcionamiento del mencionado anteriormente.

Todo el estudio de esta LAAT 66 kV seguirá los condicionados establecidos en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, RD 223/2008, de 15 de febrero.

Por último, este proyecto también tiene el fin de ser presentado como Trabajo de Fin de Grado para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Eléctrica por la Universidad de Cantabria.

2. DOCUMENTOS QUE CONFORMAN LA MEMORIA

Este proyecto consta de los siguientes documentos, complementarios a la memoria del mismo:

MEMORIA

- Memoria descriptiva
- Anexos a la memoria
 - o Cálculos
 - o Estudio de impacto ambiental

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

PRESUPUESTO

BIBLIOGRAFÍA

3. LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la realización de este proyecto, se ha tenido en cuenta la aplicación de cada una de las siguientes especificaciones reglamentarias:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- 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 disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- 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.
- Normas DIN y UNE.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Cualquier otra ley, norma o reglamento señalado al efecto por las autoridades locales o nacionales competentes.

4. SITUACIÓN

La línea LAAT 66 kV del presente proyecto tendrá su origen en la subestación del Parque Eólico "Castrío", ubicado entre los términos municipales de Hermandad de Campoo de Suso y Valdeolea, discurriendo la línea objeto de este estudio por el municipio de Valdeolea, hasta una subestación colectora objeto de otro proyecto, ubicada en este último término municipal, y muy próxima a la existente de Mataporquera 220 kV, propiedad de Red Eléctrica de España, donde se vertería la energía generada por todos los proyectos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

Es decir, la totalidad del proyecto se encuentra en la zona sur de Cantabria, limítrofe con la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

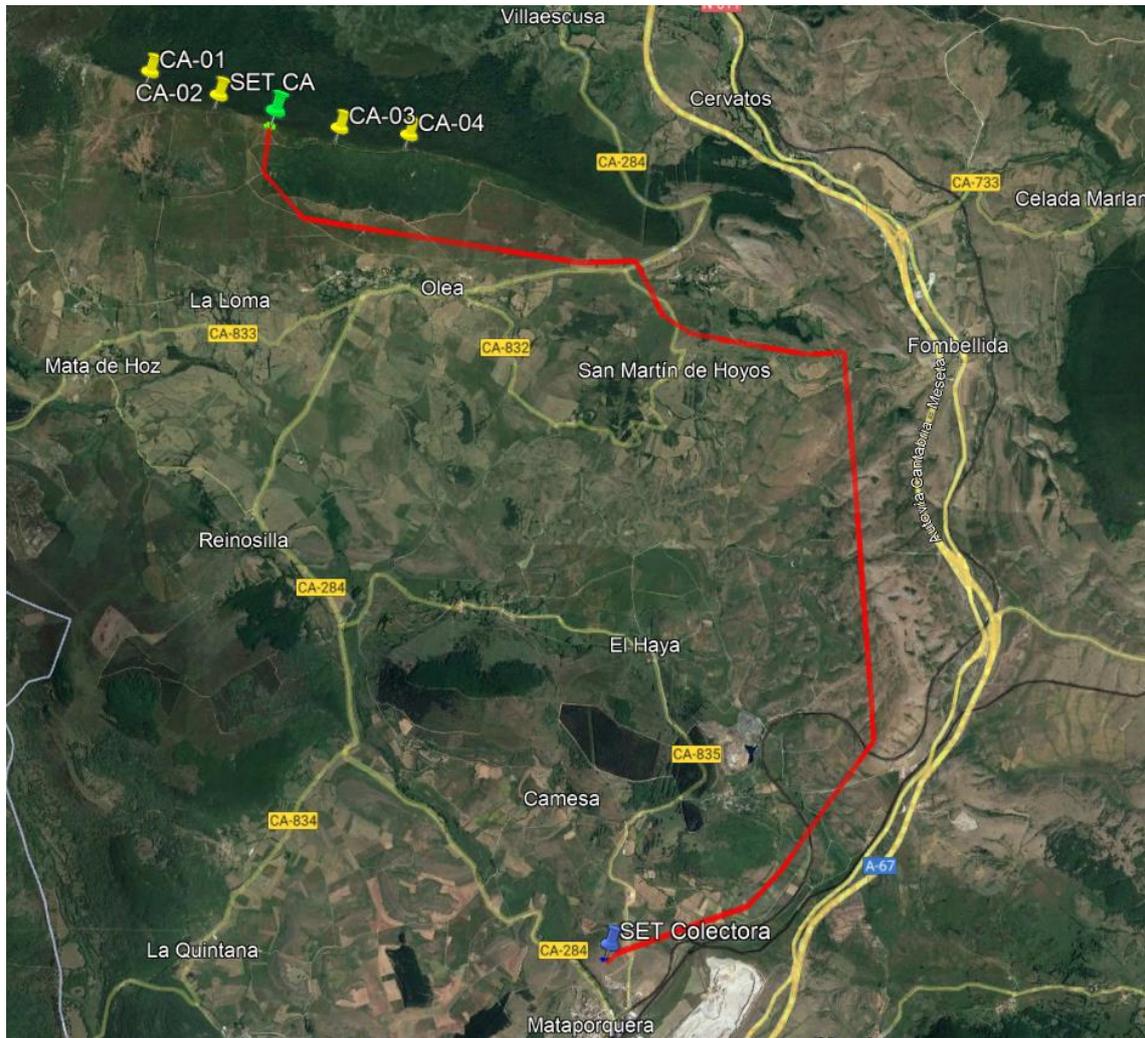


Figura 1: Trazado (en rojo) de la LAAT 66 kV. En amarillo, los aerogeneradores del Parque Eólico “Castrío”. En verde y azul, las subestaciones de parque y colectora, respectivamente. Fuente: Google Earth.

5. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

Para el estudio de este proyecto se han evaluado tres alternativas distintas de evacuación. Todas ellas se consideran técnica, ambiental y económicamente viables, tal y como se establece en el artículo 35.1.b) de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Estas alternativas se encuentran recogidas dentro del documento “PLANOS”, donde se han representado en una misma composición las tres líneas eléctricas diferenciadas por colores.

Asimismo, la evaluación de la alternativa seleccionada se desarrolla en el anexo IV “Estudio de impacto ambiental”.

6. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA ELÉCTRICA

El trazado de la línea, tanto su ubicación, como su replanteo mostrando el perfil y la planta de la misma, se puede encontrar dentro del documento denominado “PLANOS”.

La LAAT 66 kV de este proyecto está formada por un circuito simple, con un conductor por fase, siendo este último el LA-180 (147-AL 1/34-ST1A).

Como cable de protección, se ha empleado el AC-50.

La longitud total de la línea será de 13.559 metros, y contará con un total de 55 apoyos, todos ellos dentro del término municipal de Valdeolea (Comunidad Autónoma de Cantabria).

Alineación	Apoyos	Longitud (m)	Términos Municipales
1	1-3	403	Valdeolea
2	3-5	526	
4	5-16	2522	
5	16-18	580	
6	18-20	595	
7	20-21	312	
8	21-26	1148	
9	26-27	315	
10	27-28	173	
11	28-29	189	
12	29-41	3350	
13	41-47	1492	
14	47-49	485	
15	49-50	258	
16	50-54	1057	
17	54-55	154	
TOTAL	55 apoyos	13.559	

Tabla 1: Alineaciones de la LAAT 66 kV

En cuanto a la zona en la que se pretende instalar la línea estudiada en el presente proyecto, la totalidad de la misma se encuentra ubicada entre los 900 y los 1.400 metros de altitud, aproximadamente, por lo que su zona de trabajo corresponde con las Zona B y Zona C, según se estable en la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Respecto a los apoyos que sustentan la LAAT 66 kV, se han empleado los del fabricante IMEDEXSA.

Por último, en la siguiente tabla se pueden comprobar las coordenadas de ubicación de los apoyos, así como su función:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Número apoyo	Tipo de apoyo	Función apoyo	Coordenas apoyos UTM ETRS89 30T		Términos municipales
			X (m)	Y (m)	
1	Principio de línea	Amarre	402.175,00	4.756.164,00	Valdeolea
2	Alineación	Suspensión	402.135,68	4.755.968,45	
3	Ángulo	Amarre	402.097,00	4.757.776,00	
4	Alineación	Suspensión	402.235,48	4.755.613,74	
5	Ángulo	Amarre	402.435,00	4.755.380,00	
6	Alineación	Suspensión	402.665,64	4.755.340,47	
7	Alineación	Suspensión	402.907,02	4.755.299,11	
8	Alineación	Suspensión	403.148,39	4.755.257,74	
9	Alineación	Suspensión	403.354,14	4.755.222,48	
10	Alineación	Suspensión	403.559,88	4.755.187,22	
11	Alineación	Suspensión	403.789,29	4.755.147,91	
12	Alineación	Suspensión	404.010,09	4.755.110,07	
13	Alineación	Suspensión	404.233,25	4.755.071,82	
14	Alineación	Suspensión	404.456,41	4.755.033,58	
15	Alineación	Suspensión	404.689,30	4.754.993,67	
16	Ángulo	Amarre	405.020,00	4.754.937,00	
17	Alineación	Suspensión	405.283,13	4.754.943,20	
18	Ángulo	Amarre	405.529,00	4.754.949,00	
19	Alineación	Suspensión	405.655,05	4.754.688,82	
20	Ángulo	Amarre	405.779,00	4.754.433,00	
21	Ángulo	Amarre	406.036,00	4.754.257,00	
22	Alineación	Suspensión	406.296,97	4.754.209,48	
23	Alineación	Suspensión	406.474,08	4.754.177,24	
24	Alineación	Suspensión	406.713,40	4.754.133,67	
25	Alineación	Suspensión	406.951,81	4.754.090,26	
26	Ángulo	Amarre	407.162,00	4.754.052,00	
27	Ángulo	Amarre	407.486,00	4.754.070,00	
28	Alineación	Anclaje	407.497,16	4.753.898,46	
29	Alineación	Anclaje	407.509,38	4.753.710,59	
30	Alineación	Suspensión	407.521,34	4.753.526,70	
31	Alineación	Suspensión	407.542,18	4.753.206,49	
32	Alineación	Suspensión	407.562,27	4.752.897,64	
33	Alineación	Suspensión	407.582,47	4.752.587,18	
34	Alineación	Suspensión	407.602,46	4.752.279,97	
35	Alineación	Suspensión	407.620,76	4.751.998,61	
36	Alineación	Suspensión	407.640,10	4.751.701,34	
37	Alineación	Suspensión	407.654,91	4.751.473,66	
38	Alineación	Suspensión	407.672,54	4.751.202,74	
39	Alineación	Suspensión	407.690,49	4.750.926,85	
40	Alineación	Suspensión	407.705,30	4.750.699,18	
41	Ángulo	Anclaje	407.726,00	4.750.381,00	
42	Alineación	Suspensión	407.592,04	4.750.199,16	

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

43	Alineación	Suspensión	407.474,26	4.750.039,29
44	Alineación	Suspensión	407.307,77	4.749.813,30
45	Alineación	Suspensión	407.154,46	4.749.605,20
46	Alineación	Suspensión	406.972,70	4.749.358,48
47	Ángulo	Amarre	406.839,00	4.749.177,00
48	Alineación	Suspensión	406.664,89	4.748.994,57
49	Ángulo	Amarre	406.504,00	4.748.826,00
50	Ángulo	Amarre	406.262,00	4.748.744,00
51	Alineación	Suspensión	405.987,79	4.748.650,23
52	Alineación	Suspensión	405.713,59	4.748.556,46
53	Alineación	Suspensión	405.512,34	4.748.487,63
54	Ángulo	Amarre	405.259,00	4.748.401,00
55	Fin de línea	Amarre	405.160,00	4.748.316,00

Tabla 2: Distribución y función de los apoyos de la LAAT 66 kV

Como consecuencia de la realización de la línea objeto de estudio del presente proyecto, se producen los siguientes cruzamientos, contemplados en base al apartado 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Nº de cruzamiento	Apoyos	Provincia	Municipio	Tipo de cruzamiento	Descripción del cruzamiento
1	1-2	Cantabria	Valdeolea	Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
2	1-2			Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
3	2-3			Masa forestal	Bosques, árboles y masas forestales
4	3-4			Masa forestal	Bosques, árboles y masas forestales
5	4-5			Masa forestal	Bosques, árboles y masas forestales
6	10-11			Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
7	10-11			Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
8	10-11			Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
9	13-14			Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
10	15-16			Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
11	17-18			Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
12	17-18			Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

13	17-18		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
14	18-19		Carretera Autónoma CA-284	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
15	18-19		LAAT 220 kV	Líneas eléctricas aéreas y de telecomunicación
16	19-20		Carretera Autónoma CA-832	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
17	20-21		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
18	20-21		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
19	20-21		Carretera Autónoma CA-832	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
20	21-22		LAAT 132 kV	Líneas eléctricas aéreas y de telecomunicación
21	21-22		LAAT 220 kV	Líneas eléctricas aéreas y de telecomunicación
22	21-22		LAAT 400 kV	Líneas eléctricas aéreas y de telecomunicación
23	23-24		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
24	24-25		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
25	28-29		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
26	30-31		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
27	31-32		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
28	34-35		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
29	34-35		Masa forestal	Bosques, árboles y masas forestales
30	38-39		Senda	Camino
31	41-42		Ferrocarril	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
32	42-43		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
33	43-44		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
34	43-44		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
35	44-45		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
36	44-45		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

37	44-45		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
38	45-46		Ferrocarril	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
39	45-46		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
40	45-46		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
41	48-49		Masa forestal	Bosques, árboles y masas forestales
42	49-50		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
43	50-51		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
44	53-54		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
45	53-54		LAAT 132 kV	Líneas eléctricas aéreas y de telecomunicación
46	53-54		Carretera Autónoma CA-835	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
47	53-54		LAAT 220 kV	Líneas eléctricas aéreas y de telecomunicación
48	53-54		Camino rodado	Carreteras y ferrocarriles sin electrificar
49	54-55		LAAT 220 kV	Líneas eléctricas aéreas y de telecomunicación

Tabla 3: Cruzamientos producidos a lo largo del recorrido de la LAAT 66 kV

7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Los conductores de fase a emplear en la instalación de la LAAT 66 kV serán del tipo Aluminio-Acero, concretamente LA-180 (147-AL 1/34-ST1A) símplex, de acuerdo con la norma UNE-EB 50182, de las siguientes características:

- Sistema:Corriente alterna trifásica
- Frecuencia (Hz):50
- Tensión nominal de la línea (kV):66
- Tensión más elevada de la red (kV):72,5
- Categoría:2ª
- Elevación sobre el nivel del mar.....900-1400 metros
- Zonas de estudio:B y C

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Número de circuitos:1
- Número de conductores de fase:1
- Denominación: LA-180 (147-AL 1/34-ST1A) símplex
- Composición: 30 de 2,50 mm (Al) + 7 de 2,50 mm (Ac)
- Sección total: 181,6 mm²
- Diámetro total:..... 17,5 mm
- Peso del cable: 0,66 daN/m
- Módulo de elasticidad: 8.041,45 daN/mm²
- Coeficiente de dilatación lineal: 1,78 x 10⁻⁵ °C⁻¹
- Carga de rotura: 6.393,93 daN

Para el cable de protección se proyecta instalar un cable de fibra-óptico, de las siguientes características:

- Denominación: AC-50
- Sección: 74,8 mm²
- Diámetro: 11,2 mm
- Peso del cable: 0,58 daN/m
- Carga de rotura 7.845,32 daN
- Módulo de elasticidad 17.651,97 daN/mm²
- Coeficiente dilatación lineal 1,15 x 10⁻⁵ °C⁻¹

7.1 CADENAS DE AISLAMIENTO

Los aisladores de disco, o aisladores, son un tipo de aislador que se utiliza en las líneas eléctricas aéreas, tanto de transporte como de distribución.

Los más comunes y empleados son los de vidrio y cerámica, cuyas características están normalizadas bajo la norma UNE-EN IEC 60433:2021, según el peso o fuerza soportable, nivel de contaminación admisible, línea de fuga y diámetro.

Estos dispositivos, junto a los herrajes, tienen la función de soportar y mantener estable el conductor de la línea eléctrica aérea entre los distintos apoyos que conforman la línea, sirviendo a su vez como aislantes eléctricos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Tal y como se establece en la reglamentación antes mencionada, así como en la tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC-LAT 07, dependiendo del nivel de tensión aplicada, un rango de valores de contaminación ambiental, y la altitud de la línea eléctrica aérea a instalar respecto al nivel del mar, se hace necesario que, los aisladores, tengan una longitud mínima para asegurar que la línea esté correctamente aislada, evitando descargas a tierra a través del apoyo. Este conjunto se denomina "cadena de aislamiento" o "cadena de aisladores".

Para la línea objeto de este estudio se ha considerado el siguiente aislador, así como el número de ellos que componen la cadena de aislamiento.

7.1.1. Cadena de aisladores

Las cadenas de aislamiento estarán formadas por aisladores del tipo U70BS (CEI 120) de vidrio, con las siguientes características:

- Tipo de Aislador: U70BS
- Paso: 147 mm
- Norma de acoplamiento: 16 A
- Línea de fuga mínima por unidad: 280 mm
- Carga rotura mínima: 70 kN
- Tensión a frecuencia industrial:
 - o De 1 min en seco: 70 kV
 - o De 1 min bajo lluvia: 40 kV
 - o Tensión al impulso de choque en seco: 100 kV

Para calcular el número de aisladores que serán necesarios para aislar correctamente la LAAT 66 kV, deberemos seguir los siguientes pasos y comprobaciones:

- Determinación de la línea de fuga específica mínima total:

$$l_t = l_e * U_s$$

siendo:

- l_e : línea de fuga específica nominal mínima, en mm/kV.
- U_s : tensión más elevada de la red, en kV.

Aunque la zona donde se proyecta la línea es más propia de la ganadería extensiva y de una densidad de población no muy alta, tanto en el inicio como en el final de la línea existen varias

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

industrias electrointensivas generadores de polvos y residuos, por lo que, para dar mayor seguridad a la línea, el nivel de contaminación escogido es el III, según el apartado 4.4 de la ITC-LAT 07.

Por tanto, la línea de fuga específica mínima será de:

$$l_t = 25 \frac{mm}{kV} * 72,5 kV = 1812,5 mm$$

- Una vez obtenida la línea de fuga específica nominal, calcularemos el número de elementos mínimos de las cadenas:

$$n_{ais} = \left(\frac{l_t}{l_{ais}} \right) + 1 = \left(\frac{1812,5}{280} \right) + 1 = 7,47 \cong 8 \text{ aisladores}$$

- Una vez calculado el número de aisladores mínimos necesarios, resulta imprescindible calcular la distancia mínima total de la cadena de aisladores. Para ello, emplearemos la siguiente expresión:

$$L_{cad} = n_{ais} * paso_{ais} = 8 * 147 mm = 1182 mm$$

No obstante, el fabricante considera que, para una línea eléctrica aérea de 66 kV, y en zona C (en este caso, zonas B y C), la longitud de la cadena de aisladores no debe ser inferior a 1,20 metros, y en nuestro caso es de 1,182 metros, por lo que, ante esta recomendación (realizada en el programa de cálculo del propio fabricante), el número final de aisladores que compondrán las cadenas de aislamiento, tanto en los apoyos en suspensión como en amarre, será de 9 aisladores, con lo que, la longitud de las cadenas será de 1,33 metros.

- Número de aisladores por cadena: 9
- L_{cad} : 1,33 metros.

7.2 HERRAJES

Los herrajes son unos dispositivos metálicos cuyo fin es la fijación, empalme, protección eléctrica o mecánica, reparación, separación y amortiguamiento de vibraciones, de los conductores de las líneas eléctricas aéreas.

Los herrajes son de acero de forjado, convenientemente galvanizados en caliente para su exposición prolongada a la intemperie, tal y como se establece en la norma UNE 207009.

8. APOYOS

Los apoyos son considerados las estructuras metálicas, de hormigón o poste de madera, sobre las que se sustentan los conductores de una línea eléctrica aérea.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Los materiales que se hayan empleado para la fabricación de los apoyos deben tener una elevada resistencia a los fenómenos atmosféricos, ya que, en caso de no cumplir con los condicionantes mínimos, deberán recibir un tratamiento protector para no sufrir roturas ni desperfectos en la estructura que pongan en riesgo la misma.

Los apoyos que han sido utilizados para la realización del presente proyecto son del fabricante IMEDEXSA, y serán del tipo metálico de celosía, de la clase CÓNDROR.

Son de cimentación de 4 patas, debido a su altura, ocupación y resistencia del terreno, contruidos con perfiles angulares galvanizados, totalmente atornillados, con el cuerpo formado por tramos troncopiramidales de sección rectangular. Por último, la cabeza de los apoyos estará construida con tramos prismáticos rectos, igualmente de sección rectangular.

Todos los apoyos dispondrán de una cúpula de tierra para instalar el cable de protección con fibra óptica.

8.1 Apoyos en el presente proyecto

En la siguiente tabla se puede observar el número de apoyos, así como el tipo, altura útil, armado y función de los mismos:

Número apoyo	Coordenas apoyos UTM ETRS89 30T		Tipo apoyo	Altura útil	Armado	Función
	X (m)	Y (m)				
1	402.175,00	4.756.164,00	CO-27000-15	15,2	S1111	PL
2	402.135,68	4.755.968,45	CO-3000-27	25,87	S1111	AL/SU
3	402.097,00	4.757.776,00	CO-9000-15	15,2	S1111	AN/AM
4	402.235,48	4.755.613,74	CO-3000-27	25,87	S1111	AL/SU
5	402.435,00	4.755.380,00	CO-7000-15	15,2	S1111	AN/AM
6	402.665,64	4.755.340,47	CO-3000-18	16,87	S1111	AL/SU
7	402.907,02	4.755.299,11	CO-3000-21	19,87	S1111	AL/SU
8	403.148,39	4.755.257,74	CO-3000-18	16,87	S1111	AL/SU
9	403.354,14	4.755.222,48	CO-3000-15	13,87	S1111	AL/SU
10	403.559,88	4.755.187,22	CO-3000-18	16,87	S1111	AL/SU
11	403.789,29	4.755.147,91	CO-3000-18	16,87	S1111	AL/SU
12	404.010,09	4.755.110,07	CO-3000-18	16,87	S1111	AL/SU
13	404.233,25	4.755.071,82	CO-3000-18	16,87	S1111	AL/SU
14	404.456,41	4.755.033,58	CO-3000-15	13,87	S1111	AL/SU
15	404.689,30	4.754.993,67	CO-3000-24	23,07	S1111	AL/SU
16	405.020,00	4.754.937,00	CO-3000-15	15,2	S1111	AN/AM
17	405.283,13	4.754.943,20	CO-3000-27	25,87	S1111	AL/SU
18	405.529,00	4.754.949,00	CO-15000-15	15,2	S1111	AN/AM
19	405.655,05	4.754.688,82	CO-3000-33	31,87	S1111	AL/SU
20	405.779,00	4.754.433,00	CO-7000-30	30,4	S1111	AN/AM

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

21	406.036,00	4.754.257,00	CO-9000-24	24,4	S1111	AN/AM
22	406.296,97	4.754.209,48	CO-3000-18	16,87	S1111	AL/SU
23	406.474,08	4.754.177,24	CO-3000-24	23,07	S1111	AL/SU
24	406.713,40	4.754.133,67	CO-3000-27	25,87	S1111	AL/SU
25	406.951,81	4.754.090,26	CO-3000-27	25,87	S1111	AL/SU
26	407.162,00	4.754.052,00	CO-9000-24	24,4	S1111	AN/AM
27	407.486,00	4.754.070,00	CO-18000-24	24,4	S1553	AN/AM
28	407.497,16	4.753.898,46	CO-3000-12	12,2	S1111	AL/ANC
29	407.509,38	4.753.710,59	CO-3000-12	12,2	S1111	AL/ANC
30	407.521,34	4.753.526,70	CO-9000-18	16,87	S1111	AL/SU
31	407.542,18	4.753.206,49	CO-3000-39	37,87	S1111	AL/SU
32	407.562,27	4.752.897,64	CO-3000-21	19,87	S1111	AL/SU
33	407.582,47	4.752.587,18	CO-3000-27	25,87	S1111	AL/SU
34	407.602,46	4.752.279,97	CO-3000-21	19,87	S1111	AL/SU
35	407.620,76	4.751.998,61	CO-3000-24	23,07	S1111	AL/SU
36	407.640,10	4.751.701,34	CO-3000-21	19,87	S1111	AL/SU
37	407.654,91	4.751.473,66	CO-3000-21	19,87	S1111	AL/SU
38	407.672,54	4.751.202,74	CO-3000-24	23,07	S1111	AL/SU
39	407.690,49	4.750.926,85	CO-3000-21	19,87	S1111	AL/SU
40	407.705,30	4.750.699,18	CO-3000-27	25,87	S1111	AL/SU
41	407.726,00	4.750.381,00	CO-9000-18	18,2	S1111	AN/ANC
42	407.592,04	4.750.199,16	CO-3000-30	29,07	S1111	AL/SU
43	407.474,26	4.750.039,29	CO-3000-24	23,07	S1111	AL/SU
44	407.307,77	4.749.813,30	CO-3000-15	13,87	S1111	AL/SU
45	407.154,46	4.749.605,20	CO-3000-27	25,87	S1111	AL/SU
46	406.972,70	4.749.358,48	CO-3000-21	19,87	S1111	AL/SU
47	406.839,00	4.749.177,00	CO-3000-12	12,2	S1111	AN/AM
48	406.664,89	4.748.994,57	CO-3000-21	19,87	S1111	AL/SU
49	406.504,00	4.748.826,00	CO-5000-18	18,2	S1111	AN/AM
50	406.262,00	4.748.744,00	CO-3000-18	18,2	S1111	AN/AM
51	405.987,79	4.748.650,23	CO-3000-24	23,07	S1111	AL/SU
52	405.713,59	4.748.556,46	CO-3000-18	16,87	S1111	AL/SU
53	405.512,34	4.748.487,63	CO-3000-15	13,87	S1111	AL/SU
54	405.259,00	4.748.401,00	CO-5000-15	15,2	S1111	AN/AM
55	405.160,00	4.748.316,00	CO-12000-12	12,2	S1111	FL

Tabla 4: Tipo de apoyo, altura útil y armado elegido en los apoyos de la LAAT 66 kV

8.2 Clasificación de los apoyos.

La clasificación de los apoyos se realiza en base a al tipo de la cadena de aislamiento y a su función en la línea:

- AL/SU:Alineación/Suspensión
- AL/AM:Alineación/Amarre

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- AL/ANC:Alineación/Anclaje
- AN/AM:Ángulo/Amarre
- PL o FL:Principio o Final de línea
 - Apoyos de tipo suspensión: Son los apoyos cuyas cadenas de aislamiento son del tipo suspensión.
 - Apoyos de tipo amarre: Al igual que los apoyos de suspensión, pero, en este caso, las cadenas de aislamiento son del tipo amarre.
 - Apoyos de tipo anclaje: Con cadenas de aislamiento del tipo amarre, empleados para proporcionar un punto firme a la línea. En ese punto firme, se limitarán los esfuerzos longitudinales.
 - Apoyos de tipo principio o final de línea: Se trata del primer y último apoyo de la línea eléctrica de evacuación, con cadenas de aislamiento del tipo aislamiento o amarre, empleados para soportar las fuerzas longitudinales de los conductores de la línea en un único sentido.
 - En función a la posición relativa que ocupan respecto al trazado de la línea, los apoyos son los siguientes:
 - Apoyos de tipo alineación: Apoyos en suspensión, amarre o anclaje, empleado en un tramo recto de la línea.
 - Apoyos de tipo ángulo: Apoyos de suspensión, amarre o anclaje, donde se produce un ángulo en el trazado de la línea.

8.3 Esfuerzos sometidos a los apoyos

Las fuerzas o esfuerzos a los que está sometidos los apoyos de las líneas eléctricas aéreas se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Esfuerzos verticales: Son los esfuerzos que, principalmente, ocurren debido al peso de los conductores que soporta los apoyos. En las zonas B y C se tendrá en cuenta el peso de los manguitos de hielo que se forman en los conductores.
- Esfuerzos horizontales, que se clasifican en:
 - Esfuerzos transversales: Son los que se producen por la acción del viento sobre el apoyo, así como la resultante de las tracciones de los conductores cuando están instalados formando un ángulo.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

- Esfuerzos longitudinales: Aquellos provocados por la tracción de los conductores o por la rotura de éstos, principalmente, en los apoyos de principio y final de línea.

9. CIMENTACIONES

Las cimentaciones de los apoyos de la línea eléctrica de evacuación del presente proyecto serán de hormigón, del tipo tetrabloque circular o cuadrada con cueva. En el caso de los apoyos tetrabloque, las cimentaciones estarán constituidas por un bloque de hormigón para cada uno de los anclajes del apoyo al terreno, de forma prismática de sección circular, asumiendo los esfuerzos de tracción o compresión que se producen sobre el apoyo.

Cada uno de los bloques de cimentación de los 55 apoyos que conforman la línea eléctrica objeto del presente estudio, sobresaldrán, como mínimo, 45 centímetros, aproximadamente, formando zócalos, de tal forma que se protejan los extremos interiores de los montantes y sus uniones. De esta forma, se facilita la evacuación del agua de lluvia que pudiera quedar depositada en cada bloque de hormigón.

Número apoyo	Tipo apoyo	a (m)	H(m)	Vexc (m3)	Vhorm (m3)
1	CO-27000-15	1,8	3,55	22,13	23,38
2	CO-3000-27	1,1	2,05	6,8	7,5
3	CO-9000-15	1,15	2,45	8,18	8,89
4	CO-3000-27	1,1	2,05	6,8	7,5
5	CO-7000-15	1,15	2,45	8,18	8,89
6	CO-3000-18	1,05	1,95	6,4	7,11
7	CO-3000-21	1,15	1,95	6,56	7,27
8	CO-3000-18	1,05	1,95	6,4	7,11
9	CO-3000-15	1,3	1,75	6,25	6,95
10	CO-3000-18	1,05	1,95	6,4	7,11
11	CO-3000-18	1,05	1,95	6,4	7,11
12	CO-3000-18	1,05	1,95	6,4	7,11
13	CO-3000-18	1,05	1,95	6,4	7,11
14	CO-3000-15	1,3	1,75	6,25	6,95
15	CO-3000-24	1,05	2,05	6,73	7,43
16	CO-3000-15	1,3	1,75	6,25	6,95
17	CO-3000-27	1,1	2,05	6,8	7,5
18	CO-15000-15	1,55	2,9	14,94	15,98
19	CO-3000-33	1,1	2,1	6,96	7,66
20	CO-7000-30	1,15	2,7	8,99	9,7
21	CO-9000-24	1,15	2,6	8,67	9,37
22	CO-3000-18	1,05	1,95	6,4	7,11
23	CO-3000-24	1,05	2,05	6,73	7,43
24	CO-3000-27	1,1	2,05	6,8	7,5

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

25	CO-3000-27	1,1	2,05	6,8	7,5
26	CO-9000-24	1,15	2,6	8,67	9,37
27	CO-18000-24	1,55	3,25	16,63	17,68
28	CO-3000-12	1,2	1,75	5,97	6,67
29	CO-3000-12	1,2	1,75	5,97	6,67
30	CO-9000-18	1,15	2,5	8,35	9,05
31	CO-3000-39	1,25	2,15	7,39	8,09
32	CO-3000-21	1,15	1,95	6,56	7,27
33	CO-3000-27	1,1	2,05	6,8	7,5
34	CO-3000-21	1,15	1,95	6,56	7,27
35	CO-3000-24	1,05	2,05	6,73	7,43
36	CO-3000-21	1,15	1,95	6,56	7,27
37	CO-3000-21	1,15	1,95	6,56	7,27
38	CO-3000-24	1,05	2,05	6,73	7,43
39	CO-3000-21	1,15	1,95	6,56	7,27
40	CO-3000-27	1,1	2,05	6,8	7,5
41	CO-9000-18	1,15	2,5	8,35	9,05
42	CO-3000-30	1,15	2,05	6,89	7,59
43	CO-3000-24	1,05	2,05	6,73	7,43
44	CO-3000-15	1,3	1,75	6,25	6,95
45	CO-3000-27	1,1	2,05	6,8	7,5
46	CO-3000-21	1,15	1,95	6,56	7,27
47	CO-3000-12	1,2	1,75	5,97	6,67
48	CO-3000-21	1,15	1,95	6,56	7,27
49	CO-5000-18	1,1	2,15	7,12	7,82
50	CO-3000-18	1,05	1,95	6,4	7,11
51	CO-3000-24	1,05	2,05	6,73	7,43
52	CO-3000-18	1,05	1,95	6,4	7,11
53	CO-3000-15	1,3	1,75	6,25	6,95
54	CO-5000-15	1,1	2,1	6,96	7,66
55	CO-12000-12	1,3	2,65	10,93	11,8

Tabla 5: Características de las cimentaciones de los apoyos del proyecto

10. PUESTA A TIERRA

Las puestas a tierra de los apoyos se realizarán teniendo en cuenta lo que se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

De acuerdo con lo especificado en este punto de la normativa, la puesta a tierra se realizará con electrodos de difusión o con anillo difusor alrededor del apoyo.

Para el cumplimiento de la normativa vigente relativa a la tensión de contacto en apoyos frecuentados, este se recubrirá con placas aislantes, o bien se protegerá por obra de fábrica de

ladrillo hasta una altura de 2,5 metros, impidiendo la escalada al apoyo. No obstante lo anterior, se garantiza la tensión de paso admisible.

Para la correcta identificación de los apoyos en los que ha de garantizarse los valores de tensión de contacto, atendemos a lo que se indica en el apartado 7.3.4.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, en las que, según su ubicación, se establece la siguiente clasificación:

- Apoyos frecuentados: Aquellos ubicados en zonas de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente.
- Apoyos no frecuentados: Aquellos situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Atendiendo a esta clasificación, en el presente proyecto no se han considerado apoyos frecuentados, siendo, por tanto, todos ellos no frecuentados.

11. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

11.1 Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Teniendo en cuenta lo estipulado en el apartado 5.2 de la ITC LAT 07, para la tensión más elevada de la red $U_s = 72,5$ kV (dado que la tensión nominal es de 66 kV), se tiene que las distancias serán:

- $D_{el} = 0,70$ m
- $D_{pp} = 0,80$ m

Siendo D_{el} , la distancia en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido; y siendo D_{pp} la distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

11.2 Distancias en el apoyo

11.2.1. Distancias entre conductores

La distancia de los conductores sometidos a tensión mecánica entre sí, así como entre los conductores y los apoyos, debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito ni entre fases

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

ni a tierra, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

Con este objeto, la separación mínima entre conductores se determinará por la fórmula siguiente:

$$D = K\sqrt{F+L} + K' D_{pp}$$

En la cual:

- D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.
- K': Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea. K'=0,85 para líneas de categoría especial, y K'=0,75 para el resto de líneas.
- F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.
- L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0.
- D_{pp}: 0,80 metros.

11.2.2. Distancia entre conductores y partes puestas a tierra

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el}, con un mínimo de 0,2 m.

Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, en función de la tensión más elevada de la línea. En el caso de la línea objeto de este proyecto, D_{el} será de 0,70 m.

11.2.3. Distancias al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables

Tal y como se indica en el apartado 5.5 de la ITC-LAT 07, la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo según el apartado 3.2.3 de esa misma instrucción, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, con una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ en metros,}$$

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

con un mínimo de 6 metros.

En el caso que nos ocupa, la distancia mínima al terreno que se ha considerado para todo lo descrito en este punto, ha sido de 7 metros, dando así más seguridad a la línea y reduciendo la posibilidad de descargas y accidentes.

11.2.4. Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o de telecomunicación

Cruzamientos

El propietario de la línea que se va a cruzar deberá enviar, a requerimiento de la entidad que va a realizar el cruce, a la mayor brevedad posible, los datos básicos de la línea (por ejemplo, el tipo y sección del conductor, tensión, etc.) con el fin de realizar los cálculos y evitar errores por falta de información.

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, quedando modificadas de la siguiente forma:

- Condición a): En líneas de tensión superior a 30 kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce.
- Condición b): Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón.
- Condición c): Queda exceptuado su cumplimiento.

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobreelevar la línea preexistente, será de cargo del nuevo concesionario la modificación de la línea ya instalada.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada. La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D \text{ en metros,}$$

con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ en metros.}$$

A la distancia de aislamiento adicional, D_{add} , se le aplicarán los valores de la tabla 17 del apartado 5.6.1. de la ITC-LAT 07:

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	D_{add} (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancia del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
De 3 a 30	1,8	2,5
45 o 66	2,5	
110, 132, 150	3	
220	3,5	
400	4	

Figura 2: Distancias mínimas de aislamiento. ITC LAT 07.

En el caso que nos ocupa, D_{add} tendrá un valor de 2,5 metros, en función de la distancia del apoyo a la línea superior del punto de cruce.

Para el conductor de tierra empleado en el proyecto, AC-50, la distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales de la línea eléctrica inferior (en el caso de que existan), no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 2 metros.

Independientemente del punto de cruce de ambas líneas, la mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, o entre los conductores de fase de ambas líneas, o entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de guarda de la línea eléctrica inferior, en el caso de que existan, se comprobará considerando:

- Los conductores de fase de la línea eléctrica superior en las condiciones más desfavorables de flecha máxima establecidas en el proyecto de la línea.
- Los conductores de fase o los cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga alguna a la temperatura mínima según la zona (-5 °C en zona A, -15 °C en zona B y -20 °C en zona C).

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

En general, cuando el punto de cruce de ambas líneas se encuentre en las proximidades del centro del vano de la línea inferior, se tendrá en cuenta la posible desviación de los conductores de fase por la acción del viento.

Atendiendo a lo que se indica en el apartado 5.2 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, las distancias externas mínimas de seguridad $D_{add} + D_{el}$ deben ser siempre superiores a 1,1 veces a_{som} , distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta, entre las partes con tensión y las partes puestas a tierra.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de la línea inferior tenga componente vertical ascendente, se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o soportes.

Podrán realizarse cruces de líneas sin que la línea superior reúna en el cruce las condiciones de seguridad reforzada señaladas en el apartado 5.3 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, si la línea inferior estuviera protegida en el cruce por un haz de cables de acero, situado entre ambas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea superior en el caso de que estos se rompieran o desprendieran.

Los cables de acero de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra en las condiciones prescritas en el apartado correspondiente del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

El haz de cables de protección tendrá una longitud sobre la línea inferior, igual al menos a vez y media la protección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea superior, en la dirección de la línea inferior. Dicho haz de cables de protección podrá situarse sobre los mismos o diferentes apoyos de la línea inferior, pero en todo caso los apoyos que lo soportan en su parte enterrada serán metálicos o de hormigón.

Para este caso, las distancias mínimas verticales entre los conductores de la línea superior e inferior y el haz de cables de protección serán $1,5 \times D_{el}$, con un mínimo de 0,75 metros, para las tensiones respectivas de las líneas en cuestión.

Se podrá autorizar excepcionalmente, previa justificación, el que se fijen sobre un mismo apoyo dos líneas que se crucen. En este caso, en dicho apoyo y en los conductores de la línea superior se cumplirán las prescripciones de seguridad reforzada determinadas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

En estos casos en que por circunstancias singulares sea preciso que la línea de menor tensión cruce por encima de la de tensión superior, será preciso recabar la autorización expresa,

teniendo presente en el cruce todas las prescripciones y criterios expuestos en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto, por tanto, a las prescripciones de este apartado.

11.2.5. Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas

Se entiende que existe paralelismo cuando dos o más líneas próximas siguen sensiblemente la misma dirección, aunque no sean rigurosamente paralelas.

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadores y estaciones transformadoras.

En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas, no deberá existir una separación inferior a la prescrita en el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT-07, considerando los valores K , K' , L , F y D_{pp} de la línea de mayor tensión.

11.2.6. Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación

Se evitará siempre que se pueda el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicación, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

11.2.7. Distancias a carreteras

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como en el caso de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.
- Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

En el caso de cruzamientos con carreteras, son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, quedando modificadas de la siguiente forma:

- Condición a): En lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV.

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

$$D_{add} + D_{el} \text{ en metros,}$$

con una distancia mínima de 7 metros.

Como se ha comentado anteriormente, se ha considerado para todo el trazado de la línea una altura mínima respecto del suelo de 7 metros, cumpliendo así con lo establecido en todos los requisitos de esta instrucción técnica complementaria.

11.2.8. Distancias a ferrocarriles sin electrificar

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.
- Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 metros de la arista exterior de la

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

- En los cruzamientos no se podrán instalar los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media la altura del apoyo.
- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

Cruzamiento

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.

- Condición a): En lo que se refiere al cruce con carreteras locales vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV.

La distancia mínima de 7 metros. Los valores de D_{add} se indican en el apartado 5.2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Siendo:

- $D_{add} = 7,5$ para líneas de categoría especial.
- $D_{add} = 6,3$ para líneas del resto de categorías. Este es el caso de la línea eléctrica objeto del presente proyecto.

Como se ha mencionado anteriormente, se ha considerado para todo el trazado de la línea una altura mínima respecto del suelo de 7 metros, cumpliendo así con lo establecido en todos los requisitos de esta instrucción técnica complementaria.

11.2.9. Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el de cruzamientos, se seguirá lo indicado en el apartado 5.8 de la ITC-LAT 07 para ferrocarriles sin electrificar.

Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07.

En el cruzamiento entre líneas eléctricas y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, según las hipótesis del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril serán de:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

$$D_{add} + D_{el} = 3,5 + D_{el} \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 4 metros. Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea.

Además, en el caso de ferrocarriles, tranvías y trolebuses provistos de trole, o de otros elementos de toma de corriente que puedan accidentalmente separarse de la línea de contacto, los conductores de la línea eléctrica deberán estar situados a una altura tal que, al desconectarse el órgano de toma de corriente, no quede, teniendo en cuenta la posición más desfavorable que pueda adoptar, a menor distancia de aquellos que la definida anteriormente.

A lo largo de todo el trazado de la línea eléctrica aérea no se han producido cruzamientos ni paralelismo con ferrocarriles electrificados, ni tranvías, ni trolebuses.

11.2.10. Distancias a teleféricos y cables transportadores

El cruce de una línea eléctrica con teleféricos o cables transportadores deberá efectuarse siempre superiormente, salvo cosas razonadamente muy justificadas que expresamente se autoricen.

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3, y la parte más elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables del mismo durante su explotación normal y posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente será de:

$$D_{add} + D_{el} = 4,5 + D_{el} \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 5 metros. Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea.

La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de la línea eléctrica en el vano de cruce será como mínimo la que se obtenga de la fórmula anteriormente indicada.

El teleférico deberá ser puesto a tierra en dos puntos, uno a cada lado del cruce, de acuerdo con las prescripciones del apartado 7 de la ITC-LAT 07.

Se produce el mismo caso que el anterior, por tanto, no se han producido cruzamientos con este tipo de instalaciones.

11.2.11. Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 metros y, como mínimo, vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial correspondiente al caudal de la máxima avenida. No obstante, podrá admitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores si existe la autorización previa de la administración competente.
- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

Cruzamientos

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

- Líneas de categoría especial:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 3,5 + D_{el} \text{ en metros,}$$

- Resto de líneas:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 2,3 + D_{el} \text{ en metros,}$$

siendo G el gálibo. Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea.

En el caso de que no exista gálibo definido se considerará este igual a 4,7 metros.

Se produce el mismo caso que el anterior, por tanto, no se han producido cruzamientos con ningún río o canal navegable o flotable.

11.2.12. Paso por zonas

En general, para las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, es decir, sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2 de la ITC LAT 07, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 °C.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir el R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT-07.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 2 metros. Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea.

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las prescripciones de este reglamento, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo, comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso, que pudieran comprometer las distancias de seguridad establecida en este reglamento. Deberá vigilar también que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

- En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles; la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07.
- Para el cálculo de las distancias de seguridad entre el arbolado y los conductores extremos de la línea, se considerarán éstos y sus cadenas de aisladores en sus condiciones más desfavorables descritas en este apartado.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura b) del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07. Esta circunstancia será función del tipo y estado del árbol, inclinación y estado del terreno, y situación del árbol respecto a la línea.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Los titulares de las redes de distribución y transporte de energía eléctrica deben mantener los márgenes por donde discurren las líneas limpias de vegetación, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

Así mismo, queda prohibida la plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer las distancias de seguridad reglamentarias.

Edificios, construcciones y zonas urbanas

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$D_{add} + D_{el} = 3,3 + D_{el} \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 5 metros.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán:

- Sobre puntos accesibles a las personas: $5,5 + D_{el} = 5,50 + 0,7 = 6,20$ metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: $3,3 + D_{el} = 3,30 + 0,7 = 4$ metros, con un mínimo de 4 metros.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatas.

Proximidad a aeropuertos

Las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos que hayan de construirse en la proximidad de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la navegación aérea, deberán ajustarse a lo especificado en la legislación y disposiciones vigentes en la materia que correspondan.

En el caso de la línea eléctrica objeto del presente proyecto, no hay ningún aeropuerto cercano, por lo que no se han aplicado las consideraciones indicadas en este punto de la reglamentación.

Proximidad a parques eólicos

Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, 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.

Estas indicaciones solo se han tenido en cuenta en el presente proyecto a la hora de ubicar los aerogeneradores del parque eólico “Castrío”, manteniendo así la distancia exigida de altura a punta de pala más 10 metros.

Proximidad a obras

Cuando se realicen obras próximas a líneas aéreas y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el 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, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

12. ACCESOS A LOS APOYOS

Para el acceso a cada uno de los apoyos de la línea de 66 kV objeto del presente trabajo de fin de grado, se buscará maximizar todo lo posible el empleo de accesos o pistas existentes, disminuyendo así la creación de nuevos accesos con la consiguiente ocupación de terrenos privados o comunales, así como reducir considerablemente el movimiento de tierras que se

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

originarían por el adecuamiento de viales de una anchura máxima de 5 metros que permita el paso del convoy con los materiales.

ANEXOS

ANEXO I: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEXO I

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE

1.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	6
1.1	CONSTANTES Y CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA.....	6
1.2	CONSTANTES KILÓMETRICAS.....	8
1.2.1.	Resistencia de la línea por kilómetro.....	8
1.2.2.	Reactancia de autoinducción.....	8
1.3	CAÍDA DE TENSIÓN.....	9
1.4	PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	10
1.5	EFEECTO CORONA.....	11
2.	CÁLCULO DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	12
2.1	FORMULACIÓN DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	13
2.2	DETERMINACIÓN DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO.....	13
2.3	LÍMITES PERMITIDOS.....	14
3.	CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA.....	14
3.1	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES Y DEL CABLE DE TIERRA.....	15
3.2	HIPÓTESIS DE CÁLCULOS INICIALES.....	16
3.2.1.	Cargas permanentes.....	16
3.2.2.	Cargas por acción del viento.....	16
3.2.3.	Cargas por hielo.....	17
3.2.4.	Peso del viento.....	17
3.2.5.	Peso del hielo.....	18
3.3	HIPÓTESIS DE PARTIDA.....	18
3.3.1.	Valores de límite estático.....	18
3.3.2.	Valores de límite dinámico.....	19
3.4	HIPÓTESIS DE CÁLCULO.....	20
3.4.1.	Hipótesis de flecha máxima.....	20
3.4.2.	Hipótesis de flecha mínima.....	21
3.5	VANO DE REGULACIÓN.....	21
3.5.1.	Tensión mecánica.....	22
3.5.2	Flecha.....	23

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

3.5.3.	Comprobaciones del cumplimiento de los criterios de EDS y CHS	36
3.5.4.	Tabla de tendido.....	39
4.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.....	46
4.1	DISTANCIAS DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO PARA EVITAR DESCARGAS	46
4.2	DISTANCIAS EN EL APOYO	47
4.2.1.	Distancias entre conductores.....	47
4.2.2.	Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra	50
4.3	DISTANCIAS AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES 51	
4.4	DISTANCIAS A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN	51
4.5	DISTANCIAS A CARRETERAS	53
4.6	DISTANCIAS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR.....	54
4.6.1.	Cruzamientos	54
4.7	DISTANCIAS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES.....	55
4.7.1.	Cruzamientos	55
4.8	DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES.....	55
4.9	DISTANCIAS A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES	56
4.9.1.	Cruzamientos	56
4.10	PASO POR ZONAS.....	57
4.10.1.	Bosques, árboles y masas de arbolado	57
4.10.2.	Edificios, construcciones y zonas urbanas	58
4.10.3.	Proximidad a aeropuertos.....	59
4.10.4.	Proximidad a parques eólicos	60
4.10.5.	Proximidad a obras.....	60
5.	DISTRIBUCIÓN DE APOYOS.....	60
5.1	CÁLCULO DEL TIPO DE APOYO	60
5.1.1.	Fuerza de la cadena.....	61
5.1.2.	Fuerza del conductor.....	62
5.1.3.	Peso del conductor.....	62
5.1.4.	Ángulo de desviación máximo.....	63
6.	CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS.....	65
6.1	APOYOS PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA	68
6.1.1.	Primera hipótesis (viento)	68
6.1.2.	Segunda hipótesis (hielo)	69
6.1.3.	Tercera hipótesis (desequilibrio de tracciones)	70

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

6.1.4. Cuarta hipótesis (rotura de conductores)	70
6.2 APOYOS EN ALINEACIÓN	70
6.2.1. Primera hipótesis (viento)	70
6.2.2. Segunda hipótesis (hielo)	71
6.2.3. Tercera hipótesis (desequilibrio de tracciones)	71
6.3 APOYOS EN ÁNGULO	71
6.3.1. Primera hipótesis (viento)	71
6.3.2. Segunda hipótesis (hielo)	73
6.3.3. Tercera hipótesis (desequilibrio de tracciones)	73
6.4 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS APOYOS.....	74
7. CIMENTACIONES	84
7.1 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	84
7.2 COMPROBACIÓN AL ARRANQUE	84
7.2.1. Carga nominal de arranque.....	85
7.2.2. Carga estabilizadora opuesta al arranque.....	85
7.3 COMPROBACIÓN A COMPRESIÓN	86
7.3.1. Carga máxima de compresión	86
7.3.2. Macizo de hormigón.....	87
7.3.3. Presión ejercida sobre el terreno	87
7.4 TABLA DE CIMENTACIONES.....	87

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En este anejo de cálculos eléctricos se van a realizar todos aquellos necesarios para una correcta justificación de la elección del conductor LA-180 y del cable de protección AC-50.

1.1 CONSTANTES Y CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

En este apartado se va a proceder a la justificación de los cálculos eléctricos de la LAAT 66 kV objeto del presente estudio.

Para ello, partiremos de los siguientes datos:

Datos eléctricos de partida de la instalación

- Tensión nominal:66 kV
- Tensión más elevada:72,5 kV
- Zona de aplicación:B y C
- Circuitos:1
- Nº de conductores por fase:1
- Tipo de conductor:LA-180 (147-AL 1/34-ST1A)
- Frecuencia:50 Hz
- Factor de potencia (desfavorable):0,9
- Longitud total de la línea:13.559 m
- Potencia a transportar:20 MW

Datos del conductor LA-180 (147-AL 1/34-ST1A)

- Denominación:147-AL 1/34-ST1A
- Composición:30 de 2,50 mm (Al) + 7 de 2,50 mm (Ac)
- Sección total:181,6 mm²
- Diámetro total:17,5 mm
- Resistencia eléctrica a 20°C:0,1962 (ohm/km)
- Disposición de conductores:Tresbolillo

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Partiendo de estos datos expuestos, lo primero que se hace necesario conocer es la intensidad máxima que puede soportar el conductor escogido (LA-180).

Para ello, debemos tener en cuenta la sección del conductor, que en este caso es de 181,6 mm². A partir de este dato, acudiremos a la tabla 11 de la ITC-LAT 07, donde, a partir de este dato, obtendremos la densidad de corriente (A/mm²).

Sección nominal mm ²	Densidad de corriente A/mm ²		
	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Figura 1: Tabla normalizada de intensidades máximas en función de las secciones nominales.

Fuente: ITC-LAT 07

Tal y como puede observarse en dicha tabla, para 181,6 mm² de sección no hay un valor estándar calculado, por lo que debemos interpolar entre los valores de sección inferiores y superiores más cercanos. Como resultado de esta interpolación, obtenemos una densidad de corriente de 2,592 A/mm².

Una vez obtenida esta densidad de corriente, debemos tener en cuenta la composición del conductor, que en este caso son 30 fibras de aluminio y 7 de acero, por lo que le corresponde un coeficiente de reducción de 0,916.

Por tanto, la densidad máxima de corriente permitida para este conductor LA-180 es de:

$$\theta_r = 2,374 \text{ A/mm}^2.$$

Con este dato de la densidad máxima de corriente podremos conocer cuál es la intensidad máxima admisible, que se podrá obtener de la siguiente manera:

$$I_{max} = \theta_r * S$$

$$I_{max} = 2,374 * 181,6 \rightarrow I_{max} = 431,16 \text{ A}$$

Obtenida la intensidad máxima admisible, podremos calcular el valor de la potencia máxima a transportar:

$$P_{max} = \sqrt{3} * U_{nom} * I_{max} * \cos \varphi = \sqrt{3} * 66 * 431,16 * 0,9$$

$$P_{max} = 44.359,48 \text{ kW}$$

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Es decir, la línea LAAT 66 kV está diseñada para un transporte máximo de 44,36 MW.

1.2 CONSTANTES KILÓMETRICAS

Los siguientes parámetros característicos de cualquier línea eléctrica son los siguientes:

1.2.1. Resistencia de la línea por kilómetro

Para el caso que nos ocupa, se va a calcular el valor de la resistencia por unidad de longitud (medida en Ω/km).

Para ello, nos serviremos de la siguiente expresión:

$$R = \frac{\rho * L}{S}$$

donde:

- ρ : corresponde a la resistividad del conductor, medida en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
- L: longitud de la línea eléctrica, medida en metros.
- S: sección del conductor, en mm^2 .

La resistividad para un conductor LA-180 como el empleado, con una composición de 30+7, es de $0,03563 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; con una longitud de línea de 13.559 metros, y una sección de $181,6 \text{ mm}^2$.

A partir de los datos anteriormente mencionados, se obtiene un valor de resistencia para la línea LAAT 60 kV de $2,6603 \Omega$.

Por tanto, la resistencia por unidad de longitud para este proyecto será de **$0,1962 \Omega/\text{km}$** .

1.2.2. Reactancia de autoinducción

La expresión que define la reactancia de autoinducción es la siguiente:

$$X = 2 * \pi * f * L$$

donde:

- f: es la frecuencia del sistema, medida en Hz
- L: es el coeficiente de autoinducción por unidad de longitud, medido en H/km.

El valor del coeficiente de autoinducción puede calcularse mediante la fórmula:

$$L = \left(\frac{1}{2 * n} + 4,065 * \log \frac{DMG}{r} \right) * 10^{-4}$$

donde cada uno de los elementos se definen de la siguiente forma:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- n: es el número de subconductores del haz, en este caso 1.
- DMG: es la distancia media geométrica entre los conductores
- r: es el radio del conductor, medido en mm.

Por tanto, para conocer el valor del coeficiente de autoinducción, deberemos calcular la distancia media geométrica entre conductores. Para ello, debemos tener en cuenta la disposición de los conductores en los apoyos, que en este caso es tresbolillo, así como las distancias de la cabeza, "b", y las crucetas del apoyo, "a" y "c", respectivamente. Los valores de estos tres elementos son, según el orden descrito, de 3,3 m, 3 m y 3 m.

La expresión que permite el cálculo de la DMG es:

$$DMG = \sqrt[3]{D_1 * D_2 * D_3}, \text{ medida en mm}$$

$$D_1 = \sqrt{b^2 + (2a^2)}$$

$$D_2 = \sqrt{b^2 + (a^2 + c^2)}$$

$$D_3 = 2b$$

Por tanto, el valor de DMG es de **6.764,07 mm**.

Conociendo ya el valor de DMG, el coeficiente de autoinducción será de **1,38 mH/km**.

Por lo que, el valor de la reactancia de autoinducción por unidad de longitud de la línea del presente proyecto será de **0,4339 Ω/km**.

1.3 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea, por unidad de longitud, viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} * L * I * (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

donde:

- L: es la longitud de la línea, expresada en kilómetros.
- I: intensidad de la línea, medida en amperios (A).
- R: resistencia por fase y por unidad de longitud, expresada en Ω/km.
- X: reactancia inductiva por fase y por unidad de longitud, medida en Ω/km.
- φ : ángulo de fase, medido en grados sexagesimales.

Por otro lado, la intensidad de la línea se rige por la siguiente fórmula:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

en donde:

- P: potencia de transporte, en kW.
- U: tensión nominal de la línea, en kV.

Por lo que, sustituyendo la expresión de la intensidad en la fórmula de la caída de tensión, tendremos:

$$\Delta U = \sqrt{3} * L * \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} * (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$$

simplificando:

$$\Delta U = L * \frac{P}{U} * (R + X \operatorname{tg}\varphi)$$

Por tanto, el valor de la caída de tensión será de **3.650,09 kV**, cuyo valor porcentual será de **5,53%**.

Estos valores se corresponden para un factor de potencia de 0,9 como el más desfavorable. Sin embargo, si se considera un factor de potencia de 1, los resultados serían de **1.788 kV** y de **2,71%**.

No obstante, dado que la potencia a transportar, generada por el parque eólico "Castrío", es de 20 MW, las pérdidas ocasionadas por caídas de tensión serán del **2,49 %**, con un factor de potencia de 0,9 (desfavorable) y de un **1,22 %** en el caso de que el factor de potencia fuese de 1.

Por tanto, los valores aquí calculados, tanto para un factor de potencia de 0,9, como para un factor de potencia de 1, entran dentro de las tolerancias de los límites considerados como admisibles.

1.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Para calcular las pérdidas de potencia de transporte a lo largo de la LAAT 66 kV, utilizaremos la siguiente fórmula, expresada en función de las pérdidas por el efecto Joule:

$$P_{Joule} = 3 * R * L * I^2$$

El resultado de esta fórmula se medirá en watios (W), y en donde, cada uno de los elementos, tiene el siguiente valor:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- R: resistencia por fase y por unidad de longitud, medida en Ω/km0,1962
- L: longitud de la línea, expresada en km.....13,559
- I: intensidad de la línea, en A.....428,051

Por tanto, el valor de las pérdidas por el efecto Joule es de **1.462,31 kW**.

Estas pérdidas, expresadas en tanto por ciento, suponen un **3,29%**, lo que supone un rendimiento de la LAAT 66 kV cercano al 97%.

1.5 EFECTO CORONA

El efecto corona es un proceso físico en el cual, una corriente eléctrica circula desde un electrodo a alto potencial hacia un medio neutro, ionizando el fluido, que cambia de estado a plasma alrededor del electrodo. Los iones que circulan por el nuevo medio pueden, eventualmente, regresar a un punto del mismo conductor a menor potencial o bien recombinarse para volver a formar moléculas de gas neutro.

Cuando el campo eléctrico es lo suficientemente intenso en algún punto del fluido, se ioniza y se hace conductor. En ocasiones, se pueden encontrar en circuitos y líneas eléctricas de distribución y transporte, elementos que puedan tener puntas agudas o cantos afilados, el campo eléctrico en esos conductores es más intenso por el denominado efecto punta. El aire que rodea a estas puntas agudas y cantos afilados de los conductores se ioniza localmente, volviéndose conductor y todo el sistema actúa como tal.

Si la geometría del conductor y el gradiente de potencial son lo suficientemente intensos como para ionizar y conseguir la ruptura dieléctrica del gas, en un volumen tal que alcance a otro conductor distinto a menor potencial, se producirá una descarga, resultando un arco eléctrico.

La tensión para la cual comienzan las pérdidas a través del aire se llama **tensión crítica disruptiva**.

La consecuencia práctica del efecto corona es una corriente de fuga análoga a la debida a la conductancia del aislamiento, la que representa una pérdida en la energía transmitida por la línea. Esta pérdida se produce cuando la tensión de la línea supera la tensión crítica disruptiva.

Para ello, se empleará la fórmula de Peek:

$$U_c = V_c * \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} * \sqrt{3} * m_c * \delta * m_T * r * n * \ln \frac{DMG}{r_{eq}}$$

en donde:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- U_c : tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, es decir, la tensión crítica disruptiva.
- V_c : tensión simple correspondiente.
- 29,8: valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25°C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio.
- m_c : coeficiente de rugosidad del conductor.
- m_t : coeficiente meteorológico.
- r : radio del conductor en cm.
- DMG: distancia media geométrica entre fases, medida en cm.
- δ : factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

El valor de δ se calculará a través de la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{3,921 * h}{273 + \theta}$$

cuyos términos definen:

- h : presión barométrica en cm de columna de mercurio.
- θ : temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere.

No obstante, y según lo establecido en el apartado 4.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento para Líneas de Alta Tensión, será de obligado cumplimiento la comprobación del comportamiento de los conductores al efecto corona en las líneas de tensión nominal superior a 66 kV.

Dado que la tensión nominal de la línea objeto del presente estudio es de 66 kV, no se tendrá en cuenta el efecto corona, y, por tanto, no se calcularán los valores de la tensión crítica disruptiva para unos ambientes seco y húmedo, respectivamente.

2. CÁLCULO DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

El objetivo de este punto es conocer cómo se desarrollaría el cálculo de los campos electromagnéticos generados por la LAAT 66 kV a lo largo de su recorrido, para dar cumplimiento a lo establecido en 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.

2.1 FORMULACIÓN DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Los circuitos eléctricos de la LAAT 66 kV que vayan a generar los campos electromagnéticos de mayor valor serán los que circulen una intensidad más elevada, siendo estos los conductores de la propia línea eléctrica.

Para conocer el valor eficaz del campo magnético en un punto se puede emplear la fórmula de la ley de Biot-Savart, cuya expresión es la que sigue:

$$\beta = \mu_0 * H = 4\pi * 10^{-7} * \frac{I}{2\pi * r}$$

siendo:

- I: corriente que circula por el conductor, a una frecuencia de 50 Hz, medida en A.
- r: distancia del conductor al punto donde se calcula el campo electromagnético, medida en m.

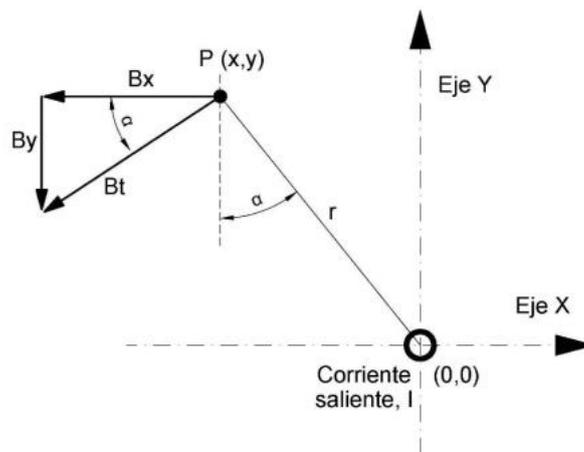


Figura 2: Demostración del cálculo del campo magnético en un punto

2.2 DETERMINACIÓN DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

Para conocer el valor del campo electromagnético en un punto bajo los conductores de la LAAT 66 kV, se procederá a analizar dicho punto a 1 metro de altura sobre el nivel del suelo, analizando, por tanto, la influencia conjunta de todos los conductores de fase que componen la línea eléctrica que generan el campo electromagnético.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Para ello, se realizaría una modelización de los conductores en base al armado más repetido de la línea. En este caso, el armado es armado tipo "S", concretamente el S1111, con una cabeza ("b") de 3,3 metros, y unas crucetas ("a" y "c") de 3 metros cada una de ellas.

Ahora bien, si bien en el presente proyecto se ha considerado una distancia mínima al suelo de 7 metros para toda la proyección de la línea, para que este cálculo del campo electromagnético resulte lo más garantista posible con la seguridad, se considera una distancia de 6 metros al suelo, tal y como se establece en el apartado 5.5. de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, para una tensión de 66 kV.

2.3 LÍMITES PERMITIDOS

De acuerdo con lo recogido en el informe de fecha 11 de mayo de 2001 elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo, en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, los valores de estos campos han de estar limitados en 100 μ T, ya que se considera que, para valores iguales o superiores a este, se comprometería la salud humana y se pondría en riesgo la misma.

Lo recogido en el informe mencionado anteriormente está en la línea de las conclusiones indicadas en la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a los campos electromagnéticos de 0 Hz a 300 GHz, cuya transcripción a la reglamentación nacional se recoge en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

3. CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA

En este apartado del proyecto se va a proceder a explicar el procedimiento y formulación para el cálculo mecánico, tanto del conductor como del cable de tierra escogidos para la LAAT 66 kV.

Para ello, se partirá de los condicionantes de obligado cumplimiento que marca el RD 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.

3.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES Y DEL CABLE DE TIERRA

Datos de cálculo conductor LA-180 (147-AL 1/34-ST1A)

- Denominación:147-AL 1/34-ST1A
- Sección total:181,6 mm²
- Diámetro total:17,5 mm
- Peso del cable:0,663 daN/m
- Sobrecarga de viento (máximo 120 km/h):0,875 daN/m
- Sobrecarga de hielo (zona B):0,753 daN/m
- Sobrecarga de hielo (zona C):1,506 daN/m
- Carga de rotura:6.393,936 daN
- Módulo de elasticidad:8.041,453 daN/mm²
- Coeficiente de dilatación:1,78*10⁻⁵ °C⁻¹
- EDS (zonas B y C):15%
- CHS (zonas B y C):20%

Datos de cálculo cable de tierra AC-50

- Denominación:AC-50
- Sección total:49,4 mm²
- Diámetro total:9 mm
- Peso del cable:0,384 daN/m
- Sobrecarga de viento (máximo 120 km/h):0,540 daN/m
- Sobrecarga de hielo (zona B):0,54 daN/m
- Sobrecarga de hielo (zona C):1,08 daN/m
- Carga de rotura:6.080,123 daN
- Módulo de elasticidad:17.651,97 daN/mm²
- Coeficiente de dilatación:1,15*10⁻⁵ °C⁻¹

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- EDS (zonas B y C):13%
- CHS (zonas B y C):15%

3.2 HIPÓTESIS DE CÁLCULOS INICIALES

Para comenzar con la metodología empleada para el cálculo mecánico de los conductores, partiremos en primer lugar por lo que se establece en el apartado 3 de la ITC-LAT 07.

3.2.1. Cargas permanentes

Según lo indicado en el apartado 3.1.1 de la ITC-LAT 07, se considerarán como cargas permanentes aquellas verticales debidas al propio peso de los distintos elementos. En este caso, al peso propio por el conductor de fase LA-180 y por el cable de tierra AC-50.

Como se ha indicado en el apartado anterior, estas cargas permanentes son:

- p_p conductor LA-180:0,663 daN/m
- p_p cable de tierra AC-50:0,384 daN/m

3.2.2. Cargas por acción del viento

Al igual que en el apartado 3.2.1. del presente anejo de cálculos, para determinar las cargas producidas por la acción del viento deberemos atenernos a lo que se indica en el apartado 3.1.2. de la ITC LAT-07, donde se considerará la presión del viento sobre el conductor de forma horizontal, y para lo que deberá tenerse en cuenta el diámetro del conductor.

De esta manera, la expresión que posibilita el cálculo de la sobrecarga producida por el viento es la siguiente:

$$q = 50 * \left(\frac{V_v^2}{120^2} \right) \text{ si } d > 16 \text{ mm}$$

$$q = 60 * \left(\frac{V_v^2}{120^2} \right) \text{ si } d \leq 16 \text{ mm}$$

donde:

- q : presión del viento, medida en daN/mm², cuyo valor depende del diámetro del conductor.
- d : diámetro del conductor, expresado en m.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Por tanto, y teniendo en cuenta la fórmula anterior, las sobrecargas por acción del viento en el conductor y en el cable de tierra son, respectivamente:

- sobrecarga de viento conductor LA-180:0,875 daN/m
- sobrecarga de viento cable de tierra AC-50:0,540 daN/m

3.2.3. Cargas por hielo

En el apartado 3.1.3. de la ITC-LAT 07 se establecen las clasificaciones para la diferenciación de las zonas de estudio en función de la altitud de las mismas.

En base a esa clasificación (zona A, zona B y zona C), el cálculo de la sobrecarga de hielo será la siguiente:

- Zona A: no se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.
- Zona B: se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: $0,18 \times d^{1/2}$ daN por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.
- Zona C: se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: $0,36 \times d^{1/2}$ daN por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.

Por tanto, como el proyecto que aquí se desarrolla está ubicado en las zonas B y C, las sobrecargas por viento serán:

- sobrecarga hielo zona B conductor LA-180:0,753 daN/m
- sobrecarga hielo zona C conductor LA-180:1,506 daN/m
- sobrecarga hielo zona B cable de tierra AC-50:0,54 daN/m
- sobrecarga hielo zona C cable de tierra AC-50:1,08 daN/m

3.2.4. Peso del viento

Una vez conocida la sobrecarga originada por la acción del viento, el siguiente paso es conocer el peso que esta carga ejerce sobre el conductor. Para ello, será necesario el uso de la siguiente fórmula:

$$p_v = \sqrt{p_p^2 + (q * d * 10^{-3})^2} = \sqrt{p_p^2 + p_{pv}^2}$$

donde:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- p_p : es el peso propio del conductor, en daN/m.
- p_{pv} : es la sobrecarga por la acción del viento, en daN/m.

Por tanto, el peso originado por la acción del viento será:

- p_v conductor LA-180:1,097 daN/m
- p_v cable de tierra AC-50:0,663 daN/m

3.2.5. Peso del hielo

Análogamente al apartado anterior, el peso ejercido por la sobrecarga del hielo se calculará según la siguiente fórmula:

$$p_h = p_p + p_{ph}$$

siendo:

- p_p : peso propio del conductor, en daN/m
- p_{ph} : sobrecarga de hielo, en daN/m

Por lo tanto, el peso originado por la acción del hielo en el conductor y en el cable de tierra es, respectivamente:

- p_h conductor LA-180 en zona B:1,416 daN/m
- p_h conductor LA-180 en zona C:2,169 daN/m
- p_h cable de tierra AC-50 en zona B:0,923 daN/m
- p_h : cable de tierra AC-50 en zona C:1,464 daN/m

3.3 HIPÓTESIS DE PARTIDA

3.3.1. Valores de límite estático

La tensión máxima que soportan el conductor LA-180 y el cable de tierra AC-50 son las que se muestran a continuación:

	Carga de rotura (daN)	Tensión máxima (daN)	Coefficiente de seguridad
LA-180 (147-AL1/34-ST1A)	6.393,936	2.131	3
AC-50	6.080,123	2.026,707	3

Tabla 1: Tensiones máximas permitidas y coeficientes de seguridad mínimos de los conductores

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos en el apartado 3.2.1. de la ITC-LAT 07, donde se establece que la tracción máxima de los conductores y cables de tierra no resultará superior a su carga de rotura, mínima dividida entre 2,5, si se trata de conductores cableados, o dividida por 3, si se trata de conductores de un alambre, considerándoles sometidos a la hipótesis de sobrecarga máxima, para las zonas B y C, de viento y de hielo.

3.3.2. Valores de límite dinámico

A la hora de calcular las tracciones mecánicas de los conductores, deberá tenerse en cuenta la incidencia de posibles fenómenos vibratorios que pueden, no solo acortar la vida útil de estos, sino también dar lugar a desgaste y provocar fallos en los herrajes y accesorios de protección, incluso, en las peores condiciones, comprometer la resistencia de los apoyos.

Por un lado, tendremos que definir el **EDS** (Every Day Stress), que es el que tiene en cuenta el fenómeno vibratorio por el efecto del viento en el conductor en condiciones normales de temperatura (15°C) sin sobrecarga, en las que la tensión no debe ser superior a un porcentaje de la carga de rotura.

En el caso de este proyecto, se ha establecido un EDS máximo de un 15% para el conductor LA-180, y del 13% para el cable de tierra, ambos para una temperatura de 10°C por estar en las zonas B y C.

La expresión del EDS es:

$$EDS = \frac{T_{10^{\circ}C}}{CR} * 100$$

Por otro lado, tenemos que definir el **CHS** (Cold Hours Stress), que es aquel que tiene en cuenta el fenómeno vibratorio por la acción del viento en el conductor en condiciones mínimas de temperatura (-5°C), sin sobrecarga, en las que la tensión no debe superar un porcentaje de la carga de rotura.

En este caso, se ha considerado un CHS del 20% para el conductor LA-180, y del 15% para el cable de tierra.

$$CHS = \frac{T_{horas\ frías}}{CR} * 100$$

3.4 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

3.4.1. Hipótesis de flecha máxima

Una vez hemos calculado los valores del peso debido a la acción del viento (hipótesis de viento), y debido a la acción del hielo (hipótesis de hielo), podremos calcular el valor de la flecha máxima, según lo indicado en el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, donde, para las zonas B y C objeto del presente proyecto, se tendrán en cuenta las siguientes hipótesis de cálculo para la siguiente fórmula:

$$f = \frac{a_r^2 * p_p}{8 * T} * m$$

donde:

- a_r : vano de regulación, en m.
- p_p : peso propio del conductor, en daN/m.
- T: tracción horizontal en las condiciones de cálculo de la flecha, en daN.
- m: coeficiente de sobrecarga de las condiciones de cálculo (viento o hielo).

Las diferentes hipótesis de cálculo son:

- Hipótesis de viento: sometidos a la acción de su propio peso y a una sobrecarga de viento, para una velocidad de 120 km/h a la temperatura de +15°C.
 - o p_v conductor LA-180:1,097 daN/m
 - o p_v cable de tierra AC-50:0,663 daN/m
- Hipótesis de temperatura: sometidos a la acción de su propio peso, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio de la línea. Al ser una línea de 66 kV, y, por tanto, no estar catalogada como de categoría especial, esta temperatura será de 50°C.
 - o p_p conductor LA-180:0,663 daN/m
 - o p_p cable de tierra AC-50:0,384 daN/m
- Hipótesis de hielo: sometidos a la acción de su propio peso y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona (exclusivamente a las zonas B y C), a la temperatura de 0°C.
 - o p_h conductor LA-180 en zona B:1,416 daN/m
 - o p_h conductor LA-180 en zona C:2,169 daN/m

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- p_h cable de tierra AC-50 en zona B:0,923 daN/m
- p_h : cable de tierra AC-50 en zona C:1,464 daN/m

3.4.2. Hipótesis de flecha mínima

Para el cálculo de la flecha mínima, deberemos tener en cuenta que:

- En zona B, la hipótesis de flecha mínima se realizará a la temperatura de -15°C y sin sobrecarga.
- En zona C, se realizará a la temperatura de -20°C y sin sobrecarga.

Por tanto, los pesos del conductor y del cable de tierra serán, respectivamente:

- p_p conductor LA-180:0,663 daN/m
- p_p cable de tierra AC-50:0,384 daN/m

3.5 VANO DE REGULACIÓN

A la hora de realizar los cálculos mecánicos de los conductores habrá que tener en cuenta el hecho de que los apoyos no tener las mismas dimensiones ni ubicados en la misma cota, ni que los vanos entre los distintos apoyos tengan la misma longitud, por lo que se hace necesario el cálculo del vano ideal de regulación.

El vano de regulación es aquel tramo de tendido ubicado entre dos apoyos con cadenas de amarre y se usa para facilitar el cálculo de las tensiones de cada uno de los tramos que lo componen, así como las distintas flechas de estos vanos intermedios.

La fórmula a aplicar para el cálculo del vano de regulación es la siguiente:

$$a_r = \sqrt[3]{\frac{\sum a_n^3}{\sum a_n}}$$

donde:

a_r : es el vano de regulación, expresado en m.

a_n : longitud de cada uno de los vanos que forman la alineación entre dos apoyos con cadenas de amarre, expresado en m.

3.5.1. Tensión mecánica

Para el cálculo de la tensión mecánica del conductor emplearemos la fórmula de cambio de condiciones, partiendo de la hipótesis de tense máximo, considerando, además, que el coeficiente de seguridad no será inferior a 3.

La ecuación de cambio de condiciones sigue la siguiente expresión:

$$t_1^2 * (t_1 - k + \lambda * E * (\Theta_1 - \Theta_0)) = a^2 * w^2 * \frac{E}{24} * m_1^2$$

No obstante, para facilitar el cálculo, la ecuación de condiciones se reducirá a:

$$t_1^2 * (t_1 + A) = B$$

siendo:

$$A = \delta * E * (\Theta_1 - \Theta_0) + k$$

$$B = \frac{\alpha_r^2 * E * w^2 * m_1^2}{24}$$

$$k = \frac{\alpha_r^2 * E * w^2 * m_0^2}{24 * t_0^2} - t_0$$

$$w = \frac{p_p}{S}$$

donde:

- δ : coeficiente de dilatación, medido en $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Θ_1 : temperatura de las condiciones finales estudiadas, en $^{\circ}\text{C}$.
- Θ_0 : temperatura de las condiciones iniciales, en $^{\circ}\text{C}$.
- a : vano de regulación, medido en m.
- E : módulo de elasticidad, expresado en daN/mm^2 .
- w : peso propio por metro y por mm^2 de sección.
- m_1 : coeficiente de sobrecarga de la hipótesis final (viento o hielo).
- m_0 : coeficiente de sobrecarga de la hipótesis inicial (viento o hielo).
- t_1 : tensión específica en la hipótesis a calcular, en daN/mm^2 .
- t_0 : tensión específica en la hipótesis inicial, en daN/mm^2 .
- p_p : peso propio del conductor, daN/m .
- S : sección del conductor, en mm^2 .

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Para calcular el valor de cada uno de los vanos que forman la alineación entre dos apoyos con cadenas de amarre, debemos emplear la siguiente fórmula, cuyo resultado nos da la tracción horizontal en el punto medio de cada vano:

$$T_m = \frac{1}{4} * \left[2 * T_{m\acute{a}x} - p_{c.i.} * d + \sqrt{(p_{c.i.} * d - 2 * T_{m\acute{a}x})^2 - 2 * p_{c.i.}^2 * b^2} \right]$$

Una vez obtenida la tracción en el punto medio de cada vano, podremos obtener el valor de la tensión máxima en el extremo de cada vano. Para ello, deberemos emplear la siguiente expresión:

$$T_{Bvano} = \frac{b}{a} * T_m$$

3.5.2 Flecha

Como se ha comentado anteriormente, una vez obtenida la tracción horizontal del vano de regulación, así como la tracción de cada uno de los vanos que se ubican entre dos apoyos en amarre, se pueden obtener las flechas de los vanos reguladores y, a partir de estas últimas, las flechas de cada uno de los vanos.

Para calcular la flecha del vano regulador nos serviremos de la ecuación ya mencionada en el apartado 3.4.1. del presente documento:

$$f = \frac{a_r^2 * p_p}{8 * T} * m$$

Una vez obtenida la flecha del vano regulador, podemos obtener el resto de las flechas de los vanos, siguiendo la siguiente expresión:

$$f_{vano} = \frac{a * b}{a_r^2} * f_{vano\ regulador}$$

donde:

- a: distancia horizontal entre los apoyos, medida en m.
- b: distancia real entre los apoyos, expresada en m.
- $f_{vano\ regulador}$: flecha calculada según la expresión del apartado 3.4.1., en m.

En las siguientes tablas se muestran los resultados de las condiciones iniciales evaluadas para las zonas B y C, según corresponda:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Conductor LA-180

TENSIONES EN CONDICIONES DE ZONAS B Y C LA-180

Nº Vano	Zona	Longitud vano (m)	Vano de regulación (m)	Tensión máxima (daN)	Coef. Seg.	Zona B	Zona C	Zona B		Zona C	
						Tensión -10°C + V/2 (daN)	Tensión -15°C + V/2 (daN)	Tensión -10°C + V (daN)	Tensión -15°C + H (daN)	Tensión -15°C + V (daN)	Tensión -20°C + H (daN)
1-2	C	203	202	2131	3	--	999,30	--	--	1273,88	2131
2-3	C	200	202	2131	3	--	999,30	--	--	1273,88	2131
3-4	C	216	276	2131	3	--	890,44	--	--	1184,64	2131
4-5	C	310	276	2131	3	--	890,44	--	--	1184,64	2131
5-6	C	225	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
6-7	C	235	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
7-8	C	235	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
8-9	C	201	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
9-10	C	201	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
10-11	C	224	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
11-12	C	215	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
12-13	C	218	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
13-14	C	218	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
14-15	C	227	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
15-16	C	323	236	2131	3	--	934,57	--	--	1221,91	2131
16-17	C	300	290	2131	3	--	878,68	--	--	1173,86	2131
17-18	C	280	290	2131	3	--	878,68	--	--	1173,86	2131
18-19	C	300	297	2131	3	--	873,77	--	--	1168,95	2131
19-20	C	295	297	2131	3	--	873,77	--	--	1168,95	2131
20-21	C	312	312	2131	3	--	864,95	--	--	1161,11	2131
21-22	C	266	235	2131	3	--	936,54	--	--	1223,87	2131

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

22-23	C	181	235	2131	3	--	936,54	--	--	1223,87	2131
23-24	C	244	235	2131	3	--	936,54	--	--	1223,87	2131
24-25	C	243	235	2131	3	--	936,54	--	--	1223,87	2131
25-26	C	214	235	2131	3	--	936,54	--	--	1223,87	2131
26-27	C	315	315	2131	3	--	862,99	--	--	1159,15	2131
27-28	C	173	173	2131	3	--	1088,54			1340,57	2131
28-29	B	189	189	1848	3,46	1278,79	--	1541,61	1848	--	--
29-30	C	182	288	2131	3	--	880,64			1174,84	2131
30-31	C	325	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
31-32	C	311	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
32-33	C	312	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
33-34	C	309	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
34-35	C	283	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
35-36	C	299	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
36-37	C	229	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
37-38	C	272	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
38-39	C	278	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
39-40	C	229	288	2131	3	--	880,64	--	--	1174,84	2131
40-41	C	320	288	2131	3	--	880,64			1174,84	2131
41-42	B	225	258	1906	3,35	1229,75	--	1556,32	1906	--	--
42-43	B	198	258	1906	3,35	1229,75	--	1556,32	1906	--	--
43-44	B	280	258	1906	3,35	1229,75	--	1556,32	1906	--	--
44-45	B	248	258	1906	3,35	1229,75	--	1556,32	1906	--	--
45-46	B	316	258	1906	3,35	1229,75	--	1556,32	1906	--	--
46-47	B	225	258	1906	3,35	1229,75	--	1556,32	1906	--	--
47-48	B	252	243	1896	3,37	1238,58	--	1554,35	1896	--	--
48-49	B	233	243	1896	3,37	1238,58	--	1554,35	1896	--	--
49-50	B	258	258	1906	3,35	1230,73	--	1557,30	1906	--	--

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

50-51	B	289	270	1915	3,34	1224,85	--	1559,26	1915	--	--
51-52	B	289	270	1915	3,34	1224,85	--	1559,00	1915	--	--
52-53	B	212	270	1915	3,34	1224,85	--	1559,00	1915	--	--
53-54	B	267	270	1915	3,34	1224,85	--	1559,00	1915	--	--
54-55	B	154	154	1806	3,54	1316,05	--	1530,82	1806	--	--

Tabla 2: Condiciones iniciales para el conductor LA-180

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Cable de protección AC-50

TENSIONES EN CONDICIONES DE ZONAS B Y C AC-50													
Nº Vano	Zona	Longitud vano (m)	Vano de regulación (m)	Tensión máxima (daN)	Coef. Seg	Zona B		Zona C		Zona B		Zona C	
						Tensión -10ºC + V/2 (daN)	Tensión -15ºC + V/2 (daN)	Tensión -10ºC + V (daN)	Tensión -15ºC + H (daN)	Tensión -15ºC + V (daN)	Tensión - 20ºC + H (daN)		
1-2	C	203	202	1762	3,45	--	1011,07	--	--	1167,97	1762		
2-3	C	200	202	1762	3,45	--	1011,07	--	--	1167,97	1762		
3-4	C	216	276	1858	3,27	--	880,64	--	--	1098,34	1858		
4-5	C	310	276	1858	3,27	--	880,64	--	--	1098,34	1858		
5-6	C	225	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
6-7	C	235	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
7-8	C	235	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
8-9	C	201	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
9-10	C	201	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
10-11	C	224	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
11-12	C	215	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
12-13	C	218	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
13-14	C	218	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
14-15	C	227	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
15-16	C	323	236	1864	3,26	--	1005,18	--	--	1190,53	1864		
16-17	C	300	290	1999	3,04	--	991,45	--	--	1215,04	1999		
17-18	C	280	290	1999	3,04	--	991,45	--	--	1215,04	1999		
18-19	C	300	297	2006	3,03	--	981,65	--	--	1210,14	2006		
19-20	C	295	297	2006	3,03	--	981,65	--	--	1210,14	2006		
20-21	C	312	312	1986	3,06	--	924,77	--	--	1162,09	1986		
21-22	C	266	235	1861	3,27	--	1005,18	--	--	1189,55	1861		

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

22-23	C	181	235	1861	3,27	--	1005,18	--	--	1189,55	1861
23-24	C	244	235	1861	3,27	--	1005,18	--	--	1189,55	1861
24-25	C	243	235	1861	3,27	--	1005,18	--	--	1189,55	1861
25-26	C	214	235	1861	3,27	--	1005,18	--	--	1189,55	1861
26-27	C	315	315	1969	3,09	--	901,23	--	--	1140,51	1969
27-28	C	173	173	1668	3,64	--	1015,97	--	--	1146,40	1668
28-29	B	189	189	1346	4,52	981,65	--	1130,71	1346	--	--
29-30	C	182	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
30-31	C	325	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
31-32	C	311	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
32-33	C	312	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
33-34	C	309	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
34-35	C	283	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
35-36	C	299	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
36-37	C	229	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
37-38	C	272	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
38-39	C	278	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
39-40	C	229	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
40-41	C	320	288	1950	3,12	--	944,38	--	--	1167,97	1950
41-42	B	225	258	1451	4,19	977,72	--	1180,72	1451	--	--
42-43	B	198	258	1451	4,19	977,72	--	1180,72	1451	--	--
43-44	B	280	258	1451	4,19	977,72	--	1180,72	1451	--	--
44-45	B	248	258	1451	4,19	977,72	--	1180,72	1451	--	--
45-46	B	316	258	1451	4,19	977,72	--	1180,72	1451	--	--
46-47	B	225	258	1451	4,19	977,72	--	1180,72	1451	--	--
47-48	B	252	243	1430	4,25	977,72	--	1170,91	1430	--	--
48-49	B	233	243	1430	4,25	977,72	--	1170,91	1430	--	--
49-50	B	258	258	1450	4,19	977,72	--	1180,72	1450	--	--

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

50-51	B	289	270	1466	4,15	976,74	--	1187,59	1466	--	--
51-52	B	289	270	1466	4,15	976,74	--	1187,59	1466	--	--
52-53	B	212	270	1466	4,15	976,74	--	1187,59	1466	--	--
53-54	B	267	270	1466	4,15	976,74	--	1187,59	1466	--	--
54-55	B	154	154	1284	4,74	983,61	--	1100,31	1284	--	--

Tabla 3: Condiciones iniciales para el cable de tierra AC-50

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

En las tablas que se muestran a continuación se recogen los datos de los cálculos de las flechas máximas y mínimas, según las distintas hipótesis necesarias para su conocimiento:

- Conductor LA-180

TENSIONES Y FLECHAS LA-180												
Nº Vano	Zona	Longitud vano (m)	Vano de regulación (m)	Tensión máxima (daN)	Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)
					Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)		
1-2	C	203	202	2131	615,86	5,66	1104,23	5,23	1989,77	5,74	3,86	5,74
2-3	C	200	202	2131	615,86	5,70	1104,23	5,26	1989,77	5,77	3,89	5,77
3-4	C	216	276	2131	630,57	6,29	1093,44	6,01	2040,76	6,36	5,15	6,36
4-5	C	310	276	2131	630,57	13,28	1093,44	12,68	2040,76	13,42	10,87	13,42
5-6	C	225	236	2131	623,70	6,75	1098,34	6,35	2017,23	6,83	5,12	6,83
6-7	C	235	236	2131	623,70	7,39	1098,34	6,95	2017,23	7,48	5,61	7,48
7-8	C	235	236	2131	623,70	7,37	1098,34	6,94	2017,23	7,46	5,60	7,46
8-9	C	201	236	2131	623,70	5,36	1098,34	5,05	2017,23	5,43	4,07	5,43
9-10	C	201	236	2131	623,70	5,35	1098,34	5,04	2017,23	5,42	4,06	5,42
10-11	C	224	236	2131	623,70	6,66	1098,34	6,27	2017,23	6,74	5,05	6,74
11-12	C	215	236	2131	623,70	6,17	1098,34	5,80	2017,23	6,24	4,68	6,24
12-13	C	218	236	2131	623,70	6,30	1098,34	5,93	2017,23	6,38	4,78	6,38
13-14	C	218	236	2131	623,70	6,30	1098,34	5,93	2017,23	6,38	4,78	6,38
14-15	C	227	236	2131	623,70	6,86	1098,34	6,46	2017,23	6,95	5,21	6,95
15-16	C	323	236	2131	623,70	13,87	1098,34	13,06	2017,23	14,04	10,53	14,04
16-17	C	300	290	2131	632,53	11,81	1091,48	11,33	2048,61	11,93	9,87	11,93
17-18	C	280	290	2131	632,53	10,30	1091,48	9,88	2048,61	10,41	8,61	10,41
18-19	C	300	297	2131	633,51	11,78	1091,48	11,32	2051,55	11,90	9,93	11,90

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

19-20	C	295	297	2131	633,51	11,39	1091,48	10,95	2051,55	11,51	9,60	11,51
20-21	C	312	312	2131	634,49	12,78	1090,50	12,32	2057,44	12,91	10,95	12,91
21-22	C	266	235	2131	623,70	9,69	1098,34	9,11	2017,23	9,81	7,33	9,81
22-23	C	181	235	2131	623,70	4,40	1098,34	4,14	2017,23	4,45	3,33	4,45
23-24	C	244	235	2131	623,70	7,95	1098,34	7,48	2017,23	8,04	6,02	8,04
24-25	C	243	235	2131	623,70	7,88	1098,34	7,41	2017,23	7,97	5,96	7,97
25-26	C	214	235	2131	623,70	6,17	1098,34	5,80	2017,23	6,24	4,67	6,24
26-27	C	315	315	2131	635,47	13,11	1090,50	12,65	2058,42	13,23	11,27	13,23
27-28	C	173	173	2131	606,05	4,10	1111,09	3,70	1957,41	4,15	2,44	4,15
28-29	B	189	189	1848	720,79	4,11	1312,13	3,74	1695,57	3,73	2,43	4,11
29-30	C	182	288	2131	632,53	4,45	1092,46	4,26	2047,63	4,49	3,71	4,49
30-31	C	325	288	2131	632,53	13,90	1092,46	13,32	2047,63	14,04	11,58	14,04
31-32	C	311	288	2131	632,53	12,73	1092,46	12,21	2047,63	12,87	10,61	12,87
32-33	C	312	288	2131	632,53	12,81	1092,46	12,28	2047,63	12,94	10,67	12,94
33-34	C	309	288	2131	632,53	12,54	1092,46	12,02	2047,63	12,67	10,45	12,67
34-35	C	283	288	2131	632,53	10,53	1092,46	10,09	2047,63	10,64	8,77	10,64
35-36	C	299	288	2131	632,53	11,78	1092,46	11,29	2047,63	11,90	9,81	11,90
36-37	C	229	288	2131	632,53	6,88	1092,46	6,60	2047,63	6,96	5,74	6,96
37-38	C	272	288	2131	632,53	9,75	1092,46	9,35	2047,63	9,86	8,13	9,86
38-39	C	278	288	2131	632,53	10,12	1092,46	9,70	2047,63	10,22	8,43	10,22
39-40	C	229	288	2131	632,53	6,88	1092,46	6,60	2047,63	6,95	5,74	6,95
40-41	C	320	288	2131	632,53	13,46	1092,46	12,90	2047,63	13,60	11,21	13,60
41-42	B	225	258	1906	795,32	5,35	1396,47	5,04	1796,58	5,06	3,83	5,35
42-43	B	198	258	1906	795,32	4,10	1396,47	3,87	1796,58	3,88	2,93	4,10
43-44	B	280	258	1906	795,32	8,19	1396,47	7,73	1796,58	7,75	5,86	8,19
44-45	B	248	258	1906	795,32	6,42	1396,47	6,06	1796,58	6,07	4,60	6,42
45-46	B	316	258	1906	795,32	10,42	1396,47	9,83	1796,58	9,86	7,46	10,42
46-47	B	225	258	1906	795,32	5,28	1396,47	4,98	1796,58	4,99	3,78	5,28

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

47-48	B	252	243	1896	782,57	6,74	1381,76	6,32	1778,93	6,33	4,66	6,74
48-49	B	233	243	1896	782,57	5,76	1381,76	5,40	1778,93	5,41	3,99	5,76
49-50	B	258	258	1906	795,32	6,94	1396,47	6,54	1797,56	6,56	4,96	6,94
50-51	B	289	270	1915	805,13	8,62	1407,25	8,16	1811,29	8,18	6,30	8,62
51-52	B	289	270	1915	805,13	8,62	1407,25	8,17	1811,29	8,19	6,31	8,62
52-53	B	212	270	1915	805,13	4,64	1407,25	4,40	1811,29	4,41	3,39	4,64
53-54	B	267	270	1915	805,13	7,36	1407,25	6,97	1811,29	6,99	5,38	7,36
54-55	B	154	154	1806	664,89	2,95	1250,35	2,60	1624,96	2,58	1,51	2,95

Tabla 4: Tensiones máximas y flechas para las hipótesis de flecha máxima y mínima para el conductor LA-180

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Cable de protección AC-50

TENSIONES Y FLECHAS AC-50												
Nº Vano	Zona	Longitud vano (m)	Vano de regulación (m)	Tensión máxima	Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)
					Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)		
1-2	C	203	202	1762	615,86	3,28	1017,93	3,43	1673,01	4,60	2,08	4,60
2-3	C	200	202	1762	615,86	3,30	1017,93	3,45	1673,01	4,63	2,09	4,63
3-4	C	216	276	1858	595,26	3,87	1002,24	3,96	1790,69	4,90	2,90	4,90
4-5	C	310	276	1858	595,26	8,15	1002,24	8,34	1790,69	10,32	6,11	10,32
5-6	C	225	236	1864	640,37	3,81	1057,16	3,98	1781,87	5,22	2,58	5,22
6-7	C	235	236	1864	640,37	4,17	1057,16	4,36	1781,87	5,71	2,82	5,71
7-8	C	235	236	1864	640,37	4,16	1057,16	4,35	1781,87	5,70	2,82	5,70
8-9	C	201	236	1864	640,37	3,03	1057,16	3,16	1781,87	4,15	2,05	4,15
9-10	C	201	236	1864	640,37	3,02	1057,16	3,16	1781,87	4,14	2,05	4,14
10-11	C	224	236	1864	640,37	3,76	1057,16	3,93	1781,87	5,15	2,54	5,15
11-12	C	215	236	1864	640,37	3,48	1057,16	3,64	1781,87	4,77	2,36	4,77
12-13	C	218	236	1864	640,37	3,56	1057,16	3,72	1781,87	4,87	2,41	4,87
13-14	C	218	236	1864	640,37	3,56	1057,16	3,72	1781,87	4,88	2,41	4,88
14-15	C	227	236	1864	640,37	3,87	1057,16	4,05	1781,87	5,31	2,62	5,31
15-16	C	323	236	1864	640,37	7,83	1057,16	8,17	1781,87	10,73	5,30	10,73
16-17	C	300	290	1999	667,83	6,48	1105,21	6,75	1925,05	8,56	4,78	8,56
17-18	C	280	290	1999	667,83	5,65	1105,21	5,89	1925,05	7,47	4,17	7,47
18-19	C	300	297	2006	665,87	6,49	1103,25	6,75	1934,85	8,51	4,84	8,51
19-20	C	295	297	2006	665,87	6,28	1103,25	6,53	1934,85	8,23	4,68	8,23
20-21	C	312	312	1986	639,39	7,35	1069,91	7,58	1920,14	9,33	5,68	9,33
21-22	C	266	235	1861	639,39	5,47	1056,18	5,71	1778,93	7,50	3,70	7,50

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

22-23	C	181	235	1861	639,39	2,48	1056,18	2,59	1778,93	3,41	1,68	3,41
23-24	C	244	235	1861	639,39	4,49	1056,18	4,69	1778,93	6,16	3,03	6,16
24-25	C	243	235	1861	639,39	4,45	1056,18	4,65	1778,93	6,10	3,01	6,10
25-26	C	214	235	1861	639,39	3,49	1056,18	3,64	1778,93	4,78	2,36	4,78
26-27	C	315	315	1969	626,64	7,69	1052,25	7,90	1905,43	9,64	6,01	9,64
27-28	C	173	173	1668	590,36	2,44	978,70	2,54	1572,01	3,49	1,45	3,49
28-29	B	189	189	1346	605,07	2,83	1001,26	2,95	1270,94	3,25	1,81	3,25
29-30	C	182	288	1950	638,41	2,55	1065,00	2,64	1878,95	3,30	1,90	3,30
30-31	C	325	288	1950	638,41	7,97	1065,00	8,24	1878,95	10,32	5,94	10,32
31-32	C	311	288	1950	638,41	7,30	1065,00	7,55	1878,95	9,46	5,45	9,46
32-33	C	312	288	1950	638,41	7,34	1065,00	7,59	1878,95	9,51	5,48	9,51
33-34	C	309	288	1950	638,41	7,19	1065,00	7,44	1878,95	9,31	5,36	9,31
34-35	C	283	288	1950	638,41	6,04	1065,00	6,24	1878,95	7,82	4,50	7,82
35-36	C	299	288	1950	638,41	6,75	1065,00	6,98	1878,95	8,75	5,04	8,75
36-37	C	229	288	1950	638,41	3,95	1065,00	4,08	1878,95	5,11	2,95	5,11
37-38	C	272	288	1950	638,41	5,59	1065,00	5,78	1878,95	7,24	4,17	7,24
38-39	C	278	288	1950	638,41	5,80	1065,00	6,00	1878,95	7,51	4,33	7,51
39-40	C	229	288	1950	638,41	3,95	1065,00	4,08	1878,95	5,11	2,95	5,11
40-41	C	320	288	1950	638,41	7,72	1065,00	7,98	1878,95	9,99	5,75	9,99
41-42	B	225	258	1451	654,10	3,77	1079,71	3,94	1389,60	4,27	2,72	4,27
42-43	B	198	258	1451	654,10	2,89	1079,71	3,02	1389,60	3,27	2,09	3,27
43-44	B	280	258	1451	654,10	5,78	1079,71	6,03	1389,60	6,54	4,17	6,54
44-45	B	248	258	1451	654,10	4,53	1079,71	4,73	1389,60	5,13	3,27	5,13
45-46	B	316	258	1451	654,10	7,35	1079,71	7,67	1389,60	8,32	5,31	8,32
46-47	B	225	258	1451	654,10	3,72	1079,71	3,89	1389,60	4,21	2,69	4,21
47-48	B	252	243	1430	644,30	4,74	1064,02	4,95	1366,07	5,38	3,34	5,38
48-49	B	233	243	1430	644,30	4,05	1064,02	4,23	1366,07	4,60	2,86	4,60
49-50	B	258	258	1450	653,12	4,89	1079,71	5,11	1388,62	5,54	3,53	5,54

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

50-51	B	289	270	1466	659,99	6,09	1090,50	6,36	1406,27	6,88	4,48	6,88
51-52	B	289	270	1466	659,99	6,10	1090,50	6,36	1406,27	6,88	4,48	6,88
52-53	B	212	270	1466	659,99	3,28	1090,50	3,42	1406,27	3,70	2,41	3,70
53-54	B	267	270	1466	659,99	5,20	1090,50	5,43	1406,27	5,87	3,82	5,87
54-55	B	154	154	1284	572,71	1,98	953,21	2,06	1198,37	2,28	1,17	2,28

Tabla 5: Tensiones máximas y flechas para las hipótesis de flecha máxima y mínima para el cable de tierra AC-50

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

3.5.3. Comprobaciones del cumplimiento de los criterios de EDS y CHS

En las tablas que se muestran tras estas líneas reflejan los datos de los criterios de límite dinámico, cuyos valores no podían sobrepasar:

- EDS: 15%
- CHS: 20%

EDS (%) y CHS (%) LA-180						
Nº Vano	Zona	Longitud vano (m)	Vano de regulación (m)	Zona B	Zona C	CHS (%)
				EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	
1-2	C	203	202	--	11,66	12,75
2-3	C	200	202	--	11,66	12,75
3-4	C	216	276	--	10,96	11,46
4-5	C	310	276	--	10,96	11,46
5-6	C	225	236	--	11,25	11,98
6-7	C	235	236	--	11,25	11,98
7-8	C	235	236	--	11,25	11,98
8-9	C	201	236	--	11,25	11,98
9-10	C	201	236	--	11,25	11,98
10-11	C	224	236	--	11,25	11,98
11-12	C	215	236	--	11,25	11,98
12-13	C	218	236	--	11,25	11,98
13-14	C	218	236	--	11,25	11,98
14-15	C	227	236	--	11,25	11,98
15-16	C	323	236	--	11,25	11,98
16-17	C	300	290	--	10,88	11,33
17-18	C	280	290	--	10,88	11,33
18-19	C	300	297	--	10,85	11,27
19-20	C	295	297	--	10,85	11,27
20-21	C	312	312	--	10,78	11,16
21-22	C	266	235	--	11,26	12
22-23	C	181	235	--	11,26	12
23-24	C	244	235	--	11,26	12
24-25	C	243	235	--	11,26	12
25-26	C	214	235	--	11,26	12
26-27	C	315	315	--	10,77	11,14
27-28	C	173	173	--	12,21	13,82
28-29	B	189	189	15	--	17,2
29-30	C	182	288	--	10,89	11,35
30-31	C	325	288	--	10,89	11,35
31-32	C	311	288	--	10,89	11,35
32-33	C	312	288	--	10,89	11,35

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

33-34	C	309	288	--	10,89	11,35
34-35	C	283	288	--	10,89	11,35
35-36	C	299	288	--	10,89	11,35
36-37	C	229	288	--	10,89	11,35
37-38	C	272	288	--	10,89	11,35
38-39	C	278	288	--	10,89	11,35
39-40	C	229	288	--	10,89	11,35
40-41	C	320	288	--	10,89	11,35
41-42	B	225	258	15	--	16,33
42-43	B	198	258	15	--	16,33
43-44	B	280	258	15	--	16,33
44-45	B	248	258	15	--	16,33
45-46	B	316	258	15	--	16,33
46-47	B	225	258	15	--	16,33
47-48	B	252	243	15	--	16,33
48-49	B	233	243	15	--	16,48
49-50	B	258	258	15	--	16,48
50-51	B	289	270	15	--	16,24
51-52	B	289	270	15	--	16,24
52-53	B	212	270	15	--	16,24
53-54	B	267	270	15	--	16,24
54-55	B	154	154	15	--	17,9

Tabla 6: Valores de los criterios EDS y CHS para el conductor LA-180

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Y los valores límite para el cable de protección AC-50 no podían superar:

- EDS: 13%
- CHS: 15%

EDS (%) y CHS (%) AC-50						
Nº Vano	Zona	Longitud vano (m)	Vano de regulación (m)	Zona B	Zona C	CHS (%)
				EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	
1-2	C	203	202	--	13	14,41
2-3	C	200	202	--	13	14,41
3-4	C	216	276	--	11,4	12,17
4-5	C	310	276	--	11,4	12,17
5-6	C	225	236	--	13	14,2
6-7	C	235	236	--	13	14,2
7-8	C	235	236	--	13	14,2
8-9	C	201	236	--	13	14,2
9-10	C	201	236	--	13	14,2
10-11	C	224	236	--	13	14,2
11-12	C	215	236	--	13	14,2
12-13	C	218	236	--	13	14,2
13-14	C	218	236	--	13	14,2
14-15	C	227	236	--	13	14,2
15-16	C	323	236	--	13	14,2
16-17	C	300	290	--	12,92	13,84
17-18	C	280	290	--	12,92	13,84
18-19	C	300	297	--	12,8	13,68
19-20	C	295	297	--	12,8	13,68
20-21	C	312	312	--	12,06	12,78
21-22	C	266	235	--	13	14,2
22-23	C	181	235	--	13	14,2
23-24	C	244	235	--	13	14,2
24-25	C	243	235	--	13	14,2
25-26	C	214	235	--	13	14,2
26-27	C	315	315	--	11,76	12,43
27-28	C	173	173	--	13	14,59
28-29	B	189	189	13	--	14,49
29-30	C	182	288	--	12,28	13,12
30-31	C	325	288	--	12,28	13,12
31-32	C	311	288	--	12,28	13,12
32-33	C	312	288	--	12,28	13,12

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

33-34	C	309	288	--	12,28	13,12
34-35	C	283	288	--	12,28	13,12
35-36	C	299	288	--	12,28	13,12
36-37	C	229	288	--	12,28	13,12
37-38	C	272	288	--	12,28	13,12
38-39	C	278	288	--	12,28	13,12
39-40	C	229	288	--	12,28	13,12
40-41	C	320	288	--	12,28	13,12
41-42	B	225	258	13	--	14,08
42-43	B	198	258	13	--	14,08
43-44	B	280	258	13	--	14,08
44-45	B	248	258	13	--	14,08
45-46	B	316	258	13	--	14,08
46-47	B	225	258	13	--	14,08
47-48	B	252	243	13	--	14,16
48-49	B	233	243	13	--	14,16
49-50	B	258	258	13	--	14,08
50-51	B	289	270	13	--	14,02
51-52	B	289	270	13	--	14,02
52-53	B	212	270	13	--	14,02
53-54	B	267	270	13	--	14,02
54-55	B	154	154	13	--	14,73

Tabla 7: Valores de los criterios EDS y CHS para el cable de tierra AC-50

Tal y como se puede observar, tanto para el conductor LA-180, como para el cable de tierra AC-50, se superan los valores límites establecidos para los coeficientes de los límites dinámicos.

3.5.4. Tabla de tendido

Una vez finalizado el estudio mecánico de los conductores, se hace necesario el cálculo de las tracciones que deberán tener el día que se lleve a cabo su tendido, de tal manera que no se sobrepase en ningún caso el valor de la tracción máxima, es decir, el valor de la carga de rotura de los conductores dividida entre 3.

Para ello, se calcularán, las tensiones y flechas de los conductores en todos los vanos de la LAAT 66 kV, a distintas temperaturas (entre -5°C y 50°C, en incrementos de 5°C), sin sobrecargas, ya que el tendido se hará en esas circunstancias.

A continuación, se muestran los resultados de estas tensiones y flechas para las distintas condiciones de tendido:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

TABLA DE TENDIDO LA-180																									
Nº Vano	Longitud vano (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
		T (daN)	F (m)																						
1-2	203	814,93	4,28	790,42	4,41	766,88	4,55	745,31	4,68	725,69	4,81	706,08	4,94	689,41	5,06	672,74	5,19	657,05	5,31	642,34	5,43	628,61	5,55	615,86	5,66
2-3	200	814,93	4,3	790,42	4,44	766,88	4,57	745,31	4,71	725,69	4,84	706,08	4,97	689,41	5,09	672,74	5,22	657,05	5,34	642,34	5,46	628,61	5,58	615,86	5,7
3-4	216	732,56	5,41	721,77	5,5	710,98	5,58	700,19	5,66	690,39	5,75	681,56	5,83	671,76	5,91	662,93	5,99	654,10	6,06	646,26	6,14	638,41	6,22	630,57	6,29
4-5	310	732,56	11,41	721,77	11,59	710,98	11,77	700,19	11,94	690,39	12,12	681,56	12,29	671,76	12,46	662,93	12,6	654,10	12,79	646,26	12,95	638,41	13,12	630,57	13,28
5-6	225	765,90	5,5	749,23	5,62	733,54	5,74	718,83	5,86	705,10	5,97	691,37	6,09	678,62	6,2	666,85	6,31	656,06	6,42	644,30	6,53	634,49	6,64	623,70	6,75
6-7	235	765,90	6,02	749,23	6,15	733,54	6,28	718,83	6,41	705,10	6,54	691,37	6,66	678,62	6,79	666,85	6,91	656,06	7,03	644,30	7,15	634,49	7,27	623,70	7,39
7-8	235	765,90	6,01	749,23	6,14	733,54	6,27	718,83	6,4	705,10	6,53	691,37	6,65	678,62	6,78	666,85	6,9	656,06	7,02	644,30	7,14	634,49	7,26	623,70	7,37
8-9	201	765,90	4,37	749,23	4,46	733,54	4,56	718,83	4,65	705,10	4,75	691,37	4,84	678,62	4,93	666,85	5,02	656,06	5,1	644,30	5,19	634,49	5,28	623,70	5,36
9-10	201	765,90	4,36	749,23	4,46	733,54	4,55	718,83	4,65	705,10	4,74	691,37	4,83	678,62	4,92	666,85	5,01	656,06	5,1	644,30	5,18	634,49	5,27	623,70	5,35
10-11	224	765,90	5,42	749,23	5,54	733,54	5,66	718,83	5,78	705,10	5,89	691,37	6,01	678,62	6,12	666,85	6,23	656,06	6,34	644,30	6,45	634,49	6,55	623,70	6,66
11-12	215	765,90	5,02	749,23	5,13	733,54	5,24	718,83	5,35	705,10	5,46	691,37	5,56	678,62	5,67	666,85	5,77	656,06	5,87	644,30	5,97	634,49	6,07	623,70	6,17
12-13	218	765,90	5,13	749,23	5,24	733,54	5,36	718,83	5,47	705,10	5,58	691,37	5,68	678,62	5,79	666,85	5,89	656,06	6	644,30	6,1	634,49	6,2	623,70	6,3
13-14	218	765,90	5,13	749,23	5,25	733,54	5,36	718,83	5,47	705,10	5,58	691,37	5,69	678,62	5,79	666,85	5,9	656,06	6	644,30	6,1	634,49	6,2	623,70	6,3
14-15	227	765,90	5,59	749,23	5,71	733,54	5,83	718,83	5,95	705,10	6,07	691,37	6,19	678,62	6,31	666,85	6,42	656,06	6,53	644,30	6,64	634,49	6,75	623,70	6,86
15-16	323	765,90	11,3	749,23	11,55	733,54	11,79	718,83	12,04	705,10	12,28	691,37	12,51	678,62	12,75	666,85	13	656,06	13,21	644,30	13,43	634,49	13,65	623,70	13,87
16-17	300	723,73	10,31	713,92	10,45	705,10	10,6	695,29	10,74	686,47	10,88	678,62	11,01	669,79	11,15	661,95	11,3	654,10	11,42	646,26	11,55	639,39	11,68	632,53	11,81
17-18	280	723,73	8,99	713,92	9,12	705,10	9,24	695,29	9,36	686,47	9,48	678,62	9,6	669,79	9,72	661,95	9,84	654,10	9,96	646,26	10,07	639,39	10,19	632,53	10,3
18-19	300	720,79	10,35	710,98	10,49	702,16	10,62	693,33	10,76	685,48	10,89	676,66	11,02	668,81	11,15	661,95	11,3	654,10	11,41	647,24	11,53	640,37	11,66	633,51	11,78
19-20	295	720,79	10,01	710,98	10,14	702,16	10,27	693,33	10,4	685,48	10,53	676,66	10,65	668,81	10,78	661,95	10,9	654,10	11,03	647,24	11,15	640,37	11,27	633,51	11,39
20-21	312	713,92	11,36	705,10	11,5	697,25	11,63	689,41	11,77	681,56	11,9	674,70	12,03	667,83	12,16	660,97	12,3	654,10	12,41	647,24	12,54	641,35	12,66	634,49	12,78
21-22	266	766,88	7,88	750,21	8,05	734,52	8,22	719,81	8,4	705,10	8,56	692,35	8,73	679,60	8,9	666,85	9,06	656,06	9,22	644,30	9,38	634,49	9,53	623,70	9,69
22-23	181	766,88	3,57	750,21	3,65	734,52	3,73	719,81	3,81	705,10	3,89	692,35	3,96	679,60	4,04	666,85	4,11	656,06	4,18	644,30	4,25	634,49	4,33	623,70	4,4
23-24	244	766,88	6,46	750,21	6,61	734,52	6,75	719,81	6,89	705,10	7,03	692,35	7,16	679,60	7,3	666,85	7,43	656,06	7,56	644,30	7,69	634,49	7,82	623,70	7,95

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

24-25	243	766,88	6,4	750,21	6,55	734,52	6,69	719,81	6,83	705,10	6,96	692,35	7,1	679,60	7,23	666,85	7,36	656,06	7,49	644,30	7,62	634,49	7,75	623,70	7,88
25-26	214	766,88	5,02	750,21	5,13	734,52	5,24	719,81	5,35	705,10	5,45	692,35	5,56	679,60	5,67	666,85	5,77	656,06	5,87	644,30	5,97	634,49	6,07	623,70	6,17
26-27	315	711,96	11,68	704,12	11,82	696,27	11,95	688,43	12,09	681,56	12,22	673,72	12,35	666,85	12,48	659,99	12,6	654,10	12,73	647,24	12,86	641,35	12,99	635,47	13,11
27-28	173	883,58	2,81	846,31	2,94	811,99	3,06	780,61	3,18	752,17	3,3	725,69	3,42	701,18	3,54	679,60	3,66	659,01	3,77	639,39	3,88	621,74	3,99	606,05	4,1
28-29	189	1100,31	2,69	1049,31	2,82	1002,24	2,95	959,09	3,09	919,86	3,22	883,58	3,35	850,24	3,48	819,84	3,61	792,38	3,74	766,88	3,86	742,36	3,99	720,79	4,11
29-30	182	725,69	3,87	714,90	3,93	706,08	3,98	696,27	4,04	687,45	4,09	678,62	4,14	669,79	4,19	661,95	4,24	654,10	4,3	646,26	4,35	639,39	4,4	632,53	4,45
30-31	325	725,69	12,1	714,90	12,27	706,08	12,44	696,27	12,61	687,45	12,78	678,62	12,94	669,79	13,11	661,95	13,3	654,10	13,43	646,26	13,58	639,39	13,74	632,53	13,9
31-32	311	725,69	11,09	714,90	11,25	706,08	11,4	696,27	11,56	687,45	11,71	678,62	11,86	669,79	12,01	661,95	12,2	654,10	12,3	646,26	12,45	639,39	12,59	632,53	12,73
32-33	312	725,69	11,16	714,90	11,32	706,08	11,47	696,27	11,63	687,45	11,78	678,62	11,93	669,79	12,08	661,95	12,2	654,10	12,38	646,26	12,52	639,39	12,67	632,53	12,81
33-34	309	725,69	10,93	714,90	11,08	706,08	11,23	696,27	11,38	687,45	11,53	678,62	11,68	669,79	11,83	661,95	12	654,10	12,12	646,26	12,26	639,39	12,4	632,53	12,54
34-35	283	725,69	9,17	714,90	9,3	706,08	9,43	696,27	9,56	687,45	9,68	678,62	9,81	669,79	9,93	661,95	10,1	654,10	10,17	646,26	10,29	639,39	10,41	632,53	10,53
35-36	299	725,69	10,26	714,90	10,41	706,08	10,55	696,27	10,69	687,45	10,83	678,62	10,97	669,79	11,11	661,95	11,3	654,10	11,38	646,26	11,51	639,39	11,65	632,53	11,78
36-37	229	725,69	6	714,90	6,08	706,08	6,17	696,27	6,25	687,45	6,33	678,62	6,41	669,79	6,49	661,95	6,57	654,10	6,65	646,26	6,73	639,39	6,81	632,53	6,88
37-38	272	725,69	8,5	714,90	8,62	706,08	8,74	696,27	8,85	687,45	8,97	678,62	9,09	669,79	9,2	661,95	9,31	654,10	9,42	646,26	9,54	639,39	9,65	632,53	9,75
38-39	278	725,69	8,81	714,90	8,94	706,08	9,06	696,27	9,18	687,45	9,3	678,62	9,42	669,79	9,54	661,95	9,66	654,10	9,77	646,26	9,89	639,39	10	632,53	10,12
39-40	229	725,69	6	714,90	6,08	706,08	6,16	696,27	6,25	687,45	6,33	678,62	6,41	669,79	6,49	661,95	6,57	654,10	6,65	646,26	6,73	639,39	6,81	632,53	6,88
40-41	320	725,69	11,72	714,90	11,89	706,08	12,05	696,27	12,22	687,45	12,38	678,62	12,54	669,79	12,69	661,95	12,9	654,10	13	646,26	13,16	639,39	13,31	632,53	13,46
41-42	225	1044,41	4,07	1014,01	4,2	985,57	4,32	958,11	4,44	933,59	4,56	910,06	4,67	888,48	4,79	866,91	4,9	848,28	5,02	829,64	5,13	811,99	5,24	795,32	5,35
42-43	198	1044,41	3,12	1014,01	3,22	985,57	3,31	958,11	3,4	933,59	3,49	910,06	3,58	888,48	3,67	866,91	3,76	848,28	3,85	829,64	3,93	811,99	4,02	795,32	4,1
43-44	280	1044,41	6,24	1014,01	6,43	985,57	6,61	958,11	6,8	933,59	6,98	910,06	7,16	888,48	7,34	866,91	7,51	848,28	7,69	829,64	7,86	811,99	8,03	795,32	8,19
44-45	248	1044,41	4,89	1014,01	5,04	985,57	5,19	958,11	5,33	933,59	5,47	910,06	5,61	888,48	5,75	866,91	5,89	848,28	6,03	829,64	6,16	811,99	6,29	795,32	6,42
45-46	316	1044,41	7,94	1014,01	8,18	985,57	8,41	958,11	8,65	933,59	8,88	910,06	9,11	888,48	9,33	866,91	9,56	848,28	9,78	829,64	10	811,99	10,21	795,32	10,42
46-47	225	1044,41	4,02	1014,01	4,14	985,57	4,26	958,11	4,38	933,59	4,5	910,06	4,61	888,48	4,73	866,91	4,84	848,28	4,95	829,64	5,06	811,99	5,17	795,32	5,28
47-48	252	1054,21	5	1019,89	5,17	988,51	5,33	959,09	5,49	931,63	5,66	906,13	5,82	881,62	5,97	860,04	6,13	838,47	6,29	818,86	6,44	800,22	6,59	782,57	6,74
48-49	233	1054,21	4,27	1019,89	4,41	988,51	4,56	959,09	4,7	931,63	4,83	906,13	4,97	881,62	5,11	860,04	5,24	838,47	5,37	818,86	5,5	800,22	5,63	782,57	5,76
49-50	258	1044,41	5,28	1014,01	5,44	985,57	5,6	959,09	5,75	933,59	5,91	911,04	6,06	888,48	6,21	867,89	6,36	848,28	6,51	829,64	6,65	811,99	6,79	795,32	6,94
50-51	289	1038,52	6,68	1010,08	6,87	983,61	7,05	959,09	7,23	935,55	7,41	913,98	7,59	893,39	7,77	873,77	7,94	855,14	8,11	837,49	8,28	820,82	8,45	805,13	8,62
51-52	289	1038,52	6,68	1010,08	6,87	983,61	7,05	959,09	7,24	935,55	7,42	913,98	7,6	893,39	7,77	873,77	7,95	855,14	8,12	837,49	8,29	820,82	8,46	805,13	8,62

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

52-53	212	1038,52	3,6	1010,08	3,7	983,61	3,8	959,09	3,89	935,55	3,99	913,98	4,09	893,39	4,18	873,77	4,28	855,14	4,37	837,49	4,46	820,82	4,55	805,13	4,64
53-54	267	1038,52	5,7	1010,08	5,86	983,61	6,02	959,09	6,18	935,55	6,33	913,98	6,48	893,39	6,63	873,77	6,78	855,14	6,93	837,49	7,07	820,82	7,22	805,13	7,36
54-55	154	1144,44	1,71	1076,77	1,82	1014,99	1,93	959,09	2,04	908,10	2,16	862,00	2,27	820,82	2,39	782,57	2,5	749,23	2,62	717,85	2,73	690,39	2,84	664,89	2,95

Tabla 8: Tendido del conductor LA-180

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Cable de protección AC-50

TABLA DE TENDIDO AC-50																									
		-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
Nº Vano	Longitud vano (m)	T (daN)	F (m)																						
1-2	203	875,73	2,31	846,31	2,39	817,87	2,47	790,42	2,56	763,94	2,64	739,42	2,73	715,89	2,82	694,31	2,91	672,74	3	653,12	3,1	633,51	3,19	615,86	3,28
2-3	200	875,73	2,32	846,31	2,4	817,87	2,49	790,42	2,57	763,94	2,66	739,42	2,75	715,89	2,84	694,31	2,93	672,74	3,02	653,12	3,12	633,51	3,21	615,86	3,3
3-4	216	739,42	3,11	723,73	3,18	708,04	3,25	693,33	3,32	678,62	3,39	664,89	3,46	652,14	3,53	639,39	3,6	627,63	3,66	616,84	3,73	605,07	3,8	595,26	3,87
4-5	310	739,42	6,55	723,73	6,7	708,04	6,85	693,33	6,99	678,62	7,14	664,89	7,29	652,14	7,43	639,39	7,58	627,63	7,72	616,84	7,86	605,07	8,01	595,26	8,15
5-6	225	862,99	2,83	837,49	2,91	813,95	3	790,42	3,09	767,86	3,18	747,27	3,27	726,67	3,36	708,04	3,45	689,41	3,54	672,74	3,63	656,06	3,72	640,37	3,81
6-7	235	862,99	3,09	837,49	3,19	813,95	3,28	790,42	3,38	767,86	3,48	747,27	3,57	726,67	3,67	708,04	3,77	689,41	3,87	672,74	3,97	656,06	4,07	640,37	4,17
7-8	235	862,99	3,09	837,49	3,18	813,95	3,28	790,42	3,37	767,86	3,47	747,27	3,57	726,67	3,67	708,04	3,77	689,41	3,86	672,74	3,96	656,06	4,06	640,37	4,16
8-9	201	862,99	2,25	837,49	2,31	813,95	2,38	790,42	2,45	767,86	2,52	747,27	2,6	726,67	2,67	708,04	2,74	689,41	2,81	672,74	2,88	656,06	2,96	640,37	3,03
9-10	201	862,99	2,24	837,49	2,31	813,95	2,38	790,42	2,45	767,86	2,52	747,27	2,59	726,67	2,66	708,04	2,73	689,41	2,81	672,74	2,88	656,06	2,95	640,37	3,02
10-11	224	862,99	2,79	837,49	2,87	813,95	2,96	790,42	3,05	767,86	3,13	747,27	3,22	726,67	3,31	708,04	3,4	689,41	3,49	672,74	3,58	656,06	3,67	640,37	3,76
11-12	215	862,99	2,58	837,49	2,66	813,95	2,74	790,42	2,82	767,86	2,9	747,27	2,98	726,67	3,07	708,04	3,15	689,41	3,23	672,74	3,32	656,06	3,4	640,37	3,48
12-13	218	862,99	2,64	837,49	2,72	813,95	2,8	790,42	2,88	767,86	2,97	747,27	3,05	726,67	3,13	708,04	3,22	689,41	3,3	672,74	3,39	656,06	3,47	640,37	3,56
13-14	218	862,99	2,64	837,49	2,72	813,95	2,8	790,42	2,88	767,86	2,97	747,27	3,05	726,67	3,13	708,04	3,22	689,41	3,3	672,74	3,39	656,06	3,47	640,37	3,56
14-15	227	862,99	2,87	837,49	2,96	813,95	3,05	790,42	3,14	767,86	3,23	747,27	3,32	726,67	3,41	708,04	3,5	689,41	3,6	672,74	3,69	656,06	3,78	640,37	3,87
15-16	323	862,99	5,81	837,49	5,98	813,95	6,16	790,42	6,34	767,86	6,52	747,27	6,71	726,67	6,89	708,04	7,08	689,41	7,27	672,74	7,45	656,06	7,64	640,37	7,83
16-17	300	841,41	5,14	821,80	5,26	803,16	5,38	785,51	5,5	768,84	5,63	752,17	5,75	736,48	5,87	721,77	5,99	707,06	6,12	693,33	6,24	680,58	6,36	667,83	6,48
17-18	280	841,41	4,48	821,80	4,59	803,16	4,69	785,51	4,8	768,84	4,91	752,17	5,02	736,48	5,12	721,77	5,23	707,06	5,34	693,33	5,44	680,58	5,55	667,83	5,65
18-19	300	831,60	5,2	812,97	5,31	795,32	5,43	778,65	5,55	761,98	5,67	746,29	5,79	731,58	5,91	716,87	6,02	703,14	6,14	690,39	6,26	677,64	6,38	665,87	6,49
19-20	295	831,60	5,02	812,97	5,14	795,32	5,25	778,65	5,37	761,98	5,48	746,29	5,6	731,58	5,71	716,87	5,83	703,14	5,94	690,39	6,05	677,64	6,17	665,87	6,28
20-21	312	776,69	6,05	761,98	6,17	747,27	6,29	733,54	6,41	719,81	6,53	707,06	6,65	694,31	6,77	682,54	6,88	670,77	7	659,99	7,12	649,20	7,24	639,39	7,35
21-22	266	863,97	4,05	838,47	4,18	813,95	4,3	790,42	4,43	767,86	4,56	747,27	4,69	726,67	4,82	708,04	4,95	689,41	5,08	671,76	5,21	655,08	5,34	639,39	5,47

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

22-23	181	863,97	1,84	838,47	1,9	813,95	1,95	790,42	2,01	767,86	2,07	747,27	2,13	726,67	2,19	708,04	2,25	689,41	2,31	671,76	2,37	655,08	2,43	639,39	2,48
23-24	244	863,97	3,33	838,47	3,43	813,95	3,53	790,42	3,63	767,86	3,74	747,27	3,85	726,67	3,95	708,04	4,06	689,41	4,17	671,76	4,27	655,08	4,38	639,39	4,49
24-25	243	863,97	3,3	838,47	3,4	813,95	3,5	790,42	3,6	767,86	3,71	747,27	3,81	726,67	3,92	708,04	4,02	689,41	4,13	671,76	4,24	655,08	4,34	639,39	4,45
25-26	214	863,97	2,58	838,47	2,66	813,95	2,74	790,42	2,82	767,86	2,9	747,27	2,99	726,67	3,07	708,04	3,15	689,41	3,24	671,76	3,32	655,08	3,4	639,39	3,49
26-27	315	755,11	6,38	741,38	6,5	727,65	6,62	714,90	6,74	702,16	6,86	690,39	6,98	678,62	7,1	667,83	7,22	657,05	7,34	646,26	7,46	636,45	7,57	626,64	7,69
27-28	173	887,50	1,62	853,18	1,69	820,82	1,75	789,44	1,82	760,02	1,89	731,58	1,97	705,10	2,04	679,60	2,12	655,08	2,2	632,53	2,28	610,95	2,36	590,36	2,44
28-29	189	880,64	1,95	849,26	2,02	818,86	2,09	790,42	2,17	762,96	2,25	736,48	2,33	711,96	2,41	688,43	2,49	665,87	2,58	644,30	2,66	624,68	2,75	605,07	2,83
29-30	182	797,28	2,04	779,63	2,09	762,96	2,14	746,29	2,18	730,60	2,23	715,89	2,28	701,18	2,32	687,45	2,37	674,70	2,41	661,95	2,46	650,18	2,51	638,41	2,55
30-31	325	797,28	6,38	779,63	6,52	762,96	6,67	746,29	6,81	730,60	6,96	715,89	7,1	701,18	7,25	687,45	7,39	674,70	7,54	661,95	7,68	650,18	7,82	638,41	7,97
31-32	311	797,28	5,84	779,63	5,98	762,96	6,11	746,29	6,24	730,60	6,38	715,89	6,51	701,18	6,64	687,45	6,78	674,70	6,91	661,95	7,04	650,18	7,17	638,41	7,3
32-33	312	797,28	5,88	779,63	6,01	762,96	6,15	746,29	6,28	730,60	6,42	715,89	6,55	701,18	6,68	687,45	6,82	674,70	6,95	661,95	7,08	650,18	7,21	638,41	7,34
33-34	309	797,28	5,76	779,63	5,89	762,96	6,02	746,29	6,15	730,60	6,28	715,89	6,41	701,18	6,54	687,45	6,67	674,70	6,8	661,95	6,93	650,18	7,06	638,41	7,19
34-35	283	797,28	4,83	779,63	4,94	762,96	5,05	746,29	5,16	730,60	5,27	715,89	5,38	701,18	5,49	687,45	5,6	674,70	5,71	661,95	5,82	650,18	5,93	638,41	6,04
35-36	299	797,28	5,41	779,63	5,53	762,96	5,65	746,29	5,78	730,60	5,9	715,89	6,02	701,18	6,15	687,45	6,27	674,70	6,39	661,95	6,51	650,18	6,63	638,41	6,75
36-37	229	797,28	3,16	779,63	3,23	762,96	3,31	746,29	3,38	730,60	3,45	715,89	3,52	701,18	3,59	687,45	3,67	674,70	3,74	661,95	3,81	650,18	3,88	638,41	3,95
37-38	272	797,28	4,48	779,63	4,58	762,96	4,68	746,29	4,78	730,60	4,89	715,89	4,99	701,18	5,09	687,45	5,19	674,70	5,29	661,95	5,39	650,18	5,49	638,41	5,59
38-39	278	797,28	4,64	779,63	4,75	762,96	4,86	746,29	4,96	730,60	5,07	715,89	5,17	701,18	5,28	687,45	5,38	674,70	5,49	661,95	5,59	650,18	5,7	638,41	5,8
39-40	229	797,28	3,16	779,63	3,23	762,96	3,3	746,29	3,38	730,60	3,45	715,89	3,52	701,18	3,59	687,45	3,66	674,70	3,74	661,95	3,81	650,18	3,88	638,41	3,95
40-41	320	797,28	6,18	779,63	6,32	762,96	6,46	746,29	6,6	730,60	6,74	715,89	6,88	701,18	7,02	687,45	7,16	674,70	7,3	661,95	7,44	650,18	7,58	638,41	7,72
41-42	225	856,12	2,88	833,57	2,96	811,01	3,04	790,42	3,12	770,80	3,2	751,19	3,28	733,54	3,36	715,89	3,44	699,21	3,53	683,52	3,61	667,83	3,69	654,10	3,77
42-43	198	856,12	2,21	833,57	2,27	811,01	2,33	790,42	2,39	770,80	2,45	751,19	2,52	733,54	2,58	715,89	2,64	699,21	2,7	683,52	2,77	667,83	2,83	654,10	2,89
43-44	280	856,12	4,41	833,57	4,53	811,01	4,65	790,42	4,78	770,80	4,9	751,19	5,03	733,54	5,15	715,89	5,28	699,21	5,4	683,52	5,53	667,83	5,65	654,10	5,78
44-45	248	856,12	3,46	833,57	3,55	811,01	3,65	790,42	3,75	770,80	3,84	751,19	3,94	733,54	4,04	715,89	4,14	699,21	4,24	683,52	4,33	667,83	4,43	654,10	4,53
45-46	316	856,12	5,61	833,57	5,76	811,01	5,92	790,42	6,08	770,80	6,24	751,19	6,39	733,54	6,55	715,89	6,71	699,21	6,87	683,52	7,03	667,83	7,19	654,10	7,35
46-47	225	856,12	2,84	833,57	2,92	811,01	3	790,42	3,08	770,80	3,16	751,19	3,24	733,54	3,32	715,89	3,4	699,21	3,48	683,52	3,56	667,83	3,64	654,10	3,72
47-48	252	861,02	3,55	836,51	3,65	812,97	3,76	790,42	3,87	768,84	3,97	748,25	4,08	728,63	4,19	710,00	4,3	692,35	4,41	675,68	4,52	659,99	4,63	644,30	4,74
48-49	233	861,02	3,03	836,51	3,12	812,97	3,21	790,42	3,3	768,84	3,4	748,25	3,49	728,63	3,58	710,00	3,68	692,35	3,77	675,68	3,86	659,99	3,96	644,30	4,05

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

49-50	258	856,12	3,73	833,57	3,84	811,01	3,94	790,42	4,05	769,82	4,15	751,19	4,26	732,56	4,36	715,89	4,47	699,21	4,58	682,54	4,68	667,83	4,79	653,12	4,89
50-51	289	852,20	4,72	830,62	4,84	810,03	4,97	790,42	5,09	770,80	5,22	753,15	5,34	735,50	5,47	718,83	5,59	703,14	5,72	688,43	5,84	673,72	5,97	659,99	6,09
51-52	289	852,20	4,72	830,62	4,84	810,03	4,97	790,42	5,09	770,80	5,22	753,15	5,34	735,50	5,47	718,83	5,6	703,14	5,72	688,43	5,85	673,72	5,97	659,99	6,1
52-53	212	852,20	2,54	830,62	2,61	810,03	2,67	790,42	2,74	770,80	2,81	753,15	2,88	735,50	2,94	718,83	3,01	703,14	3,08	688,43	3,15	673,72	3,21	659,99	3,28
53-54	267	852,20	4,03	830,62	4,13	810,03	4,24	790,42	4,35	770,80	4,45	753,15	4,56	735,50	4,67	718,83	4,78	703,14	4,88	688,43	4,99	673,72	5,1	659,99	5,2
54-55	154	895,35	1,27	859,06	1,32	823,76	1,38	790,42	1,44	758,05	1,5	726,67	1,56	697,25	1,63	669,79	1,7	643,32	1,77	618,80	1,84	595,26	1,91	572,71	1,98

Tabla 9: Tendido del cable de tierra AC-50

4. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

4.1 DISTANCIAS DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO PARA EVITAR DESCARGAS

Tal y como se recoge en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, hay que considerar tres tipos distintos de distancias eléctricas:

- D_{el} : distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. D_{el} puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.
- D_{pp} : distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. D_{pp} es una distancia interna.
- a_{som} : valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Se aplicarán las siguientes consideraciones para determinar las distancias internas y externas:

- La distancia eléctrica, D_{el} , previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.
- La distancia eléctrica, D_{pp} , previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos.

Es necesario añadir a la distancia externa, D_{el} , una distancia de aislamiento adicional, D_{add} , para que, en las distancias mínimas de seguridad al suelo, a líneas eléctricas, a zonas de arbolado, etc. se asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que D_{el} de la línea eléctrica.

La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna, a_{som} , debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo a la persona. Así, para cadenas de

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

aisladores muy largas, el riesgo de descarga debe ser mayor sobre la distancia interna a_{som} que a objetos externos o personas. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad ($D_{add} + D_{el}$) debe ser siempre superiores a 1,1 veces a_{som} .

En el caso que nos ocupa, la tensión nominal de la LAAT 66 kV es de 66 kV, por lo que la tensión más elevada de la red es de 72,5 kV. Por tanto, para estos valores de tensiones:

- $D_{el} = 0,70$ m.
- $D_{pp} = 0,80$ m.

4.2 DISTANCIAS EN EL APOYO

Las distancias mínimas de seguridad en el apoyo son distancias internas utilizadas únicamente para diseñar una línea con aceptable capacidad de resistir sobretensiones.

4.2.1. Distancias entre conductores

Tal y como se establece en la ITC-LAT 07, concretamente en su apartado 5.4.1, la distancia entre los conductores de fase del mismo circuito, o circuitos distintos, debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

Para comprobar las distancias mínimas que han de guardar los conductores para evitar este riesgo de cortocircuito, usaremos la siguiente fórmula:

$$D = K * \sqrt{F + L} + K' * D_{pp}$$

donde:

- D: separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K: coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.
- F: flecha máxima en metros, para las hipótesis calculadas anteriormente.
- L: longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L=0$.
- K': coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea $K'=0,85$ para líneas de categoría especial y $K'=0,75$ para el resto de líneas.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- D_{pp} : distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

Antes de realizar los cálculos que nos indicarían las distancias mínimas de separación entre conductores de fase, se hace necesario saber el valor de K. Para ello, deberemos calcular su valor como el arco tangente del cociente entre el peso del conductor por la acción del viento y el peso propio del conductor.

Con el valor de este ángulo, iremos a la siguiente tabla para, en función de su valor, establecer el valor de K:

Ángulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

Tabla 10: Valores de la constante K en función de la tensión y el ángulo de oscilación

- Hipótesis de viento: +15°C + viento (120 km/h):

$$\alpha = \arctg \frac{\text{Sobrecarga}_{\text{viento}}}{p_p} = \arctg \frac{0,875}{0,663} = 52,84^\circ < 65^\circ \rightarrow K = 0,65$$

Por tanto, el valor de K será igual a 0,65.

A continuación, se muestra la tabla donde se recogen los valores de las distancias mínimas de separación entre conductores, calculadas a partir de la fórmula:

$$D = K * \sqrt{F + L} + K' * D_{pp}$$

Apoyo	Función del apoyo	L (m)	K	K'	D _{pp}	Flecha máxima (m)		Distancia mínima de separación (m)	
						Anterior	Posterior	Anterior	Posterior
1	Amarre	0	0,65	0,75	0,8	--	5,74	--	2,16
2	Suspensión	1,33				5,74	5,77	2,16	2,33
3	Amarre	0				5,77	6,36	2,33	2,24
4	Suspensión	1,33				6,36	13,42	2,24	3,10
5	Amarre	0				13,42	6,83	3,10	2,30
6	Suspensión	1,33				6,83	7,48	2,30	2,53
7	Suspensión	1,33				7,48	7,46	2,53	2,52
8	Suspensión	1,33				7,46	5,43	2,52	2,29
9	Suspensión	1,33				5,43	5,42	2,29	2,29
10	Suspensión	1,33				5,42	6,74	2,29	2,44

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrió"

11	Suspensión	1,33			6,74	6,24	2,44	2,39
12	Suspensión	1,33			6,24	6,38	2,39	2,40
13	Suspensión	1,33			6,38	6,38	2,40	2,40
14	Suspensión	1,33			6,38	6,95	2,40	2,47
15	Suspensión	1,33			6,95	14,04	2,47	3,15
16	Amarre	0			14,04	11,93	3,15	2,84
17	Suspensión	1,33			11,93	10,41	2,84	2,83
18	Amarre	0			10,41	11,90	2,83	2,84
19	Suspensión	1,33			11,90	11,51	2,84	2,93
20	Amarre	0			11,51	12,91	2,93	2,93
21	Amarre	0			12,91	9,81	2,93	2,63
22	Suspensión	1,33			9,81	4,45	2,63	2,16
23	Suspensión	1,33			4,45	8,04	2,16	2,59
24	Suspensión	1,33			8,04	7,97	2,59	2,58
25	Suspensión	1,33			7,97	6,24	2,58	2,39
26	Amarre	0			6,24	13,23	2,39	2,96
27	Amarre	0			13,23	4,15	2,96	1,92
28	Anclaje	0			4,15	4,11	1,92	1,91
29	Anclaje	0			4,11	4,49	1,91	1,98
30	Suspensión	1,33			4,49	14,04	1,98	3,15
31	Suspensión	1,33			14,04	12,87	3,15	3,05
32	Suspensión	1,33			12,87	12,94	3,05	3,05
33	Suspensión	1,33			12,94	12,67	3,05	3,03
34	Suspensión	1,33			12,67	10,64	3,03	2,85
35	Suspensión	1,33			10,64	11,90	2,85	2,96
36	Suspensión	1,33			11,90	6,96	2,96	2,47
37	Suspensión	1,33			6,96	9,86	2,47	2,77
38	Suspensión	1,33			9,86	10,22	2,77	2,81
39	Suspensión	1,33			10,22	6,95	2,81	2,47
40	Suspensión	1,33			6,95	13,60	2,47	3,11
41	Anclaje	0			13,60	5,35	3,11	2,10
42	Suspensión	1,33			5,35	4,10	2,10	2,11
43	Suspensión	1,33			4,10	8,19	2,11	2,60
44	Suspensión	1,33			8,19	6,42	2,60	2,41
45	Suspensión	1,33			6,42	10,42	2,41	2,83
46	Suspensión	1,33			10,42	5,28	2,83	2,27
47	Amarre	0			5,28	6,74	2,27	2,29
48	Suspensión	1,33			6,74	5,76	2,29	2,33
49	Amarre	0			5,76	6,94	2,33	2,31
50	Amarre	0			6,94	8,62	2,31	2,51
51	Suspensión	1,33			8,62	8,62	2,51	2,65
52	Suspensión	1,33			8,62	4,64	2,65	2,19
53	Suspensión	1,33			4,64	7,36	2,19	2,51
54	Amarre	0			7,36	2,95	2,51	1,71
55	Amarre	0			2,95	--	1,71	--

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Tabla 11: Valores de las distancias mínimas de separación entre conductores

Teniendo en cuenta estos resultados, el armado a elegir, en función de estas distancias mínimas de separación, será el S1111 de la serie Cóndor del fabricante IMEDEXSA, con una distancia mínima del armado de 3,3 metros, con lo que se cumplen en todos los apoyos la restricción de las distancias mínimas.

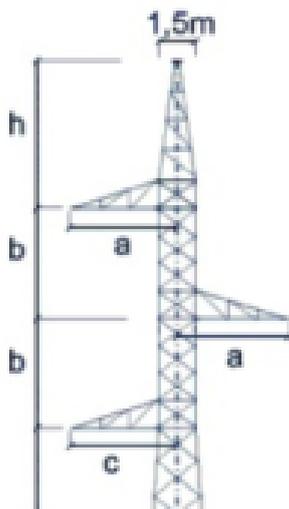


Figura 2: Detalle del armado del apoyo

4.2.2. Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

Siguiendo lo indicado en la ITC-LAT 07, la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} , con un mínimo de 0,2 m. Sin embargo, en el caso que nos ocupa,

Para las cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de la mitad de la presión de viento, correspondiente a un viento de 120 km/h. A estos efectos, se considerará la tensión mecánica del conductor sometido a la acción de la mitad de la presión de viento, correspondiente a un viento de velocidad de 120 km/h y a la temperatura de -5°C para zona A, -10°C para zona B y -15°C para zona C.

Por tanto, siguiendo lo indicado por la ITC-LAT 07, la oscilación de las cadenas será de:

$$\beta = \arctg \frac{\text{Sobrecarga}_{v/2}}{p_p} = \arctg \frac{0,437}{0,663} = 33,41^{\circ}$$

La distancia mínima horizontal que se formaría con esta oscilación sería de:

$$d_{horizontal} = D_{el} * \sin 33,41^{\circ} = 0,7 * 0,55 = 0,38 \text{ m}$$

Y, por último, la distancia mínima vertical:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

$$d_{\text{vertical}} = D_{\text{el}} * \cos 33,41^\circ = 0,7 * 0,83 = 0,58 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta lo comentado en apartados anteriores en los que se mencionaba que la longitud de la cadena de suspensión era la misma que la de la cadena de amarre (1,33 m), y en vista de los resultados obtenidos para las distancias mínimas horizontal y vertical, se da cumplimiento a las distancias de seguridad por ser mayor la cadena de suspensión que las citadas distancias horizontal y vertical, y, por tanto, mayor que D_{el} establecido para la tensión de servicio de la línea.

4.3 DISTANCIAS AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES

Tal y como se ha recogido en la memoria del presente proyecto, las consideraciones relativas a las distancias mínimas libres que han de quedar entre el punto más bajo de la catenaria y el terreno ha de ser:

$$D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 5,3 + D_{\text{el}} \text{ en metros}$$

Para una tensión de 66 kV, D_{el} es de 0,7 m, por lo que la distancia libre mínima al terreno es de 6 metros.

No obstante, para dar mayor seguridad ante posibles averías o roturas del conductor, a lo largo del proyecto se ha considerado una distancia mínima al terreno de 7 metros.

4.4 DISTANCIAS A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN

Al igual que en el punto anterior, la información relativa a este punto está descrita en la memoria del proyecto, por lo que se procede a aportar un resumen de lo mencionado en ella.

En los cruces de líneas eléctricas aéreas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y, en el caso de igual tensión; la que se instala con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobreelevar la línea preexistente, será de cargo del propietario de la nueva línea la modificación de la línea ya instalada.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$$D_{\text{add}} + D_{\text{el}} = 1,5 + D_{\text{el}} \text{ en metros}$$

con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Por lo que, para este proyecto, la distancia sería de:

$$1,5 + 0,7 = 2,2 \text{ m}$$

No obstante, esta distancia es menor a la establecida para el rango de tensiones entre 45 kV y 66 kV, por tanto, la distancia será de 3 metros.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ en metros}$$

A la distancia de aislamiento adicional, D_{add} , se le aplicarán, en este caso, los valores de:

Tensión nominal de la red (kV)	D_{add}	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce $\leq 25 \text{ m}$	Para distancia del apoyo de la línea superior al punto de cruce $> 25 \text{ m}$
45 o 66	2,5	

Tabla 12: Valores de la distancia de aislamiento adicional en función de la tensión

Atendiendo a lo anterior, la mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas será de:

$$2,5 + 0,8 = 3,3 \text{ m}$$

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ en metros}$$

Por tanto, la distancia será de:

$$2,5 + 0,8 = 3,3 \text{ m}$$

4.5 DISTANCIAS A CARRETERAS

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como en el caso de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.
- Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.

Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

En el caso de cruzamientos con carreteras, son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, quedando modificadas de la siguiente forma:

- Condición a): En lo que se refiere al cruce con carreteras locales y vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV.
- La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

$$D_{add} + D_{el} \text{ en metros,}$$

con una distancia mínima de 7 metros.

En nuestro caso, la distancia D_{add} es de 6,3 m y D_{el} es de 0,7 metros, por tanto, la distancia mínima es de 7 metros, dando cumplimiento a lo marcado en este punto de la ITC-LAT 07.

4.6 DISTANCIAS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general se establece la línea límite de edificación desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.
- La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.
- Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.
- En los cruzamientos no se podrán instalar los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media la altura del apoyo.
- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

4.6.1. Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

- Condición a): En lo que se refiere al cruce con carreteras locales vecinales, se admite la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce para las líneas de tensión nominal superior a 30 kV.

La distancia mínima de 7 metros. Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5.2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Siendo:

- $D_{add} = 7,5$ para líneas de categoría especial.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- $D_{add} = 6,3$ para líneas del resto de categorías. Este es el caso de la línea eléctrica objeto del presente proyecto.

En nuestro caso, la distancia D_{add} es de 6,3 m y D_{el} es de 0,7 metros, por tanto, la distancia mínima es de 7 metros, dando cumplimiento a lo marcado en este punto de la ITC-LAT 07.

4.7 DISTANCIAS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TRANVÍAS Y TROLEBUSES

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el de cruzamientos, se seguirá lo indicado en el apartado 5.8 de la ITC-LAT 07 para ferrocarriles sin electrificar.

4.7.1. Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07.

En el cruzamiento entre líneas eléctricas y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, según las hipótesis del apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril serán de:

$$D_{add} + D_{el} = 3,5 + D_{el} \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 4 metros. Los valores de D_{el} se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea.

Además, en el caso de ferrocarriles, tranvías y trolebuses provistos de trole, o de otros elementos de toma de corriente que puedan accidentalmente separarse de la línea de contacto, los conductores de la línea eléctrica deberán estar situados a una altura tal que, al desconectarse el órgano de toma de corriente, no quede, teniendo en cuenta la posición más desfavorable que pueda adoptar, a menor distancia de aquellos que la definida anteriormente.

A lo largo de todo el trazado de la línea eléctrica aérea no se han producido cruzamientos ni paralelismo con ferrocarriles electrificados, ni tranvías, ni trolebuses.

4.8 DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES

El cruce de una línea eléctrica con teleféricos o cables transportadores deberá efectuarse siempre superiormente, salvo cosas razonadamente muy justificadas que expresamente se autoricen.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3, y la parte más elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables del mismo durante su explotación normal y posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente será de:

$$D_{add} + D_{el} = 4,5 + D_{el} \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 5 metros. En nuestro caso, D_{el} tiene un valor de 0,7 m, por lo que la distancia mínima vertical se situaría en 5,2 m.

La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de la línea eléctrica en el vano de cruce será como mínimo la que se obtenga de la fórmula anteriormente indicada.

El teleférico deberá ser puesto a tierra en dos puntos, uno a cada lado del cruce, de acuerdo con las prescripciones del apartado 7 de la ITC-LAT 07.

Se produce el mismo caso que el anterior, por tanto, no se han producido cruzamientos con este tipo de instalaciones.

4.9 DISTANCIAS A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 metros y, como mínimo, vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial correspondiente al caudal de la máxima avenida. No obstante, podrá admitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores si existe la autorización previa de la administración competente.
- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

4.9.1. Cruzamientos

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

- Líneas de categoría especial:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 3,5 + D_{el} \text{ en metros,}$$

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Resto de líneas:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 2,3 + D_{el} \text{ en metros,}$$

siendo G el gálibo.

En el caso de que no exista gálibo definido se considerará este igual a 4,7 metros.

En el caso de la línea del presente proyecto, la distancia mínima vertical sería de:

$$4,7 + 2,3 + 0,7 = 7,7 \text{ m}$$

No obstante, se produce el mismo caso que el anterior, por tanto, no se han producido cruzamientos con ningún río o canal navegable o flutable.

4.10 PASO POR ZONAS

En general, para las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, es decir, sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2 de la ITC LAT 07, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 °C.

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir el R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

4.10.1. Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT-07.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 2 metros. En este caso, la distancia mínima frente a masas forestales es de:

$$1,5 + 0,7 = 2,2 \text{ m}$$

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las prescripciones de este reglamento, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo, comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso, que pudieran comprometer las distancias de seguridad establecida en este reglamento. Deberá vigilar también que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

- En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles; la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07.
- Para el cálculo de las distancias de seguridad entre el arbolado y los conductores extremos de la línea, se considerarán éstos y sus cadenas de aisladores en sus condiciones más desfavorables descritas en este apartado.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura b) del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07. Esta circunstancia será función del tipo y estado del árbol, inclinación y estado del terreno, y situación del árbol respecto a la línea.

Los titulares de las redes de distribución y transporte de energía eléctrica deben mantener los márgenes por donde discurren las líneas limpias de vegetación, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

Así mismo, queda prohibida la plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer las distancias de seguridad reglamentarias.

4.10.2. Edificios, construcciones y zonas urbanas

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$D_{add} + D_{el} = 3,3 + D_{el} \text{ en metros,}$$

con un mínimo de 5 metros.

En nuestro caso, la distancia es de:

$$3,3 + 0,7 = 4 \text{ m}$$

Por tanto, al ser inferior a la distancia mínima límite, se tomarán los 5 metros que se establecen en la ITC-LAT 07.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán:

- Sobre puntos accesibles a las personas: $5,5 + D_{el} = 5,50 + 0,7 = 6,20$ metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: $3,3 + D_{el} = 3,30 + 0,7 = 4$ metros, con un mínimo de 4 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

4.10.3. Proximidad a aeropuertos

Las líneas eléctricas aéreas de AT con conductores desnudos que hayan de construirse en la proximidad de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la

navegación aérea, deberán ajustarse a lo especificado en la legislación y disposiciones vigentes en la materia que correspondan.

En el caso de la línea eléctrica objeto del presente proyecto, no hay ningún aeropuerto cercano, por lo que no se han aplicado las consideraciones indicadas en la reglamentación.

4.10.4. Proximidad a parques eólicos

Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, 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.

Estas indicaciones solo se han tenido en cuenta en el presente proyecto a la hora de ubicar los aerogeneradores del Parque Eólico X, manteniendo así la distancia exigida de altura a punta de pala más 10 metros.

4.10.5. Proximidad a obras

Cuando se realicen obras próximas a líneas aéreas y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el 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, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

5. DISTRIBUCIÓN DE APOYOS

5.1 CÁLCULO DEL TIPO DE APOYO

A la hora de calcular y justificar el tipo y armado de los apoyos, debemos tener en cuenta una serie de consideraciones, como, por ejemplo:

- Los apoyos de principio y final de línea, y los apoyos en ángulo, tendrán cadenas de amarre.

Para saber qué apoyos deberán llevar cadenas de suspensión o cadenas de amarre, deberemos calcular cuál será el ángulo máximo de desviación de la cadena de los aisladores.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Este ángulo de desviación depende de la distancia mínima de protección, D_{ei} , y de la longitud de la cadena y el tipo de cruceta del apoyo.

Para las cadenas de suspensión, deberemos ceñirnos a lo estipulado en el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07, donde se menciona que se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h. A estos efectos se considerará la tensión mecánica del conductor sometido a la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h y a la temperatura de -5°C para zona A, de -10°C para zona B y de -15°C para zona C (estos dos últimos casos son sobre los que se desarrolla este proyecto).

Una vez expuestas las consideraciones sobre las cadenas de amarre y de suspensión, necesitamos conocer el ángulo de desviación de la cadena de aisladores. Este ángulo será exclusivo para los apoyos de suspensión en alineación.

Para ello, usaremos la siguiente expresión:

$$\text{tag}\beta = \frac{\frac{F_{cad_{v/2}}}{2} + F_{cond_{v/2}}}{\frac{P_{cad_{v/2}}}{2} + P_{cond}}$$

en donde:

- $F_{cad_{v/2}}$: fuerza de la cadena bajo la mitad de presión del viento, en daN.
- P_{cad} : peso de la cadena, en daN.
- $F_{cond_{v/2}}$: fuerza del conductor bajo la mitad de presión del viento, en daN.
- P_{cond} : peso del conductor, en daN.

5.1.1. Fuerza de la cadena

La fuerza de la cadena se puede hallar de la siguiente forma:

$$F_{cad_{v/2}} = \frac{q}{2} * A, \text{ en daN}$$

donde:

- q : presión del viento, medida en daN/m²
- A : área de la cadena de aisladores, proyectada horizontalmente en un plano vertical paralelo al eje de la cadena de aisladore, expresada en m².

$$A = D * l_{cad}$$

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

donde:

- D: diámetro proyectado de los aisladores → 0,255 m.
- l_{cad} : longitud proyectada de la cadena de aisladores → 1,33 m.

$$A = 0,255 * 1,33 = 0,34 \text{ m}^2$$

5.1.2. Fuerza del conductor

La fuerza del conductor, a mitad de la presión del viento, viene dada por la siguiente expresión:

$$F_{cond_{v/2}} = \frac{a_1 + a_2}{2} * \frac{p_v}{2} * D$$

siendo:

- a_1 y a_2 : vanos anterior y posterior, respectivamente, expresados en m.
- p_v : sobrecarga de viento, en daN/m².
- D: diámetro del conductor, en m.

5.1.3. Peso del conductor

La expresión que determina el peso del conductor es la siguiente:

$$P_{cond} = p_p * \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v/2}}{p_{ap_{v/2}}} * \left(\pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right) \right], \text{ en m}$$

donde:

- p_p : peso propio del conductor, en daN/m.
- a_1 y a_2 : vanos anterior y posterior, respectivamente, expresados en m.
- $T_{v/2}$: tense máximo a mitad de viento, en daN.
- $P_{ap_{v/2}}$: peso aparente del conductor, en daN/m.
- d_1 y d_2 : distancias verticales anterior y posterior, respectivamente, en m.¹

¹ Convenio de signos: si se toma como referencia el plano XX' trazado por el punto superior del apoyo en estudio, por ejemplo, el segundo punto, los ángulos formados entre los puntos de sujeción de los apoyos 1-2 y 2-3 se consideran negativos (-) si están por encima del plano de referencia. Si estuviesen por debajo del plano de referencia, se tomarían como positivos (+).

5.1.4. Ángulo de desviación máximo

Una vez explicados cada uno de los elementos necesarios para el cálculo del ángulo de desviación de cada una de las cadenas de aisladores de suspensión instaladas, deberemos calcular el ángulo de desviación máximo.

Este ángulo de desviación máximo marcará el límite sobre el que el ángulo de desviación, en caso de sobrepasar, hará que las cadenas sean de amarre, y en caso de ser inferior, las cadenas serán de suspensión.

La fórmula que determina el ángulo máximo de desviación es la siguiente:

$$\beta_{teórico} = 90^\circ - \arcsen\left(\frac{D_{el}}{l_{cad}}\right)$$

En nuestro caso:

- D_{el} tiene un valor de 0,7 m.
- l_{cad} : la longitud de las cadenas, tanto de amarre como de suspensión, es de 1,33 m.

Por tanto, el valor del ángulo máximo de desviación será de:

$$\beta_{teórico} = 90^\circ - \arcsen\left(\frac{0,7}{1,33}\right) = 58,24^\circ$$

Por tanto, si $\beta \leq \beta_{teórico}$, la cadena necesariamente ha de ser de amarre, y en caso contrario, de suspensión.

En la siguiente tabla se muestra el resultado de estos ángulos de desviación, así como dependiendo de su valor, la función que desempeña cada uno de los apoyos:

Apoyo	Vano		Diferencia Vertical		β (º)	β teórico (º)	Función del apoyo	Tipo de apoyo
	Anterior	Posterior	Anterior	Posterior				
1	0	203	--	39,74	--	58,24	Amarre	Principio de línea
2	203	200	-39,74	69,27	18,23		Suspensión	Alineación
3	200	216	-69,27	53,37	--		Amarre	Ángulo
4	216	310	-53,37	95,02	27,05		Suspensión	Alineación
5	310	225	-95,02	16,96	--		Amarre	Ángulo
6	225	235	-16,96	15,13	37,13		Suspensión	Alineación
7	235	235	-15,13	6,31	36,94		Suspensión	Alineación
8	235	201	-6,31	11,39	32,2		Suspensión	Alineación
9	201	201	-11,39	-2,17	44,05		Suspensión	Alineación
10	201	224	2,17	0,57	33,97		Suspensión	Alineación
11	224	215	-0,57	-0,7	33,5		Suspensión	Alineación

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

12	215	218	0,7	3,64	32,25	Suspensión	Alineación
13	218	218	-3,64	7,75	30,01	Suspensión	Alineación
14	218	227	-7,75	3,85	37,76	Suspensión	Alineación
15	227	323	-3,85	18,62	29,31	Suspensión	Alineación
16	323	300	-18,62	-14,49	--	Amarre	Ángulo
17	300	280	14,49	6,52	26,74	Suspensión	Alineación
18	280	300	-6,52	0,83	--	Amarre	Ángulo
19	300	295	-0,83	3,84	31,72	Suspensión	Alineación
20	295	312	-3,84	-26,69	--	Amarre	Ángulo
21	312	266	26,69	62,28	--	Amarre	Ángulo
22	266	181	-62,28	28,83	52,26	Suspensión	Alineación
23	181	244	-28,83	16,16	51,08	Suspensión	Alineación
24	244	243	-16,16	-8,91	57,24	Suspensión	Alineación
25	243	214	8,91	-28,65	52,82	Suspensión	Alineación
26	214	315	28,65	39,43	--	Amarre	Ángulo
27	315	173	-39,43	20,04	--	Amarre	Ángulo
28	173	189	-20,04	1,32	--	Anclaje	Alineación
29	189	185	-1,32	-39,04	--	Anclaje	Alineación
30	185	322	39,04	16,69	16,71	Suspensión	Alineación
31	322	311	-16,69	-29,62	54,85	Suspensión	Alineación
32	311	312	29,62	-1,67	26,46	Suspensión	Alineación
33	312	309	1,67	-4,44	35,01	Suspensión	Alineación
34	309	283	4,44	13,75	27,39	Suspensión	Alineación
35	283	299	-13,75	23,79	31	Suspensión	Alineación
36	299	229	-23,79	5,76	41,97	Suspensión	Alineación
37	229	273	-5,76	8,67	33,68	Suspensión	Alineación
38	273	278	-8,67	8,15	33,81	Suspensión	Alineación
39	278	229	-8,15	-0,34	37,84	Suspensión	Alineación
40	229	320	0,34	7,18	30,49	Suspensión	Alineación
41	320	225	-7,18	29,17	--	Anclaje	Ángulo
42	225	198	-29,17	9,06	53,67	Suspensión	Alineación
43	198	280	-9,06	-6,48	56,52	Suspensión	Alineación
44	280	258	6,48	12,11	25,59	Suspensión	Alineación
45	258	306	-12,11	-14,35	53,38	Suspensión	Alineación
46	306	225	14,35	-0,52	27,38	Suspensión	Alineación
47	225	252	0,52	-10,97	--	Amarre	Ángulo
48	252	233	10,97	14,55	19,42	Suspensión	Alineación
49	233	258	-14,55	13,73	--	Amarre	Ángulo
50	258	289	-13,73	1,84	--	Amarre	Ángulo
51	289	289	-1,84	-10,14	40,6	Suspensión	Alineación
52	289	212	10,14	-1,78	28,27	Suspensión	Alineación
53	212	267	1,78	-7,25	39,8	Suspensión	Alineación
54	267	154	7,25	0,84	--	Amarre	Ángulo
55	154	0	-0,84	--	--	Amarre	Fin de línea

Tabla 13: Ángulo de desviación y función de los apoyos de la LAAT 66 kV

6. CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS

Los cálculos mecánicos de los apoyos utilizados en las líneas aéreas con conductores desnudos se realizarán siguiendo las indicaciones especificadas en el apartado 3.5.3 de la ITC-LAT 07.

En este apartado se especifican las cuatro hipótesis de cálculo que han de cumplir cada uno de los apoyos a utilizar en una determinada línea. Para ello, se diferenciarán los distintos cálculos que habrá que llevar a cabo en cada una de estas hipótesis.

Las características básicas de los materiales serán la carga de rotura o el límite de fluencia, según los casos, con su valor mínimo garantizado. Las diferentes hipótesis que se tendrán en cuenta en el cálculo de los apoyos serán las que se especifican en las tablas siguientes, según la función del apoyo.

Para la LAAT 66 kV del presente documento, al situarse en zonas B y C, deberán considerarse las cuatro hipótesis existentes, que son:

- 1ª hipótesis: viento
- 2ª hipótesis: hielo
- 3ª hipótesis: desequilibrio de tracciones
- 4ª hipótesis: rotura de conductores

No obstante, dado que la línea proyectada no es superior a 66 kV, se podrá prescindir de la 4ª hipótesis para los apoyos en alineación y de ángulo con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6600 daN, siempre y cuando se verifiquen las siguientes condiciones establecidas en la ITC-LAT 07:

- Que los conductores y cables de tierra tengan un coeficiente de seguridad como mínimo de 3.
- Que el coeficiente de seguridad de apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 km como máximo.

Por tanto, y según lo recogido anteriormente, para esta LAAT 66 kV se ha prescindido de los cálculos de la 4ª hipótesis.

A continuación, se muestran las tablas con las diferentes hipótesis en función del tipo y función del apoyo objeto de estudio:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Tipo de apoyo	Tipo de esfuerzo	1ª hipótesis (viento)	2ª hipótesis (hielo)	3ª hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª hipótesis (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.		Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1.)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.		Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2.)

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Tipo de apoyo	Tipo de esfuerzo	1ª hipótesis (viento)	2ª hipótesis (hielo)	3ª hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª hipótesis (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.		Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Principio y final de línea	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	No aplica.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica.		No aplica.
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4)	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4.)

Tabla 14: Hipótesis de cálculo para las distintas funciones de los apoyos en las zonas B y C del proyecto

6.1 APOYOS PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA

6.1.1. Primera hipótesis (viento)

Cargas verticales

Los esfuerzos verticales son originados debido a las cargas permanentes, que se corresponden con el peso del conductor, el peso de la cadena, y el peso de los herrajes.

La expresión que nos permite obtener el esfuerzo de estas cargas verticales es la siguiente:

$$F_v = P_{cond} + P_{cad} + P_{he}$$

Para calcular el peso del conductor, emplearemos la siguiente fórmula:

$$P_{cond} = n * p_p * a_g = n * p_p * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \pm \frac{T_{1máxv} * d_1}{p * a_1} \pm \frac{T_{2máxv} * d_2}{p * a_2} \right)$$

donde:

- n : es el número de conductores de la línea.
- p_p : peso propio del conductor, en daN/m.
- a_g : es el gravivano, medido en m.
- a_1 y a_2 : son las distancias parciales horizontales entre los distintos apoyos, en m.
- $T_{1máxv}$ y $T_{2máxv}$: son los tenses máximos de los vanos reguladores anterior y posterior, respectivamente, bajo condiciones de viento, en daN.
- p : es el peso aparente del conductor, en daN/m.
- d_1 y d_2 : son las distancias parciales verticales entre los distintos apoyos, en m.

El peso de la cadena, tanto la de amarre como la de suspensión, es de 30,6 kg. Sin embargo, al disponer de 3 conductores (uno por fase), el peso de la cadena deberá ser multiplicado por 3.

Por último, el peso de la cruceta viene indicado por el fabricante (en este caso IMEDEXSA), y, para los apoyos principio y final de línea es de 142 kg y 104 kg, respectivamente.

Cargas transversales

Estos esfuerzos son los debidos por la acción del viento, y se pueden calcular mediante la siguiente relación:

$$F_t = n * p_{pv} * \frac{a}{2}$$

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

donde:

- n: es el número de conductores de la línea
- p_{pv} : es el peso debido a la acción del viento, en daN/m.
- a: distancia parcial horizontal entre apoyos, en m.

Cargas longitudinales

Se considerará un esfuerzo igual al 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo.

La expresión que nos permite conocer esta carga es:

$$F_L = n * T_{máx_v}$$

siendo:

- n: número de conductores de la línea.
- $T_{máx_v}$: tensión máxima en condiciones de viento, expresada en daN.

6.1.2. Segunda hipótesis (hielo)

Cargas verticales

Se calculan de manera análoga a las cargas verticales de la primera hipótesis, teniendo en cuenta que en este caso la sobrecarga es debida por la acción del hielo.

Cargas transversales

En esta hipótesis no se producen esfuerzos transversales para los apoyos principio y final de línea.

Cargas longitudinales

Se considerará un esfuerzo igual al 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo.

Por tanto, se calcularán de forma análoga a las cargas longitudinales de la primera hipótesis, teniendo en cuenta que, en este caso, la sobrecarga es producida por la acción del hielo.

6.1.3. Tercera hipótesis (desequilibrio de tracciones)

Esta hipótesis no es de aplicación para los apoyos principio y final de línea.

6.1.4. Cuarta hipótesis (rotura de conductores)

Cargas verticales

Se calculan de manera análoga a las cargas verticales de la primera hipótesis, teniendo en cuenta que en este caso la sobrecarga es debida por la acción del hielo.

Cargas transversales

En esta hipótesis no se producen esfuerzos transversales para los apoyos principio y final de línea.

Cargas longitudinales

Se considerará el esfuerzo correspondiente a la rotura de un cable de tierra o de un conductor en las líneas de un solo conductor por fase, sin reducción alguna de su tensión. Por tanto, el esfuerzo a considerar será del 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra.

El cálculo de estos esfuerzos longitudinales se realiza de forma análoga a los de la primera hipótesis, teniendo en cuenta que la sobrecarga es producida por el hielo.

6.2 APOYOS EN ALINEACIÓN

6.2.1. Primera hipótesis (viento)

Cargas verticales

Se calculan de la misma forma que las cargas verticales de la primera hipótesis para los apoyos principio y final de línea descritos en apartados anteriores.

Cargas transversales

Se calculan de la misma forma que las cargas transversales de la primera hipótesis para los apoyos principio y final de línea descritos en apartados anteriores, siguiendo la siguiente expresión:

$$F_t = n * p_{pv} * a_g = n * p_{pv} * \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \pm \frac{T_{1máx_v} * d_1}{p * a_1} \pm \frac{T_{2máx_v} * d_2}{p * a_2} \right)$$

Cargas longitudinales

En esta hipótesis no se producen esfuerzos longitudinales para los apoyos en alineación.

6.2.2. Segunda hipótesis (hielo)

Cargas verticales

Se calculan de la misma forma que las cargas verticales de la segunda hipótesis para los apoyos principio y final de línea descritos en apartados anteriores.

Cargas transversales

En esta hipótesis no se producen esfuerzos transversales para los apoyos en alineación.

Cargas longitudinales

En esta hipótesis no se producen esfuerzos longitudinales para los apoyos en alineación.

6.2.3. Tercera hipótesis (desequilibrio de tracciones)

Cargas verticales

Se calculan de la misma forma que las cargas verticales de la segunda hipótesis descritos anteriormente.

Cargas transversales

En esta hipótesis no se producen esfuerzos transversales para los apoyos en alineación.

Cargas longitudinales

Para las líneas de tensión nominal igual o inferior a 66 kV se considerará un esfuerzo longitudinal equivalente al 8% para los apoyos en alineación y del 50% para los apoyos en anclaje, tal y como se recoge en la ITC-LAT 07.

$$F_L = n * 0,08 * T_{m\acute{a}x} (suspensi\acute{o}n)$$

$$F_L = n * 0,5 * T_{m\acute{a}x} (amarre)$$

6.3 APOYOS EN ÁNGULO

6.3.1. Primera hipótesis (viento)

Cargas verticales

Se calculan de la misma forma que las cargas verticales de la primera hipótesis para los apoyos principio y final de línea, y de alineación descritos en apartados anteriores.

Cargas transversales

Se tendrá en cuenta el esfuerzo resultante de ángulo de las tracciones de los conductores y cables de tierra.

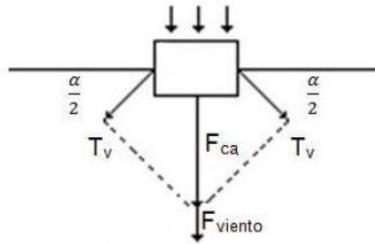


Figura 3: Distribución de las cargas transversales en los apoyos en ángulo

Las expresiones que nos permiten calcular estos esfuerzos son:

$$F_{ca} = n * (T_{1máxv} + T_{2máxv}) * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right), \text{ expresado en daN}$$

siendo:

- n: número de conductores de la línea.
- $T_{1máxv}$ y $T_{2máxv}$: tensiones máximas de los vanos anterior y posterior, respectivamente, expresadas en daN.
- α : ángulo de desviación de la traza, medido en grados sexagesimales.

$$F_v = n * p_{pv} * d * \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) * \cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right), \text{ en daN}$$

donde:

- n: número de conductores de la línea.
- p_{pv} : es el peso debido a la acción del viento, en daN/m.
- d: diámetro del conductor, en m.
- a_1 y a_2 : vanos anterior y posterior, respectivamente, en m.
- α : ángulo de desviación de la traza, medido en grados sexagesimales.

Por tanto, el esfuerzo resultante debido a estas dos acciones descritas es:

$$F_T = F_{ca} + F_v, \text{ en daN}$$

Cargas longitudinales

En esta hipótesis no se producen esfuerzos longitudinales para los apoyos en ángulo.

6.3.2. Segunda hipótesis (hielo)

Cargas verticales

Se calculan de la misma forma que las cargas verticales de la segunda hipótesis para los apoyos principio y final de línea, y de alineación descritos en apartados anteriores.

Cargas transversales

Se calculan de la misma forma que las cargas transversales de la primera hipótesis para los apoyos en ángulo descritos en el apartado anterior, teniendo en cuenta que, en este caso, las cargas son debidas a la acción del hielo.

Cargas longitudinales

En esta hipótesis no se producen esfuerzos longitudinales para los apoyos en ángulo.

6.3.3. Tercera hipótesis (desequilibrio de tracciones)

Cargas verticales

Se calculan de la misma forma que las cargas verticales de la tercera hipótesis para los apoyos de alineación descritos en apartados anteriores.

Cargas transversales

Las cargas transversales definidas en este apartado vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$F_t = n * (2 - \% \text{desequilibrio}) * T_{máxh} * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

en donde:

- n: número de conductores de la línea.
- %desequilibrio: coeficiente de desequilibrio, cuyo valor es de 0,15 para líneas inferiores o iguales a 66 kV, y 0,25 para líneas superiores a 66 kV.
- $T_{máxh}$: tracción máxima bajo las condiciones de hielo, en daN.
- α : ángulo de desviación de la traza, medido en grados sexagesimales.

Cargas longitudinales

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

De manera análoga a las cargas transversales para esta hipótesis en los apoyos en ángulo, la expresión para calcular las cargas longitudinales es:

$$F_L = n * (2 - \% \text{desequilibrio}) * T_{máx_h} * \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

siendo:

- n: número de conductores de la línea.
- %desequilibrio: coeficiente de desequilibrio, cuyo valor es de 0,15 para líneas inferiores o iguales a 66 kV, y 0,25 para líneas superiores a 66 kV.
- $T_{máx_h}$: tracción máxima bajo las condiciones de hielo, en daN.
- α : ángulo de desviación de la traza, medido en grados sexagesimales.

6.4 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS MECÁNICOS DE LOS APOYOS

Una vez explicado el procedimiento y formulación para obtener los esfuerzos soportados por los apoyos en las diferentes hipótesis que les son de aplicación, se muestran las tablas con los resultados para los diferentes tipos de apoyos recogidos en el presente proyecto:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Tabla de cálculo mecánicos de apoyos principio y final de línea LA-180:

APOYOS PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA		1ª Hipótesis LA-180 (Viento)			2ª Hipótesis LA-180 (Hielo)			3ª Hipótesis LA-180 (Desequilibrio de tracciones)		
		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES	
Número apoyo	Función apoyo	Fase (daN)	Fase (daN)		Fase (daN)	Fase (daN)		Fase (daN)	Fase (daN)	
		V	T	L	V	T	L	V	T	L
1	Principio de línea	311,85	143,18	1592,60	839,45	No aplica	2663,49	No aplica		
55	Fin de línea	95,12	113,76	1913,28	160,83		2257,49	No aplica		

Tabla 15: Esfuerzos en los apoyos principio y final de línea para el conductor LA-180

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Tabla de cálculo mecánico de apoyos en alineación LA-180:

APOYOS EN ALINEACIÓN		1ª Hipótesis LA-180 (Viento)			2ª Hipótesis LA-180 (Hielo)			3ª Hipótesis LA-180 (Desequilibrio de tracciones)		
		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES	
Número apoyo	Función apoyo	Fase (daN)	Fase (daN)		Fase (daN)	Fase (daN)		Fase (daN)	Fase (daN)	
		V	T	L	V	T	L	V	T	L
2	Suspensión	355,98	258,90	No aplica	1007,14	No aplica	No aplica	1007,14	No aplica	212,80
4	Suspensión	253,01	262,82		747,27			747,27		170,64
6	Suspensión	174,56	225,55		507			507		170,64
7	Suspensión	158,87	230,46		461,89			461,89		170,64
8	Suspensión	197,11	214,77		566,82			566,82		170,64
9	Suspensión	113,76	199,07		321,66			321,66		170,64
10	Suspensión	225,55	261,84		648,22			648,22		212,80
11	Suspensión	213,78	269,68		617,82			617,82		212,80
12	Suspensión	188,29	212,80		542,31			542,31		170,64
13	Suspensión	235,36	267,72		678,62			678,62		212,80
14	Suspensión	204,96	272,62		591,34			591,34		212,80
15	Suspensión	303,03	330,48		892,41			892,41		212,80
17	Suspensión	341,27	347,16		1014,99			1015		212,80
19	Suspensión	293,22	355	870,83	870,83	212,80				

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

22	Suspensión	157,89	279,49	457,97	457,97	212,80
23	Suspensión	128,47	263,80	368,73	368,73	212,80
24	Suspensión	145,14	296,16	425,61	425,61	212,80
25	Suspensión	138,27	281,45	402,07	402,07	212,80
28	Anclaje	119,64	257,91	109,83	87,28	1042,45
29	Anclaje	34,32	264,78	-174,56	-139,25	1054,21
30	Suspensión	485,43	309,89	1438,64	1438,64	212,80
31	Suspensión	171,62	378,54	510,93	510,93	212,80
32	Suspensión	375,59	370,69	1123,84	1123,84	212,80
33	Suspensión	229,48	295,18	684,50	684,50	170,64
34	Suspensión	338,33	354,02	1008,12	1008,12	212,80
35	Suspensión	306,95	349,12	911,04	911,04	212,80
36	Suspensión	166,71	254,97	487,39	487,39	170,64
37	Suspensión	201,04	243,20	588,40	588,40	170,64
38	Suspensión	263,80	330,48	776,69	776,69	212,80
39	Suspensión	219,67	306,95	642,34	642,34	212,80
40	Suspensión	229,48	263,80	676,66	676,66	170,64
42	Suspensión	111,80	262,82	206,92	206,92	190,25
43	Suspensión	154,95	291,26	297,14	297,14	190,25
44	Suspensión	341,27	318,72	676,66	676,66	190,25
45	Suspensión	151,02	338,33	312,83	312,83	190,25
46	Suspensión	312,83	325,58	618,80	618,80	190,25
48	Suspensión	290,28	236,34	574,67	574,67	152,00
51	Suspensión	228,49	346,17	450,13	450,13	191,23
52	Suspensión	221,63	243,20	436,40	436,40	152,98

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

53	Suspensión	213,78	292,24		416,78			416,78		191,23
----	------------	--------	--------	--	--------	--	--	--------	--	--------

Tabla 16: Esfuerzos en los apoyos en alineación para el conductor LA-180

- Tabla de cálculo mecánico de apoyos en ángulo LA-180:

APOYOS EN ÁNGULO		1ª Hipótesis LA-180 (Viento)			2ª Hipótesis LA-180 (Hielo)			3ª Hipótesis LA-180 (Desequilibrio de tracciones)		
		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES	
Número apoyo	Función apoyo	Fase (daN)	Fase (daN)		Fase (daN)	Fase (daN)		Fase (daN)	Fase (daN)	
		V	T	L	V	T	L	V	T	L
3	Amarre	114,74	1295,46	No aplica	319,70	1868,17	No aplica	319,70	1727,93	287,33
5	Amarre	79,43	1097,36		165,73	1458,25		165,73	1348,41	300,08
16	Amarre	237,32	685,48		637,43	510,93		637,43	472,68	398,15
18	Amarre	297,14	1900,53		807,09	2862,56		807,09	2647,80	337,35
20	Amarre	240,26	1134,63		636,45	1378,81		636,45	1274,86	386,38
21	Amarre	609	993,41		1721,07	1108,15		1721,07	1024,79	391,29
26	Amarre	423,65	569,77		1190,53	519,75		1190,53	480,53	317,74
27	Amarre	229,48	1952,50		574,67	2987,11		574,67	2763,51	227,51
41	Anclaje	438,36	1502,38		816,89	1717,14		654,10	1081,67	991,45
47	Amarre	179,46	446,20		319,70	232,42		319,70	215,75	285,37
49	Amarre	267,72	1228,77		488,37	1109,13		488,37	1029,70	347,16
50	Amarre	247,13	392,27		448,16	41,19		448,16	38,25	358,92

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

54	Amarre	287,33	1021,85		524,66	887,50		524,66	844,35	352,06
----	--------	--------	---------	--	--------	--------	--	--------	--------	--------

Tabla 17: Esfuerzos en los apoyos en ángulo para el conductor LA-180

- Tabla de cálculo mecánico de apoyos principio y final de línea AC-50:

APOYOS PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA		1ª Hipótesis AC-50 (Viento)			2º Hipótesis AC-50 (Hielo)			3ª Hipótesis AC-50 (Desequilibrio de tracciones)		
		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES	
Número apoyo	Función apoyo	Protección (daN)	Protección (daN)		Protección (daN)	Protección (daN)		Protección (daN)	Protección (daN)	
		V	T	L	V	T	L	V	T	L
1	Principio de línea	215,75	69,63	1460,21	620,76	No aplica	2202,57	No aplica		
55	Fin de línea	32,36	51,98	1374,89	80,41	No aplica	1604,37	No aplica		

Tabla 18: Esfuerzos en los apoyos principio y final de línea para el cable de tierra AC-50

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Tabla de cálculo mecánico de apoyos en alineación AC-50:

APOYOS EN ALINEACIÓN		1ª Hipótesis AC-50 (Viento)			2ª Hipótesis AC-50 (Hielo)			3ª Hipótesis AC-50 (Desequilibrio de tracciones)		
		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES	
Número apoyo	Función apoyo	Protección (daN)	Protección (daN)		Protección (daN)	Protección (daN)		Protección (daN)	Protección (daN)	
		V	T	L	V	T	L	V	T	L
2	Suspensión	228,49	141,22	No aplica	715,89	No aplica	No aplica	715,89	No aplica	176,52
4	Suspensión	142,20	148,08		508,97			508,97		149,06
6	Suspensión	81,40	124,54		317,74			317,74		149,06
7	Suspensión	64,72	127,49		275,57			275,57		149,06
8	Suspensión	104,93	117,68		375,59			375,59		149,06
9	Suspensión	30,40	108,85		168,67			168,67		149,06
10	Suspensión	113,76	143,18		419,72			419,72		186,33
11	Suspensión	101,01	148,08		388,34			388,34		186,33
12	Suspensión	97,09	116,70		354,02			354,02		149,06
13	Suspensión	120,62	147,10		442,28			442,28		186,33
14	Suspensión	91,20	150,04		363,83			363,83		186,33
15	Suspensión	167,69	185,35		599,19			599,19		186,33
17	Suspensión	202,02	196,13		710			710,00		200,06
19	Suspensión	152	201,04	569,77	569,77	201,04				

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

22	Suspensión	45,11	153,96	245,17	245,17	186,33
23	Suspensión	22,56	144,16	174,56	174,56	186,33
24	Suspensión	28,44	164,75	207,90	207,90	186,33
25	Suspensión	26,48	154,95	195,15	195,15	186,33
28	Anclaje	-0,98	122,58	-17,65	-13,73	821,80
29	Anclaje	-94,14	126,51	-312,83	-250,07	965,96
30	Suspensión	348,14	172,60	1116	1116	195,15
31	Suspensión	29,42	214,77	225,55	225,55	195,15
32	Suspensión	226,53	210,84	790,42	790,42	195,15
33	Suspensión	113,76	167,69	437,38	437,38	155,93
34	Suspensión	195,15	200,06	695,29	695,29	195,15
35	Suspensión	166,71	197,11	610	610	195,15
36	Suspensión	64,72	143,18	281,45	281,45	155,93
37	Suspensión	101,01	135,33	380,50	380,50	155,93
38	Suspensión	130,43	185,35	498,18	498,18	195,15
39	Suspensión	95,12	170,64	388,34	388,34	195,15
40	Suspensión	121,60	148,08	449,14	449,14	155,93
42	Suspensión	27,46	144,16	88,26	88,26	145,14
43	Suspensión	55,90	161,81	152	152	145,14
44	Suspensión	188,29	178,48	436,40	436,40	145,14
45	Suspensión	54,92	190,25	154,95	154,95	145,14
46	Suspensión	166,71	182,40	391,29	391,29	145,14
48	Suspensión	165,73	131,41	375,59	375,59	114,74
51	Suspensión	102,97	195,15	257,91	257,91	147,10
52	Suspensión	114,74	135,33	270,66	270,66	117,68

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

53	Suspensión	99,05	161,81		243,20			243,20		147,10
----	------------	-------	--------	--	--------	--	--	--------	--	--------

Tabla 19: Esfuerzos en los apoyos en alineación para el cable de tierra AC-50

- Tabla de cálculo mecánico de apoyos en ángulo AC-50:

APOYOS EN ÁNGULO	1ª Hipótesis AC-50 (Viento)			2ª Hipótesis AC-50 (Hielo)			3ª Hipótesis AC-50 (Desequilibrio de tracciones)		
	ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES		ESFUERZOS VERTICALES	ESFUERZOS HORIZONTALES	
Número apoyo	Protección (daN)	Protección (daN)		Protección (daN)	Protección (daN)		Protección (daN)	Protección (daN)	
	V	T	L	V	T	L	V	T	L
3	6,86	1098,34	No aplica	188	1587,70	No aplica	166,71	1507,28	250,07
5	-37,27	922,81		-49	1272,90		-25,50	1179,74	262,82
16	56,88	497,20		537	462,87		314,79	443,26	372,65
18	121,60	1793,64		717	2689,96		479,55	2492,85	317,74
20	62,76	965,96		563	1291,54		311,85	1200,33	363,83
21	414,82	805,13		1756	1000,28		1293,50	955,17	363,83
26	277,53	427,57		1279	466,80		885,54	444,24	293,22
27	89,24	1697,53		592	2549,73		307,93	2553,65	210,84
41	226,53	1169,93		995	1446,48		403,05	990,47	907,12
47	63,74	272,62		276	175,54		161,81	163,77	217,71
49	110,82	847,29		399	840,43		268,70	782,57	264,78
50	91,20	210,84		343	31,38		231,44	29,42	274,59

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

54	128,47	685,48		463	656,06		302,04	647,24	269,68
----	--------	--------	--	-----	--------	--	--------	--------	--------

Tabla 20: Esfuerzos en los apoyos en ángulo para el cable de tierra AC-50

7. CIMENTACIONES

Las cimentaciones empleadas en el proyecto de la LAAT 66 kV del presente documento serán del tipo tetrabloque con cimentación de pata cuadrada con cueva, por tanto, cada apoyo tendrá cuatro sujeciones separadas al suelo, diseñadas para absorber las cargas de compresión y arranque que los apoyos transmiten al terreno.

El coeficiente de seguridad establecido para estos apoyos no será inferior a:

- Hipótesis normales (1ª y 2ª hipótesis): 1,50
- Hipótesis anormales (en este caso, 3ª hipótesis): 1,20

Para el cálculo de las cimentaciones se seguirán las prescripciones indicadas en el apartado 3.6 de la ITC-LAT 07.

7.1 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

El terreno sobre el que se proyecta la LAAT 66 kV puede considerarse de naturaleza arenosa, compuesta por partículas relativamente gruesas, con diámetros entre 0,2 y 2 mm cada una de ellas.

Teniendo en cuenta el tipo de terreno, y la tabla 10 del apartado 3.6.5 de la ITC-LAT 07, las características generales del terreno serían las siguientes:

- Peso específico: 1.600-1.800 kg/m³
- Ángulo del talud natural: 30º sexagesimales
- Carga admisible: 2-4 daN/cm²
- Coeficiente de rozamiento entre cimiento y terreno al arranque: 20-25º sexagesimales.
- Coeficiente de compresibilidad a 2 metros de profundidad: 8-20 daN/cm³

7.2 COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Según lo indicado en el apartado 6.2 de la ITC-LAT 07, para la comprobación al arranque de las cimentaciones se han de considerar todas aquellas fuerzas que se oponen al arranque de los apoyos, que, para el caso que nos ocupa, serían las siguientes:

- Peso propio del apoyo.
- Peso propio de la cimentación.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Peso de las tierras que arrastraría el macizo de hormigón al ser arrancado.

Por otro lado, también deberá ser necesario comprobar que el coeficiente de estabilidad de la cimentación no sea inferior a 1,50 para las hipótesis normales definidas (1ª y 2ª hipótesis), y que tampoco sea inferior a 1,20 para las hipótesis anormales (3ª y 4ª hipótesis).

Una vez tenidas en cuenta estas consideraciones, el método por el que se comprueba el arranque es el que sigue:

7.2.1. Carga nominal de arranque

$$P_{\text{arranque}} = \frac{F * H_t}{2 * c} - \left(\frac{F_v + P_{\text{apoyo}}}{4} \right)$$

donde:

- F: esfuerzo nominal del apoyo, expresado en daN.
- H_t: altura del punto sobre el que se aplica el esfuerzo, en m.
- c: separación entre las patas del apoyo, en m.
- F_v: carga vertical sometida sobre el apoyo, en daN.
- P_{apoyo}: peso total del apoyo, en daN.

7.2.2. Carga estabilizadora opuesta al arranque

Peso del macizo de hormigón:

$$P_{\text{macizo}_h} = \delta_h * a^2 * (H + 0,2)$$

donde:

- δ_h: densidad del hormigón, en kg/m³.
- a: ancho de la cimentación, en m.
- H: altura de la cimentación, en m.

Peso de las tierras arrancadas en función del ángulo del terreno:

$$P_{\beta} = \delta_t * \left[\frac{H}{3} * (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 + S_2}) - a^2 * H - V_t \right]$$

donde:

- δ_t: peso específico del terreno, en kg/m³.
- H: altura de la cimentación, en m.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- a: ancho de la cimentación, en m.
- S_1 : base inferior de la pirámide truncada, en m^2 . Su valor equivale a a^2 .
- S_2 : base superior de la pirámide truncada, en m^2 . Su valor se calcula mediante $(a^2 + 2 * H * \tan \beta)^2$.
- V_t : volumen de tierras, en m^3 .

Esfuerzo estabilizador total:

$$P_e = P_{macizo_h} + P_\beta$$

7.3 COMPROBACIÓN A COMPRESIÓN

Siguiendo lo indicado en el apartado 3.6.3 de la ITC-LAT 07, se considerarán todas las cargas de compresión que la cimentación transmite al terreno:

- Peso propio del apoyo.
- Peso propio de la cimentación.
- Carga de compresión ejercida por el apoyo.

A parte de lo anterior, deberá tenerse en cuenta el condicionante por el que la presión ejercida por la superficie inferior de la cimentación sobre el terreno no sobrepasa la carga admisible del terreno, situada entre los 2 y 4 daN/cm², y cuyo valor se ha estimado en 3 daN/cm².

A continuación, se detallan los cálculos necesarios para proceder con esta comprobación:

7.3.1. Carga máxima de compresión

$$Carga_{m\acute{a}x} = \frac{F * H_t}{2 * c} + \left(\frac{F_v + P_{apoyo}}{4} \right)$$

donde:

- F: esfuerzo nominal del apoyo, en daN.
- H_t : altura del punto sobre el que se aplica el esfuerzo, en m.
- c: separación entre las patas del apoyo, en m.
- P_{apoyo} : peso total del apoyo, en daN.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

7.3.2. Macizo de hormigón

El macizo de hormigón para la comprobación a compresión se calculará de la misma manera que la indicada anteriormente en la comprobación al arranque.

7.3.3. Presión ejercida sobre el terreno

$$\sigma_t = \frac{Carga_{m\acute{a}xima} + P_{macizo}h}{a^2}$$

Una vez obtenida esta presión ejercida sobre el terreno, sería necesario comprobar que su valor es inferior al valor al de la carga admisible para el terreno, situada en 3 daN/cm².

$$\sigma_{admisible} > \sigma_t$$

7.4 TABLA DE CIMENTACIONES

A continuación, se detallan las especificaciones para cada uno de los apoyos sobre los que se sustenta la LAAT 66 kV:

Número apoyo	Tipo apoyo	a (m)	h (m)	b (m)	H(m)	c (m)	Vexc (m3)	Vhorm (m3)
1	CO-27000-15	1,8	0,5	1,2	3,55	4,32	22,13	23,38
2	CO-3000-27	1,1	0,2	0,9	2,05	5,72	6,8	7,5
3	CO-9000-15	1,15	0,25	0,9	2,45	4,32	8,18	8,89
4	CO-3000-27	1,1	0,2	0,9	2,05	5,72	6,8	7,5
5	CO-7000-15	1,15	0,25	0,9	2,45	3,93	8,18	8,89
6	CO-3000-18	1,05	0,15	0,9	1,95	4,38	6,4	7,11
7	CO-3000-21	1,15	0,25	0,9	1,95	4,83	6,56	7,27
8	CO-3000-18	1,05	0,15	0,9	1,95	4,38	6,4	7,11
9	CO-3000-15	1,3	0,35	0,9	1,75	3,93	6,25	6,95
10	CO-3000-18	1,05	0,15	0,9	1,95	4,38	6,4	7,11
11	CO-3000-18	1,05	0,15	0,9	1,95	4,38	6,4	7,11
12	CO-3000-18	1,05	0,15	0,9	1,95	4,38	6,4	7,11
13	CO-3000-18	1,05	0,15	0,9	1,95	4,38	6,4	7,11
14	CO-3000-15	1,3	0,35	0,9	1,75	3,93	6,25	6,95
15	CO-3000-24	1,05	0,15	0,9	2,05	5,3	6,73	7,43
16	CO-3000-15	1,3	0,35	0,9	1,75	3,93	6,25	6,95
17	CO-3000-27	1,1	0,2	0,9	2,05	5,72	6,8	7,5
18	CO-15000-15	1,55	0,4	1,1	2,9	4,32	14,94	15,98
19	CO-3000-33	1,1	0,2	0,9	2,1	6,61	6,96	7,66
20	CO-7000-30	1,15	0,25	0,9	2,7	6,2	8,99	9,7
21	CO-9000-24	1,15	0,25	0,9	2,6	5,92	8,67	9,37
22	CO-3000-18	1,05	0,15	0,9	1,95	4,38	6,4	7,11

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

23	CO-3000-24	1,05	0,15	0,9	2,05	5,3	6,73	7,43
24	CO-3000-27	1,1	0,2	0,9	2,05	5,72	6,8	7,5
25	CO-3000-27	1,1	0,2	0,9	2,05	5,72	6,8	7,5
26	CO-9000-24	1,15	0,25	0,9	2,6	5,92	8,67	9,37
27	CO-18000-24	1,55	0,4	1,1	3,25	5,92	16,63	17,68
28	CO-3000-12	1,2	0,25	0,9	1,75	3,49	5,97	6,67
29	CO-3000-12	1,2	0,25	0,9	1,75	3,49	5,97	6,67
30	CO-9000-18	1,15	0,25	0,9	2,5	4,85	8,35	9,05
31	CO-3000-39	1,25	0,3	0,9	2,15	7,51	7,39	8,09
32	CO-3000-21	1,15	0,25	0,9	1,95	4,83	6,56	7,27
33	CO-3000-27	1,1	0,2	0,9	2,05	5,72	6,8	7,5
34	CO-3000-21	1,15	0,25	0,9	1,95	4,83	6,56	7,27
35	CO-3000-24	1,05	0,15	0,9	2,05	5,3	6,73	7,43
36	CO-3000-21	1,15	0,25	0,9	1,95	4,83	6,56	7,27
37	CO-3000-21	1,15	0,25	0,9	1,95	4,83	6,56	7,27
38	CO-3000-24	1,05	0,15	0,9	2,05	5,3	6,73	7,43
39	CO-3000-21	1,15	0,25	0,9	1,95	4,83	6,56	7,27
40	CO-3000-27	1,1	0,2	0,9	2,05	5,72	6,8	7,5
41	CO-9000-18	1,15	0,25	0,9	2,5	4,85	8,35	9,05
42	CO-3000-30	1,15	0,25	0,9	2,05	6,2	6,89	7,59
43	CO-3000-24	1,05	0,15	0,9	2,05	5,3	6,73	7,43
44	CO-3000-15	1,3	0,35	0,9	1,75	3,93	6,25	6,95
45	CO-3000-27	1,1	0,2	0,9	2,05	5,72	6,8	7,5
46	CO-3000-21	1,15	0,25	0,9	1,95	4,83	6,56	7,27
47	CO-3000-12	1,2	0,25	0,9	1,75	3,49	5,97	6,67
48	CO-3000-21	1,15	0,25	0,9	1,95	4,83	6,56	7,27
49	CO-5000-18	1,1	0,2	0,9	2,15	4,38	7,12	7,82
50	CO-3000-18	1,05	0,15	0,9	1,95	4,38	6,4	7,11
51	CO-3000-24	1,05	0,15	0,9	2,05	5,3	6,73	7,43
52	CO-3000-18	1,05	0,15	0,9	1,95	4,38	6,4	7,11
53	CO-3000-15	1,3	0,35	0,9	1,75	3,93	6,25	6,95
54	CO-5000-15	1,1	0,2	0,9	2,1	3,93	6,96	7,66
55	CO-12000-12	1,3	0,25	1	2,65	3,8	10,93	11,8

Tabla 21: Características de las cimentaciones. Volúmenes de excavación y hormigón

ANEXO II: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO II

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3. UBICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	3
5. MEDIOS FÍSICO, BIOLÓGICO Y SOCIOECONÓMICO EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO.....	5
5.1 HIDROGRAFÍA.....	5
5.1.1. Río Camesa	6
5.1.2. Río y Embalse del Ebro	6
5.2 VEGETACIÓN	6
5.3 FAUNA	7
5.3.1. Fauna local	7
5.3.2. Avifauna.....	7
5.4 SOCIOECONÓMICO	7
5.4.1. Demografía.....	7
5.4.2. Economía.....	8
5.4.2. Infraestructuras y servicios	8
5.4.3. Patrimonio.....	8
6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS. JUSTIFICACIÓN DE ALTERNATIVA SELECCIONADA.	9
7. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS	11

1. OBJETO

El presente documento tiene el objetivo de realizar el Estudio de Impacto Ambiental (en adelante “EslA”) para dar cumplimiento a lo estipulado en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, así como al resto de leyes sectoriales en materia medio ambiental cuya competencia corresponde al Gobierno de Cantabria.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La LAAT 66 kV estudiada como proyecto de línea eléctrica aérea, consta de 55 apoyos del tipo CÓNDROR, del fabricante IMEDEXSA, con 17 alineaciones, siendo símplex, de un único circuito y conductor por fase LA-180, y un conductor de protección AC-50, alcanzando el trazado una longitud total de 13.559 m, ubicado en el municipio de Valdeolea (Cantabria).

3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de la LAAT 66 kV, cuya finalidad es transportar la energía generada por el parque eólico “Castrío” se ubica en el término municipal de Valdeola (Cantabria).

A lo largo de los 13, 559 km de su recorrido, la LAAT 66 kV atraviesa los parajes de Peña Castrillo, Monte Endino, Ontañón, La Marruz, La Longaniza, Piedras Albas, La Cotería, Las Mazuelucas, Salgorias, La Rama, Las Heras, Fuente de la Dueña y Los Hoyos, todos ellos en el municipio de Valdeola.

4. ÁMBITO DE ESTUDIO

La zona donde se proyecta la LAAT 66 kV está caracterizada por encontrarse en una ubicación en la que destacan sus montes, con un elevado desnivel entre ellos y con las poblaciones cercanas que se sitúan en las faldas de los mismo, destacando, por ejemplo, la diferencia entre la cota máxima y mínima de los apoyos de la línea, estando en 1.400 metros, aproximadamente, la máxima, y en los 900 metros la mínima.

Por otro lado, en las proximidades de los primeros apoyos, se encuentran dos masas forestales de robledales (*Quercus Robur* y *Quercus Petraea*).

También es una zona considerada dentro de la Orden GAN 36/2011 de 5 de septiembre de 2011, por la que se dispone la publicación de las zonas de protección en la Comunidad Autónoma de Cantabria en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas aéreas de alta tensión, por tanto, y debido a esto, se ha



Figura 2. Ubicación de la LAAT 66 kV (en morado) respecto a las zonas RN 2000 (en amarillo) cercanas al proyecto. Fuente: Mapas Cantabria

5. MEDIOS FÍSICO, BIOLÓGICO Y SOCIOECONÓMICO EN EL ÁMBITO DE ESTUDIO

Todo EsIA ha de recoger y reflejar las distintas condiciones de los medios físico, biológico y socioeconómico, así como el paisaje de la zona que se podría ver afectado por la instalación de cualquier proyecto.

El objetivo del análisis de estos medios es poder establecer una serie de medidas preventivas y correctoras que ayuden a mitigar las posibles afecciones que supondría la existencia del proyecto.

A continuación, se va a realizar un estudio de los diferentes medios, especialmente los referentes a hidrografía, vegetación, fauna y avifauna y el medio socioeconómico.

5.1 HIDROGRAFÍA

Como se ha comentado anteriormente, en las proximidades de la LAAT 66 kV proyectada, se encuentran dos espacios pertenecientes a la RN 2000: el Río Camesa y el Río y Embalse del Ebro.

5.1.1. Río Camesa

El Río Camesa está dentro de las zonas de especial conservación, ZEC, declarado como Lugar de Importancia Comunitaria, LIC, e incluido en la RN 2000.

La ZEC Río Camesa pertenece a la cuenca del Duero, comprendiendo al propio río, así como sus afluentes a lo largo de su recorrido por Cantabria, ocupando en total una superficie aproximada de 245 hectáreas, todas ellas ubicadas en el término municipal de Valdeolea (Cantabria).

5.1.2. Río y Embalse del Ebro

Tanto el río como el embalse del Ebro están consideradas Zonas de Especial Protección para las aves, ZEPA, LIC, RN 2000, refugio natural de aves acuáticas, y perteneciente a la red de espacios naturales protegidos de Cantabria.

El embalse se ubica entre Cantabria y la provincia de Burgos, concretamente entre las comarcas de Campoo – Los Valles y Las Merindades.

El río Ebro nace en las proximidades de Fontibre, concretamente en las aguas del río Híjar, a unos 1.800 m de altitud, atravesando las comunidades autónomas de Cantabria, Castilla y León, País Vasco, La Rioja, Navarra, Aragón y Cataluña, hasta desembocar en el mar Mediterráneo.

5.2 VEGETACIÓN

La zona donde se proyecta la instalación de la LAAT 66 kV destaca por la existencia de dos bosques de robles (*Quercus Robur* y *Quercus Petraea*), viéndose ligeramente afectadas por el vano formado por los apoyos 3 y 4, a lo largo de, aproximadamente, 150 m.

Entre la vegetación autóctona, destacan, según la cartografía habilitada por el Gobierno de Cantabria en su visor cartográfico oficial, los hábitats siguientes:

- 6510 prados pobres de siega de baja altitud (*Alopecurus Pratensis*, *Sanguisorba Officinalis*), considerado de interés comunitario, IC.
- 6210 prados secos seminaturales y facies de matorral sobre sustratos calcáreos (*Fetusco – Brometalia*).
- 62N4 pastizales de paramera/tomillar – pradera (de *Fetisca hystrix*)
- 62N1 pastizal de diente montano éutrofo.
- 4090 brezales oromediterráneos endémicos con aliaga, catalogada como de interés comunitario, IC.

Por otro lado, también destacan una serie de distintos cultivos, como pueden ser los de trigo, cebada, avena, centeno o afines a estos.

5.3 FAUNA

5.3.1. Fauna local

Muy próxima a la ubicación del primer apoyo de la instalación de la LAAT 66 kV se encuentra la zona perteneciente al Plan de Recuperación del Oso en Cantabria, según el Decreto 34/1989, de 18 de mayo, por el que se aprueba el plan de recuperación del oso pardo en Cantabria.

Por otro lado, esa zona es considerada como área de presencia permanente del lobo, especie protegida e incluida en el listado de especies en régimen de protección especial desde el pasado 4 de febrero de 2021.

5.3.2. Avifauna

La ubicación de la LAAT 66 kV está dentro de la considerada por la Orden GAN, de protección para las aves contra las líneas eléctricas aéreas de alta tensión, por lo que la zona se considera de gran relevancia y protección para la avifauna.

Entre las especies de aves más destacadas se encuentran:

- Alimoche común (*Neophron percnopterus*), especie protegida debido a su consideración como especie vulnerable, con el riesgo de pasar a la categoría en peligro de extinción.
- Buitre leonado (*Gyps fulvus*).
- Águila calzada (*Hieraetus pennatus*), especie que se encuentra dentro del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.
- Águila leonada (*Aquila rapax*)

5.4 SOCIOECONÓMICO

5.4.1. Demografía

Los datos más recientes sobre la demografía del término municipal de Valdeolea son los publicados por el INE en el año 2022, en los que se puede comprobar que el número total de empadronados es de 905 personas, de las cuales 487 son hombres y 418 mujeres, y con una densidad de población de 10,82 habitantes por km².

5.4.2. Economía

La tasa de ocupación de empleo en el municipio de Valdeolea es del 87,03 %.

Respecto al sector económico, según datos recogidos por el propio Ayuntamiento de Valdeolea, el 15,8 % de su población se dedica al sector primario, el 13,4 % lo hace en la construcción, el 24,9 % en la industria, destacando la empresa Cementos ALFA, una de las mayores industrias a nivel autonómico, y el 45,8 % está empleada en el sector terciario.

5.4.2. Infraestructuras y servicios

Entre las infraestructuras cercanas y que puedan ser usadas para la instalación de la LAAT 66 kV, encontramos las siguientes carreteras autonómicas y autovías:

- CA-832.
- CA-284.
- CA-835.
- A-67.

5.4.3. Patrimonio

El municipio de Valdeolea tiene uno de los mayores patrimonios históricos de la Comunidad Autónoma de Cantabria, debido a su importancia durante las Guerras Cántabras en la conquista de Hispania, así como numerosas ermitas e iglesias de estilo románico, destacando:

- Ermita de San Miguel.
- Iglesia de Santa María La Real.
- Iglesia de San Martín.
- Iglesia de Santa Eulalia.
- Iglesia de San Juan Bautista.
- Torre medieval de San Martín de Hoyos.
- Yacimiento romano – medieval de Camesa – Rebolledo.
- Yacimiento arqueológico del Monte Ornedo.

6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS. JUSTIFICACIÓN DE ALTERNATIVA SELECCIONADA.

A continuación, se procede a realizar el estudio relativo para la valoración de las distintas alternativas estudiadas, así como la justificación de la seleccionada.

La elección de la alternativa se basa en la necesidad de:

- Menor ocupación de zonas protegidas o pertenecientes a redes de espacios naturales.
- Menor afección a las poblaciones locales.
- Mayor cercanía a infraestructuras ya existentes (líneas eléctricas, carreteras, autovías), que permitan una menor fragmentación del paisaje.
- Necesidad del cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

En el presente documento se proponen tres alternativas distintas para la instalación de la LAAT 66 kV:

- Alternativa 1, discurriendo prácticamente en paralelo a la alternativa 3, ubicándose muy próxima al Castro de las Rabas, por lo que podría afectar a la zona de presunción de este yacimiento.

Esta alternativa 1 tiene una longitud aproximada de 13 km, similar a la alternativa 3, contando con 51 apoyos.

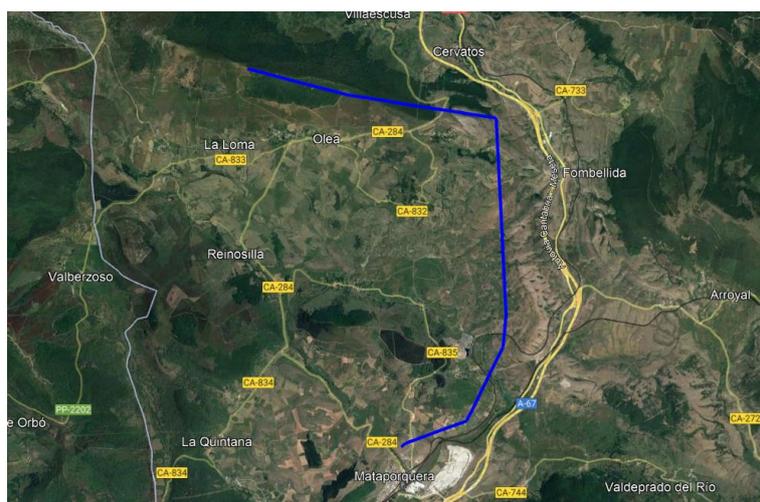


Figura 3. Alternativa 1 de LAAT 66 kV. Fuente: Google Earth

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Alternativa 2, que discurre por la parte occidental del municipio, cruzando una serie de poblaciones como La Loma, Santa Olalla, Mata de Hoz, Espinosa, Reinosilla, Castrillo del Haya, Barriopalacio y Camesa.

La longitud total de la alternativa 2 es de 9,60 km, contando con 40 apoyos.

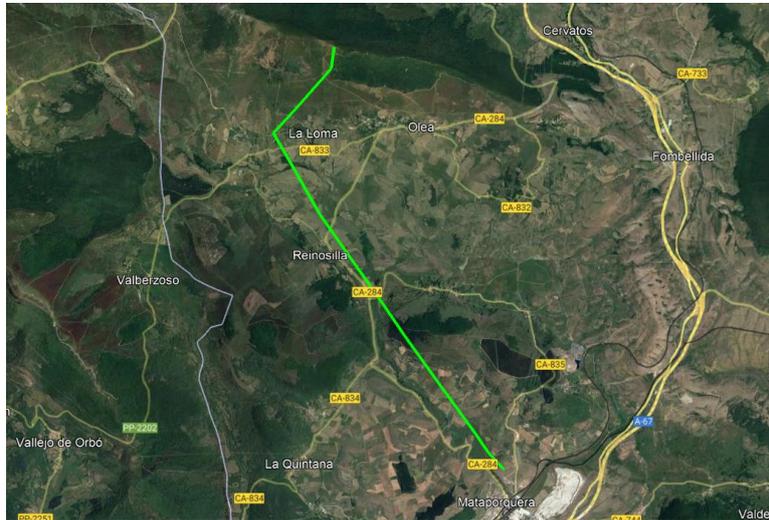


Figura 4. Alternativa 2 de LAAT 66 kV. Fuente: Google Earth

- Alternativa 3, similar a la alternativa 1, discurrendo de tal manera que se salvaguarda la distancia al perímetro de protección del yacimiento del Castro de las Rabas, yendo gran parte de su trazado paralelo a la autovía A-67.

La longitud de la alternativa 3 es de 13,56 km, distribuida a lo largo de 55 apoyos.

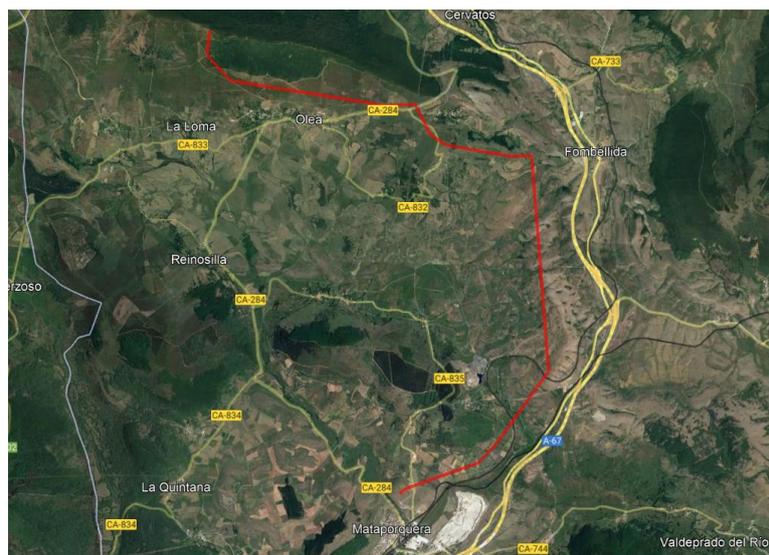


Figura 5. Alternativa 1 de LAAT 66 kV. Fuente: Google Earth

Una vez analizadas las tres alternativas distintas, se opta por elegir como alternativa seleccionada la alternativa 3, a pesar de ser la de mayor longitud, por su menor afección a los yacimientos de la zona, así como por el hecho de ir gran parte de su trazado de forma paralela a la autovía A-67, lo que reduce considerablemente la fragmentación del paisaje, y el no tener que atravesar en varias ocasiones la ZEC Río Camesa, así como el hecho de no estar próximo al yacimiento del Monte Ornedo, reduciendo así el número de cruzamientos con espacios protegidos.

7. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

Una vez seleccionada la alternativa a proyectar, se establecen las medidas preventivas, correctoras y compensatorias que se proponen para eliminar, mitigar o compensar los posibles impactos producidos por la ejecución de las actuaciones descritas en el proyecto de la LAAT 66 kV, teniendo en cuenta:

- Medidas preventivas: son las que se aplican de forma preventiva con el objetivo de evitar un posible impacto ambiental.
- Medidas correctoras: son aquellas cuyo objetivo es mitigar o minimizar un posible impacto previsible, siendo imposible evitar dicho impacto.
- Medidas compensatorias: son las medidas que se aplican cuando el impacto es inevitable que se produzca. Compensan el efecto negativo de dicho impacto negativo sobre un factor ambiental, a través de la propuesta y ejecución de medidas que fomenten impactos positivos sobre ese factor.

7.1 MEDIDAS PREVENTIVAS

7.1.1. Planificación

El ámbito de estudio de la LAAT 66 kV es una zona destaca por ser una zona en con una importante dedicación a la ganadería, por lo que dispone de una red de pistas para que el ganado pueda llegar a las zonas de pasto. Esto facilita, en la mayoría de las ocasiones, la no necesidad de creación de nuevos accesos para la instalación de los apoyos de la LAAT 66 kV, disminuyendo así las posibles afecciones, tanto a la población, como a la vegetación y fauna, por la creación y adaptación de accesos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

Respecto a la avifauna, se ha propuesto la instalación en el cable de protección, cada 10 m, de salvapájaros en forma de espiral para dar cumplimiento a lo establecido por la Orden GAN para la protección de la avifauna frente a la electrocución.

Como se ha comentado anteriormente, a la hora de diseñar y valorar las diferentes alternativas, el diseño de la alternativa seleccionada es la que más se aleja de los núcleos de población, por lo que se disminuye la afección por ruido producida durante la instalación de la LAAT 66 kV.

Por otro lado, este diseño se ha realizado yendo lo más paralelo y cercano posible – respetando la reglamentación sobre paralelismos y cruzamientos con este tipo de infraestructuras - a la autovía A-67, de tal manera que no se produjera una fragmentación del paisaje, minimizando, por tanto, la afección a este último.

Por último, se ha tratado de ubicar los apoyos en aquellas posiciones donde se produjera el menor movimiento de tierras, menor volumen de excavación y menor necesidad de hormigonado, disminuyendo así la posible pérdida de suelo y vegetación que pudiera ser cultivable o aprovechable para otras actividades, como la ganadería o el campeo de aves.

7.1.2. Construcción

Una vez iniciada la fase de construcción, será necesaria la presencia de un arqueólogo para hacer el seguimiento arqueológico en la zona de excavación y hormigonado de las patas de los apoyos, de forma que se corrobore que ni se afecta a ningún bien inventariado, ni se afecte a un posible yacimiento que se halle por el inicio de las obras.

También es imprescindible la realización de un seguimiento ambiental que ofrecerá soporte y apoyo a la hora de ejecutar la obra de la manera más respetable con el medio, reduciendo al mínimo posible las afecciones al entorno.

Por otro lado, se dispondrá de un área para almacenamiento y correcto mantenimiento de los residuos que se puedan generar en la obra (plásticos, aceites, grasas, etc.) que pudieran verterse y contaminar el suelo y vegetación presente en la zona.

Se empleará, en la medida de lo posible, los accesos existentes hasta la ubicación de los apoyos, tratando que el paso del convoy con los materiales no cruce núcleos de población. En caso de no ser posible y sea necesario atravesar estos núcleos, ha de hacerse en horario diurno y en días laborables.

7.1.3. Funcionamiento

Durante la vida útil la LAAT 66 kV será necesario que se hagan estudios y comprobaciones periódicas que acrediten el cumplimiento de los criterios establecidos para la exposición de la población a los campos electromagnéticos.

Será necesario el mantenimiento, en la medida de lo posible, de la vegetación existente en la zona donde se proyecta la LAAT 66 kV. En caso de ser necesario, las podas se realizarán de forma manual, evitando el uso de maquinaria pesada y/o de herbicidas que puedan perjudicar la vegetación.

7.2 MEDIDAS CORRECTORAS

Para mitigar o minimizar los impactos en el medio ambiente generados por la instalación de la LAAT 66 kV, se proponen una serie de medidas compensatorias, entre las que destacan:

- En el caso de que fuera necesario adaptar algún camino o vial existente para el paso de los vehículos con los materiales, y que estas adaptaciones o adecuaciones originasen algún deterioro en los viales, deberán restituirse a su estado original, previo al inicio de las obras.
- Una vez finalizadas las obras, se realizará la retirada de todo el material que no haya sido utilizado, así como de los residuos generados, que serán correctamente gestionados por un gestor autorizado y llevados al vertedero más cercano posible.
- Para reducir las afecciones a fauna, y en especial a la avifauna, se balizarán y se realizarán las paradas temporales necesarias de determinadas obras, en caso de que fuera necesario.

7.3 MEDIDAS COMPENSATORIAS

Como se ha definido anteriormente, las medidas compensatorias son aquellas que se aplican cuando el impacto es inevitable que se produzca. Compensan el efecto negativo de dicho impacto negativo sobre un factor ambiental, a través de la propuesta y ejecución de medidas que fomenten impactos positivos sobre ese factor.

Por tanto, para este proyecto de la LAAT 66 kV se proponen como medidas compensatorias las siguientes:

- Se propone que, en aquellos puntos donde sea necesaria la poda o eliminación de vegetación por la instalación de la línea eléctrica, se reponga una cantidad 3 veces

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

superior a la eliminada, en las ubicaciones que sean determinadas por los propietarios de los terrenos afectados o los gestores de los montes.

- Debido a la eliminación de la cubierta vegetal mencionada en el punto anterior, la avifauna de la zona se verá perjudicada por la pérdida de hábitat, por lo que durante la vigilancia y seguimiento se diseñarán y pondrán en práctica una serie de medidas, como la creación de refugios para las aves.
- A lo largo de los 13.559 m de longitud de la LAAT 66 kV, se puede encontrar el hábitat prioritario 6230, sin que este se vea afectado. No obstante, se propone la realización de desbroces selectivos, de tal manera que se mejore la presencia y conservación de este hábitat prioritario en el área donde se ubica.
- Al ser una zona con un patrimonio cultural destacable, se propone un plan de puesta en valor de los distintos yacimientos y elementos patrimoniales existentes en la zona de implantación de la LAAT 66 kV, a establecer con el órgano competente en materia patrimonial.

8. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez aplicadas las medidas definidas en los puntos anteriores de este documento, se procede a realizar una valoración de los impactos generados por la LAAT 66 kV:

8.1 IMPACTOS SOBRE EL SUELO Y LA VEGETACIÓN

Durante la fase de ejecución de la LAAT 66 kV, se produce la ocupación temporal del suelo para el acopio de los materiales, ubicación de la maquinaria a emplear durante la obra, adecuación de plataformas para el montaje de las grúas-pluma y adecuación, en caso de ser necesario, de los accesos existentes.

Una vez finalizada la obra, la ocupación del suelo y vegetación será únicamente por los apoyos de la línea y sus cimentaciones, recuperándose a su estado inicial el suelo de las ocupaciones temporales.

8.2 IMPACTOS SOBRE EL RÉGIMEN HÍDRICO

En las proximidades de la instalación de la LAAT 66 kV se encuentra la ZEC Río Camesa, si bien en ese punto el río discurre de forma subterránea, por lo que no se prevén afecciones a este elemento, teniendo en cuenta la necesidad de ubicar los apoyos del vano que produzca el cruzamiento a las distancias reglamentarias con los cauces.

Por otro lado, como se comentó en el punto 5.1 del presente documento, el ZEC Río y Embalse del Ebro, también considerado como ZEPA, se encuentran a una distancia aproximada de 5 km de la LAAT 66 kV, por lo que no se prevén afecciones a estos bienes inmateriales.

8.3 IMPACTOS SOBRE LA FAUNA Y AVIFAUNA

Toda la zona donde se pretende implantar la LAAT 66 kV está dentro de la considerada por la Orden GAN para la protección de la avifauna por electrocución con líneas eléctricas de alta tensión, por lo que, en virtud de dicha orden, se prevé la instalación de salvapájaros en forma de espiral en el cable de protección cada 10 m.

Con esto se pretende minimizar o eliminar las posibles colisiones de las aves con la línea, facilitando la visibilidad del tendido eléctrico.

8.4 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO

8.4.1. Población

Los mayores impactos a los que se enfrenta la población es en la fase de construcción, donde se producen las principales molestias, siendo estas debidas al transporte del material en caso de necesitar transportarlos a través de las carreteras de los núcleos poblacionales, así como el ruido generado durante la fase de obra.

Otro de los posibles impactos es la cercanía a viviendas, siendo necesarios estudios periódicos por personal autorizado de las medidas dentro de los valores reglamentarios del campo magnético generado, para así evitar posibles efectos negativos en la salud de la población.

Un impacto positivo generado por la instalación de la LAAT 66 kV es la creación de empleo, directo e indirecto, a través de la subcontratación de personal de las localidades cercanas o afectadas por la instalación, así como el impacto indirecto que generaría en la hostelería durante los 8 meses de obra.

8.4.2. Economía

Este punto está relacionado con el anterior.

La construcción de la LAAT 66 kV genera afecciones sobre el sector primario, al disminuir las zonas de cultivo y las zonas de pastoreo del ganado.

La instalación de la línea objeto de este proyecto afecta muy escasamente a estas zonas, ya que la ocupación de los apoyos dentro de estas zonas es mínima.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

No obstante, se prevé la reposición de 3 veces la vegetación eliminada, por lo que el impacto generado es positivo.

Asimismo, la mejora o adaptación de los accesos existentes para la instalación de la línea eléctrica será otro impacto positivo para los ganaderos y forestales de la zona.

8.4.3. Infraestructuras y servicios

A lo largo de los 13.559 m de longitud de la LAAT 66 kV se prevé el cruzamiento con las CA-832, CA-284, CA-835 y A-67, así como con el paso elevado con el ferrocarril sin electrificar Santander-Reinosa.

Para todos estos cruzamientos se han considerado las exigencias especificadas en el RLAT, concretamente en las ITC-LAT 07, cumpliendo con las distancias de seguridad para la ubicación de los apoyos y la distancia mínima al suelo del tendido eléctrico.

8.4.4. Patrimonio.

La LAAT 66 kV se ha diseñado de tal manera que se salvaguarden los perímetros de protección de todos los yacimientos catalogados de la zona, por lo que la afección a estos debiera ser inexistente.

No obstante, en caso de encontrarse un yacimiento sin catalogar durante la fase de construcción, se preverá el balizamiento de este y la necesidad de retranquear el apoyo o apoyos afectados por este yacimiento, modificando el trazado de la línea.

8.5 MATRIZ DE IMPACTOS

En la siguiente tabla se pueden observar los posibles impactos generados por la LAAT 66 kV, así como la valoración de los mismos, antes de la puesta en marcha de las medidas y su valoración tras la implantación de las mismas.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

FACTOR AFECTADO	IMPACTO	VALORACIÓN PREVIA (sin medidas)	VALORACIÓN FINAL (tras las medidas)
Usos del suelo	Ocupación temporal del suelo para el acopio de los materiales	Compatible	Compatible
	Ubicación de la maquinaria a emplear durante la obra		
	Adecuación de las plataformas para las grúas-pluma		
	Adecuación de los accesos existentes, en caso de ser necesario		
Hidrología	Proximidad de la ZEC Río Camesa subterráneo y proximidad de 5 km con el ZEC Río y Embalse del Ebro, también ZEPA	No significativo	No significativo
Fauna	Instalación de la línea eléctrica aérea de alta tensión en zona catalogada como Orden GAN	Moderado	Compatible
Población y salud	Transporte de material a través de las carreteras de los núcleos poblacionales	Moderado	Compatible
	Ruido generado durante la fase de construcción	Moderado	Compatible
	Proximidad de la LAAT 66 kV a viviendas, con la consiguiente presencia de campos electromagnéticos	Moderado	Compatible
Repercusión económica	Pérdida de cultivos y zonas de pastoreo	Moderado	Compatible
	Creación de empleo durante la fase de obra	-	Positivo
Infraestructuras y servicios	Empleo de las carreteras autonómicas más próximas, así como de la autovía A-67	No significativo	No significativo
Bienes culturales y patrimonio cultural	Posible afección a yacimientos sin catalogar	Moderado	Compatible

Tabla 1: Matriz de impactos del EsIA del proyecto de LAAT 66 kV

9. CONCLUSIÓN

Como se puede observar, una vez implementadas las diferentes medidas propuestas, los posibles impactos que la LAAT 66 kV pudiera generar sobre el entorno son, en su mayoría compatibles con el medio, por lo que la instalación de la línea objeto del proyecto es compatible, y genera impactos positivos durante la fase de construcción (empleo) y durante la fase de explotación, al adoptar medidas de repoblación de las masas y vegetación podada por la construcción de la línea.

DOCUMENTO N° 2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N° 2

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1.	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	4
1.1	OBJETIVO	4
1.1.1.	Condiciones facultativas legales.....	4
1.1.2.	Seguridad en el trabajo	5
1.1.3.	Seguridad pública	6
1.2	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	6
1.2.1.	Datos de la obra	6
1.2.2.	Replanteo de la obra	7
1.2.3.	Mejoras y varicaciones del proyecto LAAT 66 kV.....	7
1.2.4.	Recepción del material.....	7
1.2.5.	Organización.....	7
1.2.6.	Facilidades para la inspección	8
1.2.7.	Ensayos.....	8
1.2.8.	Limpieza y seguridad en las obras.....	8
1.2.9.	Medios auxiliares	9
1.2.10.	Ejecución de las obras	9
1.2.11.	Subcontratación de las obras.....	9
1.2.12.	Plazo de ejecución.....	10
1.2.13.	Recepción provisional	10
1.2.14.	Períodos de garantía	11
1.2.15.	Recepción definitiva	11
1.2.16.	Pago de obras.....	11
1.2.17.	Abono de materiales acopiados.....	11
2.	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN PARA UNA LÍNEA AÉREA.....	12
2.1	OBJETO	12
2.2	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	12
2.2.1.	Replanteo de los apoyos	12
2.2.2.	Apertura de hoyos.....	13
2.2.3.	Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo.....	15
2.2.4.	Cimentaciones.....	15

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

2.2.5. Armado e izado de apoyos	19
2.2.6. Protección de las superficies metálicas.....	20
2.2.7. Tendido, tensado y engrapado de los conductores y cables de tierra	20
2.2.8. Reposición del terreno	24
2.2.9. Numeración de apoyos . Aviso de peligro eléctrico	24
2.2.10. Tomas de Tierra.....	24
2.3. MATERIALES	25
2.3.1. Reconocimiento y admisión de materiales	25
2.3.2. Conductores trenzados	26
2.3.4. Conductores de cobre	26
2.3.5. Abrazaderas y tacos de sujeción	26
2.3.6 Apoyos.....	26
2.3.7. Herrajes	27
2.3.8. Aisladores	27
2.3.9. Conductores y cable de tierra	27
2.4. RECEPCIÓN DE OBRA.....	27
2.4.1. Calidad de cimentaciones	27
2.4.2. Tolerancia de ejecución.....	28
2.4.3. Inspección y control	28

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETIVO

Para la redacción del presente documento se ha servido del Pliego de Condiciones tipo realizado por diferentes empresas encargadas de la elaboración de proyectos de líneas eléctricas aéreas en el ámbito nacional.

Este Pliego de Condiciones indica los requisitos mínimos a los que se debe ajustar la obra de las instalaciones para la distribución de la energía eléctrica, cuyas características técnicas estarán justificadas en el presente pliego y correspondiente proyecto.

Este pliego, por tanto, contempla la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios para la correcta construcción de la línea eléctrica de 66 kV objeto del presente estudio ("LAAT 66 kV"), ubicada en el término municipal de Valedoela (Cantabria).

1.1.1. Condiciones facultativas legales

La obra deberá ajustarse a la descripción realizada en la Memoria, Planos y Presupuesto del presente proyecto.

A parte de lo anterior, y de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, la legislación que de obligado cumplimiento será:

- Reglamentación General de Contratación, según el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas, aprobado por el Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.
- Artículo 1588, y siguientes, del Código Civil, en los casos que se procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en las Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

1.1.2. Seguridad en el trabajo

Las calidades de los materiales deberán respetar las especificaciones mínimas.

El director técnico de la obra será la única persona capacitada para juzgar, en caso de duda y omisiones del proyecto. Lo mismo ocurrirá en caso de que se produzca alguna variación de parte o del total de la obra, si no estuviese bien realizada.

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes, o que en lo sucesivo se dicten.

En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE-24042 "Contratación de Obras, Condiciones Generales", siempre que no se modifique el presente Pliego de Condiciones.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese necesario para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión, o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los flexómetros, las reglas, los mangos de aceiteras, los útiles, limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o, al menos, sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir riesgos, pudiendo el director de obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El director de obra podrá exigir del contratista, ordenándolo por escrito, el cese de la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

El director de obra podrá exigir del contratista, en cualquier momento, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo en la forma legalmente establecida.

Por último, el contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda de 28 de marzo de 1968, en el grupo, subgrupo y categoría correspondientes al proyecto, y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

1.1.3. Seguridad pública

El contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y los usos de equipos para proteger a personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.2 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

1.2.1. Datos de la obra

Se entregará al contratista una copia de los planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al director de obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

No se harán por el contratista alteraciones, correcciones, ni adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa por escrito del director de obra.

1.2.2. Replanteo de la obra

El director de obra, una vez que el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención a los puntos singulares, entregando al contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas.

Se levantará por duplicado un acta, en la que constarán, muy bien los datos entregados, firmados por el director de obra y por el representante del contratista.

Los gastos de replanteo serán por cuenta del contratista.

1.2.3. Mejoras y varicaciones del proyecto LAAT 66 kV

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito, por el director de obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del contratista.

1.2.4. Recepción del material

El director de obra, de acuerdo con el contratista, dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del contratista.

1.2.5. Organización

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

El contratista deberá, sin embargo, informar al director de obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas ordenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el contratista deberá dar cuenta diaria al director de obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del director de obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.2.6. Facilidades para la inspección

El contratista proporcionará al director de obra o a los delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tenga por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen los trabajos para las obras.

1.2.7. Ensayos

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles se verificarán por la dirección técnica, o bien, si esta lo estima oportuno, por el correspondiente laboratorio oficial.

1.2.8. Limpieza y seguridad en las obras

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que, durante la ejecución de las obras, se ofrezca seguridad absoluta, con el objeto de evitar accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que, por su índole, fueran peligrosos.

1.2.9. Medios auxiliares

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que, en todos los demás casos, el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

1.2.10. Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto y a las condiciones contenidas en éste Pliego de condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera, y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el proyecto, como en las Condiciones Técnicas especificadas.

El contratista no podrá utilizar, en los trabajos, personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

1.2.11. Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario, o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá este concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- A que se de conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
- A que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones con respecto al Contratante.

1.2.12. Plazo de ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el director de obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el director de obra, la prórroga estrictamente necesaria.

1.2.13. Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el contratante, requiriendo para ello la presencia del director de obra y del representante del contratista levantándose las actas que correspondan en las que se harán constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso.

Dichas actas serán firmadas por el director de obra y el representante del contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el acta y se darán al contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución.

Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del contratista.

Si el contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

1.2.14. Períodos de garantía

El periodo de garantía será señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del acta de recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el contratista garantizará al contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la obra.

1.2.15. Recepción definitiva

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procedera a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del director de obra y del representante del contratista levantándose el acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el director de obra y el representante del contratista y ratificada por el contratante y el contratista.

1.2.16. Pago de obras

El pago de las obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales, que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran.

La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, y con la ubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

El director de obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documento provisional a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por las certificaciones siguientes.

1.2.17. Abono de materiales acopiados

Cuando a juicio del director de obra no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación.

Dicho material será indicado por el director de obra e indicado en el acta de recepción de obra.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN PARA UNA LÍNEA AÉREA

2.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones tiene por objeto la definición de cada uno de los requisitos que necesariamente se han de cumplir para el suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de la LAAT 66 kV objeto del presente proyecto.

2.2 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas de la buena práctica.

2.2.1. Replanteo de los apoyos

El servicio de topografía del contratista comprobará los vértices y alineaciones que figuran en los planos de planta y perfil del proyecto, con el fin de restituir sobre el terreno las banderas y estacas que hubieran desaparecido.

Igualmente, se comprobará el perfil, especialmente en aquellos puntos donde la distancia de los conductores al terreno sea menor, procediéndose a la toma de datos de todos aquellos nuevos elementos, tales como edificaciones, vías de comunicación, líneas, etc., que pudieran haber aparecido o hubieran sido omitidos en el levantamiento del proyecto.

La situación de cada apoyo sobre el terreno se marcará de la forma siguiente:

Apoyos en alineación: se realizará con tres estacas clavadas en el terreno. La estaca central determina el eje del apoyo y llevará rotulado el número de este; las otras dos estacas se pondrán equidistantes de la central en la dirección de la alineación (una hacia el origen y otra hacia el final de la línea), e irán marcadas con la letra “A”. En terreno rocoso se admitirán clavos o señales de pintura.

Apoyos en ángulo: se realizará con cinco estacas clavadas en el terreno. La central determina el eje del apoyo y llevará el número del mismo. La bisectriz del ángulo formado por las dos alineaciones irá definida mediante dos estacas marcadas con la letra “B” (bisectriz), ubicadas una a cada lado de la central. Del mismo modo, y perpendicular a la anterior, se definirá el otro

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

eje del apoyo, formado por dos estacas situadas también a cada lado de la estaca central y marcadas con la letra "N" (normal).

Una vez estaquillados los ejes del apoyo, se situarán los ejes de las cuatro zancas, que quedarán marcados con otras cuatro estacas numeradas como "1", "2", "3" y "4".

En previsión de tener que ejecutar patas desiguales, se medirán los desniveles respecto a la estaquilla central. Cuando la diferencia de nivel entre la estaquilla central y el eje de la zanca sea mayor de $\pm 0,70$ metros se tomarán para cada zanca las cotas de dos puntos separados 1 metro y situados sobre la diagonal que definen los ejes del apoyo y de la zanca.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo del contratista.

El contratista entregará los datos del replanteo a la dirección de obra para su comprobación y aprobación por escrito mediante el acta correspondiente, si lo cual no podrán iniciarse los trabajos de excavación.

La reposición de estacas desaparecidas desde el momento del replanteo hasta el comienzo de la apertura de hoyos será por cuenta del contratista.

2.2.2. Apertura de hoyos

Los trabajos comprendidos en este punto son los siguientes:

Excavación: comprende la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Explanación: comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el proyecto o, en su defecto, a las indicadas por la dirección técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, esta será por cuenta del contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la dirección técnica.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar, el menor tiempo posible, abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 km por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos, según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso que, por la naturaleza de la obra, esto no pudiera cumplirse, deberá ser consultada a la dirección técnica. En cualquier caso, los hoyos que queden abiertos de una jornada a la siguiente, deberán ser protegidos mediante cercas o cubiertos con tablas, con el fin de evitar accidentes. Si a causa de la constitución del terreno, o por causas atmosféricas, los fosos amenazasen con derrumbase, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que este sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, esta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen los trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones deberá retirarse allanando y limpiando el terreno circundante al apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un vertedero autorizado.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm, como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden cubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, teniendo por cuenta del contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que, en el momento de la explosión, no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

responsabilidad correría a cargo del contratista. Igualmente, se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

2.2.3. Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación, ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

El contratista tomará nota de los materiales recibidos, dando cuenta al director de obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa, los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

2.2.4. Cimentaciones

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y la colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

El amasado del hormigón se realizará con hormigonera, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Los macizos de cimentación sobrepasarán el nivel del suelo en 40 cm como mínimo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma cónica, a base mortero rico en cemento, con una pendiente de un 25% como vierte aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un tubo de PVC para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 60 cm bajo el nivel de suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto al angular o montante.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Arena

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: de la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm, 100 cm³ de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm³. Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm³ se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8%.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm³ de arena con una solución de sosa al 3% hasta completar 150 cm³. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se realizarán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso): 1 parte de cemento / 3 partes de arena.

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm². Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado será desechada.

Se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: Se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silíceo y limpia debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

Grava

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3% en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm, no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

Cemento

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico. Previa autorización de la dirección técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

Agua

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

Hormigón

Se empleará hormigón de resistencia característica 200 kg/cm² fabricado en central o amasado in situ mediante hormigonera. En este último caso, el amasado del hormigón se efectuará vertiendo en la hormigonera los distintos componentes en el orden siguiente:

- Una parte de la dosis de agua (aproximadamente la mitad).
- El cemento y la arena simultáneamente.
- La grava.
- El resto del agua hasta completar la dosis requerida.

Se comprobará el contenido de humedad de los áridos, para corregir, en caso necesario, la cantidad de agua vertida directamente en la hormigonera. El hormigón obtenido será de consistencia plástica según el ensayo del cono de Abrams.

Ejecución de las cimentaciones

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el proyecto.

En tiempo de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, podrá proseguirse el hormigonado, siempre con la autorización de la dirección de obra y tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Se podrán igualmente utilizar aditivos anticongelantes que deberán ser autorizados por el director de obra.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- Primero, se echará una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 10 cm de espesor, de manera que se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo, nivelando cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo e inmovilizándola mediante un dispositivo adecuado (plantilla).
- Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.
- Después se rellenará de hormigón el foso, vertiendo el hormigón suavemente y por medio de un canal de chapa de gran pendiente en capas de 20 a 30 cm y vibrándolo a continuación. Durante el vertido del hormigón se prestará especial cuidado en no golpear el anclaje para no desnivelarlo. Una vez iniciado el hormigonado de un macizo no se interrumpirá éste hasta que no esté totalmente terminado.

No podrá retirarse la plantilla hasta pasadas 24 horas de la terminación del hormigonado. Este plazo será de 48 horas en el caso de utilización de cementos puzolánicos o siderúrgicos.

En aquellos apoyos donde sea necesario, por indicarse en los planos del proyecto o porque lo solicite la dirección de obra, el contratista estará obligado a la construcción de recrecidos de hormigón armado. Dichos recrecidos se ejecutarán sin junta con hormigón de las mismas características que el empleado en el resto de la cimentación. Las armaduras serán suministradas por el contratista de acuerdo con los planos.

Los encofrados podrán ser de madera o chapa y se ejecutarán de manera que quede asegurada la estanqueidad de los mismos con el fin de evitar fugas de la lechada de cemento. Si son de madera, ésta tendrá una superficie lisa y se humedecerá suficientemente con agua antes de comenzar el hormigonado. En caso de utilizarse encofrados de chapa se podrán utilizar desencofrantes de calidad verificada, que serán sometidos a la aprobación del director de obra. Se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

En aquellos apoyos que por las especiales características del terreno donde se asienten (roca, aluvión, etc.) sea aconsejable utilizar una cimentación especial, la dirección de obra estudiará la solución más adecuada y facilitará al contratista toda la información necesaria para su correcta ejecución.

Las tolerancias dimensionales admisibles en la ejecución de las cimentaciones de los apoyos serán:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- De anclaje a anclaje en dirección de la línea: el error no será mayor de 2 mm para torres de alineación y 3 mm para las de amarre.
- De anclaje a anclaje en dirección transversal a la línea: el error no será mayor de 3 mm.
- De anclaje a anclaje en la diagonal del cuadrado o rectángulo que forman las testas de los anclajes: el error no será superior a 5 mm.
- De anclaje a anclaje en la nivelación de las testas: El error no será mayor del 0,2% de la distancia entre anclajes.

2.2.5. Armado e izado de apoyos

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el conjunto de herramienta y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10%), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos con arreglo a los planos de montaje suministrados por el fabricante de los mismos.

Cuando la torre se monte sobre el suelo, se hará sobre un terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con calces de madera a fin de que no se produzcan deformaciones en las barras.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo no será el máximo, el cual se realizará una vez izado el apoyo. Así mismo, los tornillos se montarán con la tuerca hacia el exterior de la torre.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el contratista lo notificará a la dirección técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del director de obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la dirección técnica.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

El procedimiento de izado será determinado por el contratista, el cual deberá contar con la aprobación de la dirección técnica. Todas las herramientas que se utilicen se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización, ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes. Se recomienda el izado con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o los montantes del poste.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta mediante el empleo de llaves dinamométricas. Los tornillos deberán sobresalir de las tuercas, por lo menos, tres pasos de rosca. El apoyo deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que presentará una inclinación del 0,5 al 1% en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2%.

Finalmente, una vez que se haya comprobado el perfecto montaje del apoyo, se procederá al graneteado de la tornillería (tres granetazos a 120°), con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, el Contratista dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

2.2.6. Protección de las superficies metálicas

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

2.2.7. Tendido, tensado y engrapado de los conductores y cables de tierra

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores y cable de tierra, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramienta y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

Colocación de aisladores

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se realizará con el mayor cuidado y se limpiarán antes de su montaje definitivo en los apoyos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Se tomarán las debidas precauciones para que los distintos elementos que componen la cadena no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no sufran esfuerzos de flexión.

Tendido de los conductores y cable de tierra

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de este no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la dirección técnica.

El tendido de los conductores y cable de tierra debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptibles de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores y cable de tierra.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc. Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostamiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones, (en particular en los apoyos de ángulo y anclaje).

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse las protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando haya que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intempestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores y cable de tierra, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se realizará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

Los empalmes del cable de tierra se realizarán en caja de empalme dispuesta a tal efecto en parte baja de apoyo. El cable de tierra se fijará a herraje sujeto a montante de apoyo de manera que se realizará entrada y salida en la citada caja. Se realizará informe final de reflectometría que el Contratista entregará a Dirección Facultativa.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Tensado, regulado y engrapado de los conductores y cable de tierra

Previamente al tensado de los conductores y cable de tierra, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la empresa Contratista estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150°.

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores y cable de tierra, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fue medida. Igualmente facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y la comprobación del regulado se realizarán siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores y cable de tierra, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si, una vez engrapado el conductor, se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar y, si el conductor no se ha dañado, se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y deberá ser cambiado por otro.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se realizará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se realizará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

2.2.8. Reposición del terreno

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser retiradas a vertedero, todo lo cuál será a cargo del contratista.

Todos los daños serán por cuenta del contratista, salvo aquellos aceptados por el director de obra.

2.2.9. Numeración de apoyos . Aviso de peligro eléctrico

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el director de obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0203.

2.2.10. Tomas de Tierra

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y el cierre del foso y zanja para la hincada del electrodo (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electrodo de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos se ubiquen en zonas transitadas, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

Electrodos de difusión

Cada apoyo dispondrá del número de picas de puesta a tierra de acero cobreado de \varnothing 14,6 mm y 2 m de longitud como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

20 ohmios, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 95 mm² de sección. Como mínimo se instalarán dos picas conectadas a dos montantes diagonalmente opuestos del apoyo.

La cabeza de las picas, una vez hincadas, quedará como mínimo a 0,6 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Las picas deben quedar aproximadamente a unos 80 cm del macizo de hormigón. Cuando sea necesaria más de una pica, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m del macizo de hormigón.

Anillo cerrado

La resistencia de difusión no será superior a 20 ohmios, para lo cual se dispondrá de tantas picas de puesta a tierra de acero cobreado de Ø 14,6 mm y 2 m de longitud como sean necesarios, con un mínimo de dos instaladas diametralmente opuestas.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 95 mm². Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 1 m de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m, como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

Comprobación de los valores de resistencia de difusión

El contratista facilitará a la dirección técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

2.3. MATERIALES

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

2.3.1. Reconocimiento y admisión de materiales

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

2.3.2. Conductores trenzados

Deberán ir provistos de cubierta de aislamiento, el cual será de polietileno reticulado (PRC).

Se deberán distinguir de otros por lo que deberán ir grabados en tintas blancas o relieves en el exterior.

Las secciones de los conductores serán las determinadas en la Memoria.

Los empalmes deberán realizarse mediante manguitos a compresión y el aislamiento será regenerado con cinta de goma autovulcanizante y recubierta con cinta de P.V.C.

2.3.4. Conductores de cobre

Estos estarán formados, según la sección, por uno o varios alambres de cobre, cilíndricos de buena calidad y resistencia mecánica, y libres de todos los desperfectos posibles, así como de imperfecciones.

2.3.5. Abrazaderas y tacos de sujeción

Las abrazaderas serán de placas de acero isoplastificados y de una sola pieza, dotadas de punta de acero roscada.

Las abrazaderas para el cable fiador serán las mismas, de iguales características, pero sin punta de acero.

Los tacos de sujeción se embutirán previa la realización de taladro.

2.3.6 Apoyos

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea serán metálicos de celosía, de la serie CÓNDROR, fabricados por IMEDEXSA.

Serán de hierro laminado y responderán a la altura determinada en la Memoria.

Serán galvanizadas en caliente. Las cimentaciones se tendrán que adaptar a lo especificado en el cálculo de las mismas

Se podrá utilizar apoyos realizados por otro fabricante, siendo sus características equivalentes y sus alturas y esfuerzos resistentes iguales o, en su defecto, de valor superior. En cualquier caso, toda modificación de los apoyos a instalar respecto a lo reflejado en el presente proyecto deberá consultarse con la dirección facultativa

2.3.7. Herrajes

Serán del tipo indicado en el proyecto. Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Normas UNE 207009 y UNE EN 61284.

El cable fiador de acero y de arriostamiento será flexible y galvanizado.

El resto de los herrajes (aprietahilos, grilletes, etc.), serán galvanizados en caliente.

Los amortiguadores cumplirán con la Norma UNE EN 61897.

2.3.8. Aisladores

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o amarre responderán a las especificaciones de la Normas CEI 120, CEI 815, UNE 21909, UNE-EN 61466-1-2, UNE 21009 y UNE 21128. En cualquier caso, el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

2.3.9. Conductores y cable de tierra

Serán los que figuran en el proyecto y deberán estar de acuerdo con las especificaciones de la Norma UNE-EN 50182 para conductores y UNE-EN 60794-4 para el cable de tierra.

2.4. RECEPCIÓN DE OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el director de obra podrá verificar que los trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El director de obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

2.4.1. Calidad de cimentaciones

El director de obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El

contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

2.4.2. Tolerancia de ejecución

Desplazamiento de apoyos sobre su alineación: Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $D/100 + 10$, expresada en centímetros.

Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista: No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.

Verticalidad de los apoyos: En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2% sobre la altura del apoyo. En los demás igual tolerancia sobre la posición definida en el apartado 2.5.

Tolerancia de regulación: Los errores admitidos en las flechas serán:

- De $\pm 3\%$ en el conductor que se regula con respecto a la teórica.
- De $\pm 3\%$ entre dos conductores situados en planos verticales.
- De $\pm 6\%$ entre dos conductores situados en planos horizontales.

Estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la afluencia. Dicho fenómeno sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor con relación a la teórica, por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

La medición de flechas se efectuará según UNE 21.101 “Método para la medición en el campo de la flecha de los conductores o cables de tierra”.

2.4.3. Inspección y control

Las comprobaciones a efectuar serán las siguientes:

- Verificación de reclamaciones pendientes de los propietarios.
- Que las peanas queden libres y protegidas de posibles vertidos de tierras.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Que la zona próxima al apoyo ha quedado limpia de tierras procedentes de la excavación, de resto de hormigón y de otros materiales y residuos.
- Que los tubos para el paso de los cables de tierra son del diámetro adecuado y no estén obstruidos por materiales de desecho.
- La nivelación de los anclajes de los apoyos, la correcta orientación de las caras de los anclajes y su alineación con los apoyos inmediatos.
- La perfecta unión de las tomas de tierra y que el tubo de la puesta a tierra esté sellado con silicona.
- Se medirá la resistencia con la toma de tierra desconectada del apoyo.
- Se realizará una inspección visual del conjunto del apoyo para comprobar que no faltan barras y la perfecta alineación de los montantes. Así mismo, se comprobará la verticalidad de los apoyos, admitiéndose una tolerancia del 0,2 % sobre la altura total.
- La correcta colocación de casquillos, cartelas, forrillos, tornillos, así como el perfecto ajuste y asentamiento de los mismos.
- Que los tornillos están colocados, apretados y graneteados correctamente.
- La presencia, perfecta fijación, numeración y visibilidad desde el suelo de las placas de señalización.
- Inspección de los herrajes y aisladores que componen las cadenas: correcto montaje, tipo de aisladores, aisladores limpios y sin roturas. Así como el perfecto aplomado de las cadenas de suspensión.
- Comprobación de las flechas.
- La instalación de anti-vibradores, colocación, número y distancias.
- Que la grapa, varilla preformada, latiguillos y conexión al apoyo del cable de tierra sean correctos.
- Distancia a masa y longitudes de puentes flojos.
- Comprobación de distancias a obstáculos, edificios, masas de arbolado, al suelo, cruzamientos.

Las deficiencias detectadas serán corregidas por el contratista, corriendo a su cargo siempre que sean motivados por deficiencias técnicas en el montaje.

DOCUMENTO N° 3: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 3

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	5
2.	OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	5
3.	DATOS GENERALES DE LA OBRA	6
4.	NORMATIVA APLICABLE	7
5.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	9
5.1	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	9
5.2	SITUACIÓN Y CLIMATOLOGÍA.....	9
5.3	CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO	10
5.4	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	10
5.5	PERSONAL PREVISTO	10
5.6	OFICIOS.....	10
5.7	MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES.....	10
5.7.1.	MAQUINARIA	10
5.7.2.	MAQUINAS HERRAMIENTAS	11
5.7.3.	HERRAMIENTAS MANUALES	11
5.7.4.	MEDIOS AUXILIARES.....	11
5.8	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	12
6.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	12
6.1	INSTALACIONES	12
6.2	PROFESIONALES	14
6.2.1.	Riesgos y medidas preventivas específicas de la instalación	14
6.2.2.	Riesgos y medidas preventivas relativas al proceso constructivo	27
6.2.3.	Relativos al entorno	36
6.3	A TERCEROS.....	40
7.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	40
7.1	RIESGOS PREVISIBLES	40
7.2	MEDIDAS PREVENTIVAS	41
7.2.1.	Cuadros de distribución	41
7.2.2.	Prolongadores, clavijas, conexiones y cables.....	41
7.2.3.	Herramientas y útiles eléctricos portátiles	42

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

7.2.4. Máquinas y equipos eléctricos.....	42
7.2.5. Normas de carácter general.....	42
8. CONDICIONES AMBIENTALES.....	43
8.1 VENTILACIÓN.....	43
8.2 TEMPERATURA.....	43
8.3 FACTORES ATMOSFÉRICOS.....	43
9. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	43
9.1 REVISIONES PERIÓDICAS.....	44
10. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL.....	44
10.1 CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL.....	44
10.1.1. De ingreso en obra.....	44
10.2 CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS.....	44
11. REUNIONES DE SEGURIDAD.....	45
12. MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS.....	45
12.1 CONTROL MÉDICO.....	45
12.2 MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	45
12.3 MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD.....	46
12.3.1. Profesional.....	46
13. VESTUARIOS Y ASEOS.....	46
14. RECURSOS PREVENTIVOS.....	47
15. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD.....	49
15.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	49
15.2 PROTECCIONES COLECTIVAS.....	50
15.2.1. Señalización.....	50
15.3 PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES.....	52
15.3.1. Escaleras manuales en general.....	52
15.3.2. Escaleras de madera.....	52
15.3.3. Escaleras metálicas.....	53
15.3.4. Escaleras de tijera.....	53
16. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS.....	53
16.1 PROMOTOR.....	53
16.2 DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	53
16.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN.....	54
16.4 CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	55
16.5 TRABAJADORES AUTÓNOMOS.....	56
17. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA.....	57

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico “Castrío”

17.1	TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	57
17.2	RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA.....	58
17.3	ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA	59
18.	REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA	59
18.1	DELEGADOS DE PREVENCIÓN	60
18.2	SERVICIOS DE PREVENCIÓN	60
19.	MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE.....	61
19.1	PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA.....	62
19.2	BOTIQUÍN	63
19.3	EXTINCIÓN DE INCENDIOS.....	63
20.	COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES	64
21.	SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	65
22.	FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES	65
23.	VIGILANCIA DE LA SALUD	67
24.	RESPONSABILIDADES Y PENALIZACIONES	67
24.1	REQUERIMIENTOS POR INCUMPLIMIENTOS.....	67
24.2	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	68
25.	PENALIZACIONES.....	68
26.	PRESUPUESTO	69
26.1	PROTECCIONES PERSONALES.....	69
26.2	PROTECCIONES COLECTIVAS	70
26.3	PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	71
26.4	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	71
26.5	VIGILANCIA Y FORMACIÓN.....	71
26.6	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	71
26.7	PRESUPUESTO FINAL.....	72

1. ANTECEDENTES

Para la redacción del presente documento se ha servido del Estudio de Seguridad y Salud tipo realizado por diferentes empresas encargadas de la elaboración de proyectos de líneas eléctricas aéreas en el ámbito nacional.

El presente documento tiene el objetivo de dar cumplimiento con lo estipulado en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción. La redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes supuestos:

- Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 450.759 €.
- Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.
- Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

En base a lo indicado en el párrafo anterior, se elabora el presente Estudio de Seguridad y Salud, que establece durante la realización de la obra, los medios y condiciones precisas para la prevención de riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

En este estudio se dan las directrices básicas a las empresas constructoras para llevar a cabo sus obligaciones en la prevención de riesgos profesionales, facilitando su trabajo bajo el control de la dirección del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud o en su defecto de la Dirección Facultativa de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción. Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

2. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene como fin establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante los trabajos de ejecución del proyecto de construcción de la línea aérea de alta tensión 66 kV SET "parque eólico Castrío" – SET "Colectora", ubicada en Valdeolea (Cantabria).

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

3. DATOS GENERALES DE LA OBRA

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de la línea aérea de alta tensión, cuyos datos generales son:

- Proyecto de Ejecución: Línea aérea de alta tensión de 66 kV del parque eólico "Castrío"
- Autor del Proyecto: Bruno García Bermejo
- Emplazamiento: Valdeolea (Cantabria)
- Presupuesto de Ejecución material:
- Plazo de ejecución previsto: 8 meses
- Número de operarios previstos: 12

Las unidades constructivas que componen la presente obra son:

- Replanteo.
- Desbroce.
- Excavación.
- Cimentación.
- Armado e izado de apoyos
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores.
- Instalación de crucetas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles...)
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puesta a tierra y conexiones equipotenciales.

4. NORMATIVA APLICABLE

Son de obligado cumplimiento todas las disposiciones legales o reglamentarias, resoluciones y cuantas otras fuentes normativas contengan concretas regulaciones en materia de Seguridad e Higiene en el trabajo, propias de la Industria Eléctrica o de carácter general, que se encuentren vigentes y sean de aplicación durante el tiempo en el que subsista la relación contractual promotor-contratista, según las actividades a realizar.

En particular:

- Ley 8/1980, de 1 de marzo, del Estatuto de los Trabajadores
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (9 de marzo de 1.971).
- Homologación de medios de Protección personal de los trabajadores (BOL. de 29 de mayo de 1.974. Orden de 15 de julio de 1.974).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 811.980, de 20 de marzo).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1.995, de 8 de noviembre).
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 27 de junio de 1.997, por la que se desarrolla el RD 39/1.997, de 17 de enero.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1.997, 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 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- 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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- 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.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y de Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación (Decreto 3275/1 .982 de 12 de noviembre) e instrucciones Técnicas Complementarias.

Por otro lado, se tienen una serie de normas específicas que son de obligado cumplimiento. Dentro de estas normas deben tener especialmente en cuenta todas las Recomendaciones, Prescripciones e Instrucciones de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS), que se recogen en:

- "Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas".
- "Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos".
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Alta Tensión y sus Desarrollos.
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Baja Tensión y sus Desarrollos.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

El ámbito de aplicación de este Estudio comprende los trabajos necesarios para la realización de la línea eléctrica, que se indica a continuación:

5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El origen de la Línea Aérea será el apoyo nº 1 de la LAAT 66 kV, desde donde y a través de 17 alineaciones, 55 apoyos, se llegará al apoyo 55, cuya función es de final de línea. La longitud total de la línea es de 13.559 m, discurriendo por el término municipal de Valdeolea (Cantabria).

Alineación	Apoyos	Longitud (m)	Término Municipal
1	1-3	403	Valdeolea
2	3-5	526	
4	5-16	2522	
5	16-18	580	
6	18-20	595	
7	20-21	312	
8	21-26	1148	
9	26-27	315	
10	27-28	173	
11	28-29	189	
12	29-41	3350	
13	41-47	1492	
14	47-49	485	
15	49-50	258	
16	50-54	1057	
17	54-55	154	
TOTAL	55 Apoyos	13.559	

Las cotas del terreno en el trazado de la línea varían aproximadamente entre 900 m sobre el nivel del mar en el apoyo 55, y los 1.400 m en la estructura 1, aproximadamente. Por tanto, según el Reglamento de Líneas de Alta Tensión, las zonas objeto de estudio para la LAAT 66 kV serán B y C.

5.2 SITUACIÓN Y CLIMATOLOGÍA

La Línea eléctrica en proyecto está situada en Cantabria.

La climatología de la zona es de tipo continental, con inviernos fríos y veranos calurosos.

5.3 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO

La LAAT 66 kV discurrirá por los terrenos de Cantabria, concretamente por el término municipal de Valdeola.

La línea es aérea y existen cruzamientos con carreteras en los cuales se deberá tomar las medidas de protección que se describen en su correspondiente apartado.

5.4 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo total de ejecución de las obras se establece en OCHO (8) meses.

5.5 PERSONAL PREVISTO

El personal necesario del conjunto de las obras nos da una previsión máxima de DOCE (12) personas.

5.6 OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de equipo, mandos de brigada.
- Montadores de estructuras metálicas, de equipos auxiliares de equipos e instalaciones eléctricas.
- Gruistas y maquinistas.
- Ayudantes.
- Jefes de obra.
- Técnicos de ejecución / Control de calidad / Seguridad / Medio Ambiente.
- Encargados.
- Administrativos.

5.7 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

5.7.1. MAQUINARIA

- Maquinaria de transporte por carretera.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Máquinas excavadoras.
- Grúa autopropulsada.
- Camión autocargante .
- Camión hormigonera autopropulsado.
- Camión basculante.
- Dumpers autovolquetes.
- Bobcat.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico. Compactadores de tambor.

5.7.2. MAQUINAS HERRAMIENTAS

- Cabrestantes de izado y de tendido.
- Máquinas de compresión.
- Compresor.
- Martillo neumático.
- Grupos electrógenos.
- Equipos de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Equipos de soldadura eléctrica.
- Radiales y esmeriladoras.
- Taladradoras de mano.
- Compactadores de pata de cabra.

5.7.3. HERRAMIENTAS MANUALES

- Herramientas de mano (cincales y punzones, martillos, alicates, destornilladores, limas, llaves).
- Herramientas de izado (eslingas, poleas, cuerdas, cables, cadenas, aparejos, grilletes, trácteles, etc.). Juego alzapobinas, rodillos, etc.

5.7.4. MEDIOS AUXILIARES

- Plataforma elevadora autopropulsada.

- Escaleras manuales.
- Cuadros eléctricos auxiliares. Equipos de medida (comprobador de secuencia de fase, medidor de aislamiento, medidor de tierras, pinzas amperimétricas, discriminadores de tensión, termómetros)

5.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio de seguridad, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

Tanto los riesgos previsibles como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

6. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

6.1 INSTALACIONES

A continuación, se analizan los riesgos y medidas preventivas generales en función del tipo de instalación donde se desarrollan los trabajos de ejecución previstos en las obras. Estos riesgos y medidas preventivas será necesario concretarlas y desarrollarlas para cada trabajo.

Riesgos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Contactos eléctricos.
- Arco Eléctrico.

Medidas preventivas

- Orden y Limpieza.
- Señalización de la zona de trabajo.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Iluminación adecuada.
- Calzado adecuado.
- Extremar las precauciones con hielo, agua o nieve.
- Trabajar en una superficie lo más uniforme y lisa posible y lo suficientemente amplia.
- Para zanjas de alturas de 2 m o más, se colocarán barandillas con rodapiés, listón intermedio y listón superior a una altura mínima de 90 cm.
- Para alturas menores de dos metros se colocarán vallas, se señalizarán los huecos o se taparán de forma efectiva.
- Utilización de la Línea de Vida y el Arnés Anticaídas (el cinturón solo sirve para trabajos en altura estáticos).
- No se utilizará maquinaria diseñada solo para elevación de cargas para transportar o elevar personas.
- Escaleras.
- Andamios.
- Procedimientos de trabajos en altura.
- Medidas preventivas B.T.
- Medidas preventivas A.T.
- Zanjas.
- Entibación o ataluzado de zanjas de profundidad mayor a 1,3 m o en terreno poco estable. Para zanjas de profundidad mayor a 1,3 m se mantendrá un trabajador fuera de la zanja.
- Mantener distancias de la mitad de la profundidad de la zanja entre zanja y acopios cercanos o vallado. Esta distancia será igual a la profundidad de la zanja si el terreno es arenoso.
- En la medida de lo posible se evitará que los operarios realicen trabajos en el interior de zanjas.
- Comprobación del estado de las entibaciones y del terreno antes de cada jornada y después de una lluvia copiosa.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Señalización de la zona de acopio.
- Los trabajos con riesgo de incendio deberán procedimentarse.
- Deberá de haber un Plan de Emergencia y Evacuación en los centros que lo precisen.
- El personal estará formado en los procedimientos de trabajo, así como en los Planes de Emergencia y Evacuación.
- Se evitará el contacto de las sustancias combustibles con fuentes de calor intempestivas: Fumar, recalentamientos de máquinas, instalaciones eléctricas inapropiadas, operaciones de fuego abierto descontroladas, superficies calientes, trabajos de soldadura, chispas de origen mecánico o debidas a electricidad estática.
- Se ventilarán los vapores inflamables.
- Se limitará la cantidad de sustancias combustibles en los lugares de trabajo.
- Los combustibles se almacenarán en locales y recipientes adecuados.
- En la medida de lo posible se evitará trabajar con sustancias de elevada inflamabilidad.
- Se deberá cumplir la reglamentación vigente para la protección contra incendios tanto en la instalación como en el mantenimiento.
- Las instalaciones eléctricas cumplirán las reglamentaciones vigentes en particular en lo relativo a cargas, protecciones, instalaciones antideflagrantes, etc.
- Se dotarán los lugares de trabajos de extintores portátiles adecuados.
- Se instalarán bocas de incendios equipadas donde se requieran.
- Los trabajos en recintos cerrados deben procedimentarse. Prever la necesidad de ventilación forzada. Siempre que se dude de la calidad del aire, utilizar equipos de respiración autónomos. Organizar el trabajo teniendo en cuenta la posibilidad de actuar sobre la alimentación de aire (colocar pantallas).

6.2 PROFESIONALES

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas en la obra.

6.2.1. Riesgos y medidas preventivas específicas de la instalación

SEÑALIZACIÓN

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas según el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Se acotará y señalizará la zona de trabajo, a la cual se accederá siempre por accesos concretos. Se señalizarán aquellas zonas en las que existan los siguientes riesgos.

Caída desde altura de objetos

- Zonas donde se realicen maniobras con cargas suspendidas hasta que se encuentren totalmente apoyadas.
- Caídas de personas sobre plataformas, forjados, etc. en las que además se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes.
- Caídas de personas dentro de huecos, etc. para lo que se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia.
- Aquellos huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., que se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.

Productos inflamables

- En las zonas de ubicación se dispondrá de al menos un extintor portátil de polvo polivalente.
- Es obligatoria la delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

Vías y salidas de emergencia

Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.

Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales.

Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

La señalización relativa a los riesgos eléctricos viene dada en "Riesgos Eléctricos" del apartado de Riesgos Específicos, debiendo señalizarse de forma clara y permanente la existencia del riesgo eléctrico.

Equipos de Protección Individual y Colectiva

- Equipo de protección general.
- chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

SEÑALIZACIÓN EN ENTORNO NO URBANO

Se acotará la zona de trabajo mediante cerramientos rígidos (vallas metálicas) o cintas de limitación. En este último caso, se colocará una cinta delimitadora a una altura mínima de 1 metro respecto del suelo, rodeando el perímetro de la excavación. Dicha cinta se fijará a piquetas, situadas a una distancia mínima de 2 metros entre ellas.

La señalización habrá de ser claramente visible por la noche, disponiendo de bandas reflectantes verticales de 10 cm. de anchura.

Los recintos vallados o balizados llevarán siempre luces propias, colocadas a intervalos máximos de 30 metros y siempre en los ángulos salientes.

Las excavaciones no se quedarán nunca sin proteger o señalizar.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

En entorno no urbano, los trabajadores irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes siempre que realicen trabajos próximos a carreteras o caminos por donde pueda haber circulación de vehículos.

SEÑALIZACIÓN EN CARRETERAS

Se seguirán siempre las indicaciones que proporcione el organismo propietario de la carretera.

Las señales deberán tener las dimensiones mínimas especificadas por la Norma de carreteras 8.3 – IC "Señalización de Obras", y ser siempre reflectantes, de nivel 1 como mínimo si son obras fijas y de nivel 2 si es señalización móvil de obra (según norma UNE). Se recomienda utilizar siempre un nivel superior en lugares donde la iluminación ambiente dificulte su percepción y en lugares de elevada peligrosidad, asimismo las señales de STOP tendrán siempre, como mínimo, un nivel 2 de reflectancia.

El color amarillo que distingue a las señales de obra de las normales, solamente se debe emplear en las señales con fondo blanco.

En las obras en las que la señalización provisional esté implantada durante las horas nocturnas, las señales y los elementos de balizamiento no sólo serán reflectantes, sino que deberán ir acompañados de elementos luminosos. En general, las obras en el interior de túneles tendrán siempre la consideración de obras en horas nocturnas.

El material de señalización y balizamiento se descargará y se colocará en el orden en que haya de encontrarlo el usuario. De esta forma el personal encargado de la colocación trabajará bajo la protección de la señalización precedente.

Si no se pudieran transportar todas las señales y balizas en un solo viaje, se irán disponiendo primeramente fuera de la calzada y de espaldas al tráfico.

Una vez retirada la señalización de obra, se restablecerá la señalización permanente que corresponda.

Se recomienda que las máquinas y vehículos que se utilicen en señalización móvil sean de colores blanco, amarillo o naranja. Llevarán como mínimo, una luz ámbar giratoria o intermitente omnidireccional en su parte superior, dispuesta de forma tal que pueda ser perfectamente visible por el conductor al que se quiere indicar su presencia, con una potencia mínima de 55 vatios en el caso de luz giratoria y de 1,5 julios en el caso de luz intermitente.

Las señales TP-18 (peligro, obras) y TP-31 llevarán siempre tres luces ámbar intermitentes de encendido simultáneo y dispuestas en triángulo en los vértices.

TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (artículo 4.4.b del 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).

En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. En caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos, se elaborará un plan específico para ello.

Definiciones

Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el 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.

Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Trabajos sin tensión: según lo recogido en el ANEXO II del 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.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados. *A.1 Supresión de la tensión.*

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- Desconectar.
- Prevenir cualquier posible realimentación.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

TRABAJOS EN LÍNEAS AÉREAS Y CONDUCTORES DE ALTA TENSIÓN

En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo. Estas reglas tienen las siguientes excepciones:

- Para trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo, es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Cuando no es posible ver, desde los límites de la zona de trabajo, los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se debe colocar, además, un equipo de puesta a tierra local, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente.

Cuando el trabajo se realiza en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión, no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.
- El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores exceptuadas las otras fases- en el interior de la zona de trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.
- El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados, de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo.

ACCESO A RECINTOS DE SERVICIO Y ENVOLVENTES DE MATERIAL ELÉCTRICO

El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.

OBRAS Y OTRAS ACTIVIDADES EN LAS QUE SE PRODUZCAN MOVIMIENTOS O DESPLAZAMIENTOS DE EQUIPOS O MATERIALES EN LA CERCANÍA DE LÍNEAS AÉREAS, SUBTERRÁNEAS U OTRAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

- Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de este Real Decreto, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.

Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

TRABAJOS EN TENSIÓN

No está previsto la realización de trabajos en tensión, en el caso de tener que realizarlos la empresa responsable elaborará el correspondiente procedimiento.

No obstante, en caso de que fuera necesario realizar algún trabajo bajo esta casuística, los criterios que se han de seguir son los siguientes:

- Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

- El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc)
- Las pértigas aislantes
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.

Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de **alta tensión** en gama media de tensiones.

Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

TRABAJOS EN ALTURA

Para evitar la caída de objetos

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos. Sin embargo, si existiera la necesidad ineludible de trabajos simultáneos sobre la misma vertical, se instalarán protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.
- Equipos de protección individual y colectiva.

Para evitar la caída de personas

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un rodapie, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

La altura mínima de las barandillas se fija, al igual que en otras normativas, en 90 cm.

- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse arnés de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

Para la realización de trabajos en altura se plantean tres opciones: (i) utilizar equipos de trabajo específicamente diseñados o proyectados para la naturaleza de la tarea a la que se destinan (plataformas elevadoras, andamios, escaleras, etc.), (ii) instalar las protecciones colectivas citadas en este apartado (barandillas, plataformas o redes de seguridad) en función de cada uno de los puestos de trabajo, y (iii) si no es técnicamente posible aplicar ninguna de las dos opciones anteriores, se recurrirá a la utilización de protección individual. Esta solución final se llevará a cabo con carácter excepcional previa justificación técnica.

En todos los casos es requisito imprescindible que el acceso al lugar donde deba realizarse el trabajo en altura sea seguro.

Escaleras de mano

- Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada. Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

sólidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas y estable, resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal.

- Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización, ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente. Las escaleras con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.
- El ascenso, el descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a éstas. Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- Las escaleras de mano se revisarán periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.
- Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm., como máximo.
- Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo zapatas.
- No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

Escaleras de madera:

- La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.
- Los largueros serán de una sola pieza.
- Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

Escaleras metálicas

- Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.
- Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

Escaleras de tijera

- Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
- Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

Cuerdas

La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas cumplirá las siguientes condiciones:

- El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad).
- Se facilitará a los trabajadores unos arneses adecuados, que deberán utilizar y conectar a la cuerda de seguridad.
- La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.
- Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados.
- El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- De acuerdo con las disposiciones del artículo 5 del 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, se impartirá a los trabajadores afectados una formación adecuada y específica para las operaciones previstas.

Línea de vida

Las llamadas "líneas de vida" proporcionan al usuario un punto de anclaje móvil para el arnés anticaídas en todo el recorrido por los lugares con peligro de caída desde altura, adaptándose a todo tipo de recorridos.

Está compuesta por:

- Una línea (cuerda, cable, carril, etc.) que, partiendo de un lugar seguro, recorre toda la zona de peligro a la que se ha de acceder.
- Unas piezas intermedias de sujeción (de la cuerda, cable, carril, etc.) que unen la línea a la estructura.
- Un carro (al cual se engancha el arnés anticaídas) que discurre libremente por la línea, teniendo un único punto de entrada-salida (en el lugar seguro), y desplazándose por encima de las piezas intermedias de sujeción sin que haya que soltarlo en ningún tramo del recorrido.

Este sistema permite al usuario enganchar su arnés anticaídas a la línea en un lugar seguro y recorrer toda la zona de peligro sin tener que soltar nunca su arnés anticaídas, ya que el carro al cual lo lleve enganchado pasa por todas las piezas intermedias de sujeción de la línea.

El método de trabajo consistirá en:

- Verificar el buen estado de los equipos y materiales a utilizar (cuerda, cable, carril, arnés anticaídas, etc.).
- Verificar el estado del elemento donde se realizará el trabajo en altura.
- Instalar la "línea de vida" que garantice la seguridad en el ascenso, descenso.
- Acceder al elemento en altura (enganchando el arnés anticaídas a la línea de vida).
- Realizar el trabajo.
- Descender del elemento en altura y desmontar la 'línea de vida'.
- Recoger los equipos y materiales.

MANIPULACIÓN DE CARGAS

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Manipulación manual de cargas

Se evitará en lo posible la manipulación manual de cargas, utilizando medios mecánicos como transpaletas manuales y carretillas automotoras.

Como norma general, nunca se levantarán manualmente cargas superiores a 25 Kg.

Si es preciso realizar labores de manipulación manual de cargas voluminosas, pesadas o irregulares, se pedirá ayuda de uno o varios compañeros si es posible.

En los casos en que se transporte entre 2 o más operarios, sólo uno será el responsable de la maniobra.

En labores de carga manual, manipular las cargas sobre superficies estables, de forma que no sea fácil perder el equilibrio.

Las zonas de trabajo, así como sus accesos, se mantendrán limpias y libres de obstáculos, los materiales o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.

MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

El posible efecto nocivo de los contaminantes químicos sobre la salud, debido a su presencia en los ambientes laborales, debe ser considerado en el marco de la acción tóxica que en general pueden ejercer las sustancias químicas.

Clasificación

Gases: Penetran fácilmente en el cuerpo por inhalación y suelen absorberse con facilidad. No es frecuente su absorción por piel o por ingestión.

Líquidos: El mayor riesgo se produce por inhalación de sus vapores, que se comportan como gases, y de sus aerosoles. El contacto con la piel puede producir efectos importantes, en especial en zonas delicadas como los ojos.

Sólidos: Pueden ser inhalados en forma de polvo o aerosol, pero su penetración profunda en el aparato respiratorio sólo se produce cuando las partículas tienen un tamaño inferior a 5 micras. Es particularmente importante la característica de su posible solubilización en fluidos biológicos (sangre, etc), ya que condiciona el tipo de efecto tóxico.

6.2.2. Riesgos y medidas preventivas relativas al proceso constructivo

ACOPIO Y MANIPULACIÓN DE MATERIALES

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:
- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según sus características.
- Manejo / acopio de materiales tóxico / peligrosos.

Equipos de protección individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA

En esta actividad, son previsible los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con placas normalizadas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

Equipos de protección individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

EXCAVACIONES

En esta actividad, son previsible los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Antes de comenzar los trabajos deberán de tomarse medidas para localizar y eliminar los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- Se intentará no trabajar en el interior de las excavaciones, y si se tiene que trabajar en su interior, se entibarán o ataluzarán todas las excavaciones de profundidad igual o superior a 1,3 m (para un terreno estándar) y todas las que se observen en terreno inestable a cualquier profundidad, de manera que se garantice la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo algún trabajo en el interior.
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde. No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.

Las excavaciones en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno, de 90 cm. de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.

- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasen en 1 m el borde de estas.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta del conductor. Las máquinas excavadoras y camiones sólo serán manejados por personal

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.

- Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.

Equipos de protección individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

En esta actividad, son previsible los siguientes riesgos:

- Caídas de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Polvo ambiental.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la caja.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 Km/h.
- En caso necesario se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.

Equipos de protección individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DEENCOFRADO

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

En esta actividad, son previsible los siguientes riesgos:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.

Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.

- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

Equipos de protección individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

TRABAJOS CON HORMIGÓN

En esta actividad, son previsible los siguientes riesgos:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutión por ambientes húmedos.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.
- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, arnés de seguridad con sistema de anclaje adecuado.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Equipos de protección individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Gafas de protección.
- chaleco de alta visibilidad.
- Arnés anticaídas.
- Rodilleras.
- Botas de goma.

MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y PREFABRICADOS

En esta actividad, son previsible los siguientes riesgos:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se señalizarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno o, según los casos, se señalizarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán al nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos. Si en algún momento tiene que trabajarse en altura se seguirán las medidas de prevención reflejadas para trabajos en altura.
- La zona de trabajo -sea de taller o de campo- se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos / estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.

Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la legislación vigente.

En el caso de desplazamiento de operarios sobre la estructura, se instalarán "líneas de vida" para anclaje de los arneses anticaída provistos de absorción de energía., y también en aquellos casos en los que el trabajo no se pueda realizar con una plataforma elevadora o no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla.

Equipos de protección individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Gafas de protección.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Línea de vida.
- Absorbedor de energía.
- Arnés anticaídas.

IZADO

En esta actividad, son previsibles los siguientes riesgos:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Contactos eléctricos.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Vuelco o caída del medio de elevación.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.). Caída o vuelco de los medios de elevación.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo sólo en el momento del acoplamiento.

Equipos de protección individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Arnés anticaídas, "línea de vida" y absorbedor de energía.

TENDIDO, TENSADO, REGULADO Y ENGRAPADO DE CONDUCTORES AÉREOS

En esta actividad, son previsibles los siguientes riesgos:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de tendido o fallo mecánico de equipos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos durante el tendido y regulado de conductores.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.
- Contactos eléctricos.
- Golpes de equipos, en su izado, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).
- Golpes por objetos o herramientas desprendidas.
- Exposición a contactos eléctricos debido o bien a la proximidad de elementos en alta tensión lo que puede ocasionar daños por contacto directo.
- Riesgos eléctricos producidos por la inducción del circuito en tensión.
- Descargas atmosféricas.

Medios de protección colectivos

- Equipos de puesta a tierra.
- Pértigas para equipos de puesta a tierra.
- Verificador de ausencia de tensión.

Equipos de protección individual

- Equipo general de protección.
- Ropa para tiempo frío y lluvioso.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantalla facial.
- Casco de seguridad con barbuquejo (1 por persona).
- Guantes de cuero (según necesidades).
- Guantes aislantes (según necesidades).
- Dispositivo deslizante anticaídas (1 por persona).
- Arnés anticaídas (1 por persona).

6.2.3. Relativos al entorno

CRUCES CON OTRAS LÍNEAS

- La realización de trabajos en la proximidad de líneas de energía eléctrica representa un grave riesgo para las personas que los ejecutan.
- Antes de iniciar cualquier trabajo próximo a líneas de energía eléctrica, se dispondrá de los medios de protección personal y colectivos necesarios.
- Se solicitará a la empresa propietaria de las líneas a cruzar el descargo de las mismas.

Cruzamiento por encima de la línea

- Para cruzamientos por encima de una Línea, se deberá pedir siempre descargo de la Línea a cruzar, poniendo siempre protecciones mecánicas para evitar, en caso de accidente, la rotura de la Línea a cruzar.
- Para el caso particular del tendido de cables por encima de instalaciones en tensión, se tendrá en cuenta que se deben mantener, como siempre, las distancias de seguridad de la Tabla I del 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 (en función de la tensión mayor de las existentes en las distintas instalaciones cruzadas), y además se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación en tensión. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar ("porterías" de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).
- En el caso de condiciones climática adversas no se iniciarán los trabajos, y en el caso de estar trabajando, se suspenderán.

Cruzamiento por debajo de la línea

- Para el caso del tendido de cables por debajo de instalaciones en tensión, se tendrá en cuenta que se deben mantener, como siempre, las distancias de seguridad de la Tabla I del 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 (en función de la tensión mayor de las existentes en las distintas instalaciones cruzadas), y además se debe proteger frente al riesgo de una posible tensión por inducción poniendo a tierra tanto el cable a tender, como las máquinas de tiro y frenado y los apoyos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- En el caso de condiciones climática adversas no se iniciarán los trabajos, y en el caso de estar trabajando, se suspenderán.
- Ante la rotura de Líneas aérea, ya sea por encima o por debajo, es importante avisar al encargado, quien será el que tome las siguientes medidas:
 - o Si la rotura ha sido producida por una maquinaria, es importante que la maquinaria permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez que se garantice que se pueda abandonar la máquina con seguridad, descienda por la escalera normalmente y desde el último peldaño se saltará lo más lejos posible evitando tocar la tierra y la máquina a la vez.
 - o Nadie se acercará a la máquina bajo ningún concepto.
 - o Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
 - o Si fuera necesario, prever reordenación del tráfico.
 - o Aviso a los servicios de acerías del organismo competente, indicando: ubicación de la avería, rutas de acceso a la obra, datos de la canalización, datos de la obra y datos de la persona que realiza la llamada (DNI, teléfono, etc.).

CRUZAMIENTO CON CARRETERAS, CAMINOS Y RÍOS

Cruce con carreteras y caminos

- Se realizará poniendo en práctica las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo y ocasionar las mínimas dificultades en el tráfico rodado y peatonal.
- Deberá recabarse autorización expresa de la propiedad de la carretera a cruzar y atenerse a las recomendaciones técnicas o de seguridad que ella determine.
- Habrá que tener en cuenta fundamentalmente las distancias de seguridad, de acuerdo con los gálibos establecidos en las carreteras e interponer barreras físicas, para asegurar el cumplimiento de esas separaciones en el proceso de tendido de los conductores sobre las carreteras.
- Se montarán protecciones sobre la carretera a cruzar.
- La protección a utilizar consistirá en dos pórticos, realizado cada uno de ellos con dos postes y un travesaño, todo ello de madera, colocados uno a cada lado de la carretera.
- Para mayor seguridad es conveniente colocar en sentido longitudinal a los travesaños de los postes de madera un cable de 12 a 16 mm. de diámetro colocando unos pistoles

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

a tierra y amarrados de tal forma que en caso de escape de un conductor y, como consecuencia rompiese un travesañ, el conductor quede suspendido por el cable de acero.

- En su definición se observarán las siguientes prescripciones :
- La protección se construirá de tal manera que no pueda volcarse hacia el elemento que se protege.
- La protección será lo suficientemente resistente para soportar la caída del conductor, en caso de rotura.
- Los apoyos y travesaños del pórtico estarán adecuadamente consolidados.
- Las distancias verticales mínimas del cable en el tendido a la rasante de la carretera serán las exigidas por los gálidos establecidos en las carreteras.
- Los pórticos deberán tener la longitud mínima de vez y media la proyección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea que se va a tender.
- Es muy importante, en el tendido de los conductores en el cruce, considerar la posible componente vertical hacia abajo que por la orografía del terreno pueda crear en los apoyos, para que en ningún caso el conductor pueda soltarse, debido a esa componente, y proyectarse sobre la línea inferior.
- Para reforzar la seguridad, en el caso de considerarlo conveniente, se colocarán señales de tráfico (de obras, de limitación de velocidad, etc.), e incluso un operario con una señal roja indicadora de peligro, en ambas direcciones de la carretera a cruzar.

SERVICIOS AFECTADOS

Teléfono

Se realizarán mediante la interposición de barreras físicas, que impidan todo contacto accidental con las líneas telefónicas. Las barreras deben estar fijadas en forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos habituales. Si las barreras son metálicas se considerarán como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.

Ante una rotura de cable telefónico es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas:

- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado: ubicación de la avería, rutas de acceso a la obra, datos de la canalización, datos de la obra, y los datos de la persona que realiza la llamada (DNI, teléfono).
- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

Agua

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de agua. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar ("porterías" de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de agua a presión es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas:

- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado: ubicación de la avería, rutas de acceso a la obra, datos de la canalización, datos de la obra, y los datos de la persona que realiza la llamada (DNI, teléfono).
- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

Gas

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de gas. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar ("porterías" de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de gas es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado: ubicación de la avería, rutas de acceso a la obra, datos de la canalización, datos de la obra, y los datos de la persona que realiza la llamada (DNI, teléfono).
- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

6.3 A TERCEROS

La parte en intemperie de los trabajos suponen un riesgo debido a que circulan por ellos personas ajenas a las obras.

Los pozos y zanjas abiertos producen un riesgo de posibles caídas de terceras personas o de vehículos en los mismos.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se señalizarán, de acuerdo con la normativa vigente, los cruces de calzada, tomándose las medidas de seguridad que cada caso requiera.
- En las excavaciones para las cimentaciones y en las zanjas que permanezcan abiertas se instalarán las protecciones adecuadas que no sólo indiquen la existencia del riesgo, sino que además lo prevengan adecuadamente.

7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

7.1 RIESGOS PREVISIBLES

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir

accidentes por contactos tanto directos como indirectos. Como riesgos más frecuentes de estas instalaciones tenemos:

- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Caída del personal al mismo y a distinto nivel.

7.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

7.2.1. Cuadros de distribución

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20Ω .
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.

Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.

Solamente podrá manipular en ellos el electricista.

Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones serán de 1.000 V de tensión nominal como mínimo.

7.2.2. Prolongadores, clavijas, conexiones y cables

Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.

Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.

Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

7.2.3. Herramientas y útiles eléctricos portátiles

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.

Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.

Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

7.2.4. Máquinas y equipos eléctricos

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 Ω de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

7.2.5. Normas de carácter general

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.
- Todos los trabajos de mantenimiento de la red eléctrica provisional de la obra serán realizados por personal capacitado.
- Queda terminantemente prohibido puentear las protecciones.

Se realizará una adecuada comprobación y mantenimiento periódico de las instalaciones, equipos, herramientas de la obra.

Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

8. CONDICIONES AMBIENTALES

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros ni a factores externos nocivos (gases, vapores, ...).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

8.1 VENTILACIÓN

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente. En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud.

8.2 TEMPERATURA

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

8.3 FACTORES ATMOSFÉRICOS

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

9. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de Polvo o Gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones y oficinas, almacenes, vehículos etc.

Estos extintores deberán ser de fácil acceso y manipulación.

Los locales destinados a descanso de los trabajadores, comedores y vestuarios estarán en perfecto estado de limpieza y en ellos se prohíbe hacer fuego.

9.1 REVISIONES PERIÓDICAS

La persona designada al efecto por los distintos contratistas comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.

10. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

10.1 CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL

10.1.1. De ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

10.2 CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad, estos serán los técnicos de seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de plataformas y escaleras

11. REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

12. MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

12.1 CONTROL MÉDICO

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

12.2 MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

12.3 MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD

12.3.1. Profesional

El contratista debe acreditar que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

13. VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas. Montarán casetas prefabricadas de aseos, vestuarios y local para comedor, de acuerdo con el número de personas previstas por cada contratista, según las condiciones mínimas establecidas en el anexo IV parte A del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

Los vestuarios tendrán dimensiones suficientes, dispondrán de asientos, armarios para guardar la ropa y efectos personales. Estos armarios estarán provistos de 2 llaves, una de las cuales se entregará al trabajador, y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

A los vestuarios se acoplarán salas de aseo, que dispondrán de lavabos y duchas, con agua corriente fría y caliente, contando al menos de 1 por cada 10 trabajadores. Estos locales se equiparán con número suficiente de retretes.

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

14. RECURSOS PREVENTIVOS

Según se indica en el artículo 4 de la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, la presencia de Recursos Preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será de obligación en las diferentes fases de la obra en los siguientes casos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa. Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Además, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos de la obra y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Por otra parte, en el artículo 7 de la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, se establece la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción, en el cual se indica lo siguiente:

- La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas.

Además, en el 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. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006, se dice que:

«La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la **disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este real decreto, con las siguientes especialidades:

- El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.
- Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este real decreto.».

15. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD

15.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos de protección individual, en adelante EPI, deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los EPI que se utilicen en la obra deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se requieren. En este sentido, a los EPI les es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación vigente:

- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Orden de 16 de mayo de 1994, por el que se modifica el período transitorio establecido en el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 159/1995, de 3 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual .
- Orden de 20 de febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- En lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización.

Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI son:

- Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, así como el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes adecuados.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Otros aspectos a tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:

- Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo o prenda, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y repuesto al momento.
- Aquellos equipos o prendas de protección que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias superiores a las admitidas por el fabricante, serán repuestos inmediatamente.
- El uso de un equipo o una prenda de protección nunca deberá representar un riesgo por sí mismo.

Todo EPI entregado a los trabajadores, cumplirá la normativa existente respecto de la homologación, por lo que llevarán estampados marcado "CE" indicativo de que el producto es conforme con las "exigencias esenciales de salud y seguridad".

15.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

15.2.1. Señalización

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, ni de formación e información y se utilizará cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos suficientemente. Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquella, salvo que el riesgo desaparezca con el corte de suministro.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, contraincendios, salvamento-socorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atenderán a lo dispuesto específicamente en los anexos II y III del Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo VII del mismo Real Decreto.

Como norma general la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra son:

- Señales de prohibición:
 - o Entrada prohibida a personas no autorizadas.
 - o Atención, peligro obras.
 - o Peligro, paso de cargas suspendidas.
 - o Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.
- o Señales de obligación:
 - o Protección obligatoria de la cabeza.
 - o Protección obligatoria de los pies.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Protección obligatoria de las manos.
- Protección individual obligatoria contra caídas.
- Lucha contra incendios:
 - Extintor.
 - Dirección que debe seguirse.
 - Señales de salvamento o socorro:
 - Primeros auxilios.
 - Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

Además de las indicadas pueden existir otras señales de advertencia u obligación (caída a distinto nivel, protección de la vista, etc.) y ser necesarias su colocación debido a los riesgos que se presenten durante la realización de los trabajos.

15.3 PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES

15.3.1. Escaleras manuales en general

No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo, zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

15.3.2. Escaleras de madera

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

Los largueros serán de una sola pieza.

Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

15.3.3. Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.

Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

15.3.4. Escaleras de tijera

Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.

Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

16. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

16.1 PROMOTOR

El promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

16.2 DIRECCIÓN FACULTATIVA

Son el técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador de seguridad y salud, la dirección facultativa asumirá partes de las funciones a desempeñar por del coordinador, en concreto:

Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud, antes del comienzo de la obra.

Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas accedan a la obra.

Facilitar el libro de incidencias, tenerlo en su poder y en caso de anotación, estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

16.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN

El coordinador en materia de Seguridad y Salud es el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en artículo 9 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
 - o Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
 - o Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los Contratistas y, en su caso, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

16.4 CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales propios y ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cada contratista en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o en su caso el Estudio Básico, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico.

En el caso de Planes de Seguridad y Salud elaborados en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa de los párrafos anteriores.

Según el Real Decreto 1109/2007, de 24 agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, concretamente en su artículo 14º. El Libro de Subcontratación será habilitado por la autoridad laboral correspondiente al territorio en que se ejecute la obra. La habilitación consistirá en la verificación de que el Libro reúne los requisitos establecidos en este Real Decreto.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Según la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, antes de comenzar los trabajos, el contratista tendrá que realizar la apertura del Centro de Trabajo en el Organismo Competente.

Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 de dicho Real Decreto.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que se hayan de adoptar en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

Los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

16.5 TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Trabajador Autónomo es la persona física distinta del Contratista y del Subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del citado Real Decreto, durante la ejecución de la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en 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.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de Seguridad y de Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

Por otra parte, los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

17. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA

17.1 TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente estudio de seguridad y salud se facilitará a las empresas contratistas para que tal y como establece el art. 7 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, elaboren el

correspondiente Plan de Seguridad y Salud para la obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

17.2 RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra.

Cada empresa contratista contará a pie de obra con un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia (con formación en materia de prevención de riesgos y de primeros auxilios), siendo la encargada de organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su empresa, así como de los realizados por otras empresas subcontratadas. Como norma general tendrá asignadas las siguientes funciones:

- Organizar los trabajos dentro del ámbito de su competencia, para garantizar la realización de los mismos con las suficientes garantías de seguridad.
- Supervisar y controlar de forma continuada el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de trabajadores propios como de trabajadores subcontratados.
- Permitir el acceso de sólo personal autorizado/cualificado a los lugares de especial peligrosidad, o a la realización de actividades de especial riesgo (trabajos en altura, eléctricos, etc.).
- Permitir la manipulación de maquinaria y vehículos sólo a aquél personal que posea los permisos necesarios y/o reglamentarios, y estén suficientemente formados y adiestrados.
- Permitir el uso de máquinas, máquinas-herramientas sólo al personal suficientemente formado y adiestrado en su uso.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Controlar que las instalaciones provisionales de obra no presentan riesgos para los trabajadores.
- Procurar que la obra se encuentre en buen estado de orden y limpieza.
- Controlar el uso efectivo de los Equipos de Protección Individual (EPI) necesarios para los trabajos, así como se encargará de su suministro y reposición.
- Supervisar la correcta ubicación y funcionamiento de las protecciones colectivas (barandillas de protección, redes, pasarelas, etc.), no permitiendo los trabajos si estas no existen o han sido anuladas.
- Controlar el buen estado y correcto funcionamiento de la maquinaria y medios auxiliares empleados.
- Supervisar que se cumple con las normas y procedimientos establecidos, especialmente con las cinco reglas de oro, para trabajos en instalaciones eléctricas.
- Informar puntualmente a su inmediato superior de los incumplimientos que se produzcan en materia de seguridad.
- Suspender la actividad en caso de riesgo grave e inminente para la seguridad de los trabajadores.

17.3 ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA

La modalidad de organización de los recursos para el desarrollo de las actividades preventivas de las distintas Empresas que desarrollen los trabajos deberá estar contemplada en lo expresado en el capítulo III del Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Por otro lado, todo el personal antes de incorporarse por primera vez a la obra deberá haber pasado Reconocimiento Médico sobre capacitación para el trabajo a desempeñar, así como recibirá las instrucciones (información) y formación complementaria en materia de seguridad referida a los trabajos a realizar.

18. REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo.

18.1 DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los delegados de prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejadas en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El número de delegados de prevención en la empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

- El delegado de personal cuando este exista (artículo 35.2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales).
- Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales).
- Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales).

18.2 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El Servicio de Prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.
- Distribución de riesgos en la empresa.

19. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE

El principal objetivo ante cualquier emergencia es su localización y, a ser posible, su eliminación, reduciendo al mínimo sus efectos sobre las personas y las instalaciones. Por ello antes del comienzo de los trabajos todo el personal de obra deberá recibir información e instrucciones precisas de actuación en caso de emergencia y de primeros auxilios.

En particular, a los trabajadores se les informará, entre otros puntos, de:

- Medidas de evacuación de los trabajadores (salidas de emergencia existentes).
- Normas de actuación sobre lo que "se debe" y "no se debe hacer" en caso de emergencia.
- Medios materiales de extinción contra incendios y actuación en primeros auxilios.

Por otra parte, cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un riesgo grave e inminente el jefe de brigada (encargado o capataz) deberá:

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

- Informar inmediatamente a todos los trabajadores afectados sobre la existencia de dicho riesgo, así como de las medidas preventivas a adoptar.
- Adoptar las medidas y dar las órdenes necesarias para que en caso de riesgo grave, inminente e inevitable los trabajadores puedan interrumpir su actividad, no pudiéndose exigir a los trabajadores que reanuden su actividad tanto en cuanto persista el peligro.
- Habilitar lo necesario para que el trabajador que no pudiese ponerse en contacto con su superior ante una situación de tal magnitud interrumpa su actividad, poniéndolo en conocimiento de su superior inmediato en el mínimo tiempo posible.
- Poner en conocimiento en el menor tiempo posible de la dirección facultativa y del titular del Centro de Trabajo, la aparición de tales circunstancias.

19.1 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el jefe de brigada el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la contrata o subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

19.2 BOTIQUÍN

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gases estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local,...

19.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Este apartado tiene por objeto dar una serie de recomendaciones relativas a la actuación contra el fuego en el caso de que éste llegara a producirse.

En primer lugar, se intentará sofocar el conato de incendio y si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

Para hacer funcionar los extintores portátiles se seguirán los siguientes pasos:

- Sacar la anilla que hace de seguro.
- Abrir la válvula de gas impulsor de botellín adosado (si es de presión incorporada no tiene este paso).
- Apretar la pistola dirigiendo el chorro a la base de las llamas y barrer en abanico.
- La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local.
- Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio.
- Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. Hay que barrer desde lejos y acercarse poco a poco al fuego.

Siempre que las actuaciones para atacar no se dificulten grandemente a consecuencia del humo, no deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio.

Recordar que, a falta de protección respiratoria, una protección improvisada es colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias, procurando ir agachado a ras del suelo, pues el humo por su densidad tiende a ir hacia arriba.

Si se inflaman las ropas, no correr; las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona a la que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

20. COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

El empresario cumplimentará el parte de accidente de trabajo (según el modelo oficial) en aquellos accidentes de trabajo o recaídas que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día, salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente, previa baja médica.

Dicho documento será remitido por la empresa a la mutua o entidad gestora o colaboradora de la Seguridad Social, que tiene a su cargo la protección por accidente de trabajo, en el plazo máximo de 5 días hábiles, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.

Aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves, o que el accidente ocurrido en un centro de trabajo afecte a más de cuatro trabajadores, pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la empresa, esta además de cumplimentar el parte de accidente comunicará éste hecho, en el plazo máximo de 24 horas, por telegrama u otro medio de comunicación análogo, a la autoridad laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, debiendo constar en la comunicación la razón social, domicilio y teléfono de la empresa, nombre del accidentado, dirección completa del lugar donde ocurrió el accidente así como una breve descripción del mismo.

La relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica deberá cumplimentarse mensualmente en aquellos accidentes de trabajo que no hayan causado baja médica.

Dicho documento será remitido por la empresa, en los modelos oficiales, a la entidad gestora de accidentes de trabajo en los plazos que marca la legislación vigente.

Finalmente, todo incidente o accidente ocurrido en obra debe quedar registrado, debiendo notificarse en todos los casos al coordinador de Seguridad y Salud, o a la dirección facultativa cuando no fuera necesaria su designación, a la mayor brevedad posible.

Todo accidente ocurrido en la obra debe ser investigado por la empresa a la que pertenezca el trabajador, elaborando el preceptivo informe de investigación de accidentes, que deberá ser archivado junto con el resto de documentación del accidente. Este informe estará a disposición del coordinador de Seguridad y Salud, y de la dirección facultativa.

21. SERVICIOS HIGIÉNICOS

En aplicación de lo exigido a este respecto por la normativa aplicable, anexo IV parte A del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se deberán destinar los servicios higiénicos (vestuarios, retretes y lavabos) necesarios para los trabajadores.

En el caso en que se utilicen instalaciones provisionales (casetas o similar), se garantizará para todo el periodo que abarque la ejecución, mientras exista personal imputable a la misma.

Las instalaciones se mantendrán en adecuadas condiciones de higiene y limpieza, quedando totalmente prohibido el almacenamiento de sustancias y material de obra en su interior, pues su uso no es el de almacén.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria, debiendo encontrarse los vestuarios próximos a las salas de aseo.

No obstante, al ejecutarse la obra en locales ya construidos, y dotados ya de este tipo de instalaciones, podrán utilizarse las mismas (previo acuerdo con la propiedad), o en su caso los existentes en las instalaciones de las empresas a las que pertenezcan, cuando esta posibilidad sea viable.

Además, en la obra, los trabajadores dispondrán de suficiente agua potable, la cual se mantendrá en recipientes adecuados para su conservación e higiene y marcados con el nombre de su contenido.

22. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del 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, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma de que en cada obra disponga de algún socorrista con todos los medios que precise.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del 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, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

La información suministrada preferentemente por escrito deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

- Cualquier otra información de utilidad preventiva.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

23. VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Atendiendo a esta obligación, todo trabajador que se incorpore a la obra habrá pasado un reconocimiento médico que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

24. RESPONSABILIDADES Y PENALIZACIONES

El incumplimiento de las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales podrá dar lugar a responsabilidades administrativas, así como en su caso, a responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse de dicho incumplimiento.

No se penalizará los hechos que hayan sido sancionados penal o administrativamente, en los casos que se aprecie la identidad de sujeto hecho y fundamento, por parte de la Autoridad Laboral competente.

24.1 REQUERIMIENTOS POR INCUMPLIMIENTOS

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa comprobare la existencia de una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales, requerirá al empresario para la subsanación de las deficiencias observadas, salvo que por la gravedad e inminencia de los riesgos procediese acordar la paralización prevista en el artículo 14 del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, todo ello sin perjuicio de la propuesta de sanción correspondiente en su caso.

El requerimiento formulado por el coordinador de Seguridad y Salud o la dirección facultativa se hará saber por escrito al empresario presuntamente responsable señalando las anomalías para

su subsanación. Dicho requerimiento se pondrá, asimismo, en conocimiento de los delegados de prevención.

Si se incumpliera el requerimiento formulado, persistiendo los hechos infractores, la persona que realiza la demanda propondrá al Promotor la penalización por tales hechos.

24.2 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el coordinador de Seguridad y Salud o cualquiera otra persona integrada en la dirección facultativa compruebe que la inobservancia de la normativa sobre prevención de riesgos laborales implica, a su juicio, un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores podrá ordenar la paralización inmediata de tales trabajos o tareas, dejando constancia en el libro de Incidencias.

Dicha medida será comunicada a la empresa responsable, que la pondrá en conocimiento inmediato de los trabajadores afectados, del delegado de prevención o, en su ausencia, de los representantes del personal. Por otro lado, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social del cumplimiento de esta notificación.

La paralización de los trabajos se levantará por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social si la hubiese decretado, por el coordinador de Seguridad y Salud o por el empresario tan pronto como se subsanen las causas que la motivaron, debiendo el empresario comunicarlo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y/o al coordinador de Seguridad y Salud, según el caso.

25. PENALIZACIONES

Son infracciones a la normativa en materia de Prevención de Riesgos Laborales las acciones u omisiones de los Empresarios que incumplan las normas legales, reglamentarias y cláusulas normativas de los convenios colectivos en materia de seguridad y salud sujetas a responsabilidades conforme a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles y penales de las contratadas y subcontratadas, el coordinador de Seguridad y Salud podrá proponer al promotor la aplicación de penalizaciones.

Se calificarán estas penalizaciones como leves, graves y muy graves, en atención a la naturaleza del deber infringido y la entidad del derecho afectado.

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Las penalizaciones podrán imponerse en grado mínimo, medio y máximo, atendiendo a los siguientes criterios:

- La peligrosidad de las actividades desarrolladas.
- El carácter transitorio o permanente de los riesgos.
- La gravedad de los daños producidos o que hubieran podido producirse por la ausencia o deficiencia de las medidas preventivas necesarias.
- El número de trabajadores afectados.
- Las medidas de protección individual o colectiva adoptadas por el empresario y las instrucciones impartidas por éste en orden a la prevención de riesgos.
- El incumplimiento de advertencias o requerimientos previos del Coordinador de Seguridad y Salud.
- La inobservancia de las propuestas realizadas por los servicios de prevención, los delegados de prevención o el Comité de Seguridad y Salud de la empresa para la corrección de las deficiencias legales existentes.
- La conducta general seguida por el empresario en orden a la estricta observancia de las normas en materia de prevención de riesgos laborales.

26. PRESUPUESTO

26.1 PROTECCIONES PERSONALES

PROTECCIONES PERSONALES				
UD.	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
Ud.	Casco de seguridad homologado	12	5,00 €	60,00 €
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	12	7,40 €	88,80 €
Ud.	Gafa sopletero	5	6,50 €	32,50 €
Ud.	Pantalla de soldador	5	22,50 €	112,50 €
Ud.	Cristal pantalla de soldador	9	1,26 €	11,34 €
Ud.	Pantalla facial	7	8,40 €	58,80 €
Ud.	Mascarilla antipolvo	288	1,50 €	432,00 €
Ud.	Protector auditivo (tapón)	144	0,40 €	57,60 €
Ud.	Protector auditivo (casco)	7	16,50 €	115,50 €
Ud.	Arnés para trabajos en altura con dispositivo de anticaída móvil y línea de vida	10	546,20 €	5.462,00 €
Ud.	Grupo de respiración autónomo	1	350,00 €	350,00 €
Ud.	Mono o buzo de trabajo	12	32,00 €	384,00 €

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Ud.	Impermeable	12	25,30 €	303,60 €
Ud.	Guantes dieléctricos	6	32,50 €	195,00 €
Ud.	Guantes de uso general	36	3,50 €	126,00 €
Ud.	Guantes de cuero	22	4,23 €	93,06 €
Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	12	22,40 €	268,80 €
Ud.	Botas de seguridad de cuero	12	28,40 €	340,80 €
Ud.	Botas dieléctricas	6	26,14 €	156,84 €
Ud.	Mandil soldador	6	19,83 €	118,98 €
Ud.	Manguitos soldador	6	7,82 €	46,92 €
Ud.	Chaleco reflectante	12	17,50 €	210,00 €
TOTAL PROTECCIONES PERSONALES				9.025,04 €

26.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

PROTECCIONES COLECTIVAS				
UD.	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
Ud.	Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida la colocación	5	27,20 €	136,00 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	5	5,63 €	28,15 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluida la colocación	5	4,30 €	21,50 €
Mts.	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	200	0,50 €	100,00 €
Mts.	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	700	0,20 €	140,00 €
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	50	9,43 €	471,50 €
Ud.	Jalón de señalización, incl. colocación	20	1,00 €	20,00 €
Ud.	Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos	5	29,15 €	145,75 €
Hrs.	Camión de riego, incluido el conductor	80	28,85 €	2.308,00 €
Ud.	Mampara antiproyecciones	10	67,63 €	676,30 €
M ²	Entibado excavación	48	5,00 €	240,00 €
Hrs.	Mano de obra de señalización	140	5,71 €	799,40 €
Hrs.	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	60	13,82 €	829,20 €
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	1	360,00 €	360,00 €
Ud.	Extintor de polvo polivalente de 6 Kg, incluido el soporte	1	214,00 €	214,00 €
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS				6.489,80 €

26.3 PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA

PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
UD.	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
Ud.	Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	1	75,13 €	75,13 €
Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300 mA), incluida instalación	2	87,16 €	174,32 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA), incluida instalación	2	93,16 €	186,32 €
TOTAL PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA				435,77 €

26.4 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS				
UD.	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
Ud.	Botiquín	1	90,00 €	90,00 €
Ud.	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra	1	60,10 €	60,10 €
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	12	30,05 €	360,60 €
TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS				510,70 €

26.5 VIGILANCIA Y FORMACIÓN

VIGILANCIA Y FORMACIÓN				
UD.	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
Ud.	Reunión semanal de la Comisión de seguridad de la obra	16	90,15 €	1.442,40 €
Hrs.	Formación de Seguridad e Higiene en el trabajo	10	21,04 €	210,40 €
Ud.	Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas)	18	300,51 €	5.409,18 €
TOTAL VIGILANCIA Y FORMACION				7.061,98 €

26.6 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				
UD.	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
Ud.	Recipiente para recogida de basuras	1	21,04 €	21,04 €
Meses	Alquiler de barracón para vestuarios	8	100,00 €	800,00 €
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	12	22,13 €	265,56 €
Ud.	Banco de madera capacidad 6 personas	2	30,05 €	60,10 €
Ud.	Radiador de infrarrojos	1	39,07 €	39,07 €

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Meses	Alquiler de barracón para aseos con dos duchas, dos lavabos y un WC	8	408,69 €	3.269,52 €
Hrs.	Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal	48	5,56 €	266,88 €
Ud.	Suministro de agua para aseos y energía eléctrica para vestuarios y aseos totalmente terminados	1	150,00 €	150,00 €
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR				4.872,17 €

26.7 PRESUPUESTO FINAL

DENOMINACIÓN	IMPORTE TOTAL
PROTECCIONES PERSONALES	9.025,04 €
PROTECCIONES COLECTIVAS	6.489,80 €
PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA	435,77 €
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	510,70 €
VIGILANCIA Y FORMACIÓN	7.061,98 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	4.872,17 €
TOTAL PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	28.395,46 €

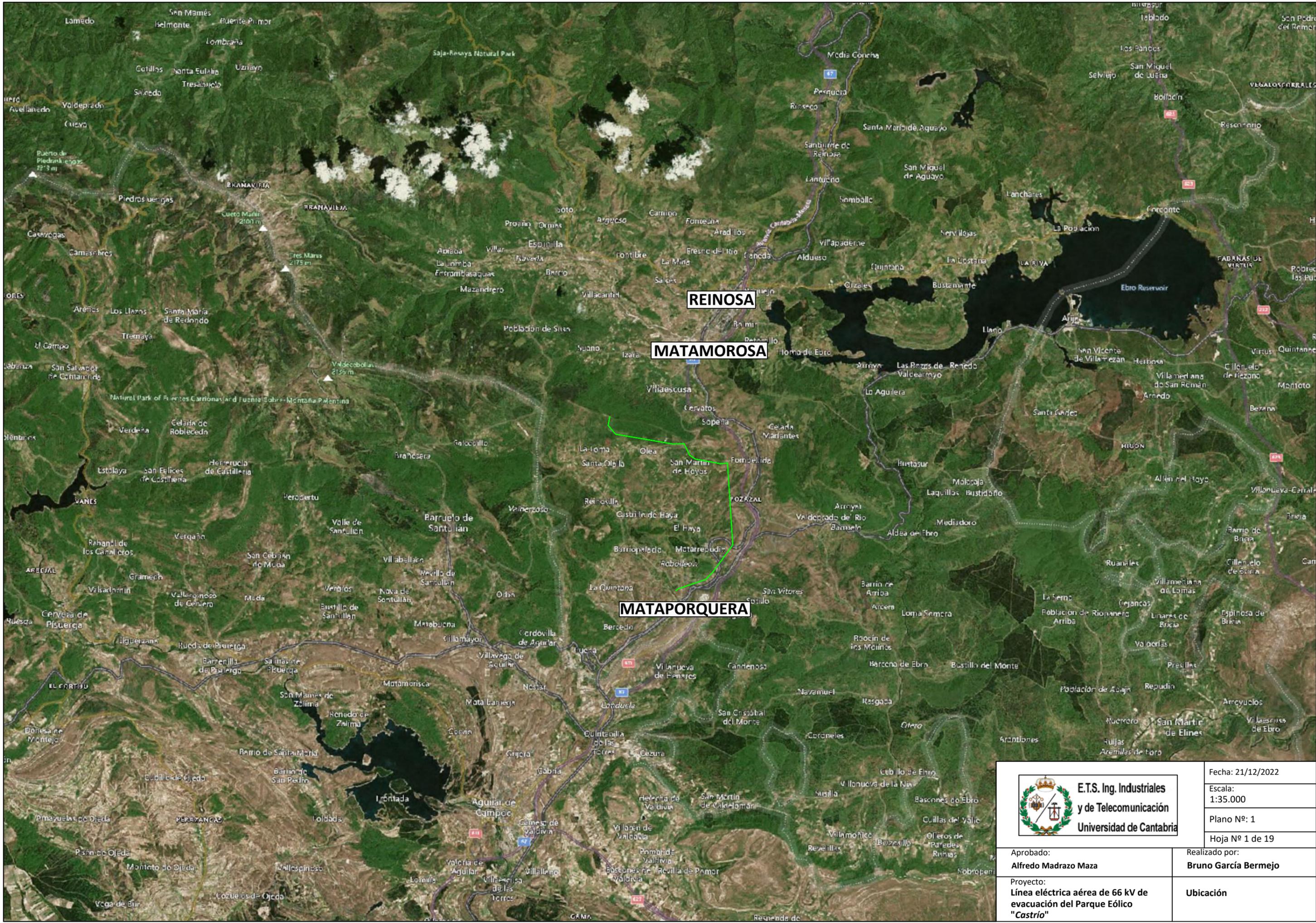
DOCUMENTO III: PLANOS

DOCUMENTO III

PLANOS

ÍNDICE

1. UBICACIÓN (Situación y emplazamiento)
2. ALTERNATIVAS ESTUDIADAS
3. ALTERNATIVA SELECCIONADA
4. PERFIL Y PLANTA
 1. HOJA 1
 2. HOJA 2
 3. HOJA 3
 4. HOJA 4
 5. HOJA 5
 6. HOJA 6
 7. HOJA 7
 8. HOJA 8
 9. HOJA 9
 10. HOJA 10
 11. HOJA 11
 12. HOJA 12
 13. HOJA 13
 14. HOJA 14
 15. HOJA 15
 16. HOJA 16



**E.T.S. Ing. Industriales
y de Telecomunicación**
Universidad de Cantabria

Fecha: 21/12/2022
Escala:
1:35.000
Plano Nº: 1
Hoja Nº 1 de 19

Aprobado:
Alfredo Madrazo Maza

Realizado por:
Bruno García Bermejo

Proyecto:
**Línea eléctrica aérea de 66 kV de
evacuación del Parque Eólico
"Castro"**

Ubicación



Fecha: 21/12/2022
Escala:
1:35.000
Plano Nº: 2
Hoja Nº 2 de 19

Aprobado:
Alfredo Madrazo Maza

Realizado por:
Bruno García Bermejo

Proyecto:
**Línea eléctrica aérea de 66 kV de
evacuación del Parque Eólico
"Castro"**

Alternativas evaluadas



E.T.S. Ing. Industriales
y de Telecomunicación
Universidad de Cantabria

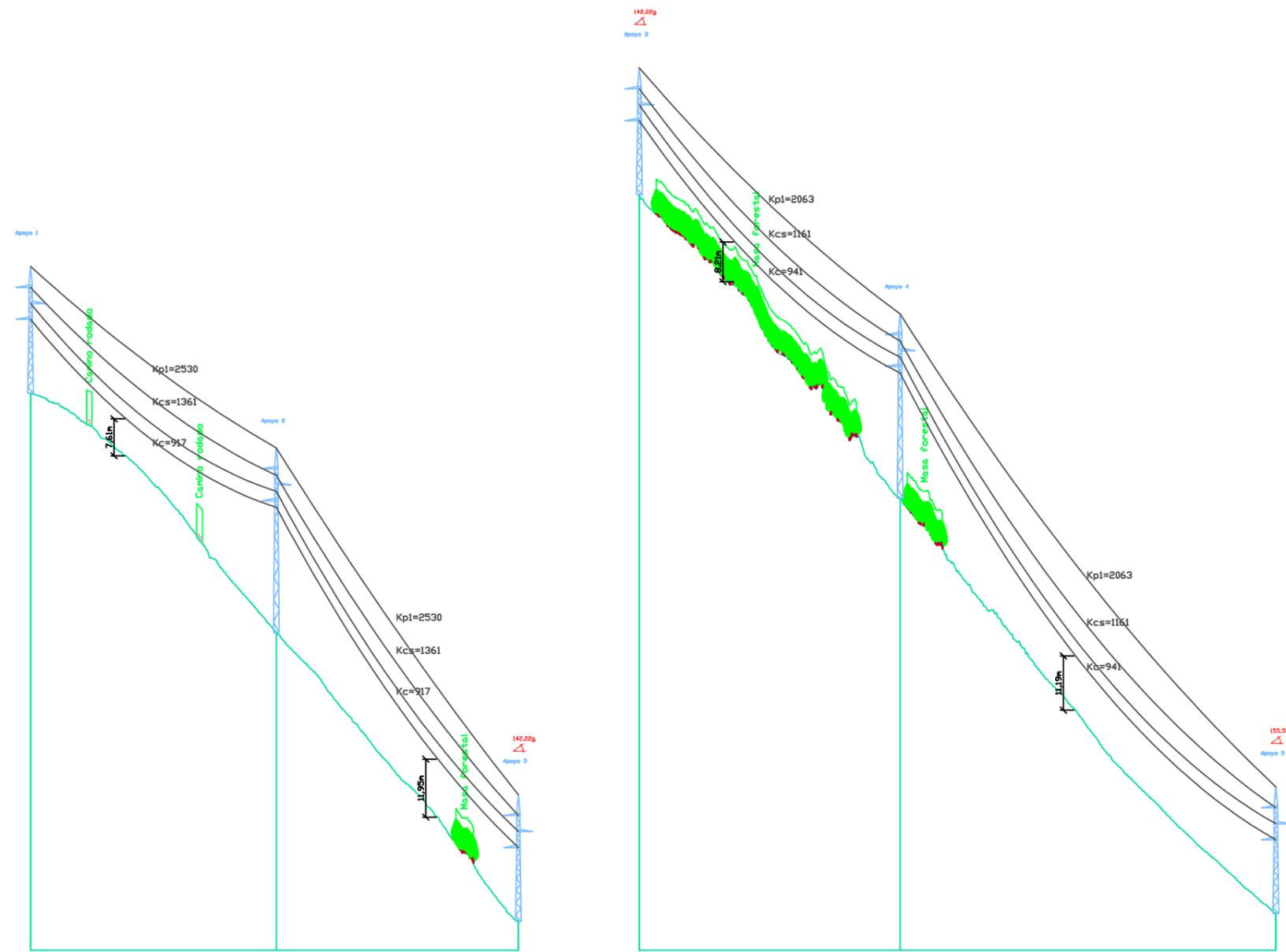
Fecha: 21/12/2022
Escala:
1:35.000
Plano N°: 3
Hoja N° 3 de 19

Aprobado:
Alfredo Madrazo Maza

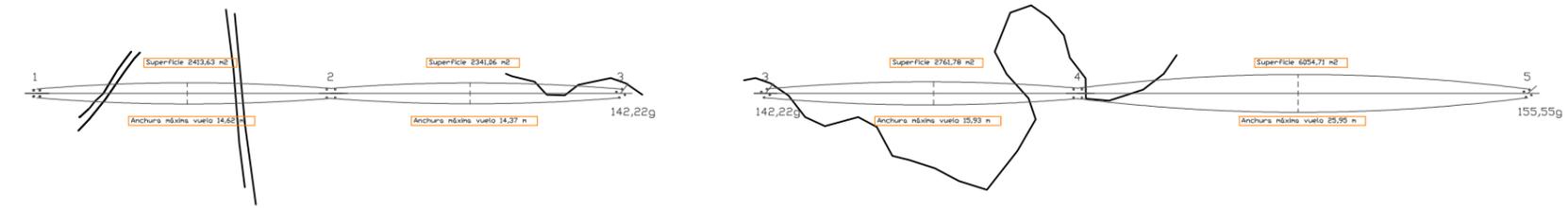
Realizado por:
Bruno García Bermejo

Proyecto:
**Línea eléctrica aérea de 66 kV de
evacuación del Parque Eólico
"Castro"**

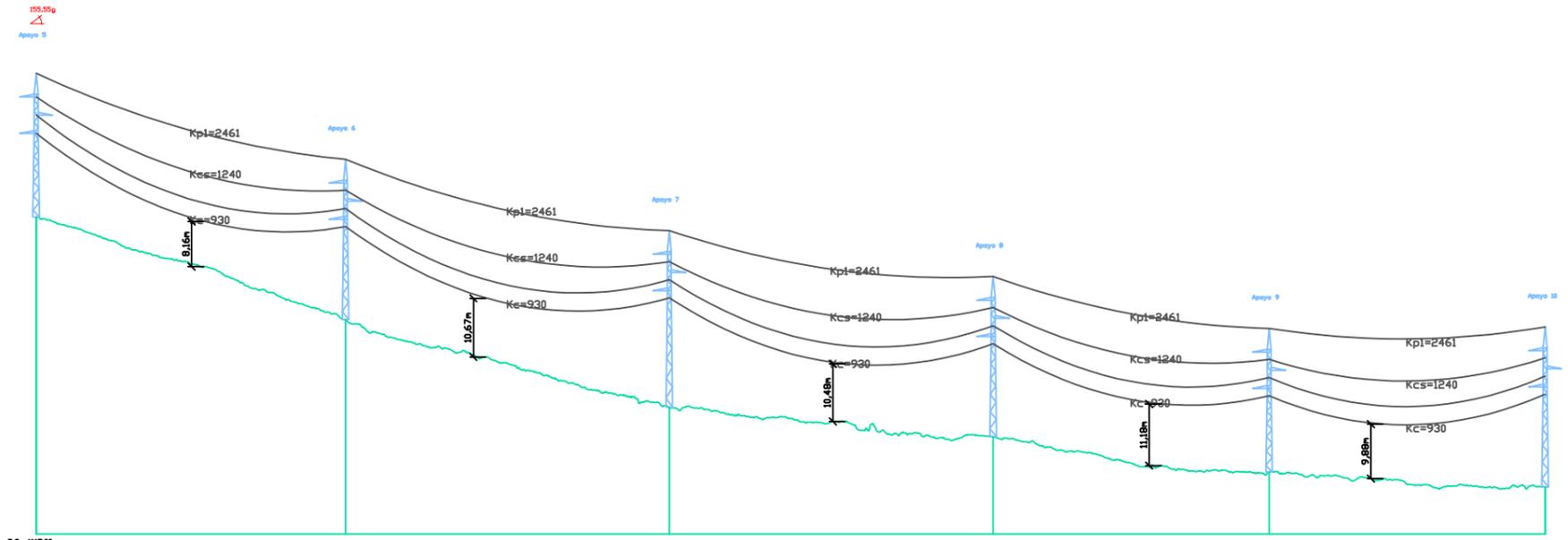
Alternativa seleccionada



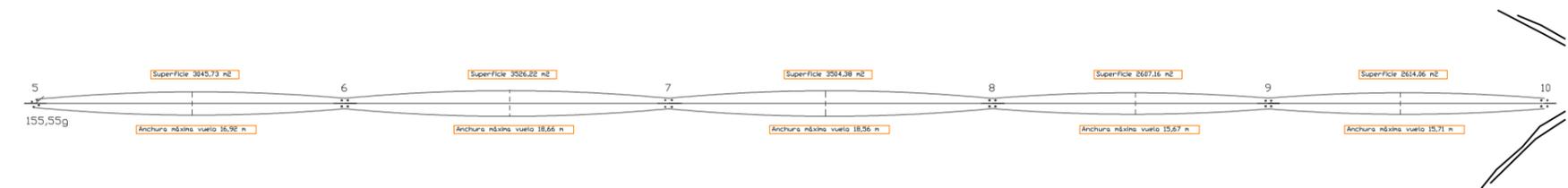
	P.C. 1315.00 n			P.C. 1165.00 n		
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	1	2	3	3	4	5
Cota Terreno (m)	1438.00	1393.35	1385.99	1388.99	1259.84	1172.60
Distancia Parcela (m)	0.00	203.15	199.94	215.51	308.47	
Distancia Origen (m)	0.00	203.15	403.09	403.09	618.66	929.87
Función de Apoyo	FL	AL_SU	AL_AM (142.22g)	AL_AM (142.22g)	AL_SU	AL_AM (155.55g)
Serie Apoyo	CD-27000-15	CD-3000-27	CD-9000-15	CD-9000-15	CD-3000-27	CD-7000-15
Serie Arched (m)	$b=3,3/a=3/c=3/h=4,3$	$b=3,3/a=3/c=3/h=4,3$	$b=3,3/a=3/c=3/h=4,3$	$b=3,3/a=3/c=3/h=4,3$	$b=3,3/a=3/c=3/h=4,3$	$b=3,3/a=3/c=3/h=4,3$
Altura DSI Druceña Inferior (m)	15,2	27,2	15,2	15,2	27,2	15,2
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrado con curva)	Tetrabloque (Cuadrado con curva)	Tetrabloque (Cuadrado con curva) / Tetrabloque (Cuadrado con curva) (Cuadrado con curva)	Tetrabloque (Cuadrado con curva) / Tetrabloque (Cuadrado con curva) (Cuadrado con curva)	Tetrabloque (Cuadrado con curva)	Tetrabloque (Cuadrado con curva)
Datos Cimentación (m)	$a=1,8/h=0,5/h=0,35/b=1,2$	$a=1,1/h=0,2/h=2,25/b=0,9$	$a=1,15/h=0,25/h=2,45/b=0,9$	$a=1,15/h=0,25/h=2,45/b=0,9$	$a=1,1/h=0,2/h=2,25/b=0,9$	$a=1,15/h=0,25/h=2,45/b=0,9$



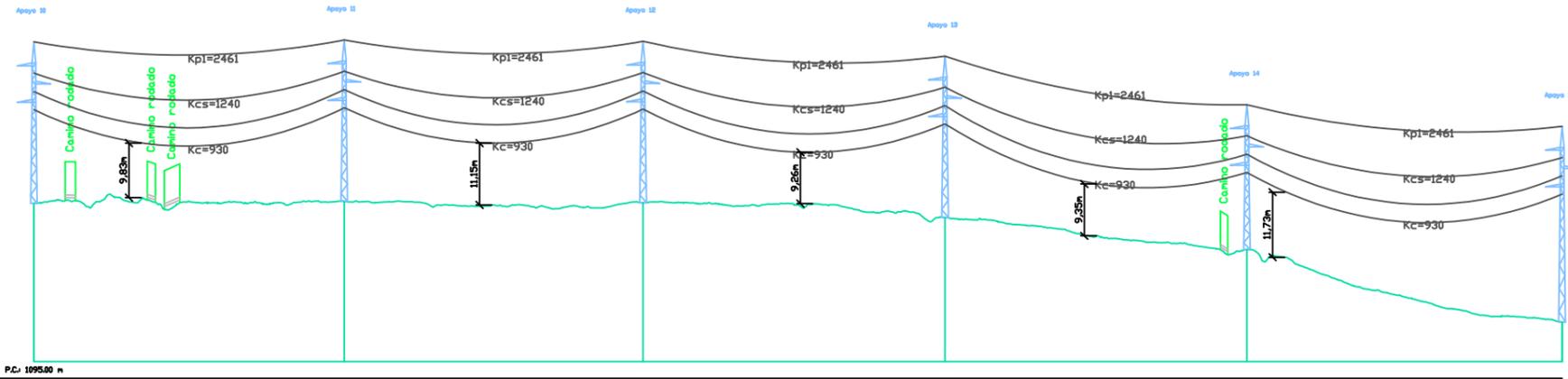
	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 4
	Hoja Nº 4 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"	Perfil y planta LAAT 66 kV



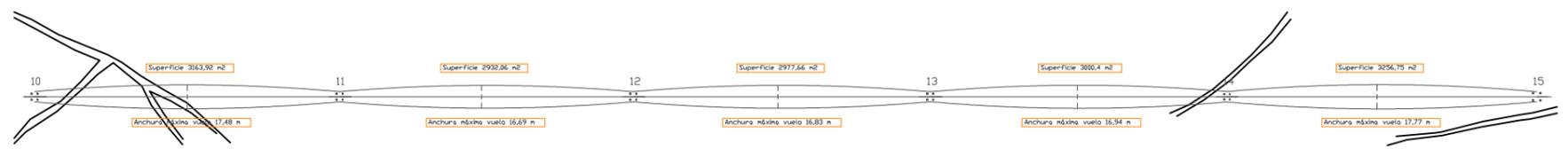
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	5	6	7	8	9	10
Cota Terreno (m)	1172.60	1153.98	1138.03	1132.69	1126.27	1123.53
Distancia Parcial (m)	304.47	225.80	235.47	235.46	200.71	206.42
Distancia Origen (m)	529.87	1154.67	1389.54	1625.00	1825.71	2026.42
Función de Apoyo	AL_AH (155,55g)	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU
Serie Apoyo	CD-7000-15	CD-3000-18	CD-3000-21	CD-3000-18	CD-3000-15	CD-3000-18
Armado (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3
Altura Dst. Cruzeta Inferior (m)	19,2	19,2	21,2	19,2	19,2	19,2
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrada con curva)					
Datos Cimentación (m)	a=1,15/h=0,25/H=1,95/b=0,9	a=1,25/h=0,15/H=1,95/b=0,9	a=1,15/h=0,25/H=1,95/b=0,9	a=1,25/h=0,15/H=1,95/b=0,9	a=1,3/h=0,25/H=1,75/b=0,9	a=1,25/h=0,15/H=1,95/b=0,9



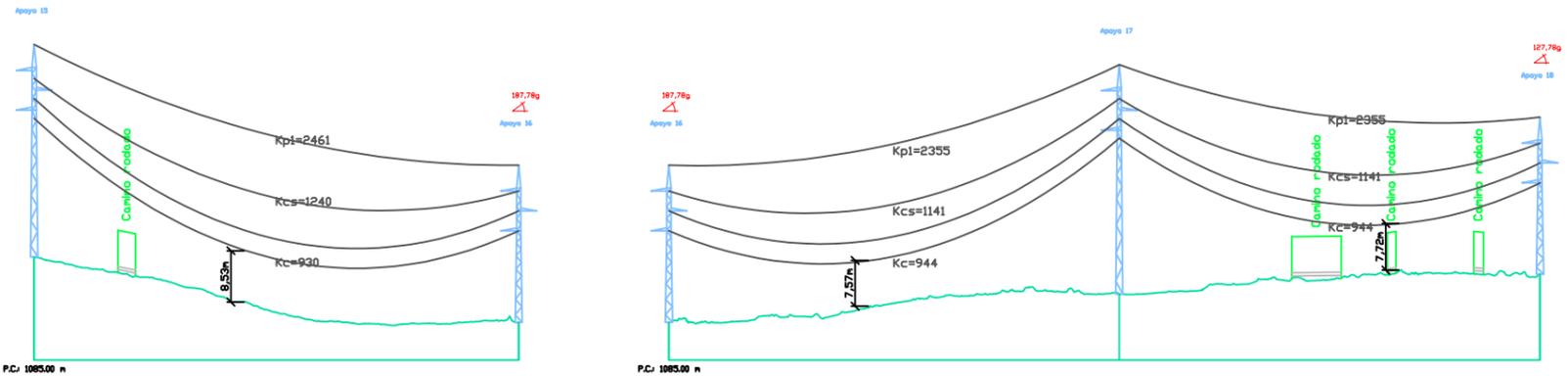
	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
Plano Nº: 5	
Hoja Nº 5 de 19	
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"	Perfil y planta LAAT 66 kV



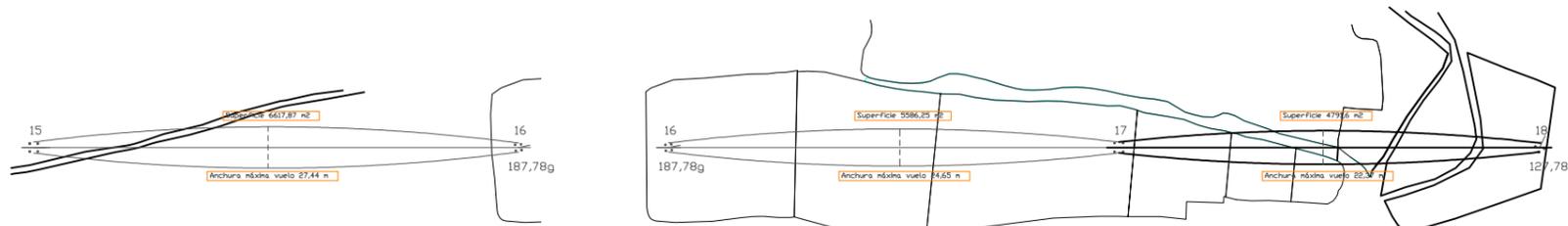
	10	11	12	13	14	15
P.C. 1095.00 m						
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	10	223.79	215.40	217.70	217.70	227.19
Cota Terreno (m)	1123.53	1123.87	1123.63	1120.96	1115.21	1108.10
Distancia Parcial (m)	200.71	223.79	215.40	217.70	217.70	227.19
Distancia Origen (m)	2006.42	2250.21	2465.60	2683.30	2901.00	3128.19
Función de Apoyo	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU
Serie Apoyo	CD-3000-18	CD-3000-18	CD-3000-18	CD-3000-18	CD-3000-15	CD-3000-24
Armado (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3
Altura Dst. Cruzeta Inferior (m)	18,2	18,2	18,2	18,2	15,2	24,4
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrado con curva)					
Datos Orientación (m)	a=1,05/h=0,15/h=1,95/b=0,9	a=1,05/h=0,15/h=1,95/b=0,9	a=1,05/h=0,15/h=1,95/b=0,9	a=1,05/h=0,15/h=1,95/b=0,9	a=1,3/h=0,25/h=1,75/b=0,9	a=1,05/h=0,15/h=2,05/b=0,9



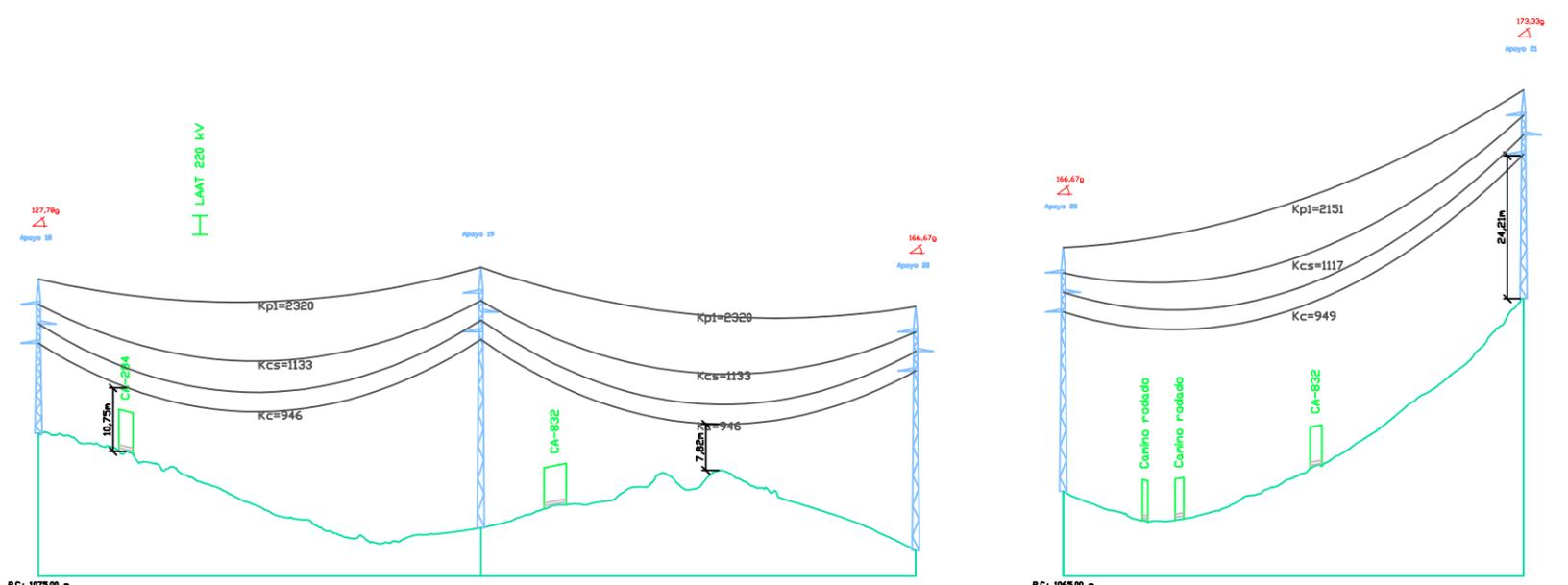
	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 6
	Hoja Nº 6 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"	Perfil y planta LAAT 66 kV



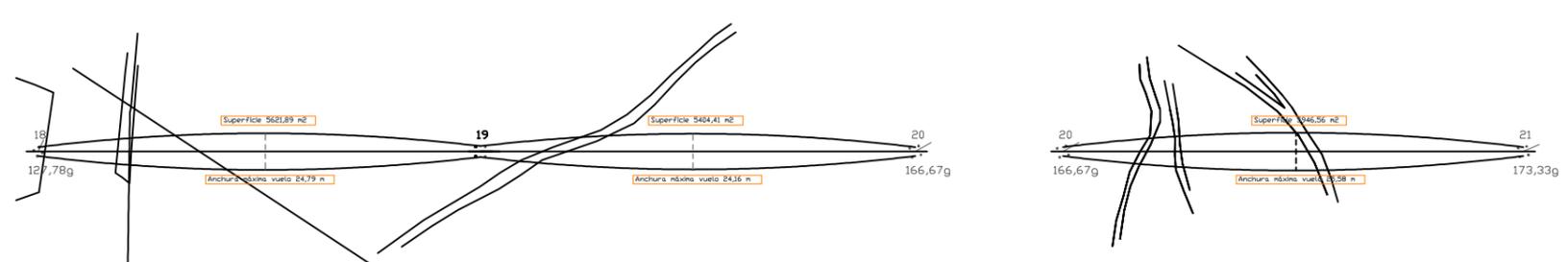
Nº Apoyos / Longitud Vano (m)	15		16		17		18	
	1095.00	302.60	302.60	299.77	299.77	299.94	299.82	
Cota Terreno (m)	1095.00	302.60	302.60	299.77	299.77	299.94	299.82	
Distancia Parcial (m)	227.49	302.60	302.60	299.77	299.77	299.94	299.82	
Distancia Origen (m)	3363.19	3456.79	3456.79	3750.56	3750.56	4036.67	4036.67	
Función de Apoyo	AL_SU	AN_AM (187.78g)	AN_AM (187.78g)	AL_SU	AL_SU	AN_AM (187.78g)	AN_AM (187.78g)	
Serie Apoyo	CD-3000-24	CD-3000-15	CD-3000-15	CD-3000-27	CD-3000-27	CD-15000-15	CD-15000-15	
Arreglo (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3							
Altura DDE Cruzeta Inferior (m)	24,4	15,2	15,2	27,2	27,2	15,2	15,2	
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrada con curva)							
Datos Cimentación (m)	a=1,85/h=0,15/h=1,75/b=0,9	a=1,3/h=0,25/h=1,75/b=0,9	a=1,3/h=0,25/h=1,75/b=0,9	a=1,3/h=0,25/h=1,75/b=0,9	a=1,3/h=0,25/h=1,75/b=0,9	a=1,35/h=0,4/h=2,3/b=1,1	a=1,35/h=0,4/h=2,3/b=1,1	



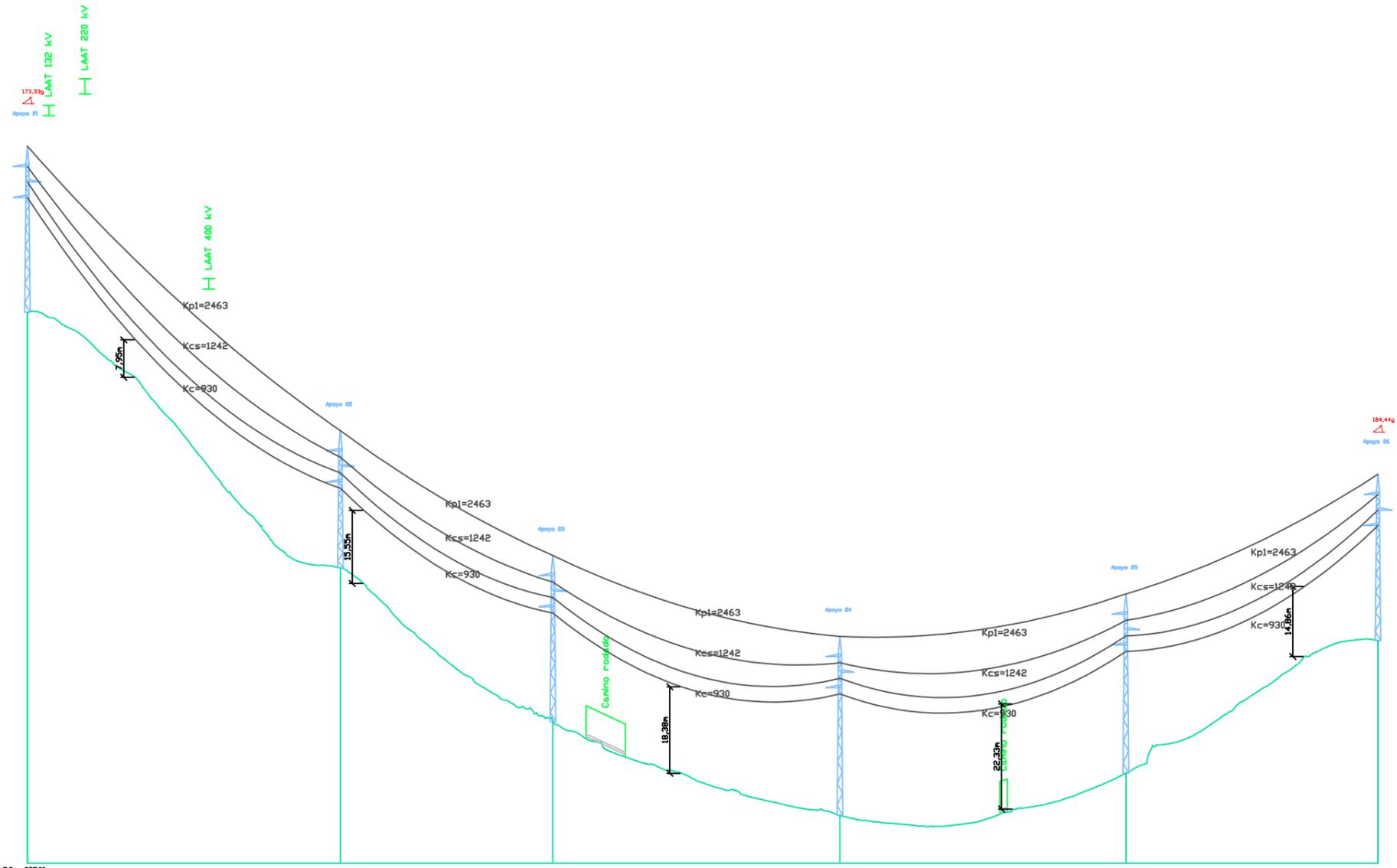
	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 7
	Hoja Nº 7 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"	Perfil y planta LAAT 66 kV



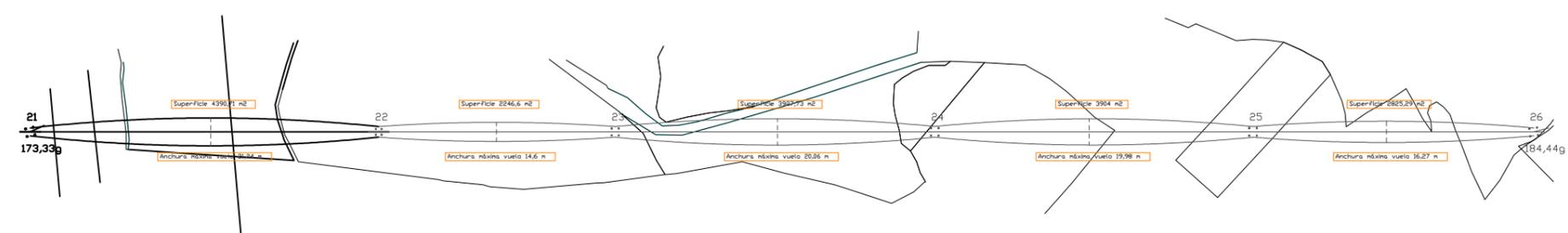
Nº Apoyos / Longitud Venas (m)	18	19	20	21
Cota Terreno (m)	1075.00	1075.00	1075.00	1075.00
Distancia Parcel (m)	299.11	299.77	294.76	294.76
Distancia Origen (m)	4036.67	4336.44	4625.20	4937.23
Función de Apoyo	AN_M (127.78g)	AL_30	AN_M (166.67g)	AN_M (173.33g)
Serie Apoyo	CD-15000-15	CD-9000-33	CD-7000-30	CD-9000-24
Arnadado (m)	b=3,3/s=3/c=3/r=4,3	b=3,3/s=3/c=3/r=4,3	b=3,3/s=3/c=3/r=4,3	b=3,3/s=3/c=3/r=4,3
Altura DSI Cruzeta Inferior (m)	35,2	35,2	35,4	35,4
Tipo de cimentación	Tetraploteo (Cuadrado con curva)			
Datos Cimentación (m)	a=1,35/r=9,4/r=2,5/b=1,1	a=1,1/r=9,2/r=2,1/b=0,9	a=1,15/r=9,25/r=2,7/b=0,9	a=1,15/r=9,25/r=2,6/b=0,9



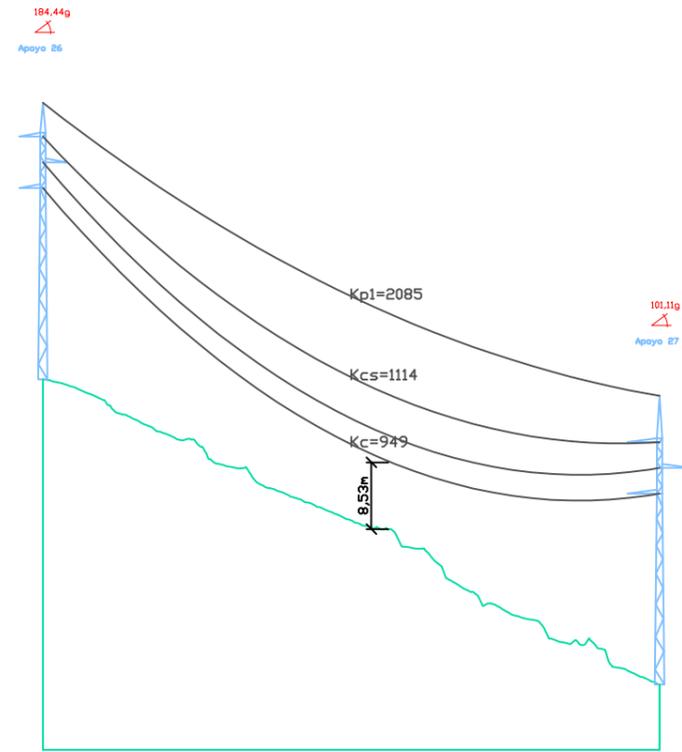
	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 8
	Hoja Nº 8 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"	Perfil y planta LAAT 66 kV



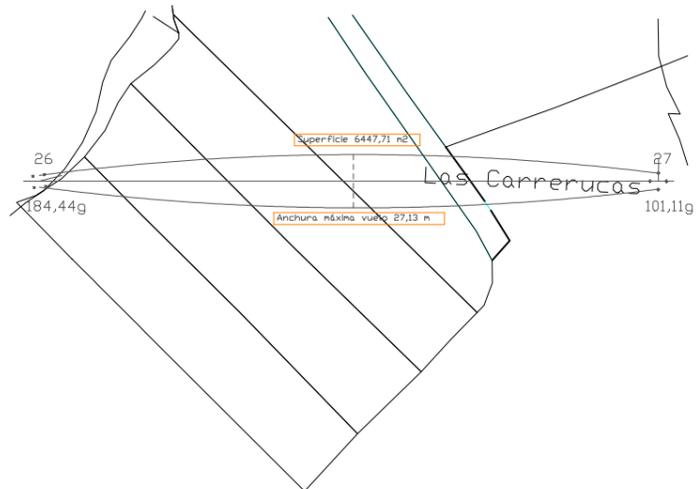
P.C. 995.00 n	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	21	22	23	24	25	26
Cota Terreno (m)	173.33	184.44	187.88	187.88	184.44	184.44
Distancia Parcela (m)	312.21	256.28	180.72	244.19	243.25	214.46
Distancia Origen (m)	4937.23	5203.51	5384.23	5628.42	5871.68	6086.14
Función de Apoyo	AN_AH (173.33g)	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AN_AH (184.44g)
Serie Apoyo	CD-9000-04	CD-9000-04	CD-9000-04	CD-9000-07	CD-9000-07	CD-9000-04
Armado (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3
Altura Dist. Cruzeta Inferior (m)	24,4	18,2	24,4	27,2	27,2	24,4
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrada con curva)					
Datos Orientación (m)	a=1,15/h=0,25/h=2,6/b=0,9	a=1,25/h=0,15/h=1,95/b=0,9	a=1,25/h=0,15/h=2,25/b=0,9	a=1,1/h=0,2/h=2,25/b=0,9	a=1,1/h=0,2/h=2,25/b=0,9	a=1,15/h=0,25/h=2,6/b=0,9



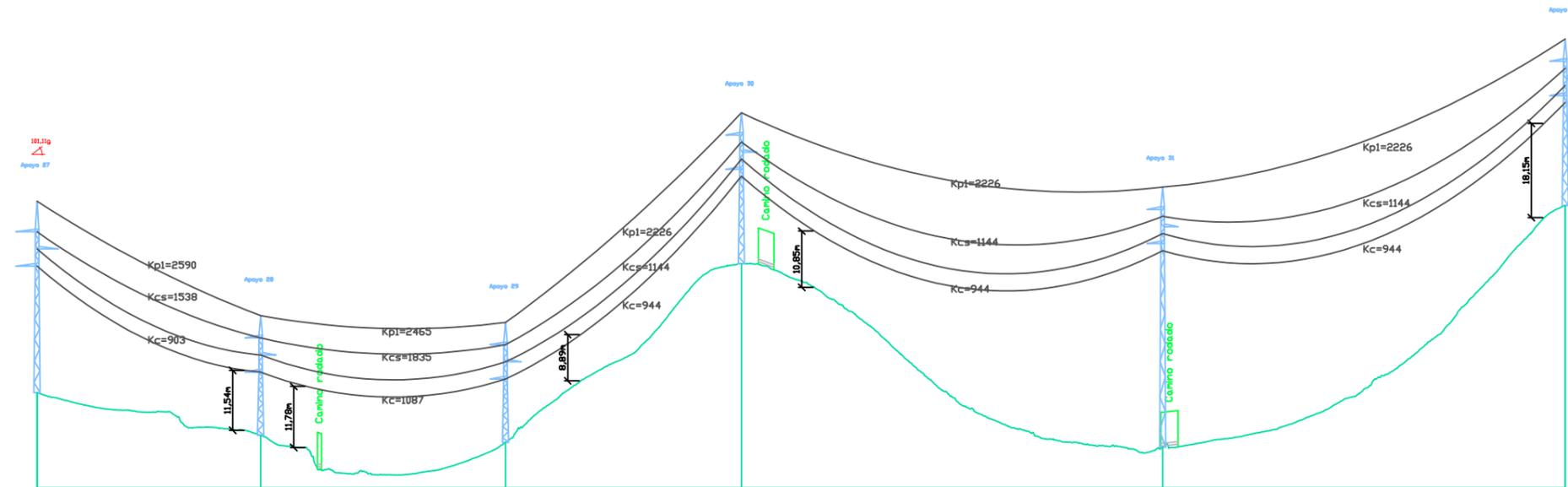
 <p>E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria</p>	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 9
	Hoja Nº 9 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"	Perfil y planta LAAT 66 kV



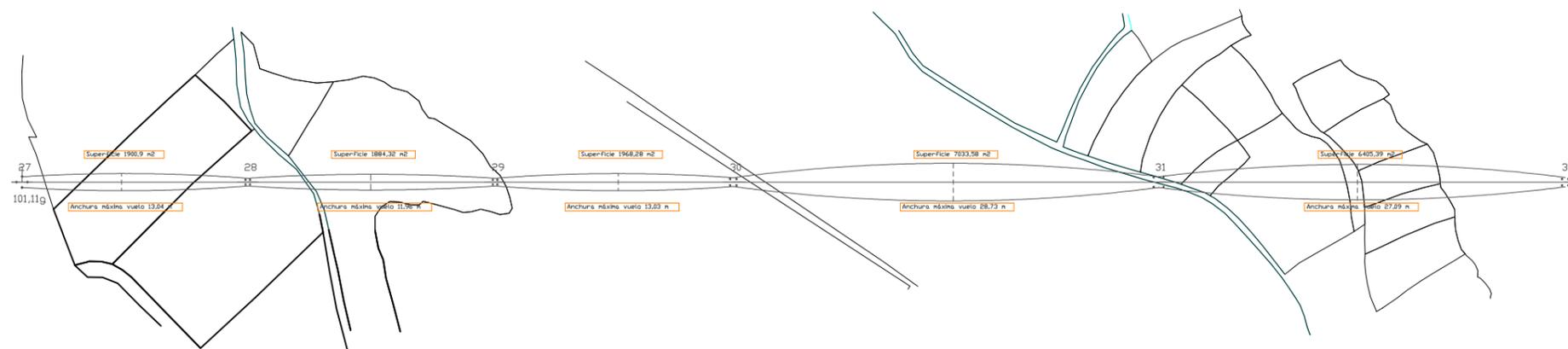
P.C.: 995,00 m		
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	26	315,40
Cota Terreno (m)	1042,33	1003,30
Distancia Parcial (m)	214,46	315,40
Distancia Origen (m)	6086,14	6401,54
Función de Apoyo	AN_AM (184,44g)	AN_AM (101,11g)
Serie Apoyo	CO-9000-24	CO-18000-24
Armado (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=4,1/c=4,1/h=5,9
Altura Dtil Cruzeta Inferior (m)	24,4	24,4
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)
Datos Cimentación (m)	a=1,15/h=0,25/H=2,6/b=0,9	a=1,55/h=0,4/H=3,25/b=1,1



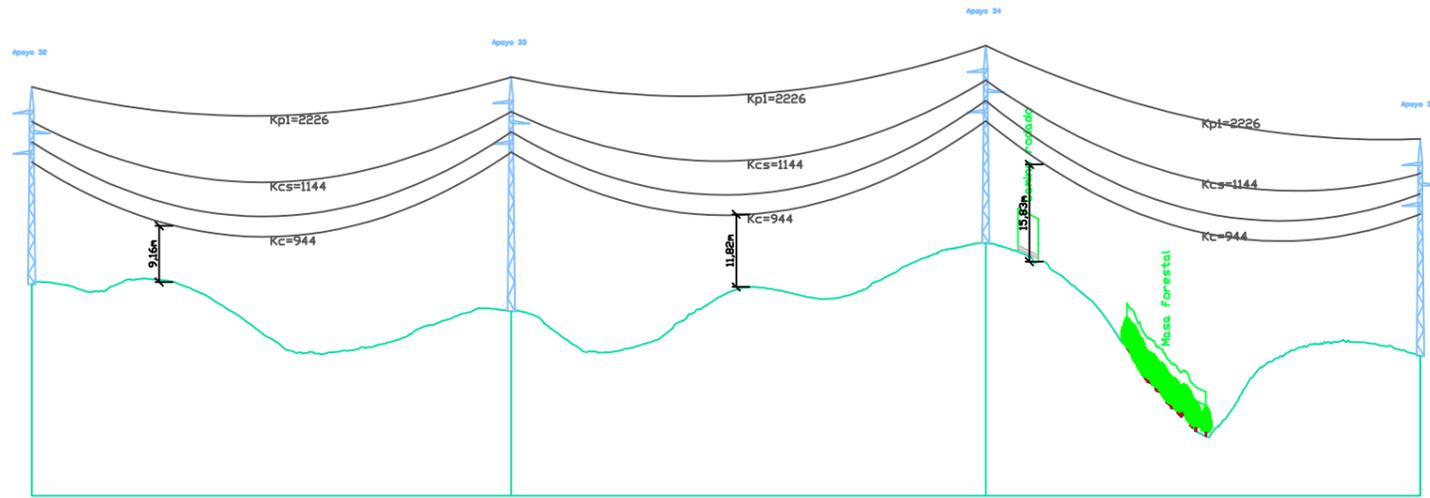
	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 10
	Hoja Nº 10 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"	Perfil y planta LAAT 66 kV



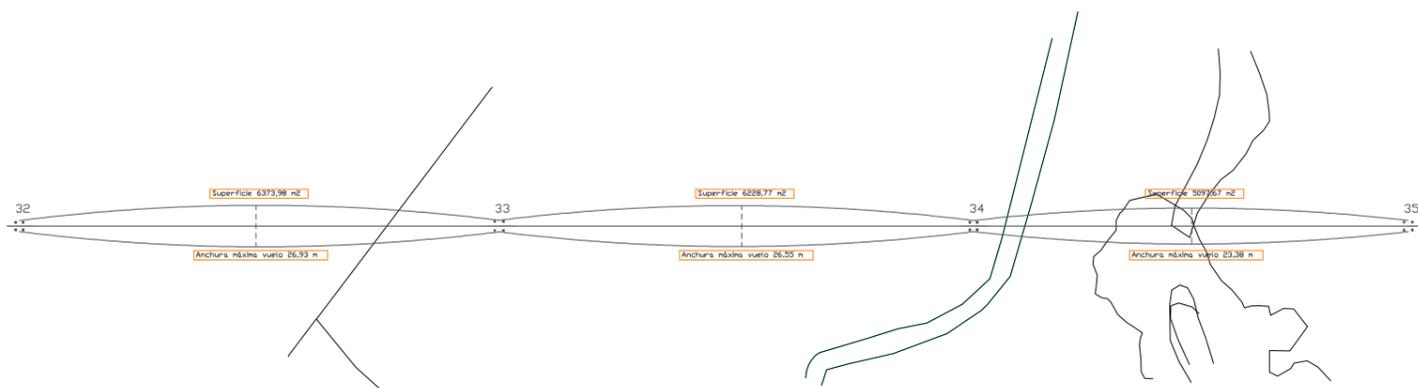
P.C.I	985.00 m										
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	27	172.53	28	188.96	29	182.04	30	325.00	31	310.65	32
Cota Terreno (m)	1093.30		995.06		992.74		1008.14		992.81		1039.36
Distancia Parcial (m)	315.40	172.53	188.96	182.04	182.04	325.00	310.65				
Distancia Origen (m)	6401.24	6574.07	6763.04	6945.08	7270.08						
Función de Apoyo	AL_AH 035,11g	AL_AHC	AL_AHC	AL_SU	AL_SU						
Serie Apoyo	CD-1800-24	CD-3000-12	CD-3000-12	CD-3000-18	CD-3000-18						
Armadura (m)	b=3,2/a=1,1/c=4,1/h=5,9	b=3,2/a=3/c=3/h=4,3	b=3,2/a=3/c=3/h=4,3	b=3,2/a=3/c=3/h=4,3	b=3,2/a=3/c=3/h=4,3						
Altura D18 Cruzeta Inferior (m)	24,4	12,2	12,2	12,2	12,2						
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrada con curva)										
Datos Cimentación (m)	a=1,25/h=0,4/h=3,25/b=1,1	a=1,2/h=0,25/h=1,75/b=0,9	a=1,2/h=0,25/h=1,75/b=0,9	a=1,2/h=0,25/h=1,75/b=0,9	a=1,25/h=0,25/h=2,25/b=0,9						



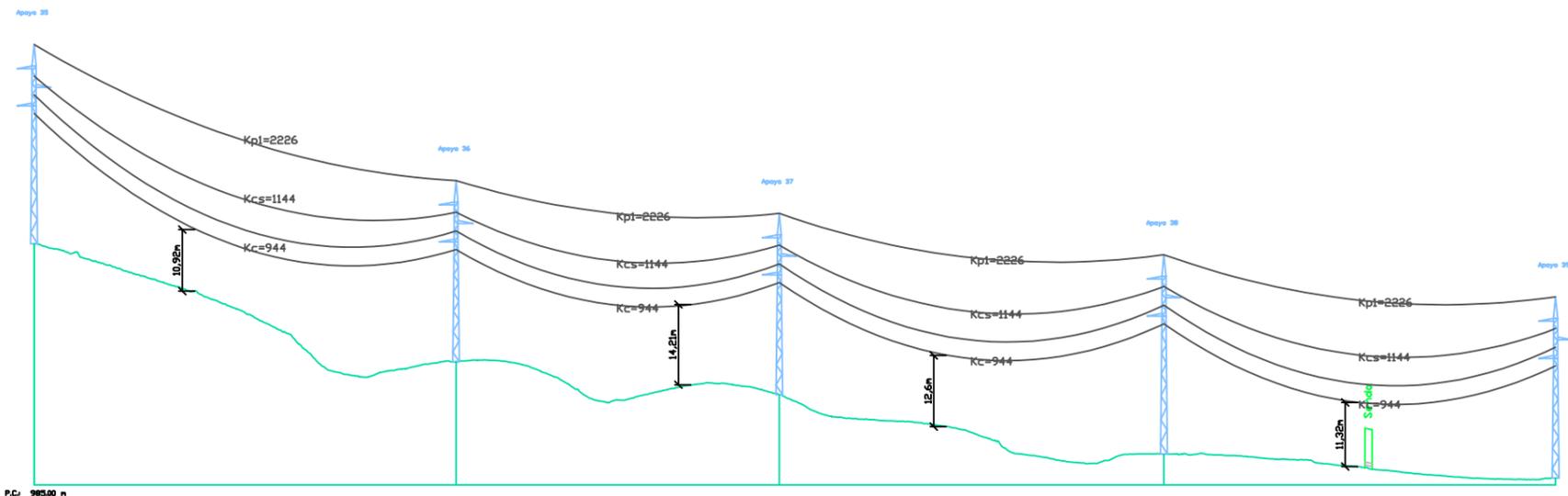
	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 11
	Hoja Nº 11 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"	Perfil y planta LAAT 66 kV



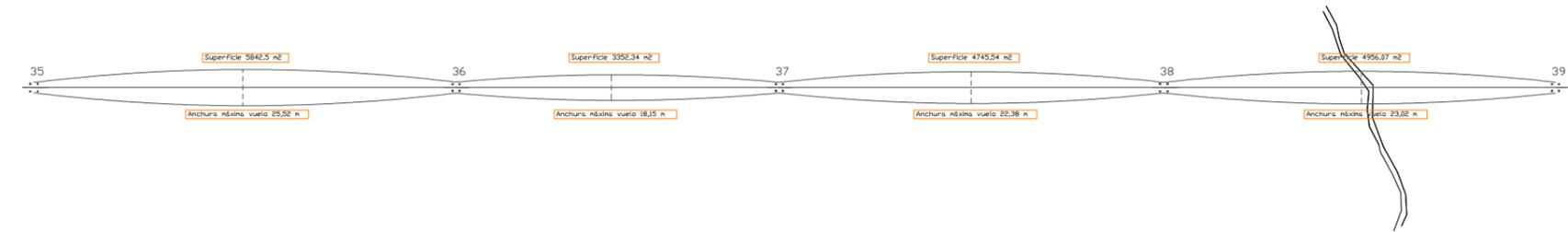
P.C.: 1005.00 m						
Nº Apoyos / Longitud Venos (m)	32	33	34	35		
Cota Terreno (m)	1039.36	1034.98	1046.08	1027.72		
Distancia Parcela (m)	316.63	316.27	309.00	303.00		
Distancia Origen (m)	7966.73	7993.00	8026.00	8485.00		
Función de Apoyo	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU		
Serie Apoyo	CD-3000-21	CD-3000-27	CD-3000-21	CD-3000-24		
Armadura (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3		
Altura DSI Cruzeta Inferior (m)	21,2	27,2	21,2	24,4		
Tipo de cimentación	TetraBloque (Cuadrada con curva)					
Datos Orientación (m)	a=1,15/h=0,25/H=1,95/b=0,9	a=1,1/h=0,2/H=2,25/b=0,9	a=1,15/h=0,25/H=1,95/b=0,9	a=1,05/h=0,15/H=2,25/b=0,9		



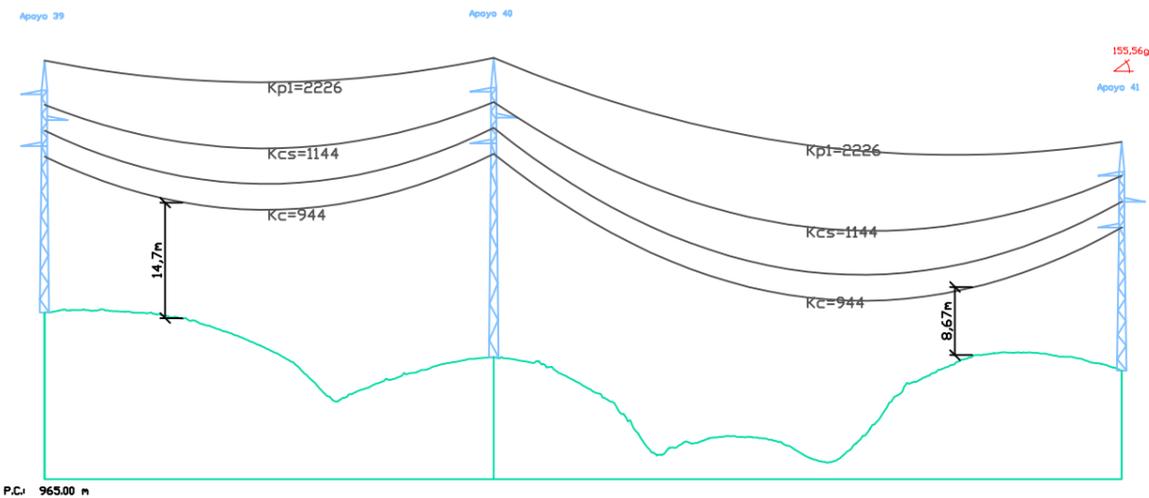
	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 12
	Hoja Nº 12 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"	Perfil y planta LAAT 66 kV



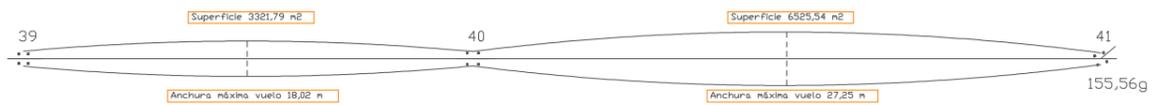
Nº Apoyos / Longitud Venas (m)	35	36	37	38	39
Cota Terreno (m)	1027.72	1006.82	1000.99	990.47	986.21
Distancia Parcial (m)	283.00	299.00	272.50	277.50	
Distancia Origen (m)	8485.00	8784.00	9013.00	9285.50	9563.00
Función de Apoyo	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU
Serie Apoyo	CD-3000-04	CD-3000-01	CD-3000-01	CD-3000-04	CD-3000-01
Armado (m)	$b=3,3/a=2/c=3,7/h=4,3$	$b=3,3/a=2/c=3,7/h=4,3$	$b=3,3/a=2/c=3,7/h=4,3$	$b=3,3/a=2/c=3,7/h=4,3$	$b=3,3/a=2/c=3,7/h=4,3$
Altura DSI Cruzeta Inferior (m)	24,4	21,2	21,2	24,4	21,2
Tipo de cimentación	Tetrapbloque (Cuadrada con curva)				
Datos Cimentación (m)	$a=1,15/h=0,25/h+2,25/b=0,9$	$a=1,15/h=0,25/h+1,95/b=0,9$	$a=1,15/h=0,25/h+1,95/b=0,9$	$a=1,15/h=0,25/h+2,25/b=0,9$	$a=1,15/h=0,25/h+1,95/b=0,9$



	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 13
	Hoja Nº 13 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"	Perfil y planta LAAT 66 kV



P.C.: 965.00 m					
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	39	229.00	40	320.03	41
Cota Terreno (m)	986.21		980.55		978.84
Distancia Parcial (m)	277.50		229.00		320.03
Distancia Origen (m)	9563.00		9792.00		10112.03
Función de Apoyo	AL_SU		AL_SU		AN_ANC (155,56g)
Serie Apoyo	CD-3000-21		CD-3000-27		CD-9000-18
Armado (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3		b=3,3/a=3/c=3/h=4,3		b=3,3/a=3/c=3/h=4,3
Altura D'fil Cruceta Inferior (m)	21,2		27,2		18,2
Tipo de cimentación	Tetraploque (Cuadrada con cueva)		Tetraploque (Cuadrada con cueva)		Tetraploque (Cuadrada con cueva)
Datos Cimentación (m)	a=1,15/h=0,25/H=1,95/b=0,9		a=1,1/h=0,2/H=2,05/b=0,9		a=1,15/h=0,25/H=2,5/b=0,9



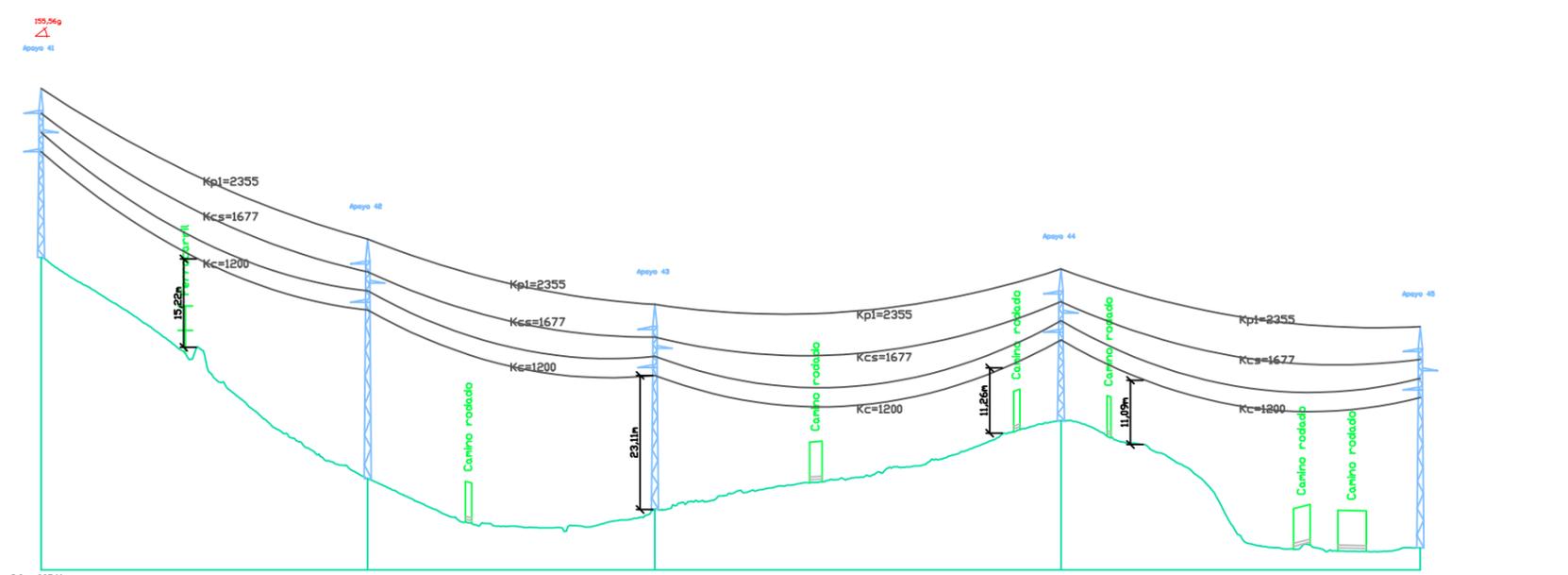
Fecha: 21/12/2022
 Escala:
 H:1:2.000 V:1:500
 Plano Nº: 14
 Hoja Nº 14 de 19

Aprobado:
Alfredo Madrazo Maza

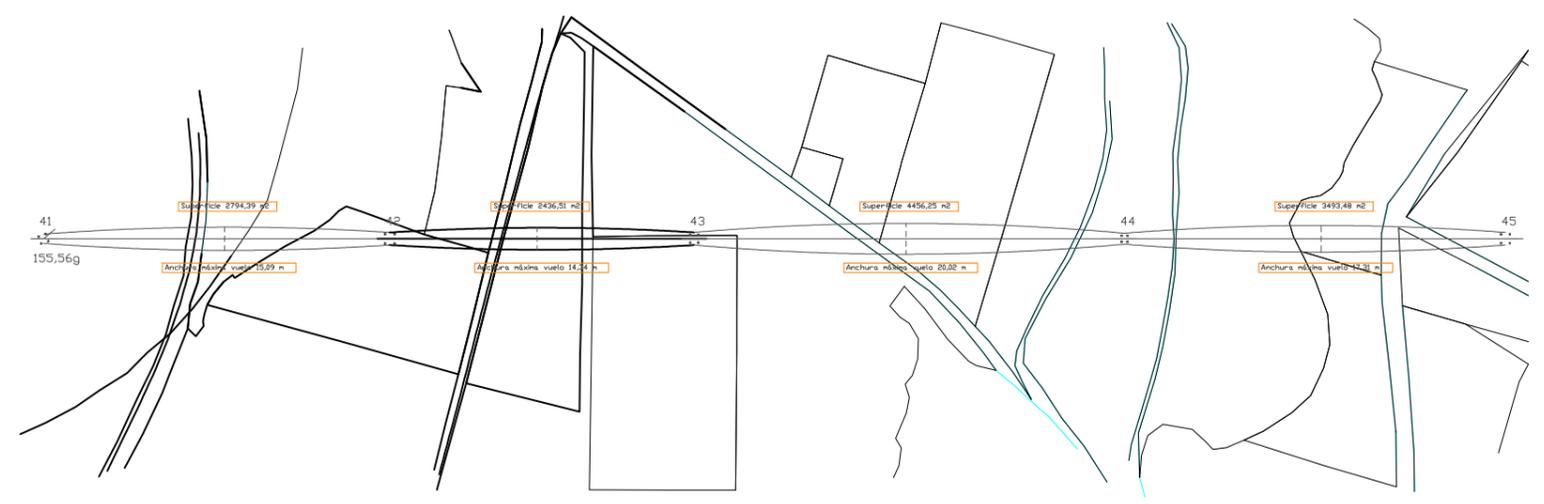
Realizado por:
Bruno García Bermejo

Proyecto:
Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"

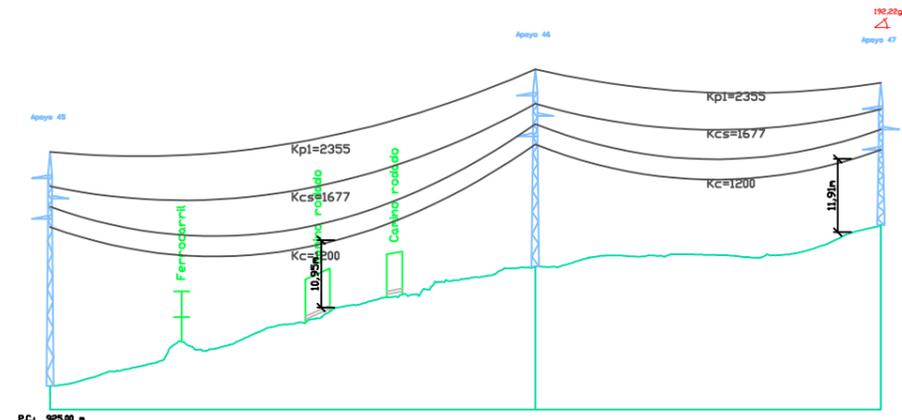
Perfil y planta LAAT 66 kV



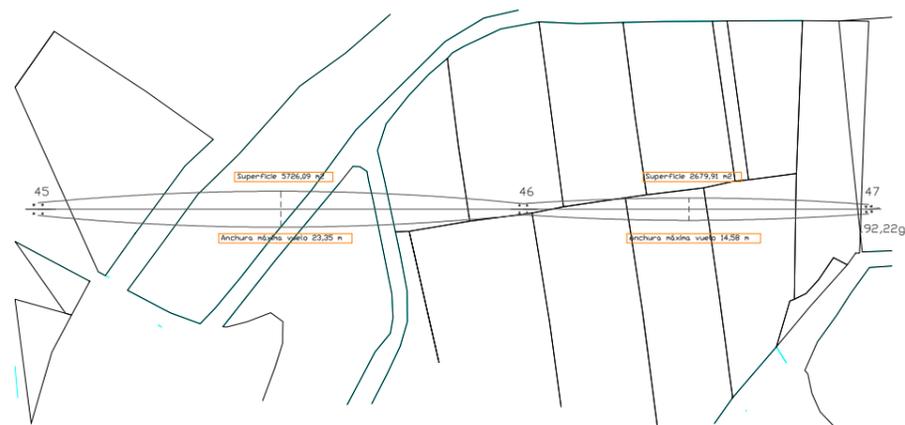
P.C. 925.00 m		225.48		198.25		289.24		248.06		928.81	
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	41	42	43	44	45						
Cota Terrena (m)	978.84	946.70	935.44	956.74	928.81						
Distancia Parcela (m)	329.83	225.48	198.25	289.24	248.06						
Distancia Origen (m)	1018.83	1337.32	1535.76	1825.00	2104.06						
Función de Apoyo	AL_ANC (155.56g)	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU						
Serie Apoyo	CD-9000-18	CD-3000-30	CD-3000-24	CD-3000-15	CD-3000-27						
Armadura (m)	b=3.3/a=3/c=3/h=4.3	b=3.3/a=3/c=3/h=4.3	b=3.3/a=3/c=3/h=4.3	b=3.3/a=3/c=3/h=4.3	b=3.3/a=3/c=3/h=4.3						
Altura DSI Cruzeta Inferior (m)	18.2	20.4	24.4	15.2	27.2						
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrada con curva)										
Datos Cimentación (m)	a=1.15/h=0.25/h=2.3/b=0.9	a=1.15/h=0.25/h=2.3/b=0.9	a=1.05/h=0.15/h=2.35/b=0.9	a=1.3/h=0.35/h=1.75/b=0.9	a=1.1/h=0.2/h=2.35/b=0.9						



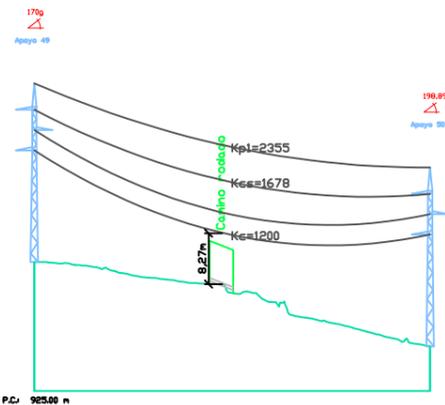
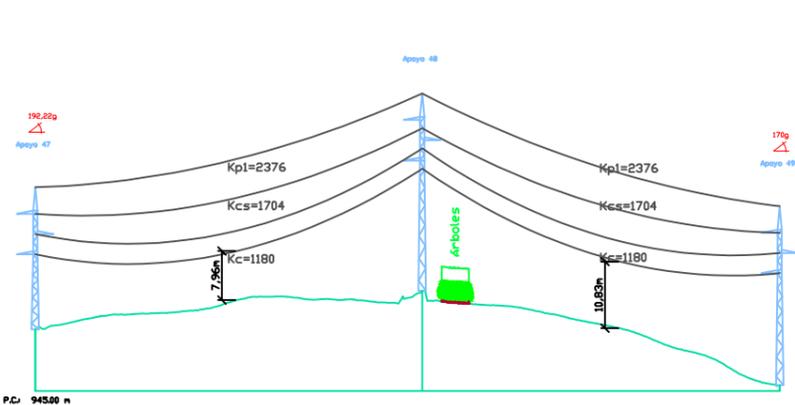
	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 15
	Hoja Nº 15 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"	Perfil y planta LAAT 66 kV



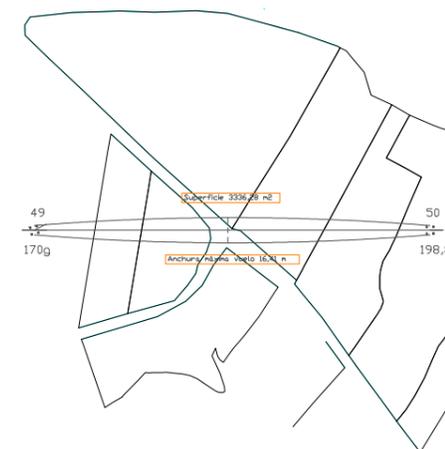
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	45	315,94	46	225,04	47
Cota Terreno (m)	925,81		948,25		925,05
Distancia Parcial (m)	248,06		315,94		225,04
Distancia Origen (m)	1166,06		1186,00		11605,04
Función de Apoyo	AL_SU		AL_SU		AL_AM (192,22g)
Serie Apoyo	CD-3000-E7		CD-3000-E5		CD-3000-I2
Armadura (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3		b=3,3/a=3/c=3/h=4,3		b=3,3/a=3/c=3/h=4,3
Altura DSI Druceza Inferior (m)	27,2		27,2		32,2
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)
Detos Cimentación (m)	a=1,1/h=0,2/h=2,25/b=0,9		a=1,15/h=0,25/h=1,95/b=0,9		a=1,2/h=0,25/h=1,75/b=0,9



 <p>E.T.S. Ing. Industriales y de Telecomunicación Universidad de Cantabria</p>	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 16
	Hoja Nº 16 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"	Perfil y planta LAAT 66 kV



P.C. 945.00 m		P.C. 925.00 m		P.C. 945.98 m		P.C. 932.29 m	
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	47 / 251.96	48 / 232.83	49 / 237.74	50 / 237.74	50 / 237.74	50 / 237.74	50 / 237.74
Cota Terreno (m)	955.05	961.31	945.98	945.98	945.98	945.98	932.29
Distancia Parcela (m)	225.04	251.96	232.83	237.74	237.74	237.74	237.74
Distancia Origen (m)	11665.04	11857.00	12099.83	12347.57	12347.57	12347.57	12347.57
Función de Apoyo	AL_AH (192.22g)	AL_SU	AL_AH (170g)	AL_AH (170g)	AL_AH (198.89g)	AL_AH (198.89g)	AL_AH (198.89g)
Serie Apoyo	CD-3000-18						
Armadura (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3						
Altura DSI Cruzeta Inferior (m)	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2
Tipo de cimentación	Tetrabloque (Cuadrada con curva)						
Datos Orientación (m)	a=1,2/h=0,25/H=1,75/b=0,9	a=1,15/h=0,25/H=1,95/b=0,9	a=1,1/h=0,2/H=2,15/b=0,9	a=1,1/h=0,2/H=2,15/b=0,9	a=1,1/h=0,2/H=2,15/b=0,9	a=1,1/h=0,2/H=2,15/b=0,9	a=1,1/h=0,2/H=2,15/b=0,9



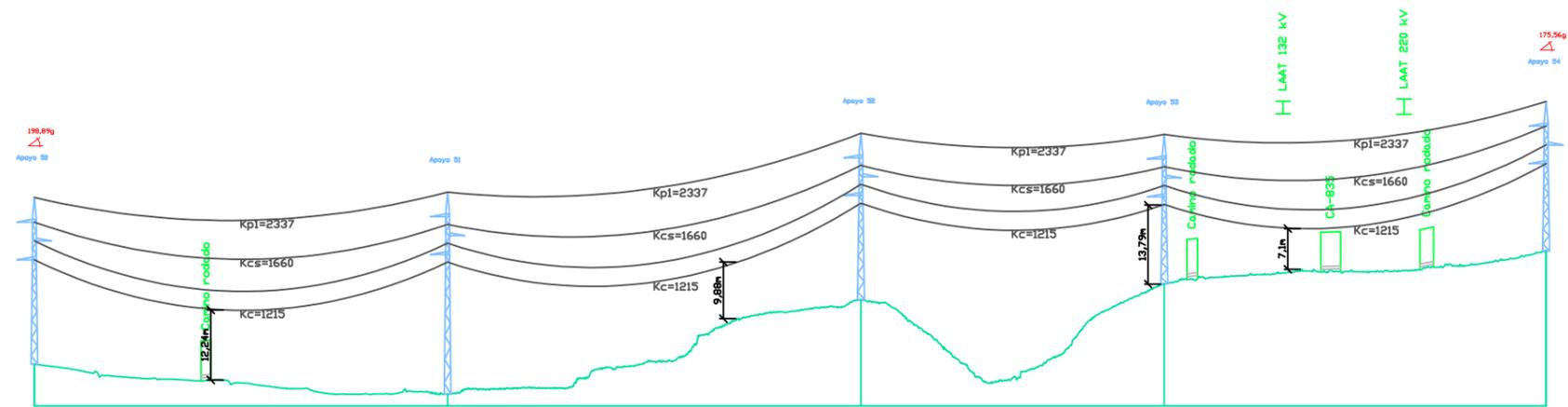
Fecha: 21/12/2022
 Escala:
 H:1:2.000 V:1:500
 Plano Nº: 17
 Hoja Nº 17 de 19

Aprobado:
Alfredo Madrazo Maza

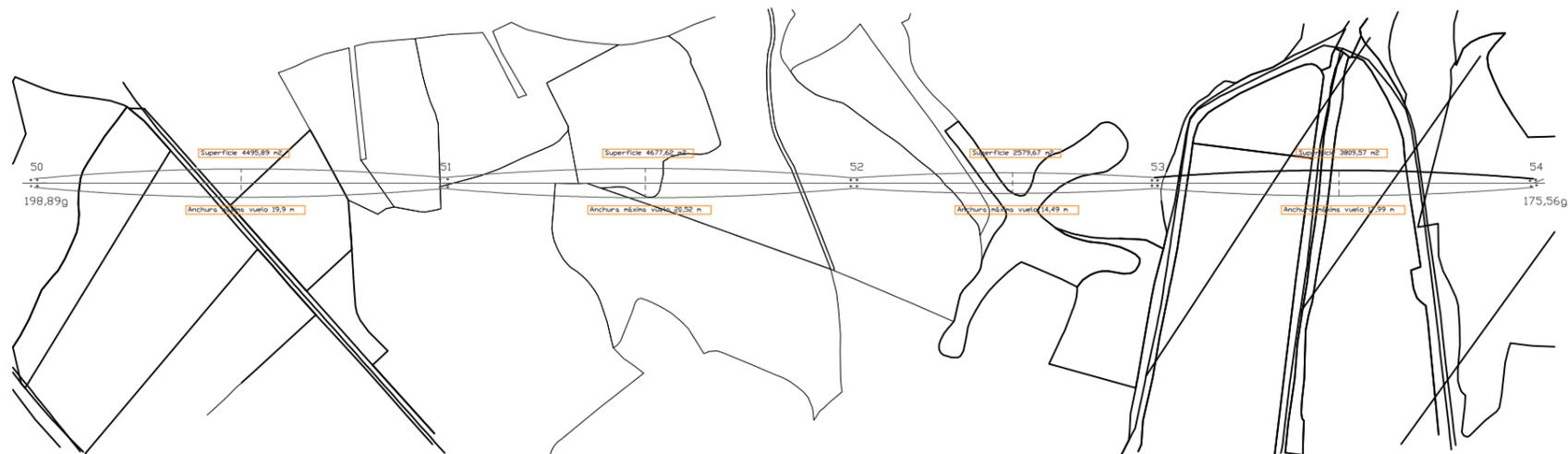
Realizado por:
Bruno García Bermejo

Proyecto:
Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

Perfil y planta LAAT 66 kV



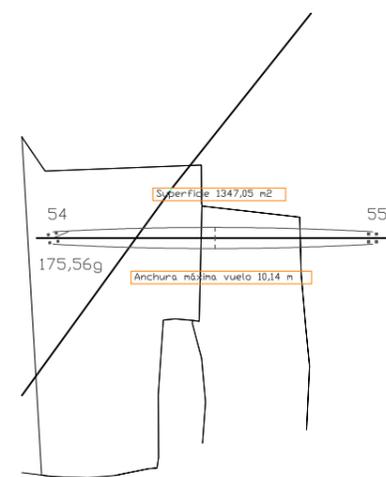
P.C.: 925.00 m		289.22		289.21		288.27		287.20	
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	30	289.22	21	289.21	32	288.27	33	287.20	54
Cota Terreno (m)	932.29	927.23	943.52	943.52	946.30	952.27	952.27	952.27	952.27
Distancia Parcial (m)	257.74	289.22	289.21	289.21	288.27	288.27	287.20	287.20	287.20
Distancia Origen (m)	12947.27	12636.79	12926.00	12926.00	13238.27	13405.47	13405.47	13405.47	13405.47
Función de Apoyo	AL_M (198.89g)	AL_S0	AL_S0	AL_S0	AL_S0	AL_M (175.56g)	AL_M (175.56g)	AL_M (175.56g)	AL_M (175.56g)
Serie Apoyo	CD-3000-18	CD-3000-24	CD-3000-18	CD-3000-18	CD-3000-15	CD-3000-15	CD-3000-15	CD-3000-15	CD-3000-15
Armado (m)	b=3.3/a=3/c=3/h=4.3								
Altura DSI Cruzeta Inferior (m)	19.2	24.4	19.2	19.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
Tipo de Orientación	TetraBloque (Cuadrada con curva)								
Datos Orientación (m)	a=1.25/h=0.15/h=1.95/a=0.9	a=1.25/h=0.15/h=1.95/a=0.9	a=1.25/h=0.15/h=1.95/a=0.9	a=1.25/h=0.15/h=1.95/a=0.9	a=1.3/h=0.25/h=1.75/a=0.9	a=1.3/h=0.25/h=1.75/a=0.9	a=1.3/h=0.25/h=1.75/a=0.9	a=1.3/h=0.25/h=1.75/a=0.9	a=1.3/h=0.25/h=1.75/a=0.9



	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 18
	Hoja Nº 18 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"	Perfil y planta LAAT 66 kV



P.C.: 945.00 m	
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	54 153.78 55
Cota Terreno (m)	952.07 956.43
Distancia Parcial (m)	267.20 153.78
Distancia Origen (m)	13405.47 13559.25
Función de Apoyo	AN_AM (175,56g) FL
Serie Apoyo	CD-5000-15 CD-12000-12
Armado (m)	b=3,3/a=3/c=3/h=4,3 b=3,3/a=3/c=3/h=4,3
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	12,2 12,2
Tipo de cimentación	Tetraploque (Cuadrada con cueva) Tetraploque (Cuadrada con cueva)
Datos Cimentación (m)	a=1,1/h=0,2/H=2,1/b=0,9 a=1,3/h=0,25/H=2,65/b=1



	Fecha: 21/12/2022
	Escala: H:1:2.000 V:1:500
	Plano Nº: 19
	Hoja Nº 19 de 19
Aprobado: Alfredo Madrazo Maza	Realizado por: Bruno García Bermejo
Proyecto: Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castro"	Perfil y planta LAAT 66 kV

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

DOCUMENTO IV

PRESUPUESTO

ÍNDICE

1.	PRESUPUESTOS PARCIALES	3
1.1	OBRA CIVIL	3
1.2	MATERIALES	3
1.3	MONTAJE.....	6
1.4	CONTROLES	10
1.5	SEGURIDAD Y SALUD	10
2.	PRESUPUESTO GENERAL	11

1. PRESUPUESTOS PARCIALES

1.1 OBRA CIVIL

OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA				
COD.	DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
1.1.1	Metro cubico de excavación para cimientos de apoyos metálicos en todo tipo de dureza de terreno incluido el transporte de productos sobrantes a vertedero, así como relleno y compactado.	413,37	110,00 €	45.467,26 €
	- Maquinaria y herramienta	1	64,68 €	
	- Relleno y compacto	1	13,37 €	
	- Mano de obra de auxiliares	1	18,51 €	
1.1.2	Metro cubico de hormigón en masa de 250 Kg de cemento por m3, incluido entrado. Si fuera necesario, vertido, vibrado, así como peanas, puntas de diamante y demás manipulaciones necesarias para su correcto curado, con áridos de tamaño inferior a 40 mm y cemento P-350, para todo tipo de apoyos metálicos y en cualquier tipo de terreno de tierra, rocapico o roca, así como cualquier combinación de ellas.	453,37	63,00 €	28.727,28 €
	- Materiales y maquinaria	1	126,90 €	
	- Mano de obra, transporte y medios auxiliares	1	38,07 €	
TOTAL OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA (EUROS)				74.194,54 €

1.2 MATERIALES

MATERIALES LÍNEA AÉREA				
COD	DESIGNACIÓN	UD.	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
1.2.1	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-27000-15-S1111 (IMEDEXSA), incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	11.696,00 €	11.696,00 €
1.2.2	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-3000-27-S1111 (IMEDEXSA), incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	8	8.008,00 €	64.064,00 €

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

1.2.3	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-9000-15-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	7.110,00 €	7.110,00 €
1.2.4	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-7000-15-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	5.668,00 €	5.668,00 €
1.2.5	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-3000-18-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	9	5.576,00 €	50.184,00 €
1.2.6	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-3000-21-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	8	6.226,00 €	49.808,00 €
1.2.7	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-3000-15-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	5	4.836,00 €	24.180,00 €
1.2.8	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-3000-24-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	6	7.048,00 €	42.288,00 €
1.2.9	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-15000-15-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	8.320,00 €	8.320,00 €
1.2.10	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-3000-33-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	9.962,00 €	9.962,00 €
1.2.11	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-7000-30-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	10.468,00 €	10.468,00 €
1.2.12	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-9000-24-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	2	10.378,00 €	20.756,00 €

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

1.2.13	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-18000-24-S1553 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	13.740,00 €	13.740,00 €
1.2.14	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-3000-12-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	3	4.090,00 €	12.270,00 €
1.2.15	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-9000-18-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	2	8.276,00 €	16.552,00 €
1.2.16	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-3000-39-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	12.420,00 €	12.420,00 €
1.2.17	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-3000-30-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	8.866,00 €	8.866,00 €
1.2.18	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-5000-18-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	5.864,00 €	5.864,00 €
1.2.19	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-5000-15-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	5.092,00 €	5.092,00 €
1.2.20	Suministro Apoyo Metálico tipo CO-12000-12-S1111 (IMEDEXSA) , incluyendo transporte y descarga a pie de obra, suministro de tornillería y elementos accesorios para el completo montaje del apoyo.	1	6.542,00 €	6.542,00 €
1.2.21	Placa de señalización en la que se indicará el número de apoyo, tensión de línea (66 kV), símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa titular de la instalación.	55	5,98 €	328,90 €
1.2.22	Cable conductor LA-180 , incluye suministro a pie de obra del conductor debidamente bobinado y protegido.	40,68	3.292,11 €	133.923,03 €
1.2.23	Cable de tierra AC-50	13,559	1.027,06 €	13.925,91 €

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

1.2.24	Cadena de suspensión , aislador de vidrio U160BS, para cable LA455 132 kV, incluye todos los elementos accesorios que posibiliten el montaje de la cadena	114	124,20 €	14.158,80 €
	- Horquilla de bola (HB-16) a 5,82 €/ud	228	5,82 €	1.326,96 €
	- Rótula larga R-16P a 7 €/ud	114	7,00 €	798,00 €
	- Grapa de suspensión tipo GS-3 a 8,65 €/ud	228	8,65 €	1.972,20 €
	- Transporte del material, medios auxiliares y mano de obra, hasta su completa instalación.	1	30,84 €	30,84 €
1.2.25	Cadena de amarre , aislador de vidrio U160BS, para cable LA455 132 kV, incluye todos los elementos accesorios que posibiliten el montaje de la cadena	84	124,20 €	10.432,80 €
	- Horquilla de bola (HB-16) a 5,82 €/ud	168	5,82 €	977,76 €
	- Rótula larga R-16P a 7 €/ud	84	7,00 €	588,00 €
	- Grapa de amarre tipo GA-3 a 16,5 €/ud	168	16,50 €	2.772,00 €
	- Transporte del material, medios auxiliares y mano de obra, hasta su completa instalación.	1	30,84 €	30,84 €
1.2.26	Herraje suspensión cable de protección AC-50 , incluye todos los elementos accesorios que posibiliten el montaje del herraje	38	46,00 €	1.748,00 €
1.2.27	Herraje amarre cable de protección AC-50 , incluye todos los elementos accesorios que posibiliten el montaje del herraje	28	255,00 €	7.140,00 €
1.2.28	Suministro de balizas salvapajaros instalados cada 10 m en cable de tierra	1356	5,34 €	7.241,04 €
TOTAL MATERIALES LÍNEA AÉREA (EUROS)				510.342,05 €

1.3 MONTAJE

MONTAJE LÍNEA AÉREA				
COD.	DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
1.3.1	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-27000-15-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	5.263,18 €	5.263,18 €
1.3.2	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-3000-27-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	8	3.603,59 €	28.828,72 €

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

1.3.3	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-9000-15-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	3.199,49 €	3.199,49 €
1.3.4	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-7000-15-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	2.559,59 €	2.559,59 €
1.3.5	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-3000-18-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	9	2.509,19 €	22.582,71 €
1.3.6	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-3000-21-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	8	2.801,69 €	22.413,52 €
1.3.7	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-3000-15-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	5	2.176,19 €	10.880,95 €
1.3.8	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-3000-24-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	6	3.171,59 €	19.029,54 €
1.3.9	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-15000-15-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	3.743,99 €	3.743,99 €

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

1.3.10	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-3000-33-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	4.482,88 €	4.482,88 €
1.3.11	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-7000-30-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	4.710,58 €	4.710,58 €
1.3.12	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-9000-24-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	2	4.670,08 €	9.340,16 €
1.3.13	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-18000-24-S1553 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	6.182,98 €	6.182,98 €
1.3.14	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-3000-12-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	3	1.840,49 €	5.521,47 €
1.3.15	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-9000-18-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	2	3.724,19 €	7.448,38 €
1.3.16	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-3000-39-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	5.588,98 €	5.588,98 €

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

1.3.17	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-3000-30-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	3.989,69 €	3.989,69 €
1.3.18	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-5000-18-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	2	2.638,79 €	5.277,58 €
1.3.19	Armado e Izado Apoyo Metálico tipo CO-12000-12-S1111 (IMEDEXSA) según proyecto, incluyendo acopio en sus respectivos emplazamientos y armado e izado en su posición definitiva y graneteado de tornillería. Se incluyen todas acciones y medios necesarios para el izado.	1	2.943,89 €	2.943,89 €
1.3.20	Montaje de Placa de señalización en la que se indicará el número de apoyo, tensión de línea (66 kV), símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa titular de la instalación.	55	31,50 €	1.732,50 €
1.3.21	Tendido 3 circuitos conductor LA-180 , regulado según proyecto y engrapado. Incluye el tendido del conductor, la confección de puentes, bajadas y uniones eléctricas, acabados, repaso final y devolución de bobinas.	40,68	1.500,00 €	61.020,00 €
1.3.22	Tendido cable de protección AC-50 , regulado según proyecto y engrapado. Incluye el tendido del conductor, la confección de puentes, bajadas y uniones eléctricas, acabados, repaso final y devolución de bobinas.	13,559	3.200,00 €	43.388,80 €
1.3.23	Montaje Cadena de suspensión , aislador de vidrio U70BS, para cable LA-180 66kV, incluye todas las tareas necesarias para el correcto montaje de la cadena.	114	110,00 €	12.540,00 €
1.3.24	Montaje Cadena de amarre , aislador de vidrio U70BS, para cable LA-180 66kV, incluye todas las tareas necesarias para el correcto montaje de la cadena.	84	235,00 €	19.740,00 €
1.2.25	Instalación de balizas salvapajaros sobre cable de tierra cada 10 m	1356	12,89 €	17.478,84 €

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

1.2.26	Trabajos auxiliares de montaje. Incluye todos los trabajos necesarios para la correcta finalización del montaje, como la utilización de maquinaria de tendido y/o izado especial, protección de cruces con carretera y líneas alta tensión.	1	8.000,00 €	8.000,00 €
TOTAL MONTAJE LÍNEA AÉREA				337.888,42€

1.4 CONTROLES

CONTROLES				
COD.	DESIGNACIÓN	UDS.	P.U. (euros)	TOTAL (euros)
1.4.1	P.A. Control de Calidad , incluyendo ensayos de hormigón según norma EHE, medición de resistencia de puesta a tierra de apoyos, así como los explícitamente indicados en el Pliego de Condiciones del proyecto y otros que pudiera requerir la Dirección de Obra.	1	3.460,00 €	3.460,00 €
1.4.2	Replanteo de apoyos sobre el terreno, incluido estaquillado y comprobación de perfil.	13,559	955,00 €	12.948,85 €
1.4.3	Elaboración de documentación Final de obra.	1	2.780,00 €	2.780,00 €
TOTAL CONTROLES LÍNEA AÉREA				19188,85 €

1.5 SEGURIDAD Y SALUD

El presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud está referenciado y desglosado en el documento del mismo nombre, siendo la cantidad final de **28.395,46 €**.

2. PRESUPUESTO GENERAL

DENOMINACIÓN	IMPORTE TOTAL
1.1 OBRA CIVIL LÍNEA AÉREA	74.194,54 €
1.2 MATERIALES LÍNEA AÉREA	510.342,05 €
1.3 MONTAJE LÍNEA AÉREA	337.888,42 €
1.4 CONTROLES LÍNEA AÉREA	19.188,85 €
1.5 SEGURIDAD Y SALUD	28.395,46 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	970.009,32 €
GASTOS GENERALES Y DIRECCIÓN DE OBRA (13%)	126.101,21 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	58.200,56 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	1.154.311,09 €
I.V.A. (21%)	242.405,33 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN LAAT 66 kV	1.396.716,42 €

Por tanto, el presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de:

UN MILLÓN TRESCIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS DIECISEIS EUROS Y CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS DE EURO (1.396.716,42 €).

DOCUMENTO N° 5: **BIBLIOGRAFÍA**

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

NORMATIVA

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- 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 disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- 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.
- Normas DIN y UNE.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

LIBROS CONSULTADOS

- Madrazo Maza, Alfredo, *Apuntes de Sistemas Eléctricos de Potencia*.
- Madrazo Maza, Alfredo, *Apuntes de Líneas e Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión*.
- Madrazo Maza, Alfredo, *Apuntes de Ampliación de Líneas e Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión*.
- Simón Comín, P.; Garnacho Vecino, F.; Moreno Mohino, J.; González Sanz, A., *Cálculo y Diseño de Líneas Eléctricas de Alta Tensión*

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/lineas-alta-tension/Documents/guia-itc-lat-07-rev-2.pdf>
- <https://blog.structuralia.com/aisladores-en-lineas-electricas-materiales-tipos-y-caracteristicas-principales>
- https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/9570/mod_resource/content/1/Tema_4_para_metros.pdf
- <http://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros%202007/libros/le-soi/soi3/soi31.htm>
- <https://core.ac.uk/download/pdf/72040471.pdf>
- <http://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros%202007/libros/le-soi/soi8/soi8.htm>
- <https://mapas.cantabria.es/>
- <https://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/>
- <http://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/sispot/Libros%202007/libros/le-soi/soi8/soi8.htm>

CATÁLOGOS

- Apoyos IMEDEXSA
- Aisladores de vidrio LA GRANJA INSULATORS
- Conductores TREFIL CABLE, S.L.

OTROS CONSULTADOS

- Proyectos tipo SATEL
- Proyectos tipo NOVOTEC
- Proyectos tipo SERTOGAL
- Proyectos tipo INGECA
- Proyectos tipo Iberdrola
- Proyectos tipo Viesgo Distribución

Línea eléctrica aérea de 66 kV de evacuación del Parque Eólico "Castrío"

SOFTWARE EMPLEADOS

- Programa de diseño y cálculo de líneas eléctricas aéreas de alta tensión *Imedexsa 15.1* y *15.2*
- Programa de diseño y cálculo de líneas eléctricas aéreas de alta tensión *Andelec*
- AutoCAD MAP 3D
- AutoCAD Civil 3D
- QGIS 3.8
- Google Earth